

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management
No.229 January 2005

道路橋の鋼製橋脚隅角部構造に関する資料

玉越隆史・中洲啓太・石尾真理・水津紀陽・中谷昌一

Note on structural details about the beam-column connection of steel pier of highway bridges

Takashi TAMAKOSHI, Keita NAKASU, Mari ISHIO,
Noriteru SUIZU, Shouichi NAKATANI

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

道路橋の鋼製橋脚隅角部構造に関する資料

玉越 隆史*
中洲 啓太**
石尾 真理***
水津 紀陽****
中谷 昌一*****

Note on structural details about the beam-column connection of steel pier of highway bridges

Takashi TAMAKOSHI
Keita NAKASU
Mari ISHIO
Noriteru SUIZU
Shoichi NAKATANI

概要

道路橋の鋼製橋脚の梁と柱が交差する隅角部は、構造上狭い箇所には部材が交錯し、溶接線の始末端が集中する箇所でもあるため、維持管理上の問題を生じやすい部位のひとつである。そのため、鋼製橋脚隅角部では、高度な製作技術と慎重な施工品質管理が要求される他、既存の損傷事例等をふまえて、適切な板組構造（鋼板の組み方、以下、「板組構造」という）や溶接方法を採用し、疲労耐久性を確保する必要がある。

本資料は、国土交通省の管理している一般国道（以下、「直轄国道」という）の鋼製橋脚隅角部について、平成14年度に実施した点検結果に基づいて、橋脚の構造形式、板組構造といった構造条件と損傷の状況に関する調査・分析の結果をとりまとめたものである。

キーワード：鋼製橋脚、隅角部、板組構造、溶接、疲労亀裂

Synopsis

The beam-column connection of steel piers of highway bridges is one of the most difficult parts for maintenance as structure is complex and ends of welding lines are crossing in this area. Therefore, in the beam-column connection of steel piers, welding techniques and careful quality control are required, and it is also necessary to employ appropriate combining ways of steel plates and welding methods to ensure fatigue durability based on experiences of existing damages.

In this report, results of surveys and analysis on structural conditions such as shapes of piers and combining ways of steel plates and damage situations based on the inspection data of bridges on national highways collected in 2002 are described.

Key Words : steel pier, beam-column connection, combining ways of steel plates, welding, fatigue crack

* 橋梁研究室室長
** 橋梁研究室研究官
*** 橋梁研究室研究員
**** 橋梁研究室交流研究員
***** 元橋梁研究室室長 現在：国土交通省 道路局 国道防災課 道路保全企画官

* Head, Bridge Division, Road Department, NILIM
** Researcher, Bridge Division, Road Department, NILIM
*** Research Engineer, Bridge Division, Road Department, NILIM
**** Guest Research Engineer, Bridge Division, Road Department, NILIM
***** Director for Road Management, National Highway and Risk Management Division, Road Bureau

はじめに

近年、道路橋の鋼製橋脚隅角部において、溶接継手部に亀裂損傷の生じている事例があることが明らかになってきた。国土交通省では、平成 14 年に直轄国道の隅角部を有する鋼製橋脚 334 基に対して点検調査を行った結果、125 基に亀裂損傷が検出された^{*}。隅角部の損傷の原因としては、供用年数の長期化や大型車交通量の急増、疲労耐久性の面で不適切な構造詳細の採用などがあげられる。

これらを背景に、橋梁研究室では耐久性に優れた鋼製橋脚隅角部の設計、製作手法の確立と既設の鋼製橋脚隅角部に対する合理的な維持管理のあり方の提案を目的として研究を行っている。

本資料は、上記提案のための基礎資料として直轄国道の点検対象橋脚 334 基のうち、主桁と橋脚横梁の剛結部を除いた隅角部を有する鋼製橋脚 319 基について、一次調査の結果を基にして橋脚の構造形式、板組構造や溶接方法などの条件と損傷との因果関係についての分析結果をとりまとめたものである。

※ 9.1 隅角部を有する鋼製橋脚の点検結果及び対応方針

目次

はじめに

1. 隅角部を有する鋼製橋脚の点検結果	1
2. 分析概要	
2.1 分析対象	2
2.2 分析条件	2
2.3 分析方法	2
2.3.1 隅角部の分類	3
2.3.2 分析シート	9
2.4 分析シート	13
2.5 分析結果（概要）	14
3. 分析に用いた板組構造	
3.1 板組構造一覧	21
3.2 角柱の板組構造及び溶接構造例	28
3.3 円柱の板組構造及び溶接構造例	50
4. 代表的損傷事例	71
5. 橋脚の断面形状等基本条件と損傷の関係	
5.1 分析①（脚断面）	79
5.2 分析②（完成年）	92
5.3 分析③（大型車交通量）	97
5.4 分析④（累積大型車交通量）	102
5.5 分析⑤（支承条件）	107
5.6 分析⑥（張出し長）	110
5.7 橋脚の断面形状等基本条件と損傷の関係について	115
6. 板組構造と損傷の関係	
6.1 分析⑦-1（脚断面、隅角位置）	117
6.2 分析⑦-2（脚断面、隅角位置、溶接線方向）	121
6.3 分析⑦-3（脚断面、梁・柱の貫通）	127
6.4 分析⑦-4（脚断面、梁・柱の貫通、溶接線方向）	132
6.5 分析⑦-5（脚断面、勝ち部材）	139
6.6 分析⑦-6（脚断面、勝ち部材、溶接線方向）	143
6.7 分析⑦-7（脚断面、隅角位置、梁・柱の貫通）	148

6.8	分析⑦-8 (脚断面, 隅角位置, 梁・柱の貫通, 溶接線方向)	153
6.9	分析⑦-9 (脚断面, 隅角位置, 勝ち部材)	160
6.10	分析⑦-10 (脚断面, 隅角位置, 勝ち部材, 溶接線方向)	165
6.11	分析⑦-11 (脚断面, 隅角位置, 梁・柱の貫通, 勝ち部材)	172
6.12	分析⑦-12 (脚断面, 隅角位置, 梁・柱の貫通, 勝ち部材, 溶接線方向)	180
6.13	板組構造と損傷の関係について	188
7. 橋脚の構造形式と損傷の関係		
7.1	分析⑧-1 (脚形式, 脚断面)	193
7.2	分析⑧-2 (脚形式, 脚断面, 隅角位置)	197
7.3	分析⑧-3 (脚形式, 脚断面, 隅角位置, 溶接線方向)	202
7.4	分析⑧-4 (脚形式, 脚断面, 梁・柱の貫通)	208
7.5	分析⑧-5 (脚形式, 脚断面, 梁・柱の貫通, 溶接線方向)	216
7.6	分析⑧-6 (脚形式, 脚断面, 勝ち部材)	228
7.7	分析⑧-7 (脚形式, 脚断面, 勝ち部材, 溶接線方向)	236
7.8	分析⑧-8 (脚形式, 脚断面, 勝ち部材, 溶接線方向, 溶接線方向)	246
7.9	分析⑧-9 (脚形式, 脚断面, 隅角位置, 梁・柱の貫通)	255
7.10	分析⑧-10 (脚形式, 脚断面, 隅角位置, 梁・柱の貫通, 溶接線方向)	267
7.11	分析⑧-11 (脚形式, 脚断面, 隅角位置, 勝ち部材)	275
7.12	分析⑧-12 (脚形式, 脚断面, 隅角位置, 勝ち部材, 溶接線方向)	287
7.13	分析⑧-13 (脚形状, 脚断面, 隅角位置, 梁・柱の貫通, 勝ち部材)	298
7.14	分析⑧-14 (脚形状, 脚断面, 隅角箇所, 梁・柱の貫通, 勝ち部材, 溶接線方向)	313
7.15	橋脚の構造形式と損傷の関係について	321
8. 隅角部形状パラメータと損傷の関係		
8.1	概要	323
8.2	隅角部の設計方法	323
8.3	分析⑨ (柱Flg厚と梁Flg厚)	327
8.3.1	分析⑨-1 (T型橋脚)	327
8.3.2	分析⑨-2 (ラーメン橋脚)	328
8.4	分析⑩ (柱幅、梁高)	329
8.4.1	分析⑩-1 (T型橋脚)	329
8.4.2	分析⑩-2 (ラーメン橋脚)	330
8.5	分析⑪ (梁幅、梁高)	331
8.5.1	分析⑪-1 (T型橋脚)	331
8.5.2	分析⑪-2 (ラーメン橋脚)	332
8.6	分析⑫ (柱幅、柱高)	333
8.6.1	分析⑫-1 (T型橋脚)	333
8.6.2	分析⑫-2 (ラーメン橋脚)	334
8.7	分析⑬ (せん断遅れパラメータ $R : 6A_f/A_w$)	335

8.7.1	分析⑬-1 (T型橋脚)	335
8.7.2	分析⑬-2 (ラーメン橋脚)	336
8.7.3	分析⑬-3 (T型橋脚: $e, f=2$)	337
8.7.4	分析⑬-4 (ラーメン橋脚: $e, f=2$)	338
8.8	分析⑭(せん断遅れパラメータS)	339
8.8.1	分析⑭-1 (T型橋脚)	339
8.8.2	分析⑭-2 (ラーメン橋脚)	340
8.9	分析⑮(せん断遅れ形状パラメータ: b/dA_w)	342
8.9.1	分析⑮-1 (T型橋脚)	342
8.9.2	分析⑮-2 (ラーメン橋脚)	343
8.9.3	分析⑮-3 (T型橋脚: $e, f=2$)	344
8.9.4	分析⑮-4 (ラーメン橋脚: $e, f=2$)	345
8.9	隅角部形状パラメータと損傷の関係について.....	346
9. 参考資料		
9.1	隅角部を有する鋼製橋脚の点検結果及び対応方針.....	348
9.2	事務連絡 鋼製橋脚隅角部の品質確保の徹底について.....	350
9.3	鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領.....	351
9.4	鋼製橋脚隅角部点検例.....	388
10.	参考文献.....	400



1. 隅角部を有する鋼製橋脚の点検結果

平成14年に全国の直轄国道、首都高速道路、阪神高速道路、本州四国連絡道路、高速自動車国道において鋼製橋脚の隅角部に対して亀裂損傷に着目した点検が実施された。直轄国道の鋼製橋脚隅角部の点検にあたり適用された要領を参考資料9.3に示す。

表1-1 隅角部を有する鋼製橋脚の点検結果(H14.9現在)

	隅角部を有する鋼製橋脚数 (1)	詳細点検完了				計 (4) =(2)+(3)	詳細点検実施中 (5)	応急対策等 (6) =(1)-(4)+(5)
		損傷あり(2)		損傷無し (3)				
		(A)早急な対応が必要	(B)損傷の監視が必要※					
			H15年度迄に補修・補強	必要に応じ補修・補強				
首都高速道路公団	2,011	16	237	313	1,445	2,011	0	0
阪神高速道路公団	1,199	4	29	108	1,058	1,199	0	0
日本道路公団	705	0	21	40	644	705	0	0
本州四国連絡橋公団	16	0	0	0	16	16	0	0
直轄国道	334	0	125		209	334	0	0
計	4,265	20	873		3,372	4,265	0	0

平成14年9月時点の点検結果を表1-1に示すが、多数の隅角部において亀裂が検出されている。なお、ここに挙げる点検結果は上記点検において得られた結果をもとに平成14年10月に公表されたもの（参考資料9.1）であり、その後各機関で順次行われている詳細調査によって損傷数や対策に関する判定結果は逐次見直されている。特にここに挙げられた亀裂は表面に開口したもののみであり内部さびに関するデータは含まれていない。

直轄国道においても、平成15年までに点検対象橋脚 334 基全てについて一次点検を完了し、その後引き続いて適宜、詳細な調査や補修、補強等の対策が行われてきている。

2. 鋼製橋脚隅角部の分析概要

2.1 分析対象

分析は、直轄国道に架かる橋梁のうち、鋼製橋脚隅角部の点検対象（参考資料9.1）となった 334 橋脚の中から、主桁と横梁の剛結構造部を除いた隅角部を有する 319 橋脚（2462 隅角）の点検結果を対象として行った。

なお、分析対象となった橋脚についてその後、適宜継続的に非破壊検査や切削を含む詳細調査や補修・補強が行われているが本分析はあくまで平成 15 年 3 月時点で報告された情報に対して行っている。したがって、亀裂損傷とみなすべきかどうかや亀裂長さなどの判断もあくまでその時点の評価であり、特に切削調査を行った事例ではきずが消滅したり、内部のきずが新たに表面に表れることがあるため亀裂数、寸法ともに最新の状態や情報と乖離している場合もある。

2.2 分析条件

分析に用いる板組や寸法などの構造諸元は、製作図のあるものは基本的に製作図を正とし、分析時点までの詳細点検結果から構造が判明している場合にはそれを正とした。（例えば、円柱の梁ウェブ突合せ溶接部に三角バーを使用している構造）また、製作図のないものについては設計図あるいは竣工図等により最も可能性が高いと考えられる諸元を採用した。

2.3 分析方法

分析は、隅角部を橋脚の構造形式、板組構造などの構造条件によって分類し、それらに交通量や亀裂の有無や開口位置、寸法などを組み合わせて統計的な傾向を評価することを基本として行った。

2.3.1 隅角部の分類

(1) 橋脚種別による分類

a) 基本断面形状による分類

橋脚は、基本的な梁部、柱部の形状により以下の3つに分類した。

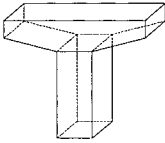
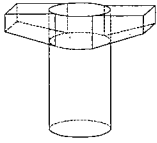
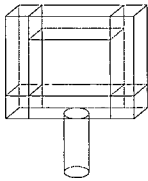
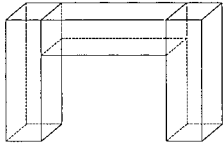
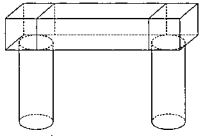
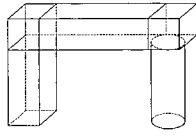
角柱タイプ：単柱または複柱橋脚ですべての脚柱が角形断面で構成された橋脚

円柱タイプ：単柱または複柱橋脚ですべての脚柱が円形断面で構成された橋脚

混合柱タイプ：複柱橋脚の脚柱が角柱断面及び円形断面で構成された橋脚

なお、隅角構造の分類によって梁、柱の断面形状は定義されるため以下の分析において橋脚種別による分類についてはコードを設定しない。

表2-1 橋脚種別

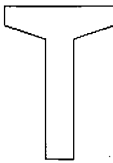
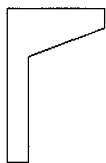
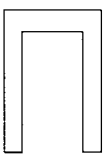
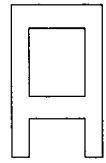
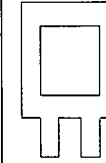
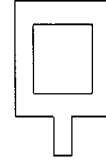
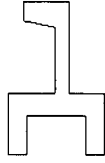
角柱タイプ	円柱タイプ	混合柱タイプ
		
		

b) 構造形式による分類

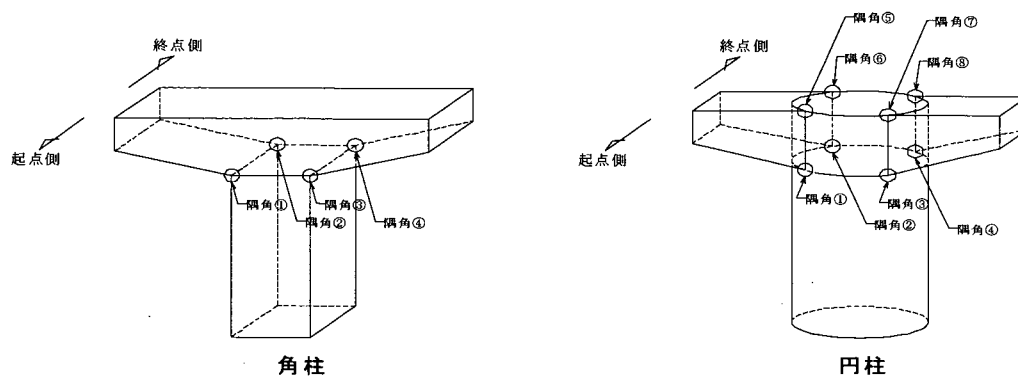
橋脚は、構造形式によって表2-2に示す分類を行った。

分析にあたっては、図中「記号」で示した分類コードによって識別する。

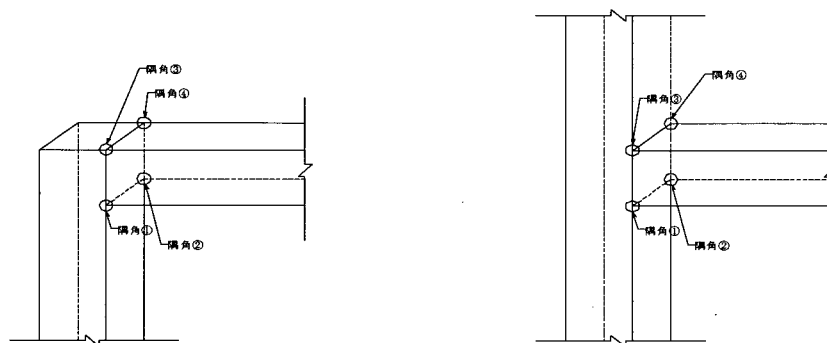
表2-2 構造形式

形式 記号	T型 T	逆型 IL	1層			2層		その他 R
			ラゲル S	ラゲル W	両層ラゲル WO	ラケット型 WR	変形ラゲル WT	
概要図								—

なお、それぞれの構造形式ごとの隅角部に対して梁、柱それぞれの角部が交差する部位をそれぞれ独立した隅角として定義し、傷の有無等の評価は基本的に「隅角」単位で行うこととしている。図2-1に主な橋脚形状毎に隅角の定義を示す。



(1) T型橋脚の隅角部



(2) 一層ラーメン橋脚の隅角部

(3) 二層ラーメン橋脚の隅角部

図2-1 形状及び位置

(2) 板組による分類

隅角部は梁、柱の断面形状および隅角位置に板組のパターン、フィレットの有無など細部構造に関する条件によって、図2-2に示すパターンで分類して附した8桁のコード番号によって識別する。

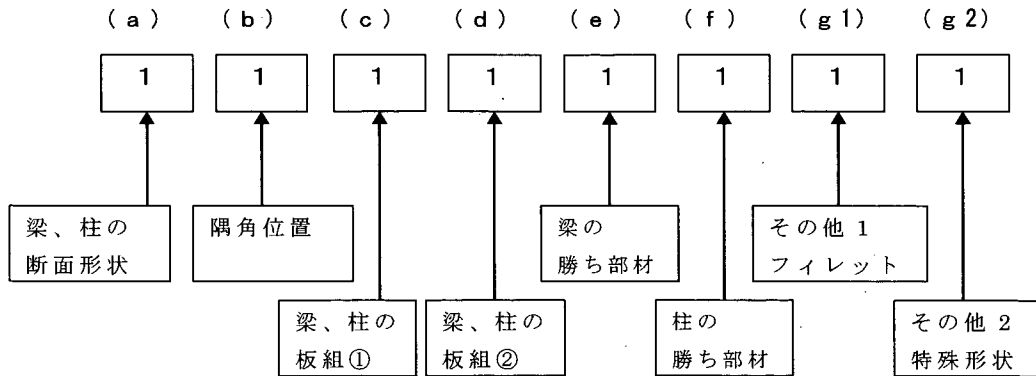


図2-2 板組分類

a) 梁、柱の断面形状

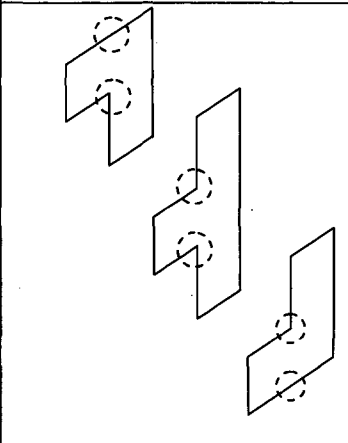
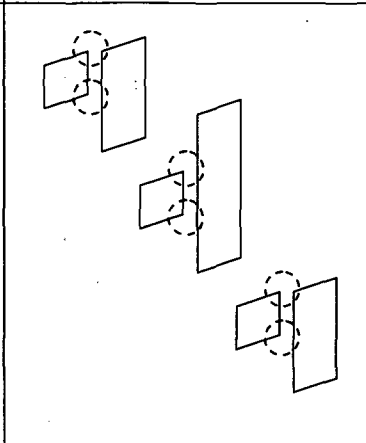
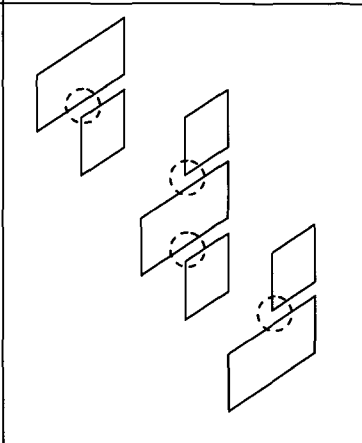
①梁角、柱角	②梁角、柱丸
1 □□□□□□□□	2 □□□□□□□□

b) 隅角位置

隅角位置	
□ 1 □□□□□□□□	□ 2 □□□□□□□□
□ 3 □□□□□□□□	□ 4 □□□□□□□□

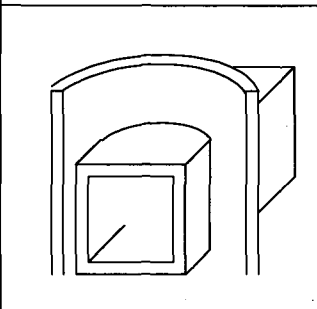
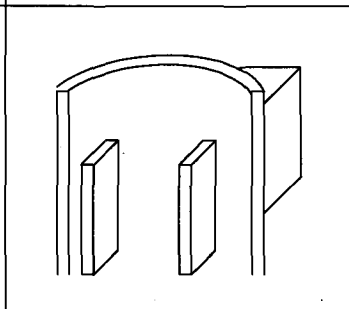
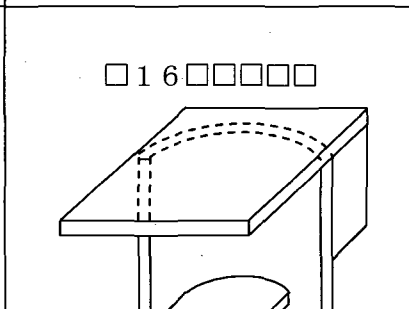
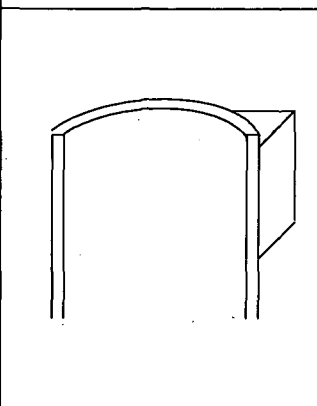
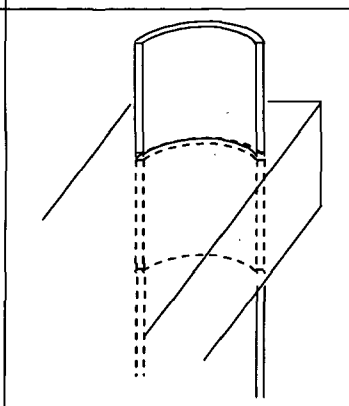
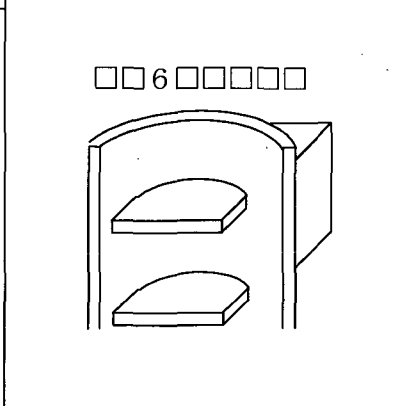
c) 梁・柱の板組①

■梁角、柱角のウェブ板組

①一体型	②梁W分離	③柱W分離
□□ 1 □□□□□□	□□ 2 □□□□□□	□□ 3 □□□□□□
		

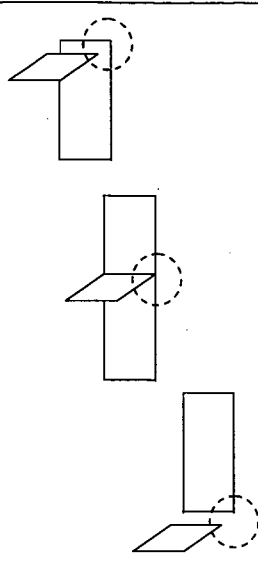
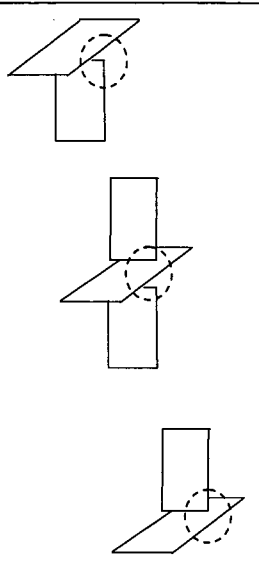
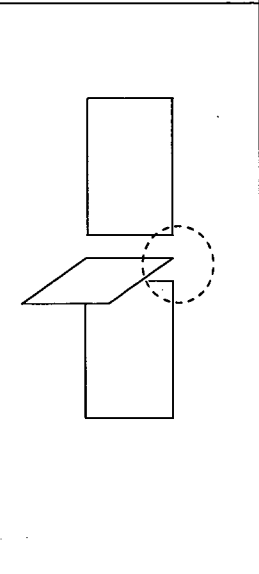
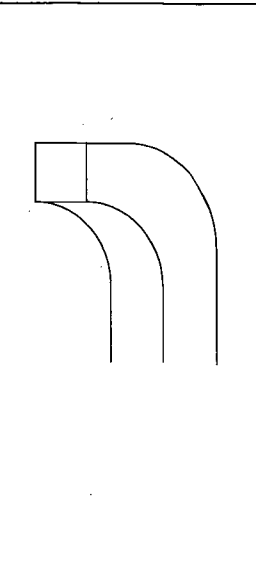
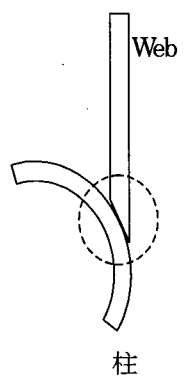
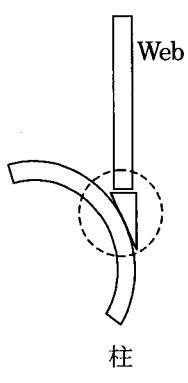
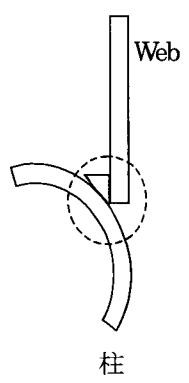
注：(b)が①の場合は、①か②を選択

■梁角、柱丸の板組

④梁断面貫通	⑤W貫通F突合せ	⑥W突合せF貫通
□□ 4 □□□□□□	□□ 5 □□□□□□	□□ 6 □□□□□□
		□ 1 6 □□□□□□ 
⑦WF突合せ	⑧柱断面貫通 (梁幅大)	
□□ 7 □□□□□□	□□ 8 □□□□□□	
		□□ 6 □□□□□□ 

d) 梁・柱の板組②

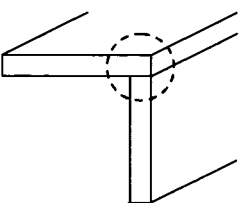
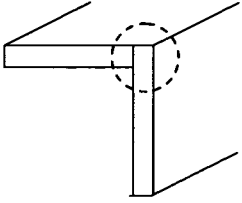
■角柱の梁、柱のフランジ板組
 および 円柱の梁ウェブ突合せの状態

①角柱 梁F分離	②角柱 柱F分離	③角柱 梁柱F分離	④角柱 梁柱フランジ一体
□□□ 1 □□□□	□□□ 2 □□□□	□□□ 3 □□□□	□□□ 4 □□□□
			
⑤予備コード	⑥円柱 梁W突合	⑦円柱 三角バー 1	⑧円柱 三角バー 2
□□□ 5 □□□□	□□□ 6 □□□□	□□□ 7 □□□□	□□□ 8 □□□□
—			

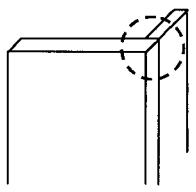
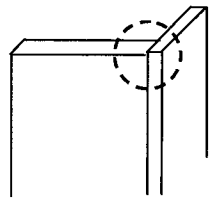
注1 : (b)が①の場合は、①か②を選択

注2 : (b)が④⑤⑧の場合は、0を選択

e) 梁の勝ち部材

①フランジ勝ち	②ウェブ勝ち
□□□□ 1 □□□	□□□□ 2 □□□
	

f) 柱の勝ち部材

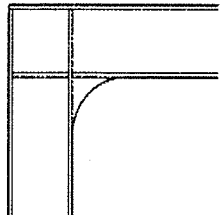
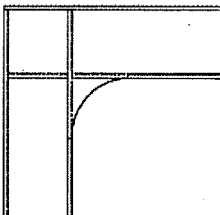
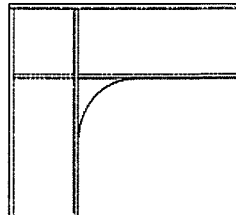
①フランジ勝ち	②ウェブ勝ち
□□□□□ 1 □□	□□□□□ 2 □□
	

注1：円柱の場合は0とする。

注2：角柱の天端、下端の場合は0とする。

g 1) その他 1

■フィレット形式

0) フィレット無	1) フィレット 1	2) フィレット 2	3) フィレット 3
□□□□□□ 0 □	□□□□□□ 1 □	□□□□□□ 2 □	□□□□□□ 3 □
----	隅角部にコーナーフィレットを有するもの	隅角部にコーナーフィレットを有し、さらにウェブ・フランジの板の組替えが行われているもの	隅角部に後付けフィレットや耐震補強リブ等を有するもの
			

g 2) その他 2

コード番号：□□□□□□□ 1

1 通常タイプ

2以降は特殊タイプ（今後の詳細調査結果により随時追加）

2.3.2 分析シート

点検結果と分析に用いる各種分類結果を整理した分析シートの様式を図2-4に示す。

疲労損傷事例整理分析一覧表（案）

基礎データ															既存データ						1次点検データ					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21						
地整名	事務所名	路線名	橋梁名	橋脚番号	構造形式	脚柱形状	完成年	通用示方書	交通量		軌道の有無	隅角部		定期点検結果異常の有無	目視検査		渦流探傷		磁粉探傷							
				名称	番号	型	年号	年号	台/日	台/日		隅角	溶接線		塗膜割れ	発錆	欠陥信号	当初指示模様	リワーク処理実施	指示模様						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	①	X	2	0	0	1	1	1	1						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	①	Y	2	0	0	1	1	1	1						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	①	Z	2	0	0	0	0	0	0						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	②	X	2	0	0	1	1	1	1						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	②	Y	2	1	0	0	0	0	0						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	②	Z	2	0	0	0	0	0	0						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	③	X	2	0	0	0	0	0	0						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	③	Y	2	0	0	0	0	0	0						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	③	Z	2	0	0	0	0	0	0						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	④	X	2	0	0	0	0	0	0						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	④	Y	2	0	0	0	0	0	0						
				P3	S	S	S44	S39	59,871	11,256	0	④	Z	2	0	0	0	0	0	0						

※日交通量のなかでの大型車交通量の台数

【記入要領】

1. 全般

- 本集計表には、供用部及び未供用部全ての点検結果を記入する。
- 本集計表には、1溶接線(下記参照)を1行として、亀裂の有無に関係なく、全ての隅角部、溶接線に関して、データを記入する。
- 全ての有無の欄には、「有：1，無：0」を記入する。

2. 既存データ

1～5, 8, 9, 13, 16～21 橋梁名、橋脚番号、隅角番号等その他の項目は、「鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領」を参照して、記入する。
35～41

6 構造形式は、形式に応じて下記のとおり記入する。(T, S, W, R)

T：T型橋脚
S：単層ラーメン
W：二層ラーメン
R：その他

7 脚柱形状は、断面形状に応じて下記のとおり記入する。(S, C, R)

S：矩形(正方形、長方形)
C：円形
R：その他

10, 11 交通量の欄において、未供用部については、「0」を記入する。

12 軌道の有無は、当該橋梁に軌道が敷設されているか否かを記入する。

14 溶接線は、当該隅角を含む下記方向別に区分する(次ページ参照)。(X, Y, Z)

X：水平方向(橋軸直角方向、一般的に梁方向)
Y：鉛直方向(柱方向)
Z：水平方向(橋軸方向、一般的に奥行き方向)

15 定期点検結果の異常の有無は、過去の定期点検における当該鋼製橋脚の点検結果を下記のとおり記入する。

0：橋梁定期点検をまだ実施していない。
1：橋梁定期点検で、塗膜割れ等の異常があった。
2：橋梁定期点検では異常はなかった。

3. 調査結果

22～34, 42～54 亀裂数は、内面調査・外面調査別に、亀裂長30mm未満・30mm以上別に、亀裂発生状況(下記参照)別に記入する。
亀裂発生状況を下記のとおり区分し、該当する欄に亀裂数を記入する。

B：ビード部
T：止端部
BM：母材部
BM～B：母材部からビード部(又はその逆)にかけて発生しているもの
BM～T：母材部から止端部(又はその逆)にかけて発生しているもの
内面調査において、渦流探傷及び磁粉探傷検査を未実施の場合は「-」を記入する。

※16～54は、様式1～6を正として再入力する。

図2-3 分析シート(1)

既存データ																																																										
1次点検データ																																																										
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54																										
外面調査														内面調査																																												
亀裂と判定した数														目視検査		磁粉探傷				亀裂と判定した数																																						
30mm未満							30mm以上							実施		危険		当初				30mm未満														30mm以上						合計																
B	T	BM	BM~B	BM~T	小計	B	T	BM	BM~B	BM~T	小計	合計	有無	有無	有無	有無	有無	有無	有無	B	T	BM	BM~B	BM~T	小計	B	T	BM	BM~B	BM~T	小計							合計																				
個	個	個	個	個	個	個	個	個	個	個	個	個																																														
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

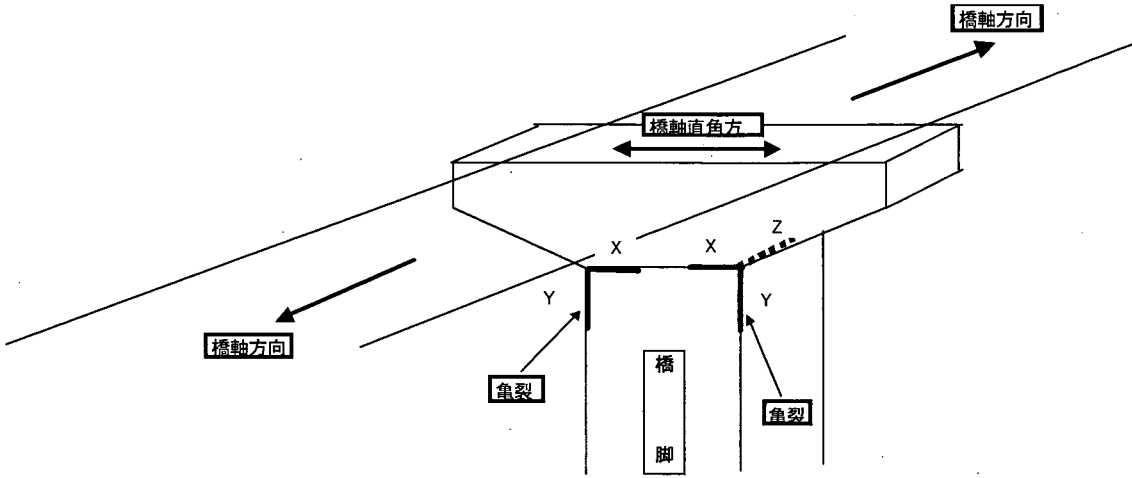


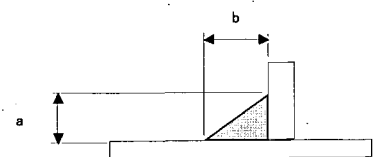
図2-4 分析シート(2)

追加データ															基礎データ										
1	2	3	4	5	6	7	7'	8	9	9'	10	11	11'	12	12'	13	14	15							
構脚諸元															隅角諸元										
出張所名	現旧区分	整理番号1	構造形式	柱諸元					梁諸元					張出し長L	施工業者	支保条件	隅角板組分類								
				Flg板厚	Flg幅	Flg材質	Web板厚	Web幅	Web材質	Flg板厚	Flg幅	Flg材質	Web板厚				Web幅	Web材質	(a)梁柱断面形状	(b)隅角所	(c)隅角箇所起終点	(d)梁柱板組①	(e)梁柱板組②	(f)梁の部材	(g)柱の部材
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	S	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	S	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	S	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	E	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	E	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	S	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	S	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	S	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	S	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	E	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	E	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	E	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	E	1	1	2	2	0	1
現	00450	S	28	1300	SM490	12	1000	SM490	25	1300	SM490	12	1025	SM490	-	FM	1	3	E	1	1	2	2	0	1

【記入要領】

- 出張所名を入力
- 現旧区分を入力
- 整理番号1を入力 (Michiデータ用)
- 構造形式を入力⇒右図参照
- 柱Flg板厚を入力 (mm) 5' : 柱Flg幅を入力 (mm)
- 柱Flg材質を入力 (SI標記)
- 柱Web板厚を入力 (mm) 7' : 柱Web幅を入力 (mm)
- 柱Web材質を入力 (SI標記)
- 梁Flg板厚を入力 (mm) 9' : 梁Flg幅を入力 (mm)
- 梁Flg材質を入力 (SI標記)
- 梁Web板厚を入力 (mm) 11' : 梁Web幅を入力 (mm)
- 梁Web材質を入力 (SI標記) 12' : 梁張出長Lを入力 (mm)
- 施工業者を入力
- 支保条件を入力 (固定F、可動M、弾性E、掛違固定FF、掛違固定可動FM、掛違可動固定MP、掛違可動MM、掛違弾性EE)
- 隅角板組分類 (右図参照)
- 磁粉探傷による亀裂程度を入力⇒A:30mm以上 B:30mm以上30mm未満両者存在 C:30mm未満のみ 0:無
-:実施していない
- 再過流探傷指示模様の有無 (有:1、無:0、実施せず:-)
- 溶接分類 開先形状を入力⇒K、レ、隅肉:F、不明:-
- 溶接分類 溶接種類を入力⇒明確なFP表示:FP、明確なPP表示:PP、不明:-
- 溶接仕上げの有無を入力 (有:1、無:0、不明:-)
- のど厚を入力 (mm) (○mm又は○、△△:a=○mm、b=△△mm、不明:-)
- 余盛り量を入力 (mm) (有:○mm、無:0、不明:-)
- 溶接分類 開先形状を入力⇒K、レ、隅肉:F、不明:- 様式5より入力
- 溶接分類 溶接種類を入力⇒明確なFP表示:FP、明確なPP表示:PP、不明:- 様式5より入力
- 溶接仕上げの有無を入力 (有:1、無:0、不明:-) 様式5より入力
- のど厚を入力 (mm) (○mm又は○、△△:a=○mm、b=△△mm、不明:-) 様式5より入力
- 余盛り量を入力 (mm) (有:○mm、無:0、不明:-) 様式5より入力
- ピード形状の異常の有無を入力 (有:1、無:0、不明:-) 様式5より入力
- 止端部の異常の有無を入力 (有:1、無:0、不明:-) 様式5より入力
- 塗膜割れの延長を入力 (mm) (有:○mm、無:0、不明:-) 様式5より入力

- ※1 : 1~3及び5~14の判断不可能項目については「不明」と入力する。
- ※2 : 5~15 柱が円形の場合、板厚はFlgに入力し、Webは-とする。
- ※3 : 21~25は、様式読取情報。23~30は、現地詳細調査結果情報。
- ※4 : 材質名は、SI表示とする。(例 SM50⇒SM490)
- ※5 : 21、26、36、41のど厚(mm)



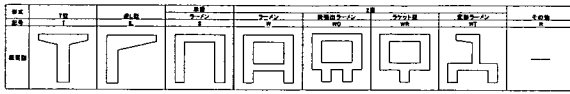
※6 : 31~45は、内面調査結果を示す。(入力手法は、外面調査と同様とする。)

形式 記号	1層			2層			その他 R
	T型 T	逆I型 IL	ラーメン S	ラーメン W	両張出ラーメン WO	ラケット型 WR	
概要図							

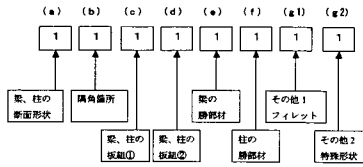
図2-5 分析シート(3)

構造形式・板組分類コード一覧

構造形式分類



板組パターンは8桁の数字で表記する。



a) 梁・柱断面形状

①梁角、柱角	②梁角、柱丸
1 □□□□□□	2 □□□□□□

b) 隅角位置

隅角箇所
□1 □□□□□□ □2 □□□□□□
□3 □□□□□□ □4 □□□□□□

c) 梁・柱の板組①

■ 梁角・柱角のウェブ板組

①一体型	②梁W分離	③柱W分離
□1 □□□□□□	□2 □□□□□□	□3 □□□□□□

■ 梁角・柱丸の板組

④梁断面貫通	⑤W貫通F突合せ	⑥W突合せF貫通
□4 □□□□□□	□5 □□□□□□	□6 □□□□□□
		□1 □6 □□□□□□
		□6 □□□□□□
⑦WF突合せ	⑧柱断面貫通 (梁幅大)	
□7 □□□□□□	□8 □□□□□□	

d) 梁・柱の板組②

■ 梁・柱のフランジ板組

①角柱 梁F分離	②角柱 柱F分離	③角柱 梁柱F分離	④角柱 梁柱フランジ一体
□□1 □□□□□□	□□2 □□□□□□	□□3 □□□□□□	□□4 □□□□□□
⑤円柱コード	⑥円柱 梁W突合せ	⑦円柱 三角バー1	⑧円柱 三角バー2
□□5 □□□□□□	□□6 □□□□□□	□□7 □□□□□□	□□8 □□□□□□
	Web 柱	Web 柱	Web 柱

注 1(b)が①の場合は、①か②を選択
注 2(b)が④⑤⑧の場合は、0を選択

e) 梁の勝部材

①フランジ勝	②ウェブ勝
□□□□1 □□□□	□□□□2 □□□□

f) 柱の勝部材

①フランジ勝	②ウェブ勝
□□□□□1 □□□□	□□□□□2 □□□□

注 1 円柱の場合は、0とする
注 2 角柱の先端、下端の場合は0とする

g1) その他 1

0) フィレット無	1) フィレット1	2) フィレット2	3) フィレット3
□□□□□□□□	□□□□□□1□	□□□□□□2□	□□□□□□3□
	隅角部にコーナーフィレットを有するもの		隅角部にコーナーフィレットを有し、さらにウェブ・フランジの部の融着が行われているもの

g2) その他 2

コード番号: □□□□□□□1

1 通常タイプ

※2以降 特殊形式 3.3.3 g2の項参照

図2-6 分析シート(4)

2.4 分析項目

分析パターンの一覧を表2-3に示す。

表2-3 分析パラメータ一覧表

該当章	分析番号	着目要素	a	b	c, d	e, f	g	x, y, z	断面形状	構造形式	梁				柱				完成年	大型車交通量	累積交通量	支承条件	振出長さ	損傷の有無	母数		
			梁・柱断面形状(角、円)	隅角箇所	梁、柱の貫通状態	フック、ウェブの勝ち、負け	特殊形式	溶接線の方向			Flg		Web		Flg		Web										
											幅	板厚	幅	板厚	幅	板厚	幅	板厚									
5	分析①	橋脚の断面形状等 基本条件							●																●	脚	
	分析②									●																●	脚
	分析③									●																●	脚
	分析④									●																●	脚
	分析⑤		●																							●	脚
	分析⑥		●	●																						●	隅角
6	分析⑦-1	板梁組構造	●	●																					●	隅角	
	分析⑦-2		●	●					●																●	溶接線	
	分析⑦-3		●			●																				●	隅角
	分析⑦-4		●			●				●																●	溶接線
	分析⑦-5		●			●				●																●	隅角
	分析⑦-6		●			●				●																●	溶接線
	分析⑦-7		●	●		●																				●	隅角
	分析⑦-8		●	●		●				●																●	溶接線
	分析⑦-9		●	●		●																				●	隅角
	分析⑦-10		●	●		●				●																●	溶接線
	分析⑦-11		●	●	●	●		●		●																●	隅角
	分析⑦-12		●	●	●	●		●		●																●	溶接線
7	分析⑧-1	橋脚の 構造構造	●							●															●	脚	
	分析⑧-2		●	●						●															●	隅角	
	分析⑧-3		●	●						●															●	溶接線	
	分析⑧-4		●			●				●															●	隅角	
	分析⑧-5		●			●				●															●	溶接線	
	分析⑧-6		●			●				●															●	隅角	
	分析⑧-7		●			●				●															●	溶接線	
	分析⑧-8		●	●		●				●															●	隅角	
	分析⑧-9		●	●		●				●															●	溶接線	
	分析⑧-10		●	●		●				●															●	隅角	
	分析⑧-11		●	●		●				●															●	溶接線	
	分析⑧-12		●	●	●	●		●		●															●	隅角	
	分析⑧-13		●	●	●	●		●		●															●	溶接線	
	分析⑧-14		●	●	●	●		●	◆(組合せ)	●															●	溶接線	
8	分析⑨-1	柱Flg厚と 梁Flg厚の関係	1						T	●				●										●	脚		
	分析⑨-2		1						S	●				●										●	脚		
	分析⑨-1	柱幅と梁高の関係	1						T	●		●												●	脚		
	分析⑨-2		1						S	●		●												●	脚		
	分析⑨-1	梁幅と梁高の関係	1						T	●		●												●	脚		
	分析⑨-2		1						S	●		●												●	脚		
	分析⑨-1	柱Webと柱Flgの関係	1						T					●		●								●	脚		
	分析⑨-2		1						S					●		●								●	脚		
	分析⑨-1	せん断選れパラメータ R=6A/Awに着目	1						T	●	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚	
	分析⑨-2		1						S	●	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚	
	分析⑨-3		1				e, f=2			T	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚	
	分析⑨-4		1				e, f=2			S	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚	
	分析⑨-1	せん断選れパラメータ Sに着目	1						T	●	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚	
	分析⑨-2		1						S	●	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚	
	分析⑨-1		梁と柱のせん断選れ 形状パラメータ (b/dAw)に着目	1						T	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚	
	分析⑨-2			1						S	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚	
分析⑨-3	1					e, f=2			T	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚		
分析⑨-4	1					e, f=2			S	●	●	●	●	●	●	●	●							●	脚		

分析にあたっては、対象全橋脚を橋脚の断面形状や大型車交通量、支承条件、橋脚張出し寸法等の基本条件毎に損傷発生の傾向を把握したうえで、板組構造、単柱橋脚やラーメン橋脚等の橋脚の構造形式により損傷発生傾向を分析するものとする。さらに、隅角部設計時に必要となる形状パラメータに着目し、損傷発生との関係を分析する。

I. 橋脚の断面形状等基本条件による損傷傾向分析

II. 板組構造による損傷傾向分析

III. 橋脚の構造形式による損傷傾向分析

IV. 隅角部形状パラメータによる損傷傾向分析

なお、本資料では着目部位の亀裂については、整理上全て損傷と扱っている。

2.5 分析結果（概要）

以下に、隅角部構造と損傷発生の関係についての分析結果の概要を示す。なお、詳細な分析結果については3～8に示すとおりである。

2.5.1 橋脚の断面形状等基本条件と損傷の関係

5. 橋脚の断面形状等基本条件と損傷の関係 の分析結果の概要を以下に示す。

(1) 角柱と円柱

対象橋脚 319 脚のうち、6割が角柱、4割が円柱である。また、この 319 脚のうち 143 脚にはなんらかの亀裂が発見されている。橋脚種別でその損傷発生率を見ると角柱で 49%、円柱で 36%だが、損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率は角柱で 7%、円柱で 15%と橋脚種別で損傷発生率が逆転しており、橋脚種別による有為差は不明である。なお、角柱、円柱とも溶接線方向別に有為差は見られない

(2) 完成年

鋼製橋脚の建設ピークは、昭和 40 年代中盤、昭和 50 年代後半および平成初期に現れている。それら建設ピークの損傷発生率は角柱で平成初期に、円柱で昭和 40 年代中盤に高くなっており、高度経済成長期とバブル経済期に製作された橋脚は建設数が多く、損傷発生率も高い数字を示している。

(3) 大型車交通量

大型車交通量 10,000 台/日以上 15,000 台/日未満の路線の橋脚で損傷発生率が急激な上昇を示しているが、それ以上の重交通量の範囲では損傷発生率のばらつきが見られる。また累積大型車交通量が多いほど損傷発生率も上昇しているが、2.25 億台以上で損傷発生率が下降している範囲がある。よって、鋼製橋脚隅角部の損傷発生には大型車の繰り返し载荷の影響が大きい、それ以外の要因の影響も大きいと考えられる。

(4) 支承条件

支承条件による有為差は認められない。

(5) 橋脚張出し長

張出し長の増加により、損傷発生率が上昇する傾向にある。張出し長が長いと活荷重による応力変動が大きくなるためと考えられる。

2.5.2 板組構造と損傷の関係

対象隅角は、42組の板組構造（角柱27組、円柱15組）に分類される。それら板組構造と損傷状況を見ると、角柱、円柱とも損傷発生率の大小はあるものの、すべての種類の板組構造に損傷は発生していることがわかった。

また、近年の研究¹⁾により、個々の鋼製橋脚隅角部の損傷要因は特定されていないものの、疲労耐久性に悪影響を及ぼしている要因として、

① 3溶接線交差部である隅角部における高い応力集中

② 隅角部の溶接品質

が報告されている。

①については、模型載荷実験やFEM解析により求めた隅角部の局部応力が、奥村・石沢の式によるシアラグを考慮した公称応力を上回る場合があることが確認されている。よって、完全溶け込みされていない隅角部のルート部などには、さらに大きな応力変動が作用している可能性が考えられる。

②については、隅角部には、板組構造、開先形状などにより溶接の溶け込みが不完全な箇所（以下、「溶接困難部」という）や、鋼板の面同士の接触面に生じる溶接されていない箇所（以下、「溶接不可部」という）が存在する場合の多いことが報告されている。高い応力集中が発生する隅角部では、溶接欠陥とあわせてこの溶接困難部や溶接不可部が疲労上の弱点となっている可能性が高いと考えられる。

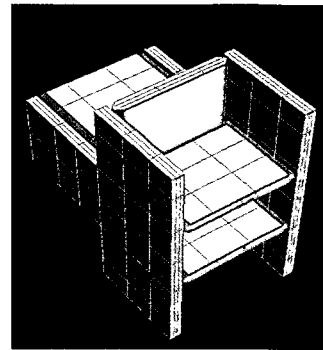
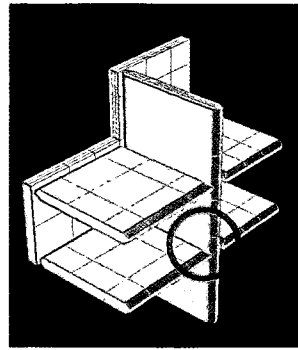
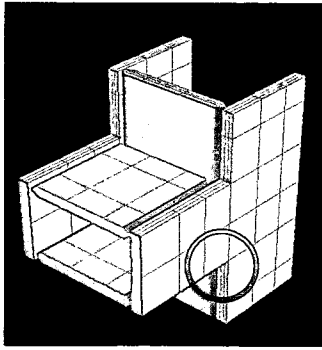
ここでは、3. 分析に用いた板組構造および6. 板組構造と損傷の関係の分析結果の概要を、①に対してはシアラグの低減が期待できる板組構造、②に対しては板組構造と未溶着部との関係、損傷の出やすい板組構造、に着目して以下にまとめた。

(1) シアラグの低減が期待できる板組構造

角柱隅角部は、図 2-7 に示す「梁柱ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」（13112201）の形式の採用実績が突出しており角柱隅角部の約3割を占め、その損傷発生率は27.1%、損傷長さ30mm以上の損傷発生率は2.8%である。

角柱隅角部で採用実績が最も多い板組構造である13112201と、これにフィレットが設置された板組構造13112211の損傷発生率を比較すると、13112201は27.1%、13112211は12.7%とフィレット付きでは損傷発生率が大きく低減する傾向にある。このように、フィレット構造の板組は損傷発生率が低くなる傾向にあり、隅角部の応力集中の程度に差があるものと考えられる。

13112201



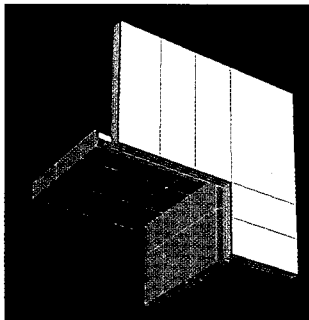
362隅角中98隅角に損傷（損傷発生率27.1%）

→362隅角中10隅角で長さ30mm以上の損傷

（損傷長さ30mm以上の損傷発生率2.8%）

図2-7 採用実績が多い板組構造

13112201



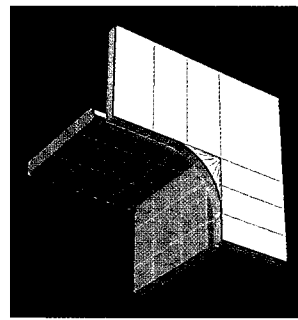
362隅角中98隅角に損傷

（損傷発生率27.1%）

→362隅角中10隅角に長さ30mm以上の損傷

（損傷長さ30mm以上の損傷発生率2.8%）

13112211（13112201にフィレット）



118隅角中15隅角に損傷

（損傷発生率12.7%）

→118隅角中1隅角に長さ30mm以上の損傷

（損傷長さ30mm以上の損傷発生率0.8%）

図2-8 フィレット構造と損傷発生率

(2) 隅角部の溶接品質

① 板組構造に起因する溶接困難部、溶接不可部

近年の研究¹⁾により、鋼製橋脚の隅角部には板組構造や組立て順序、開先形状などに起因して溶接困難部や溶接不可部が存在し、疲労上の弱点となっていると考えられている。直轄国道の鋼製橋脚においても、表 2-4、表 2-5 に例示するように板組構造に起因する溶接困難部や溶接不可部が存在することがわかった。

分析の対象となる直轄国道の鋼製橋脚隅角部の板組構造と溶接構造例は、3. 分析に用いた隅角構造 に詳細を示すが、ほとんどの板組構造で隅角部に溶接が完全に行えない個所が生じる可能性が高いことがわかった。

表2-4 角柱隅角部の溶接構造例

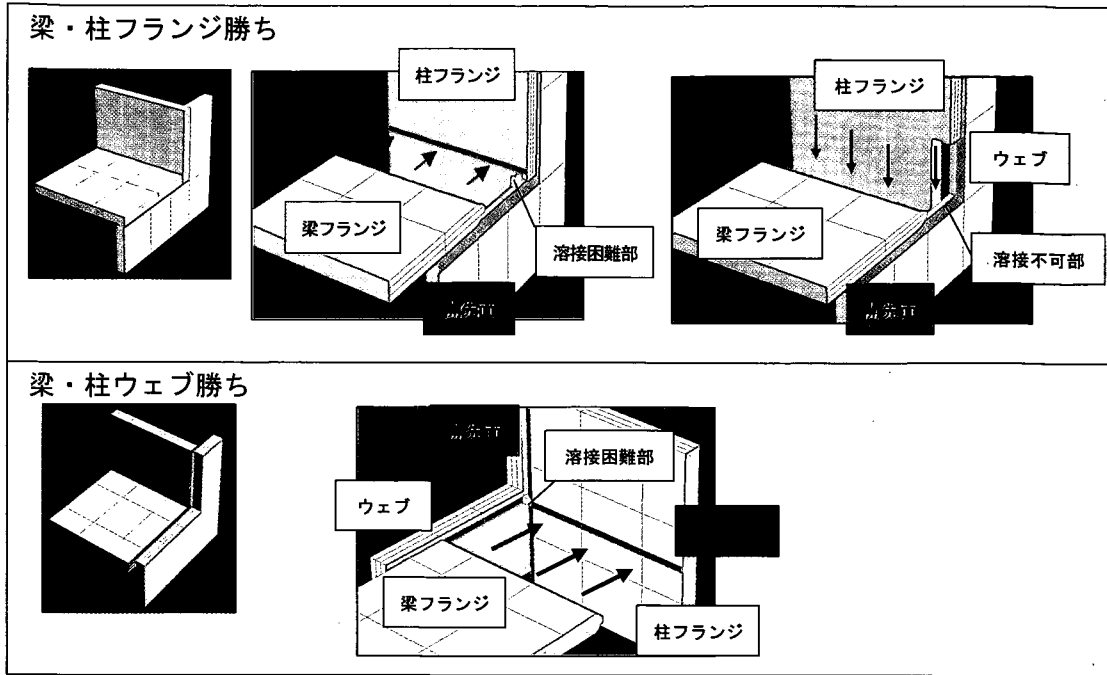
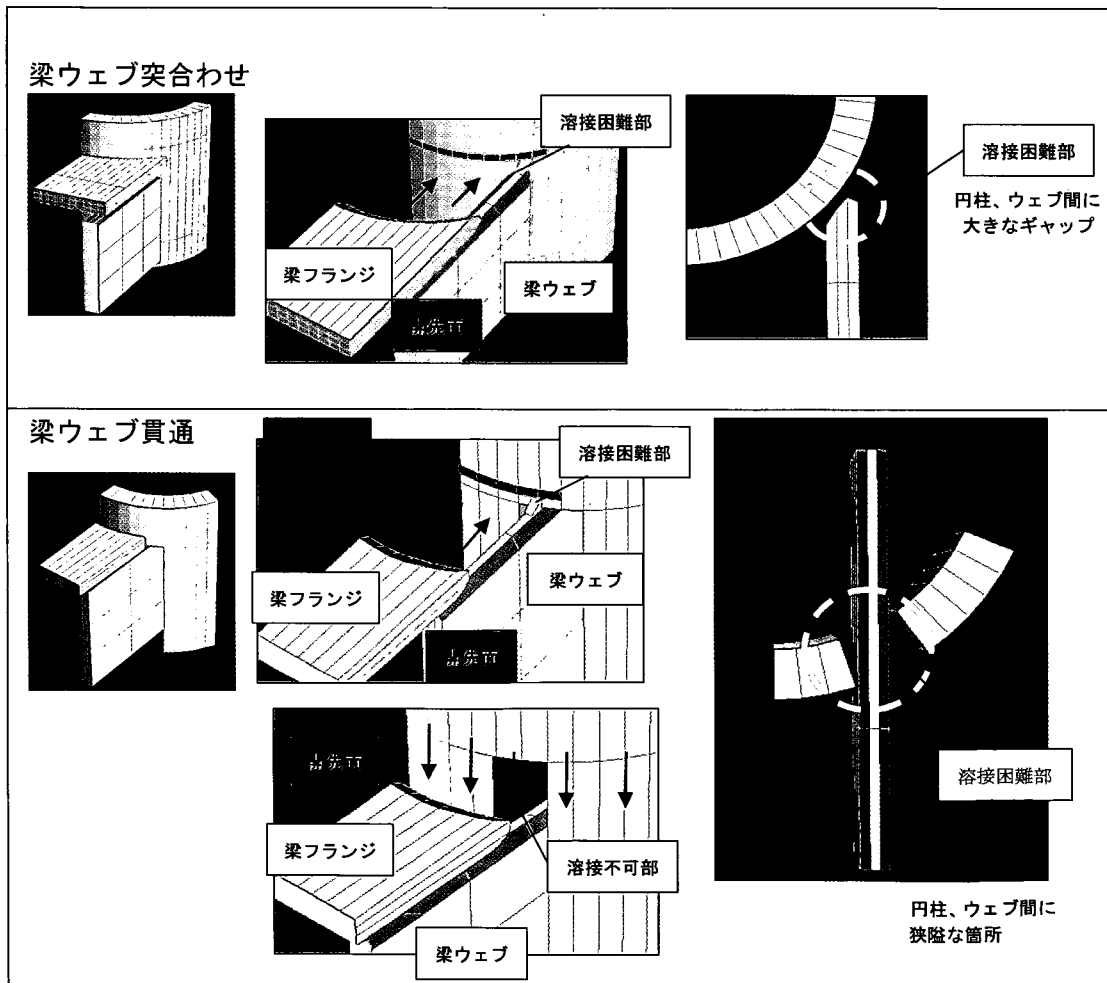


表2-5 円柱隅角部の溶接構造例



②損傷が出やすい板組構造

採用実績は少ないが、損傷発生率が高い板組構造を示す。これらの板組は溶接線が多い、板の組替えがある等、溶接施工の条件が悪く、かつ、完全な溶け込みを行うことが困難な構造である。従って、溶接品質の確保が十分でなかったと思われる。

a) 角柱

柱ウェブを分断したり、梁・柱の勝ち部材の組替えを伴うなど、溶接線が多く、板の分離が多い板組構造は、採用実績は少ないものの損傷発生率が高い傾向にある。

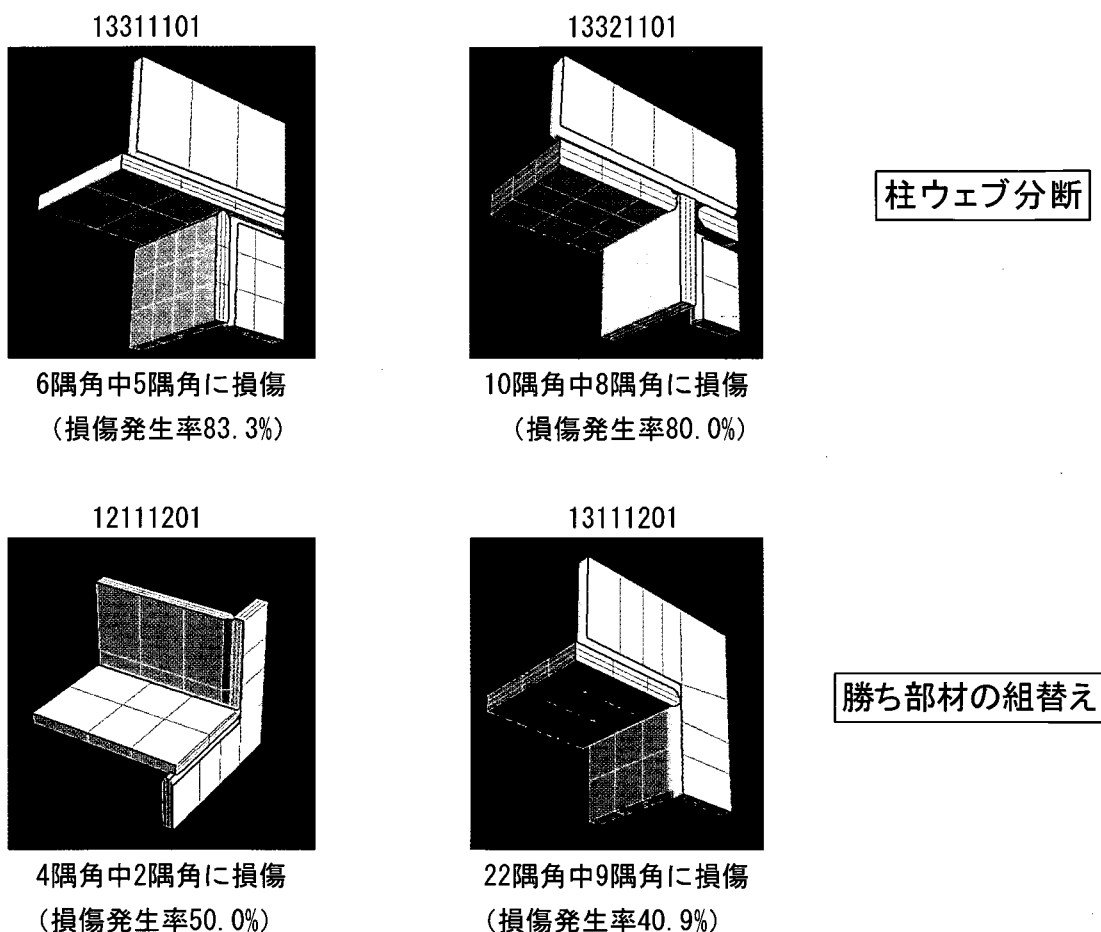
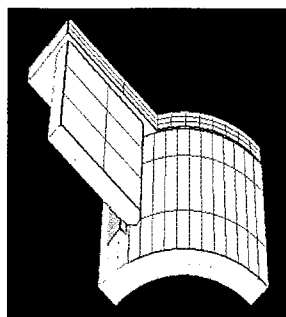


図2-9 損傷発生率が高い板組構造（角柱）

b) 円柱

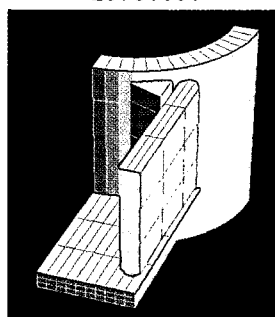
梁ウェブと円柱の突合せ溶接部に、間詰め母材同士の仲介として三角バーを使用した板組構造は採用実績が少ないものの損傷発生率が高い。このような構造では、部材間に溶接されない隙間が残ることも多く、疲労上の弱点となるものと考えられる。

21681001



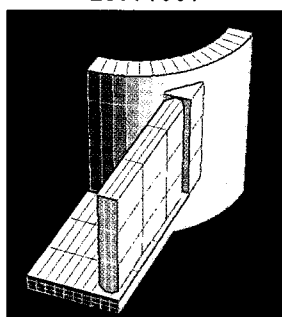
8隅角中5隅角に損傷（損傷発生率25.0%）
 →8隅角中1隅角に長さ30mm以上の損傷
 （損傷長さ30mm以上の損傷発生率12.5%）

23781001

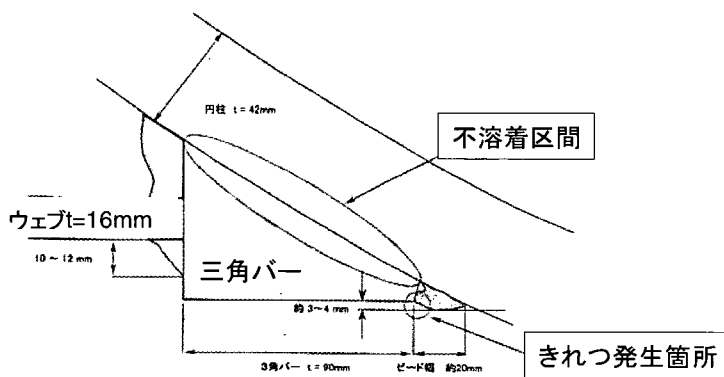


8隅角中4隅角に損傷（損傷発生率50.0%）
 →8隅角中4隅角に長さ30mm以上の損傷
 （損傷長さ30mm以上の損傷発生率50.0%）

23771001



4隅角中1隅角に損傷（損傷発生率25.0%）
 →4隅角中1隅角に長さ30mm以上の損傷
 （損傷長さ30mm以上の損傷発生率25.0%）



梁ウェブと円柱の接合部に三角バー

図2-10 損傷発生率が高い板組構造（円柱）

2.5.3 橋脚の構造形式と損傷の関係

T型橋脚、逆L型橋脚、ラーメン橋脚などの橋脚の構造形式と損傷発生との間には顕著な傾向は見られず、損傷発生率が高い板組の隅角部であれば、橋脚の構造形式にかかわらず高い損傷発生率を示すことがわかった。また、分析⑧-14で溶接線方向（X、Y、Z、XY、XZ、YZ、XYZの組み合わせ）と損傷発生との関係について分析を行ったが、梁フランジの突合わせ溶接であるZ方向の溶接線単独の損傷が多く、複数の溶接線方向に同時に損傷が発見されたケースは少なかった。（7. 橋脚の構造形式と損傷の関係 より）

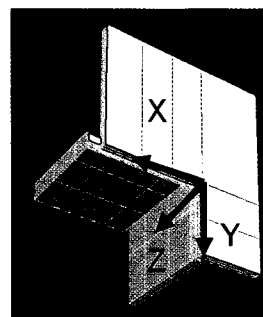


図2-12 溶接線方向

2.5.4 隅角部形状パラメータと損傷の関係

鋼製橋脚隅角部の設計は、せん断遅れを考慮した奥村・石沢の式を用いて行うのが一般的である。この鋼製橋脚隅角部のせん断遅れ応力に影響を与える梁・柱の断面形状、それによるせん断遅れパラメータなどの設計に関連する項目に着目して分析を行ったが、損傷との間に著しい傾向は見られなかった。（8. 隅角部形状パラメータと損傷の関係 より）

3. 分析に用いた隅角部構造

3.1 隅角部構造

本研究では鋼製橋脚隅角部の板組構造を、2章に示す 165 組 (+特殊タイプ) に分類することとしたが、このうち本分析の対象である直轄国道の鋼製橋脚隅角部で使用されている板組構造は表3-1～表3-3にハッチングした 42 組のみであった。

したがって、本研究ではこれらの板組に対する分析となっており他の板組形式に対する考察は行っていない。

表3-1 板組パターン (1/3)

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g1)	(g2)	板組コード
1				1	1		0	1	11111001
2					2		0	1	11112001
3			1	2	1		0	1	11121001
4				2	2		0	1	11122001
5				4	1		0	1	11141001
6		1		2	2	0	0	1	11142001
7				1	1		0	1	11211001
8			2	1	2		0	1	11212001
9				2	1		0	1	11221001
10				2	2		0	1	11222001
11					1	1	0	1	12111101
12					2	2	0	1	12111201
13				1		1	0	1	12112101
14-1					2	2	0	1	12112201
14-2						2	1	1	12112211
15-1						1	0	1	12121101
15-2					1		3	1	12121131
16			1	2		2	0	1	12121201
17						1	0	1	12122101
18-1					2	2	0	1	12122201
18-2						2	3	1	12122231
19					1	1	0	1	12131101
20						2	0	1	12131201
21					3	1	0	1	12132101
22					2	2	0	1	12132201
23						1	0	1	12211101
24					1	2	0	1	12211201
25						1	0	1	12212101
26					2	2	0	1	12212201
27			2		1	1	0	1	12221101
28					2	2	0	1	12221201
29			2	2		1	0	1	12222101
30					2	2	0	1	12222201
31						1	0	1	12231101
32					3	2	0	1	12231201
33						1	0	1	12232101
34					2	2	0	1	12232201
35						1	0	1	12311101
36					1	2	0	1	12311201
37						1	0	1	12312101
38					2	2	0	1	12312201
39						1	0	1	12321101
40					1	2	0	1	12321201
41			3	2		1	0	1	12322101
42					2	2	0	1	12322201
43						1	0	2	12331101
44					3	2	0	2	12331201
45						1	0	2	12332101
46					2	2	0	2	12332201
47-1						1	0	1	13111101
47-2						1	3	1	13111131
48-1						2	0	1	13111201
48-2							2	1	13111221
49				1		1	0	1	13112101
50-1							0	1	13112201
50-2					2		1	1	13112211
50-3						2	2	1	13112221
50-4							3	1	13112231
51-1							0	1	13121101
51-2				2	1	1	3	1	13121131
52						2	0	1	13121201

表3-2 板組パターン (2/3)


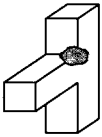
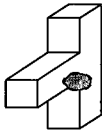
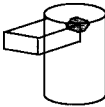
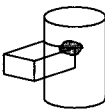
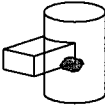
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g1)	(g2)	板組コード	
53						1	0	1	13122101	
54-1				2	2	2	0	1	13122201	
54-2							1	1	13122211	
54-3							3	1	13122231	
55			1			1	0	1	13131101	
56				3		2	0	1	13131201	
57						1	0	1	13132101	
58						2	0	1	13132201	
59				4		1	1	0	13141101	
60						2	2	0	2	13142201
61						1	1	0	1	13211101
62				1		2	0	1	13211201	
63						1	0	1	13212101	
64						2	2	0	1	13212201
65						1	1	0	1	13221101
66			2	2		2	0	1	13221201	
67		3				1	0	1	13222101	
68						2	0	1	13222201	
69						1	0	1	13222301	
70				3		2	0	1	13231101	
71						1	0	1	13232101	
72		1				2	2	0	1	13232201
73						1	1	0	1	13311101
74				1		2	0	1	13311201	
75						1	0	1	13312101	
76						2	0	1	13312201	
77						1	1	0	1	13321101
78			3	2		1	2	0	1	13321201
79						2	1	0	1	13322101
80						2	2	0	1	13322201
81						1	1	0	1	13331101
82				3		2	0	1	13331201	
83						1	1	0	1	13332101
84						2	2	0	1	13332201
85						1	0	1	14111001	
86			1	1		2	0	1	14112001	
87				2		1	0	1	14121001	
88						2	0	1	14122001	
89		4				1	0	1	14211001	
90				1		2	0	1	14212001	
91			2			1	0	1	14221001	
92				2		2	0	1	14222001	
93				4		1	0	1	21401001	
94						2	0	1	21402001	
95			5	0		1	0	1	21501001	
96						2	0	1	21502001	
97						1	0	1	21661001	
98				6		2	0	1	21662001	
99						1	0	1	21671001	
100			6	7		2	0	1	21672001	
101						1	0	1	21681001	
102		2	1			8	0	1	21682001	
103						1	0	1	21761001	
104				6		2	0	1	21762001	
105						1	0	1	21771001	
106			7	7		2	0	1	21772001	
107						1	0	1	21781001	
108				8		2	0	1	21782001	
109						1	0	1	21801001	
110			8	0		2	0	1	21802001	
111		2	4	0		1	0	1	22401001	

表3-3 板組パターン (3/3)

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g1)	(g2)	板組コード
112			4		2		0	1	22402001
113				0	1		0	1	22501001
114			5		2		0	1	22502001
115				6	1		0	1	22661001
116					2		0	1	22662001
117			6	7	1		0	1	22671001
118					2		0	1	22672001
119				8	1		0	1	22681001
120		2			2		0	1	22682001
121				6	1		0	1	22761001
122					2		0	1	22762001
123			7	7	1		0	1	22771001
124					2		0	1	22772001
125				8	1		0	1	22781001
126					2		0	1	22782001
127			8	0	1		0	1	22801001
128					2		0	1	22802001
129			4		1		0	1	23401001
130				0	2		0	1	23402001
131			5		1		0	1	23501001
132					2		0	1	23502001
134				6	1		0	1	23661001
135					2		0	1	23662001
136			6	7	1		0	1	23671001
137					2		0	1	23672001
138				8	1		0	1	23681001
139	2	3			2	0	0	1	23682001
140				6	1		0	1	23761001
141					2		0	1	23762001
142			7	7	1		0	1	23771001
143					2		0	1	23772001
144				8	1		0	1	23781001
145					2		0	1	23782001
146			8	0	1		0	1	23801001
147					2		0	1	23802001
148			4		1		0	1	24401001
149				0	2		0	1	24402001
150			5		1		0	1	24501011
151					2		0	1	24502001
152				6	1		0	1	24661001
153					2		0	1	24662001
154			6	7	1		0	1	24671001
155					2		0	1	24672001
156				8	1		0	1	24681001
157		4			2		0	1	24682001
158				6	1		0	1	24761001
159					2		0	1	24762001
160			7	7	1		0	1	24771001
161					2		0	1	24772001
162				8	1		0	1	24781001
163					2		0	1	24782001
164			8	0	1		0	1	24801001
165					2		0	1	24802001

表 3-4 に、これら直轄国道で実績のあった板組パターンの一覧を、図 3-1 ～表 3-3 にそれらの構造概要図を示す。

表3-4 直轄国道で実績のある板組パターン数

		板組パターン	
角柱		2組	27組
		8組	
		17組	
円柱		3組	15組
		2組	
		10組	
計		42組	

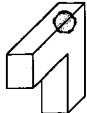
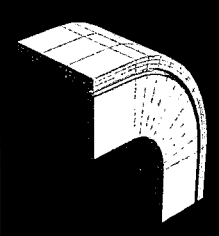
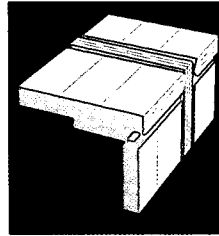
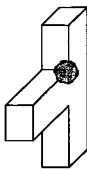
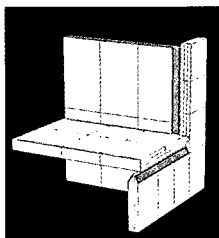
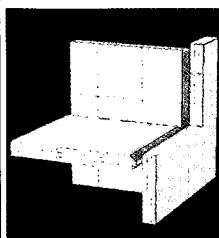
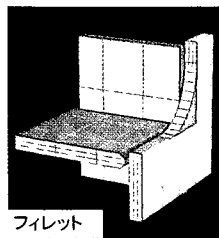
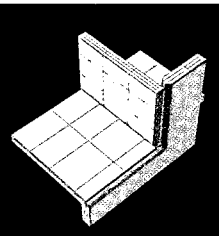
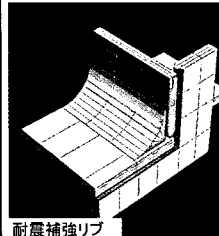
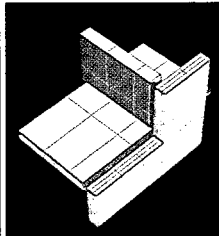
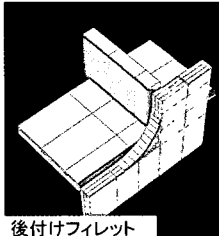
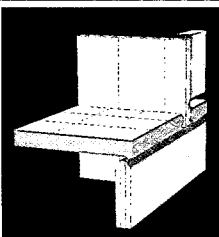
角柱 1●●●●●●●●		板組構造			
1①●●●●●●●● 	11141001	11211001			
					
1②●●●●●●●● 	12111201	12112201	12112211		
			 フィレット		
	12121101	12121131	12122201	12122231	
		 耐震補強リブ		 後付けフィレット	
	12311101				
					

図3-1 角柱の板組構造 (1/2)

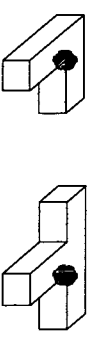
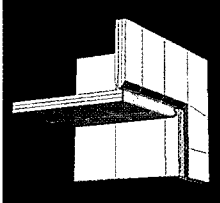
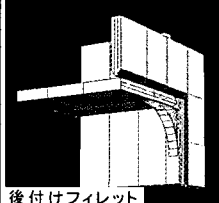
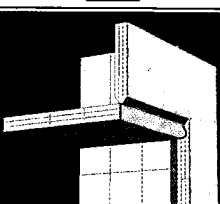
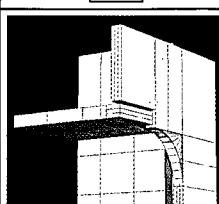
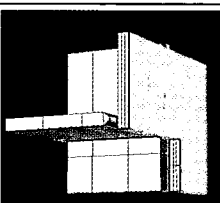
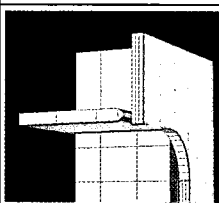
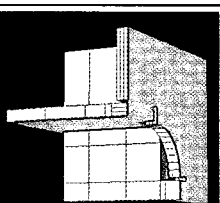
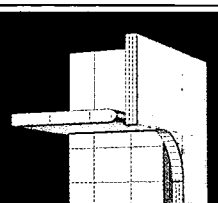
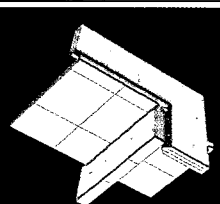
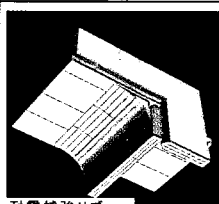
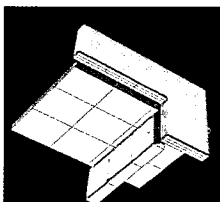
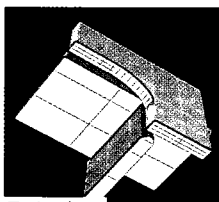
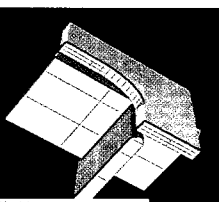
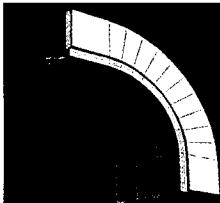
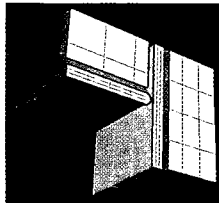
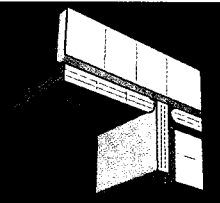
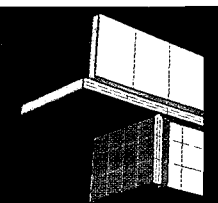
角柱 1 ●●●●●●●●		板組構造			
1③●●●●●●●● 	13111101	13111131			
		 後付けフィレット			
	13111201	13111221			
		 フィレット(板組替)			
	13112201	13112211	13112221	13112231	
		 フィレット	 フィレット(板組替え)	 後付けフィレット	
	13121101	13121131			
		 耐震補強リブ			
	13122201	13122211	13122231		
		 フィレット	 後付けフィレット		
13141101	13211101	13311101	13321101		
					

図3-2 角柱の板組構造 (2/2)

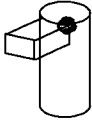
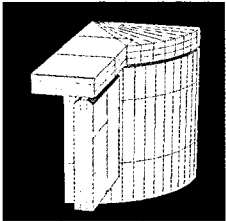
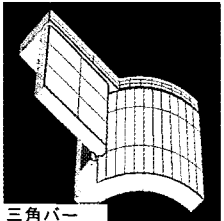
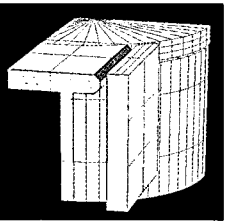
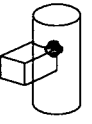
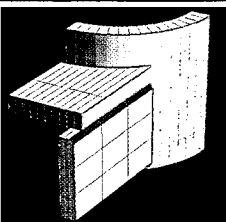
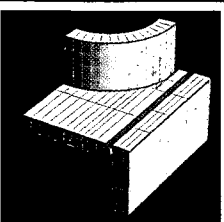
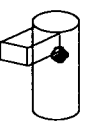
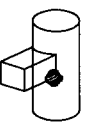
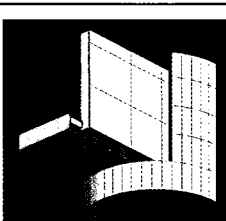
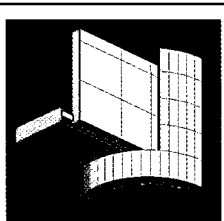
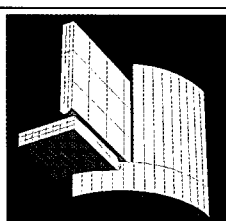
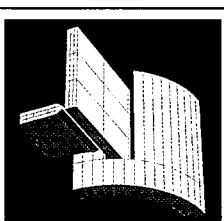
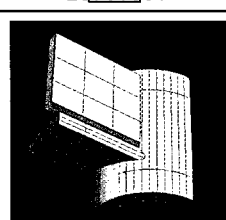
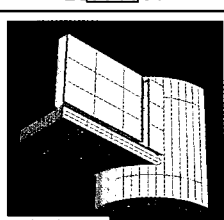
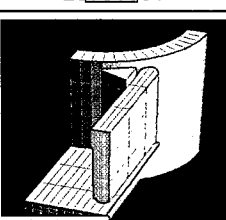
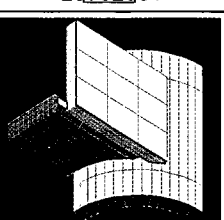
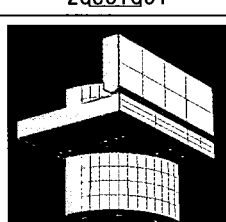
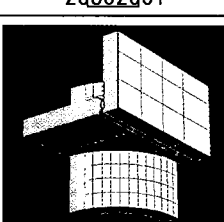
円柱 2●●●●●●●●		板組構造			
2①●●●●●●●● 	21661001	21681001	21662001		
					
		三角バー			
2②●●●●●●●● 	22761001	22802001			
					
2③●●●●●●●●  	23401001	23402001			
					
	23501001	23502001			
					
	23761001	23771001	23781001	23762001	
					
	23801001	23802001			
					

図3-3 円柱の板組構造

3.2 角柱の板組構造及び溶接構造

直轄国道で使用されている鋼製橋脚隅角構造のうち、角柱のものの一覧を表3-5に示す。また、図3-4～図3-24にこれらの板組構造及び溶接構造例を示す。このとき、フィレット構造や耐震補強リブ、梁柱のフランジ一体で曲線加工されている等の特殊構造は省略した。

表3-5 角柱の板組分類

(a) 梁柱の断面	(b) 隅角箇所	(c) 梁柱の板組①	(d) 梁柱の板組②	(e) 梁の勝部材	(f) 柱の勝部材	(g1) フィレット	(g2) 特殊形状	コード番号	隅角数	板組構造及び溶接構造例	備考
1	1	1	4	1	1	0	1	11141001	4		フランジ一体曲線加工
1	1	2	1	1	1	0	1	11211001	4	整理番号1-1	
1	2	1	1	1	2	0	1	12111201	4	整理番号1-3	
1	2	1	1	2	2	0	1	12112201	28	整理番号1-4	
1	2	1	1	2	2	1	1	12112211	8		フィレット構造
1	2	1	2	1	1	0	1	12121101	28	整理番号1-5	
1	2	1	2	1	1	3	1	12121131	40		フィレット構造
1	2	1	2	2	2	0	1	12122201	26	整理番号1-6	
1	2	1	2	2	2	3	1	12122231	40		フィレット構造
1	2	3	1	1	1	0	1	12311101	2	整理番号1-8	
1	3	1	1	1	1	0	1	13111101	22	整理番号1-2	
1	3	1	1	1	1	3	1	13111131	16		フィレット構造
1	3	1	1	1	2	0	1	13111201	22	整理番号1-3	
1	3	1	1	1	2	2	1	13111221	4		フィレット構造
1	3	1	1	2	2	0	1	13112201	362	整理番号1-4	
1	3	1	1	2	2	1	1	13112211	118		フィレット構造
1	3	1	1	2	2	2	1	13112221	24		フィレット構造
1	3	1	1	2	2	3	1	13112231	12		フィレット構造
1	3	1	2	1	1	0	1	13121101	52	整理番号1-5	
1	3	1	2	1	1	3	1	13121131	80		フィレット構造
1	3	1	2	2	2	0	1	13122201	60	整理番号1-6	
1	3	1	2	2	2	1	1	13122211	96		フィレット構造
1	3	1	2	2	2	3	1	13122231	114		フィレット構造
1	3	1	4	1	1	0	1	13141101	20		フランジ一体曲線加工
1	3	2	1	1	1	0	1	13211101	32	整理番号1-7	
1	3	3	1	1	1	0	1	13311101	6	整理番号1-8	
1	3	3	2	1	1	0	1	13321101	10	整理番号1-9	

【板組図の注記】

- ①板組図は開先形状等を無視した図
- ②溶接構造例は代表的な開先形状を考慮した図

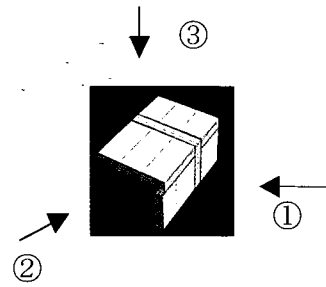
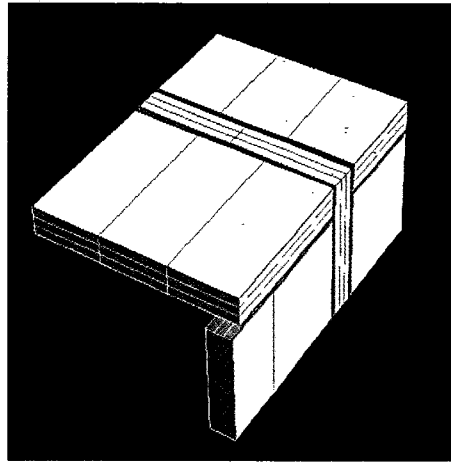
【角柱隅角部の溶接】

角柱は板組構造にかかわらず、隅角部コーナーの3溶接線交差部に開先と板で形成される溶接困難部や、鋼板の面同士の接触面となる溶接不可部など、溶接金属の溶け込みが不完全あるいは不可能な箇所が残る。

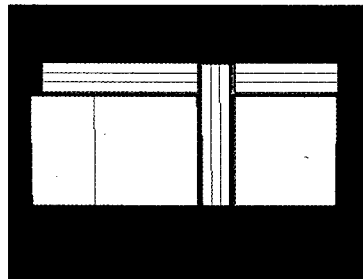
角 柱

11211001, 14211001

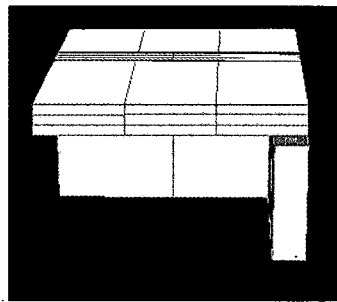
板組図



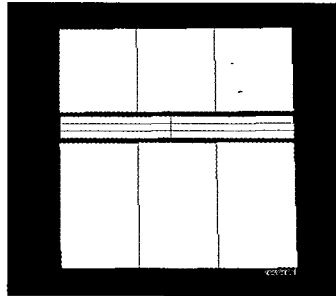
①



②



③



概要・特徴

- ・ 梁ウェブ分離
- ・ 天板が分離
- ・ 梁フランジ勝ち

図3-4

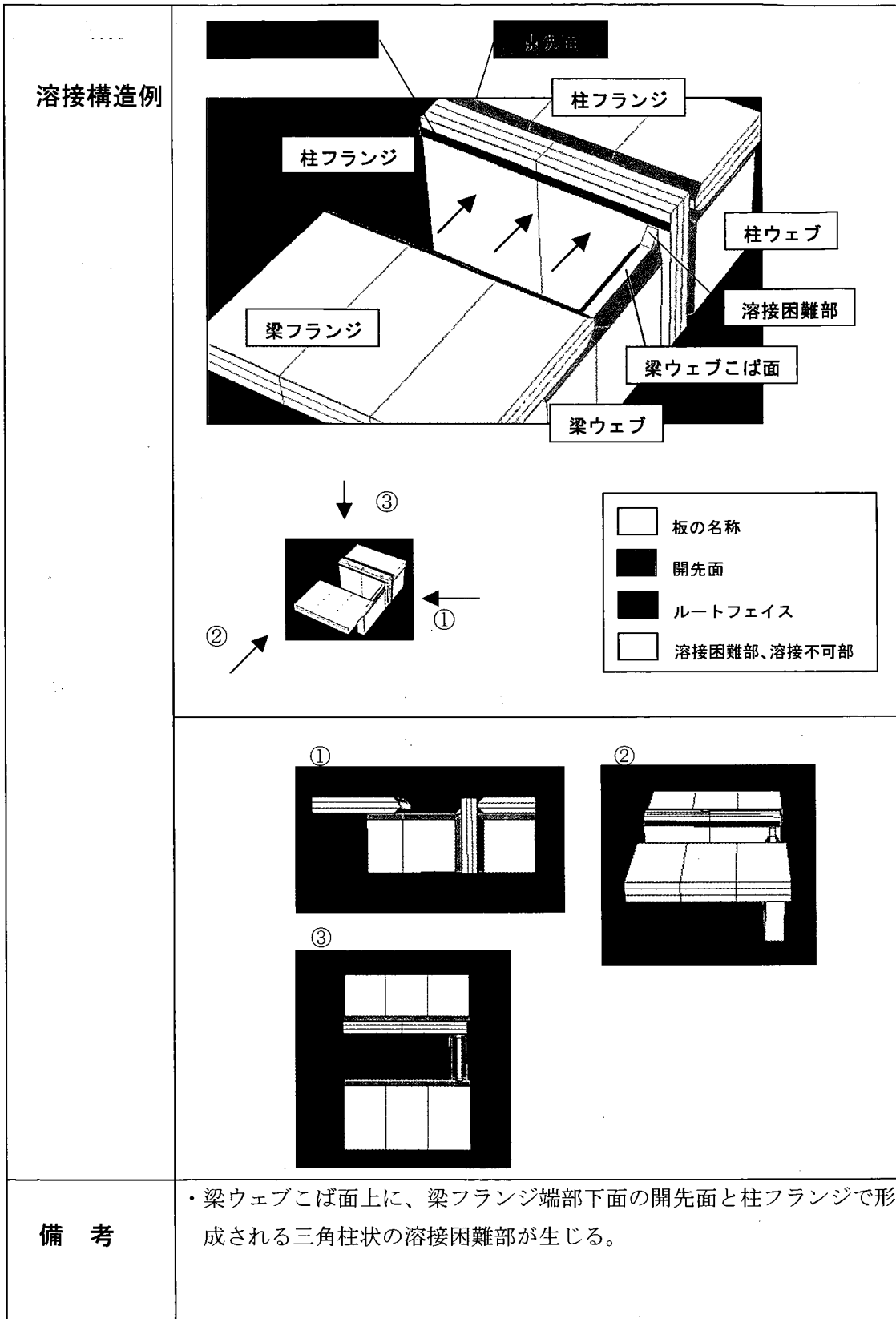
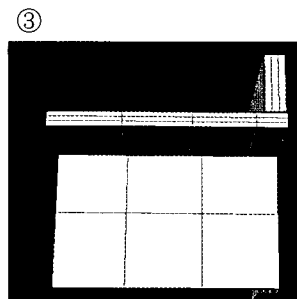
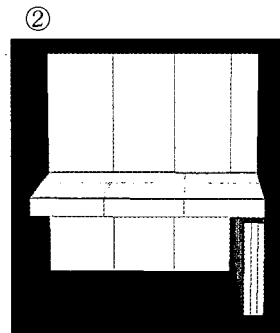
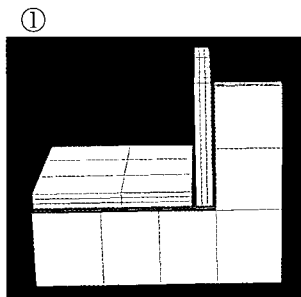
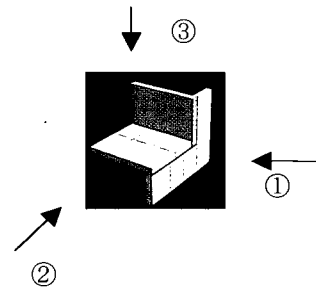
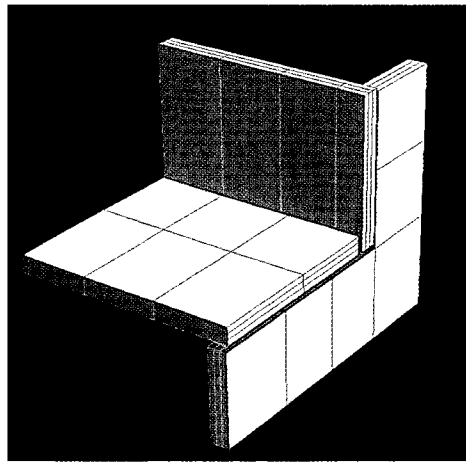


図3-5

角 柱

12111101, 13111101

板組図

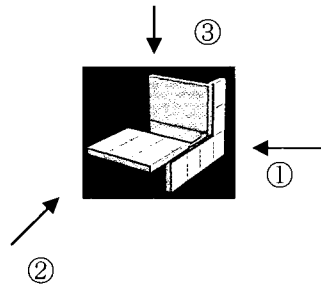
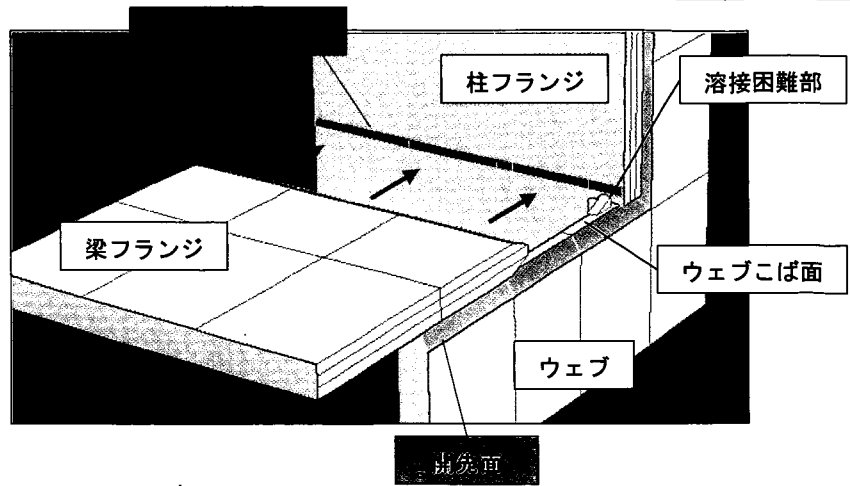


概要・特徴

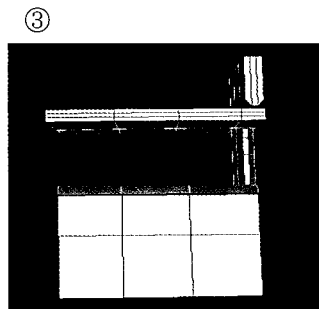
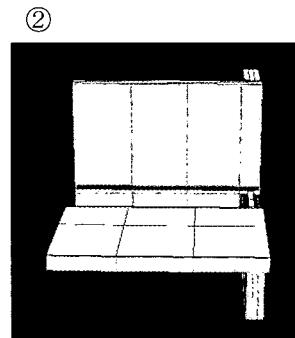
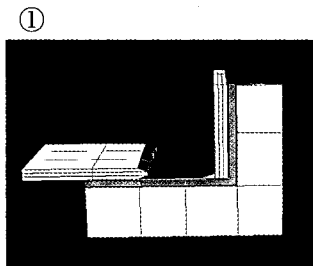
- ・ウェブ一体
- ・柱フランジ貫通
- ・梁・柱フランジ勝ち
- ・柱フランジに梁ウェブ交差部で切欠き

図3-6

溶接構造例
(1/2)



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部

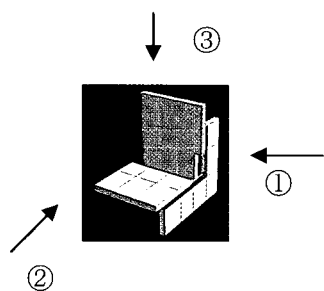
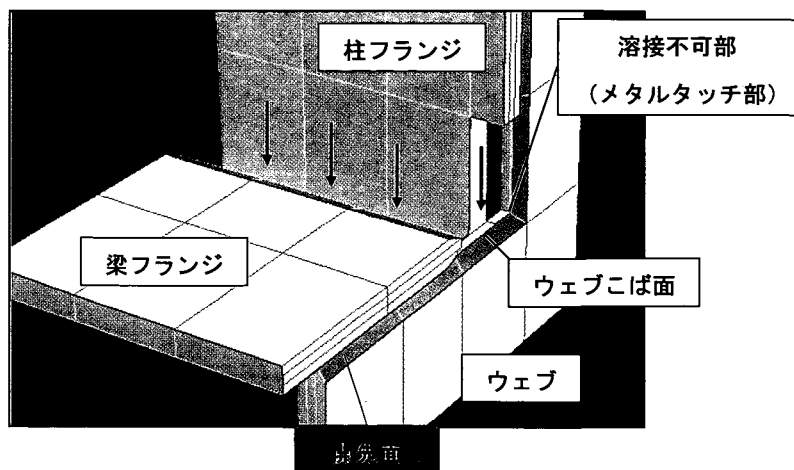


備考

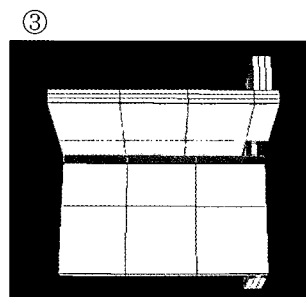
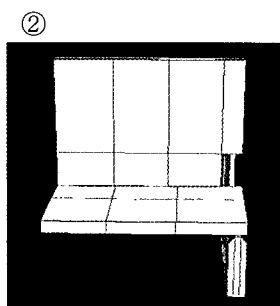
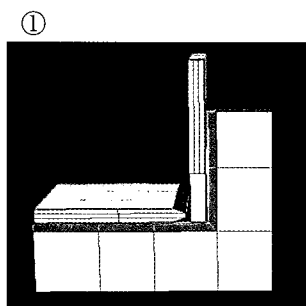
・ウェブこぼ面上に、梁フランジ端部下面の開先面と柱フランジで形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。

図3-7

溶接構造例
(2/2)



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



備考

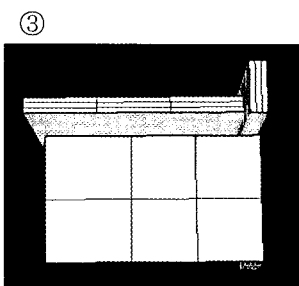
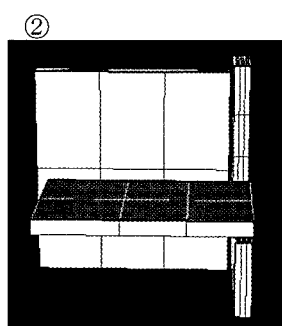
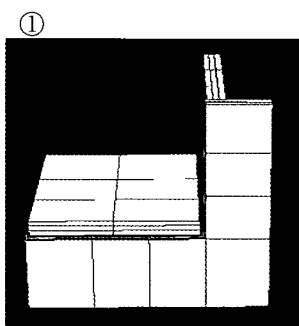
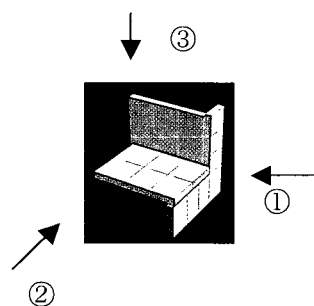
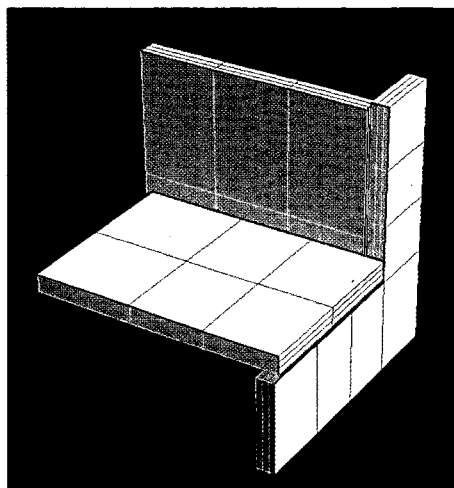
・柱フランジが切り欠かれており、ウェブこば面との鋼材接触面が溶接不可部として残る。

図3-8

角 柱

12111201, 13111201

板組図

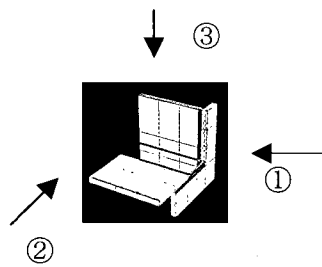
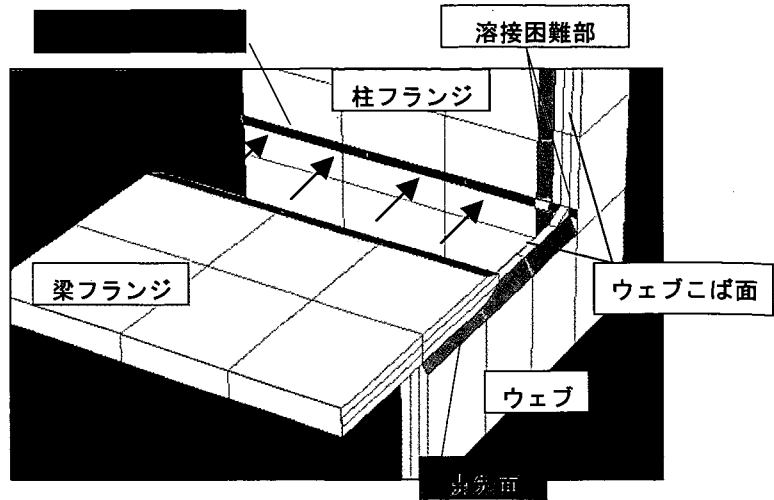


概要・特徴

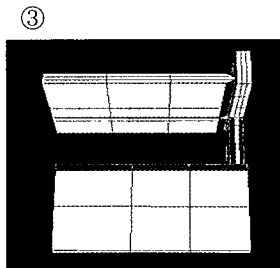
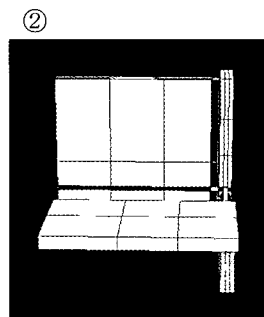
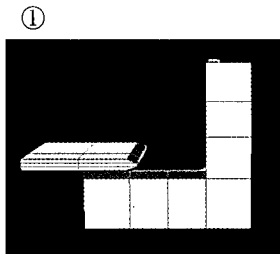
- ・ウェブ一体
- ・柱フランジ貫通
- ・梁フランジ勝ち・柱ウェブ勝ち（勝ち部材の組替え）

図3-9

溶接構造例



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



備考

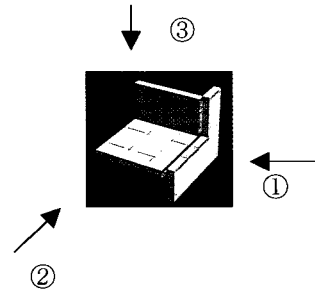
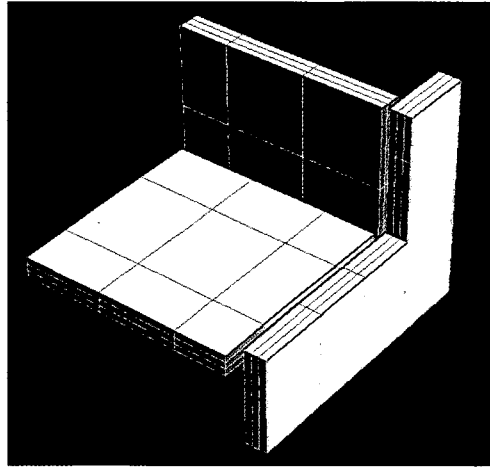
- ウェブこぼ面上に、梁フランジ端部下面の開先面とウェブこぼ面で形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。
- 梁フランジのルート面とウェブこぼ面、及び柱フランジ開先面で形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。

図3-10

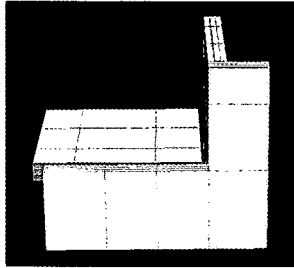
角 柱

12112201, 13112201

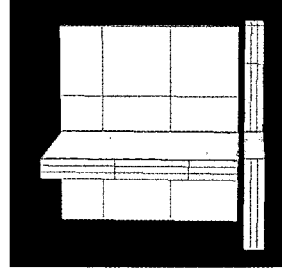
板組図



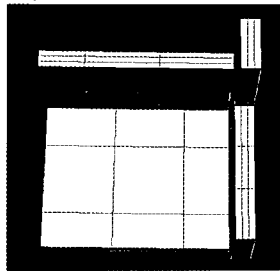
①



②



③

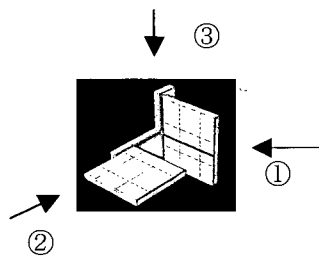
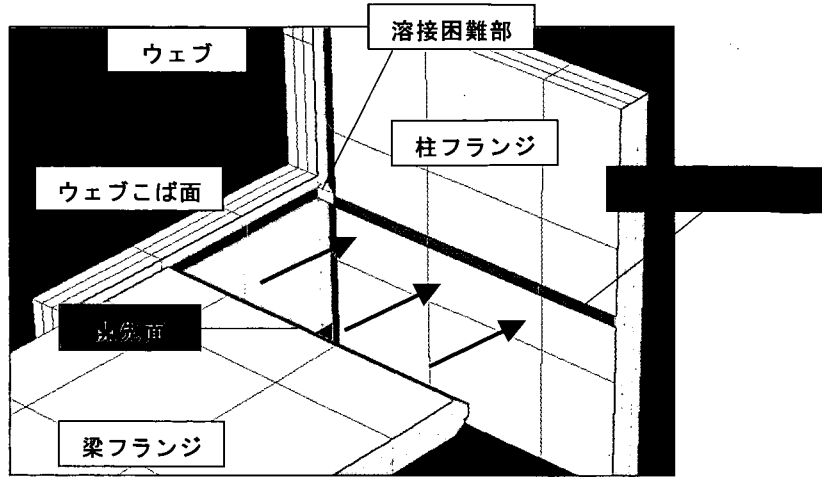


概要・特徴

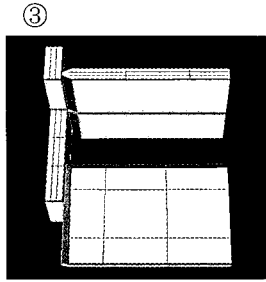
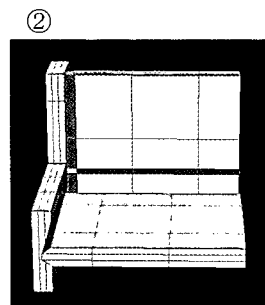
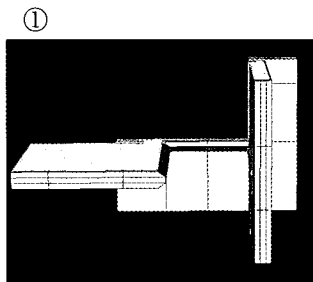
- ・ウェブ一体
- ・柱フランジ貫通
- ・梁・柱ウェブ勝ち
- ・角柱隅角部で最も採用実績の多い板組

図3-11

溶接構造例



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



備考

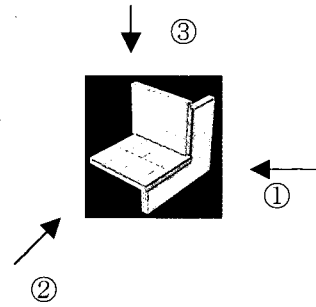
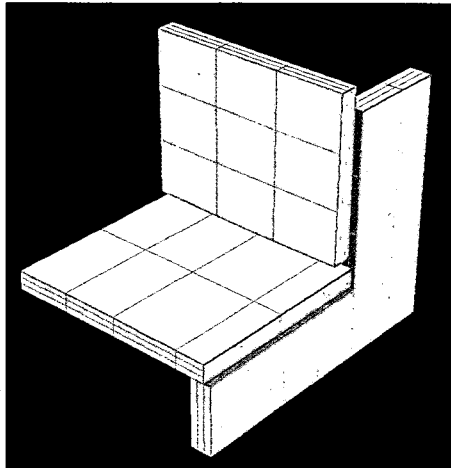
・梁フランジのルート面とウェブ、及び柱フランジ開先面で形成される三角柱状の溶接困難部が生じる

図3-12

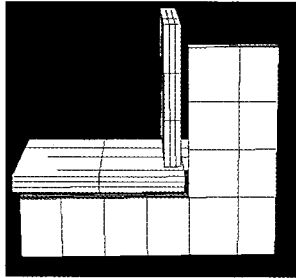
角 柱

12121101, 13121101

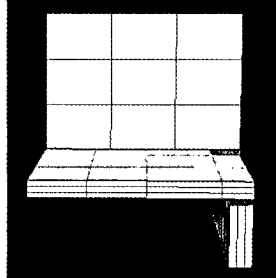
板組図



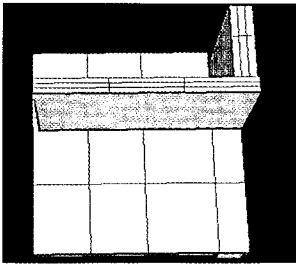
①



②



③

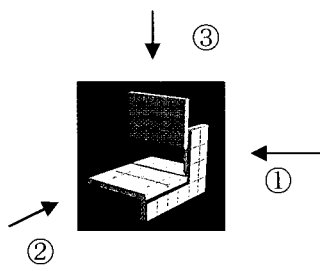
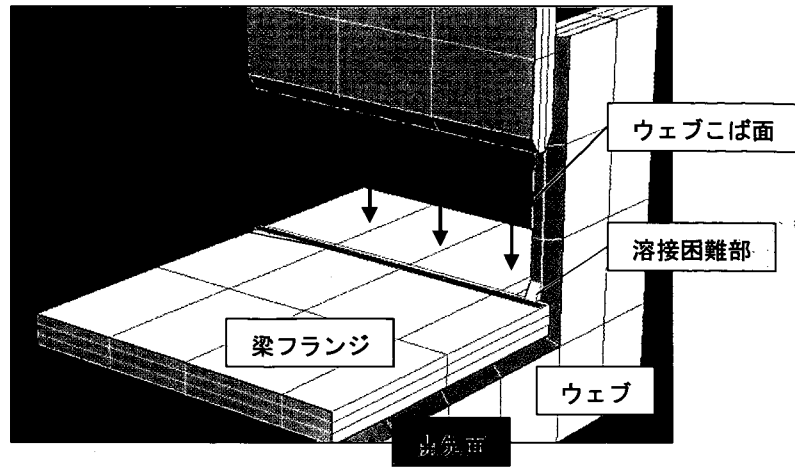


概要・特徴

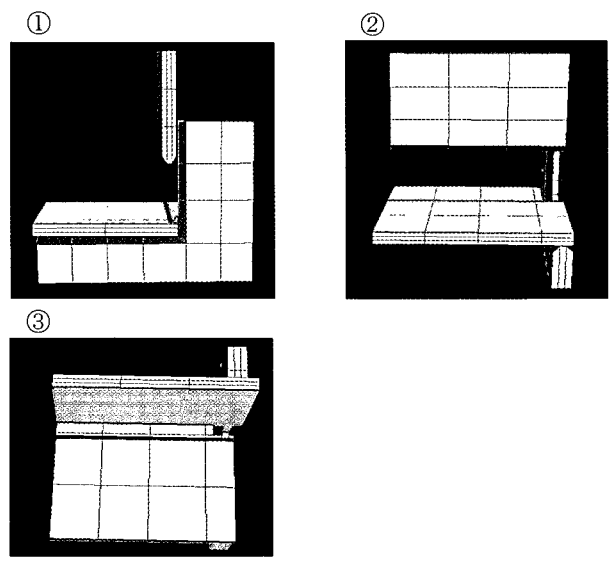
- ・ウェブ一体
- ・梁フランジ貫通
- ・梁・柱フランジ勝ち
- ・梁フランジに柱ウェブ交差部で切欠き

図3-13

溶接構造例
(1/2)



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部

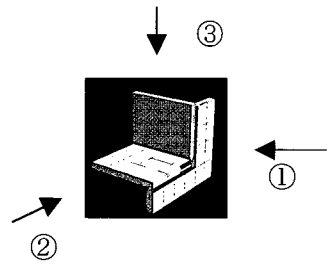
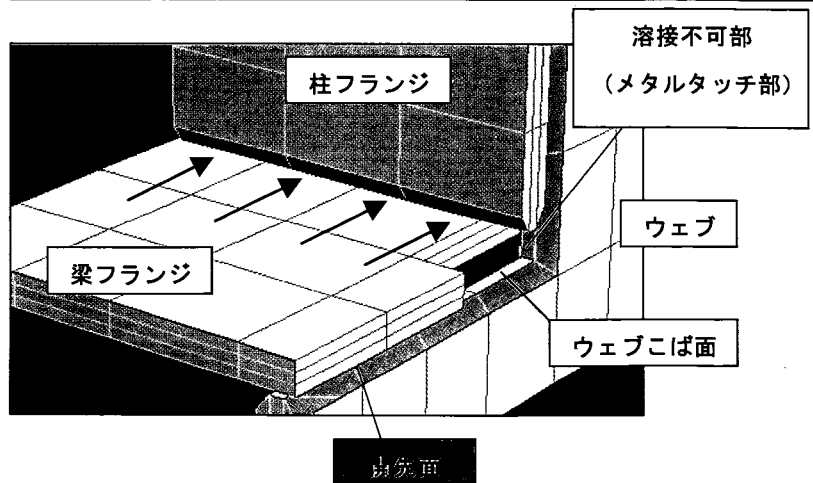


備考

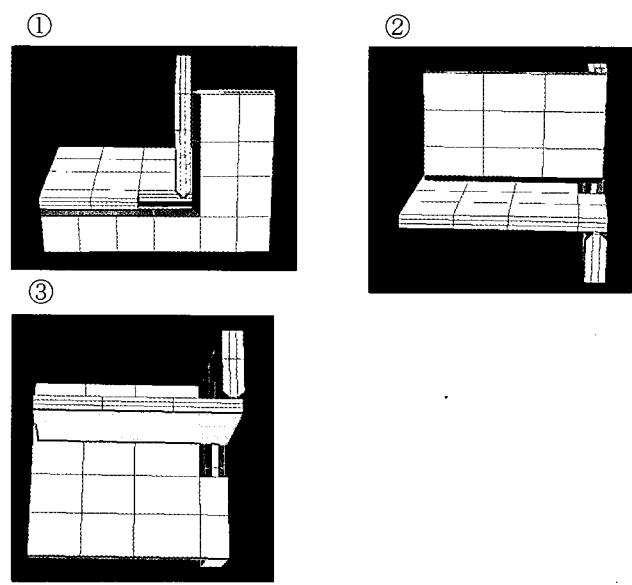
・ウェブこぼ面上に、柱フランジ端部下面の開先面と梁フランジで形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。

図3-14

溶接構造例
(2/2)



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



備考

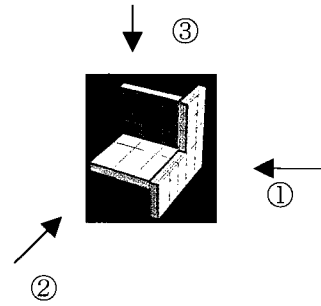
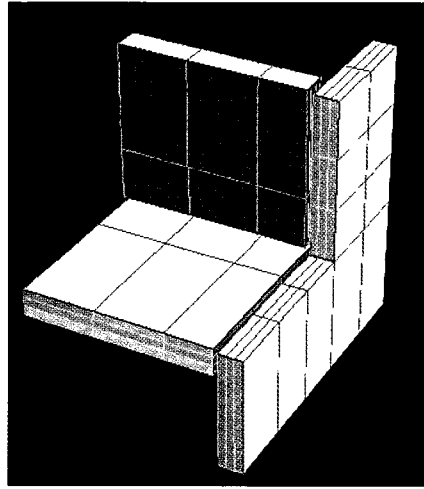
・梁フランジが切り欠かれており、この部分には通常開先が設けられていないため、ウェブこぼ面との鋼材接触面が溶接不可部となる。

図3-15

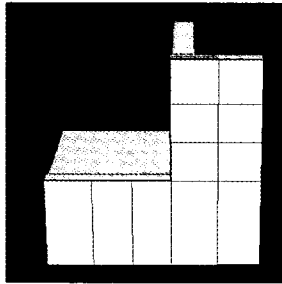
角 柱

12122201, 13122201

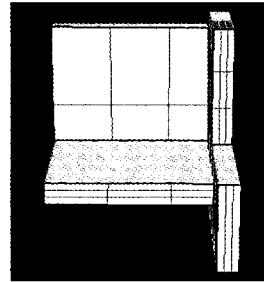
板組図



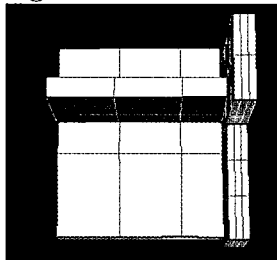
①



②



③



概要・特徴

- ・ウェブ一体
- ・梁フランジ貫通
- ・梁・柱ウェブ勝ち

図3-16

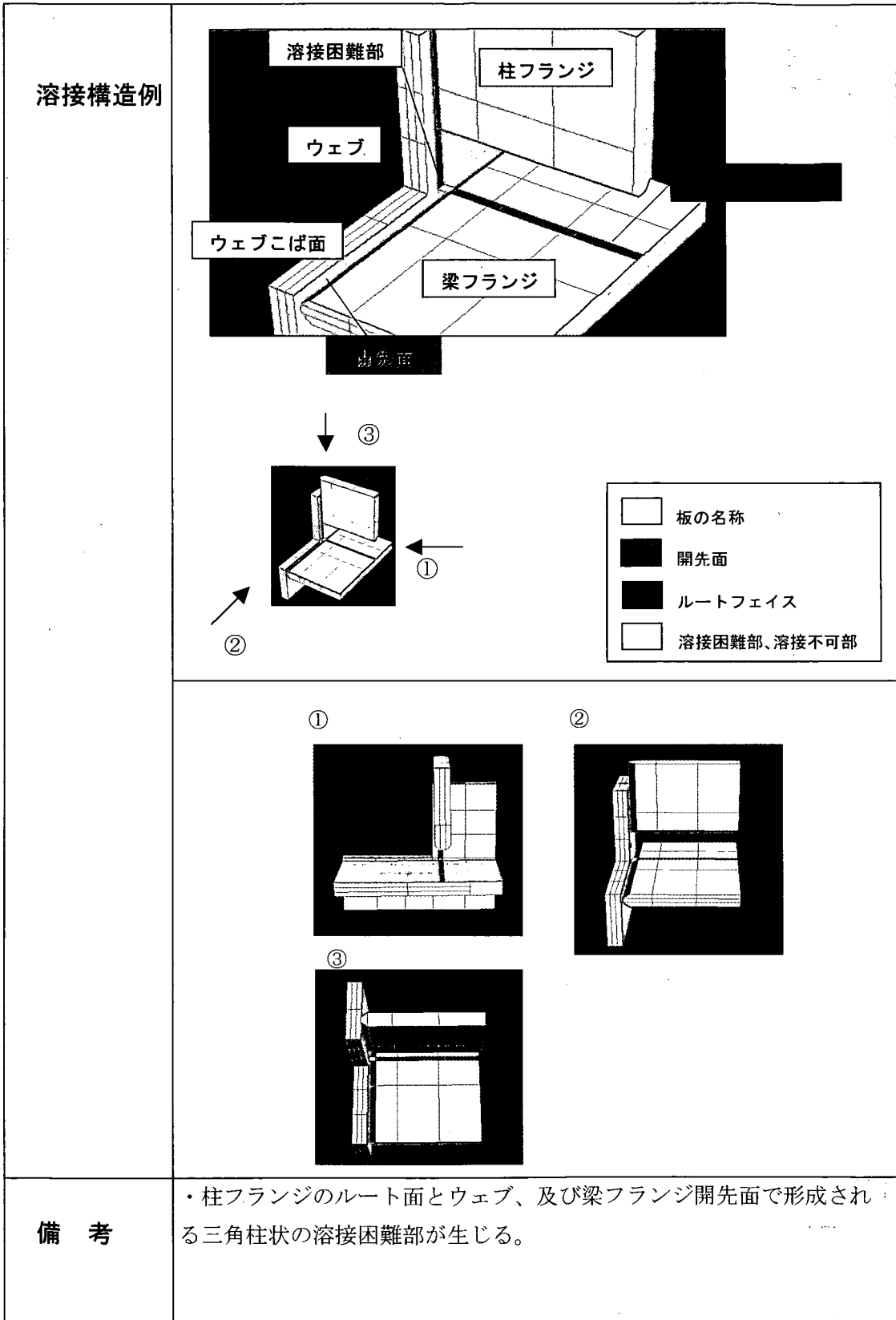
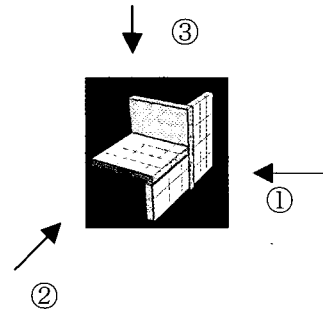
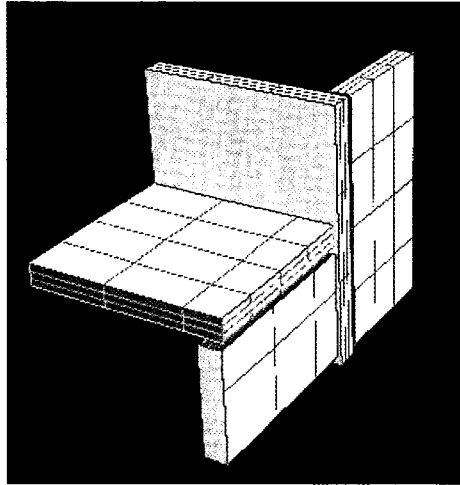


図3-17

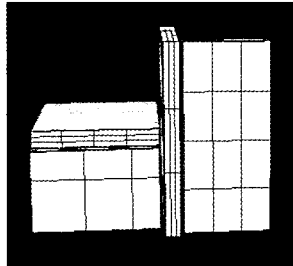
角 柱

12211101, 1321101

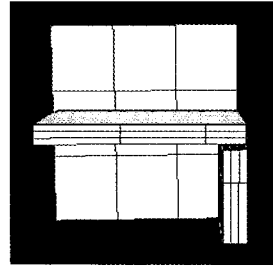
板組図



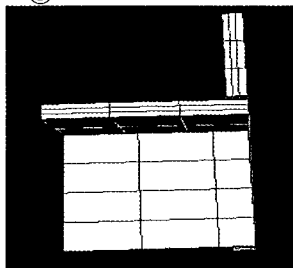
①



②



③

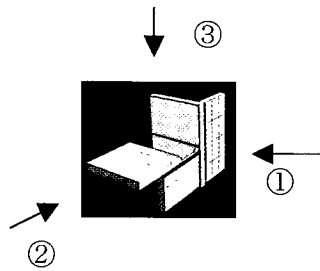
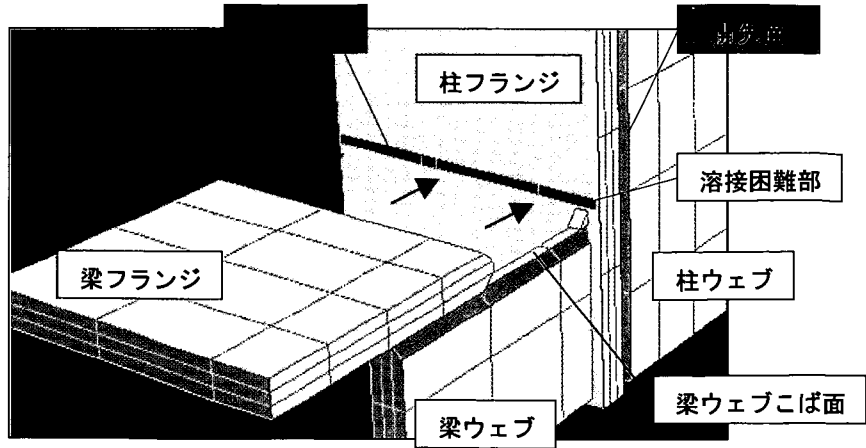


概要・特徴

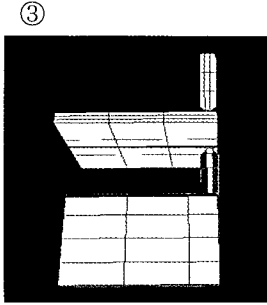
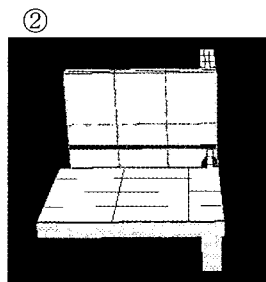
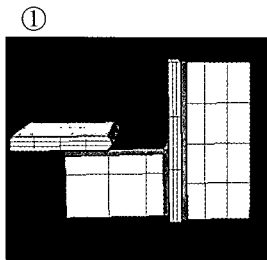
- ・ 梁ウェブ分離
- ・ 柱フランジ貫通
- ・ 梁・柱フランジ勝ち

図3-18

溶接構造例



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



備考

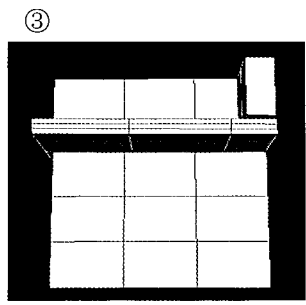
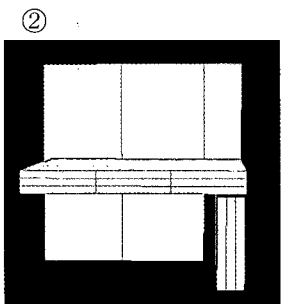
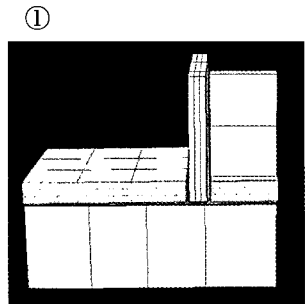
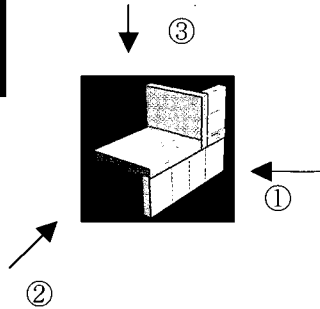
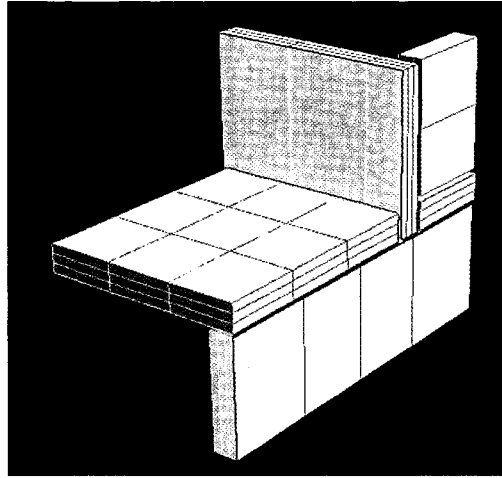
・梁ウェブこぼ面上に、梁フランジ端部下面の開先面と柱フランジで形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。

図3-19

角 柱

12311101, 13311101

板組図

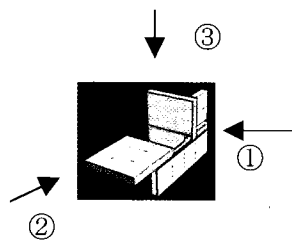
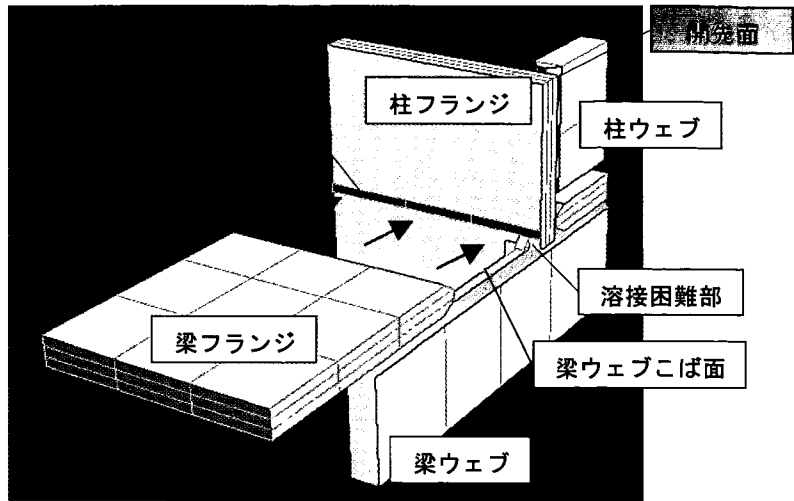


概要・特徴

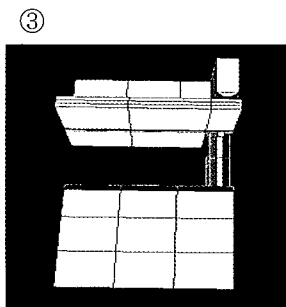
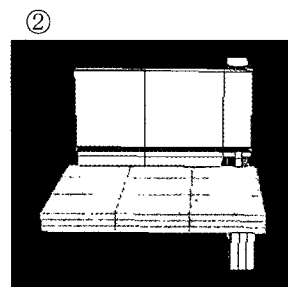
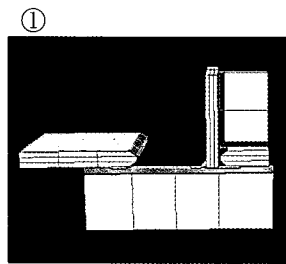
- ・柱ウェブが分離
- ・柱フランジが貫通
- ・梁・柱フランジ勝ち
- ・柱フランジに梁ウェブ交差部で切欠き

図3-20

溶接構造例
(1/2)



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



備考

・梁ウェブこば面上に、梁フランジ端部下面の開先面と柱フランジで形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。

図3-21

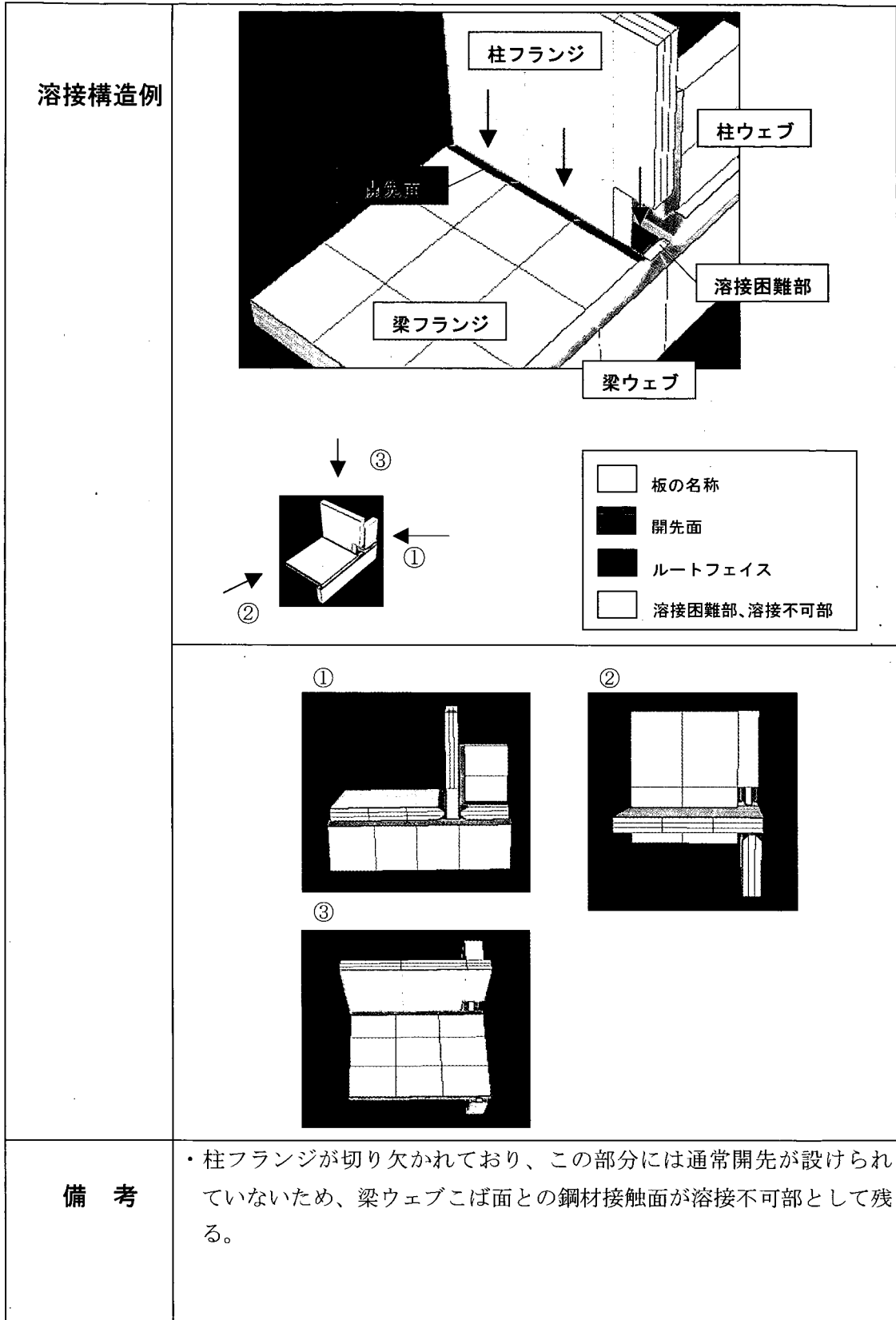
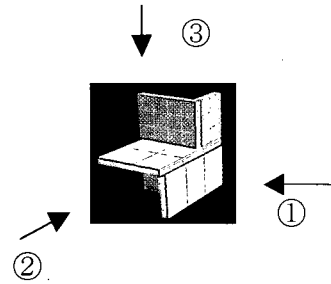
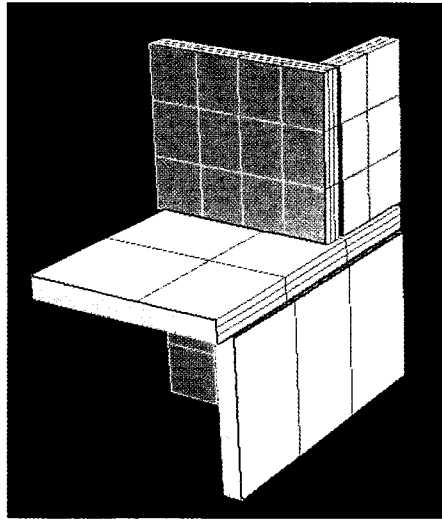


図3-22

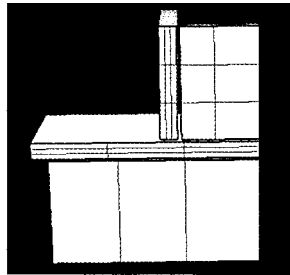
角 柱

12321101, 13321101

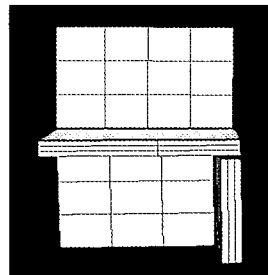
板組図



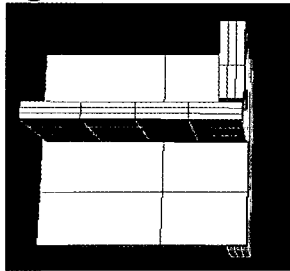
①



②



③

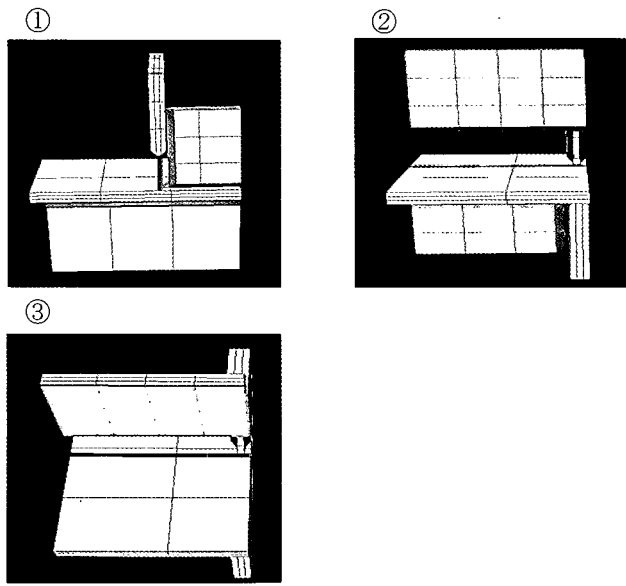
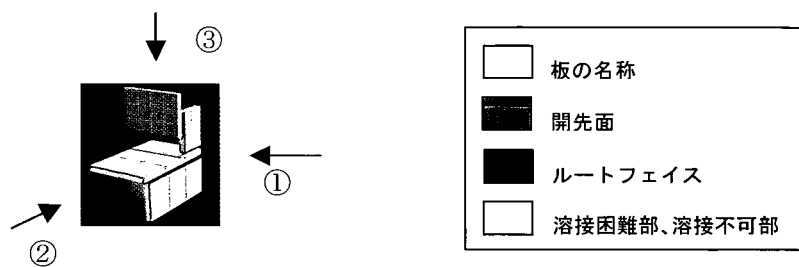
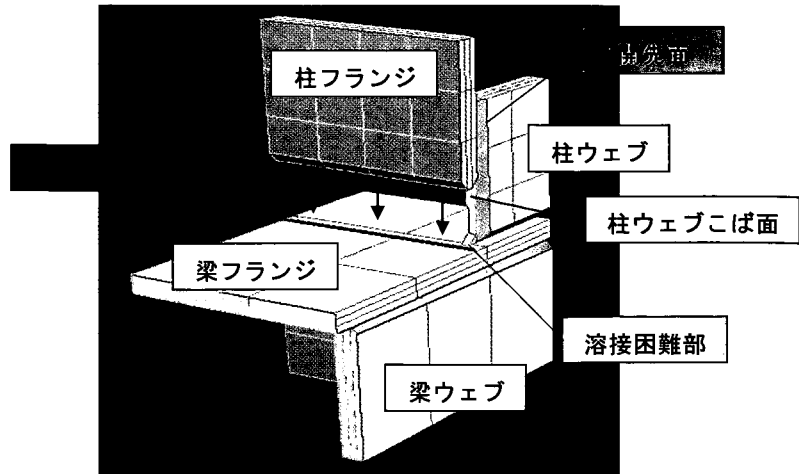


概要・特徴

- ・柱ウェブが分離
- ・梁フランジが貫通
- ・梁・柱フランジ勝ち

図3-23

溶接構造例



備考

・柱ウェブこぼ面上に、柱フランジ端部下面の開先面と梁フランジで形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。

図3-24

3.3 円柱の板組構造及び溶接構造

直轄国道で使用されている鋼製橋脚隅角構造のうち、円柱のものの一覧を表 3-6 に示す。また、図 3-25 ～ 3-44 にこれらの板組構造及び溶接構造例を示す。このとき、梁ウェブと円柱の突合せ部分に三角バーを使用したものなど特殊構造や採用事例が少ない板組は省略した。

表3-6 円柱の板組分類

(a) 梁柱の断面	(b) 隅角箇所	(c) 梁柱の板組①	(d) 梁柱の板組②	(e) 梁の勝部材	(f) 柱の勝部材	(g1) フィレット	(g2) 特殊形状	コード番号	隅角数	板組構造及び溶接構造例	備考
2	1	6	6	1	0	0	1	21661001	194	整理番号2-1	
2	1	6	6	2	0	0	1	21662001	52	整理番号2-2	
2	1	6	8	1	0	0	1	21681001	8		三角バー構造
2	2	7	6	1	0	0	1	22761001	34	整理番号2-5	
2	2	8	0	2	0	0	1	22802001	2	整理番号2-8	
2	3	4	0	1	0	0	1	23401001	4		採用事例少
2	3	4	0	2	0	0	1	23402001	4		採用事例少
2	3	5	0	1	0	0	1	23501001	36	整理番号2-3	
2	3	5	0	2	0	0	1	23502001	8	整理番号2-4	
2	3	7	6	1	0	0	1	23761001	270	整理番号2-5	
2	3	7	6	2	0	0	1	23762001	58	整理番号2-6	
2	3	7	7	1	0	0	1	23771001	4		三角バー構造
2	3	7	8	1	0	0	1	23781001	8		三角バー構造
2	3	8	0	1	0	0	1	23801001	112	整理番号2-7	
2	3	8	0	2	0	0	1	23802001	32	整理番号2-8	

【板組図の注記】

- ①板組図は開先形状等を無視した図
- ②溶接構造例は代表的な開先形状を考慮した図

【円柱隅角部の溶接】

円柱は板組構造にかかわらず、溶接金属の溶け込みが不完全あるいは不可能な箇所が残る。

(1) 梁断面が円柱に突合わせて接合される構造（整理番号 2-1,2-2,2-5,2-6）

- ①梁フランジ、梁ウェブと柱の間に大きなギャップが生じやすい。
- ②梁フランジが突合わせの場合、梁フランジ端部の 3 溶接線交差部に開先と板で形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。（整理番号 2-5, 2-6）

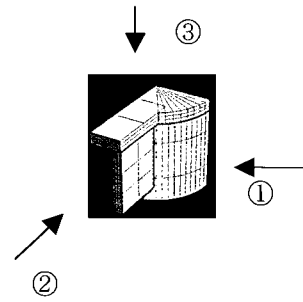
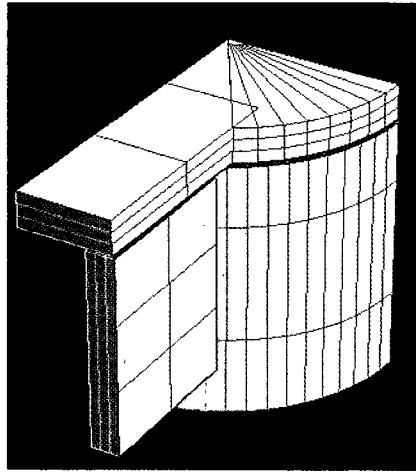
(2) 梁ウェブが円柱に設けられた縦スリットを貫通する構造（整理番号 2-3,2-4）

- ①梁ウェブと円柱の縦スリットの間には狭隘な溶接困難部が生じる。
- ②円柱の縦スリット上下と梁ウェブこば面の鋼板接触面が溶接不可部となる。
- ③梁フランジ端部の 3 溶接線交差部に開先と板で形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。

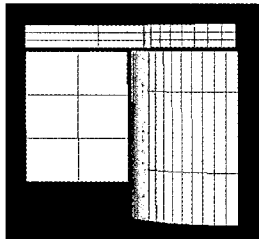
円柱

21661001 (24661001)

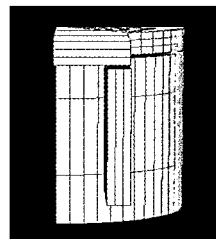
板組図



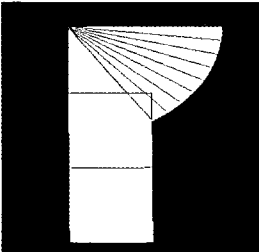
①



②



③



概要・特徴

- ・天板一体
- ・梁ウェブが円柱に突合せ溶接
- ・梁フランジ勝ち

図3-25

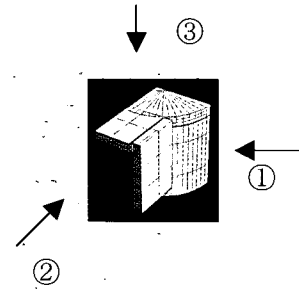
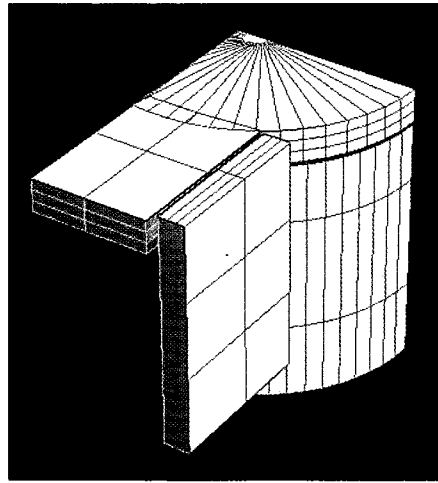
<p>溶接構造例</p>	<p>天板</p> <p>梁ウェブ</p> <p>開先面</p> <p>溶接困難部</p> <p>円柱部材</p> <p>梁ウェブ</p> <p>溶接困難部</p> <p>板の名称</p> <p>開先面</p> <p>ルートフェイス</p> <p>溶接困難部、溶接不可部</p>
<p>備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> 天板と円柱の溶接は作業性が悪く、不完全溶け込み部が生じる可能性がある。 梁ウェブと円柱の間の溶接に大きなギャップが残存する可能性がある。

図3-26

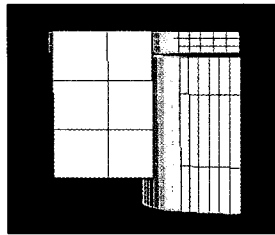
円柱

21662001 (24662001)

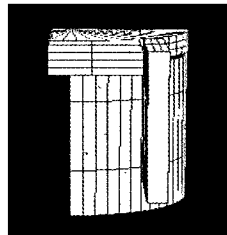
板組図



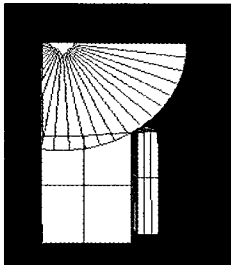
①



②



③



概要・特徴

- ・天板一体
- ・梁ウェブが円柱に突合せ溶接
- ・梁ウェブ勝ち

図3-27

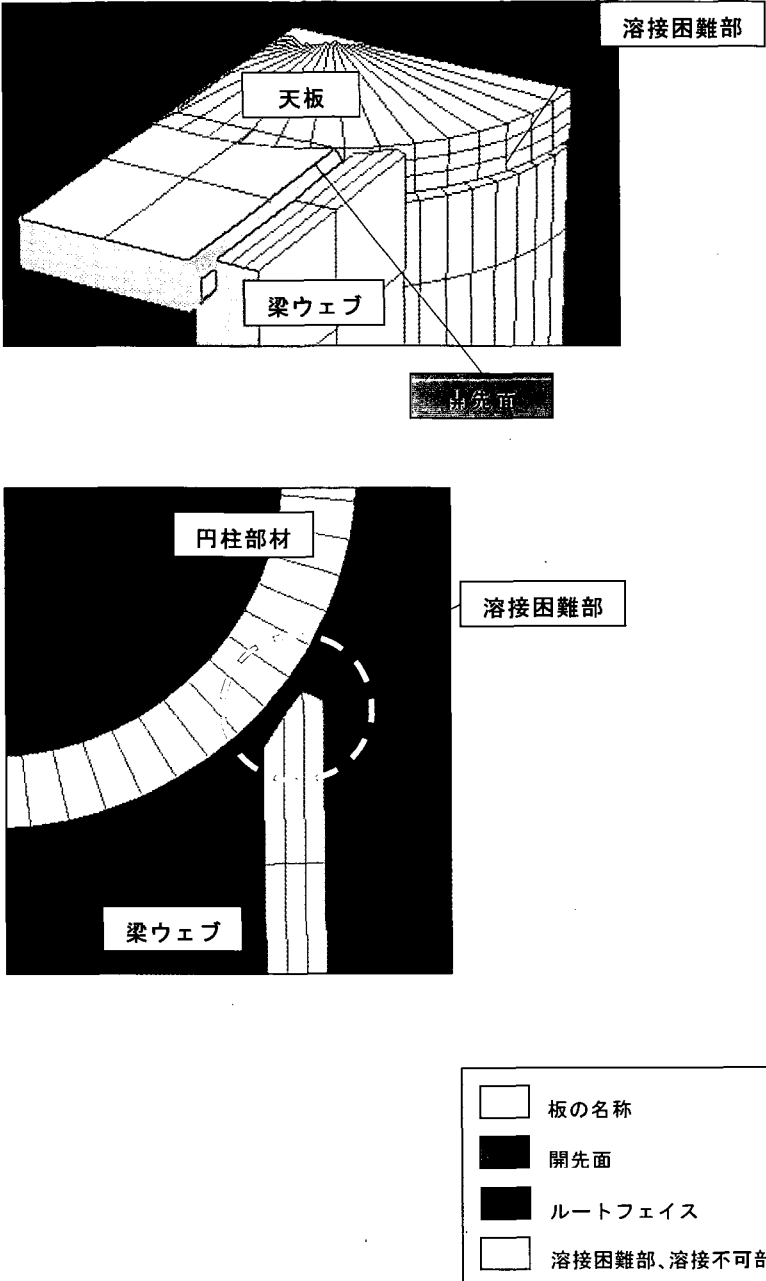
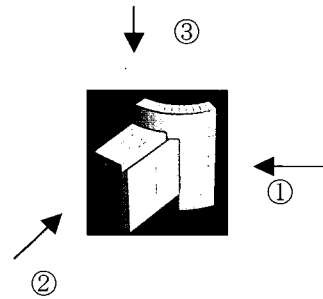
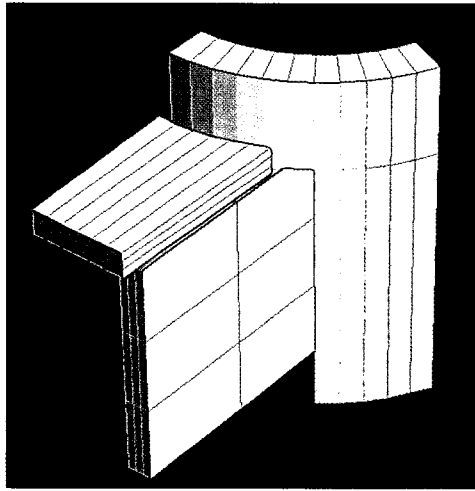
<p>溶接構造例</p>	 <p>天板</p> <p>梁ウェブ</p> <p>開先面</p> <p>円柱部材</p> <p>溶接困難部</p> <p>梁ウェブ</p> <p>板の名称</p> <p>開先面</p> <p>ルートフェイス</p> <p>溶接困難部、溶接不可部</p>
<p>備考</p>	<ul style="list-style-type: none"> 天板と円柱の溶接は作業性が悪く困難であり、不完全溶け込み部が生じる可能性がある。 梁ウェブと円柱の間の溶接に大きなギャップが残存する可能性がある。

図3-28

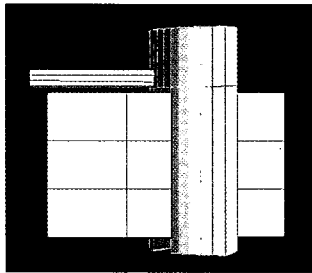
円柱

22501001, 23501001

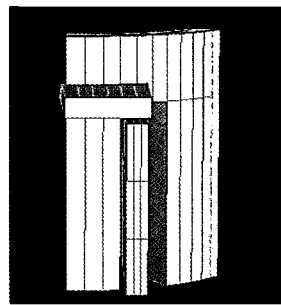
板組図



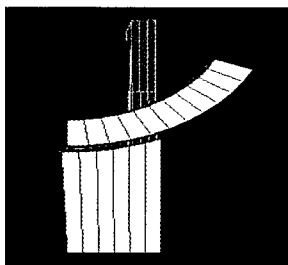
①



②



③



概要・特徴

- ・梁ウェブが円柱に設けられた縦スリットを貫通
- ・梁フランジが円柱に突合せ溶接
- ・梁フランジ勝ち

図3-29

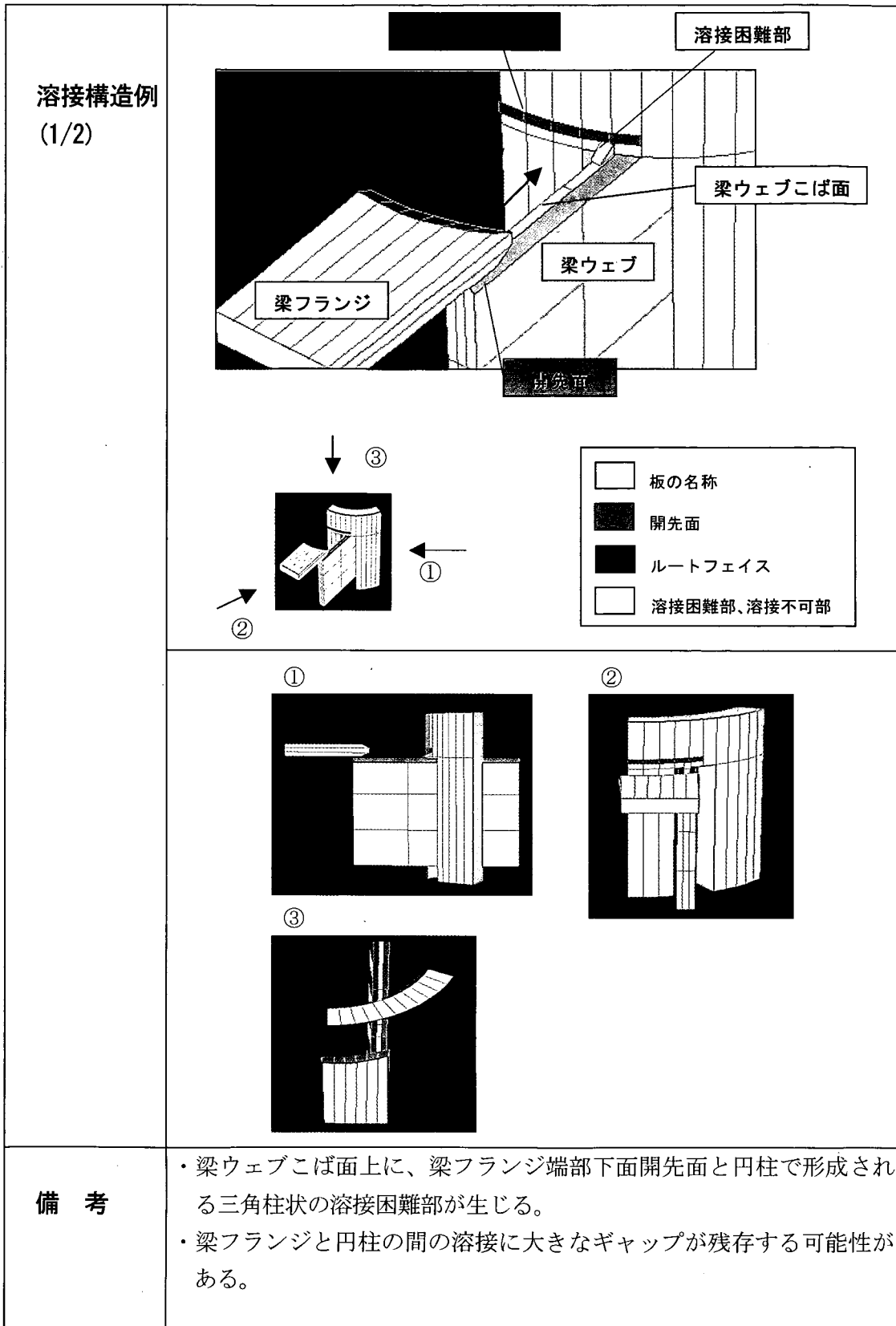
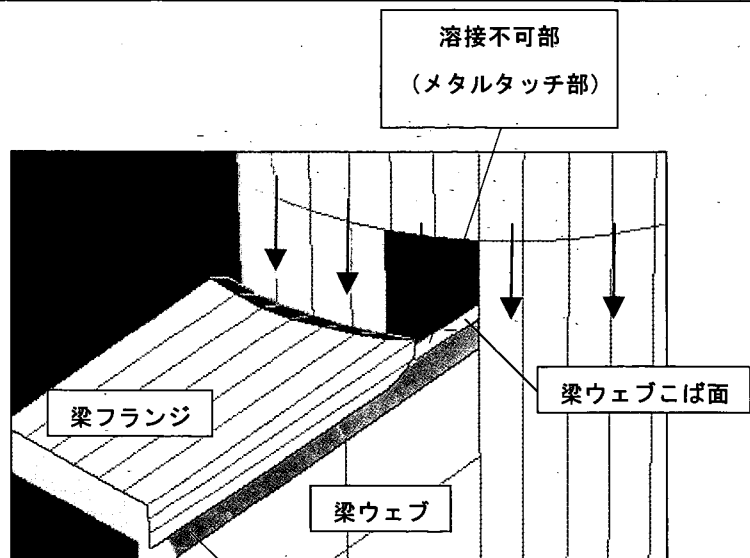


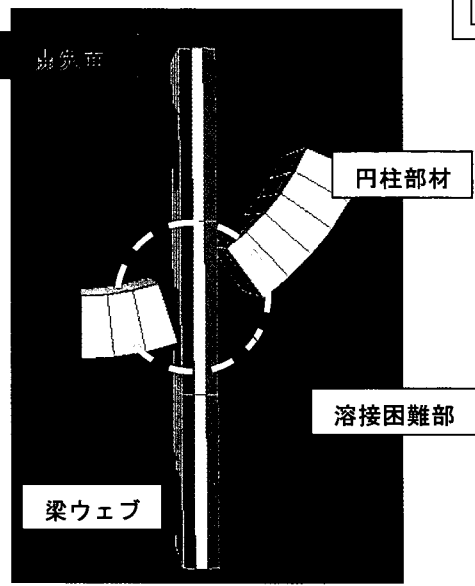
図3-30

溶接構造例
(2/2)



出先面

	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



備考

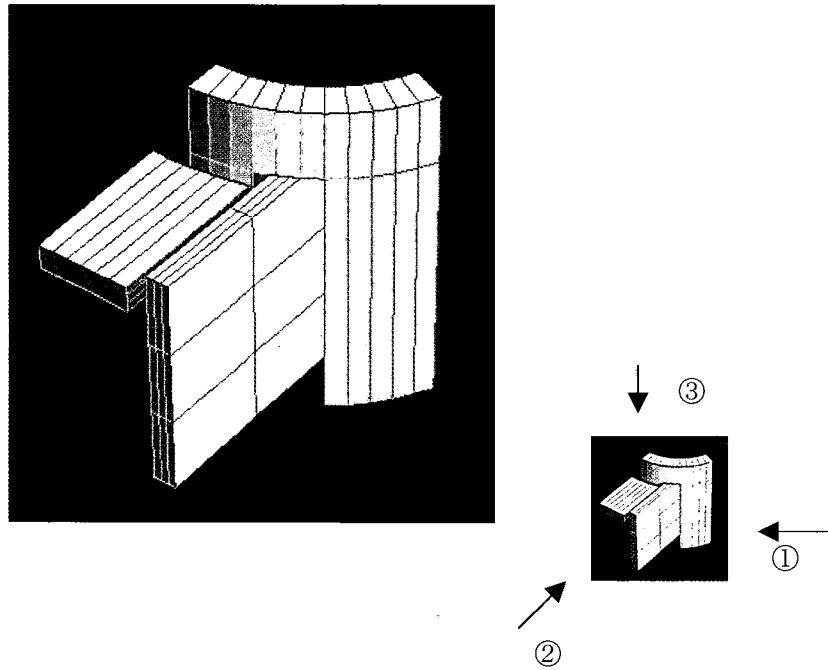
- ・円柱のスリット上下と梁ウェブのこぼ面の鋼板接触面が溶接不可部となる。
- ・梁ウェブと円柱の縦スリットの間の狭隘部分の溶接が困難である。

図3-31

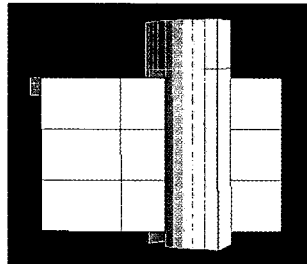
円柱

22502001, 23502001

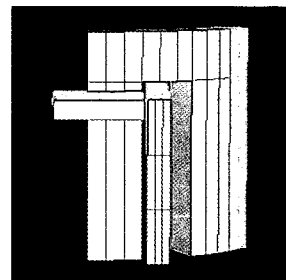
板組図



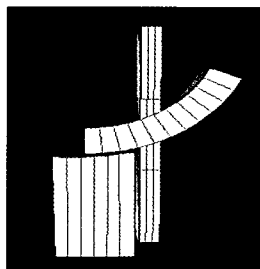
①



②



③



概要・特徴

- ・梁ウェブが円柱に設けられた縦スリットを貫通
- ・梁フランジが円柱に突合せ溶接
- ・梁ウェブ勝ち

図3-32

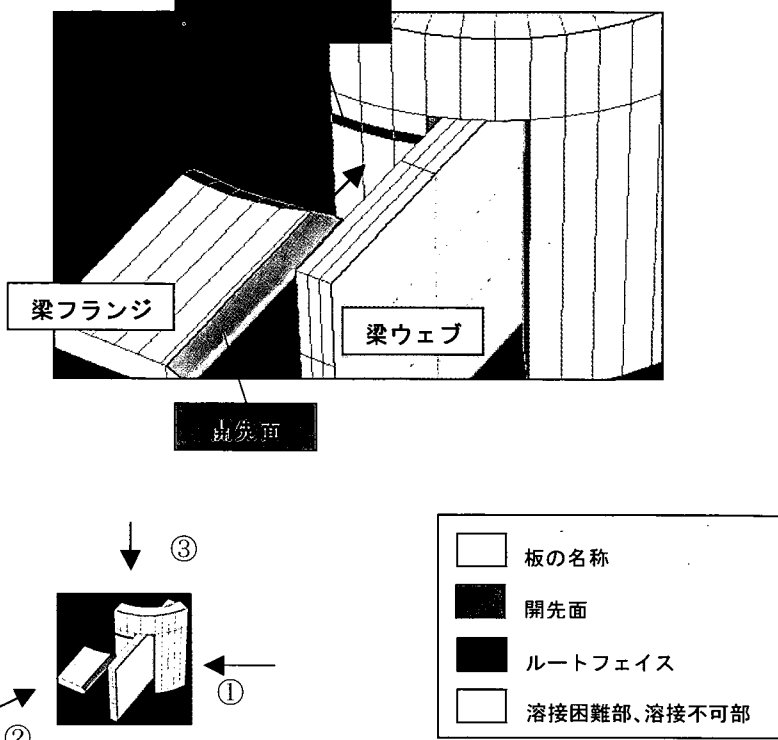
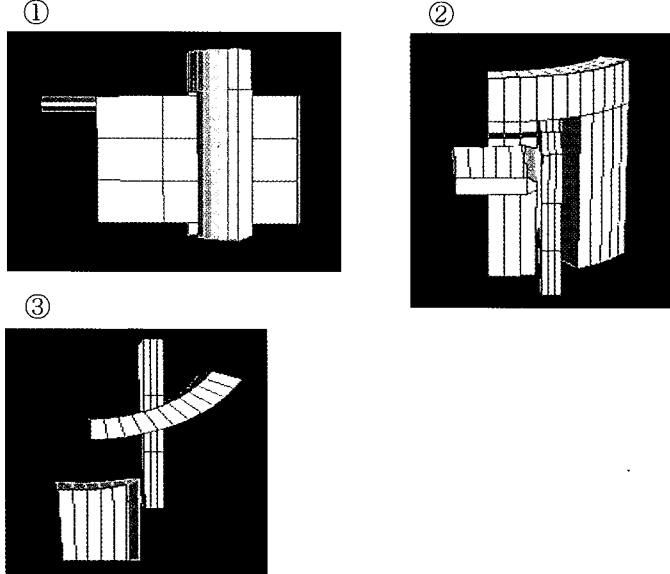
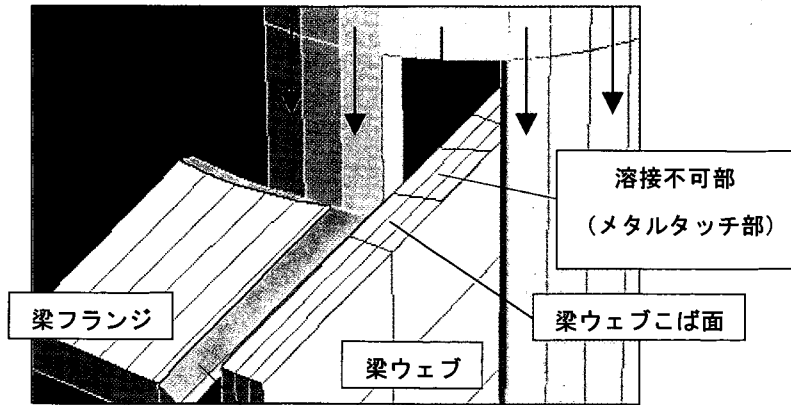
<p>溶接構造例</p>	
	
<p>備考</p>	<p>・ 梁フランジと円柱の間の溶接に大きなルートギャップが残存する可能性がある</p>

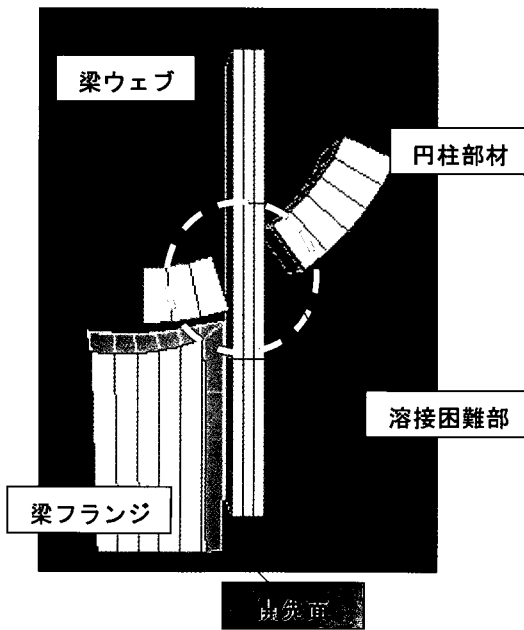
図3-33

溶接構造例



開先面

	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



開先面

備考

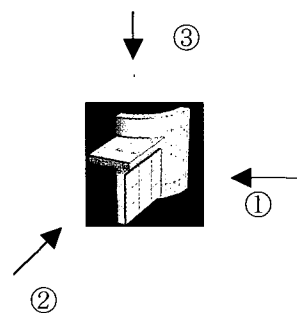
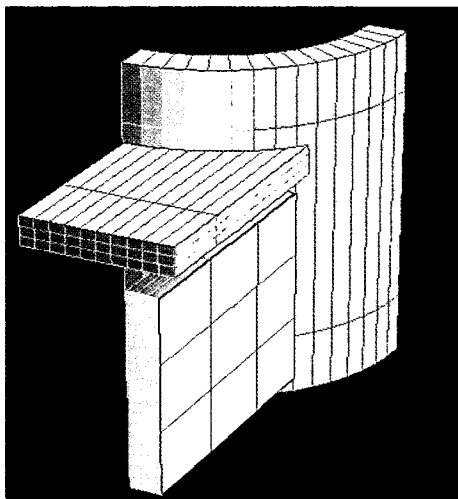
- ・ 円柱のスリット上下と梁ウェブこぼ面の鋼板接触面が溶接不可部となる。
- ・ 梁ウェブと円柱の縦スリットの間狭隙部分の溶接が困難である。

図3-34

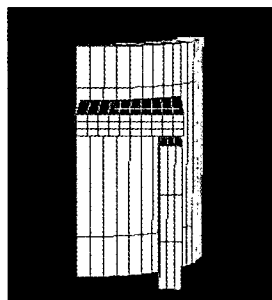
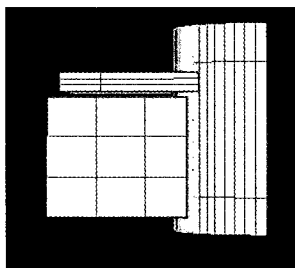
円柱

22761001 (23761001)

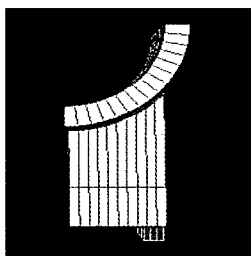
板組図



①



③

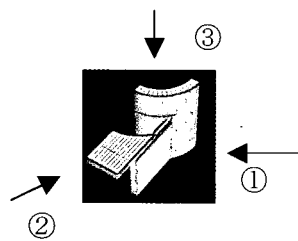
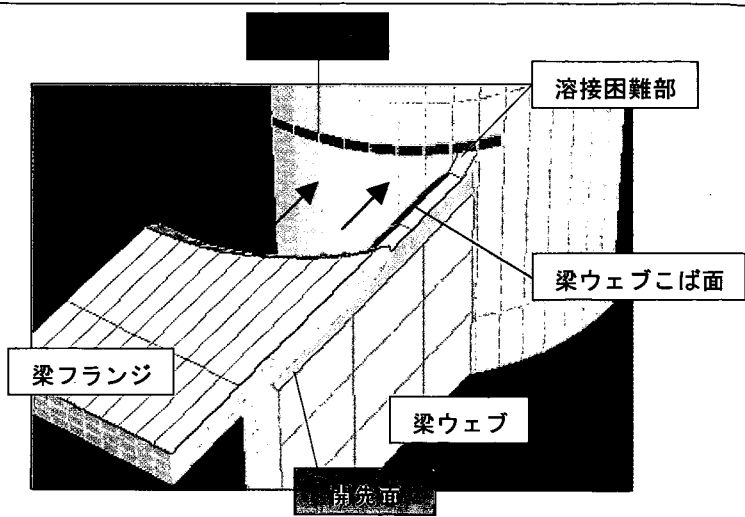


概要・特徴

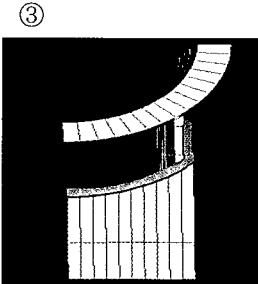
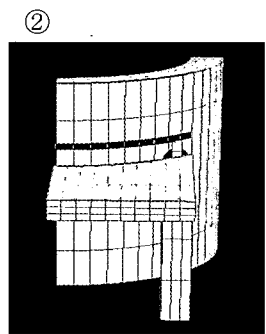
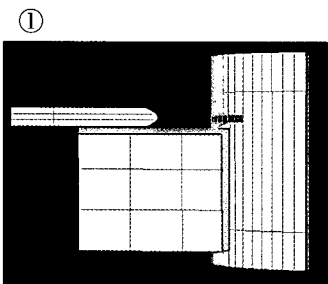
- ・ 梁部材（フランジ、ウェブ）が円柱に突合せ溶接
- ・ 梁フランジ勝ち
- ・ 円柱隅角部で最も採用実績の多い板組

図3-35

溶接構造例
(1/2)



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



備考

- ・ 梁ウェブこば面上に、梁フランジ端部下面の開先面と円柱で形成される三角柱状の溶接困難部が生じる。
- ・ 梁フランジと円柱の間の溶接に大きなルートギャップが残存する可能性がある。

図3-36

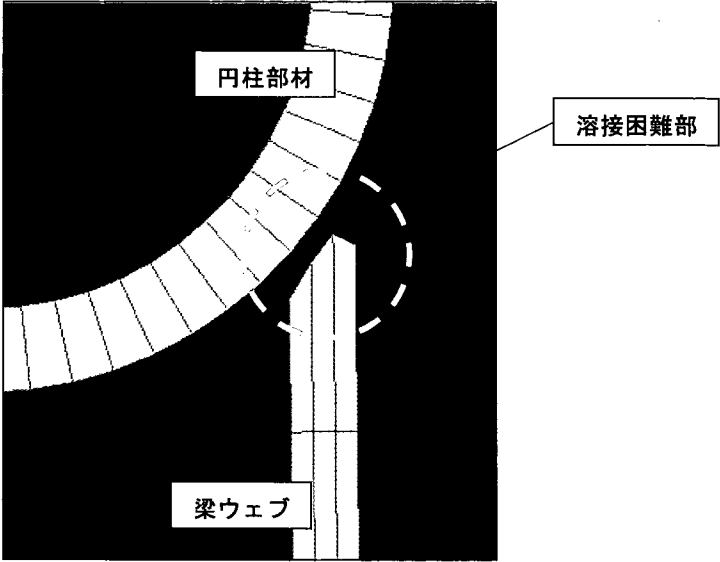
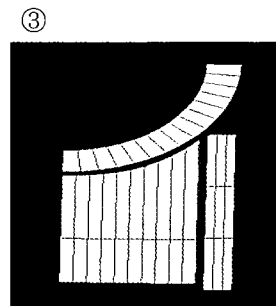
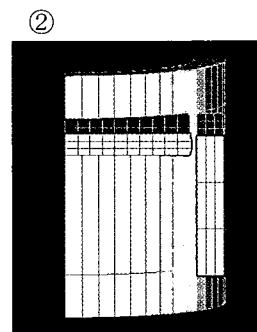
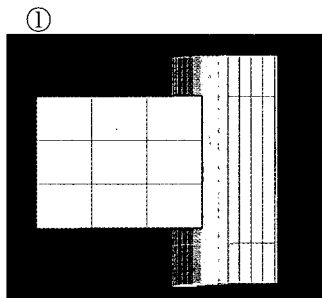
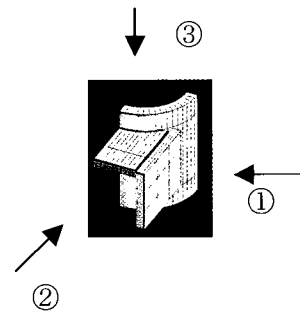
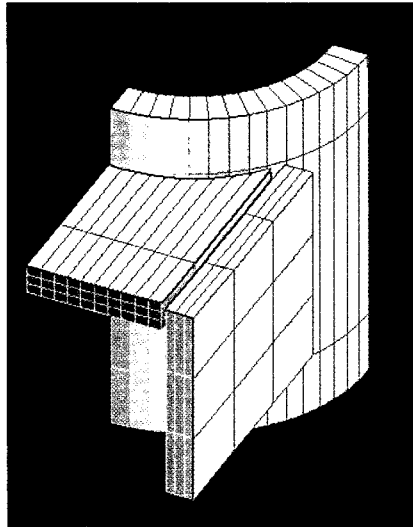
<p>溶接構造例 (2/2)</p>	
<p>備考</p>	<p>・梁ウェブと円柱の間に大きなギャップが残存する可能性がある。</p>

図3-37

円柱

22762001 (23762001)

板組図

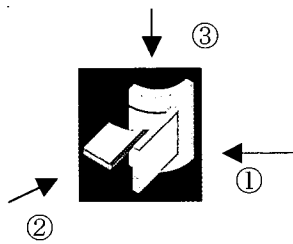
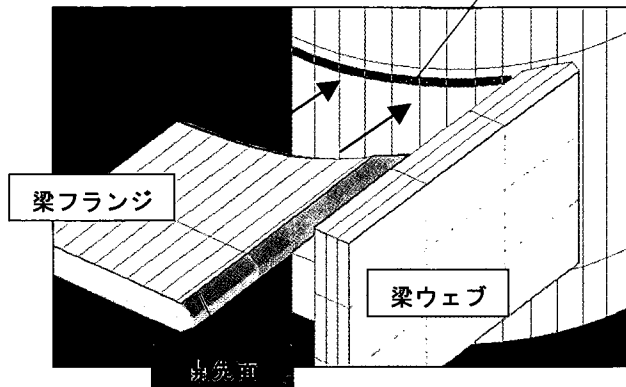


概要・特徴

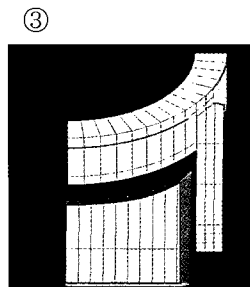
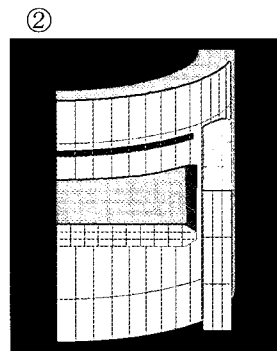
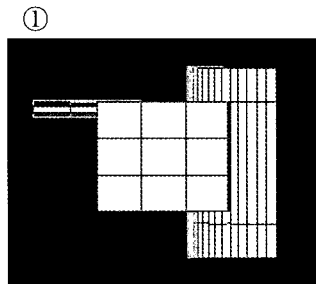
- ・梁部材（フランジ、ウェブ）が円柱に突合せ溶接
- ・梁ウェブ勝ち

図3-38

溶接構造例
(1/2)



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部

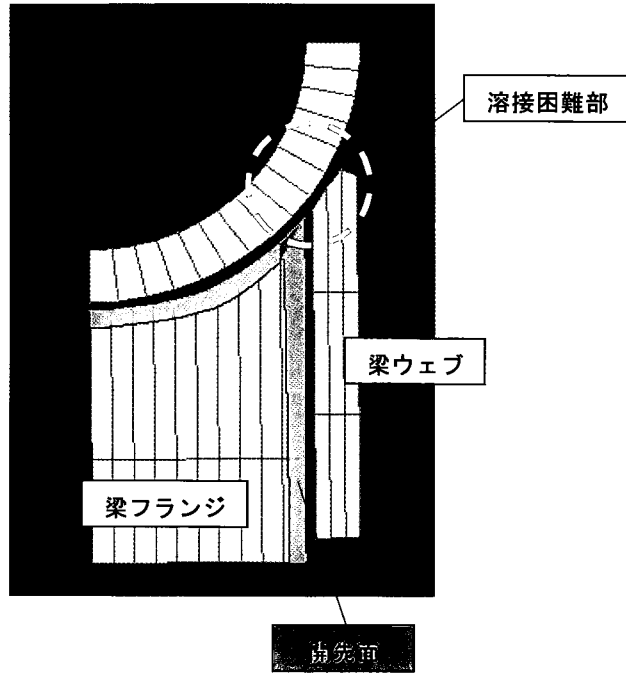


備考

- ・梁フランジと円柱の間の溶接に大きなルートギャップが残存する可能性がある。

図3-39

溶接構造例
(2/2)



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部

備考

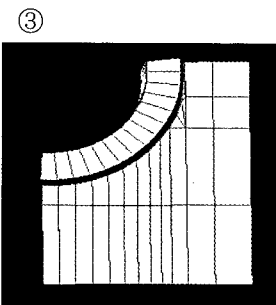
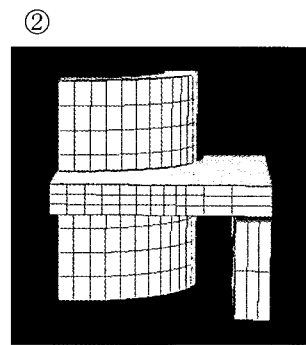
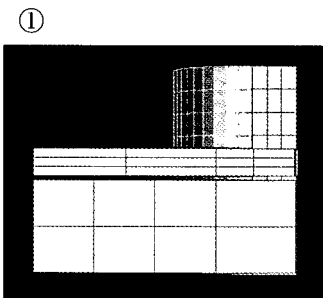
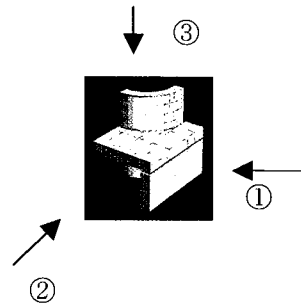
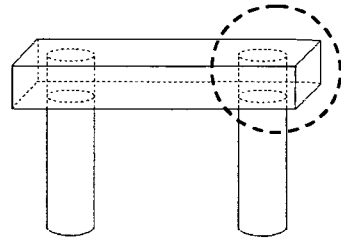
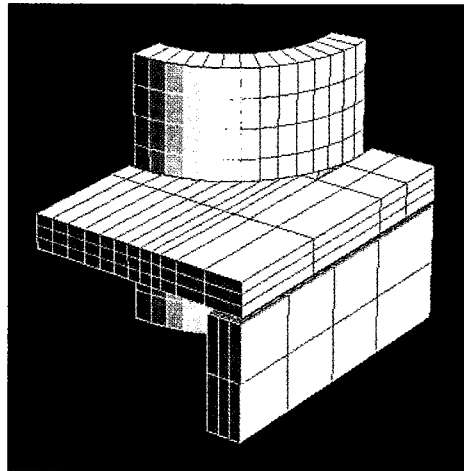
・梁フランジ、梁ウェブと円柱の間の溶接に大きなギャップが残存する可能性がある。

図3-40

円柱

22801001, 23801001

板組図

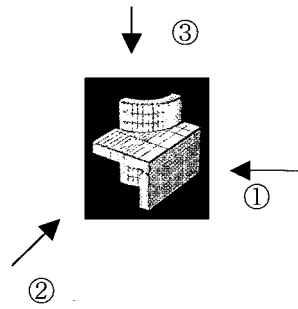
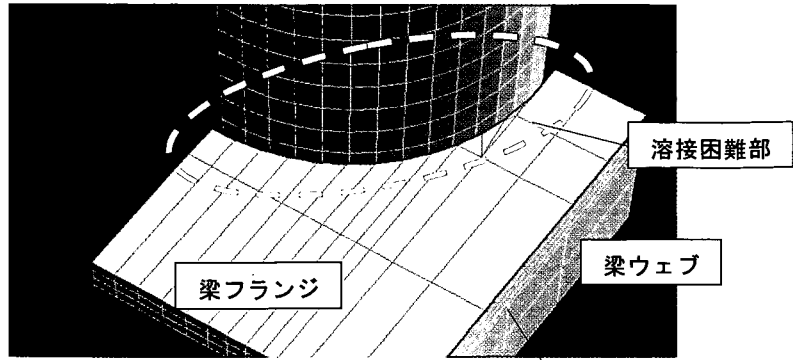


概要・特徴

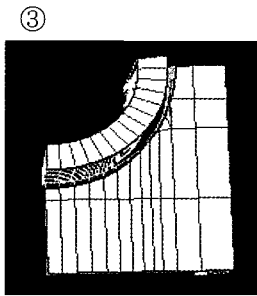
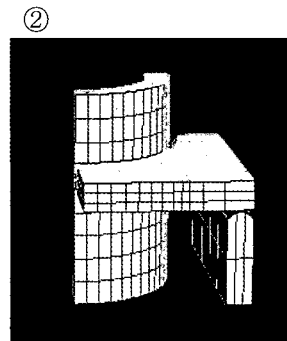
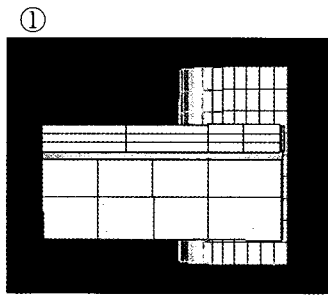
- ・円柱が梁フランジに設けられた開口部を貫通
- ・梁フランジ幅が柱径より大
- ・梁フランジ勝ち
- ・門形ラーメンの隅角部など

図3-41

溶接構造例



	板の名称
	開先面
	ルートフェイス
	溶接困難部、溶接不可部



備考

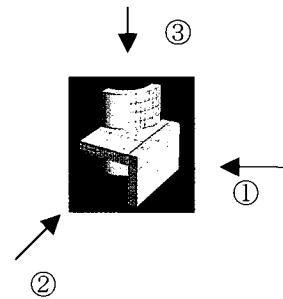
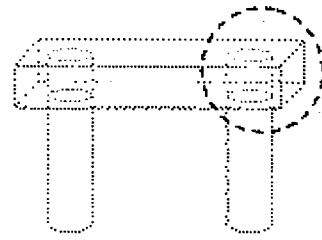
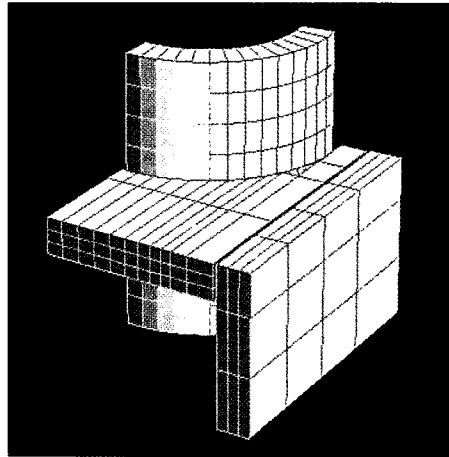
・円柱と梁フランジ開口部間の溶接に、大きなギャップが残存する可能性がある。

図3-42

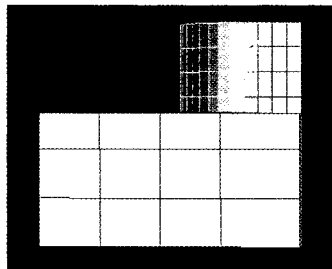
円柱

22802001, 23802001

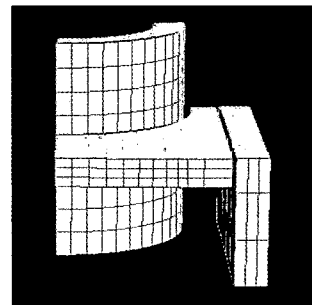
板組図



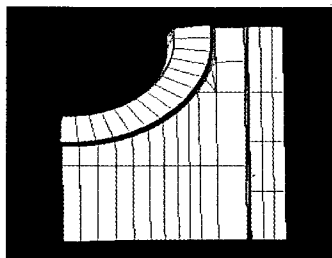
①



②



③

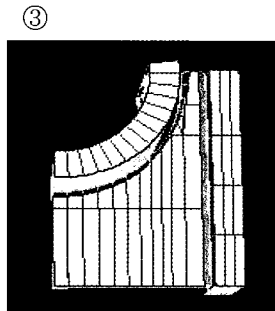
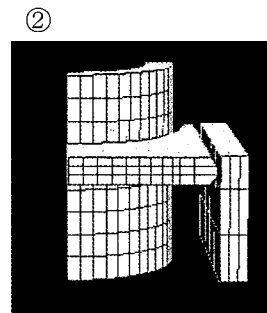
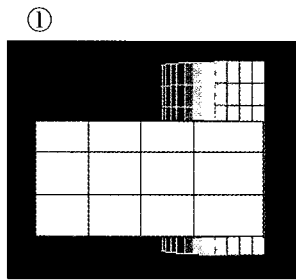
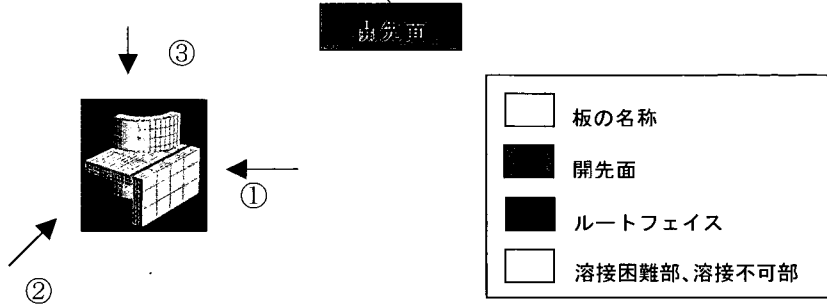
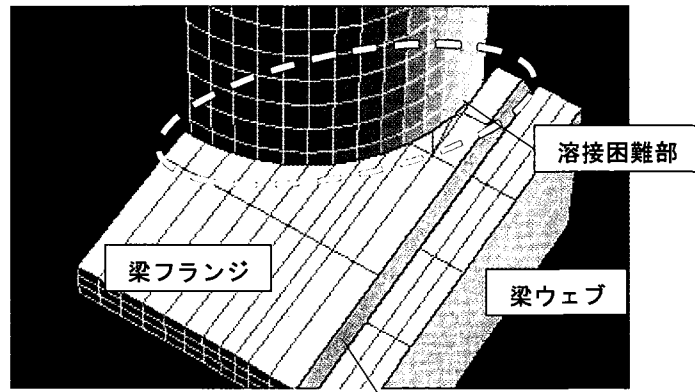


概要・特徴

- ・円柱が梁フランジに設けられた開口部を貫通
- ・梁フランジ幅が柱径より大
- ・梁ウェブ勝ち
- ・門形ラーメンの隅角部など

図3-43

溶接構造例



備考

・円柱と梁フランジ開口部の間の溶接に、大きなギャップが残存する可能性がある。

図3-44

4. 代表的損傷事例

6. 板組構造と損傷の関係（分析⑦-11）の分析結果を基に、代表損傷事例として「採用事例の多い板組」、「採用事例は少ないが損傷発生率が高い板組」を事例として次頁以降にまとめた。

(1) 採用事例の多い板組事例

コード番号	隅角数	損傷隅角数	損傷発生率	備考	
13112201	362	98	27.1%	角柱	整理番号①
23761001	270	24	8.9%	円柱	整理番号②
21661001	194	17	8.8%	円柱	整理番号③

(2) 採用事例は少ないが損傷発生率が高い板組事例

コード番号	隅角数	損傷隅角数	損傷発生率	備考	
133211101	10	8	80.0%	梁ウェブ分離	整理番号④
13111201	22	9	40.9%	板組み替え	整理番号⑤
23781001	8	4	50.0%	三角バー	整理番号⑥
23771001	4	1	25.0%	三角バー	整理番号⑦

(1)採用事例の多い板組事例

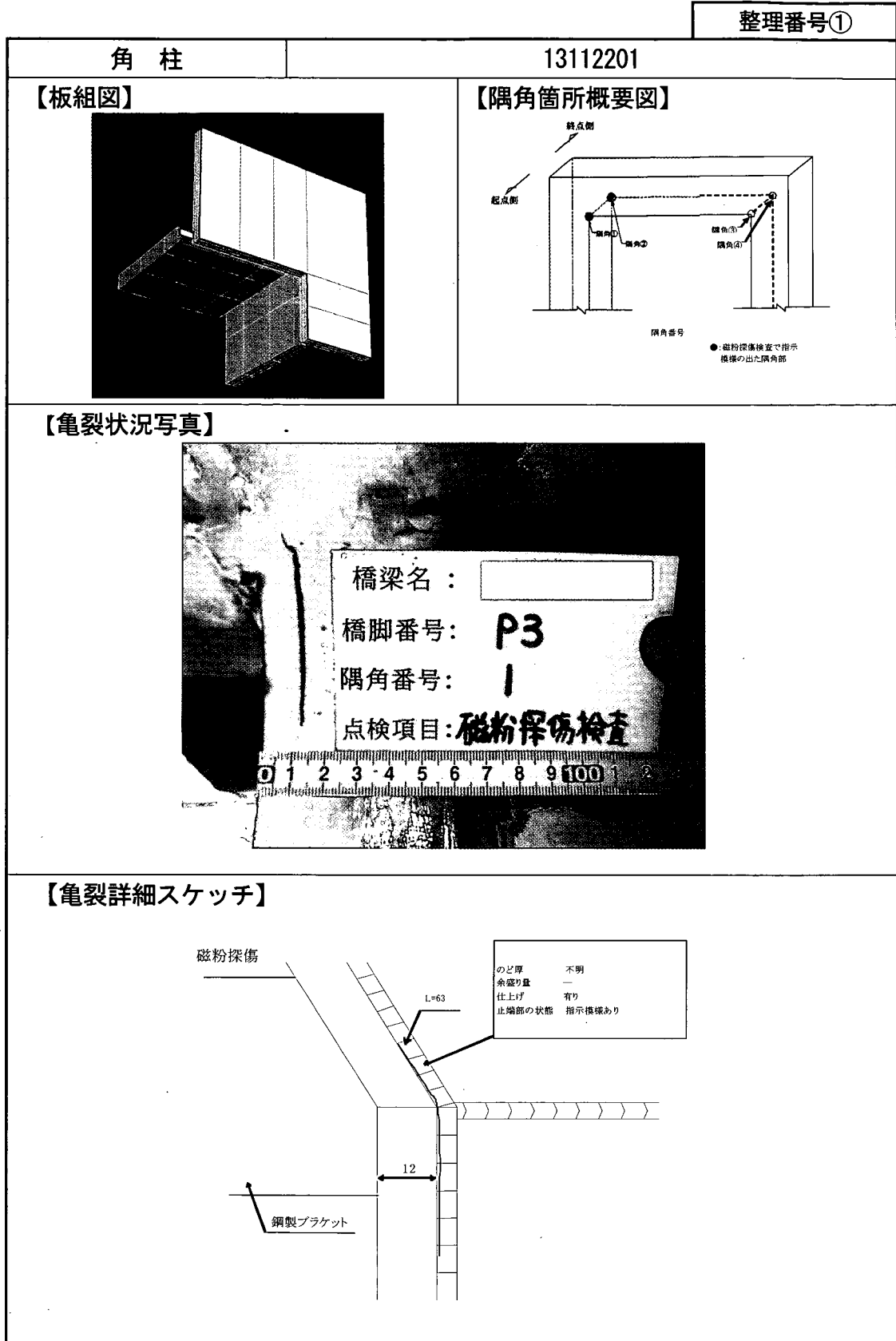
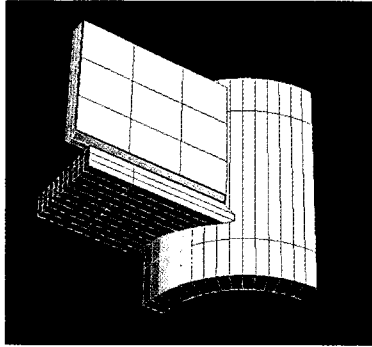


図4-1 採用事例の多い板組（角柱）

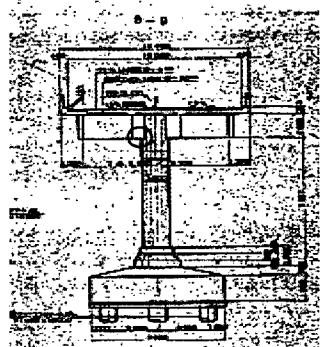
円柱

23761001

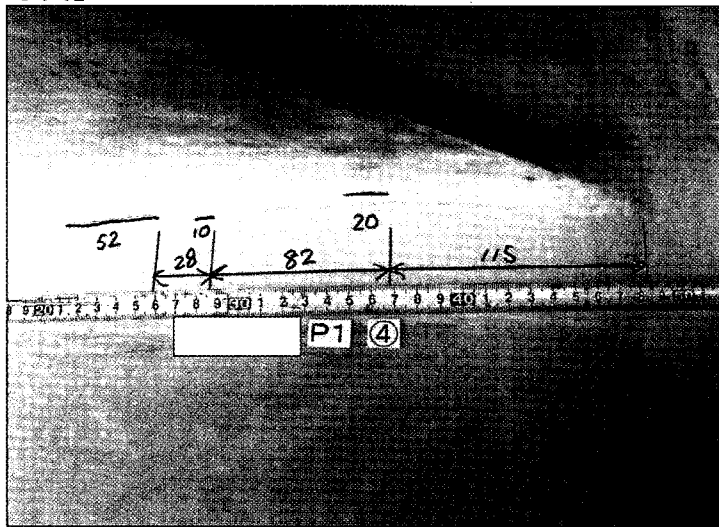
【板組図】



【隅角箇所概要図】



【亀裂状況写真】



【亀裂詳細スケッチ】

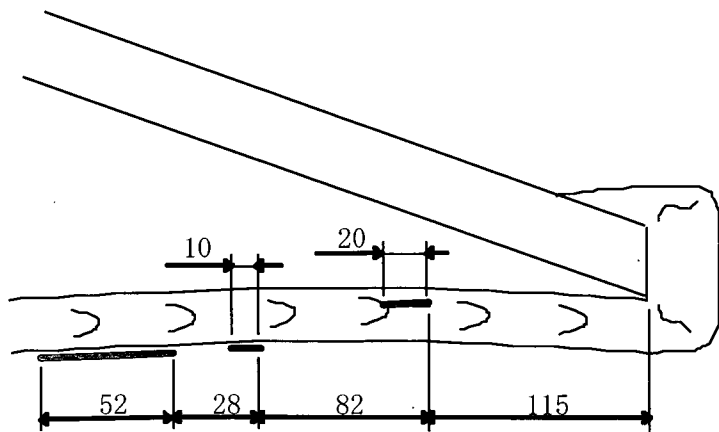
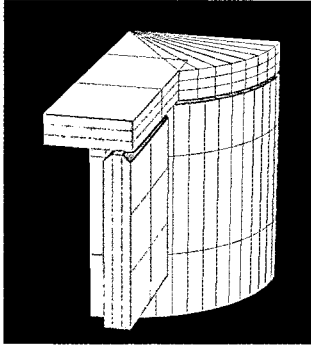


図4-2 採用事例の多い板組（円柱その1）

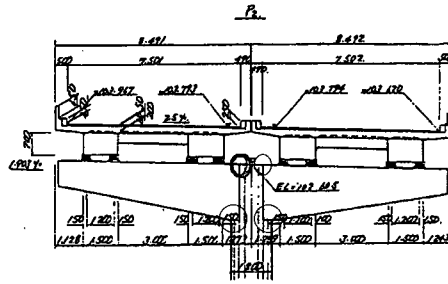
円柱

21661001

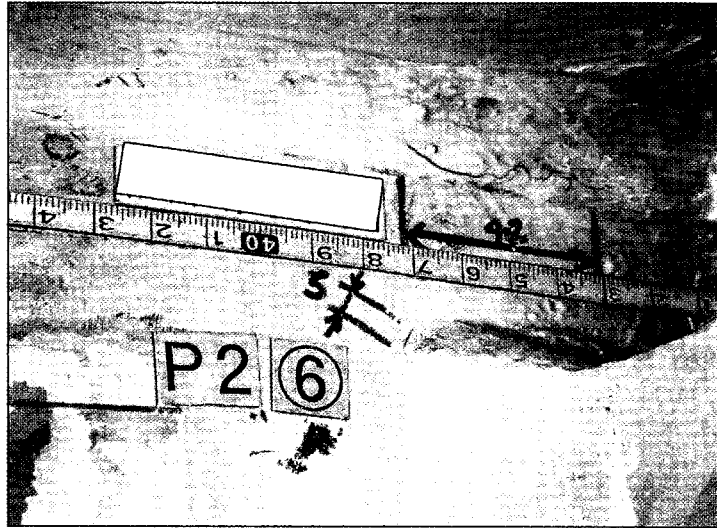
【板組図】



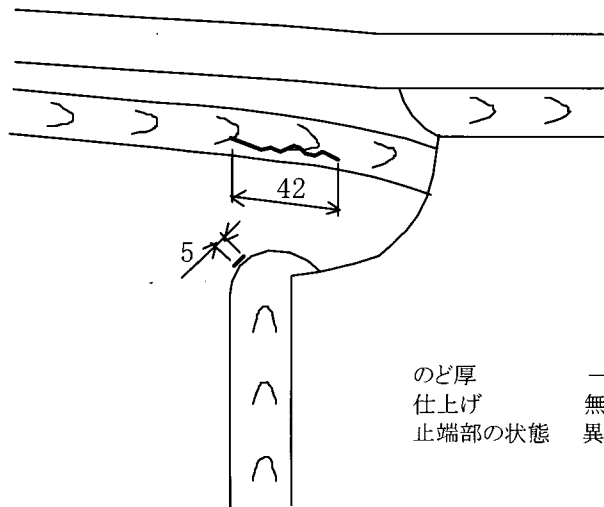
【隅角箇所概要図】



【亀裂状況写真】



【亀裂詳細スケッチ】



のど厚 —
 仕上げ 無し
 止端部の状態 異常なし

図4-3 採用事例の多い板組（円柱その2）

(2) 採用事例は少ないが損傷発生率の高い板組事例

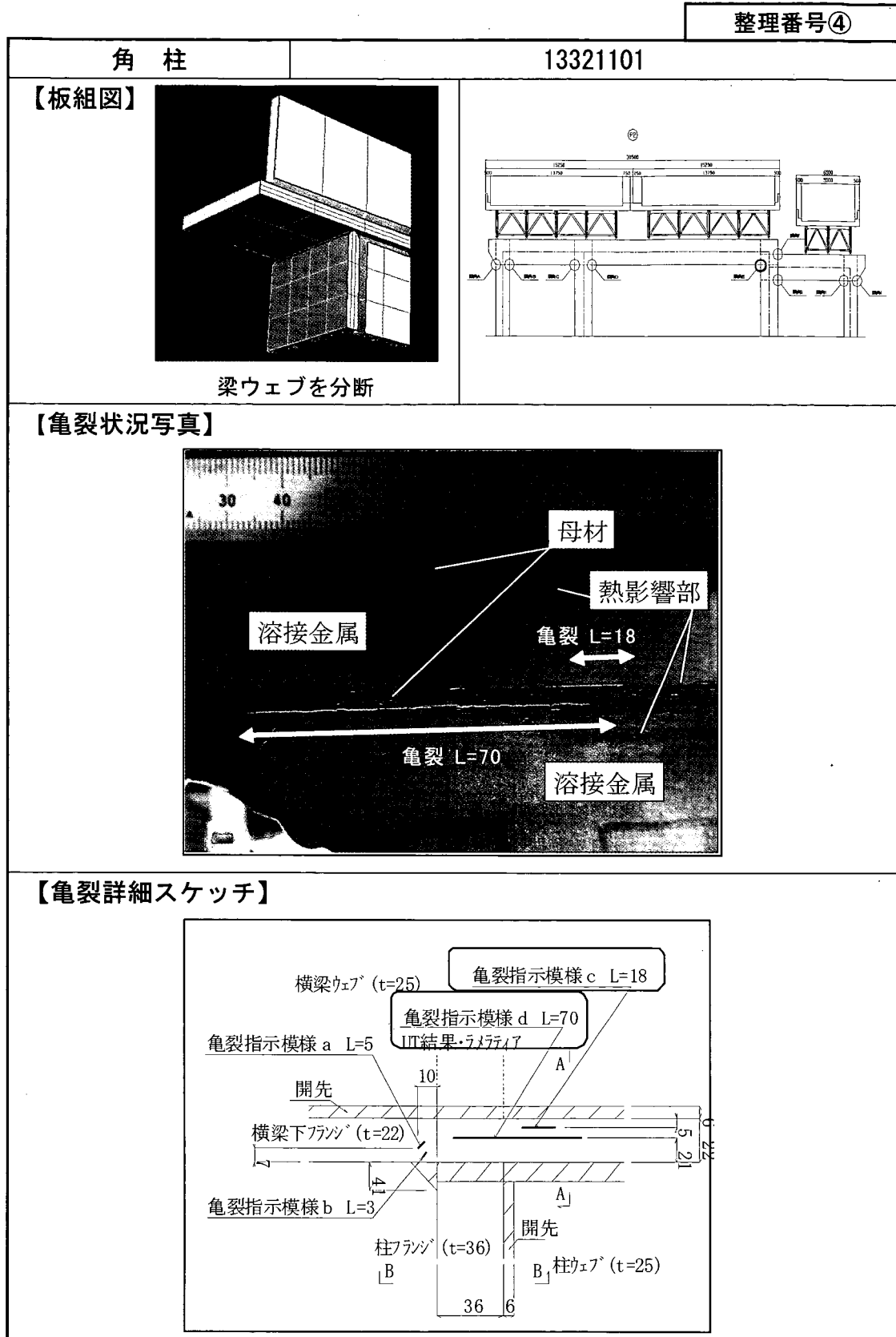
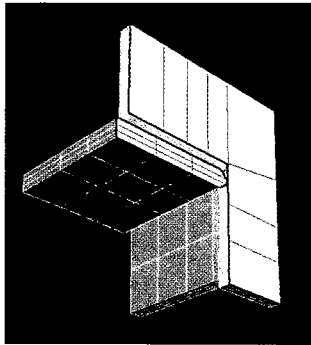


図4-4 採用事例は少ないが損傷発生率が高い板組（梁ウェブ分断）

角 柱

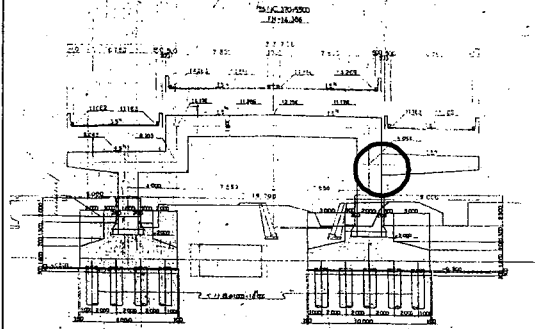
13111201

【板組図】



梁・柱の勝ち部材の組み替え

【隅角箇所概要図】



【亀裂状況写真】

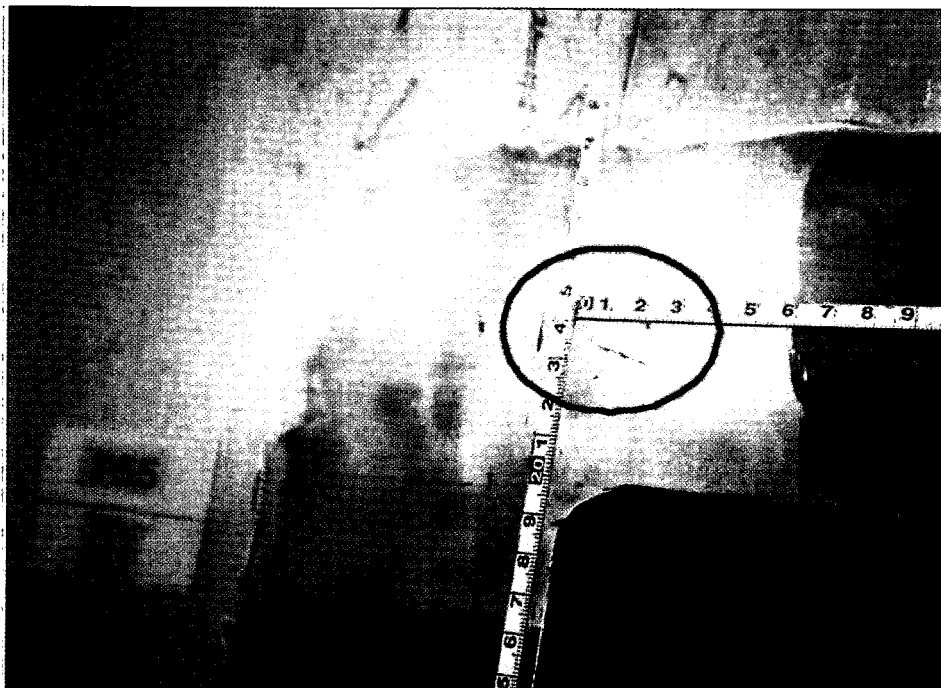
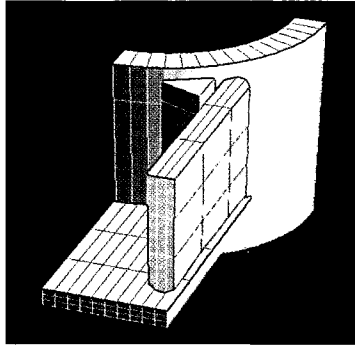


図4-5 採用事例は少ないが損傷発生率が高い板組（板組み替え）

円柱

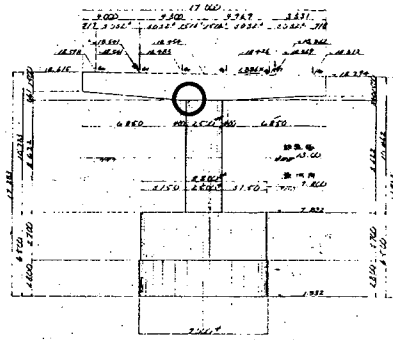
23781001

【板組図】



梁ウェブ突き合わせ部に三角バー使用

【隅角箇所概要図】



【亀裂状況写真】

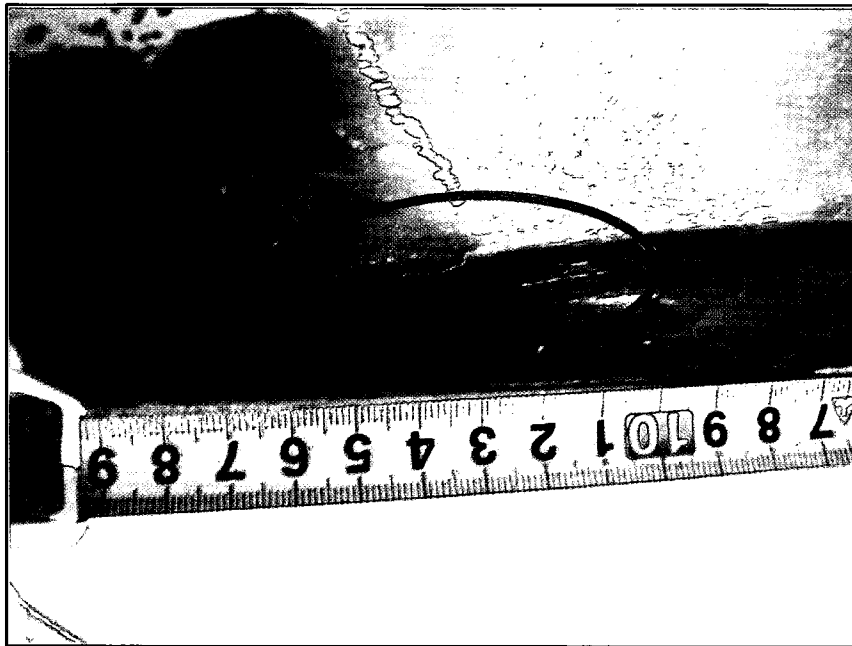
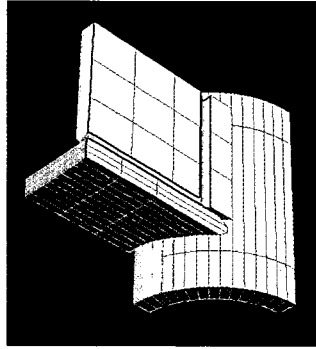


図4-6 採用事例は少ないが損傷発生率が高い板組（三角バー）

円柱

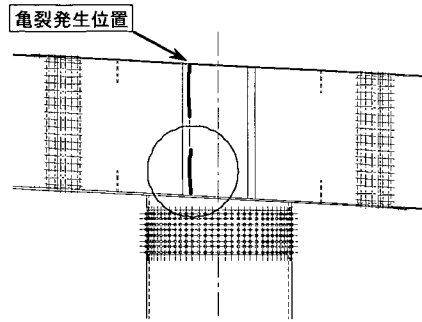
23771001

【板組図】



梁ウェブ突き合わせ部に三角バー使用

【隅角箇所概要図】



【亀裂状況写真】



図4-7 採用事例は少ないが損傷発生率が高い板組（三角バー）

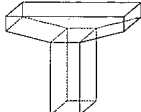
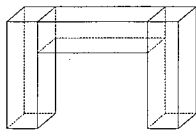
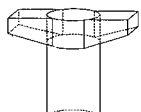
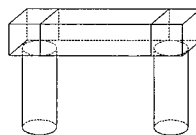
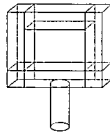
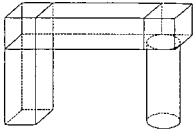
5. 橋脚の断面形状等基本条件と損傷の関係

前述の分析パラメータによる分析結果を以下に述べる。

5.1 分析①-1 橋脚の断面形状と損傷の関係

橋脚の断面形状（表 5-1）と損傷発生の関係について、橋脚別、隅角別、溶接線方向別に分析を行う。

表 5-1 橋脚の断面形状

角柱橋脚	円柱橋脚	混合橋脚
 	 	 

【分析結果】

①橋脚数

分析対象全 319 橋脚は、角柱 191 橋脚（59.9%）と円柱117橋脚（36.7%）および、角柱、円柱が混在する混合橋脚 11 橋脚（3.4%）とに分類される。（図5-1）

全橋脚の損傷発生率は、図5-2に示すように 44.8%であり、角柱および円柱の損傷発生率は、図 5-3 に示すように、角柱で 49.2%、円柱で 35.9%を示す。また、損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率は図 5-4 より全橋脚で 8.5%、角柱で 6.8%、円柱で 14.5%を示す。

②隅角数

分析対象全 2462 隅角は、角柱 1452 隅角（59.0%）と円柱 1010 隅角（41.0%）に分類される。（図 5-6）

全隅角数の損傷発生率は、図 5-7 に示すように 14.3%であり、角柱および円柱の損傷発生率は、図 5-8 に示すように、角柱で 15.4%、円柱で 12.7%を示す。また、損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率は図 5-9 より全隅角で 1.8%、角柱で 1.3%、円柱で 2.6%を示す。

③溶接線方向

溶接線方向別（X,Y,Z）の損傷状況を見ると、角柱、円柱の各方向とも 5%強程度の損傷発生率を示す。

【考察】

橋脚別、隅角別の分析結果を見ると、角柱の損傷発生率が円柱より高めであるが、損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率は円柱の損傷発生率が角柱より高めであり、橋脚種別による

有為差は不明である。また、溶接線方向別にも顕著な損傷傾向は見られなかった。以降の分析において完成年、大型車交通量、大型車累積交通量、支承条件等と損傷発生との関係を確認しながら、どのような状況下に置かれた橋脚が疲労損傷の観点から危険なのかを探索してみることにする。

(1) 橋脚の断面形状別の損傷状況

表5-2 損傷橋脚数

	単位	脚数	損傷有	損傷無
全橋脚	脚	319	143	176
角柱		191	94	97
円柱		117	42	75
混合		11	7	4

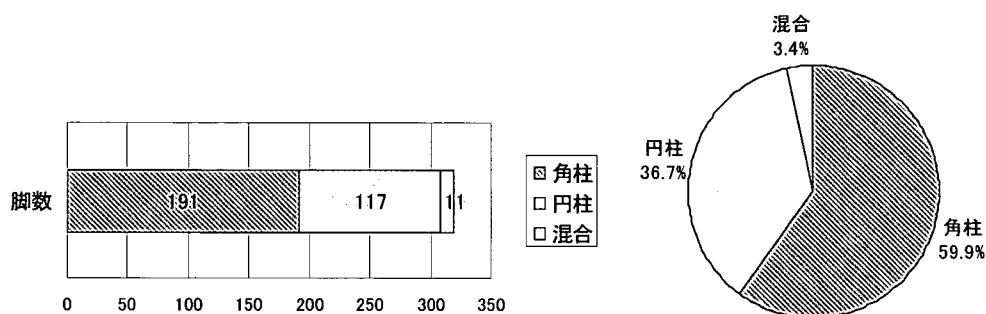


図5-1 橋脚の断面形状

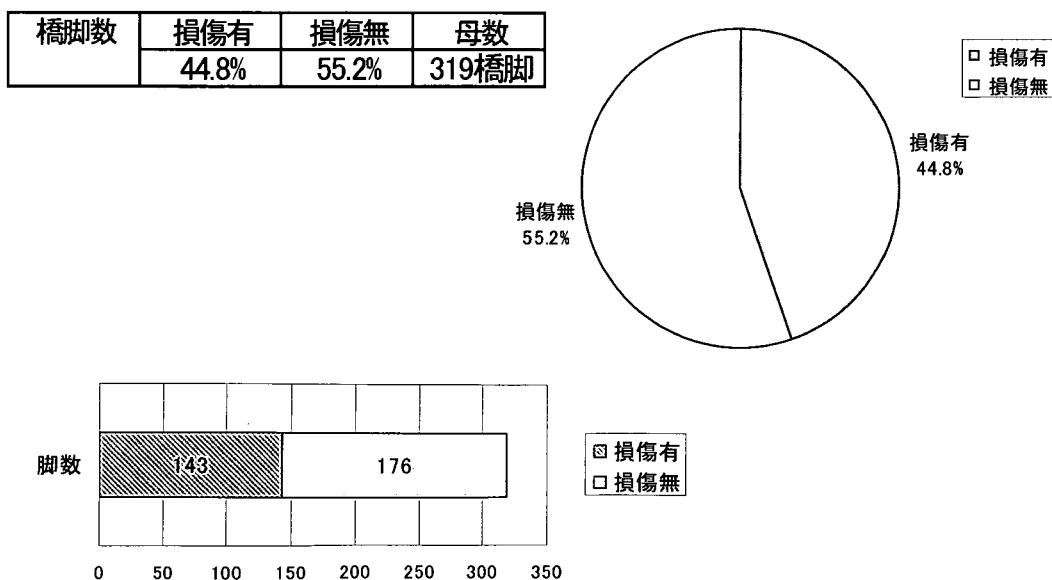
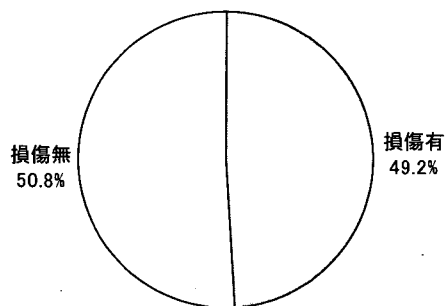
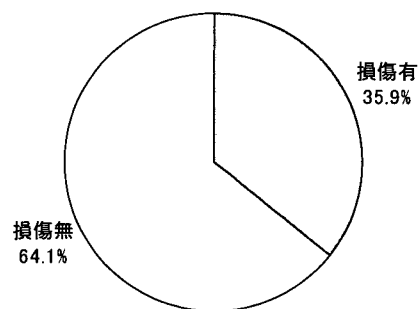


図5-2 橋脚の損傷発生率

角柱	損傷有	損傷無	母数
	49.2%	50.8%	191橋脚



円柱	損傷有	損傷無	母数
	35.9%	64.1%	117橋脚



混合	損傷有	損傷無	母数
	63.6%	36.4%	11橋脚

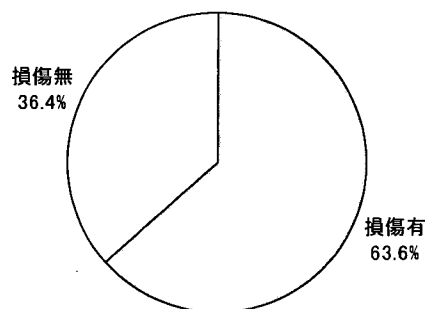
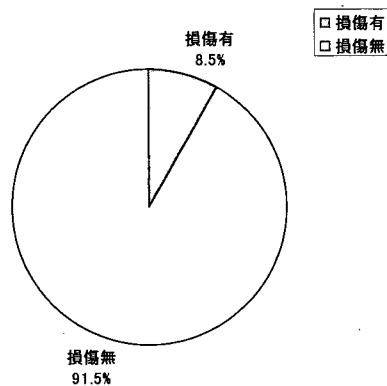


図5-3 橋脚の断面形状別の損傷発生率

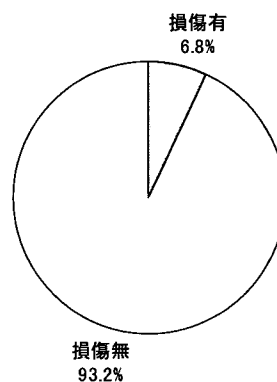
表5-3 損傷長さ30mm以上の損傷橋脚数

	単位	脚数	損傷有	損傷無
全橋脚	脚	319	30	289
角柱		191	13	178
円柱		117	17	100
混合		11	0	11

隅角数	損傷有	損傷無	母数
	9.4%	90.6%	319橋脚



角柱	損傷有	損傷無	母数
	6.8%	93.2%	191橋脚



円柱	損傷有	損傷無	母数
	14.5%	85.5%	117橋脚

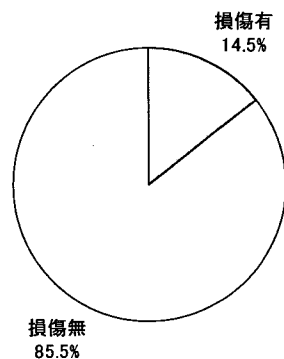


図5-4 橋脚の断面形状別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

(2) 隅角別の損傷状況

表5-4 損傷隅角数

	単位	隅角	損傷有	損傷無
全隅角	隅角	2462	351	2111
角柱		1452	223	1229
円柱		1010	128	882

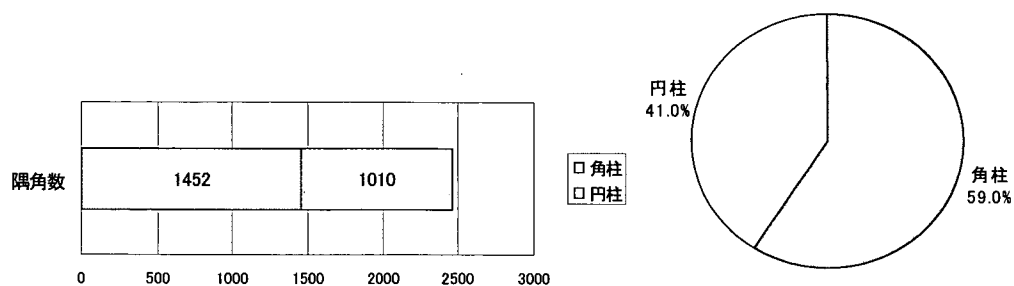


図5-5 角柱、円柱の隅角数

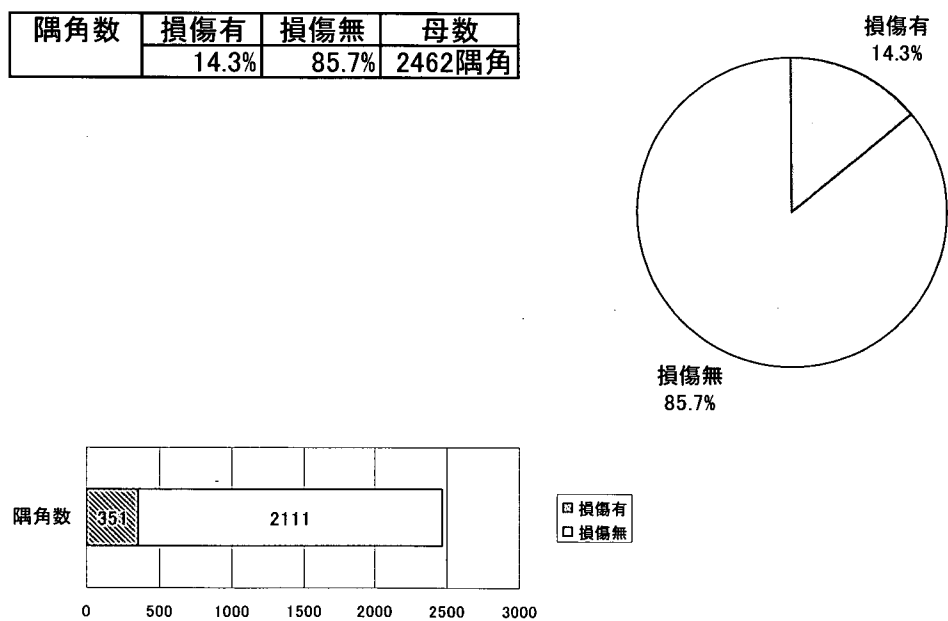
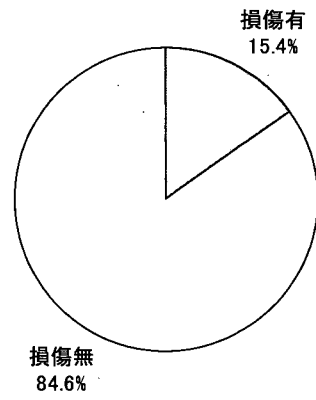


図5-6 隅角別の損傷発生率

角柱	損傷有	損傷無	母数
	223	1229	1452隅角



円柱	損傷有	損傷無	母数
	128	882	1010隅角

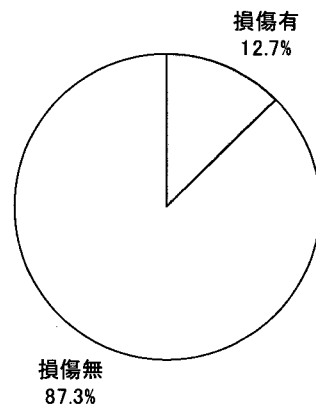
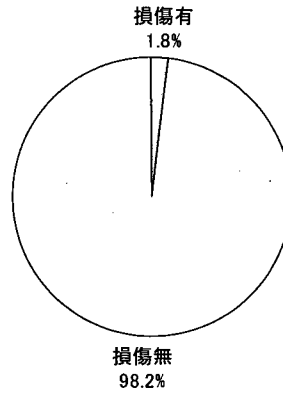


図5-7 角柱、円柱の隅角別の損傷発生率

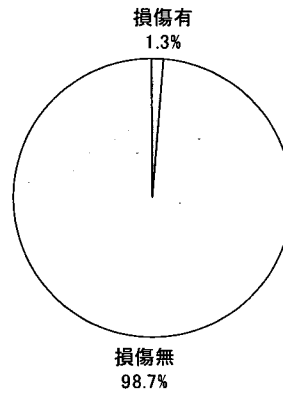
表5-5 損傷長さ30mm以上の損傷隅角数

	単位	隅角	損傷有	損傷無
全隅角	隅角	2462	45	2417
角柱		1452	19	1433
円柱		1010	26	984

隅角数	損傷有	損傷無	母数
	1.8%	98.2%	2462隅角



角柱	損傷有	損傷無	母数
	19	1433	1452隅角



円柱	損傷有	損傷無	母数
	26	984	1010隅角

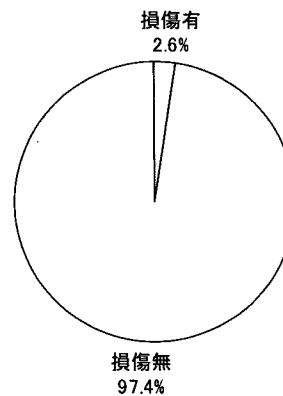


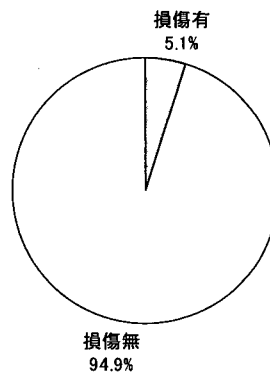
図5-8 損傷長さ30mm以上の隅角別の損傷発生率

(3) 溶接線別の損傷状況

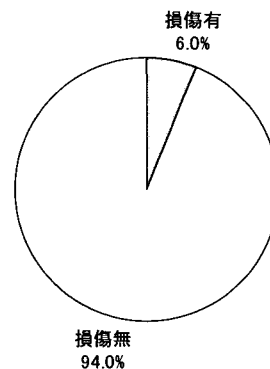
表5-6 損傷溶接線数

		溶接線	損傷有	損傷無
全溶接線	X	2298	118	2180
	Y	2252	136	2116
	Z	2390	170	2220
角柱	X	1322	73	1249
	Y	1314	80	1234
	Z	1428	122	1306
円柱	X	976	45	931
	Y	938	56	882
	Z	962	48	914

溶接線	損傷有	損傷無	母数
X	5.1%	94.9%	2298溶接線



溶接線	損傷有	損傷無	母数
Y	6.0%	94.0%	2252溶接線



溶接線	損傷有	損傷無	母数
Z	7.1%	92.9%	2390溶接線

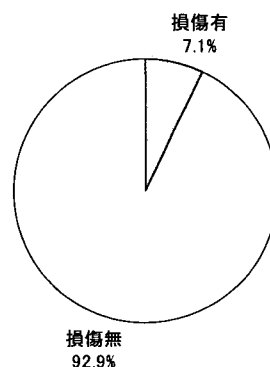
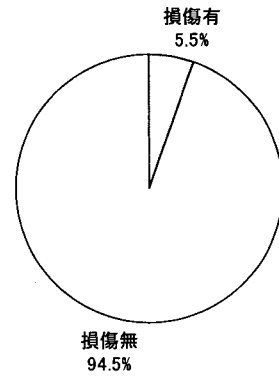
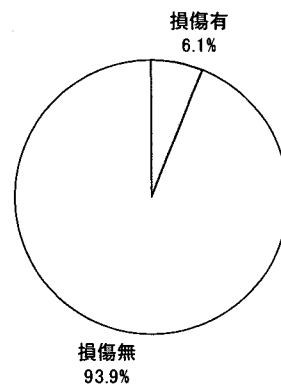


図5-9 溶接線別の損傷発生率

	溶接線	損傷有	損傷無	母数
角柱	X	5.5%	94.5%	1322溶接線



	溶接線	損傷有	損傷無	母数
角柱	Y	6.1%	93.9%	1314溶接線



	溶接線	損傷有	損傷無	母数
角柱	Z	8.5%	91.5%	1428溶接線

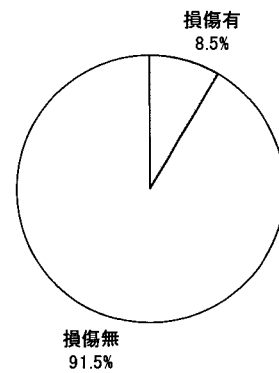
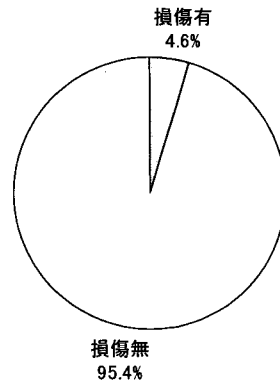
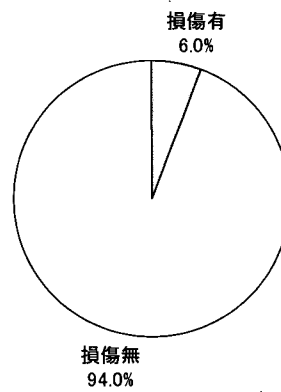


図5-10 溶接線別の損傷発生率（角柱）

	溶接線	損傷有	損傷無	母数
円柱	X	4.6%	95.4%	976溶接線



	溶接線	損傷有	損傷無	母数
円柱	Y	6.0%	94.0%	938溶接線



	溶接線	損傷有	損傷無	母数
円柱	Z	5.0%	95.0%	962溶接線

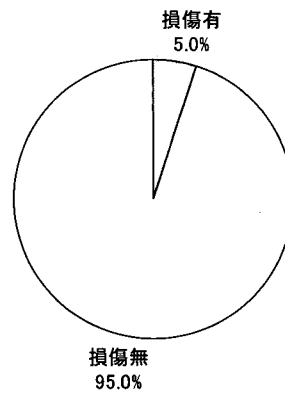
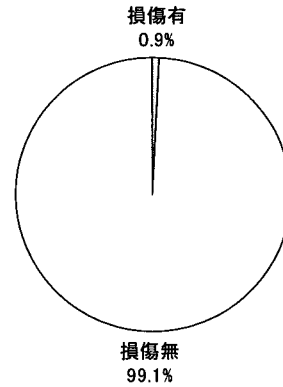


図5-11 溶接線別の損傷発生率（円柱）

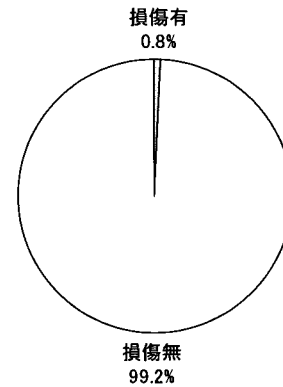
表5-7 損傷長さ30mm以上の損傷溶接線数

		溶接線	損傷有	損傷無
全溶接線	X	2298	21	2277
	Y	2252	19	2233
	Z	2390	10	2380
角柱	X	1322	11	1311
	Y	1314	10	1304
	Z	1428	3	1425
円柱	X	976	10	966
	Y	938	9	929
	Z	962	7	955

溶接線	損傷有	損傷無	母数
X	0.9%	99.1%	2298溶接線



溶接線	損傷有	損傷無	母数
Y	0.8%	99.2%	2252溶接線



溶接線	損傷有	損傷無	母数
Z	0.4%	99.6%	2390溶接線

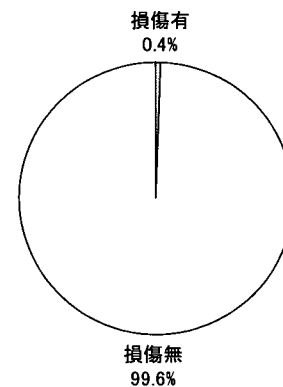
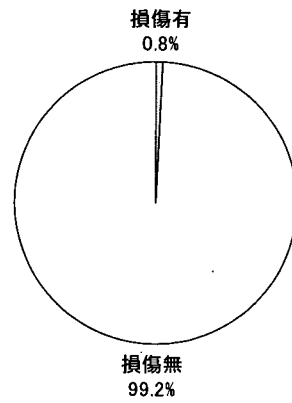
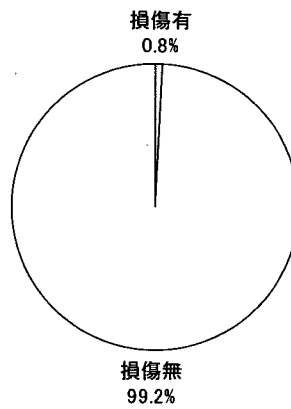


図5-12 損傷長さ30mm以上の溶接線別の損傷発生率

	溶接線	損傷有	損傷無	母数
角柱	X	0.8%	99.2%	1322溶接線



	溶接線	損傷有	損傷無	母数
角柱	Y	0.8%	99.2%	1314溶接線



	溶接線	損傷有	損傷無	母数
角柱	Z	0.2%	99.8%	1428溶接線

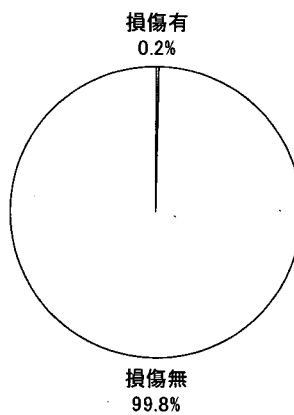
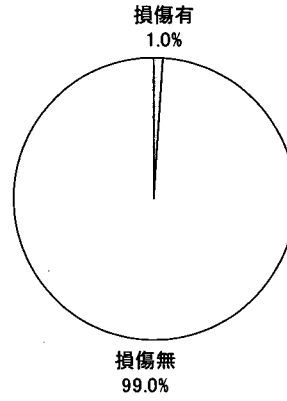
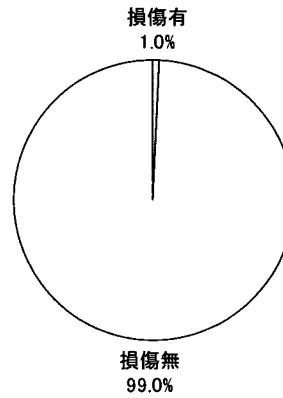


図5-13 損傷長さ30mm以上の溶接線別の損傷発生率（角柱）

	溶接線	損傷有	損傷無	母数
円柱	X	1.0%	99.0%	976溶接線



	溶接線	損傷有	損傷無	母数
円柱	Y	1.0%	99.0%	938溶接線



	溶接線	損傷有	損傷無	母数
円柱	Z	0.7%	99.3%	962溶接線

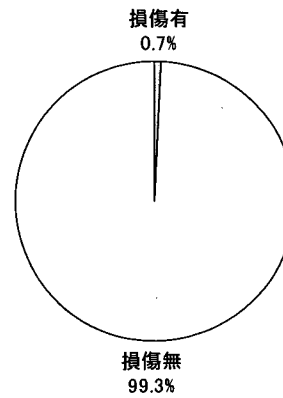


図5-14 損傷長さ30mm以上の溶接線別の損傷発生率（円柱）

5.2 分析② 完成年と損傷の関係

分析対象橋脚全 319 橋脚を、完成年と損傷発生の関係について分析を行う。

【分析結果】

鋼製橋脚の建造は、昭和 30 年代後半から経済成長とともに進められ、国土交通省においては現在（H14 年度時点）に至るまでに 334 橋脚が建造されてきた。それらの内、分析対象とした 319 橋脚を完成年別に分類した橋脚数を図5-15 に示す。

鋼製橋脚の建設ピークが昭和 40 年代中盤、昭和 50 年代後半および平成初期に現れているが、損傷発生橋脚のピークは、脚柱形状によって傾向を異にしている。

鋼製橋脚の建設ピーク年度のうち、角柱の損傷発生は、平成初期（H3 ～ 4）及び近年（H12 ～ 13）に建造された橋脚に顕著に現れており、円柱の損傷発生は、昭和 40 年代中盤及び平成初期に建造された橋脚に発生傾向が認められる。

【考察】

鋼製橋脚の建設ピークは、昭和 40 年代中盤、昭和 50 年代後半および平成初期に現れており、それらの建設ピーク時の損傷発生率は、角柱で平成初期に、円柱で昭和 40 年代中盤に高くなっており、高度経済成長期とバブル経済期に製作された橋脚は損傷発生率が高いことがわかる。

平成に入って建造された橋脚に発生傾向が認められるが、これら平成以降に建設された橋脚の損傷発生は、供用後の交反応力履歴回数がまだ少ないことから、よほど過大な荷重履歴を受けているのか、または疲労のみならず設計・製作上の原因等も予想される。

このため次項の分析③及び分析④では、大型車交通量との関係について分析を行う。

表5-8 完成年別橋脚数

完成年	橋脚数	角柱		円柱		混合	
		損傷有	損傷無	損傷有	損傷無	損傷有	損傷無
S37	1	0	1	0	0	0	0
S38	0	0	0	0	0	0	0
S39	4	0	0	0	4	0	0
S40	1	0	1	0	0	0	0
S41	3	0	0	1	2	0	0
S42	2	1	1	0	0	0	0
S43	23	1	1	3	18	0	0
S44	12	6	2	3	1	0	0
S45	6	1	2	0	3	0	0
S46	6	0	0	1	5	0	0
S47	13	0	0	9	4	0	0
S48	8	3	0	5	0	0	0
S49	6	1	0	2	3	0	0
S50	9	2	2	5	0	0	0
S51	7	1	0	0	2	2	2
S52	4	2	2	0	0	0	0
S53	7	4	0	2	1	0	0
S54	0	0	0	0	0	0	0
S55	1	0	0	0	1	0	0
S56	11	1	2	2	6	0	0
S57	2	0	1	1	0	0	0
S58	17	4	4	2	1	4	2
S59	5	3	2	0	0	0	0
S60	0	0	0	0	0	0	0
S61	1	1	0	0	0	0	0
S63	1	0	0	1	0	0	0
H1	3	1	1	1	0	0	0
H2	9	6	2	1	0	0	0
H3	14	8	5	0	1	0	0
H4	23	17	5	0	1	0	0
H5	11	0	0	1	10	0	0
H6	5	2	3	0	0	0	0
H7	6	3	3	0	0	0	0
H8	12	5	4	0	3	0	0
H9	4	1	3	0	0	0	0
H10	0	0	0	0	0	0	0
H11	10	0	6	2	2	0	0
H12	29	10	18	0	1	0	0
H13	16	2	13	0	1	0	0
H14	4	2	0	0	2	0	0
不明	23	6	13	0	3	1	0
計	319	94	97	42	75	7	4

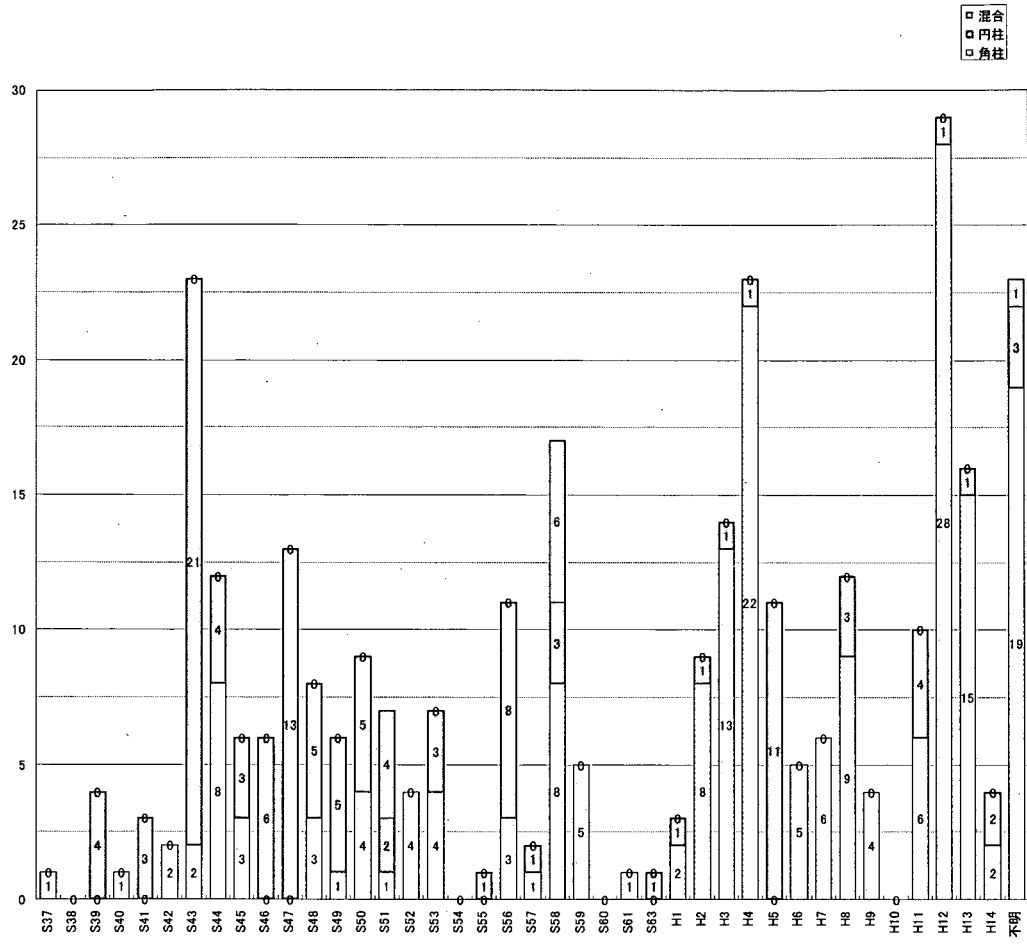
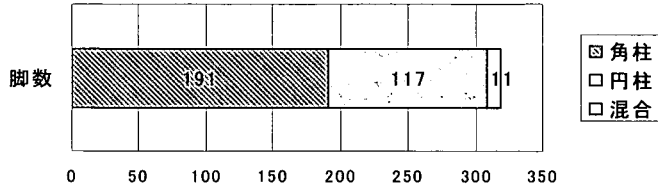
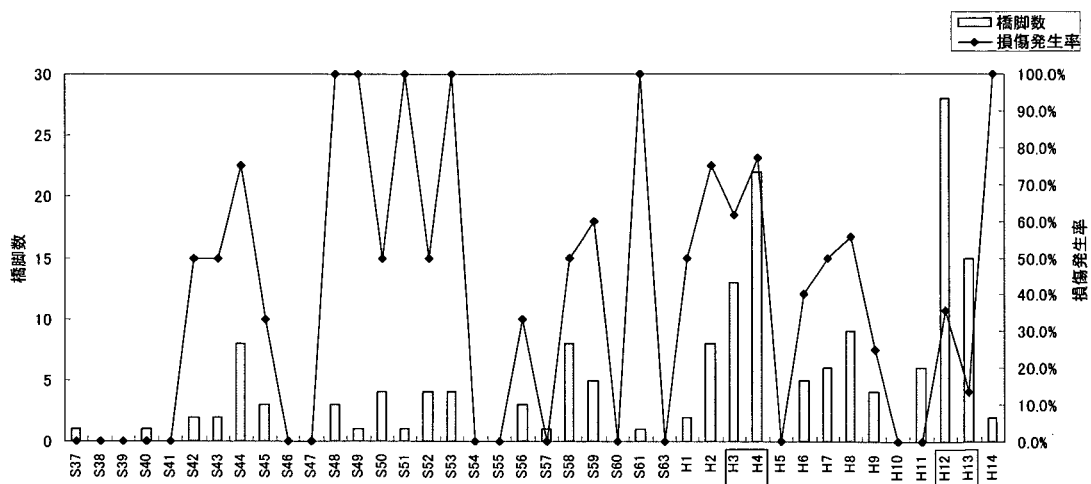


图5-15 完成年別橋脚数

表5-9 完成年別損傷発生率（角柱）

完成年	角柱		母数
	損傷有	損傷無	
S37	0.0%	100.0%	1橋脚
S38	0.0%	100.0%	0橋脚
S39	0.0%	100.0%	0橋脚
S40	0.0%	100.0%	1橋脚
S41	0.0%	100.0%	0橋脚
S42	50.0%	50.0%	2橋脚
S43	50.0%	50.0%	2橋脚
S44	75.0%	25.0%	8橋脚
S45	33.3%	66.7%	3橋脚
S46	0.0%	100.0%	0橋脚
S47	0.0%	100.0%	0橋脚
S48	100.0%	0.0%	3橋脚
S49	100.0%	0.0%	1橋脚
S50	50.0%	50.0%	4橋脚
S51	100.0%	0.0%	1橋脚
S52	50.0%	50.0%	4橋脚
S53	100.0%	0.0%	4橋脚
S54	0.0%	100.0%	0橋脚
S55	0.0%	100.0%	0橋脚
S56	33.3%	66.7%	3橋脚
S57	0.0%	100.0%	1橋脚
S58	50.0%	50.0%	8橋脚
S59	60.0%	40.0%	5橋脚
S60	0.0%	100.0%	0橋脚
S61	100.0%	0.0%	1橋脚
S63	0.0%	100.0%	0橋脚
H1	50.0%	50.0%	2橋脚
H2	75.0%	25.0%	8橋脚
H3	61.5%	38.5%	13橋脚
H4	77.3%	22.7%	22橋脚
H5	0.0%	100.0%	0橋脚
H6	40.0%	60.0%	5橋脚
H7	50.0%	50.0%	6橋脚
H8	55.6%	44.4%	9橋脚
H9	25.0%	75.0%	4橋脚
H10	0.0%	100.0%	0橋脚
H11	0.0%	100.0%	6橋脚
H12	35.7%	64.3%	28橋脚
H13	13.3%	86.7%	15橋脚
H14	100.0%	0.0%	2橋脚
不明	31.6%	68.4%	19橋脚

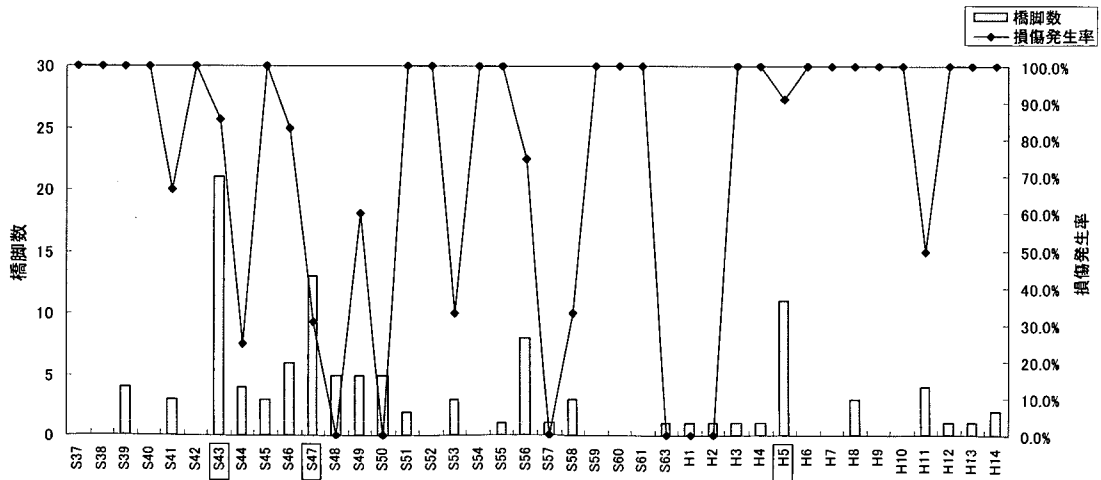


※□は母数が多い箇所を示す。

図5-16 完成年別損傷発生率（角柱）

表 5-10 完成年別損傷発生率（円柱）

完成年	円柱		母数
	損傷有	損傷無	
S37	0.0%	100.0%	0橋脚
S38	0.0%	100.0%	0橋脚
S39	0.0%	100.0%	4橋脚
S40	0.0%	100.0%	0橋脚
S41	33.3%	66.7%	3橋脚
S42	0.0%	100.0%	0橋脚
S43	14.3%	85.7%	21橋脚
S44	75.0%	25.0%	4橋脚
S45	0.0%	100.0%	3橋脚
S46	16.7%	83.3%	6橋脚
S47	69.2%	30.8%	13橋脚
S48	100.0%	0.0%	5橋脚
S49	40.0%	60.0%	5橋脚
S50	100.0%	0.0%	5橋脚
S51	0.0%	100.0%	2橋脚
S52	0.0%	100.0%	0橋脚
S53	66.7%	33.3%	3橋脚
S54	0.0%	100.0%	0橋脚
S55	0.0%	100.0%	1橋脚
S56	25.0%	75.0%	8橋脚
S57	100.0%	0.0%	1橋脚
S58	66.7%	33.3%	3橋脚
S59	0.0%	100.0%	0橋脚
S60	0.0%	100.0%	0橋脚
S61	0.0%	100.0%	0橋脚
S63	100.0%	0.0%	1橋脚
H1	100.0%	0.0%	1橋脚
H2	100.0%	0.0%	1橋脚
H3	0.0%	100.0%	1橋脚
H4	0.0%	100.0%	1橋脚
H5	9.1%	90.9%	11橋脚
H6	0.0%	100.0%	0橋脚
H7	0.0%	100.0%	0橋脚
H8	0.0%	100.0%	3橋脚
H9	0.0%	100.0%	0橋脚
H10	0.0%	100.0%	0橋脚
H11	50.0%	50.0%	4橋脚
H12	0.0%	100.0%	1橋脚
H13	0.0%	100.0%	1橋脚
H14	0.0%	100.0%	2橋脚
不明	0.0%	100.0%	3橋脚



※□は母数が多い箇所を示す。

図5-17 完成年別円柱橋脚損傷発生率

5.3 分析③ 大型車交通量と損傷の関係

大型車交通量と損傷発生の関係について分析を行う。

【分析結果】

図 5-18、図 5-19 に分析対象全 319 橋脚の大型車交通量（H11 年度センサス結果）毎の該当橋脚数を示した。また、図 5-20、図 5-21 には、大型車交通量毎の損傷発生率を示した。

角柱、円柱のいずれも大型車交通量は 10,000 台以上 15,000 台未満の範囲の橋脚数が多いことがわかった。

【考察】

大型車交通量と損傷発生を見ると、大型車交通量が 10,000 台以上 15,000 台未満の橋脚の損傷発生率が 10,000 台未満の橋脚の損傷発生率から急激な上昇を示す。それ以上の重交通量の範囲では、損傷発生率にばらつきがあるものの約半数の橋脚に損傷の発生が見られる。

疲労損傷は荷重の繰り返しの影響を受けるので、次項の分析④では累積大型車交通量と損傷発生の関係について分析を行う。

表5-11 大型車交通量別橋脚数

角柱	橋脚数	損傷有	損傷無
5,000未満	45	11	34
5,000以上10,000未満	19	5	14
10,000以上15,000未満	41	25	16
15,000以上20,000未満	15	5	10
20,000以上25,000未満	3	2	1
25,000以上30,000未満	2	1	1
30,000以上35,000未満	0	0	0
35,000以上40,000未満	37	20	17
不明	29	25	4
円柱	橋脚数	損傷有	損傷無
5,000未満	30	11	19
5,000以上10,000未満	21	8	13
10,000以上15,000未満	31	16	15
15,000以上20,000未満	23	7	16
20,000以上25,000未満	3	0	3
25,000以上30,000未満	0	0	0
30,000以上35,000未満	0	0	0
35,000以上40,000未満	0	0	0
不明	9	0	9
混合	橋脚数	損傷有	損傷無
5,000未満	0	0	0
5,000以上10,000未満	0	0	0
10,000以上15,000未満	11	7	4
15,000以上20,000未満	0	0	0
20,000以上25,000未満	0	0	0
25,000以上30,000未満	0	0	0
30,000以上35,000未満	0	0	0
35,000以上40,000未満	0	0	0
不明	0	0	0
計	橋脚数	損傷有	損傷無
5,000未満	75	22	53
5,000以上10,000未満	40	13	27
10,000以上15,000未満	83	48	35
15,000以上20,000未満	38	12	26
20,000以上25,000未満	6	2	4
25,000以上30,000未満	2	1	1
30,000以上35,000未満	0	0	0
35,000以上40,000未満	37	20	17
不明	38	25	13

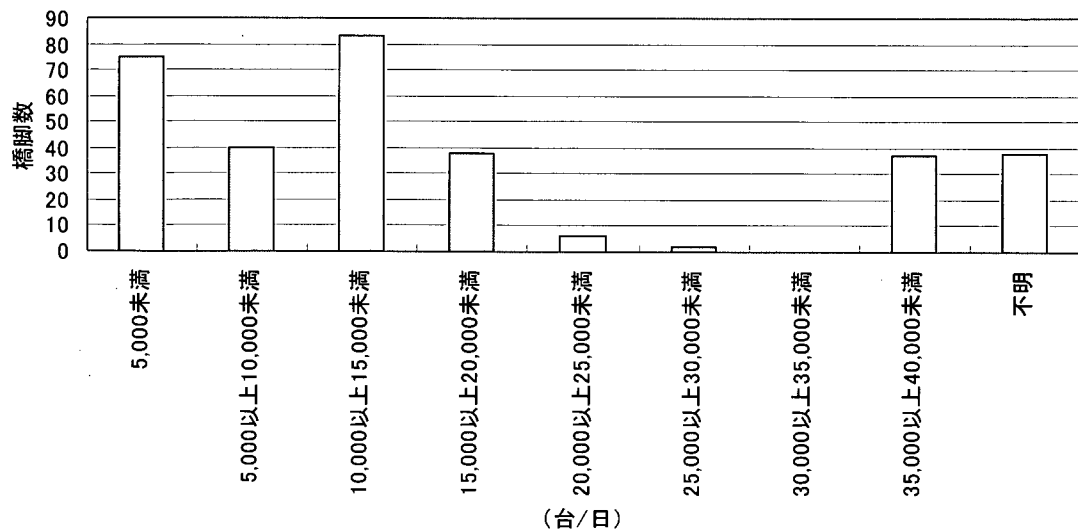
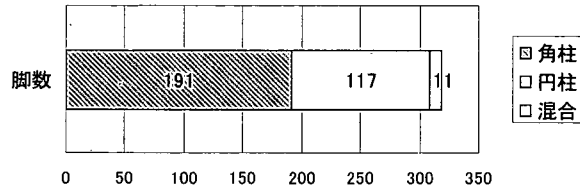
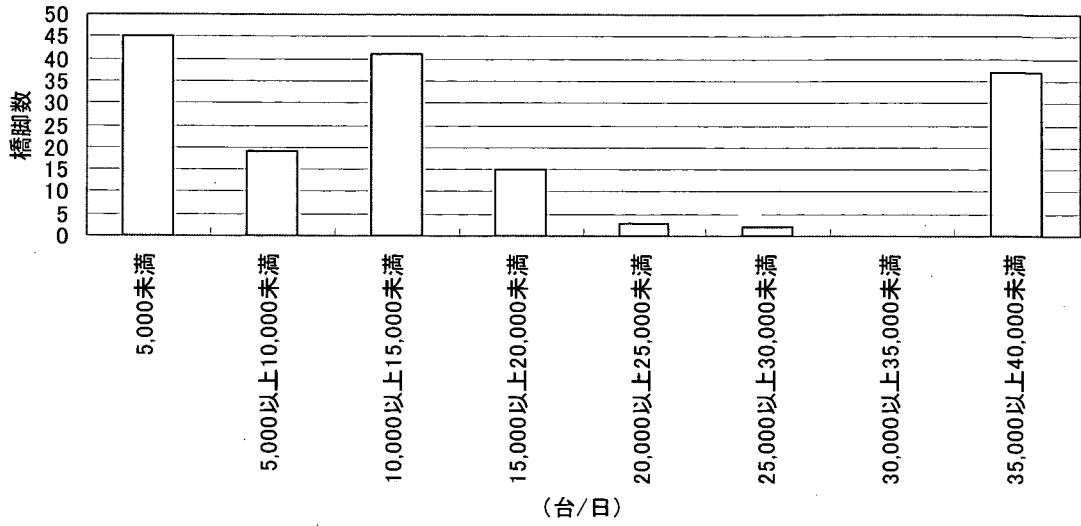


図5-18 大型車交通量別橋脚数



角柱



円柱

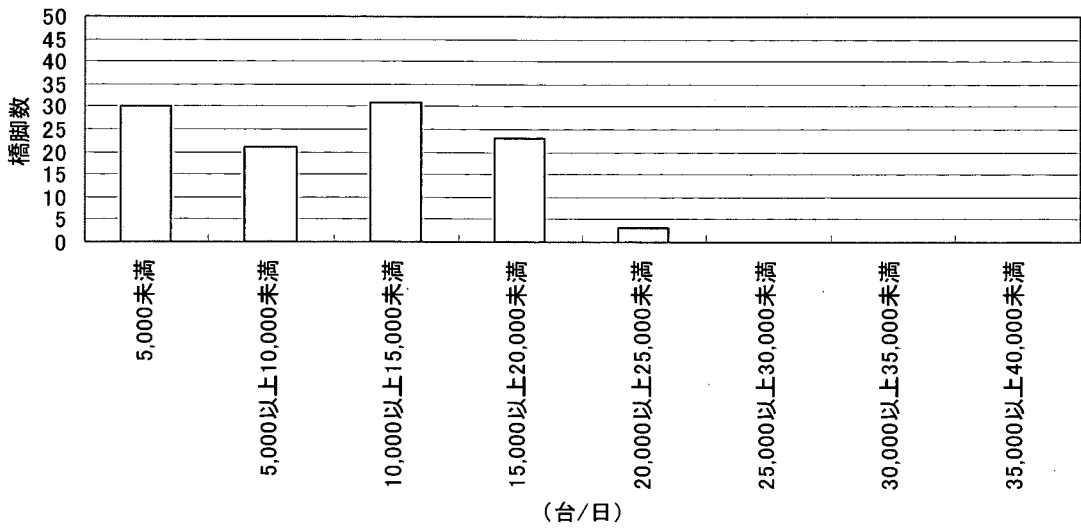


図5-19 角柱、円柱の大型車交通量別橋脚数

表5-12 大型車交通量別の損傷発生率

角柱	損傷有	損傷無	母数
5,000未満	24.4%	75.6%	45橋脚
5,000以上10,000未満	26.3%	73.7%	19橋脚
10,000以上15,000未満	61.0%	39.0%	41橋脚
15,000以上20,000未満	33.3%	66.7%	15橋脚
20,000以上25,000未満	66.7%	33.3%	3橋脚
25,000以上30,000未満	50.0%	50.0%	2橋脚
30,000以上35,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
35,000以上40,000未満	54.1%	45.9%	37橋脚
不明	86.2%	13.8%	29橋脚
円柱	損傷有	損傷無	母数
5,000未満	36.7%	63.3%	30橋脚
5,000以上10,000未満	38.1%	61.9%	21橋脚
10,000以上15,000未満	51.6%	48.4%	31橋脚
15,000以上20,000未満	30.4%	69.6%	23橋脚
20,000以上25,000未満	0.0%	100.0%	3橋脚
25,000以上30,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
30,000以上35,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
35,000以上40,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
不明	0.0%	100.0%	9橋脚
混合	損傷有	損傷無	母数
5,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
5,000以上10,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
10,000以上15,000未満	63.6%	36.4%	11橋脚
15,000以上20,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
20,000以上25,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
25,000以上30,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
30,000以上35,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
35,000以上40,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
不明	0.0%	100.0%	0橋脚
計	損傷有	損傷無	母数
5,000未満	29.3%	70.7%	75橋脚
5,000以上10,000未満	32.5%	67.5%	40橋脚
10,000以上15,000未満	57.8%	42.2%	83橋脚
15,000以上20,000未満	31.6%	68.4%	38橋脚
20,000以上25,000未満	33.3%	66.7%	6橋脚
25,000以上30,000未満	50.0%	50.0%	2橋脚
30,000以上35,000未満	0.0%	100.0%	0橋脚
35,000以上40,000未満	54.1%	45.9%	37橋脚
不明	65.8%	34.2%	38橋脚

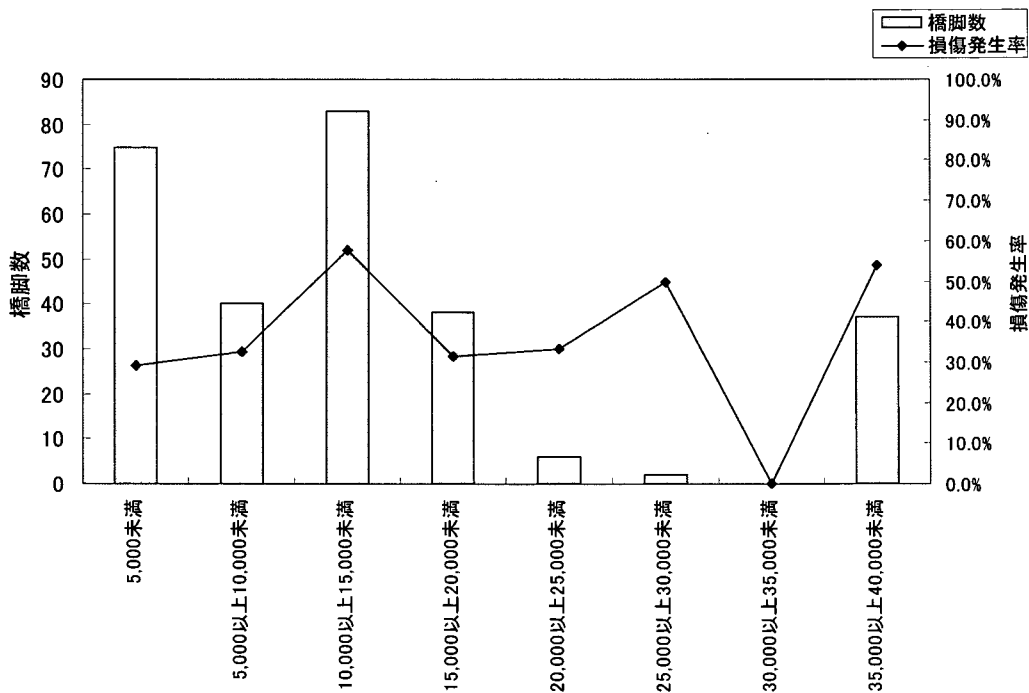


図5-20 大型車交通量と損傷の関係（橋脚数）

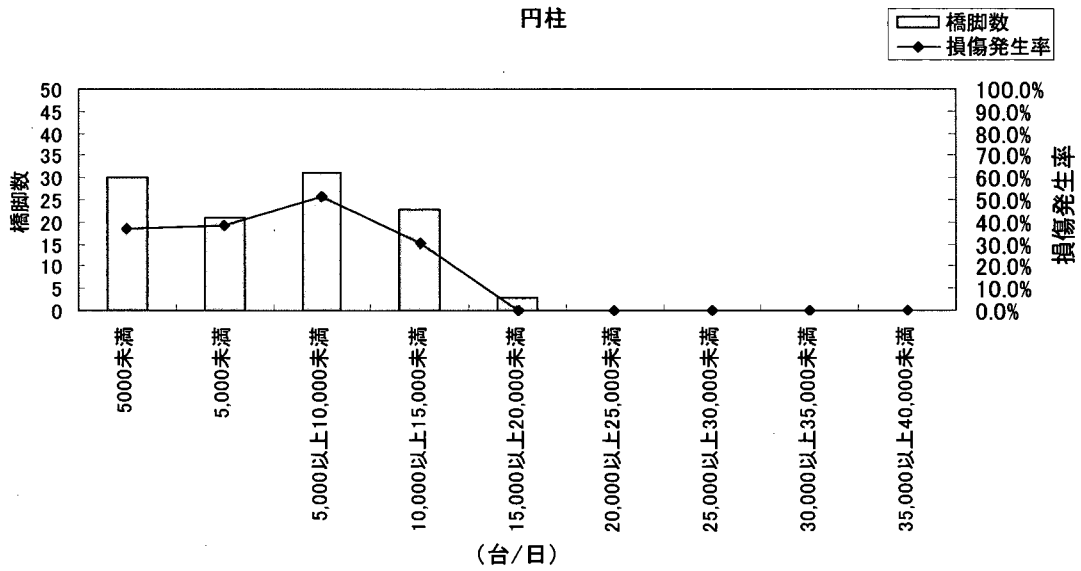
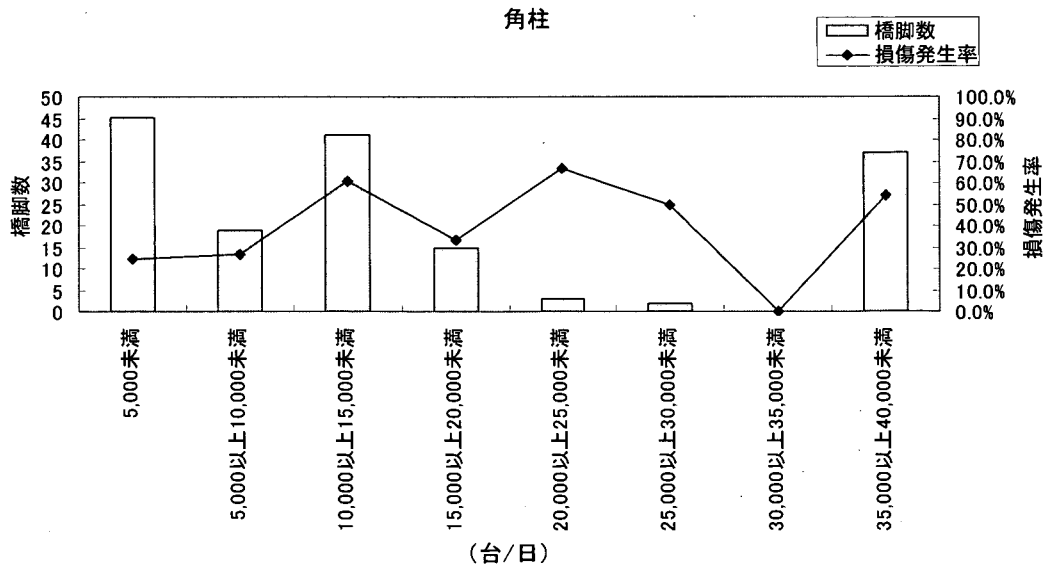


図5-21 橋脚種別および大型車交通量と損傷の関係 (橋脚数)

5.4 分析④

累積大型車交通量と損傷の関係について分析を行う。

$$\text{累積大型車交通量 (台)} = \text{供用年数 (年)} \times \text{大型車交通量 (台/日)} \times 365 \text{ (日)}$$

ここに

$$\text{供用年数 (年)} = 2002 \text{ (年)} - \text{竣工時年 (年)}$$

※分析の基となる損傷調査は、2002年に実施されていることから、2002年を基準として供用年を算出した。

【分析結果】

図 5-22 に累積大型車交通量と該当橋脚数を示した。分析対象橋脚 319 橋脚の 40%強が、累積大型車交通量4,500万台未満である。

図 5-23 より累積大型車交通量と損傷発生率の関係を見ると、累積大型車交通量が2.25億台未満の領域では、累積大型車交通量の増大とともに損傷発生率の増加傾向が見られる。更にそれ以上の累計値が大きな領域では、損傷発生率に大きなばらつきがあるが、この領域の数値は母数が少ないため参考程度に留めるものとする。

【考察】

累積大型車交通量が多いほど傷発生率も上昇しているが、2.25 億台以上で損傷発生率が下降している範囲がある。鋼製橋脚隅角部の損傷発生には大型車の繰返し载荷の影響が大きいが、それ以外の要因の影響も大きいと考えられる。

表5-13 累積大型車交通量別橋脚数

角柱	橋脚数	損傷有	損傷無
0.45億台未満	85	38	47
0.45億台以上0.90億台未満	38	19	19
0.90億台以上1.35億台未満	34	21	13
1.35億台以上1.80億台未満	10	7	3
1.80億台以上2.25億台未満	1	1	0
2.25億台以上2.70億台未満	2	1	1
2.70億台以上3.15億台未満	0	0	0
3.15億台以上3.60億台未満	2	1	1
不明	19	6	13
円柱	橋脚数	損傷有	損傷無
0.45億台未満	52	13	39
0.45億台以上0.90億台未満	19	11	8
0.90億台以上1.35億台未満	11	7	4
1.35億台以上1.80億台未満	10	7	3
1.80億台以上2.25億台未満	1	1	0
2.25億台以上2.70億台未満	21	3	18
2.70億台以上3.15億台未満	0	0	0
3.15億台以上3.60億台未満	0	0	0
不明	3	0	3
混合	橋脚数	損傷有	損傷無
0.45億台未満	0	0	0
0.45億台以上0.90億台未満	6	4	2
0.90億台以上1.35億台未満	3	1	2
1.35億台以上1.80億台未満	1	1	0
1.80億台以上2.25億台未満	0	0	0
2.25億台以上2.70億台未満	0	0	0
2.70億台以上3.15億台未満	0	0	0
3.15億台以上3.60億台未満	0	0	0
不明	1	1	0
計	橋脚数	損傷有	損傷無
0.45億台未満	137	51	86
0.45億台以上0.90億台未満	63	34	29
0.90億台以上1.35億台未満	48	29	19
1.35億台以上1.80億台未満	21	15	6
1.80億台以上2.25億台未満	2	2	0
2.25億台以上2.70億台未満	23	4	19
2.70億台以上3.15億台未満	0	0	0
3.15億台以上3.60億台未満	2	1	1
不明	23	7	16

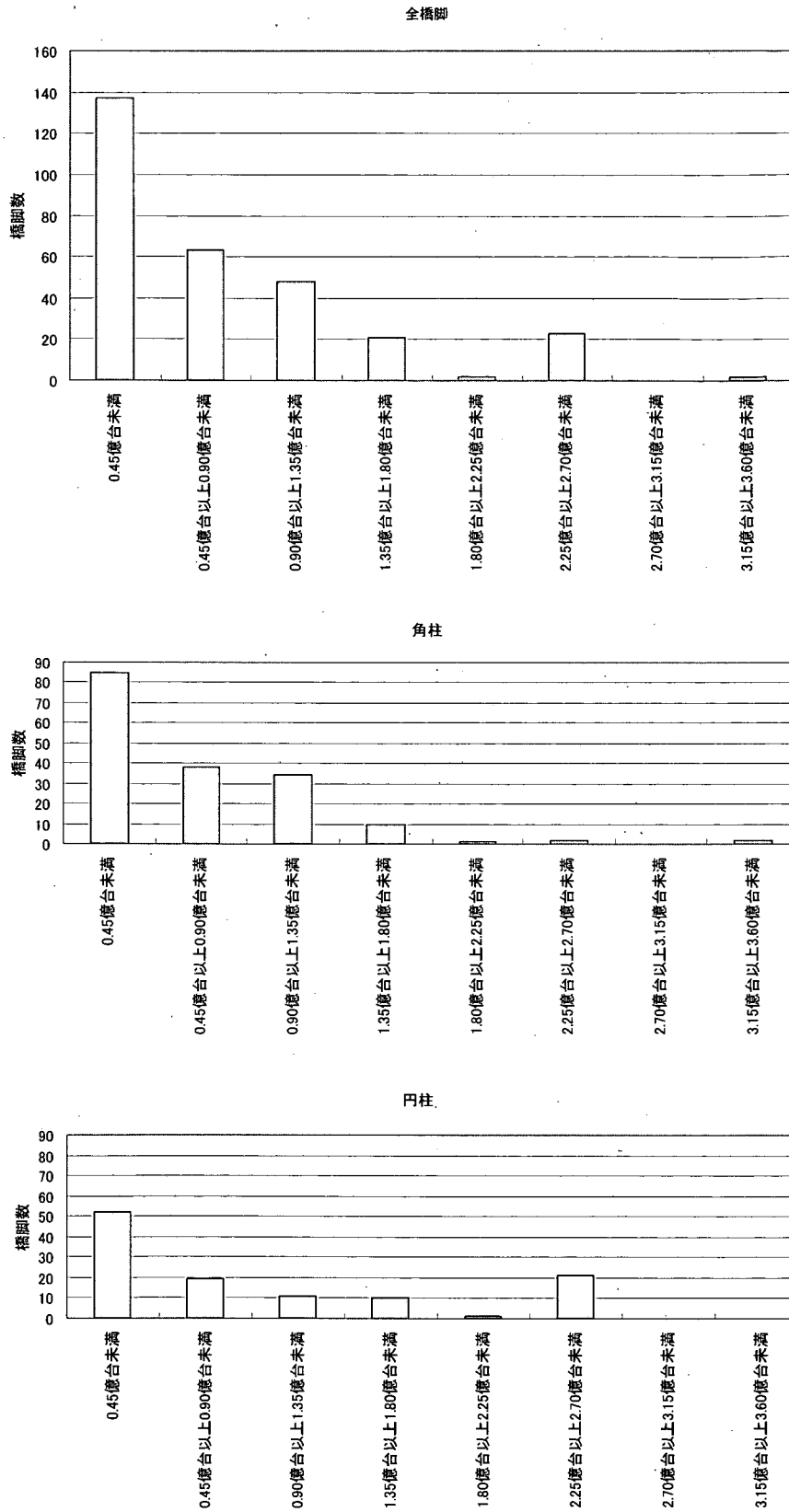


図5-22 累積大型車交通量別の橋脚数

表5-14 累積大型車交通量別損傷發生率

角柱	損傷有	損傷無	母数
0.45億台未滿	44.7%	55.3%	85橋脚
0.45億台以上0.90億台未滿	50.0%	50.0%	38橋脚
0.90億台以上1.35億台未滿	61.8%	38.2%	34橋脚
1.35億台以上1.80億台未滿	70.0%	30.0%	10橋脚
1.80億台以上2.25億台未滿	100.0%	0.0%	1橋脚
2.25億台以上2.70億台未滿	50.0%	50.0%	2橋脚
2.70億台以上3.15億台未滿	0.0%	100.0%	0橋脚
3.15億台以上3.60億台未滿	50.0%	50.0%	2橋脚
不明	31.6%	68.4%	19橋脚
円柱	損傷有	損傷無	母数
0.45億台未滿	25.0%	75.0%	52橋脚
0.45億台以上0.90億台未滿	57.9%	42.1%	19橋脚
0.90億台以上1.35億台未滿	63.6%	36.4%	11橋脚
1.35億台以上1.80億台未滿	70.0%	30.0%	10橋脚
1.80億台以上2.25億台未滿	100.0%	0.0%	1橋脚
2.25億台以上2.70億台未滿	14.3%	85.7%	21橋脚
2.70億台以上3.15億台未滿	0.0%	100.0%	0橋脚
3.15億台以上3.60億台未滿	0.0%	100.0%	0橋脚
不明	0.0%	100.0%	3橋脚
混合	損傷有	損傷無	母数
0.45億台未滿	0.0%	100.0%	0橋脚
0.45億台以上0.90億台未滿	66.7%	33.3%	6橋脚
0.90億台以上1.35億台未滿	33.3%	66.7%	3橋脚
1.35億台以上1.80億台未滿	100.0%	0.0%	1橋脚
1.80億台以上2.25億台未滿	0.0%	100.0%	0橋脚
2.25億台以上2.70億台未滿	0.0%	100.0%	0橋脚
2.70億台以上3.15億台未滿	0.0%	100.0%	0橋脚
3.15億台以上3.60億台未滿	0.0%	100.0%	0橋脚
不明	100.0%	0.0%	1橋脚
計	損傷有	損傷無	母数
0.45億台未滿	37.2%	62.8%	137橋脚
0.45億台以上0.90億台未滿	54.0%	46.0%	63橋脚
0.90億台以上1.35億台未滿	60.4%	39.6%	48橋脚
1.35億台以上1.80億台未滿	71.4%	28.6%	21橋脚
1.80億台以上2.25億台未滿	100.0%	0.0%	2橋脚
2.25億台以上2.70億台未滿	17.4%	82.6%	23橋脚
2.70億台以上3.15億台未滿	0.0%	100.0%	0橋脚
3.15億台以上3.60億台未滿	50.0%	50.0%	2橋脚
不明	30.4%	69.6%	23橋脚

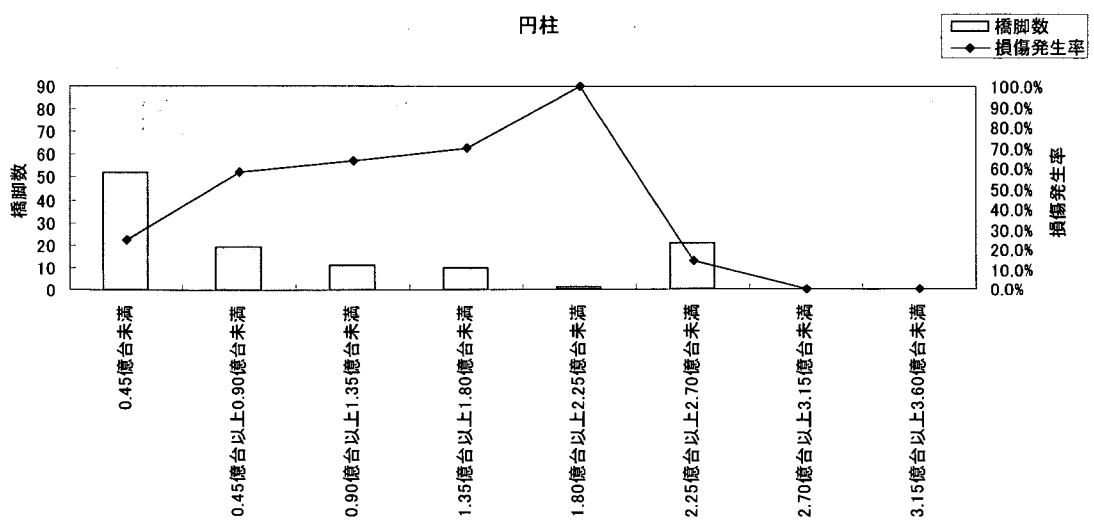
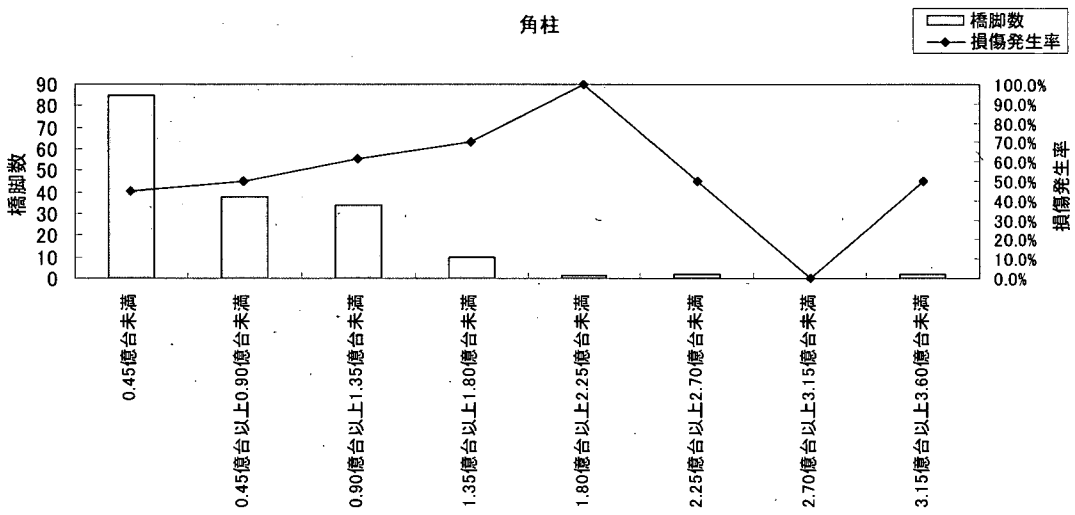
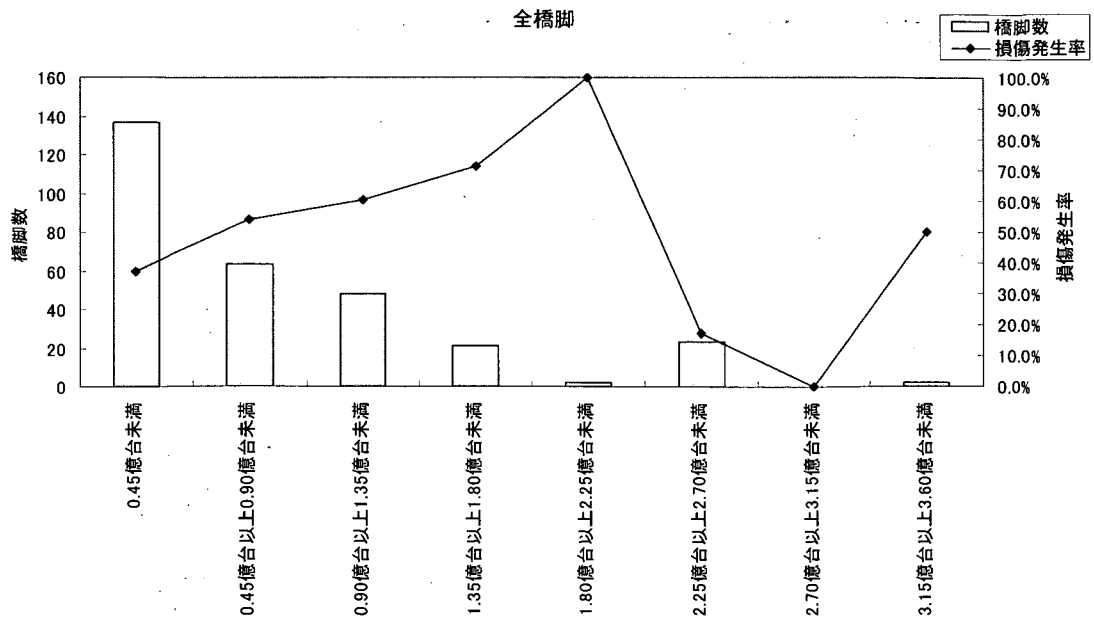
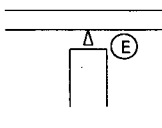
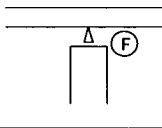
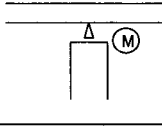
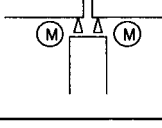
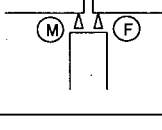
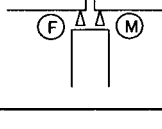
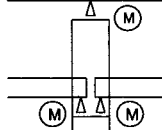
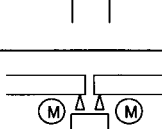


図5-23 累積大型車交通量別の損傷発生率

5.5 分析⑤

表 5-14 に示す支承条件と損傷発生の関係について分析を行う。

表5-15 鋼製橋脚の支承条件

		支持条件	
中間支点	E	弾性	
	F	固定	
	M	可動	
端部(架違い)	MM	可動・可動(架違い)	
	MF	可動・固定(架違い)	
	FM	固定・可動(架違い)	
2層ラーメン	M, MM	上層: 可動(中間支点) 下層: 可動・可動(架違い)	
	MM, MF	上層: 可動(中間支点) 下層: 可動・可動(架違い)	

【分析結果】

各々の該当橋脚数および損傷率を図 5-24、図 5-25 に示す。

固定橋脚（F）、可動・固定の架け違い橋脚（MF）、弾性支持橋脚（E）、可動・可動の架け違い（MM）の採用実績が多く、このうち弾性支持橋脚（E）の損傷発生率が 31%と他の支承条件よりは低い傾向にある。

【考察】

母数の多い支承条件に着目すると、弾性支持橋脚（E）は半数程度の橋脚に損傷の発生している他の支承条件に比べると傾向にあるが、損傷発生率自体は 30 %以上と高い数字を示しており、支承条件による有為差は認められない。

表5-16 支承条件別橋脚数

支承条件	橋脚数	損傷有	損傷無
E	42	13	29
F	45	24	21
FM	10	7	3
M	15	3	12
MF	44	23	21
MM	26	12	14
M.MM	1	1	0
MM,MF	1	0	1
不明	136	61	75
計	320		

※ 2 層ラーメン等により支承条件が複数存在するため橋脚数が他データと異なる。

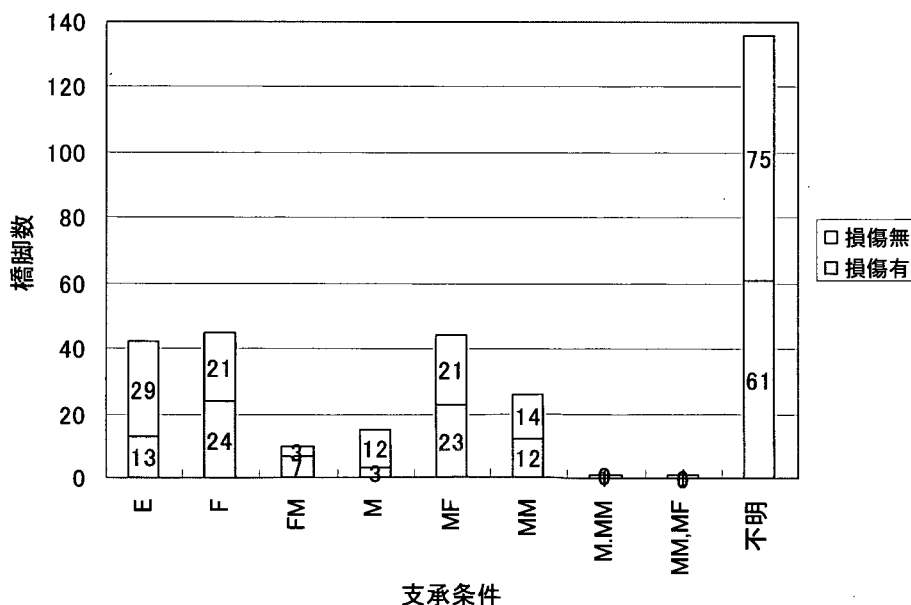


図5-24 支承条件別橋脚数

表5-17 支承条件別損傷発生率

支承条件	損傷有	損傷無	母数
E	31.0%	69.0%	42橋脚
F	53.3%	46.7%	45橋脚
FM	70.0%	30.0%	10橋脚
M	20.0%	80.0%	15橋脚
MF	52.3%	47.7%	44橋脚
MM	46.2%	53.8%	26橋脚
M.MM	100.0%	0.0%	1橋脚
MM,MF	0.0%	100.0%	1橋脚
不明	44.9%	55.1%	136橋脚

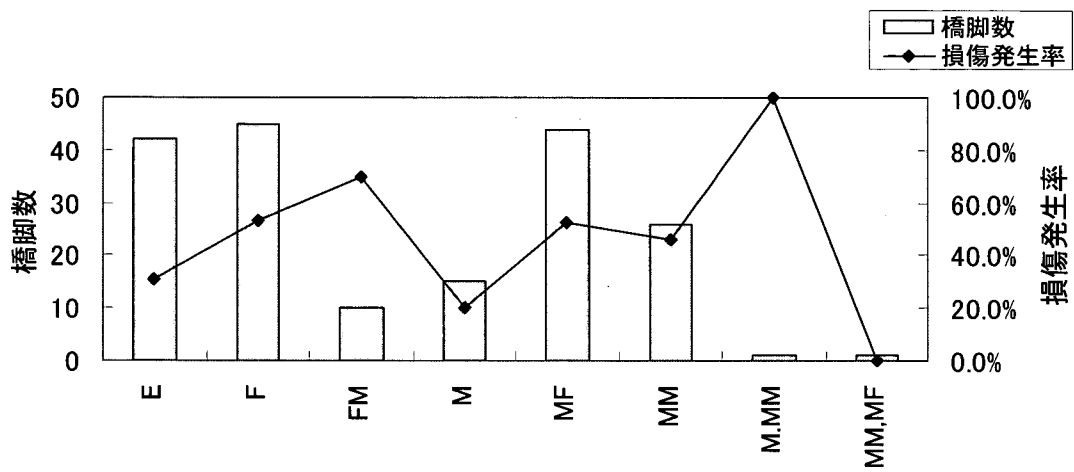


図5-25 支承条件別損傷発生率

5.6 分析⑥

梁の張出し長と損傷発生の関係について分析を行う。

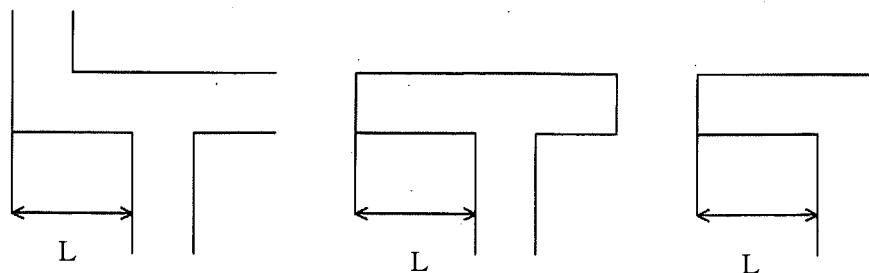


図5-26 張出し長のイメージ

【分析結果】

図 5-27 に角柱、円柱の張出し長別の隅角数を示す。角柱、円柱ともに張出し長 3 m 未満である隅角が多く、ほとんどが張出し長 9 m 未満である。

図 5-28 に張出し長別の損傷発生率を示す。母数の少ない角柱の 12m 以上 15m 未満を除くと、張出し長の増大とともに損傷発生率は増大している。

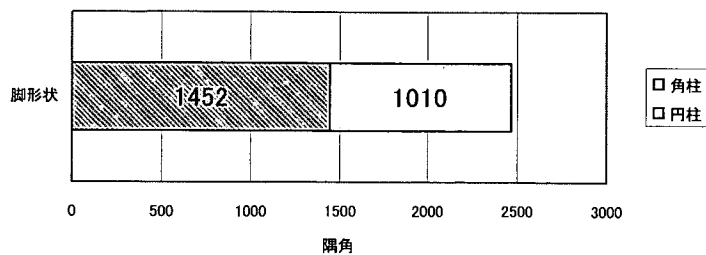
【考察】

張出し長の増加により、隅角部の損傷発生率が上昇する傾向にある。張出し長が長いと活荷重による応力変動が大きくなるためと考えられる。

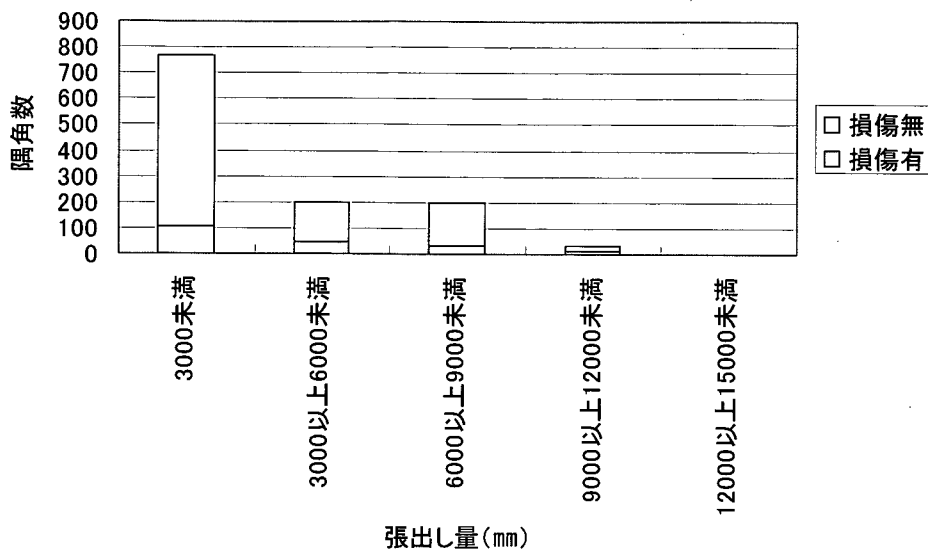
表5-18 張出し長別隅角数

	a柱形状	b隅角箇所	張り出し量L(mm)	隅角数	損傷有	損傷無
角柱	1	1	3000未満	8	0	8
	1	1	3000以上6000未満	4	0	4
	1	1	6000以上9000未満	0	0	0
	1	1	9000以上12000未満	0	0	0
	1	2	3000未満	202	10	192
	1	2	3000以上6000未満	0	0	0
	1	2	6000以上9000未満	12	2	10
	1	2	9000以上12000未満	0	0	0
	1	3	3000未満	766	104	662
	1	3	3000以上6000未満	198	46	152
	1	3	6000以上9000未満	198	31	167
	1	3	9000以上12000未満	36	15	21
	1	3	12000以上15000未満	2	0	2
			不明	26	15	11
	a柱形状	b隅角箇所	張り出し量	隅角数	損傷有	損傷無
円柱	2	1	3000未満	206	24	182
	2	1	3000以上6000未満	70	10	60
	2	1	6000以上9000未満	42	12	30
	2	1	9000以上12000未満	4	2	2
	2	2	3000未満	30	5	25
	2	2	3000以上6000未満	4	0	4
	2	2	6000以上9000未満	0	0	0
	2	2	9000以上12000未満	0	0	0
	2	3	3000未満	424	35	389
	2	3	3000以上6000未満	138	12	126
	2	3	6000以上9000未満	42	18	24
	2	3	9000以上12000未満	4	4	0
			不明	46		46

※単位は隅角数



角柱(隅角箇所③)



円柱(隅角箇所③)

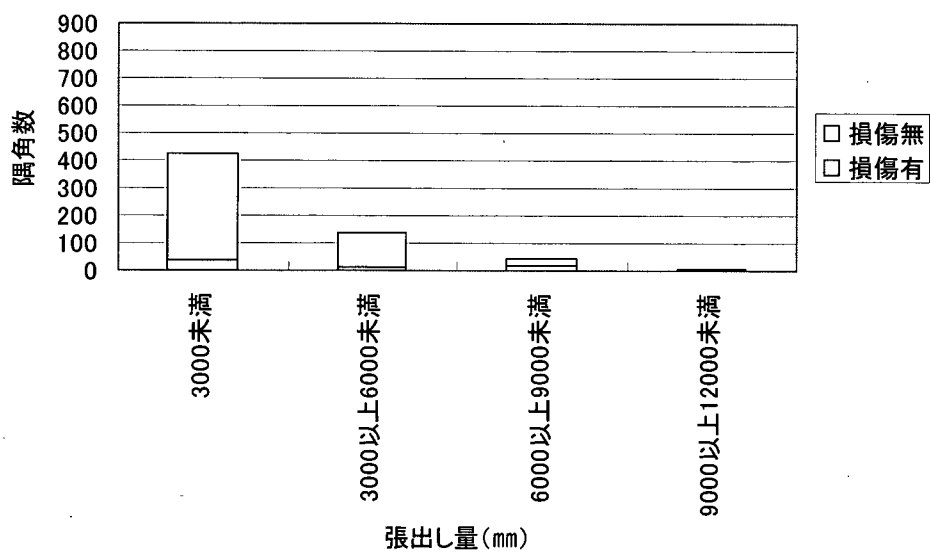


図5-27 脚形状および張出長別の隅角数

表5-19 張出し長別損傷発生率

	a柱形状	b隅角箇所	張り出し量L(mm)	損傷有	損傷無	母数	
角柱	1	1	3000未満	0.0%	100.0%	8隅角	
	1	1	3000以上6000未満	0.0%	100.0%	4隅角	
	1	1	6000以上9000未満	0.0%	0.0%	0隅角	
	1	1	9000以上12000未満	0.0%	0.0%	0隅角	
	1	2	3000未満	5.0%	95.0%	202隅角	
	1	2	3000以上6000未満	0.0%	0.0%	0隅角	
	1	2	6000以上9000未満	16.7%	83.3%	12隅角	
	1	2	9000以上12000未満	0.0%	0.0%	0隅角	
	1	3	3000未満	13.6%	86.4%	766隅角	
	1	3	3000以上6000未満	23.2%	76.8%	198隅角	
	1	3	6000以上9000未満	15.7%	84.3%	198隅角	
	1	3	9000以上12000未満	41.7%	58.3%	36隅角	
	1	3	12000以上15000未満	0.0%	100.0%	2隅角	
				不明	57.7%	42.3%	26隅角
	a柱形状	b隅角箇所	張り出し量	損傷有	損傷無	母数	
円柱	2	1	3000未満	11.7%	88.3%	206隅角	
	2	1	3000以上6000未満	14.3%	85.7%	70隅角	
	2	1	6000以上9000未満	28.6%	71.4%	42隅角	
	2	1	9000以上12000未満	50.0%	50.0%	4隅角	
	2	2	3000未満	16.7%	83.3%	30隅角	
	2	2	3000以上6000未満	0.0%	100.0%	4隅角	
	2	2	6000以上9000未満	0.0%	0.0%	0隅角	
	2	2	9000以上12000未満	0.0%	0.0%	0隅角	
	2	3	3000未満	8.3%	91.7%	424隅角	
	2	3	3000以上6000未満	8.7%	91.3%	138隅角	
	2	3	6000以上9000未満	42.9%	57.1%	42隅角	
	2	3	9000以上12000未満	100.0%	0.0%	4隅角	
				不明	0.0%	100.0%	46隅角

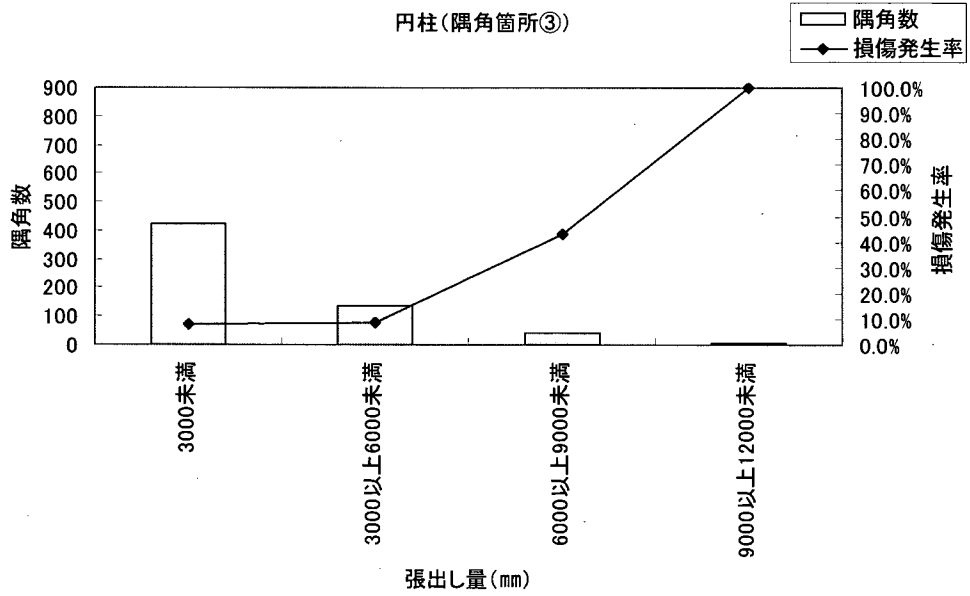
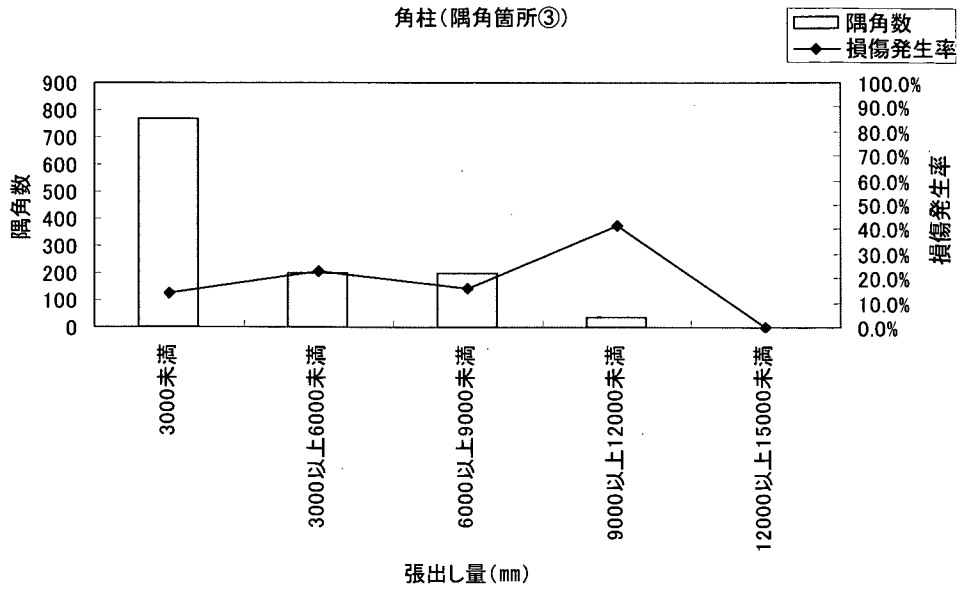


図5-28 張出し長別損傷発生率

5.7 橋脚の断面形状等基本条件と損傷の関係について

橋脚の断面形状等基本条件と損傷の関係についての分析（分析①～分析⑥）結果のまとめを以下に示す。

表5-20 橋脚の断面形状等基本条件と損傷の関係

	橋脚の断面形状	a	b	完成年	大型車交通量	累積大型車交通量	支承条件	張出し長	損傷の有無	母数	分析結果(概要)	
		橋脚形状(角、円)	隅角位置								角柱	円柱
分析①	橋脚の断面形状	●							●	脚・隅角・溶接線	有為差なし	
分析②	完成年	●		●					●	脚	平成初期に損傷集中	S40年代中盤に損傷集中
分析③	大型車交通量	●			●				●	脚	大型車交通量10,000台以上で損傷発生率が上昇	
分析④	累積大型車交通量	●				●			●	脚	累積大型車交通量が増加で、損傷発生率も上昇	
分析⑤	支承条件						●		●	脚	支承条件と損傷発生との間に有為差なし	
分析⑥	梁の張出し長		●					●	●	隅角	張出し長が増加で、損傷発生率が上昇	

①対象橋脚 319 脚のうち、6 割が角柱、4 割が円柱である。また、この 319 脚のうち 143 脚になんらかの損傷が発見されている。橋脚種別でその損傷発生率を見ると角柱で 49%、円柱で 36%だが、損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率は角柱で 7%、円柱で 15%と橋脚種別で損傷発生率が逆転しており、橋脚種別による有為差は不明である。なお、角柱、円柱とも溶接線方向別に有為差は見られない。

②鋼製橋脚の建設ピークは、昭和 40 年代中盤、昭和 50 年代後半および平成初期に現れている。それら建設ピークの損傷発生率は角柱で平成初期に、円柱で昭和 40 年代中盤に高くなっており、高度経済成長期とバブル経済期に製作された橋脚は高い損傷発生率を示している。

③大型車交通量 10,000 台/日以上 15,000 台/日未満の路線の橋脚で損傷発生率が上昇しているが、それ以上の重交通量の範囲では損傷発生率のばらつきがみられる。また、累積大型車交通量が多いほど損傷発生率も上昇しているが、2.25 億台以上で損傷発生率が下降している範囲がある。よって、鋼製橋脚隅角部の損傷発生には大型車の繰り返し荷重の影響が大きいと、それ以外の要因も大きいと考えられる。

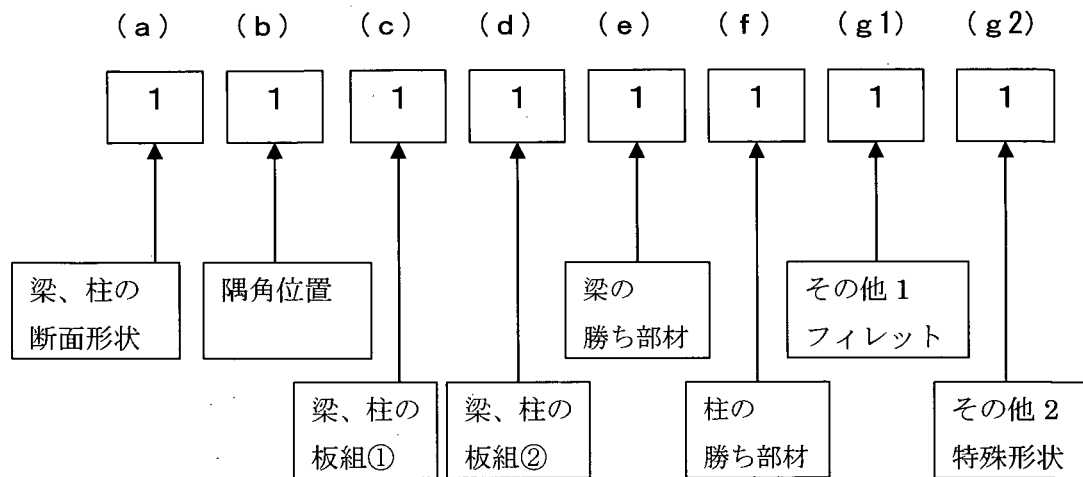
④支承条件による有為差は認められない。

⑤張出し長の増加により、損傷発生率が上昇する傾向にある。張出し長が長いと活荷重による応力変動が大きくなるためと考えられる。

6. 板組構造と損傷の関係

6.1 分析⑦-1

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 6-2, 図 6-3 に、角柱および円柱の隅角位置における隅角数と損傷発生率を示す。

角柱では、隅角位置③（梁下縁部）の隅角数が、角柱隅角の 8 割以上を占め、次いで隅角位置②（中間梁上縁部）が 10 数%で続く。

円柱では、隅角位置③（梁下縁部）の隅角数が、円柱の隅角数全体のおよそ 6 割強を占め、次いで隅角位置①（上層梁天端部）が 3 割強で続く。

角柱と円柱の隅角位置における損傷発生率は、角柱では隅角位置③で損傷発生率が最大の 17.2%となっており、円柱ではいずれの隅角位置も損傷発生率は 10 数%程度である。

【考察】

角柱は隅角位置により損傷発生率にばらつきが見られるが、母数にも大きなばらつきがあり、隅角位置による有為差は不明である。

円柱はいずれの隅角位置も 10 数%程度の損傷発生率を示しており、隅角位置による有為差は見られない。

さらに次項分析⑦-2で隅角位置毎の溶接線方向（x、y、z）に着目した分析を行う。

表6-1 隅角位置別の橋脚数

単位	隅角箇所	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無	
全隅角数			2462	351	2111	
角柱	隅角	①	11 ●●●●●●●●	12	0	12
		②	12 ●●●●●●●●	214	12	202
		③	13 ●●●●●●●●	1226	211	1015
		④	14 ●●●●●●●●	0	0	0
角柱計			1452	223	1229	
円柱	隅角	①	21 ●●●●●●●●	340	52	288
		②	22 ●●●●●●●●	36	5	31
		③	23 ●●●●●●●●	634	71	563
		④	24 ●●●●●●●●	0	0	0
円柱計			1010	128	882	

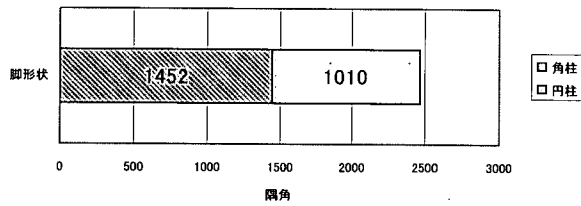
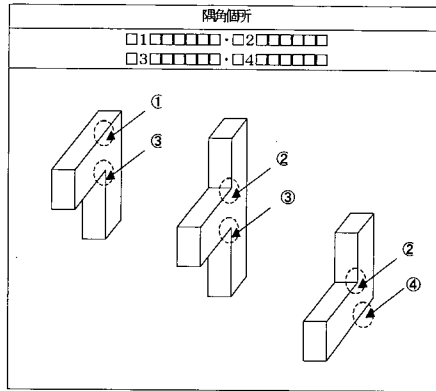
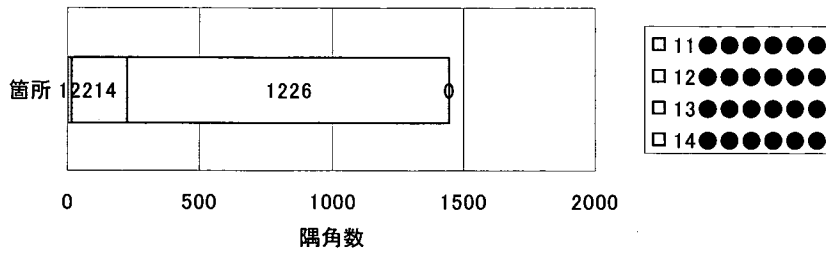


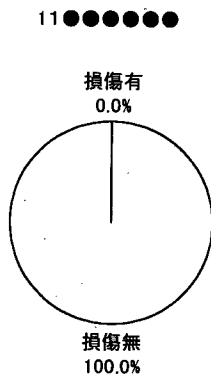
図6-1 橋脚種別の構成比

<角柱>

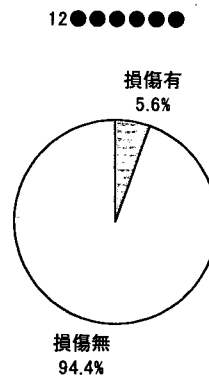


角柱

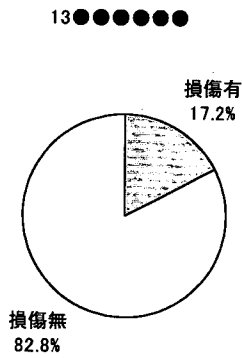
コード番号	損傷有	損傷無	母数
11 ●●●●●●	0.0%	100.0%	12隅角
12 ●●●●●●	5.6%	94.4%	214隅角
13 ●●●●●●	17.2%	82.8%	1226隅角
14 ●●●●●●	0.0%	0.0%	0隅角



□ 損傷有
□ 損傷無



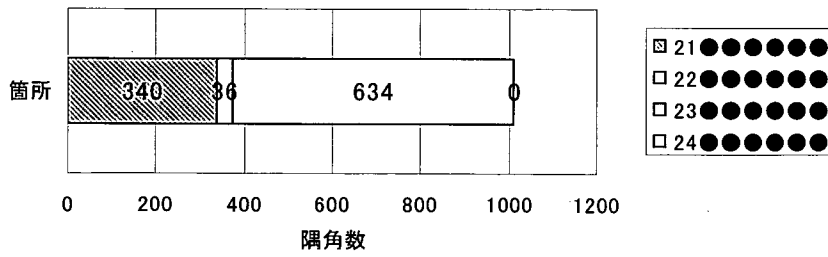
□ 損傷有
□ 損傷無



□ 損傷有
□ 損傷無

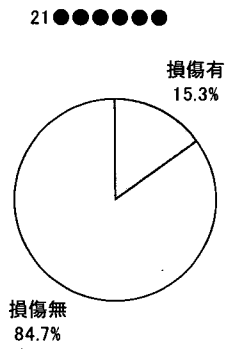
図6-2 角柱の比較

<円柱>

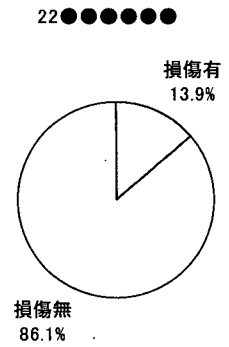


円柱

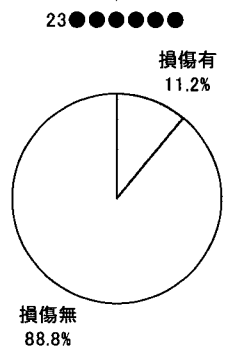
コード番号	損傷有	損傷無	母数
21●●●●●●●	15.3%	84.7%	340隅角
22●●●●●●●	13.9%	86.1%	36隅角
23●●●●●●●	11.2%	88.8%	634隅角
24●●●●●●●	0.0%	0.0%	0隅角



□ 損傷有
□ 損傷無



□ 損傷有
□ 損傷無

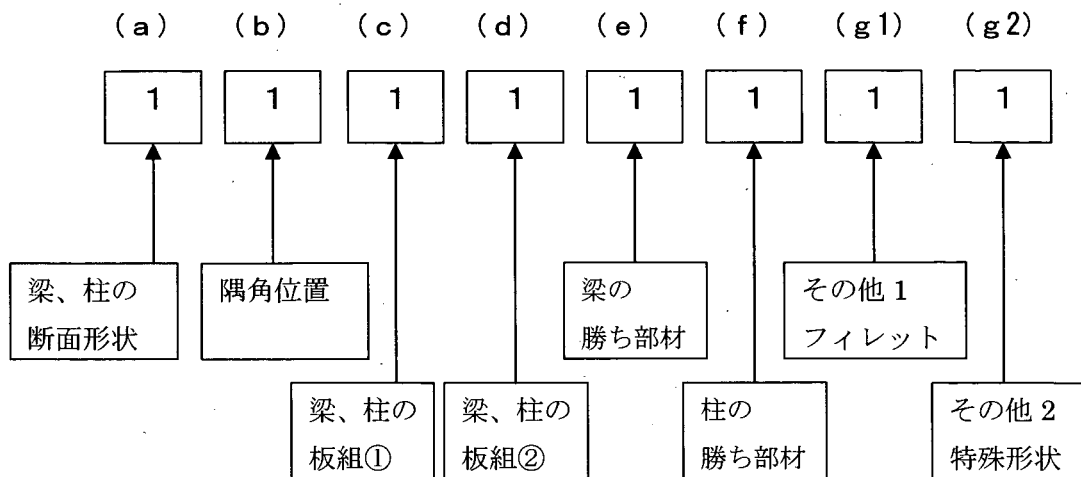


□ 損傷有
□ 損傷無

図6-3 円柱の比較

6.2 分析⑦-2

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、溶接線方向と損傷の有無の関係



【分析結果】

溶接線の方向別の損傷発生率を図 6-6 ~ 図 6-11 に示す。

角柱の場合、隅角位置③ x、y 方向で数%、z 方向で 10 %程度となっており、やや z 方向（フランジ突合せ溶接）が多い傾向がある。

円柱の場合、隅角位置① x、y 方向で数%~ 10 %弱程度、隅角位置③ x、y、z 方向で数%程度の損傷率である。

【考察】

角柱、円柱とも溶接線方向に顕著な傾向が見られないので、次項分析⑦-3以降で板組要素等に目を向けた分析を行う。

表6-2 隅角位置別の溶接線数

	隅角箇所	溶接線	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
全溶接線数				6940	424	6516
角柱	①	X	11●●●●●●●●X	12	0	12
		Y	11●●●●●●●●Y	12	0	12
		Z	11●●●●●●●●Z	8	0	8
	②	X	12●●●●●●●●X	182	2	180
		Y	12●●●●●●●●Y	182	5	177
		Z	12●●●●●●●●Z	214	9	205
	③	X	13●●●●●●●●X	1128	71	1057
		Y	13●●●●●●●●Y	1120	75	1045
		Z	13●●●●●●●●Z	1206	113	1093
角柱計				4064	275	3789
円柱	①	X	21●●●●●●●●X	340	25	315
		Y	21●●●●●●●●Y	340	31	309
		Z	21●●●●●●●●Z	330	8	322
	②	X	22●●●●●●●●X	36	1	35
		Y	22●●●●●●●●Y	36	3	33
		Z	22●●●●●●●●Z	36	3	33
	③	X	23●●●●●●●●X	600	19	581
		Y	23●●●●●●●●Y	562	22	540
		Z	23●●●●●●●●Z	596	37	559
円柱計				2876	149	2727

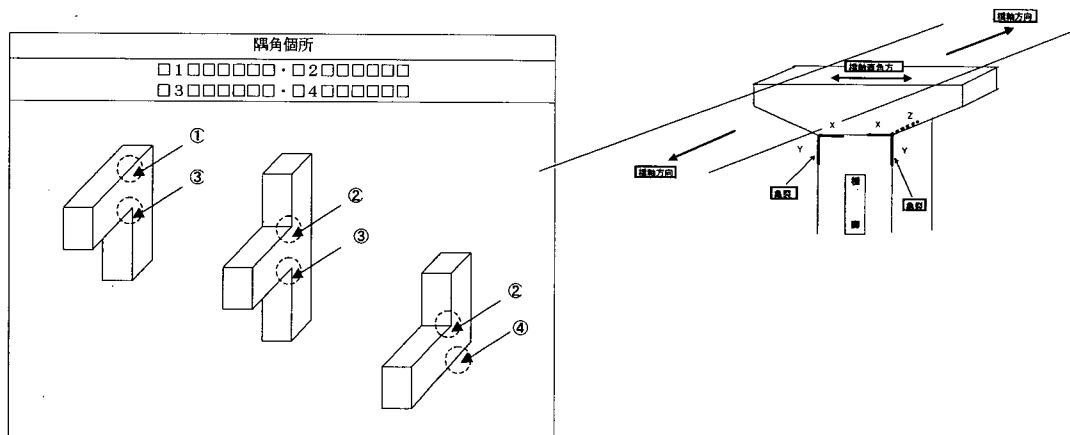


図6-4 隅角位置および溶接線方向

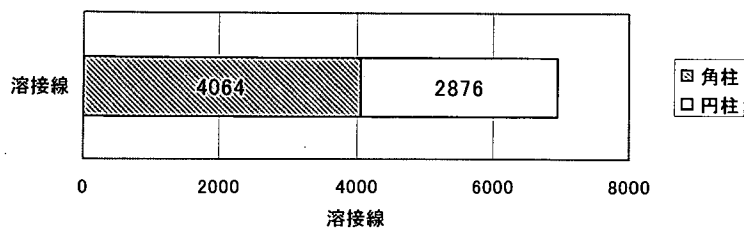


図6-5 橋脚種別の構成比

表6-3 角柱の溶接線別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
11●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
11●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
11●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
12●●●●●●●●X	1.1%	98.9%	182溶接線
12●●●●●●●●Y	2.7%	97.3%	182溶接線
12●●●●●●●●Z	4.2%	95.8%	214溶接線
13●●●●●●●●X	6.3%	93.7%	1128溶接線
13●●●●●●●●Y	6.7%	93.3%	1120溶接線
13●●●●●●●●Z	9.4%	90.6%	1206溶接線

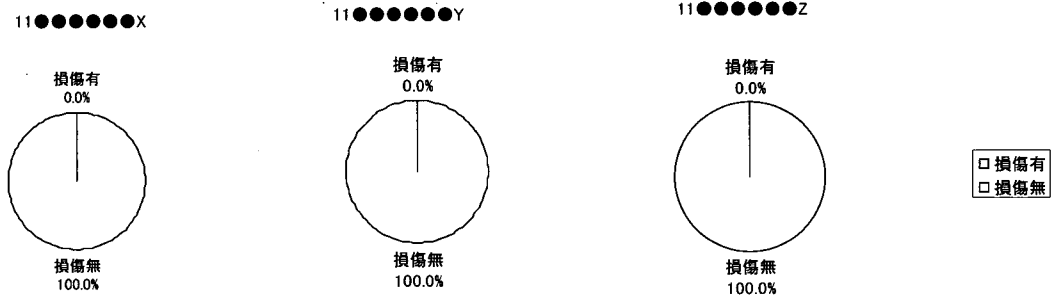
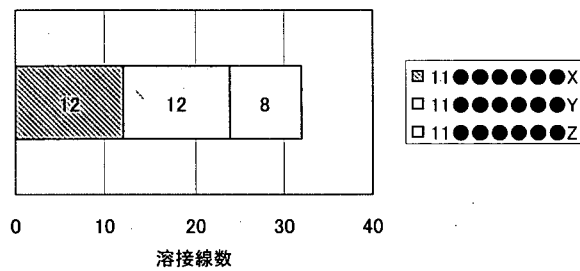


図6-6 角柱の隅角箇所①における溶接線別の損傷発生率

表6-4 円柱の溶接線別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
21●●●●●●X	7.4%	92.6%	340溶接線
21●●●●●●Y	9.1%	90.9%	340溶接線
21●●●●●●Z	2.4%	97.6%	330溶接線
22●●●●●●X	2.8%	97.2%	36溶接線
22●●●●●●Y	8.3%	91.7%	36溶接線
22●●●●●●Z	8.3%	91.7%	36溶接線
23●●●●●●X	3.2%	96.8%	600溶接線
23●●●●●●Y	3.9%	96.1%	562溶接線
23●●●●●●Z	6.2%	93.8%	596溶接線

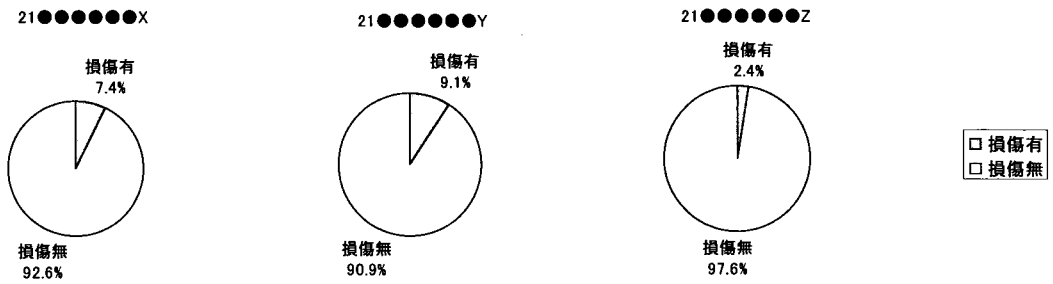
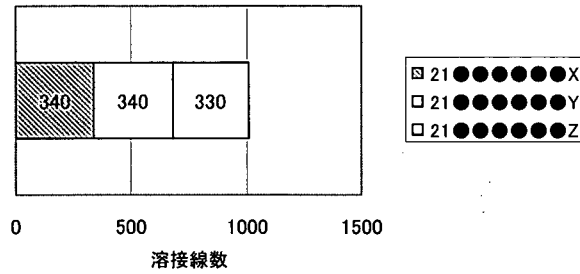
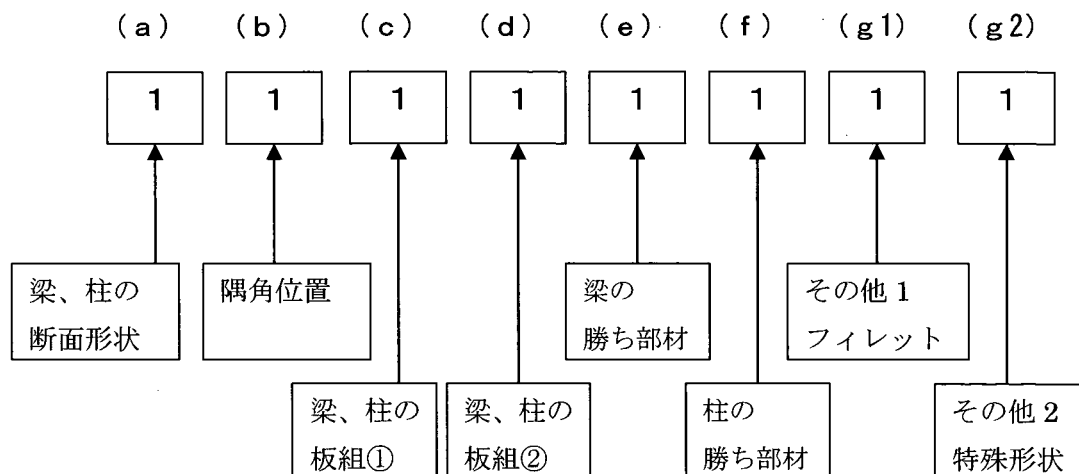


図6-9 円柱の隅角箇所①における溶接線別の損傷発生率

6.3 分析⑦-3

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 6-13 に、角柱および円柱の梁・柱部材の板組パターン別隅角数を示す。

角柱の場合、「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1●11●●●●●)と「梁・柱一体で柱フランジ分離」(1●12●●●●●)の2ケースがほとんどである。

円柱の場合は、「梁フランジ貫通または梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」(2●66●●●●●●●)、
「梁ウェブ・フランジ突合せ」(2●76●●●●●●●)の2ケースが大半を占め、「円柱断面が梁断面を貫通」(2●80●●●●●●●)タイプも全体の10数%を占める。

図 6-14 に、角柱および円柱の梁・柱部材の板組パターン別の損傷発生率を示す。

角柱の場合、最も多い「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1●11●●●●●)で20%程度、「梁・柱一体で柱フランジ分離」(1●12●●●●●)で数%程度の損傷発生率となっている。

円柱の場合、「梁ウェブ・フランジ突合せ」(2●76●●●●●●●)、「梁フランジ貫通または梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」(2●66●●●●●●●)とも損傷発生率は10%程度で、「円柱断面が梁断面を貫通」(2●80●●●●●●●)では3%程度となっている。

【考察】

角柱について、図6-9より「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1●11●●●●●)に「梁・柱一体で柱フランジ分離」(1●12●●●●●)より損傷が多く見られるが、損傷長さ30mm以上の損傷発生率は、図 6-15 よりともに数%以下であり、梁・柱フランジの貫通状態による有為差は不明である。

次に円柱の梁ウェブと柱の継手方法に着目すると、「梁ウェブ突合せ」(2●66●●●●●●●, 2●76●●●●●●●)、「梁ウェブ貫通」(2●50●●●●●●●)とも損傷発生率は10%程度であり、梁ウェブの貫通状態による有為差は見られない。また、「円柱断面が梁断面を貫通」(2●80●●●●●●●)では他と比較して損傷発生率が3%程度と低くなっているが、損傷長さ30mm以上の損傷発生率は、2●66●●●●●●●, 2●76●●●●●●●, 2●50●●●●●●●, 2●80●●●●●●●全て数%以下で

あり、板組による有為差は見られない。

なお、母数は少ないが損傷発生率の高い板組として、角柱の場合(1●31●●●●●, 1●32●●●●●)には、「柱ウェブが隅角部で分断されている構造」に注意が必要であり、円柱の場合(2●68●●●●●, 2●77●●●●●, 2●78●●●●●)には、「梁ウェブと円柱の突合せ部に三角バーを用いた構造」には注意が必要であると思われる。

表6-5 角柱の梁・柱の板組パターン別の隅角数

(a)梁柱断面形状	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	コード番号	隅角	損傷有	損傷無
1	1	1	1●11●●●●●	668	156	512
1	1	2	1●12●●●●●	536	32	504
1	1	4	1●14●●●●●	24	0	24
1	2	1	1●21●●●●●	36	5	31
1	3	1	1●31●●●●●	8	6	2
1	3	2	1●32●●●●●	10	8	2
不明				170		
総隅角数				1452		

表6-6 円柱の梁・柱の板組パターン別の隅角数

(a)梁柱断面形状	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	コード番号	隅角	損傷有	損傷無
2	4	0	2●40●●●●●	8	0	8
2	5	0	2●50●●●●●	44	6	38
2	6	6	2●66●●●●●	260	25	235
2	6	8	2●68●●●●●	8	5	3
2	7	6	2●76●●●●●	362	38	324
2	7	7	2●77●●●●●	4	1	3
2	7	8	2●78●●●●●	8	4	4
2	8	0	2●80●●●●●	146	5	141
不明				170		
総隅角数				1010		

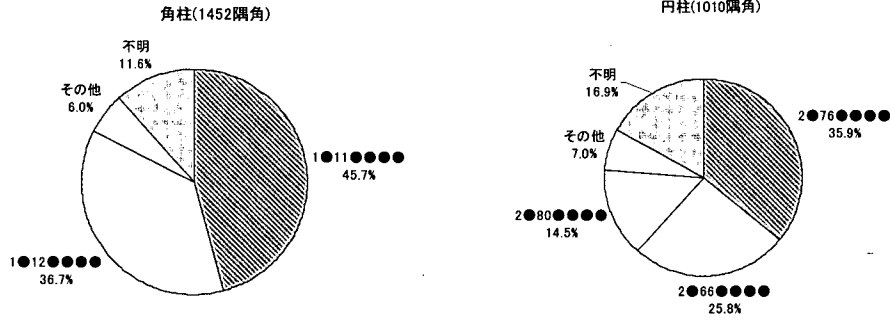
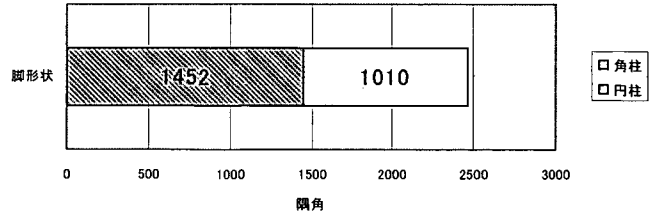


図6-12 梁・柱の板組パターン別の構成比

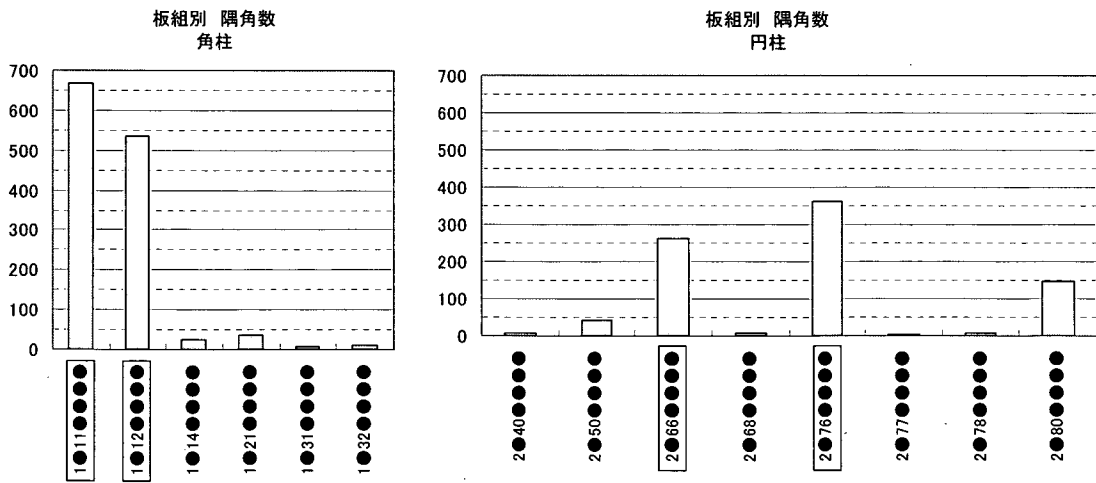


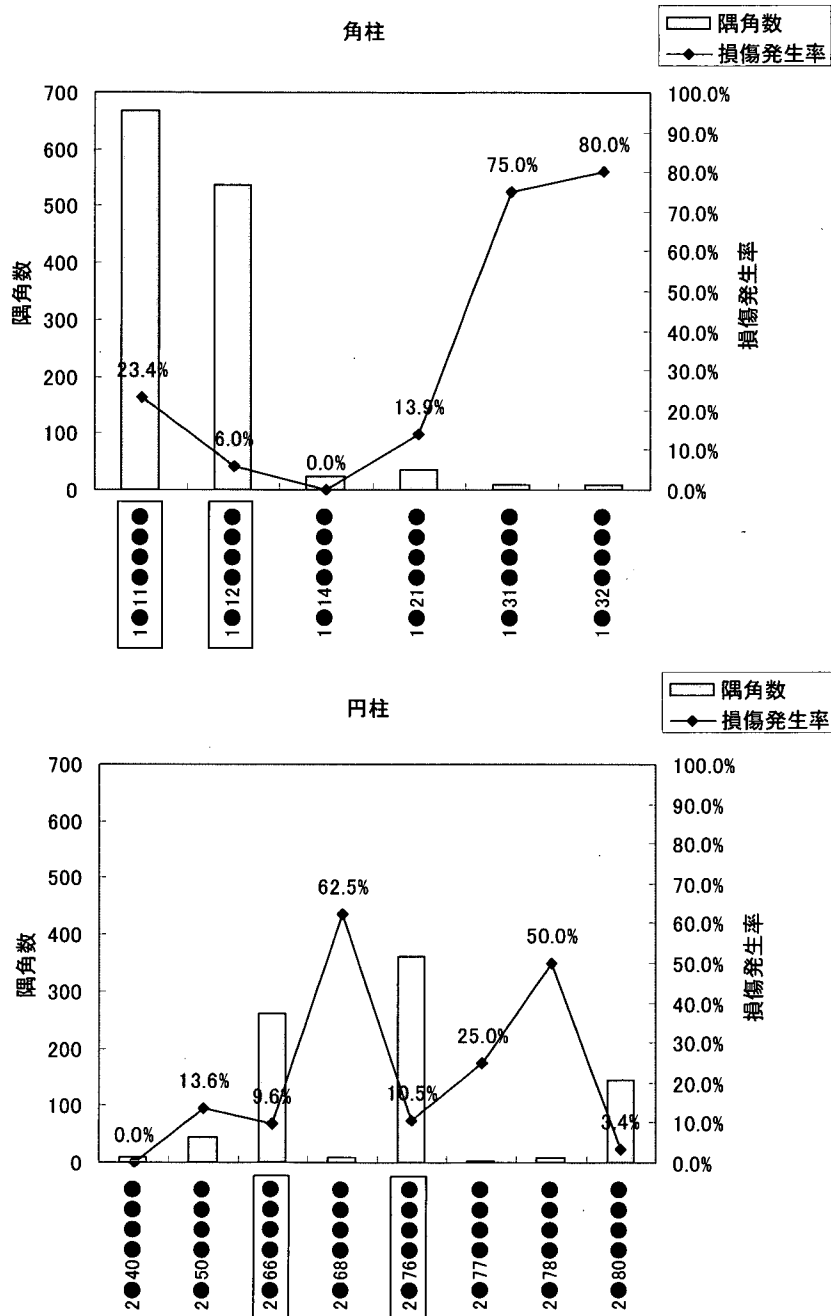
図6-13 梁・柱の板組パターン別の隅角数

表6-7 角柱の板組パターン別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1●11●●●●	23.4%	76.6%	668隅角
1●12●●●●	6.0%	94.0%	536隅角
1●14●●●●	0.0%	100.0%	24隅角
1●21●●●●	13.9%	86.1%	36隅角
1●31●●●●	75.0%	25.0%	8隅角
1●32●●●●	80.0%	20.0%	10隅角

表6-8 円柱の板組パターン別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2●40●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
2●50●●●●	13.6%	86.4%	44隅角
2●66●●●●	9.6%	90.4%	260隅角
2●68●●●●	62.5%	37.5%	8隅角
2●76●●●●	10.5%	89.5%	362隅角
2●77●●●●	25.0%	75.0%	4隅角
2●78●●●●	50.0%	50.0%	8隅角
2●80●●●●	3.4%	96.6%	146隅角



※□は母数が多いパターンを示す。

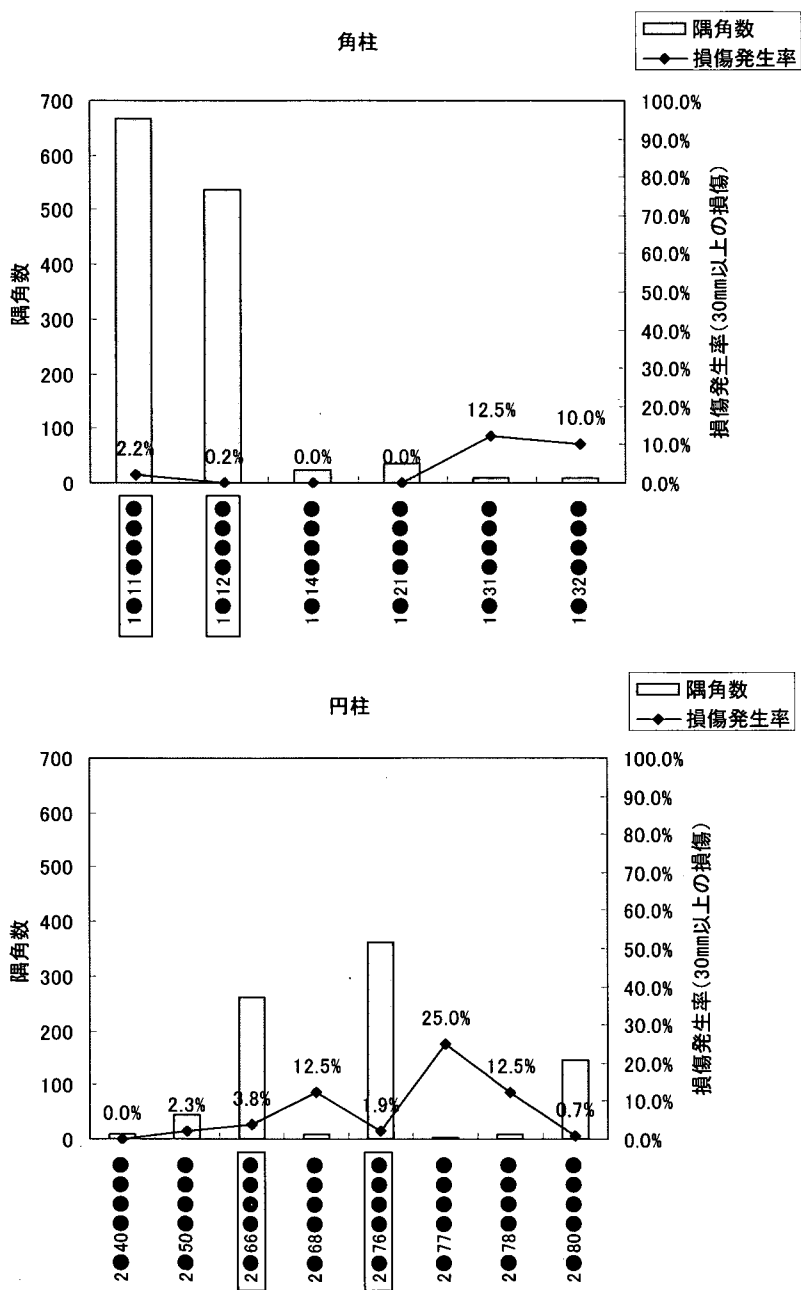
図6-14 梁・柱の板組パターン別の損傷発生率

表6-9 角柱の板組パターン別の損傷発生率
(損傷長さ30mm以上)

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1●11●●●●●	2.2%	97.8%	668隅角
1●12●●●●●	0.2%	99.8%	536隅角
1●14●●●●●	0.0%	100.0%	24隅角
1●21●●●●●	0.0%	100.0%	36隅角
1●31●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
1●32●●●●●	10.0%	90.0%	10隅角

表6-10 円柱の板組パターン別の損傷発生率
(損傷長さ30mm以上)

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2●40●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
2●50●●●●●	2.3%	97.7%	44隅角
2●66●●●●●	3.8%	96.2%	260隅角
2●68●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
2●76●●●●●	1.9%	98.1%	362隅角
2●77●●●●●	25.0%	75.0%	4隅角
2●78●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
2●80●●●●●	0.7%	99.3%	146隅角

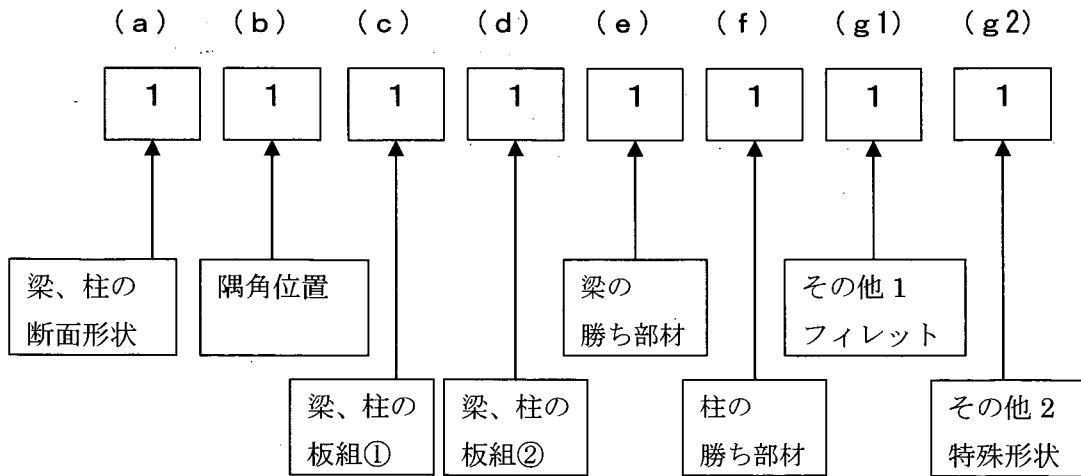


※□は母数が多いパターンを示す。

図6-15 梁・柱の板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

6.4 分析⑦-4

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②、溶接線方向と損傷の有無の関係



【分析結果】

分析⑦-3で梁・柱部材の板組パターン（隅角単位）毎の損傷発生率を示したが、さらに溶接線方向別（x, y, z）に損傷発生との関係を分析した。

図 6-18 に、梁・柱部材の板組パターン別に溶接線方向別の損傷発生率を示す。

角柱の場合、最も多い梁・柱部材の板組パターンは「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1●11●●●●●) 及び「梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」(1●12●●●●●) であり、前者の溶接線方向別の損傷発生率は z 方向（梁フランジの突合せ溶接）がやや高く 13.3% であり、後者では溶接線方向で顕著な傾向は見られず、損傷発生率も数%以下と低かった。

円柱の場合、「梁フランジ貫通または梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」(2●66●●●●●)、 「梁ウェブ・フランジ突合せ」(2●76●●●●●) の 2 ケースが大半を占めているが、(2●66●●●●●) では y 方向（ウェブ突合せ溶接）が、(2●76●●●●●) では z 方向（梁フランジの突合せ溶接）の損傷発生率が相対的にやや高めであるが、数%程度と低い数字であり参考程度に留める。

【考察】

図 6-18 より、角柱の損傷発生率は、「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1●11●●●●●) の z 方向（梁フランジの突合せ溶接）が 13.3%とやや高く、「梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」(1●12●●●●●) は各方向とも数%程度であるが、損傷長さ 30 mm 以上の損傷発生率を見ると、ともに各溶接線方向とも数%以下と低い損傷発生率を示しており、溶接線方向による有為差は不明である。

なお、母数は少ないが損傷発生率の高い板組として、角柱の場合 (1●31●●●●●Y, 1●32●●●●●X) には「柱ウェブが隅角部で分離されている構造」は注意が必要であり、円柱の場合 (2●68●●●●●X, 2●77●●●●●Z, 2●78●●●●●X) には「梁ウェブと円柱の突合せ溶接に三角バーを用いている構造」は注意する必要があると思われる。

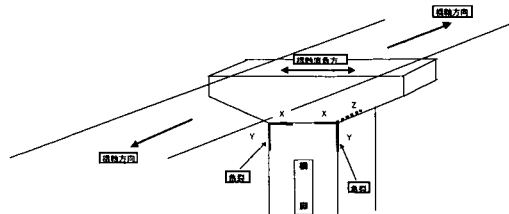


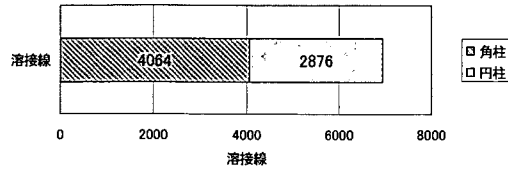
図6-16 溶接線方向

表6-11 角柱の梁・柱の板組パターン別の溶接線数

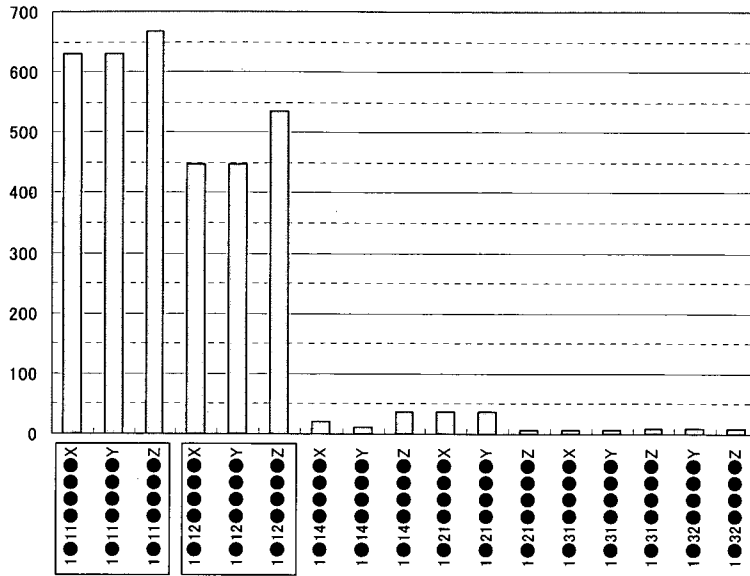
(a)梁柱断面形状	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	溶接方向	コード番号	溶接線	損傷有	損傷無
1	1	1	X	1●11●●●●●X	630	52	578
1	1	1	Y	1●11●●●●●Y	630	57	573
1	1	1	Z	1●11●●●●●Z	668	92	576
1	1	2	X	1●12●●●●●X	448	11	437
1	1	2	Y	1●12●●●●●Y	448	14	434
1	1	2	Z	1●12●●●●●Z	536	9	527
1	1	4	X	1●14●●●●●X	20	0	20
1	1	4	Y	1●14●●●●●Y	12	0	12
1	2	1	X	1●14●●●●●Z	36	1	35
1	2	1	Y	1●21●●●●●Y	36	1	35
1	2	1	Z	1●21●●●●●Z	36	3	33
1	3	1	X	1●31●●●●●X	8	2	6
1	3	1	Y	1●31●●●●●Y	8	4	4
1	3	1	Z	1●31●●●●●Z	8	0	8
1	3	2	X	1●32●●●●●X	10	5	5
1	3	2	Y	1●32●●●●●Y	10	3	7
1	3	2	Z	1●32●●●●●Z	10	2	8
不明					510		
総溶接線数					4064		

表6-12 円柱の梁・柱の板組パターン別の溶接線数

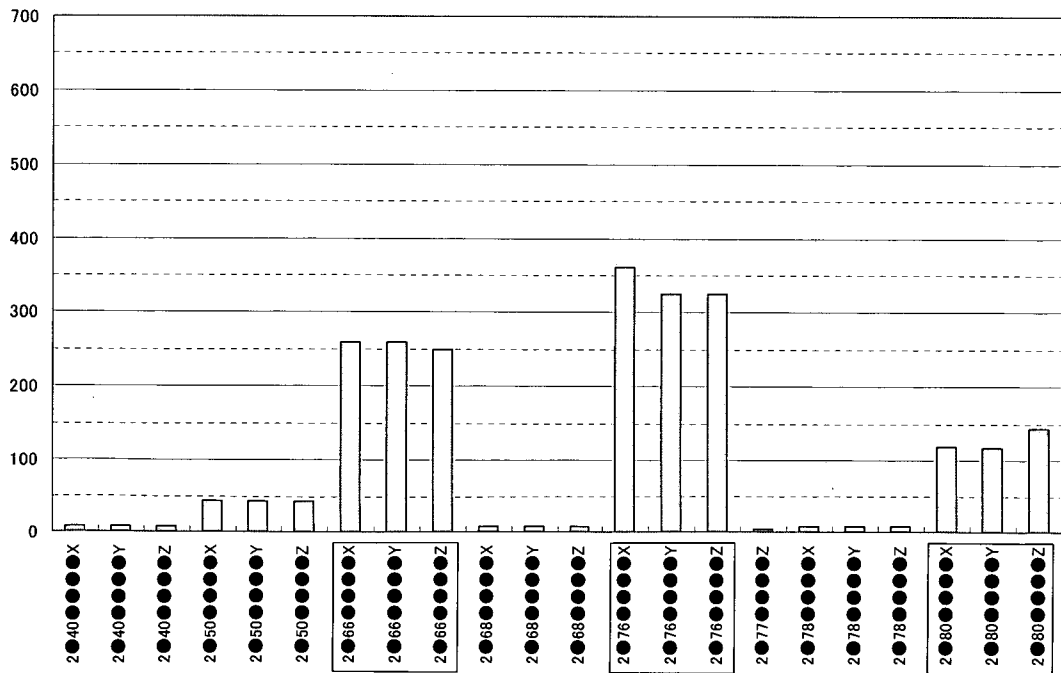
(a)梁柱断面形状	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	溶接方向	コード番号	溶接線	損傷有	損傷無
2	4	0	X	2●40●●●●●X	8	0	8
2	4	0	Y	2●40●●●●●Y	8	0	8
2	4	0	Z	2●40●●●●●Z	8	0	8
2	5	0	X	2●50●●●●●X	44	1	43
2	5	0	Y	2●50●●●●●Y	44	1	43
2	5	0	Z	2●50●●●●●Z	44	4	40
2	6	6	X	2●66●●●●●X	260	11	249
2	6	6	Y	2●66●●●●●Y	260	15	245
2	6	6	Z	2●66●●●●●Z	250	2	248
2	6	8	X	2●68●●●●●X	8	4	4
2	6	8	Y	2●68●●●●●Y	8	2	6
2	6	8	Z	2●68●●●●●Z	8	0	8
2	7	6	X	2●76●●●●●X	362	8	354
2	7	6	Y	2●76●●●●●Y	326	15	311
2	7	6	Z	2●76●●●●●Z	326	21	305
2	7	7	Z	2●77●●●●●Z	4	1	3
2	7	8	X	2●78●●●●●X	8	4	4
2	7	8	Y	2●78●●●●●Y	8	0	8
2	7	8	Z	2●78●●●●●Z	8	0	8
2	8	0	X	2●80●●●●●X	120	3	117
2	8	0	Y	2●80●●●●●Y	118	0	118
2	8	0	Z	2●80●●●●●Z	144	2	142
不明					502		
総溶接線数					2876		



角柱



円柱



※□は母数が多いパターンを示す。

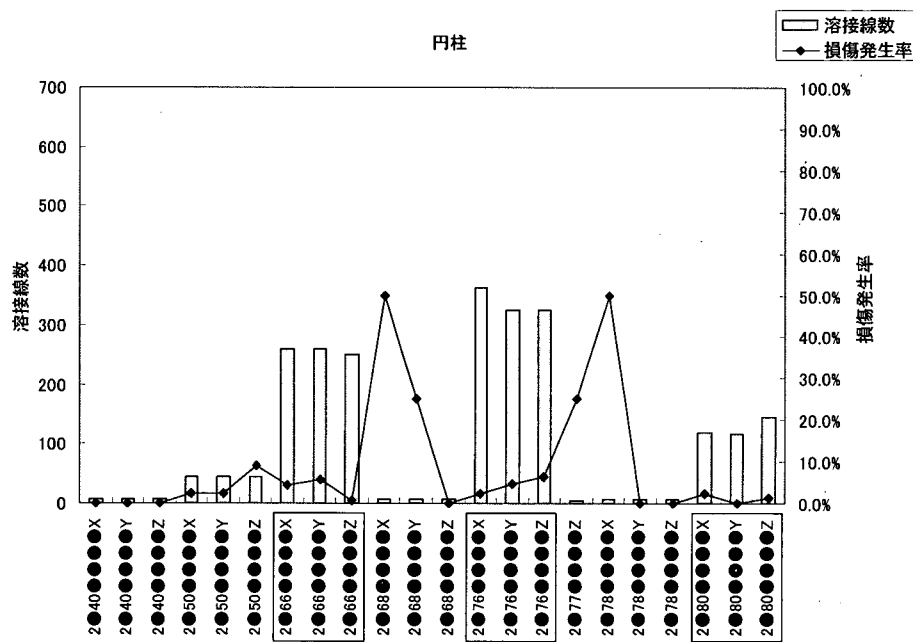
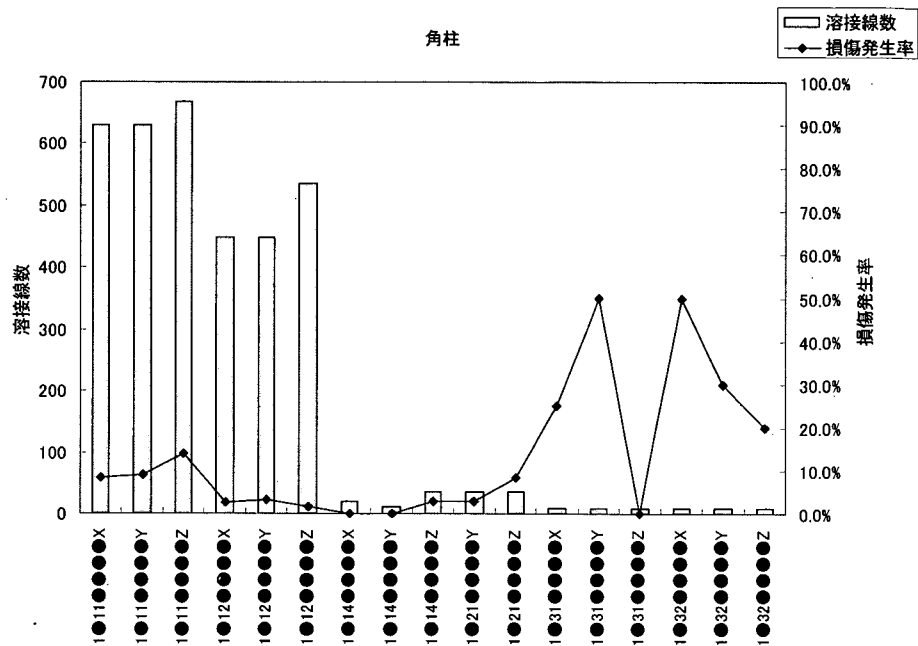
図6-17 梁・柱の板組パターン別の溶接線数

表6-13 角柱の梁・柱の板組パターン別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1●11●●●●X	8.3%	91.7%	630溶接線
1●11●●●●Y	9.0%	91.0%	630溶接線
1●11●●●●Z	13.8%	86.2%	668溶接線
1●12●●●●X	2.5%	97.5%	448溶接線
1●12●●●●Y	3.1%	96.9%	448溶接線
1●12●●●●Z	1.7%	98.3%	536溶接線
1●14●●●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
1●14●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
1●14●●●●Z	2.8%	97.2%	36溶接線
1●21●●●●Y	2.8%	97.2%	36溶接線
1●21●●●●Z	8.3%	91.7%	36溶接線
1●31●●●●X	25.0%	75.0%	8溶接線
1●31●●●●Y	50.0%	50.0%	8溶接線
1●31●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
1●32●●●●X	50.0%	50.0%	10溶接線
1●32●●●●Y	30.0%	70.0%	10溶接線
1●32●●●●Z	20.0%	80.0%	10溶接線

表6-14 円柱の梁・柱の板組パターン別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2●40●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
2●40●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
2●40●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2●50●●●●X	2.3%	97.7%	44溶接線
2●50●●●●Y	2.3%	97.7%	44溶接線
2●50●●●●Z	9.1%	90.9%	44溶接線
2●66●●●●X	4.2%	95.8%	260溶接線
2●66●●●●Y	5.8%	94.2%	260溶接線
2●66●●●●Z	0.8%	99.2%	250溶接線
2●68●●●●X	50.0%	50.0%	8溶接線
2●68●●●●Y	25.0%	75.0%	8溶接線
2●68●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2●76●●●●X	2.2%	97.8%	362溶接線
2●76●●●●Y	4.6%	95.4%	326溶接線
2●76●●●●Z	6.4%	93.6%	326溶接線
2●77●●●●Z	6.4%	93.6%	4溶接線
2●78●●●●X	50.0%	50.0%	8溶接線
2●78●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
2●78●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2●80●●●●X	2.5%	97.5%	120溶接線
2●80●●●●Y	0.0%	100.0%	118溶接線
2●80●●●●Z	1.4%	98.6%	144溶接線



※□は母数が多いパターンを示す

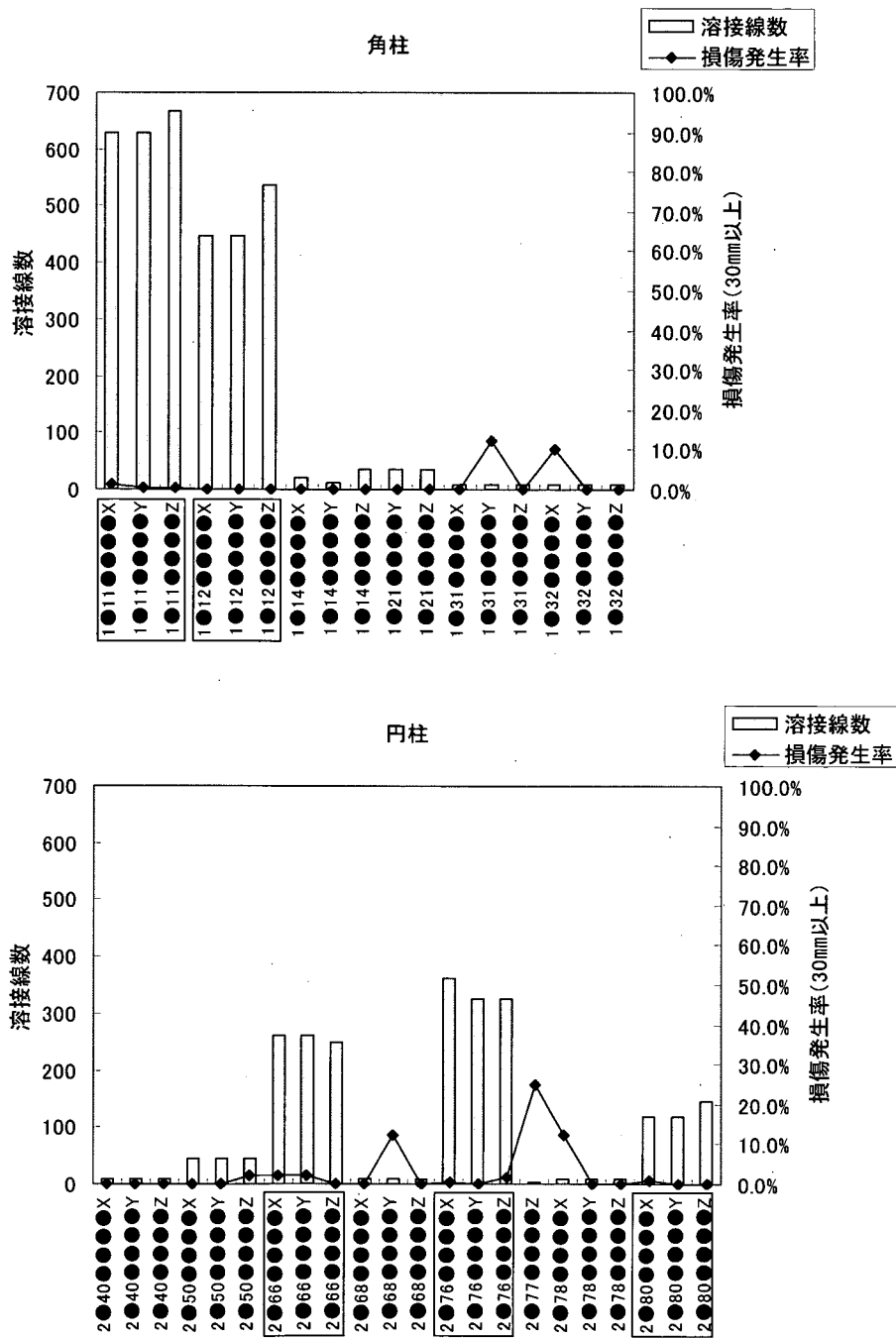
図6-18 梁・柱の板組パターン別の損傷発生率

表6-15 角柱の梁・柱の板組パターン別の損傷発生率
(損傷長さ30mm以上)

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1●11●●●●X	1.3%	98.7%	630溶接線
1●11●●●●Y	0.5%	99.5%	630溶接線
1●11●●●●Z	0.4%	99.6%	668溶接線
1●12●●●●X	0.0%	100.0%	448溶接線
1●12●●●●Y	0.0%	100.0%	448溶接線
1●12●●●●Z	0.2%	99.8%	536溶接線
1●14●●●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
1●14●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
1●14●●●●Z	0.0%	100.0%	36溶接線
1●21●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
1●21●●●●Z	0.0%	100.0%	36溶接線
1●31●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
1●31●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
1●31●●●●Z	12.5%	87.5%	8溶接線
1●32●●●●X	0.0%	100.0%	10溶接線
1●32●●●●Y	0.0%	100.0%	10溶接線
1●32●●●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線

表6-16 円柱の梁・柱の板組パターン別損傷発生率
(損傷長さ30mm以上)

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2●40●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
2●40●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
2●40●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2●50●●●●X	0.0%	100.0%	44溶接線
2●50●●●●Y	0.0%	100.0%	44溶接線
2●50●●●●Z	2.3%	97.7%	44溶接線
2●66●●●●X	1.9%	98.1%	260溶接線
2●66●●●●Y	1.9%	98.1%	260溶接線
2●66●●●●Z	0.0%	100.0%	250溶接線
2●68●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
2●68●●●●Y	12.5%	87.5%	8溶接線
2●68●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2●76●●●●X	0.6%	99.4%	362溶接線
2●76●●●●Y	0.0%	100.0%	326溶接線
2●76●●●●Z	0.0%	100.0%	326溶接線
2●77●●●●Z	25.0%	75.0%	4溶接線
2●78●●●●X	12.5%	87.5%	8溶接線
2●78●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
2●78●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2●80●●●●X	0.8%	99.2%	120溶接線
2●80●●●●Y	0.0%	100.0%	118溶接線
2●80●●●●Z	0.0%	100.0%	144溶接線

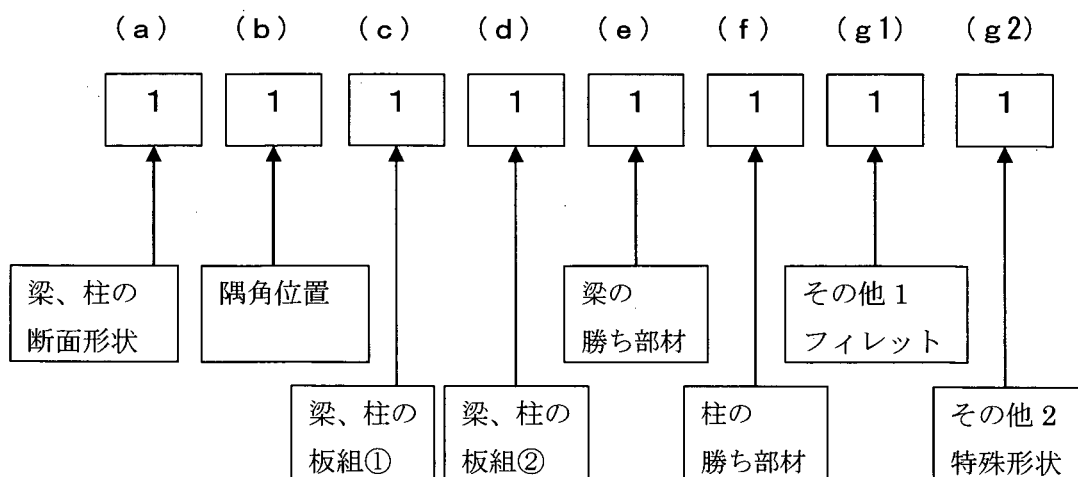


※□は母数が多いパターンを示す

図6-19 梁・柱の板組パターン別の30mm以上の損傷発生率

6.5 分析⑦-5

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 6-20 に、角柱と円柱隅角部における勝ち部材パターン別の隅角数を示す。

角柱の場合、「梁・柱ウェブ勝ち部材」(1●●●●22●●)が半数以上を占め、次いで「梁・柱フランジ勝ち部材」(1●●●●11●●)とでほとんどの隅角部が構成される。

円柱の場合は、「梁フランジ勝ち部材」(2●●●●10●●)が半数以上を占め、次いで「梁ウェブ勝ち部材」(2●●●●10●●)となっている。

これら角柱、円柱で母数が多い勝ち部材パターンの板組 (1●●●●22●●, 1●●●●11●●, 2●●●●10●●, 2●●●●20●●) は、図 6-21 より損傷発生率はいずれも 10 数%、図 6-22 より損傷長さ 30 mm 以上の損傷発生率は角柱、円柱ともに数%程度となっている。

【考察】

採用実績の多い板組については、梁・柱の勝ち部材による有為差は見られなかった。

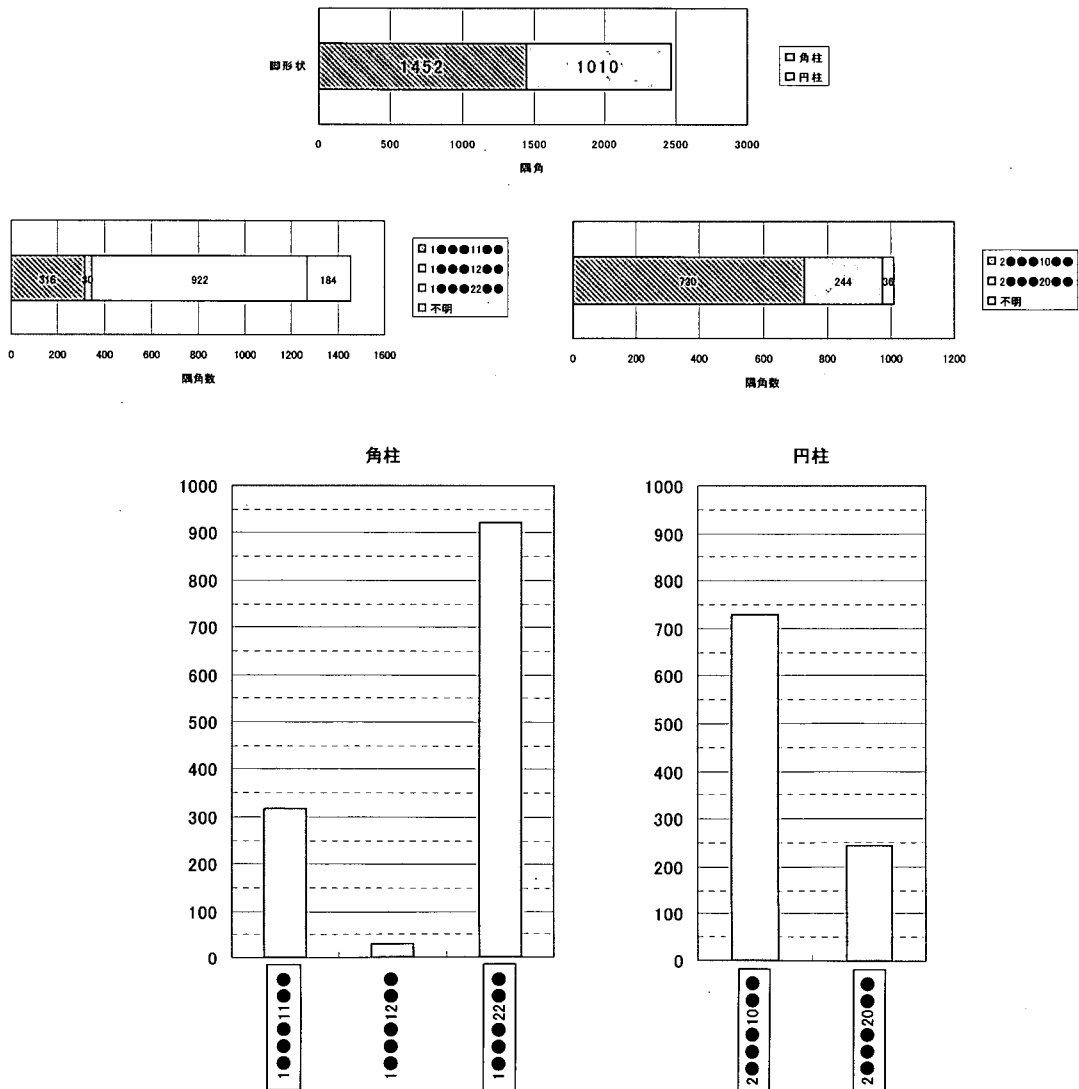
また、採用実績は少ないが損傷発生率の高い板組として「梁フランジ勝ち部材・柱ウェブ勝ち部材」(1●●●●12●●)のように、溶接施工の難しい板の組替えがある板組には注意する必要があると思われる。

表6-17 角柱の勝ち部材パターン別隅角数

(a)梁柱断面形状	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
1	1	1	1●●●11●●	316	42	274
1	1	2	1●●●12●●	30	15	15
1	2	2	1●●●22●●	922	138	784
不明				184		
総隅角数				1452		

表6-18 円柱の勝ち部材パターン別隅角数

(a)梁柱断面形状	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
2	1	0	2●●●10●●	730	88	642
2	2	0	2●●●20●●	244	38	206
不明				36		
総隅角数				1010		



※□は母数が多いパターンを示す。

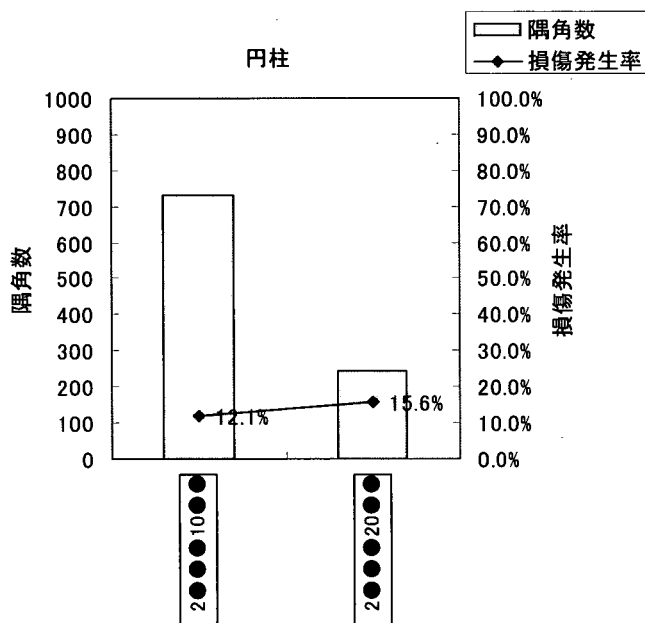
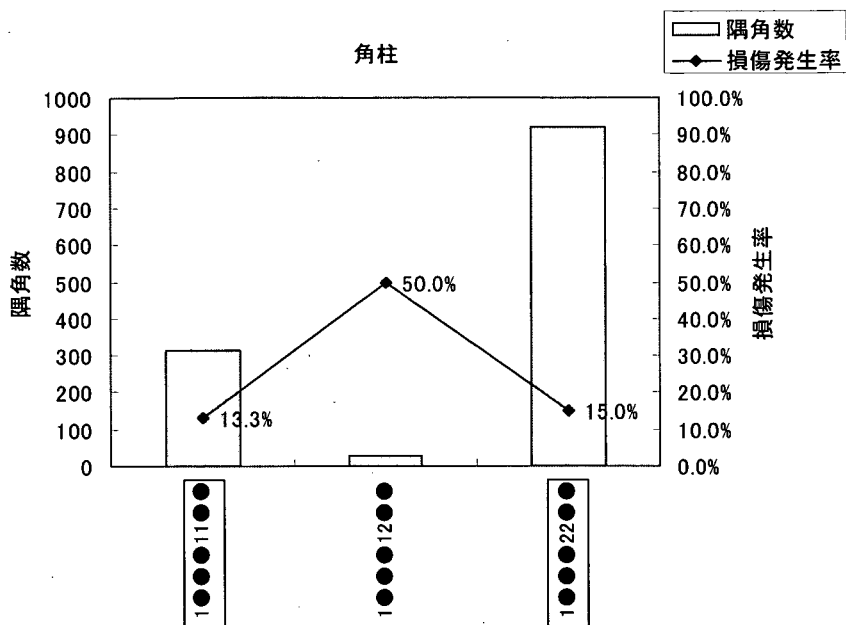
図6-20 勝ち部材パターン別隅角数

表6-19 角柱の勝ち部材パターン別の

の損傷発生率			
コード番号	損傷有	損傷無	母数
1●●●11●●	13.3%	86.7%	316隅角
1●●●12●●	50.0%	50.0%	30隅角
1●●●22●●	15.0%	85.0%	922隅角

表6-20 円柱の勝ち部材パターン別の

の損傷発生率			
コード番号	損傷有	損傷無	母数
2●●●10●●	12.1%	87.9%	730隅角
2●●●20●●	15.6%	84.4%	244隅角



※□は母数が多いパターンを示す。

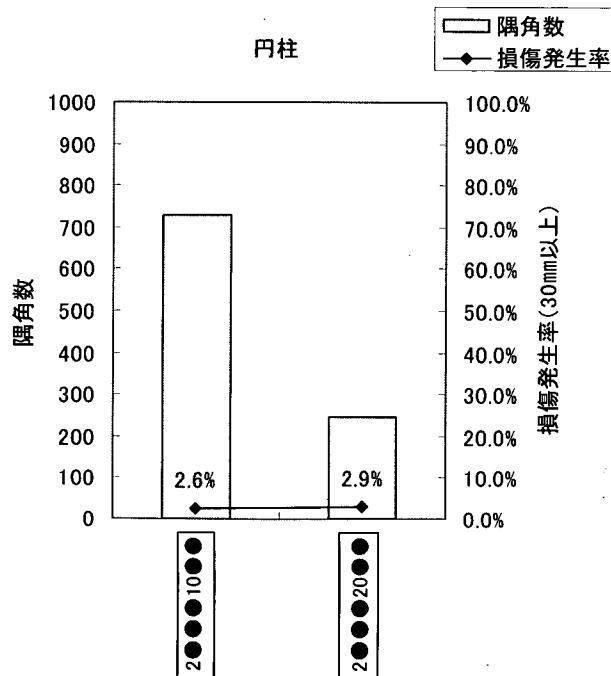
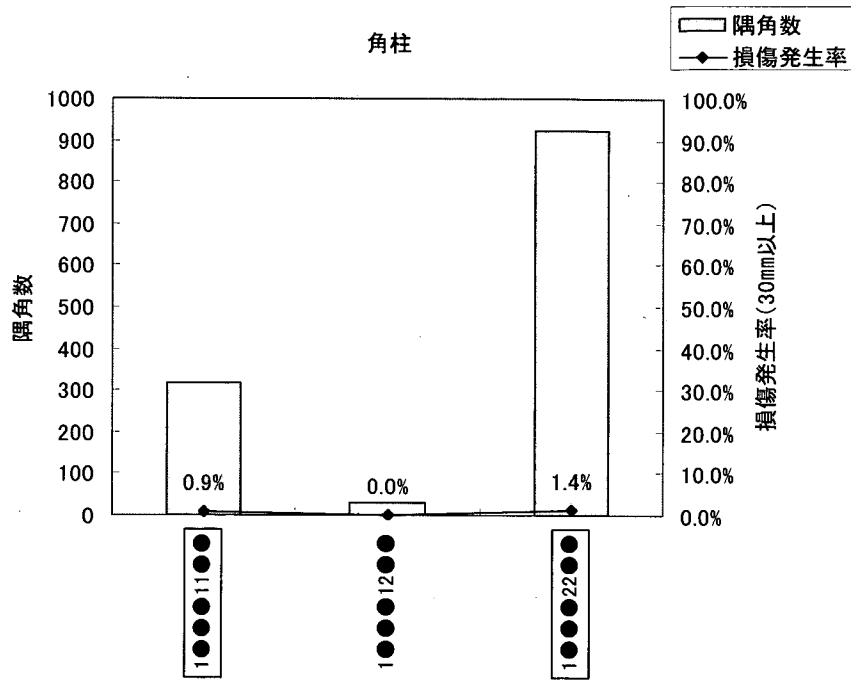
図6-21 勝ち部材パターン別の損傷発生率

表6-21 角柱の勝ち部材パターン別の
の損傷発生率（損傷長さ30mm以上）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1●●●11●●	0.9%	99.1%	316隅角
1●●●12●●	0.0%	100.0%	30隅角
1●●●22●●	1.4%	98.6%	922隅角

表6-22 円柱の勝ち部材パターン別の
の損傷発生率（損傷長さ30mm以上）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2●●●10●●	2.6%	97.4%	730隅角
2●●●20●●	2.9%	97.1%	244隅角

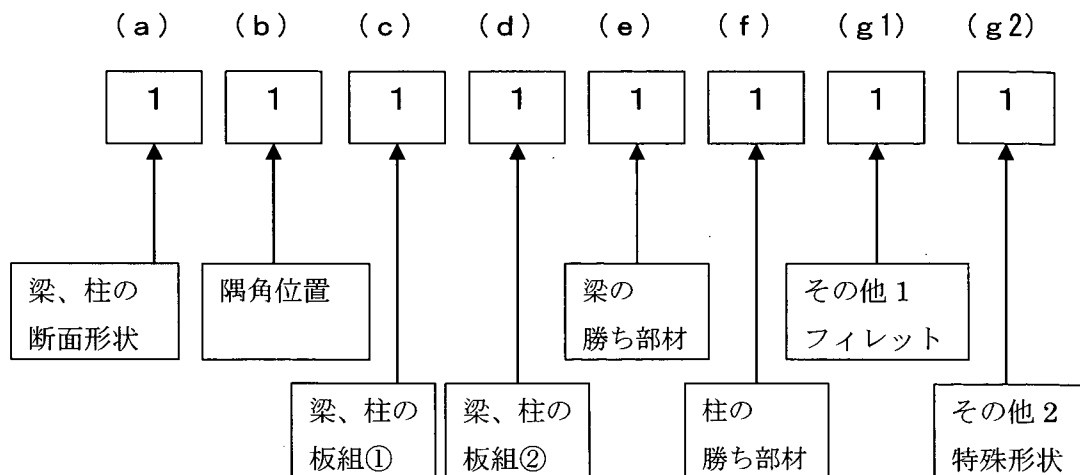


※□は母数が多いパターンを示す。

図6-22 勝ち部材パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

6.6 分析⑦-6

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材、溶接線方向と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 6-25 に、角柱と円柱隅角部における勝ち部材パターンの溶接線方向別の損傷発生率を示す。

角柱の場合、「梁・柱ウェブ勝ち部材」(1●●●22●●)のz方向(フランジ突合せ溶接)で相対的に高めである9.2%を示す以外は、どの溶接線方向も数%程度の損傷発生率となっている。

円柱の場合、母数の多い「梁ウェブ勝ち部材」(2●●●10●●)はどの溶接線方向も数%程度の損傷発生率となっている。

【考察】

梁・柱の勝ち部材の溶接線方向による有為差は見られなかった。また、採用実績は少ないが損傷発生率の高い板組として、角柱で「梁フランジ勝ち部材・柱ウェブ勝ち部材」(1●●●12●●X)のように、溶接の難しい板の組替えがある場合の板組の梁フランジのX方向(角溶接)には注意する必要があると思われる。

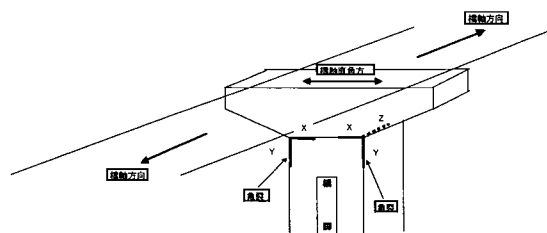


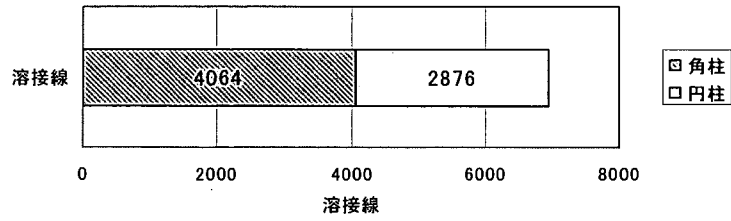
図6-23 溶接線方向

表6-23 角柱の勝ち部材パターン別溶接線数

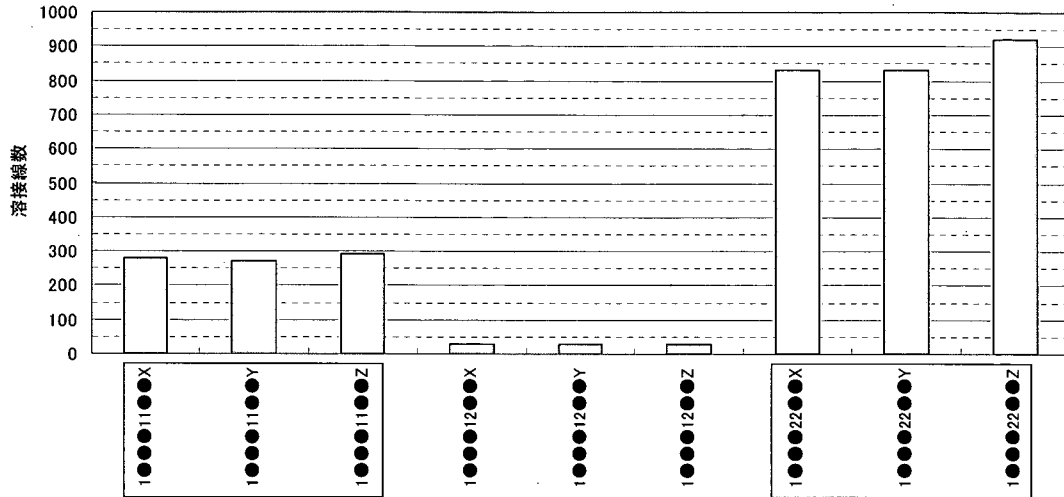
(a)梁柱断面形状	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	溶接方向	コード番号	溶接線	損傷有	損傷無
1	1	1	X	1●●●11●●X	278	16	262
1	1	1	Y	1●●●11●●Y	270	18	252
1	1	1	Z	1●●●11●●Z	292	13	279
1	1	2	X	1●●●12●●X	30	10	20
1	1	2	Y	1●●●12●●Y	30	6	24
1	1	2	Z	1●●●12●●Z	30	5	25
1	2	2	X	1●●●22●●X	830	39	791
1	2	2	Y	1●●●22●●Y	830	48	782
1	2	2	Z	1●●●22●●Z	922	84	838
不明					552		
総溶接線数					4064		

表6-24 円柱の勝ち部材パターン別溶接線数

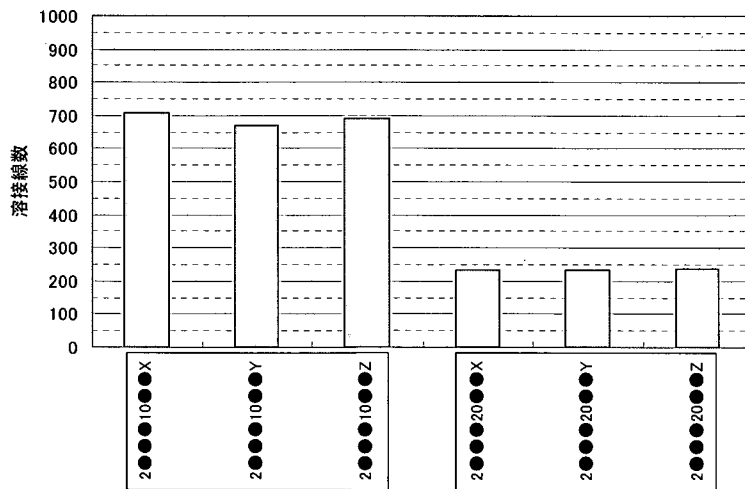
(a)梁柱断面形状	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	溶接方向	コード番号	溶接線	損傷有	損傷無
2	1	0	X	2●●●10●●X	708	34	674
2	1	0	Y	2●●●10●●Y	670	34	636
2	1	0	Z	2●●●10●●Z	690	35	655
2	2	0	X	2●●●20●●X	232	11	221
2	2	0	Y	2●●●20●●Y	232	22	210
2	2	0	Z	2●●●20●●Z	236	11	225
不明					108		
総溶接線数					2876		



角柱



円柱



※□は母数が多いパターンを示す。

図6-24 勝ち部材パターン別の溶接線数

表6-25 角柱の勝ち部材パターン別の

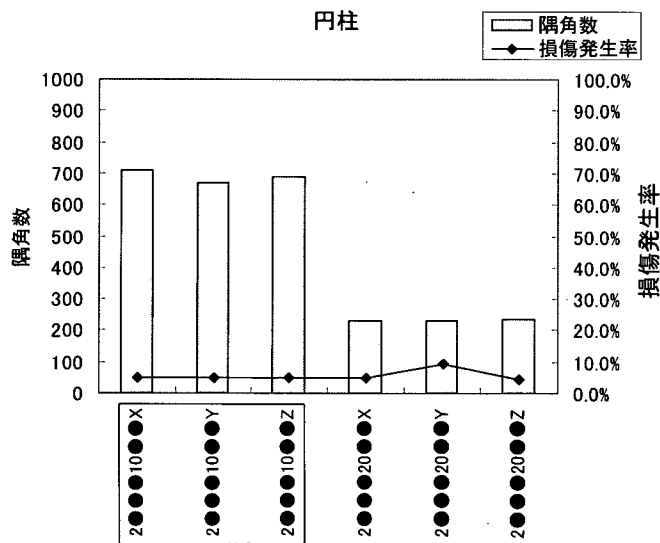
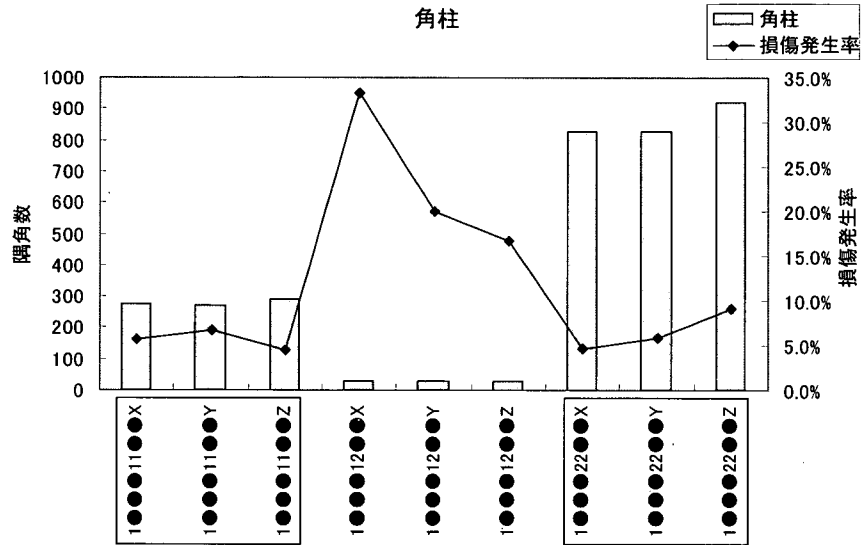
の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1●●●11●●X	5.8%	94.2%	278溶接線
1●●●11●●Y	6.7%	93.3%	270溶接線
1●●●11●●Z	4.5%	95.5%	292溶接線
1●●●12●●X	33.3%	66.7%	30溶接線
1●●●12●●Y	20.0%	80.0%	30溶接線
1●●●12●●Z	16.7%	83.3%	30溶接線
1●●●22●●X	4.7%	95.3%	830溶接線
1●●●22●●Y	5.8%	94.2%	830溶接線
1●●●22●●Z	9.1%	90.9%	922溶接線

表6-26 円柱の勝ち部材パターン別の

の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2●●●10●●X	4.8%	95.2%	708溶接線
2●●●10●●Y	5.1%	94.9%	670溶接線
2●●●10●●Z	5.1%	94.9%	690溶接線
2●●●20●●X	4.7%	95.3%	232溶接線
2●●●20●●Y	9.5%	90.5%	232溶接線
2●●●20●●Z	4.7%	95.3%	236溶接線



※□は母数が多いパターンを示す。

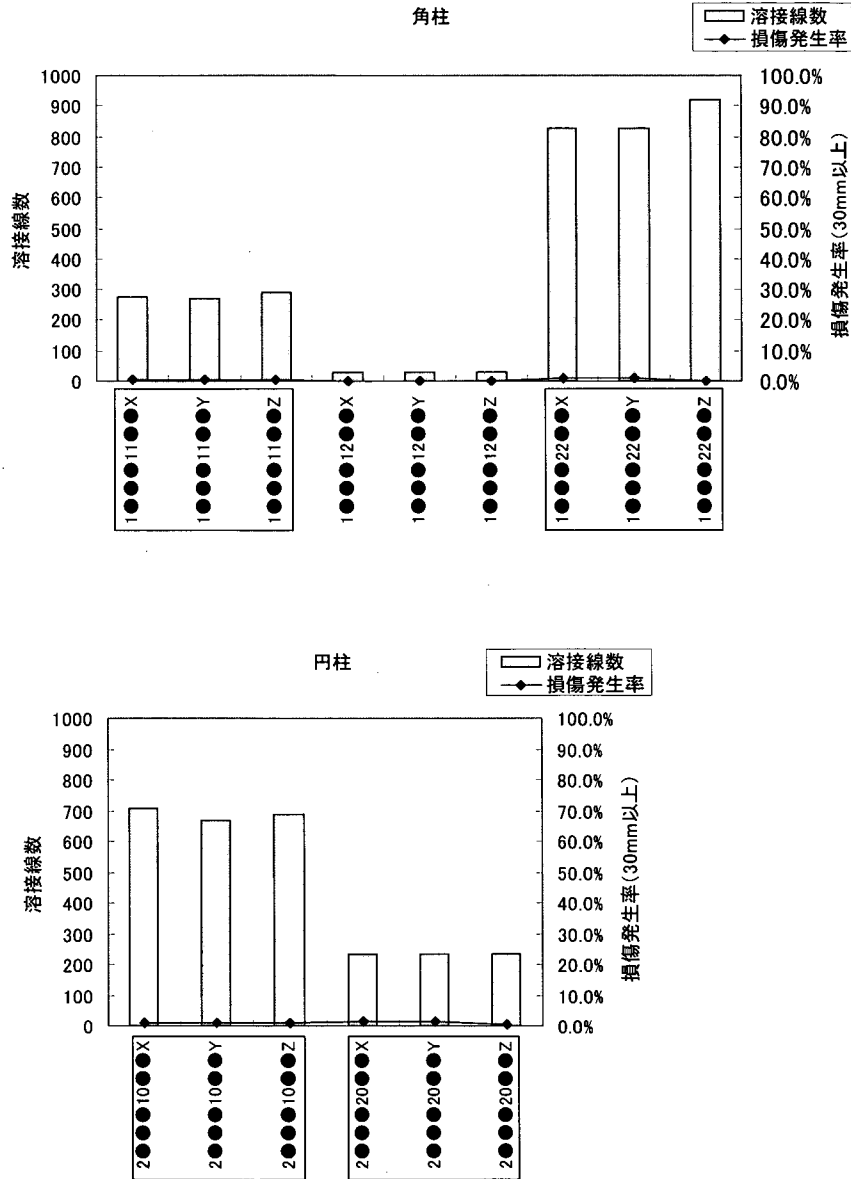
図6-25 梁・柱の勝ち部材パターン別の損傷発生率

表6-27 角柱の勝ち部材パターン別の
の損傷発生率 (30mm以上)

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1●●●11●●X	0.4%	99.6%	278溶接線
1●●●11●●Y	0.4%	99.6%	270溶接線
1●●●11●●Z	0.3%	99.7%	292溶接線
1●●●12●●X	0.0%	100.0%	30溶接線
1●●●12●●Y	0.0%	100.0%	30溶接線
1●●●12●●Z	0.0%	100.0%	30溶接線
1●●●22●●X	1.1%	98.9%	830溶接線
1●●●22●●Y	1.0%	99.0%	830溶接線
1●●●22●●Z	0.2%	99.8%	922溶接線

表6-28 円柱の勝ち部材パターン別の
の損傷発生率 (30mm以上)

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2●●●10●●X	1.0%	99.0%	708溶接線
2●●●10●●Y	0.9%	99.1%	670溶接線
2●●●10●●Z	0.9%	99.1%	690溶接線
2●●●20●●X	1.3%	98.7%	232溶接線
2●●●20●●Y	1.3%	98.7%	232溶接線
2●●●20●●Z	0.4%	99.6%	236溶接線

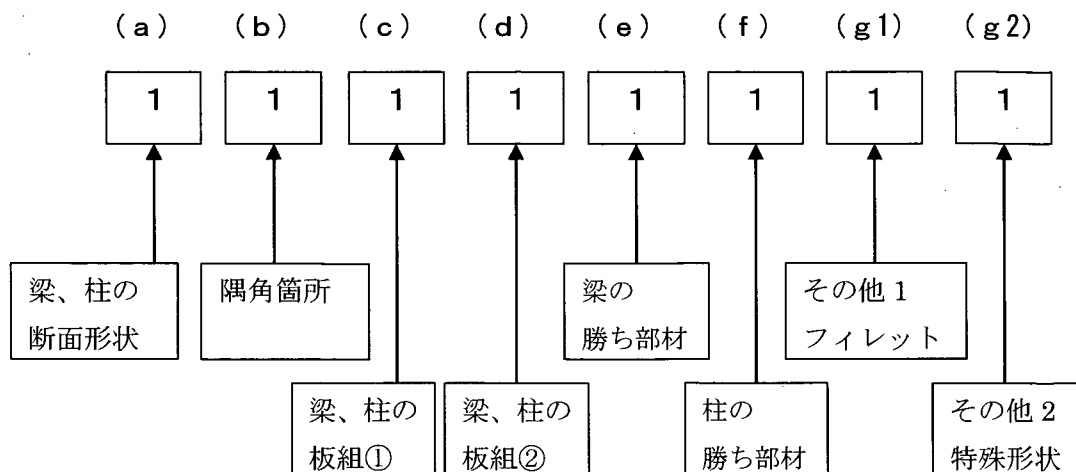


※□は母数が多いパターンを示す。

図6-26 梁・柱の勝ち部材パターン別の30mm以上損傷発生率

6.7 分析⑦-7

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②と損傷の有無の関係



【分析結果】

分析⑦-1で隅角位置と損傷発生の関係进行分析したが、さらに隅角位置別に(c), (d)梁・柱の板組パターンと損傷発生の関係について分析した。

図 6-28 に梁・柱の板組パターン別の隅角数を示す。

角柱の場合、「隅角位置③（梁下縁）、梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1311●●●●●)が半数以上を占め、次いで「隅角位置③（梁下縁）、梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」(1312●●●●●)とで大半を占める。

円柱の場合は、「隅角位置①（梁天端）、天板一体で梁ウェブ分離」(2166●●●●●)及び「隅角位置③（梁下縁）、梁ウェブ・フランジ突合せ」(2376●●●●●)がいずれも 30%程度を占める。また、「円柱断面が梁断面を貫通」(2380●●●●●)が 10 数%程度を占める。

図 6-29 に、梁・柱の板組パターン別の損傷発生率を示す。角柱の場合、「隅角位置③（梁下縁）、梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1311●●●●●)が 24.5%とやや高めであり、「隅角位置③（梁下縁）、梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」(1312●●●●●)は 10 %程度である。

円柱の場合は、「隅角位置①（梁天端）、天板一体で梁ウェブ突合せ」(2166●●●●●)及び「隅角位置③（梁下縁）、梁ウェブ・フランジ突合せ」(2376●●●●●)でいずれも 10%程度となっている。

【考察】

角柱の場合、「隅角位置③（梁下縁）、梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1311●●●●●)が 24.5%とやや高めであるが、図 6-30 の損傷長さ 30 mm 以上の損傷発生率を見ると、「隅角位置③（梁下縁）、梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1311●●●●●)は数%程度であり、梁・柱の貫通状態による有為差は不明である。

また、母数は少ないが損傷長さ 30 mm 以上の損傷発生率が高い板組として、角柱では、「柱ウェブが隅角部で分断されている構造」(1231●●●●●, 1332●●●●●)に注意が必要で

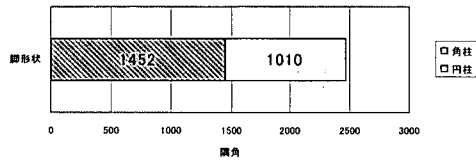
あり、円柱では、「梁ウェブと円柱の突合せ溶接に三角バーを使用している構造」(2168●●●●, 2377●●●●, 2378●●●●) に注意する必要があると思われる。

表6-29 隅角位置における梁・柱の板組パターン別隅角数（角柱）

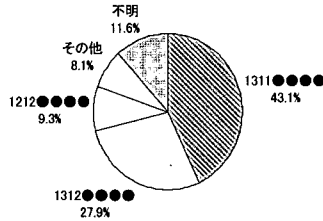
(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
1	1	1	4	1114●●●●	4	0	4
1	1	2	1	1121●●●●	4	0	4
1	2	1	1	1211●●●●	40	2	38
1	2	1	2	1212●●●●	134	4	130
1	2	3	1	1231●●●●	2	1	1
1	3	1	1	1311●●●●	628	154	474
1	3	1	2	1312●●●●	402	28	374
1	3	1	4	1314●●●●	20	0	20
1	3	2	1	1321●●●●	32	5	27
1	3	3	1	1331●●●●	6	5	1
1	3	3	2	1332●●●●	10	8	2
不明					170		
総隅角数					1452		

表6-30 隅角位置における梁・柱の板組パターン別隅角数（円柱）

(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
2	1	6	6	2166●●●●	256	25	231
2	1	6	8	2168●●●●	8	5	3
2	2	7	6	2276●●●●	34	5	29
2	2	8	0	2280●●●●	2	0	2
2	3	4	0	2340●●●●	8	0	8
2	3	5	0	2350●●●●	44	6	38
2	3	6	6	2366●●●●	4	0	4
2	3	7	6	2376●●●●	328	33	295
2	3	7	7	2377●●●●	4	1	3
2	3	7	8	2378●●●●	8	4	4
2	3	8	0	2380●●●●	144	5	139
不明					170		
総隅角数					1010		



角柱1452隅角



円柱1010隅角

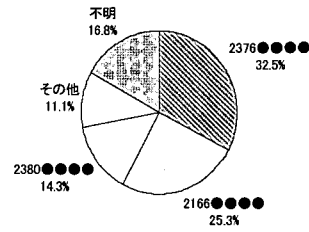
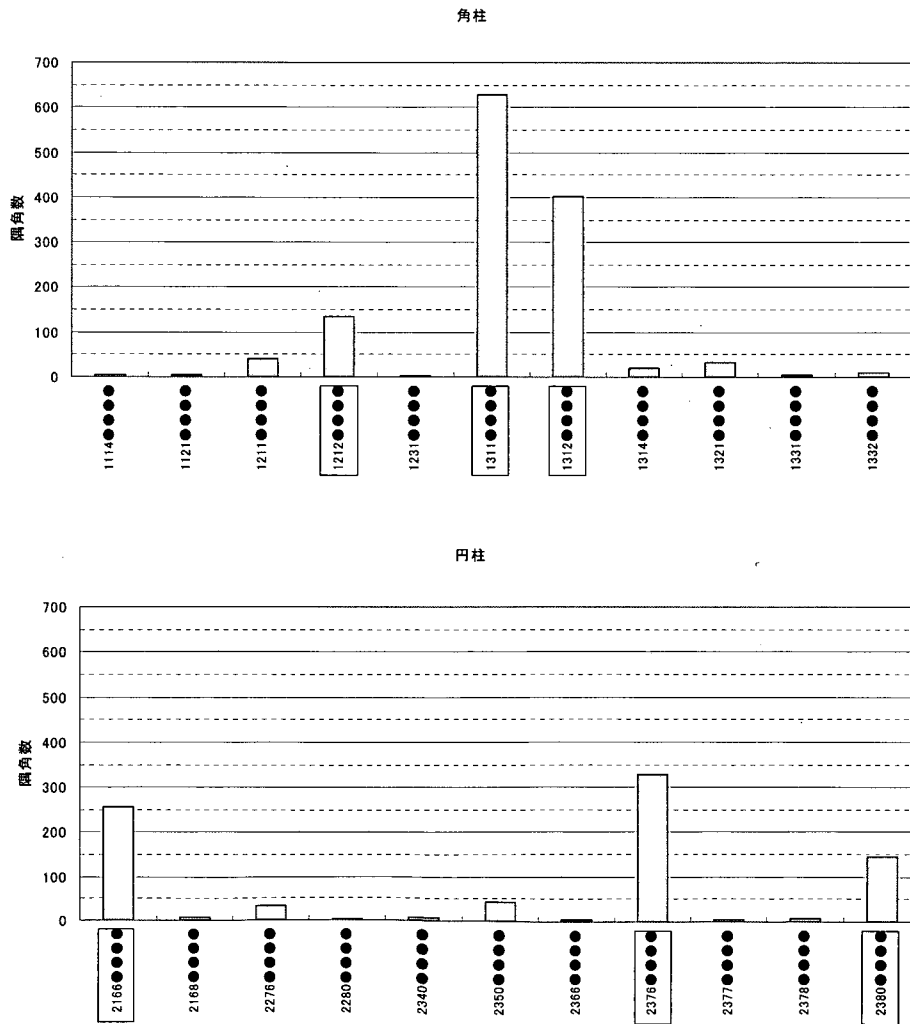


図6-27 隅角位置における梁・柱の板組パターン別の構成比



※□は母数が多いパターンを示す。

図6-28 梁・柱の板組パターン別の隅角数

表6-31 隅角位置および梁・柱の板組

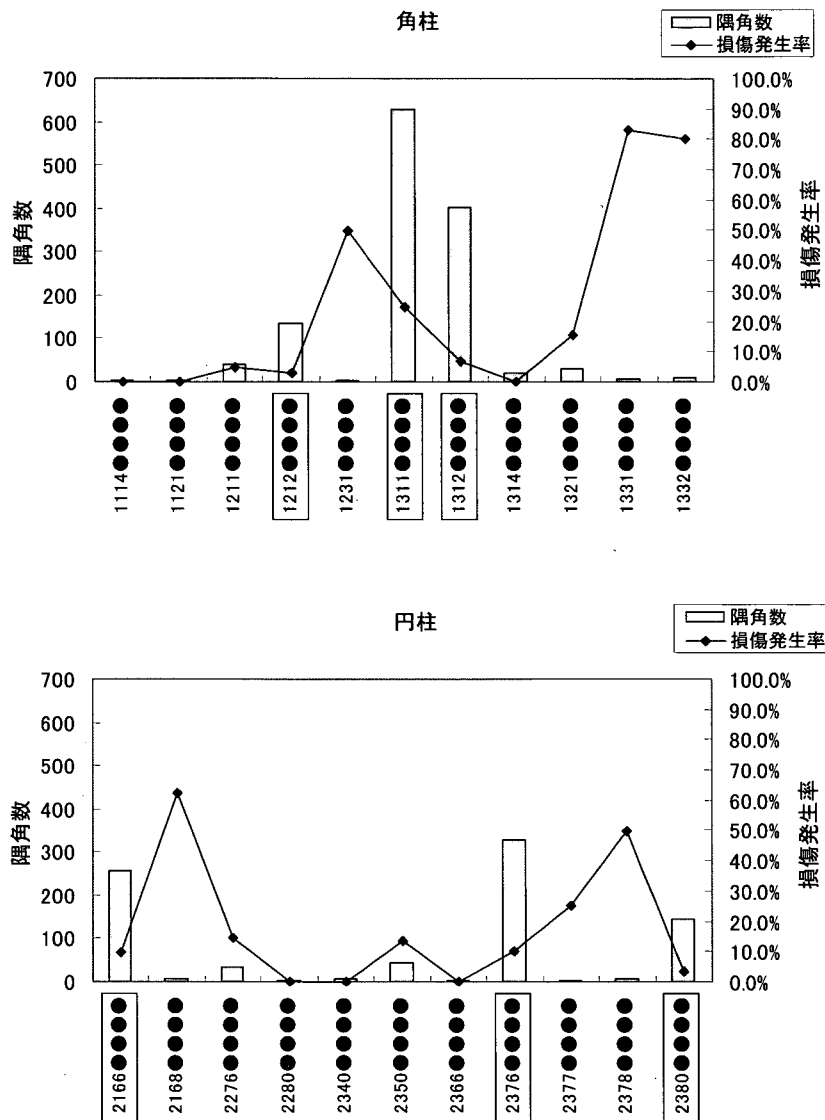
パターン別損傷発生率 (角柱)

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1114●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
1121●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
1211●●●●	5.0%	95.0%	40隅角
1212●●●●	3.0%	97.0%	134隅角
1231●●●●	50.0%	50.0%	2隅角
1311●●●●	24.5%	75.5%	628隅角
1312●●●●	7.0%	93.0%	402隅角
1314●●●●	0.0%	100.0%	20隅角
1321●●●●	15.6%	84.4%	32隅角
1331●●●●	83.3%	16.7%	6隅角
1332●●●●	80.0%	20.0%	10隅角

表6-32 隅角位置および梁・柱の板組

パターン別損傷発生率 (円柱)

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2166●●●●	9.8%	90.2%	256隅角
2168●●●●	62.5%	37.5%	8隅角
2276●●●●	14.7%	85.3%	34隅角
2280●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
2340●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
2350●●●●	13.6%	86.4%	44隅角
2366●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
2376●●●●	10.1%	89.9%	328隅角
2377●●●●	25.0%	75.0%	4隅角
2378●●●●	50.0%	50.0%	8隅角
2380●●●●	3.5%	96.5%	144隅角



※□は母数が多いパターンを示す。

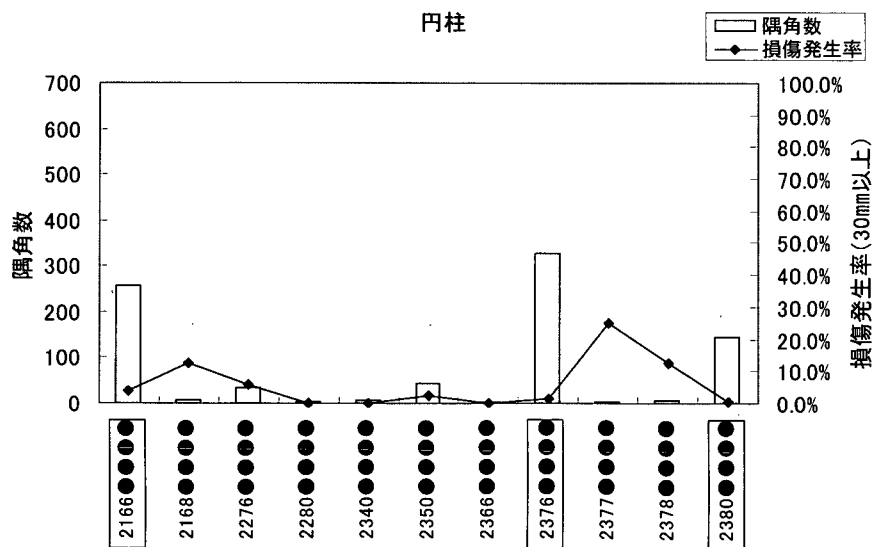
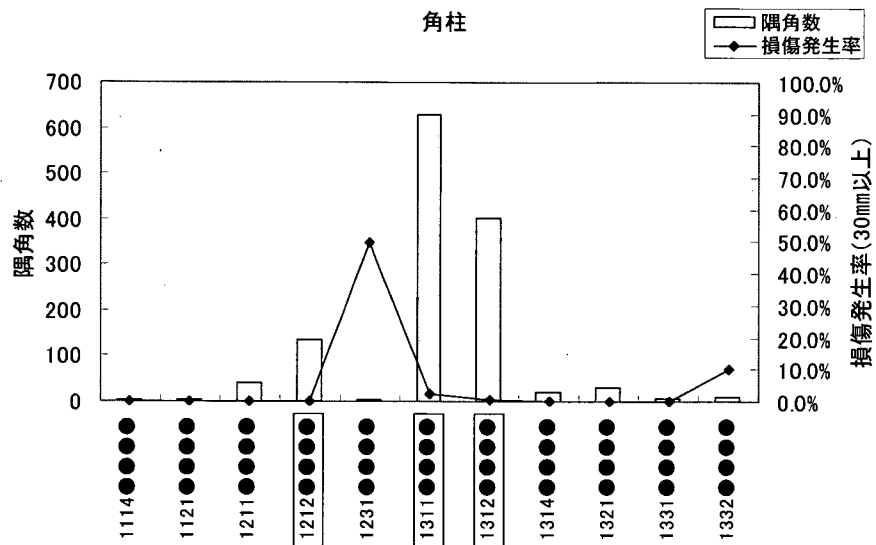
図6-29 隅角位置、梁・柱の板組パターン別の損傷発生率

表6-33 隅角位置、梁・柱の板組パターン別の
の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1114●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
1121●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
1211●●●●	5.0%	95.0%	40隅角
1212●●●●	3.0%	97.0%	134隅角
1231●●●●	50.0%	50.0%	2隅角
1311●●●●	24.5%	75.5%	628隅角
1312●●●●	7.0%	93.0%	402隅角
1314●●●●	0.0%	100.0%	20隅角
1321●●●●	15.6%	84.4%	32隅角
1331●●●●	83.3%	16.7%	6隅角
1332●●●●	80.0%	20.0%	10隅角

表6-34 隅角位置、梁・柱の板組パターン別の
の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2166●●●●	9.8%	90.2%	256隅角
2168●●●●	62.5%	37.5%	8隅角
2276●●●●	14.7%	85.3%	34隅角
2280●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
2340●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
2350●●●●	13.6%	86.4%	44隅角
2366●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
2376●●●●	10.1%	89.9%	328隅角
2377●●●●	25.0%	75.0%	4隅角
2378●●●●	50.0%	50.0%	8隅角
2380●●●●	3.5%	96.5%	144隅角

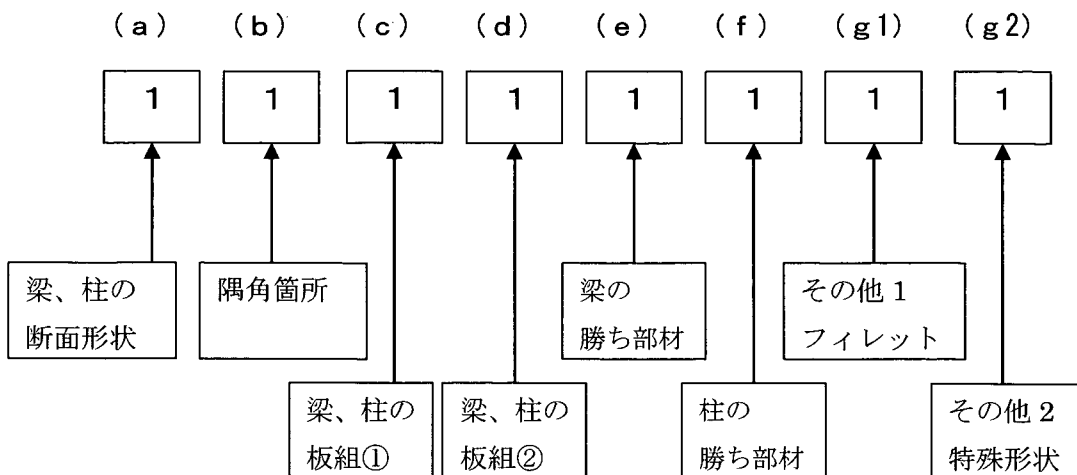


※□は母数が多いパターンを示す。

図6-30 隅角位置、梁・柱の勝ち部材パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

6.8 分析⑦-8

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②、溶接線方向と損傷の有無の関係



【分析結果】

分析⑦-7で隅角位置別に(c), (d)梁・柱の板組パターンと損傷発生の関係について分析したが、さらに溶接線方向(x, y, z)と損傷発生の関係について分析した。

図6-33に、梁・柱の板組パターンにおける溶接線方向別の損傷発生率を示す。

角柱では、「隅角位置③(梁下縁)、梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」(1311●●●●●)のz方向(フランジ突合せ溶接)は14.3%とやや高めであるが、「隅角位置③(梁下縁)、梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」(1312●●●●●)はいずれの溶接線方向も数%程度以下で特別な傾向は見られない。

円柱では、「隅角位置①(梁天端)、梁柱の天板一体で梁ウェブ分離」(2166●●●●●)はx方向(梁上縁角溶接)とy方向(ウェブ突合せ溶接)が、「隅角位置③(梁下縁)、梁ウェブ・フランジ突合せ」(2376●●●●●)はz方向(梁フランジ突合せ溶接)が相対的に損傷発生率が高いもののいずれも数%程度である。

【考察】

隅角位置別の梁・柱フランジの貫通状態と溶接線方向による有為差は見られない。

また、母数は少ないが損傷発生率の高い板組として、角柱は「柱ウェブが隅角部で分断された構造」(1231●●●●●Y, 1331●●●●●Y, 1332●●●●●X)に、円柱は「梁ウェブと円柱の突合せ溶接に三角バーが使用されている構造」(2168●●●●●X, 2377●●●●●Z, 2378●●●●●X)に注意が必要であると思われる。

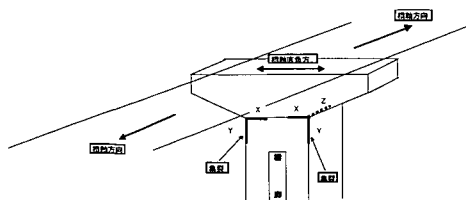


図6-31 溶接線方向

表6-35 隅角位置および梁・柱の板組パターン別の溶接線数（角柱）

(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
1	1	1	4	X	1114●●●●X	4	0	4
1	1	1	4	Y	1114●●●●Y	4	0	4
1	1	2	1	X	1114●●●●Z	4	0	4
1	1	2	1	Y	1121●●●●Y	4	0	4
1	1	2	1	Z	1121●●●●Z	4	0	4
1	2	1	1	X	1211●●●●X	40	1	39
1	2	1	1	Y	1211●●●●Y	40	2	38
1	2	1	1	Z	1211●●●●Z	40	2	38
1	2	1	2	X	1212●●●●X	102	0	102
1	2	1	2	Y	1212●●●●Y	102	2	100
1	2	1	2	Z	1212●●●●Z	134	2	132
1	2	3	1	X	1231●●●●X	2	0	2
1	2	3	1	Y	1231●●●●Y	2	1	1
1	2	3	1	Z	1231●●●●Z	2	0	2
1	3	1	1	X	1311●●●●X	590	51	539
1	3	1	1	Y	1311●●●●Y	590	55	535
1	3	1	1	Z	1311●●●●Z	628	90	538
1	3	1	2	X	1312●●●●X	346	11	335
1	3	1	2	Y	1312●●●●Y	346	12	334
1	3	1	2	Z	1312●●●●Z	402	7	395
1	3	1	4	X	1314●●●●X	16	0	16
1	3	1	4	Y	1314●●●●Y	8	0	8
1	3	2	1	X	1314●●●●Z	32	1	31
1	3	2	1	Y	1321●●●●Y	32	1	31
1	3	2	1	Z	1321●●●●Z	32	3	29
1	3	3	1	X	1331●●●●X	6	2	4
1	3	3	1	Y	1331●●●●Y	6	3	3
1	3	3	1	Z	1331●●●●Z	6	0	6
1	3	3	2	X	1332●●●●X	10	5	5
1	3	3	2	Y	1332●●●●Y	10	3	7
1	3	3	2	Z	1332●●●●Z	10	2	8
					不明	510		
					総溶接線数	4064		

表6-36 隅角位置および梁・柱の板組パターン別の溶接線数（円柱）

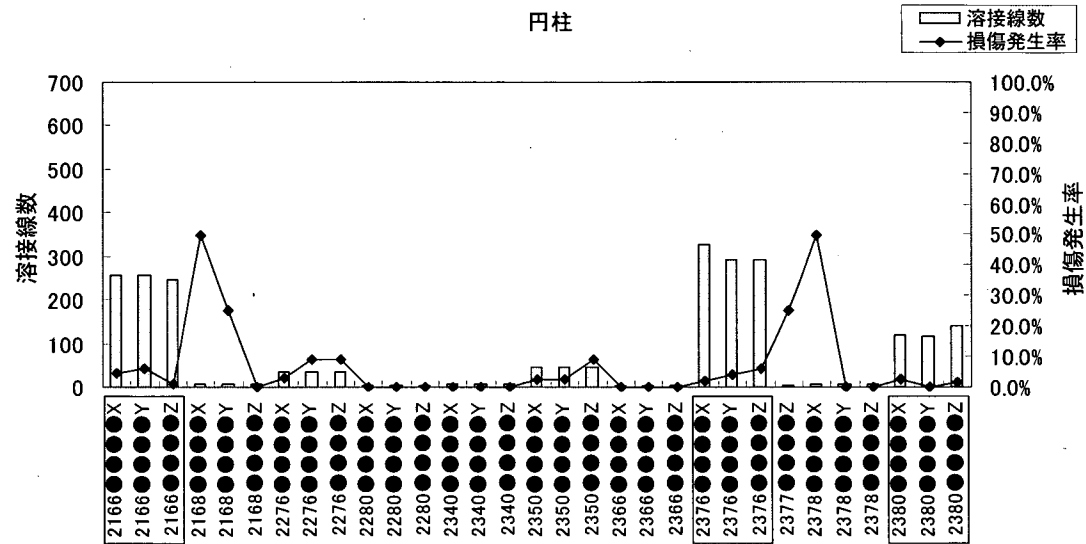
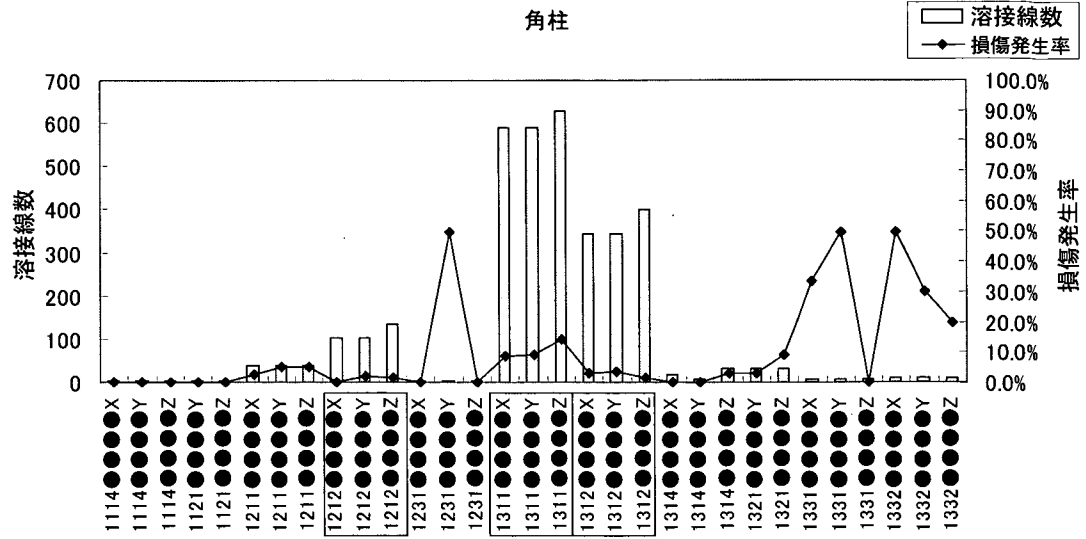
(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
2	1	6	6	X	2166●●●●X	256	11	245
2	1	6	6	Y	2166●●●●Y	256	15	241
2	1	6	6	Z	2166●●●●Z	246	2	244
2	1	6	8	X	2168●●●●X	8	4	4
2	1	6	8	Y	2168●●●●Y	8	2	6
2	1	6	8	Z	2168●●●●Z	8	0	8
2	2	7	6	X	2276●●●●X	34	1	33
2	2	7	6	Y	2276●●●●Y	34	3	31
2	2	7	6	Z	2276●●●●Z	34	3	31
2	2	8	0	X	2280●●●●X	2	0	2
2	2	8	0	Y	2280●●●●Y	2	0	2
2	2	8	0	Z	2280●●●●Z	2	0	2
2	3	4	0	X	2340●●●●X	8	0	8
2	3	4	0	Y	2340●●●●Y	8	0	8
2	3	4	0	Z	2340●●●●Z	8	0	8
2	3	5	0	X	2350●●●●X	44	1	43
2	3	5	0	Y	2350●●●●Y	44	1	43
2	3	5	0	Z	2350●●●●Z	44	4	40
2	3	6	6	X	2366●●●●X	4	0	4
2	3	6	6	Y	2366●●●●Y	4	0	4
2	3	6	6	Z	2366●●●●Z	4	0	4
2	3	7	6	X	2376●●●●X	328	7	321
2	3	7	6	Y	2376●●●●Y	292	12	280
2	3	7	6	Z	2376●●●●Z	292	18	274
2	3	7	7	Z	2377●●●●Z	4	1	3
2	3	7	8	X	2378●●●●X	8	4	4
2	3	7	8	Y	2378●●●●Y	8	0	8
2	3	7	8	Z	2378●●●●Z	8	0	8
2	3	8	0	X	2380●●●●X	118	3	115
2	3	8	0	Y	2380●●●●Y	116	0	116
2	3	8	0	Z	2380●●●●Z	142	2	140
					不明	502		
					総溶接線数	2876		

表6-37 隅角位置、梁・柱の板組パターン別の損傷発生率（溶接線）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1114●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
1114●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
1114●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
1121●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
1121●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
1211●●●●X	2.5%	97.5%	40溶接線
1211●●●●Y	5.0%	95.0%	40溶接線
1211●●●●Z	5.0%	95.0%	40溶接線
1212●●●●X	0.0%	100.0%	102溶接線
1212●●●●Y	2.0%	98.0%	102溶接線
1212●●●●Z	1.5%	98.5%	134溶接線
1231●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
1231●●●●Y	50.0%	50.0%	2溶接線
1231●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
1311●●●●X	8.6%	91.4%	590溶接線
1311●●●●Y	9.3%	90.7%	590溶接線
1311●●●●Z	14.3%	85.7%	628溶接線
1312●●●●X	3.2%	96.8%	346溶接線
1312●●●●Y	3.5%	96.5%	346溶接線
1312●●●●Z	1.7%	98.3%	402溶接線
1314●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
1314●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
1321●●●●X	3.1%	96.9%	32溶接線
1321●●●●Y	3.1%	96.9%	32溶接線
1321●●●●Z	9.4%	90.6%	32溶接線
1331●●●●X	33.3%	66.7%	6溶接線
1331●●●●Y	50.0%	50.0%	6溶接線
1331●●●●Z	0.0%	100.0%	6溶接線
1332●●●●X	50.0%	50.0%	10溶接線
1332●●●●Y	30.0%	70.0%	10溶接線
1332●●●●Z	20.0%	80.0%	10溶接線

表6-38 隅角位置、梁・柱の板組パターン別の損傷発生率（溶接線）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2166●●●●X	4.3%	95.7%	256溶接線
2166●●●●Y	5.9%	94.1%	256溶接線
2166●●●●Z	0.8%	99.2%	246溶接線
2168●●●●X	50.0%	50.0%	8溶接線
2168●●●●Y	25.0%	75.0%	8溶接線
2168●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2276●●●●X	2.9%	97.1%	34溶接線
2276●●●●Y	8.8%	91.2%	34溶接線
2276●●●●Z	8.8%	91.2%	34溶接線
2280●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
2280●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
2280●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
2340●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
2340●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
2340●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2350●●●●X	2.3%	97.7%	44溶接線
2350●●●●Y	2.3%	97.7%	44溶接線
2350●●●●Z	9.1%	90.9%	44溶接線
2366●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
2366●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
2366●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
2376●●●●X	2.1%	97.9%	328溶接線
2376●●●●Y	4.1%	95.9%	292溶接線
2376●●●●Z	6.2%	93.8%	292溶接線
2377●●●●Z	25.0%	75.0%	4溶接線
2378●●●●X	50.0%	50.0%	8溶接線
2378●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
2378●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2380●●●●X	2.5%	97.5%	118溶接線
2380●●●●Y	0.0%	100.0%	116溶接線
2380●●●●Z	1.4%	98.6%	142溶接線



※□は母数が多いパターンを示す。

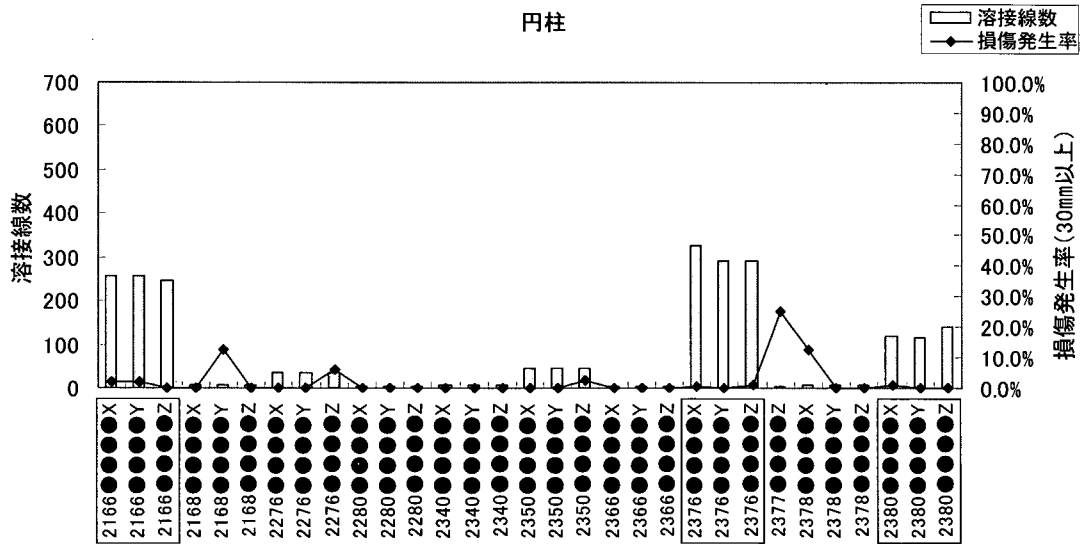
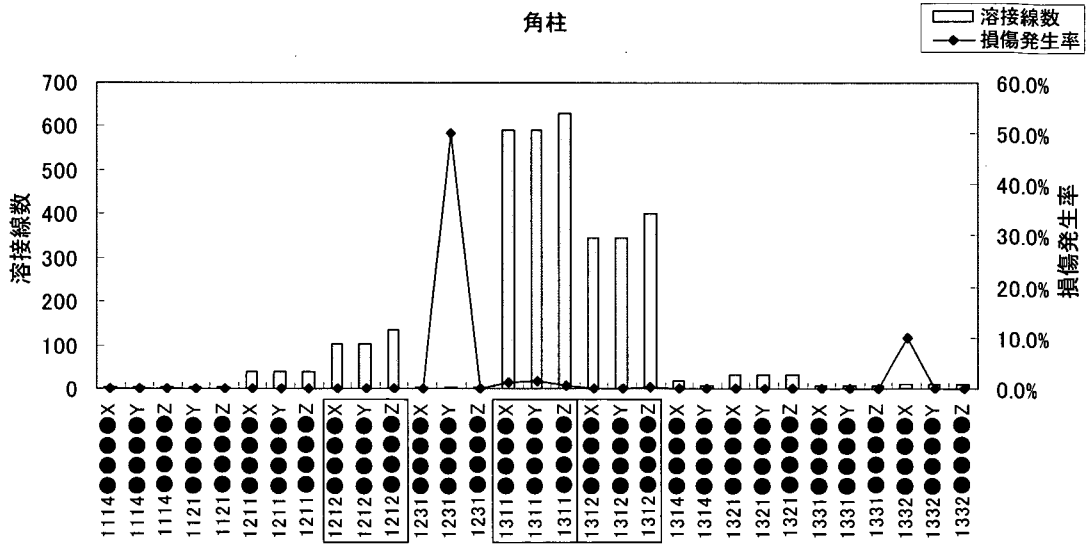
図 6-33 隅角箇所、梁・柱の板組パターン別の損傷発生率

表6-39 隅角位置、梁・柱の板組パターン別の
損傷長さ30mm以上の損傷発生率（溶接線）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
1114●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
1114●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
1114●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
1121●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
1121●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
1211●●●●X	0.0%	100.0%	40溶接線
1211●●●●Y	0.0%	100.0%	40溶接線
1211●●●●Z	0.0%	100.0%	40溶接線
1212●●●●X	0.0%	100.0%	102溶接線
1212●●●●Y	0.0%	100.0%	102溶接線
1212●●●●Z	0.0%	100.0%	134溶接線
1231●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
1231●●●●Y	50.0%	50.0%	2溶接線
1231●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
1311●●●●X	1.4%	98.6%	590溶接線
1311●●●●Y	1.5%	98.5%	590溶接線
1311●●●●Z	0.5%	99.5%	628溶接線
1312●●●●X	0.0%	100.0%	346溶接線
1312●●●●Y	0.0%	100.0%	346溶接線
1312●●●●Z	0.2%	99.8%	402溶接線
1314●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
1314●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
1321●●●●X	0.0%	100.0%	32溶接線
1321●●●●Y	0.0%	100.0%	32溶接線
1321●●●●Z	0.0%	100.0%	32溶接線
1331●●●●X	0.0%	100.0%	6溶接線
1331●●●●Y	0.0%	100.0%	6溶接線
1331●●●●Z	0.0%	100.0%	6溶接線
1332●●●●X	10.0%	90.0%	10溶接線
1332●●●●Y	0.0%	100.0%	10溶接線
1332●●●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線

表6-40 隅角位置、梁・柱の板組パターン別の
損傷長さ30mm以上の損傷発生率（溶接線）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
2166●●●●X	2.0%	98.0%	256溶接線
2166●●●●Y	2.0%	98.0%	256溶接線
2166●●●●Z	0.0%	100.0%	246溶接線
2168●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
2168●●●●Y	12.5%	87.5%	8溶接線
2168●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2276●●●●X	0.0%	100.0%	34溶接線
2276●●●●Y	0.0%	100.0%	34溶接線
2276●●●●Z	5.9%	94.1%	34溶接線
2280●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
2280●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
2280●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
2340●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
2340●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
2340●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2350●●●●X	0.0%	100.0%	44溶接線
2350●●●●Y	0.0%	100.0%	44溶接線
2350●●●●Z	2.3%	97.7%	44溶接線
2366●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
2366●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
2366●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
2376●●●●X	0.6%	99.4%	328溶接線
2376●●●●Y	0.0%	100.0%	292溶接線
2376●●●●Z	1.0%	99.0%	292溶接線
2377●●●●Z	25.0%	75.0%	4溶接線
2378●●●●X	12.5%	87.5%	8溶接線
2378●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
2378●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
2380●●●●X	0.8%	99.2%	118溶接線
2380●●●●Y	0.0%	100.0%	116溶接線
2380●●●●Z	0.0%	100.0%	142溶接線

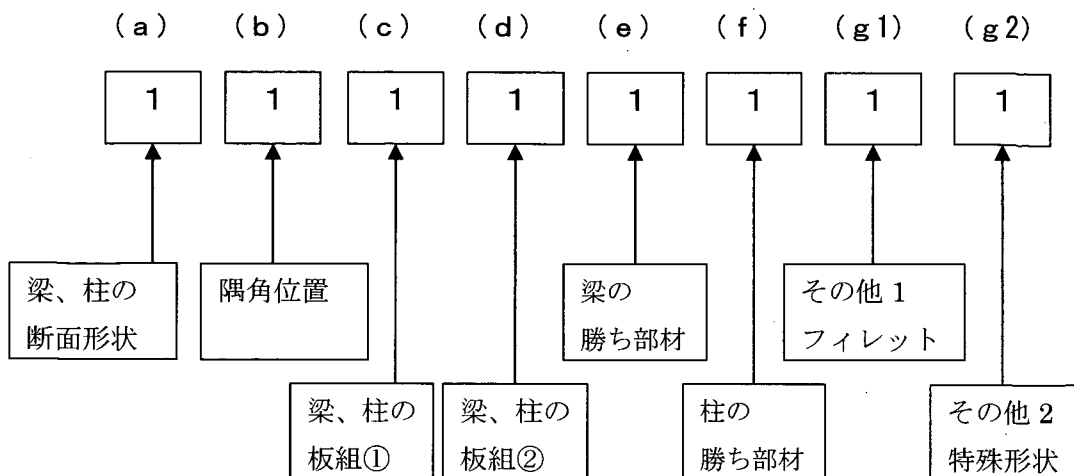


※□は母数が多いパターンを示す。

図6-34 隅角箇所、梁・柱の板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

6.9 分析⑦-9

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材と損傷の有無の関係



【分析結果】

分析⑦-1で隅角位置と損傷発生との関係进行分析を行ったが、さらに隅角位置別の(e), (f) 梁・柱の勝ち部材パターンと損傷発生との関係について分析した。

図 6-37 より勝ち部材パターン別の損傷発生率を見ると、角柱、円柱の母数が多いパターン (13●●11●●, 13●●22●●, 21●●10●●, 23●●10●●) ではいずれも 10 数%程度を示している。

【考察】

角柱、円柱とも母数の多い構造においては、隅角位置毎の勝ち部材による有為差は見られない。

また、採用実績は少ないが損傷発生率の高い板組として、角柱の「梁フランジ勝ち部材・柱ウェブ勝ち部材」(12●●12●●, 13●●12●●) のように板の組替えがある構造には注意する必要があると思われる。

表6-41 隅角位置および勝ち部材パターン別の隅角数（角柱）

(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
1	1	1	1	11●●11●●	8	0	8
1	2	1	1	12●●11●●	70	3	67
1	2	1	2	12●●12●●	4	2	2
1	2	2	2	12●●22●●	108	5	103
1	3	1	1	13●●11●●	238	39	199
1	3	1	2	13●●12●●	26	13	13
1	3	2	2	13●●22●●	814	133	681
				不明	184		
				総隅角数	1452		

表6-42 隅角位置および勝ち部材パターン別の隅角数（円柱）

(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
2	1	1	0	21●●10●●	228	31	197
2	1	2	0	21●●20●●	94	20	74
2	2	1	0	22●●10●●	34	5	29
2	2	2	0	22●●20●●	2	0	2
2	3	1	0	23●●10●●	468	52	416
2	3	2	0	23●●20●●	148	18	130
				不明	36		
				総隅角数	1010		

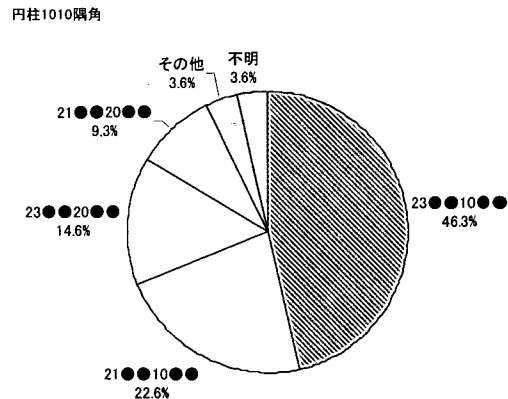
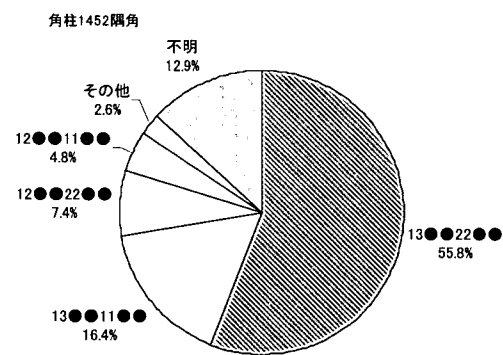
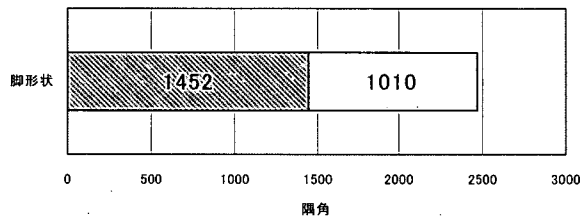


図6-35 隅角位置および勝ち部材パターン別の隅角構成比

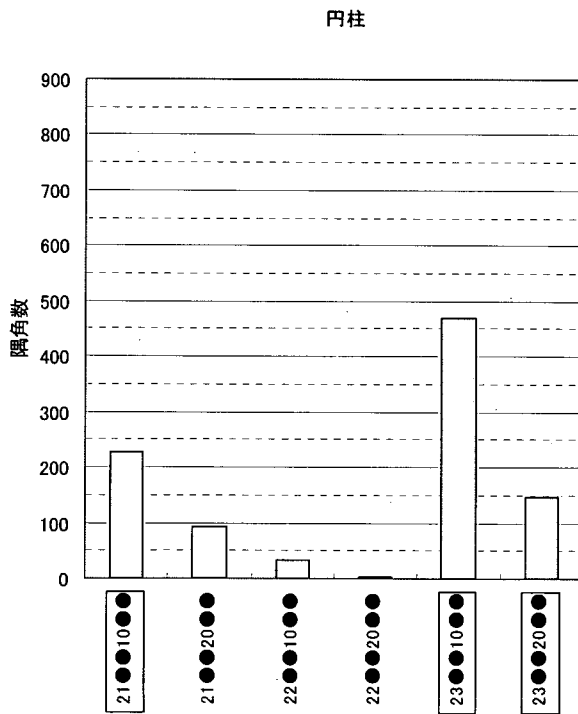
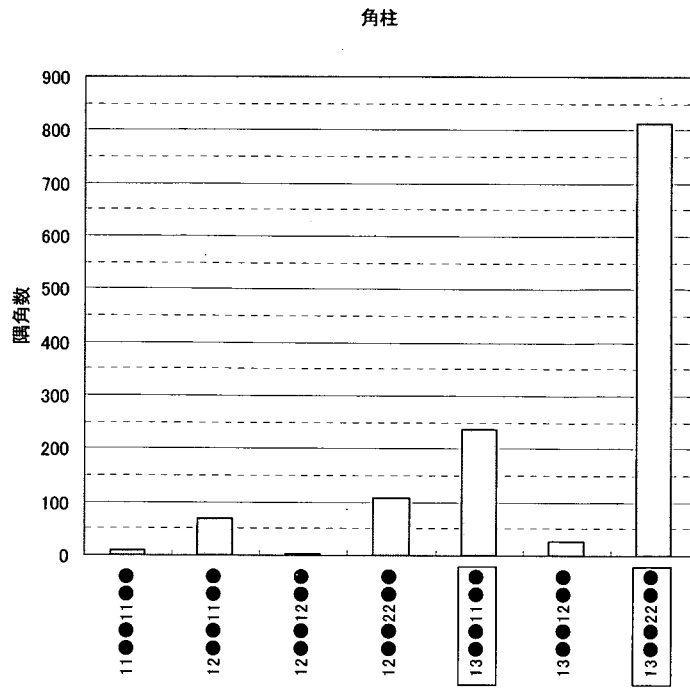


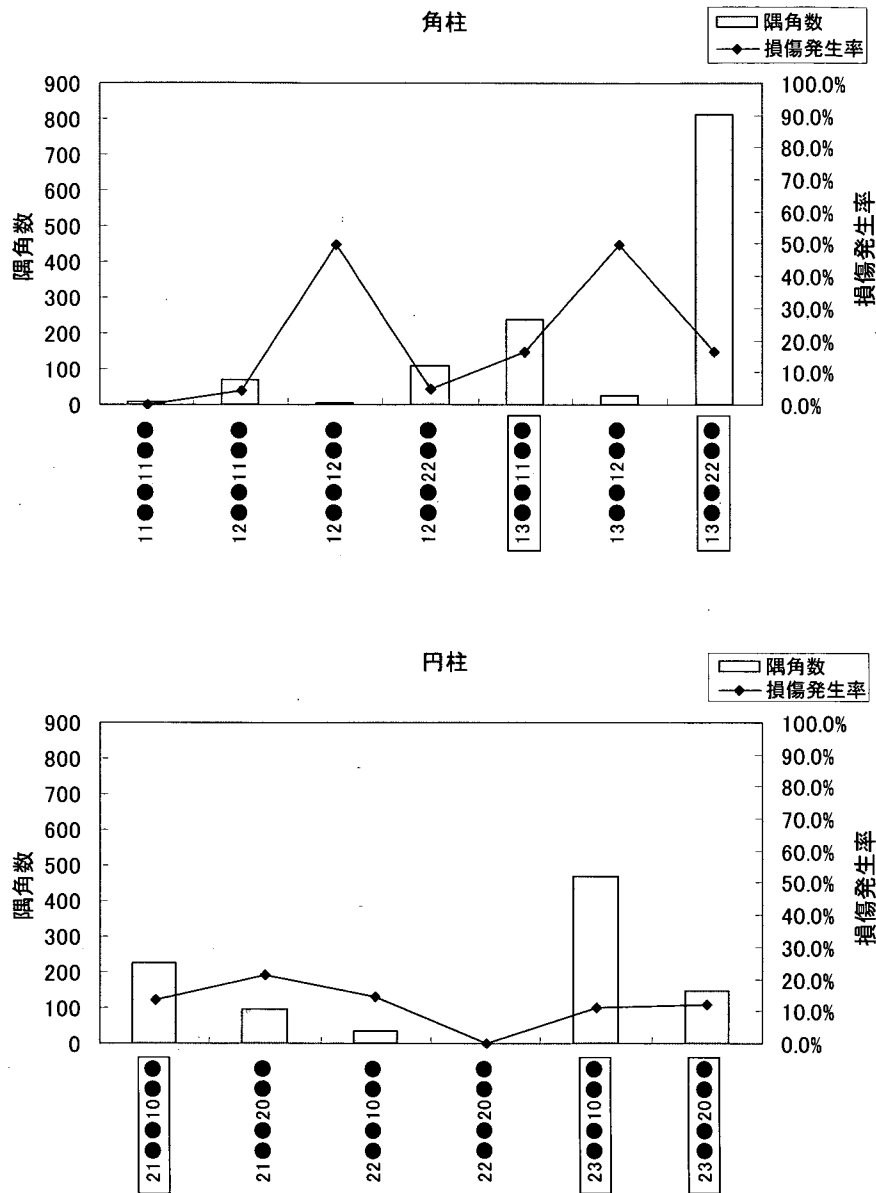
図 6-36 隅角箇所における梁・柱の勝ち部材パターン別の隅角数

表6-43 隅角位置、勝ち部材パターン別の
の損傷発生率（隅角線）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
11●●11●●	0.0%	100.0%	8隅角
12●●11●●	4.3%	95.7%	70隅角
12●●12●●	50.0%	50.0%	4隅角
12●●22●●	4.6%	95.4%	108隅角
13●●11●●	16.4%	83.6%	238隅角
13●●12●●	50.0%	50.0%	26隅角
13●●22●●	16.3%	83.7%	814隅角

表6-44 隅角位置、勝ち部材パターン別の
の損傷発生率（隅角数）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
21●●10●●	13.6%	86.4%	228隅角
21●●20●●	21.3%	78.7%	94隅角
22●●10●●	14.7%	85.3%	34隅角
22●●20●●	0.0%	100.0%	2隅角
23●●10●●	11.1%	88.9%	468隅角
23●●20●●	12.2%	87.8%	148隅角



※□は母数が多いパターンを示す。

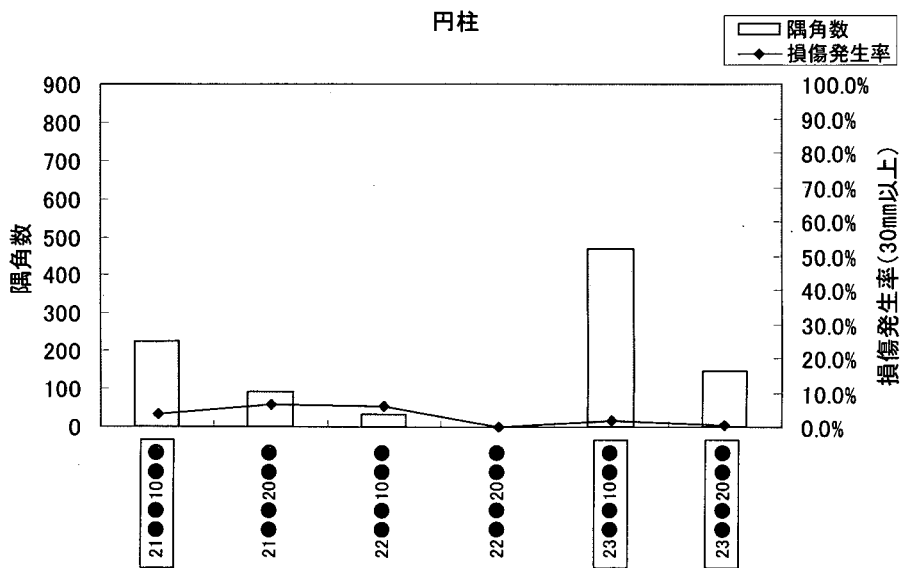
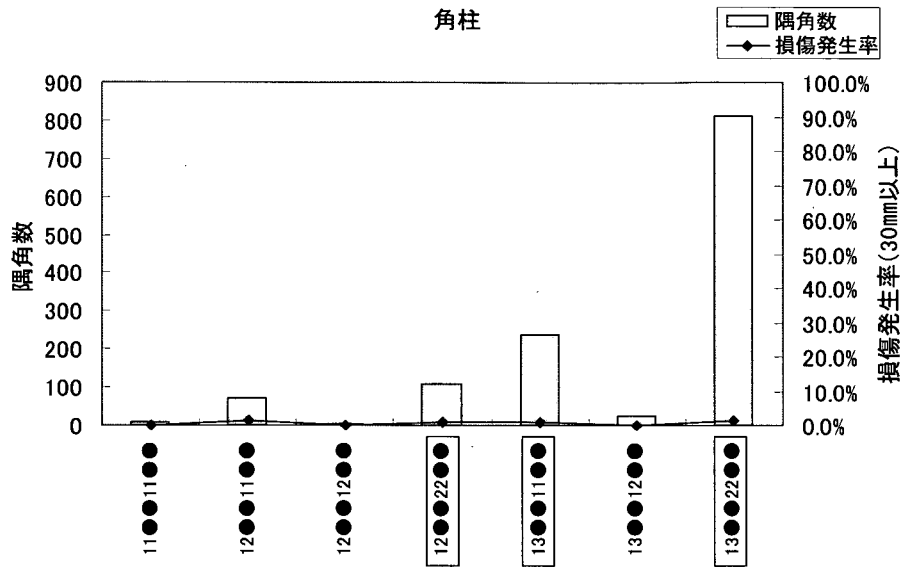
図 6-37 隅角箇所、勝ち部材パターン別の損傷発生率

表6-45 隅角位置、勝ち部材パターン別の
の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（隅角線）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
11●●11●●	0.0%	100.0%	8隅角
12●●11●●	1.4%	98.6%	70隅角
12●●12●●	0.0%	100.0%	4隅角
12●●22●●	0.9%	99.1%	108隅角
13●●11●●	0.8%	99.2%	238隅角
13●●12●●	0.0%	100.0%	26隅角
13●●22●●	1.6%	98.4%	814隅角

表6-46 隅角位置、勝ち部材パターン別の
の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（隅角数）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
21●●10●●	3.5%	100.0%	228隅角
21●●20●●	6.4%	100.0%	94隅角
22●●10●●	5.9%	100.0%	34隅角
22●●20●●	0.0%	100.0%	2隅角
23●●10●●	1.9%	100.0%	468隅角
23●●20●●	0.7%	100.0%	148隅角

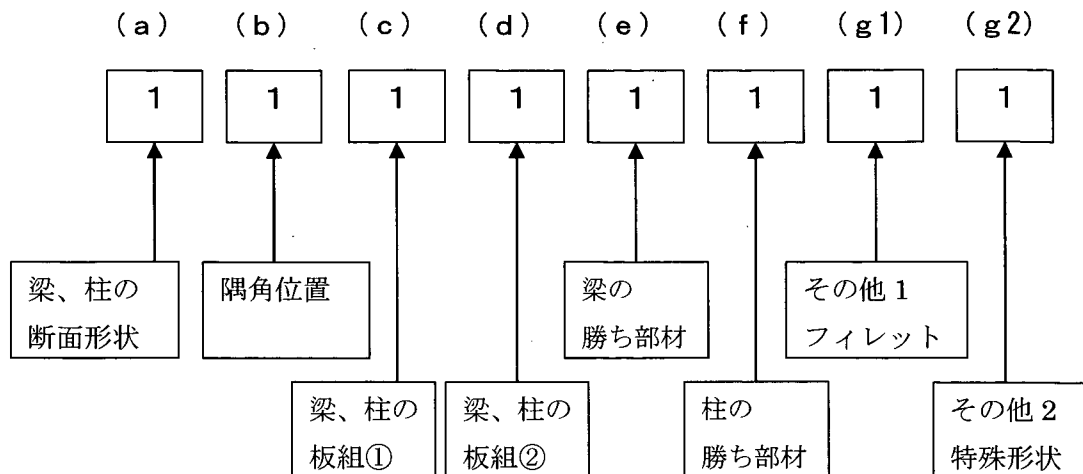


※□は母数が多いパターンを示す。

図 6-38 隅角箇所、勝ち部材パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

6.10 分析⑦-10

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材、溶接線方向と損傷の有無の関係



【分析結果】

分析⑦-9で隅角位置毎の(e), (f)梁・柱の勝ち部材パターンと損傷発生の関係について分析を行ったが、さらに溶接線方向(x, y, z)と損傷発生の関係について分析した。

図 6-41 より角柱、円柱の勝ち部材パターンの母数の多いもの(13●●11●●, 13●●22●●, 21●●10●●, 23●●10●●)では、溶接線方向によっては数%~10%程度の幅で損傷発生率のばらつきがあるが、図 6-42 より損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率を見ると、上記の母数が多い勝ち部材パターンは溶接線方向にかかわらず、数%程度の損傷発生率を示している。

【考察】

角柱、円柱とも母数の多い構造では、隅角位置毎の勝ち部材において溶接方向による有為差は見られない。

また、採用実績は少ないが損傷発生率の高い板組として、角柱の「梁フランジ勝ち部材・柱ウェブ勝ち部材」(12●●12●●Y, 12●●12●●Z, 13●●12●●X)のように、板の組替えがある構造には注意する必要があると思われる。

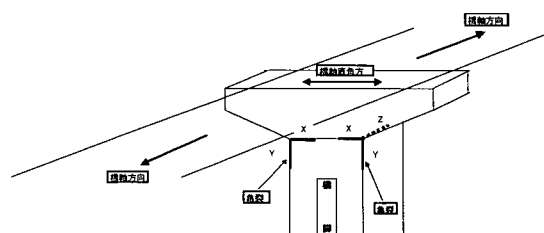


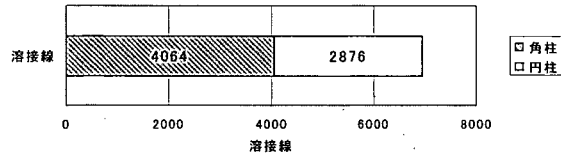
図6-39 溶接線数

表6-47 隅角位置および勝ち部材パターン別の溶接線数（角柱）

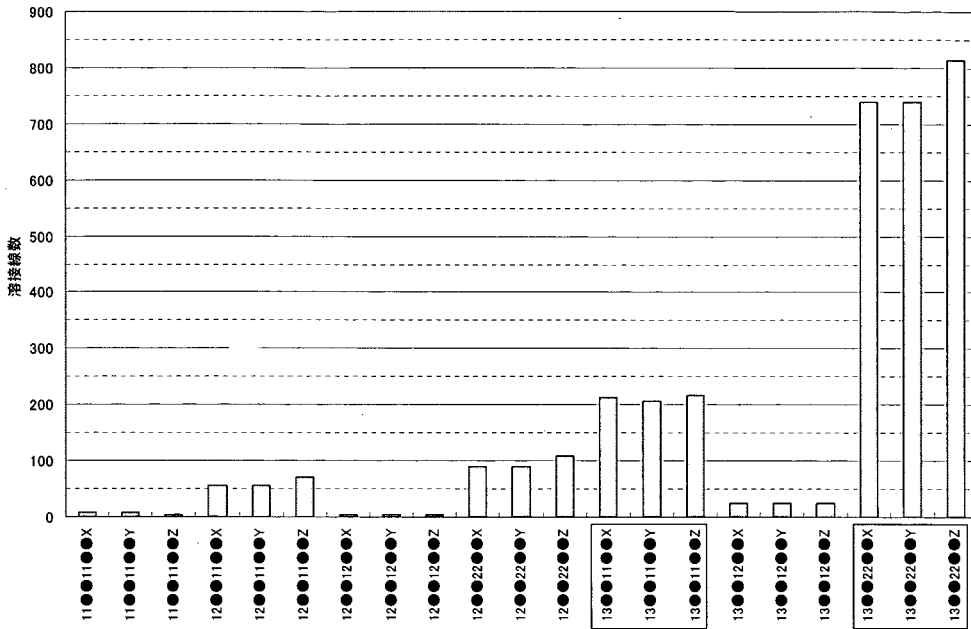
(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
1	1	1	1	X	11●●11●●X	8	0	8
1	1	1	1	Y	11●●11●●Y	8	0	8
1	1	1	1	Z	11●●11●●Z	4	0	4
1	2	1	1	X	12●●11●●X	56	0	56
1	2	1	1	Y	12●●11●●Y	56	2	54
1	2	1	1	Z	12●●11●●Z	70	1	69
1	2	1	2	X	12●●12●●X	4	1	3
1	2	1	2	Y	12●●12●●Y	4	2	2
1	2	1	2	Z	12●●12●●Z	4	2	2
1	2	2	2	X	12●●22●●X	90	1	89
1	2	2	2	Y	12●●22●●Y	90	1	89
1	2	2	2	Z	12●●22●●Z	108	4	104
1	3	1	1	X	13●●11●●X	214	16	198
1	3	1	1	Y	13●●11●●Y	206	16	190
1	3	1	1	Z	13●●11●●Z	218	12	206
1	3	1	2	X	13●●12●●X	26	9	17
1	3	1	2	Y	13●●12●●Y	26	4	22
1	3	1	2	Z	13●●12●●Z	26	3	23
1	3	2	2	X	13●●22●●X	740	38	702
1	3	2	2	Y	13●●22●●Y	740	47	693
1	3	2	2	Z	13●●22●●Z	814	80	734
					不明	552		
					総溶接線数	4064		

表6-48 隅角位置および勝ち部材パターン別の溶接線数（円柱）

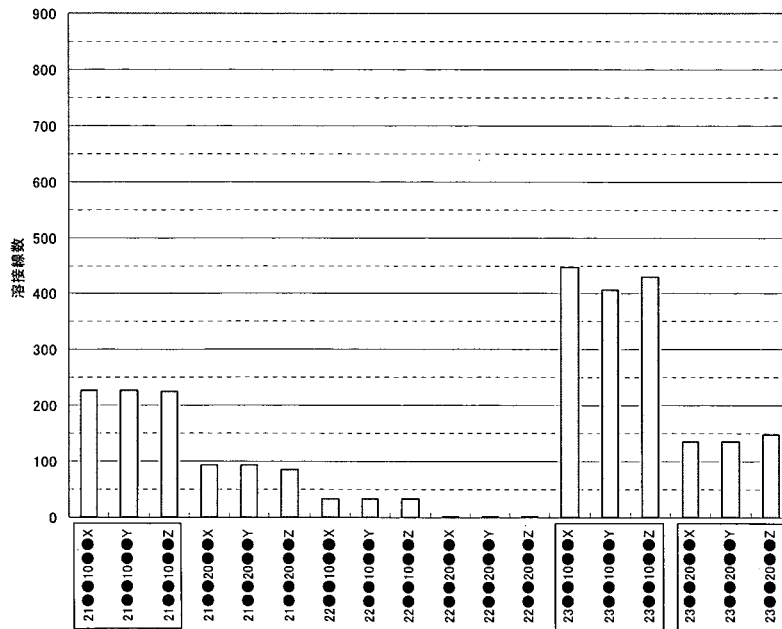
(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
2	1	1	0	X	21●●10●●X	228	14	214
2	1	1	0	Y	21●●10●●Y	228	17	211
2	1	1	0	Z	21●●10●●Z	226	7	219
2	1	2	0	X	21●●20●●X	94	11	83
2	1	2	0	Y	21●●20●●Y	94	14	80
2	1	2	0	Z	21●●20●●Z	86	0	86
2	2	1	0	X	22●●10●●X	34	1	33
2	2	1	0	Y	22●●10●●Y	34	3	31
2	2	1	0	Z	22●●10●●Z	34	3	31
2	2	2	0	X	22●●20●●X	2	0	2
2	2	2	0	Y	22●●20●●Y	2	0	2
2	2	2	0	Z	22●●20●●Z	2	0	2
2	3	1	0	X	23●●10●●X	446	19	427
2	3	1	0	Y	23●●10●●Y	408	14	394
2	3	1	0	Z	23●●10●●Z	430	25	405
2	3	2	0	X	23●●20●●X	136	0	136
2	3	2	0	Y	23●●20●●Y	136	8	128
2	3	2	0	Z	23●●20●●Z	148	11	137
					不明	108		
					総溶接線数	2876		



角柱



円柱



※□は母数が多いパターンを示す。

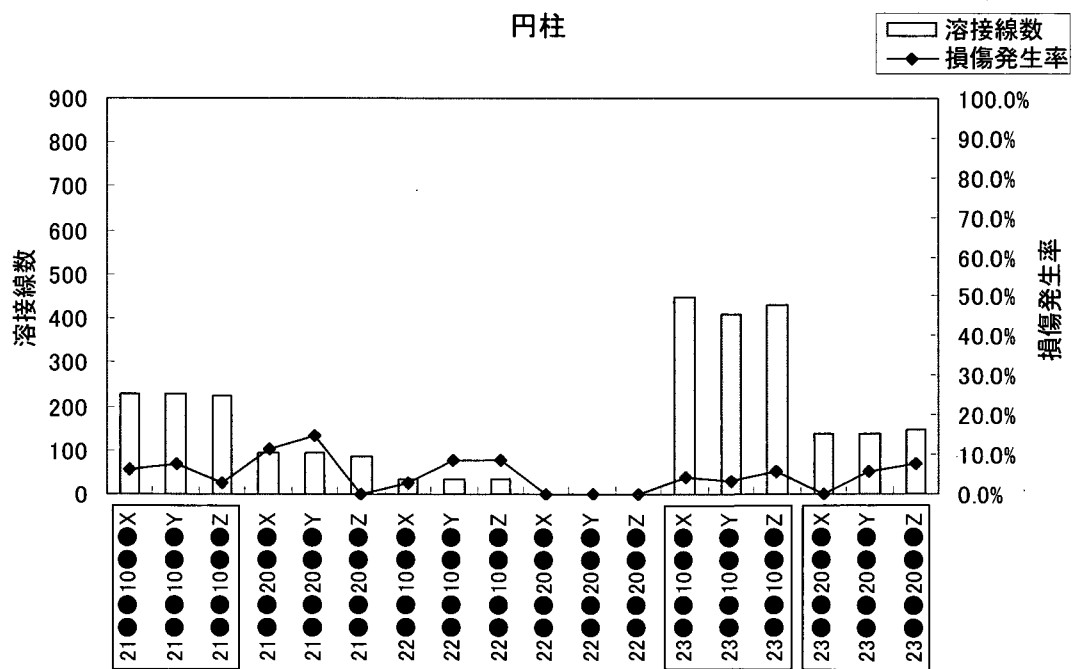
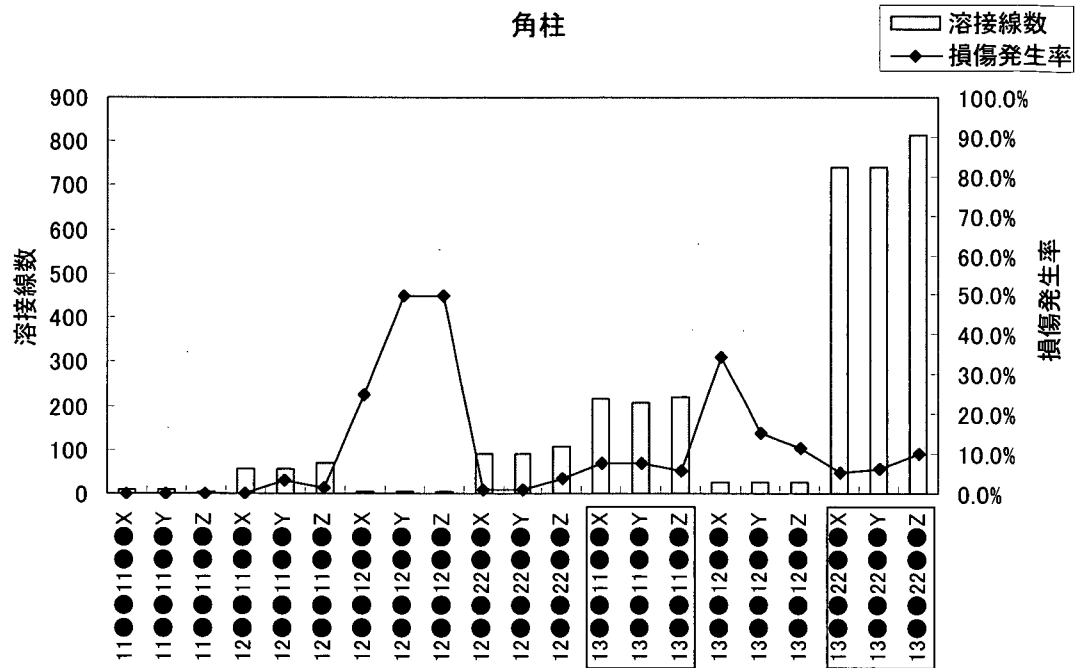
図6-40 隅角箇所および勝ち部材パターン別の溶接線数

表6-49 隅角位置および勝ち部材パターン別の
 の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
11●●11●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
11●●11●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
11●●11●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
12●●11●●X	0.0%	100.0%	56溶接線
12●●11●●Y	3.6%	96.4%	56溶接線
12●●11●●Z	1.4%	98.6%	70溶接線
12●●12●●X	25.0%	75.0%	4溶接線
12●●12●●Y	50.0%	50.0%	4溶接線
12●●12●●Z	50.0%	50.0%	4溶接線
12●●22●●X	1.1%	98.9%	90溶接線
12●●22●●Y	1.1%	98.9%	90溶接線
12●●22●●Z	3.7%	96.3%	108溶接線
13●●11●●X	7.5%	92.5%	214溶接線
13●●11●●Y	7.8%	92.2%	206溶接線
13●●11●●Z	5.5%	94.5%	218溶接線
13●●12●●X	34.6%	65.4%	26溶接線
13●●12●●Y	15.4%	84.6%	26溶接線
13●●12●●Z	11.5%	88.5%	26溶接線
13●●22●●X	5.1%	94.9%	740溶接線
13●●22●●Y	6.4%	93.6%	740溶接線
13●●22●●Z	9.8%	90.2%	814溶接線

表6-50 隅角位置および勝ち部材パターン別の
 の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
21●●10●●X	6.1%	93.9%	228溶接線
21●●10●●Y	7.5%	92.5%	228溶接線
21●●10●●Z	3.1%	96.9%	226溶接線
21●●20●●X	11.7%	88.3%	94溶接線
21●●20●●Y	14.9%	85.1%	94溶接線
21●●20●●Z	0.0%	100.0%	86溶接線
22●●10●●X	2.9%	97.1%	34溶接線
22●●10●●Y	8.8%	91.2%	34溶接線
22●●10●●Z	8.8%	91.2%	34溶接線
22●●20●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
22●●20●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
22●●20●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
23●●10●●X	4.3%	95.7%	446溶接線
23●●10●●Y	3.4%	96.6%	408溶接線
23●●10●●Z	5.8%	94.2%	430溶接線
23●●20●●X	0.0%	100.0%	136溶接線
23●●20●●Y	5.9%	94.1%	136溶接線
23●●20●●Z	7.4%	92.6%	148溶接線



※□は母数が多いパターンを示す。

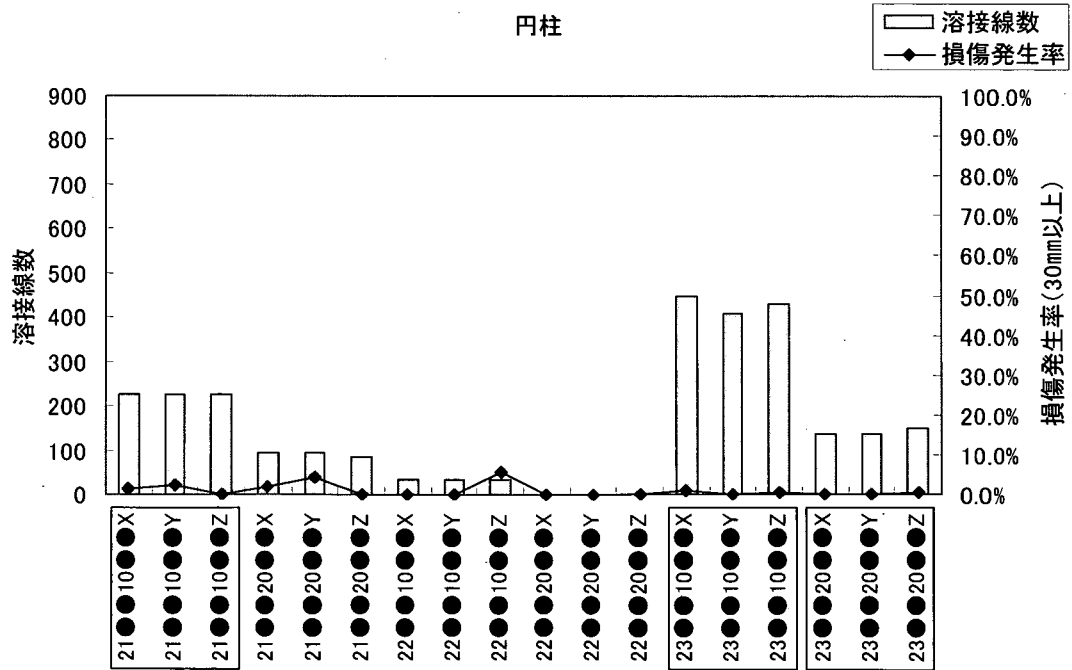
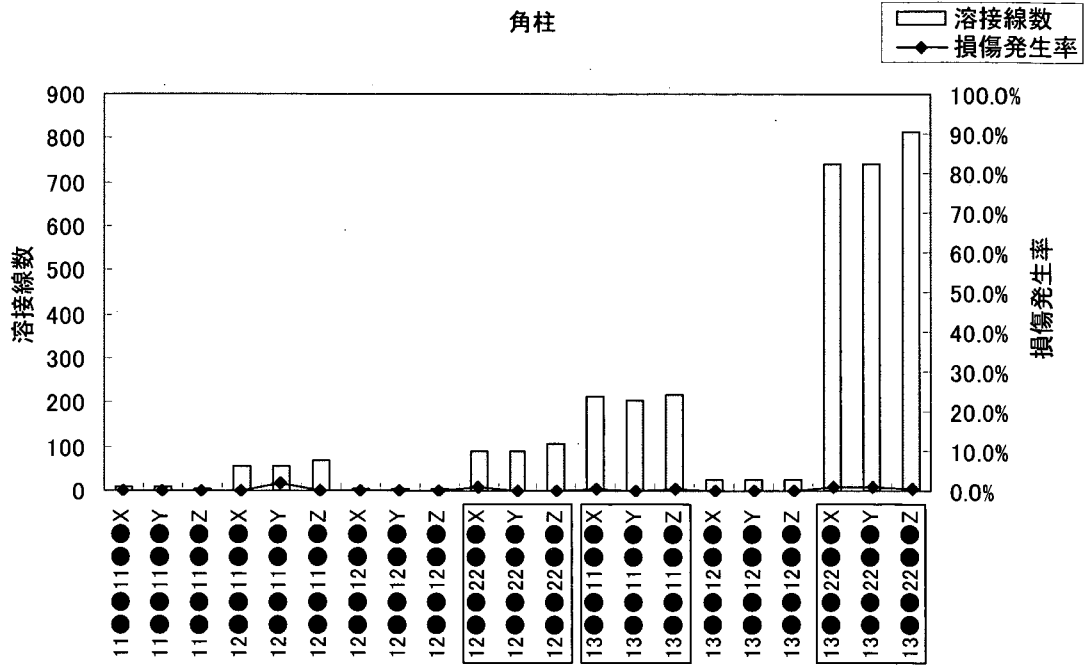
図 6-41 隅角箇所、勝ち部材パターン別の損傷発生率

表6-51 隅角位置および勝ち部材パターン別の
 損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
11●●11●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
11●●11●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
11●●11●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
12●●11●●X	0.0%	100.0%	56溶接線
12●●11●●Y	1.8%	98.2%	8溶接線
12●●11●●Z	0.0%	100.0%	70溶接線
12●●12●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
12●●12●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
12●●12●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
12●●22●●X	1.1%	98.9%	90溶接線
12●●22●●Y	0.0%	100.0%	90溶接線
12●●22●●Z	0.0%	100.0%	108溶接線
13●●11●●X	0.5%	99.5%	214溶接線
13●●11●●Y	0.0%	100.0%	206溶接線
13●●11●●Z	0.5%	99.5%	218溶接線
13●●12●●X	0.0%	100.0%	26溶接線
13●●12●●Y	0.0%	100.0%	26溶接線
13●●12●●Z	0.0%	100.0%	26溶接線
13●●22●●X	1.1%	98.9%	740溶接線
13●●22●●Y	1.1%	98.9%	740溶接線
13●●22●●Z	0.2%	99.8%	814溶接線

表6-52 隅角位置および勝ち部材パターン別の
 損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
21●●10●●X	1.3%	100.0%	228溶接線
21●●10●●Y	2.2%	100.0%	228溶接線
21●●10●●Z	0.0%	100.0%	226溶接線
21●●20●●X	2.1%	100.0%	94溶接線
21●●20●●Y	4.3%	98.2%	94溶接線
21●●20●●Z	0.0%	100.0%	86溶接線
22●●10●●X	0.0%	100.0%	34溶接線
22●●10●●Y	0.0%	100.0%	34溶接線
22●●10●●Z	5.9%	100.0%	34溶接線
22●●20●●X	0.0%	98.9%	2溶接線
22●●20●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
22●●20●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
23●●10●●X	1.1%	99.5%	446溶接線
23●●10●●Y	0.0%	100.0%	408溶接線
23●●10●●Z	0.7%	99.5%	430溶接線
23●●20●●X	0.0%	100.0%	136溶接線
23●●20●●Y	0.0%	100.0%	136溶接線
23●●20●●Z	0.7%	100.0%	148溶接線

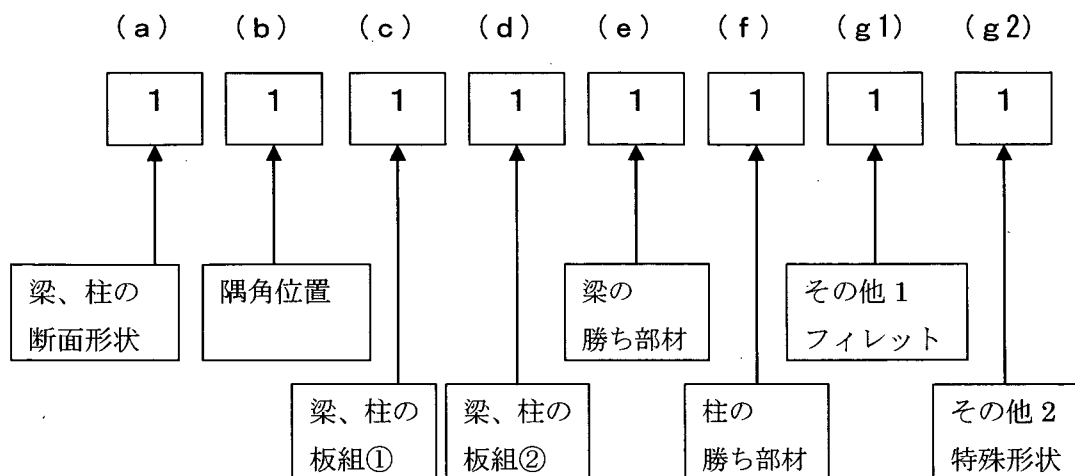


※□は母数が多いパターンを示す。

図6-42 隅角位置および勝ち部材パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

6.11 分析⑦-11

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材、(g1)その他 1、(g2)その他 2 と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 6-44 に、角柱と円柱隅角部における板組パターン別の隅角数を示す。

角柱は、「隅角位置③（梁下縁）、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」（13112201）が最も多用されている構造である。

円柱は、「隅角位置①、梁柱の天板一体、梁ウェブ突合せで梁フランジ勝ち部材」（21661001）と「隅角位置③、梁ウェブ・フランジ突合せ」（23761001）が最も多用されている構造である。

図 6-45 に、角柱と円柱隅角部における板組パターン別の損傷発生率を示す。

角柱は、採用実績の多い板組パターン「隅角位置③（梁下縁）、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」（13112201）では、27.1%の損傷発生率を示しているが「同一の板組でフィレットあり」（13112201）の損傷発生率は 12.7 %と半減している。

一方、円柱は、採用実績の多い板組パターンである「隅角位置①、梁柱の天板一体、梁ウェブ突合せで梁フランジ勝ち」（21661001）と「隅角位置③、梁ウェブ・フランジ突合せ」（23761001）の損傷発生率は9%程度に留まっている。また、「隅角位置③、梁ウェブ貫通で梁フランジ突合わせ」（23501001）の損傷発生率は 16.7%となっており、「梁ウェブ突合わせ」より損傷発生率が高い。

【考察】

図 6-45 より、角柱で最も採用実績の多い板組パターン「隅角位置③（梁下縁）、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」（13112201）が、27.1%と高い損傷発生率であるが、「13112201 と同一の板組でフィレットあり」（13112211）は損傷発生率が 12.7 %と低下しており、フィレット構造には隅角部の応力集中の低減効果が期待できる。また、13112201 は27.1%の損傷発生率を示しているが、図 6-46 の損傷長さ 30 mm以上の損傷状態発生率を見ると数%程度であり、板組による有為差は不明である。

次に円柱の梁ウェブの接合方法に着目する。隅角位置③の梁フランジ突合せの場合、「梁

ウェブ貫通」(23501001)の損傷発生率は16.7%であり、「梁ウェブ突合わせ」(23761001)の損傷発生率9%より高めであるが、図 6-46 より損傷長さ30mm以上の損傷発生率はいずれも数%程度であり、梁ウェブと円柱の接合方法による有為差は不明である。

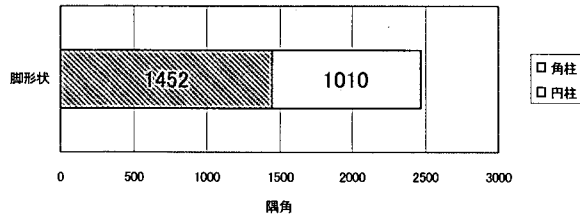
なお、母数は少ないが損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率の高い板組として、角柱は溶接線の多い「柱ウェブが隅角部で分断されている」構造(12311101)に注意が必要であり、円柱は「梁ウェブと円柱の突合せ溶接の位置に三角バーを使用している」構造(21681001, 23781001)に注意が必要である。

表6-53角柱の板組パターン別の隅角数

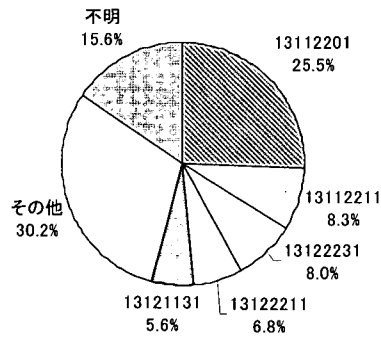
(a)梁柱断面	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組	(d)梁柱板組	(e)梁の勝部	(f)柱の勝部	(g1)その他	(g2)その他	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
1	1	1	4	1	1	0	1	11141101	4	0	4
1	1	2	1	1	1	0	1	11211101	4	0	4
1	2	1	1	1	2	0	1	12111201	4	2	2
1	2	1	1	2	2	0	1	12112201	28	0	28
1	2	1	1	2	2	1	1	12112211	8	0	8
1	2	1	2	1	1	0	1	12121101	28	2	26
1	2	1	2	1	1	3	1	12121131	40	0	40
1	2	1	2	2	2	0	1	12122201	26	0	26
1	2	1	2	2	2	3	1	12122231	40	2	38
1	2	3	1	1	1	0	1	12311101	2	1	1
1	3	1	1	1	1	0	1	13111101	22	3	19
1	3	1	1	1	1	3	1	13111131	16	2	14
1	3	1	1	1	2	0	1	13111201	22	9	13
1	3	1	1	1	2	2	1	13111221	4	4	0
1	3	1	1	2	2	0	1	13112201	362	98	264
1	3	1	1	2	2	1	1	13112211	118	15	103
1	3	1	1	2	2	2	1	13112221	24	0	24
1	3	1	1	2	2	3	1	13112231	12	3	9
1	3	1	2	1	1	0	1	13121101	52	12	40
1	3	1	2	1	1	3	1	13121131	80	4	76
1	3	1	2	2	2	0	1	13122201	60	2	58
1	3	1	2	2	2	1	1	13122211	96	5	91
1	3	1	2	2	2	3	1	13122231	114	5	109
1	3	1	4	1	1	0	1	13141101	20	0	20
1	3	2	1	1	1	0	1	13211101	32	5	27
1	3	3	1	1	1	0	1	13311101	6	5	1
1	3	3	2	1	1	0	1	13321101	10	8	2
不明									218		
総隅角数									1452		

表6-54 円柱の板組パターン別の隅角数

(a)梁柱断面	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組	(d)梁柱板組	(e)梁の勝部	(f)柱の勝部	(g1)その他	(g2)その他	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
2	1	6	6	1	0	0	1	21661001	194	17	177
2	1	6	6	2	0	0	1	21662001	52	8	44
2	1	6	8	1	0	0	1	21681001	8	5	3
2	2	7	6	1	0	0	1	22761001	34	5	29
2	2	8	0	2	0	0	1	22802001	2	0	2
2	3	4	0	1	0	0	1	23401001	4	0	4
2	3	4	0	2	0	0	1	23402001	4	0	4
2	3	5	0	1	0	0	1	23501001	36	6	30
2	3	5	0	2	0	0	1	23502001	8	0	8
2	3	7	6	1	0	0	1	23761001	270	24	246
2	3	7	6	2	0	0	1	23762001	58	9	49
2	3	7	7	1	0	0	1	23771001	4	1	3
2	3	7	8	1	0	0	1	23781001	8	4	4
2	3	8	0	1	0	0	1	23801001	112	5	107
2	3	8	0	2	0	0	1	23802001	32	0	32
不明									184		
総隅角数									1010		



角柱1452隅角



円柱1010隅角

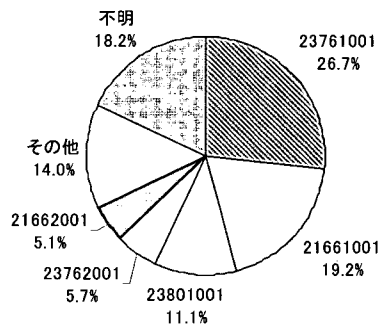
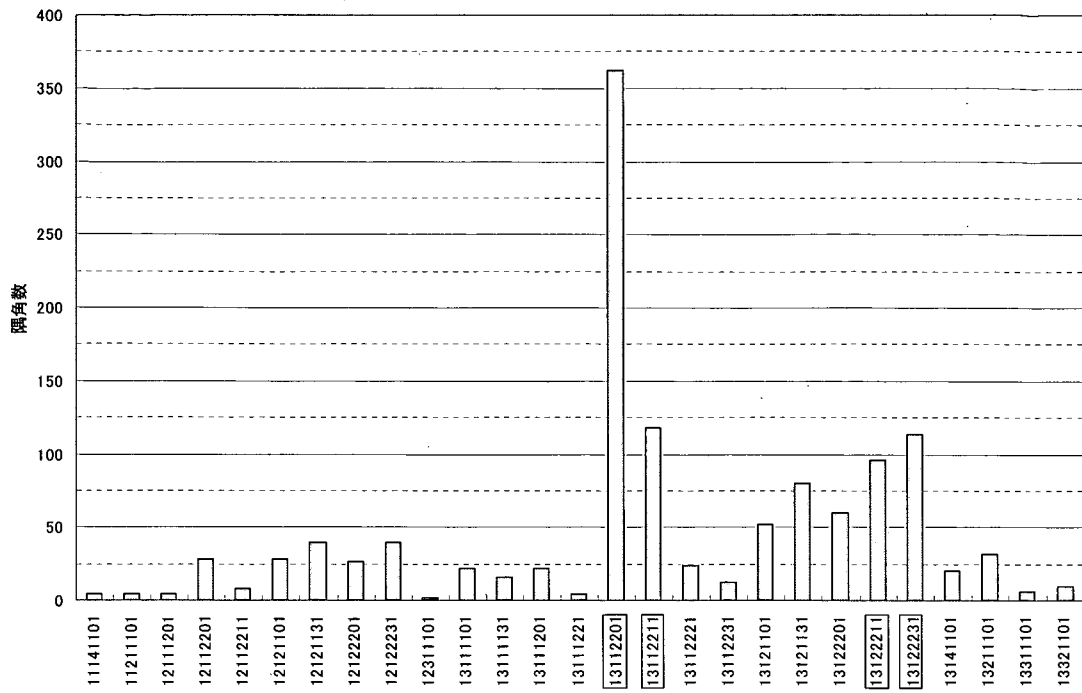
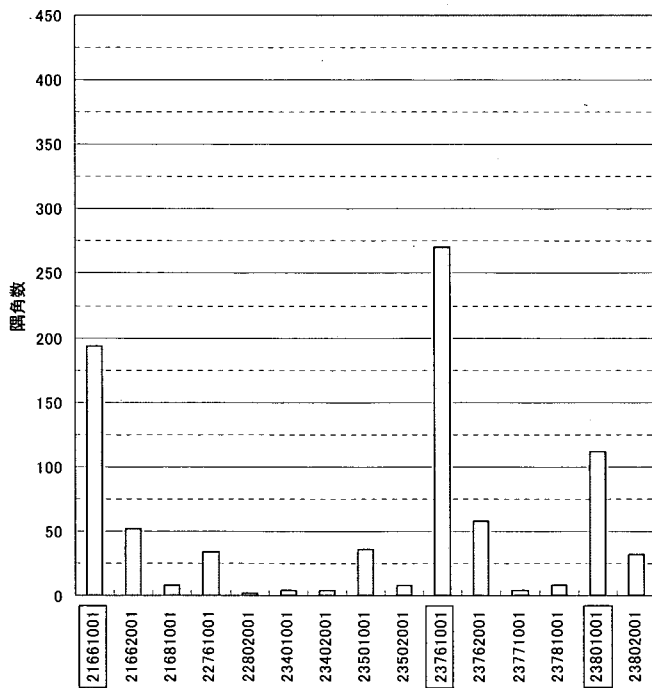


図 6-43 板組パターン別の隅角数比率

角柱



円柱



※□は母数が多いパターンを示す。

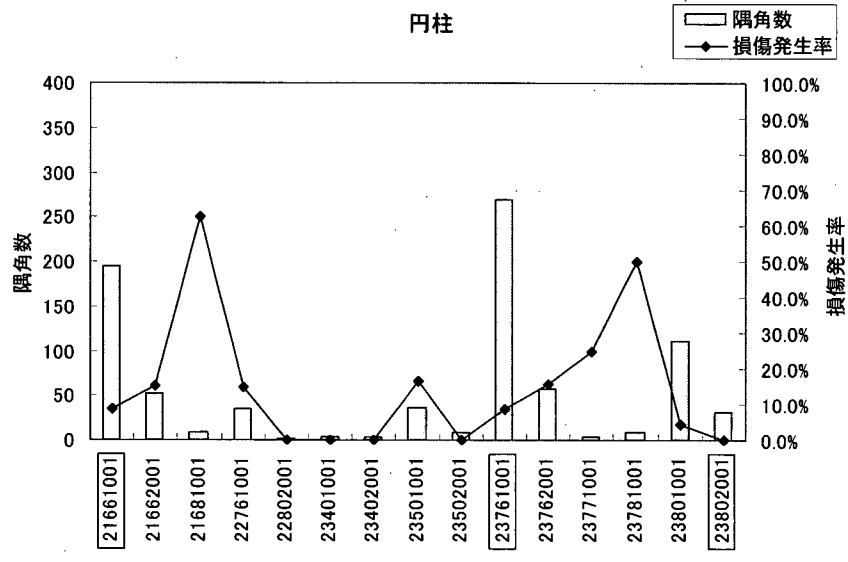
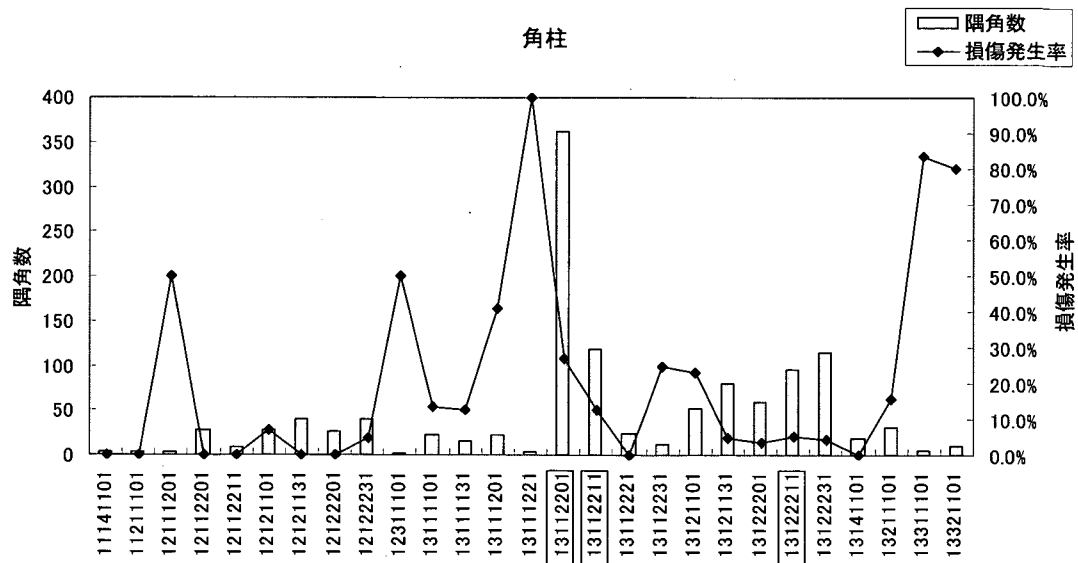
図 6-44 板組パターン別の隅角数

表6-55 角柱の板組パターン別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
11141101	0.0%	100.0%	4隅角
11211101	0.0%	100.0%	4隅角
12111201	50.0%	50.0%	4隅角
12112201	0.0%	100.0%	28隅角
12112211	0.0%	100.0%	8隅角
12121101	7.1%	92.9%	28隅角
12121131	0.0%	100.0%	40隅角
12122201	0.0%	100.0%	26隅角
12122231	5.0%	95.0%	40隅角
12311101	50.0%	50.0%	2隅角
13111101	13.6%	86.4%	22隅角
13111131	12.5%	87.5%	16隅角
13111201	40.9%	59.1%	22隅角
13111221	100.0%	0.0%	4隅角
13112201	27.1%	72.9%	362隅角
13112211	12.7%	87.3%	118隅角
13112221	0.0%	100.0%	24隅角
13112231	25.0%	75.0%	12隅角
13121101	23.1%	76.9%	52隅角
13121131	5.0%	95.0%	80隅角
13122201	3.3%	96.7%	60隅角
13122211	5.2%	94.8%	96隅角
13122231	4.4%	95.6%	114隅角
13141101	0.0%	100.0%	20隅角
13211101	15.6%	84.4%	32隅角
13311101	83.3%	16.7%	6隅角
13321101	80.0%	20.0%	10隅角

表6-56 円柱の板組パターン別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
21661001	8.8%	91.2%	194隅角
21662001	15.4%	84.6%	52隅角
21681001	62.5%	37.5%	8隅角
22761001	14.7%	85.3%	34隅角
22802001	0.0%	100.0%	2隅角
23401001	0.0%	100.0%	4隅角
23402001	0.0%	100.0%	4隅角
23501001	16.7%	83.3%	36隅角
23502001	0.0%	100.0%	8隅角
23761001	8.9%	91.1%	270隅角
23762001	15.5%	84.5%	58隅角
23771001	25.0%	75.0%	4隅角
23781001	50.0%	50.0%	8隅角
23801001	4.5%	95.5%	112隅角
23802001	0.0%	100.0%	32隅角



※□は母数が多いパターンを示す。

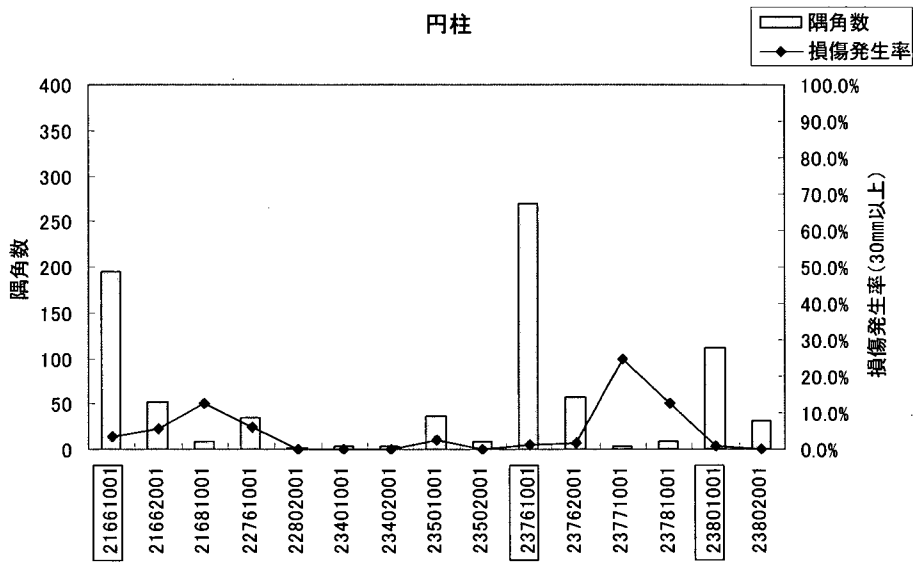
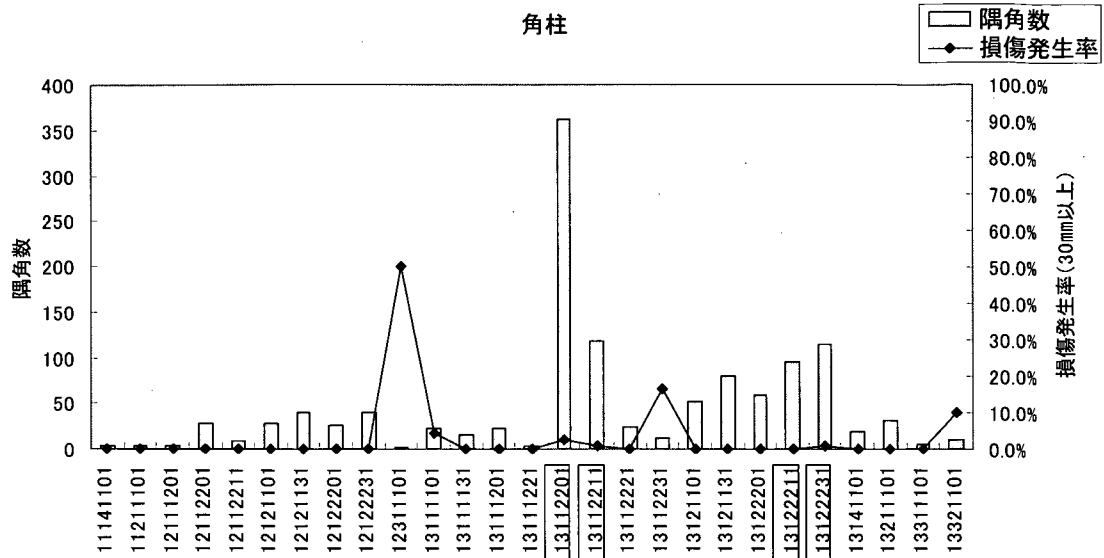
図 6-45 板組パターン別の損傷発生率

表6-57 角柱の板組パターン別の損傷長さ
30mm以上の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
11141101	0.0%	100.0%	4隅角
11211101	0.0%	100.0%	4隅角
12111201	0.0%	100.0%	4隅角
12112201	0.0%	100.0%	28隅角
12112211	0.0%	100.0%	8隅角
12121101	0.0%	100.0%	28隅角
12121131	0.0%	100.0%	40隅角
12122201	0.0%	100.0%	26隅角
12122231	0.0%	100.0%	40隅角
12311101	50.0%	50.0%	2隅角
13111101	4.5%	95.5%	22隅角
13111131	0.0%	100.0%	16隅角
13111201	0.0%	100.0%	22隅角
13111221	0.0%	100.0%	4隅角
13112201	2.8%	97.2%	362隅角
13112211	0.8%	99.2%	118隅角
13112221	0.0%	100.0%	24隅角
13112231	16.7%	83.3%	12隅角
13121101	0.0%	100.0%	52隅角
13121131	0.0%	100.0%	80隅角
13122201	0.0%	100.0%	60隅角
13122211	0.0%	100.0%	96隅角
13122231	0.9%	99.1%	114隅角
13141101	0.0%	100.0%	20隅角
13211101	0.0%	100.0%	32隅角
13311101	0.0%	100.0%	6隅角
13321101	10.0%	90.0%	10隅角

表6-58 円柱の板組パターン別の損傷長さ
30mm以上の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
21661001	3.6%	96.4%	194隅角
21662001	5.8%	94.2%	52隅角
21681001	12.5%	87.5%	8隅角
22761001	5.9%	94.1%	34隅角
22802001	0.0%	100.0%	2隅角
23401001	0.0%	100.0%	4隅角
23402001	0.0%	100.0%	4隅角
23501001	2.8%	97.2%	36隅角
23502001	0.0%	100.0%	8隅角
23761001	1.5%	98.5%	270隅角
23762001	1.7%	98.3%	58隅角
23771001	25.0%	75.0%	4隅角
23781001	12.5%	87.5%	8隅角
23801001	0.9%	99.1%	112隅角
23802001	0.0%	100.0%	32隅角

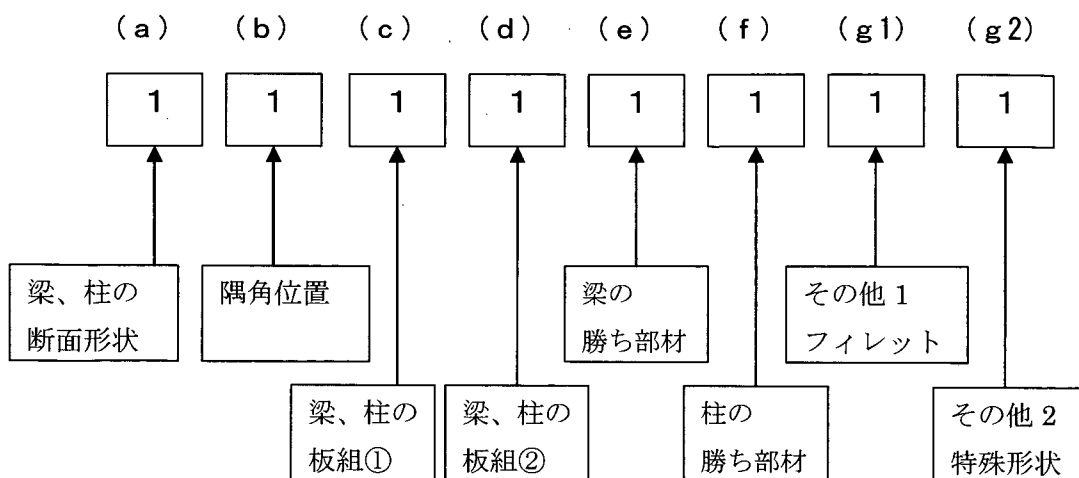


※□は母数が多いパターンを示す。

図6-46 板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

6.12 分析⑦-12

板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材、(g1)その他 1、(g2)その他 2、溶接線方向と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 6-50 は、角柱および円柱隅角部における板組パターン別に溶接線方向の損傷発生率を示す。角柱の場合、最も採用実績の多い構造パターンである「隅角位置③、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」(13112201)の損傷発生率は、x方向（梁角溶接）で 7.1%、y方向（柱角溶接）で 11.1%、z方向（フランジ突き合わせ溶接）で 17.1%である。

円柱の場合、実績の多い構造パターンである「隅角位置③（梁下縁）、梁ウェブ・フランジ突合せ」(23761001)のy方向（梁ウェブ突合せ溶接）と「隅角位置①（梁上端）、梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」(21661001)のz方向（フランジ突合せ溶接）ともに数%程度の損傷発生率である。

【考察】

角柱の場合、最も採用実績の多い構造パターンである「隅角位置③、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」(13112201)は、z方向（フランジ突き合わせ溶接）の損傷発生率が 17.1%とy方向、z方向より高めているが、図 6-51 の損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率を見ると全方向ともに数%程度であり、溶接線方向による有為差は不明である。

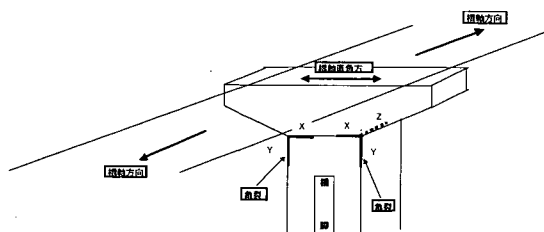


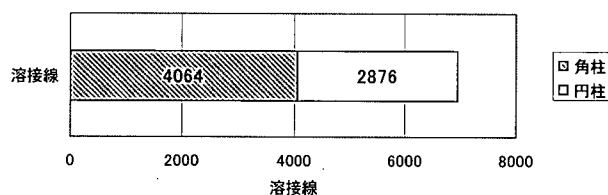
図6-47 溶接線方向

表6-59 角柱の板組パターン別の溶接線数

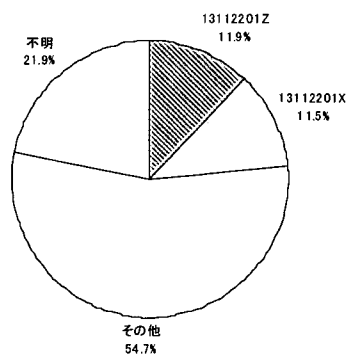
(a) 梁端部形状	(b) 降半箇所	(c) 梁柱板組1	(d) 梁柱板組2	(e) 梁の端部形状	(f) 柱の端部形状	(g) その他	(h) その他	溶接方向	コト番号	溶接線数	損傷有	損傷無
1	1	1	4	1	1	0	1	X	11141101X	4	0	4
1	1	1	4	1	1	0	1	Y	11141101Y	4	0	4
1	1	2	1	1	1	0	1	X	11211101X	4	0	4
1	1	2	1	1	1	0	1	Y	11211101Y	4	0	4
1	1	2	1	1	1	0	1	Z	11211101Z	4	0	4
1	2	1	1	1	2	0	1	X	12111201X	4	1	3
1	2	1	1	1	2	0	1	Y	12111201Y	4	2	2
1	2	1	1	1	2	0	1	Z	12111201Z	4	2	2
1	2	1	1	2	2	0	1	X	12112201X	28	0	28
1	2	1	1	2	2	0	1	Y	12112201Y	28	0	28
1	2	1	1	2	2	0	1	Z	12112201Z	28	0	28
1	2	1	1	2	2	1	1	X	12112211X	8	0	8
1	2	1	1	2	2	1	1	Y	12112211Y	8	0	8
1	2	1	1	2	2	1	1	Z	12112211Z	8	0	8
1	2	1	2	1	1	0	1	X	12121101X	28	0	28
1	2	1	2	1	1	0	1	Y	12121101Y	28	1	27
1	2	1	2	1	1	0	1	Z	12121101Z	28	1	27
1	2	1	2	1	1	3	1	X	12121131X	26	0	26
1	2	1	2	1	1	3	1	Y	12121131Y	26	0	26
1	2	1	2	1	1	3	1	Z	12121131Z	40	0	40
1	2	1	2	2	2	0	1	X	12122201X	24	0	24
1	2	1	2	2	2	0	1	Y	12122201Y	24	0	24
1	2	1	2	2	2	0	1	Z	12122201Z	26	0	26
1	2	1	2	2	2	3	1	X	12122231X	24	0	24
1	2	1	2	2	2	3	1	Y	12122231Y	24	1	23
1	2	1	2	2	2	3	1	Z	12122231Z	40	1	39
1	2	3	1	1	1	0	1	X	12311101X	2	0	2
1	2	3	1	1	1	0	1	Y	12311101Y	2	1	1
1	2	3	1	1	1	0	1	Z	12311101Z	2	0	2
1	3	1	1	1	1	0	1	X	13111101X	22	2	20
1	3	1	1	1	1	0	1	Y	13111101Y	22	1	21
1	3	1	1	1	1	0	1	Z	13111101Z	22	3	19
1	3	1	1	1	1	3	1	X	13111131X	10	0	10
1	3	1	1	1	1	3	1	Y	13111131Y	10	1	9
1	3	1	1	1	1	3	1	Z	13111131Z	16	1	15
1	3	1	1	1	2	0	1	X	13111201X	22	5	17
1	3	1	1	1	2	0	1	Y	13111201Y	22	4	18
1	3	1	1	1	2	0	1	Z	13111201Z	22	2	20
1	3	1	1	1	2	2	1	X	13111221X	4	4	0
1	3	1	1	1	2	2	1	Y	13111221Y	4	0	4
1	3	1	1	1	2	2	1	Z	13111221Z	4	1	3
1	3	1	1	2	2	0	1	X	13112201X	350	25	325
1	3	1	1	2	2	0	1	Y	13112201Y	350	40	310
1	3	1	1	2	2	0	1	Z	13112201Z	362	62	300
1	3	1	1	2	2	1	1	X	13112211X	98	7	91
1	3	1	1	2	2	1	1	Y	13112211Y	98	0	98
1	3	1	1	2	2	1	1	Z	13112211Z	118	8	110
1	3	1	1	2	2	2	1	X	13112221X	24	0	24
1	3	1	1	2	2	2	1	Y	13112221Y	24	0	24
1	3	1	1	2	2	2	1	Z	13112221Z	24	0	24
1	3	1	1	2	2	3	1	X	13112231X	12	1	11
1	3	1	1	2	2	3	1	Y	13112231Y	12	2	10
1	3	1	1	2	2	3	1	Z	13112231Z	12	1	11
1	3	1	2	1	1	0	1	X	13121101X	52	5	47
1	3	1	2	1	1	0	1	Y	13121101Y	52	5	47
1	3	1	2	1	1	0	1	Z	13121101Z	52	2	50
1	3	1	2	1	1	3	1	X	13121131X	66	1	65
1	3	1	2	1	1	3	1	Y	13121131Y	66	2	64
1	3	1	2	1	1	3	1	Z	13121131Z	80	1	79
1	3	1	2	2	2	0	1	X	13122201X	60	0	60
1	3	1	2	2	2	0	1	Y	13122201Y	60	2	58
1	3	1	2	2	2	0	1	Z	13122201Z	60	0	60
1	3	1	2	2	2	1	1	X	13122211X	96	5	91
1	3	1	2	2	2	1	1	Y	13122211Y	96	2	94
1	3	1	2	2	2	1	1	Z	13122211Z	96	0	96
1	3	1	2	2	2	3	1	X	13122231X	72	0	72
1	3	1	2	2	2	3	1	Y	13122231Y	72	1	71
1	3	1	2	2	2	3	1	Z	13122231Z	114	4	110
1	3	1	4	1	1	0	1	X	13141101X	16	0	16
1	3	1	4	1	1	0	1	Y	13141101Y	8	0	8
1	3	2	1	1	1	0	1	X	13211101X	32	1	31
1	3	2	1	1	1	0	1	Y	13211101Y	32	1	31
1	3	2	1	1	1	0	1	Z	13211101Z	32	3	29
1	3	3	1	1	1	0	1	X	13311101X	6	2	4
1	3	3	1	1	1	0	1	Y	13311101Y	6	3	3
1	3	3	1	1	1	0	1	Z	13311101Z	6	0	6
1	3	3	2	1	1	0	1	X	13321101X	10	5	5
1	3	3	2	1	1	0	1	Y	13321101Y	10	3	7
1	3	3	2	1	1	0	1	Z	13321101Z	10	2	8
									不明	654		
									総溶接線数	4064		

表6-60 円柱の板組パターン別の溶接線数

(a)梁断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱接合1	(d)梁柱接合2	(e)梁の継ぎ目	(f)柱の継ぎ目	(g)その他	(g)その他	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
2	1	6	6	1	0	0	1	X	21661001X	194	7	187
2	1	6	6	1	0	0	1	Y	21661001Y	194	9	185
2	1	6	6	1	0	0	1	Z	21661001Z	192	2	190
2	1	6	6	2	0	0	1	X	21662001X	52	4	48
2	1	6	6	2	0	0	1	Y	21662001Y	52	6	46
2	1	6	6	2	0	0	1	Z	21662001Z	44	0	44
2	1	6	8	1	0	0	1	X	21681001X	8	4	4
2	1	6	8	1	0	0	1	Y	21681001Y	8	2	6
2	1	6	8	1	0	0	1	Z	21681001Z	8	0	8
2	2	7	6	1	0	0	1	X	22761001X	34	1	33
2	2	7	6	1	0	0	1	Y	22761001Y	34	3	31
2	2	7	6	1	0	0	1	Z	22761001Z	34	3	31
2	2	8	0	2	0	0	1	X	22802001X	2	0	2
2	2	8	0	2	0	0	1	Y	22802001Y	2	0	2
2	2	8	0	2	0	0	1	Z	22802001Z	2	0	2
2	3	4	0	1	0	0	1	X	23401001X	4	0	4
2	3	4	0	1	0	0	1	Y	23401001Y	4	0	4
2	3	4	0	1	0	0	1	Z	23401001Z	4	0	4
2	3	4	0	2	0	0	1	X	23402001X	4	0	4
2	3	4	0	2	0	0	1	Y	23402001Y	4	0	4
2	3	4	0	2	0	0	1	Z	23402001Z	4	0	4
2	3	5	0	1	0	0	1	X	23501001X	36	1	35
2	3	5	0	1	0	0	1	Y	23501001Y	36	1	35
2	3	5	0	1	0	0	1	Z	23501001Z	36	4	32
2	3	5	0	2	0	0	1	X	23502001X	8	0	8
2	3	5	0	2	0	0	1	Y	23502001Y	8	0	8
2	3	5	0	2	0	0	1	Z	23502001Z	8	0	8
2	3	7	6	1	0	0	1	X	23761001X	270	7	263
2	3	7	6	1	0	0	1	Y	23761001Y	234	7	227
2	3	7	6	1	0	0	1	Z	23761001Z	234	13	221
2	3	7	6	2	0	0	1	X	23762001X	58	0	58
2	3	7	6	2	0	0	1	Y	23762001Y	58	5	53
2	3	7	6	2	0	0	1	Z	23762001Z	58	5	53
2	3	7	7	1	0	0	1	Z	23771001Z	4	1	3
2	3	7	8	1	0	0	1	X	23781001X	8	4	4
2	3	7	8	1	0	0	1	Y	23781001Y	8	0	8
2	3	7	8	1	0	0	1	Z	23781001Z	8	0	8
2	3	8	0	1	0	0	1	X	23801001X	96	3	93
2	3	8	0	1	0	0	1	Y	23801001Y	96	0	96
2	3	8	0	1	0	0	1	Z	23801001Z	110	2	108
2	3	8	0	2	0	0	1	X	23802001X	20	0	20
2	3	8	0	2	0	0	1	Y	23802001Y	20	0	20
2	3	8	0	2	0	0	1	Z	23802001Z	32	0	32
									不明	544		
									総溶接線数	2876		



コード別比率 角柱4064溶接線



コード別比率 円柱2876溶接線

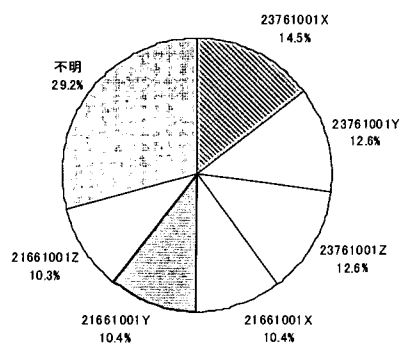
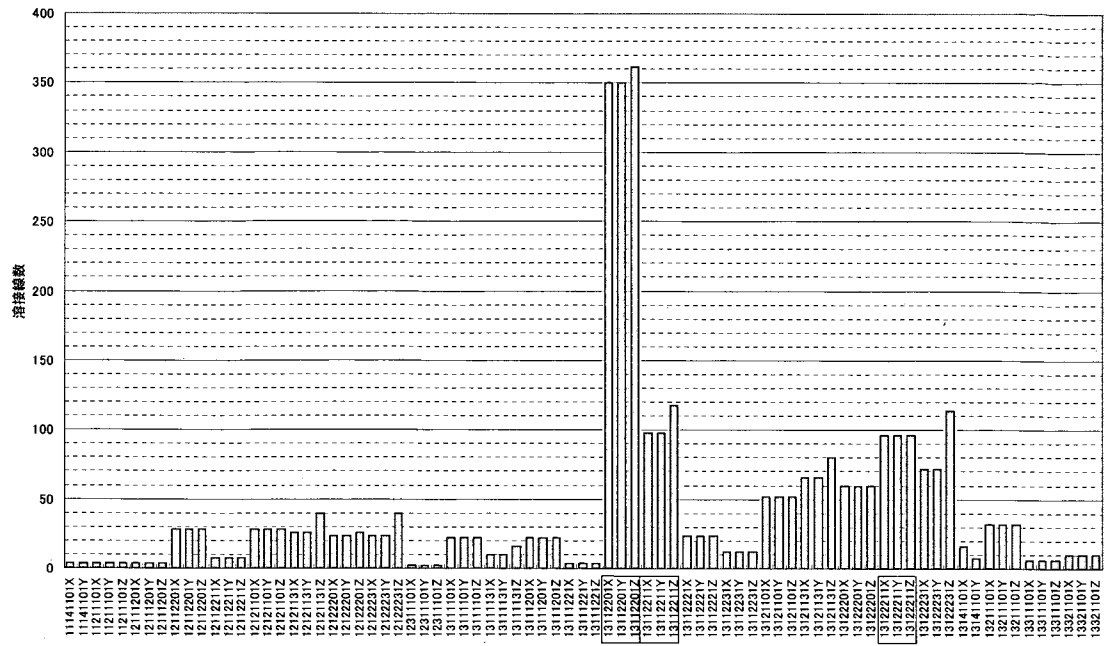
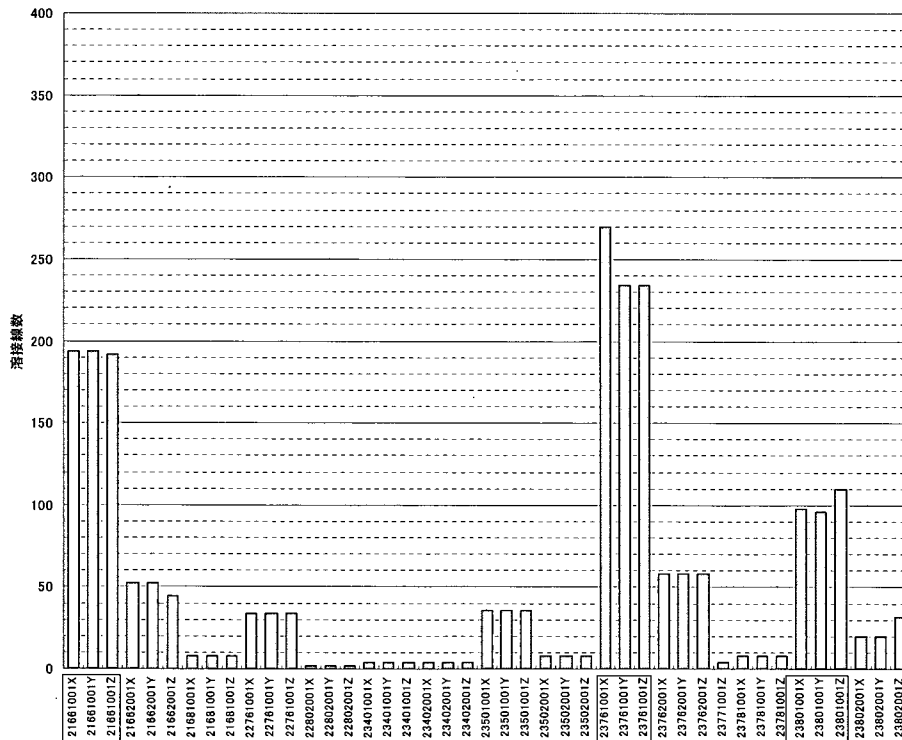


図6-48 板組パターン別の溶接線数比率

角柱



円柱



※□は母数が多いパターンを示す。

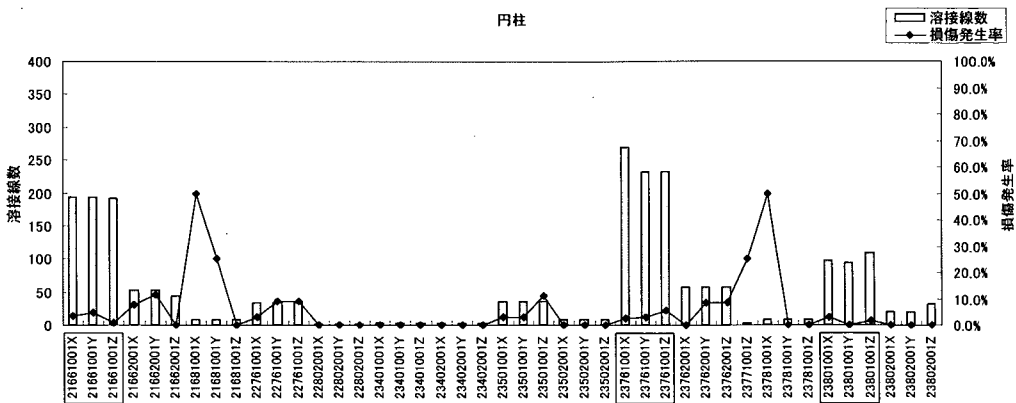
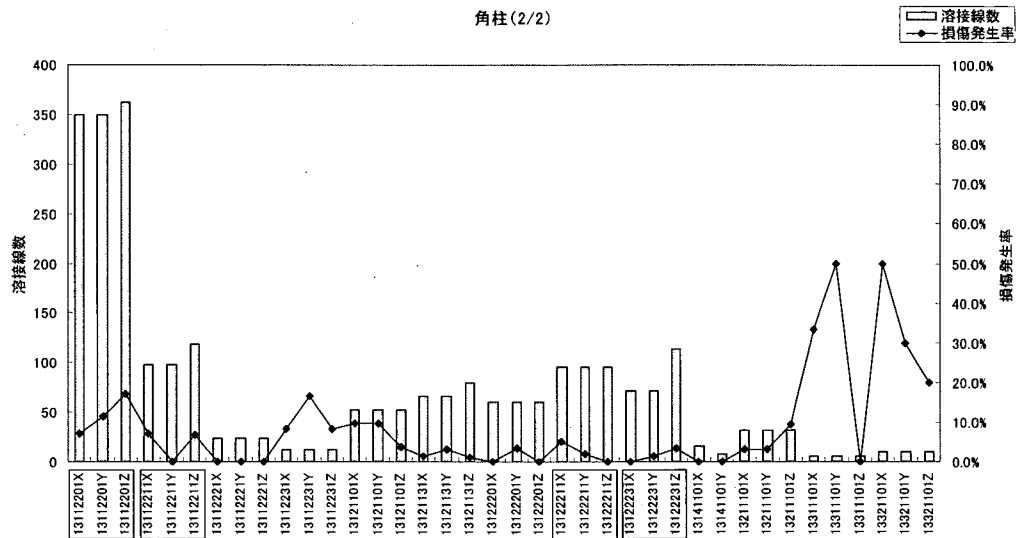
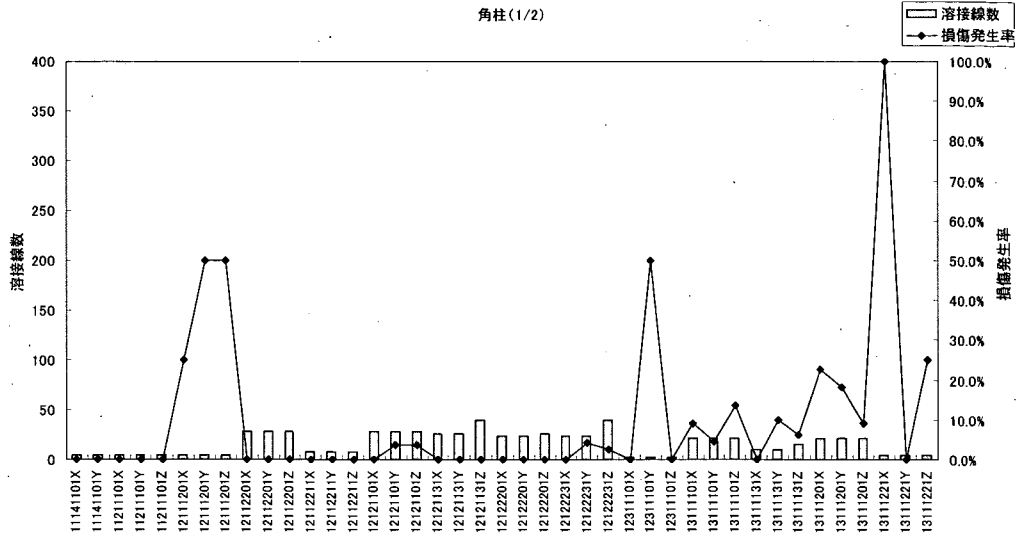
図6-49 板組パターン別の溶接線数

表6-61 角柱の板組パターン別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
11141101X	0.0%	100.0%	4溶接線
11141101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
11211101X	0.0%	100.0%	4溶接線
11211101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
11211101Z	0.0%	100.0%	4溶接線
12111201X	25.0%	75.0%	4溶接線
12111201Y	50.0%	50.0%	4溶接線
12111201Z	50.0%	50.0%	4溶接線
12112201X	0.0%	100.0%	28溶接線
12112201Y	0.0%	100.0%	28溶接線
12112201Z	0.0%	100.0%	28溶接線
12112211X	0.0%	100.0%	8溶接線
12112211Y	0.0%	100.0%	8溶接線
12112211Z	0.0%	100.0%	8溶接線
12121101X	0.0%	100.0%	28溶接線
12121101Y	3.6%	96.4%	28溶接線
12121101Z	3.6%	96.4%	28溶接線
12121131X	0.0%	100.0%	26溶接線
12121131Y	0.0%	100.0%	26溶接線
12121131Z	0.0%	100.0%	26溶接線
12122201X	0.0%	100.0%	40溶接線
12122201Y	0.0%	100.0%	24溶接線
12122201Z	0.0%	100.0%	24溶接線
12122231X	0.0%	100.0%	24溶接線
12122231Y	4.2%	95.8%	24溶接線
12122231Z	2.5%	97.5%	40溶接線
12311101X	0.0%	100.0%	2溶接線
12311101Y	50.0%	50.0%	2溶接線
12311101Z	0.0%	100.0%	2溶接線
13111101X	9.1%	90.9%	22溶接線
13111101Y	4.5%	95.5%	22溶接線
13111101Z	13.6%	86.4%	22溶接線
13111131X	0.0%	100.0%	10溶接線
13111131Y	10.0%	90.0%	10溶接線
13111131Z	6.3%	93.8%	16溶接線
13111201X	22.7%	77.3%	22溶接線
13111201Y	18.2%	81.8%	22溶接線
13111201Z	9.1%	90.9%	22溶接線
13111221X	100.0%	0.0%	4溶接線
13111221Y	0.0%	100.0%	4溶接線
13111221Z	25.0%	75.0%	4溶接線
13112201X	7.1%	92.9%	350溶接線
13112201Y	11.4%	88.6%	350溶接線
13112201Z	17.1%	82.9%	362溶接線
13112211X	7.1%	92.9%	98溶接線
13112211Y	0.0%	100.0%	98溶接線
13112211Z	6.8%	93.2%	118溶接線
13112221X	0.0%	100.0%	24溶接線
13112221Y	0.0%	100.0%	24溶接線
13112221Z	0.0%	100.0%	24溶接線
13112231X	8.3%	91.7%	12溶接線
13112231Y	16.7%	83.3%	12溶接線
13112231Z	8.3%	91.7%	12溶接線
13121101X	9.6%	90.4%	52溶接線
13121101Y	9.6%	90.4%	52溶接線
13121101Z	3.8%	96.2%	52溶接線
13121131X	1.5%	98.5%	66溶接線
13121131Y	3.0%	97.0%	66溶接線
13121131Z	1.3%	98.8%	80溶接線
13122201X	0.0%	100.0%	60溶接線
13122201Y	3.3%	96.7%	60溶接線
13122201Z	0.0%	100.0%	60溶接線
13122211X	5.2%	94.8%	96溶接線
13122211Y	2.1%	97.9%	96溶接線
13122211Z	0.0%	100.0%	96溶接線
13122231X	0.0%	100.0%	72溶接線
13122231Y	1.4%	98.6%	72溶接線
13122231Z	3.5%	96.5%	114溶接線
13141101X	0.0%	100.0%	16溶接線
13141101Y	0.0%	100.0%	8溶接線
13211101X	3.1%	96.9%	32溶接線
13211101Y	3.1%	96.9%	32溶接線
13211101Z	9.4%	90.6%	32溶接線
13311101X	33.3%	66.7%	6溶接線
13311101Y	50.0%	50.0%	6溶接線
13311101Z	0.0%	100.0%	6溶接線
13321101X	50.0%	50.0%	10溶接線
13321101Y	30.0%	70.0%	10溶接線
13321101Z	20.0%	80.0%	10溶接線

表6-62 円柱の板組パターン別の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
21661001X	3.6%	96.4%	194溶接線
21661001Y	4.6%	95.4%	194溶接線
21661001Z	1.0%	99.0%	192溶接線
21662001X	7.7%	92.3%	52溶接線
21662001Y	11.5%	88.5%	52溶接線
21662001Z	0.0%	100.0%	44溶接線
21681001X	50.0%	50.0%	8溶接線
21681001Y	25.0%	75.0%	8溶接線
21681001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
22761001X	2.9%	97.1%	34溶接線
22761001Y	8.8%	91.2%	34溶接線
22761001Z	8.8%	91.2%	34溶接線
22802001X	0.0%	100.0%	2溶接線
22802001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
22802001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
23401001X	0.0%	100.0%	4溶接線
23401001Y	0.0%	100.0%	4溶接線
23401001Z	0.0%	100.0%	4溶接線
23402001X	0.0%	100.0%	4溶接線
23402001Y	0.0%	100.0%	4溶接線
23402001Z	0.0%	100.0%	4溶接線
23501001X	2.8%	97.2%	36溶接線
23501001Y	2.8%	97.2%	36溶接線
23501001Z	11.1%	88.9%	36溶接線
23502001X	0.0%	100.0%	8溶接線
23502001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
23502001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
23761001X	2.6%	97.4%	270溶接線
23761001Y	3.0%	97.0%	234溶接線
23761001Z	5.6%	94.4%	234溶接線
23762001X	0.0%	100.0%	58溶接線
23762001Y	8.6%	91.4%	58溶接線
23762001Z	8.6%	91.4%	58溶接線
23771001Z	25.0%	75.0%	4溶接線
23781001X	50.0%	50.0%	8溶接線
23781001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
23781001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
23801001X	3.1%	96.9%	98溶接線
23801001Y	0.0%	100.0%	96溶接線
23801001Z	1.8%	98.2%	110溶接線
23802001X	0.0%	100.0%	20溶接線
23802001Y	0.0%	100.0%	20溶接線
23802001Z	0.0%	100.0%	32溶接線



※□は母数が多いパターンを示す。

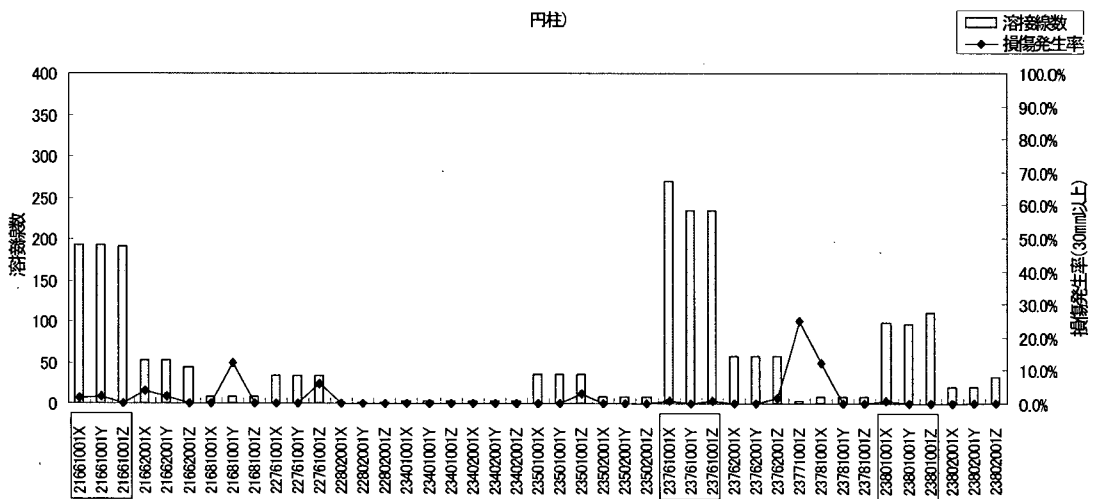
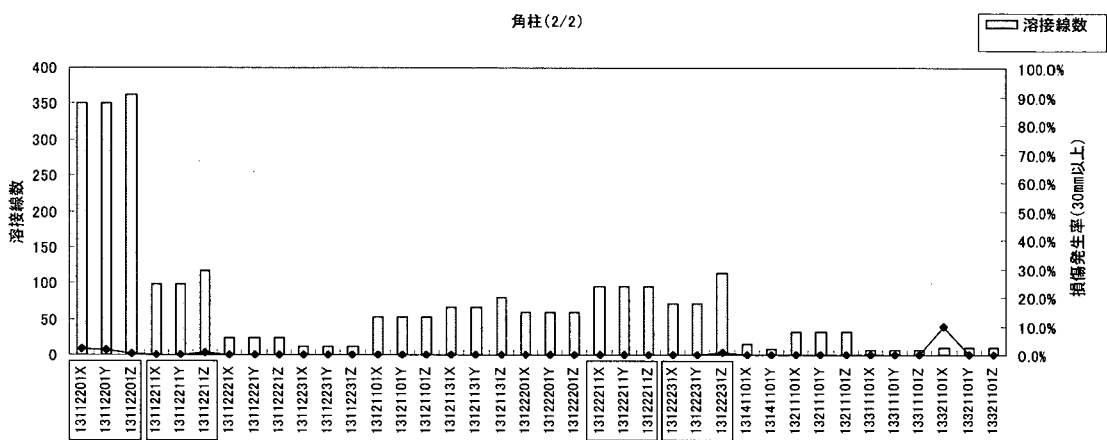
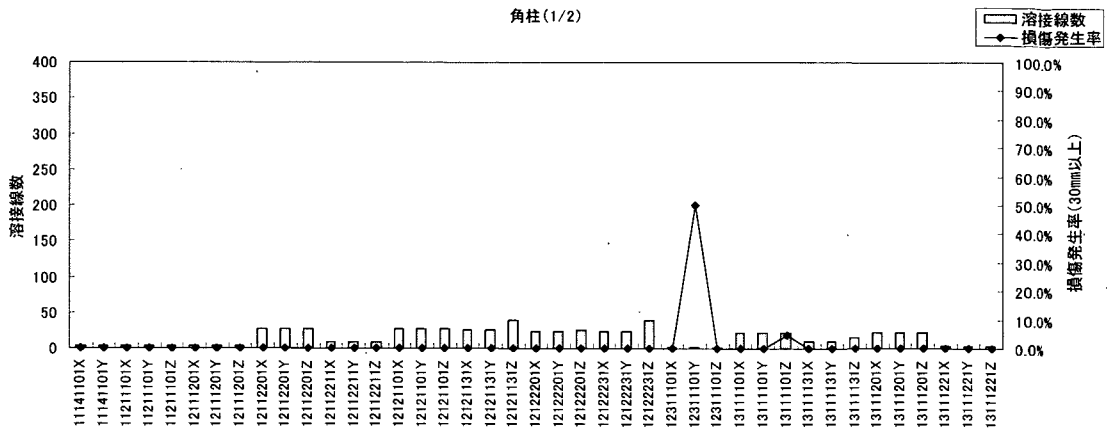
図6-50 板組パターン別の損傷発生率

表6-63 角柱の板組パターン別の損傷長さ
30mm以上の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
11141101X	0.0%	100.0%	4溶接線
11141101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
11211101X	0.0%	100.0%	4溶接線
11211101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
11211101Z	0.0%	100.0%	4溶接線
12111201X	0.0%	100.0%	4溶接線
12111201Y	0.0%	100.0%	4溶接線
12111201Z	0.0%	100.0%	4溶接線
12112201X	0.0%	100.0%	28溶接線
12112201Y	0.0%	100.0%	28溶接線
12112201Z	0.0%	100.0%	28溶接線
12112211X	0.0%	100.0%	8溶接線
12112211Y	0.0%	100.0%	8溶接線
12112211Z	0.0%	100.0%	8溶接線
12121101X	0.0%	100.0%	28溶接線
12121101Y	0.0%	100.0%	28溶接線
12121101Z	0.0%	100.0%	28溶接線
12121131X	0.0%	100.0%	26溶接線
12121131Y	0.0%	100.0%	26溶接線
12121131Z	0.0%	100.0%	40溶接線
12122201X	0.0%	100.0%	24溶接線
12122201Y	0.0%	100.0%	24溶接線
12122201Z	0.0%	100.0%	26溶接線
12122231X	0.0%	100.0%	24溶接線
12122231Y	0.0%	100.0%	24溶接線
12122231Z	0.0%	100.0%	40溶接線
12311101X	0.0%	100.0%	2溶接線
12311101Y	50.0%	50.0%	2溶接線
12311101Z	0.0%	100.0%	2溶接線
13111101X	0.0%	100.0%	22溶接線
13111101Y	0.0%	100.0%	22溶接線
13111101Z	4.5%	95.5%	22溶接線
13111131X	0.0%	100.0%	10溶接線
13111131Y	0.0%	100.0%	10溶接線
13111131Z	0.0%	100.0%	16溶接線
13111201X	0.0%	100.0%	22溶接線
13111201Y	0.0%	100.0%	22溶接線
13111201Z	0.0%	100.0%	22溶接線
13111221X	0.0%	100.0%	4溶接線
13111221Y	0.0%	100.0%	4溶接線
13111221Z	0.0%	100.0%	4溶接線
13112201X	2.0%	98.0%	350溶接線
13112201Y	1.7%	98.3%	350溶接線
13112201Z	0.3%	99.7%	362溶接線
13112211X	0.0%	100.0%	98溶接線
13112211Y	0.0%	100.0%	98溶接線
13112211Z	0.8%	99.2%	118溶接線
13112221X	0.0%	100.0%	24溶接線
13112221Y	0.0%	100.0%	24溶接線
13112221Z	0.0%	100.0%	24溶接線
13112231X	0.0%	100.0%	12溶接線
13112231Y	0.0%	100.0%	12溶接線
13112231Z	0.0%	100.0%	12溶接線
13121101X	0.0%	100.0%	52溶接線
13121101Y	0.0%	100.0%	52溶接線
13121101Z	0.0%	100.0%	52溶接線
13121131X	0.0%	100.0%	66溶接線
13121131Y	0.0%	100.0%	66溶接線
13121131Z	0.0%	100.0%	80溶接線
13122201X	0.0%	100.0%	60溶接線
13122201Y	0.0%	100.0%	60溶接線
13122201Z	0.0%	100.0%	60溶接線
13122211X	0.0%	100.0%	96溶接線
13122211Y	0.0%	100.0%	96溶接線
13122211Z	0.0%	100.0%	96溶接線
13122231X	0.0%	100.0%	72溶接線
13122231Y	0.0%	100.0%	72溶接線
13122231Z	0.9%	99.1%	114溶接線
13141101X	0.0%	100.0%	16溶接線
13141101Y	0.0%	100.0%	8溶接線
13211101X	0.0%	100.0%	32溶接線
13211101Y	0.0%	100.0%	32溶接線
13211101Z	0.0%	100.0%	32溶接線
13311101X	0.0%	100.0%	6溶接線

表6-64 円柱の板組パターン別の損傷長さ
30mm以上の損傷発生率

コード番号	損傷有	損傷無	母数
21661001X	1.5%	98.5%	194溶接線
21661001Y	2.1%	97.9%	194溶接線
21661001Z	0.0%	100.0%	192溶接線
21662001X	3.8%	96.2%	52溶接線
21662001Y	1.9%	98.1%	52溶接線
21662001Z	0.0%	100.0%	44溶接線
21681001X	0.0%	100.0%	8溶接線
21681001Y	12.5%	87.5%	8溶接線
21681001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
22761001X	0.0%	100.0%	34溶接線
22761001Y	0.0%	100.0%	34溶接線
22761001Z	5.9%	94.1%	34溶接線
22802001X	0.0%	100.0%	2溶接線
22802001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
22802001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
23401001X	0.0%	100.0%	4溶接線
23401001Y	0.0%	100.0%	4溶接線
23401001Z	0.0%	100.0%	4溶接線
23402001X	0.0%	100.0%	4溶接線
23402001Y	0.0%	100.0%	4溶接線
23402001Z	0.0%	100.0%	4溶接線
23501001X	0.0%	100.0%	36溶接線
23501001Y	0.0%	100.0%	36溶接線
23501001Z	2.8%	97.2%	36溶接線
23502001X	0.0%	100.0%	8溶接線
23502001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
23502001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
23761001X	0.7%	99.3%	270溶接線
23761001Y	0.0%	100.0%	234溶接線
23761001Z	0.9%	99.1%	234溶接線
23762001X	0.0%	100.0%	58溶接線
23762001Y	0.0%	100.0%	58溶接線
23762001Z	1.7%	98.3%	58溶接線
23771001Z	25.0%	75.0%	4溶接線
23781001X	12.5%	87.5%	8溶接線
23781001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
23781001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
23801001X	1.0%	99.0%	98溶接線
23801001Y	0.0%	100.0%	96溶接線
23801001Z	0.0%	100.0%	110溶接線
23802001X	0.0%	100.0%	20溶接線
23802001Y	0.0%	100.0%	20溶接線
23802001Z	0.0%	100.0%	32溶接線



※□は母数が多いパターンを示す。

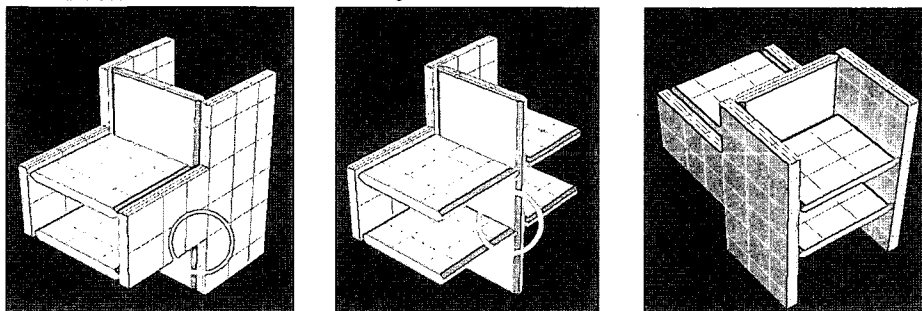
図6-51 板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

6.13 板組構造と損傷の関係について

6.13.1 角柱

(1) 採用実績が多い板組構造

角柱隅角部は「梁柱ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」(13112201)の採用実績が突出しており全体の約3割を占め、その損傷発生率は27.1%、損傷長さ30mm以上の損傷発生率は2.8%である。



362隅角中98隅角に損傷（損傷発生率27.1%）

→362隅角中10隅角で長さ30mm以上の損傷

（損傷長さ30mm以上の損傷発生率2.8%）

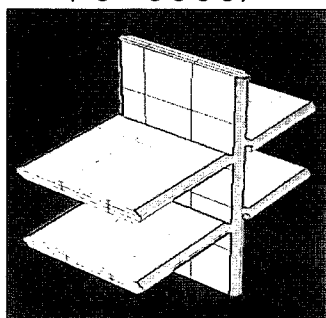
図6-52 採用実績が多い板組構造

(2) 梁・柱の貫通状態

分析⑦-3より、梁・柱の貫通状態と損傷発生率の関係を見ると、梁フランジ分離（1●11●●●●●）が23.4%、柱フランジ分離（1●12●●●●●）が6.0%と板組により大きな差が生じているが、損傷長さ30mm以上の損傷発生率はいずれも数%以下であり、梁・柱の貫通状態による有為差は不明である。

梁フランジ分離

（1●11●●●●●）



668隅角中156隅角に損傷

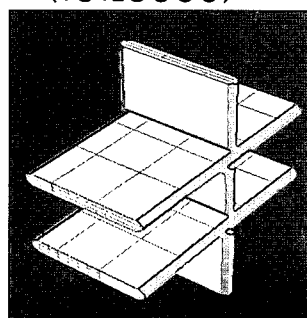
（損傷発生率23.4%）

→668隅角中15隅角に長さ30mm以上の損傷

（損傷長さ30mm以上の損傷発生率2.2%）

柱フランジ分離

（1●12●●●●●）



536隅角中32隅角に損傷

（損傷発生率6.0%）

→536隅角中1隅角に長さ30mm以上の損傷

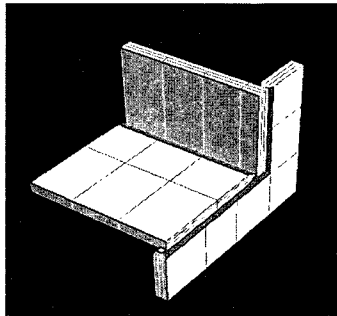
（損傷長さ30mm以上の損傷発生率0.2%）

図6-53 梁・柱の貫通状態と損傷発生率

(3) 梁・柱の勝ち部材

分析⑦-5 より、勝ち部材と損傷発生の関係を見ると、採用実績の多い梁・柱フランジ勝ち部材 (1●●●11●●)、梁・柱ウェブ勝ち部材 (1●●●22●●) はともに 10 数%の損傷発生率である。また、損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率はともに数%程度であり、勝ち部材による有為差は認められない。

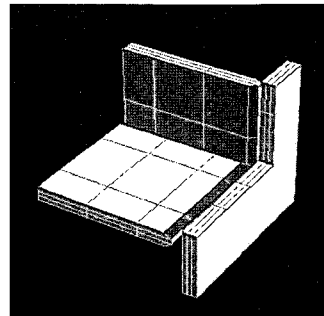
梁・柱フランジ勝ち部材
(1●●●11●●)



316隅角中42隅角に損傷
(損傷発生率13.3%)

→316隅角中3隅角に長さ30mm以上の損傷
(損傷長さ30mm以上の損傷発生率0.9%)

梁・柱ウェブ勝ち部材
(1●●●22●●)



922隅角中138隅角に損傷
(損傷発生率15.0%)

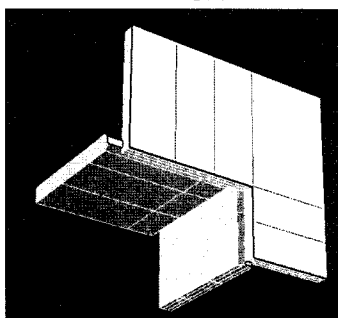
→922隅角中13隅角に長さ30mm以上の損傷
(損傷長さ30mm以上の損傷発生率1.4%)

図6-54 勝ち部材と損傷発生率 (角柱)

(4) フィレット構造

採用事例が最も多い 13112201 とこれにフィレットを設置した 13112211 の損傷発生率を比較すると、13112201 は 27.1%、13112211 は 12.7%とフィレット付きでは損傷発生率が低くなる傾向にあり、隅角部の応力集中の程度に差があるものと考えられる。

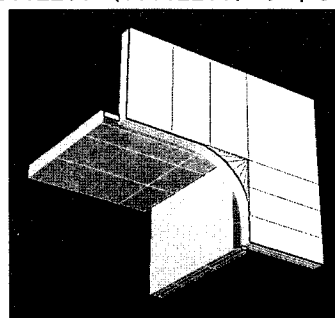
13112201



362隅角中98隅角に損傷
(損傷発生率27.1%)

→362隅角中10隅角に長さ30mm以上の損傷
(損傷長さ30mm以上の損傷発生率2.8%)

13112211 (13112201にフィレット)



118隅角中15隅角に損傷
(損傷発生率12.7%)

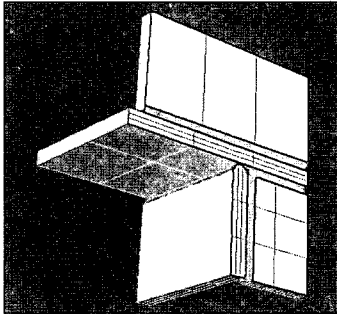
→118隅角中1隅角に長さ30mm以上の損傷
(損傷長さ30mm以上の損傷発生率0.8%)

図6-55 フィレット構造と損傷発生率

(5) 採用実績は少ないが、損傷発生率の高い板組構造

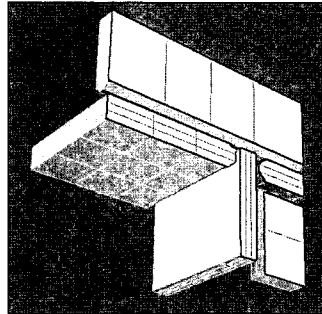
柱ウェブを分断、フランジ・ウェブの板の組替えを伴うなどの溶接線が多く、板の分離が多い板組構造は、採用実績は少ないものの損傷発生率が高く注意が必要である。

13311101



6隅角中5隅角に損傷
(損傷発生率83.3%)

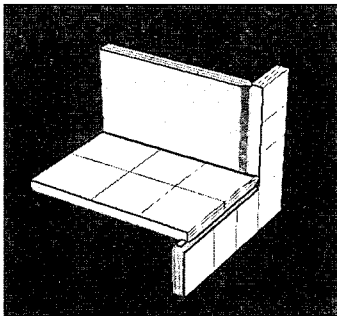
13321101



10隅角中8隅角に損傷
(損傷発生率80.0%)

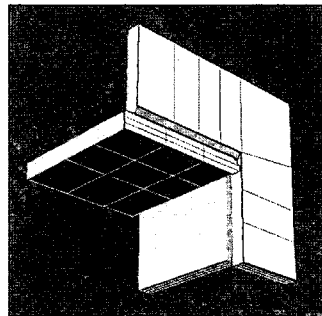
柱ウェブ分断

12111201



4隅角中2隅角に損傷
(損傷発生率50.0%)

13111201



22隅角中9隅角に損傷
(損傷発生率40.9%)

勝ち部材の組替え

図6-56 損傷発生率が高い板組構造 (角柱)

6.13.2 円柱

(1) 採用実績が多い板組構造

円柱隅角部は、「梁ウェブ突合せ」(21601001, 23761001)の採用実績が突出しており全体の約45%を占め、その損傷発生率は9%程度である。

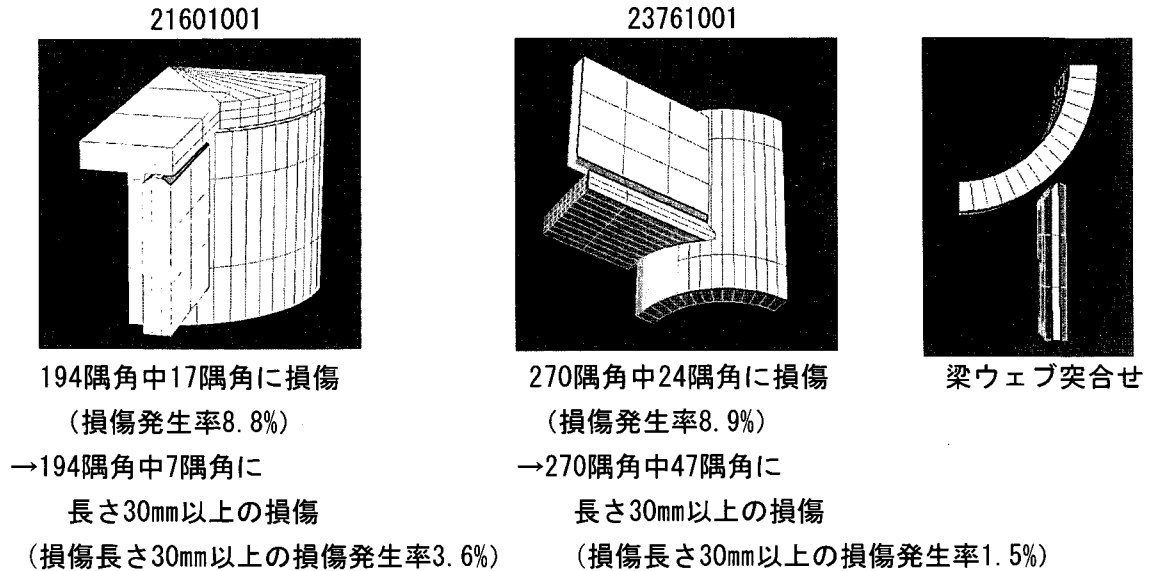


図6-57 採用実績が多い板組構造 (円柱)

(2) 梁ウェブ貫通の板組

梁ウェブと円柱の接合方法には、採用実績の多い(1)の「梁ウェブ突合せ」タイプの他に、梁ウェブが円柱に設けられた縦スリットを貫通するタイプ「梁ウェブ貫通」(23501001)がある。「梁ウェブ貫通」タイプは採用実績は少ないものの損傷発生率は16.7%と「梁ウェブ突合せ」タイプより高めの傾向にあるが、30mm以上の損傷発生率はいずれも数%程度であり、梁ウェブと円柱の接合方法による有為差は不明である。

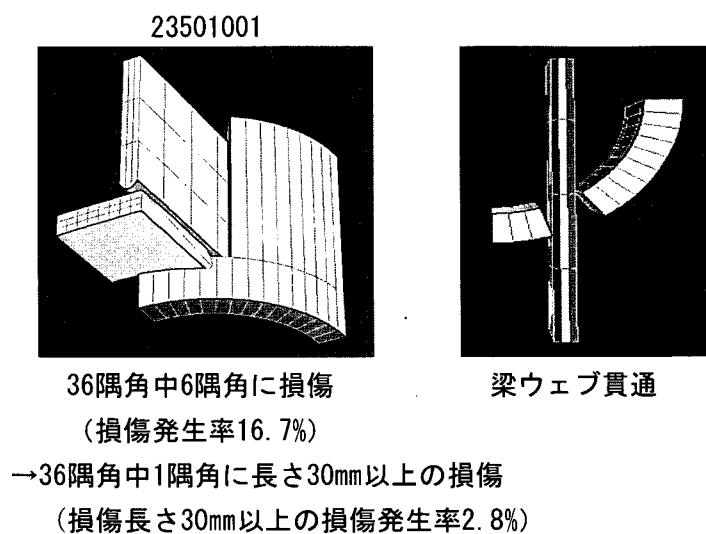
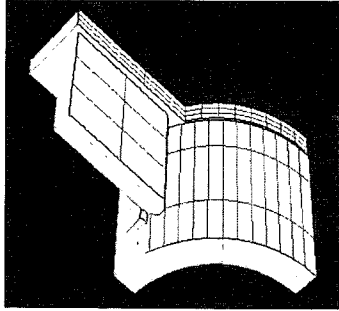


図6-58 梁ウェブ貫通の損傷発生率

(3) 採用事例は少ないが、損傷発生率の高い板組

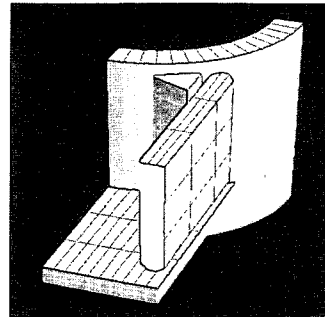
梁ウェブと円柱の突合せ溶接部に、間詰め部材同士の仲介として三角バーを使用した板組構造は採用実績が少ないものの損傷発生率が高い。このような構造では部材間に溶接されない隙間が残ることも多く、疲労上の弱点となるものと考えられる。

21681001



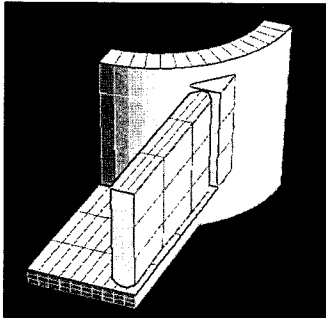
8隅角中5隅角に損傷（損傷発生率25.0%）
 →8隅角中1隅角に長さ30mm以上損傷
 （損傷長さ30mm以上の損傷発生率12.5%）

23781001



8隅角中4隅角に損傷（損傷発生率50.0%）
 →8隅角中4隅角に長さ30mm以上損傷
 （損傷長さ30mm以上の損傷発生率50.0%）

23771001



4隅角中1隅角に損傷（損傷発生率25.0%）
 →4隅角中1隅角に長さ30mm以上損傷
 （損傷長さ30mm以上の損傷発生率25.0%）

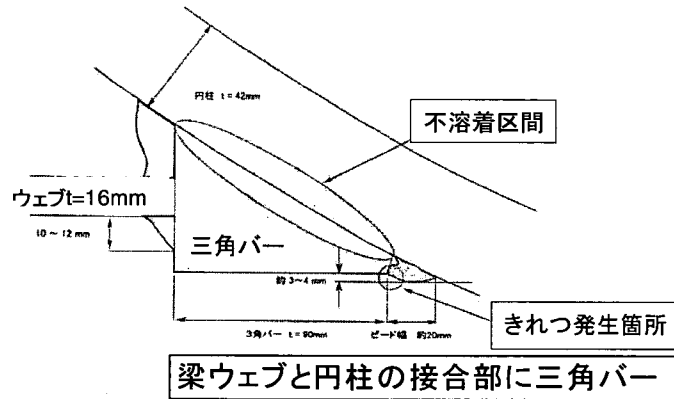


図6-59 損傷発生率が高い板組構造（円柱）

なお、全数に損傷が発生している構造(W1●●●●●●●●●●, WT1●●●●●●●●●●, W2●●●●●●●●●●)があるが、母数が少ないため参考程度に留める。

次項分析⑧-2ではさらに隅角位置と損傷発生の関係について分析を行う。

表7-1 構造形式別の橋脚数

構造形式	(a)梁柱断面形状	コード番号	橋脚数	損傷有	損傷無
T	1	T1●●●●●●●●●●	77	42	35
IL	1	IL1●●●●●●●●●●	20	13	7
S	1	S1●●●●●●●●●●	51	20	31
W	1	W1●●●●●●●●●●	1	1	0
WO	1	WO1●●●●●●●●●●	20	12	8
WR	1	WR1●●●●●●●●●●	4	0	4
WT	1	WT1●●●●●●●●●●	1	1	0
R	1	R1●●●●●●●●●●	17	5	12
角柱計			191	94	97
T	2	T2●●●●●●●●●●	78	32	46
IL	2	IL2●●●●●●●●●●	3	0	3
S	2	S2●●●●●●●●●●	26	8	18
W	2	W2●●●●●●●●●●	2	2	0
WO	2	WO2●●●●●●●●●●	0	0	0
WR	2	WR2●●●●●●●●●●	0	0	0
WT	2	WT2●●●●●●●●●●	0	0	0
R	2	R2●●●●●●●●●●	8	0	8
円柱計			117	42	75

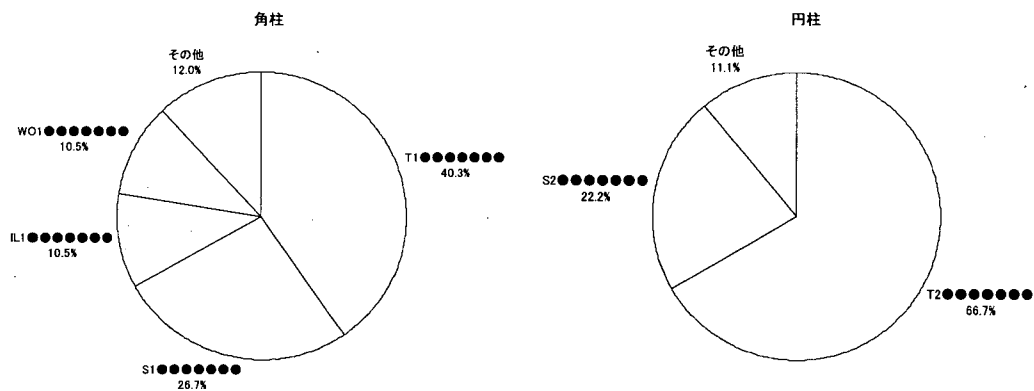
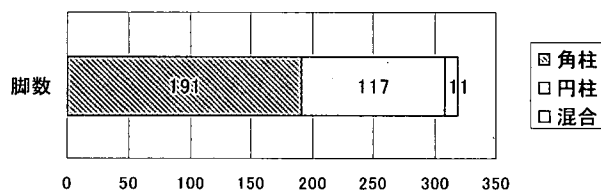
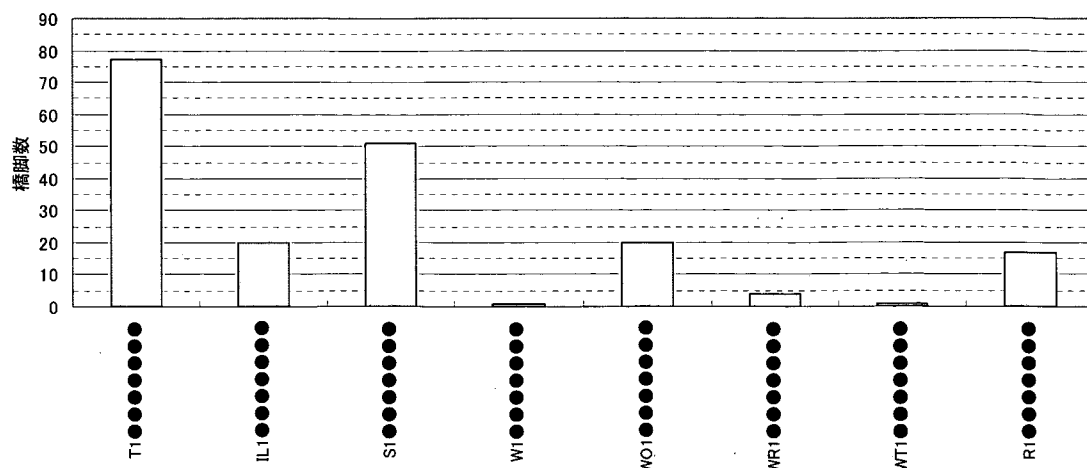


図7-1 構造形式別の橋脚数比率

角柱



円柱

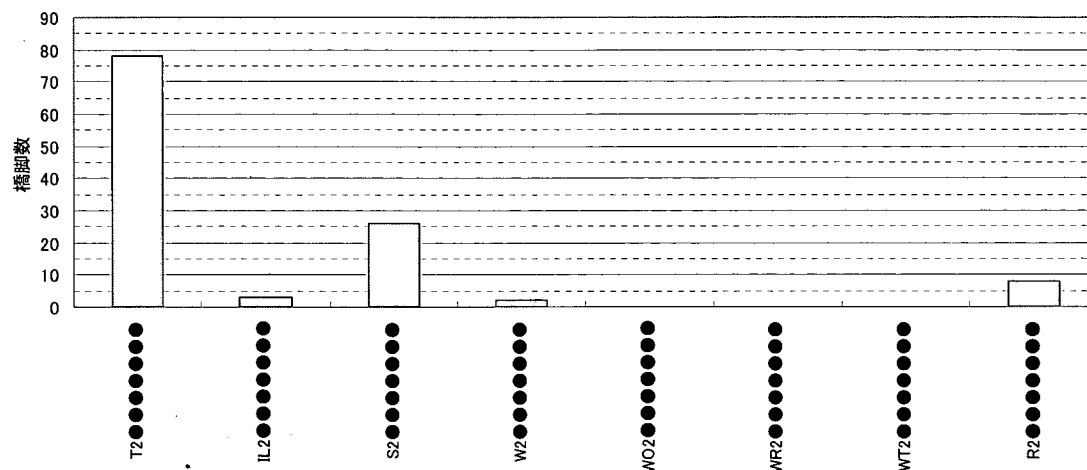


図7-2 構造形式別の橋脚数

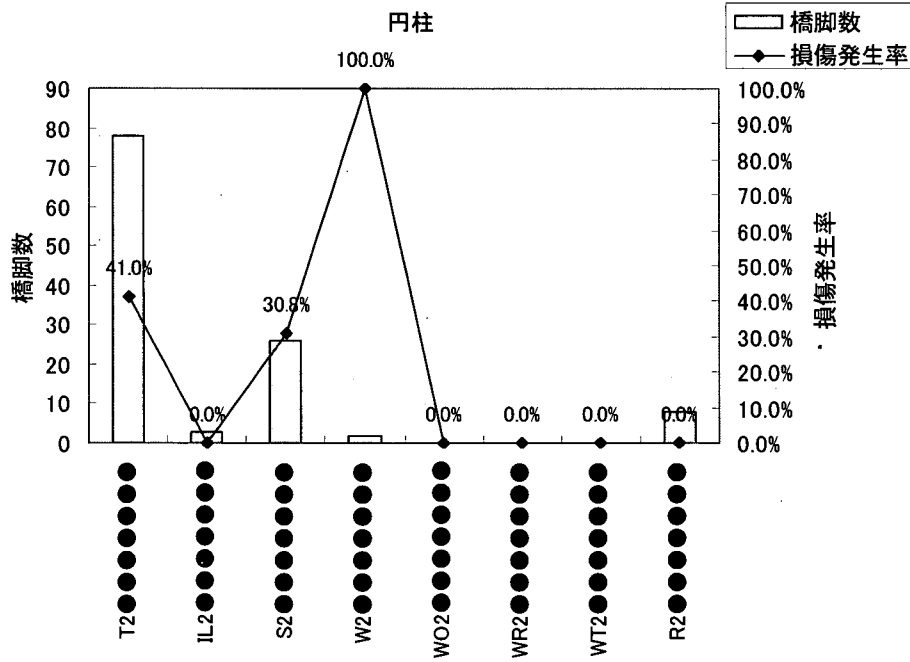
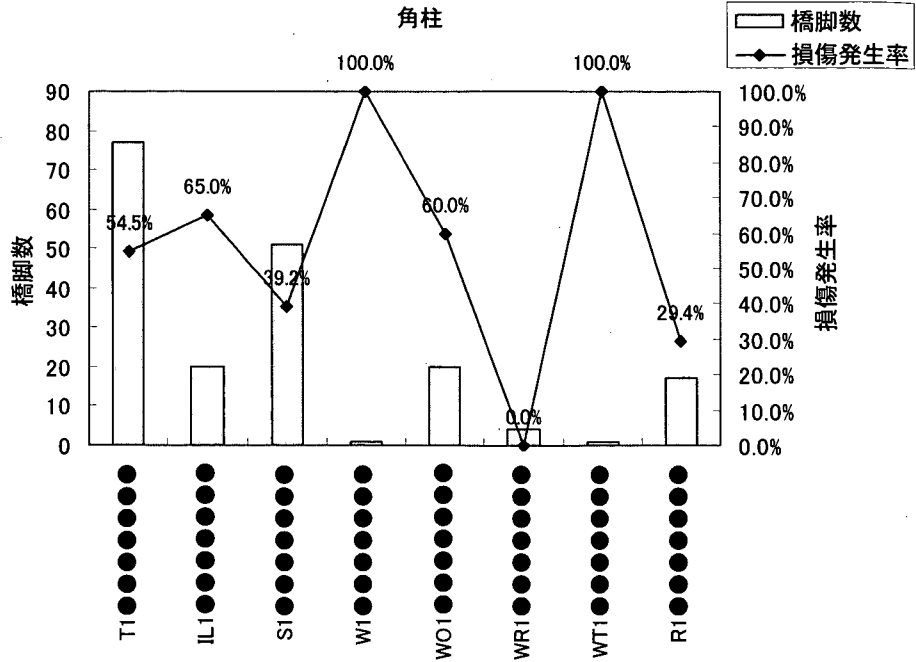
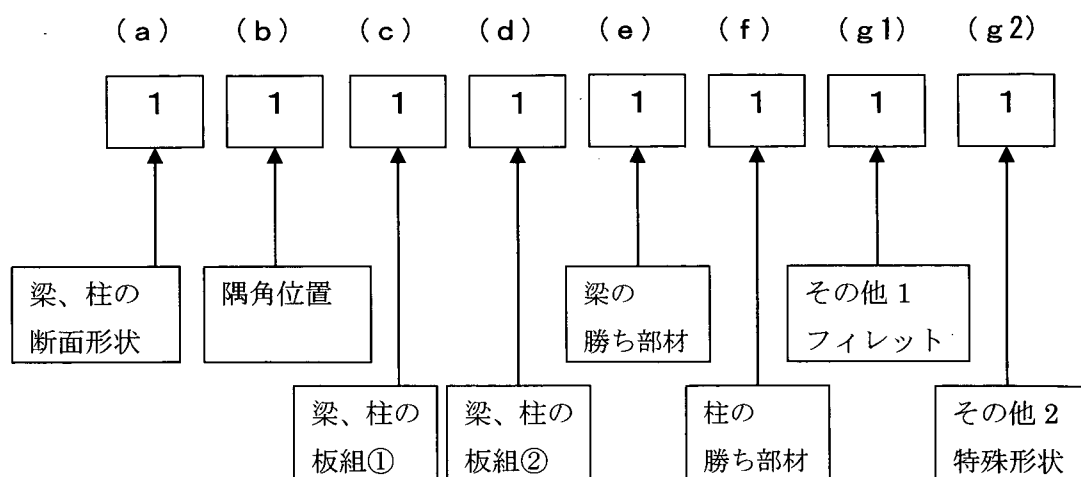


図7-3 構造形式別の損傷発生率

7.2 分析⑧-2

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置と損傷の有無の関係



形式 記号	T型 T	逆L型 IL	単層			2層		その他 R
			ラーメン S	ラーメン W	両張出ラーメン WO	ラケット型 WR	変形ラーメン WT	
概要図								—

【分析結果】

図 7-5 に、構造形式及び隅角位置別の隅角数を示した。角柱では、単層ラーメン橋脚 (S13●●●●●●●●●●)、T型橋脚 (T13●●●●●●●●●●)、両張出しラーメン橋脚 (W013●●●●●●●●●●) の梁下端部の隅角数が突出して多い。

円柱では、T型橋脚の梁下端 (T23●●●●●●●●●●)、上端 (T21●●●●●●●●●●)、単層ラーメン橋脚の梁下端 (S23●●●●●●●●●●)、上端 (S21●●●●●●●●●●) の順で隅角数が多い。

図 7-6 に、橋脚形式及び隅角位置別の損傷発生率を示した。母数の多い順に損傷発生率を見ると、角柱の場合、単層ラーメン橋脚 (S13●●●●●●●●●●) で 21.1%、T型橋脚 (T13●●●●●●●●●●) で 26.9%、両張出しラーメン橋脚 (W013●●●●●●●●●●) で 8.1%の損傷発生率となっている。

円柱の場合は、T型橋脚の梁下端 (T23●●●●●●●●●●) で 14.6%、上端 (T21●●●●●●●●●●) で 18.5%、単層ラーメン橋脚の梁下端 (S23●●●●●●●●●●) で 7.6%、上端 (S21●●●●●●●●●●) で 12.2%の損傷発生率となっている。

【考察】

若干構造形式によって、損傷発生率にばらつきがあるが、構造形式や隅角位置だけでは、損傷発生に対して明確な有為差は見られないため、さらに板組等のパラメータによる分析を次項以降で行う。

表7-2 構造形式および隅角位置別の隅角数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	1	3	IL13●●●●●●●●	64	15	49
S	1	1	S11●●●●●●●●	8	0	8
S	1	2	S12●●●●●●●●	6	3	3
S	1	3	S13●●●●●●●●	326	69	257
T	1	3	T13●●●●●●●●	320	86	234
W	1	2	W12●●●●●●●●	4	0	4
W	1	3	W13●●●●●●●●	10	2	8
WO	1	2	WO12●●●●●●●●	108	5	103
WO	1	3	WO13●●●●●●●●	310	25	285
WR	1	2	WR12●●●●●●●●	50	3	47
WR	1	3	WR13●●●●●●●●	60	3	57
WT	1	2	WT12●●●●●●●●	8	0	8
WT	1	3	WT13●●●●●●●●	8	1	7
R	1	1	R11●●●●●●●●	4	0	4
R	1	2	R12●●●●●●●●	38	1	37
R	1	3	R13●●●●●●●●	128	10	118
総隅角数				1282		

表7-3 構造形式および隅角位置別の隅角数（円柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	2	1	IL21●●●●●●●●	2	0	2
IL	2	3	IL23●●●●●●●●	8	0	8
S	2	1	S21●●●●●●●●	98	12	86
S	2	2	S22●●●●●●●●	2	0	2
S	2	3	S23●●●●●●●●	184	14	170
T	2	1	T21●●●●●●●●	216	40	176
T	2	3	T23●●●●●●●●	316	46	270
W	2	1	W21●●●●●●●●	12	0	12
W	2	2	W22●●●●●●●●	12	5	7
W	2	3	W23●●●●●●●●	24	8	16
WO	2	1	WO21●●●●●●●●	2	0	2
WO	2	2	WO22●●●●●●●●	2	0	2
WO	2	3	WO23●●●●●●●●	8	0	8
WR	2	3	WR23●●●●●●●●	28	2	26
WT	2	1	WT21●●●●●●●●	2	0	2
WT	2	3	WT23●●●●●●●●	2	1	1
R	2	1	R21●●●●●●●●	8	0	8
R	2	2	R22●●●●●●●●	20	0	20
R	2	3	R23●●●●●●●●	64	0	64
総隅角数				918		

角柱1452隅角

円柱1010隅角

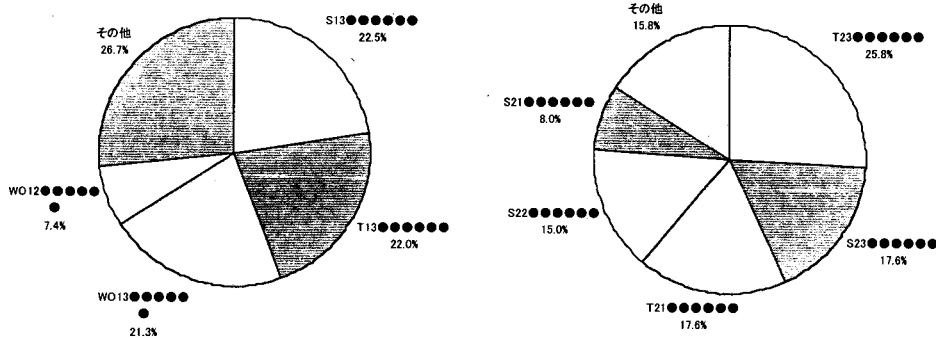
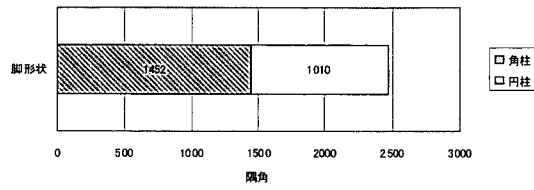
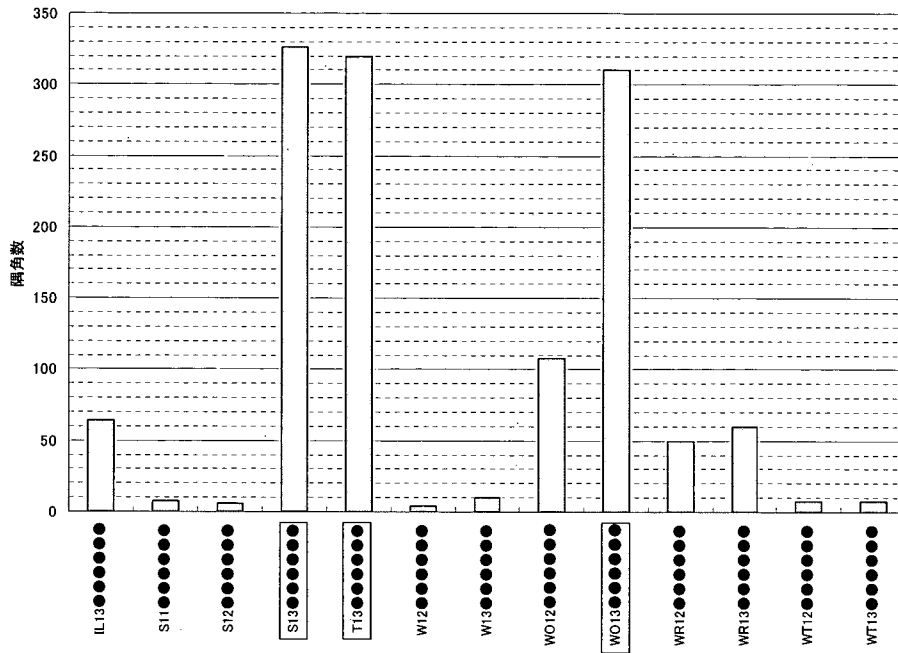


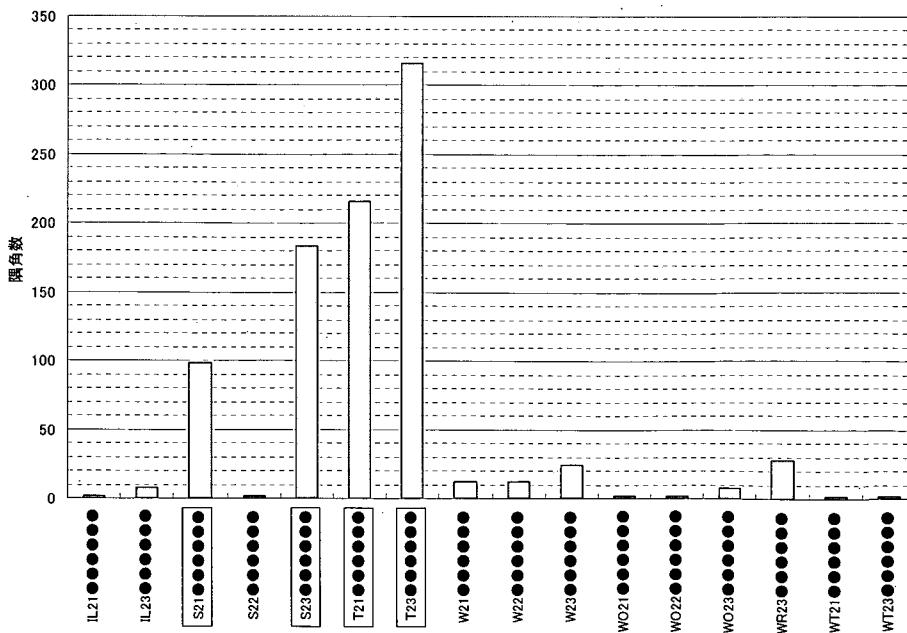
図7-4 構造形式および隅角位置別の構成比



角柱



円柱



※□は母数が多い箇所を示す。

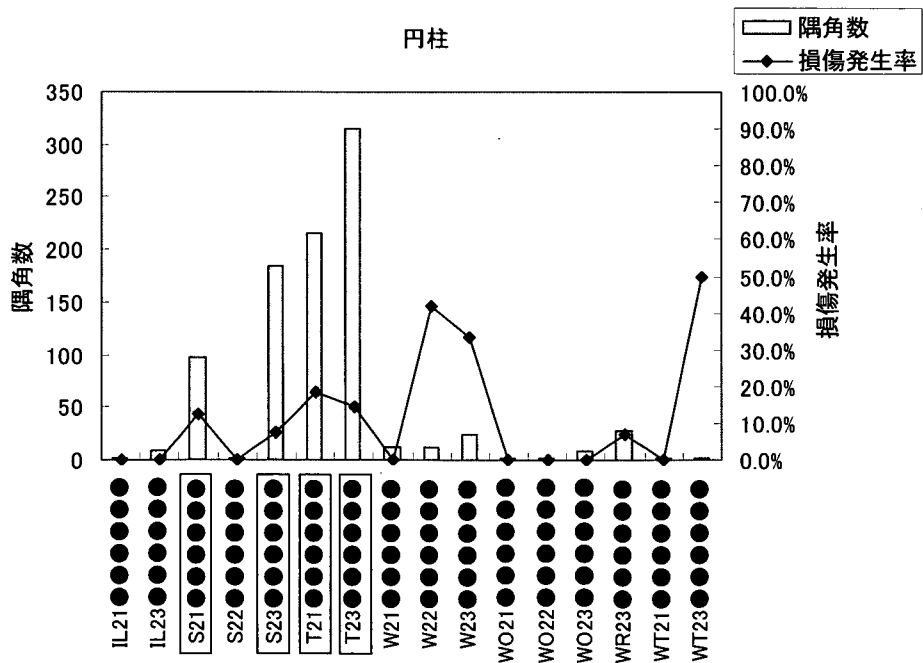
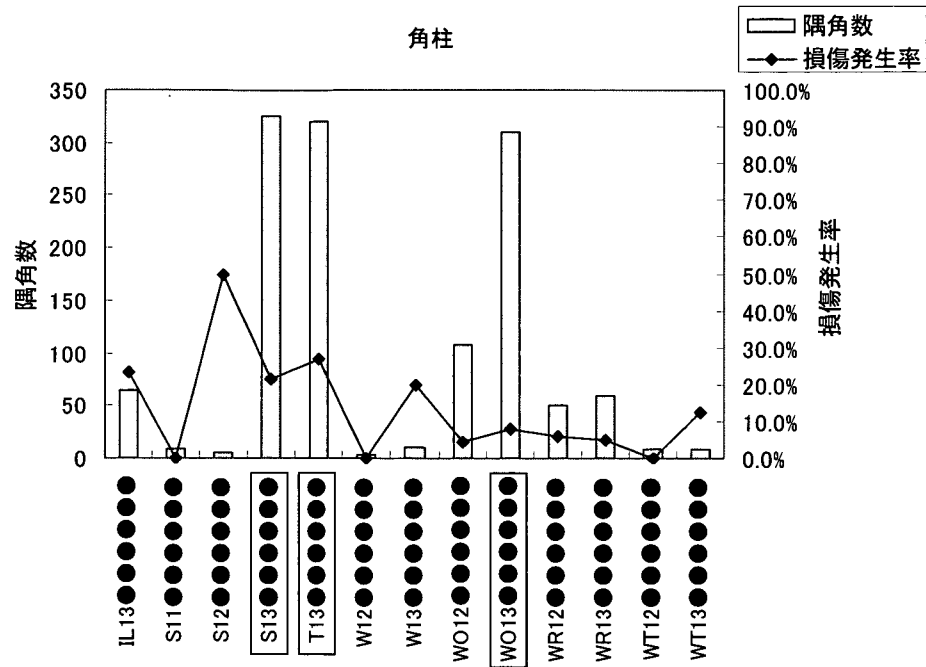
図7-5 構造形式および隅角位置別の隅角数

表7-4 構造形式および隅角位置別の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13●●●●●●●●	23.4%	76.6%	64隅角
S11●●●●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
S12●●●●●●●●	50.0%	50.0%	6隅角
S13●●●●●●●●	21.2%	78.8%	326隅角
T13●●●●●●●●	26.9%	73.1%	320隅角
W12●●●●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
W13●●●●●●●●	20.0%	80.0%	10隅角
WO12●●●●●●●●	4.6%	95.4%	108隅角
WO13●●●●●●●●	8.1%	91.9%	310隅角
WR12●●●●●●●●	6.0%	94.0%	50隅角
WR13●●●●●●●●	5.0%	95.0%	60隅角
WT12●●●●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WT13●●●●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
R11●●●●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
R12●●●●●●●●	2.6%	97.4%	38隅角
R13●●●●●●●●	7.8%	92.2%	128隅角

表7-5 構造形式および隅角位置別の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL21●●●●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL23●●●●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
S21●●●●●●●●	12.2%	87.8%	98隅角
S22●●●●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
S23●●●●●●●●	7.6%	92.4%	184隅角
T21●●●●●●●●	18.5%	81.5%	216隅角
T23●●●●●●●●	14.6%	85.4%	316隅角
W21●●●●●●●●	0.0%	100.0%	12隅角
W22●●●●●●●●	41.7%	58.3%	12隅角
W23●●●●●●●●	33.3%	66.7%	24隅角
WO21●●●●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO22●●●●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO23●●●●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR23●●●●●●●●	7.1%	92.9%	28隅角
WT21●●●●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT23●●●●●●●●	50.0%	50.0%	2隅角
R21●●●●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
R22●●●●●●●●	0.0%	100.0%	20隅角
R23●●●●●●●●	0.0%	100.0%	64隅角

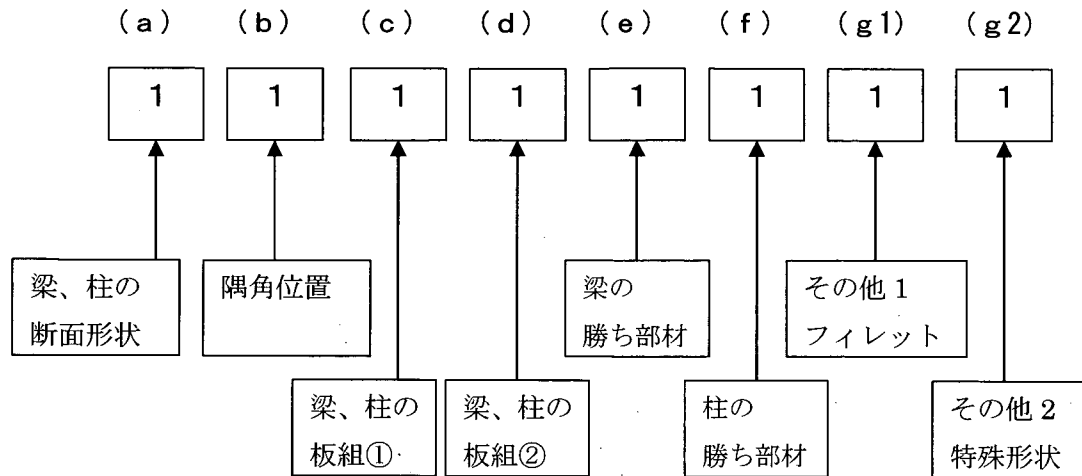


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-6 構造形式および隅角位置別の損傷発生率

7.3 分析⑧-3

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、溶接線方向と損傷の有無の関係



形式 記号	T型 T	逆L型 IL	単層		2層			その他 R
			ラーメン S	ラーメン W	面張出ラーメン WO	ラケット型 WR	変形ラーメン WT	
概要図								

【分析結果】

分析⑧-2で構造形式及び隅角位置と損傷の関係について分析を行ったが、さらに溶接線方向 (x, y, z) 別に損傷発生との関係を分析した。

図 7-9 より、採用実績が多い構造の中から溶接線方向別に損傷発生率が高いものを列記する。角柱は、T型橋脚 (T13●●●●●●●●) の z 方向 (梁下フランジと柱フランジの溶接) で 16.3%、単層ラーメン橋脚 (S13●●●●●●●●) の z 方向 (梁下フランジと柱フランジの溶接) で 10.5%の損傷発生率を示している。

円柱は、単層ラーメン橋脚の梁上端 (S21●●●●●●●●) の y 方向 (梁ウェブと円柱の溶接) で 10.2%、T型橋脚の梁上端 (T21●●●●●●●●) の y 方向 (梁ウェブと円柱の溶接) で 9.7%、x 方向 (梁フランジ角溶接) で 8.8%、T型橋脚の梁下端 (T23●●●●●●●●) の z 方向 (梁下フランジと柱フランジの溶接) で 7.0%の損傷発生率を示している。

なお、採用実績は少ないが損傷発生率の高い溶接線方向として (S12●●●●●●●●Y, WT23●●●●●●●●Y) 等がある。

【考察】

角柱、円柱とも隅角位置別の損傷状況を見ると、方向によっては他よりやや高い損傷発生率を示す溶接線もあるが、顕著な有為差は認められない。さらに次項分析⑧-4以降で板組要素等のパラメータに着目した分析を行う。

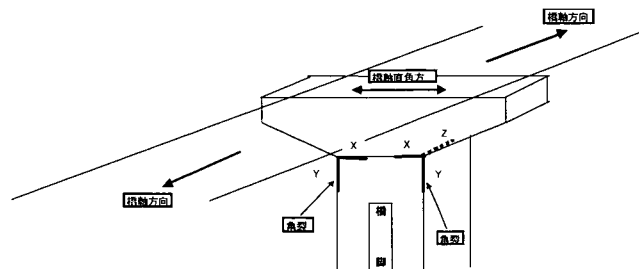


図7-7 溶接線方向

表7-6 構造形式および隅角位置別の溶接線数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	1	3	X	IL13●●●●●●●●X	48	1	47
IL	1	3	Y	IL13●●●●●●●●Y	48	4	44
IL	1	3	Z	IL13●●●●●●●●Z	64	11	53
S	1	1	X	S11●●●●●●●●X	8	0	8
S	1	1	Y	S11●●●●●●●●Y	8	0	8
S	1	1	Z	S11●●●●●●●●Z	4	0	4
S	1	2	X	S12●●●●●●●●X	6	1	5
S	1	2	Y	S12●●●●●●●●Y	6	3	3
S	1	2	Z	S12●●●●●●●●Z	6	2	4
S	1	3	X	S13●●●●●●●●X	318	25	293
S	1	3	Y	S13●●●●●●●●Y	310	28	282
S	1	3	Z	S13●●●●●●●●Z	306	32	274
T	1	3	X	T13●●●●●●●●X	308	33	275
T	1	3	Y	T13●●●●●●●●Y	308	26	282
T	1	3	Z	T13●●●●●●●●Z	320	52	268
W	1	2	X	W12●●●●●●●●X	4	0	4
W	1	2	Y	W12●●●●●●●●Y	4	0	4
W	1	2	Z	W12●●●●●●●●Z	4	0	4
W	1	3	X	W13●●●●●●●●X	8	0	8
W	1	3	Y	W13●●●●●●●●Y	8	0	8
W	1	3	Z	W13●●●●●●●●Z	10	2	8
WO	1	2	X	WO12●●●●●●●●X	84	0	84
WO	1	2	Y	WO12●●●●●●●●Y	84	2	82
WO	1	2	Z	WO12●●●●●●●●Z	108	3	105
WO	1	3	X	WO13●●●●●●●●X	254	4	250
WO	1	3	Y	WO13●●●●●●●●Y	254	10	244
WO	1	3	Z	WO13●●●●●●●●Z	310	11	299
WR	1	2	X	WR12●●●●●●●●X	44	0	44
WR	1	2	Y	WR12●●●●●●●●Y	44	0	44
WR	1	2	Z	WR12●●●●●●●●Z	50	3	47
WR	1	3	X	WR13●●●●●●●●X	60	2	58
WR	1	3	Y	WR13●●●●●●●●Y	60	1	59
WR	1	3	Z	WR13●●●●●●●●Z	60	3	57
WT	1	2	X	WT12●●●●●●●●X	8	0	8
WT	1	2	Y	WT12●●●●●●●●Y	8	0	8
WT	1	2	Z	WT12●●●●●●●●Z	8	0	8
WT	1	3	X	WT13●●●●●●●●X	8	1	7
WT	1	3	Y	WT13●●●●●●●●Y	8	0	8
WT	1	3	Z	WT13●●●●●●●●Z	8	0	8
R	1	1	X	R11●●●●●●●●X	4	0	4
R	1	1	Y	R11●●●●●●●●Y	4	0	4
R	1	1	Z	R11●●●●●●●●Z	4	0	4
R	1	2	X	R12●●●●●●●●X	36	1	35
R	1	2	Y	R12●●●●●●●●Y	36	0	36
R	1	2	Z	R12●●●●●●●●Z	38	1	37
R	1	3	X	R13●●●●●●●●X	124	5	119
R	1	3	Y	R13●●●●●●●●Y	124	6	118
R	1	3	Z	R13●●●●●●●●Z	128	2	126
				総溶接線数	4064		

表7-7 構造形式および隅角位置別の溶接線数（円柱）

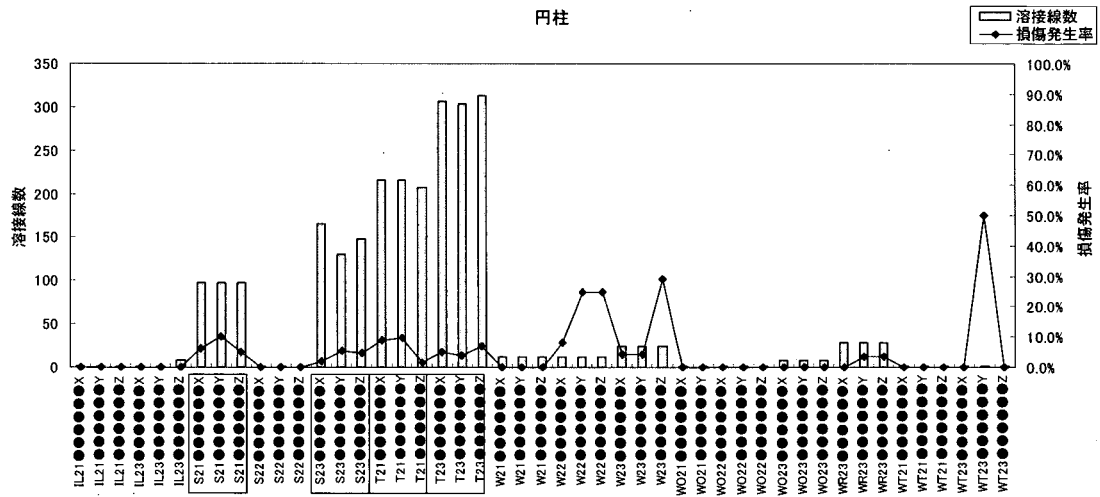
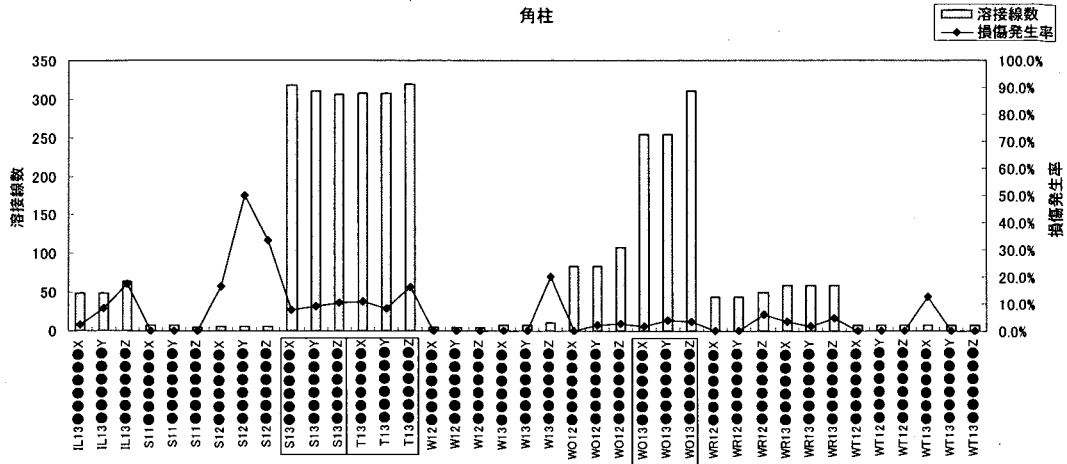
構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	2	1	X	IL21●●●●●●●●X	2	0	2
IL	2	1	Y	IL21●●●●●●●●Y	2	0	2
IL	2	1	Z	IL21●●●●●●●●Z	2	0	2
IL	2	3	X	IL23●●●●●●●●X	2	0	2
IL	2	3	Y	IL23●●●●●●●●Y	2	0	2
IL	2	3	Z	IL23●●●●●●●●Z	8	0	8
S	2	1	X	S21●●●●●●●●X	98	6	92
S	2	1	Y	S21●●●●●●●●Y	98	10	88
S	2	1	Z	S21●●●●●●●●Z	98	5	93
S	2	2	X	S22●●●●●●●●X	2	0	2
S	2	2	Y	S22●●●●●●●●Y	2	0	2
S	2	2	Z	S22●●●●●●●●Z	2	0	2
S	2	3	X	S23●●●●●●●●X	166	3	163
S	2	3	Y	S23●●●●●●●●Y	130	7	123
S	2	3	Z	S23●●●●●●●●Z	148	7	141
T	2	1	X	T21●●●●●●●●X	216	19	197
T	2	1	Y	T21●●●●●●●●Y	216	21	195
T	2	1	Z	T21●●●●●●●●Z	208	3	205
T	2	3	X	T23●●●●●●●●X	306	15	291
T	2	3	Y	T23●●●●●●●●Y	304	12	292
T	2	3	Z	T23●●●●●●●●Z	314	22	292
W	2	1	X	W21●●●●●●●●X	12	0	12
W	2	1	Y	W21●●●●●●●●Y	12	0	12
W	2	1	Z	W21●●●●●●●●Z	12	0	12
W	2	2	X	W22●●●●●●●●X	12	1	11
W	2	2	Y	W22●●●●●●●●Y	12	3	9
W	2	2	Z	W22●●●●●●●●Z	12	3	9
W	2	3	X	W23●●●●●●●●X	24	1	23
W	2	3	Y	W23●●●●●●●●Y	24	1	23
W	2	3	Z	W23●●●●●●●●Z	24	7	17
WO	2	1	X	WO21●●●●●●●●X	2	0	2
WO	2	1	Y	WO21●●●●●●●●Y	2	0	2
WO	2	2	X	WO22●●●●●●●●X	2	0	2
WO	2	2	Y	WO22●●●●●●●●Y	2	0	2
WO	2	2	Z	WO22●●●●●●●●Z	2	0	2
WO	2	3	X	WO23●●●●●●●●X	8	0	8
WO	2	3	Y	WO23●●●●●●●●Y	8	0	8
WO	2	3	Z	WO23●●●●●●●●Z	8	0	8
WR	2	3	X	WR23●●●●●●●●X	28	0	28
WR	2	3	Y	WR23●●●●●●●●Y	28	1	27
WR	2	3	Z	WR23●●●●●●●●Z	28	1	27
WT	2	1	X	WT21●●●●●●●●X	2	0	2
WT	2	1	Y	WT21●●●●●●●●Y	2	0	2
WT	2	1	Z	WT21●●●●●●●●Z	2	0	2
WT	2	3	X	WT23●●●●●●●●X	2	0	2
WT	2	3	Y	WT23●●●●●●●●Y	2	1	1
WT	2	3	Z	WT23●●●●●●●●Z	2	0	2
R	2	1	X	R21●●●●●●●●X	8	0	8
R	2	1	Y	R21●●●●●●●●Y	8	0	8
R	2	1	Z	R21●●●●●●●●Z	8	0	8
R	2	2	X	R22●●●●●●●●X	20	0	20
R	2	2	Y	R22●●●●●●●●Y	20	0	20
R	2	2	Z	R22●●●●●●●●Z	20	0	20
R	2	3	X	R23●●●●●●●●X	64	0	64
R	2	3	Y	R23●●●●●●●●Y	64	0	64
R	2	3	Z	R23●●●●●●●●Z	64	0	64
				総溶接線数	2876		

表7-8 構造形式および隅角位置別の
の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13●●●●●●●●X	2.1%	97.9%	48溶接線
IL13●●●●●●●●Y	8.3%	91.7%	48溶接線
IL13●●●●●●●●Z	17.2%	82.8%	64溶接線
S11●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
S11●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S11●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S12●●●●●●●●X	16.7%	83.3%	6溶接線
S12●●●●●●●●Y	50.0%	50.0%	6溶接線
S12●●●●●●●●Z	33.3%	66.7%	6溶接線
S13●●●●●●●●X	7.9%	92.1%	318溶接線
S13●●●●●●●●Y	9.0%	91.0%	310溶接線
S13●●●●●●●●Z	10.5%	89.5%	306溶接線
T13●●●●●●●●X	10.7%	89.3%	308溶接線
T13●●●●●●●●Y	8.4%	91.6%	308溶接線
T13●●●●●●●●Z	16.3%	83.8%	320溶接線
W12●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
W12●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
W12●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
W13●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
W13●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
W13●●●●●●●●Z	20.0%	80.0%	10溶接線
WO12●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	84溶接線
WO12●●●●●●●●Y	2.4%	97.6%	84溶接線
WO12●●●●●●●●Z	2.8%	97.2%	108溶接線
WO13●●●●●●●●X	1.6%	98.4%	254溶接線
WO13●●●●●●●●Y	3.9%	96.1%	254溶接線
WO13●●●●●●●●Z	3.5%	96.5%	310溶接線
WR12●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	44溶接線
WR12●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	44溶接線
WR12●●●●●●●●Z	6.0%	94.0%	50溶接線
WR13●●●●●●●●X	3.3%	96.7%	60溶接線
WR13●●●●●●●●Y	1.7%	98.3%	60溶接線
WR13●●●●●●●●Z	5.0%	95.0%	60溶接線
WT12●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WT12●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WT12●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WT13●●●●●●●●X	12.5%	87.5%	8溶接線
WT13●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WT13●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
R11●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
R11●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
R11●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
R12●●●●●●●●X	2.8%	97.2%	36溶接線
R12●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
R12●●●●●●●●Z	2.6%	97.4%	38溶接線
R13●●●●●●●●X	4.0%	96.0%	124溶接線
R13●●●●●●●●Y	4.8%	95.2%	124溶接線
R13●●●●●●●●Z	1.6%	98.4%	128溶接線

表7-9 構造形式および隅角位置別の
の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL21●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL21●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL21●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S21●●●●●●●●X	10.2%	89.8%	98溶接線
S21●●●●●●●●Y	5.1%	94.9%	98溶接線
S21●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	98溶接線
S22●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
S22●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
S22●●●●●●●●Z	1.8%	98.2%	2溶接線
S23●●●●●●●●X	5.4%	94.6%	166溶接線
S23●●●●●●●●Y	4.7%	95.3%	130溶接線
S23●●●●●●●●Z	8.8%	91.2%	148溶接線
T21●●●●●●●●X	9.7%	90.3%	216溶接線
T21●●●●●●●●Y	1.4%	98.6%	216溶接線
T21●●●●●●●●Z	4.9%	95.1%	208溶接線
T23●●●●●●●●X	3.9%	96.1%	306溶接線
T23●●●●●●●●Y	7.0%	93.0%	304溶接線
T23●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	314溶接線
W21●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
W21●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W21●●●●●●●●Z	8.3%	91.7%	12溶接線
W22●●●●●●●●X	25.0%	75.0%	12溶接線
W22●●●●●●●●Y	25.0%	75.0%	12溶接線
W22●●●●●●●●Z	4.2%	95.8%	12溶接線
W23●●●●●●●●X	4.2%	95.8%	24溶接線
W23●●●●●●●●Y	29.2%	70.8%	24溶接線
W23●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	24溶接線
WO21●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO21●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WO23●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WO23●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WO23●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23●●●●●●●●X	3.6%	96.4%	28溶接線
WR23●●●●●●●●Y	3.6%	96.4%	28溶接線
WR23●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	28溶接線
WT21●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT21●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT21●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT23●●●●●●●●X	50.0%	50.0%	2溶接線
WT23●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT23●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
R21●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
R21●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
R21●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
R22●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
R22●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	20溶接線
R22●●●●●●●●Z	0.0%	100.0%	20溶接線
R23●●●●●●●●X	0.0%	100.0%	64溶接線
R23●●●●●●●●Y	0.0%	100.0%	64溶接線
R23●●●●●●●●Z	6.1%	93.9%	64溶接線

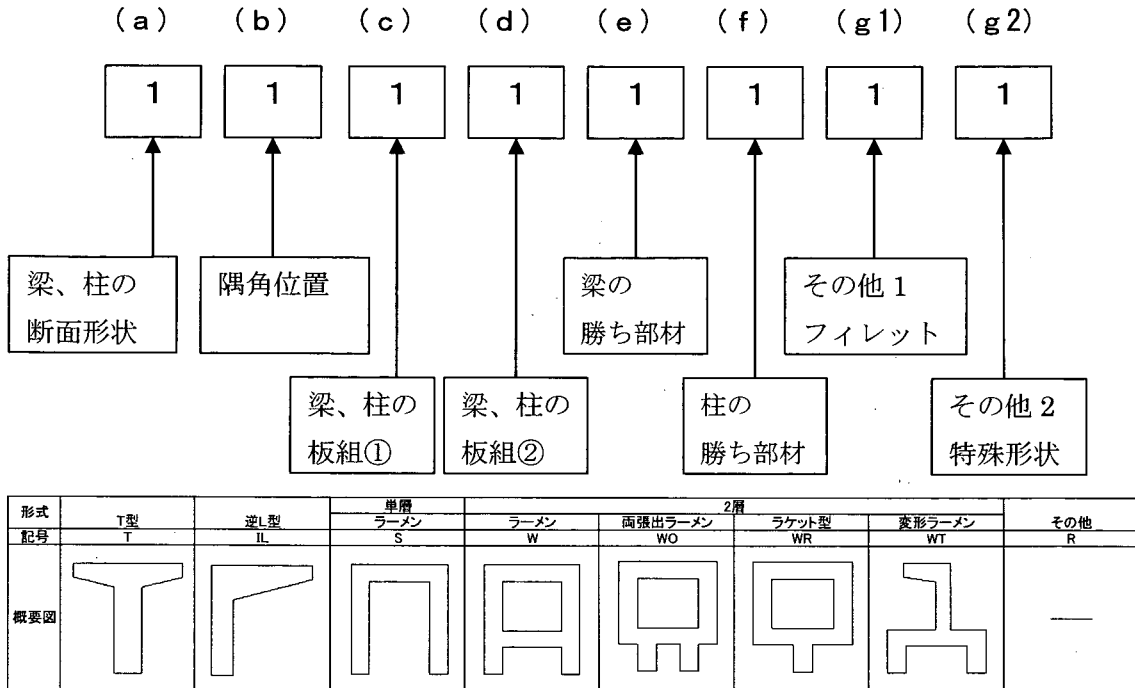


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-9 構造形式および隅角位置別の損傷発生率

7.4 分析⑧-4

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 7-11 に、角柱および円柱における梁・柱部材の板組パターン毎の隅角数を構造形式別に示す。

角柱の場合、「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」では、T型橋脚 (T1●11●●●●●) と単層ラーメン橋脚 (S1●11●●●●●) の隅角数が多く、「梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」では、両張出し橋脚 (W01●12●●●●●) の隅角数が突出している。

円柱の場合は、T型橋脚で「梁フランジ貫通または梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」(T2●66●●●●●)、「梁フランジ・ウェブ突合せ」(T2●76●●●●●) の2ケースが大半を占める。

損傷発生率は図 7-12 より、角柱の場合、「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」では、T型橋脚 (T1●11●●●●●) で 26.3%、単層ラーメン橋脚 (S1●11●●●●●) で 31.5%、「梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」では、両張出し橋脚 (W01●12●●●●●) で 5.8%となっている。

円柱の場合は、T型橋脚で「梁フランジ貫通または梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」(T2●66●●●●●)、「梁フランジ・ウェブ突合せ」(T●276●●●●●) でいずれも 50%を超える高い損傷発生率となっている。

【考察】

角柱の場合、橋脚の構造形式にかかわらず「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」が「梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」より損傷発生率が高いが、図 7-13 より損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率はともに数%程度であり、梁・柱の貫通状態による有為差は不明である。

なお、母数が低い損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率が高い隅角部として、角柱では柱ウェブが隅角部で分断された構造(S1●31●●●●●)、円柱では三角バーを用いた構造(T2●77●●●●●)があり、注意が必要であると思われる。

表7-10 構造形式および梁・柱の板組パターン別の隅角数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	1	1	1	IL1●11●●●●●	64	15	49
S	1	1	1	S1●11●●●●●	162	51	111
S	1	1	2	S1●12●●●●●	8	2	6
S	1	1	4	S1●14●●●●●	24	0	24
S	1	2	1	S1●21●●●●●	36	5	31
S	1	3	1	S1●31●●●●●	8	6	2
S	1	3	2	S1●32●●●●●	10	8	2
T	1	1	1	T1●11●●●●●	304	79	225
W	1	1	1	W1●11●●●●●	14	2	12
WO	1	1	1	WO1●11●●●●●	6	1	5
WO	1	1	2	WO1●12●●●●●	394	23	371
WR	1	1	1	WR1●11●●●●●	60	2	58
WR	1	1	2	WR1●12●●●●●	42	2	40
WT	1	1	1	WT1●11●●●●●	16	1	15
R	1	1	1	R1●11●●●●●	42	5	37
R	1	1	2	R1●12●●●●●	92	5	87
				不明	170		
総隅角数					1452		

表7-11 構造形式および梁・柱の板組パターン別の隅角数（円柱）

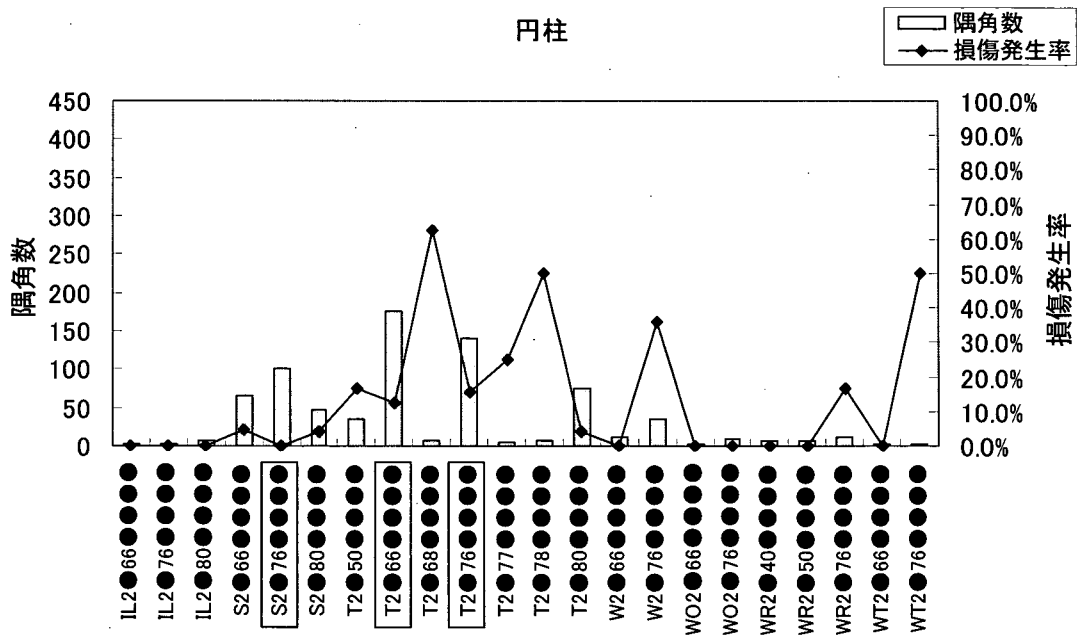
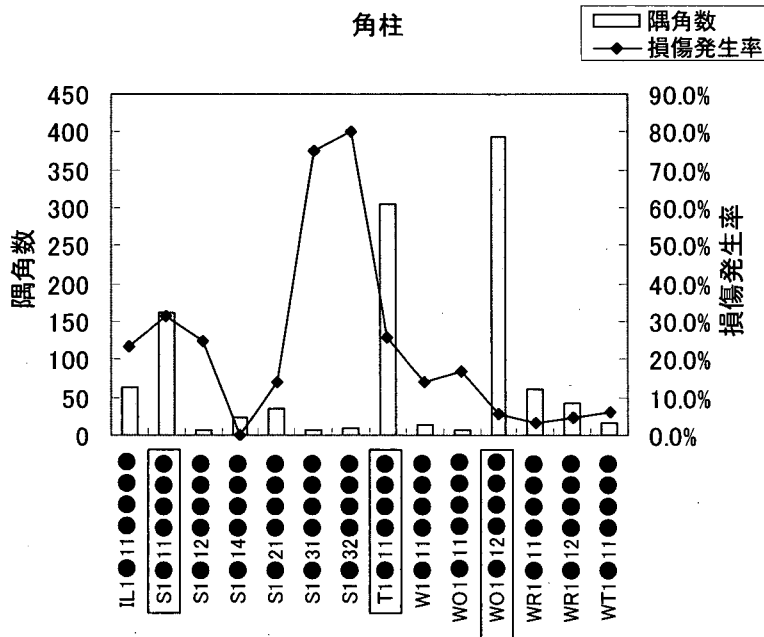
構造形式	(a)梁柱断面形状	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	2	6	6	IL2●66●●●●●●	2	0	2
IL	2	7	6	IL2●76●●●●●●	2	0	2
IL	2	8	0	IL2●80●●●●●●	6	0	6
S	2	6	6	S2●66●●●●●●	66	3	63
S	2	7	6	S2●76●●●●●●	100	0	100
S	2	8	0	S2●80●●●●●●	48	2	46
T	2	5	0	T2●50●●●●●●	36	6	30
T	2	6	6	T2●66●●●●●●	176	22	154
T	2	6	8	T2●68●●●●●●	8	5	3
T	2	7	6	T2●76●●●●●●	140	22	118
T	2	7	7	T2●77●●●●●●	4	1	3
T	2	7	8	T2●78●●●●●●	8	4	4
T	2	8	0	T2●80●●●●●●	76	3	73
W	2	6	6	W2●66●●●●●●	12	0	12
W	2	7	6	W2●76●●●●●●	36	13	23
WO	2	6	6	WO2●66●●●●●●	2	0	2
WO	2	7	6	WO2●76●●●●●●	10	0	10
WR	2	4	0	WR2●40●●●●●●	8	0	8
WR	2	5	0	WR2●50●●●●●●	8	0	8
WR	2	7	6	WR2●76●●●●●●	12	2	10
WT	2	6	6	WT2●66●●●●●●	2	0	2
WT	2	7	6	WT2●76●●●●●●	2	1	1
R	2	7	6	R2●76●●●●●●	60	0	60
R	2	8	0	R2●80●●●●●●	16	0	16
				不明	170		
総隅角数					1010		

表7-12 構造形式および梁・柱の板組パターン別の
 の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	隅角数
IL1●11●●●●	23.4%	76.6%	64隅角
S1●11●●●●	11.9%	88.1%	162隅角
S1●12●●●●	5.4%	94.6%	8隅角
S1●14●●●●	31.5%	68.5%	24隅角
S1●21●●●●	25.0%	75.0%	36隅角
S1●31●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
S1●32●●●●	13.9%	86.1%	10隅角
T1●11●●●●	75.0%	25.0%	304隅角
W1●11●●●●	80.0%	20.0%	14隅角
WO1●11●●●●	26.0%	74.0%	6隅角
WO1●12●●●●	14.3%	85.7%	394隅角
WR1●11●●●●	16.7%	83.3%	60隅角
WR1●12●●●●	5.8%	94.2%	42隅角
WT1●11●●●●	3.3%	96.7%	16隅角
R1●11●●●●	4.8%	95.2%	42隅角
R1●12●●●●	6.3%	93.8%	92隅角

表7-13 構造形式および梁・柱の板組パターン別の
 の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	隅角数
IL2●66●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2●76●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2●80●●●●	0.0%	100.0%	6隅角
S2●66●●●●	0.0%	100.0%	66隅角
S2●76●●●●	0.0%	100.0%	100隅角
S2●80●●●●	4.5%	95.5%	48隅角
T2●50●●●●	0.0%	100.0%	36隅角
T2●66●●●●	4.2%	95.8%	176隅角
T2●68●●●●	16.7%	83.3%	8隅角
T2●76●●●●	12.5%	87.5%	140隅角
T2●77●●●●	62.5%	37.5%	4隅角
T2●78●●●●	15.7%	84.3%	8隅角
T2●80●●●●	25.0%	75.0%	76隅角
W2●66●●●●	50.0%	50.0%	12隅角
W2●76●●●●	3.9%	96.1%	36隅角
WO2●66●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO2●76●●●●	36.1%	63.9%	10隅角
WR2●40●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2●50●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2●76●●●●	0.0%	100.0%	12隅角
WT2●66●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT2●76●●●●	16.7%	83.3%	2隅角
R2●76●●●●	0.0%	100.0%	60隅角
R2●80●●●●	50.0%	50.0%	16隅角



※□は母数が多い箇所を示す。

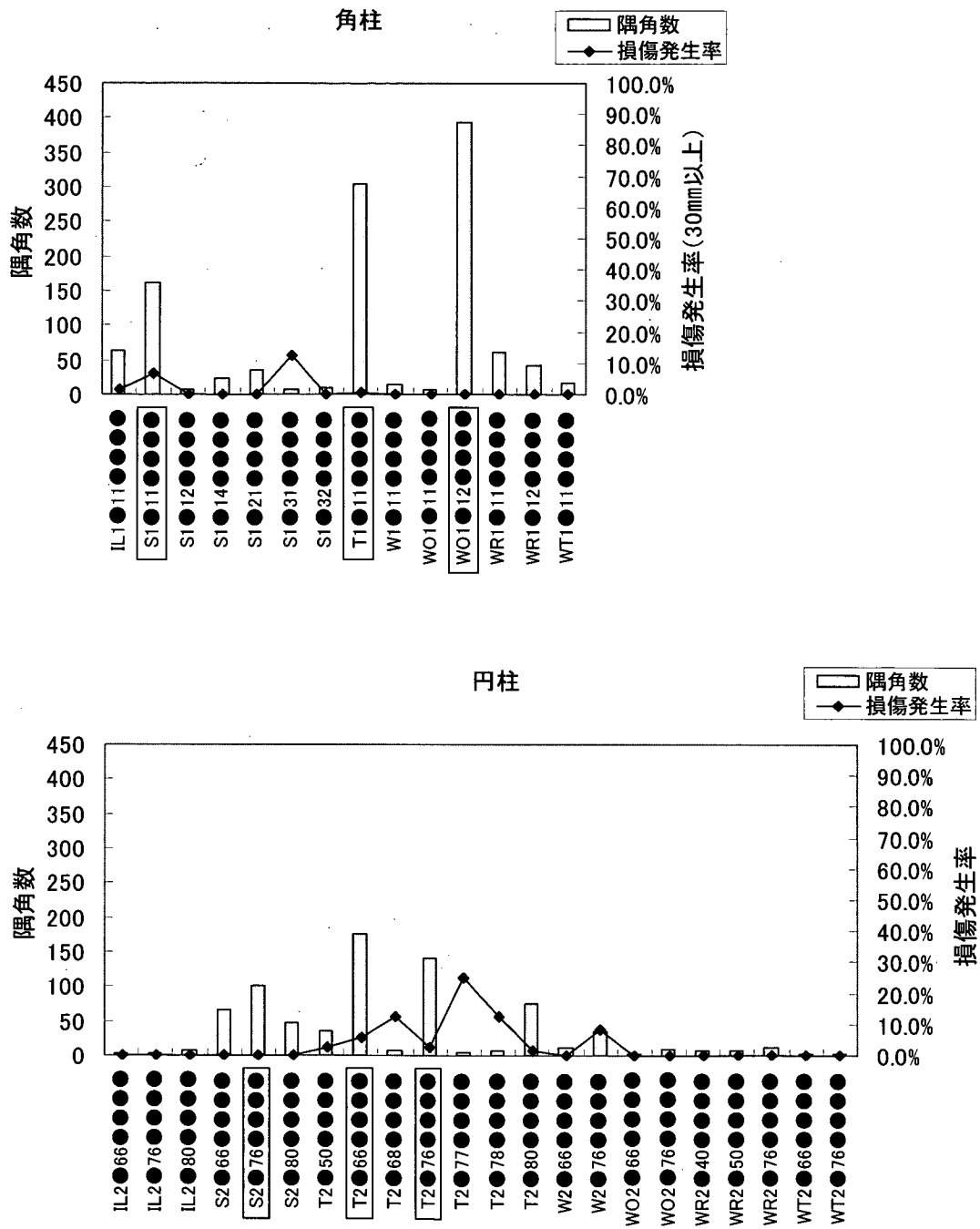
図7-12 構造形式および梁・柱の板組パターン別の損傷発生率

表7-14 構造形式および梁・柱の板組パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	隅角数
IL1●11●●●●●	1.6%	98.4%	64隅角
S1●11●●●●●	6.8%	93.2%	162隅角
S1●12●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
S1●14●●●●●	0.0%	100.0%	24隅角
S1●21●●●●●	0.0%	100.0%	36隅角
S1●31●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
S1●32●●●●●	0.0%	100.0%	10隅角
T1●11●●●●●	0.7%	99.3%	304隅角
W1●11●●●●●	0.0%	100.0%	14隅角
WO1●11●●●●●	0.0%	100.0%	6隅角
WO1●12●●●●●	0.3%	99.7%	394隅角
WR1●11●●●●●	0.0%	100.0%	60隅角
WR1●12●●●●●	0.0%	100.0%	42隅角
WT1●11●●●●●	0.0%	100.0%	16隅角
R1●11●●●●●	0.0%	100.0%	42隅角
R1●12●●●●●	0.0%	100.0%	92隅角

表7-15 構造形式および梁・柱の板組パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	隅角数
IL2●66●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2●76●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2●80●●●●●	0.0%	100.0%	6隅角
S2●66●●●●●	0.0%	100.0%	66隅角
S2●76●●●●●	0.0%	100.0%	100隅角
S2●80●●●●●	0.0%	100.0%	48隅角
T2●50●●●●●	2.8%	97.2%	36隅角
T2●66●●●●●	5.7%	94.3%	176隅角
T2●68●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
T2●76●●●●●	2.9%	97.1%	140隅角
T2●77●●●●●	25.0%	75.0%	4隅角
T2●78●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
T2●80●●●●●	1.3%	98.7%	76隅角
W2●66●●●●●	0.0%	100.0%	12隅角
W2●76●●●●●	8.3%	91.7%	36隅角
WO2●66●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO2●76●●●●●	0.0%	100.0%	10隅角
WR2●40●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2●50●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2●76●●●●●	0.0%	100.0%	12隅角
WT2●66●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT2●76●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
R2●76●●●●●	0.0%	100.0%	60隅角
R2●80●●●●●	0.0%	100.0%	16隅角

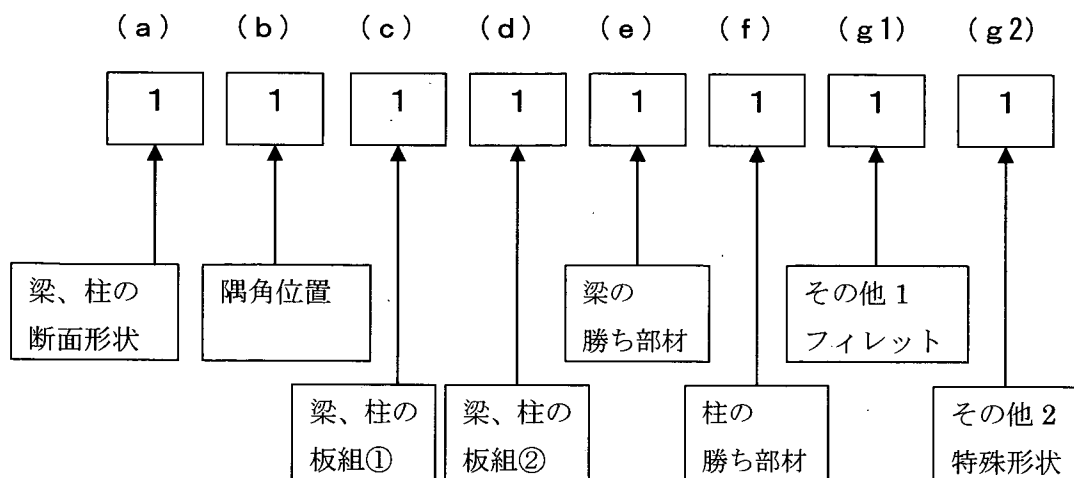


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-13 構造形式および梁・柱の板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

7.5 分析⑧-5

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②、溶接線方向と損傷の有無の関係



形式 記号	T型 T	逆L型 IL	単層			2層		その他 R	
			ラーメン S	ラーメン W	両張出ラーメン WO	ラケット型 WR	変形ラーメン WT		
概要図									—

【分析結果】

分析⑧-4で構造形式及び梁・柱部材の板組パターンと損傷発生の関係について分析を行ったが、さらに溶接線方向(x, y, z)と損傷発生の関係について分析した。

角柱の場合、図 7-16 より「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」では、T型橋脚(T1●11●●●●●)のz方向で15.1%、単層ラーメン橋脚(S1●11●●●●●)のz方向で17.3%、「梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」では、両張出し橋脚(WO1●12●●●●●)のx、y、z方向とも数%以下となっている。

円柱の場合、図 7-17 よりT型橋脚で「梁フランジ貫通または梁柱の天板一体」、「梁ウェブ・フランジ突合せ」(T2●66●●●●●, T2●76●●●●●)のx、y、z方向いずれにおいても数%以下となっている。

【考察】

角柱の場合、橋脚の構造形式にかかわらず「梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」でz方向の損傷発生率が高いが、図 7-18 より損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率は各溶接線方向とも数%程度であり、溶接線方向による有為差は見られない。

なお、母数は低い損傷発生率が高い溶接線として、円柱のT型橋脚で「梁フランジ・ウェブ突合せ」(T2●77●●●●●)のz方向があるが、梁ウェブと円柱の突合せ溶接に三角バーを使用する構造は注意が必要であると思われる。

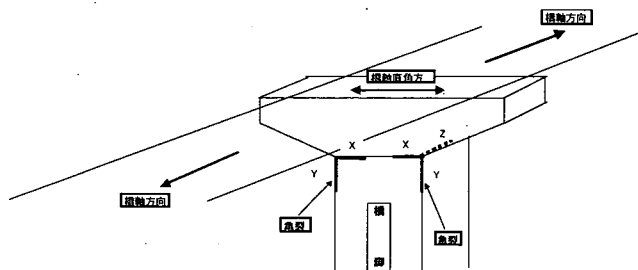


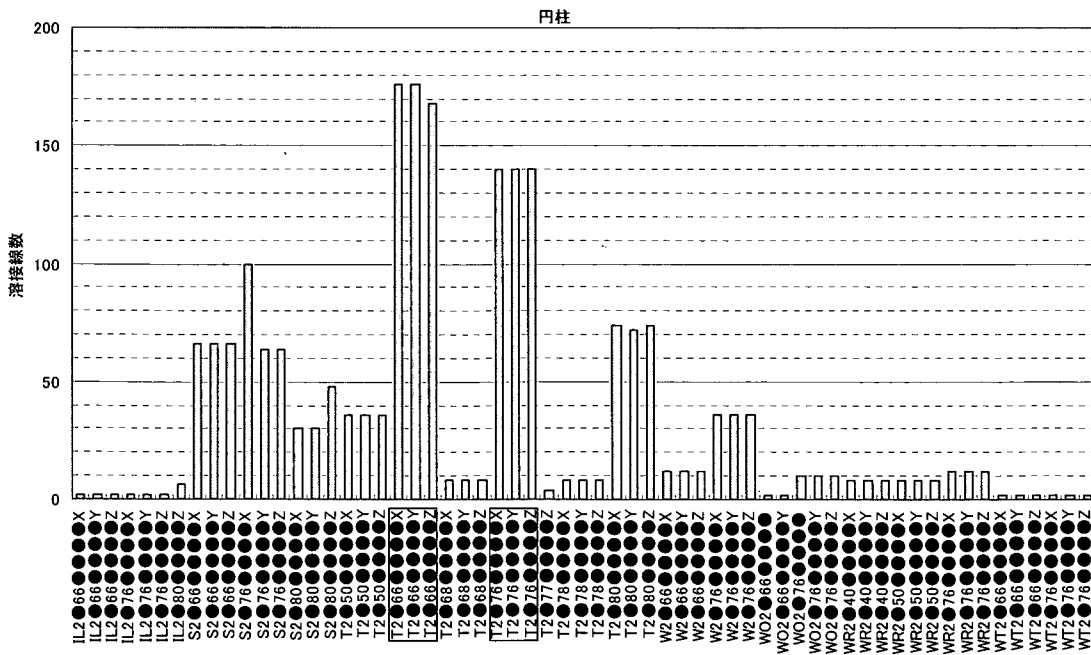
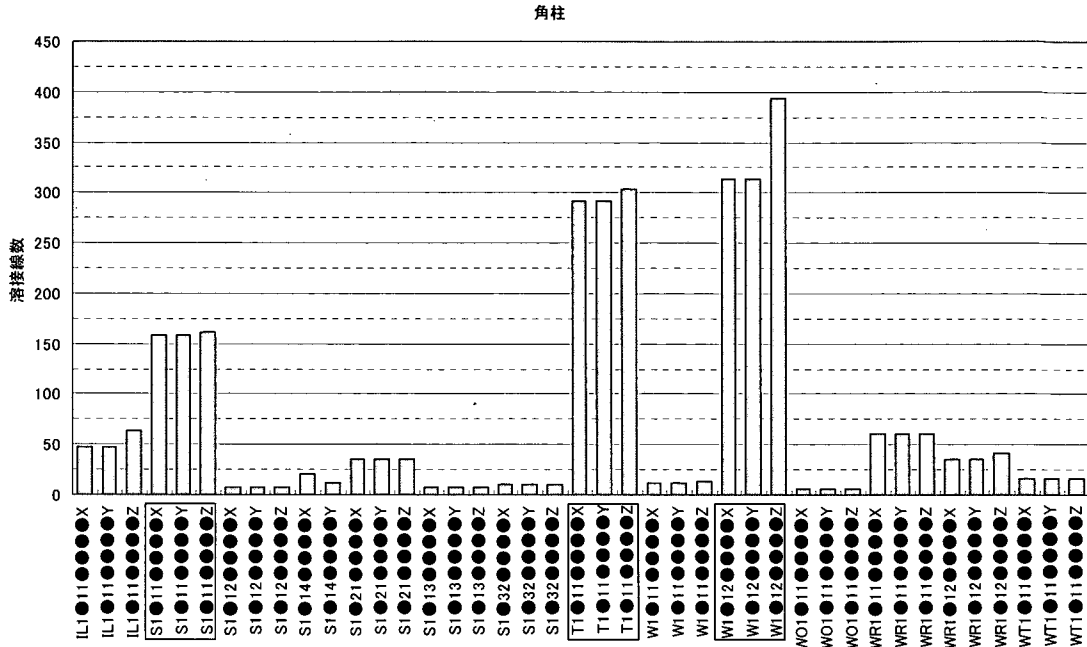
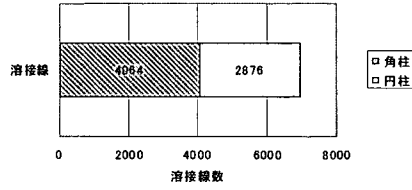
図7-14 溶接線方向

表7-16 構造形式および梁・柱の板組パターン別の溶接線数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	1	1	1	X	IL1●11●●●●X	48	1	47
IL	1	1	1	Y	IL1●11●●●●Y	48	4	44
IL	1	1	1	Z	IL1●11●●●●Z	64	11	53
S	1	1	1	X	S1●11●●●●X	158	16	142
S	1	1	1	Y	S1●11●●●●Y	158	23	135
S	1	1	1	Z	S1●11●●●●Z	162	29	133
S	1	1	2	X	S1●12●●●●X	8	2	6
S	1	1	2	Y	S1●12●●●●Y	8	0	8
S	1	1	2	Z	S1●12●●●●Z	8	0	8
S	1	1	4	X	S1●14●●●●X	20	0	20
S	1	1	4	Y	S1●14●●●●Y	12	0	12
S	1	2	1	X	S1●21●●●●X	36	1	35
S	1	2	1	Y	S1●21●●●●Y	36	1	35
S	1	2	1	Z	S1●21●●●●Z	36	3	33
S	1	3	1	X	S1●13●●●●X	8	2	6
S	1	3	1	Y	S1●13●●●●Y	8	4	4
S	1	3	1	Z	S1●13●●●●Z	8	0	8
S	1	3	2	X	S1●32●●●●X	10	5	5
S	1	3	2	Y	S1●32●●●●Y	10	3	7
S	1	3	2	Z	S1●32●●●●Z	10	2	8
T	1	1	1	X	T1●11●●●●X	292	32	260
T	1	1	1	Y	T1●11●●●●Y	292	25	267
T	1	1	1	Z	T1●11●●●●Z	304	46	258
W	1	1	1	X	W1●11●●●●X	12	0	12
W	1	1	1	Y	W1●11●●●●Y	12	0	12
W	1	1	1	Z	W1●11●●●●Z	14	2	12
W	1	1	2	X	W1●12●●●●X	314	4	310
W	1	1	2	Y	W1●12●●●●Y	314	12	302
W	1	1	2	Z	W1●12●●●●Z	394	7	387
WO	1	1	1	X	WO1●11●●●●X	6	0	6
WO	1	1	1	Y	WO1●11●●●●Y	6	0	6
WO	1	1	1	Z	WO1●11●●●●Z	6	1	5
WR	1	1	1	X	WR1●11●●●●X	60	2	58
WR	1	1	1	Y	WR1●11●●●●Y	60	1	59
WR	1	1	1	Z	WR1●11●●●●Z	60	2	58
WR	1	1	2	X	WR1●12●●●●X	36	0	36
WR	1	1	2	Y	WR1●12●●●●Y	36	0	36
WR	1	1	2	Z	WR1●12●●●●Z	42	2	40
WT	1	1	1	X	WT1●11●●●●X	16	1	15
WT	1	1	1	Y	WT1●11●●●●Y	16	0	16
WT	1	1	1	Z	WT1●11●●●●Z	16	0	16
R	1	1	1	X	R1●11●●●●X	38	0	38
R	1	1	1	Y	R1●11●●●●Y	38	4	34
R	1	1	1	Z	R1●11●●●●Z	42	2	40
R	1	1	2	X	R1●12●●●●X	90	5	85
R	1	1	2	Y	R1●12●●●●Y	90	2	88
R	1	1	2	Z	R1●12●●●●Z	92	0	92
不明						510		
総隅角数						4064		

表7-17 構造形式および梁・柱の板組パターン別の溶接線数（円柱）

構造形式	b)梁柱断面形	c)梁柱板組①	d)梁柱板組②	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	2	6	6	X	IL2●66●●●●●X	2	0	2
IL	2	6	6	Y	IL2●66●●●●●Y	2	0	2
IL	2	6	6	Z	IL2●66●●●●●Z	2	0	2
IL	2	7	6	X	IL2●76●●●●●X	2	0	2
IL	2	7	6	Y	IL2●76●●●●●Y	2	0	2
IL	2	7	6	Z	IL2●76●●●●●Z	2	0	2
IL	2	8	0	Z	IL2●80●●●●●Z	6	0	6
S	2	6	6	X	S2●66●●●●●X	66	2	64
S	2	6	6	Y	S2●66●●●●●Y	66	3	63
S	2	6	6	Z	S2●66●●●●●Z	66	0	66
S	2	7	6	X	S2●76●●●●●X	100	0	100
S	2	7	6	Y	S2●76●●●●●Y	64	0	64
S	2	7	6	Z	S2●76●●●●●Z	64	0	64
S	2	8	0	X	S2●80●●●●●X	30	0	30
S	2	8	0	Y	S2●80●●●●●Y	30	0	30
S	2	8	0	Z	S2●80●●●●●Z	48	2	46
T	2	5	0	X	T2●50●●●●●X	36	1	35
T	2	5	0	Y	T2●50●●●●●Y	36	1	35
T	2	5	0	Z	T2●50●●●●●Z	36	4	32
T	2	6	6	X	T2●66●●●●●X	176	9	167
T	2	6	6	Y	T2●66●●●●●Y	176	12	164
T	2	6	6	Z	T2●66●●●●●Z	168	2	166
T	2	6	8	X	T2●68●●●●●X	8	5	3
T	2	6	8	Y	T2●68●●●●●Y	8	2	6
T	2	6	8	Z	T2●68●●●●●Z	8	0	8
T	2	7	6	X	T2●76●●●●●X	140	6	134
T	2	7	6	Y	T2●76●●●●●Y	140	9	131
T	2	7	6	Z	T2●76●●●●●Z	140	10	130
T	2	7	7	Z	T2●77●●●●●Z	4	1	3
T	2	7	8	X	T2●78●●●●●X	8	4	4
T	2	7	8	Y	T2●78●●●●●Y	8	0	8
T	2	7	8	Z	T2●78●●●●●Z	8	0	8
T	2	8	0	X	T2●80●●●●●X	74	3	71
T	2	8	0	Y	T2●80●●●●●Y	72	0	72
T	2	8	0	Z	T2●80●●●●●Z	74	0	74
W	2	6	6	X	W2●66●●●●●X	12	0	12
W	2	6	6	Y	W2●66●●●●●Y	12	0	12
W	2	6	6	Z	W2●66●●●●●Z	12	0	12
W	2	7	6	X	W2●76●●●●●X	36	2	34
W	2	7	6	Y	W2●76●●●●●Y	36	4	32
W	2	7	6	Z	W2●76●●●●●Z	36	10	26
WO	2	6	6	X	WO2●66●●●●●X	2	0	2
WO	2	6	6	Y	WO2●66●●●●●Y	2	0	2
WO	2	7	6	X	WO2●76●●●●●X	10	0	10
WO	2	7	6	Y	WO2●76●●●●●Y	10	0	10
WO	2	7	6	Z	WO2●76●●●●●Z	10	0	10
WR	2	4	0	X	WR2●40●●●●●X	8	0	8
WR	2	4	0	Y	WR2●40●●●●●Y	8	0	8
WR	2	4	0	Z	WR2●40●●●●●Z	8	0	8
WR	2	5	0	X	WR2●50●●●●●X	8	0	8
WR	2	5	0	Y	WR2●50●●●●●Y	8	0	8
WR	2	5	0	Z	WR2●50●●●●●Z	8	0	8
WR	2	7	6	X	WR2●76●●●●●X	12	0	12
WR	2	7	6	Y	WR2●76●●●●●Y	12	1	11
WR	2	7	6	Z	WR2●76●●●●●Z	12	1	11
WT	2	6	6	X	WT2●66●●●●●X	2	0	2
WT	2	6	6	Y	WT2●66●●●●●Y	2	0	2
WT	2	6	6	Z	WT2●66●●●●●Z	2	0	2
WT	2	7	6	X	WT2●76●●●●●X	2	0	2
WT	2	7	6	Y	WT2●76●●●●●Y	2	1	1
WT	2	7	6	Z	WT2●76●●●●●Z	2	0	2
R	2	7	6	X	R2●76●●●●●X	60	0	60
R	2	7	6	Y	R2●76●●●●●Y	60	0	60
R	2	7	6	Z	R2●76●●●●●Z	60	0	60
R	2	8	0	X	R2●80●●●●●X	16	0	16
R	2	8	0	Y	R2●80●●●●●Y	16	0	16
R	2	8	0	Z	R2●80●●●●●Z	16	0	16
不明						502		
総隅角数						2876		



※□は母数が多い箇所を示す。

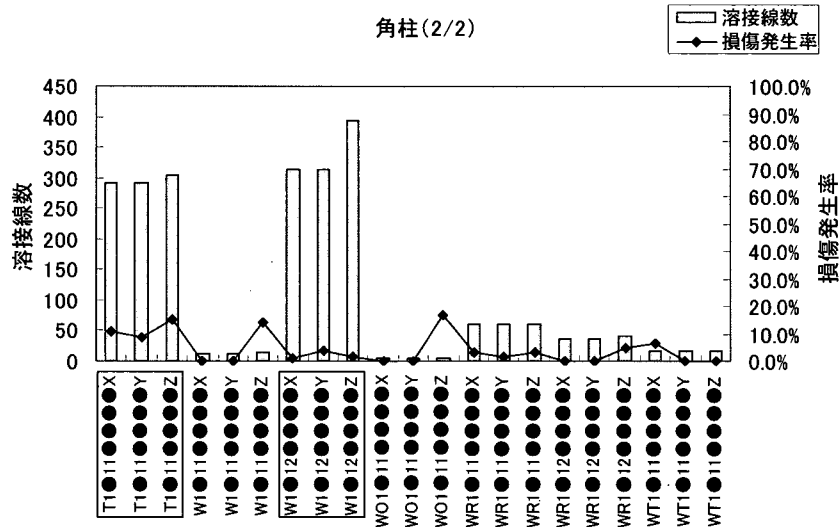
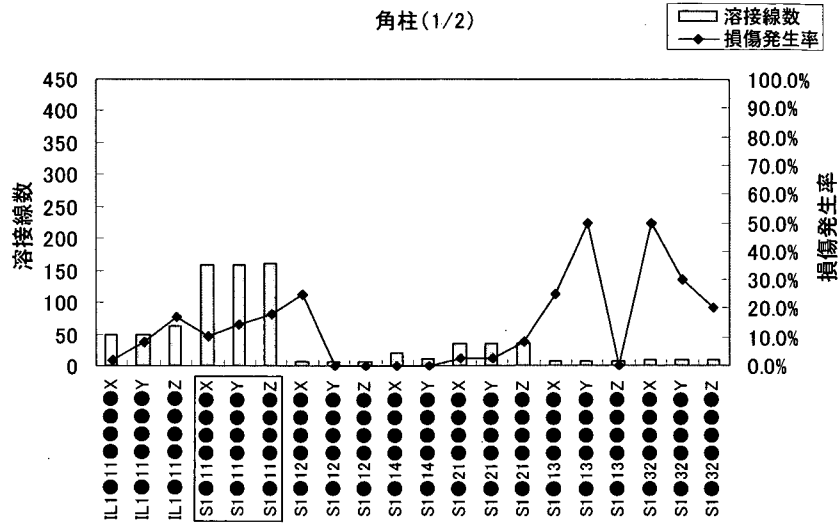
図7-15 構造形式および梁・柱の板組パターン別の溶接線数

表7-18 構造形式および梁・柱の板組パターン別の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1●11●●●●●X	2.1%	97.9%	48溶接線
IL1●11●●●●●Y	8.3%	91.7%	48溶接線
IL1●11●●●●●Z	17.2%	82.8%	64溶接線
S1●11●●●●●X	0.0%	100.0%	158溶接線
S1●11●●●●●Y	10.5%	89.5%	158溶接線
S1●11●●●●●Z	4.8%	95.2%	162溶接線
S1●12●●●●●X	5.6%	94.4%	8溶接線
S1●12●●●●●Y	2.2%	97.8%	8溶接線
S1●12●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S1●14●●●●●X	10.1%	89.9%	20溶接線
S1●14●●●●●Y	14.6%	85.4%	12溶接線
S1●21●●●●●X	17.9%	82.1%	36溶接線
S1●21●●●●●Y	25.0%	75.0%	36溶接線
S1●21●●●●●Z	0.0%	100.0%	36溶接線
S1●13●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
S1●13●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S1●13●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S1●32●●●●●X	2.8%	97.2%	10溶接線
S1●32●●●●●Y	2.8%	97.2%	10溶接線
S1●32●●●●●Z	8.3%	91.7%	10溶接線
T1●11●●●●●X	25.0%	75.0%	292溶接線
T1●11●●●●●Y	50.0%	50.0%	292溶接線
T1●11●●●●●Z	0.0%	100.0%	304溶接線
W1●11●●●●●X	50.0%	50.0%	12溶接線
W1●11●●●●●Y	30.0%	70.0%	12溶接線
W1●11●●●●●Z	20.0%	80.0%	14溶接線
W1●12●●●●●X	11.0%	89.0%	314溶接線
W1●12●●●●●Y	8.6%	91.4%	314溶接線
W1●12●●●●●Z	15.1%	84.9%	394溶接線
WO1●11●●●●●X	0.0%	100.0%	6溶接線
WO1●11●●●●●Y	0.0%	100.0%	6溶接線
WO1●11●●●●●Z	14.3%	85.7%	6溶接線
WR1●11●●●●●X	1.3%	98.7%	60溶接線
WR1●11●●●●●Y	3.8%	96.2%	60溶接線
WR1●11●●●●●Z	1.8%	98.2%	60溶接線
WR1●12●●●●●X	0.0%	100.0%	36溶接線
WR1●12●●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
WR1●12●●●●●Z	16.7%	83.3%	42溶接線
WT1●11●●●●●X	3.3%	96.7%	16溶接線
WT1●11●●●●●Y	1.7%	98.3%	16溶接線
WT1●11●●●●●Z	3.3%	96.7%	16溶接線
R1●11●●●●●X	0.0%	100.0%	38溶接線
R1●11●●●●●Y	0.0%	100.0%	38溶接線
R1●11●●●●●Z	4.8%	95.2%	42溶接線
R1●12●●●●●X	6.3%	93.8%	90溶接線
R1●12●●●●●Y	0.0%	100.0%	90溶接線
R1●12●●●●●Z	0.0%	100.0%	92溶接線

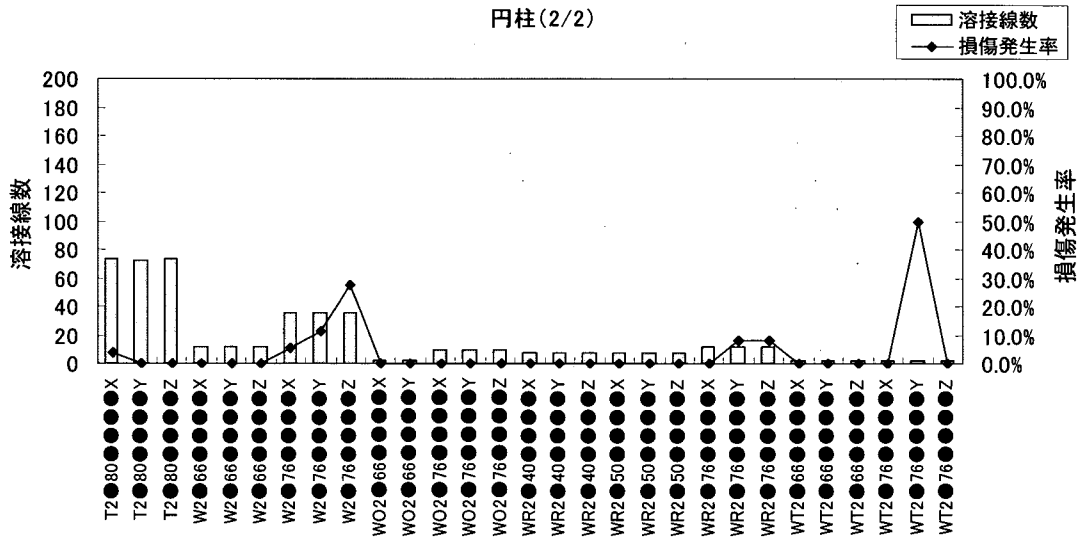
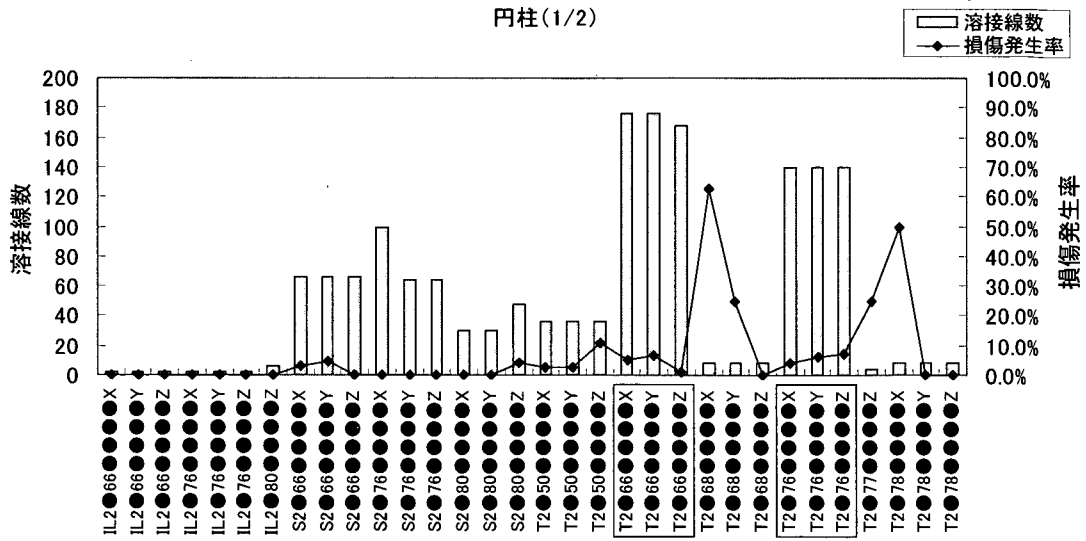
表7-19 構造形式および梁・柱の板組パターン別の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●66●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●80●●●●●Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	66溶接線
S2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	66溶接線
S2●66●●●●●Z	0.0%	100.0%	66溶接線
S2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	100溶接線
S2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	64溶接線
S2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	64溶接線
S2●80●●●●●X	3.0%	97.0%	30溶接線
S2●80●●●●●Y	4.5%	95.5%	30溶接線
S2●80●●●●●Z	0.0%	100.0%	48溶接線
T2●50●●●●●X	0.0%	100.0%	36溶接線
T2●50●●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
T2●50●●●●●Z	0.0%	100.0%	36溶接線
T2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	176溶接線
T2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	176溶接線
T2●66●●●●●Z	4.2%	95.8%	168溶接線
T2●68●●●●●X	2.8%	97.2%	8溶接線
T2●68●●●●●Y	2.8%	97.2%	8溶接線
T2●68●●●●●Z	11.1%	88.9%	8溶接線
T2●76●●●●●X	5.1%	94.9%	140溶接線
T2●76●●●●●Y	6.8%	93.2%	140溶接線
T2●76●●●●●Z	1.2%	98.8%	140溶接線
T2●77●●●●●Z	62.5%	37.5%	4溶接線
T2●78●●●●●X	25.0%	75.0%	8溶接線
T2●78●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
T2●78●●●●●Z	4.3%	95.7%	8溶接線
T2●80●●●●●X	6.4%	93.6%	74溶接線
T2●80●●●●●Y	7.1%	92.9%	72溶接線
T2●80●●●●●Z	25.0%	75.0%	74溶接線
W2●66●●●●●X	50.0%	50.0%	12溶接線
W2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W2●66●●●●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
W2●76●●●●●X	4.1%	95.9%	36溶接線
W2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
W2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	36溶接線
WO2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	10溶接線
WO2●76●●●●●Y	5.6%	94.4%	10溶接線
WO2●76●●●●●Z	11.1%	88.9%	10溶接線
WR2●40●●●●●X	27.8%	72.2%	8溶接線
WR2●40●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●40●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●50●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●50●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●50●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WT2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2●66●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2●76●●●●●Y	8.3%	91.7%	2溶接線
WT2●76●●●●●Z	8.3%	91.7%	2溶接線
R2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	60溶接線
R2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	60溶接線
R2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	60溶接線
R2●80●●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
R2●80●●●●●Y	50.0%	50.0%	16溶接線
R2●80●●●●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線



※□は母数が多い箇所を示す。

図7-16 構造形式および梁・柱の板組パターン別の損傷発生率（角柱）



※□は母数が多い箇所を示す。

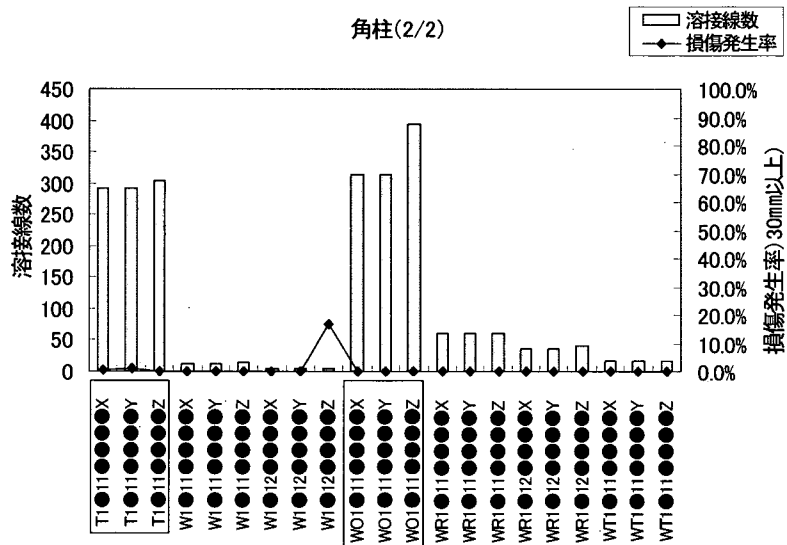
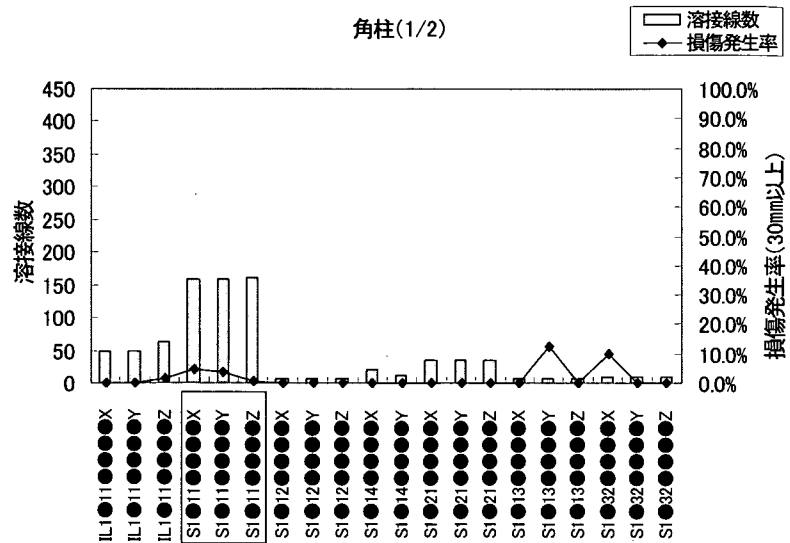
図7-17 構造形式および梁・柱の板組パターン別の損傷発生率（円柱）

表7-20 構造形式および梁・柱の板組パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1●11●●●●●X	0.0%	100.0%	48溶接線
IL1●11●●●●●Y	0.0%	100.0%	48溶接線
IL1●11●●●●●Z	1.6%	98.4%	64溶接線
S1●11●●●●●X	4.4%	95.6%	158溶接線
S1●11●●●●●Y	3.8%	96.2%	158溶接線
S1●11●●●●●Z	0.6%	99.4%	162溶接線
S1●12●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
S1●12●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S1●12●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S1●14●●●●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
S1●14●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
S1●21●●●●●X	0.0%	100.0%	36溶接線
S1●21●●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
S1●21●●●●●Z	0.0%	100.0%	36溶接線
S1●13●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
S1●13●●●●●Y	12.5%	87.5%	8溶接線
S1●13●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S1●32●●●●●X	10.0%	90.0%	10溶接線
S1●32●●●●●Y	0.0%	100.0%	10溶接線
S1●32●●●●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線
T1●11●●●●●X	0.3%	99.7%	292溶接線
T1●11●●●●●Y	1.0%	99.0%	292溶接線
T1●11●●●●●Z	0.0%	100.0%	304溶接線
W1●11●●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
W1●11●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W1●11●●●●●Z	0.0%	100.0%	14溶接線
W1●12●●●●●X	0.0%	100.0%	314溶接線
W1●12●●●●●Y	0.0%	100.0%	314溶接線
W1●12●●●●●Z	16.7%	83.3%	394溶接線
WO1●11●●●●●X	0.0%	100.0%	6溶接線
WO1●11●●●●●Y	0.0%	100.0%	6溶接線
WO1●11●●●●●Z	0.3%	99.7%	6溶接線
WR1●11●●●●●X	0.0%	100.0%	60溶接線
WR1●11●●●●●Y	0.0%	100.0%	60溶接線
WR1●11●●●●●Z	0.0%	100.0%	60溶接線
WR1●12●●●●●X	0.0%	100.0%	36溶接線
WR1●12●●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
WR1●12●●●●●Z	0.0%	100.0%	42溶接線
WT1●11●●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
WT1●11●●●●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WT1●11●●●●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線
R1●11●●●●●X	0.0%	100.0%	38溶接線
R1●11●●●●●Y	0.0%	100.0%	38溶接線
R1●11●●●●●Z	0.0%	100.0%	42溶接線
R1●12●●●●●X	0.0%	100.0%	90溶接線
R1●12●●●●●Y	0.0%	100.0%	90溶接線
R1●12●●●●●Z	0.0%	100.0%	92溶接線

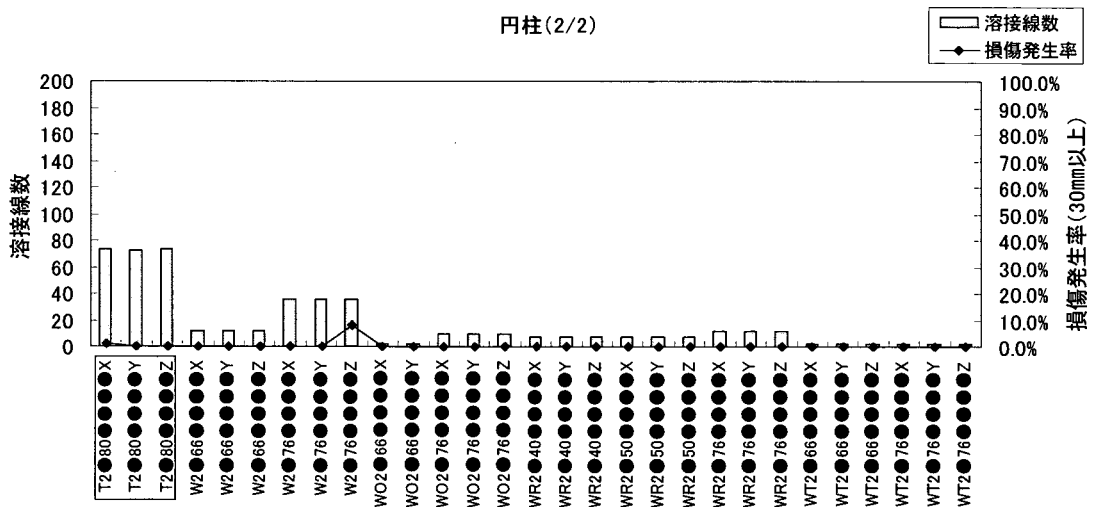
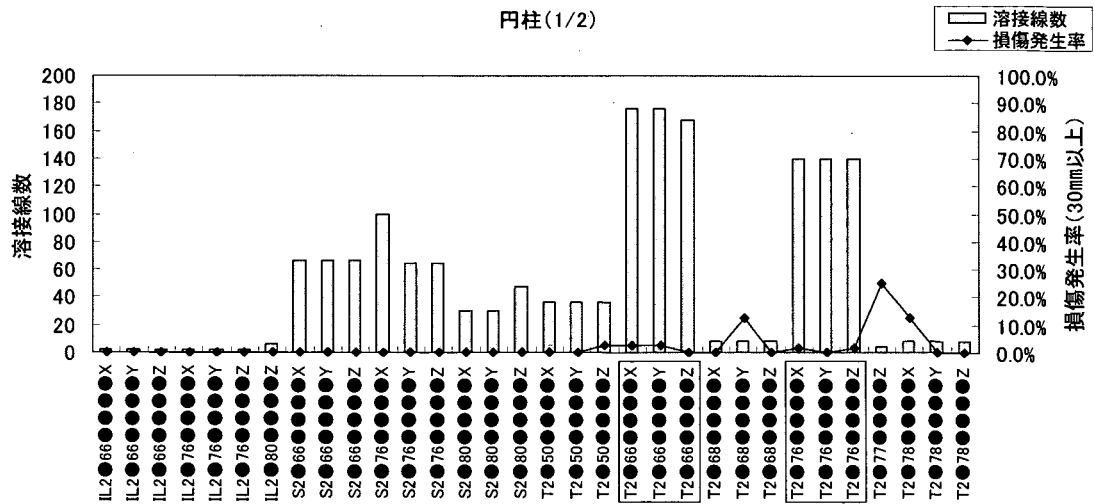
表7-21 構造形式および梁・柱の板組パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●66●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●80●●●●●Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	66溶接線
S2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	66溶接線
S2●66●●●●●Z	0.0%	100.0%	66溶接線
S2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	100溶接線
S2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	64溶接線
S2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	64溶接線
S2●80●●●●●X	0.0%	100.0%	30溶接線
S2●80●●●●●Y	0.0%	100.0%	30溶接線
S2●80●●●●●Z	0.0%	100.0%	48溶接線
T2●50●●●●●X	0.0%	100.0%	36溶接線
T2●50●●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
T2●50●●●●●Z	2.8%	97.2%	36溶接線
T2●66●●●●●X	2.8%	97.2%	176溶接線
T2●66●●●●●Y	2.8%	97.2%	176溶接線
T2●66●●●●●Z	0.0%	100.0%	168溶接線
T2●68●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
T2●68●●●●●Y	12.5%	87.5%	8溶接線
T2●68●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T2●76●●●●●X	1.4%	98.6%	140溶接線
T2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	140溶接線
T2●76●●●●●Z	1.4%	98.6%	140溶接線
T2●77●●●●●Z	25.0%	75.0%	4溶接線
T2●78●●●●●X	12.5%	87.5%	8溶接線
T2●78●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
T2●78●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T2●80●●●●●X	1.4%	98.6%	74溶接線
T2●80●●●●●Y	0.0%	100.0%	72溶接線
T2●80●●●●●Z	0.0%	100.0%	74溶接線
W2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
W2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W2●66●●●●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
W2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	36溶接線
W2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
W2●76●●●●●Z	8.3%	91.7%	36溶接線
WO2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	10溶接線
WO2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	10溶接線
WO2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線
WR2●40●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●40●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●40●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●50●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●50●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●50●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WT2●66●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2●66●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2●66●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
R2●76●●●●●X	0.0%	100.0%	60溶接線
R2●76●●●●●Y	0.0%	100.0%	60溶接線
R2●76●●●●●Z	0.0%	100.0%	60溶接線
R2●80●●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
R2●80●●●●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
R2●80●●●●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線



※□は母数が多い箇所を示す。

図7-18 構造形式および梁・柱の板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

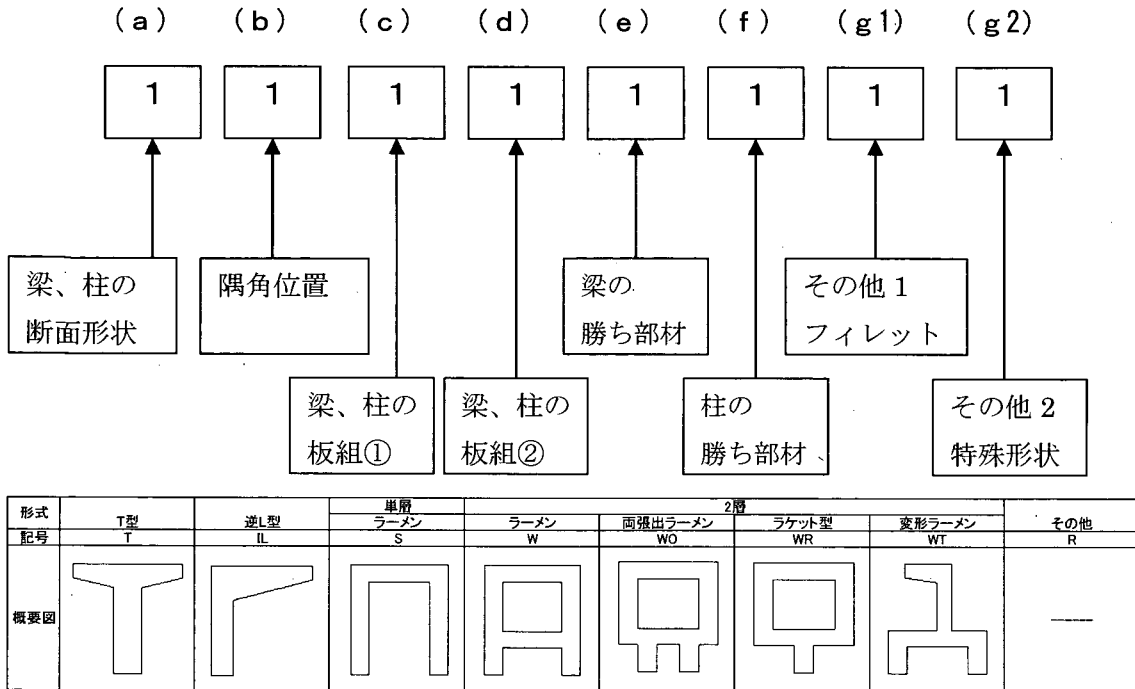


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-19 構造形式および梁・柱の板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率(円柱)

7.6 分析⑧-6

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 7-21 に、角柱と円柱における勝ち部材パターン毎の隅角数を構造形式別に示す。角柱の場合、「梁・柱ウェブ勝ち部材」(1●●●22●●) の T 型橋脚 (T1●●●22●●●)、両張出し橋脚 (W01●●●22●●●) 及び単層ラーメン橋脚 (S1●●●22●●●) の順で大勢を占め、次いで「梁・柱フランジ勝ち部材」(1●●●11●●●) の両張出し橋脚 (W01●●●11●●●●)、単層ラーメン橋脚 (S1●●●11●●●) でほとんどの隅角部が構成される。

円柱の場合は、「梁フランジ勝ち部材」(2●●●10●●●) の T 型橋脚 (T2●●●10●●●) が半数以上を占め、次いで「梁ウェブ勝ち部材」(2●●●20●●●) の T 型橋脚 (T2●●●20●●●) となっている。

図 7-22 より構造形式別の損傷発生率を見ると、角柱の「梁・柱ウェブ勝ち部材」(1●●●22●●●) では単層ラーメン橋脚 (S1●●●22●●●) が 26.8%、T 型橋脚 (T1●●●22●●●) が 22.3% と構造形式にかかわらず同程度の損傷発生率を示す。また、角柱の両張出しラーメン橋脚 (W01●●●●●●●●) では「梁・柱フランジ勝ち部材」(W01●●●11●●●) が 8.6%、「梁・柱ウェブ勝ち部材」(W01●●●22●●●) が 6.1% と勝ち部材パターンにかかわらず同程度の損傷発生率を示す。

円柱の T 型橋脚では「梁フランジ勝ち部材」(T2●●●10●●●) が 14.5%、「梁ウェブ勝ち部材」(T2●●●20●●●) が 22.1% とやや「梁フランジ勝ち部材」の方が損傷発生率が低い。

【考察】

角柱は、構造形式および勝ち部材による有為差は見られない。また、円柱は母数が多いT型橋脚で比較すると、「梁ウェブ勝ち部材」より「梁フランジ勝ち部材」の方が損傷発生率が低い傾向にあるが、図 7-23 より損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率を見ると、いずれも数%程度であり勝ち部材パターンによる有為差は不明である。

なお、母数は少ないが損傷発生率が高い板組として「梁フランジ・柱ウェブ勝ち部材」(S1●●●●12●●, T1●●●●12●●) の様に、溶接の困難な梁・柱の板の組替えがある構造は注意する必要があると思われる。

表7-22 構造形式および勝ち部材パターン別の隅角数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	1	2	2	IL1●●●●22●●	64	15	49
S	1	1	1	S1●●●●11●●	90	21	69
S	1	1	2	S1●●●●12●●	12	8	4
S	1	2	2	S1●●●●22●●	138	37	101
T	1	1	2	T1●●●●12●●	16	7	9
T	1	2	2	T1●●●●22●●	264	60	204
W	1	1	1	W1●●●●11●●	4	0	4
W	1	2	2	W1●●●●22●●	10	2	8
WO	1	1	1	WO1●●●●11●●	186	16	170
WO	1	2	2	WO1●●●●22●●	230	14	216
WR	1	1	1	WR1●●●●11●●	20	3	17
WR	1	2	2	WR1●●●●22●●	82	1	81
WT	1	1	2	WT1●●●●12●●	2	0	2
WT	1	2	2	WT1●●●●22●●	14	1	13
R	1	1	1	R1●●●●11●●	16	2	14
R	1	2	2	R1●●●●22●●	120	8	112
不明					184		
総隅角数					1452		

表7-23 構造形式および勝ち部材パターン別の隅角数（円柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	2	1	0	IL2●●●●10●●	2	0	2
IL	2	2	0	IL2●●●●20●●	8	0	8
S	2	1	0	S2●●●●10●●	188	18	170
S	2	2	0	S2●●●●20●●	84	8	76
T	2	1	0	T2●●●●10●●	372	54	318
T	2	2	0	T2●●●●20●●	136	30	106
W	2	1	0	W2●●●●10●●	48	13	35
WO	2	1	0	WO2●●●●10●●	12	0	12
WR	2	1	0	WR2●●●●10●●	16	2	14
WR	2	2	0	WR2●●●●20●●	12	0	12
WT	2	1	0	WT2●●●●10●●	4	1	3
R	2	1	0	R2●●●●10●●	88	0	88
R	2	2	0	R2●●●●20●●	4	0	4
不明					36		
総隅角数					1010		

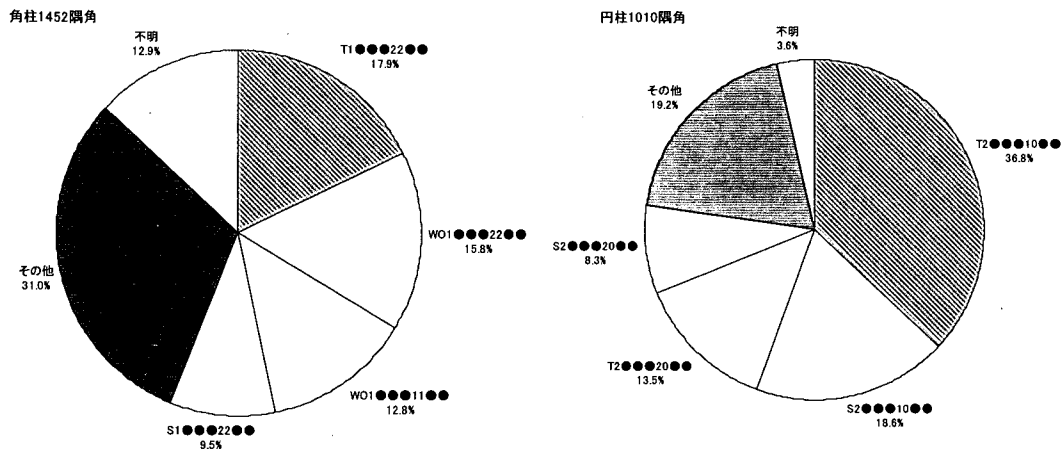
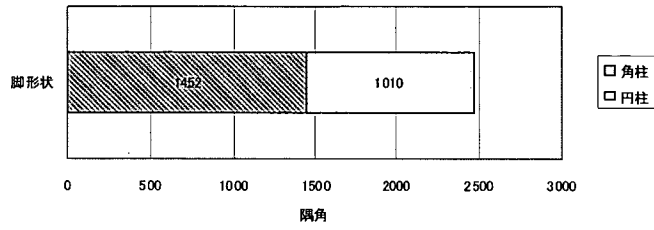
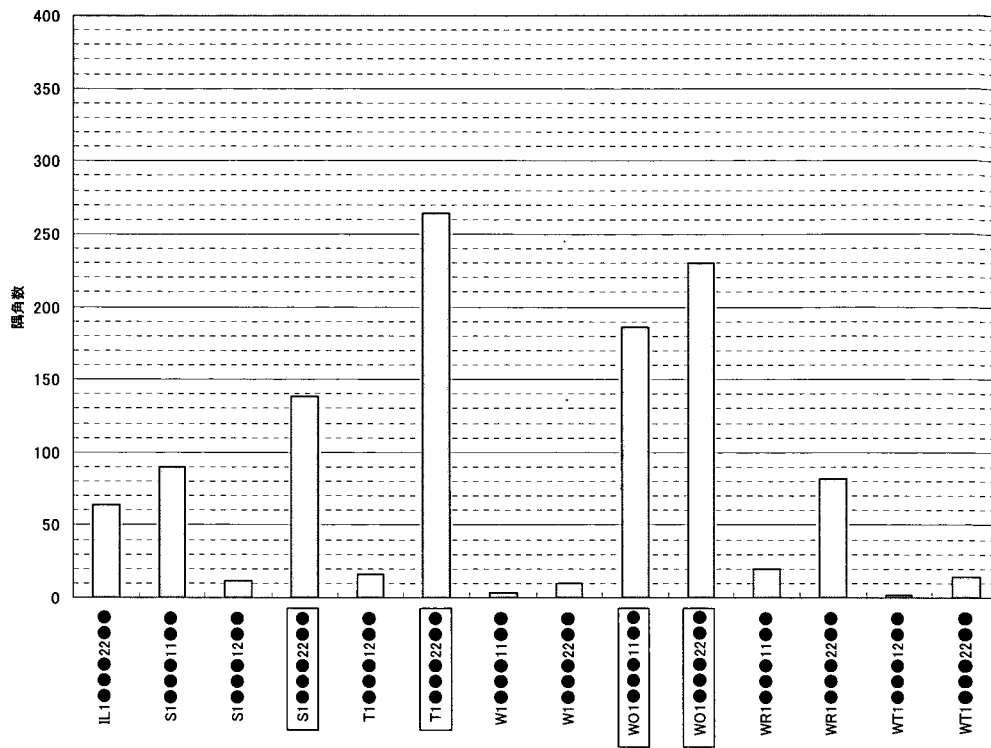
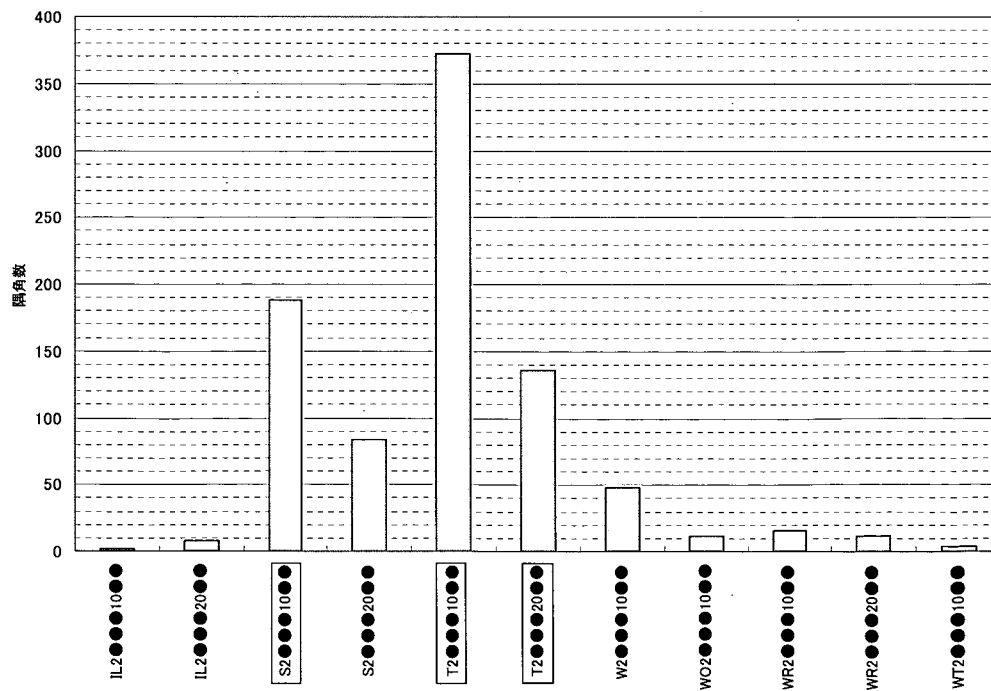


図7-20 構造形式および勝ち部材パターン別の隅角数比率

角柱



円柱



※□は母数が多い箇所を示す。

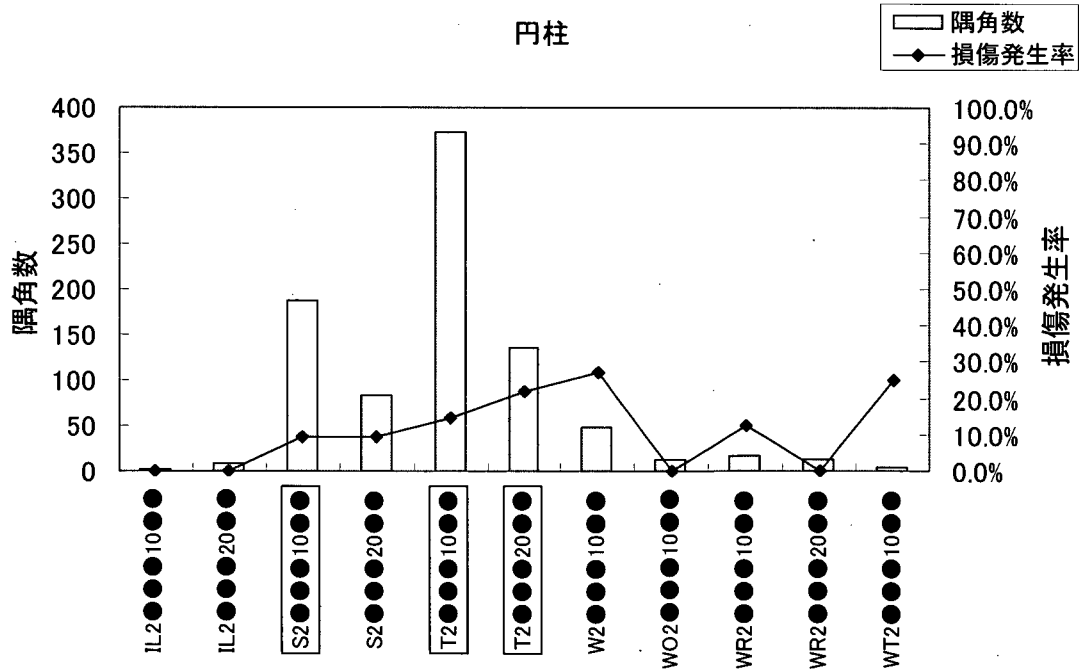
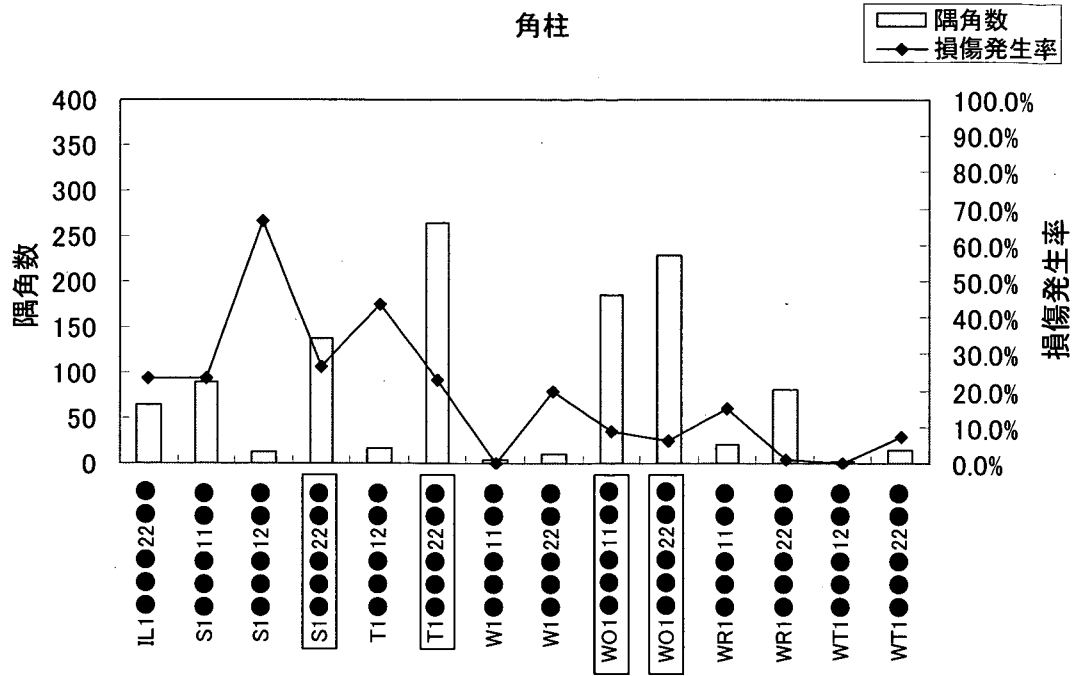
図7-21 構造形式および勝ち部材パターン別の隅角数

表7-24 構造形式および勝ち部材パターン別の
損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1●●●22●●	23.4%	76.6%	64隅角
S1●●●11●●	12.5%	87.5%	90隅角
S1●●●12●●	6.7%	93.3%	12隅角
S1●●●22●●	23.3%	76.7%	138隅角
T1●●●12●●	66.7%	33.3%	16隅角
T1●●●22●●	26.8%	73.2%	264隅角
W1●●●11●●	43.8%	56.3%	4隅角
W1●●●22●●	22.7%	77.3%	10隅角
WO1●●●11●●	0.0%	100.0%	186隅角
WO1●●●22●●	20.0%	80.0%	230隅角
WR1●●●11●●	8.6%	91.4%	20隅角
WR1●●●22●●	6.1%	93.9%	82隅角
WT1●●●12●●	15.0%	85.0%	2隅角
WT1●●●22●●	1.2%	98.8%	14隅角
R1●●●11●●	0.0%	100.0%	16隅角
R1●●●22●●	7.1%	92.9%	120隅角

表7-25 構造形式および勝ち部材パターン別の
損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2●●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2●●●20●●	0.0%	100.0%	8隅角
S2●●●10●●	0.0%	100.0%	188隅角
S2●●●20●●	0.0%	100.0%	84隅角
T2●●●10●●	9.6%	90.4%	372隅角
T2●●●20●●	9.5%	90.5%	136隅角
W2●●●10●●	14.5%	85.5%	48隅角
WO2●●●10●●	22.1%	77.9%	12隅角
WR2●●●10●●	27.1%	72.9%	16隅角
WR2●●●20●●	0.0%	100.0%	12隅角
WT2●●●10●●	12.5%	87.5%	4隅角
R2●●●10●●	0.0%	100.0%	88隅角
R2●●●20●●	25.0%	75.0%	4隅角



※□は母数が多い箇所を示す。

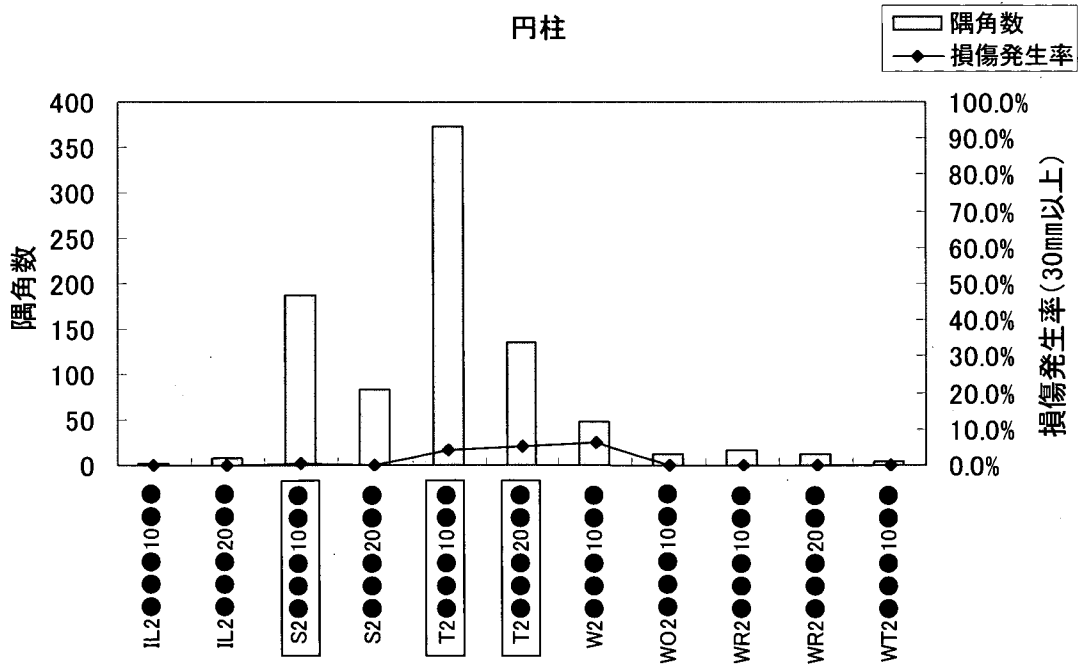
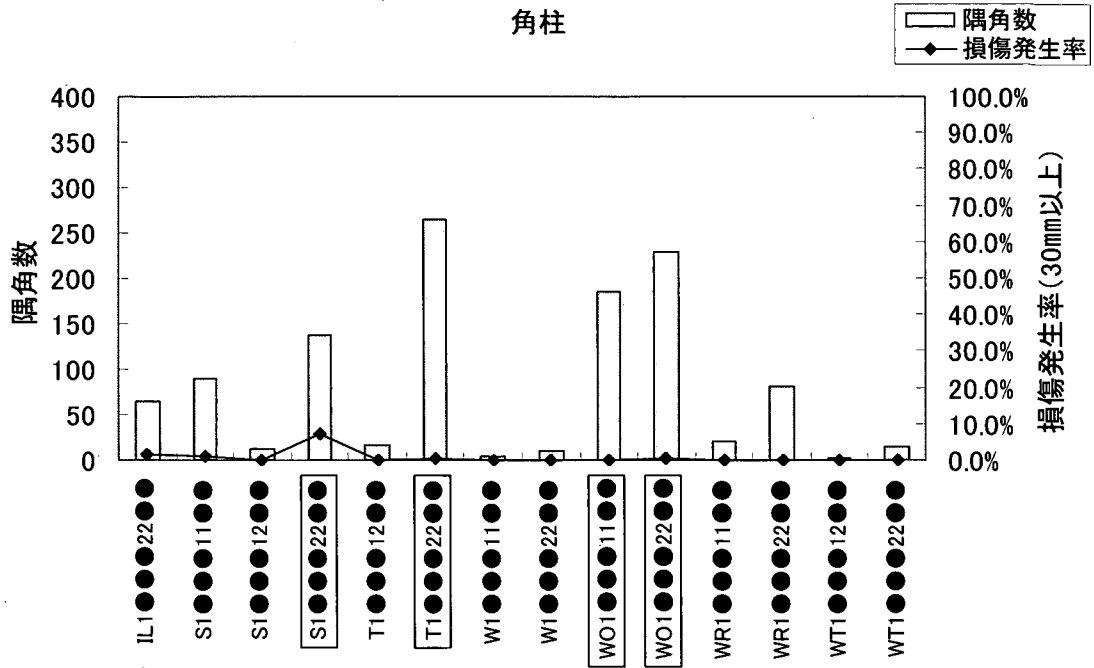
図7-22 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷発生率

表7-26 構造形式および勝ち部材パターン別の
 損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1●●●22●●	1.6%	98.4%	64隅角
S1●●●11●●	1.1%	98.9%	90隅角
S1●●●12●●	0.0%	100.0%	12隅角
S1●●●22●●	7.2%	92.8%	138隅角
T1●●●12●●	0.0%	100.0%	16隅角
T1●●●22●●	0.8%	99.2%	264隅角
W1●●●11●●	0.0%	100.0%	4隅角
W1●●●22●●	0.0%	100.0%	10隅角
WO1●●●11●●	0.0%	100.0%	186隅角
WO1●●●22●●	0.4%	99.6%	230隅角
WR1●●●11●●	0.0%	100.0%	20隅角
WR1●●●22●●	0.0%	100.0%	82隅角
WT1●●●12●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT1●●●22●●	0.0%	100.0%	14隅角
R1●●●11●●	0.0%	100.0%	16隅角
R1●●●22●●	0.8%	99.2%	120隅角

表7-27 構造形式および勝ち部材パターン別の
 損傷長さ30mm以上損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2●●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2●●●20●●	0.0%	100.0%	8隅角
S2●●●10●●	0.5%	99.5%	188隅角
S2●●●20●●	0.0%	100.0%	84隅角
T2●●●10●●	4.0%	96.0%	372隅角
T2●●●20●●	5.1%	94.9%	136隅角
W2●●●10●●	6.3%	93.8%	48隅角
WO2●●●10●●	0.0%	100.0%	12隅角
WR2●●●10●●	0.0%	100.0%	16隅角
WR2●●●20●●	0.0%	100.0%	12隅角
WT2●●●10●●	0.0%	100.0%	4隅角
R2●●●10●●	0.0%	100.0%	88隅角
R2●●●20●●	0.0%	100.0%	4隅角

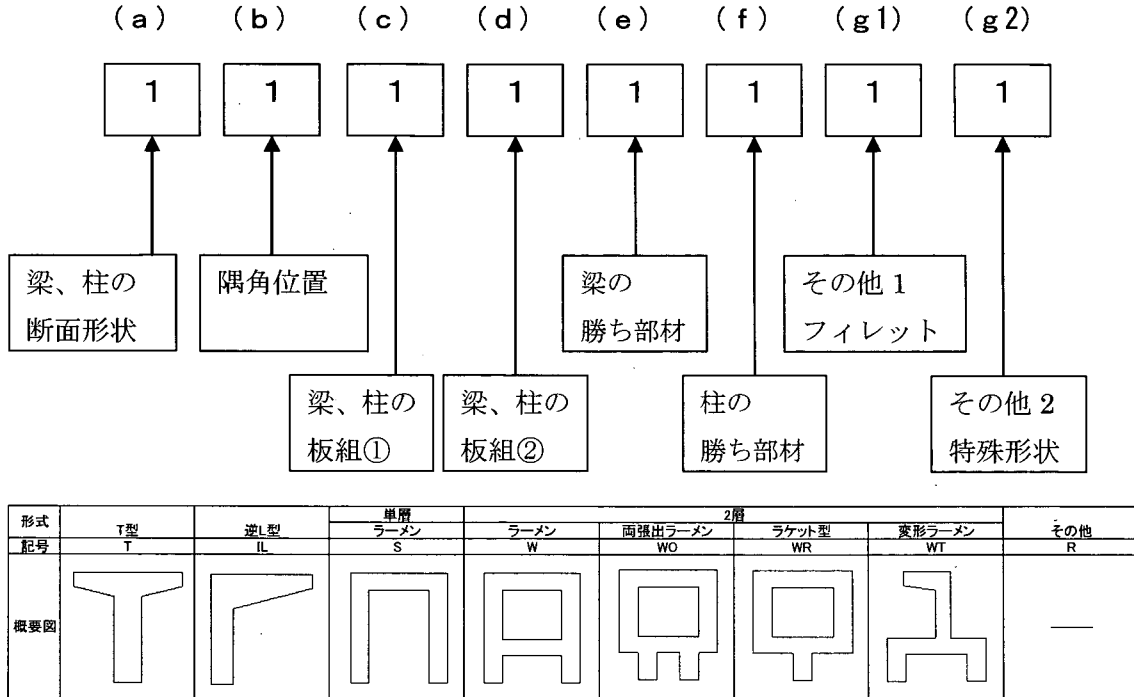


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-23 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

7.7 分析⑧-7

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材、溶接線方向と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 7-26 に、角柱と円柱における勝ち部材パターンの溶接線方向 (x, y, z) 別の損傷発生率を構造形式毎に示す。

角柱の場合、母数の多い「梁・柱ウェブ勝ち部材」(1●●●22●●) においてT型橋脚 (T1●●●22●●) 及び単層ラーメン橋脚 (S1●●●22●●) の z 方向 (梁フランジと柱フランジの溶接) で 10 数%と他の方向より高めの損傷発生率となっている。

円柱の場合、母数の多い「梁フランジ勝ち部材」(2●●●10●●) のT型橋脚 (T2●●●10●●) 及び単層ラーメン橋脚とも、溶接線方向にかかわらず数%程度の損傷発生率を示している。

【考察】

角柱の場合、z 方向の溶接線がやや高めの損傷発生率となっているが、図 7-27 より損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率を見ると、S1●●●22●●の x 方向、y 方向で相対的に高めの数字を示しており、勝ち部材パターンの溶接線方向により明確な有為差は不明である。

円柱の場合は、母数の多いものについて勝ち部材による有為差は見られない。

また、母数は少ないが損傷発生率の高い溶接線として、「梁フランジ・柱ウェブ勝ち部材」(S1●●●12●● Y, T1●●●12●● X) のように溶接の困難な梁・柱の板の組替えがある構造には注意する必要があると思われる。

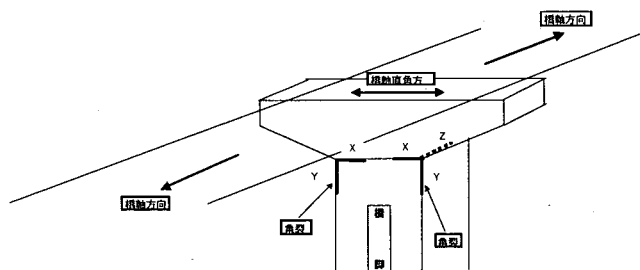


図7-24 溶接線方向

表7-28 構造形式および勝ち部材パターン別の溶接線数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	1	2	2	X	IL1●●●22●●X	48	1	47
IL	1	2	2	Y	IL1●●●22●●Y	48	4	44
IL	1	2	2	Z	IL1●●●22●●Z	64	11	53
S	1	1	1	X	S1●●●11●●X	86	10	76
S	1	1	1	Y	S1●●●11●●Y	78	8	70
S	1	1	1	Z	S1●●●11●●Z	66	5	61
S	1	1	2	X	S1●●●12●●X	12	3	9
S	1	1	2	Y	S1●●●12●●Y	12	6	6
S	1	1	2	Z	S1●●●12●●Z	12	4	8
S	1	2	2	X	S1●●●22●●X	134	13	121
S	1	2	2	Y	S1●●●22●●Y	134	14	120
S	1	2	2	Z	S1●●●22●●Z	138	21	117
T	1	1	2	X	T1●●●12●●X	16	7	9
T	1	1	2	Y	T1●●●12●●Y	16	0	16
T	1	1	2	Z	T1●●●12●●Z	16	1	15
T	1	2	2	X	T1●●●22●●X	252	18	234
T	1	2	2	Y	T1●●●22●●Y	252	22	230
T	1	2	2	Z	T1●●●22●●Z	264	37	227
W	1	1	1	X	W1●●●11●●X	2	0	2
W	1	1	1	Y	W1●●●11●●Y	2	0	2
W	1	1	1	Z	W1●●●11●●Z	4	0	4
W	1	2	2	X	W1●●●22●●X	10	0	10
W	1	2	2	Y	W1●●●22●●Y	10	0	10
W	1	2	2	Z	W1●●●22●●Z	10	2	8
WO	1	1	1	X	WO1●●●11●●X	160	4	156
WO	1	1	1	Y	WO1●●●11●●Y	160	8	152
WO	1	1	1	Z	WO1●●●11●●Z	186	4	182
WO	1	2	2	X	WO1●●●22●●X	176	0	176
WO	1	2	2	Y	WO1●●●22●●Y	176	4	172
WO	1	2	2	Z	WO1●●●22●●Z	230	10	220
WR	1	1	1	X	WR1●●●11●●X	20	2	18
WR	1	1	1	Y	WR1●●●11●●Y	20	1	19
WR	1	1	1	Z	WR1●●●11●●Z	20	3	17
WR	1	2	2	X	WR1●●●22●●X	76	0	76
WR	1	2	2	Y	WR1●●●22●●Y	76	0	76
WR	1	2	2	Z	WR1●●●22●●Z	82	1	81
WT	1	1	2	X	WT1●●●12●●X	2	0	2
WT	1	1	2	Y	WT1●●●12●●Y	2	0	2
WT	1	1	2	Z	WT1●●●12●●Z	2	0	2
WT	1	2	2	X	WT1●●●22●●X	14	1	13
WT	1	2	2	Y	WT1●●●22●●Y	14	0	14
WT	1	2	2	Z	WT1●●●22●●Z	14	0	14
R	1	1	1	X	R1●●●11●●X	10	0	10
R	1	1	1	Y	R1●●●11●●Y	10	1	9
R	1	1	1	Z	R1●●●11●●Z	16	1	15
R	1	2	2	X	R1●●●22●●X	120	6	114
R	1	2	2	Y	R1●●●22●●Y	120	4	116
R	1	2	2	Z	R1●●●22●●Z	120	2	118
					不明	552		
					総溶接線数	4064		

表7-29 構造形式および勝ち部材パターン別の溶接線数（円柱）

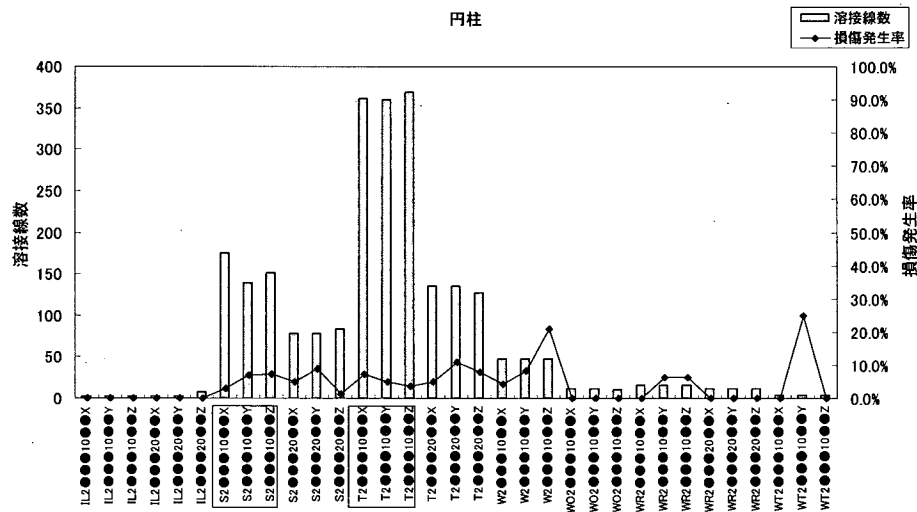
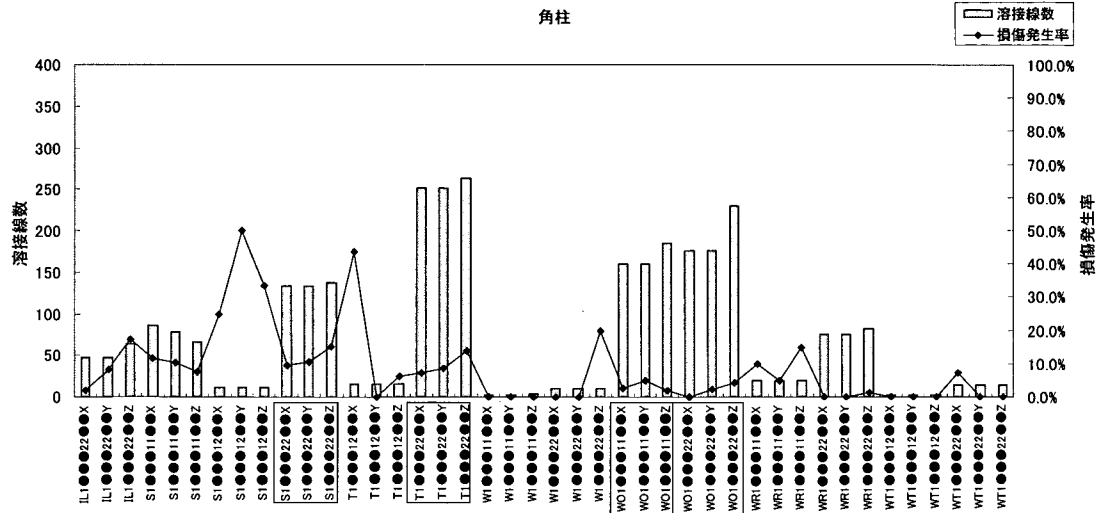
構造形式	(a)梁柱断面形状	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	2	1	0	X	IL2●●●10●●X	2	0	2
IL	2	1	0	Y	IL2●●●10●●Y	2	0	2
IL	2	1	0	Z	IL2●●●10●●Z	2	0	2
IL	2	2	0	X	IL2●●●20●●X	2	0	2
IL	2	2	0	Y	IL2●●●20●●Y	2	0	2
IL	2	2	0	Z	IL2●●●20●●Z	8	0	8
S	2	1	0	X	S2●●●10●●X	176	5	171
S	2	1	0	Y	S2●●●10●●Y	140	10	130
S	2	1	0	Z	S2●●●10●●Z	152	11	141
S	2	2	0	X	S2●●●20●●X	78	4	74
S	2	2	0	Y	S2●●●20●●Y	78	7	71
S	2	2	0	Z	S2●●●20●●Z	84	1	83
T	2	1	0	X	T2●●●10●●X	362	27	335
T	2	1	0	Y	T2●●●10●●Y	360	18	342
T	2	1	0	Z	T2●●●10●●Z	370	13	357
T	2	2	0	X	T2●●●20●●X	136	7	129
T	2	2	0	Y	T2●●●20●●Y	136	15	121
T	2	2	0	Z	T2●●●20●●Z	128	10	118
W	2	1	0	X	W2●●●10●●X	48	2	46
W	2	1	0	Y	W2●●●10●●Y	48	4	44
W	2	1	0	Z	W2●●●10●●Z	48	10	38
WO	2	1	0	X	WO2●●●10●●X	12	0	12
WO	2	1	0	Y	WO2●●●10●●Y	12	0	12
WO	2	1	0	Z	WO2●●●10●●Z	10	0	10
WR	2	1	0	X	WR2●●●10●●X	16	0	16
WR	2	1	0	Y	WR2●●●10●●Y	16	1	15
WR	2	1	0	Z	WR2●●●10●●Z	16	1	15
WR	2	2	0	X	WR2●●●20●●X	12	0	12
WR	2	2	0	Y	WR2●●●20●●Y	12	0	12
WR	2	2	0	Z	WR2●●●20●●Z	12	0	12
WT	2	1	0	X	WT2●●●10●●X	4	0	4
WT	2	1	0	Y	WT2●●●10●●Y	4	1	3
WT	2	1	0	Z	WT2●●●10●●Z	4	0	4
R	2	1	0	X	R2●●●10●●X	88	0	88
R	2	1	0	Y	R2●●●10●●Y	88	0	88
R	2	1	0	Z	R2●●●10●●Z	88	0	88
R	2	2	0	X	R2●●●20●●X	4	0	4
R	2	2	0	Y	R2●●●20●●Y	4	0	4
R	2	2	0	Z	R2●●●20●●Z	4	0	4
					不明	108		
					総溶接線数	2876		

表7-30 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1●●●22●●X	2.1%	97.9%	48溶接線
IL1●●●22●●Y	8.3%	91.7%	48溶接線
IL1●●●22●●Z	17.2%	82.8%	64溶接線
S1●●●11●●X	0.0%	100.0%	10溶接線
S1●●●11●●Y	10.0%	90.0%	10溶接線
S1●●●11●●Z	11.6%	88.4%	86溶接線
S1●●●12●●X	10.3%	89.7%	78溶接線
S1●●●12●●Y	7.6%	92.4%	66溶接線
S1●●●12●●Z	25.0%	75.0%	12溶接線
S1●●●22●●X	50.0%	50.0%	12溶接線
S1●●●22●●Y	33.3%	66.7%	12溶接線
S1●●●22●●Z	9.7%	90.3%	134溶接線
T1●●●12●●X	10.4%	89.6%	134溶接線
T1●●●12●●Y	15.2%	84.8%	138溶接線
T1●●●12●●Z	43.8%	56.3%	16溶接線
T1●●●22●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
T1●●●22●●Y	6.3%	93.8%	16溶接線
T1●●●22●●Z	7.1%	92.9%	252溶接線
W1●●●11●●X	8.7%	91.3%	252溶接線
W1●●●11●●Y	14.0%	86.0%	264溶接線
W1●●●11●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
W1●●●22●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
W1●●●22●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
W1●●●22●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線
WO1●●●11●●X	0.0%	100.0%	10溶接線
WO1●●●11●●Y	20.0%	80.0%	10溶接線
WO1●●●11●●Z	2.5%	97.5%	160溶接線
WO1●●●22●●X	5.0%	95.0%	160溶接線
WO1●●●22●●Y	2.2%	97.8%	186溶接線
WO1●●●22●●Z	0.0%	100.0%	176溶接線
WR1●●●11●●X	2.3%	97.7%	176溶接線
WR1●●●11●●Y	4.3%	95.7%	230溶接線
WR1●●●11●●Z	10.0%	90.0%	20溶接線
WR1●●●22●●X	5.0%	95.0%	20溶接線
WR1●●●22●●Y	15.0%	85.0%	20溶接線
WR1●●●22●●Z	0.0%	100.0%	76溶接線
WT1●●●12●●X	0.0%	100.0%	76溶接線
WT1●●●12●●Y	1.2%	98.8%	82溶接線
WT1●●●12●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT1●●●22●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT1●●●22●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT1●●●22●●Z	7.1%	92.9%	14溶接線
R1●●●11●●X	0.0%	100.0%	14溶接線
R1●●●11●●Y	0.0%	100.0%	14溶接線
R1●●●11●●Z	6.3%	93.8%	16溶接線
R1●●●22●●X	5.0%	95.0%	120溶接線
R1●●●22●●Y	3.3%	96.7%	120溶接線
R1●●●22●●Z	1.7%	98.3%	120溶接線

表7-31 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2●●●10●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●10●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●20●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●20●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●20●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S2●●●10●●X	2.8%	97.2%	176溶接線
S2●●●10●●Y	7.1%	92.9%	140溶接線
S2●●●10●●Z	7.2%	92.8%	152溶接線
S2●●●20●●X	5.1%	94.9%	78溶接線
S2●●●20●●Y	9.0%	91.0%	78溶接線
S2●●●20●●Z	1.2%	98.8%	84溶接線
T2●●●10●●X	7.5%	92.5%	362溶接線
T2●●●10●●Y	5.0%	95.0%	360溶接線
T2●●●10●●Z	3.5%	96.5%	370溶接線
T2●●●20●●X	5.1%	94.9%	136溶接線
T2●●●20●●Y	11.0%	89.0%	136溶接線
T2●●●20●●Z	7.8%	92.2%	128溶接線
W2●●●10●●X	4.2%	95.8%	48溶接線
W2●●●10●●Y	8.3%	91.7%	48溶接線
W2●●●10●●Z	20.8%	79.2%	48溶接線
WO2●●●10●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
WO2●●●10●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WO2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線
WR2●●●10●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
WR2●●●10●●Y	6.3%	93.8%	16溶接線
WR2●●●10●●Z	6.3%	93.8%	16溶接線
WR2●●●20●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2●●●20●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2●●●20●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WT2●●●10●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
WT2●●●10●●Y	25.0%	75.0%	4溶接線
WT2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
R2●●●10●●X	0.0%	100.0%	88溶接線
R2●●●10●●Y	0.0%	100.0%	88溶接線
R2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	88溶接線
R2●●●20●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
R2●●●20●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
R2●●●20●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線



※□は母数が多い箇所を示す。

図7-26 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷発生率

表7-32 構造形式および勝ち部材パターン別の
 損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

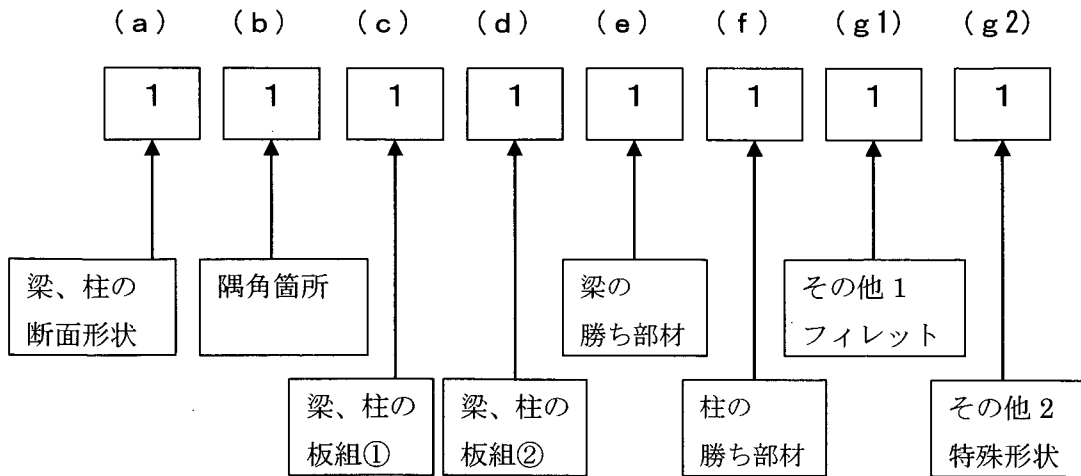
コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1●●●22●●X	0.0%	100.0%	48溶接線
IL1●●●22●●Y	0.0%	100.0%	48溶接線
IL1●●●22●●Z	1.6%	98.4%	64溶接線
S1●●●11●●X	1.2%	98.8%	10溶接線
S1●●●11●●Y	1.3%	98.7%	10溶接線
S1●●●11●●Z	0.0%	100.0%	86溶接線
S1●●●12●●X	0.0%	100.0%	78溶接線
S1●●●12●●Y	0.0%	100.0%	66溶接線
S1●●●12●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
S1●●●22●●X	5.2%	94.8%	12溶接線
S1●●●22●●Y	4.5%	95.5%	12溶接線
S1●●●22●●Z	0.7%	99.3%	134溶接線
T1●●●12●●X	0.0%	100.0%	134溶接線
T1●●●12●●Y	0.0%	100.0%	138溶接線
T1●●●12●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線
T1●●●22●●X	0.4%	99.6%	16溶接線
T1●●●22●●Y	0.8%	99.2%	16溶接線
T1●●●22●●Z	0.0%	100.0%	252溶接線
W1●●●11●●X	0.0%	100.0%	252溶接線
W1●●●11●●Y	0.0%	100.0%	264溶接線
W1●●●11●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
W1●●●22●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
W1●●●22●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
W1●●●22●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線
WO1●●●11●●X	0.0%	100.0%	10溶接線
WO1●●●11●●Y	0.0%	100.0%	10溶接線
WO1●●●11●●Z	0.5%	99.5%	160溶接線
WO1●●●22●●X	0.0%	100.0%	160溶接線
WO1●●●22●●Y	0.0%	100.0%	186溶接線
WO1●●●22●●Z	0.4%	99.6%	176溶接線
WR1●●●11●●X	0.0%	100.0%	176溶接線
WR1●●●11●●Y	0.0%	100.0%	230溶接線
WR1●●●11●●Z	0.0%	100.0%	20溶接線
WR1●●●22●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
WR1●●●22●●Y	0.0%	100.0%	20溶接線
WR1●●●22●●Z	0.0%	100.0%	76溶接線
WT1●●●12●●X	0.0%	100.0%	76溶接線
WT1●●●12●●Y	0.0%	100.0%	82溶接線
WT1●●●12●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT1●●●22●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT1●●●22●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT1●●●22●●Z	0.0%	100.0%	14溶接線
R1●●●11●●X	0.0%	100.0%	14溶接線
R1●●●11●●Y	0.0%	100.0%	14溶接線
R1●●●11●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線
R1●●●22●●X	0.8%	99.2%	120溶接線
R1●●●22●●Y	0.0%	100.0%	120溶接線
R1●●●22●●Z	0.0%	100.0%	120溶接線

表7-33 構造形式および勝ち部材パターン別の
 損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2●●●10●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●10●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●20●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●20●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2●●●20●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S2●●●10●●X	0.0%	100.0%	176溶接線
S2●●●10●●Y	0.7%	99.3%	140溶接線
S2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	152溶接線
S2●●●20●●X	0.0%	100.0%	78溶接線
S2●●●20●●Y	0.0%	100.0%	78溶接線
S2●●●20●●Z	0.0%	100.0%	84溶接線
T2●●●10●●X	1.9%	98.1%	362溶接線
T2●●●10●●Y	1.4%	98.6%	360溶接線
T2●●●10●●Z	0.8%	99.2%	370溶接線
T2●●●20●●X	1.5%	98.5%	136溶接線
T2●●●20●●Y	2.9%	97.1%	136溶接線
T2●●●20●●Z	0.8%	99.2%	128溶接線
W2●●●10●●X	0.0%	100.0%	48溶接線
W2●●●10●●Y	0.0%	100.0%	48溶接線
W2●●●10●●Z	6.3%	93.8%	48溶接線
WO2●●●10●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
WO2●●●10●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WO2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線
WR2●●●10●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
WR2●●●10●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WR2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線
WR2●●●20●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2●●●20●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2●●●20●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WT2●●●10●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
WT2●●●10●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WT2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
R2●●●10●●X	0.0%	100.0%	88溶接線
R2●●●10●●Y	0.0%	100.0%	88溶接線
R2●●●10●●Z	0.0%	100.0%	88溶接線
R2●●●20●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
R2●●●20●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
R2●●●20●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線

7.8 分析⑧-8

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②と損傷の有無の関係



形式 記号	T型 T	逆L型 IL	単層			2層		その他 R
			ラーメン S	ラーメン W	両張出ラーメン WO	ラケット型 WR	変形ラーメン WT	
概要図								—

【分析結果】

分析⑧-2で隅角位置と損傷発生の関係について構造形式別に分析を行ったが、さらに(c), (d)梁・柱の板組パターンと損傷発生の関係について分析した。

図 7-29 に構造形式別の隅角位置における梁・柱の板組パターンの隅角数を示す。角柱は、「隅角位置③ (梁下縁)、梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」のT型橋脚 (T1311●●●●●) 及び単層ラーメン橋脚 (S1311●●●●●) が全体の4割を占め、次いで「隅角位置③ (梁下縁)、梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」の両張出し橋脚 (W01312●●●●●) とで半数を占める。

円柱は、「隅角位置① (梁天端)、梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」のT型橋脚 (T2166●●●●●)、「隅角位置③ (梁下縁)、梁ウェブ・フランジ突合せ」のT型橋脚 (T2376●●●●●) 及び単層ラーメン橋脚 (S2376●●●●●) とで半数を占める。

図 7-30 に、構造形式別の隅角位置における梁・柱の板組パターンの損傷発生率を示す。

角柱は、「隅角位置③ (梁下縁)、梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」のT型橋脚 (T1311●●●●●) で 26.3%、単層ラーメン橋脚 (S1311●●●●●) で 30.8%の損傷発生率を示す。また、「隅角位置③ (梁下縁)、梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」の両張出し橋脚 (W01312●●●●●) は 6.9%の損傷発生率を示す。

円柱は、「隅角位置① (梁天端)、梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」のT型橋脚 (T2166●●●●●) で 12.8%、「隅角位置③ (梁下縁)、梁ウェブ・フランジ突合せ」のT型橋脚 (T2376●●●●●) で 15.7%の損傷発生率を示し、単層ラーメン橋脚 (S2376●●●●●) で損

傷なしである。

【考察】

角柱の場合、「隅角位置③（梁下縁）、梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」のT型橋脚（T1311●●●●●）が 26.3%、単層ラーメン橋脚（S1311●●●●●）が 30.8%とやや高めの損傷発生率であるが、図 7-31 より損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率はともに数%以下であり構造形式による有為差は不明である。

円柱の場合、「隅角位置③（梁下縁）、梁ウェブ・フランジ突合せ」の単層ラーメン橋脚（S2376●●●●●）で損傷なしであるが、他の母数の多い構造である「隅角位置①（梁天端）、梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」のT型橋脚（T2166●●●●●）、「隅角位置③（梁下縁）、梁ウェブ・フランジ突合せ」のT型橋脚（T2376●●●●●）はいずれも10数%の損傷発生率を示す。さらに損傷長さ30mm以上の損傷発生率を見ても、ともに数%程度の損傷発生率であり、溶接線方向による有為差は見られない。

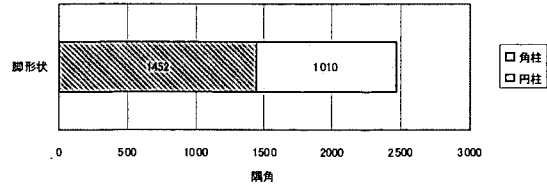
なお、母数は少ないが損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率が高い板組として、角柱の場合は「柱ウェブが隅角部で分断された構造」（S1331●●●●●）に注意が必要であり、円柱の場合には、「梁ウェブと円柱の突合せ溶接部に三角バーを用いた構造」（T2377●●●●●）に注意が必要であると思われる。

表7-34 構造形式、隅角位置毎の梁・柱の板組パターン別の隅角数（角柱）

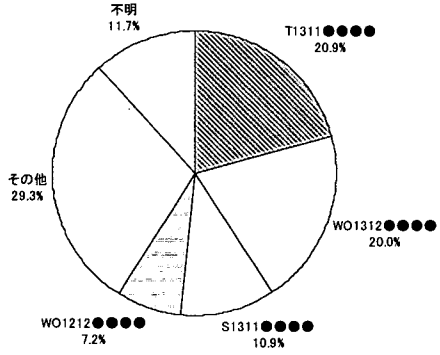
構造形式	a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	1	3	1	1	IL1311●●●●●	64	15	49
S	1	1	1	4	S1114●●●●●	4	0	4
S	1	1	2	1	S1121●●●●●	4	0	4
S	1	2	1	1	S1211●●●●●	4	2	2
S	1	2	3	1	S1231●●●●●	2	1	1
S	1	3	1	1	S1311●●●●●	158	49	109
S	1	3	1	2	S1312●●●●●	8	2	6
S	1	3	1	4	S1314●●●●●	20	0	20
S	1	3	2	1	S1321●●●●●	32	5	27
S	1	3	3	1	S1331●●●●●	6	5	1
S	1	3	3	2	S1332●●●●●	10	8	2
T	1	3	1	1	T1311●●●●●	304	79	225
W	1	2	1	1	W1211●●●●●	4	0	4
W	1	3	1	1	W1311●●●●●	10	2	8
WO	1	2	1	2	WO1212●●●●●	104	3	101
WO	1	3	1	1	WO1311●●●●●	6	1	5
WO	1	3	1	2	WO1312●●●●●	290	20	270
WR	1	2	1	1	WR1211●●●●●	16	0	16
WR	1	2	1	2	WR1212●●●●●	26	1	25
WR	1	3	1	1	WR1311●●●●●	44	2	42
WR	1	3	1	2	WR1312●●●●●	16	1	15
WT	1	2	1	1	WT1211●●●●●	8	0	8
WT	1	3	1	1	WT1311●●●●●	8	1	7
R	1	2	1	1	R1211●●●●●	8	0	8
R	1	2	1	2	R1212●●●●●	4	0	4
R	1	3	1	1	R1311●●●●●	34	5	29
R	1	3	1	2	R1312●●●●●	88	5	83
					不明	170		
					総隅角数	1452		

表7-35 構造形式、隅角位置毎の梁・柱の板組パターン別の隅角数（円柱）

構造形式	a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	2	1	6	6	IL2166●●●●●	2	0	2
IL	2	3	7	6	IL2376●●●●●	2	0	2
IL	2	3	8	0	IL2380●●●●●	6	0	6
S	2	2	8	0	S2280●●●●●	2	0	2
S	2	1	6	6	S2166●●●●●	66	3	63
S	2	3	7	6	S2376●●●●●	100	0	100
S	2	3	8	0	S2380●●●●●	46	2	44
T	2	1	6	6	T2166●●●●●	172	22	150
T	2	1	6	8	T2168●●●●●	8	5	3
T	2	3	5	0	T2350●●●●●	36	6	30
T	2	3	6	6	T2166●●●●●	4	0	4
T	2	3	7	6	T2376●●●●●	140	22	118
T	2	3	7	7	T2377●●●●●	4	1	3
T	2	3	7	8	T2378●●●●●	8	4	4
T	2	3	8	0	T2380●●●●●	76	3	73
W	2	1	6	6	W2166●●●●●	12	0	12
W	2	2	7	6	W2276●●●●●	12	5	7
W	2	3	7	6	W2376●●●●●	24	8	16
WO	2	1	6	6	WO2166●●●●●	2	0	2
WO	2	2	7	6	WO2276●●●●●	2	0	2
WO	2	3	7	6	WO2376●●●●●	8	0	8
WR	2	3	4	0	WR2340●●●●●	8	0	8
WR	2	3	5	0	WR2350●●●●●	8	0	8
WR	2	3	7	6	WR2376●●●●●	12	0	12
WT	2	1	6	6	WT2166●●●●●	2	0	2
WT	2	3	7	6	WT2176●●●●●	2	1	1
R	2	2	7	6	R2276●●●●●	20	0	20
R	2	3	7	6	R2376●●●●●	40	0	40
R	2	3	8	0	R2380●●●●●	16	0	16
					不明	170		
					総隅角数	1010		



角柱1452隅角



円柱1010隅角

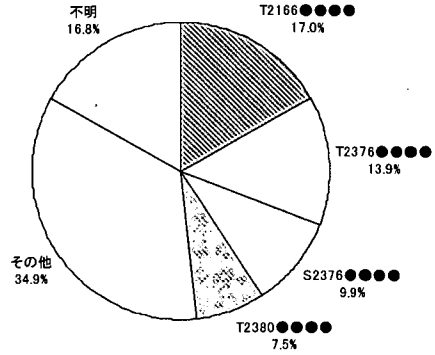
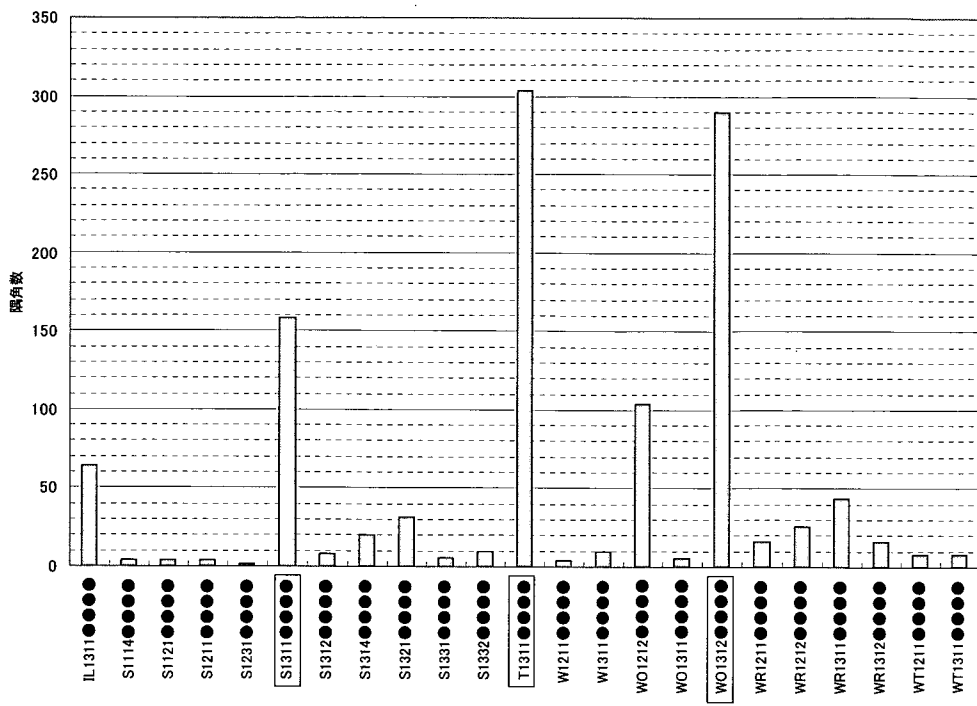
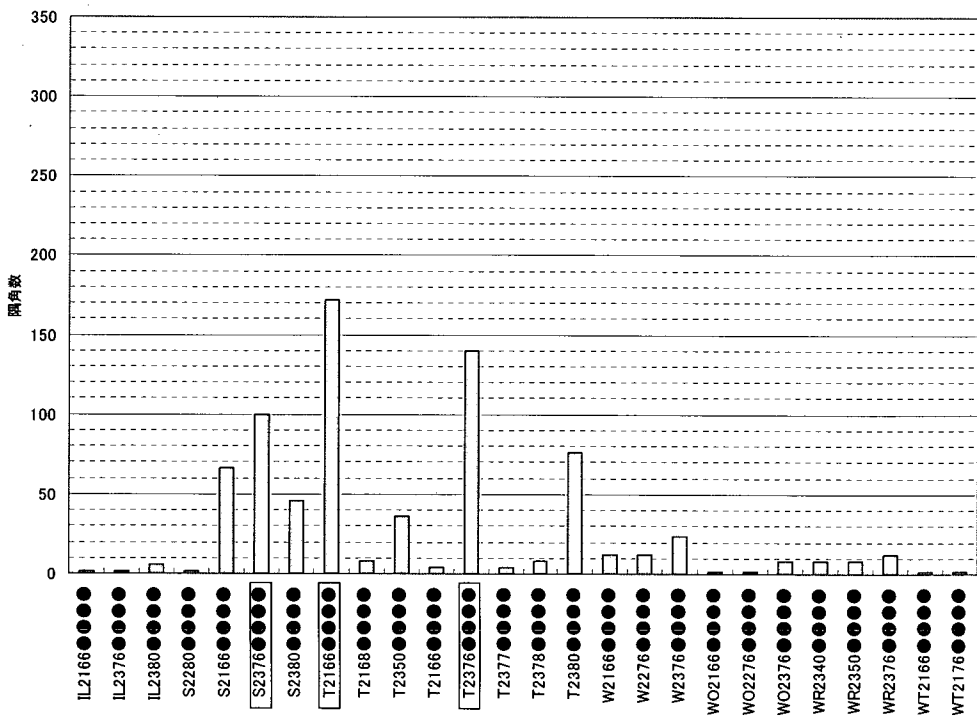


図7-28構造形式、隅角位置および梁・柱の板組パターン別の隅角数比率

角柱



円柱



※□は母数が多い箇所を示す。

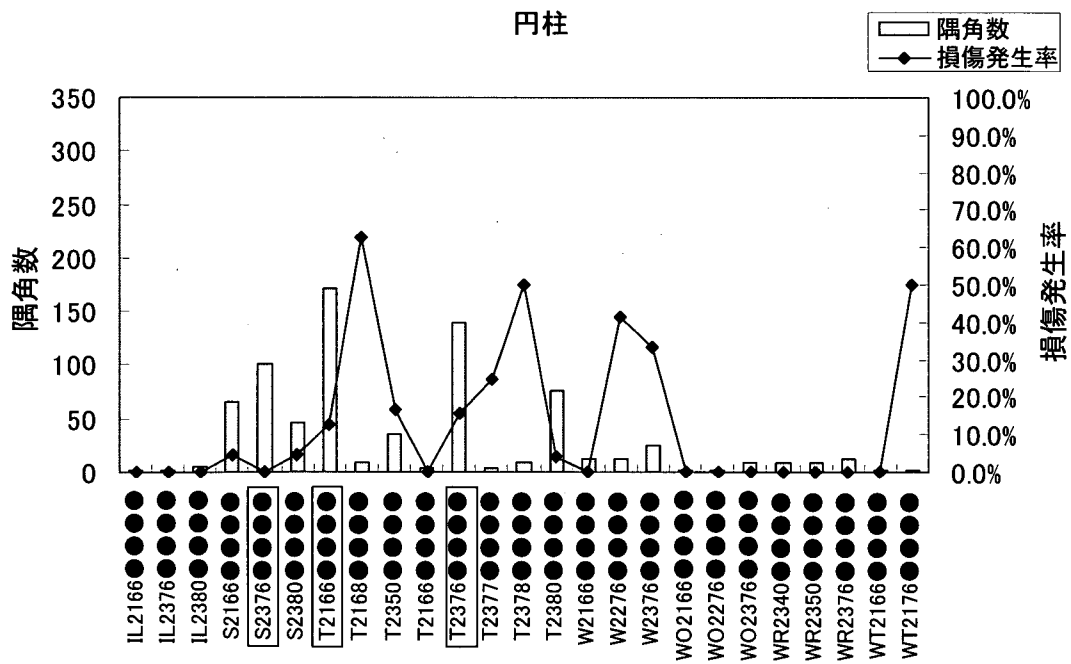
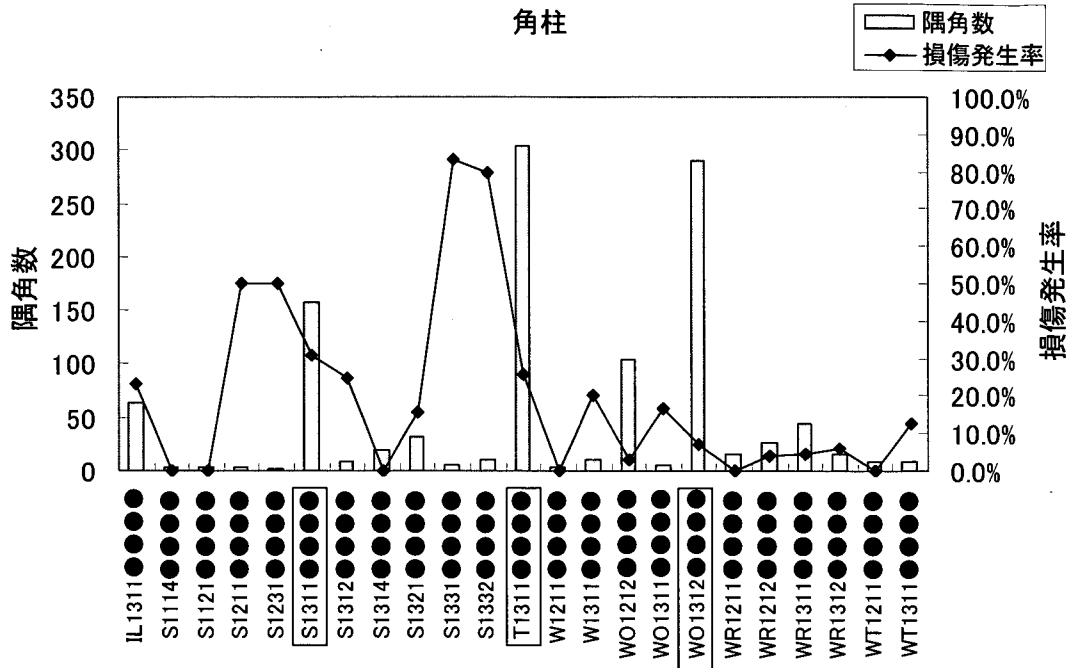
図7-29 構造形式、隅角位置および梁・柱の板組パターン別の隅角数

表7-36 構造形式および勝ち部材パターン別の
の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1311●●●●●	23.4%	76.6%	64隅角
S1114●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
S1121●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
S1211●●●●●	50.0%	50.0%	4隅角
S1231●●●●●	50.0%	50.0%	2隅角
S1311●●●●●	31.0%	69.0%	158隅角
S1312●●●●●	25.0%	75.0%	8隅角
S1314●●●●●	0.0%	100.0%	20隅角
S1321●●●●●	15.6%	84.4%	32隅角
S1331●●●●●	83.3%	16.7%	6隅角
S1332●●●●●	80.0%	20.0%	10隅角
T1311●●●●●	26.0%	74.0%	304隅角
W1211●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
W1311●●●●●	20.0%	80.0%	10隅角
WO1212●●●●●	2.9%	97.1%	104隅角
WO1311●●●●●	16.7%	83.3%	6隅角
WO1312●●●●●	6.9%	93.1%	290隅角
WR1211●●●●●	0.0%	100.0%	16隅角
WR1212●●●●●	3.8%	96.2%	26隅角
WR1311●●●●●	4.5%	95.5%	44隅角
WR1312●●●●●	6.3%	93.8%	16隅角
WT1211●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WT1311●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
R1211●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
R1212●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
R1311●●●●●	14.7%	85.3%	34隅角
R1312●●●●●	5.7%	94.3%	88隅角

表7-37 構造形式および勝ち部材パターン別の
の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2166●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2376●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2380●●●●●	0.0%	100.0%	6隅角
S2280●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
S2166●●●●●	4.5%	95.5%	66隅角
S2376●●●●●	0.0%	100.0%	100隅角
S2380●●●●●	4.3%	95.7%	46隅角
T2166●●●●●	12.8%	87.2%	172隅角
T2168●●●●●	62.5%	37.5%	8隅角
T2350●●●●●	16.7%	83.3%	36隅角
T2166●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
T2376●●●●●	15.7%	84.3%	140隅角
T2377●●●●●	25.0%	75.0%	4隅角
T2378●●●●●	50.0%	50.0%	8隅角
T2380●●●●●	3.9%	96.1%	76隅角
W2166●●●●●	0.0%	100.0%	12隅角
W2276●●●●●	41.7%	58.3%	12隅角
W2376●●●●●	33.3%	66.7%	24隅角
WO2166●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO2276●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO2376●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2340●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2350●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2376●●●●●	0.0%	100.0%	12隅角
WT2166●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT2176●●●●●	50.0%	50.0%	2隅角
R2276●●●●●	0.0%	100.0%	20隅角
R2376●●●●●	0.0%	100.0%	40隅角
R2380●●●●●	0.0%	100.0%	16隅角



※□は母数が多い箇所を示す。

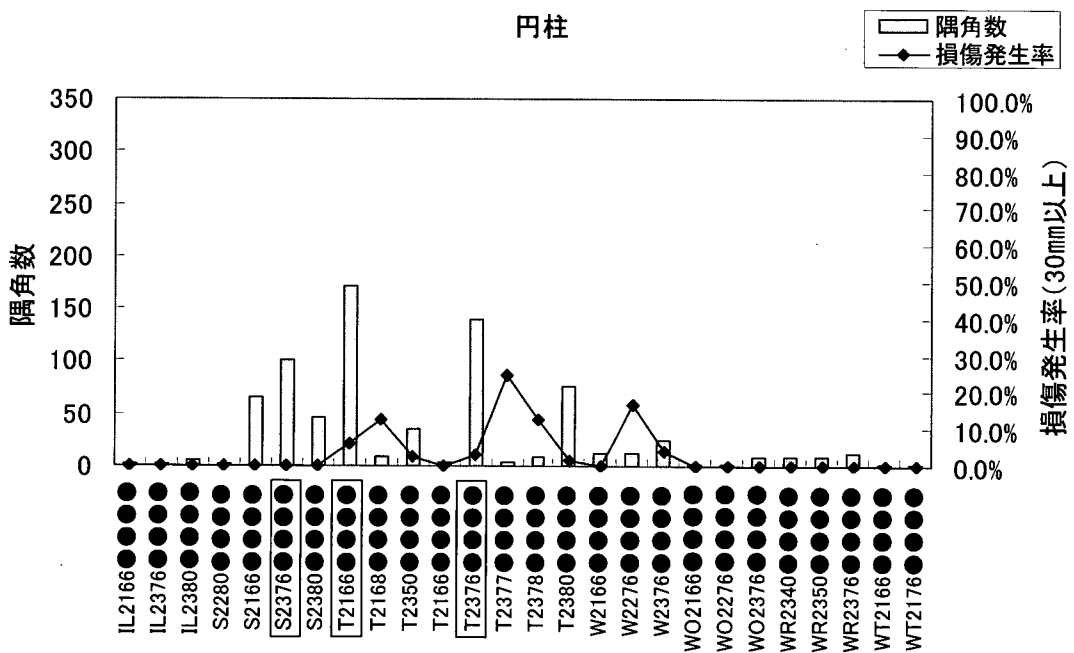
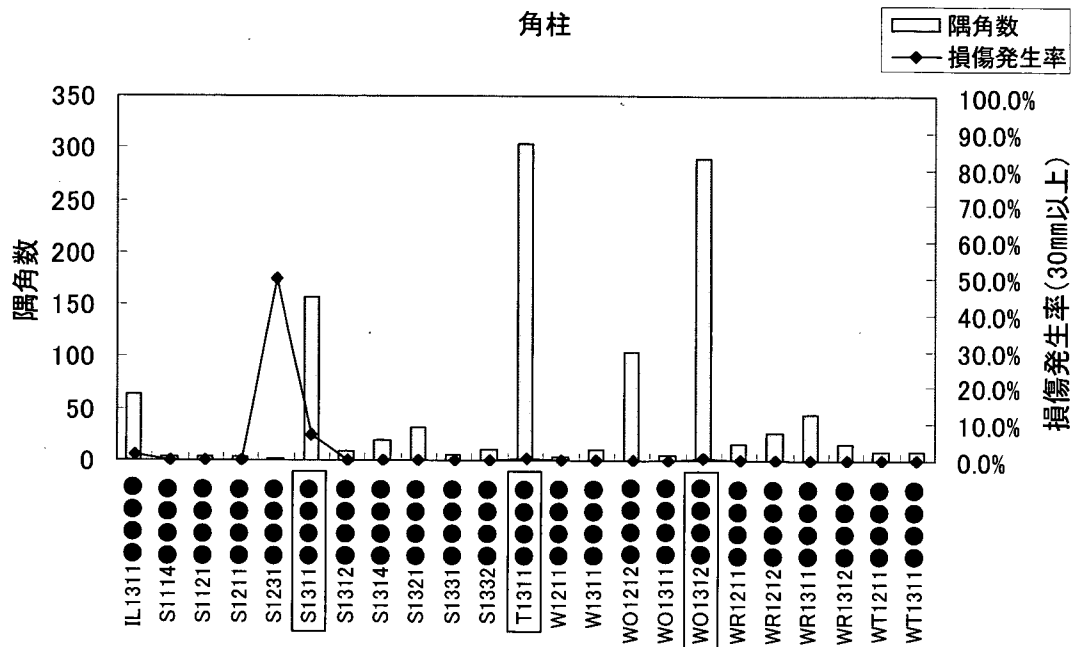
図7-30 橋脚形式、隅角位置および梁・柱の板組パターン別の損傷発生率

表7-38 構造形式および勝ち部材パターン別の
 損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1311●●●●●	1.6%	98.4%	64隅角
S1114●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
S1121●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
S1211●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
S1231●●●●●	50.0%	50.0%	2隅角
S1311●●●●●	7.0%	93.0%	158隅角
S1312●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
S1314●●●●●	0.0%	100.0%	20隅角
S1321●●●●●	0.0%	100.0%	32隅角
S1331●●●●●	0.0%	100.0%	6隅角
S1332●●●●●	0.0%	100.0%	10隅角
T1311●●●●●	0.7%	99.3%	304隅角
W1211●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
W1311●●●●●	0.0%	100.0%	10隅角
WO1212●●●●●	0.0%	100.0%	104隅角
WO1311●●●●●	0.0%	100.0%	6隅角
WO1312●●●●●	0.3%	99.7%	290隅角
WR1211●●●●●	0.0%	100.0%	16隅角
WR1212●●●●●	0.0%	100.0%	26隅角
WR1311●●●●●	0.0%	100.0%	44隅角
WR1312●●●●●	0.0%	100.0%	16隅角
WT1211●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WT1311●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
R1211●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
R1212●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
R1311●●●●●	0.0%	100.0%	34隅角
R1312●●●●●	0.0%	100.0%	88隅角

表7-39 構造形式および勝ち部材パターン別の
 損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2166●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2376●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL2380●●●●●	0.0%	100.0%	6隅角
S2280●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
S2166●●●●●	0.0%	100.0%	66隅角
S2376●●●●●	0.0%	100.0%	100隅角
S2380●●●●●	0.0%	100.0%	46隅角
T2166●●●●●	5.8%	94.2%	172隅角
T2168●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
T2350●●●●●	2.8%	97.2%	36隅角
T2166●●●●●	0.0%	100.0%	4隅角
T2376●●●●●	2.9%	97.1%	140隅角
T2377●●●●●	25.0%	75.0%	4隅角
T2378●●●●●	12.5%	87.5%	8隅角
T2380●●●●●	1.3%	98.7%	76隅角
W2166●●●●●	0.0%	100.0%	12隅角
W2276●●●●●	16.7%	83.3%	12隅角
W2376●●●●●	4.2%	95.8%	24隅角
WO2166●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO2276●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO2376●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2340●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2350●●●●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR2376●●●●●	0.0%	100.0%	12隅角
WT2166●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT2176●●●●●	0.0%	100.0%	2隅角
R2276●●●●●	0.0%	100.0%	20隅角
R2376●●●●●	0.0%	100.0%	40隅角
R2380●●●●●	0.0%	100.0%	16隅角

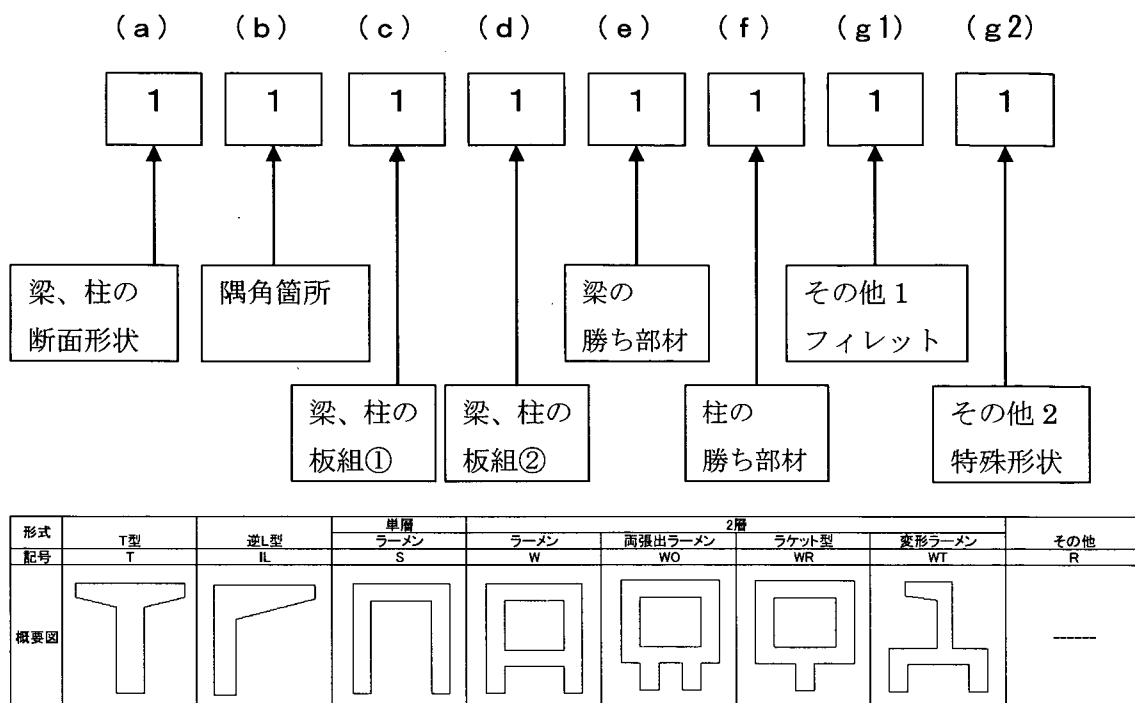


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-31 橋脚形式、隅角位置および梁・柱の板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

7.9 分析⑧-9

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②、溶接線方向と損傷の有無の関係



【分析結果】

分析⑧-8で隅角位置別に(c)，(d)梁・柱の板組パターンと損傷発生の関係について構造形式別に分析を行ったが、さらに溶接線方向(x, y, z)別に損傷発生との関係について分析した。

角柱の場合、母数の多い溶接線の損傷発生率を見ると、図 7-34 より「隅角位置③(梁下縁)、梁・柱ウェブ一体で梁フランジ分離」のz方向(フランジ突合せ溶接)がT型橋脚(T1311●●●●●)、単層ラーメン橋脚(S1311●●●●●)ともに10数%となっているが、「隅角位置③(梁下縁)、梁・柱ウェブ一体で柱フランジ分離」の両張出しラーメン橋脚(WO1312●●●●●)ではいずれの溶接線方向も数%程度以下である。

また、円柱の母数の多い溶接線の損傷発生率は、図 7-35 より「隅角位置①(梁天端)、梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」のT型橋脚(T2166●●●●●)及び「隅角位置③(梁下縁)、梁ウェブ・フランジ突合せ」のT型橋脚(T2376●●●●●)といずれの溶接線方向も数%程度以下である。

【考察】

橋脚の構造形式別に、隅角位置における梁・柱の板組パターンの溶接線方向(x, y, z)と損傷発生との関係には有為差が見られない。

なお、母数は少ないが損傷発生率の高い溶接線として、角柱は「柱ウェブが隅角部で分断された構造」(S1331●●●●●Y, S1332●●●●●X)で注意が必要であり、円柱は「梁ウェブと円柱の突合せ溶接に三角バーが使用されている構造」(T2168●●●●●X)で注意が必要

であると思われる。

表7-40 構造形式および隅角位置、梁・柱の板組パターン別の溶接線数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	1	3	1	1	X	IL1311●●●●X	48	1	47
IL	1	3	1	1	Y	IL1311●●●●Y	48	4	44
IL	1	3	1	1	Z	IL1311●●●●Z	64	11	53
S	1	1	1	4	X	S1114●●●●X	4	0	4
S	1	1	1	4	Y	S1114●●●●Y	4	0	4
S	1	1	2	1	X	S1121●●●●X	4	0	4
S	1	1	2	1	Y	S1121●●●●Y	4	0	4
S	1	1	2	1	Z	S1121●●●●Z	4	0	4
S	1	2	1	1	X	S1211●●●●X	4	1	3
S	1	2	1	1	Y	S1211●●●●Y	4	2	2
S	1	2	1	1	Z	S1211●●●●Z	4	2	2
S	1	2	3	1	X	S1231●●●●X	2	0	2
S	1	2	3	1	Y	S1231●●●●Y	2	1	1
S	1	2	3	1	Z	S1231●●●●Z	2	0	2
S	1	3	1	1	X	S1311●●●●X	154	15	139
S	1	3	1	1	Y	S1311●●●●Y	154	21	133
S	1	3	1	1	Z	S1311●●●●Z	158	27	131
S	1	3	1	2	X	S1312●●●●X	8	2	6
S	1	3	1	2	Y	S1312●●●●Y	8	0	8
S	1	3	1	2	Z	S1312●●●●Z	8	0	8
S	1	3	1	4	X	S1314●●●●X	16	0	16
S	1	3	1	4	Y	S1314●●●●Y	8	0	8
S	1	3	2	1	X	S1321●●●●X	32	1	31
S	1	3	2	1	Y	S1321●●●●Y	32	1	31
S	1	3	2	1	Z	S1321●●●●Z	32	3	29
S	1	3	3	1	X	S1331●●●●X	6	2	4
S	1	3	3	1	Y	S1331●●●●Y	6	3	3
S	1	3	3	1	Z	S1331●●●●Z	6	0	6
S	1	3	3	2	X	S1332●●●●X	10	5	5
S	1	3	3	2	Y	S1332●●●●Y	10	3	7
S	1	3	3	2	Z	S1332●●●●Z	10	2	8
T	1	3	1	1	X	T1311●●●●X	292	32	260
T	1	3	1	1	Y	T1311●●●●Y	292	25	267
T	1	3	1	1	Z	T1311●●●●Z	304	45	259
W	1	2	1	1	X	W1211●●●●X	4	0	4
W	1	2	1	1	Y	W1211●●●●Y	4	0	4
W	1	2	1	1	Z	W1211●●●●Z	4	0	4
W	1	3	1	1	X	W1311●●●●X	8	0	8
W	1	3	1	1	Y	W1311●●●●Y	8	0	8
W	1	3	1	1	Z	W1311●●●●Z	10	2	8
WO	1	2	1	2	X	WO1212●●●●X	80	0	80
WO	1	2	1	2	Y	WO1212●●●●Y	80	2	78
WO	1	2	1	2	Z	WO1212●●●●Z	104	1	103
WO	1	3	1	1	X	WO1311●●●●X	6	0	6
WO	1	3	1	1	Y	WO1311●●●●Y	6	0	6
WO	1	3	1	1	Z	WO1311●●●●Z	6	1	5
WO	1	3	1	2	X	WO1312●●●●X	234	4	230
WO	1	3	1	2	Y	WO1312●●●●Y	234	10	224
WO	1	3	1	2	Z	WO1312●●●●Z	290	6	284
WR	1	2	1	1	X	WR1211●●●●X	16	0	16
WR	1	2	1	1	Y	WR1211●●●●Y	16	0	16
WR	1	2	1	1	Z	WR1211●●●●Z	16	0	16
WR	1	2	1	2	X	WR1212●●●●X	20	0	20
WR	1	2	1	2	Y	WR1212●●●●Y	20	0	20
WR	1	2	1	2	Z	WR1212●●●●Z	26	1	25
WR	1	3	1	1	X	WR1311●●●●X	44	2	42
WR	1	3	1	1	Y	WR1311●●●●Y	44	1	43
WR	1	3	1	1	Z	WR1311●●●●Z	44	2	42
WR	1	3	1	2	X	WR1312●●●●X	16	0	16
WR	1	3	1	2	Y	WR1312●●●●Y	16	0	16
WR	1	3	1	2	Z	WR1312●●●●Z	16	1	15
WT	1	2	1	1	X	WT1211●●●●X	8	0	8
WT	1	2	1	1	Y	WT1211●●●●Y	8	0	8
WT	1	2	1	1	Z	WT1211●●●●Z	8	0	8
WT	1	3	1	1	X	WT1311●●●●X	8	1	7
WT	1	3	1	1	Y	WT1311●●●●Y	8	0	8
WT	1	3	1	1	Z	WT1311●●●●Z	8	0	8
R	1	2	1	1	X	R1211●●●●X	8	0	8
R	1	2	1	1	Y	R1211●●●●Y	8	0	8
R	1	2	1	1	Z	R1211●●●●Z	8	0	8
R	1	2	1	2	X	R1212●●●●X	2	0	2
R	1	2	1	2	Y	R1212●●●●Y	2	0	2
R	1	2	1	2	Z	R1212●●●●Z	4	0	4
R	1	3	1	1	X	R1311●●●●X	30	0	30
R	1	3	1	1	Y	R1311●●●●Y	30	4	26
R	1	3	1	1	Z	R1311●●●●Z	34	2	32
R	1	3	1	2	X	R1312●●●●X	88	5	83
R	1	3	1	2	Y	R1312●●●●Y	88	2	86
R	1	3	1	2	Z	R1312●●●●Z	88	0	88
						不明	510		
						総溶接線数	4064		

表7-41 構造形式および隅角位置、梁・柱の板組パターン別の溶接線数（円柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	2	1	6	6	X	IL2166●●●●X	2	0	2
IL	2	1	6	6	Y	IL2166●●●●Y	2	0	2
IL	2	1	6	6	Z	IL2166●●●●Z	2	0	2
IL	2	3	7	6	X	IL2376●●●●X	2	0	2
IL	2	3	7	6	Y	IL2376●●●●Y	2	0	2
IL	2	3	7	6	Z	IL2376●●●●Z	2	0	2
IL	2	3	8	0	Z	IL2380●●●●Z	6	0	6
S	2	1	6	6	X	S2166●●●●X	66	2	64
S	2	1	6	6	Y	S2166●●●●Y	66	3	63
S	2	1	6	6	Z	S2166●●●●Z	66	0	66
S	2	2	8	0	X	S2180●●●●X	2	0	2
S	2	2	8	0	Y	S2180●●●●Y	2	0	2
S	2	2	8	0	Z	S2180●●●●Z	2	0	2
S	2	3	7	6	X	S2376●●●●X	100	0	100
S	2	3	7	6	Y	S2376●●●●Y	64	0	64
S	2	3	7	6	Z	S2376●●●●Z	64	0	64
S	2	3	8	0	X	S2380●●●●X	28	0	28
S	2	3	8	0	Y	S2380●●●●Y	28	0	28
S	2	3	8	0	Z	S2380●●●●Z	46	2	44
T	2	1	6	6	X	T2166●●●●X	172	9	163
T	2	1	6	6	Y	T2166●●●●Y	172	12	160
T	2	1	6	6	Z	T2166●●●●Z	164	2	162
T	2	1	6	8	X	T2168●●●●X	8	4	4
T	2	1	6	8	Y	T2168●●●●Y	8	2	6
T	2	1	6	8	Z	T2168●●●●Z	8	0	8
T	2	3	5	0	X	T2350●●●●X	36	1	35
T	2	3	5	0	Y	T2350●●●●Y	36	1	35
T	2	3	5	0	Z	T2350●●●●Z	36	4	32
T	2	3	6	6	X	T2366●●●●X	4	0	4
T	2	3	6	6	Y	T2366●●●●Y	4	0	4
T	2	3	6	6	Z	T2366●●●●Z	4	0	4
T	2	3	7	6	X	T2376●●●●X	140	6	134
T	2	3	7	6	Y	T2376●●●●Y	140	9	131
T	2	3	7	6	Z	T2376●●●●Z	140	10	130
T	2	3	7	7	Z	T2377●●●●Z	4	1	3
T	2	3	7	8	X	T2378●●●●X	8	4	4
T	2	3	7	8	Y	T2378●●●●Y	8	0	8
T	2	3	7	8	Z	T2378●●●●Z	8	0	8
T	2	3	8	0	X	T2380●●●●X	74	3	71
T	2	3	8	0	Y	T2380●●●●Y	72	0	72
T	2	3	8	0	Z	T2380●●●●Z	74	0	74
W	2	1	6	6	X	W2166●●●●X	12	0	12
W	2	1	6	6	Y	W2166●●●●Y	12	0	12
W	2	1	6	6	Z	W2166●●●●Z	12	0	12
W	2	2	7	6	X	W2276●●●●X	12	1	11
W	2	2	7	6	Y	W2276●●●●Y	12	3	9
W	2	2	7	6	Z	W2276●●●●Z	12	3	9
W	2	3	7	6	X	W2376●●●●X	24	1	23
W	2	3	7	6	Y	W2376●●●●Y	24	1	23
W	2	3	7	6	Z	W2376●●●●Z	24	7	17
WO	2	1	6	6	X	WO2166●●●●X	2	0	2
WO	2	1	6	6	Y	WO2166●●●●Y	2	0	2
WO	2	2	7	6	X	WO2276●●●●X	2	0	2
WO	2	2	7	6	Y	WO2276●●●●Y	2	0	2
WO	2	2	7	6	Z	WO2276●●●●Z	2	0	2
WO	2	3	7	6	X	WO2376●●●●X	8	0	8
WO	2	3	7	6	Y	WO2376●●●●Y	8	0	8
WO	2	3	7	6	Z	WO2376●●●●Z	8	0	8
WR	2	3	4	0	X	WR2340●●●●X	8	0	8
WR	2	3	4	0	Y	WR2340●●●●Y	8	0	8
WR	2	3	4	0	Z	WR2340●●●●Z	8	0	8
WR	2	3	5	0	X	WR2350●●●●X	8	0	8
WR	2	3	5	0	Y	WR2350●●●●Y	8	0	8
WR	2	3	5	0	Z	WR2350●●●●Z	8	0	8
WR	2	3	7	6	X	WR2376●●●●X	12	0	12
WR	2	3	7	6	Y	WR2376●●●●Y	12	1	11
WR	2	3	7	6	Z	WR2376●●●●Z	12	1	11
WT	2	1	6	6	X	WT2166●●●●X	2	0	2
WT	2	1	6	6	Y	WT2166●●●●Y	2	0	2
WT	2	1	6	6	Z	WT2166●●●●Z	2	0	2
WT	2	3	7	6	X	WT2376●●●●X	2	0	2
WT	2	3	7	6	Y	WT2376●●●●Y	2	1	1
WT	2	3	7	6	Z	WT2376●●●●Z	2	0	2
R	2	2	7	6	X	R2276●●●●X	20	0	20
R	2	2	7	6	Y	R2276●●●●Y	20	0	20
R	2	2	7	6	Z	R2276●●●●Z	20	0	20
R	2	3	7	6	X	R2376●●●●X	40	0	40
R	2	3	7	6	Y	R2376●●●●Y	40	0	40
R	2	3	7	6	Z	R2376●●●●Z	40	0	40
R	2	3	8	0	X	R2380●●●●X	16	0	16
R	2	3	8	0	Y	R2380●●●●Y	16	0	16
R	2	3	8	0	Z	R2380●●●●Z	16	0	16
						不明	502		
						総溶接線数	2876		

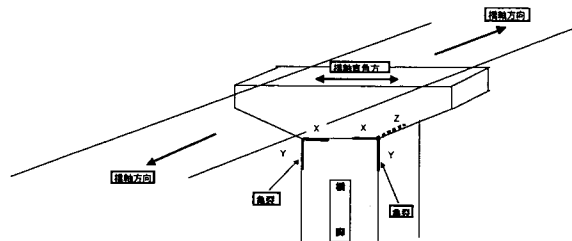
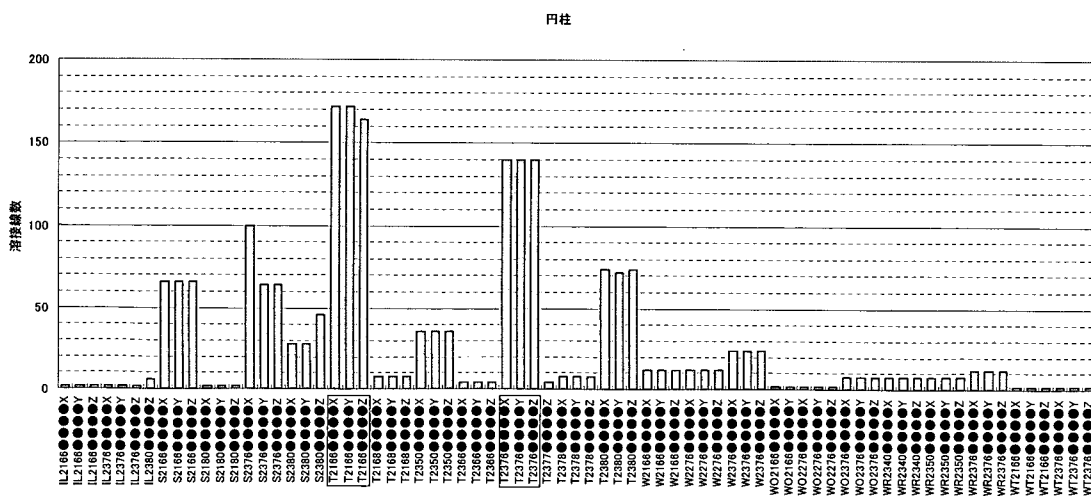
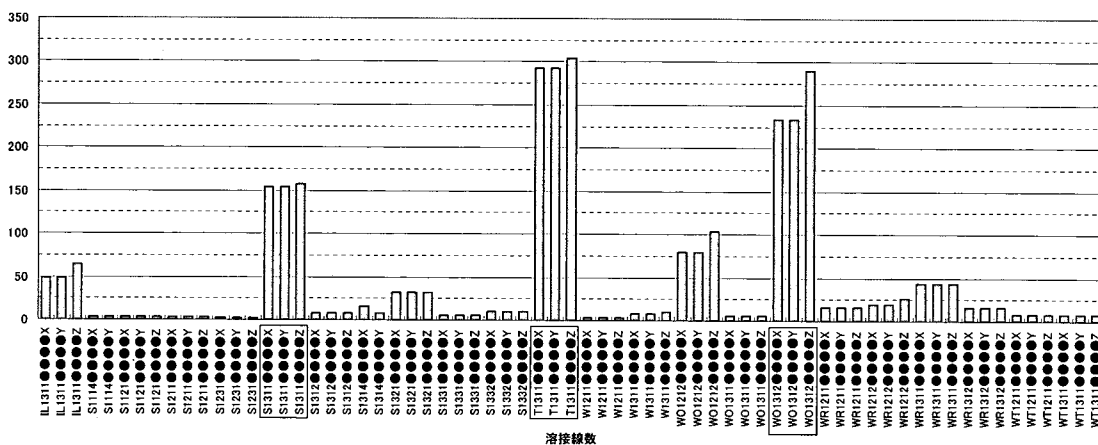
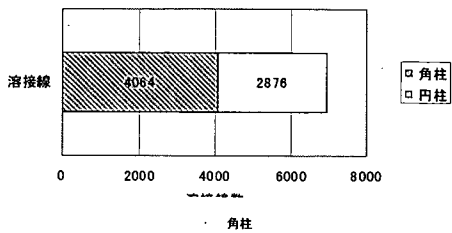


図7-32 溶接線方向



※□は母数が多い箇所を示す。

図7-33 構造形式、隅角位置および梁・柱の板組パターン別の溶接線数

表7-42 構造形式および隅角位置、梁・柱の板組パターン別の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1311●●●●X	2.1%	97.9%	48溶接線
IL1311●●●●Y	8.3%	91.7%	48溶接線
IL1311●●●●Z	17.2%	82.8%	64溶接線
S1114●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
S1114●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S1121●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
S1121●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S1121●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S1211●●●●X	25.0%	75.0%	4溶接線
S1211●●●●Y	50.0%	50.0%	4溶接線
S1211●●●●Z	50.0%	50.0%	4溶接線
S1231●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
S1231●●●●Y	50.0%	50.0%	2溶接線
S1231●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S1311●●●●X	9.7%	90.3%	154溶接線
S1311●●●●Y	13.6%	86.4%	154溶接線
S1311●●●●Z	17.1%	82.9%	158溶接線
S1312●●●●X	25.0%	75.0%	8溶接線
S1312●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S1312●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S1314●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
S1314●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S1321●●●●X	3.1%	96.9%	32溶接線
S1321●●●●Y	3.1%	96.9%	32溶接線
S1321●●●●Z	9.4%	90.6%	32溶接線
S1331●●●●X	33.3%	66.7%	6溶接線
S1331●●●●Y	50.0%	50.0%	6溶接線
S1331●●●●Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S1332●●●●X	50.0%	50.0%	10溶接線
S1332●●●●Y	30.0%	70.0%	10溶接線
S1332●●●●Z	20.0%	80.0%	10溶接線
T1311●●●●X	11.0%	89.0%	292溶接線
T1311●●●●Y	8.6%	91.4%	292溶接線
T1311●●●●Z	14.8%	85.2%	304溶接線
W1211●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
W1211●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
W1211●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
W1311●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
W1311●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
W1311●●●●Z	20.0%	80.0%	10溶接線
WO1212●●●●X	0.0%	100.0%	80溶接線
WO1212●●●●Y	2.5%	97.5%	80溶接線
WO1212●●●●Z	1.0%	99.0%	104溶接線
WO1311●●●●X	0.0%	100.0%	6溶接線
WO1311●●●●Y	0.0%	100.0%	6溶接線
WO1311●●●●Z	16.7%	83.3%	6溶接線
WO1312●●●●X	1.7%	98.3%	234溶接線
WO1312●●●●Y	4.3%	95.7%	234溶接線
WO1312●●●●Z	2.1%	97.9%	290溶接線
WR1211●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1211●●●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1211●●●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1212●●●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
WR1212●●●●Y	0.0%	100.0%	20溶接線
WR1212●●●●Z	3.8%	96.2%	26溶接線
WR1311●●●●X	4.5%	95.5%	44溶接線
WR1311●●●●Y	2.3%	97.7%	44溶接線
WR1311●●●●Z	4.5%	95.5%	44溶接線
WR1312●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1312●●●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1312●●●●Z	6.3%	93.8%	16溶接線
WT1211●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WT1211●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WT1211●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WT1311●●●●X	12.5%	87.5%	8溶接線
WT1311●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WT1311●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
R1211●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
R1211●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
R1211●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
R1212●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
R1212●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
R1212●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
R1311●●●●X	0.0%	100.0%	30溶接線
R1311●●●●Y	13.3%	86.7%	30溶接線
R1311●●●●Z	5.9%	94.1%	34溶接線
R1312●●●●X	5.7%	94.3%	88溶接線
R1312●●●●Y	2.3%	97.7%	88溶接線
R1312●●●●Z	0.0%	100.0%	88溶接線

表6-43 構造形式および隅角位置、梁・柱の板組パターン別の損傷発生率（円柱）

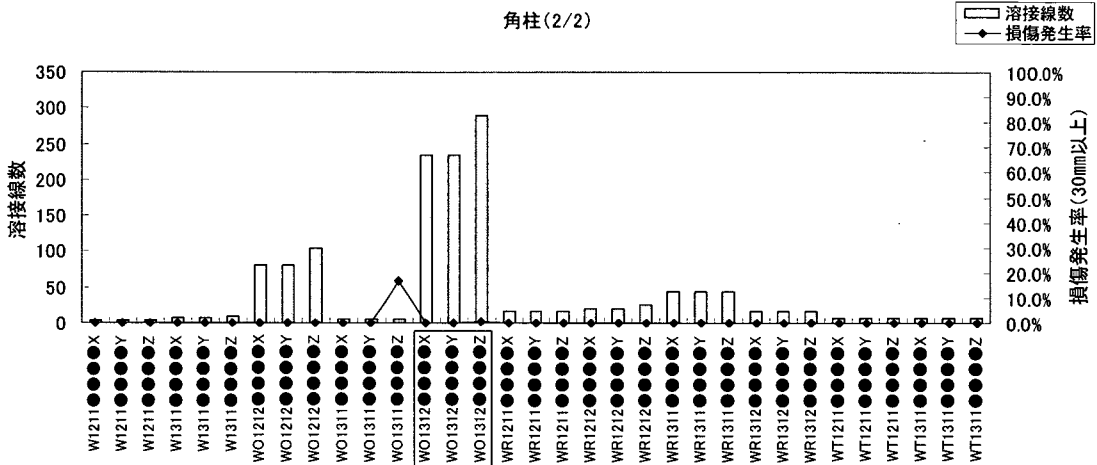
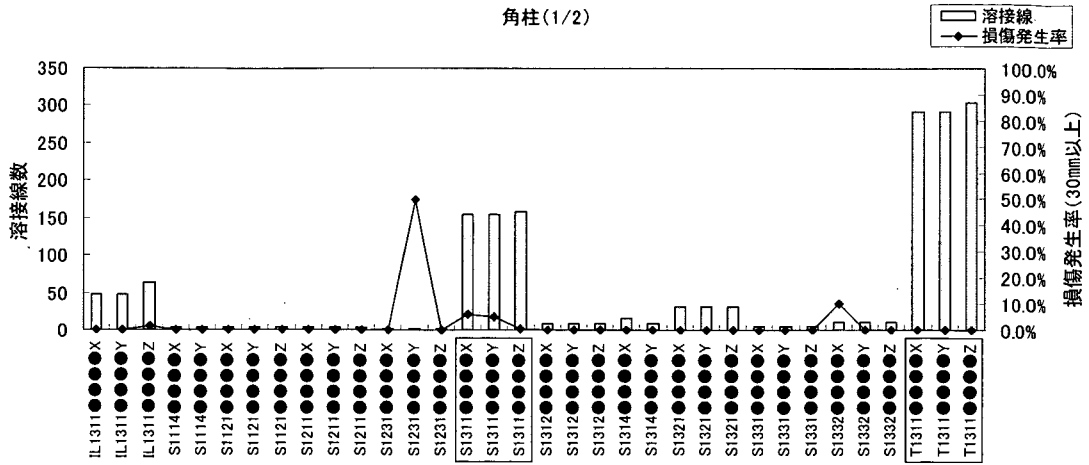
コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2166●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2166●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2166●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2376●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2376●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2376●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2380●●●●Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S2166●●●●X	3.0%	97.0%	66溶接線
S2166●●●●Y	4.5%	95.5%	66溶接線
S2166●●●●Z	0.0%	100.0%	66溶接線
S2180●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
S2180●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
S2180●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S2376●●●●X	0.0%	100.0%	100溶接線
S2376●●●●Y	0.0%	100.0%	64溶接線
S2376●●●●Z	0.0%	100.0%	64溶接線
S2380●●●●X	0.0%	100.0%	28溶接線
S2380●●●●Y	0.0%	100.0%	28溶接線
S2380●●●●Z	4.3%	95.7%	46溶接線
T2166●●●●X	5.2%	94.8%	172溶接線
T2166●●●●Y	7.0%	93.0%	172溶接線
T2166●●●●Z	1.2%	98.8%	164溶接線
T2168●●●●X	50.0%	50.0%	8溶接線
T2168●●●●Y	25.0%	75.0%	8溶接線
T2168●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T2350●●●●X	2.8%	97.2%	36溶接線
T2350●●●●Y	2.8%	97.2%	36溶接線
T2350●●●●Z	11.1%	88.9%	36溶接線
T2366●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
T2366●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
T2366●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
T2376●●●●X	4.3%	95.7%	140溶接線
T2376●●●●Y	6.4%	93.6%	140溶接線
T2376●●●●Z	7.1%	92.9%	140溶接線
T2377●●●●Z	25.0%	75.0%	4溶接線
T2378●●●●X	50.0%	50.0%	8溶接線
T2378●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
T2378●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T2380●●●●X	4.1%	95.9%	74溶接線
T2380●●●●Y	0.0%	100.0%	72溶接線
T2380●●●●Z	0.0%	100.0%	74溶接線
W2166●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
W2166●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W2166●●●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
W2276●●●●X	8.3%	91.7%	12溶接線
W2276●●●●Y	25.0%	75.0%	12溶接線
W2276●●●●Z	25.0%	75.0%	12溶接線
W2376●●●●X	4.2%	95.8%	24溶接線
W2376●●●●Y	4.2%	95.8%	24溶接線
W2376●●●●Z	29.2%	70.8%	24溶接線
WO2166●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2166●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2276●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2276●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2276●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2376●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WO2376●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WO2376●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2340●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2340●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2340●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2350●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2350●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2350●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2376●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2376●●●●Y	8.3%	91.7%	12溶接線
WR2376●●●●Z	8.3%	91.7%	12溶接線
WT2166●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2166●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2166●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2376●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2376●●●●Y	50.0%	50.0%	2溶接線
WT2376●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
R2276●●●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
R2276●●●●Y	0.0%	100.0%	20溶接線
R2276●●●●Z	0.0%	100.0%	20溶接線
R2376●●●●X	0.0%	100.0%	40溶接線
R2376●●●●Y	0.0%	100.0%	40溶接線
R2376●●●●Z	0.0%	100.0%	40溶接線
R2380●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
R2380●●●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
R2380●●●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線

表7-44 構造形式および隅角位置、梁・柱の板組パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL1311●●●●X	0.0%	100.0%	48溶接線
IL1311●●●●Y	0.0%	100.0%	48溶接線
IL1311●●●●Z	1.6%	98.4%	64溶接線
S1114●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
S1114●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S1121●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
S1121●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S1121●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S1211●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
S1211●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S1211●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S1231●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
S1231●●●●Y	50.0%	50.0%	2溶接線
S1231●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S1311●●●●X	5.8%	94.2%	154溶接線
S1311●●●●Y	5.2%	94.8%	154溶接線
S1311●●●●Z	0.6%	99.4%	158溶接線
S1312●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
S1312●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S1312●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S1314●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
S1314●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S1321●●●●X	0.0%	100.0%	32溶接線
S1321●●●●Y	0.0%	100.0%	32溶接線
S1321●●●●Z	0.0%	100.0%	32溶接線
S1331●●●●X	0.0%	100.0%	6溶接線
S1331●●●●Y	0.0%	100.0%	6溶接線
S1331●●●●Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S1332●●●●X	10.0%	90.0%	10溶接線
S1332●●●●Y	0.0%	100.0%	10溶接線
S1332●●●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線
T1311●●●●X	0.0%	100.0%	292溶接線
T1311●●●●Y	0.0%	100.0%	292溶接線
T1311●●●●Z	0.0%	100.0%	304溶接線
W1211●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
W1211●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
W1211●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
W1311●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
W1311●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
W1311●●●●Z	0.0%	100.0%	10溶接線
WO1212●●●●X	0.0%	100.0%	80溶接線
WO1212●●●●Y	0.0%	100.0%	80溶接線
WO1212●●●●Z	0.0%	100.0%	104溶接線
WO1311●●●●X	0.0%	100.0%	6溶接線
WO1311●●●●Y	0.0%	100.0%	6溶接線
WO1311●●●●Z	16.7%	83.3%	6溶接線
WO1312●●●●X	0.0%	100.0%	234溶接線
WO1312●●●●Y	0.0%	100.0%	234溶接線
WO1312●●●●Z	0.3%	99.7%	290溶接線
WR1211●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1211●●●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1211●●●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1212●●●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
WR1212●●●●Y	0.0%	100.0%	20溶接線
WR1212●●●●Z	0.0%	100.0%	26溶接線
WR1311●●●●X	0.0%	100.0%	44溶接線
WR1311●●●●Y	0.0%	100.0%	44溶接線
WR1311●●●●Z	0.0%	100.0%	44溶接線
WR1312●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1312●●●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WR1312●●●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線
WT1211●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WT1211●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WT1211●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WT1311●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WT1311●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WT1311●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
R1211●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
R1211●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
R1211●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
R1212●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
R1212●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
R1212●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
R1311●●●●X	0.0%	100.0%	30溶接線
R1311●●●●Y	0.0%	100.0%	30溶接線
R1311●●●●Z	0.0%	100.0%	34溶接線
R1312●●●●X	0.0%	100.0%	88溶接線
R1312●●●●Y	0.0%	100.0%	88溶接線
R1312●●●●Z	0.0%	100.0%	88溶接線

表7-45 構造形式および隅角位置、梁・柱の板組パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL2166●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2166●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2166●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2376●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2376●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2376●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL2380●●●●●Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S2166●●●●●X	0.0%	100.0%	66溶接線
S2166●●●●●Y	0.0%	100.0%	66溶接線
S2166●●●●●Z	0.0%	100.0%	66溶接線
S2180●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
S2180●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
S2180●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S2376●●●●●X	0.0%	100.0%	100溶接線
S2376●●●●●Y	0.0%	100.0%	64溶接線
S2376●●●●●Z	0.0%	100.0%	64溶接線
S2380●●●●●X	0.0%	100.0%	28溶接線
S2380●●●●●Y	0.0%	100.0%	28溶接線
S2380●●●●●Z	0.0%	100.0%	46溶接線
T2166●●●●●X	2.9%	97.1%	172溶接線
T2166●●●●●Y	2.9%	97.1%	172溶接線
T2166●●●●●Z	0.0%	100.0%	164溶接線
T2168●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
T2168●●●●●Y	12.5%	87.5%	8溶接線
T2168●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T2350●●●●●X	0.0%	100.0%	36溶接線
T2350●●●●●Y	0.0%	100.0%	36溶接線
T2350●●●●●Z	2.8%	97.2%	36溶接線
T2366●●●●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
T2366●●●●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
T2366●●●●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
T2376●●●●●X	1.4%	98.6%	140溶接線
T2376●●●●●Y	0.0%	100.0%	140溶接線
T2376●●●●●Z	1.4%	98.6%	140溶接線
T2377●●●●●Z	25.0%	75.0%	4溶接線
T2378●●●●●X	12.5%	87.5%	8溶接線
T2378●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
T2378●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T2380●●●●●X	1.4%	98.6%	74溶接線
T2380●●●●●Y	0.0%	100.0%	72溶接線
T2380●●●●●Z	0.0%	100.0%	74溶接線
W2166●●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
W2166●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W2166●●●●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
W2276●●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
W2276●●●●●Y	16.7%	83.3%	12溶接線
W2276●●●●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
W2376●●●●●X	0.0%	100.0%	24溶接線
W2376●●●●●Y	4.2%	95.8%	24溶接線
W2376●●●●●Z	0.0%	100.0%	24溶接線
WO2166●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2166●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2276●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2276●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2276●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WO2376●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WO2376●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WO2376●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2340●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2340●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2340●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2350●●●●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2350●●●●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2350●●●●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR2376●●●●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2376●●●●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR2376●●●●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WT2166●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2166●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2166●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2376●●●●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2376●●●●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT2376●●●●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
R2276●●●●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
R2276●●●●●Y	0.0%	100.0%	20溶接線
R2276●●●●●Z	0.0%	100.0%	20溶接線
R2376●●●●●X	0.0%	100.0%	40溶接線
R2376●●●●●Y	0.0%	100.0%	40溶接線
R2376●●●●●Z	0.0%	100.0%	40溶接線
R2380●●●●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
R2380●●●●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
R2380●●●●●Z	0.0%	100.0%	16溶接線

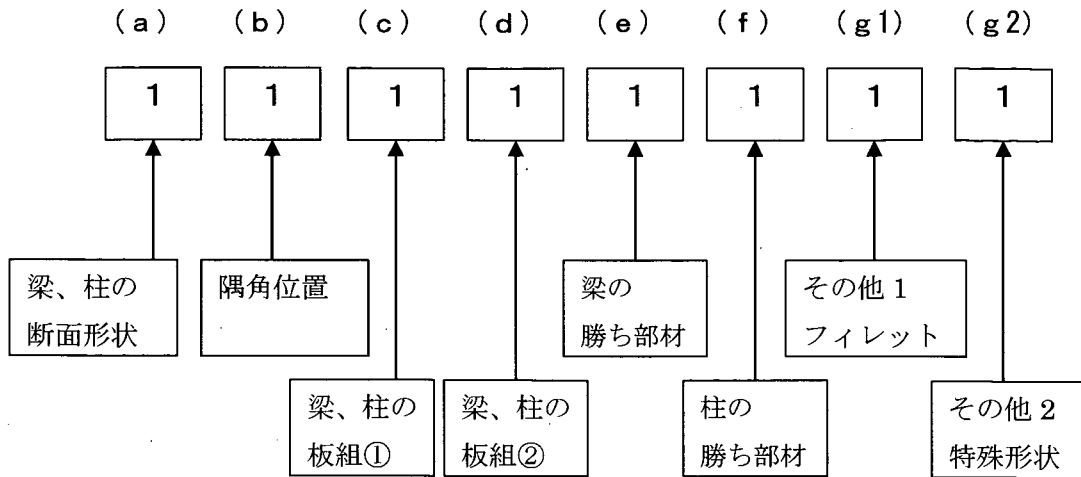


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-36 構造形式、隅角位置および梁・柱の板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

7.10 分析⑧-10

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材と損傷の有無の関係



形式 記号	T型 T	逆L型 IL	単層		2層		その他 R
			ラーメン S	ラーメン W	両張出ラーメン WO	ラケット型 WR	
概要図							—

【分析結果】

分析⑧-2で隅角位置と損傷発生数の関係について構造形式別に分析を行ったが、さらに(e), (f)梁・柱の勝ち部材パターンと損傷発生との関係について分析した。

図 7-40 に隅角位置における勝ち部材パターン別の損傷発生率を構造形式別に示す。

角柱は、母数の多い「隅角位置③、梁・柱ウェブ勝ち部材」(13●●22●●)と「隅角位置③、梁フランジ・柱フランジ勝ち部材」(13●●11●●)について構造形式別に損傷発生率を見る。「隅角位置③、梁・柱ウェブ勝ち部材」(13●●22●●)では、T型橋脚(T13●●22●●)で22.7%、単層ラーメン橋脚(S13●●22●●)で26.8%の損傷発生率を示し、「隅角位置③、梁フランジ・柱フランジ勝ち部材」(13●●11●●)では、単層ラーメン橋脚(S13●●11●●)で25.0%とやや高い傾向を示している。

円柱は、「隅角位置③、梁フランジ勝ち部材」(23●●10●●)のT型橋脚(T23●●10●●)で13.1%、単層ラーメン橋脚(S23●●10●●)で8.2%の損傷発生率を示している。

【考察】

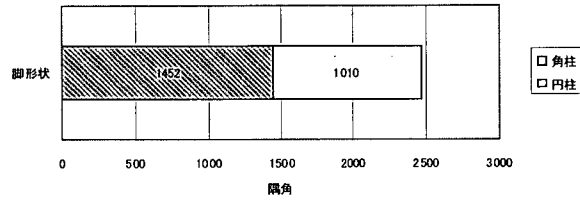
角柱、円柱とも構造形式により損傷発生率のばらつきが見られるが、図 7-41 より損傷長さ 30 mm以上の損傷発生率を見ると、母数の多いものはいずれも数%程度以下の損傷発生率を示し、構造形式による有為差は不明である。

表7-46 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の隅角数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	1	3	2	2	IL13●●22●●	64	15	49
S	1	1	1	1	S11●●11●●	8	0	8
S	1	2	1	1	S12●●11●●	2	1	1
S	1	2	1	2	S12●●12●●	4	2	2
S	1	3	1	1	S13●●11●●	80	20	60
S	1	3	1	2	S13●●12●●	8	6	2
S	1	3	2	2	S13●●22●●	138	37	101
T	1	3	1	2	T13●●12●●	16	7	9
T	1	3	2	2	T13●●22●●	264	60	204
W	1	2	2	2	W12●●22●●	4	0	4
W	1	3	1	1	W13●●11●●	4	0	4
W	1	3	2	2	W13●●22●●	6	2	4
WO	1	2	1	1	WO12●●11●●	56	1	55
WO	1	2	2	2	WO12●●22●●	50	4	46
WO	1	3	1	1	WO13●●11●●	130	15	115
WO	1	3	2	2	WO13●●22●●	180	10	170
WR	1	2	1	1	WR12●●11●●	8	1	7
WR	1	2	2	2	WR12●●22●●	34	0	34
WR	1	3	1	1	WR13●●11●●	12	2	10
WR	1	3	2	2	WR13●●22●●	48	1	47
WT	1	2	2	2	WT12●●22●●	8	0	8
WT	1	3	1	2	WT13●●12●●	2	0	2
WT	1	3	2	2	WT13●●22●●	6	1	5
R	1	2	1	1	R12●●11●●	4	0	4
R	1	2	2	2	R12●●22●●	12	1	11
R	1	3	1	1	R13●●11●●	12	2	10
R	1	3	2	2	R13●●22●●	108	7	101
					不明	184		
総隅角数						1452		

表7-47 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の隅角数（円柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(e)梁の勝ち部材	(f)柱の勝ち部材	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	2	1	1	0	IL21●●10●●	2	0	2
IL	2	3	2	0	IL21●●20●●	8	0	8
S	2	1	1	0	S21●●10●●	66	8	58
S	2	1	2	0	S21●●20●●	26	4	22
S	2	2	2	0	S22●●20●●	2	0	2
S	2	3	1	0	S23●●10●●	122	10	112
S	2	3	2	0	S23●●20●●	56	4	52
T	2	1	1	0	T21●●10●●	136	23	113
T	2	1	2	0	T21●●20●●	68	16	52
T	2	3	1	0	T23●●10●●	236	31	205
T	2	3	2	0	T23●●20●●	68	14	54
W	2	1	1	0	W21●●10●●	12	0	12
W	2	2	1	0	W22●●10●●	12	5	7
W	2	3	1	0	W23●●10●●	24	8	16
WO	2	1	1	0	WO21●●10●●	2	0	2
WO	2	2	1	0	WO22●●10●●	2	0	2
WO	2	3	1	0	WO23●●10●●	8	0	8
WR	2	3	1	0	WR23●●10●●	16	2	14
WR	2	3	2	0	WR23●●20●●	12	0	12
WT	2	1	1	0	WT21●●10●●	2	0	2
WT	2	3	1	0	WT23●●10●●	2	1	1
R	2	1	1	0	R21●●10●●	8	0	8
R	2	2	1	0	R22●●10●●	20	0	20
R	2	3	1	0	R23●●10●●	60	0	60
R	2	3	2	0	R23●●20●●	4	0	4
					不明	36		
総隅角数						1010		



角柱1452隅角

円柱1010隅角

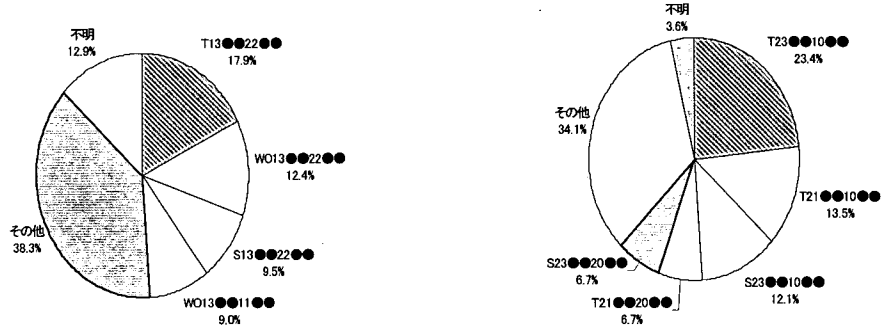
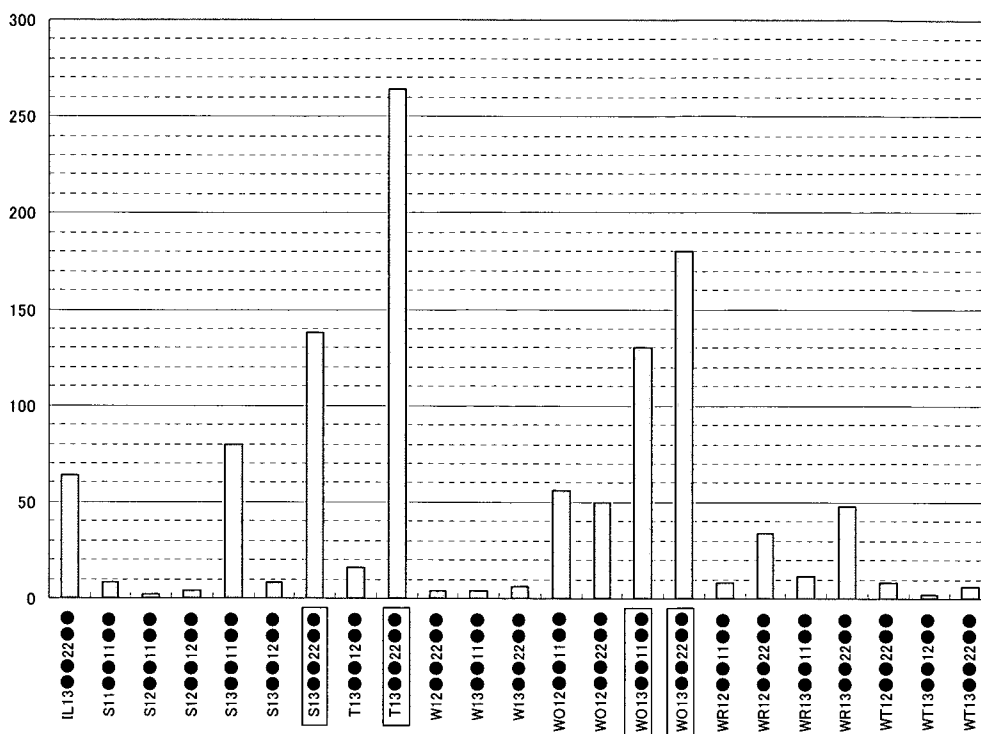
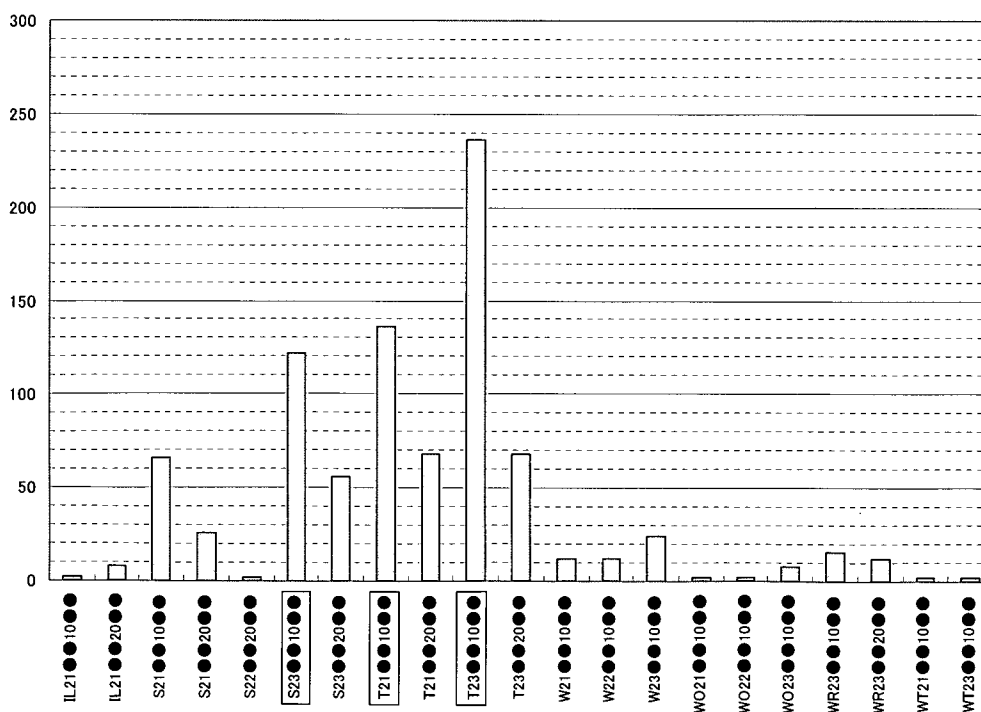


図7-38 構造形式および勝ち部材パターンの隅角数比率

角柱



円柱



※□は母数が多い箇所を示す。

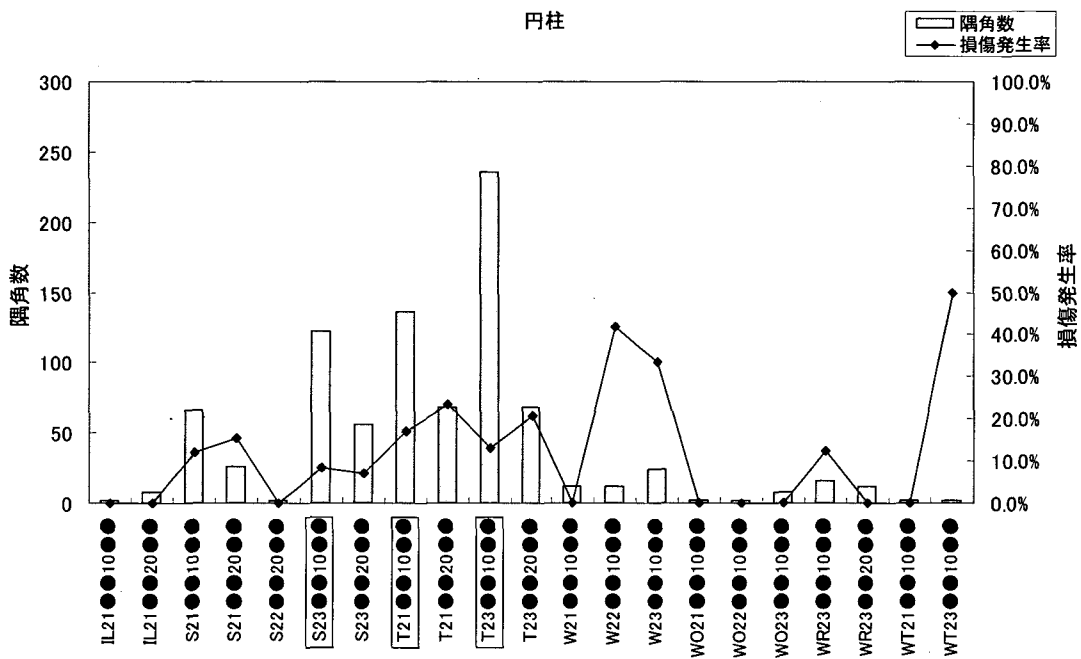
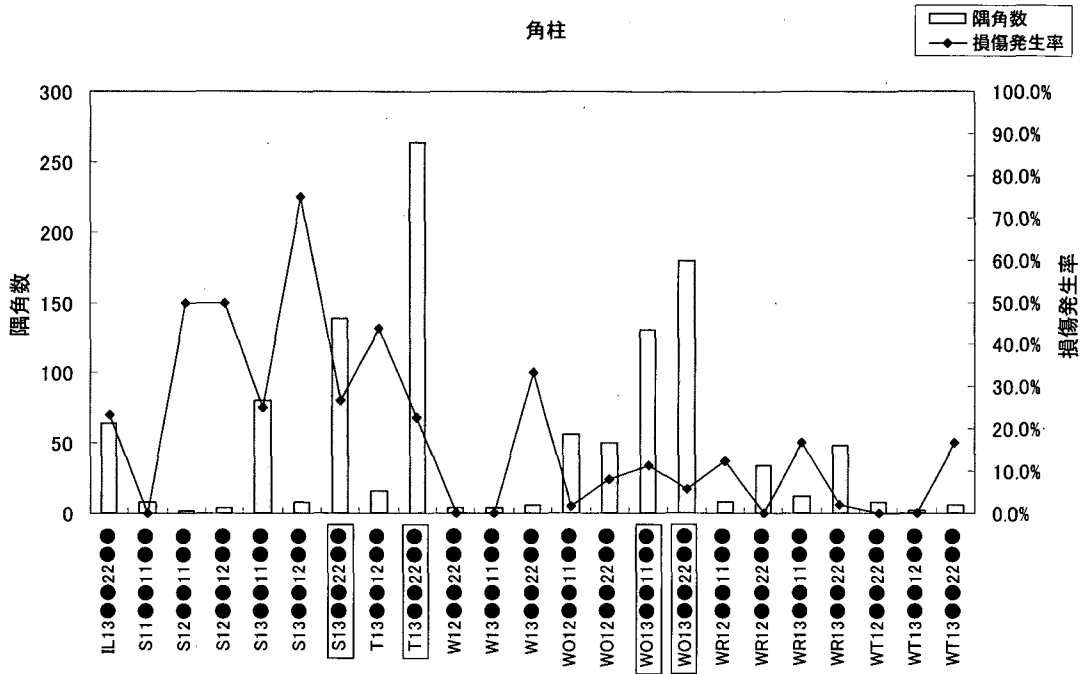
図7-39 構造形式および勝ち部材パターン別の隅角数

表7-48 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の
の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13●●22●●	23.4%	76.6%	64隅角
S11●●11●●	0.0%	100.0%	8隅角
S12●●11●●	50.0%	50.0%	2隅角
S12●●12●●	50.0%	50.0%	4隅角
S13●●11●●	25.0%	75.0%	80隅角
S13●●12●●	75.0%	25.0%	8隅角
S13●●22●●	26.8%	73.2%	138隅角
T13●●12●●	43.8%	56.3%	16隅角
T13●●22●●	22.7%	77.3%	264隅角
W12●●22●●	0.0%	100.0%	4隅角
W13●●11●●	0.0%	100.0%	4隅角
W13●●22●●	33.3%	66.7%	6隅角
WO12●●11●●	1.8%	98.2%	56隅角
WO12●●22●●	8.0%	92.0%	50隅角
WO13●●11●●	11.5%	88.5%	130隅角
WO13●●22●●	5.6%	94.4%	180隅角
WR12●●11●●	12.5%	87.5%	8隅角
WR12●●22●●	0.0%	100.0%	34隅角
WR13●●11●●	16.7%	83.3%	12隅角
WR13●●22●●	2.1%	97.9%	48隅角
WT12●●22●●	0.0%	100.0%	8隅角
WT13●●12●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT13●●22●●	16.7%	83.3%	6隅角
R12●●11●●	0.0%	100.0%	4隅角
R12●●22●●	8.3%	91.7%	12隅角
R13●●11●●	16.7%	83.3%	12隅角
R13●●22●●	6.5%	93.5%	108隅角

表7-49 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の
の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL21●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL21●●20●●	0.0%	100.0%	8隅角
S21●●10●●	12.1%	87.9%	66隅角
S21●●20●●	15.4%	84.6%	26隅角
S22●●20●●	0.0%	100.0%	2隅角
S23●●10●●	8.2%	91.8%	122隅角
S23●●20●●	7.1%	92.9%	56隅角
T21●●10●●	16.9%	83.1%	136隅角
T21●●20●●	23.5%	76.5%	68隅角
T23●●10●●	13.1%	86.9%	236隅角
T23●●20●●	20.6%	79.4%	68隅角
W21●●10●●	0.0%	100.0%	12隅角
W22●●10●●	41.7%	58.3%	12隅角
W23●●10●●	33.3%	66.7%	24隅角
WO21●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO22●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO23●●10●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR23●●10●●	12.5%	87.5%	16隅角
WR23●●20●●	0.0%	100.0%	12隅角
WT21●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT23●●10●●	50.0%	50.0%	2隅角
R21●●10●●	0.0%	100.0%	8隅角
R22●●10●●	0.0%	100.0%	20隅角
R23●●10●●	0.0%	100.0%	60隅角
R23●●20●●	0.0%	100.0%	4隅角



※□は母数が多い箇所を示す。

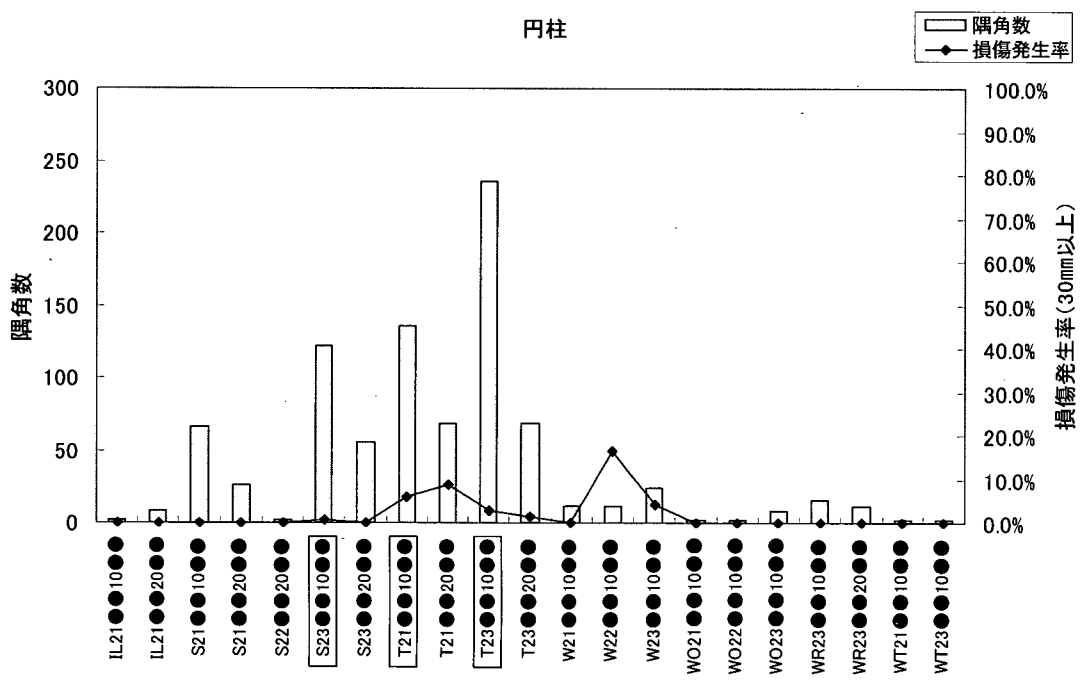
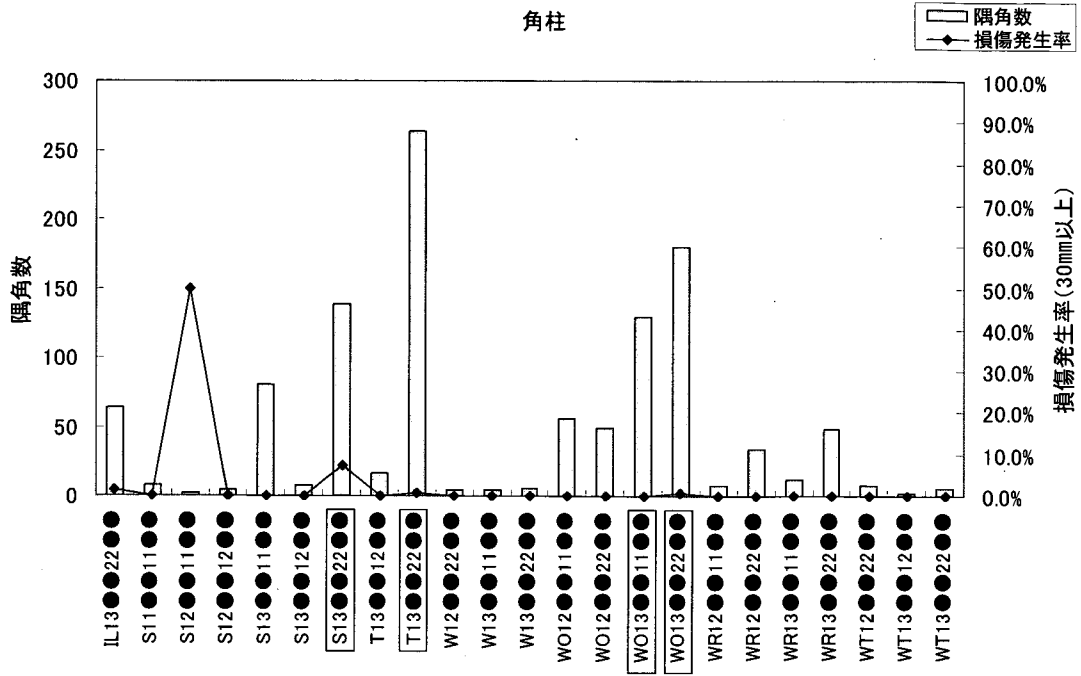
図7-40 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷発生率

表7-50 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13●●22●●	1.6%	98.4%	64隅角
S11●●11●●	0.0%	100.0%	8隅角
S12●●11●●	50.0%	50.0%	2隅角
S12●●12●●	0.0%	100.0%	4隅角
S13●●11●●	0.0%	100.0%	80隅角
S13●●12●●	0.0%	100.0%	8隅角
S13●●22●●	7.2%	92.8%	138隅角
T13●●12●●	0.0%	100.0%	16隅角
T13●●22●●	0.8%	99.2%	264隅角
W12●●22●●	0.0%	100.0%	4隅角
W13●●11●●	0.0%	100.0%	4隅角
W13●●22●●	0.0%	100.0%	6隅角
WO12●●11●●	0.0%	100.0%	56隅角
WO12●●22●●	0.0%	100.0%	50隅角
WO13●●11●●	0.0%	100.0%	130隅角
WO13●●22●●	0.6%	99.4%	180隅角
WR12●●11●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR12●●22●●	0.0%	100.0%	34隅角
WR13●●11●●	0.0%	100.0%	12隅角
WR13●●22●●	0.0%	100.0%	48隅角
WT12●●22●●	0.0%	100.0%	8隅角
WT13●●12●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT13●●22●●	0.0%	100.0%	6隅角
R12●●11●●	0.0%	100.0%	4隅角
R12●●22●●	8.3%	91.7%	12隅角
R13●●11●●	0.0%	100.0%	12隅角
R13●●22●●	0.0%	100.0%	108隅角

表7-51 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL21●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
IL21●●20●●	0.0%	100.0%	8隅角
S21●●10●●	0.0%	100.0%	66隅角
S21●●20●●	0.0%	100.0%	26隅角
S22●●20●●	0.0%	100.0%	2隅角
S23●●10●●	0.8%	99.2%	122隅角
S23●●20●●	0.0%	100.0%	56隅角
T21●●10●●	5.9%	94.1%	136隅角
T21●●20●●	8.8%	91.2%	68隅角
T23●●10●●	3.0%	97.0%	236隅角
T23●●20●●	1.5%	98.5%	68隅角
W21●●10●●	0.0%	100.0%	12隅角
W22●●10●●	16.7%	83.3%	12隅角
W23●●10●●	4.2%	95.8%	24隅角
WO21●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO22●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
WO23●●10●●	0.0%	100.0%	8隅角
WR23●●10●●	0.0%	100.0%	16隅角
WR23●●20●●	0.0%	100.0%	12隅角
WT21●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
WT23●●10●●	0.0%	100.0%	2隅角
R21●●10●●	0.0%	100.0%	8隅角
R22●●10●●	0.0%	100.0%	20隅角
R23●●10●●	0.0%	100.0%	60隅角
R23●●20●●	0.0%	100.0%	4隅角

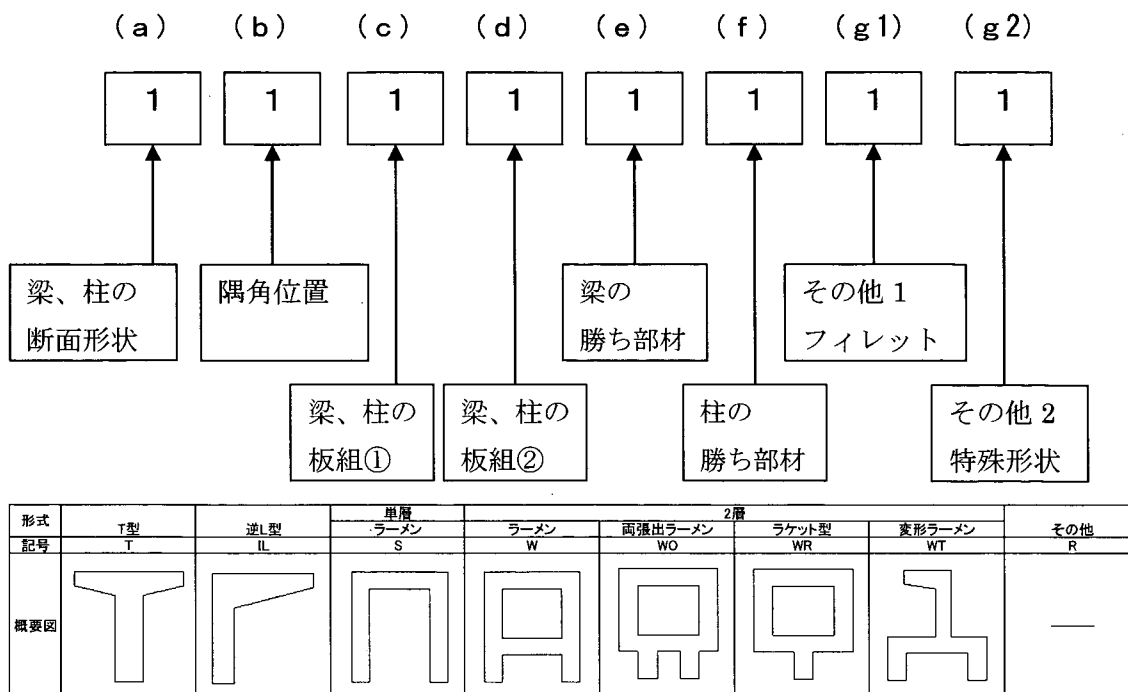


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-41 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

7.11 分析⑧-11

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(c)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材、溶接線方向と損傷の有無の関係



【分析結果】

分析⑧-10で隅角位置における(e), (f)梁・柱の勝ち部材パターンと損傷発生の関係について構造形式別に分析を行ったが、さらに溶接線方向(x, y, z)と損傷発生について分析した。

図7-44、図7-45に、溶接線方向の損傷発生率を構造形式別に示す。

角柱は、母数が多い「隅角位置③、梁・柱ウェブ勝ち部材」(13●●22●●)と「隅角位置③、梁・柱フランジ勝ち部材」(13●●11●●)の溶接線方向の損傷発生率を構造形式別に見ると、T型橋脚(T13●●22●●)z方向(梁フランジと柱フランジの溶接線)で14.2%、単層ラメン橋脚(S13●●22●●)z方向(梁フランジと柱フランジの溶接線)で15.2%、単層ラメン橋脚(S13●●11●●)x方向(梁の角溶接)で13.2%と他の方向よりやや高い傾向にある。

円柱は、「隅角位置①、梁フランジ勝ち部材」(21●●10●●)のT型橋脚(T21●●10●●)で、z方向(梁フランジと円柱の溶接線)で1.5%と他の方向より低い傾向にある。

【考察】

角柱、円柱とも構造形式により溶接線方向の損傷発生率にばらつきが見られるが、図7-46、図7-47より損傷長さ30mm以上の損傷発生率を見ると、母数の多いものはいずれも数%程度以下の損傷発生率を示しており、構造形式による溶接線方向の有為差は不明である。

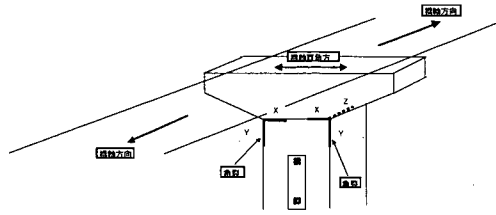


図7-42 溶接線方向

表7-52 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の溶接線数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁の勝部材	(d)柱の勝部材	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	1	3	2	2	X	IL13●●22●●X	48	1	47
IL	1	3	2	2	Y	IL13●●22●●Y	48	4	44
IL	1	3	2	2	Z	IL13●●22●●Z	64	11	53
S	1	1	1	1	X	S11●●11●●X	8	0	8
S	1	1	1	1	Y	S11●●11●●Y	8	0	8
S	1	1	1	1	Z	S11●●11●●Z	4	0	4
S	1	2	1	1	X	S12●●11●●X	2	0	2
S	1	2	1	1	Y	S12●●11●●Y	2	1	1
S	1	2	1	1	Z	S12●●11●●Z	2	0	2
S	1	2	1	2	X	S12●●12●●X	4	1	3
S	1	2	1	2	Y	S12●●12●●Y	4	2	2
S	1	2	1	2	Z	S12●●12●●Z	4	2	2
S	1	3	1	1	X	S13●●11●●X	76	10	66
S	1	3	1	1	Y	S13●●11●●Y	68	7	61
S	1	3	1	1	Z	S13●●11●●Z	60	5	55
S	1	3	1	2	X	S13●●12●●X	8	2	6
S	1	3	1	2	Y	S13●●12●●Y	8	4	4
S	1	3	1	2	Z	S13●●12●●Z	8	2	6
S	1	3	2	2	X	S13●●22●●X	134	13	121
S	1	3	2	2	Y	S13●●22●●Y	134	14	120
S	1	3	2	2	Z	S13●●22●●Z	138	21	117
T	1	3	1	2	X	T13●●12●●X	16	7	9
T	1	3	1	2	Y	T13●●12●●Y	16	0	16
T	1	3	1	2	Z	T13●●12●●Z	16	1	15
T	1	3	2	2	X	T13●●22●●X	252	18	234
T	1	3	2	2	Y	T13●●22●●Y	252	22	230
T	1	3	2	2	Z	T13●●22●●Z	264	37	227
W	1	2	2	2	X	W12●●22●●X	4	0	4
W	1	2	2	2	Y	W12●●22●●Y	4	0	4
W	1	2	2	2	Z	W12●●22●●Z	4	0	4
W	1	3	1	1	X	W13●●11●●X	2	0	2
W	1	3	1	1	Y	W13●●11●●Y	2	0	2
W	1	3	1	1	Z	W13●●11●●Z	4	0	4
W	1	3	2	2	X	W13●●22●●X	6	0	6
W	1	3	2	2	Y	W13●●22●●Y	6	0	6
W	1	3	2	2	Z	W13●●22●●Z	6	2	4
WO	1	2	1	1	X	WO12●●11●●X	44	0	44
WO	1	2	1	1	Y	WO12●●11●●Y	44	1	43
WO	1	2	1	1	Z	WO12●●11●●Z	56	0	56
WO	1	2	2	2	X	WO12●●22●●X	38	0	38
WO	1	2	2	2	Y	WO12●●22●●Y	38	1	37
WO	1	2	2	2	Z	WO12●●22●●Z	50	3	47
WO	1	3	1	1	X	WO13●●11●●X	116	4	112
WO	1	3	1	1	Y	WO13●●11●●Y	116	7	109
WO	1	3	1	1	Z	WO13●●11●●Z	130	4	126
WO	1	3	2	2	X	WO13●●22●●X	138	0	138
WO	1	3	2	2	Y	WO13●●22●●Y	138	3	135
WO	1	3	2	2	Z	WO13●●22●●Z	180	7	173
WR	1	2	1	1	X	WR12●●11●●X	8	0	8
WR	1	2	1	1	Y	WR12●●11●●Y	8	0	8
WR	1	2	1	1	Z	WR12●●11●●Z	8	1	7
WR	1	2	2	2	X	WR12●●22●●X	28	0	28
WR	1	2	2	2	Y	WR12●●22●●Y	28	0	28
WR	1	2	2	2	Z	WR12●●22●●Z	34	0	34
WR	1	3	1	1	X	WR13●●11●●X	12	2	10
WR	1	3	1	1	Y	WR13●●11●●Y	12	1	11
WR	1	3	1	1	Z	WR13●●11●●Z	12	2	10
WR	1	3	2	2	X	WR13●●22●●X	48	0	48
WR	1	3	2	2	Y	WR13●●22●●Y	48	0	48
WR	1	3	2	2	Z	WR13●●22●●Z	48	1	47
WT	1	2	2	2	X	WT12●●22●●X	8	0	8
WT	1	2	2	2	Y	WT12●●22●●Y	8	0	8
WT	1	2	2	2	Z	WT12●●22●●Z	8	0	8
WT	1	3	1	2	X	WT13●●12●●X	2	0	2
WT	1	3	1	2	Y	WT13●●12●●Y	2	0	2
WT	1	3	1	2	Z	WT13●●12●●Z	2	0	2
WT	1	3	2	2	X	WT13●●22●●X	6	1	5
WT	1	3	2	2	Y	WT13●●22●●Y	6	0	6
WT	1	3	2	2	Z	WT13●●22●●Z	6	0	6
R	1	2	1	1	X	R12●●11●●X	2	0	2
R	1	2	1	1	Y	R12●●11●●Y	2	0	2
R	1	2	1	1	Z	R12●●11●●Z	4	0	4
R	1	2	2	2	X	R12●●22●●X	12	1	11
R	1	2	2	2	Y	R12●●22●●Y	12	0	12
R	1	2	2	2	Z	R12●●22●●Z	12	1	11
R	1	3	1	1	X	R13●●11●●X	8	0	8
R	1	3	1	1	Y	R13●●11●●Y	8	1	7
R	1	3	1	1	Z	R13●●11●●Z	12	1	11
R	1	3	2	2	X	R13●●22●●X	108	5	103
R	1	3	2	2	Y	R13●●22●●Y	108	4	104
R	1	3	2	2	Z	R13●●22●●Z	108	1	107
						不明	552		
						総溶接線数	4064		

表7-53 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の溶接線数（円柱）

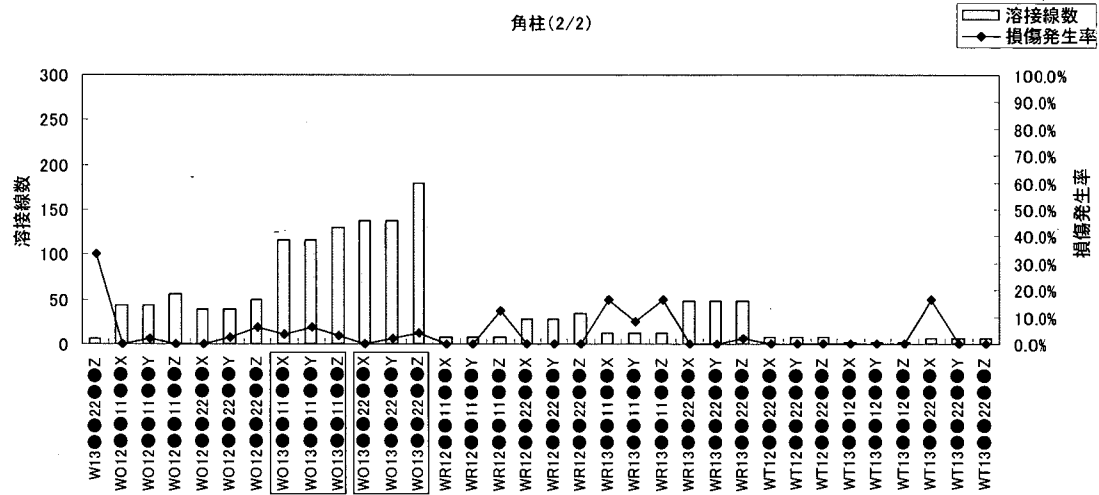
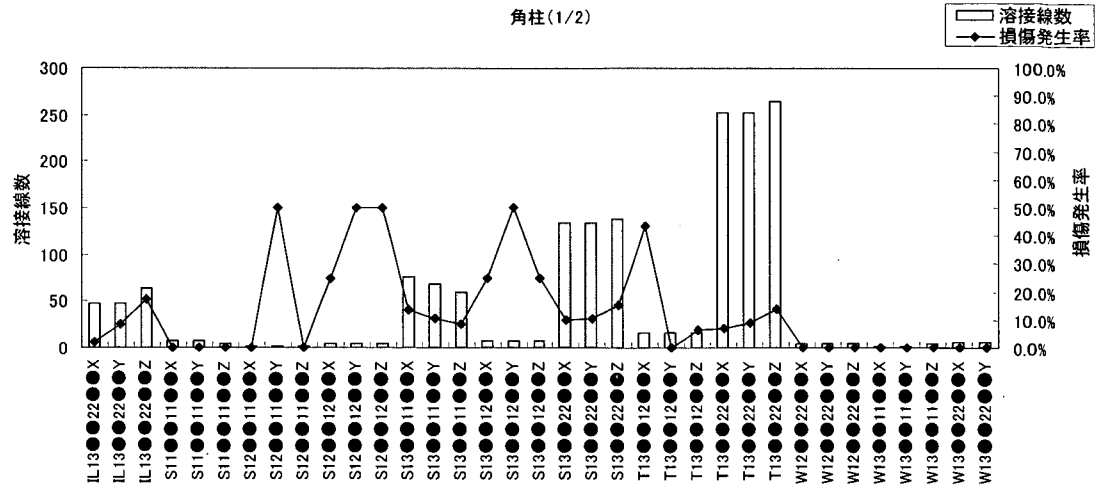
構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁の勝ち部材	(d)柱の勝ち部材	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	2	1	1	0	X	IL21●●10●●X	2	0	2
IL	2	1	1	0	Y	IL21●●10●●Y	2	0	2
IL	2	1	1	0	Z	IL21●●10●●Z	2	0	2
IL	2	3	2	0	X	IL23●●20●●X	2	0	2
IL	2	3	2	0	Y	IL23●●20●●Y	2	0	2
IL	2	3	2	0	Z	IL23●●20●●Z	8	0	8
S	2	1	1	0	X	S21●●10●●X	66	2	64
S	2	1	1	0	Y	S21●●10●●Y	66	6	60
S	2	1	1	0	Z	S21●●10●●Z	66	5	61
S	2	1	2	0	X	S21●●20●●X	26	4	22
S	2	1	2	0	Y	S21●●20●●Y	26	4	22
S	2	1	2	0	Z	S21●●20●●Z	26	0	26
S	2	2	2	0	X	S22●●20●●X	2	0	2
S	2	2	2	0	Y	S22●●20●●Y	2	0	2
S	2	2	2	0	Z	S22●●20●●Z	2	0	2
S	2	3	1	0	X	S23●●10●●X	110	3	107
S	2	3	1	0	Y	S23●●10●●Y	74	4	70
S	2	3	1	0	Z	S23●●10●●Z	86	6	80
S	2	3	2	0	X	S23●●20●●X	50	0	50
S	2	3	2	0	Y	S23●●20●●Y	50	3	47
S	2	3	2	0	Z	S23●●20●●Z	56	1	55
T	2	1	1	0	X	T21●●10●●X	136	12	124
T	2	1	1	0	Y	T21●●10●●Y	136	11	125
T	2	1	1	0	Z	T21●●10●●Z	136	2	134
T	2	1	2	0	X	T21●●20●●X	68	7	61
T	2	1	2	0	Y	T21●●20●●Y	68	10	58
T	2	1	2	0	Z	T21●●20●●Z	60	0	60
T	2	3	1	0	X	T23●●10●●X	226	15	211
T	2	3	1	0	Y	T23●●10●●Y	224	7	217
T	2	3	1	0	Z	T23●●10●●Z	234	11	223
T	2	3	2	0	X	T23●●20●●X	68	0	68
T	2	3	2	0	Y	T23●●20●●Y	68	5	63
T	2	3	2	0	Z	T23●●20●●Z	68	10	58
W	2	1	1	0	X	W21●●10●●X	12	0	12
W	2	1	1	0	Y	W21●●10●●Y	12	0	12
W	2	1	1	0	Z	W21●●10●●Z	12	0	12
W	2	2	1	0	X	W22●●10●●X	12	1	11
W	2	2	1	0	Y	W22●●10●●Y	12	3	9
W	2	2	1	0	Z	W22●●10●●Z	12	3	9
W	2	3	1	0	X	W23●●10●●X	24	1	23
W	2	3	1	0	Y	W23●●10●●Y	24	1	23
W	2	3	1	0	Z	W23●●10●●Z	24	7	17
WO	2	1	1	0	X	WO21●●10●●X	2	0	2
WO	2	1	1	0	Y	WO21●●10●●Y	2	0	2
WO	2	1	1	0	Z	WO21●●10●●Z	2	0	2
WO	2	2	1	0	X	WO22●●10●●X	2	0	2
WO	2	2	1	0	Y	WO22●●10●●Y	2	0	2
WO	2	2	1	0	Z	WO22●●10●●Z	2	0	2
WO	2	3	1	0	X	WO23●●10●●X	8	0	8
WO	2	3	1	0	Y	WO23●●10●●Y	8	0	8
WO	2	3	1	0	Z	WO23●●10●●Z	8	0	8
WR	2	3	1	0	X	WR23●●10●●X	16	0	16
WR	2	3	1	0	Y	WR23●●10●●Y	16	1	15
WR	2	3	1	0	Z	WR23●●10●●Z	16	1	15
WR	2	3	2	0	X	WR23●●20●●X	12	0	12
WR	2	3	2	0	Y	WR23●●20●●Y	12	0	12
WR	2	3	2	0	Z	WR23●●20●●Z	12	0	12
WT	2	1	1	0	X	WT21●●10●●X	2	0	2
WT	2	1	1	0	Y	WT21●●10●●Y	2	0	2
WT	2	1	1	0	Z	WT21●●10●●Z	2	0	2
WT	2	3	1	0	X	WT23●●10●●X	2	0	2
WT	2	3	1	0	Y	WT23●●10●●Y	2	1	1
WT	2	3	1	0	Z	WT23●●10●●Z	2	0	2
R	2	1	1	0	X	R21●●10●●X	8	0	8
R	2	1	1	0	Y	R21●●10●●Y	8	0	8
R	2	1	1	0	Z	R21●●10●●Z	8	0	8
R	2	2	1	0	X	R22●●10●●X	20	0	20
R	2	2	1	0	Y	R22●●10●●Y	20	0	20
R	2	2	1	0	Z	R22●●10●●Z	20	0	20
R	2	3	1	0	X	R23●●10●●X	60	0	60
R	2	3	1	0	Y	R23●●10●●Y	60	0	60
R	2	3	1	0	Z	R23●●10●●Z	60	0	60
R	2	3	2	0	X	R23●●20●●X	4	0	4
R	2	3	2	0	Y	R23●●20●●Y	4	0	4
R	2	3	2	0	Z	R23●●20●●Z	4	0	4
					不明		108		
					総溶接線数		2876		

表7-54 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の
 の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13●●22●●X	2.1%	97.9%	48溶接線
IL13●●22●●Y	8.3%	91.7%	48溶接線
IL13●●22●●Z	17.2%	82.8%	64溶接線
S11●●11●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
S11●●11●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S11●●11●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S12●●11●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
S12●●11●●Y	50.0%	50.0%	2溶接線
S12●●11●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S12●●12●●X	25.0%	75.0%	4溶接線
S12●●12●●Y	50.0%	50.0%	4溶接線
S12●●12●●Z	50.0%	50.0%	4溶接線
S13●●11●●X	13.2%	86.8%	76溶接線
S13●●11●●Y	10.3%	89.7%	68溶接線
S13●●11●●Z	8.3%	91.7%	60溶接線
S13●●12●●X	25.0%	75.0%	8溶接線
S13●●12●●Y	50.0%	50.0%	8溶接線
S13●●12●●Z	25.0%	75.0%	8溶接線
S13●●22●●X	9.7%	90.3%	134溶接線
S13●●22●●Y	10.4%	89.6%	134溶接線
S13●●22●●Z	15.2%	84.8%	138溶接線
T13●●12●●X	43.8%	56.3%	16溶接線
T13●●12●●Y	0.0%	100.0%	16溶接線
T13●●12●●Z	6.3%	93.8%	16溶接線
T13●●22●●X	7.1%	92.9%	252溶接線
T13●●22●●Y	8.7%	91.3%	252溶接線
T13●●22●●Z	14.0%	86.0%	264溶接線
W12●●22●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
W12●●22●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
W12●●22●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
W13●●11●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
W13●●11●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
W13●●11●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
W13●●22●●X	0.0%	100.0%	6溶接線
W13●●22●●Y	0.0%	100.0%	6溶接線
W13●●22●●Z	33.3%	66.7%	6溶接線
WO12●●11●●X	0.0%	100.0%	44溶接線
WO12●●11●●Y	2.3%	97.7%	44溶接線
WO12●●11●●Z	0.0%	100.0%	56溶接線
WO12●●22●●X	0.0%	100.0%	38溶接線
WO12●●22●●Y	2.6%	97.4%	38溶接線
WO12●●22●●Z	6.0%	94.0%	50溶接線
WO13●●11●●X	3.4%	96.6%	116溶接線
WO13●●11●●Y	6.0%	94.0%	116溶接線
WO13●●11●●Z	3.1%	96.9%	130溶接線
WO13●●22●●X	0.0%	100.0%	138溶接線
WO13●●22●●Y	2.2%	97.8%	138溶接線
WO13●●22●●Z	3.9%	96.1%	180溶接線
WR12●●11●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12●●11●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12●●11●●Z	12.5%	87.5%	8溶接線
WR12●●22●●X	0.0%	100.0%	28溶接線
WR12●●22●●Y	0.0%	100.0%	28溶接線
WR12●●22●●Z	0.0%	100.0%	34溶接線
WR13●●11●●X	16.7%	83.3%	12溶接線
WR13●●11●●Y	8.3%	91.7%	12溶接線
WR13●●11●●Z	16.7%	83.3%	12溶接線
WR13●●22●●X	0.0%	100.0%	48溶接線
WR13●●22●●Y	0.0%	100.0%	48溶接線
WR13●●22●●Z	2.1%	97.9%	48溶接線
WT12●●22●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WT12●●22●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WT12●●22●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WT13●●12●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT13●●12●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT13●●12●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT13●●22●●X	16.7%	83.3%	6溶接線
WT13●●22●●Y	0.0%	100.0%	6溶接線
WT13●●22●●Z	0.0%	100.0%	6溶接線
R12●●11●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
R12●●11●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
R12●●11●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線
R12●●22●●X	8.3%	91.7%	12溶接線
R12●●22●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
R12●●22●●Z	8.3%	91.7%	12溶接線
R13●●11●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
R13●●11●●Y	12.5%	87.5%	8溶接線
R13●●11●●Z	8.3%	91.7%	12溶接線
R13●●22●●X	4.6%	95.4%	108溶接線
R13●●22●●Y	3.7%	96.3%	108溶接線
R13●●22●●Z	0.9%	99.1%	108溶接線

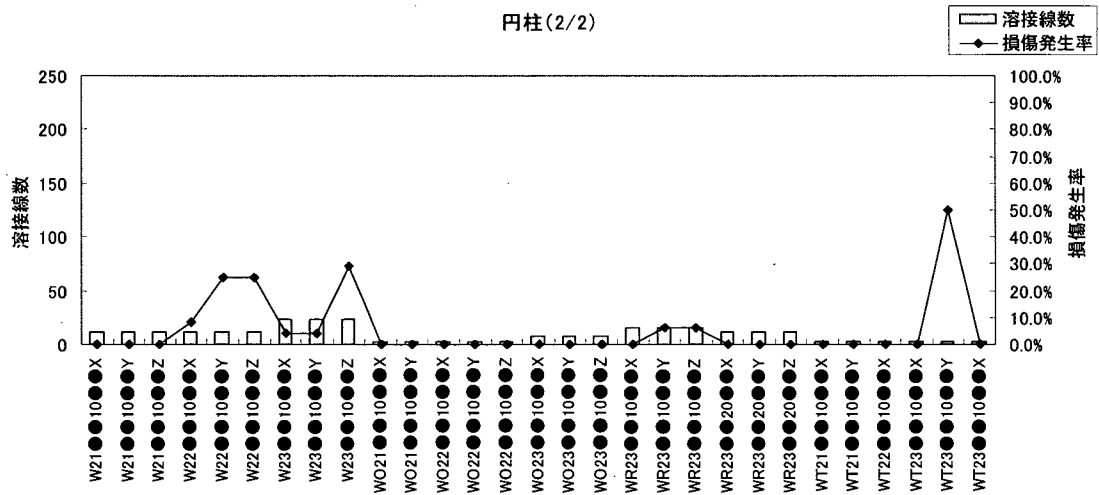
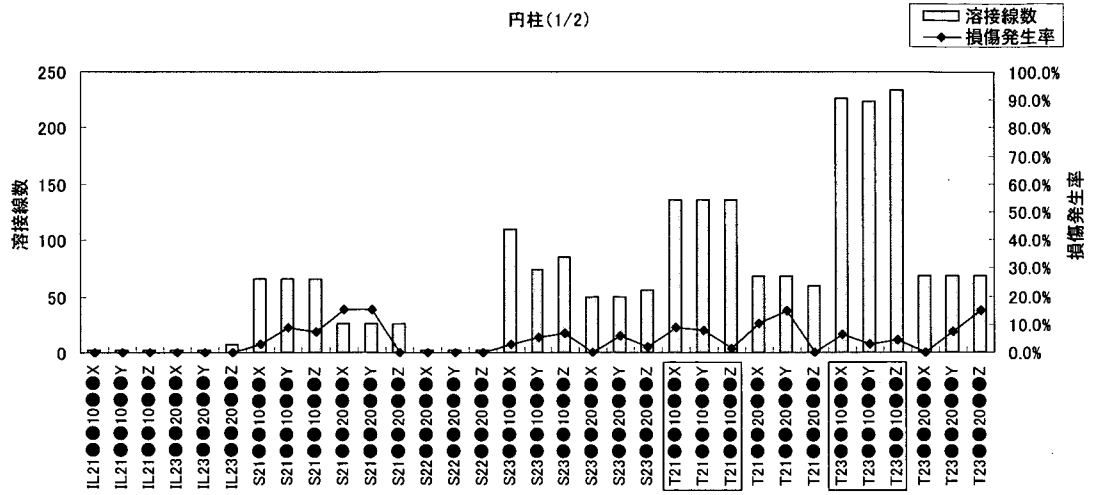
表7-55 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の
 の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL21●●10●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL21●●10●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL21●●10●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23●●20●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23●●20●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23●●20●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S21●●10●●X	3.0%	97.0%	66溶接線
S21●●10●●Y	9.1%	90.9%	66溶接線
S21●●10●●Z	7.6%	92.4%	66溶接線
S21●●20●●X	15.4%	84.6%	26溶接線
S21●●20●●Y	15.4%	84.6%	26溶接線
S21●●20●●Z	0.0%	100.0%	26溶接線
S22●●20●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
S22●●20●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
S22●●20●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S23●●10●●X	2.7%	97.3%	110溶接線
S23●●10●●Y	5.4%	94.6%	74溶接線
S23●●10●●Z	7.0%	93.0%	86溶接線
S23●●20●●X	0.0%	100.0%	50溶接線
S23●●20●●Y	6.0%	94.0%	50溶接線
S23●●20●●Z	1.8%	98.2%	56溶接線
T21●●10●●X	8.8%	91.2%	136溶接線
T21●●10●●Y	8.1%	91.9%	136溶接線
T21●●10●●Z	1.5%	98.5%	136溶接線
T21●●20●●X	10.3%	89.7%	68溶接線
T21●●20●●Y	14.7%	85.3%	68溶接線
T21●●20●●Z	0.0%	100.0%	60溶接線
T23●●10●●X	6.6%	93.4%	226溶接線
T23●●10●●Y	3.1%	96.9%	224溶接線
T23●●10●●Z	4.7%	95.3%	234溶接線
T23●●20●●X	0.0%	100.0%	68溶接線
T23●●20●●Y	7.4%	92.6%	68溶接線
T23●●20●●Z	14.7%	85.3%	68溶接線
W21●●10●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
W21●●10●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W21●●10●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
W22●●10●●X	8.3%	91.7%	12溶接線
W22●●10●●Y	25.0%	75.0%	12溶接線
W22●●10●●Z	25.0%	75.0%	12溶接線
W23●●10●●X	4.2%	95.8%	24溶接線
W23●●10●●Y	4.2%	95.8%	24溶接線
W23●●10●●Z	29.2%	70.8%	24溶接線
WO21●●10●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO21●●10●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22●●10●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22●●10●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22●●10●●Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WO23●●10●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
WO23●●10●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WO23●●10●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23●●10●●X	0.0%	100.0%	16溶接線
WR23●●10●●Y	6.3%	93.8%	16溶接線
WR23●●10●●Z	6.3%	93.8%	16溶接線
WR23●●20●●X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR23●●20●●Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR23●●20●●Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WT21●●10●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT21●●10●●Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT22●●10●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT23●●10●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT23●●10●●Y	50.0%	50.0%	2溶接線
WT23●●10●●X	0.0%	100.0%	2溶接線
R21●●10●●X	0.0%	100.0%	8溶接線
R21●●10●●Y	0.0%	100.0%	8溶接線
R21●●10●●Z	0.0%	100.0%	8溶接線
R22●●10●●X	0.0%	100.0%	20溶接線
R22●●10●●Y	0.0%	100.0%	20溶接線
R22●●10●●Z	0.0%	100.0%	20溶接線
R23●●10●●X	0.0%	100.0%	60溶接線
R23●●10●●Y	0.0%	100.0%	60溶接線
R23●●10●●Z	0.0%	100.0%	60溶接線
R23●●20●●X	0.0%	100.0%	4溶接線
R23●●20●●Y	0.0%	100.0%	4溶接線
R23●●20●●Z	0.0%	100.0%	4溶接線



※□は母数が多い箇所を示す。

図7-44 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷発生率（角柱）



※□は母数が多い箇所を示す。

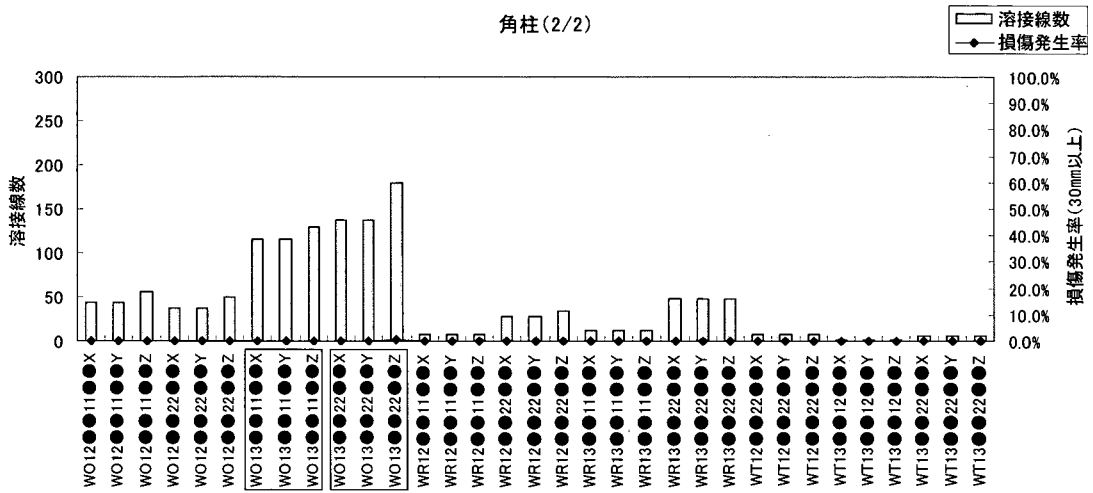
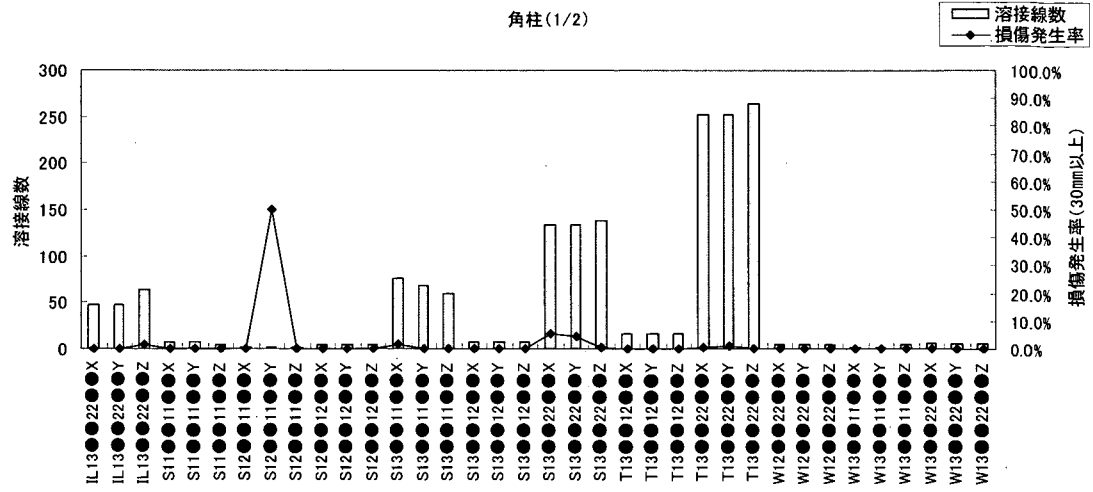
図7-45 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷発生率（円柱）

表7-56 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数	線
IL13●●22●●X	0.0%	100.0%	48	溶接線
IL13●●22●●Y	0.0%	100.0%	48	溶接線
IL13●●22●●Z	1.6%	98.4%	64	溶接線
S11●●11●●X	0.0%	100.0%	8	溶接線
S11●●11●●Y	0.0%	100.0%	8	溶接線
S11●●11●●Z	0.0%	100.0%	4	溶接線
S12●●11●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
S12●●11●●Y	50.0%	50.0%	2	溶接線
S12●●11●●Z	0.0%	100.0%	2	溶接線
S12●●12●●X	0.0%	100.0%	4	溶接線
S12●●12●●Y	0.0%	100.0%	4	溶接線
S12●●12●●Z	0.0%	100.0%	4	溶接線
S13●●11●●X	1.3%	98.7%	76	溶接線
S13●●11●●Y	0.0%	100.0%	68	溶接線
S13●●11●●Z	0.0%	100.0%	60	溶接線
S13●●12●●X	0.0%	100.0%	8	溶接線
S13●●12●●Y	0.0%	100.0%	8	溶接線
S13●●12●●Z	0.0%	100.0%	8	溶接線
S13●●22●●X	5.2%	94.8%	134	溶接線
S13●●22●●Y	4.5%	95.5%	134	溶接線
S13●●22●●Z	0.7%	99.3%	138	溶接線
T13●●12●●X	0.0%	100.0%	16	溶接線
T13●●12●●Y	0.0%	100.0%	16	溶接線
T13●●12●●Z	0.0%	100.0%	16	溶接線
T13●●22●●X	0.4%	99.6%	252	溶接線
T13●●22●●Y	0.8%	99.2%	252	溶接線
T13●●22●●Z	0.0%	100.0%	264	溶接線
W12●●22●●X	0.0%	100.0%	4	溶接線
W12●●22●●Y	0.0%	100.0%	4	溶接線
W12●●22●●Z	0.0%	100.0%	4	溶接線
W13●●11●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
W13●●11●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
W13●●11●●Z	0.0%	100.0%	4	溶接線
W13●●22●●X	0.0%	100.0%	6	溶接線
W13●●22●●Y	0.0%	100.0%	6	溶接線
W13●●22●●Z	0.0%	100.0%	6	溶接線
WO12●●11●●X	0.0%	100.0%	44	溶接線
WO12●●11●●Y	0.0%	100.0%	44	溶接線
WO12●●11●●Z	0.0%	100.0%	56	溶接線
WO12●●22●●X	0.0%	100.0%	38	溶接線
WO12●●22●●Y	0.0%	100.0%	38	溶接線
WO12●●22●●Z	0.0%	100.0%	50	溶接線
WO13●●11●●X	0.0%	100.0%	116	溶接線
WO13●●11●●Y	0.0%	100.0%	116	溶接線
WO13●●11●●Z	0.0%	100.0%	130	溶接線
WO13●●22●●X	0.0%	100.0%	138	溶接線
WO13●●22●●Y	0.0%	100.0%	138	溶接線
WO13●●22●●Z	0.6%	99.4%	180	溶接線
WR12●●11●●X	0.0%	100.0%	8	溶接線
WR12●●11●●Y	0.0%	100.0%	8	溶接線
WR12●●11●●Z	0.0%	100.0%	8	溶接線
WR12●●22●●X	0.0%	100.0%	28	溶接線
WR12●●22●●Y	0.0%	100.0%	28	溶接線
WR12●●22●●Z	0.0%	100.0%	34	溶接線
WR13●●11●●X	0.0%	100.0%	12	溶接線
WR13●●11●●Y	0.0%	100.0%	12	溶接線
WR13●●11●●Z	0.0%	100.0%	12	溶接線
WR13●●22●●X	0.0%	100.0%	48	溶接線
WR13●●22●●Y	0.0%	100.0%	48	溶接線
WR13●●22●●Z	0.0%	100.0%	48	溶接線
WT12●●22●●X	0.0%	100.0%	8	溶接線
WT12●●22●●Y	0.0%	100.0%	8	溶接線
WT12●●22●●Z	0.0%	100.0%	8	溶接線
WT13●●12●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
WT13●●12●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
WT13●●12●●Z	0.0%	100.0%	2	溶接線
WT13●●22●●X	0.0%	100.0%	6	溶接線
WT13●●22●●Y	0.0%	100.0%	6	溶接線
WT13●●22●●Z	0.0%	100.0%	6	溶接線
R12●●11●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
R12●●11●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
R12●●11●●Z	0.0%	100.0%	4	溶接線
R12●●22●●X	8.3%	91.7%	12	溶接線
R12●●22●●Y	0.0%	100.0%	12	溶接線
R12●●22●●Z	0.0%	100.0%	12	溶接線
R13●●11●●X	0.0%	100.0%	8	溶接線
R13●●11●●Y	0.0%	100.0%	8	溶接線
R13●●11●●Z	0.0%	100.0%	12	溶接線
R13●●22●●X	0.0%	100.0%	108	溶接線
R13●●22●●Y	0.0%	100.0%	108	溶接線
R13●●22●●Z	0.0%	100.0%	108	溶接線

表7-57 構造形式および隅角位置、勝ち部材パターン別の
 の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

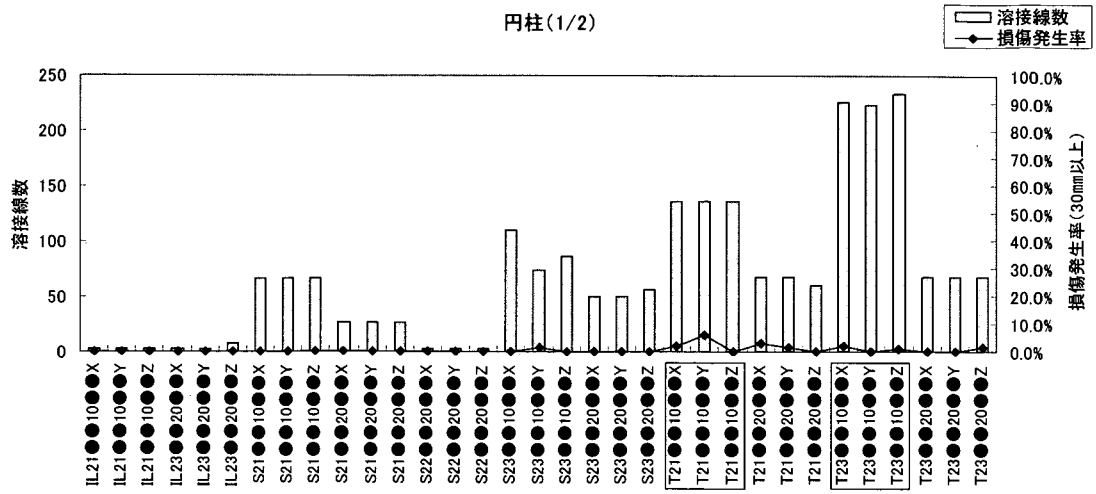
コード番号	損傷有	損傷無	母数	
IL21●●10●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
IL21●●10●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
IL21●●10●●Z	0.0%	100.0%	2	溶接線
IL23●●20●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
IL23●●20●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
IL23●●20●●Z	0.0%	100.0%	8	溶接線
S21●●10●●X	0.0%	100.0%	66	溶接線
S21●●10●●Y	0.0%	100.0%	66	溶接線
S21●●10●●Z	0.0%	100.0%	66	溶接線
S21●●20●●X	0.0%	100.0%	26	溶接線
S21●●20●●Y	0.0%	100.0%	26	溶接線
S21●●20●●Z	0.0%	100.0%	26	溶接線
S22●●20●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
S22●●20●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
S22●●20●●Z	0.0%	100.0%	2	溶接線
S23●●10●●X	0.0%	100.0%	110	溶接線
S23●●10●●Y	1.4%	98.6%	74	溶接線
S23●●10●●Z	0.0%	100.0%	86	溶接線
S23●●20●●X	0.0%	100.0%	50	溶接線
S23●●20●●Y	0.0%	100.0%	50	溶接線
S23●●20●●Z	0.0%	100.0%	56	溶接線
T21●●10●●X	2.2%	97.8%	136	溶接線
T21●●10●●Y	5.9%	94.1%	136	溶接線
T21●●10●●Z	0.0%	100.0%	136	溶接線
T21●●20●●X	2.9%	97.1%	68	溶接線
T21●●20●●Y	1.5%	98.5%	68	溶接線
T21●●20●●Z	0.0%	100.0%	60	溶接線
T23●●10●●X	1.8%	98.2%	226	溶接線
T23●●10●●Y	0.0%	100.0%	224	溶接線
T23●●10●●Z	0.9%	99.1%	234	溶接線
T23●●20●●X	0.0%	100.0%	68	溶接線
T23●●20●●Y	0.0%	100.0%	68	溶接線
T23●●20●●Z	1.5%	98.5%	68	溶接線
W21●●10●●X	0.0%	100.0%	12	溶接線
W21●●10●●Y	0.0%	100.0%	12	溶接線
W21●●10●●Z	0.0%	100.0%	12	溶接線
W22●●10●●X	0.0%	100.0%	12	溶接線
W22●●10●●Y	0.0%	100.0%	12	溶接線
W22●●10●●Z	16.7%	83.3%	12	溶接線
W23●●10●●X	0.0%	100.0%	24	溶接線
W23●●10●●Y	0.0%	100.0%	24	溶接線
W23●●10●●Z	4.2%	95.8%	24	溶接線
WO21●●10●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
WO21●●10●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
WO22●●10●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
WO22●●10●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
WO22●●10●●Z	0.0%	100.0%	2	溶接線
WO23●●10●●X	0.0%	100.0%	8	溶接線
WO23●●10●●Y	0.0%	100.0%	8	溶接線
WO23●●10●●Z	0.0%	100.0%	8	溶接線
WR23●●10●●X	0.0%	100.0%	16	溶接線
WR23●●10●●Y	0.0%	100.0%	16	溶接線
WR23●●10●●Z	0.0%	100.0%	16	溶接線
WR23●●20●●X	0.0%	100.0%	12	溶接線
WR23●●20●●Y	0.0%	100.0%	12	溶接線
WR23●●20●●Z	0.0%	100.0%	12	溶接線
WT21●●10●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
WT21●●10●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
WT22●●10●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
WT23●●10●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
WT23●●10●●Y	0.0%	100.0%	2	溶接線
WT23●●10●●X	0.0%	100.0%	2	溶接線
R21●●10●●X	0.0%	100.0%	8	溶接線
R21●●10●●Y	0.0%	100.0%	8	溶接線
R21●●10●●Z	0.0%	100.0%	8	溶接線
R22●●10●●X	0.0%	100.0%	20	溶接線
R22●●10●●Y	0.0%	100.0%	20	溶接線
R22●●10●●Z	0.0%	100.0%	20	溶接線
R23●●10●●X	0.0%	100.0%	60	溶接線
R23●●10●●Y	0.0%	100.0%	60	溶接線
R23●●10●●Z	0.0%	100.0%	60	溶接線
R23●●20●●X	0.0%	100.0%	4	溶接線
R23●●20●●Y	0.0%	100.0%	4	溶接線
R23●●20●●Z	0.0%	100.0%	4	溶接線



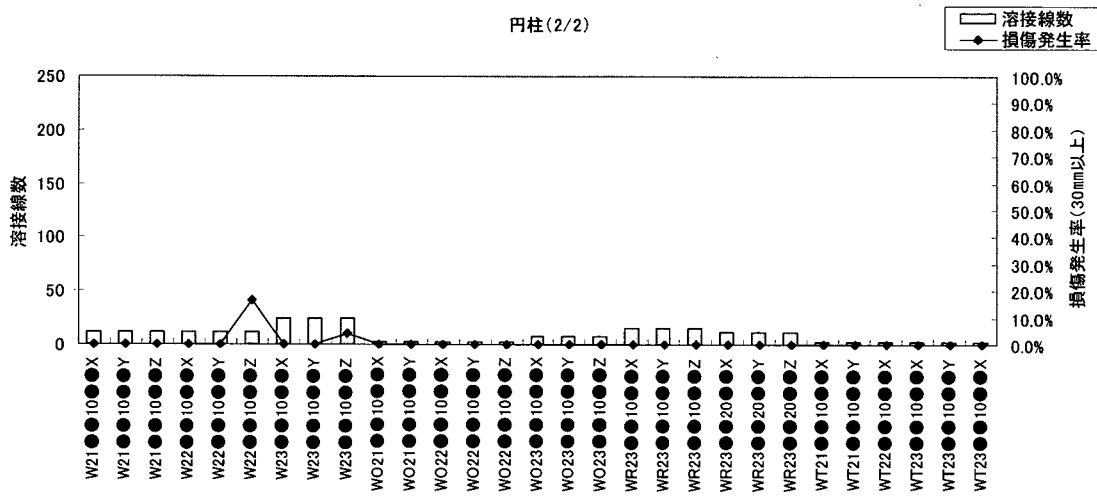
※□は母数が多い箇所を示す。

図7-46 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

円柱 (1/2)



円柱 (2/2)

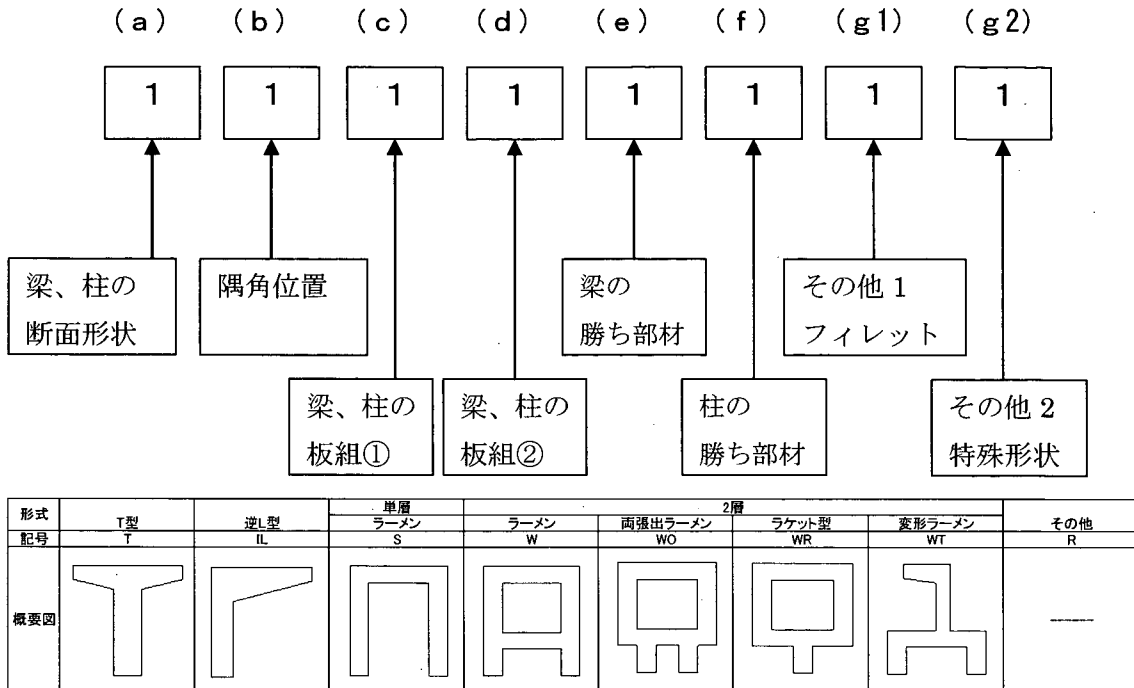


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-47 構造形式および勝ち部材パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率 (円柱)

7.12 分析⑧-12

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材、(g1)その他 1、(g2)その他 2 と損傷の有無の関係



【分析結果】

図 7-49 に、角柱と円柱の板組構造について構造形式別の隅角数を示す。

角柱の場合、「隅角位置③、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」(13112201) では T 型橋脚 (T13112201) と単層ラーメン橋脚 (S13112201) の採用実績が多い。続いて、「隅角位置③、ウェブ一体、柱フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材のフィレットが有り」(13122231) の両張出しラーメン橋脚 (W013122231) の順となっている。

円柱の場合は、「隅角位置①、梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」(21661001)、「隅角位置③、梁ウェブ・フランジ突合せ」(23761001) の T 型橋脚と単層ラーメン橋脚が突出して採用実績が多い。また、「円柱が梁を貫通、梁フランジ勝ち部材」(23801001) で T 型橋脚も多い。

図 7-50 に角柱と円柱の板組構造について構造形式別の損傷発生率を示す。

角柱の場合、採用実績の多い板組である「隅角位置③、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち」(13112201) では、T 型橋脚 (T13112201) で 29.9%、単層ラーメン橋脚 (S13112201) で 34.4% と高い損傷発生率を示している。一方、「同一の板組でフィレット有り」(13112211) では T 型橋脚 (T13112211) で 12.5%、単層ラーメン橋脚 (S13112211) では 11.8% と損傷発生率は大幅に低減している。

円柱の場合、実績の多い板組である「隅角位置③、梁ウェブ・フランジ突合せ」(23761001)のT型橋脚で13.5%、「隅角位置①、梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」(21661001)のT型橋脚では12.9%となっている。

【考察】

角柱の場合、「隅角位置③(梁下縁)、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち」(13112201)のT型橋脚(T13112201)で29.9%、単層ラーメン橋脚(S13112201)で34.4%と高い損傷発生率を示しているが、「同一の板組でフィレット有り」(13112211)ではT型橋脚(T13112211)で12.5%、単層ラーメン橋脚(S13112211)は11.8%と損傷発生率は低減しており、フィレット構造には隅角部の応力集中の低減効果が期待できる。また、T13112201 および S13112201 は母数が多く損傷発生率も30%程度と高い数字を示している。図7-51よりこれらの損傷長さ30mm以上の損傷発生率を見ると、T13112201が0%、S13112201が9.4%と単層ラーメン橋脚で高めの損傷発生率を示すため、次項の分析⑧-13で溶接線方向(x,y,z)に着目した分析を行う。

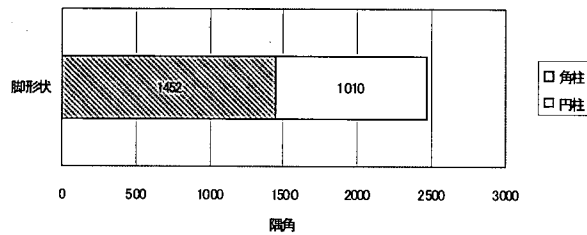
なお、母数は少ないが損傷長さ30mm以上の損傷発生率が高い板組として、角柱の場合は「柱ウェブが隅角部で分断されている構造」(S133211)、円柱の場合は「梁ウェブと円柱の突合せ溶接部に三角バーを使用している構造」(T23771001)に注意を要する必要があると思われる。

表7-58 構造形式および板組パターン別の隅角数（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	(e)梁の勝部材	(f)柱の勝部材	(g1)その他1	(g2)その他2	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	1	3	1	1	2	2	0	1	IL13112201	48	14	34
IL	1	3	1	1	2	2	1	1	IL13112211	16	1	15
S	1	1	1	4	1	1	0	1	S11141101	4	0	4
S	1	1	2	1	1	1	0	1	S11211101	4	0	4
S	1	2	1	1	1	2	0	1	S12111201	4	2	2
S	1	2	3	1	1	1	0	1	S12311101	2	1	1
S	1	3	1	1	1	1	0	1	S13111101	8	0	8
S	1	3	1	1	1	2	0	1	S13111201	8	6	2
S	1	3	1	1	2	2	0	1	S13112201	96	33	63
S	1	3	1	1	2	2	1	1	S13112211	34	4	30
S	1	3	1	2	1	1	0	1	S13121101	4	2	2
S	1	3	1	2	2	2	1	1	S1312211	4	0	4
S	1	3	1	4	1	1	0	1	S13141101	20	0	20
S	1	3	2	1	1	1	0	1	S13211101	32	5	27
S	1	3	3	1	1	1	0	1	S13311101	6	5	1
S	1	3	3	2	1	1	0	1	S13321101	10	8	2
T	1	3	1	1	1	2	0	1	T13111201	12	3	9
T	1	3	1	1	1	2	1	1	T13111211	4	4	0
T	1	3	1	1	2	2	0	1	T13112201	164	49	115
T	1	3	1	1	2	2	1	1	T13112211	56	7	49
T	1	3	1	1	2	2	2	1	T13112221	24	0	24
T	1	3	1	1	2	2	3	1	T13112231	12	3	9
WO	1	2	1	2	1	1	0	1	WO12121101	20	1	19
WO	1	2	1	2	1	1	3	1	WO12121131	36	0	36
WO	1	2	1	2	2	2	0	1	WO1212201	16	0	16
WO	1	2	1	2	2	2	3	1	WO1212231	32	2	30
WO	1	3	1	1	1	1	0	1	WO13111101	2	1	1
WO	1	3	1	1	2	2	0	1	WO13112201	4	0	4
WO	1	3	1	2	1	1	0	1	WO13121101	48	10	38
WO	1	3	1	2	1	1	3	1	WO13121131	80	4	76
WO	1	3	1	2	2	2	0	1	WO1312201	48	2	46
WO	1	3	1	2	2	2	1	1	WO1312211	4	0	4
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	WO1312231	110	4	106
W	1	2	1	1	2	2	1	1	W12112211	4	0	4
W	1	3	1	1	1	1	3	1	W13111131	4	0	4
W	1	3	1	1	2	2	1	1	W13112211	6	2	4
WR	1	2	1	1	2	2	0	1	WR12112201	16	0	16
WR	1	2	1	2	1	1	0	1	WR12121101	8	1	7
WR	1	2	1	2	2	2	0	1	WR1212201	10	0	10
WR	1	2	1	2	2	2	3	1	WR1212231	8	0	8
WR	1	3	1	1	1	1	0	1	WR13111101	12	2	10
WR	1	3	1	1	2	2	0	1	WR13112201	32	0	32
WR	1	3	1	2	2	2	0	1	WR1312201	12	0	12
WR	1	3	1	2	2	2	3	1	WR1312231	4	1	3
WT	1	2	1	1	2	2	0	1	WT12112201	4	0	4
WT	1	2	1	1	2	2	1	1	WT12112211	4	0	4
WT	1	3	1	1	1	2	0	1	WT13111201	2	0	2
WT	1	3	1	1	2	2	1	1	WT13112211	6	1	5
R	1	2	1	1	2	2	0	1	R12112201	8	0	8
R	1	2	1	2	1	1	3	1	R12121131	4	0	4
R	1	3	1	1	1	1	3	1	R13111131	12	2	10
R	1	3	1	1	2	2	0	1	R13112201	18	2	16
R	1	3	1	2	2	2	1	1	R1312211	88	5	83
									不明	218		
									総隅角数	1452		

表7-59 構造形式および板組パターン別の隅角数（円柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	(e)梁の勝部材	(f)柱の勝部材	(g1)その他1	(g2)その他2	コード番号	隅角数	損傷有	損傷無
IL	2	1	6	6	1	0	0	1	IL21661001	2	0	2
IL	2	3	7	6	2	0	0	1	IL23762001	2	0	2
IL	2	3	8	0	2	0	0	1	IL23802001	6	0	6
S	2	1	6	6	1	0	0	1	S21661001	52	1	51
S	2	1	6	6	2	0	0	1	S21662001	8	2	6
S	2	2	8	0	2	0	0	1	S22802001	2	0	2
S	2	3	7	6	1	0	0	1	S23761001	88	0	88
S	2	3	7	6	2	0	0	1	S23762001	12	0	12
S	2	3	8	0	1	0	0	1	S23801001	20	2	18
S	2	3	8	0	2	0	0	1	S23802001	26	0	26
T	2	1	6	6	1	0	0	1	T21661001	124	16	108
T	2	1	6	6	2	0	0	1	T21662001	44	6	38
T	2	1	6	8	1	0	0	1	T21681001	8	5	3
T	2	3	5	0	1	0	0	1	T23501001	36	6	30
T	2	3	7	6	1	0	0	1	T23761001	96	13	83
T	2	3	7	6	2	0	0	1	T23762001	44	9	35
T	2	3	7	7	1	0	0	1	T23771001	4	1	3
T	2	3	7	8	1	0	0	1	T23781001	8	4	4
T	2	3	8	0	1	0	0	1	T23801001	76	3	73
W	2	1	6	6	1	0	0	1	W21661001	12	0	12
W	2	2	7	6	1	0	0	1	W22761001	12	5	7
W	2	3	7	6	1	0	0	1	W23761001	24	8	16
WO	2	1	6	6	1	0	0	1	WO21661001	2	0	2
WO	2	2	7	6	1	0	0	1	WO22761001	2	0	2
WO	2	3	7	6	1	0	0	1	WO23761001	8	0	8
WR	2	3	4	0	1	0	0	1	WR23401001	4	0	4
WR	2	3	4	0	2	0	0	1	WR23402001	4	0	4
WR	2	3	5	0	2	0	0	1	WR23502001	8	0	8
WR	2	3	7	6	1	0	0	1	WR23761001	12	2	10
WT	2	1	6	6	1	0	0	1	WT21661001	2	0	2
WT	2	3	7	6	1	0	0	1	WT23761001	2	1	1
R	2	2	7	6	1	0	0	1	R22761001	20	0	20
R	2	3	7	6	1	0	0	1	R23761001	40	0	40
R	2	3	8	0	1	0	0	1	R23801001	16	0	16
									不明	184		
									総隅角数	1010		



角柱1452隅角

円柱1010隅角

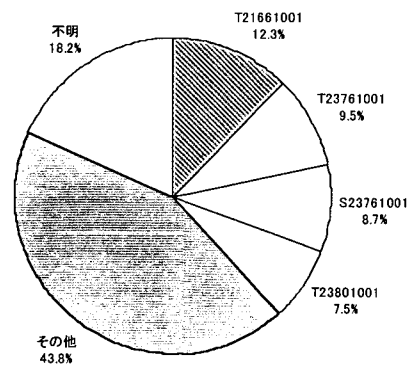
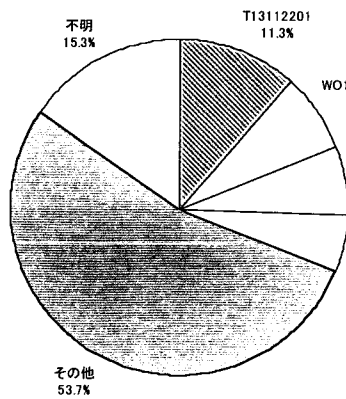
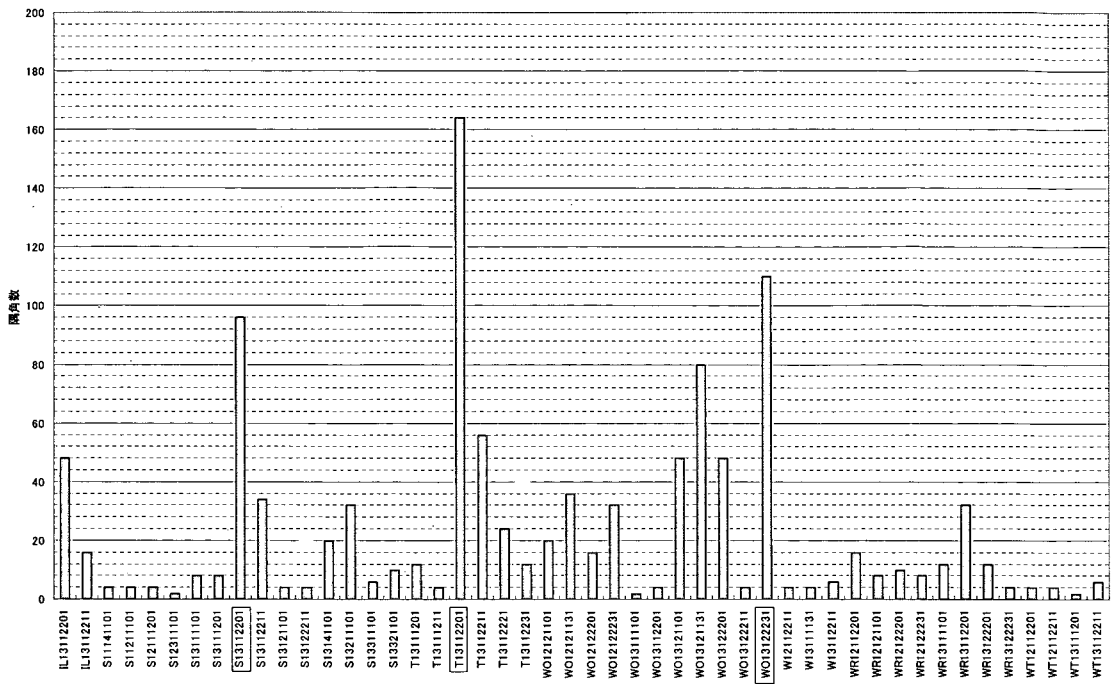
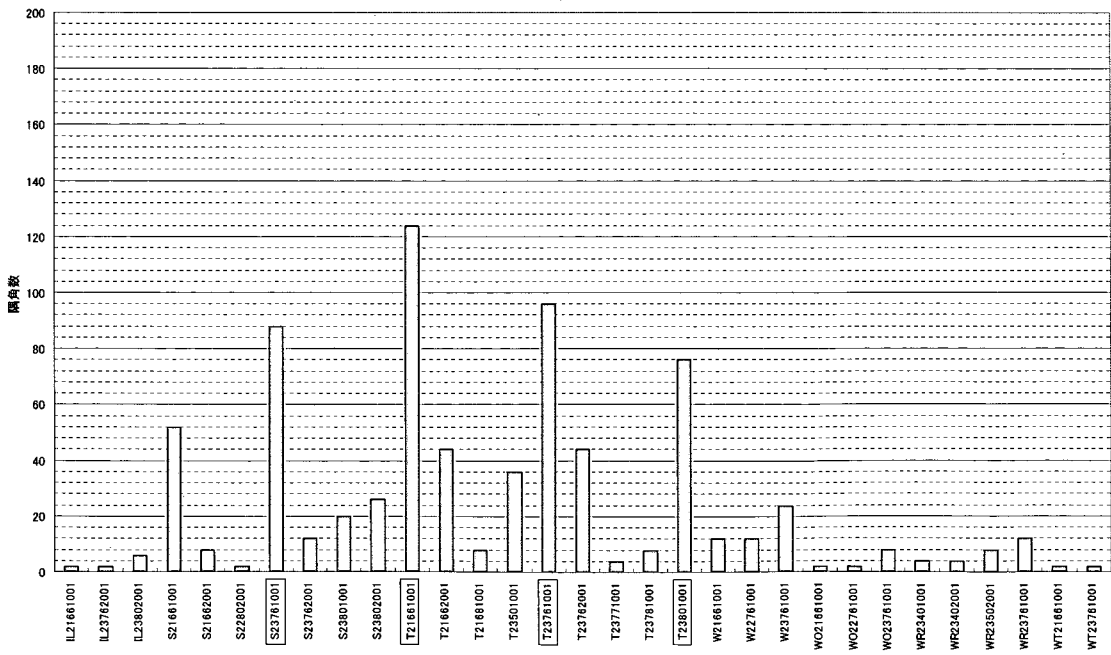


図7-48 構造形式および板組パターン別の隅角数比率

角柱



円柱



※□は母数が多い箇所を示す。

図7-49 構造形式および板組パターン別の隅角数

表7-60 構造形式および板組パターン別の
損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13112201	29.2%	70.8%	48隅角
IL13112211	6.3%	93.8%	16隅角
S11141101	0.0%	100.0%	4隅角
S11211101	0.0%	100.0%	4隅角
S12111201	50.0%	50.0%	4隅角
S12311101	50.0%	50.0%	2隅角
S13111101	0.0%	100.0%	8隅角
S13111201	75.0%	25.0%	8隅角
S13112201	34.4%	65.6%	96隅角
S13112211	11.8%	88.2%	34隅角
S13121101	50.0%	50.0%	4隅角
S13122211	0.0%	100.0%	4隅角
S13141101	0.0%	100.0%	20隅角
S13211101	15.6%	84.4%	32隅角
S13311101	83.3%	16.7%	6隅角
S13321101	80.0%	20.0%	10隅角
T13111201	25.0%	75.0%	12隅角
T13111211	100.0%	0.0%	4隅角
T13112201	29.9%	70.1%	164隅角
T13112211	12.5%	87.5%	56隅角
T13112221	0.0%	100.0%	24隅角
T13112231	25.0%	75.0%	12隅角
WO12121101	5.0%	95.0%	20隅角
WO12121131	0.0%	100.0%	36隅角
WO12122201	0.0%	100.0%	16隅角
WO12122231	6.3%	93.8%	32隅角
WO13111101	50.0%	50.0%	2隅角
WO13112201	0.0%	100.0%	4隅角
WO13121101	20.8%	79.2%	48隅角
WO13121131	5.0%	95.0%	80隅角
WO13122201	4.2%	95.8%	48隅角
WO13122211	0.0%	100.0%	4隅角
WO13122231	3.6%	96.4%	110隅角
W12112211	0.0%	100.0%	4隅角
W13111131	0.0%	100.0%	4隅角
W13112211	33.3%	66.7%	6隅角
WR12112201	0.0%	100.0%	16隅角
WR12121101	12.5%	87.5%	8隅角
WR12122201	0.0%	100.0%	10隅角
WR12122231	0.0%	100.0%	8隅角
WR13111101	16.7%	83.3%	12隅角
WR13112201	0.0%	100.0%	32隅角
WR13122201	0.0%	100.0%	12隅角
WR13122231	25.0%	75.0%	4隅角
WT12112201	0.0%	100.0%	4隅角
WT12112211	0.0%	100.0%	4隅角
WT13111201	0.0%	100.0%	2隅角
WT13112211	16.7%	83.3%	6隅角
R12112201	0.0%	100.0%	8隅角
R12121131	0.0%	100.0%	4隅角
R13111131	16.7%	83.3%	12隅角
R13112201	11.1%	88.9%	18隅角
R13122211	5.7%	94.3%	88隅角

表7-61 構造形式および板組パターン別の
 の損傷発生率（円柱）

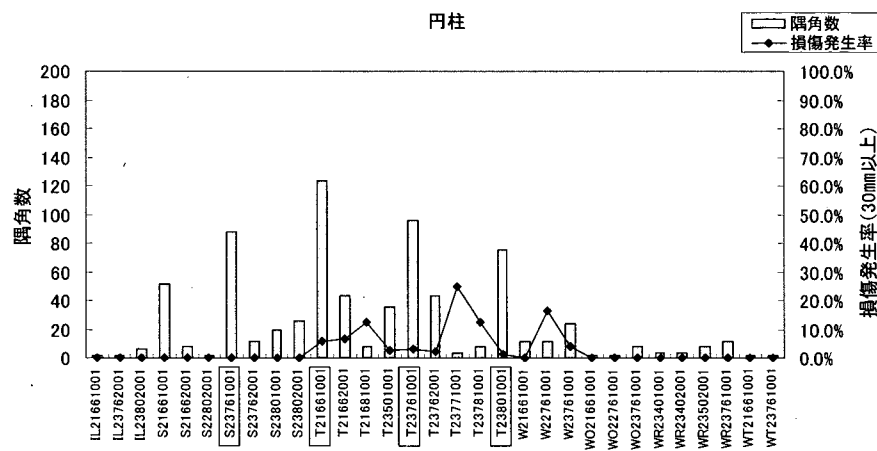
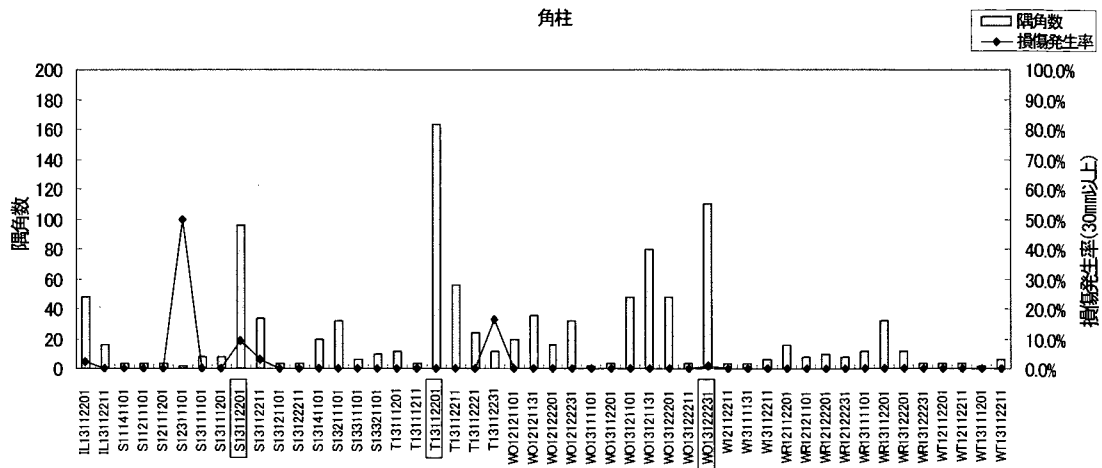
コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL21661001	0.0%	100.0%	2隅角
IL23762001	0.0%	100.0%	2隅角
IL23802001	0.0%	100.0%	6隅角
S21661001	1.9%	98.1%	52隅角
S21662001	25.0%	75.0%	8隅角
S22802001	0.0%	100.0%	2隅角
S23761001	0.0%	100.0%	88隅角
S23762001	0.0%	100.0%	12隅角
S23801001	10.0%	90.0%	20隅角
S23802001	0.0%	100.0%	26隅角
T21661001	12.9%	87.1%	124隅角
T21662001	13.6%	86.4%	44隅角
T21681001	62.5%	37.5%	8隅角
T23501001	16.7%	83.3%	36隅角
T23761001	13.5%	86.5%	96隅角
T23762001	20.5%	79.5%	44隅角
T23771001	25.0%	75.0%	4隅角
T23781001	50.0%	50.0%	8隅角
T23801001	3.9%	96.1%	76隅角
W21661001	0.0%	100.0%	12隅角
W22761001	41.7%	58.3%	12隅角
W23761001	33.3%	66.7%	24隅角
WO21661001	0.0%	100.0%	2隅角
WO22761001	0.0%	100.0%	2隅角
WO23761001	0.0%	100.0%	8隅角
WR23401001	0.0%	100.0%	4隅角
WR23402001	0.0%	100.0%	4隅角
WR23502001	0.0%	100.0%	8隅角
WR23761001	16.7%	83.3%	12隅角
WT21661001	0.0%	100.0%	2隅角
WT23761001	50.0%	50.0%	2隅角
R22761001	0.0%	100.0%	20隅角
R23761001	0.0%	100.0%	40隅角
R23801001	0.0%	100.0%	16隅角

表7-62 構造形式および板組パターン別の
 損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13112201	2.1%	97.9%	48隅角
IL13112211	0.0%	100.0%	16隅角
S11141101	0.0%	100.0%	4隅角
S11211101	0.0%	100.0%	4隅角
S12111201	0.0%	100.0%	4隅角
S12311101	50.0%	50.0%	2隅角
S13111101	0.0%	100.0%	8隅角
S13111201	0.0%	100.0%	8隅角
S13112201	9.4%	90.6%	96隅角
S13112211	2.9%	97.1%	34隅角
S13121101	0.0%	100.0%	4隅角
S13122211	0.0%	100.0%	4隅角
S13141101	0.0%	100.0%	20隅角
S13211101	0.0%	100.0%	32隅角
S13311101	0.0%	100.0%	6隅角
S13321101	0.0%	100.0%	10隅角
T13111201	0.0%	100.0%	12隅角
T13111211	0.0%	100.0%	4隅角
T13112201	0.0%	100.0%	164隅角
T13112211	0.0%	100.0%	56隅角
T13112221	0.0%	100.0%	24隅角
T13112231	16.7%	83.3%	12隅角
WO12121101	0.0%	100.0%	20隅角
WO12121131	0.0%	100.0%	36隅角
WO12122201	0.0%	100.0%	16隅角
WO12122231	0.0%	100.0%	32隅角
WO13111101	0.0%	100.0%	2隅角
WO13112201	0.0%	100.0%	4隅角
WO13121101	0.0%	100.0%	48隅角
WO13121131	0.0%	100.0%	80隅角
WO13122201	0.0%	100.0%	48隅角
WO13122211	0.0%	100.0%	4隅角
WO13122231	0.9%	99.1%	110隅角
W12112211	0.0%	100.0%	4隅角
W13111131	0.0%	100.0%	4隅角
W13112211	0.0%	100.0%	6隅角
WR12112201	0.0%	100.0%	16隅角
WR12121101	0.0%	100.0%	8隅角
WR12122201	0.0%	100.0%	10隅角
WR12122231	0.0%	100.0%	8隅角
WR13111101	0.0%	100.0%	12隅角
WR13112201	0.0%	100.0%	32隅角
WR13122201	0.0%	100.0%	12隅角
WR13122231	0.0%	100.0%	4隅角
WT12112201	0.0%	100.0%	4隅角
WT12112211	0.0%	100.0%	4隅角
WT13111201	0.0%	100.0%	2隅角
WT13112211	0.0%	100.0%	6隅角
R12112201	0.0%	100.0%	8隅角
R12121131	0.0%	100.0%	4隅角
R13111131	0.0%	100.0%	12隅角
R13112201	0.0%	100.0%	18隅角
R13122211	0.0%	100.0%	88隅角

表7-63 構造形式および板組パターン別の
 損傷長さ30mm以上損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL21661001	0.0%	100.0%	2隅角
IL23762001	0.0%	100.0%	2隅角
IL23802001	0.0%	100.0%	6隅角
S21661001	0.0%	100.0%	52隅角
S21662001	0.0%	100.0%	8隅角
S22802001	0.0%	100.0%	2隅角
S23761001	0.0%	100.0%	88隅角
S23762001	0.0%	100.0%	12隅角
S23801001	0.0%	100.0%	20隅角
S23802001	0.0%	100.0%	26隅角
T21661001	5.6%	94.4%	124隅角
T21662001	6.8%	93.2%	44隅角
T21681001	12.5%	87.5%	8隅角
T23501001	2.8%	97.2%	36隅角
T23761001	3.1%	96.9%	96隅角
T23762001	2.3%	97.7%	44隅角
T23771001	25.0%	75.0%	4隅角
T23781001	12.5%	87.5%	8隅角
T23801001	1.3%	98.7%	76隅角
W21661001	0.0%	100.0%	12隅角
W22761001	16.7%	83.3%	12隅角
W23761001	4.2%	95.8%	24隅角
WO21661001	0.0%	100.0%	2隅角
WO22761001	0.0%	100.0%	2隅角
WO23761001	0.0%	100.0%	8隅角
WR23401001	0.0%	100.0%	4隅角
WR23402001	0.0%	100.0%	4隅角
WR23502001	0.0%	100.0%	8隅角
WR23761001	0.0%	100.0%	12隅角
WT21661001	0.0%	100.0%	2隅角
WT23761001	0.0%	100.0%	2隅角
R22761001	0.0%	100.0%	20隅角
R23761001	0.0%	100.0%	40隅角
R23801001	0.0%	100.0%	16隅角

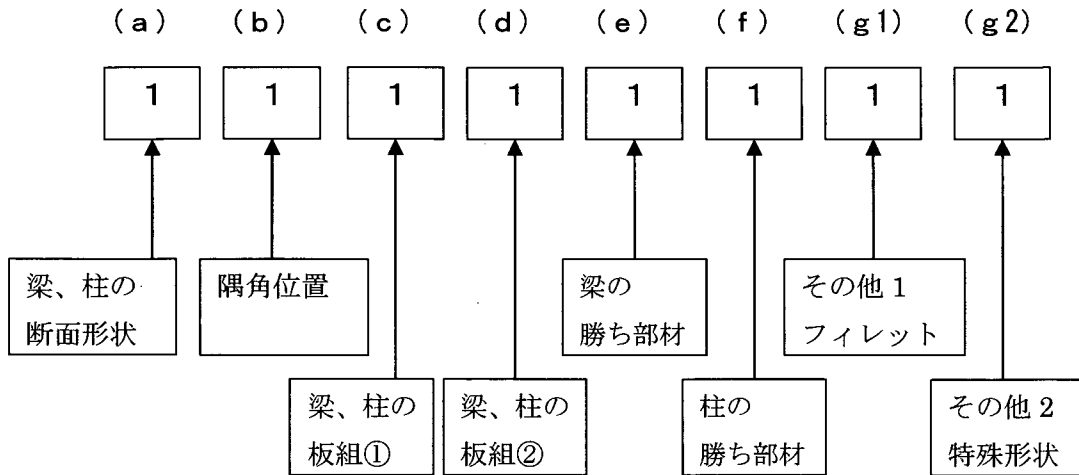


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-51 構造形式および板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率

7.13 分析③-13

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角位置、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材、(g1)その他 1、(g2)その他 2、溶接線方向と損傷の有無の関係



形式	T型	逆L型	単層		2層			その他
			ラーメン	ラーメン	両張出ラーメン	ラケット型	変形ラーメン	
記号	T	IL	S	W	WO	WR	WT	R
概要図								—

【分析結果】

図 7-55, 図 7-56 に、角柱と円柱における板組パターン別の溶接線方向 (x, y, z) の損傷発生率を構造形式別に示す。

角柱の場合、採用実績の多い板組である「隅角位置③、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」(13112201) の T 型橋脚 (T13112201) 及び単層ラーメン橋脚 (S13112201) が z 方向 (梁フランジ突合せ溶接) で 20%程度と他の方向に比べて突出している。

円柱の場合、実績の多い板組である「隅角位置③ (梁下縁)、梁ウェブ・フランジ突合せ」(23761001) と「隅角位置① (梁天端)、梁柱の天板一体で梁ウェブ突合せ」(21661001) では、いずれの構造形式においても溶接線別の損傷発生率は低い。

【考察】

角柱の場合、実績の多い板組である「隅角位置③、ウェブ一体、梁フランジ分離で梁・柱ウェブ勝ち部材」(13112201) の T 型橋脚 (T13112201) 及び単層ラーメン橋脚 (S13112201) の z 方向 (梁フランジ突合せ溶接) の損傷発生率が高めである。しかし、図 7-57 より損傷長さ 30 mm 以上の損傷発生率を見ると、T 型橋脚は全方向とも 0% であり、単層ラーメン橋脚は x 方向 (梁の角溶接) と y 方向 (柱の角溶接) で 7% 程度、z 方向 (梁フランジの突合せ溶接) で 0% であり、溶接線方向による有為差は不明である。

表7-64 構造形式および板組パターン別の溶接線数（角柱1/2）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	(e)梁の勝部材	(f)柱の勝部材	(g)その他①	(h)その他②	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	1	3	1	1	2	2	0	1	X	IL13112201X	40	1	39
IL	1	3	1	1	2	2	0	1	Y	IL13112201Y	40	4	36
IL	1	3	1	1	2	2	0	1	Z	IL13112201Z	48	10	38
IL	1	3	1	1	2	2	1	1	X	IL13112211X	8	0	8
IL	1	3	1	1	2	2	1	1	Y	IL13112211Y	8	0	8
IL	1	3	1	1	2	2	1	1	Z	IL13112211Z	16	1	15
S	1	1	1	4	1	1	0	1	X	S11141101X	4	0	4
S	1	1	1	4	1	1	0	1	Y	S11141101Y	4	0	4
S	1	1	2	1	1	1	0	1	X	S11211101X	4	0	4
S	1	1	2	1	1	1	0	1	Y	S11211101Y	4	0	4
S	1	1	2	1	1	1	0	1	Z	S11211101Z	4	0	4
S	1	2	1	1	1	2	0	1	X	S12111201X	4	1	3
S	1	2	1	1	1	2	0	1	Y	S12111201Y	4	2	2
S	1	2	1	1	1	2	0	1	Z	S12111201Z	4	2	2
S	1	2	3	1	1	1	0	1	X	S12311101X	2	0	2
S	1	2	3	1	1	1	0	1	Y	S12311101Y	2	1	1
S	1	2	3	1	1	1	0	1	Z	S12311101Z	2	0	2
S	1	3	1	1	1	1	0	1	X	S13111101X	8	0	8
S	1	3	1	1	1	1	0	1	Y	S13111101Y	8	0	8
S	1	3	1	1	1	1	0	1	Z	S13111101Z	8	0	8
S	1	3	1	1	1	2	0	1	X	S13111201X	8	2	6
S	1	3	1	1	1	2	0	1	Y	S13111201Y	8	4	4
S	1	3	1	1	1	2	0	1	Z	S13111201Z	8	2	6
S	1	3	1	1	2	2	0	1	X	S13112201X	96	11	85
S	1	3	1	1	2	2	0	1	Y	S13112201Y	96	14	82
S	1	3	1	1	2	2	0	1	Z	S13112201Z	96	19	77
S	1	3	1	1	2	2	1	1	X	S13112211X	30	2	28
S	1	3	1	1	2	2	1	1	Y	S13112211Y	30	0	30
S	1	3	1	1	2	2	1	1	Z	S13112211Z	34	2	32
S	1	3	1	2	1	1	0	1	X	S13121101X	4	2	2
S	1	3	1	2	1	1	0	1	Y	S13121101Y	4	0	4
S	1	3	1	2	1	1	0	1	Z	S13121101Z	4	0	4
S	1	3	1	2	2	2	1	1	X	S13122211X	4	0	4
S	1	3	1	2	2	2	1	1	Y	S13122211Y	4	0	4
S	1	3	1	2	2	2	1	1	Z	S13122211Z	4	0	4
S	1	3	1	4	1	1	0	1	X	S13141101X	16	0	16
S	1	3	1	4	1	1	0	1	Y	S13141101Y	8	0	8
S	1	3	2	1	1	1	0	1	X	S13211101X	32	1	31
S	1	3	2	1	1	1	0	1	Y	S13211101Y	32	1	31
S	1	3	2	1	1	1	0	1	Z	S13211101Z	32	3	29
S	1	3	3	1	1	1	0	1	X	S13311101X	6	2	4
S	1	3	3	1	1	1	0	1	Y	S13311101Y	6	3	3
S	1	3	3	1	1	1	0	1	Z	S13311101Z	6	0	6
S	1	3	3	2	1	1	0	1	X	S13321101X	10	5	5
S	1	3	3	2	1	1	0	1	Y	S13321101Y	10	3	7
S	1	3	3	2	1	1	0	1	Z	S13321101Z	10	2	8
T	1	3	1	1	1	2	0	1	X	T13111201X	12	3	9
T	1	3	1	1	1	2	0	1	Y	T13111201Y	12	0	12
T	1	3	1	1	1	2	0	1	Z	T13111201Z	12	0	12
T	1	3	1	1	1	2	2	1	X	T13111221X	4	4	0
T	1	3	1	1	1	2	2	1	Y	T13111221Y	4	0	4
T	1	3	1	1	1	2	2	1	Z	T13111221Z	4	1	3
T	1	3	1	1	2	2	0	1	X	T13112201X	160	13	147
T	1	3	1	1	2	2	0	1	Y	T13112201Y	160	20	140
T	1	3	1	1	2	2	0	1	Z	T13112201Z	164	32	132
T	1	3	1	1	2	2	1	1	X	T13112211X	48	4	44
T	1	3	1	1	2	2	1	1	Y	T13112211Y	48	0	48
T	1	3	1	1	2	2	1	1	Z	T13112211Z	56	3	53
T	1	3	1	1	2	2	2	1	X	T13112221X	24	0	24
T	1	3	1	1	2	2	2	1	Y	T13112221Y	24	0	24
T	1	3	1	1	2	2	2	1	Z	T13112221Z	24	0	24
T	1	3	1	1	2	2	3	1	X	T13112231X	12	1	11
T	1	3	1	1	2	2	3	1	Y	T13112231Y	12	2	10
T	1	3	1	1	2	2	3	1	Z	T13112231Z	12	1	11
W	1	2	1	1	2	2	1	1	X	W12112211X	4	0	4
W	1	2	1	1	2	2	1	1	Y	W12112211Y	4	0	4
W	1	2	1	1	2	2	1	1	Z	W12112211Z	4	0	4
W	1	3	1	1	1	1	3	1	X	W13111131X	2	0	2
W	1	3	1	1	1	1	3	1	Y	W13111131Y	2	0	2
W	1	3	1	1	1	1	3	1	Z	W13111131Z	4	0	4
W	1	3	1	1	2	2	1	1	X	W13112211X	6	0	6
W	1	3	1	1	2	2	1	1	Y	W13112211Y	6	0	6
W	1	3	1	1	2	2	1	1	Z	W13112211Z	6	2	4
WO	1	2	1	2	1	1	0	1	X	WO12121101X	20	0	20
WO	1	2	1	2	1	1	0	1	Y	WO12121101Y	20	1	19
WO	1	2	1	2	1	1	0	1	Z	WO12121101Z	20	0	20
WO	1	2	1	2	1	1	3	1	X	WO12121131X	24	0	24
WO	1	2	1	2	1	1	3	1	Y	WO12121131Y	24	0	24
WO	1	2	1	2	1	1	3	1	Z	WO12121131Z	36	0	36
WO	1	2	1	2	2	2	0	1	X	WO12122201X	16	0	16
WO	1	2	1	2	2	2	0	1	Y	WO12122201Y	16	0	16
WO	1	2	1	2	2	2	0	1	Z	WO12122201Z	16	0	16
WO	1	2	1	2	2	2	3	1	X	WO12122231X	20	0	20
WO	1	2	1	2	2	2	3	1	Y	WO12122231Y	20	1	19

表7-65 構造形式および板組パターン別の溶接線数 (角柱2/2)

WO	1	3	1	1	1	1	0	1	X	WO13111101X	2	0	2
WO	1	3	1	1	1	1	0	1	Y	WO13111101Y	2	0	2
WO	1	3	1	1	1	1	0	1	Z	WO13111101Z	2	1	1
WO	1	3	1	1	2	2	0	1	X	WO13112201X	4	0	4
WO	1	3	1	1	2	2	0	1	Y	WO13112201Y	4	0	4
WO	1	3	1	1	2	2	0	1	Z	WO13112201Z	4	0	4
WO	1	3	1	2	2	1	0	1	X	WO13121101X	48	3	45
WO	1	3	1	2	2	1	0	1	Y	WO13121101Y	48	5	43
WO	1	3	1	2	2	1	0	1	Z	WO13121101Z	48	2	46
WO	1	3	1	2	2	1	3	1	X	WO13121131X	66	1	65
WO	1	3	1	2	2	1	3	1	Y	WO13121131Y	66	2	64
WO	1	3	1	2	2	1	3	1	Z	WO13121131Z	80	1	79
WO	1	3	1	2	2	2	0	1	X	WO13122201X	48	0	48
WO	1	3	1	2	2	2	0	1	Y	WO13122201Y	48	2	46
WO	1	3	1	2	2	2	0	1	Z	WO13122201Z	48	0	48
WO	1	3	1	2	2	2	1	1	X	WO13122211X	4	0	4
WO	1	3	1	2	2	2	1	1	Y	WO13122211Y	4	0	4
WO	1	3	1	2	2	2	1	1	Z	WO13122211Z	4	0	4
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	X	WO13122231X	68	0	68
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	Y	WO13122231Y	68	1	67
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	Z	WO13122231Z	110	3	107
WR	1	2	1	1	2	2	0	1	X	WR12112201X	16	0	16
WR	1	2	1	1	2	2	0	1	Y	WR12112201Y	16	0	16
WR	1	2	1	1	2	2	0	1	Z	WR12112201Z	16	0	16
WR	1	2	1	2	2	1	0	1	X	WR12121101X	8	0	8
WR	1	2	1	2	2	1	0	1	Y	WR12121101Y	8	0	8
WR	1	2	1	2	2	1	0	1	Z	WR12121101Z	8	1	7
WR	1	2	1	2	2	2	0	1	X	WR12122201X	8	0	8
WR	1	2	1	2	2	2	0	1	Y	WR12122201Y	8	0	8
WR	1	2	1	2	2	2	0	1	Z	WR12122201Z	10	0	10
WR	1	2	1	2	2	2	3	1	X	WR12122231X	4	0	4
WR	1	2	1	2	2	2	3	1	Y	WR12122231Y	4	0	4
WR	1	2	1	2	2	2	3	1	Z	WR12122231Z	8	0	8
WR	1	3	1	1	1	1	0	1	X	WR13111101X	12	2	10
WR	1	3	1	1	1	1	0	1	Y	WR13111101Y	12	1	11
WR	1	3	1	1	1	1	0	1	Z	WR13111101Z	12	2	10
WR	1	3	1	1	2	2	0	1	X	WR13112201X	32	0	32
WR	1	3	1	1	2	2	0	1	Y	WR13112201Y	32	0	32
WR	1	3	1	1	2	2	0	1	Z	WR13112201Z	32	0	32
WR	1	3	1	2	2	2	0	1	X	WR13122201X	12	0	12
WR	1	3	1	2	2	2	0	1	Y	WR13122201Y	12	0	12
WR	1	3	1	2	2	2	0	1	Z	WR13122201Z	12	0	12
WR	1	3	1	2	2	2	3	1	X	WR13122231X	4	0	4
WR	1	3	1	2	2	2	3	1	Y	WR13122231Y	4	0	4
WR	1	3	1	2	2	2	3	1	Z	WR13122231Z	4	1	3
WT	1	2	1	1	2	2	0	1	X	WT12112201X	4	0	4
WT	1	2	1	1	2	2	0	1	Y	WT12112201Y	4	0	4
WT	1	2	1	1	2	2	0	1	Z	WT12112201Z	4	0	4
WT	1	2	1	1	2	2	1	1	X	WT12112211X	4	0	4
WT	1	2	1	1	2	2	1	1	Y	WT12112211Y	4	0	4
WT	1	2	1	1	2	2	1	1	Z	WT12112211Z	4	0	4
WT	1	3	1	1	1	2	0	1	X	WT13111201X	2	0	2
WT	1	3	1	1	1	2	0	1	Y	WT13111201Y	2	0	2
WT	1	3	1	1	1	2	0	1	Z	WT13111201Z	2	0	2
WT	1	3	1	1	2	2	1	1	X	WT13112211X	6	1	5
WT	1	3	1	1	2	2	1	1	Y	WT13112211Y	6	0	6
WT	1	3	1	1	2	2	1	1	Z	WT13112211Z	6	0	6
R	1	2	1	1	2	2	0	1	X	R12112201X	8	0	8
R	1	2	1	1	2	2	0	1	Y	R12112201Y	8	0	8
R	1	2	1	1	2	2	0	1	Z	R12112201Z	8	0	8
R	1	2	1	2	2	1	3	1	X	R12121131X	2	0	2
R	1	2	1	2	2	1	3	1	Y	R12121131Y	2	0	2
R	1	2	1	2	2	1	3	1	Z	R12121131Z	4	0	4
R	1	3	1	1	1	1	3	1	X	R13111131X	8	0	8
R	1	3	1	1	1	1	3	1	Y	R13111131Y	8	1	7
R	1	3	1	1	1	1	3	1	Z	R13111131Z	12	1	11
R	1	3	1	1	2	2	0	1	X	R13112201X	18	0	18
R	1	3	1	1	2	2	0	1	Y	R13112201Y	18	2	16
R	1	3	1	1	2	2	0	1	Z	R13112201Z	18	1	17
R	1	3	1	2	2	2	1	1	X	R13122211X	88	5	83
R	1	3	1	2	2	2	1	1	Y	R13122211Y	88	2	86
R	1	3	1	2	2	2	1	1	Z	R13122211Z	88	0	88
									不明		654		
									総溶接線数		4064		

表7-66 構造形式および板組パターン別の溶接線数 (円柱1/2)

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	(e)梁の隅部材	(f)柱の隅部材	(g1)その他1	(g2)その他2	溶接方向	コード番号	溶接線数	損傷有	損傷無
IL	2	1	6	6	1	0	0	1	X	IL21661001X	2	0	2
IL	2	1	6	6	1	0	0	1	Y	IL21661001Y	2	0	2
IL	2	1	6	6	1	0	0	1	Z	IL21661001Z	2	0	2
IL	2	3	7	6	2	0	0	1	X	IL23762001X	2	0	2
IL	2	3	7	6	2	0	0	1	Y	IL23762001Y	2	0	2
IL	2	3	7	6	2	0	0	1	Z	IL23762001Z	2	0	2
IL	2	3	8	0	2	0	0	1	Z	IL23802001Z	6	0	6
S	2	1	6	6	1	0	0	1	X	S21661001X	52	0	52
S	2	1	6	6	1	0	0	1	Y	S21661001Y	52	1	51
S	2	1	6	6	1	0	0	1	Z	S21661001Z	52	0	52
S	2	1	6	6	2	0	0	1	X	S21662001X	8	2	6
S	2	1	6	6	2	0	0	1	Y	S21662001Y	8	2	6
S	2	1	6	6	2	0	0	1	Z	S21662001Z	8	0	8
S	2	2	8	0	2	0	0	1	X	S22802001X	2	0	2
S	2	2	8	0	2	0	0	1	Y	S22802001Y	2	0	2
S	2	2	8	0	2	0	0	1	Z	S22802001Z	2	0	2
S	2	3	7	6	1	0	0	1	X	S23761001X	88	0	88
S	2	3	7	6	1	0	0	1	Y	S23761001Y	52	0	52
S	2	3	7	6	1	0	0	1	Z	S23761001Z	52	0	52
S	2	3	7	6	2	0	0	1	X	S23762001X	12	0	12
S	2	3	7	6	2	0	0	1	Y	S23762001Y	12	0	12
S	2	3	7	6	2	0	0	1	Z	S23762001Z	12	0	12
S	2	3	8	0	1	0	0	1	X	S23801001X	8	0	8
S	2	3	8	0	1	0	0	1	Y	S23801001Y	8	0	8
S	2	3	8	0	1	0	0	1	Z	S23801001Z	20	2	18
S	2	3	8	0	2	0	0	1	X	S23802001X	20	0	20
S	2	3	8	0	2	0	0	1	Y	S23802001Y	20	0	20
S	2	3	8	0	2	0	0	1	Z	S23802001Z	26	0	26
T	2	1	6	6	1	0	0	1	X	T21661001X	124	7	117
T	2	1	6	6	1	0	0	1	Y	T21661001Y	124	8	116
T	2	1	6	6	1	0	0	1	Z	T21661001Z	124	2	122
T	2	1	6	6	2	0	0	1	X	T21662001X	44	2	42
T	2	1	6	6	2	0	0	1	Y	T21662001Y	44	4	40
T	2	1	6	6	2	0	0	1	Z	T21662001Z	36	0	36
T	2	1	6	8	1	0	0	1	X	T21681001X	8	4	4
T	2	1	6	8	1	0	0	1	Y	T21681001Y	8	2	6
T	2	1	6	8	1	0	0	1	Z	T21681001Z	8	0	8
T	2	3	5	0	1	0	0	1	X	T23501001X	36	1	35
T	2	3	5	0	1	0	0	1	Y	T23501001Y	36	1	35
T	2	3	5	0	1	0	0	1	Z	T23501001Z	36	4	32
T	2	3	7	6	1	0	0	1	X	T23761001X	96	6	90
T	2	3	7	6	1	0	0	1	Y	T23761001Y	96	4	92
T	2	3	7	6	1	0	0	1	Z	T23761001Z	96	5	91
T	2	3	7	6	2	0	0	1	X	T23762001X	44	0	44
T	2	3	7	6	2	0	0	1	Y	T23762001Y	44	5	39
T	2	3	7	6	2	0	0	1	Z	T23762001Z	44	5	39
T	2	3	7	7	1	0	0	1	Z	T23771001Z	4	1	3
T	2	3	7	8	1	0	0	1	X	T23781001X	8	4	4
T	2	3	7	8	1	0	0	1	Y	T23781001Y	8	0	8
T	2	3	7	8	1	0	0	1	Z	T23781001Z	8	0	8
T	2	3	8	0	1	0	0	1	X	T23801001X	74	3	71
T	2	3	8	0	1	0	0	1	Y	T23801001Y	72	0	72
T	2	3	8	0	1	0	0	1	Z	T23801001Z	74	0	74
W	2	1	6	6	1	0	0	1	X	W21661001X	12	0	12
W	2	1	6	6	1	0	0	1	Y	W21661001Y	12	0	12
W	2	1	6	6	1	0	0	1	Z	W21661001Z	12	0	12
W	2	2	7	6	1	0	0	1	X	W22761001X	12	1	11
W	2	2	7	6	1	0	0	1	Y	W22761001Y	12	3	9
W	2	2	7	6	1	0	0	1	Z	W22761001Z	12	3	9
W	2	3	7	6	1	0	0	1	X	W23761001X	24	1	23
W	2	3	7	6	1	0	0	1	Y	W23761001Y	24	1	23
W	2	3	7	6	1	0	0	1	Z	W23761001Z	24	7	17
WO	2	1	6	6	1	0	0	1	X	WO21661001X	2	0	2
WO	2	1	6	6	1	0	0	1	Y	WO21661001Y	2	0	2
WO	2	2	7	6	1	0	0	1	X	WO22761001X	2	0	2
WO	2	2	7	6	1	0	0	1	Y	WO22761001Y	2	0	2
WO	2	2	7	6	1	0	0	1	Z	WO22761001Z	2	0	2
WO	2	3	7	6	1	0	0	1	X	WO23761001X	8	0	8
WO	2	3	7	6	1	0	0	1	Y	WO23761001Y	8	0	8
WO	2	3	7	6	1	0	0	1	Z	WO23761001Z	8	0	8
WR	2	3	4	0	1	0	0	1	X	WR23401001X	4	0	4
WR	2	3	4	0	1	0	0	1	Y	WR23401001Y	4	0	4
WR	2	3	4	0	1	0	0	1	Z	WR23401001Z	4	0	4
WR	2	3	4	0	2	0	0	1	X	WR23402001X	4	0	4
WR	2	3	4	0	2	0	0	1	Y	WR23402001Y	4	0	4
WR	2	3	4	0	2	0	0	1	Z	WR23402001Z	4	0	4
WR	2	3	5	0	2	0	0	1	X	WR23502001X	8	0	8
WR	2	3	5	0	2	0	0	1	Y	WR23502001Y	8	0	8
WR	2	3	5	0	2	0	0	1	Z	WR23502001Z	8	0	8
WR	2	3	7	6	1	0	0	1	X	WR23761001X	12	0	12
WR	2	3	7	6	1	0	0	1	Y	WR23761001Y	12	1	11
WR	2	3	7	6	1	0	0	1	Z	WR23761001Z	12	1	11

表7-67 構造形式および板組パターン別の溶接線数 (円柱2/2)

WT	2	1	6	6	1	0	0	1	X	WT21661001X	2	0	2
WT	2	1	6	6	1	0	0	1	Y	WT21661001Y	2	0	2
WT	2	1	6	6	1	0	0	1	Z	WT21661001Z	2	0	2
WT	2	3	7	6	1	0	0	1	X	WT23761001X	2	0	2
WT	2	3	7	6	1	0	0	1	Y	WT23761001Y	2	1	1
WT	2	3	7	6	1	0	0	1	Z	WT23761001Z	2	0	2
R	2	2	7	6	1	0	0	1	X	R22761001X	20	0	20
R	2	2	7	6	1	0	0	1	Y	R22761001Y	20	0	20
R	2	2	7	6	1	0	0	1	Z	R22761001Z	20	0	20
R	2	3	7	6	1	0	0	1	X	R23761001X	40	0	40
R	2	3	7	6	1	0	0	1	Y	R23761001Y	40	0	40
R	2	3	7	6	1	0	0	1	Z	R23761001Z	40	0	40
R	2	3	8	0	1	0	0	1	X	R23801001X	16	0	16
R	2	3	8	0	1	0	0	1	Y	R23801001Y	16	0	16
R	2	3	8	0	1	0	0	1	Z	R23801001Z	16	0	16
									不明		544		
									総溶接線数		2876		

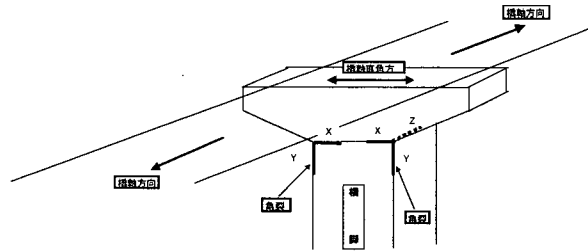
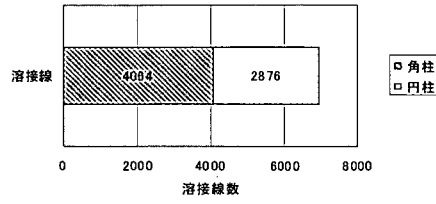
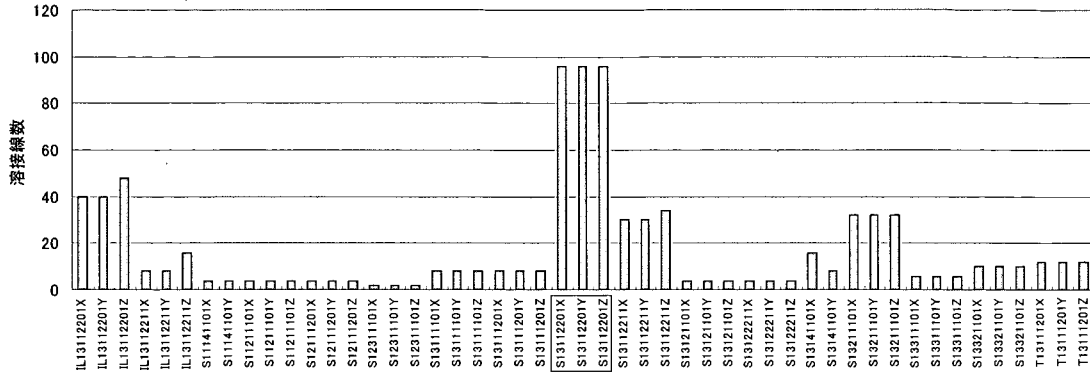


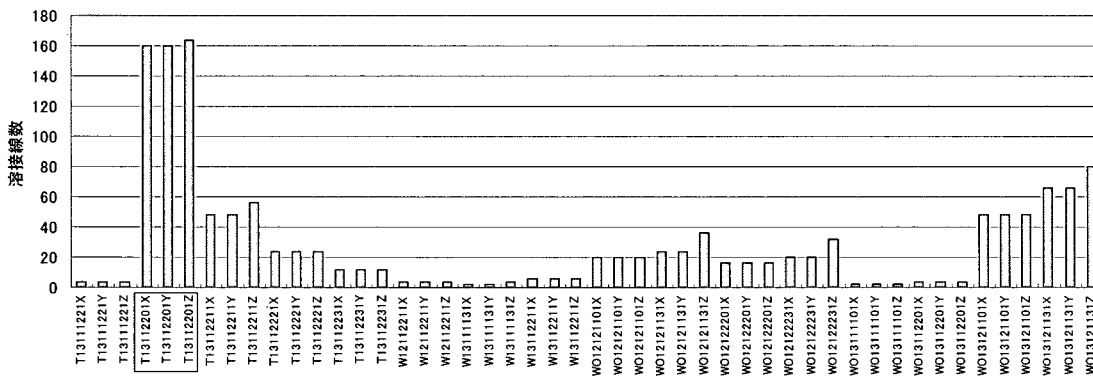
図7-52 溶接線方向



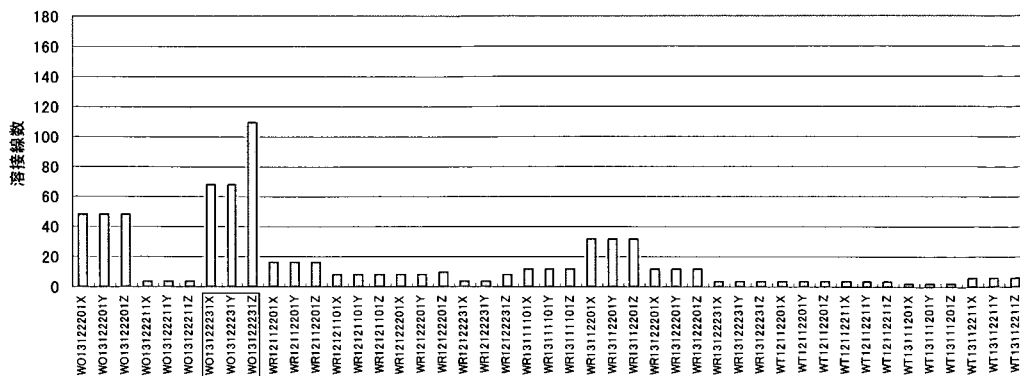
角柱 (1/3)



角柱 (2/3)



角柱 (3/3)



※□は母数が多い箇所を示す。

図7-53 構造形式および板組パターン別の溶接線数 (角柱)

表7-68 構造形式および板組パターン別の損傷発生率（角柱）

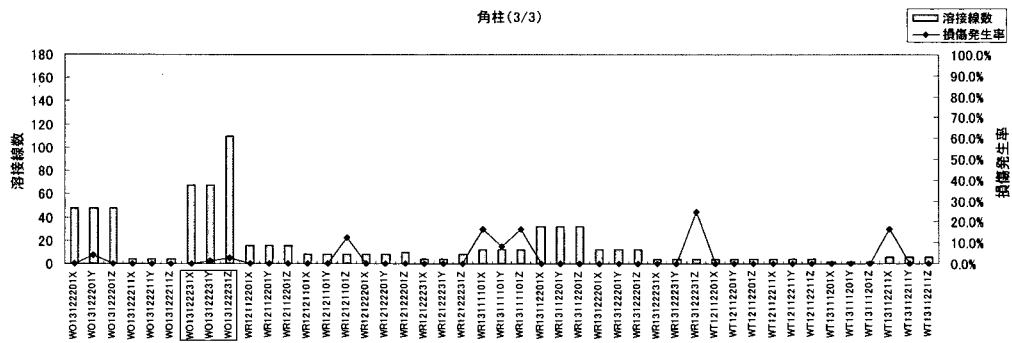
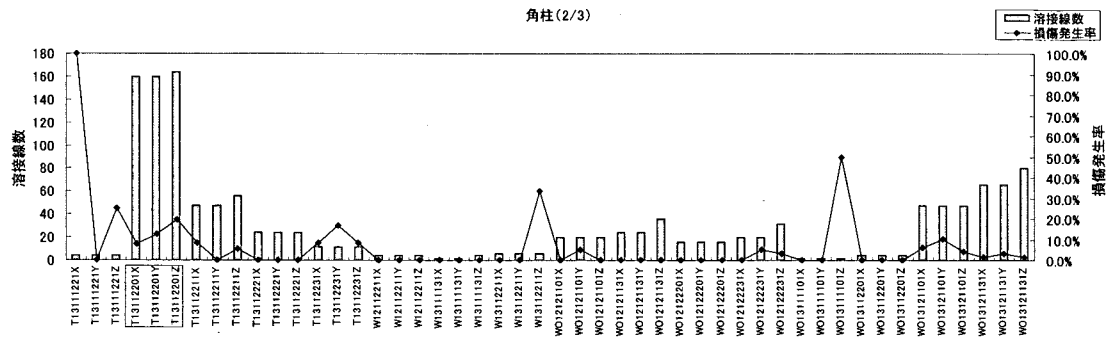
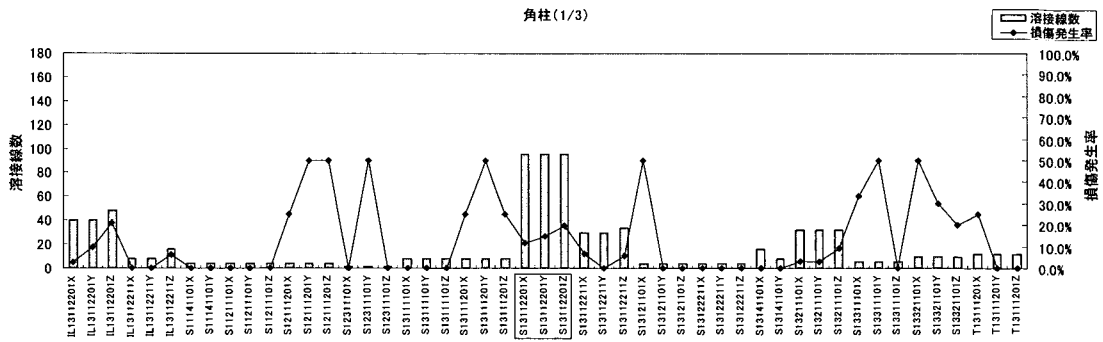
コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13112201X	2.5%	97.5%	40溶接線
IL13112201Y	10.0%	90.0%	40溶接線
IL13112201Z	20.8%	79.2%	48溶接線
IL13112211X	0.0%	100.0%	8溶接線
IL13112211Y	0.0%	100.0%	8溶接線
IL13112211Z	6.3%	93.8%	16溶接線
S11141101X	0.0%	100.0%	4溶接線
S11141101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S11211101X	0.0%	100.0%	4溶接線
S11211101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S11211101Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S12111201X	25.0%	75.0%	4溶接線
S12111201Y	50.0%	50.0%	4溶接線
S12111201Z	50.0%	50.0%	4溶接線
S12311101X	0.0%	100.0%	2溶接線
S12311101Y	50.0%	50.0%	2溶接線
S12311101Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S13111101X	0.0%	100.0%	8溶接線
S13111101Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S13111101Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S13111201X	25.0%	75.0%	8溶接線
S13111201Y	50.0%	50.0%	8溶接線
S13111201Z	25.0%	75.0%	8溶接線
S13112201X	11.5%	88.5%	96溶接線
S13112201Y	14.6%	85.4%	96溶接線
S13112201Z	19.8%	80.2%	96溶接線
S13112211X	6.7%	93.3%	30溶接線
S13112211Y	0.0%	100.0%	30溶接線
S13112211Z	5.9%	94.1%	34溶接線
S13121101X	50.0%	50.0%	4溶接線
S13121101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S13121101Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S13122211X	0.0%	100.0%	4溶接線
S13122211Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S13122211Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S13141101X	0.0%	100.0%	16溶接線
S13141101Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S13211101X	3.1%	96.9%	32溶接線
S13211101Y	3.1%	96.9%	32溶接線
S13211101Z	9.4%	90.6%	32溶接線
S13311101X	33.3%	66.7%	6溶接線
S13311101Y	50.0%	50.0%	6溶接線
S13311101Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S13321101X	50.0%	50.0%	10溶接線
S13321101Y	30.0%	70.0%	10溶接線
S13321101Z	20.0%	80.0%	10溶接線
T13111201X	25.0%	75.0%	12溶接線
T13111201Y	0.0%	100.0%	12溶接線
T13111201Z	0.0%	100.0%	12溶接線
T13111221X	100.0%	0.0%	4溶接線
T13111221Y	0.0%	100.0%	4溶接線
T13111221Z	25.0%	75.0%	4溶接線
T13112201X	8.1%	91.9%	160溶接線
T13112201Y	12.5%	87.5%	160溶接線
T13112201Z	19.5%	80.5%	164溶接線
T13112211X	8.3%	91.7%	48溶接線
T13112211Y	0.0%	100.0%	48溶接線
T13112211Z	5.4%	94.6%	56溶接線
T13112221X	0.0%	100.0%	24溶接線
T13112221Y	0.0%	100.0%	24溶接線
T13112221Z	0.0%	100.0%	24溶接線
T13112231X	8.3%	91.7%	12溶接線
T13112231Y	16.7%	83.3%	12溶接線
T13112231Z	8.3%	91.7%	12溶接線
W12112211X	0.0%	100.0%	4溶接線
W12112211Y	0.0%	100.0%	4溶接線
W12112211Z	0.0%	100.0%	4溶接線
W13111131X	0.0%	100.0%	2溶接線
W13111131Y	0.0%	100.0%	2溶接線
W13111131Z	0.0%	100.0%	4溶接線
W13112211X	0.0%	100.0%	6溶接線
W13112211Y	0.0%	100.0%	6溶接線
W13112211Z	33.3%	66.7%	6溶接線
WO12121101X	0.0%	100.0%	20溶接線
WO12121101Y	5.0%	95.0%	20溶接線
WO12121101Z	0.0%	100.0%	20溶接線
WO12121131X	0.0%	100.0%	24溶接線
WO12121131Y	0.0%	100.0%	24溶接線
WO12121131Z	0.0%	100.0%	36溶接線

コード番号	損傷有	損傷無	母数
WO12122201X	0.0%	100.0%	16溶接線
WO12122201Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WO12122201Z	0.0%	100.0%	16溶接線
WO12122231X	0.0%	100.0%	20溶接線
WO12122231Y	5.0%	95.0%	20溶接線
WO12122231Z	3.1%	96.9%	32溶接線
WO13111101X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO13111101Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO13111101Z	50.0%	50.0%	2溶接線
WO13112201X	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13112201Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13112201Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13121101X	6.3%	93.8%	48溶接線
WO13121101Y	10.4%	89.6%	48溶接線
WO13121101Z	4.2%	95.8%	48溶接線
WO13121131X	1.5%	98.5%	66溶接線
WO13121131Y	3.0%	97.0%	66溶接線
WO13121131Z	1.3%	98.8%	80溶接線
WO13122201X	0.0%	100.0%	48溶接線
WO13122201Y	4.2%	95.8%	48溶接線
WO13122201Z	0.0%	100.0%	48溶接線
WO13122211X	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13122211Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13122211Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13122231X	0.0%	100.0%	68溶接線
WO13122231Y	1.5%	98.5%	68溶接線
WO13122231Z	2.7%	97.3%	110溶接線
WR12112201X	0.0%	100.0%	16溶接線
WR12112201Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WR12112201Z	0.0%	100.0%	16溶接線
WR12121101X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12121101Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12121101Z	12.5%	87.5%	8溶接線
WR12122201X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12122201Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12122201Z	0.0%	100.0%	10溶接線
WR12122231X	0.0%	100.0%	4溶接線
WR12122231Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WR12122231Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR13111101X	16.7%	83.3%	12溶接線
WR13111101Y	8.3%	91.7%	12溶接線
WR13111101Z	16.7%	83.3%	12溶接線
WR13112201X	0.0%	100.0%	32溶接線
WR13112201Y	0.0%	100.0%	32溶接線
WR13112201Z	0.0%	100.0%	32溶接線
WR13122201X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR13122201Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR13122201Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WR13122231X	0.0%	100.0%	4溶接線
WR13122231Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WR13122231Z	25.0%	75.0%	4溶接線
WT12112201X	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112201Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112201Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112211X	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112211Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112211Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WT13111201X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT13111201Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT13111201Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT13112211X	16.7%	83.3%	6溶接線
WT13112211Y	0.0%	100.0%	6溶接線
WT13112211Z	0.0%	100.0%	6溶接線
R12112201X	0.0%	100.0%	8溶接線
R12112201Y	0.0%	100.0%	8溶接線
R12121131X	0.0%	100.0%	2溶接線
R12121131Y	0.0%	100.0%	2溶接線
R12121131Z	0.0%	100.0%	4溶接線
R13111131X	0.0%	100.0%	8溶接線
R13111131Y	12.5%	87.5%	8溶接線
R13111131Z	8.3%	91.7%	12溶接線
R13112201X	0.0%	100.0%	18溶接線
R13112201Y	11.1%	88.9%	18溶接線
R13112201Z	5.6%	94.4%	18溶接線
R13122211X	5.7%	94.3%	88溶接線
R13122211Y	2.3%	97.7%	88溶接線
R13122211Z	0.0%	100.0%	88溶接線

表7-69 構造形式および板組パターン別の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL21661001X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL21661001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL21661001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23762001X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23762001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23762001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23802001Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S21661001X	0.0%	100.0%	52溶接線
S21661001Y	1.9%	98.1%	52溶接線
S21661001Z	0.0%	100.0%	52溶接線
S21662001X	25.0%	75.0%	8溶接線
S21662001Y	25.0%	75.0%	8溶接線
S21662001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S22802001X	0.0%	100.0%	2溶接線
S22802001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
S22802001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S23761001X	0.0%	100.0%	88溶接線
S23761001Y	0.0%	100.0%	52溶接線
S23761001Z	0.0%	100.0%	52溶接線
S23762001X	0.0%	100.0%	12溶接線
S23762001Y	0.0%	100.0%	12溶接線
S23762001Z	0.0%	100.0%	12溶接線
S23801001X	0.0%	100.0%	8溶接線
S23801001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S23801001Z	10.0%	90.0%	20溶接線
S23802001X	0.0%	100.0%	20溶接線
S23802001Y	0.0%	100.0%	20溶接線
S23802001Z	0.0%	100.0%	26溶接線
T21661001X	5.6%	94.4%	124溶接線
T21661001Y	6.5%	93.5%	124溶接線
T21661001Z	1.6%	98.4%	124溶接線
T21662001X	4.5%	95.5%	44溶接線
T21662001Y	9.1%	90.9%	44溶接線
T21662001Z	0.0%	100.0%	36溶接線
T21681001X	50.0%	50.0%	8溶接線
T21681001Y	25.0%	75.0%	8溶接線
T21681001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T23501001X	2.8%	97.2%	36溶接線
T23501001Y	2.8%	97.2%	36溶接線
T23501001Z	11.1%	88.9%	36溶接線
T23761001X	6.3%	93.8%	96溶接線
T23761001Y	4.2%	95.8%	96溶接線
T23761001Z	5.2%	94.8%	96溶接線
T23762001X	0.0%	100.0%	44溶接線
T23762001Y	11.4%	88.6%	44溶接線
T23762001Z	11.4%	88.6%	44溶接線
T23771001Z	25.0%	75.0%	4溶接線
T23781001X	50.0%	50.0%	8溶接線
T23781001Y	0.0%	100.0%	8溶接線

コード番号	損傷有	損傷無	母数
T23781001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T23801001X	4.1%	95.9%	74溶接線
T23801001Y	0.0%	100.0%	72溶接線
T23801001Z	0.0%	100.0%	74溶接線
W21661001X	0.0%	100.0%	12溶接線
W21661001Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W21661001Z	0.0%	100.0%	12溶接線
W22761001X	8.3%	91.7%	12溶接線
W22761001Y	25.0%	75.0%	12溶接線
W22761001Z	25.0%	75.0%	12溶接線
W23761001X	4.2%	95.8%	24溶接線
W23761001Y	4.2%	95.8%	24溶接線
W23761001Z	29.2%	70.8%	24溶接線
WO21661001X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO21661001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22761001X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22761001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22761001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WO23761001X	0.0%	100.0%	8溶接線
WO23761001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WO23761001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23401001X	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23401001Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23401001Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23402001X	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23402001Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23402001Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23502001X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23502001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23502001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23761001X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR23761001Y	8.3%	91.7%	12溶接線
WR23761001Z	8.3%	91.7%	12溶接線
WT21661001X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT21661001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT21661001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT23761001X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT23761001Y	50.0%	50.0%	2溶接線
WT23761001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
R22761001X	0.0%	100.0%	20溶接線
R22761001Y	0.0%	100.0%	20溶接線
R22761001Z	0.0%	100.0%	20溶接線
R23761001X	0.0%	100.0%	40溶接線
R23761001Y	0.0%	100.0%	40溶接線
R23761001Z	0.0%	100.0%	40溶接線
R23801001X	0.0%	100.0%	16溶接線
R23801001Y	0.0%	100.0%	16溶接線
R23801001Z	0.0%	100.0%	16溶接線



※□は母数が多い箇所を示す。

図7-55 構造形式および板組パターン別の損傷発生率（角柱）

表7-70 構造形式および板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

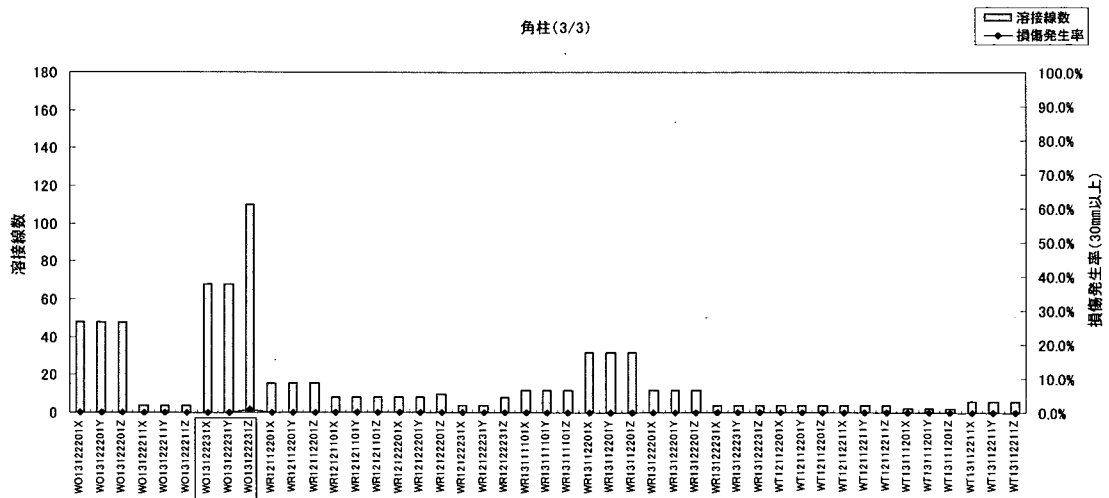
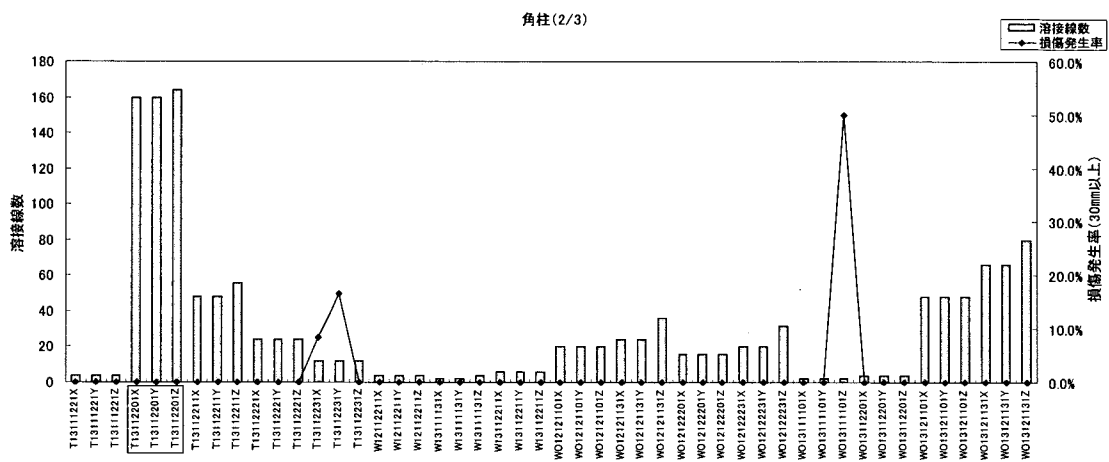
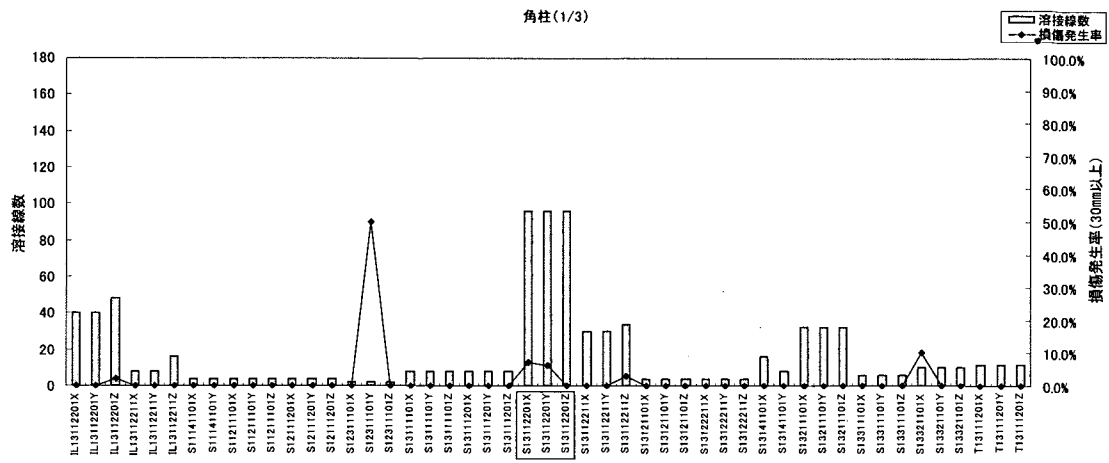
コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13112201X	0.0%	100.0%	40溶接線
IL13112201Y	0.0%	100.0%	40溶接線
IL13112201Z	2.1%	97.9%	48溶接線
IL13112211X	0.0%	100.0%	8溶接線
IL13112211Y	0.0%	100.0%	8溶接線
IL13112211Z	0.0%	100.0%	16溶接線
S11141101X	0.0%	100.0%	4溶接線
S11141101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S11211101X	0.0%	100.0%	4溶接線
S11211101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S11211101Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S12111201X	0.0%	100.0%	4溶接線
S12111201Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S12111201Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S12311101X	0.0%	100.0%	2溶接線
S12311101Y	50.0%	50.0%	2溶接線
S12311101Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S13111101X	0.0%	100.0%	8溶接線
S13111101Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S13111101Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S13111201X	0.0%	100.0%	8溶接線
S13111201Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S13111201Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S13112201X	7.3%	92.7%	96溶接線
S13112201Y	6.3%	93.8%	96溶接線
S13112201Z	0.0%	100.0%	96溶接線
S13112211X	0.0%	100.0%	30溶接線
S13112211Y	0.0%	100.0%	30溶接線
S13112211Z	2.9%	97.1%	34溶接線
S13121101X	0.0%	100.0%	4溶接線
S13121101Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S13121101Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S1312211X	0.0%	100.0%	4溶接線
S1312211Y	0.0%	100.0%	4溶接線
S1312211Z	0.0%	100.0%	4溶接線
S13141101X	0.0%	100.0%	16溶接線
S13141101Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S13211101X	0.0%	100.0%	32溶接線
S13211101Y	0.0%	100.0%	32溶接線
S13211101Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S13311101X	0.0%	100.0%	6溶接線
S13311101Y	0.0%	100.0%	6溶接線
S13321101X	10.0%	90.0%	10溶接線
S13321101Y	0.0%	100.0%	10溶接線
S13321101Z	0.0%	100.0%	10溶接線
T13111201X	0.0%	100.0%	12溶接線
T13111201Y	0.0%	100.0%	12溶接線
T13111201Z	0.0%	100.0%	12溶接線
T13111221X	0.0%	100.0%	4溶接線
T13111221Y	0.0%	100.0%	4溶接線
T13111221Z	0.0%	100.0%	4溶接線
T13112201X	0.0%	100.0%	160溶接線
T13112201Y	0.0%	100.0%	160溶接線
T13112201Z	0.0%	100.0%	164溶接線
T13112211X	0.0%	100.0%	48溶接線
T13112211Y	0.0%	100.0%	48溶接線
T13112211Z	0.0%	100.0%	56溶接線
T13112221X	0.0%	100.0%	24溶接線
T13112221Y	0.0%	100.0%	24溶接線
T13112221Z	0.0%	100.0%	24溶接線
T13112231X	8.3%	91.7%	12溶接線
T13112231Y	16.7%	83.3%	12溶接線
T13112231Z	0.0%	100.0%	12溶接線
W12112211X	0.0%	100.0%	4溶接線
W12112211Y	0.0%	100.0%	4溶接線
W12112211Z	0.0%	100.0%	4溶接線
W13111131X	0.0%	100.0%	2溶接線
W13111131Y	0.0%	100.0%	2溶接線
W13111131Z	0.0%	100.0%	4溶接線
W13112211X	0.0%	100.0%	6溶接線
W13112211Y	0.0%	100.0%	6溶接線
W13112211Z	0.0%	100.0%	6溶接線
WO12121101X	0.0%	100.0%	20溶接線
WO12121101Y	0.0%	100.0%	20溶接線
WO12121101Z	0.0%	100.0%	20溶接線
WO12121131X	0.0%	100.0%	24溶接線
WO12121131Y	0.0%	100.0%	24溶接線
WO12121131Z	0.0%	100.0%	36溶接線

コード番号	損傷有	損傷無	母数
WO12122201X	0.0%	100.0%	16溶接線
WO12122201Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WO12122201Z	0.0%	100.0%	16溶接線
WO12122231X	0.0%	100.0%	20溶接線
WO12122231Y	0.0%	100.0%	20溶接線
WO12122231Z	0.0%	100.0%	32溶接線
WO13111101X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO13111101Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO13111101Z	50.0%	50.0%	2溶接線
WO131112201X	0.0%	100.0%	4溶接線
WO131112201Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WO131112201Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13121101X	0.0%	100.0%	48溶接線
WO13121101Y	0.0%	100.0%	48溶接線
WO13121101Z	0.0%	100.0%	48溶接線
WO13121131X	0.0%	100.0%	66溶接線
WO13121131Y	0.0%	100.0%	66溶接線
WO13121131Z	0.0%	100.0%	80溶接線
WO13122201X	0.0%	100.0%	48溶接線
WO13122201Y	0.0%	100.0%	48溶接線
WO13122201Z	0.0%	100.0%	48溶接線
WO13122211X	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13122211Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13122211Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WO13122231X	0.0%	100.0%	68溶接線
WO13122231Y	0.0%	100.0%	68溶接線
WO13122231Z	0.9%	99.1%	110溶接線
WR12112201X	0.0%	100.0%	16溶接線
WR12112201Y	0.0%	100.0%	16溶接線
WR12112201Z	0.0%	100.0%	16溶接線
WR12121101X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12121101Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12121101Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12122201X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12122201Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR12122201Z	0.0%	100.0%	10溶接線
WR12122231X	0.0%	100.0%	4溶接線
WR12122231Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WR12122231Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR13111101X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR13111101Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR13111101Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WR13112201X	0.0%	100.0%	32溶接線
WR13112201Y	0.0%	100.0%	32溶接線
WR13112201Z	0.0%	100.0%	32溶接線
WR13122201X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR13122201Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR13122201Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WR13122231X	0.0%	100.0%	4溶接線
WR13122231Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WR13122231Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112201X	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112201Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112201Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112211X	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112211Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WT12112211Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WT13111201X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT13111201Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT13111201Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT13112211X	0.0%	100.0%	6溶接線
WT13112211Y	0.0%	100.0%	6溶接線
WT13112211Z	0.0%	100.0%	6溶接線
R12112201X	0.0%	100.0%	8溶接線
R12112201Y	0.0%	100.0%	8溶接線
R12112201Z	0.0%	100.0%	8溶接線
R12121131X	0.0%	100.0%	2溶接線
R12121131Y	0.0%	100.0%	2溶接線
R12121131Z	0.0%	100.0%	4溶接線
R13111131X	0.0%	100.0%	8溶接線
R13111131Y	0.0%	100.0%	8溶接線
R13111131Z	0.0%	100.0%	12溶接線
R13112201X	0.0%	100.0%	18溶接線
R13112201Y	0.0%	100.0%	18溶接線
R13112201Z	0.0%	100.0%	18溶接線
R13122211X	0.0%	100.0%	88溶接線
R13122211Y	0.0%	100.0%	88溶接線
R13122211Z	0.0%	100.0%	88溶接線

表7-71 構造形式および板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（円柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL21661001X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL21661001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL21661001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23762001X	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23762001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23762001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
IL23802001Z	0.0%	100.0%	6溶接線
S21661001X	0.0%	100.0%	52溶接線
S21661001Y	0.0%	100.0%	52溶接線
S21661001Z	0.0%	100.0%	52溶接線
S21662001X	0.0%	100.0%	8溶接線
S21662001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S21662001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
S22802001X	0.0%	100.0%	2溶接線
S22802001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
S22802001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
S23761001X	0.0%	100.0%	88溶接線
S23761001Y	0.0%	100.0%	52溶接線
S23761001Z	0.0%	100.0%	52溶接線
S23762001X	0.0%	100.0%	12溶接線
S23762001Y	0.0%	100.0%	12溶接線
S23762001Z	0.0%	100.0%	12溶接線
S23801001X	0.0%	100.0%	8溶接線
S23801001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
S23801001Z	0.0%	100.0%	20溶接線
S23802001X	0.0%	100.0%	20溶接線
S23802001Y	0.0%	100.0%	20溶接線
S23802001Z	0.0%	100.0%	26溶接線
T21661001X	2.4%	97.6%	124溶接線
T21661001Y	3.2%	96.8%	124溶接線
T21661001Z	0.0%	100.0%	124溶接線
T21662001X	4.5%	95.5%	44溶接線
T21662001Y	2.3%	97.7%	44溶接線
T21662001Z	0.0%	100.0%	36溶接線
T21681001X	0.0%	100.0%	8溶接線
T21681001Y	12.5%	87.5%	8溶接線
T21681001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T23501001X	0.0%	100.0%	36溶接線
T23501001Y	0.0%	100.0%	36溶接線
T23501001Z	2.8%	97.2%	36溶接線
T23761001X	2.1%	97.9%	96溶接線
T23761001Y	0.0%	100.0%	96溶接線
T23761001Z	1.0%	99.0%	96溶接線
T23762001X	0.0%	100.0%	44溶接線
T23762001Y	0.0%	100.0%	44溶接線
T23762001Z	2.3%	97.7%	44溶接線
T23771001Z	25.0%	75.0%	4溶接線
T23781001X	12.5%	87.5%	8溶接線
T23781001Y	0.0%	100.0%	8溶接線

コード番号	損傷有	損傷無	母数
T23781001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
T23801001X	1.4%	98.6%	74溶接線
T23801001Y	0.0%	100.0%	72溶接線
T23801001Z	0.0%	100.0%	74溶接線
W21661001X	0.0%	100.0%	12溶接線
W21661001Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W21661001Z	0.0%	100.0%	12溶接線
W22761001X	0.0%	100.0%	12溶接線
W22761001Y	0.0%	100.0%	12溶接線
W22761001Z	16.7%	83.3%	12溶接線
W23761001X	0.0%	100.0%	24溶接線
W23761001Y	0.0%	100.0%	24溶接線
W23761001Z	4.2%	95.8%	24溶接線
WO21661001X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO21661001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22761001X	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22761001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WO22761001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WO23761001X	0.0%	100.0%	8溶接線
WO23761001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WO23761001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23401001X	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23401001Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23401001Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23402001X	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23402001Y	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23402001Z	0.0%	100.0%	4溶接線
WR23502001X	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23502001Y	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23502001Z	0.0%	100.0%	8溶接線
WR23761001X	0.0%	100.0%	12溶接線
WR23761001Y	0.0%	100.0%	12溶接線
WR23761001Z	0.0%	100.0%	12溶接線
WT21661001X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT21661001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT21661001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
WT23761001X	0.0%	100.0%	2溶接線
WT23761001Y	0.0%	100.0%	2溶接線
WT23761001Z	0.0%	100.0%	2溶接線
R22761001X	0.0%	100.0%	20溶接線
R22761001Y	0.0%	100.0%	20溶接線
R22761001Z	0.0%	100.0%	20溶接線
R23761001X	0.0%	100.0%	40溶接線
R23761001Y	0.0%	100.0%	40溶接線
R23761001Z	0.0%	100.0%	40溶接線
R23801001X	0.0%	100.0%	16溶接線
R23801001Y	0.0%	100.0%	16溶接線
R23801001Z	0.0%	100.0%	16溶接線

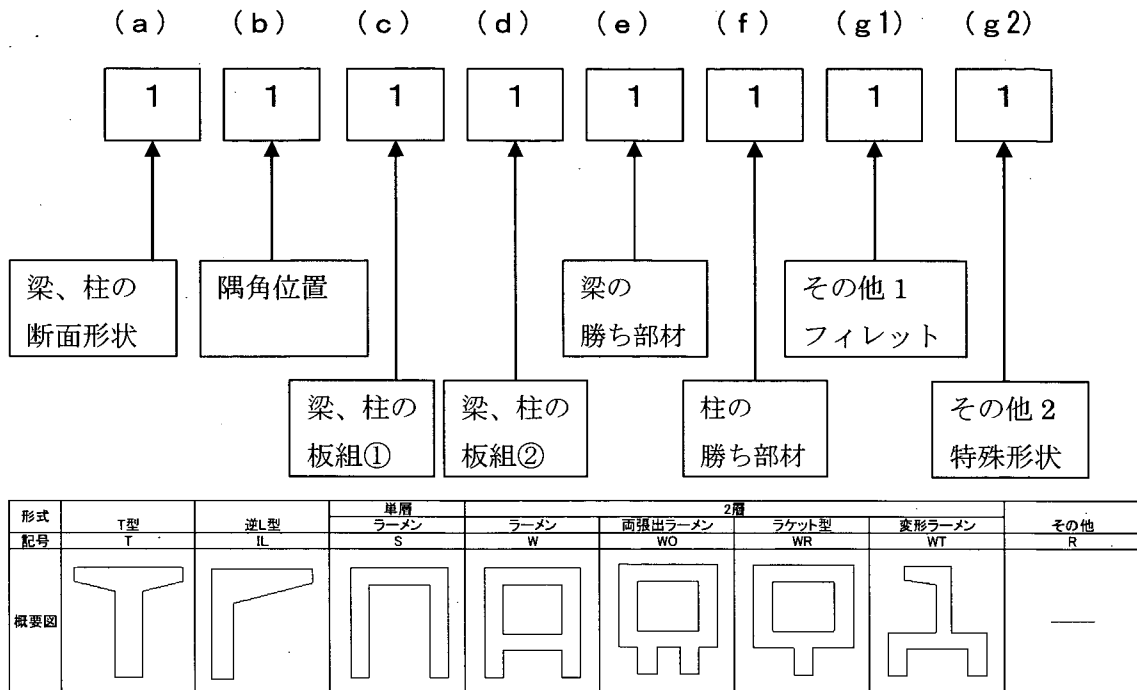


※□は母数が多い箇所を示す。

図7-57 構造形式および板組パターン別の損傷長さ30mm以上の損傷発生率（角柱）

7.14 分析⑧-14

構造形式および板組分類(a)梁・柱の断面形状、(b)隅角箇所、(c)梁・柱の板組①、(d)梁・柱板組②、(e)梁の勝ち部材、(f)柱の勝ち部材、(g1)その他 1、(g2)その他 2、溶接線方向組み合わせ (7パターン) と損傷の有無の関係



【分析結果】

分析⑧-13で板組パターンの溶接線方向 (x, y, z) と損傷発生の関係について、構造形式別に分析を行ったが、さらに溶接線方向の組み合わせ (7パターン: X, Y, Z, XY, XZ, YZ, XYZ) と損傷発生の関係について分析する。ここで分析対象とした 7 パターンの組み合わせは、母数が多い板組構造として、角柱板組種別上位4パターン(IL13112201、S13112201、T13112201、Wo13122231)、円柱の板組種別上位2パターン(T21661001、T23761001)について分析を行う。

角柱の上位4パターンをベン図により表現してみると、S13112201 および T13112201 は、ほとんどが1つの隅角箇所に対してX, Y, Zの1方向の損傷となっているが、2方向の損傷ケースも若干存在する。ただし、1つの隅角に3方向の損傷が見られるケースは極めて少ないことがわかる。(図 7-60, 図 7-61, 図 7-62) また、WO13122231 は、ほとんどが無損傷であったことから亀裂の方向性に関して有為差は見られない。

円柱の上位2パターンは、ともに損傷隅角数が少なく、T21661001は全て溶接線単独の損傷であり、T23761001もYZ方向の2隅角以外は溶接線単独の損傷であった。(図 6-62)

【考察】

角柱、円柱いずれも、梁フランジの突合わせ溶接であるZ方向の溶接線単独の損傷が多く、複数の溶接線方向に損傷が発生したケースは少ないが、XYZ方向全てに損傷が発生す

るケースもある。よって、鋼製橋脚隅角部に損傷が発生した場合は、損傷が発生していない方向の溶接線にも注意する必要がある。

表7-72 溶接線方向組合せパターン別の分析対象（角柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	(e)梁の勝部材	(f)柱の勝部材	(g1)その他1	(g2)その他2	溶接方向	コード番号	溶接線組合せ数	損傷有	損傷無
IL	1	3	1	1	2	2	0	1	X	IL13112201X	40	1	39
IL	1	3	1	1	2	2	0	1	Y	IL13112201Y	40	3	37
IL	1	3	1	1	2	2	0	1	Z	IL13112201Z	48	9	39
IL	1	3	1	1	2	2	0	1	YZ	IL13112201YZ	32	1	31
S	1	3	1	1	2	2	0	1	X	S13112201X	96	3	93
S	1	3	1	1	2	2	0	1	Y	S13112201Y	96	6	90
S	1	3	1	1	2	2	0	1	Z	S13112201Z	96	14	82
S	1	3	1	1	2	2	0	1	XY	S13112201XY	96	5	91
S	1	3	1	1	2	2	0	1	XZ	S13112201XZ	96	2	94
S	1	3	1	1	2	2	0	1	YZ	S13112201YZ	96	2	94
S	1	3	1	1	2	2	0	1	XYZ	S13112201XYZ	96	1	95
T	1	3	1	1	2	2	0	1	X	T13112201X	160	5	155
T	1	3	1	1	2	2	0	1	Y	T13112201Y	160	10	150
T	1	3	1	1	2	2	0	1	Z	T13112201Z	164	19	145
T	1	3	1	1	2	2	0	1	XY	T13112201XY	156	2	154
T	1	3	1	1	2	2	0	1	XZ	T13112201XZ	160	5	155
T	1	3	1	1	2	2	0	1	YZ	T13112201YZ	160	7	153
T	1	3	1	1	2	2	0	1	XYZ	T13112201XYZ	156	1	155
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	X	WO13122231X	68	0	68
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	Y	WO13122231Y	68	1	67
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	Z	WO13122231Z	110	3	107
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	XY	WO13122231XY	26	0	26
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	XZ	WO13122231XZ	68	0	68
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	YZ	WO13122231YZ	68	0	68
WO	1	3	1	2	2	2	3	1	XYZ	WO13122231XYZ	26	0	26

表7-73 溶接線方向組合せパターン別の分析対象（円柱）

構造形式	(a)梁柱断面形状	(b)隅角箇所	(c)梁柱板組①	(d)梁柱板組②	(e)梁の勝部材	(f)柱の勝部材	(g1)その他1	(g2)その他2	溶接方向組合せ	コード番号	溶接線組合せ数	損傷有	損傷無
T	2	1	6	6	1	0	0	1	X	T21661001X	124	6	118
T	2	1	6	6	1	0	0	1	Y	T21661001Y	124	7	117
T	2	1	6	6	1	0	0	1	Z	T21661001Z	124	1	123
T	2	1	6	6	1	0	0	1	XY	T21661001XY	124	0	124
T	2	1	6	6	1	0	0	1	XZ	T21661001XZ	124	0	124
T	2	1	6	6	1	0	0	1	YZ	T21661001YZ	124	0	124
T	2	1	6	6	1	0	0	1	XYZ	T21661001XYZ	124	0	124
T	2	3	7	6	1	0	0	1	X	T23761001X	96	6	90
T	2	3	7	6	1	0	0	1	Y	T23761001Y	96	2	94
T	2	3	7	6	1	0	0	1	Z	T23761001Z	96	3	93
T	2	3	7	6	1	0	0	1	XY	T23761001XY	96	0	96
T	2	3	7	6	1	0	0	1	XZ	T23761001XZ	96	0	96
T	2	3	7	6	1	0	0	1	YZ	T23761001YZ	96	2	94
T	2	3	7	6	1	0	0	1	XYZ	T23761001XYZ	96	0	96

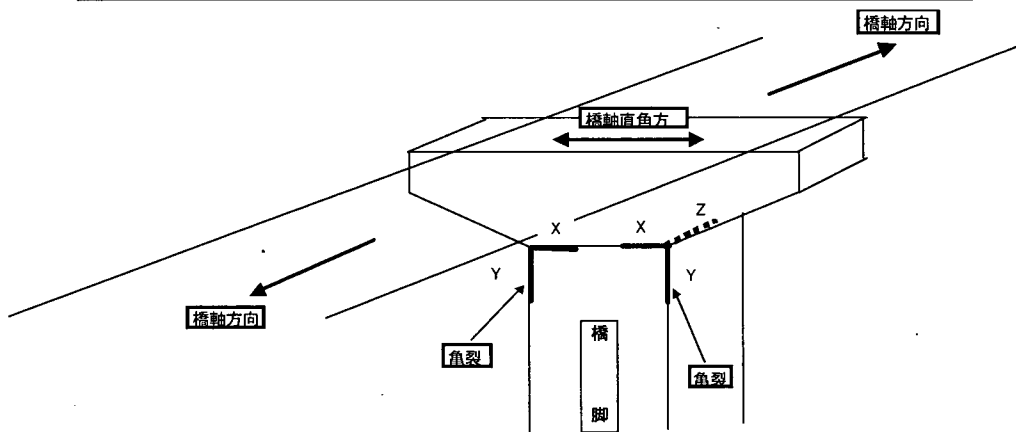
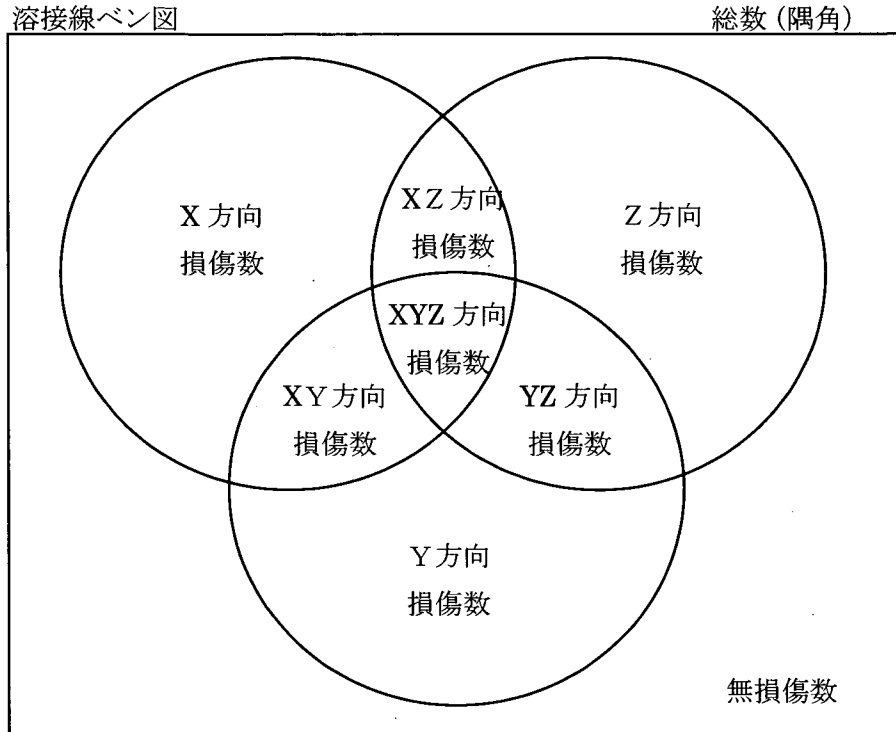
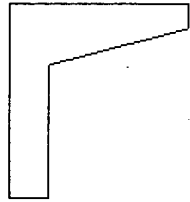
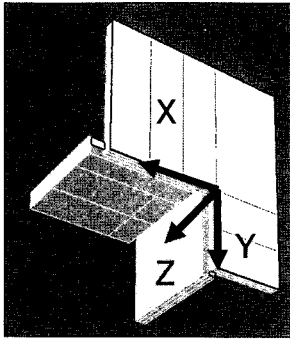
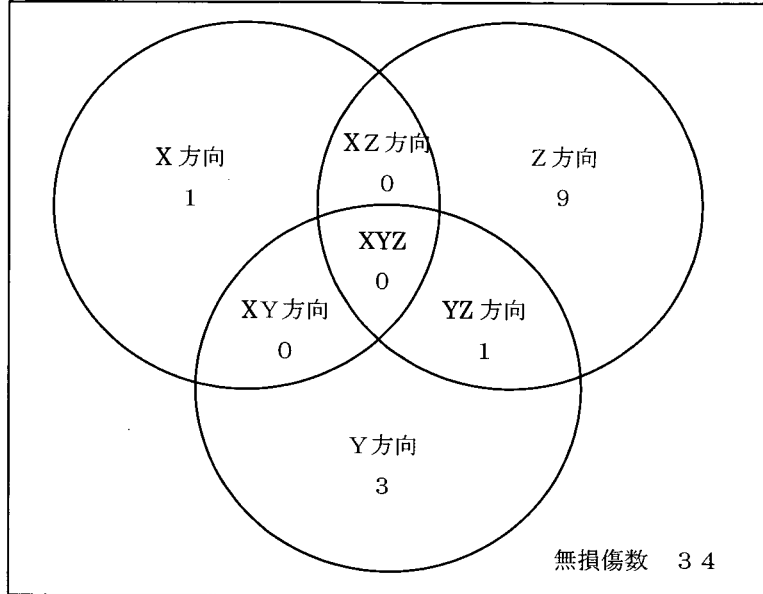


図7-59 溶接線方向組み合わせ別の損傷数(記入要領)

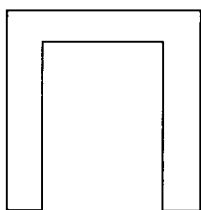
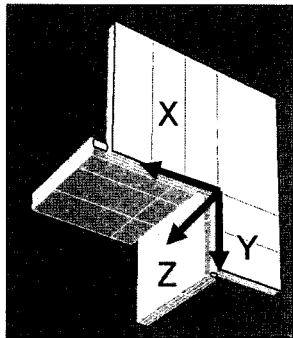


角柱 IL13112201

4 8

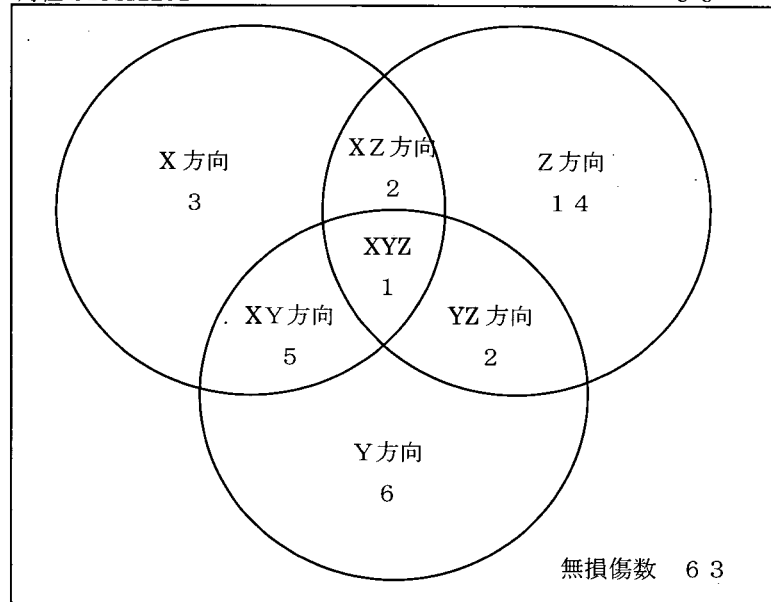


→ ほとんど Y,Y,Z の 1 方向のみの損傷



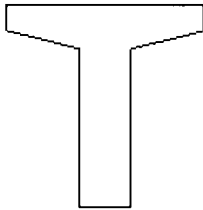
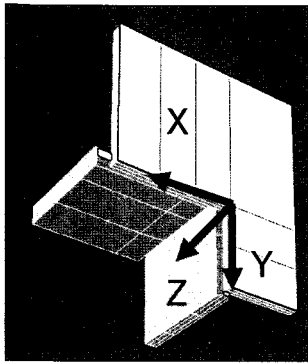
角柱 S13112201

9 6



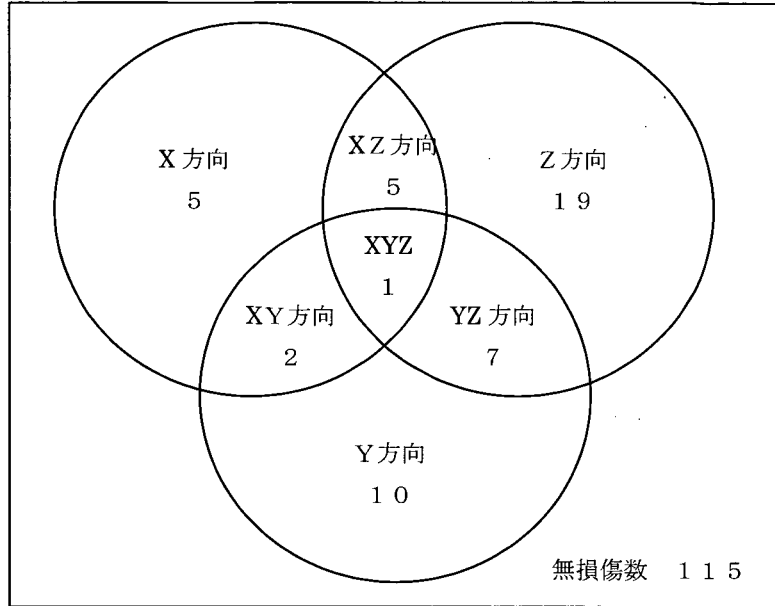
→ 若干 2 方向の損傷も発生しているが、ほとんどが Z 方向 (3 方向の損傷は極めて少ない)

図7-60 溶接線方向組み合わせ別の損傷数 (角柱①)

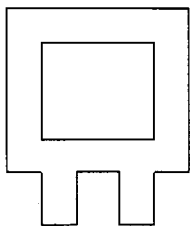
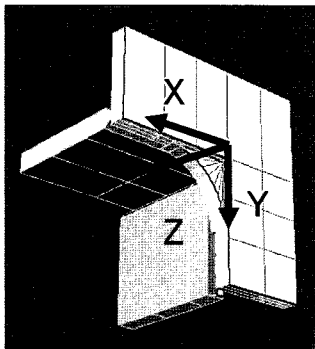


角柱 T13112201

1 6 4

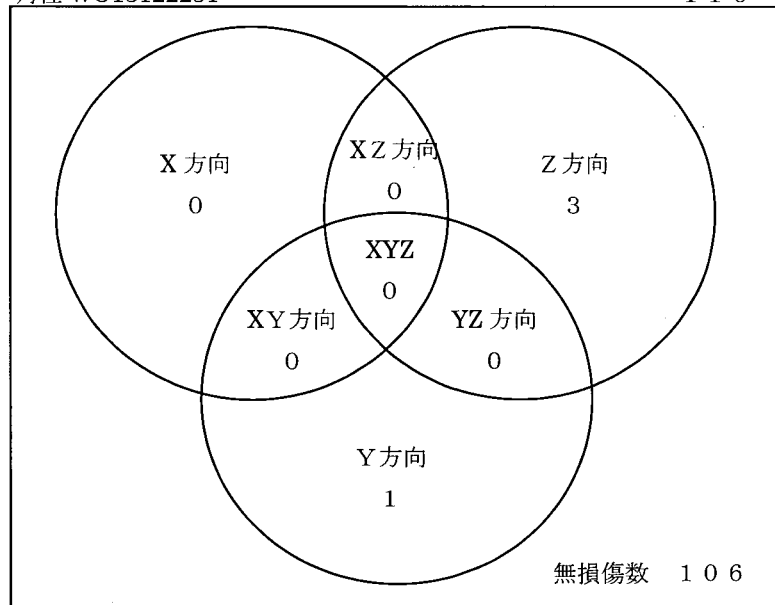


→ 若干2方向の損傷も発生しているが、ほとんどがZ方向
(3方向の損傷は極めて少ない)



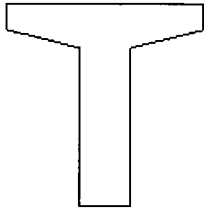
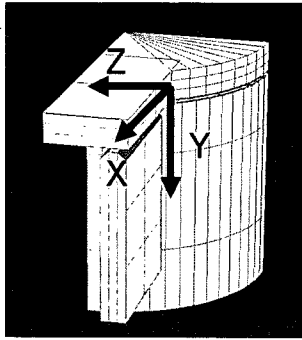
角柱 WO13122231

1 1 0



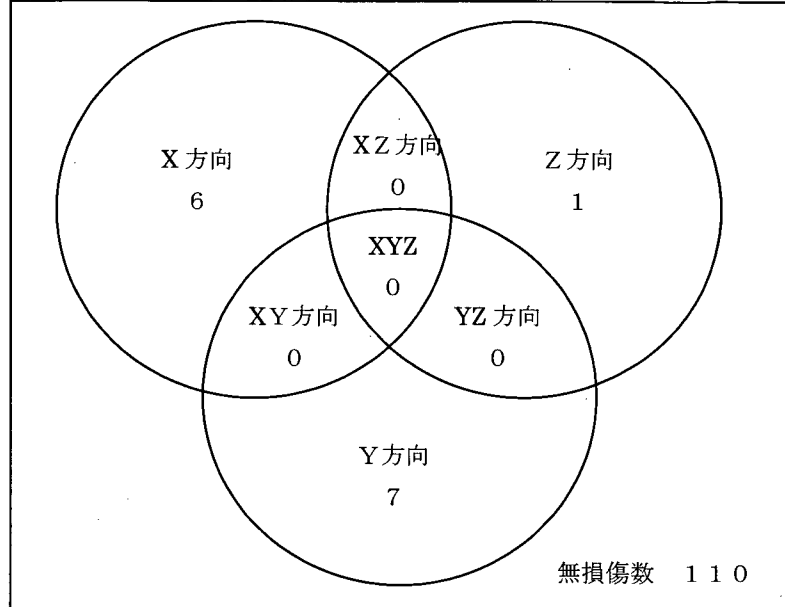
→ 損傷数が少ないため、傾向なし

図7-61 溶接線方向組み合わせ別の損傷数 (角柱②)

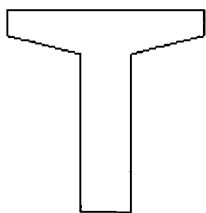
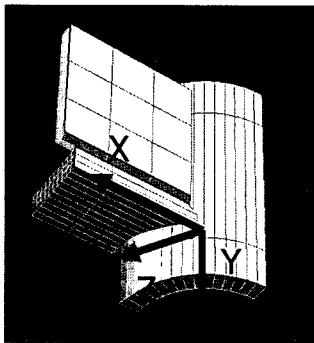


円柱 T21661001

1 2

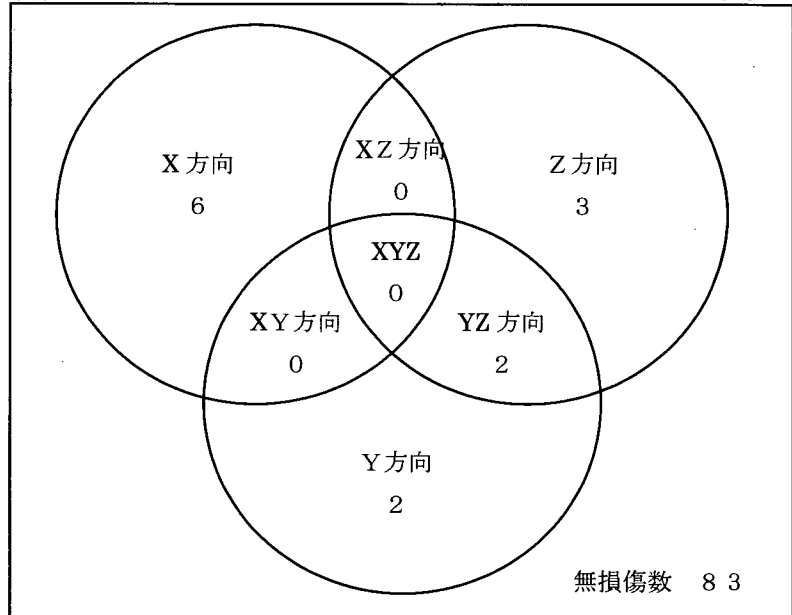


→ Y,Zの1方向のみの損傷



円柱 T23761001

9 6



→ Y,Zの1方向のみの損傷

図7-62 溶接線方向組み合わせ別の損傷数（円柱）

表7-74 溶接線方向組合せパターン別の
損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
IL13112201X	2.5%	97.5%	40隅角
IL13112201Y	7.5%	92.5%	40隅角
IL13112201Z	18.8%	81.3%	48隅角
IL13112201YZ	3.1%	96.9%	32隅角
S13112201X	3.1%	96.9%	96隅角
S13112201Y	6.3%	93.8%	96隅角
S13112201Z	14.6%	85.4%	96隅角
S13112201XY	5.2%	94.8%	96隅角
S13112201XZ	2.1%	97.9%	96隅角
S13112201YZ	2.1%	97.9%	96隅角
S13112201XYZ	1.0%	99.0%	96隅角
T13112201X	3.1%	96.9%	160隅角
T13112201Y	6.3%	93.8%	160隅角
T13112201Z	11.6%	88.4%	164隅角
T13112201XY	1.3%	98.7%	156隅角
T13112201XZ	3.1%	96.9%	160隅角
T13112201YZ	4.4%	95.6%	160隅角
T13112201XYZ	0.6%	99.4%	156隅角
WO13122231X	0.0%	100.0%	68隅角
WO13122231Y	1.5%	98.5%	68隅角
WO13122231Z	2.7%	97.3%	110隅角
WO13122231XY	0.0%	100.0%	26隅角
WO13122231XZ	0.0%	100.0%	68隅角
WO13122231YZ	0.0%	100.0%	68隅角
WO13122231XYZ	0.0%	100.0%	26隅角

表7-75 溶接線方向組合せパターン別の
損傷発生率（角柱）

コード番号	損傷有	損傷無	母数
T21661001X	4.8%	95.2%	124隅角
T21661001Y	5.6%	94.4%	124隅角
T21661001Z	0.8%	99.2%	124隅角
T21661001XY	0.0%	100.0%	124隅角
T21661001XZ	0.0%	100.0%	124隅角
T21661001YZ	0.0%	100.0%	124隅角
T21661001XYZ	0.0%	100.0%	124隅角
T23761001X	6.3%	93.8%	96隅角
T23761001Y	2.1%	97.9%	96隅角
T23761001Z	3.1%	96.9%	96隅角
T23761001XY	0.0%	100.0%	96隅角
T23761001XZ	0.0%	100.0%	96隅角
T23761001YZ	2.1%	97.9%	96隅角
T23761001XYZ	0.0%	100.0%	96隅角

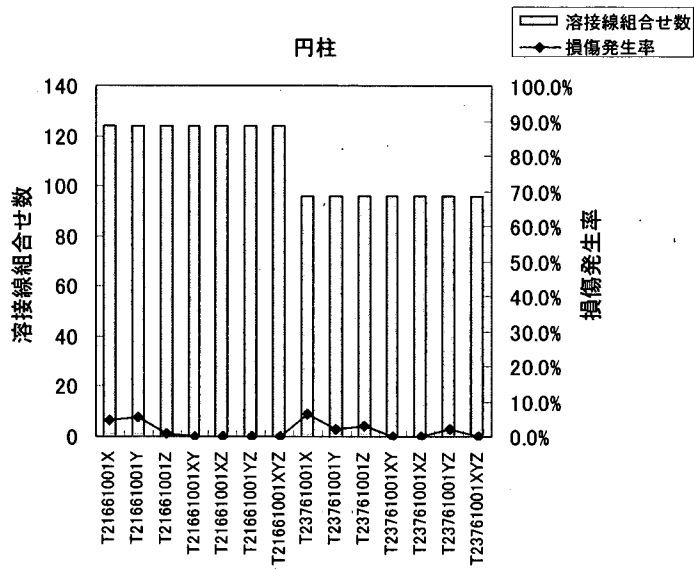
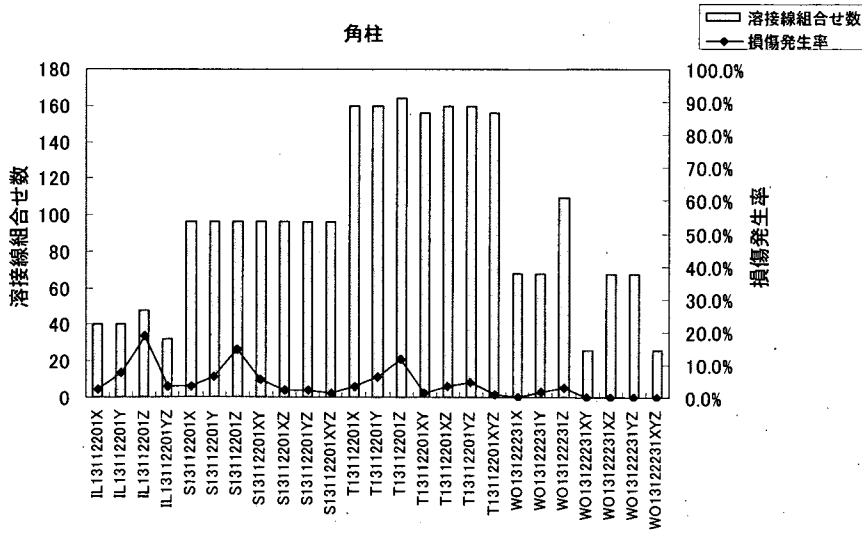


図7-63 溶接組合せと損傷の関係

7.15 橋脚の構造形式と損傷の関係について

分析⑧-1 ～分析⑧-13 より、T型橋脚、逆T型橋脚、ラーメン橋脚などの橋脚の構造形式と損傷発生との間には顕著な傾向は見られず、損傷発生率が高い板組構造であれば、橋脚の構造形式にかかわらず高い損傷発生率を示すことがわかった。

また、分析⑧-14 で溶接線方向 (X, Y, Z, XY, XZ, YZ, XYZの組み合わせ) と損傷発生との関係について分析を行ったが、梁フランジの突合わせ溶接であるZ方向の溶接線単独の損傷が多く、複数の溶接線方向に同時に損傷が発生したケースは少なかった。

8. 隅角部形状パラメータと損傷の関係

8.1 概要

鋼製橋脚隅角部の設計は、8.2に示すように曲げモーメントと軸力による垂直応力度に、奥村・石沢の式より算出したせん断遅れ応力度を加えた応力で断面決定する。このせん断遅れ応力度に影響を与える梁と柱相互の断面形状や、それによるせん断遅れパラメータ等と損傷発生の関係について8.3以降で分析を行う。

8.2 隅角部の設計方法

鋼製橋脚隅角部に求められる構造的機能は、梁から柱へと断面力を円滑に伝えることにある。この場合、隅角部には大きなせん断応力を生じるが、特に箱形薄肉断面で構成された隅角部では、この大きなせん断応力のために初等はり理論によるものとは異なり、せん断遅れ現象の影響(図8-1)を受ける。この現象は薄肉構造物すべてに見られるが、上部構造物及び鋼製橋脚のはり、柱については一般に有効幅という考えを用いてこれを考慮しているが、隅角部については応力状態が箱げたのそれと相違し、かつその影響が大きいことからせん断遅れ現象を考慮した弾性理論を用いて設計しなければならない。^{4), 5)}

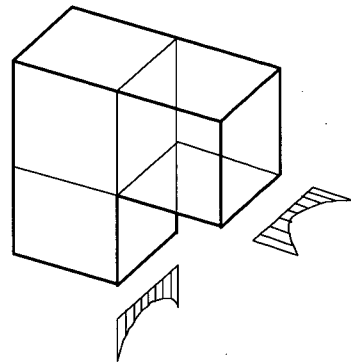


図8-1 せん断遅れによる直応力の分布図

梁または柱のフランジの応力度は、曲げモーメントと軸方向力による応力度にせん断遅れによる応力度を加えて決定する。以下に隅角部応力の計算例を示す。

(1) フランジの垂直応力度

① 曲げモーメントと軸方向力による応力度

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{01} &= \frac{M_1}{W_b} - \frac{N_1}{A_b} \\ \sigma_{i1} &= -\frac{M_1}{W_b} - \frac{N_1}{A_b} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{02} &= \frac{M_2}{W_c} - \frac{N_2}{A_c} \\ \sigma_{i2} &= -\frac{M_2}{W_c} - \frac{N_2}{A_c} \end{aligned} \right\}$$

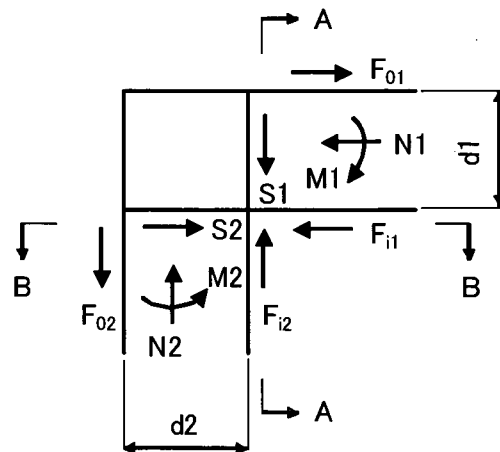


図8-2 隅角部に作用する外力

ここに、

- σ_{o1} 、 σ_{i1} : 曲げモーメントおよび軸方向力によるはりフランジの応力度
- σ_{o2} 、 σ_{i2} : 曲げモーメントおよび軸方向力によるはりフランジの応力度
- M_1 、 M_2 : はりおよび柱に作用する曲げモーメント (図-8.2 方向を正)
- N_1 、 N_2 : はりおよび柱に作用する軸方向力 (図-8.2 方向を正)
- W_b 、 W_c : はりおよび柱の断面係数
- A_b 、 A_c : はりおよび柱の断面積

②せん断遅れによる応力度

図 8-2 の A-A 断面におけるせん断遅れによるフランジ応力度は次式で求められる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{s1} &= \frac{b}{d_1} \cdot \frac{F_{i2}}{A_{w1}} \cdot S_1 \\ R_1 &= \frac{6A_{f1}}{A_{w1}} \end{aligned} \right\}$$

ここに、

- σ_{s1} : A-A 断面のせん断遅れによるフランジ応力度
- A_{f1} : はりのフランジ断面積
- A_{w1} : はりのウェブ断面積
- b : ウェブ中心間隔
- $S_{i(i=1)}$: R_1 に関する値でせん断遅れの推定図から求める。

※ 模型実験により補正式も提案されている。

$$S_j = 3 / R_j (j=1,2)$$

F_{i2} : 柱のフランジからの集中力

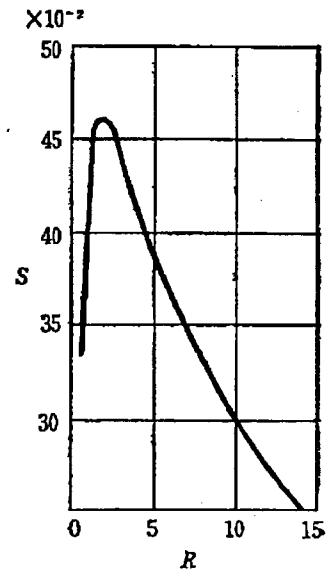


図 8-3 せん断遅れの推定図

③最大垂直応力度

- $\sigma_{mo1} = \sigma_{o1} + \sigma_{s1}$
- $\sigma_{mi1} = \sigma_{i1} + \sigma_{s1}$
- $\sigma_{mo2} = \sigma_{o2} + \sigma_{s2}$
- $\sigma_{mi2} = \sigma_{i2} + \sigma_{s2}$

ここに、 σ_{mo1} 、 σ_{mi1} : はりのフランジの最大応力度

σ_{mo2} 、 σ_{mi2} : 柱のフランジの最大応力度

(2) はりの腹板のせん断応力度

beedle の方法により

$$\left. \begin{aligned} F_{o1} &= \frac{M_1}{d_1} - \frac{N_1}{2} \\ F_{i1} &= \frac{M_1}{d_1} + \frac{N_1}{2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \tau_{o1} &= \frac{F_{o1}}{2d_2t} \\ \tau_{i1} &= \frac{F_{i1} - S_2}{2d_2t} = \tau_{o1} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} F_{o2} &= \frac{M_2}{d_2} - \frac{N_2}{2} \\ F_{i2} &= \frac{M_2}{d_2} + \frac{N_2}{2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \tau_{o2} &= \frac{F_{o2}}{2d_1t} \\ \tau_{i2} &= \frac{F_{i2} - S_1}{2d_1t} \end{aligned} \right\}$$

$$\tau_a = 0.45\sigma_a$$

ここに、

F_{o1} 、 F_{i1} : 柱に作用するはりのフランジからの集中力

F_{o2} 、 F_{i2} : はりに作用する柱のフランジからの集中力

$\tau_{o1,o2}$ 、 $\tau_{i1,i2}$: 隅角部のせん断応力度

d_1 : はりのフランジ中心間隔

d_2 : 柱のフランジ中心間隔

t : 隅角部の腹板厚

S_1 、 S_2 : はりおよび柱に作用するせん断力

τ_a 、 σ_a : 許容せん断応力度および許容垂直応力度

はりの合成応力度の照査

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{\sigma_{m01}}{\sigma_a} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{o1}}{\tau_a} \right)^2 &\leq 1.0 \\ \left(\frac{\sigma_{mi1}}{\sigma_a} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{i1}}{\tau_a} \right)^2 &\leq 1.0 \\ \left(\frac{\sigma_{m02}}{\sigma_a} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{o2}}{\tau_a} \right)^2 &\leq 1.0 \\ \left(\frac{\sigma_{mi2}}{\sigma_a} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{i2}}{\tau_a} \right)^2 &\leq 1.0 \end{aligned} \right\}$$

(3) せん断遅れ応力に影響を与えるパラメータ

(1)②より、せん断遅れ応力に影響を与えるパラメータは以下である。

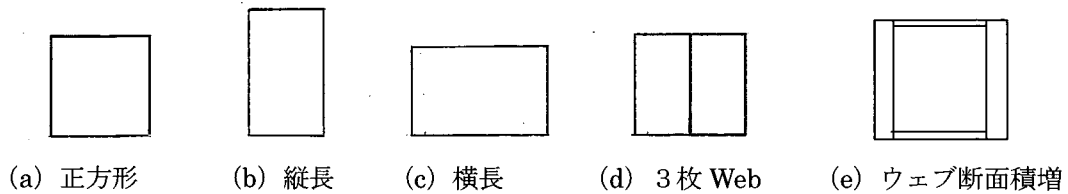
①断面形状

ウェブ中心間隔 (b)、梁高および柱幅 (d_1 、 d_2)、梁および柱のウェブ断面積 (Aw_1 、 Aw_2) が影響を与え、せん断遅れ応力を小さくするためには、それぞれ次のようにする必要がある。

- b : 小さくする
- d 1, d 2 : 大きくする
- Aw1, Aw2 : 大きくする

以上より、断面形状については、梁を縦長とすればせん断遅れ応力が小さくなる傾向にある。(梁を横長にすればせん断遅れ応力は大きくなる)

図8-4 隅角部の断面形状



②せん断遅れパラメータ

せん断遅れによる応力集中係数といえる S_1 , S_2 (以下せん断遅れパラメータ S_1 , S_2) は、形状係数 R_1 , R_2 (以下せん断遅れ形状パラメータ R_1 , R_2) の関数として推定図表 (図 8-3) から求められる。せん断遅れ応力を小さくするためには、それぞれ次のようにする必要がある。

- R_1, R_2 : $R_i < 2$ の場合 R_i を小さくする
- $5 < R_i$ の場合 R_i を大きくする
- S_1, S_2 : 小さくする

以上から、分析⑨～分析⑮で隅角部の設計上、せん断遅れ応力に影響を与えるパラメータと損傷発生の関係について分析を行う。

8.3 分析⑨

板厚（柱 Flg 厚と梁 Flg 厚）と損傷有無の関係

8.3.1 分析⑨-1

鋼製橋脚の採用形式として最も多いT型角柱の板厚と損傷有無の関係

図 8-5 に T 型橋脚角柱の場合の柱 Flg 板厚と梁 Flg 板厚との関係を示した。ほぼ同厚の組み合わせが多いが、損傷有無との傾向は見受けられない。

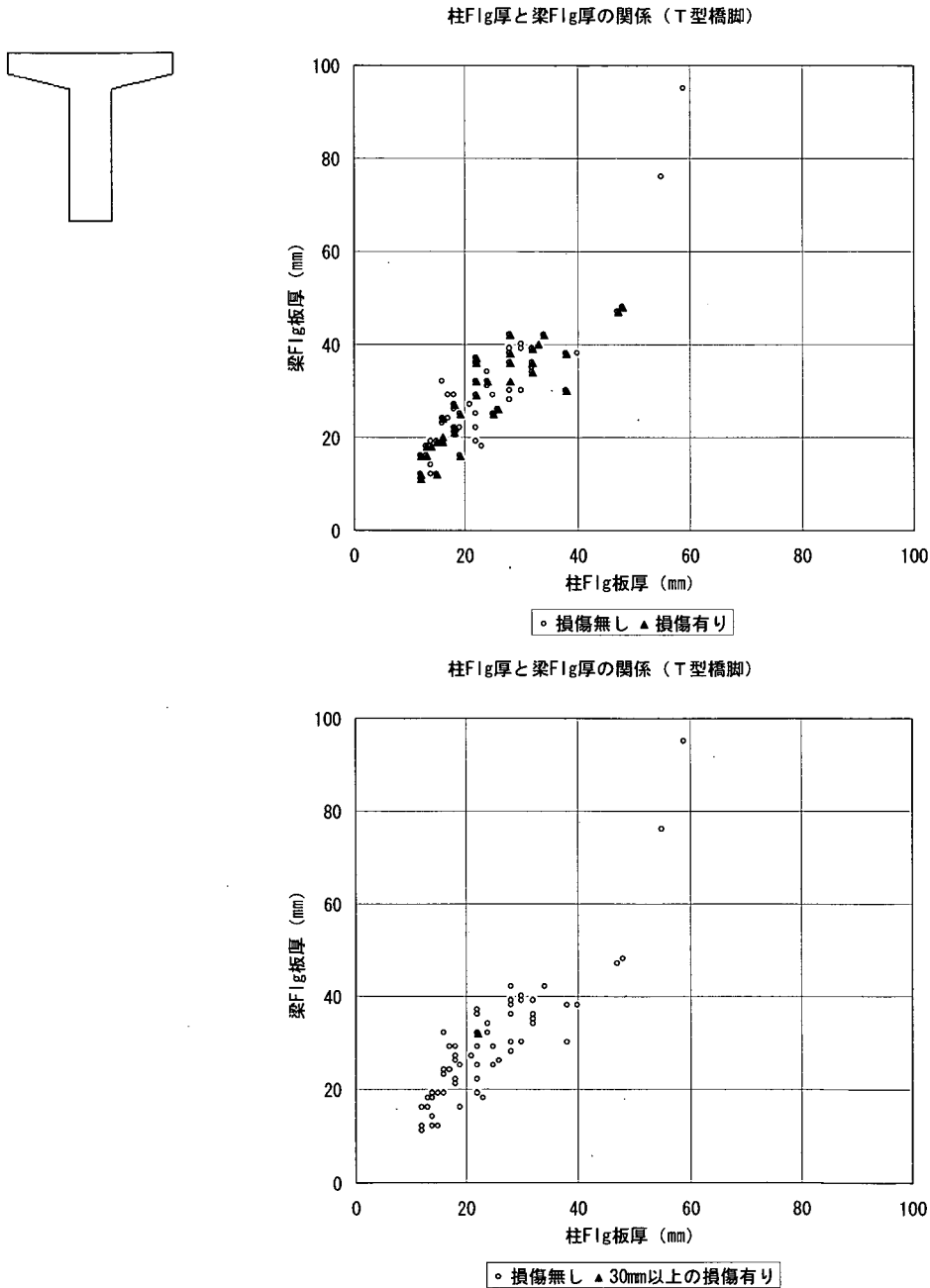


図8-5 T型角柱の板厚と損傷有無の関係

8.3.2 分析⑨-2

鋼製橋脚の採用形式として2番目に多い単層ラーメン型角柱の板厚と損傷有無の関係

図8-6に単層ラーメン橋脚角柱の場合の柱Flg板厚と梁Flg板厚との関係を示した。T型橋脚角柱と同様にほぼ同厚の組み合わせが多い。板厚と損傷有無との間に顕著な傾向は見られないが、30mm以上の損傷を見ると、梁Flgより柱Flgが厚い場合に若干損傷が集中している。

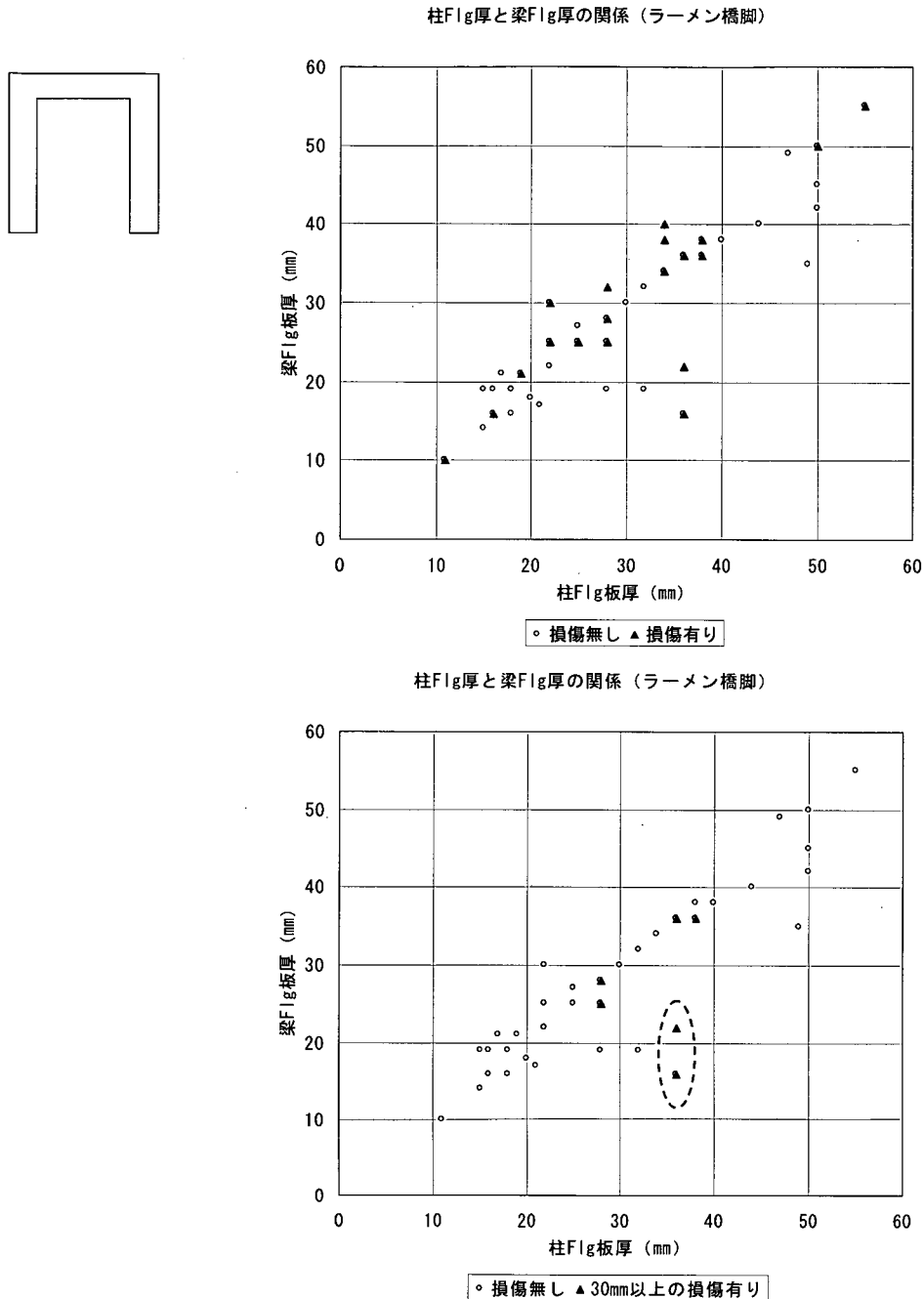


図8-6 単層ラーメン型角柱の板厚と損傷有無の関係

8.4 分析⑩

柱幅、梁高と損傷有無の関係

8.4.1 分析⑩-1

鋼製橋脚の採用形式として最も多いT型角柱の柱幅、梁高と損傷有無の関係

図 8-7 に示したようにT型橋脚角柱では柱幅、梁高ともに2500程度の寸法で構成されたものが多い。部材寸法と損傷発生には顕著な傾向は見られないが、30 mm以上の損傷は柱幅2000、梁高2900程度で発生している。

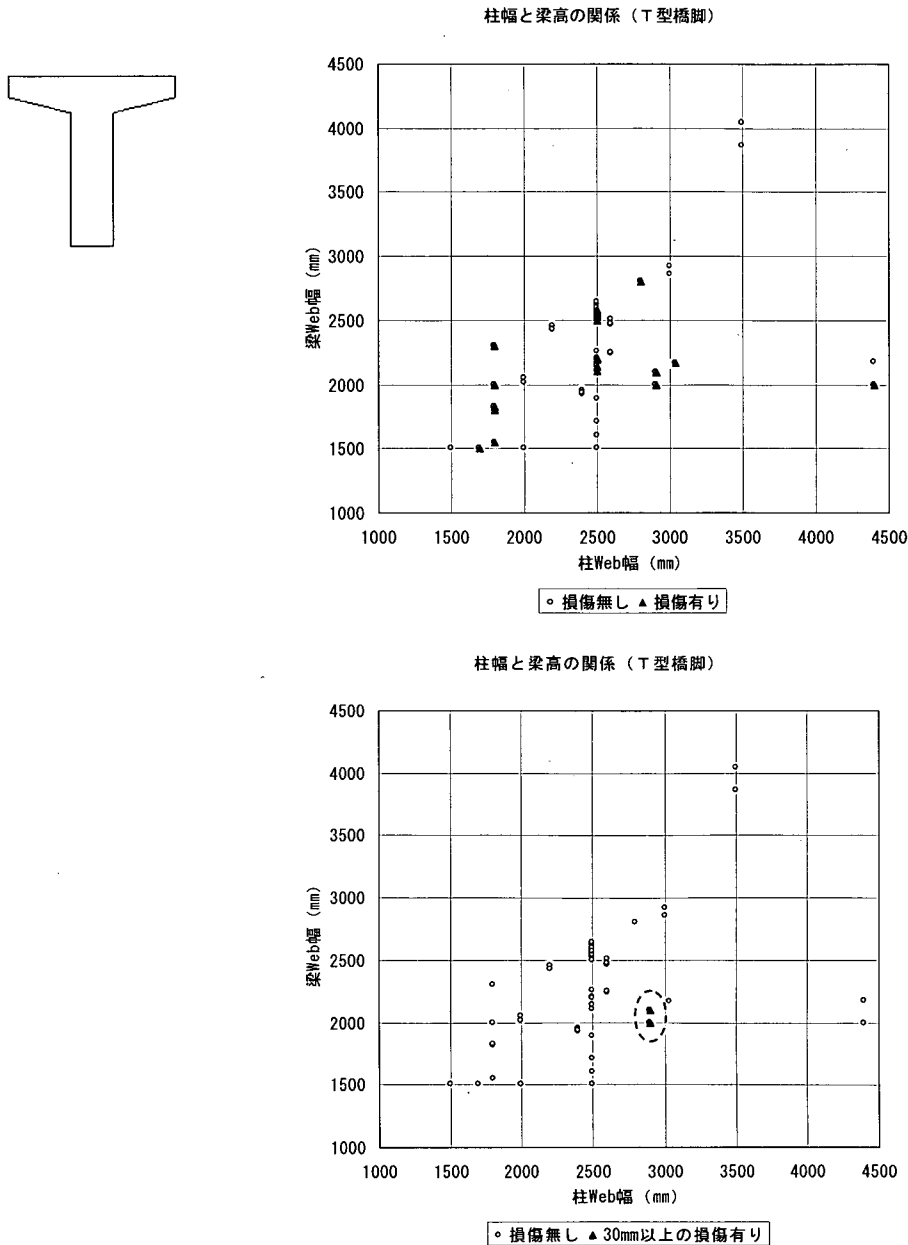


図8-7 T型角柱の柱幅、梁高と損傷有無の関係

8.4.2 分析⑩-2

鋼製橋脚の採用形式として2番目に多い単層ラーメン型角柱の柱幅、梁高と損傷有無の関係

図8-8に示したように単層ラーメン橋脚角柱では柱幅、梁高に比較的ばらつきが認められるが、部材寸法と損傷発生には顕著な傾向は見られない。

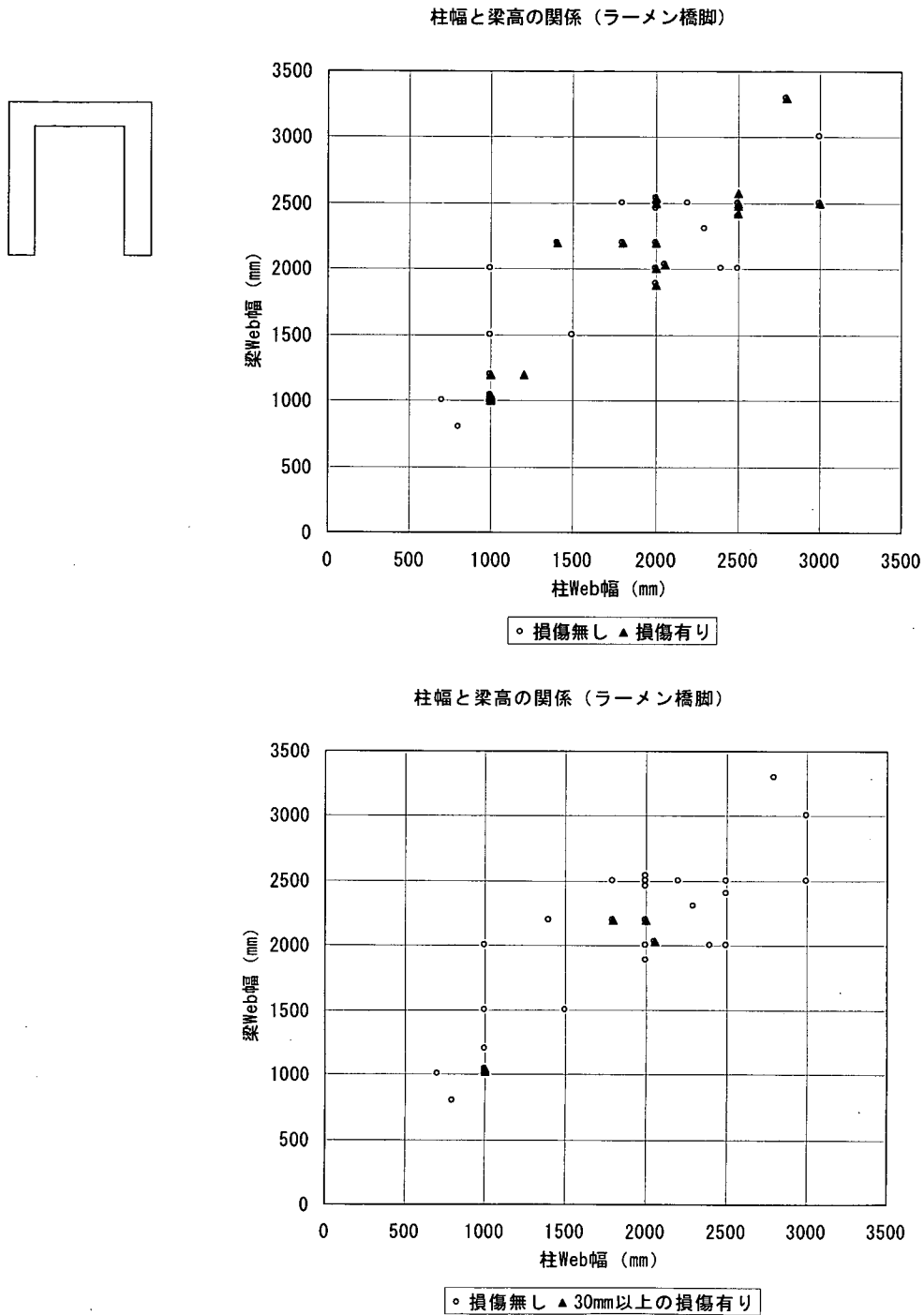


図8-8 単層ラーメン型角柱の柱幅、梁高と損傷有無の関係

8.5 分析⑩

梁幅、梁高と損傷有無の関係

8.5.1 分析⑩-1

鋼製橋脚の採用形式として最も多いT型角柱の梁幅、梁高と損傷有無の関係

図 8-9 に示したようにT型橋脚角柱の部材構成は正方形で構成されたものが多い。部材寸法と損傷発生には顕著な傾向は見られないが、30 mm以上の損傷は梁幅2600、梁高2000程度の梁の断面が横長である隅角部で発生している。

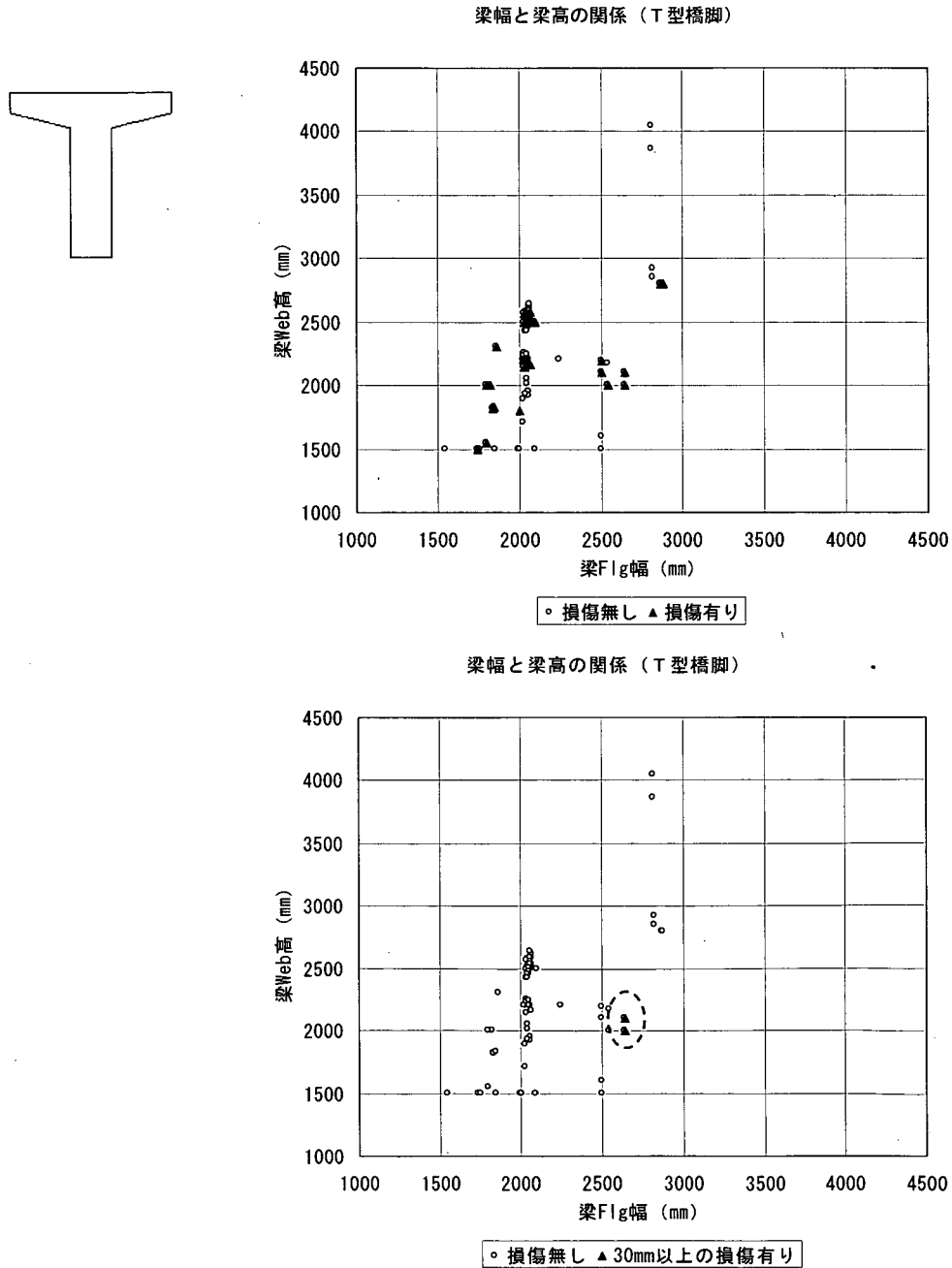


図8-9 T型角柱の梁幅、梁高と損傷有無の関係

8.5.2 分析①-2

鋼製橋脚の採用形式として2番目に多い単層ラーメン型角柱の梁幅、梁高と損傷有無の関係

図8-10に示したように単層ラーメン橋脚角柱では梁幅、梁高寸法に比較的ばらつきが認められるが、部材寸法と損傷発生には顕著な傾向は見られない。

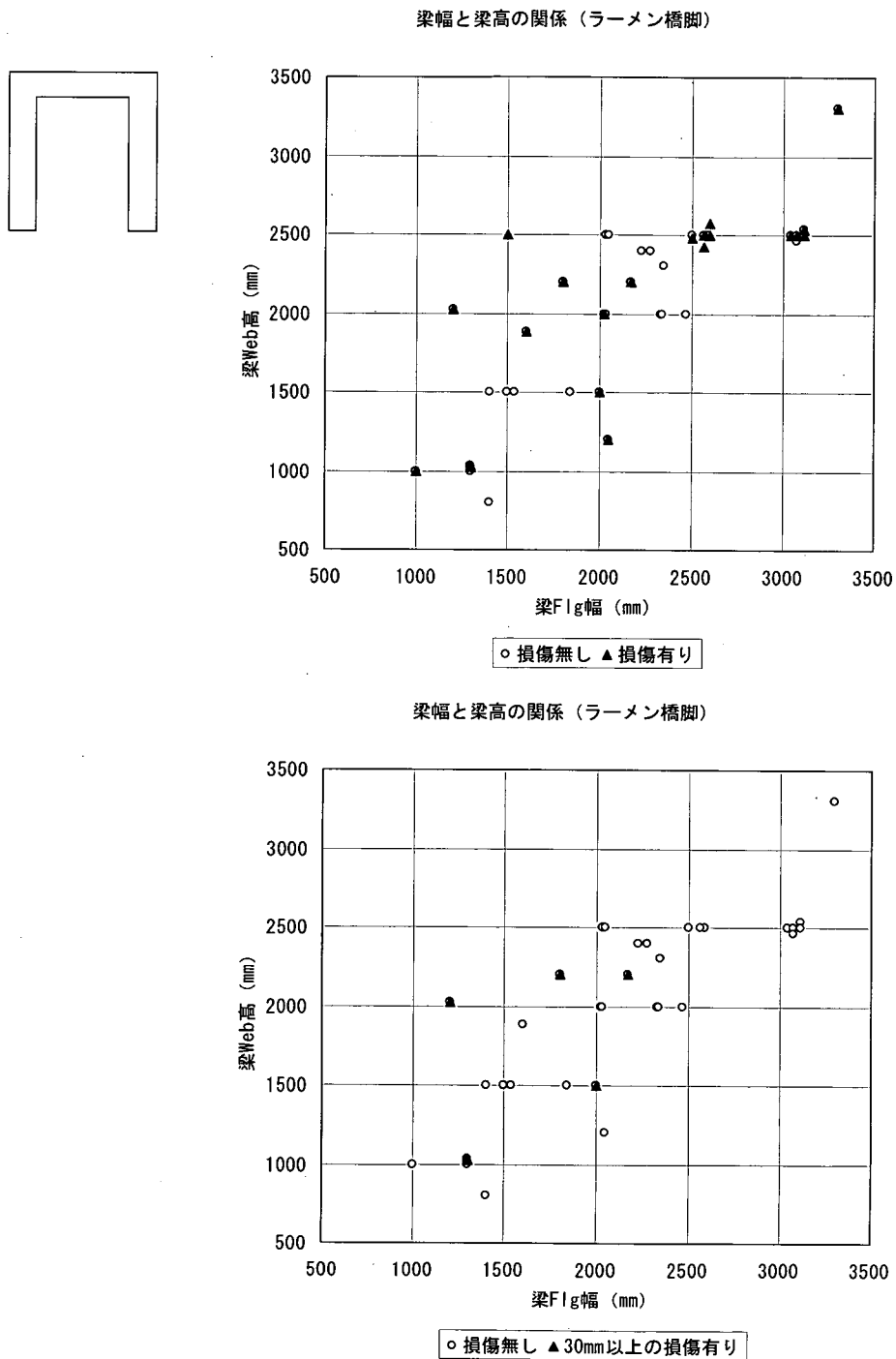


図8-10 単層ラーメン型角柱の梁幅、梁高と損傷有無の関係

8.6 分析⑫

柱 Web、柱 Flg と損傷有無の関係

8.6.1 分析⑫-1

鋼製橋脚の採用形式として最も多いT型角柱の柱 Web、柱 Flg と損傷有無の関係

図 8-11 に示したようにT型橋脚角柱の部材構成はほぼ正方形で構成されたものが多いが、部材寸法と損傷発生には顕著な傾向は見られない。

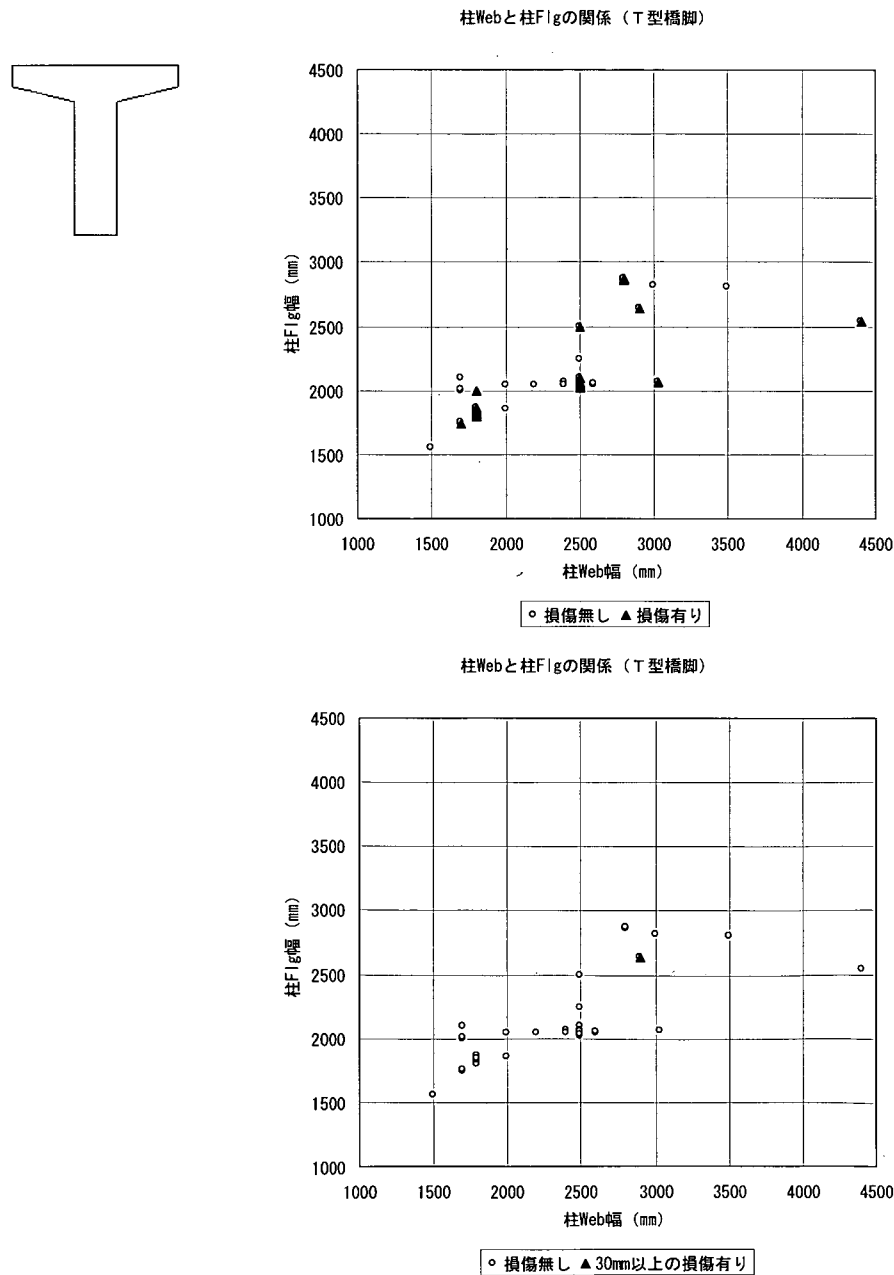


図8-11 T型角柱の柱Web、柱Flgと損傷有無の関係

8.6.2 分析⑫-2

鋼製橋脚の採用形式として2番目に多い単層ラーメン型角柱の柱Web、柱Flgと損傷有無の関係

図8-12に示したように単層ラーメン橋脚角柱では部材寸法に比較的ばらつきが認められるが、部材寸法と損傷発生には顕著な傾向は見られない。

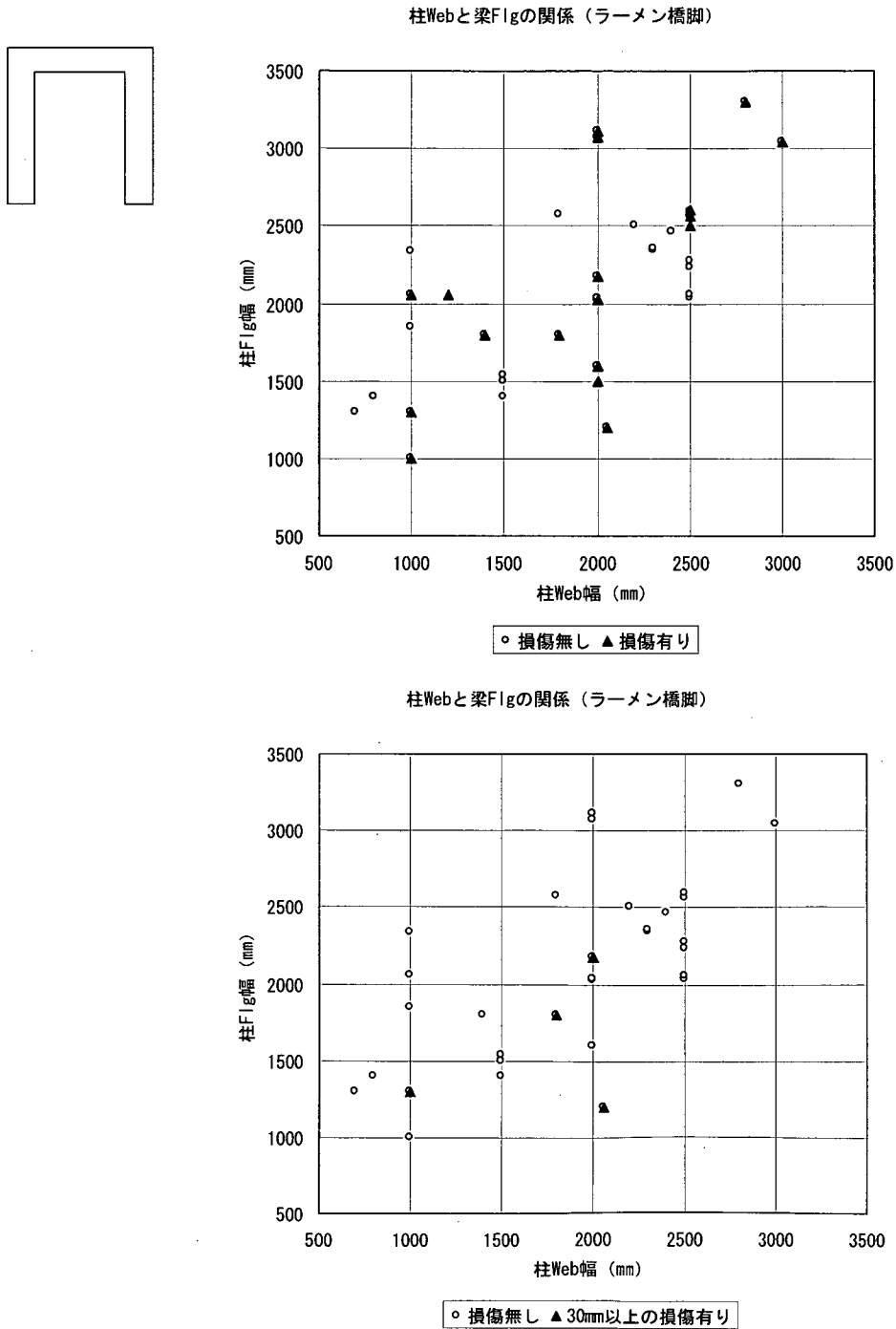


図8-12 単層ラーメン型角柱の柱Web、柱Flgと損傷有無の関係

8.7 分析⑬

せん断遅れパラメータ R と $\left(R = \frac{6A_f}{A_w} \right)$ 損傷有無の関係

8.7.1 分析⑬-1

鋼製橋脚の採用形式として最も多いT型角柱のせん断遅れパラメータ R と損傷有無の関係

図 8-13 に示したようにT型橋脚角柱の梁および柱のせん断遅れパラメータ R は、それぞれ2.0～6.0、2.0～4.0程度の範囲に分布している。梁および柱のせん断遅れパラメータ R は同等な領域に集中しており、せん断遅れパラメータ R と損傷発生には顕著な傾向は見られないが、30 mm以上の損傷はR1が2.5、R2が5.8程度で発生している。

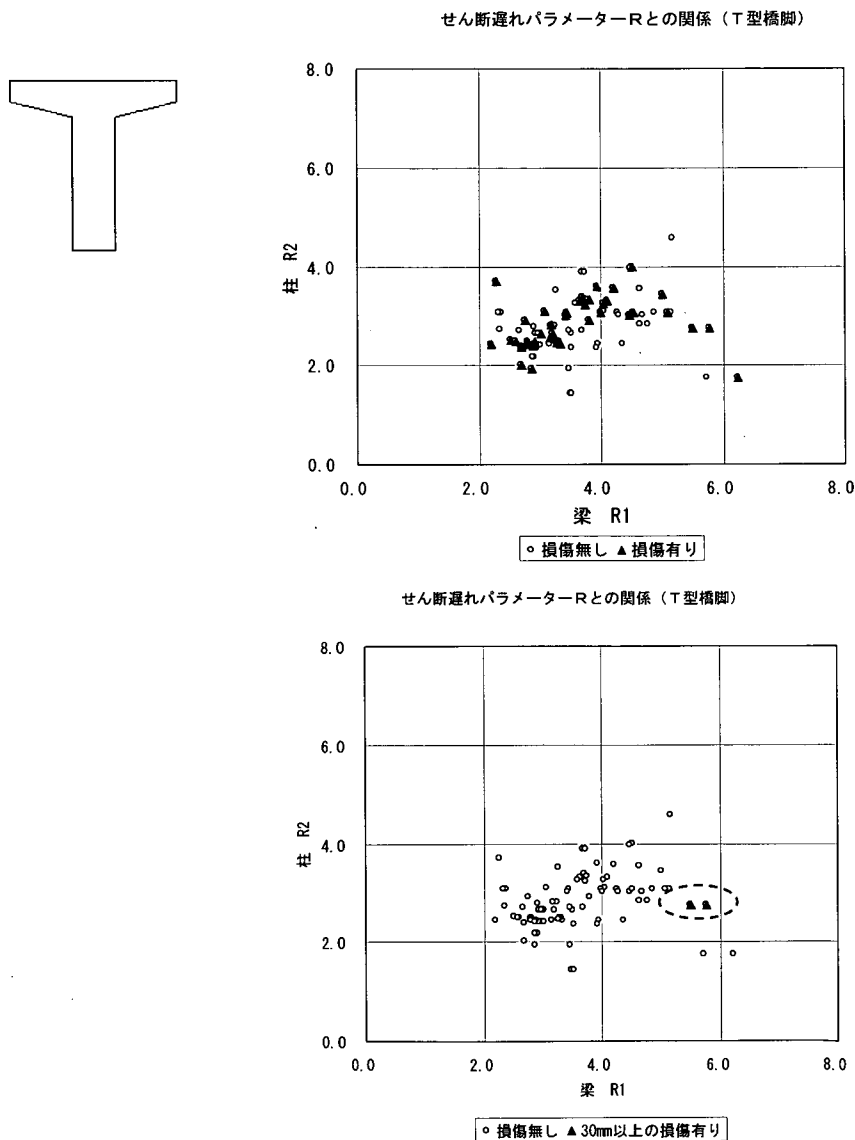


図8-13 T型角柱のせん断遅れパラメータ R と損傷有無の関係

8.7.2 分析⑬-2

鋼製橋脚の採用形式として2番目に多い単層ラーメン型角柱のせん断遅れパラメータ R と損傷有無の関係

図 8-14 に示したように単層ラーメン橋脚角柱ではパラメータ R にややばらつきが認められるが、損傷発生は柱と梁のパラメータ R がほぼ同等な領域に集中している。

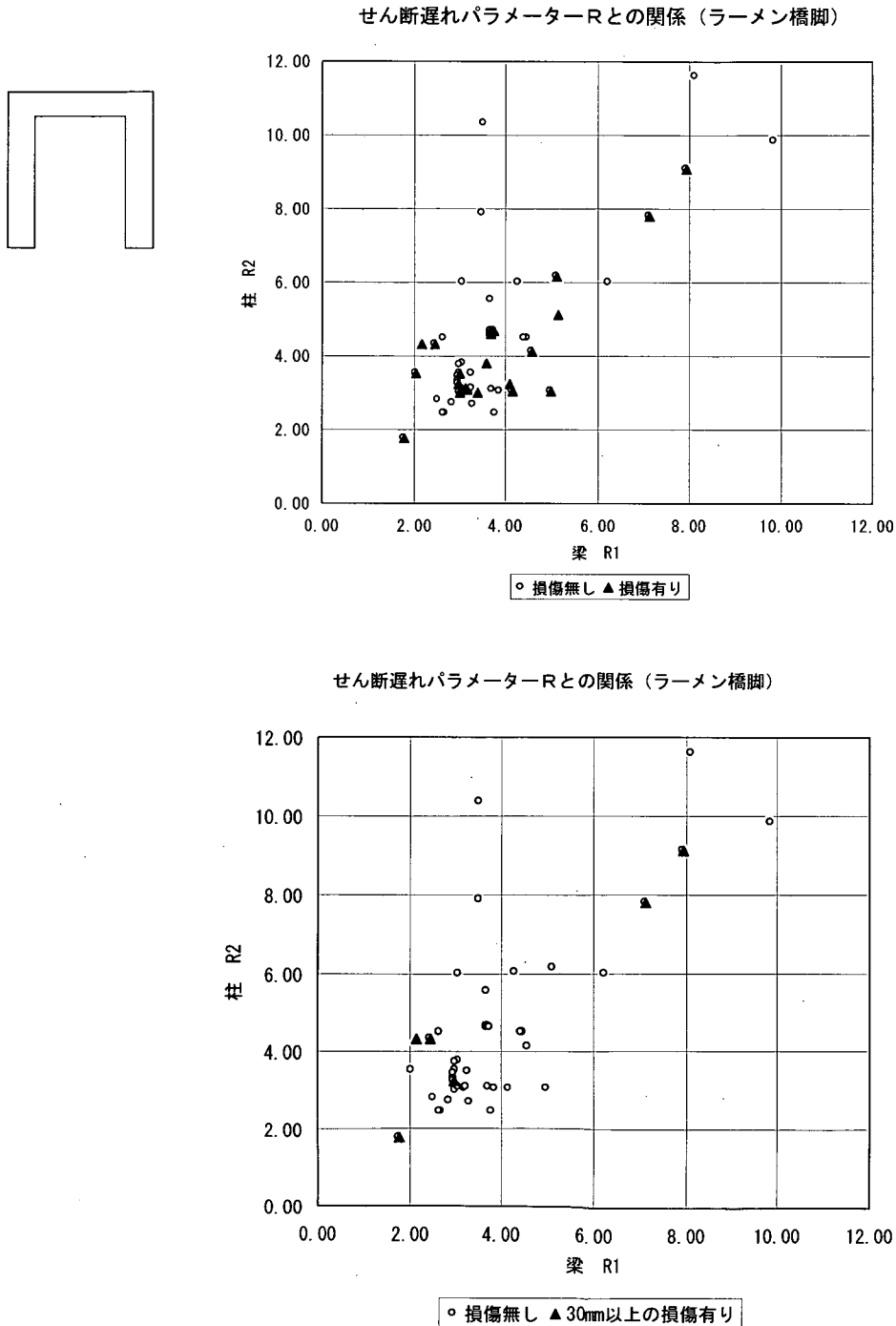


図8-14 単層ラーメン型角柱のせん断遅れパラメータ R と損傷有無の関係

8.7.3 分析⑬-3

鋼製橋脚の採用形式として最も多いT型角柱のせん断遅れパラメータ R 、最も多い板組 ($e=2, f=2$) と損傷有無の関係

図 8-15 に分析結果を示す。ここでは、分析⑬-1を板組コード($e, f=2$)で細分化し分析を行ったが、分析⑬-1と同じ結果となった。(せん断遅れパラメータ R と損傷発生には顕著な傾向は見られず、30 mm以上の損傷は R_1 が2.5、 R_2 が5.8程度で発生している。)

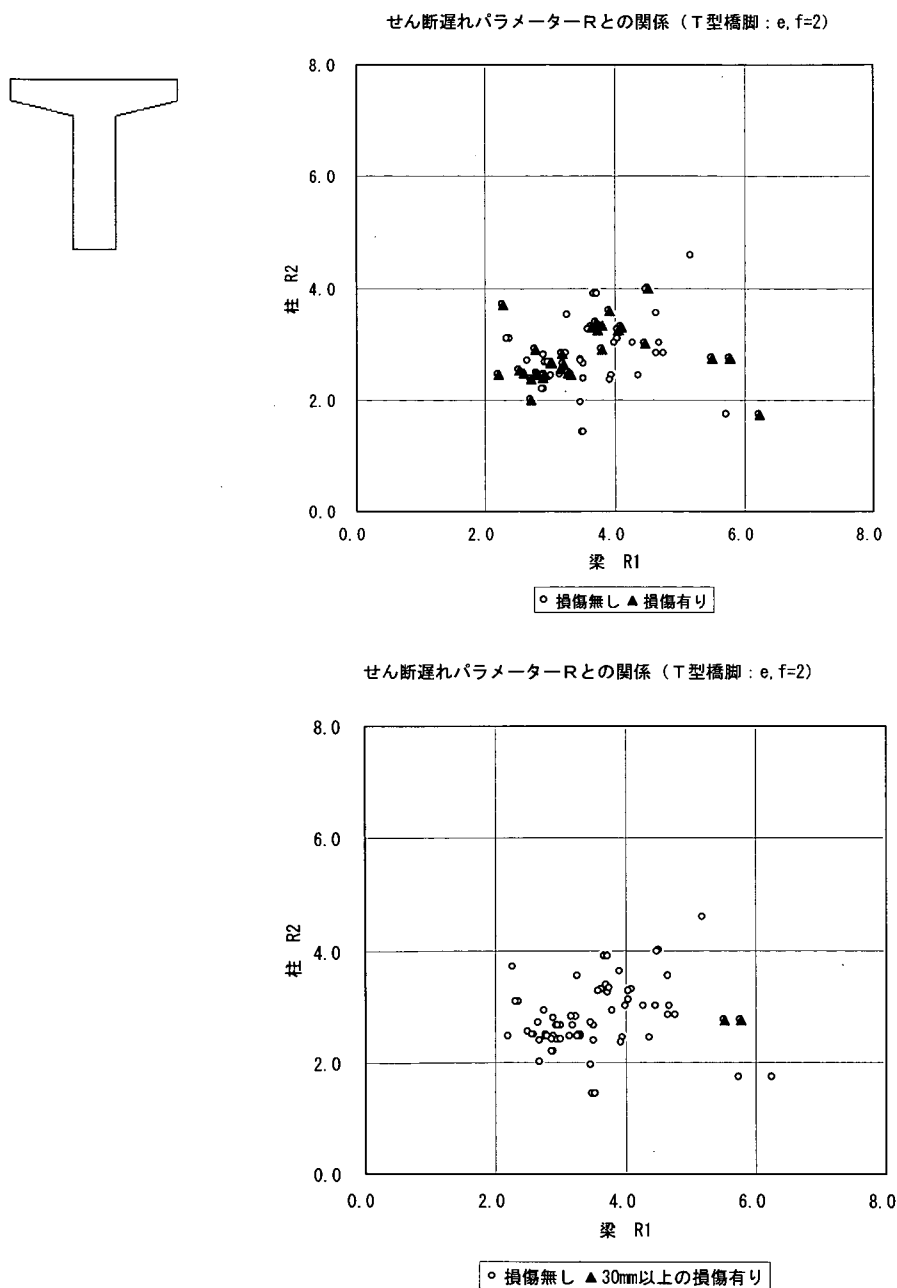


図8-15 T型角柱のせん断遅れパラメータ R 、最も多い板組 ($e=2, f=2$) と損傷有無の関係

8.7.4 分析⑬-4

鋼製橋脚の採用形式として 2 番目に多い単層ラーメン型角柱のせん断遅れパラメータ R 、最も多い板組 ($e=2, f=2$) と損傷有無の関係

図 8-16 に示したように単層ラーメン橋脚角柱ではパラメータ R にややばらつきが認められるが、損傷発生は柱と梁のパラメータ R がほぼ同等な領域に集中している。

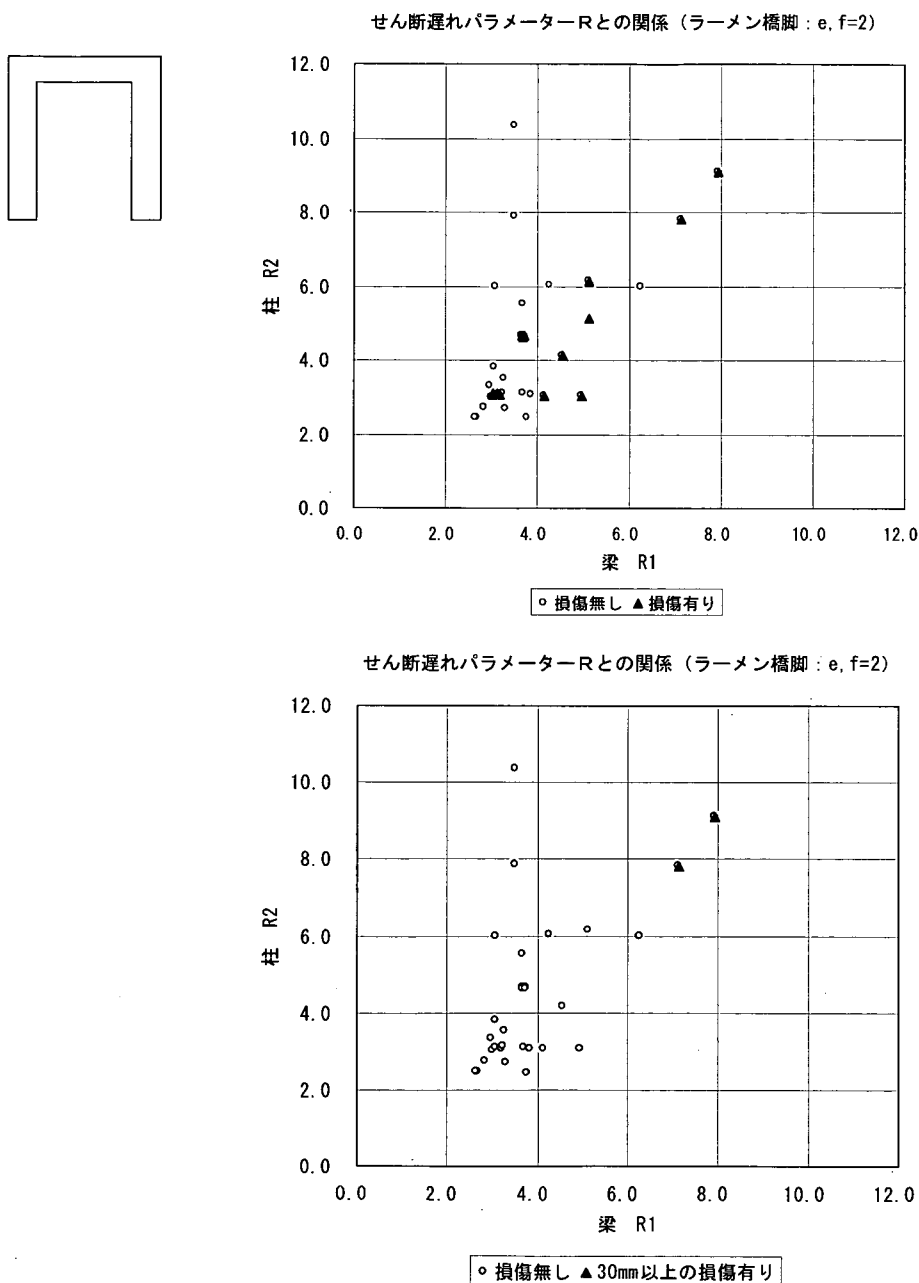


図8-16 単層ラーメン型角柱のせん断遅れパラメータ R 、最も多い板組 ($e=2, f=2$) と損傷有無の関係

8.8 分析⑭

せん断遅れパラメータ S と損傷有無の関係

8.8.1 分析⑭-1

鋼製橋脚の採用形式として最も多いT型角柱のせん断遅れパラメータ S と損傷有無の関係

図 8-17 に示したようにT型橋脚角柱の梁および柱のせん断遅れパラメータ S は、それぞれ 0.375 ~ 0.475、0.4 ~ 0.475 程度の範囲に分布している。せん断遅れパラメータ S と損傷発生には顕著な傾向は見られないが、30 mm以上の損傷は $S1$ が0.37、 $S2$ が0.46程度で発生している。

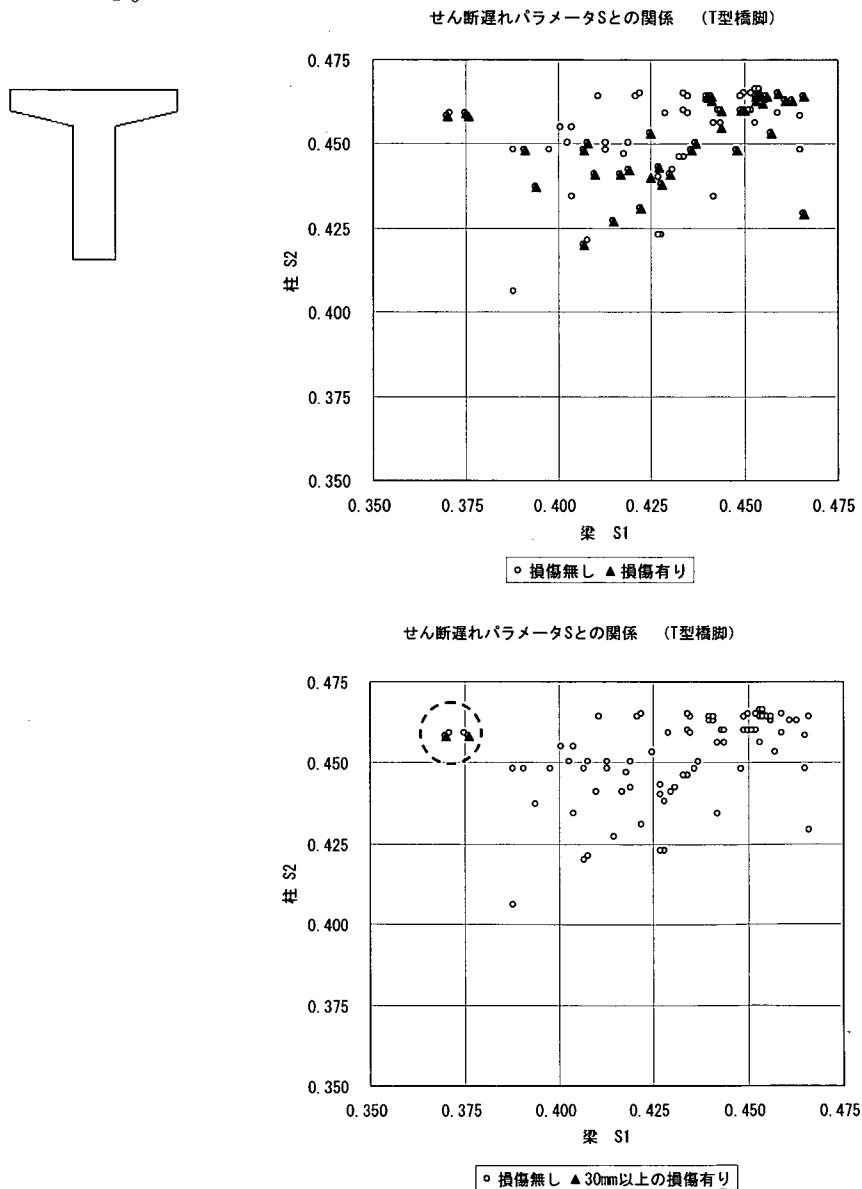


図8-17 T型角柱のせん断遅れパラメータ S と損傷有無の関係

8.8.2 分析⑭-2

鋼製橋脚の採用形式として 2 番目に多い単層ラーメン型角柱のせん断遅れパラメータ S と損傷有無の関係

図 8-18 に示したように S 型橋脚角柱の柱および梁のせん断遅れパラメータ S は、ともに 0.300 ~ 0.475 の範囲に分布している。サンプルは群を成しているが特に損傷発生領域との相関は見受けられない。

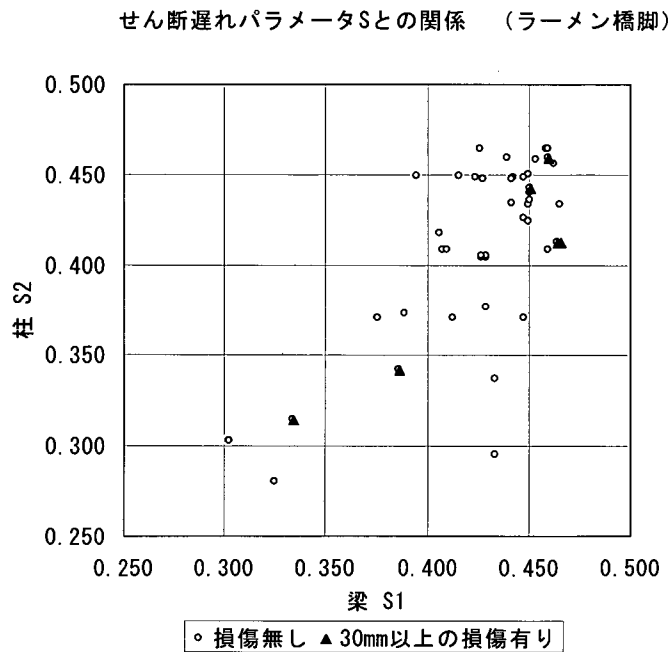
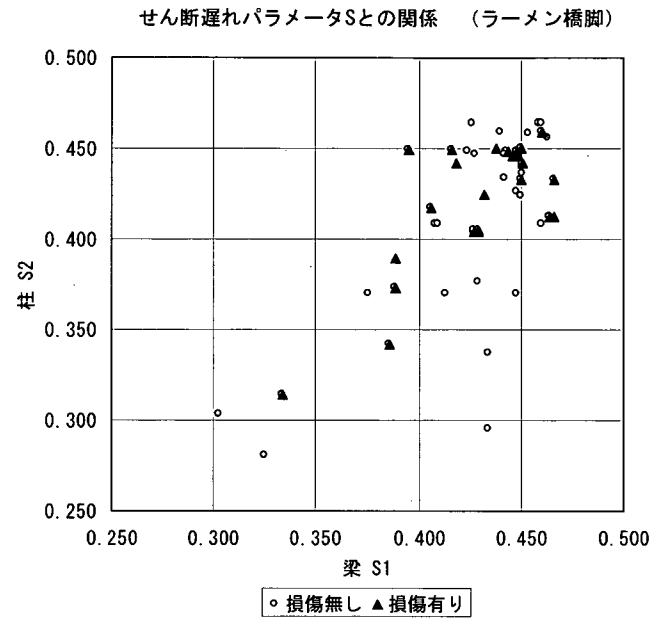
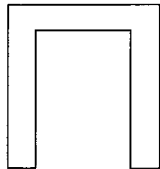


図8-18 単層ラーメン型角柱のせん断遅れパラメータ S と損傷有無の関係

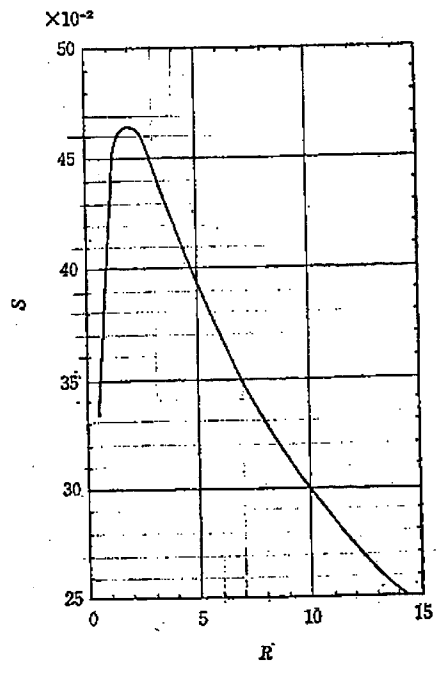


図8-19 せん断遅れの推定図表

8.9 分析⑮

梁と柱のせん断遅れ形状パラメータ (b/dAw) と損傷有無の関係

8.9.1 分析⑮-1

鋼製橋脚の採用形式として最も多いT型角柱のせん断遅れ形状パラメータと損傷有無の関係

図 8-20 に示したようにT型橋脚角柱の梁および柱のせん断遅れ形状パラメータは、それぞれ $0 \sim 4.0E-5$ 、 $0 \sim 2.5E-5$ 程度の範囲に分布している。損傷有りのサンプル群は、ほぼ同値の関係にある。

隅角部の設計に考慮する応力度は、せん断遅れ形状パラメータに比例するが、その大小と損傷の有無との相関性は見られなかったが、30 mm以上の損傷は柱より梁のせん断遅れ形状パラメータが大きい範囲で発生している。

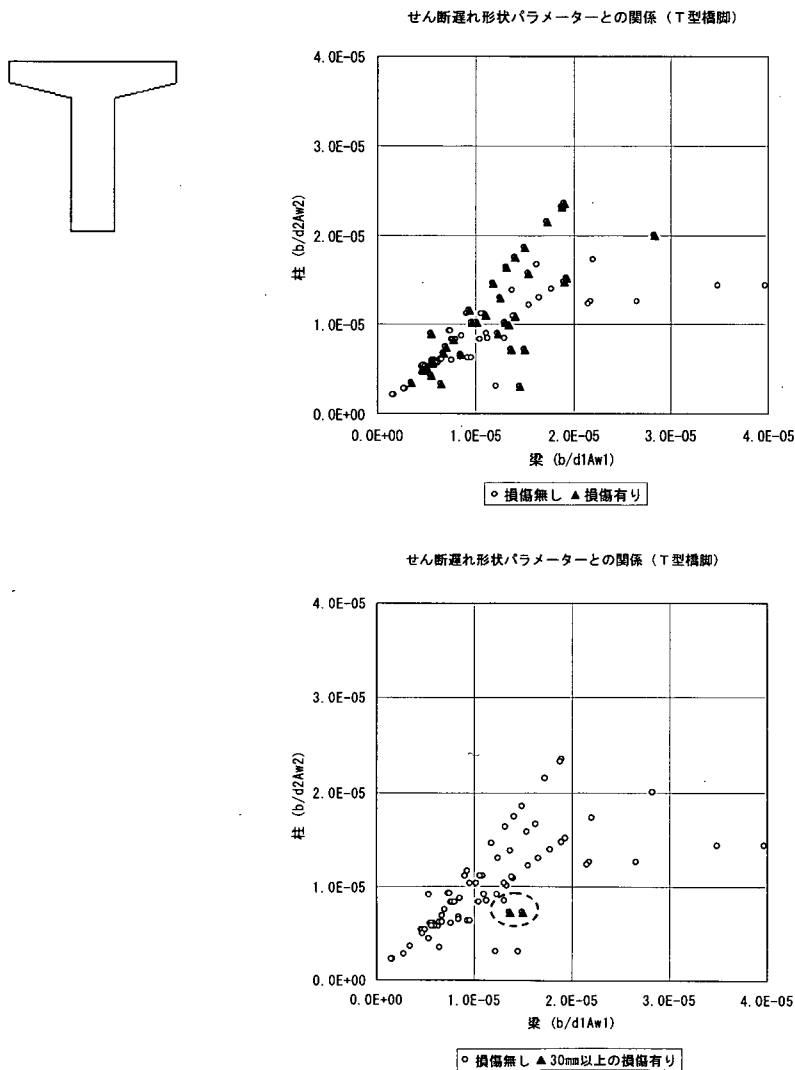


図8-20 T型角柱のせん断遅れ形状パラメータと損傷有無の関係

8.9.2 分析⑮-2

鋼製橋脚の採用形式として2番目に多い単層ラーメン型角柱のせん断遅れ形状パラメータと損傷有無の関係

図8-21に示したようにラーメン橋脚角柱の梁および柱のせん断遅れ形状パラメータは、それぞれ0～7.0E-5、0～1.25E-4程度の範囲に分布しており、損傷有りのサンプル群は、ほぼ同値の関係にある。また、柱幅0.7mで比較的薄い板厚の橋脚があるため、T型橋脚に比べて柱のせん断遅れ形状パラメータが大きい範囲に分布しているが、損傷との相関は見受けられない。

隅角部の設計に考慮する応力度は、せん断遅れ形状パラメータに比例するが、その大小と損傷の有無との相関性は見られなかった。

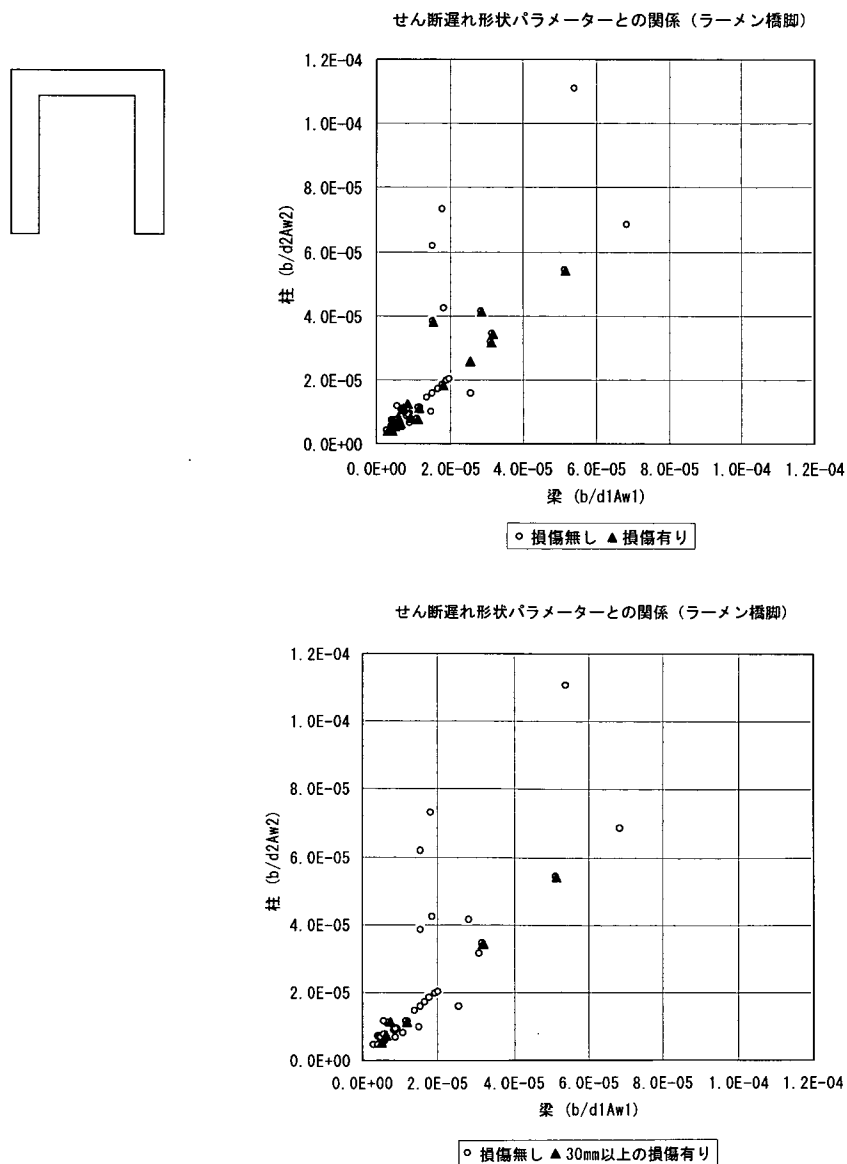


図8-21 単層ラーメン型角柱のせん断遅れ形状パラメータと損傷有無の関係

8.9.3 分析⑮-3

鋼製橋脚の採用形式として最も多いT型角柱のせん断遅れ形状パラメータ、最も多い板組 (e=2, f=2) と損傷有無の関係

図 8-22 に示したようにT型橋脚角柱の梁および柱のせん断遅れ形状パラメータは、それぞれ0~4.0E-5、0~2.5E-5程度の範囲に分布している。損傷有りのサンプル群は、ほぼ同値の関係にある。分析⑮-1に板組 (e, f=2) を考慮したが、分析⑮-1と同傾向の結果となり、せん断遅れ形状パラメータと損傷有無との相関性は見られなかったが、30 mm以上の損傷は柱より梁のせん断遅れ形状パラメータが大きい範囲で発生している。

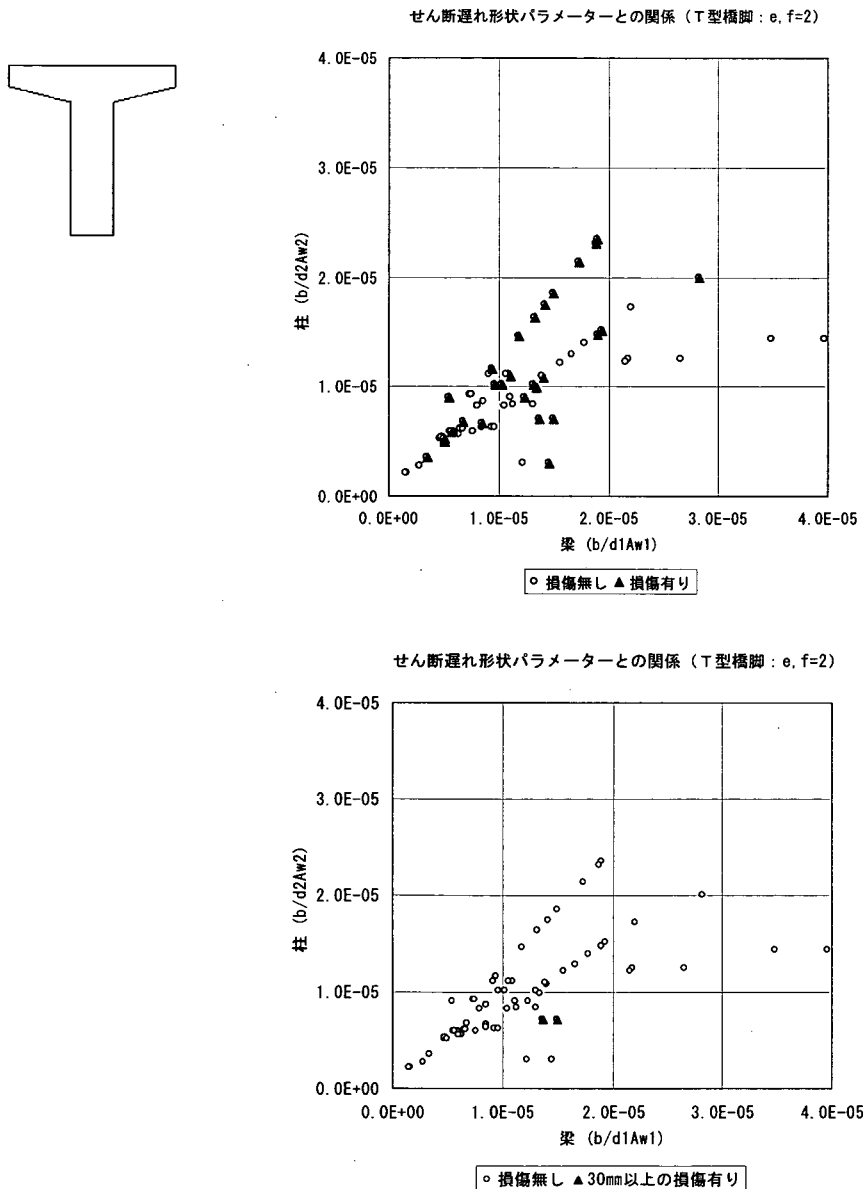


図8-22 T型角柱のせん断遅れパラメータ、最も多い板組 (e=2, f=2) と損傷有無の関係

8.9.4 分析⑮-4

鋼製橋脚の採用形式として2番目に多い単層ラーメン型角柱のせん断遅れパラメータ、最も多い板組 ($e=2, f=2$) と損傷有無の関係

図 8-23 に示したようにラーメン橋脚角柱の梁および柱のせん断遅れ形状パラメータは、それぞれ $0 \sim 5.0E-5$ 、 $0 \sim 8.0E-5$ 程度の範囲に分布している。損傷有りのサンプル群は、ほぼ同値の関係にある。

分析⑮-2に板組 ($e, f=2$) を考慮したが、分析⑮-2と同様に相関関係は得られなかった。

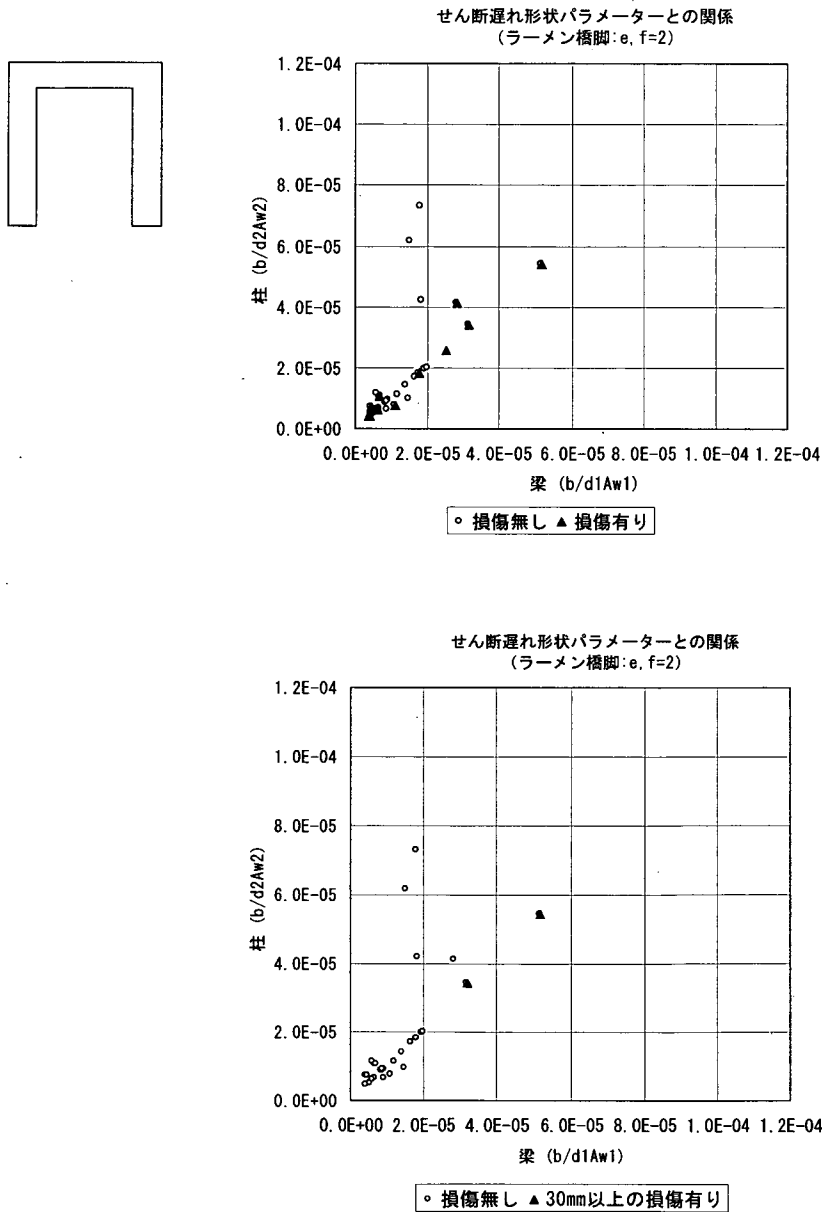


図8-23 単層ラーメン型角柱のせん断遅れパラメータ、最も多い板組 ($e=2, f=2$) と損傷有無の関係

8.10 隅角部形状パラメータと損傷の関係について

		梁				柱				損傷の有無	分析結果	
		Flg		Web		Flg		Web				
		幅	板厚	幅	板厚	幅	板厚	幅	板厚			
分析⑨-1	柱Flg厚と梁Flg厚の関係	T	●				●			●	特に傾向なし	
分析⑨-2		S	●				●			●		
分析⑩-1	柱幅と梁高の関係	T		●				●		●		
分析⑩-2		S		●				●		●		
分析⑪-1	梁幅と梁高の関係	T	●		●					●		
分析⑪-2		S	●		●					●		
分析⑫-1	柱Webと柱Flgの関係	T				●		●		●		
分析⑫-2		S				●		●		●		
分析⑬-1	せん断遅れパラメータ $R=6Af/Aw$ に着目	T	●	●	●	●	●	●	●	●		図7-3より、Rが2程度から大きくなるにしたがって、せん断遅れ応力が小さくなり、損傷が少なくなるが予想されたが、Rが大きい場合においても損傷が発生している。
分析⑬-2		S	●	●	●	●	●	●	●	●		
分析⑬-3		T	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
分析⑬-4		S	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
分析⑭-1	せん断遅れパラメータ Sに着目	T	●	●	●	●	●	●	●	●	梁のパラメータSと損傷の有無との相関は見受けられない。	
分析⑭-2		S	●	●	●	●	●	●	●	●		
分析⑮-1	梁と柱のせん断遅れ形状パラメータ (b/dAw)に着目	T	●	●	●	●	●	●	●	●	せん断遅れ形状パラメータの大小と損傷の有無との相関性は見受けられない	
分析⑮-2		S	●	●	●	●	●	●	●	●		
分析⑮-3		T	●	●	●	●	●	●	●	●		●
分析⑮-4		S	●	●	●	●	●	●	●	●		●

分析⑨-1～分析⑮-4で耐荷設計法と損傷発生の関係について分析を行ったが、鋼製橋脚隅角部のせん断遅れ応力に影響を与える梁と柱相互の断面形状、それによるせん断遅れパラメータ等と損傷発生の上に顕著な関係は見られなかった。

9. 参考資料

- 9.1 隅角部を有する鋼製橋脚の点検結果及び対応方針
- 9.2 事務連絡 鋼製橋脚隅角部の品質確保の徹底について
- 9.3 鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領
- 9.4 鋼製橋脚隅角部点検例

9.1 隅角部を有する鋼製橋脚の点検結果及び対応方針

平成14年10月4日
国土交通省

ぐうかくぶ

隅角部を有する鋼製橋脚の点検結果及び対応方針について

隅角部を有する鋼製橋脚の損傷に関する点検及び補修・補強計画については、5月10日付で記者発表を行ったところですが、この度、全数の点検が完了しましたので、その結果と対応方針をお知らせします。

1. 点検結果について

直轄国道、阪神高速道路、高速自動車国道等における隅角部を有する鋼製橋脚の詳細点検を実施した結果、平成13年度に点検を完了している首都高速道路も含めて、全対象基数4,265基のうち、893基において何らかの損傷が確認されました。このうち、首都高速16基、阪神高速4基について早急な対応が必要と判断され、その他の873基については早急な補修・補強の必要はないものの、詳細監視を行いつつ、必要な補修・補強を推進します。

2. 対応方針について

(A) 早急な対応が必要な橋脚

また、早急な対応が必要な20基については、平成14年度までに補修・補強を完了する予定。

なお、このうち首都高速の16基及び阪神高速の3基については、既に平成13年までに応急対策を完了済み。

(B) その他の橋脚

損傷はあるが早急な補修・補強の必要がないと判断された鋼製橋脚については引き続き損傷の詳細監視を実施。このうち、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、日本道路公団においては、損傷長さ30mm上の橋脚については平成15年度までに補修・補強を完了、損傷長さ30mm未満の橋脚については損傷の進展が見られる場合等必要に応じて、補修・補強を実施。

9月末現在

	隅角部を有する鋼製橋脚数 (1)	詳細点検完了				損傷無し (3)	計 (4) =(2)+(3)	詳細点検実施中 (5)	詳細点検未実施 (6) = (1)-(4)-(5)
		損傷有り (2)		必要に応じて補修・補強					
		(A) 早急な対応が必要	(B) 損傷の監視が必要※ H15年度迄に補修・補強						
首都高速道路公団	2,011	16	237	313	1,445	2,011	0	0	
阪神高速道路公団	1,199	4	29	108	1,058	1,199	0	0	
日本道路公団	705	0	21	40	644	705	0	0	
本州四国連絡橋公団	16	0	0	0	16	16	0	0	
直轄国道	334	0	125		209	334	0	0	
計	4,265	20	873		3,372	4,265	0	0	

※亀裂指示模様を示している橋脚全てを計上している。

3. 直轄国道の対応について

直轄国道においては、今回、点検対象橋脚334基全ての一次点検を完了しました。これにより125基について、亀裂状の模様を確認しましたが、早急な対応が必要な橋脚はないものと判断しています。今後の対応については、「鋼製橋脚隅角部疲労損傷点検結果検討委員会」（平成14年10月11日第1回開催予定）を設立し、下記の項目について検討を進めてまいります。

- ①詳細二次点検計画
- ②亀裂状模様の判定（疲労亀裂か否か）
- ③補修補強の必要性と工法選定
- ④今後の監視方法

この結果、補修・補強が必要と判断された鋼製橋脚については、平成14年度中に対応を図る予定です。

9.2 事務連絡 鋼製橋脚隅角部の品質確保の徹底について

事務連絡
平成14年9月3日

内閣府沖縄総合事務局 道路建設課長
国土交通省北海道開発局道路計画課長補佐
道路建設課長補佐
各地方整備局道路計画（第一）課長
道路工事課長 様

国土交通省道路局国道課
課長補佐

鋼製橋脚隅角部の品質確保の徹底について

鋼製橋脚隅角部については、下記により品質確保の徹底を図られたい。

記

1. 設計にあたっては、良好な溶接品質が確保できるように板組に配慮するものとする。特に、3方向からの溶接線が集中する箇所では、溶接困難な接合面が生じることがあるため、施工順序や開先形状などについても慎重に検討を行うものとする。
2. 隅角部の柱と梁のフランジの交線となる溶接部でのせん断遅れによる応力集中を緩和させるため、原則として、柱と梁の角部の腹板にフィレットを設けるものとする。ただし、フィレットを設けることにより、溶接施工が困難にならないように注意しなければならない。
3. 施工計画書には、良好な溶接品質が確保できる施工が行われることが確認できるように必要な事項について記述するものとする。
また、完成図には、完全溶込み溶接である旨を「F. P.」と表示し、開先形状と寸法、仕上げの方法と範囲等の溶接品質に影響を及ぼす事項について記載するものとする。
4. 完全溶込み溶接継手では、当面、溶接止端部の仕上げを行うものとする。
5. 良好な溶接品質の確保が困難となることが多いので、やむを得ない場合を除き、裏当金付溶接継手を用いないものとする。
6. 完全溶込み溶接継手の施工にあたっては、良好な溶接品質を確保するため裏はつりを徹底するものとする。
7. 完全溶込み溶接継手の溶接われについては、疑わしい場合には、磁粉探傷法による検査を徹底するものとする。
8. 完全溶込み溶接継手の内部きずについては、原則として、全線にわたって超音波探傷試験による検査を実施するものとする。
9. 超音波探傷試験では、当面、検出レベルを L/2 線として内部きずの実寸法を 1mm 単位で評価し、その最大値が t (板厚) / 3 以下の場合を合格としてよい。
10. 完全溶込み溶接継手について、製作途中に補修を行った場合には、その範囲や方法等の履歴を記録するものとする。
11. 仮組立検査を実施する場合においては、要求される溶接品質を満足していることを確認するため、抜取りにより、完全溶込み溶接継手の超音波探傷試験を実施するものとする。

9.3 鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領

鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領

平成14年5月

国 土 交 通 省
道 路 局 国 道 課

目 次

1. 適用の範囲	354
2. 点検の目的	354
3. 点検対象箇所	355
4. 点検方法	357
5. 事前調査	359
6. 目視検査	361
7. 渦流探傷検査	363
8. 磁粉探傷検査	365
9. 点検箇所の養生	368
10. 点検結果の記録	368
11. 実施体制	370
様式－1～－6	371

参考資料

点検結果の記録記載例	377
------------	-----

1. 適用の範囲

本要領は、内閣府沖縄総合事務局又は国土交通省北海道開発局、地方整備局が管理する一般国道に係る橋梁の鋼製橋脚隅角部疲労損傷の臨時点検に適用する。

2. 点検の目的

本要領に基づく点検は、鋼製橋脚隅角部の溶接部近傍における疲労損傷の発生の有無を確認するとともに、発生していた場合にはその状況等、以後の追跡調査、補修・補強方法の検討に必要なデータを記録することを目的とする。

《 解説 》

1. 本要領に基づく点検は、鋼製橋脚隅角部の溶接近傍における疲労損傷の発生が報告されたことを踏まえ、直轄国道における疲労損傷の発生の有無を早期に確認するために実施する臨時点検であり、発生していた場合にはその状況等を適切に記録し、以後の追跡調査、補修・補強方法の検討に必要なデータを記録することを目的としている。
2. 本要領の隅角部とは梁と柱との接合部をいい、外面に梁と柱の溶接線がある隅角部の端部20～30cmの領域を隅角という（図解－3.1 参照）。

3. 点検対象箇所

点検の対象は、主として鋼製橋脚の隅角部の外面とする。対象となる鋼製橋脚の例を図-3.1に示す。

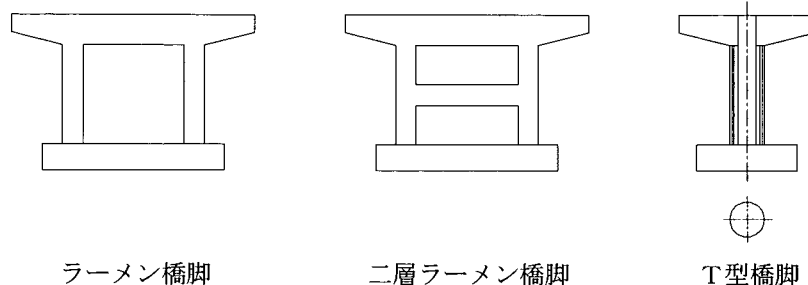
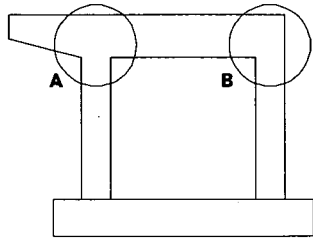


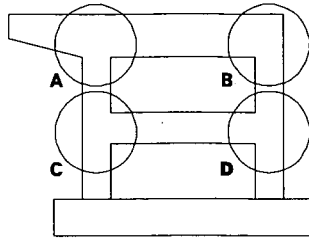
図-3.1 点検対象の鋼製橋脚の例

《 解説 》

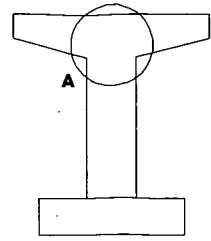
1. 鋼製橋脚の隅角部における板組や溶接接合の方法は個々の橋脚毎に異なり、亀裂損傷が生じる可能性についてもそれぞれ異なるため、検査対象部位については事前調査結果を検討して決定しなければならない。検査対象の鋼製橋脚隅角部、隅角の例を図解-3.1に示す。
2. 既往の損傷事例によると、亀裂損傷は隅角部の外面に現れることが多いことから、本要領では、はじめに鋼製橋脚の全隅角部の外面を対象に調査することとしている。しかし、亀裂損傷が確認された場合には、原則として橋脚内面からも亀裂損傷の状況を点検するものとする。



ラーメン橋脚

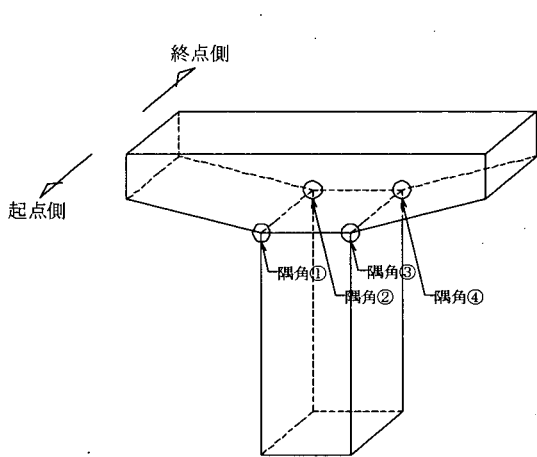


二層ラーメン橋脚

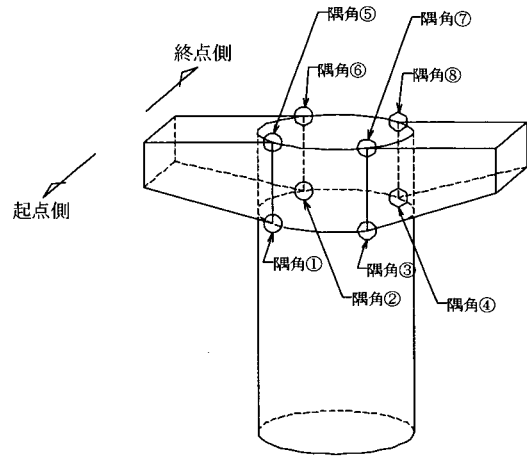


T型橋脚

注) アルファベットは、橋脚における隅角部の識別記号である。

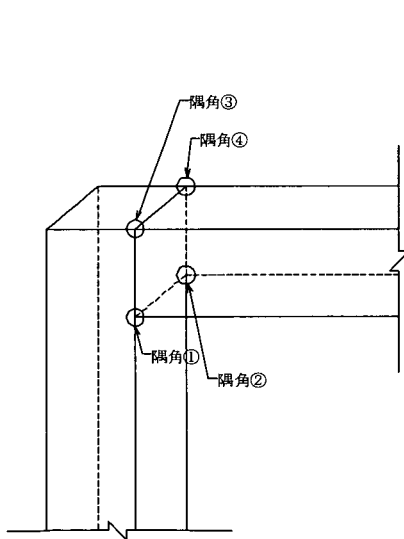


角柱

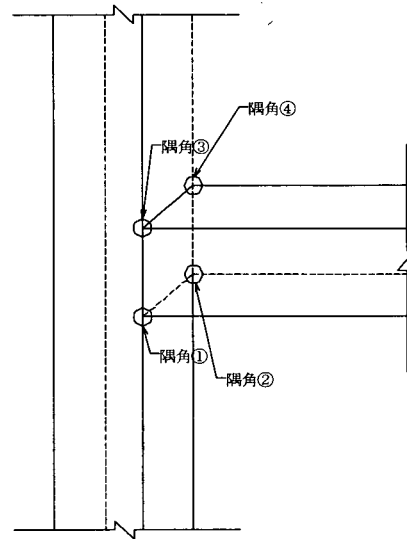


円柱

(1) T型橋脚の隅角



(2) 一層ラーメン橋脚の隅角



(3) 二層ラーメン橋脚の隅角

注) 隅角の丸数字は、隅角部での隅角通し番号を示す。

図解-3.1 検査対象の鋼製橋脚隅角部、隅角の例

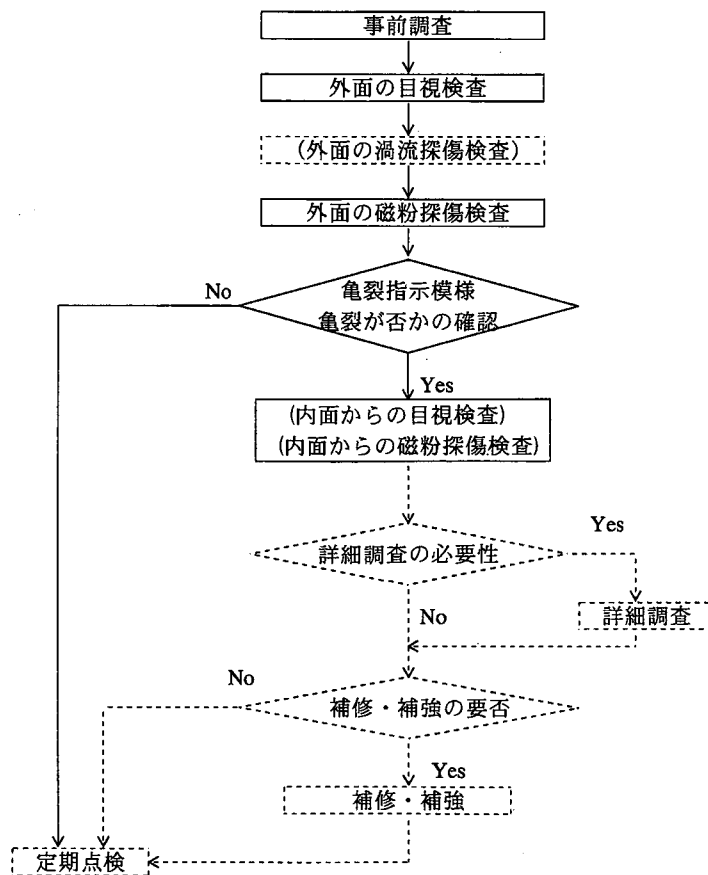
4. 点検方法

(1) 点検は表-4.1の調査と検査により行う。

表-4.1 点検の種別

種別	対象橋脚(箇所)	点検の方法
事前調査	全橋脚(全隅角部)	現地踏査及び竣工図等の図面による書類調査
目視検査	全橋脚 (全隅角部の溶接線全長)	表面亀裂の存在が疑われる塗膜割れ等の変状及び溶接部の形状や仕上げ状況を目視で調査
(渦流探傷検査)	全橋脚(全隅角部の隅角)	塗膜の上から実施する渦流探傷検査
磁粉探傷検査	全橋脚(全隅角部の隅角)	対象部位の塗膜を除去して実施する磁粉探傷検査

(2) 点検のフローは、図-4.1に示すとおりである。



注：破線部は本要領の対象外であり、別途検討が必要。

図-4.1 点検フロー

《 解説 》

1. 点検フローを図-4.1 に示した。隅角部に生じている亀裂損傷を確実に検出することが要求されるため、外面の目視検査及び磁粉探傷検査を行うこととした。
2. 渦流探傷検査は、塗膜の除去を必要とせず検査時間も比較的短い非破壊検査で、迅速性、経済性に優れる方法である。しかし、現在は、その探傷精度が確認されていない。このため、今後の点検のあり方を検討する目的で、本臨時点検の緊急性を損なわないで期間内に機器と人員を調達できる場合は渦流探傷検査を行うこととした。したがって、渦流探傷検査を実施する箇所においてもすべて磁粉探傷試験を実施する。
3. 磁粉探傷検査において亀裂指示模様が見られた場合には、それが亀裂によるものかどうかを見極める必要がある。例えばアンダーカットによって亀裂指示模様が現れる場合もあり、このような場合には止端部を仕上げることで亀裂かどうか判断できることが多い。このように亀裂の特定にあたって構造物本体に加工を行う場合には構造物に悪影響がないよう十分な検討を行う必要がある。
4. 外面において亀裂が確認された場合には、物理的に橋脚内部に入れられない場合等を除き、橋脚内面も目視によって亀裂発生状況を確認するとともに、板組や溶接接合方法から亀裂が貫通する危険性を有していると判断される場合には、橋脚内面からの磁粉探傷検査を行うこととした。
5. 本要領では、鋼製橋脚の表面に開口している亀裂損傷の有無の確認を行うとともに、発生があった場合にはその状況等、以降の追跡調査、補修・補強方法の検討に必要なデータを記録するまでを対象としており、亀裂損傷の原因の特定や進展性の評価等を行うために必要となる溶接部内部の調査等の詳細調査については、別途検討しなければならない。また、補修・補強方法の決定やそれに必要となる調査についても本要領では定めていないため別途検討する必要がある。
6. 現地踏査及び竣工図等の書類による事前調査により個々の鋼製橋脚の点検対象とする隅角部の特定を行うが、このとき検査が不可能であることが判明した場合には、検査が不可能である理由を付して事前調査結果（様式-1～4）のみ作成する。

5. 事前調査

- (1) 事前調査として、現地踏査及び書類調査を行う。
 (2) 現地踏査は、表-5.1 の項目について行い、点検における仮設備計画を作成する。

表-5.1 現地踏査項目

路下の利用状況
隅角部周辺の障害物の有無
マンホール設置状況

- (3) 書類調査は、対象橋脚の竣工図等を調査し、隅角部に関する表-5.2 の項目について把握する。

表-5.2 書類調査項目

板組種別	梁貫通・柱貫通の区分
	梁・柱の板組構造
部材の板厚及び材質	部材の板厚及び材質
溶接種別及び寸法	脚長
	開先形状
	開先寸法（深さ・高さ）
	ルートフェイス量及びルートギャップ量
	完全溶け込み溶接、部分溶け込み溶接の別
	溶接の仕上げ指示
施工業者・竣工年度	施工業者・竣工年度
適用基準	適用された設計基準

- (4) 調査結果及び写真記録は、様式-1 から様式-4 による。

《 解説 》

- 点検実施に際しては、事前に現地踏査を行い、対象橋脚直下の路下利用状況や周辺の道路事情、並びに点検対象隅角部周囲の付属物あるいは添架物の設置状況などを調査し、点検が可能であることを確認するとともに仮設備計画（高所作業車の選定、足場設置計画、交通規制計画等）を作成する。このとき橋脚内面からの検査に必要なマンホールの設置状況等についても竣工図による調査とともに現地で確認する。
- 隅角部において、疲労損傷の発生が予想されるのは、溶接部のルート、ビード上、ビード

止端並びにその周辺の母材である。しかし、隅角部それぞれにおいて、その板組種別や使用される母材の板厚並びに溶接の種類及びサイズが異なっており、しかも、その仕上げ状況によっては現地において溶接部の位置の特定が困難な場合も考えられる。したがって、疲労損傷を見落とすことなく効率的に検査するためには、事前にこれら隅角部の構造を詳細に把握しておくことが重要であるので、竣工図や製作図等により可能な範囲において調査することとした。

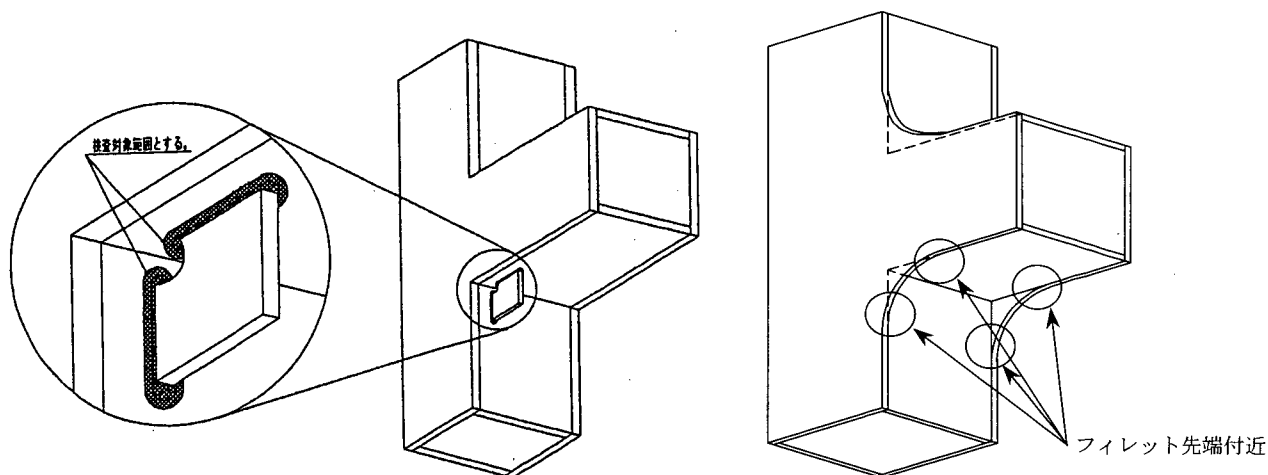
3. 書類調査において収集するデータは、本要領に示す点検のみならず、疲労損傷発生原因の究明や疲労寿命予測、並びに当該隅角部の補修・補強方法の検討にとって貴重な資料となるものである。

6. 目視検査

- (1) 目視検査は、塗膜われ、局部的な錆の発生及び溶接仕上げ状況について行う。
- (2) 目視検査の範囲は、隅角部の溶接線全長及びその周辺の母材とする。ただし、隅角部の取付金具部等の疲労損傷の心配される溶接部が存在する場合は、適宜その範囲を拡大する。
- (3) 目視検査の実施手順は、以下のとおりである。
 - ① 検査箇所の現状を、塗膜われの有無が分かるように写真撮影する。
 - ② 塗膜われが認められた場合は、油性マジックによりわれに沿ってマーキングを行い、われの範囲（長さ）を直接当該部位に明示した上で写真撮影を行うとともに、われの発生位置、長さ及びその発生形態などを記録する。
 - ③ 局部的な錆についても同様に写真撮影を行い、発生位置、範囲などを記録する。
 - ④ 溶接部の状況については、ビード形状、のど厚及び余盛り量、仕上げの程度、止端部の状態等について検査し、記録する。
 - ⑤ 検査結果及び写真記録は、様式－5及び6による。

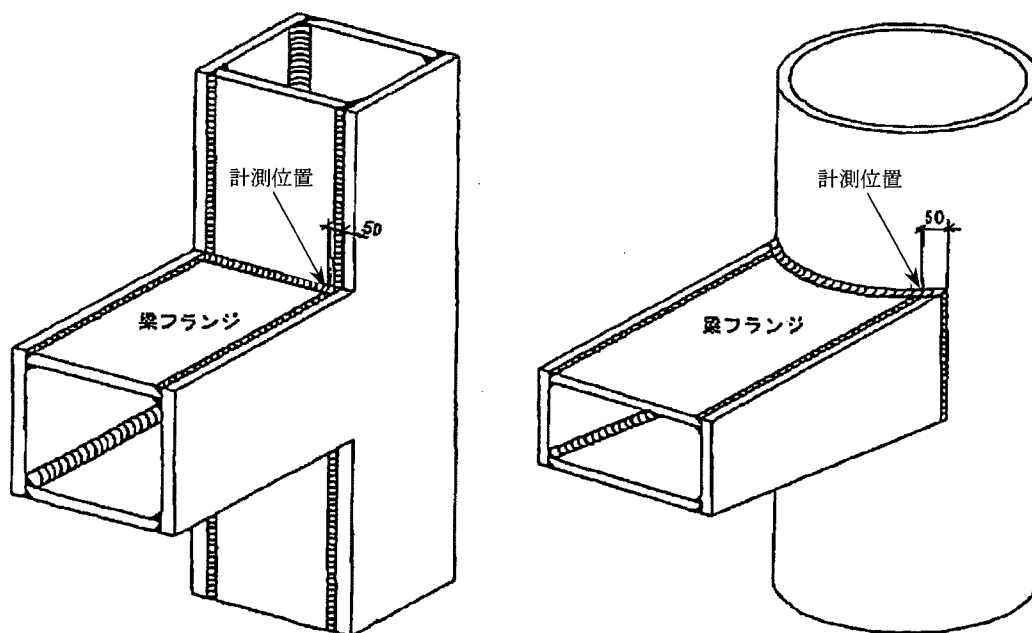
《 解説 》

1. 溶接部に開口した亀裂が存在すると、塗膜われや局部的な錆の発生などの変状が現れることが多く、目視検査ではこれらの表面亀裂の存在が疑われる表面の変状を肉眼で調査するものである。
2. 検査範囲は、隅角部の溶接線全長及びその周辺の母材としたが、以下のような場合には範囲を広げて検査する必要がある。
 - ① 目視検査の対象とする範囲を越えて疲労損傷の発生が疑われる場合には、適宜検査範囲を拡大する。
 - ② 図解－6.1 に示すように当該検査範囲周辺に疲労損傷の発生が心配される溶接部が存在する場合は、その溶接部周辺についても検査対象範囲とする。これは、取付金具あるいはそれに類する付加物が隅角部に溶接されている場合やフィレットが設けられている場合は、それらの先端付近に応力集中していることが考えられるためである。
3. 塗膜われ又は局部的な錆が認められた場合の記録は、図解－8.1 に準じて行う。



図解－6.1 特殊な検査範囲の例

4. 溶接部の状況については、疲労損傷発生要因の究明や疲労寿命予測並びに補修・補強の検討に際し参考となるので、図解－6.2 に示す位置ののど厚及び余盛り量を計測するとともに、溶接部の仕上げの有無やその程度、ビード表面の凹凸等の形状、アンダーカットやオーバーラップなど止端部の状態等について記録する。なお、計測位置は、隅角部の溶接線において亀裂が生じやすいと考えられる端部近傍で適宜設定する。また、今回の点検では後述の磁粉探傷検査において塗膜を除去することから、この検査は、表面性状がより鮮明に観察できる塗膜除去後に行うものとする。



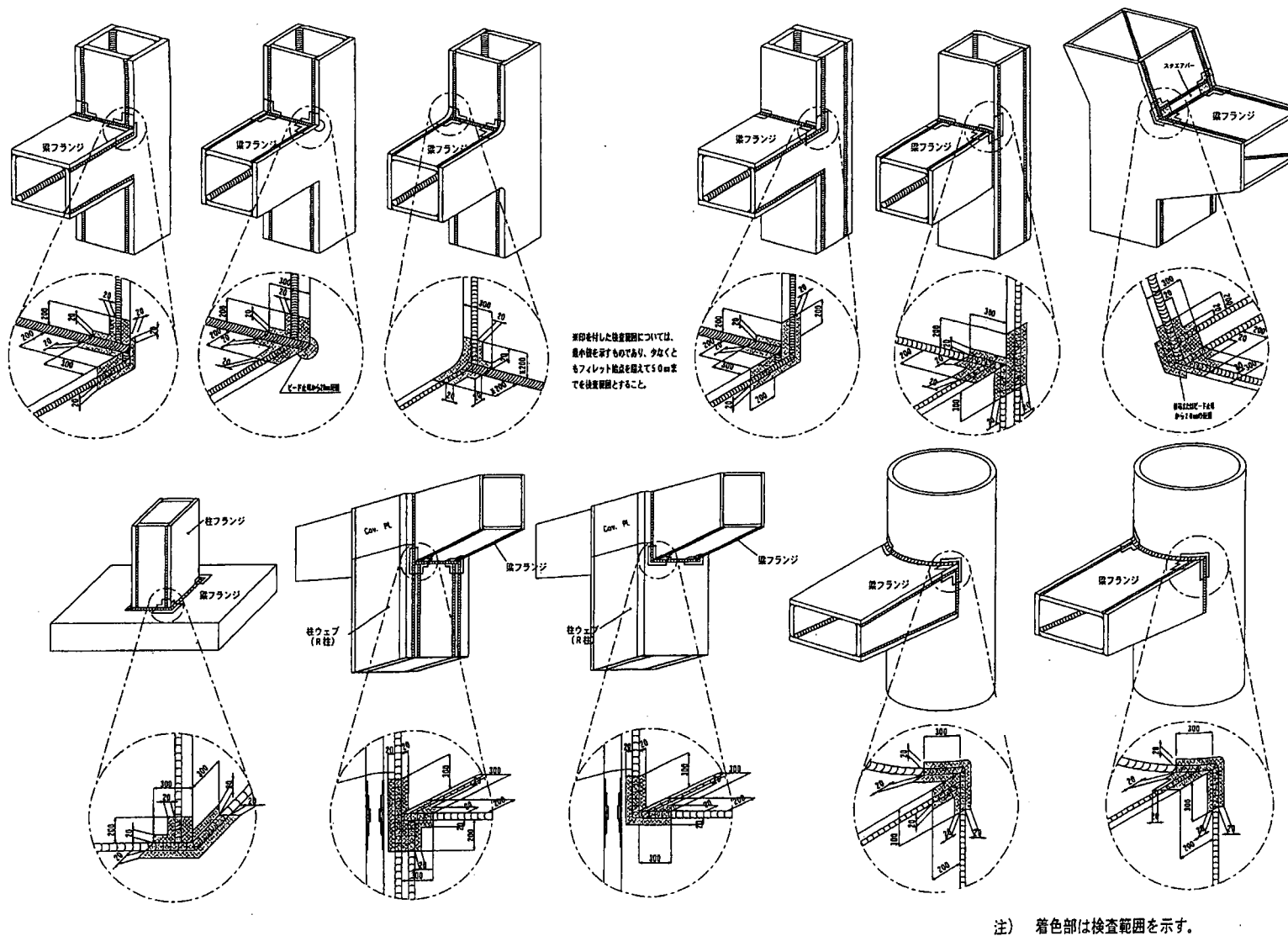
注：隅角部の溶接線端部から 50mm 程度の範囲で計測位置を設定
 図解－6.2 溶接部ののど厚または余盛り量計測位置の例

7. 渦流探傷検査

- (1) 渦流探傷検査は、「人工欠陥対比試験体」を用いてシステムの性能を確認し、調査職員の承諾を受けて行うものとする。
- (2) 渦流探傷検査の範囲は、隅角部の溶接部及びその周辺の母材とする。検査範囲の例を、図解-7.1 に示す。ただし、ここに示す範囲を越えて亀裂損傷の発生が疑われる場合は、適宜その範囲を拡大する。
- (3) 渦流探傷検査の実施手順は、以下のとおりである。
 - ① 検査範囲全面に対して漏れのないようセンサーを走査し、亀裂損傷が疑われる信号（欠陥指示信号という。）の有無を検査する。
 - ② 走査中の検出波形を記録する。
 - ③ 欠陥指示信号が認められた位置及び範囲（長さ）を油性マジックにて明示し、写真撮影を行う。
当該個所の記録を行う。
 - ④ 検査結果及び写真の記録は、様式-5及び6による。
- (4) 使用したシステムの仕様及び検出波形の記録、整理は、任意の様式とする。

《 解説 》

1. 渦流探傷検査に使用するシステムは、その良否が検査結果に大きな影響を与えること、また、現在定まった規格が無いため、「人工欠陥対比試験体」による性能確認試験を行い、その結果によってシステムの使用の承諾を行うこととした。
欠陥検出性能としては、人工欠陥長5mmを欠陥として検出できる能力で行うこと。
2. 渦流探傷検査における標準的な検査範囲は図解-7.1のように設定したが、以下のような場合には、標準の検査範囲を越えて検査する必要がある。
 - ① 目視検査において塗膜われや局部的な錆の認められた個所。
 - ② 図解-6.1に示すように当該検査範囲内周辺に亀裂損傷の発生が心配される溶接部が存在する場合は、その溶接部周囲についても本検査の対象とする。
 - ③ 渦流探傷検査において欠陥指示信号がこの範囲を越えて出る場合は、欠陥指示信号が無くなる範囲まで検査範囲を拡大するものとする。
3. 欠陥指示信号が認められた位置及び範囲（長さ）の記録は、図解-8.1に準じて行う。
4. 渦流探傷検査では、その探傷精度を確認する目的で実施することから、使用した機器について記録するとともに、検出波形を記録することとした。記録した検出波形は、渦流探傷検査における欠陥指示信号と磁粉探傷検査における亀裂との関係が分かるように整理し、提出するものとする。このためには、システムとして、センサー走査の位置、その時の波形を再現できる機能を有していることが必要となる。
5. 事前調査において溶接ビード幅が不明な場合は、ビード幅を溶接部板厚と仮定し検査範囲を設定するものとする。



図解— 7. 1 渦流探傷検査及び磁粉探傷検査範囲例

8. 磁粉探傷検査

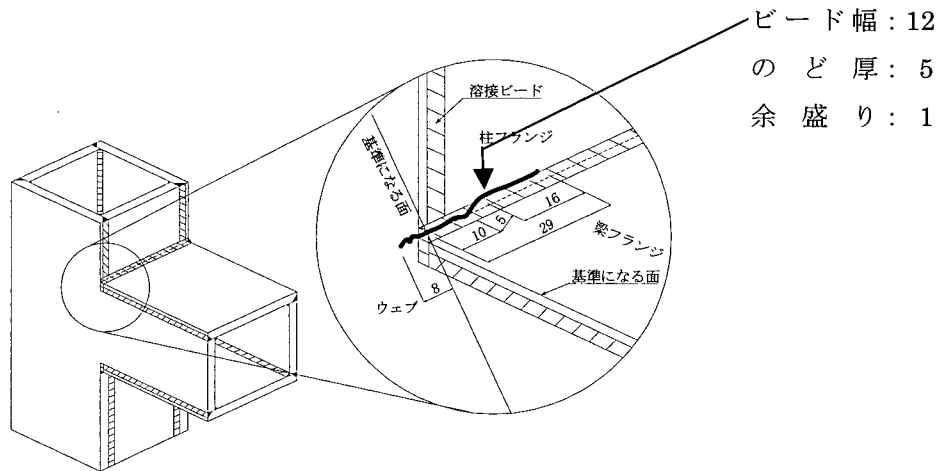
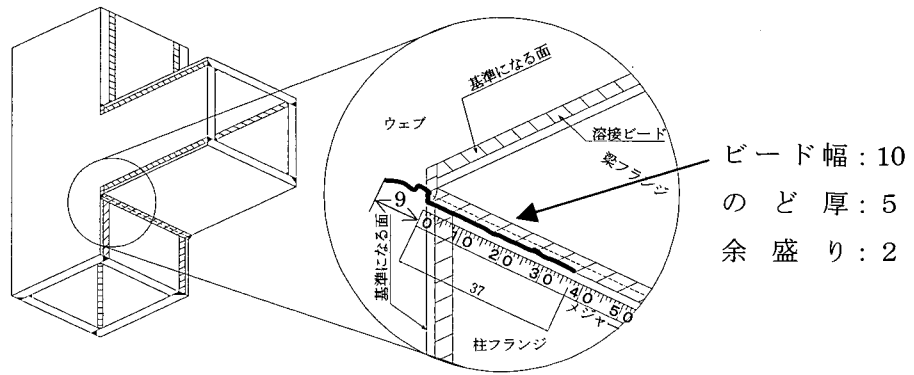
- (1) 磁粉探傷検査においては、以下の規格を適用するものとする。
JIS G0565-1992 「鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び磁粉模様分類」
- (2) 磁粉探傷検査の範囲は、隅角部の溶接部及びその周辺の母材とする。検査範囲の例を、図解-7.1 に示す。ただし、ここに示す範囲を越えて亀裂損傷の発生が疑われる場合は、適宜その範囲を拡大する。
- (3) 磁粉探傷検査の実施手順は、以下のとおりである。
 - ① 検査対象箇所において、検査範囲+約 20 mm程度の領域の塗膜をすべて除去し、溶接形状や溶接仕上げ状況、塗膜剥離範囲を写真撮影する。
 - ② 塗膜を除去した範囲に対し、磁粉探傷検査を実施し、亀裂指示模様の有無を検査する。
 - ③ 亀裂指示模様が認められた場合は、その状況を写真撮影する。
亀裂指示模様の位置、長さ、方向、形態などを記録する(図解-8.1)。
亀裂指示模様が不明確な場合は、適切な方法により亀裂かどうか確認するものとする。
 - ④ 亀裂ではなく、表面欠陥と思われる指示模様についても同様に写真撮影を行い、その寸法、位置、形態などを記録する。
 - ⑤ 検査結果及び写真の記録は、様式-5 及び 6 による。
- (4) 渦流探傷検査において欠陥指示信号が出ない個所に、磁粉探傷検査において亀裂が発見された場合は、7. (4)の任意の様式に含めて記録を行う。

《 解説 》

1. 磁粉探傷検査における標準的な検査の範囲は図解-7.1 のように設定したが、以下のような場合には、標準の検査範囲を越えて検査する必要がある。
 - ① 目視検査において、塗膜われや局所的な錆の認められた個所。
 - ② 渦流探傷検査において、欠陥指示信号が出た個所。
 - ③ 図解-6.1 に示すように当該検査範囲内周辺に亀裂損傷の発生が心配される溶接部が存在する場合は、その溶接部周囲についても本検査の対象とする。
 - ④ 磁粉探傷検査において、亀裂指示模様が図解-7.1 に示す検査範囲を越えて進展している場合は、亀裂指示模様先端が確認出来る範囲まで塗膜を除去し、亀裂の発生状態を正確に把握しなければならない。
2. 磁粉探傷検査に先立ち、検査箇所表面に付着している汚れや油並びに塗膜等を除去するなど、適切な方法による前処理を行わなければならない。
3. 亀裂指示模様の接写については、亀裂指示模様のサイズが確認できるようにスケールを設置して撮影する。撮影にあたっては、亀裂指示模様の位置や寸法等の詳細が明確に判別できるように注意しなければならない。
4. アンダーカット等亀裂以外の原因で亀裂指示模様が現れる場合などで亀裂か否かの判断ができない場合があるが、このような場合にはグラインダーで止端部を削る等により亀裂であ

るかどうかを確認する必要がある。

5. 事前調査において溶接ビード幅が不明な場合は、ビード幅を溶接部板厚と仮定し検査範囲を設定するものとする。
6. 調査として渦流探傷検査を実施し、渦流探傷検査において欠陥指示信号が出なかったにもかかわらず、磁粉探傷検査において亀裂が発見された場合は、7. 解説4に記載のとおり、十分な記録を残さなければならない。影響する要因として、渦流探傷検査システムの感度調整、塗膜の仕様（種類、厚さ）等が考えられる。



(注)

- ① 亀裂指示模様の位置、形状・サイズはスケッチで記入する。
- ② 亀裂指示模様の位置・サイズは部材端面を基準面とし測定する。
- ③ 亀裂指示模様の位置の単位は mm で記入する。
- ④ 溶接形状及び溶接ビード幅、のど厚及び余盛りを測定する。測定位置は、亀裂指示模様の中間付近等、適時設定する。

図解－8. 1 亀裂指示模様の記入例

9. 検査箇所の養生

- (1) 磁粉探傷試験を終了した後は、磁粉の除去を行い、以後の処理に応じて以下に示す防錆処理を行うものとする。
 - ① 検査を終了する場合
所定の塗装を行う。
 - ② 補修又は追跡して調査を行う場合
粘着テープなどにより応急的防錆処理を行う。
- (2) 養生の状況を写真撮影し、様式—6に記録する。

《 解説 》

1. 磁粉探傷検査終了後は、磁粉除去を行い、検査面の防錆処理を行わなければならない。しかし、本点検後の処置に応じて当該部位を追跡して検査する必要があるため、後処理の方法は以下のとおり区分して行う。
 - ① 検査の結果、亀裂等が確認されず検査を終了する場合は、所定の仕様による塗装を行う。
 - ② 検査の結果、亀裂等が確認され、追跡して検査を行うか補修・補強を行う必要があると判定された場合又はその恐れがある場合は、粘着テープなどにより応急的な防錆処理を行う。

10. 点検結果の記録

- (1) 事前調査については、以下の項目について記録する。
 - ① 鋼製橋脚隅角部台帳（様式—1～3）
 - ② 現況写真（様式—4）
- (2) 目視検査、渦流探傷検査、磁粉探傷検査結果については、以下の項目について記録する。
 - ① 点検記録（一覧表）（様式—5）
 - ② 点検記録（点検記録写真）（様式—6）
 - ③ 渦流探傷検査システム及び検出波形等（任意様式）

《 解説 》

1. 様式—1には、以下の項目を記入する。
 - ① 整備局名、事務所名、出張所名、路線名、現旧区分、整理番号1（MICH1）、橋梁名、橋脚番号、構造形式、完成年月、設計基準、製造施工会社、調査年月日、隅角総数
 - ② 橋梁一般図（点検対象橋脚、隅角部の明示）
2. 様式—2には、以下の項目を記入する。
 - ① 様式—1の①に同じ。

- ② 隅角部構造詳細図
 - ③ マンホールの位置
 - ④ 路下の利用状況
 - ⑤ 隅角部障害物の有無
 - ⑥ 点検が不可能な隅角については、その理由
3. 様式－3には、以下の項目を記入する。
- ① 様式－1の①に同じ。
 - ② 隅角部板組み概略図（溶接形状寸法、材質、板厚を明示）
注）隅角部構造詳細図が無い場合は、現地踏査により作成する。
4. 様式－4には、以下の項目を記入及び写真添付する。
- ① 橋脚の全景、路下の状況がわかる写真
 - ② 点検状況写真（高所作業車、足場、等）
 - ③ 隅角部の障害物の状況がわかる写真（該当する場合）
5. 様式－5には、橋脚の検査結果を一覧表にまとめる。
6. 様式－6には、以下の項目を記入及び写真添付する。
- ① 各検査の範囲
 - ② 各検査の検査結果写真
 - ③ 各検査において亀裂等が発見された場合はそのスケッチ
注：取付金具部等の特殊な検査対象がある場合にはその検査結果も記入する。
 - ④ 養生写真
7. 様式の整理は、次を基本とする。
- ・ 様式－1（1橋脚で1枚）
 - ・ 様式－2、様式－3（1番目の隅角部）
 - ・ 様式－2、様式－3（2番目の隅角部）
 - ・ ……
 - ・ 様式－4（1橋脚で1式）
 - ・ 様式－5（1橋脚で1式）
 - ・ 様式－6（1番目の隅角）
 - ・ 様式－6（2番目の隅角）
 - ・ ……

1.1. 実施体制

1.1.1 人員配置

点検は、点検員、検査技術者、点検補助員等で構成し、適切な人員を配置する。

《 解説 》

1. 点検の実施体制は、点検を総括する点検員1名、補助する点検補助員、資格を有する各種検査を実施する検査技術者等で構成し、橋脚の立地条件や交通状況等に応じて、高所作業車運転員及び交通整理員を実施体制に加えるものとする。

1.1.2 点検員

点検員は、橋梁に関する専門的技術を十分に有する者とする。

《 解説 》

1. 本点検は疲労損傷に関する専門的知識を必要とするため、点検員は橋梁に関する計画、設計、施工や維持管理等の専門的技術を有する者でなければならないこととした。
2. 業務委託により点検を行う場合の点検員は、橋梁点検要領(案)を準用し、以下に示すいずれかの実務経験を有することが望ましい。
 - ① 大学卒業後5年以上の橋梁に関する実務経験を有する者
 - ② 短大・高専卒業後8年以上の橋梁に関する実務経験を有する者
 - ③ 高校卒業後11年以上の橋梁に関する実務経験を有する者
 - ④ 前3項と同等以上の能力を有する者

1.1.3 渦流探傷試験及び磁粉探傷試験の検査技術者

渦流探傷試験及び磁粉探傷試験は、(社)日本非破壊検査協会(NDIS-0601)の非破壊検査技量認定技術者、認定部門2種以上の技術者が行う。

《 解説 》

1. 渦流探傷検査及び磁粉探傷検査の技術者の資格要件として、社団法人日本非破壊検査協会が認定するそれぞれの部門における2種以上の資格を有することとした。しかし、検査の結果は検査技術者の知識、技量、判断によるところが大きいので、その資格を満たすとともに、鋼製橋脚隅角部の亀裂損傷に関する十分な知識と実務経験を有する者とするのが望ましい。

鋼製橋脚隅角部台帳(その1)

(様式-1)

整備局	事務所名	出張所名	路線名	現旧区分	整理番号1
橋梁名	橋脚番号	構造形式	完成年月	設計基準	製作施工業者
				調査年月日	隅角総数

橋梁一般図(橋梁路線図における橋脚の位置等)

鋼製橋脚隅角部台帳(その2)

(様式-2)

整備局	事務所名	出張所名	路線名	現旧区分	整理番号1	隅角総数
橋梁名	橋脚番号	構造形式	完成年月	設計基準	製作施工業者	調査年月日

鋼製橋脚隅角部台帳(その3)

(様式-3)

整備局	事務所名	出張所名	路線名	現旧区分	整理番号1	隅角総数
橋梁名	橋脚番号	構造形式	完成年月	設計基準	製作施工業者	調査年月日

注)隅角部の詳細図が無い場合は、溶接線の位置が分かるように板組み概略図と同様なスケッチをする。

現況写真

(様式-4)

橋梁名		橋脚番号	
			特記事項
			特記事項
			特記事項

点検記録(一覧表)

(様式-5)

橋梁名						橋脚番号		
検査結果一覧表								
検査			結果				備考	
目視検査	塗膜われ							
	局所錆							
	溶接仕上げ状況	仕上げ						
		のど厚		mm	mm	mm	mm	
		余盛り量		mm	mm	mm	mm	
		ビード形状						
		止端部						
過流探傷検査								
磁粉探傷検査								

点検記録

(様式-6)

橋梁名		橋脚番号		点検位置	

(参考資料)

点検結果の記録記載例

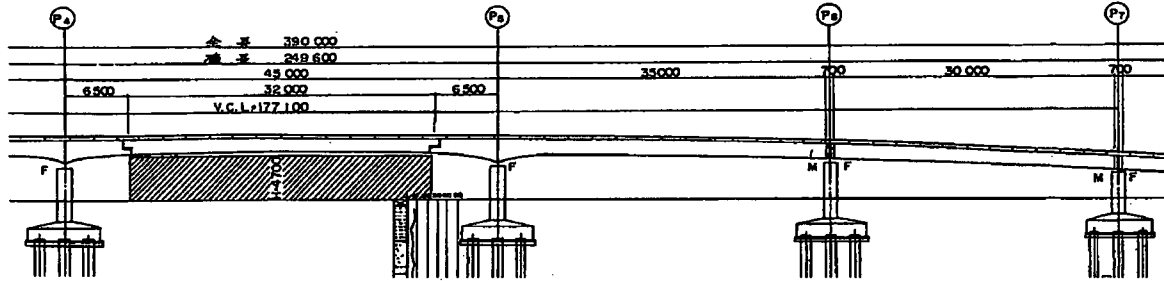
- 様式－1 鋼製橋脚隅角部台帳 (その1)
- 様式－2 鋼製橋脚隅角部台帳 (その2)
- 様式－3 鋼製橋脚隅角部台帳 (その3)
- 様式－4 現況写真
- 様式－5 点検記録 (一覧表)
- 様式－6 点検記録 (点検記録写真)

鋼製橋脚隅角部台帳(その1)

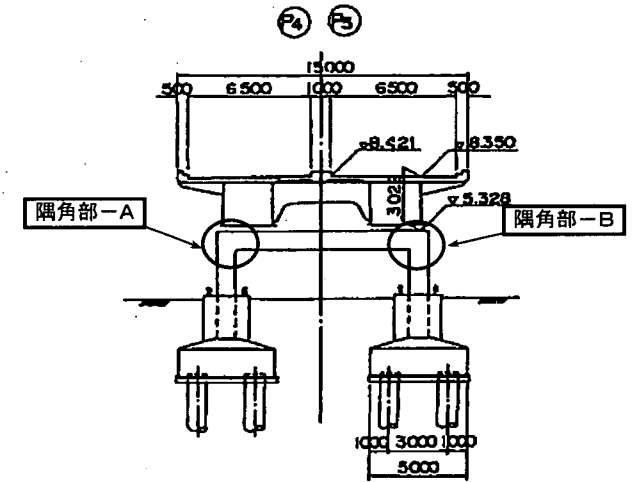
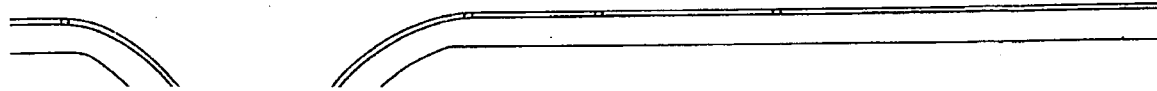
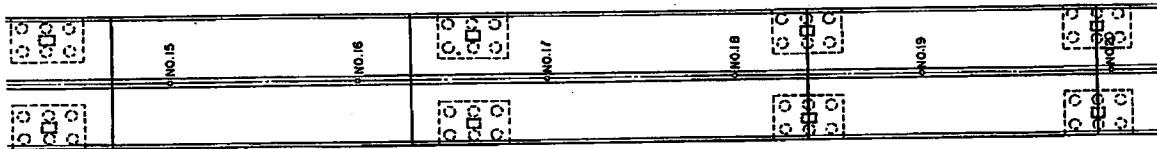
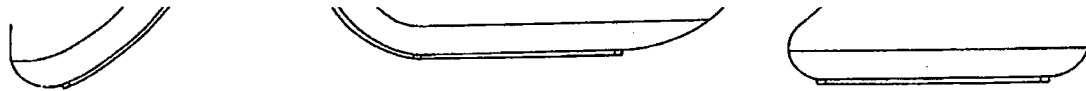
(様式-1)

整備局	〇〇地方整備局	事務所名	〇〇〇〇工事事務所	出張所名	〇〇出張所	路線名	一般国道〇号	現旧区分	現	整理番号1	〇〇〇〇
橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4	構造形式	ラーメン橋脚	完成年月	昭和〇〇年〇〇月	設計基準	昭和〇〇年	製作施工業者	〇〇〇〇株式会社
								調査年月日	平成〇〇年〇〇月〇〇日	隅角総数	4

橋梁一般図(橋梁路線図における橋脚の位置等)



点検対象橋脚

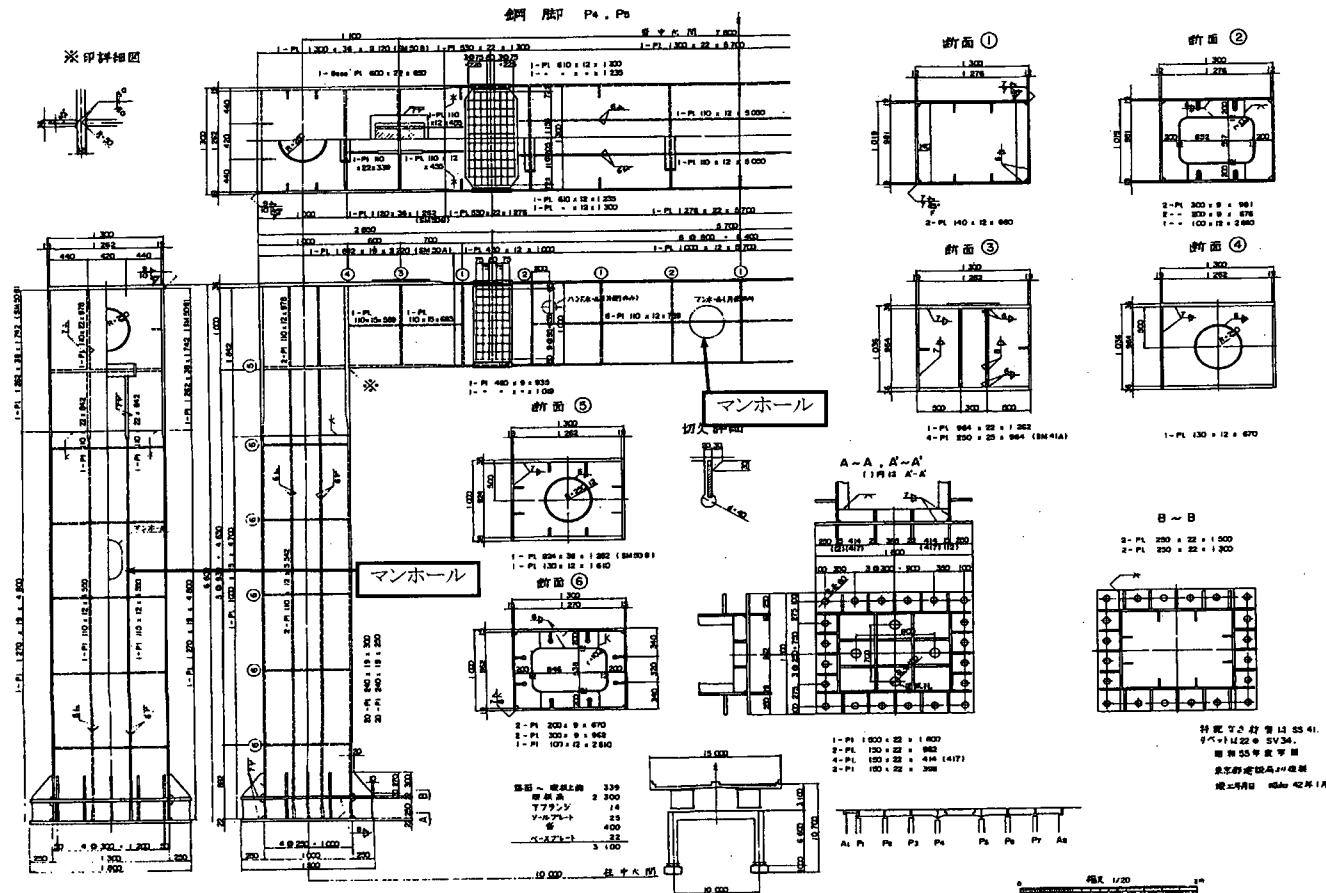


鋼製橋脚隅角部台帳(その2)

(様式-2)

整備局	〇〇地方整備局	事務所名	〇〇〇〇工事事務所	出張所名	〇〇出張所	路線名	一般国道〇号	現旧区分	現	整理番号1	〇〇〇〇〇
橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4	構造形式	ラーメン橋脚	完成年月	昭和〇〇年〇〇月	設計基準	昭和〇〇年	製作施工業者	〇〇〇〇株式会社
								調査年月日	平成〇〇年〇〇月〇〇日	隅角総数	2

隅角部A構造詳細図(隅角部Bも同じ)



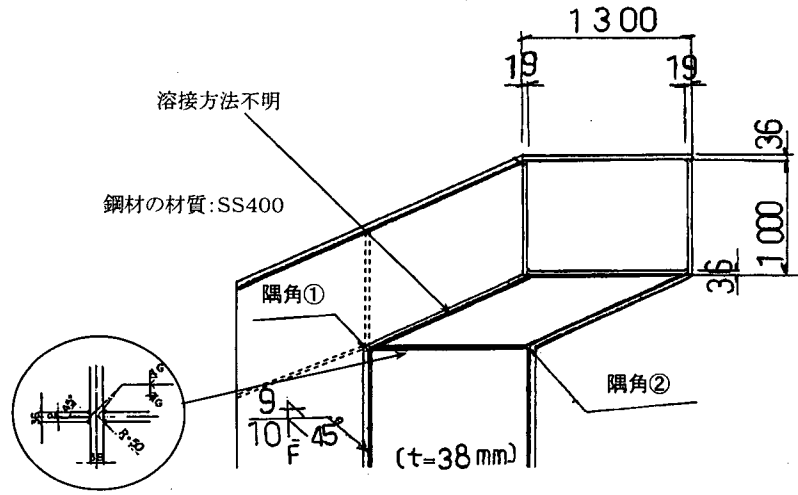
- ・マンホールの位置:柱側面、梁側面2箇所
(現地調査において図面位置どおりを確認)
 - ・路下の利用状況:交差点部
 - ・隅角部障害物の有無:無し
- ・点検が不可能な隅角についての理由:
例示
- ・床版、高欄が隅角部まで打ち下ろしている
 - ・中詰めされかつ他企業の壁外装板等で覆われている
 - ・中詰めしてある地中梁の隅角部

鋼製橋脚隅角部台帳(その3)

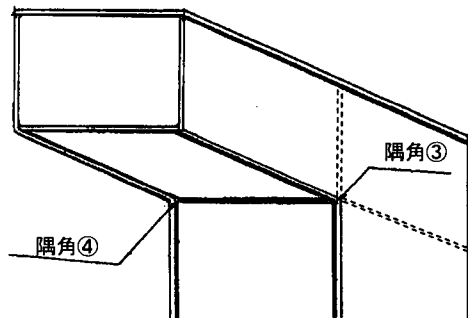
(様式-3)

整備局	〇〇地方整備局	事務所名	〇〇〇〇工事事務所	出張所名	〇〇出張所	路線名	一般国道〇号	現旧区分	現	整理番号1	〇〇〇〇〇
橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4	構造形式	ラーメン橋脚	完成年月	昭和〇〇年〇〇月	設計基準	昭和〇〇年	製作施工業者	〇〇〇〇株式会社
								調査年月日	平成〇〇年〇〇月〇〇日	隅角総数	4

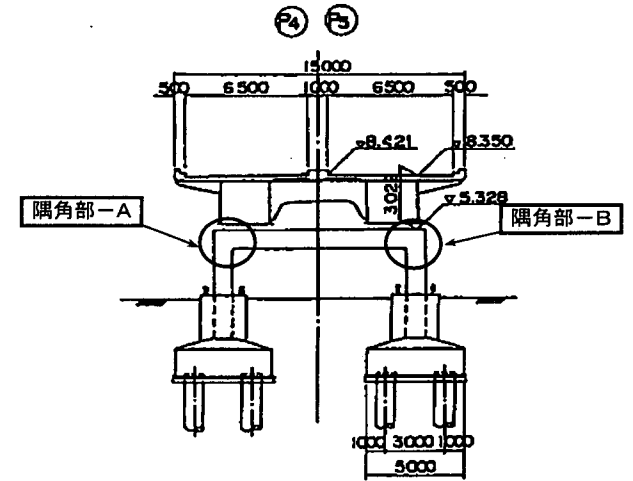
隅角部-A 板組み概略図



隅角部-B 板組み概略図



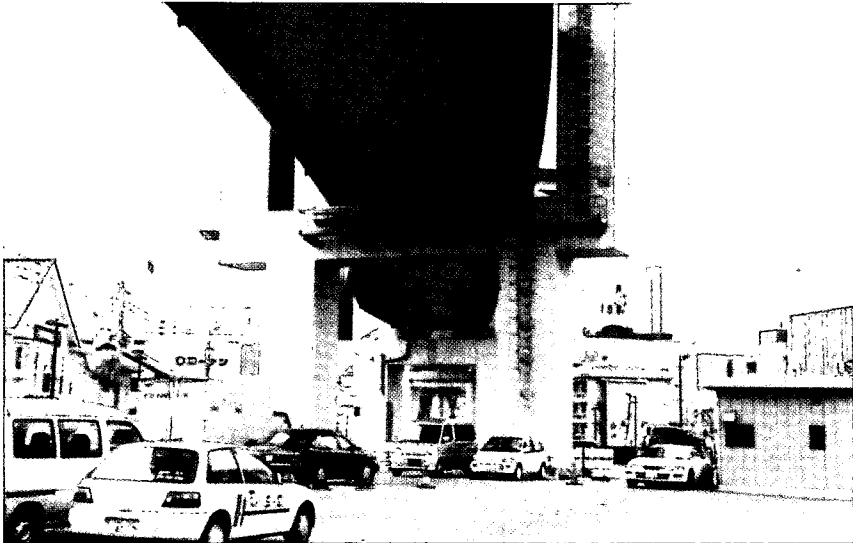
溶接形状寸法、板厚は、隅角部Aに同じ。



注)隅角部の詳細図が無い場合は、溶接線の位置が分かるように板組み概略図と同様なスケッチをする。

現況写真

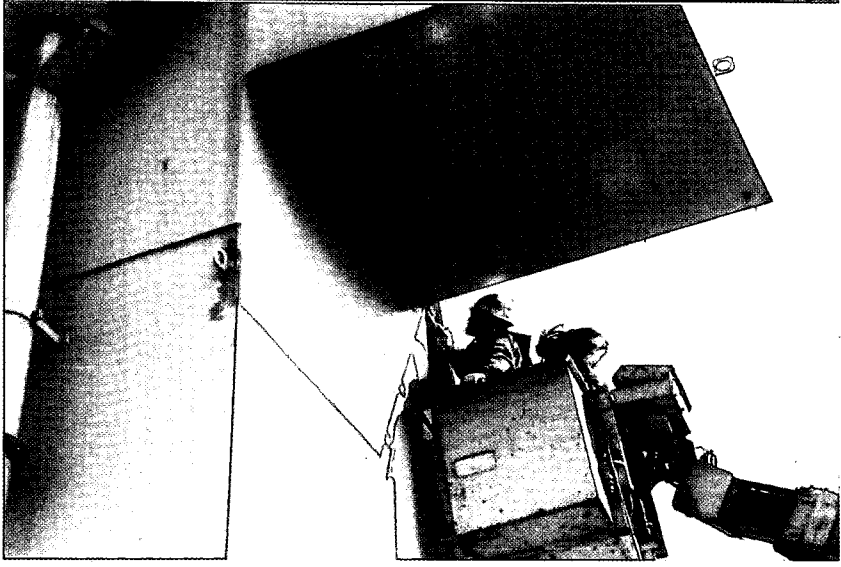
(様式-4)

橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4
		点検橋脚全景	
		特記事項 起点側から撮影	
		点検橋脚全景	
		特記事項 終点側から撮影	
		点検橋脚全景	
		特記事項 路下の使用状況	

(様式1~3とは別の例である)

現況写真

(様式-4)

橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4
		点検状況	
		特記事項 高所作業車使用	
Empty space for additional photos		Empty space for additional notes	
		特記事項	
Empty space for additional photos		Empty space for additional notes	
		特記事項	

(様式1~3とは別の例である)

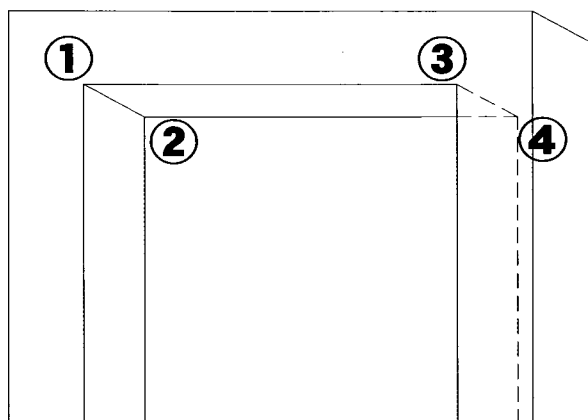
点検記録(一覧表)

(様式-5)

橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4
-----	-------	------	----

検査結果一覧表

検査		結果				備考	
		隅角①	隅角②	隅角③	隅角④		
目視検査	塗膜われ	亀裂87mm	無	無	無		
	局所錆	有	無	無	無		
	溶接仕上げ状況	仕上げ	無	無	無	無	
		のど厚	○mm	○mm	○mm	○mm	
		余盛り量	○mm	○mm	○mm	○mm	
		ビード形状	異常無し	異常無し	異常無し	異常無し	
		止端部	異常無し	異常無し	異常無し	異常無し	
過流探傷検査	亀裂92mm	無	無	亀裂20mm			
磁粉探傷検査	亀裂97mm	無	無	無	隅角④はグラインダーによりアンダーカット仕上げ → 亀裂でない。		

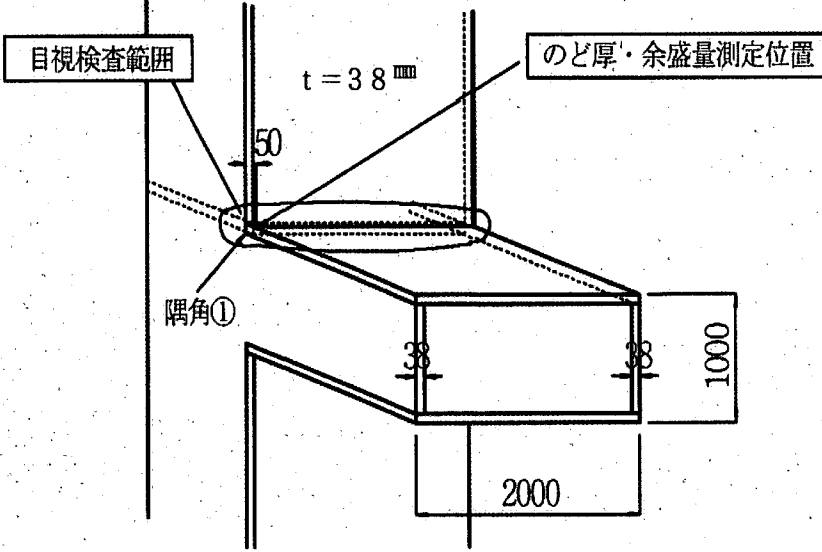




隅角番号



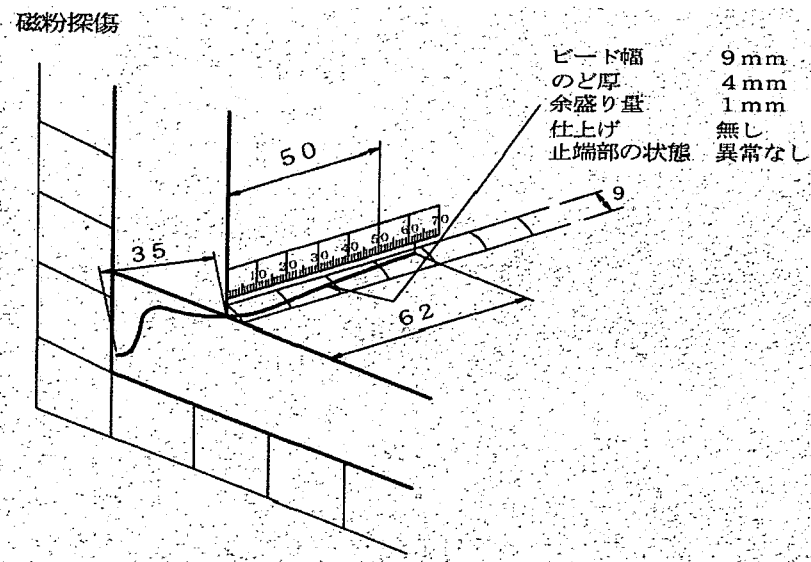
(様式-1~3、4とは別の例である)

点検記録

(様式-6)


橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4	点検位置	隅角①																
					<p>目視検査範囲</p> <p>塗膜割れ: (有)無 局部的な錆: (有)無</p> <p>溶接仕上げ: 有・(無) のど厚: 4mm 余盛量: - ビード形状および 止端部の状態 : 異常なし</p>																
					<p>目視検査</p> <p>(調査箇所近影)</p> <table border="1" data-bbox="1090 1167 1356 1451"> <tr> <td colspan="2">塗膜割れ</td> </tr> <tr> <td>あり</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>なし</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>不明</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td colspan="2">亀裂(目視による)</td> </tr> <tr> <td>あり</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>なし</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>不明</td> <td>---</td> </tr> </table>	塗膜割れ		あり	○	なし	---	不明	---	亀裂(目視による)		あり	○	なし	---	不明	---
塗膜割れ																					
あり	○																				
なし	---																				
不明	---																				
亀裂(目視による)																					
あり	○																				
なし	---																				
不明	---																				
					<p>目視検査</p>																

橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4	点検位置	隅角①								
<p>目視検査</p> <p>ビード幅のど厚余盛り量仕上げ止端部の状態</p> <p>9 mm 4 mm 不明 無し 異常なし</p> <p>局部錆</p>					<p>目視検査</p> <p>(スケッチ)</p> <p>亀裂延長87mm</p>								
					<p>過流探傷検査</p> <p>検査範囲: 図解-7.1(2)のとおり</p> <table border="1" data-bbox="1094 1164 1365 1310"> <tr> <td colspan="2">ET結果</td> </tr> <tr> <td colspan="2">亀裂の有無</td> </tr> <tr> <td>あり</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>なし</td> <td>---</td> </tr> </table>	ET結果		亀裂の有無		あり	○	なし	---
ET結果													
亀裂の有無													
あり	○												
なし	---												
<p>渦流探傷</p>					<p>過流探傷検査</p> <p>(スケッチ)</p> <p>特記事項</p> <p>亀裂延長92mm</p>								

橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4	点検位置	隅角①	
					磁粉探傷検査 (塗膜除去) 検査範囲: 図解-7.1(2)のとおり	
					溶接仕上げ状況	
					ビード仕上げ無し	
					磁粉探傷検査 (亀裂指示模様)	
					MT結果	
					亀裂の有無	
					あり	○
なし	---					
磁粉探傷 					磁粉探傷検査 (スケッチ) 特記事項	
					亀裂延長97mm	

点検記録

(様式-6)

橋梁名	〇〇〇〇橋	橋脚番号	P4	点検位置	隅角①
					検査箇所の養生

9.4 鋼製橋脚隅角部点検例

図 9-1 に鋼製橋脚隅角部の点検フローチャート（鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領 平成14年5月 より抜粋）を示す。

ここではフローチャートにしたがい、鋼製橋脚隅角部の点検状況について写真を交えて紹介する。また、詳細調査時に実施している、亀裂切削事例、マクロ試験事例、スンプ試験事例も写真にて紹介した。

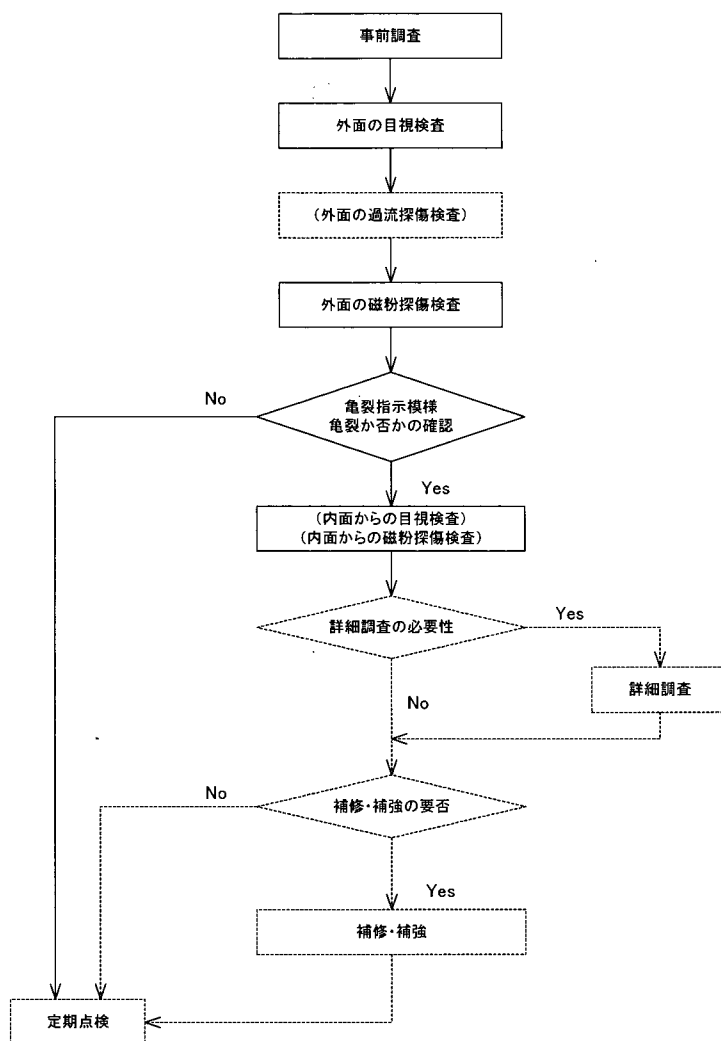
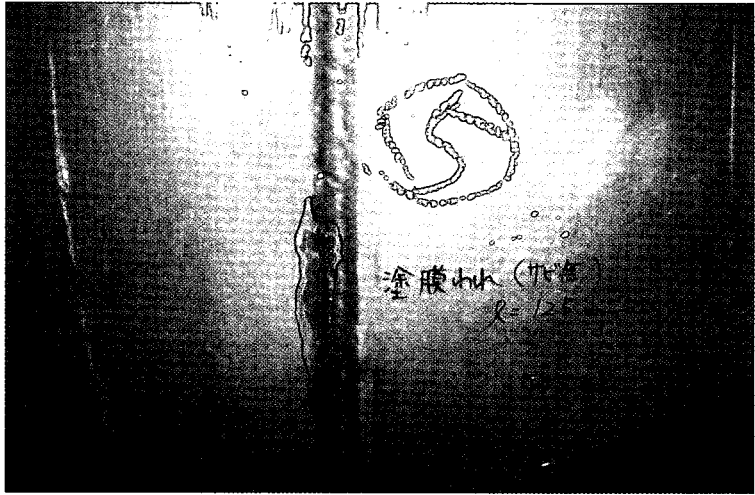
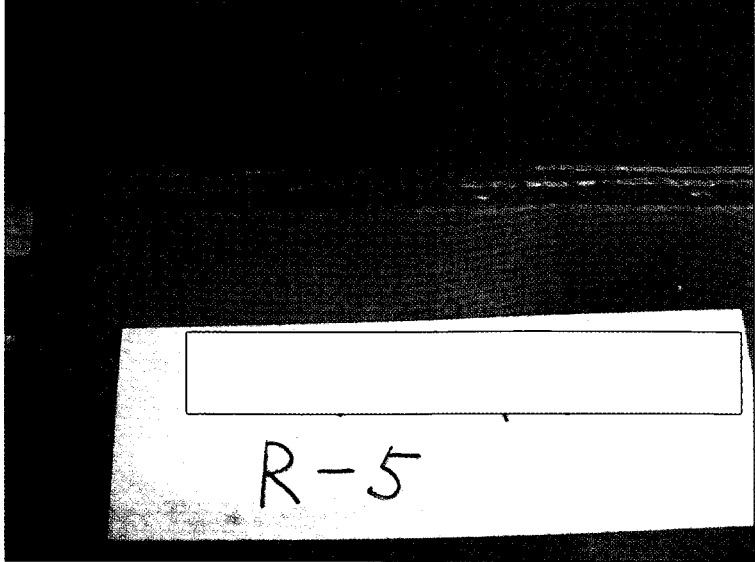


図 9-1点検フローチャート

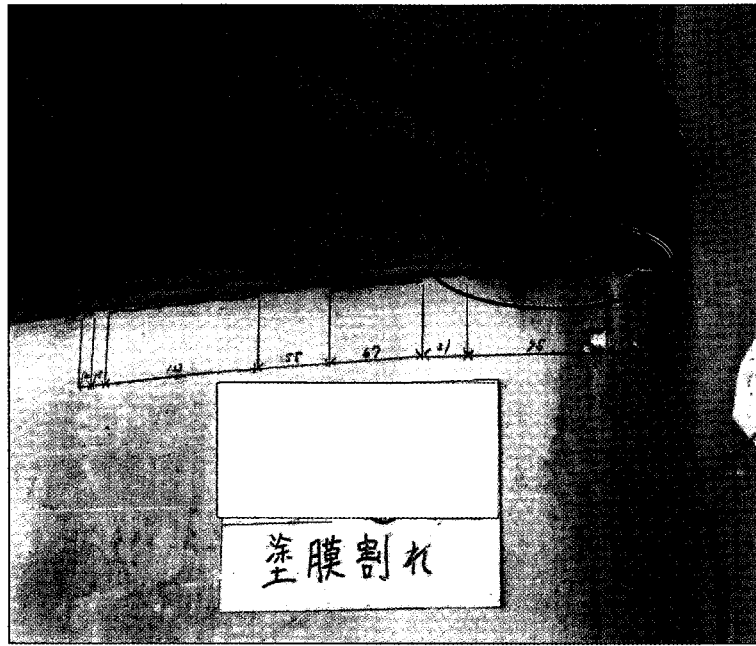
(1) 目視検査事例

目視検査は、塗膜割れ、局部的な錆の発生および溶接仕上げ状況について行う。
 溶接部に開口した亀裂が存在すると、塗膜われや局部的な錆の発生などの変状が現れることが多く、目視検査ではこれらの表面亀裂の存在が疑われる表面の変状を肉眼で調査するものである。(出典：鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領 平成14年5月より抜粋)

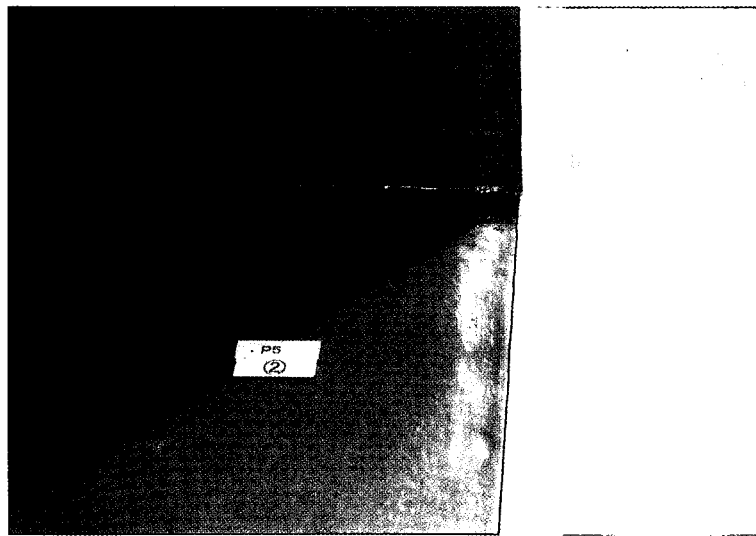
目視検査 塗膜割れ事例	
塗膜割れ有	
塗膜割れ無	

目視検査 発錆事例

発錆有



発錆無



(2) 渦流探傷検査事例

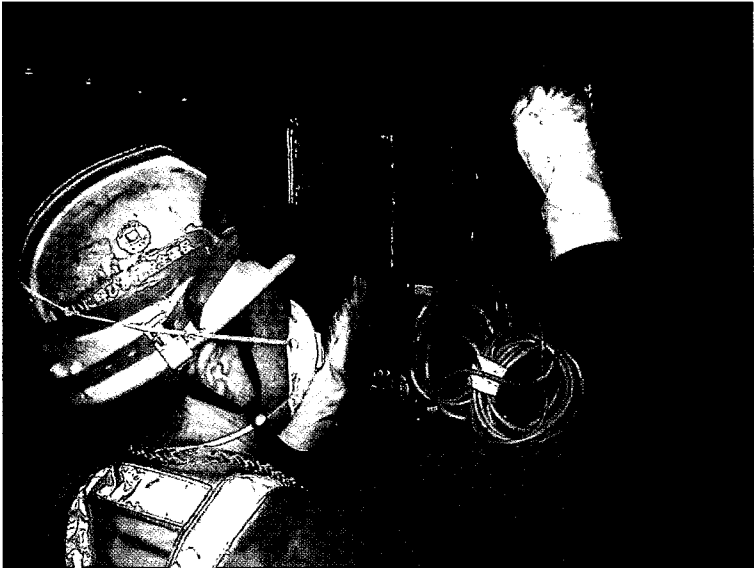
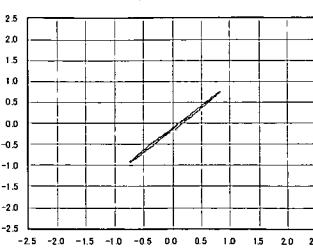
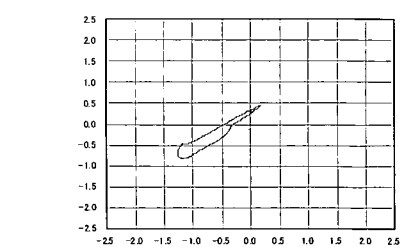
<原理>

導電性のある材料にうず電流を発生させ、その変化を測定して欠陥を調べる方法であり、表面近傍の欠陥の検出に適している。

<概要>

渦流探傷検査は、塗膜の除去を必要とせず検査時間も比較的短い非破壊検査で、迅速性、経済性に優れる方法である。しかし、現在は、その探傷精度が確認されていない。(出典：鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領 平成14年5月より抜粋)

渦流探傷検査事例

<p style="writing-mode: vertical-rl;">点検状況</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl;">欠陥波形(信号)</p>	<p>あらかじめ作成していた人工欠陥を用いた波形と調査対象物の波形を比較することにより、内部の損傷を検査する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="439 1388 752 1814"> <p>対比試験片基本波形</p> <p>L=5mm人工欠陥</p> <p>使用センサー:CP-8B 感 度: 37 dB</p>  </div> <div data-bbox="815 1433 1223 1814"> <p>欠陥波形(2)</p> <p>使用センサー:CP-8B 感 度: 37 dB</p>  </div> </div>

(3) 磁粉探傷検査事例

<原理>

鉄鋼材料を磁化させると、表面およびその近傍に欠陥がある場合には、磁束の一部が空气中に漏れて磁場が乱れる。この磁場が漏れた部分に磁粉が吸着する現象を利用した方法である。

<概要>

磁粉探傷試験は、検査部分の塗膜の除去が必要であり、比較的検査に時間を要するが、欠陥の検出するには極めて有効な方法である。

磁粉探傷検査事例

点検状況
(1)

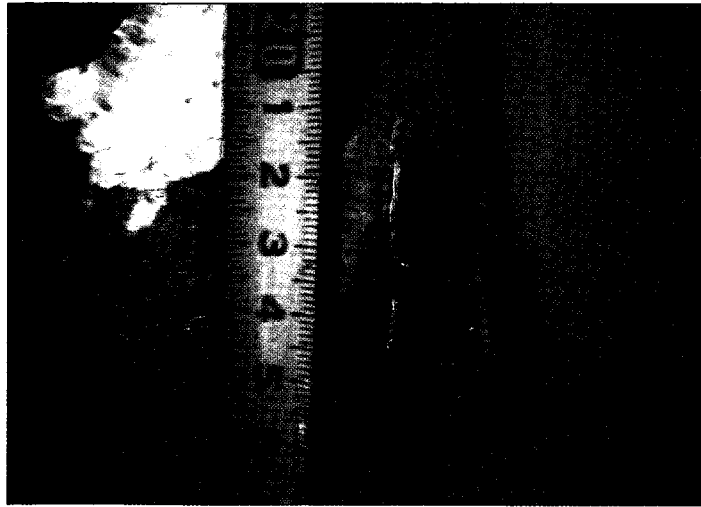


点検状況
(2)



磁粉探傷検査事例

指示模様有
(例1)



指示模様有
(例2)



指示模様有
(例3)

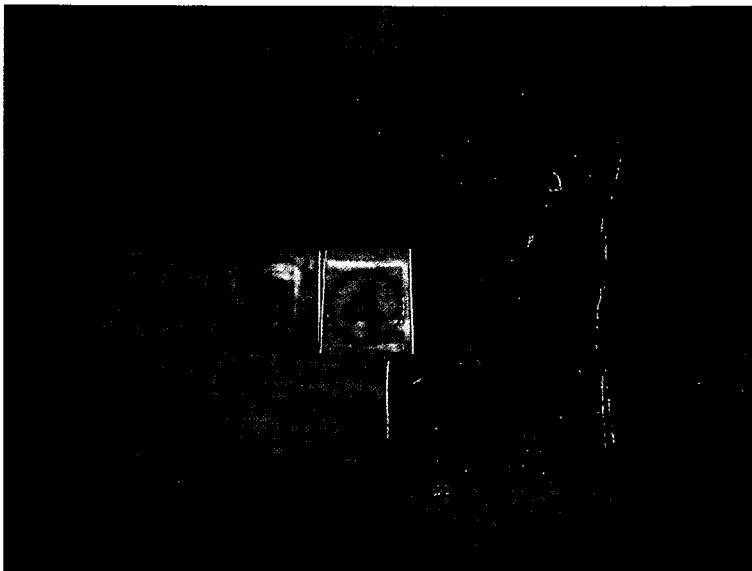



(4) 表面切削事例

<概要>

磁粉探傷検査における亀裂指示模様が疲労損傷によるものか、製作時より存在するものなのかを調査する。

切削⇒磁粉探傷検査⇒切削⇒・・・の繰り返しで行う。

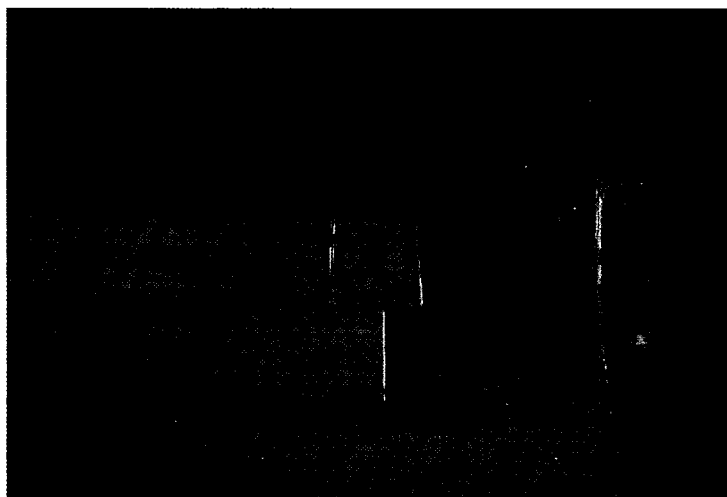
亀裂切削事例	
磁粉探傷検査	
切削 3mm	

亀裂切削事例

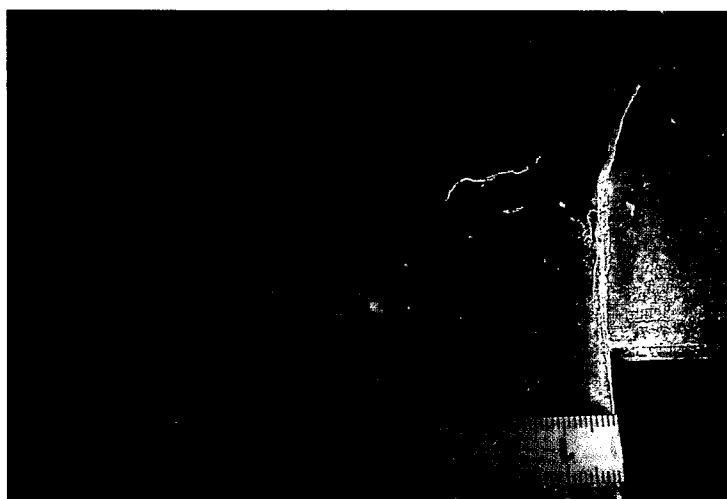
切削
5mm



切削
7mm



切削
10mm



(5) マクロ試験事例

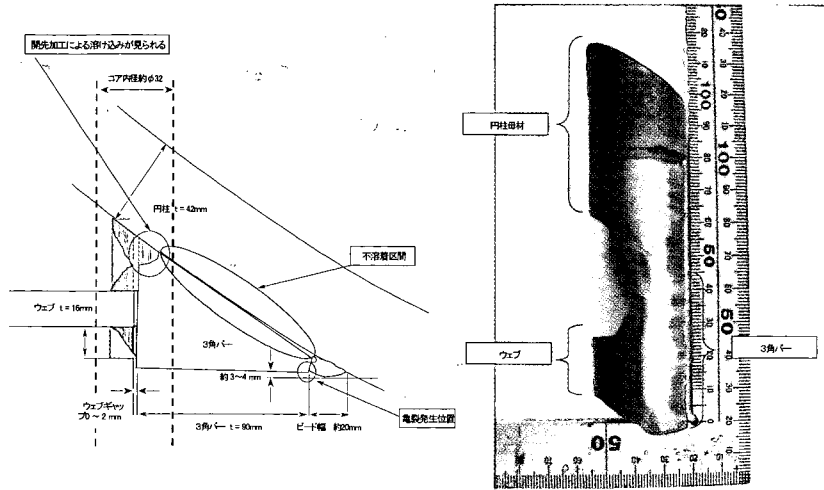
<概要>

マクロ試験は、亀裂位置を確認するために行う試験である。

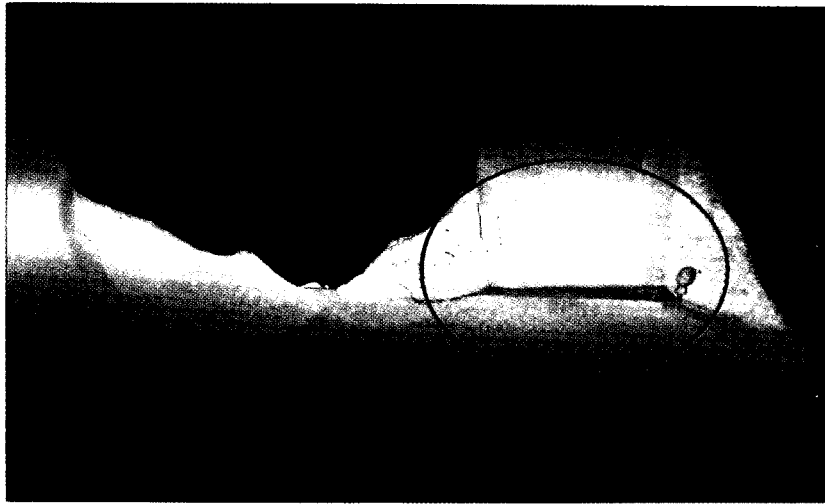
鋼の表面に硝酸アルコールを塗布し、物理的・化学的な不均一を観察して亀裂位置を特定する。母材、溶接金属、熱影響部の位置を特定できる。

マクロ試験事例

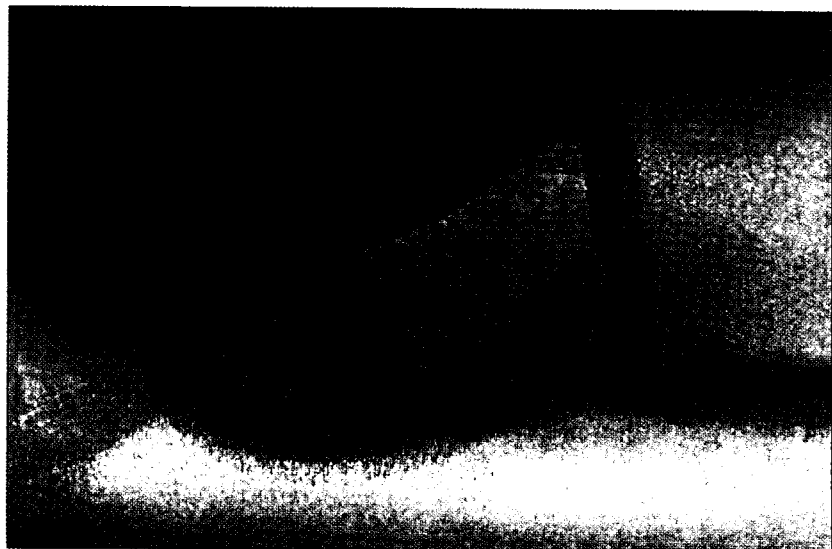
コア写真



マクロ写真事例(1)



マクロ写真事例(2) ×5



(6) スンプ試験事例

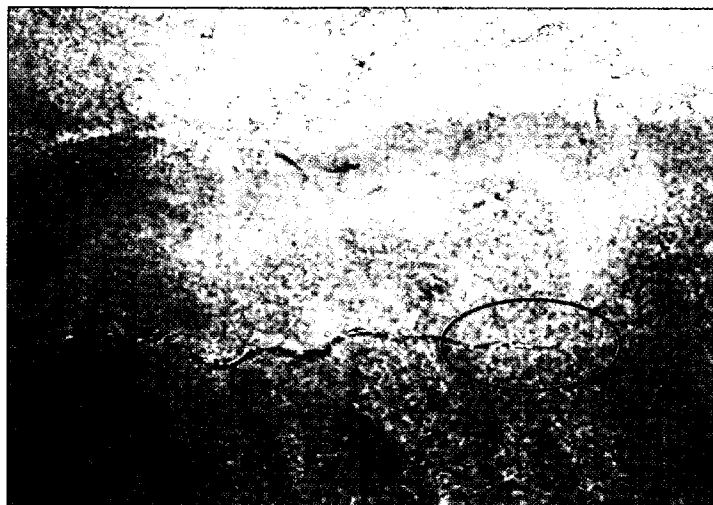
<概要>

スンプ試験は、観察したいものの表面にスンプ液を塗布したスンプ板を貼り付けて乾燥させ、これをはがしてプリントされた影像（組織のレプリカ膜）を顕微鏡で観察する方法である。

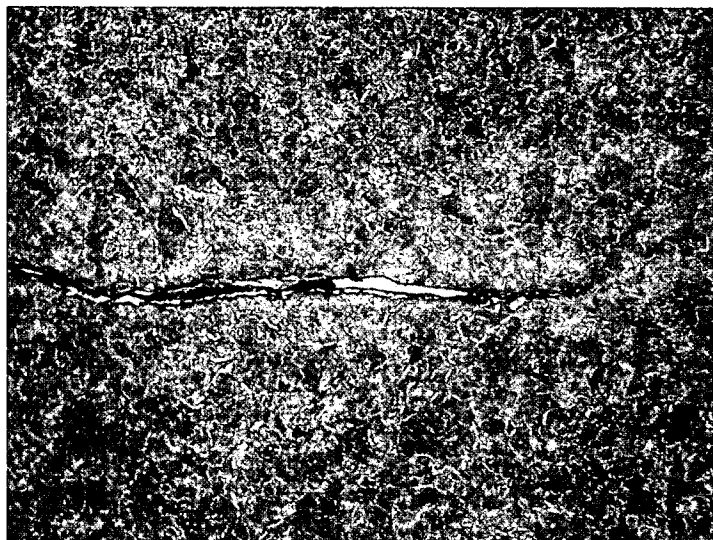
鋼構造物等で試験片が採取できない場合に適用される試験である。

スンプ試験事例

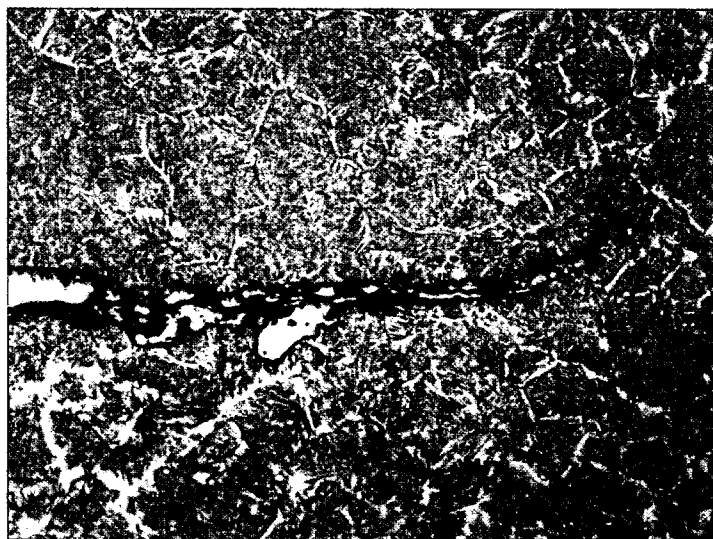
マクロ
× 5



スンプ
亀裂
先端
× 25



スンプ
亀裂
先端
× 100



10. 参考文献

- 1) 三木, 平林, 時田, 小西, 柳沼: 鋼製橋脚隅角部の板組構成と疲労き裂モード, 土木学会論文集 No.745 / I-65, 105-119, 2003.10
- 2) 三木, 市川, 坂本, 田辺, 時田, 下里: 鋼製箱形断面ラーメン橋脚隅角部の疲労特性, 土木学会論文集 No.710 / I-60, 361-371, 2002.7
- 3) 森, 下里, 三木, 市川: 箱断面柱を有する鋼製橋脚に発生した疲労損傷の調査と応急対策, 土木学会論文集 No.703 / I-59, 177-183, 2002.4
- 4) 奥村, 石沢: 薄型構造ラーメン隅角部の応力計算について, 土木学会論文集, 1968.5
- 5) 小松, 田井戸, 河合, 吉川, 林: 鋼製ラーメン橋脚の設計と解説, 理工図書, 1979
- 6) 日本道路協会: 鋼橋の疲労, 1997.5

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of NILIM
No.229 January 2005

編集・発行 国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地
企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675