

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.55

November 2002

コンクリート橋の塩害対策資料集

—実態調査に基づくコンクリート橋の塩害対策の検討—

中谷昌一・玉越隆史・内田賢一・廣松 新・池田明寛

Counter measure data of salt damage on concrete bridges
—examination about counter measure of salt damage on concrete bridges based on real research—

Shoichi NAKATANI, Takashi TAMAKOSHI, Kenichi UCHIDA, Arata HIROMATSU and Akihiro IKEDA

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

コンクリート橋の塩害対策資料集

－実態調査に基づくコンクリート橋の塩害対策の検討－

中谷 昌一＊

玉越 隆史＊＊

内田 賢一＊＊＊（～ H14.3）

廣松 新＊＊＊＊

池田 明寛＊＊＊＊

Counter measure data of salt damage on concrete bridges

-examination about counter measure of salt damage on concrete bridges based on real research-

Shoichi NAKATANI

Takashi TAMAKOSHI

Kenichi UCHIDA

Arata HIROMATSU

Akihiro IKEDA

概要

近年、海岸線近くに位置するコンクリート構造物において、塩分が浸透し内部の鋼材が腐食することでコンクリートにひび割れ・剥離が生じる「塩害」が深刻化している。道路橋においては、1984 年（昭 59）に新設橋に対して海からの飛来塩分に起因する塩害への対策として「道路橋の塩害対策指針（案）・同解説」が出版され、一定の成果を上げている。しかし、その後の被害の実態や研究による知見から、例えば 100 年を超えるような長期の耐久性を考えたときには塩害対策指針（案）・同解説で規定している対策内容では必ずしも十分でない場合があることが明らかになった。

それらを踏まえて、この度、道路橋示方書が耐久性向上にも重点をおいた改訂が行われることとなったため、2000 ～ 2001 年にかけて全国的なコンクリート橋に対する塩害調査を実施し、塩害対策の見直しについて検討したものである。

本報告書では、この度行われた全国塩害実態調査の結果と道路橋示方書・同解説Ⅲ・Ⅳ編（平成 14 年 3 月）に反映された新しい塩害対策の背景や考え方について報告するものである。

キーワード : 塩害, 鋼材腐食, 拡散式, かぶり, 塩化物イオン, コンクリート橋

Synopsis

In recent years, because flying salt from the sea penetrate the concrete structure located near the sea-side line, steel is corroded and the surface of concrete is cracked – by "salt damage" a factor that has lessened the durability of concrete structure and have fallen into a serious. In highway bridges, Guidelines for Explanation of measures for damage to highway bridges by salt was published in 1984, obtain good constant results. But after that for example, considering long term durability over one hundred years, it was gotten clearly that Guidelines for Explanation of measures for damage to highway bridges by salt wasn't enough by information from every study.

And this time, a connected revision of Specifications for Explanation of highway bridges attached importance in progress durability, and NILIM researched about damage to concrete structure by salt in highway bridges in 2000 ~ 2001.

In this report, it's about all-Japan research results of salt damage in 2000 ~ 2001 and about background and thinking new counter measure reflected Specifications for Explanation of highway bridges III • IV (in 2002.3).

Key Words : salt damage, corroded steel, diffusion equation, covering, chloride ion, concrete bridges

-
- * 橋梁研究室室長
 - ** 橋梁研究室主任研究官
 - *** 元橋梁研究室研究官
 - **** 橋梁研究室研究官

- * Head, Bridge Division, Road Department, NILIM
- ** Senior Researcher, Bridge Division, Road Department, NILIM
- *** Former Researcher, Bridge Division, Road Department, NILIM
- **** Researcher, Bridge Division, Road Department, NILIM

まえがき

コンクリートは、従来より構成材料の入手が容易かつ長期の耐久性を有し、経済性に優れる等の理由から今日に至るまで社会資本整備に広く用いられており、建設材料としての評価は高い。

一方、近年、使用される環境や施工品質等の要因からコンクリート構造物に生じる早期劣化現象が顕在化する例がみられ社会的に問題となってきた^{1,1)}。このことは、従来、構造物完成後に材料的にはほとんど維持管理が必要ないと考えられてきたコンクリート構造物に対する信頼感を喪失させるとともに、今後の社会資本整備や維持管理のあり方について大きな問題を投げかけた。

コンクリート構造物に生じる劣化現象の中でも、塩分がコンクリート中に浸透することで鋼材が腐食し、結果的にコンクリートにひび割れ・剥離が生じる、いわゆる「塩害」はコンクリート構造物の耐久性を著しく低下させる要因のひとつでありとくに深刻である。

従来、コンクリート構造物中の鋼材は、一般的にコンクリートがアルカリ性を呈するために腐食に対して耐久性があると考えられてきており、波しぶきや潮風などの環境中の塩分浸透による鉄筋腐食の可能性についても、それと断定できる事例があまりなかったこともあり、これまで特に問題とされてこなかった。

過去に北海道や沖縄でRC橋の鉄筋が腐食する事例が報告されているが、これらについても凍結融解や海砂の使用による可能性も疑われたため塩害として問題視されることはなかった。

しかし、1970年代半ばより山形県内の一般国道7号線の海岸部のコンクリート橋で行われたひび割れや剥離等の補修で鋼材位置において相当量の塩分浸透が確認され、それらの損傷が波しぶきや潮風などの環境中の塩分の浸透に起因する鋼材の腐食によるものと考えられた。

これをうけて建設省道路局及び土木研究所を中心に、1982年から1983年にかけてコンクリート橋の塩害による被害の実態調査が行われ、その結果および土木研究所等の各種の調査研究を元に、昭和59年2月には建設省通達（道路局の課長通達）として「道路橋の塩害対策指針（案）」が出され、日本道路協会より「道路橋の塩害対策指針（案）・同解説」が出版された。

現在「道路橋の塩害対策指針（案）」の通達から10数年が経過しているが、本報告書で示すとおり「道路橋の塩害対策指針（案）」に基づく対策が行われた橋については、概ね一定水準以上の耐久性が確保されているものと考えられ、それを裏付けるデータも出てきている^{1,2)}。一方、産学官が一体となって実施した建設省総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」（85年～87年）をはじめ、近年、国内外で多くの塩害に関する研究が実施されてきており^{1,3)}、2000～2001年にかけては国土交通省を中心とした全国規模の塩害実態調査が実施されるなど新たなデータや知見も蓄積されてきている。

これらの最新の知見を踏まえて、例えば設計上の目標として100年を超えるような長期の耐久性を考慮した場合、「道路橋の塩害対策指針（案）」の規定内容（かぶり厚、対策範囲等）では必ずしも十分でない場合があると考えられたことに加えて、この度道路橋の設計基準である道路橋示方書が耐久性に関する規定の充実を目的の一つに挙げて改訂されることとなったこともあり、道路橋の塩害対策の見直しを行うこととなった。

本報告書では、2000～2001年にかけて実施された全国塩害実態調査の結果と道路橋示方書・同解説Ⅲ・Ⅳ編（平成14年3月）に反映された新しい塩害対策の背景や考え方について報告するものである。

目 次

まえがき

1 章 序論

1.1 本研究の目的と概要	1
1.2 本報告書の構成	1

2 章 道路橋の塩害対策のレビュー

2.1 塩害のメカニズム	3
2.1.1 塩害によるコンクリートの損傷メカニズム	3
2.1.2 鋼材腐食のメカニズム	4
2.2 第1回塩害調査（1982年実施）	5
2.2.1 調査目的	5
2.2.2 調査方法	5
2.2.3 調査結果	5
2.3 S59塩対指針（案）の主な塩害対策	9

3 章 第2回塩害調査（2000年実施）

3.1 調査目的	11
3.2 調査概要	11
3.2.1 調査内容	11
3.2.2 第1回塩害調査（1982年実施）方法と第2回塩害調査（2000年実施）方法との比較 ..	13
3.2.3 塩害の判定	13
3.3 調査結果	13
3.3.1 調査結果の整理	13
3.3.2 第1回塩害調査（1982年実施）結果と第2回塩害調査（2000年実施）方法との比較 ..	21
3.3.3 1984年以前及び以降に架設されたコンクリート橋梁の塩害実態状況	24
3.3.4 各要因の影響	28
3.4 まとめ	36

4 章 塩害の予測手法とその評価（上部構造における塩害対策の検討）

4.1 塩害対策	38
4.2 塩分の拡散浸透機構	40
4.2.1 フィックの拡散方程式	40
4.2.2 みかけの拡散係数 D_c	41

4.2.3	コンクリート表面の塩化物イオン量 C_o	41
4.3	フィックの拡散方程式の各種パラメータの設定	42
4.3.1	鋼材腐食発生限界塩化物イオン量と初期塩分量	42
4.3.2	みかけの拡散係数 D_c の設定	42
4.3.3	コンクリート表面の塩化物イオン量 C_o の設定	43
4.3.4	対象とする塩害データ	45
4.3.5	かぶり厚 x の設定	45
4.4	拡散理論による必要かぶりの算出	46
4.4.1	必要かぶり算出するまでの流れ	46
4.4.2	地域区域Aの検証	47
4.4.3	地域区域Bの検証	51
4.4.4	地域区域Cの検証	55
4.5	評価・検討	59
4.5.1	検証結果	59
4.5.2	上部構造におけるかぶり厚と対策区分	59
5章 下部構造における塩害対策の検討		
5.1	データの整理	61
5.1.1	対象データ	61
5.1.2	基礎的調査事項の整理	61
5.1.3	損傷事例の整理	73
5.1.4	上部構造の損傷度と下部構造の損傷度との関係の整理	74
5.1.5	コンクリートの設計基準強度、かぶり、使用セメントの種類と損傷度との関係の整理	77
5.2	拡散理論による必要かぶりの算出	79
5.2.1	損傷事例調査結果に対する試算	79
5.2.2	試算条件	80
5.2.3	下部構造の検証	81
5.3	評価・検討	91
5.3.1	検証結果	91
5.3.2	下部構造におけるかぶり厚と対策区分	92
6章 総括		
6.1	塩害予測手法の確立に向けての課題	102
6.1.1	海からの飛来塩分に起因する塩害	102

6.1.2 その他の要因に起因する塩害	103
6.2 塩害調査について（今後の塩害調査を実施する上での注意事項）	103
謝 辞	106
参考文献	107

付属資料

- 付属資料－1 塩害以外の主な劣化現象
- 付属資料－2 2000年塩害調査詳細位置図・総括表・損傷写真（地域区分A～C別）
- 付属資料－3 2000年塩害データの検証
- 付属資料－4 かぶり規定の変遷
- 付属資料－5 下部構造の塩害事例
- 付属資料－6 各基準の比較（S59道路橋の塩害対策指針（案）、道路橋示方書Ⅲ（H14.3）、コンクリート標準示方書（施工編）2002年版）
- 付属資料－7 「コンクリート塗装の設計・施工・品質基準（案）・同解説」、「補修事例」（S59「道路橋の塩害対策指針（案）・同解説」より）

1 章 序論

1.1 本研究の目的と概要

本研究の目的は、全国規模のコンクリート橋に対する塩害調査を行って、S59 塩対指針（案）の規定内容を検証するとともに、その調査結果とコンクリート中に塩分浸透現象を拡散式によって定義化したものについて比較検討を行って、両者の関係について考察することである。

さらに、検討の結果をもとに新たに塩害対策の提案を行った。表 I に「S59 塩対指針（案）で規定されている内容に対して考えられる問題点」を示す。

表 I. S59 塩対指針（案）で規定されている内容に対して考えられる問題点

耐久性向上を図るうえで例えば設計の目標期間 100 年程度を考えたときに S59 塩対指針（案）に規定している対策内容（かぶり厚、対策範囲等）では不十分な部分があると考えられる。
海岸部の飛来塩分量が非常に多い環境に架橋されているコンクリート橋のかぶり厚では塩害対策として不十分であると考えられる。

なお、塩害には、海からの飛来塩分に起因するもの以外にも寒冷地における路面凍結防止剤の散布に起因するものなども考えられる。とくに、凍結防止剤の散布量は、スパイクタイヤの使用禁止が法制化されて以降、年々増加しておりその影響が無視し得ない場合もあると考えられるが、現在のところ明らかに凍結防止剤が原因と考えられる「塩害」の事例は多くないと言われており¹⁴⁾、また人為的に散布される凍結防止剤による影響については環境中の塩分による影響と同じに扱えないこともあり本報告書の塩害対策の検討において対象としていない。

なお、2000 ～ 2001 年に実施した塩害実態調査では凍結防止剤散布の有無についても調査を実施した。

1.2 本報告書の構成

本報告書の構成と各章の主な内容は以下のとおりである。

<1章>序論

本報告書の概要として、研究の目的と概要及び本報告書の構成について示す。

<2章>道路橋の塩害対策のレビュー

1984 年（昭 59）に出された「道路橋の塩害対策指針（案）・同解説」及びその諸規定を定める際の基礎資料となった塩害実態調査結果（1982 年（昭 57）～1983 年（昭 58）にかけて実施）の概要について示す。

＜3章＞第2回塩害調査（2000年実施）

沿岸部に建設されているコンクリート橋の塩害実態の最新の状況を把握し、また第1回塩害調査で調査対象範囲外となっていた内陸部の塩害状況についても把握することを目的に被害実態調査を実施した。ただし、調査を実施するにあたり、第1回塩害調査方法における問題点を踏まえ、調査方法には若干の変更を加えた。なお、問題点については表Ⅱに示す。

得られた塩害データに対して、橋種（コンクリート強度）、部位または上部構造形式別に損傷発生傾向について検討を行った。

表Ⅱ．第1回塩害調査（1982年実施）の問題点

各地域毎で塩害の原因である飛来塩分量の把握がされておらず、飛来塩分量と塩害についての関係を確認できなかった。
海岸線から 500m 以内を調査対象範囲としていたため、それより内陸側での塩害による損傷状況が確認できていない。

＜4章＞塩害の予測手法とその評価（上部構造における塩害対策の検討）

この章では、既往の研究や今回行った第2回塩害調査（2000 年実施）のデータ等を用いて、コンクリート中を塩分が浸透していく現象に着目した塩害予測手法について検討を行うとともに、S59 塩対指針（案）に示された上部構造における塩害対策についての再評価を行い、新たに塩害対策の提案を行った。

＜5章＞下部構造における塩害対策の検討

この章では、今回行った第2回塩害調査（2000 年実施）結果および別途、2001 年に下部工のみを対象とした塩害調査結果から得られたデータを用いて、上部構造のときと同様に塩害予測手法について検討を行うとともに、S59 塩対指針（案）に示された塩害対策についての再評価を行い、新たに塩害対策の提案を行った。

＜6章＞総括

今回の塩害調査および既往の調査結果の分析を通じて分かった、塩害予測に関する今後の課題や、塩害調査を行う上での注意事項について総括する。

2 章 道路橋の塩害対策のレビュー

2.1 塩害のメカニズム^{2,3)}

2.1.1 塩害によるコンクリートの損傷メカニズム

塩害は、コンクリート表面に付着した塩分が内部に浸透することでコンクリート内部の鋼材が腐食し、発錆による鋼材の体積膨張によってコンクリートに剥離やひび割れが生じる現象である(図-2.1参照)。(なお、鋼材腐食については「2.1.2 鋼材腐食のメカニズム」で記述する。)

一旦コンクリートに剥離やひび割れが生じるとコンクリート中の鋼材は外気に曝され、腐食が一層促進されることになり、特に、常に高い引張応力度のもとで使用されるPC鋼材の腐食は構造物の健全性に深刻な影響を与える危険性がある。

コンクリート構造物に生じるひび割れのうち、曲げによるひび割れは抵抗する鉄筋と直角方向に、またせん断力による場合はせん断変形との関係から斜め方向に生じるのに対して、塩害によるひび割れは主として鉄筋に沿う方向に入り、ひび割れ箇所において錆汁がみられるのが(写真-2.1, 2.2参照)特徴であり、これによって他の要因による損傷とある程度区別を行うことができる。巻末の付属資料-1に参考として塩害以外の代表的な劣化現象であるアルカリ骨材反応や凍害による損傷について示す。

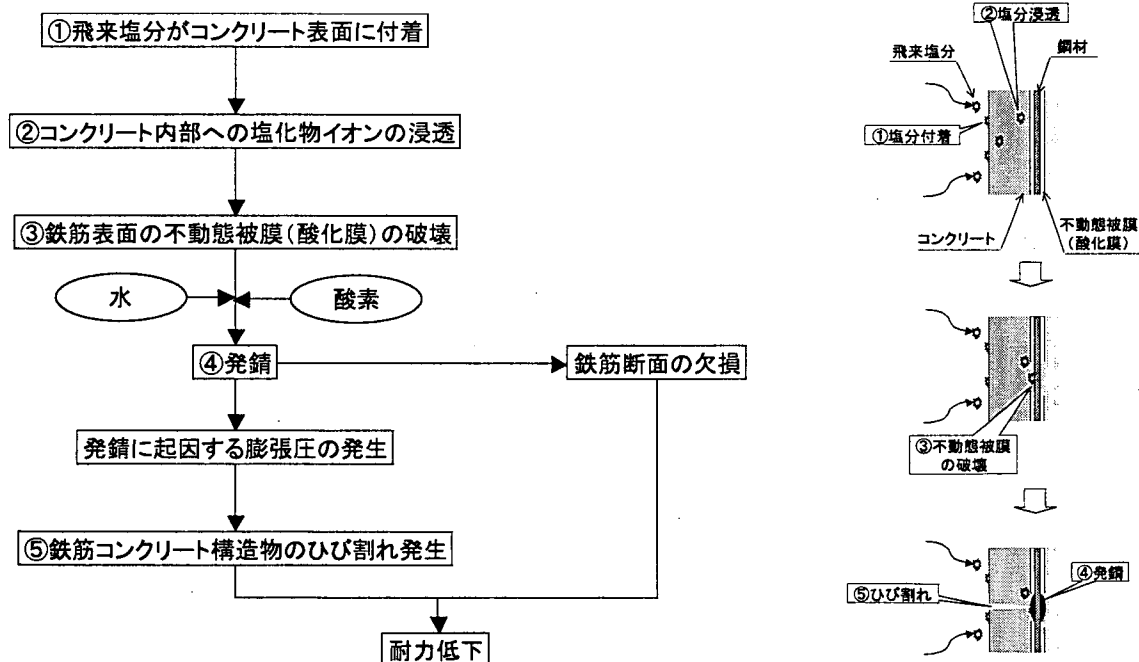


図-2.1 塩害の発生メカニズム

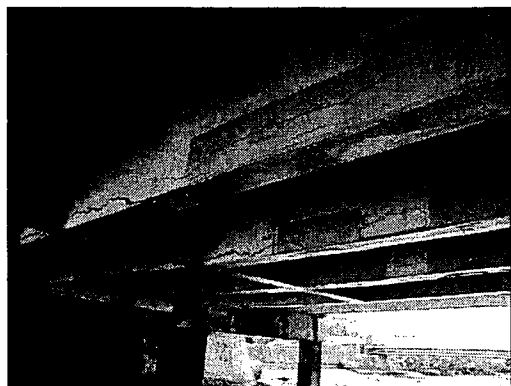


写真-2.1 ひび割れ状況 (主げた部)

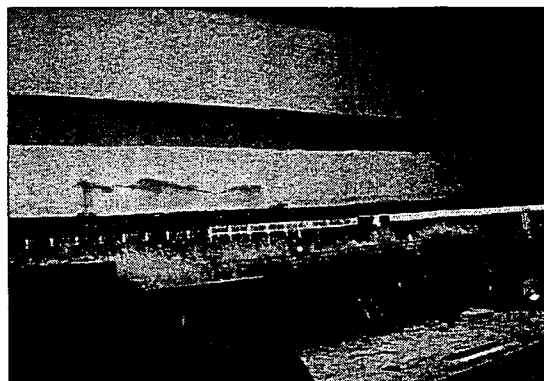


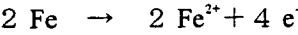
写真-2.2 錆汁状況 (主げた部)

2.1.2 鋼材腐食のメカニズム

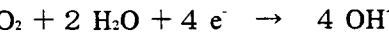
コンクリート中の鋼材の腐食は、アノード反応（陽極部の反応）とカソード反応（陰極部の反応）とからなる、電気化学的反応である。前者は鉄が溶け出す、いわゆる鉄筋が腐ることそのものであり、後者は Fe^{2+} の溶解時に残された電子を消費して鉄筋が腐る作用を側面から助けている。

鉄筋腐食のメカニズムを図-2.2に示す。

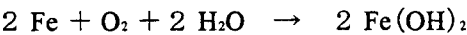
鉄筋コンクリート中に Cl が浸入すると、鉄筋表面の不動態皮膜が破壊され、鉄がイオン化して溶出する。



一方、健全な鉄筋の部分からは OH が発生する。



これらの反応は互いに等しい速度で進行し、次の反応によって水酸化第一鉄ができる。



これは、溶存酸素で酸化されて水酸化第二鉄（赤さび）となる。

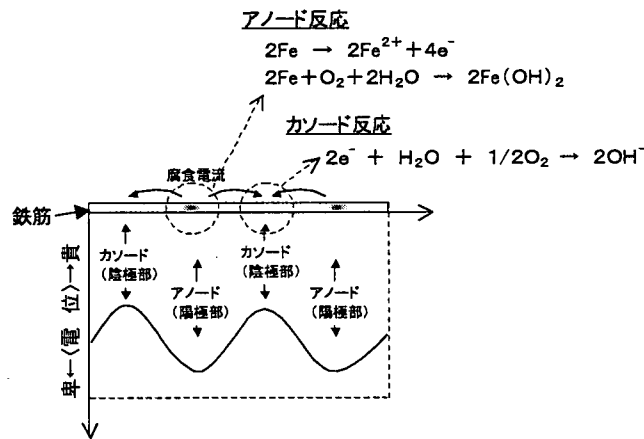
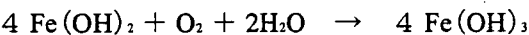


図-2.2 鉄筋腐食のメカニズム

2.2 第1回塩害調査^{2.1)} (1982年実施)

国内において1970年代半ばより、塩害による問題が深刻化し、その対応策として1984年(昭和59年)2月に「道路橋の塩害対策指針(案)」(以下、S59塩対指針(案))が通達された。ここではS59塩対指針(案)及び、1982年(昭和57年)～1983年(昭和58年)にかけて実施された塩害実態調査(以下、第1回塩害調査)の概要について記述する。(なお、詳細な報告については文献2.1)を参照されたい)

2.2.1 調査目的

この調査は、海岸部に建設されているコンクリート橋の損傷状況を調査することにより、塩害による全国的な被害の実態状況を把握し、海岸部のコンクリート橋の維持補修および設計、施工に資することを目的で行われたものであり、S59塩対指針(案)の諸規定を定める際の基礎資料となった。

2.2.2 調査方法

対象橋梁は一般国道のコンクリート橋のうち、次の条件に合致するものである。

- ① 海岸線から約500m以内に建設された橋梁
- ② 橋長15m以上の橋梁
- ③ 昭和55年度までに竣工した橋梁

調査対象機関は、各橋梁を維持管理している地方建設局、北海道開発局、沖縄総合事務局、都道府県とした。

調査時期は、1982年(昭和57年)～1983年(昭和58年)である。調査は書類調査と目視観察を基本とし、次の項目について行った。

- ① 一般的事項
橋梁形式、竣工年月、設計荷重等
- ② 架橋位置の環境条件
海岸からの距離、気象条件等
- ③ 損傷状況
- ④ 補修状況

調査対象橋梁は全部で920橋であり、そのうち1/3がRC橋、2/3がPC橋であった。

2.2.3 調査結果

調査対象橋梁の損傷状況から損傷度を表-2.2の5ランクに分けて、損傷状況の分析を行った。

表-2.2 損傷度のランク付け

損傷度	程度の内容
1	異常なし
2	スペーサ等の錆汁が点在
3	多数の錆汁、部分的なひびわれ
4	ひびわれ、はくりが多数
5	4に加えて大きなはくり、太く長いひびわれ

(1) 地域別損傷状況

全ての対象橋梁について、損傷度別に地図上にプロットしたものが図-2.3であるが、これを見ると、北海道、東北、北陸、沖縄地方に損傷を受けた橋梁が多い。これらの地域で損傷度2以上の橋梁のうち約68%、損傷度4以上の橋梁のうちの約79%を占める。

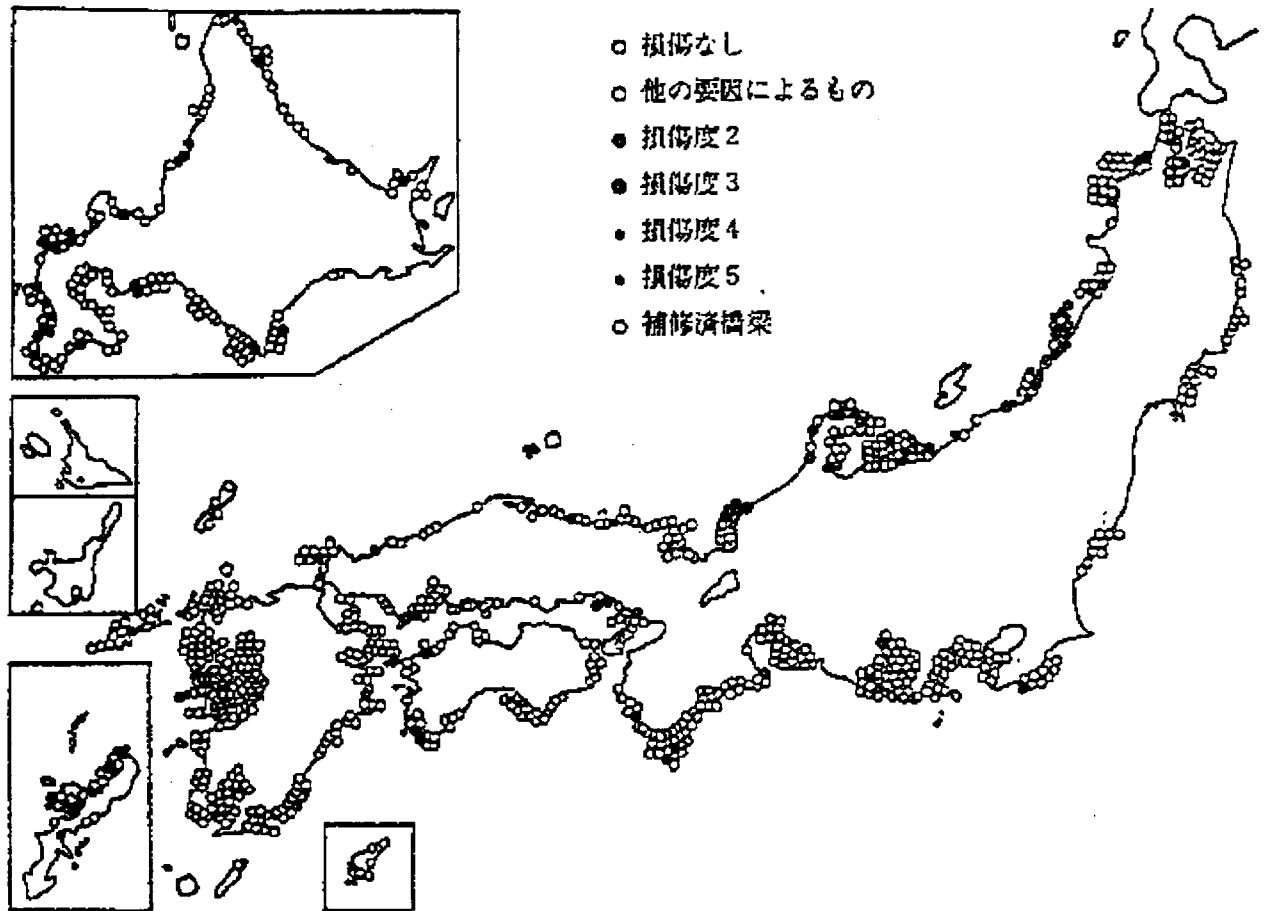


図-2.3 コンクリート橋損傷状況調査図

(2) 橋種別損傷状況

橋種別による損傷状況は以下に示す1)～3)の結果が得られた。

- 1) 地域別損傷状況を踏まえ、気象条件の厳しい北海道、東北の日本海側、北陸、沖縄を地域A、その他の地域を地域Bとして、橋種別に対象橋梁の損傷度を平均した結果が表-2.3である。
- 2) ポステン桁よりプレテン桁の損傷度の方が小さい傾向を示している。
- 3) スラブや箱桁よりもT桁の損傷度が高くなっている。

表-2.3 橋種別平均損傷度

地域分類	RC橋		プレテン橋		ポステン橋	
	T桁	スラブ	T桁	スラブ	T桁	箱桁
A	2.23	2.25	1.67	1.17	2.12	2.00
B	1.14	1.00	1.00	1.02	1.17	1.16
計	1.45	1.48	1.16	1.06	1.38	1.22

(3) 海岸からの距離による損傷状況

海岸からの距離による損傷状況は以下に示す1)～2)の結果が得られた。

- 1) 損傷度 4 以上の橋梁のうち 53 %が海岸から 50m 以内、約 86 %が 200m 以内に位置している (図-2.4、2.5参照。なお、グラフ化するにあたり、地域区分 A・B・C は S59 塩対指針 (案) より引用している。)
- 2) 北海道、東北の日本海側、北陸、沖縄を地域 A、その他の地域を地域 B として、海岸からの距離帯別に対象橋梁の損傷度を平均した結果が表-2.4である。

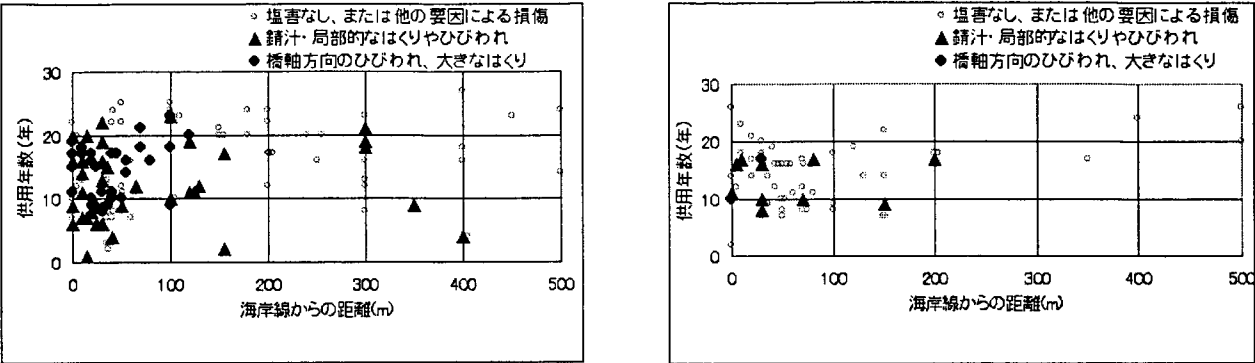


図-2.4 地域区分A・Bにおける塩害状況 (左：プレテンション桁以外、右：プレテンション桁)

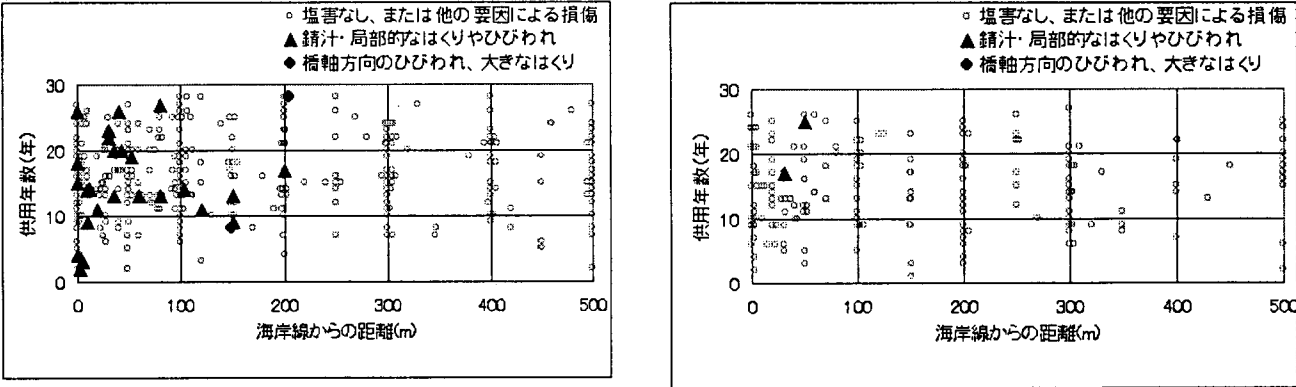


図-2.5 地域区分Cにおける塩害状況 (左：プレテンション桁以外、右：プレテンション桁)

表-2.4 海岸からの距離帯別平均損傷度

地域分類	橋種区分	0m	0～50m	50～100m	100～200m	200～300m	300m以上
A	プレテン桁以外	2.75	2.32	2.60	1.50	1.45	1.33
	プレテン桁	1.80	1.33	1.21	1.18	-	1.00
B	プレテン桁以外	1.28	1.34	1.14	1.13	1.02	1.01
	プレテン桁	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.03
計	プレテン桁以外	1.65	1.74	1.39	1.21	1.10	1.04
	プレテン桁	1.13	1.16	1.11	1.04	1.00	1.03

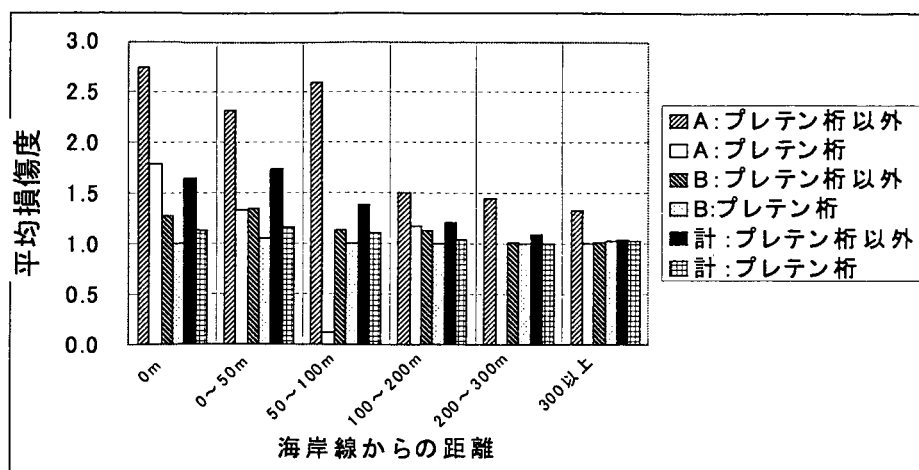


図-2.6 海岸からの距離帯別平均損傷度

(4) 補修状況

補修状況の結果は以下に示す1)、2)の結果が得られた。

- 1) 供用年数 30 年以下の橋梁で、明らかに塩害以外の原因による損傷に対して補修が行われた橋梁を除いた補修済橋梁は 38 橋であり、その補修方法の内訳は表-2.5のとおりである。
- 2) 補修の効果をみるために、補修後の損傷の進行状況を表したものが、図-2.7である。経過年数はすべて 10 年以下である。この結果から、全面もしくは一部に塗装した場合には、腐食の進行がおおむね食い止められているものと考えられている。

表-2.5 補修方法総括表

	全面塗装	一部塗装	モルタル 吹き付け	ひびわれ 注入パッ チング	補修なし	計
鋼板接着	6	2			6	14
主筋の追加			3			3
アウトケーブル	3					3
補修なし	9	3	2	4		18
計	18	5	5	4	6	38

〔 進行度1…補修後再びさび汁がでてきたもの
進行度2…再びひびわれ、はくりが生じたもの

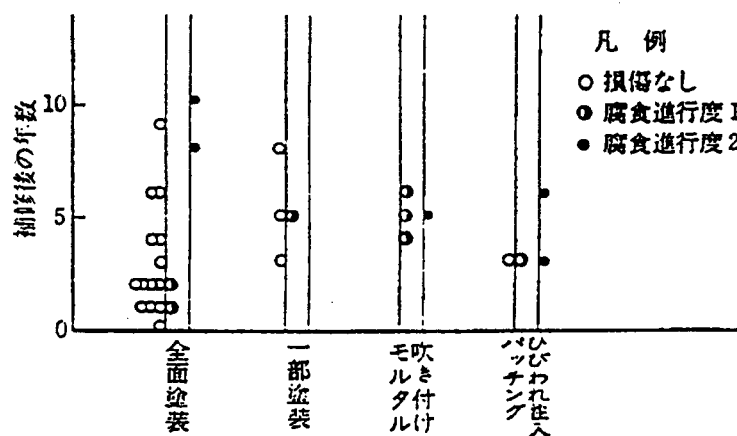


図-2.7 補修後の腐食進行状況

2.3 塩対指針(案)による主な塩害対策^{2.2)}

S59 塩対指針(案)は、1982年に行った塩害調査(図-2.4、2.5参照)を元に定められたが、対策として「塩害対策地域の明示」「海岸線からの距離に応じた塩害対策区分の設定」及び、それに応じた「地域毎にかぶりの増加」の3点が大きな特徴である。その他にも「水セメント比の制限」に関する規定等について記述されている。表-2.6、図-2.8に塩害対策を必要とする地域、表-2.7に対策区分、表-2.8に S59 塩対指針(案)における最小かぶりを示す。

表-2.6 塩害対策を必要とする地域

地域区分	地 域
A	沖縄県
B	別表-1に示す地域のうち、海上部および海岸線から300mまでの部分
C	上記以外の地域のうち、海上部および海岸線から200mまでの部分

別表-1

北海道のうち稚内市、留萌市、小樽市、猿払村、豊富町、礼文町、利尻町、東利尻町(宗谷支庁)、留萌支庁、石狩支庁、後志支庁、檜山支庁、松前町(渡島支庁)
青森県のうち、蟹田町、今別町、平舘村、三厩村(東津軽郡)、北津軽郡、西津軽郡、大間町、佐井村、脇野沢村(下北郡)
秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県

表-2.7 対策区分

地 域	海岸線からの距離	対策区分
沖縄県	海上部および海岸線から100mまで	I
	上記以外の範囲	II
別表-1に示す地域	海上部および海岸線から100mまで	I
	100mをこえて200mまで	II
	200mをこえて300mまで	III
上記以外の範囲	海上部	I
	海岸線をこえて100mまで	II
	100mをこえて200mまで	III

表-2.8 S59塩対指針(案)の最小かぶり (cm)

対策区分	上 部 構 造			下 部 構 造	
	床板下面、 地覆・高欄	け た プレテンション 方式によるプ レキャストPCげ	左記以外 のけた	梁	柱
I	5.0	5.0	7.0	7.0	7.0
II	4.0	3.5	5.0	5.0	5.0
III	3.0	2.5	3.5	3.5	4.0

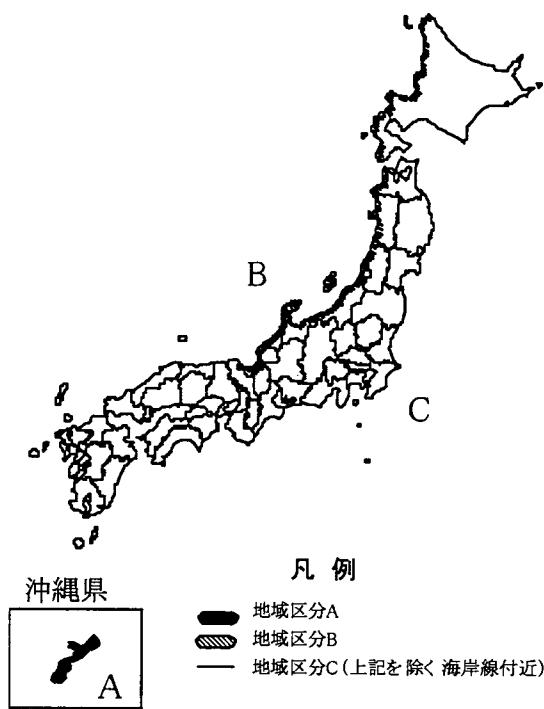


図-2.8 地域区分

3.1 調查目的

3.2 調査概要

3.2.1 調査内容

表-3.1 調査対象機関

調査対象機関		
	国土交通省ほか	地方自治体
北海道	北海道開発局	
東北地方	東北地方整備局	青森県、秋田県、山形県、岩手県、宮城県
北陸地方	北陸地方整備局	新潟県、石川県、福井県
関東地方	関東地方整備局	茨城県、千葉県
東海地方	中部地方整備局	静岡県、愛知県
近畿地方	近畿地方整備局	三重県、京都府、兵庫県、和歌山県
中国地方	中国地方整備局	島根県、広島県、山口県、岡山県、鳥取県
四国地方	四国地方整備局	愛媛県、高知県、香川県、徳島県
九州地方	九州地方整備局	福岡県、長崎県、大分県、熊本県、宮崎県、鹿児島県
沖縄	沖縄総合事務局	沖縄県

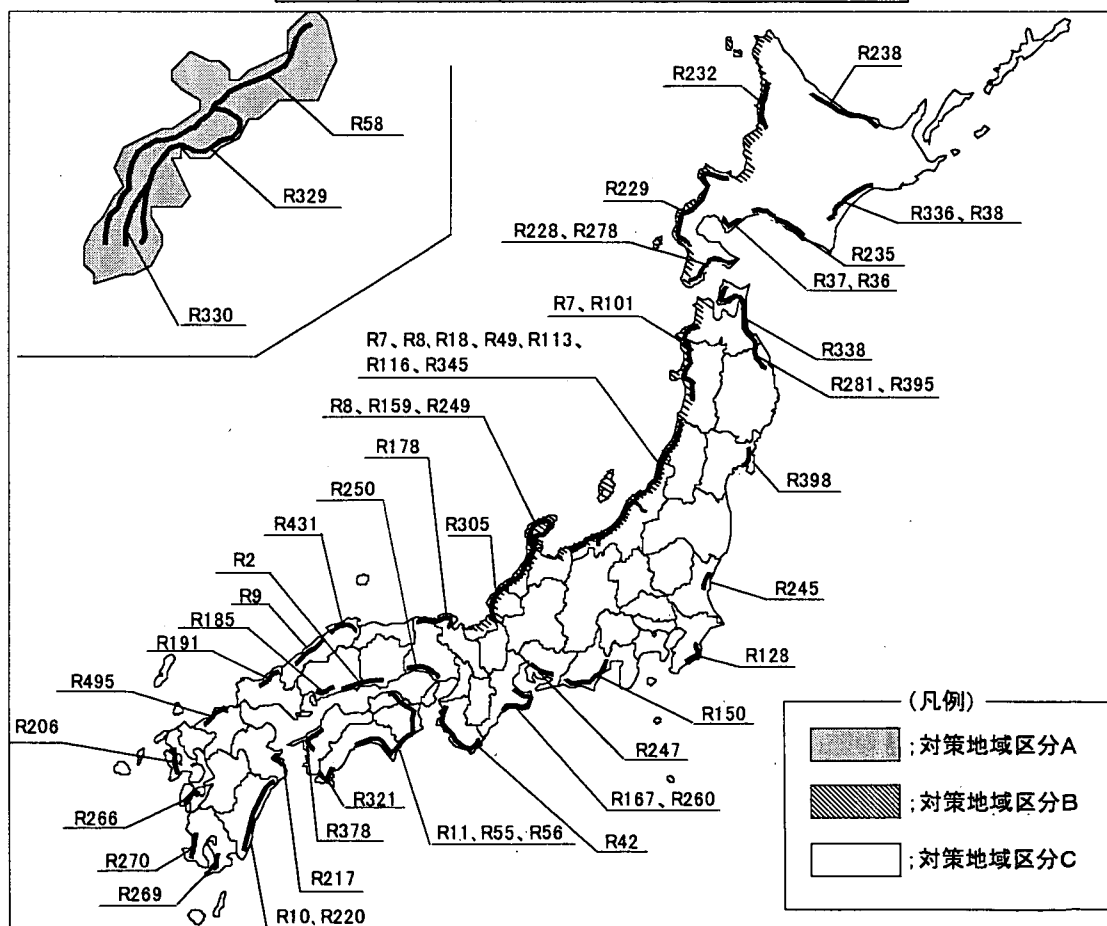


図-3.1 調査図

調査は、以下に示す調査項目が把握できるようなアンケート形式で、道路管理者に対して書面により実施した。

①調査時期

・ 2000 年～ 2001 年

②対象橋梁

・ 沿岸部の一般国道に建設された橋梁、橋長 15m 以上の橋梁（調査対象は路線区間を国総研で指定） 等

③一般的事項

・ 橋梁名称、橋長、適用示方書、上部構造区分 等

④架橋位置の条件

・ 海岸線からの距離、凍結防止剤の散布の有無 等

⑤損傷状況

・ 「漏水、ひび割れ、剥離」等の損傷度、損傷発生箇所 等

図-3.2、3.3に実態調査に用いた調査票を示す。

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
調査区分	調査所名	路線名	橋梁名称	橋長	架設竣工年 (西暦)	適用示方書	凍結防止剤の散布の有無	凍結防止剤の散布の有無 (凍結防止剤が適用されている)	対策区分	海岸線からの距離(m)	上部構造区分	点検調査の有無	点検調査の種類	(⑤で2と記入した場合)
記入方法				m			有り:1、なし:適用:1、非適用:2	I、II、IIIのいずれか	100mまでは10m単位、それ以上は100m	RC、プレキャストPC、ポステンPCのいずれか	有り:1 なし:2	橋梁点検(橋):1 その他:2	具体的な名称を記入	

図-3.2 調査票（総括表）

①整理番号 (総括表と同じ番号)

②橋梁名

③点検実施年

④損傷の箇所、種類、程度

橋梁点検要領(案)による点検調査の場合は、以下の各欄にⅠ～Ⅳの損傷度を記入、その他の場合は、損傷有(×)、損傷無(○)を○×で記入してください

	箇所	剥離・鋼材露出	ひびわれ	漏水	遊離石灰
上部構造	桁下面				
	桁側面				
	床版下面				
	地覆				
	壁高欄				
下部構造	梁				
	柱				

上記表中の項目以外の損傷が見られる場合は、その損傷の箇所、種類、程度等を下欄に記入

⑤本体補修の履歴

⑥(⑤で1と記入した場合、過去の本体補修の時期と内容を下欄に記入)

図-3.3 調査票（調査シート）

3.2.2 第1回塩害調査（1982年実施）方法と第2回塩害調査（2000年実施）方法との比較

表-3.2に、第1回塩害

表-3.2 第1回塩害調査と第2回塩害調査との内容比較

調査と第2回塩害調査の内容を示す。1982年塩害調査は、「対象橋梁」を「海岸線から約500m以内に建設された一部の橋梁」と範囲を指定

	第1回塩害調査	第2回塩害調査
調査時期	1982年(昭和57年)～1983年(昭和58年)	2000年(平成12年)～2001年(平成13年)
対象期間	表-3.1参照	同左
対象橋梁	一般国道のコンクリート橋	同左
	橋長15m以上の橋梁	同左
	海岸線から約500m以内に建設された一部の橋梁	海岸線から数km程度の内陸部まで建設された一部の橋梁
	調査対象橋梁数=920橋	調査対象橋梁数=1,011橋
一般的事項	橋梁形式、竣工年月、設計荷重	同左
	地域別の損傷状況、橋種別損傷状況、海岸からの距離による損傷状況	同左
	海岸線からの距離、気象状況	海岸線からの距離、凍結防止剤散布の有無

した調査となっていたが、今回の調査では、塩害の被害が内陸部にどの程度及ぶかについて把握するために、海岸線直近を通る区間とそれにつながる同じ道路について数 km 程度まで内陸部に入った地点までを対象に予め区間を選定して指定し、その区間に架橋されている全てのコンクリート橋に対する調査を実施した。そのほか、第2回塩害調査では凍結防止剤散布の有無による塩害の影響への差異を確認するために、凍結防止剤散布の有無についても調査した。

3.2.3 塩害の判定

塩害の判定は、ひび割れ、剥離・剥落、錆汁などの損傷実態を目視により各道路管理者が確認したものを基本として行ったが、別にコア採取による塩分量測定結果、及び橋梁台帳等のデータがあるものについてはそれらも参考にしながら最終的には国総研で判断した。さらにアンケート調査の回答だけでは不明な点がある場合には、別途ヒアリングを行ったものもある。

3.3 調査結果

3.3.1 調査結果の整理（調査結果を整理するにあたり、ここではS59塩対指針（案）で規定している対策区分Ⅰ～Ⅲは考慮していない。）

（1）第2回塩害調査を実施した橋梁数

2000年に塩害調査を行ったコンクリート橋は1,011橋であった。

図-3.4に示すように調査対象となったコンクリート橋の内訳は、8割がPC橋（プレテンション；38%、ポストテンション；42%）で、RC橋はその残りの2割であった。

図-3.5にはS59塩対指針（案）で規定されている地域区分別に、調査対象橋梁の「架設竣工年」と「橋数」との関係を示す。図-3.5からわかるように、2000年に調査を行っ

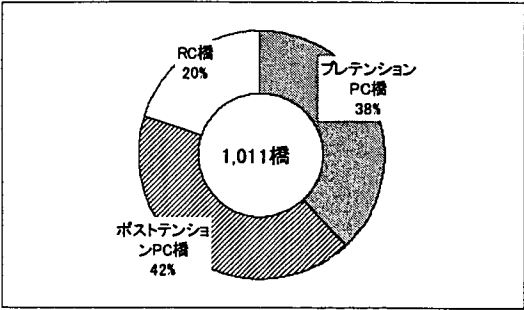


図-3.4 調査コンクリート橋の内訳

たコンクリート橋で架設竣工年別で見たときに最も橋梁数が多かった年代は、1971～1980年代の306橋で全体の約30%であった。また、図-3.6には調査対象橋梁の「海岸線からの距離」と「橋数」との関係を示す。その結果、図-3.6からもわかるように、「海岸線からの距離」別で見たときの最も多い橋梁数は3000m以上で約30%（306橋）であり、次いで海岸

線から最も近い0～99mの約21％（207橋）であった。

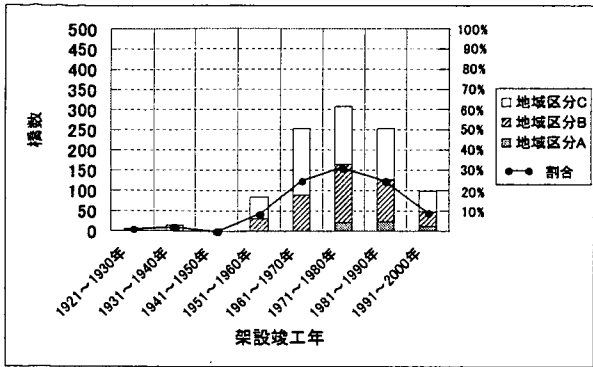


図-3.5 調査対象橋梁の「架設竣工年」と「橋数」の関係

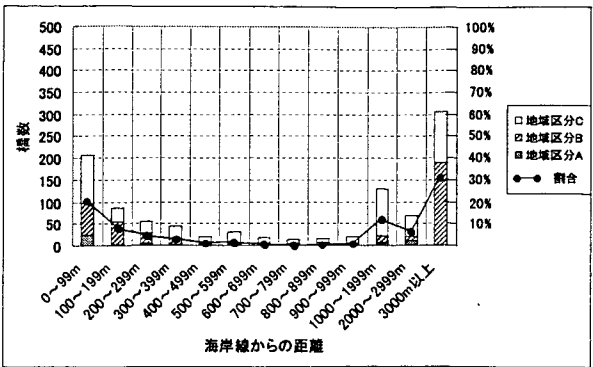


図-3.6 調査対象橋梁の「海岸線からの距離」「橋数」の関係

(2) 塩害実態状況

図-3.7、3.8に2000年に実施した塩害実態状況を示し、さらに図-3.9、3.10に各地域区分別の塩害実態状況を「海岸線からの距離」と「供用年数」との関係で表したものを示す。

S59 塩対指針（案）で規定されている塩害対策の地域区分 A、B、C 毎の損傷実態をみると A（沖縄県全土）・B（北海道・東北・北陸の日本海側）では、C に比べて比較的多く損傷が発生していることがわかる。

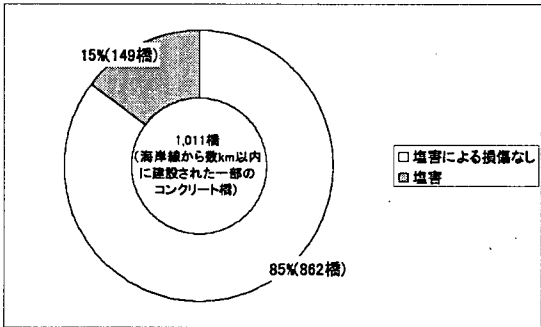


図-3.7 2000年の塩害調査による塩害実態の結果

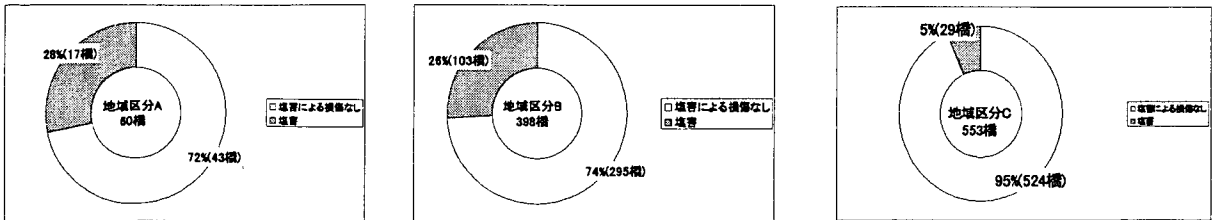


図-3.8 各地域区分別における塩害実態状況

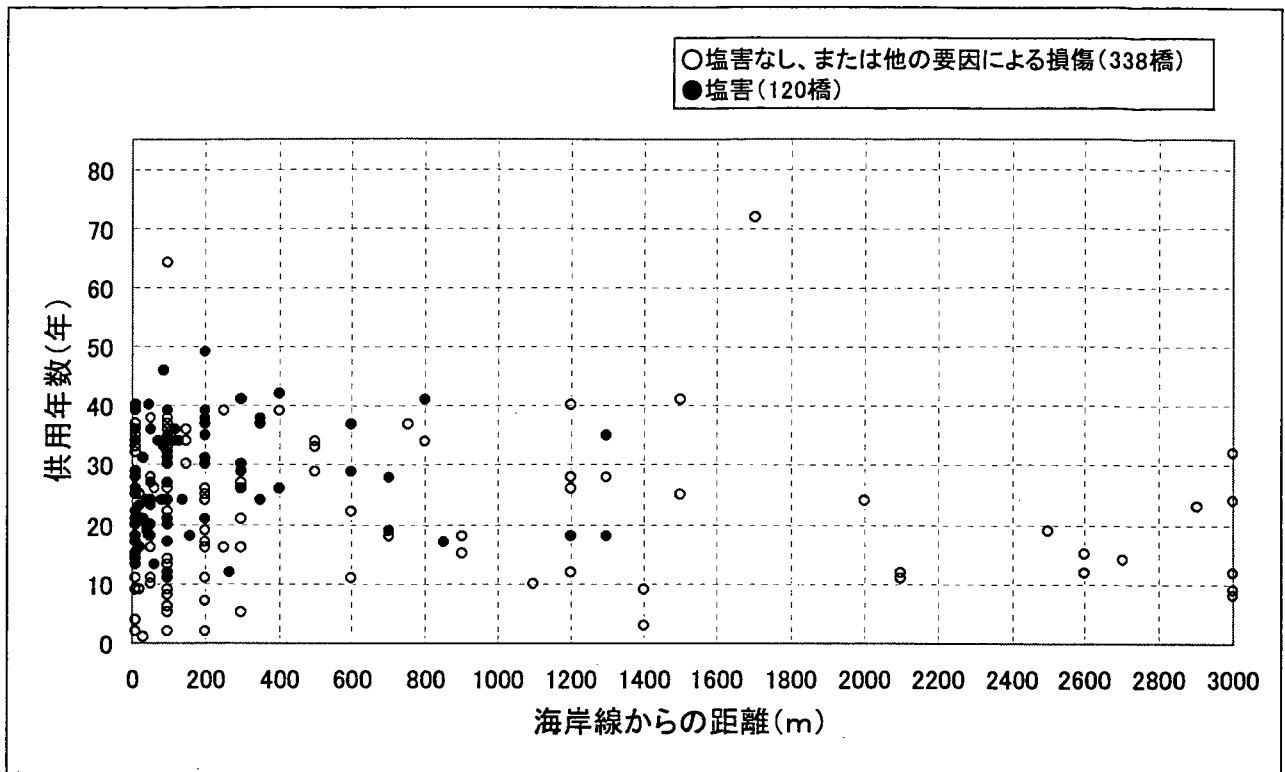


図-3.9 地域区分A・Bの塩害実態状況（第2回塩害調査）

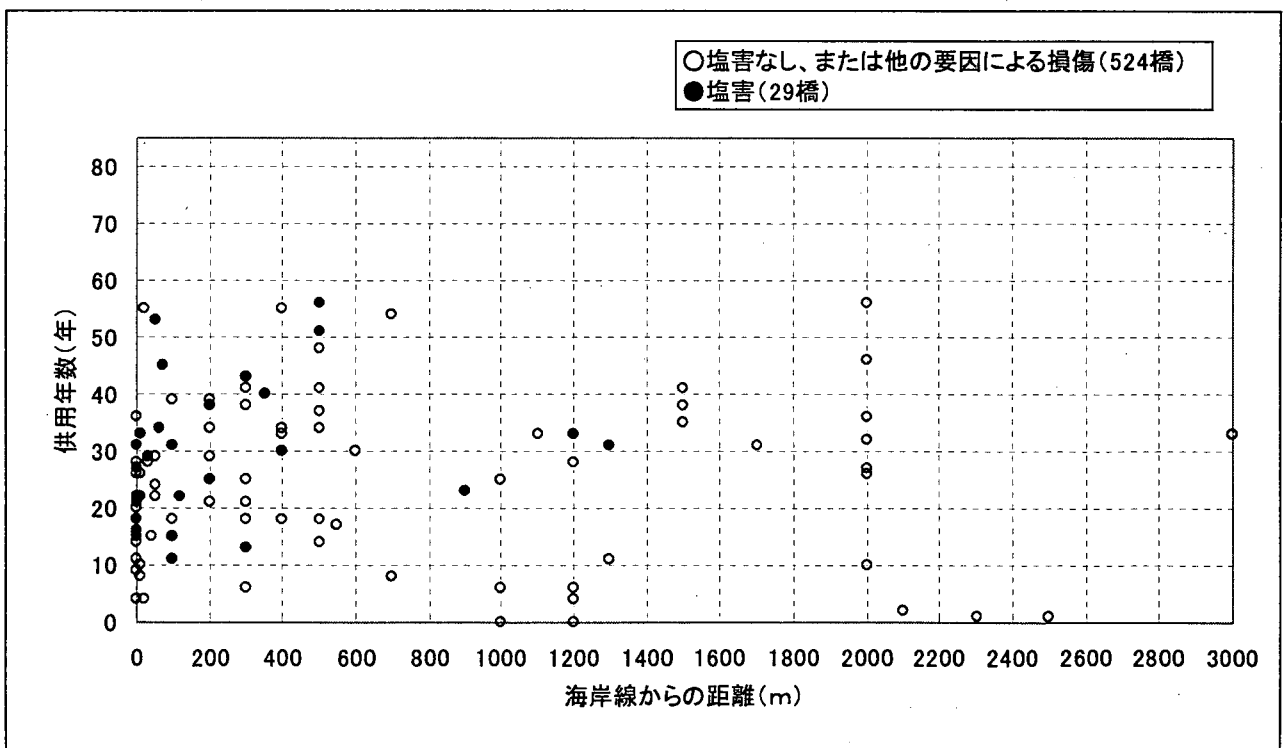


図-3.10 地域区分Cの塩害実態状況（第2回塩害調査）

1) 第2回塩害調査から得られた結果を以下に示す。

① 図-3.9、3.10より第2回塩害調査では、海岸線から500m以上離れた内陸部にまで塩害が発生していることが確認できた。特に、地域区分A・Bにおいてその傾向は大きい（A・B；3.5%、C；1.5%）。このことから、海岸線からの距離別による塩害の発生状況は、従来言われているように距離に

反比例していることが確認できた。

② 図-3.9、3.10より海岸線からの距離が 1km 以上離れたところで、塩害を受けているものもいくつか見受けられた。

③ 図-3.9、3.10より供用後 10～20 年程度の比較的早い時期において既に塩害による損傷が発生しているものがあることがわかる。

2)「3.2.3 塩害の判定」でも記述したように今回の塩害調査の「塩害」との判定は、基本的に道路管理者が目視により「塩害」と認定しているものを「塩害」とした。

しかし、上記 1) の内容も含めて第 2 回塩害調査 (2000 年実施) の中で道路管理者が塩害と認定しているものの、アンケートに添付されてきた損傷写真を見る限り一部特異な塩害データと思われるものについて考察する (ただし、ここで挙げている塩害データは全て「塩害」としている。)

①上記 1) の②の原因を確認するために、その橋を管理している道路管理者にヒアリングしたところ、その架橋環境が海水が河川内を逆流してくる環境であるという報告が一部あった。このことから、図-3.9、3.10で示しているような 1km 以上のところで塩害が発生しているデータの殆どが、特殊な架橋環境によることが原因であると考えられる。

②上記 1) の③の原因について、その橋を管理している道路管理者にヒアリングしたところ、コンクリート材料として骨材に海砂を使用しているという報告もあった。このことから、海砂に付着している塩分の洗浄が不十分であった疑いがある。

③図-3.9、3.10で示しているデータの中に一部施工不良に伴い塩害が発生していると思われるものが見受けられた。その写真を写真-3.1、3.2に示す。写真-3.1では T 桁橋 (ポストテンション方式) で中央部の横桁にだけ著しく鉄筋が露出していることがわかる。これは、コンクリートの打込み不良に伴う密実性不足によるものが考えられる。写真-3.2では、コンクリート剥離とその下の鋼材腐食が確認でき塩害による損傷と言えるが、写真を見る限りかぶり不足が疑われる。

④道路管理者が塩害と判定している中に一部、写真-3.3、3.4に示すように塩害以外の劣化現象が生じているものと思われるものがあった。塩害によるひび割れであれば一般に主筋方向にひび割れが生じるという特有の性状を示すはずであるが、写真-3.3の事例では、そのようなひび割れ性状は示していない。これは、温度応力、乾燥収縮により生じたひび割れ中に飛来塩が浸入し、塩害が生じたものであると考えられる。また、写真-3.4では桁側面にひび割れが確認できるが、ひび割れ性状から凍害によるスケーリングもしくは乾燥収縮等によるひび割れである可能性が高いと考えられる。

以上のように、かぶり不足や締固め不足などの施工不良によって良好に施工された場合よりも早期に損傷している事例が含まれている可能性があり、加えて、部位や気象・地形等の条件による差異もあるため、実際の損傷時期にはかなりのバラツキが避けられないと考えられる。

これらの施工不良もしくは塩害以外の劣化現象が生じていると思われるデータについては今後詳細な調査を実施していく必要がある。

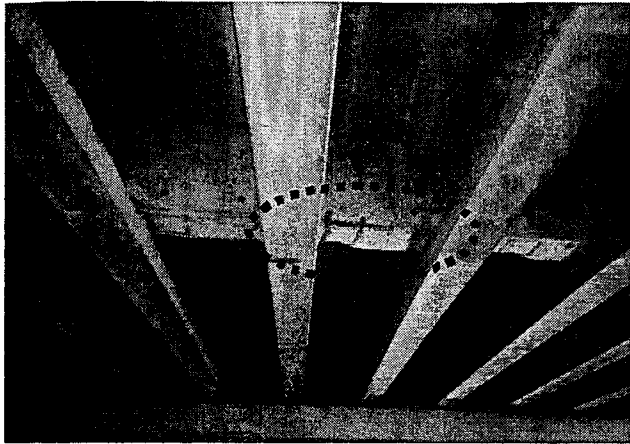


写真-3.1 損傷状況

(地域区分B、ポステンPC、
竣工年数；1965年、海岸線からの距離；700m)

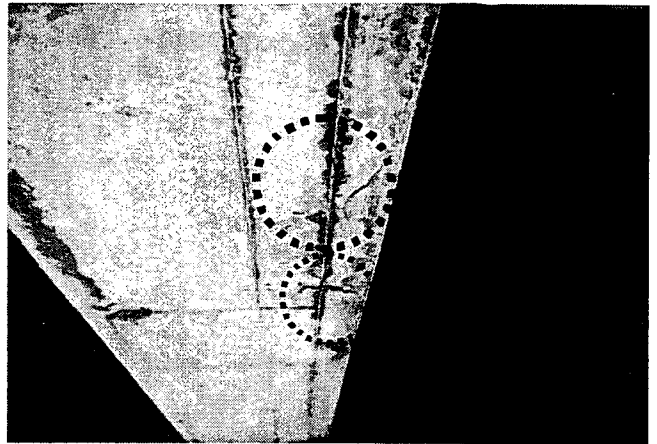


写真-3.3 損傷状況

(地域区分B、ポステンPC、
竣工年数；1974年、海岸線からの距離；50m)

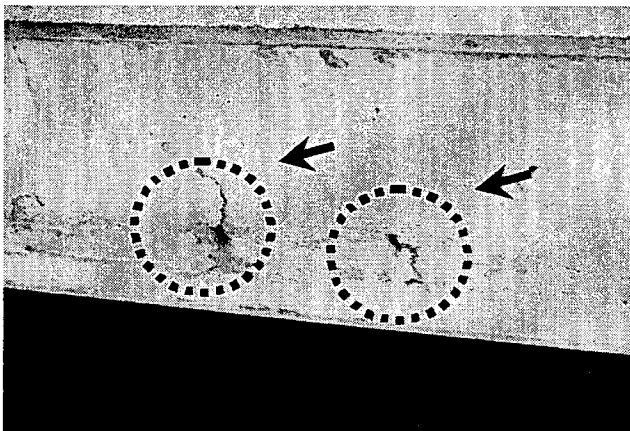


写真-3.2 損傷状況

(地域区分B、ポステンPC、
竣工年数；1969年、海岸線からの距離；200m)



写真-3.4 損傷状況

(地域区分C、プレテンPC、
竣工年数；1981年、海岸線からの距離；300m)

最後に S59 塩対指針（案）で規定している地域区分 A,B,C 別に、各都道府県別に塩害状況を分類したものを表-3.3及び表-3.4に、橋種別（プレテン、ポステン、RC）に塩害状況を分類したものを表-3.5に示す。

表-3.3 塩害実態調査結果（総括表；都道府県別）

	R(ルート)	既設橋梁数	調査橋梁数			不明
				塩害による損傷なし	塩害	
A地区(沖縄県全土)	沖縄県	62	60	43	17	2
		58	44	28	14	2
		329	13	10	3	0
		330	5	5	0	0
B地区(北海道・東北・北陸の日本海側)	北海道	62	57	38	19	5
		229	49	29	15	5
		232	9	9	4	0
	青森県	19	19	13	6	0
		101	17	13	4	0
		338	2	0	2	0
	秋田県	58	30	4	26	28
		7	26	0	26	0
		101	5	4	0	1
		不明	27	0	0	27
	山形県	18	17	1	16	1
		7	18	1	16	1
	新潟県	163	161	132	29	2
		7	45	44	1	0
		8	50	31	19	0
		18	13	11	0	2
		49	9	9	0	0
		113	6	6	0	0
		116	24	24	0	0
		345	16	7	9	0
	石川県	108	108	102	6	0
		8	46	46	0	0
		159	40	40	0	0
		249	22	16	6	0
	福井県	6	6	5	1	0
		305	6	5	1	0
	計	434	398	295	103	36

(凡例)

既設橋梁数…今回の調査対象となっている橋梁数

調査橋梁数…調査票に回答してきたもの

塩害による損傷なし…損傷が見受けられないものまた塩害以外(中性化、アルカリ骨材反応等)、

施工不良による損傷が見受けられないもの

塩害…飛来塩により塩害を受けたもの

不明…調査票に全回答されていないもの、供用年数や海岸線からの距離が不明なもの

表-3.4 塩害実態調査結果（総括表；都道府県別）

C地区	北海道	111	84	78	6	27
	36	8	8	7	1	0
	37	18	15	14	1	3
	38	7	6	6	0	1
	228	29	27	25	2	2
	235	15	11	9	2	4
	238	6	2	2	0	4
	278	11	8	8	0	3
	336	17	7	7	0	10
	青森県	8	8	5	3	0
	338	8	8	3	5	0
	岩手県	5	4	4	0	1
	281	3	2	2	0	1
	395	2	2	2	0	0
	宮城県	5	2	2	0	3
	398	5	2	2	0	3
	茨城県	1	1	1	0	0
	245	1	1	1	0	0
	千葉県	30	13	9	4	17
	128	30	13	9	4	17
	静岡県	39	31	29	2	8
	150	39	31	29	2	8
	愛知県	7	7	7	0	0
	247	7	7	7	0	0
	三重県	6	0	0	0	6
	167	4	0	0	0	4
	260	2	0	0	0	2
	和歌山県	87	87	84	3	0
	42	87	87	84	3	0
	京都府	24	24	23	1	0
	178	24	24	23	1	0
	兵庫県	50	17	15	2	33
	178	19	5	4	1	14
	250	31	12	11	1	19
	岡山県	34	22	22	0	12
	2	34	22	22	0	12
	広島県	24	16	16	0	8
	2	13	8	8	0	5
	185	11	8	8	0	3
	鳥取県	14	0	0	0	14
	431	14	0	0	0	14
	島根県	37	15	15	0	22
	9	21	4	4	0	17
	431	16	11	11	0	5
	山口県	11	11	11	0	0
	191	11	11	11	0	0
	香川県	11	9	9	0	2
	11	11	9	9	0	2
	愛媛県	18	6	6	0	12
	378	18	6	6	0	12
	徳島県	51	49	49	0	2
	11	18	18	18	0	0
	55	33	31	31	0	2
	高知県	56	33	32	1	23
	55	31	28	27	1	3
	56	7	5	5	0	2
	321	18	0	0	0	18
	福岡県	6	6	5	1	0
	495	6	6	5	1	0
	長崎県	9	1	1	0	8
	206	9	1	1	0	8
	大分県	17	0	0	0	17
	217	17	0	0	0	17
	熊本県	38	12	11	1	26
	266	38	12	11	1	26
	宮崎県	89	70	65	5	19
	10	52	42	42	0	10
	220	37	28	23	5	9
	鹿児島県	42	25	25	0	17
	269	20	6	6	0	14
	270	22	19	19	0	3
	計	830	553	524	29	277
	合計	1,326	1,011	862	149	315

(凡例)

既設橋梁数…今回の調査対象となっている橋梁数

調査橋梁数…調査票に回答してきたもの

塩害による損傷なし…損傷が見受けられないものまた塩害以外(中性化、アルカリ骨材反応等)、

施工不良による損傷が見受けられないもの

塩害…飛来塩により塩害を受けたもの

不明…調査票に全回答されていないもの、供用年数や海岸線からの距離が不明なもの

表-3.5 塩害実態調査結果（総括表；橋種別）

		既設橋梁数	調査橋梁数											不明		
			塩害による 損傷なし	塩害												
					桁下 下面	桁側 下面	床板 下面	地覆	壁高 欄	梁	柱					
対策地域区 分A(沖縄県 全土)	合計	PC	Pr		62	60	43	17	13	13	6	3	0	1	3	2
					48	48	38	10	8	8	3	2	0	0	2	0
				T	22	22	17	5	3	3	2	2	0	0	2	
				Sh	14	14	12	2	2	2	1	1	0	0	0	
				B	8	8	5	3	1	1	1	1	0	0	2	
			他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			不明※1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Po	T	26	26	21	5	5	5	1	0	0	0	0	
				Sh	23	23	18	5	5	5	1	0	0	0	0	
				B	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
		他		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
		不明※1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		RC	T	14	12	5	7	5	5	3	1	0	1	1	2	
			Sh	7	7	2	5	5	5	1	1	0	1	1		
			B	5	5	3	2	0	0	2	0	0	0	0		
			他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			不明※1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
不明※2	2												2			
不明※2	0												0			
対策地域区 分B(北海道・ 東北・北陸の 日本海側)	合計	PC	Pr		434	398	295	103	84	71	21	5	1	8	19	36
					375	343	255	88	76	64	16	5	1	7	18	32
				T	165	165	137	28	22	17	5	0	5	6		
				Sh	46	46	33	13	8	6	4	0	0	3	3	
				B	50	50	35	15	14	11	1	0	0	2	3	
			他	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0		
			不明※1	65	65	65	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Po	T	178	178	118	60	54	47	11	5	1	2	12	
				Sh	157	157	101	56	51	44	10	5	1	2	11	
				B	10	10	8	2	2	2	0	0	0	0	1	
		他		10	10	9	1	1	1	0	0	0	0	0		
		不明※1		1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	32	
		RC	T	58	55	40	15	8	7	5	0	0	1	1	3	
			Sh	22	22	10	12	7	6	4	0	0	0	0		
			B	16	16	13	3	1	1	1	0	0	1	1		
			他	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
			不明※1	16	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0		
不明※2	3												3			
不明※2	1												1			
対策地域区 分C	合計	PC	Pr		830	553	524	29	17	15	8	7	2	9	16	277
					636	417	398	19	13	10	4	4	1	5	10	219
				T	198	198	192	6	3	3	0	0	0	1	2	
				Sh	158	158	156	2	1	1	0	0	0	1	1	
				B	16	16	14	2	2	0	0	0	0	0	0	
			他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			不明※1	24	24	22	2	0	2	0	0	0	0	1		
			Po	T	219	219	206	13	10	7	4	4	1	4	8	
				Sh	169	169	160	9	6	4	4	2	1	4	5	
				B	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
		他		2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
		不明※1		45	45	41	4	4	3	0	2	0	0	3	219	
		RC	T	188	136	126	10	4	5	4	3	1	4	6	52	
			Sh	98	98	88	10	4	5	4	3	1	4	6		
			B	17	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0		
			他	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
			不明※1	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0		
不明※2	52												52			
不明※2	6												6			
合計			1,326	1,011	862	149	114	99	35	15	3	18	38	313		

(凡例)

Pr...プレテンション

Po…ポストテンション

T...T析構

Sh...床版橋

B...箱析構

他…T・Sh・B以外の構造形式

既設標準数…今回の調査対象となっている標準数

調査橋梁数…調査票に回答してきたもの

塩害による損傷なし…損傷が見受けられないものまた塩害以外(中性化、アルカリ骨材反応等)、

施工不良による損傷が見受けられないもの

塩害…飛来塩により塩害を受けたもの

不明^{*1}…PrかPoか判断できないもの、調査票に全回答されていないもの。

供用年数や海岸線からの距離が不明なもの

不明^{※2}…PCかRCか判断できないもの、調査票に全回答されていないもの、

供用年数や海岸線からの距離が不明なもの

3.3.2 第1回塩害調査（1982年実施）結果と第2回塩害調査（2000年実施）結果との比較

図-3.11に1982年と2000年の塩害実態割合の調査結果を示す。また、第1回塩害調査と第2回塩害調査の「海岸線からの距離」と「供用年数」との関係をそれぞれ図-3.12、3.13に示す。なお、図-3.11を示すにあたり、第2回塩害調査結果の図-3.12、3.13の凡例”●；塩害”と合わせるために、第1回塩害調査結果の”▲；錆汁・局部的なひびわれ”と”●；橋軸方向のひびわれ、大きなはくり”を統合して「塩害」としている。

- ここでは図-3.12、3.13から考察できることについて以下に記述する。
- ①第1回塩害調査では、調査対象範囲が海岸線から500mまでとなっており、それ以上内陸部に架橋されている橋梁に塩害が生じているかどうかは判断できない。そこで当時海岸線から500m以上のところでも塩害が生じていたかどうかを図-3.12(b)に示すデータを基に拡散理論によって推定した。（詳細な検討については巻末に付属資料-3に示す）。その結果、1982年の時点では海岸線から500m以上離れた内陸部において塩害が顕在化していた可能性は低いと考えられた。したがって塩害被害が生じている地域は第1回塩害調査のときと比べ内陸部へ拡大していると考えられる。
 - ②第1回塩害調査で供用年数10年以内の橋梁でも塩害がみられるものがあつたが、第2回塩害調査では供用年数10年以内の橋梁では塩害が顕在化していない傾向が確認できる。これは、第2回調査の時点で塩害と認定された橋梁に対して何らかの補修・補強が施されたものがある一方、1984年以降新設された橋梁では昭和59年の通達に基づく塩害対策による効果が表れているものと考えられる。
 - ③第1回塩害調査に比べて第2回塩害調査では、供用年数30年～60年の間に比較的多くの塩害が確認できる。これは、第1回塩害調査の時点で損傷があらわれていなかった橋梁に2000年の調査の時点で新たに損傷が顕在化してきたものであると考えられる。

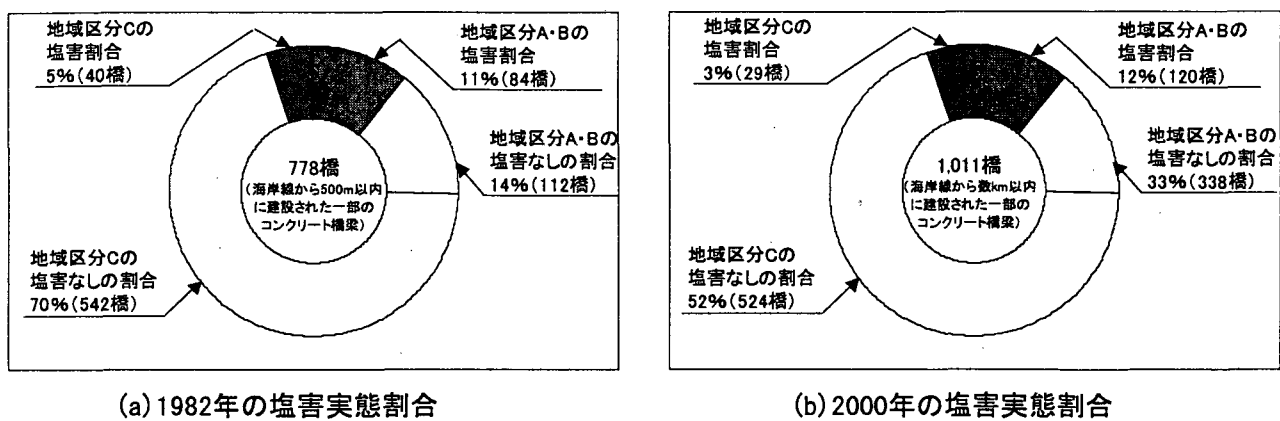
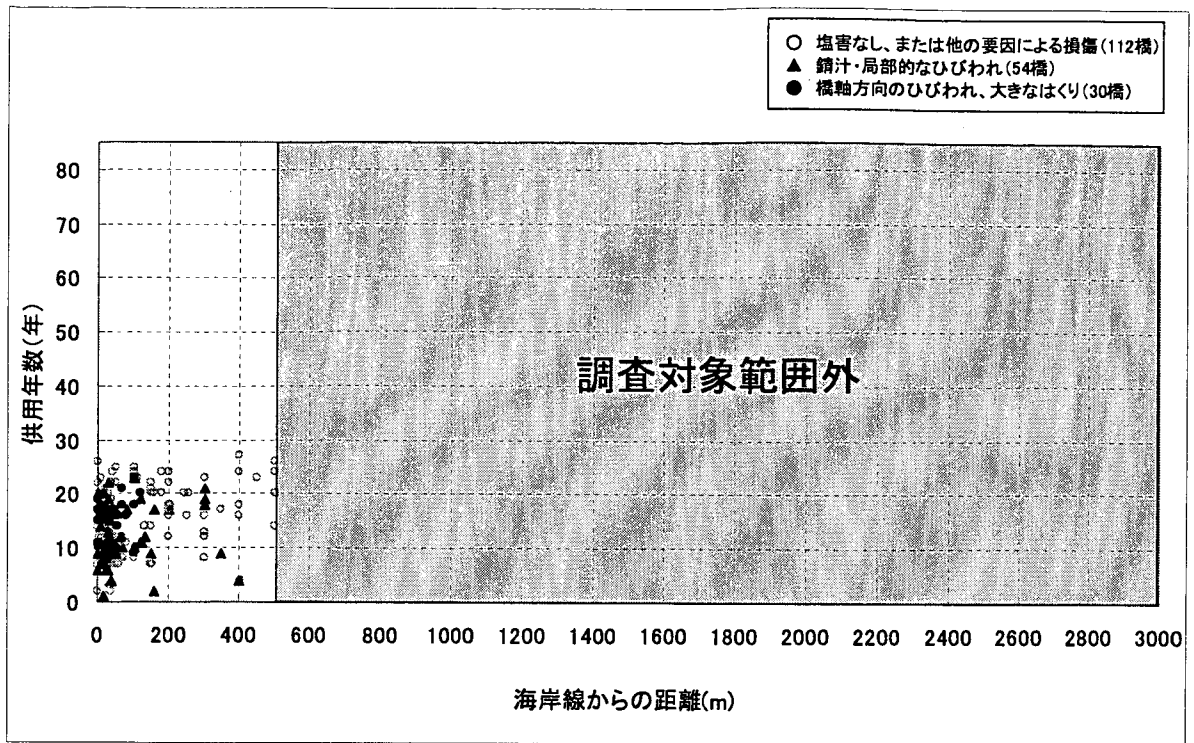
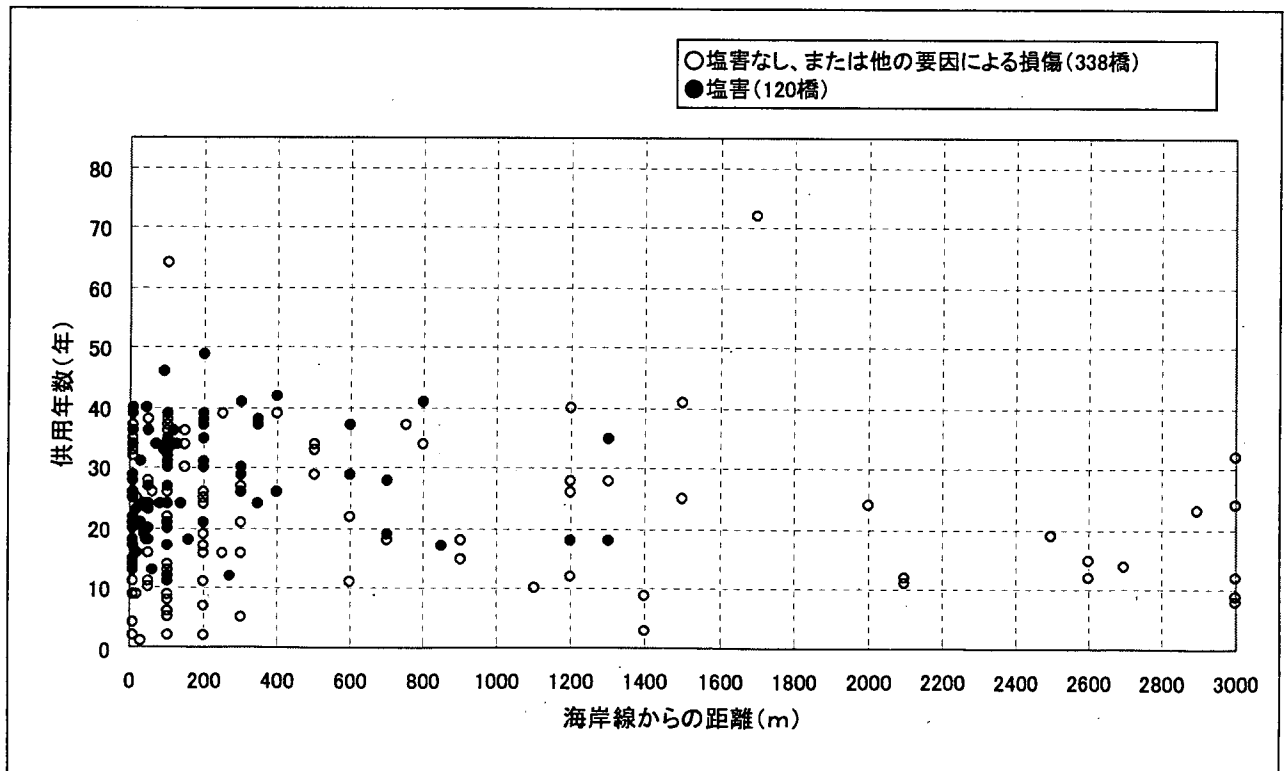


図-3.11 塩害実態割合

④上記①、③から、地域区分Bのように飛来塩分量が比較的多い地域では、塩害対策が必要な範囲が従来考えられていたより内陸部まで及ぶことが疑われる。

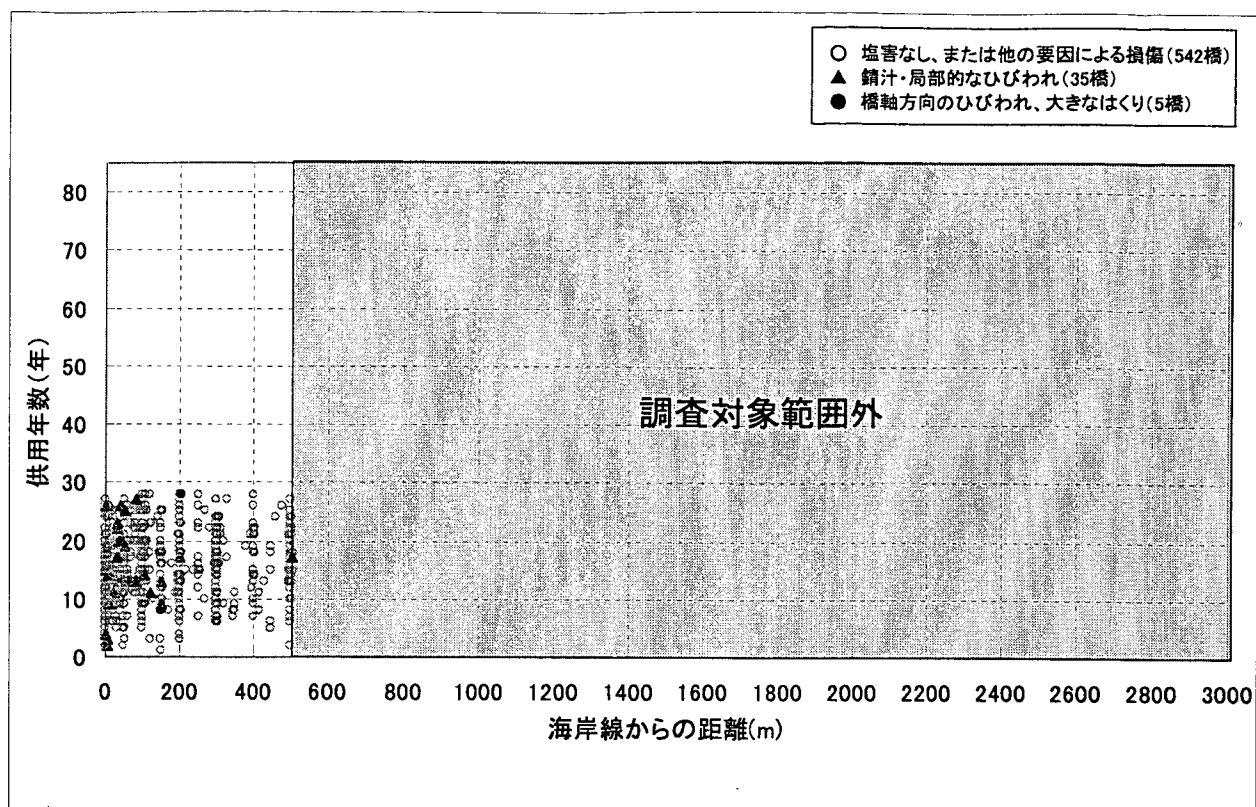


(a) 第1回塩害調査 (1982年実施)

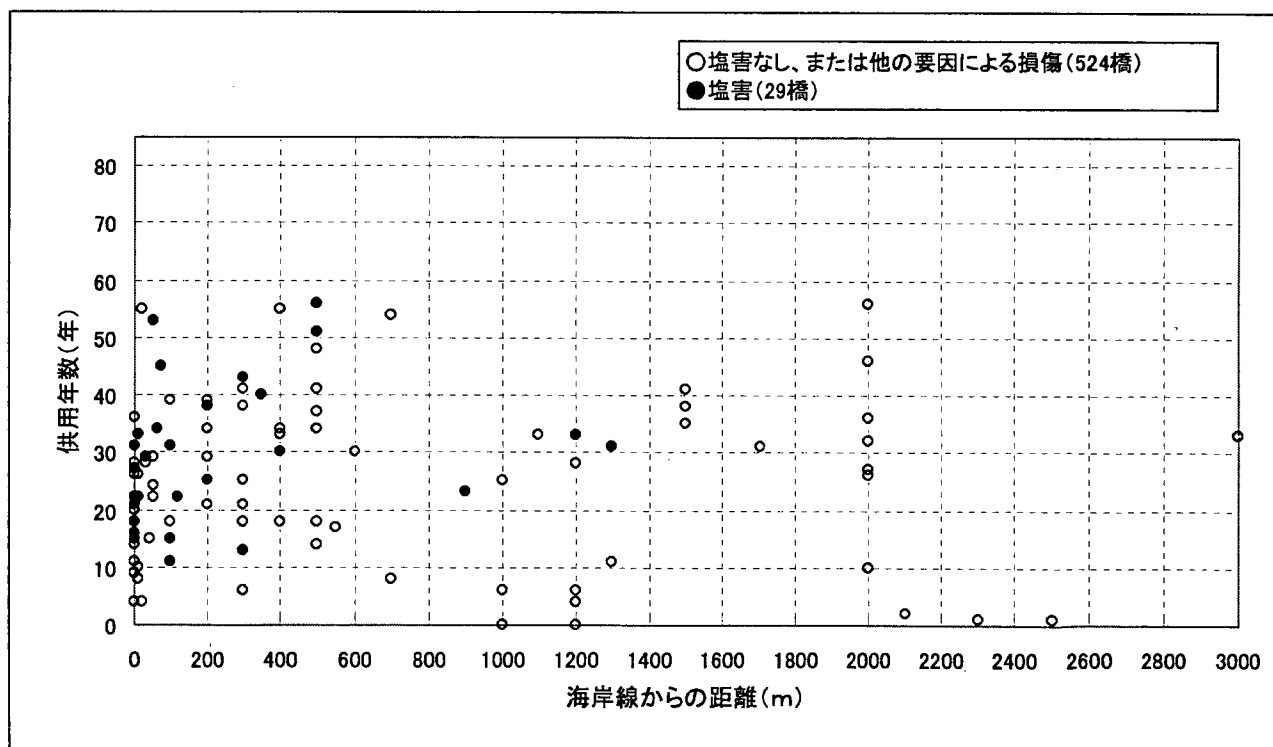


(b) 第2回塩害調査 (2000年実施)

図-3.12 地域区分A・Bにおける「海岸線からの距離」と「供用年数」との関係(上; 1982年、下; 2000年)



(c) 第1回塩害調査 (1982年実施)



(d) 第2回塩害調査 (2000年実施)

図-3.13 地域区分Cにおける「海岸線からの距離」と「供用年数」との関係(上; 1982年、下; 2000年)

3.3.3 1984年以前及び以降に架設されたコンクリート橋梁の塩害実態状況

「S59 塩対指針（案）」が通達された 1984 年以前と以降に架設されたコンクリート橋梁の塩害発生状況について比較した。図-3.14、3.19、3.24に、地域区分 A ～ C 毎にそれぞれの実態結果の内訳を示す。さらに、図-3.16、3.18、3.21、3.23、3.26、3.28に 1984 年以前と以降における経過年数別、海岸線からの距離別で表したものを示す。

地域区分 A について、海岸線からの距離をある範囲（例えば 600m までの範囲）で区切った場合の塩害橋数の割合をみると、図-3.16(b)、図-3.18(b)より 1984 年以前の塩害橋数の割合は 70 %、1984 年以降は 7 %と 1984 年以前の方が塩害を受けた橋梁数の割合が大きいことがわかる。また、地域区分 B についても同様に、海岸線からの距離をある範囲（例えば 300m までの範囲）で区切った場合の塩害橋数の割合をみると、図-3.21(b)、図-3.23(b)より 1984 年以前の塩害橋数の割合は 64 %、1984 年以降の塩害橋数の割合は 20 %と、明らかに 1984 年以前の方が塩害を受けた橋梁数の割合が大きいことがわかる。地域区分 C についても同様に 1984 年以前の方が塩害を受けている傾向がみられる。

また、S59 塩対指針（案）が出された 1984 年を境に、それ以降の年に建設された橋梁数の割合について着目すると図-3.14、図-3.19、図-3.24から地域区分 A では 53 % (32 橋)、地域区分 B では 27 % (106 橋)、地域区分 C では 25 % (140 橋)であった。さらに、それらのうち塩害対策が施された割合は、地域区分 A では 100 % (32 橋) (1984 年以降に建設された橋梁数と同じ)、地域区分 B (海岸線から 300m までの範囲内) では 28 % (30 橋)、地域区分 C (海岸線から 200m までの範囲内) では、18 % (25 橋)であった。その中で、塩害を受けている橋梁数の割合は図-3.17、図-3.18(b)、図-3.22、図-3.23(b)、図-3.27、図-3.28(b)より、地域区分 A は 3 %、地域区分 B は 20 %、地域区分 C は 0 %であった。

このように塩害対策が施されているにも関わらず塩害が生じている原因としては、先に述べたようにかぶり不足等の施工品質のバラツキ等も考えられるが今回の調査では明らかにできなかった。

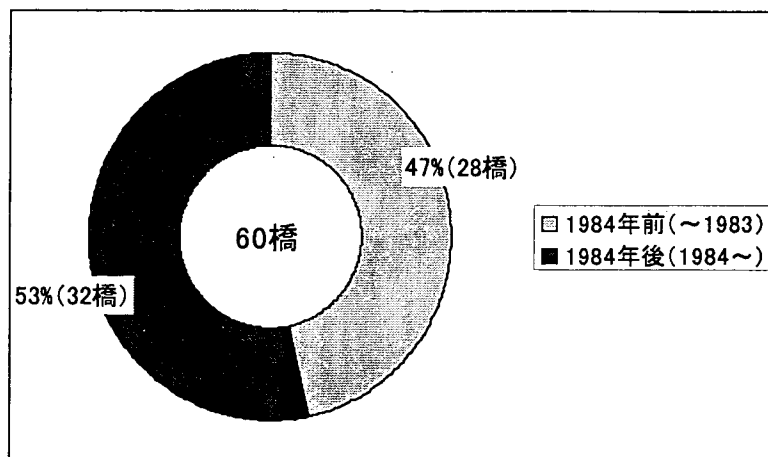


図-3.14 地域区分Aにおける1984年以前及び以降に架設されたコンクリート橋数の内訳

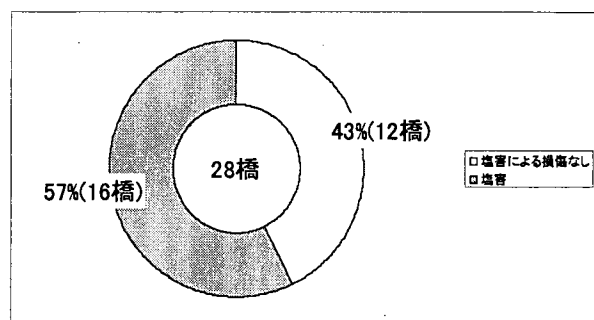


図-3.15 1984年以前の塩害実態の内訳

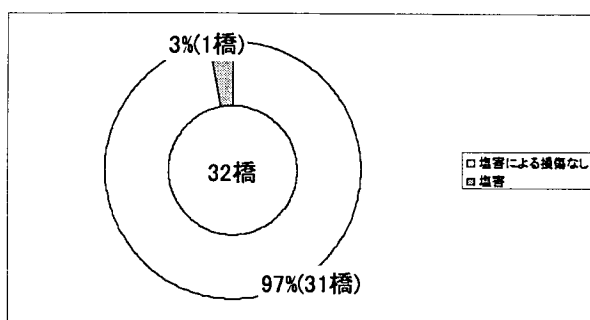


図-3.17 1984年以降の塩害実態の内訳

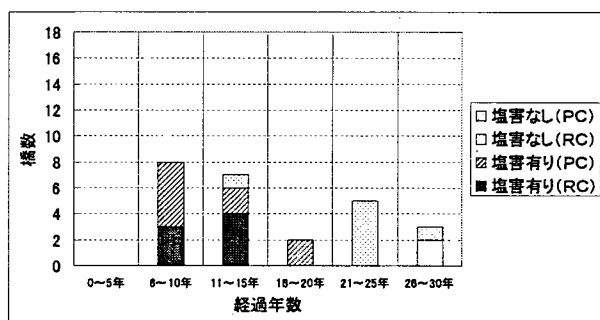


図-3.16(a) 1984年以前の塩害実態（経過年数別）

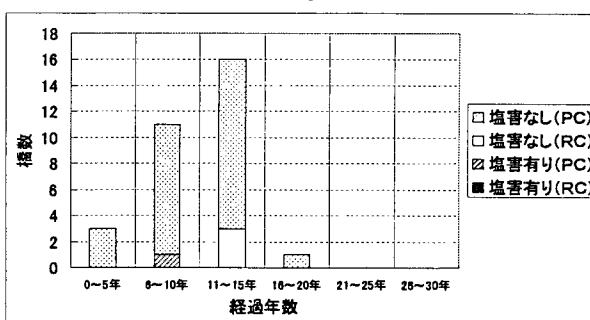


図-3.18(a) 1984年より以降の塩害実態（経過年数別）

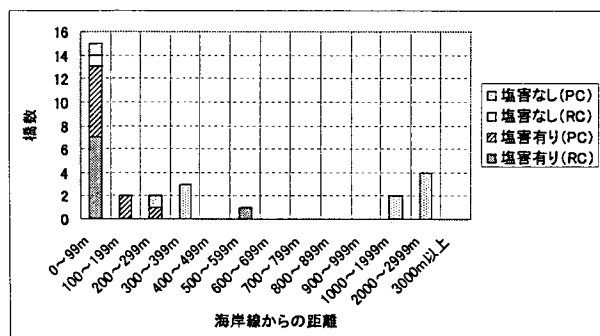


図-3.16(b) 1984年以前の塩害実態（海岸線からの距離別）

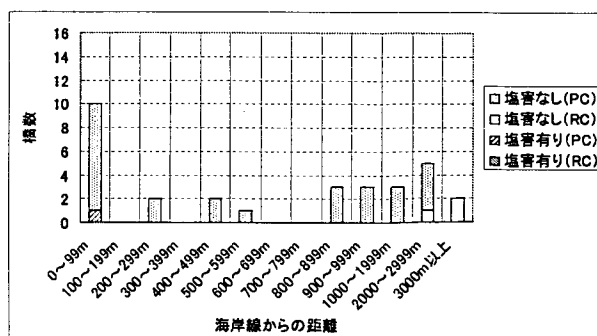


図-3.18(b) 1984年より以降の塩害実態（海岸線からの距離別）

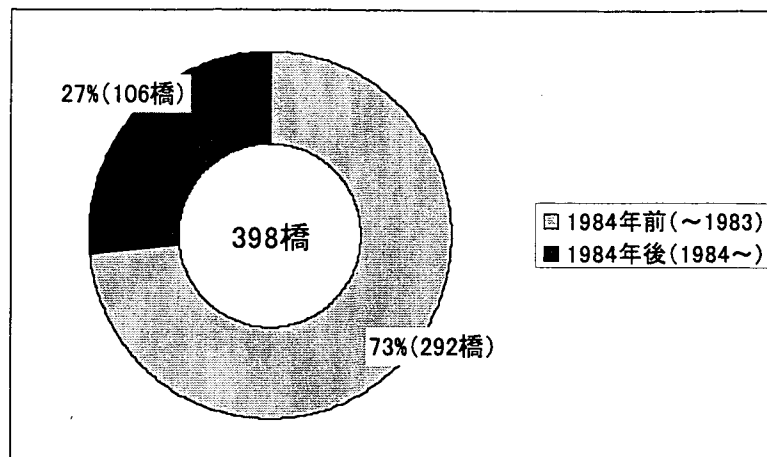


図-3.19 地域区分Bにおける1984年以前及び以降に架設されたコンクリート橋数の内訳

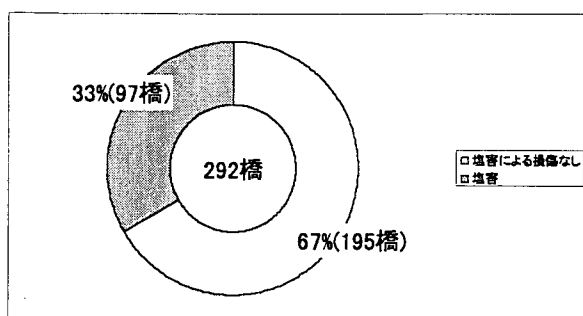


図-3.20 1984年より以前の塩害実態 (B)

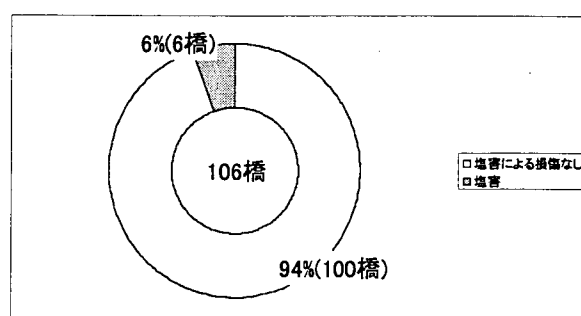


図-3.22 1984年より以降の塩害実態 (B)

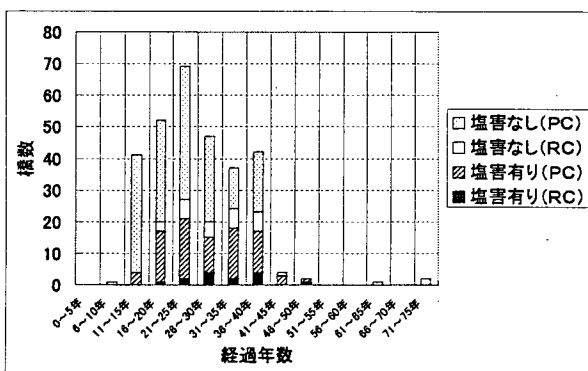


図-3.21(a) 1984年以前の塩害実態 (経過年数別)

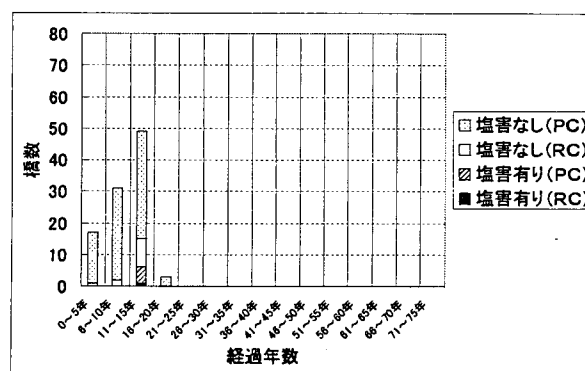


図-3.23(a) 1984年より以降の塩害実態 (経過年数別)

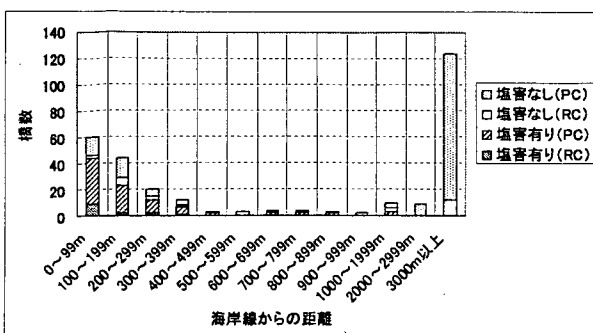


図-3.21(b) 1984年以前の塩害実態 (海岸線からの距離別)

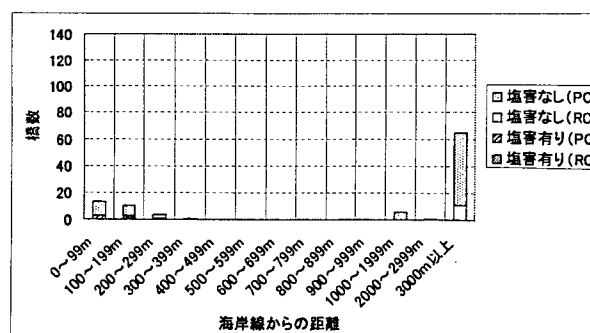


図-3.23(b) 1984年より以降の塩害実態 (海岸線からの距離別)

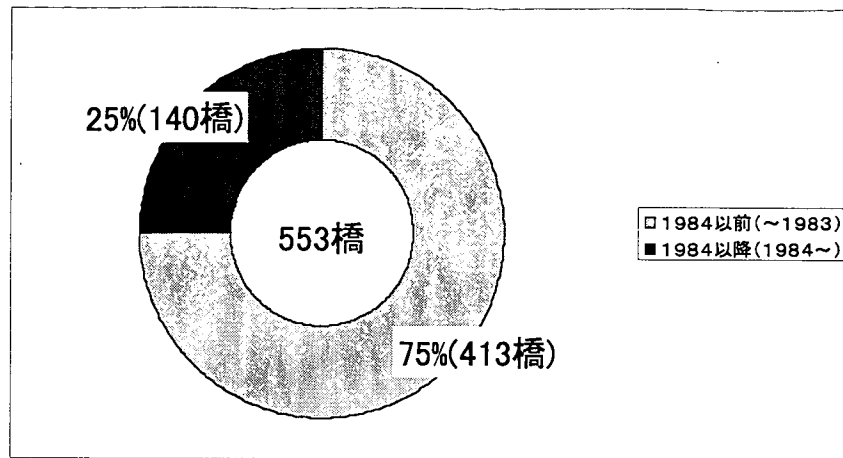


図-3.24 地域区分Cにおける1984年以前及び以降に架設されたコンクリート橋数の内訳

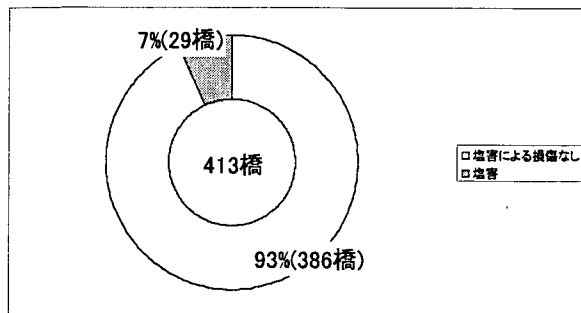


図-3.25 1984年より以前の塩害実態 (C)

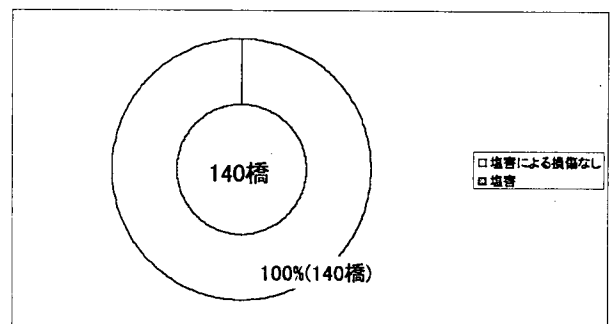


図-3.27 1984年より以降の塩害実態 (C)

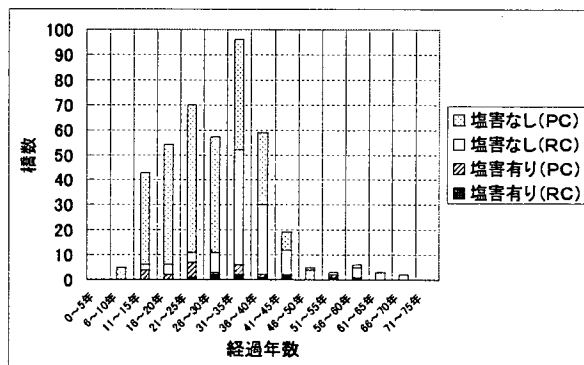


図-3.26(a) 1984年以前の塩害実態 (経過年数別)

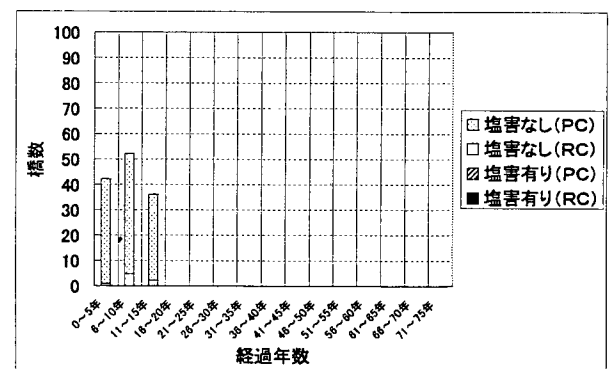


図-3.28(a) 1984年より以降の塩害実態 (経過年数別)

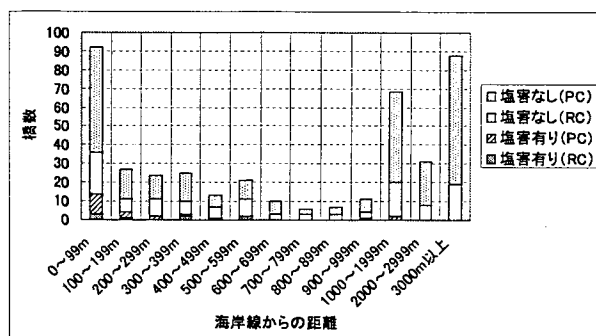


図-3.26(b) 1984年以前の塩害実態 (海岸線からの距離別)

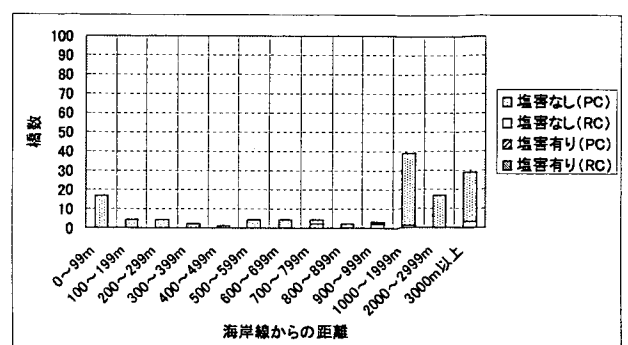


図-3.28(b) 1984年より以降の塩害実態 (海岸線からの距離別)

3.3.4 各要因の影響

ここでは、塩害の発生に影響を及ぼすと考えられる「水セメント比（コンクリート強度）」、「上部構造形式」、「部位」について着目し、その影響を検証する。

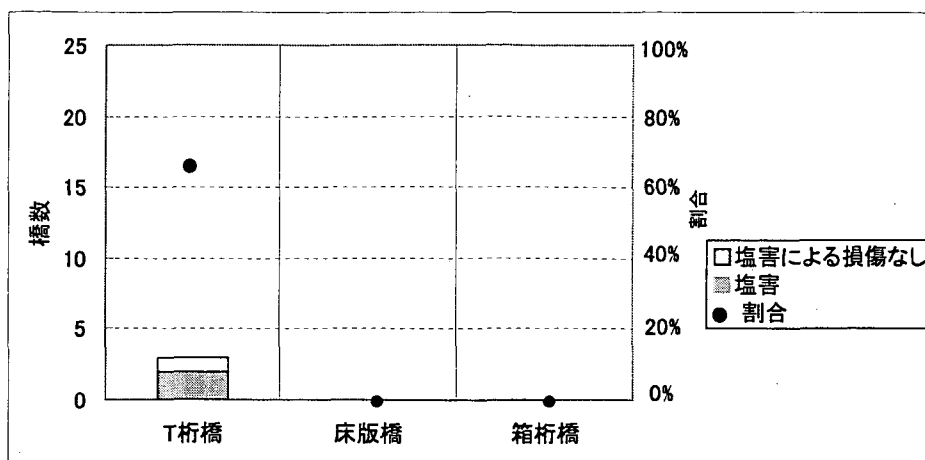
(1) 「水セメント比（コンクリート強度）」と「上部構造形式」からみた塩害の実態状況

図-3.29～3.31に各地域区分A～Cにおける各橋種毎（プレテン、ポステン、RC）の構造形式別からみた塩害損傷状況を示す。なお、グラフ化するにあたり以下に示す条件に基づき行っている。

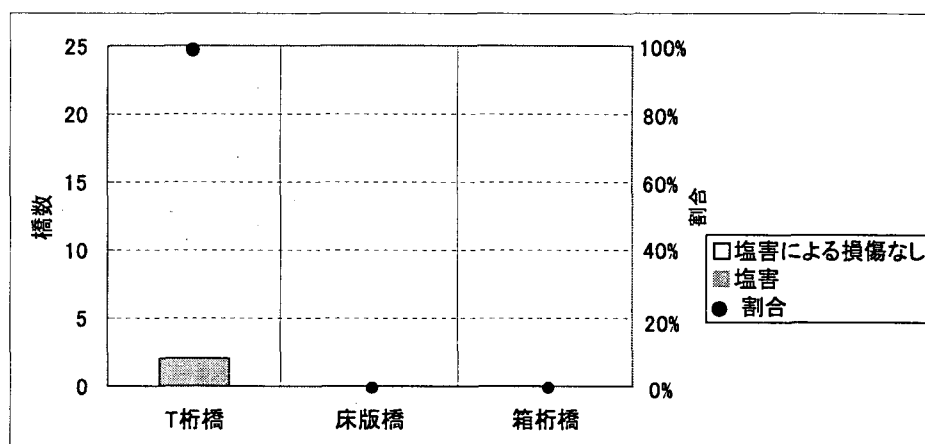
- ・「水セメント比（コンクリート強度）」に着目するため、付属物（地覆、壁高欄）、下部工（梁、柱）及び T 桁橋のうち床版部（間詰め部）にだけ損傷として挙げられているデータは、ここでは削除している。
- ・海岸線から 1 km 以内の橋梁（図-3.9、3.10より塩害を受けている橋梁のほとんどが 1km 以内にあるため）
- ・1960 ～ 1978 年の間に架設された橋梁（今回行った調査結果より 1960 年代に架設された橋梁が多く、1978 年に出された道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編でかぶりの規定値が変わっているため（※詳細は巻末の付属資料－4 参照））
- ・今回の調査より、上部構造形式の中で比較的架橋数の多かった T 桁橋・床版橋・箱桁橋に着目する

地域区分 A ～ C における各橋種毎の全橋梁数は、各橋種とも T 桁橋の割合が比較的多く、次いで床版橋、箱桁橋の順となっている。床版橋・箱桁橋は母数が少なく、これらのデータから橋種別による違いを考察することは困難である。また、構造形式別による塩害の受けやすさの検討を行うためには、同じ環境条件で架橋されている橋梁どうしを比較することが考えられるが、2000 年調査ではそのような調査は行っておらず、今後そのような調査を行う必要があると思われる。

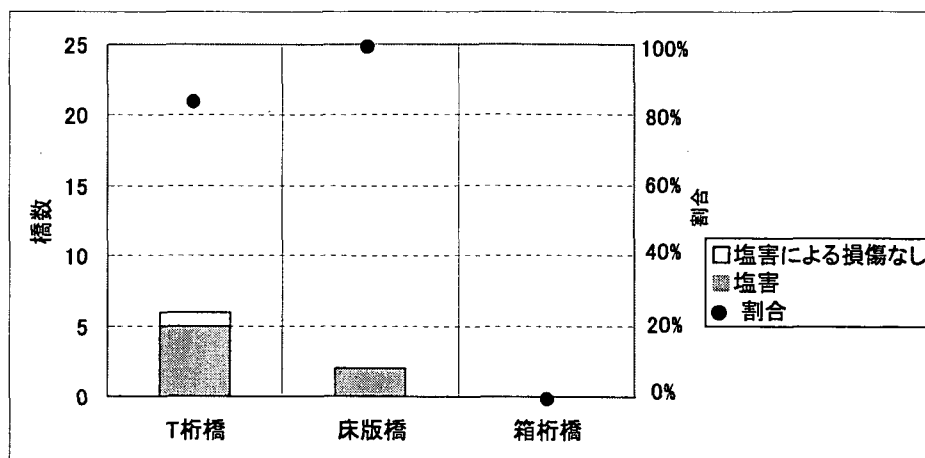
また、T 桁橋に着目すると、地域区分 A ～ C の全てにおいて概ねプレテン＜ポステン＜RC という順で損傷割合は大きくなっている傾向を示している。この結果は、コンクリートの強度が大きければ大きいほど、つまり、水セメント比が小さければ小さいほど、塩害による損傷を受けにくいことを示していると考えられる。



(a) プレテンション橋の構造形式別による塩害実態状況

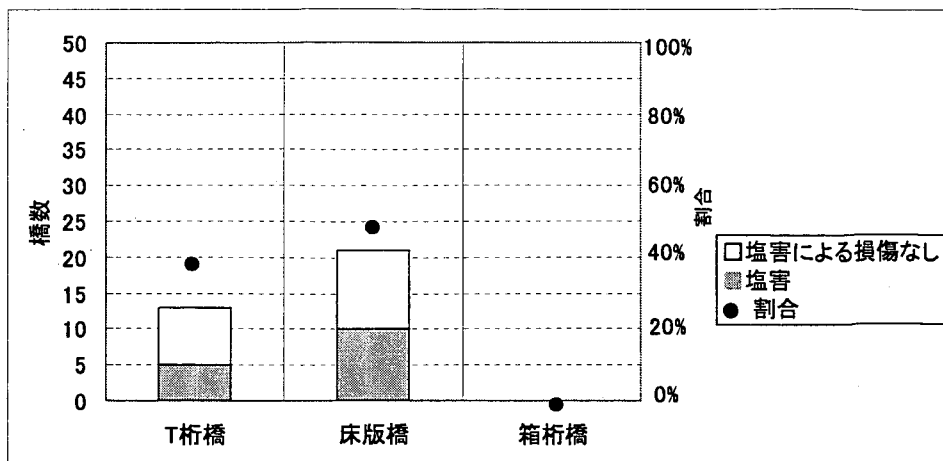


(b) ポストテンション橋の構造形式別による塩害実態状況

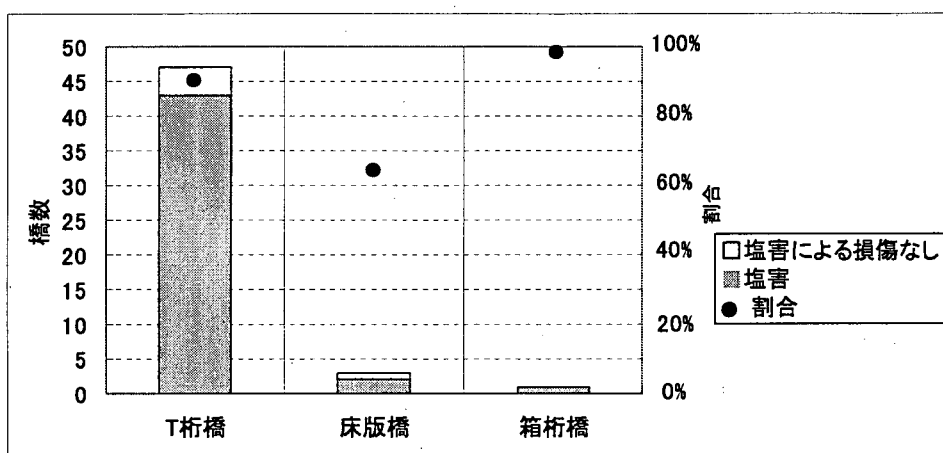


(c) RC橋の構造形式別による塩害実態状況

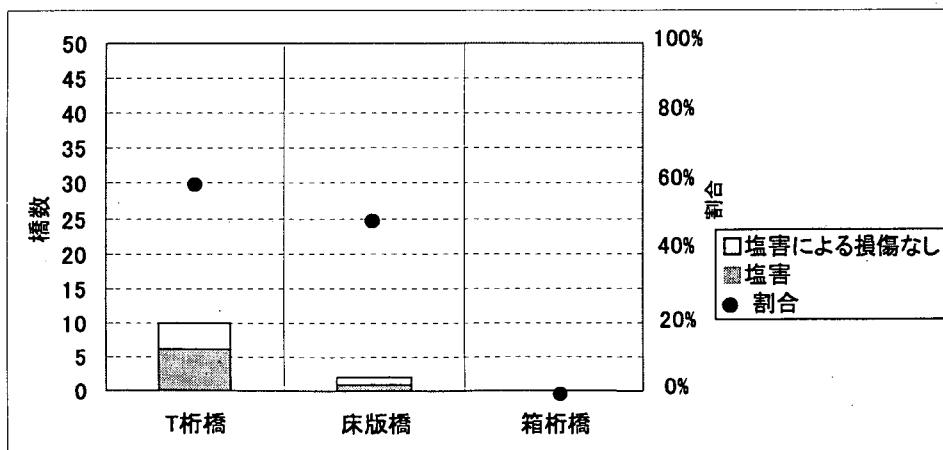
図-3.29 地域区分Aにおける各橋種毎の構造形式別からみた塩害実態状況



(a) プレテンション橋の構造形式別による塩害実態状況

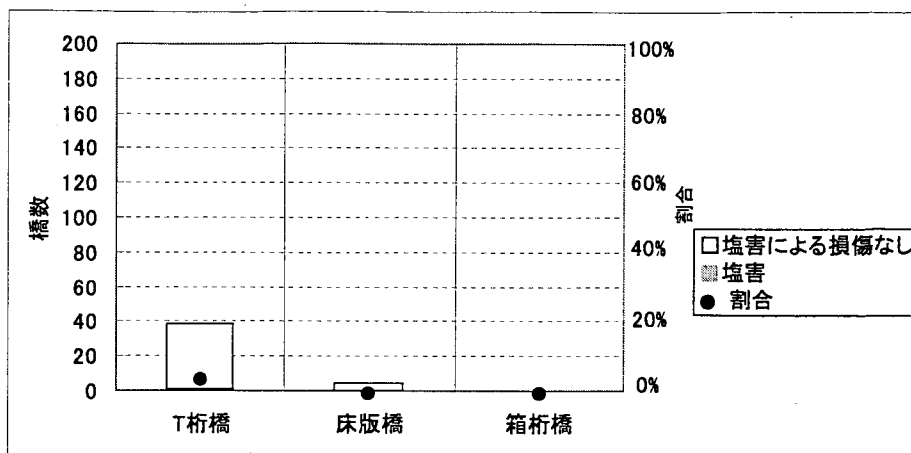


(b) ポストテンション橋の構造形式別による塩害実態状況

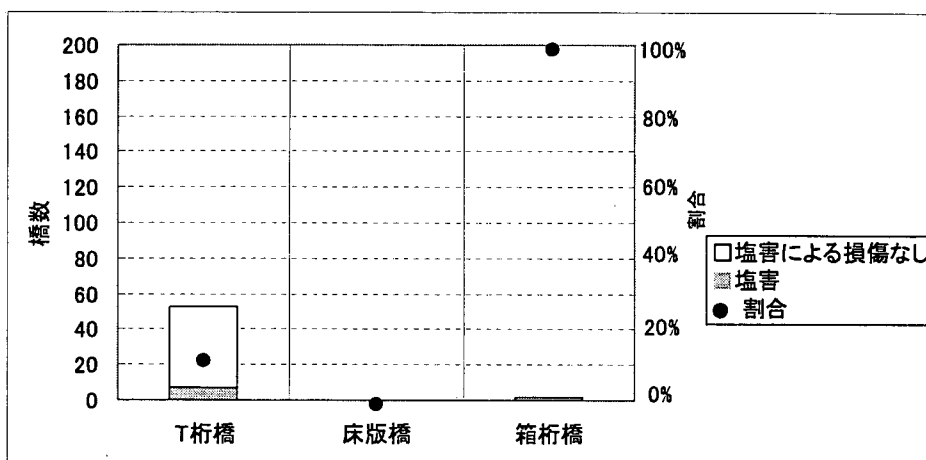


(c) RC橋の構造形式別による塩害実態状況

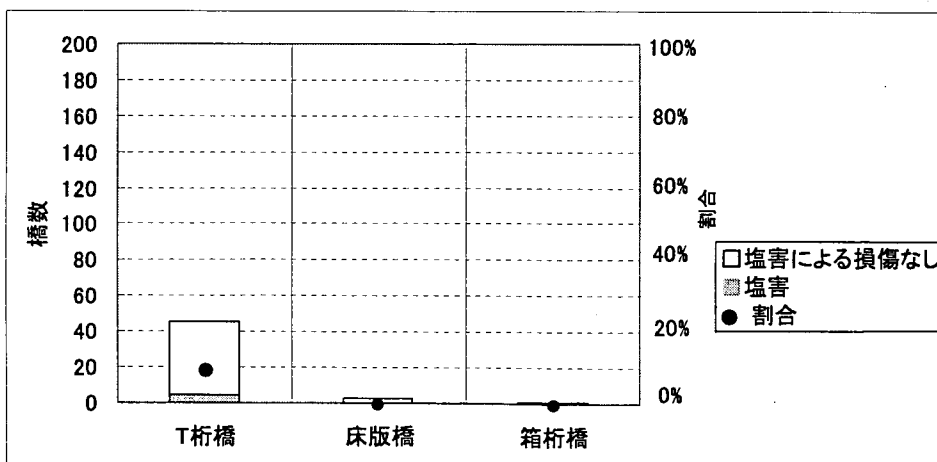
図-3.30 地域区分Bにおける各橋種毎の構造形式別からみた塩害実態状況



(a) プレテンション橋の構造形式別による塩害実態状況



(b) ポストテンション橋の構造形式別による塩害実態状況



(c) RC橋の構造形式別による塩害実態状況

図-3.31 地域区分Cにおける各部材毎の構造形式別からみた塩害実態状況

(2) 部位別による塩害の実態状況

図-3.32～3.34に各地域区分 A ～ C における各橋種別（プレテン、ポステン、RC）部位毎からみた塩害の実態状況を示す。なお、グラフ化するにあたり対象データは以下の条件に合致するものとしている。

- ・調査シートから部位（桁側面・桁下面・床版下面等）の判断が比較的しやすい、T 桁橋に着目することとする

- ・1960 ～ 1978 年の間に架設された橋梁（今回行った調査結果より 1960 年代に架設された橋梁が多く、1978 年に出された道路橋示方書Ⅲコンクリート編でかぶりの規定値が変わっているため（※詳細は付属資料－4 参照））

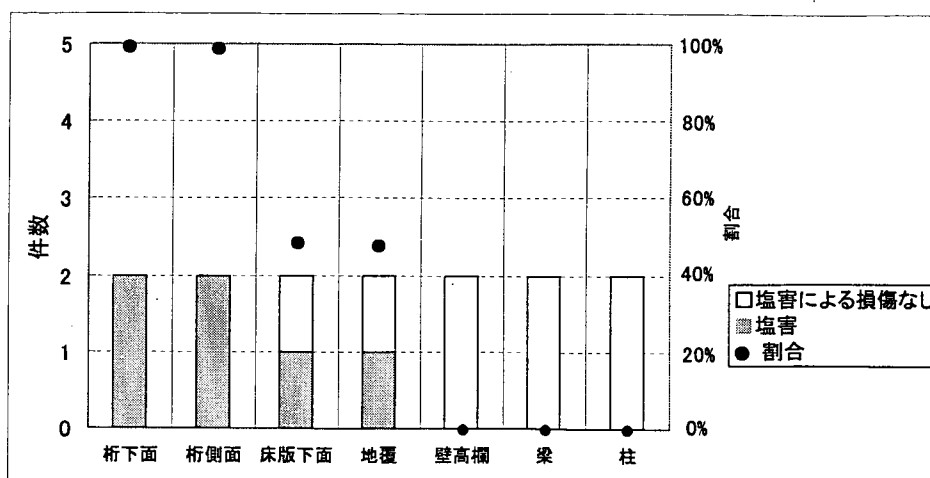
図-3.32～3.34まで上部工に関して言えることは、桁における損傷が他の部位と比べて比較的多く損傷が発生しており、次いで床版下面、地覆という順に損傷が発生していることがうかがえる。

しかし、問題点として以下に示すようなことが考えられた。

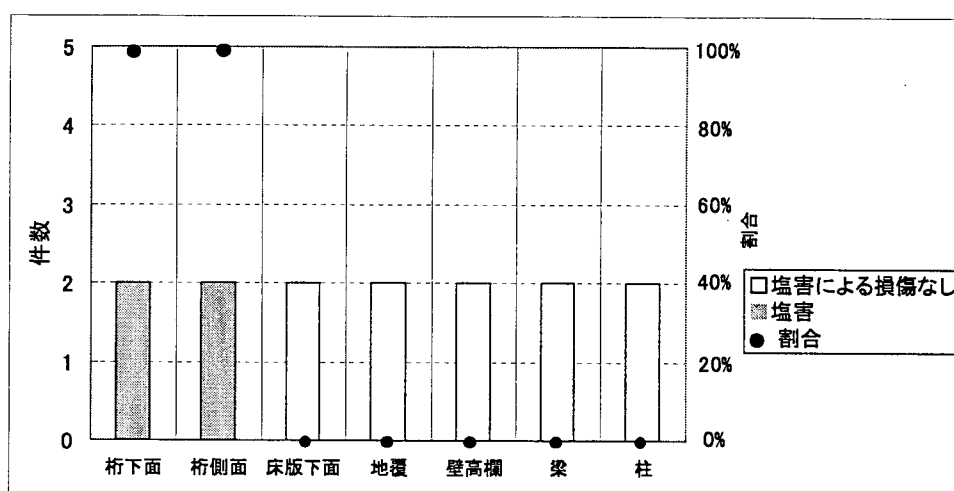
- ・壁高欄に関しては、今回の調査が壁高欄に着目したものとなっておらず、データだけでは壁高欄自体が存在しないのか、コンクリート製の壁高欄があるにもかかわらず損傷が生じていないのかを判断することは困難である。したがって本調査の結果から壁高欄の塩害については評価できない。

- ・T 桁橋において、「床版下面」で損傷有というデータがあったが、それは床板間詰部のことなのか、上フランジ下面のことを指しているのか判断し難いところがあった。

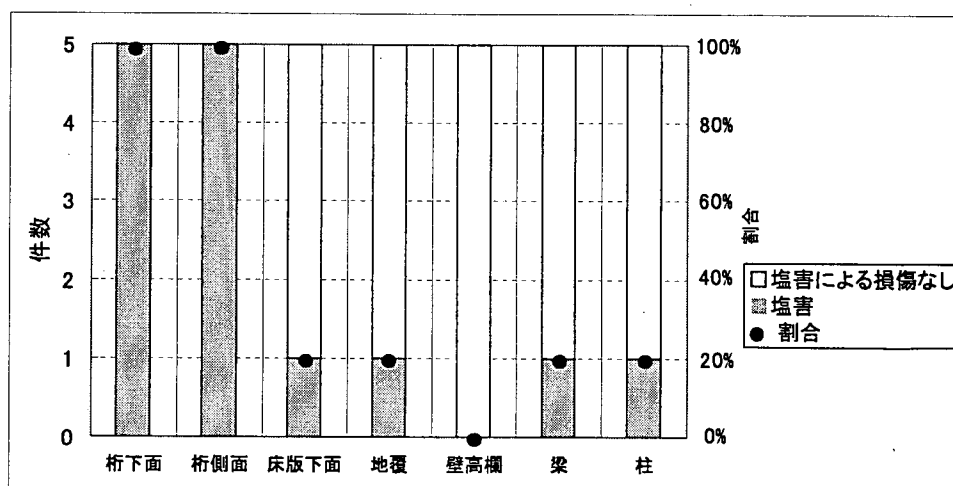
- ・下部工の梁に関しても壁高欄のときと同様に、それ自体が存在するのかそれとも損傷が発生していないのか判断し難いところがある。また下部工の柱についても、床版下面とほぼ同程度の損傷割合を示しているものの、下部構造にはマスコンクリートのものがあり上部構造に比べて乾燥収縮や温度応力による初期ひび割れが生じやすいことも考えられるなど、必ずしも上部構造と同様の評価ができない要素もあり今回の実態調査結果だけでは正確な考察は困難である。下部構造の塩害については、それを対象とした詳細な調査を実施して評価する必要があると考えられる（下部構造における詳細な検討は5章に記述）。



(a) プレテンションT桁橋の部位別による塩害実態状況

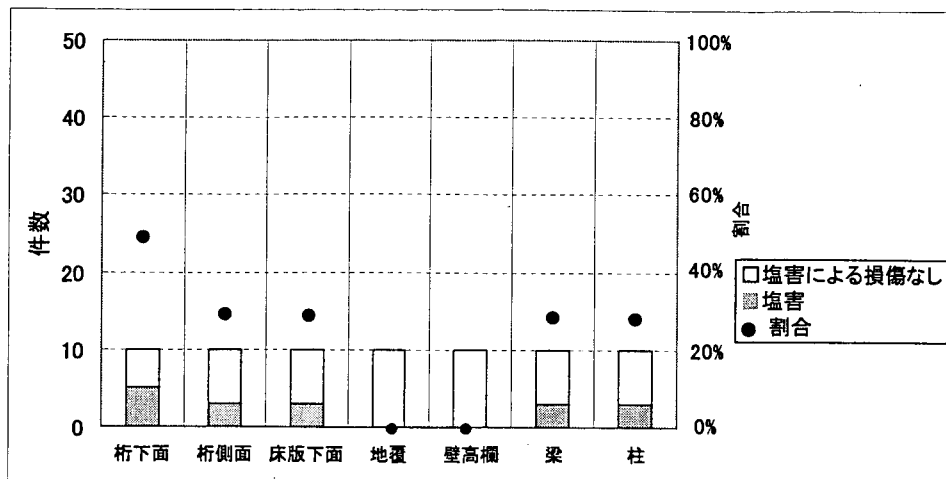


(b) ポストテンションT桁橋の部位別による塩害実態状況

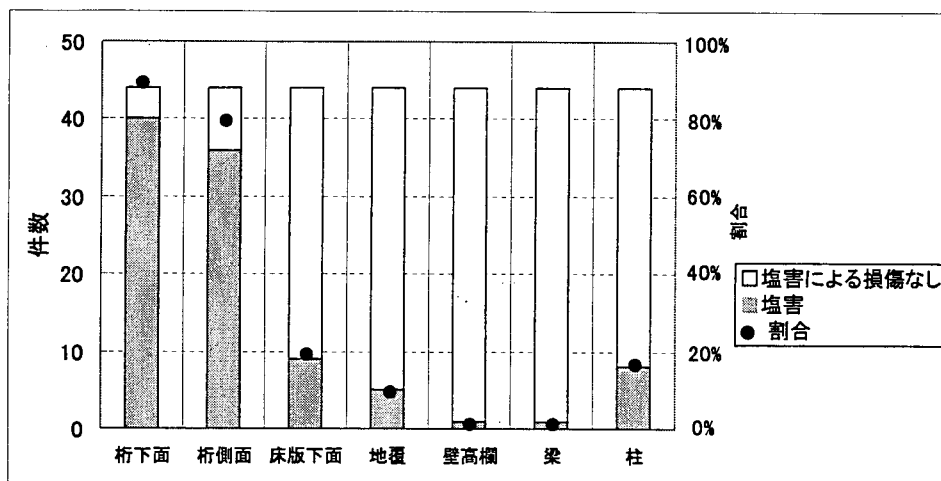


(c) RCT桁橋の部位別による塩害実態状況

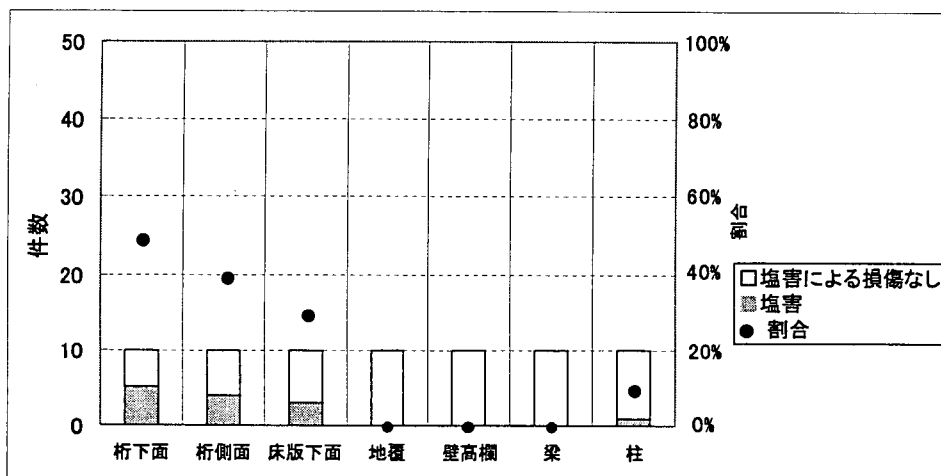
図-3.32 地域区分Aにおける各部材毎の構造形式別からみた塩害実態状況



(a) プレテンションT桁橋の部位別による塩害実態状況

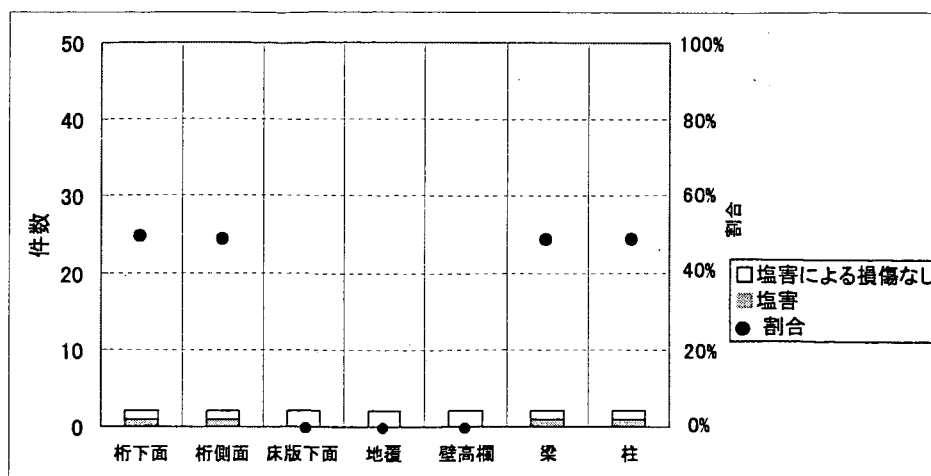


(b) ポストテンションT桁橋の部位別による塩害実態状況

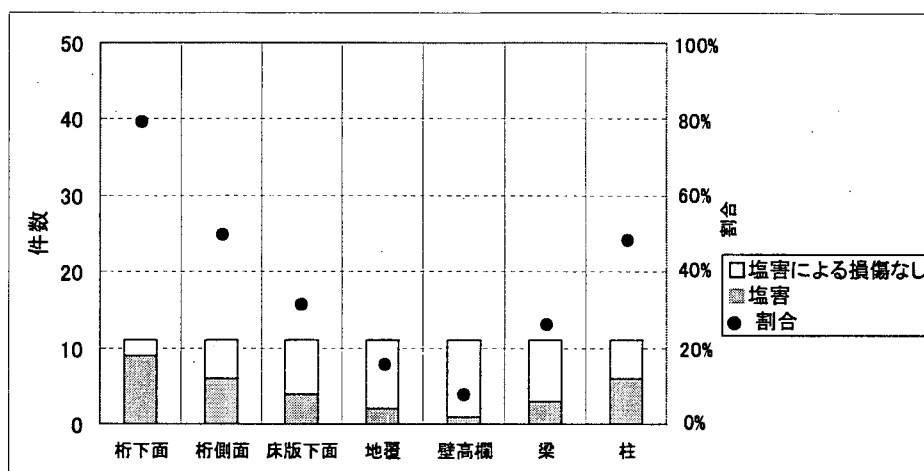


(c) RCT桁橋の部位別による塩害実態状況

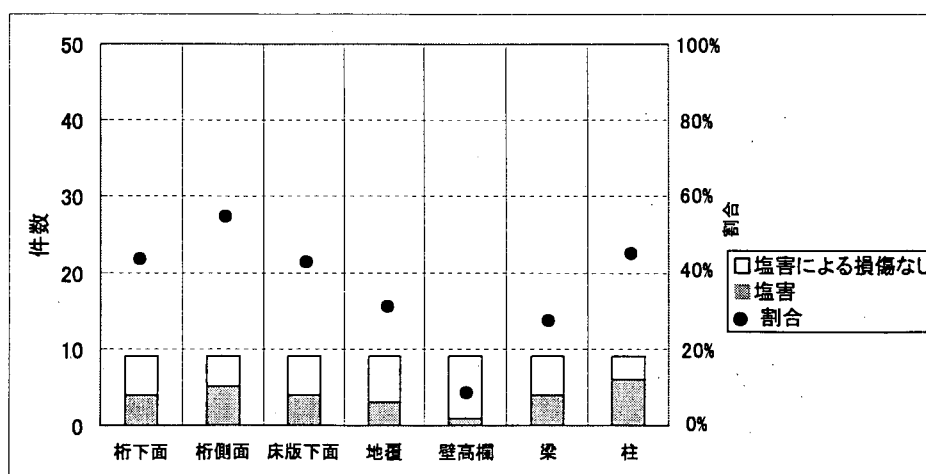
図-3.33 地域区分Bにおける各部材毎の構造形式別からみた塩害実態状況



(a) プレテンションT桁橋の部位別による塩害実態状況



(b) ポストテンションT桁橋の部位別による塩害実態状況



(c) RCT桁橋の部位別による塩害実態状況

図-3.34 地域区分Cにおける各部材毎の構造形式別からみた塩害実態状況

3.4 まとめ

(1) 今回の実態調査結果から一般的に以下に示すことがわかった。

- ① 1982 年の塩害調査結果と比べて海岸線から 500m、1km 以上離れた内陸部でも、塩害による損傷が確認できた。
- ② 海岸線付近に架橋されているコンクリート橋ほど、損傷事例が多くなるという傾向が確認できた。
このことは、S59 塩対指針(案)で海岸からの距離に応じてかぶりを増減するという規定についての妥当性が確認できたものと考えられる(海岸からの距離によるかぶりの検討については4章で記述する。)
- ③ コンクリートの強度の違い(水セメント比の違い)により、塩害の発生頻度も変化していた。つまり、工場で製作されるような品質管理が適切に行われているプレテンション形式等の方が、現場で施工されるポストテンション・RCに比べて塩害による損傷を受けにくく、コンクリート強度の低いRCは損傷を受けやすい傾向にあった。
- ④ 塩害被害の実態を地域別に比較すると、沖縄地方、北海道・東北・北陸の日本海側において損傷事例が多く、それ以外の地域では損傷事例は比較的少なかった。この傾向は1982年調査時と同様であり、S59 塩対指針(案)における地域区分規定(地域区分Aは沖縄県、地域区分Bは北海道、東北、北陸の日本海側、地域区分Cは地域区分A・B以外の地域)の妥当性を確認できた。

(2) 第1回塩害調査の問題点を踏まえて第2回塩害調査を行ったが、以下に示す問題が明らかになった。

- ① 損傷要因の判定において、調査方法自体が道路管理者のアンケートということもあり、「3.3 調査結果」でも記述したように塩害であるとの判断基準にばらつきが生じていると思われた。
- ② 今回の調査では、凍結防止剤散布による塩害の発生があるのかどうかを確認するために、凍結防止剤散布の有無についてもアンケート形式で調査を行った。その結果、海岸線付近もしくは海岸部から数百m離れた内陸部でかつ凍結防止剤を散布するような環境で塩害のデータが存在したが、ほとんどのケースで損傷部位が凍結防止剤の飛散範囲外と思われる桁側面・桁下面などであった。このため、今回の調査結果では凍結防止剤散布による塩害の発生について確認できなかった。
- ③ 調査表の「壁高欄」「はり」「柱」の欄に、全く無記入のものがあり、それはその部材が存在しないのかそれとも損傷がないのか判断しかねるデータがあった。また、調査表に「桁下面」「床版下面」の欄があったが、例えば床版橋や箱桁橋で張出し床版の場合それは桁下面なのか床版下面を示すのか、判断し難かったところがあった。その結果、「3.3.4 各要因の影響」の「(2) 部位別による塩害の実態状況」ではT桁橋のみの整理となってしまった。また、T桁橋においても「床版下面」で損傷有というデータがあったが、それは床版間詰部のことなのか、上フランジ下面のことを指しているのか判断し難いところがあった。
- ④ 同じ架橋環境で同じコンクリート品質(強度・水セメント比など)で構造形式のみ異なる橋梁の塩害調査結果が得られていないため、構造形式と塩害の受けやすさの関係については適切に評価できない

かった。

- ⑤ 塩害対策以降（1984 年以降）において、塩害と認められたものは地域区分 A・B において 3～6 %程度であった。対策しているにも関わらず塩害が生じた原因は、施工に起因するかぶり不足等が考えられるが今回の調査では明らかにできなかった。

上記に挙げた問題点に対して、以下に示す改善方法が考えられる。

- ①に対しては、調査を依頼する側から詳細な記入例を示しておくべきだったと思われる。また、現地で簡便に損傷要因を特定できる方法の確立が必要である。
- ②に関して、凍結防止剤による塩害を評価するためには、凍結防止剤の散布の有無だけでなく、散布量、散布頻度、飛散状況、あるいは部材・部位毎の塩分濃度分布（凍結防止剤の影響範囲）などが把握できるような詳細な調査を実施する必要があると考えられる。
- ③に対しては調査依頼をするときに詳細な具体例を示すなど、部位の正確な把握が可能な調査の方法を考案する必要がある。
- ④、⑤に対しては、評価する内容に応じて必要な条件を満たす橋梁を対象として抽出するなど目的に応じた詳細調査の実施が必要である。

4 章 塩害の予測手法とその評価（上部構造における塩害対策の検討）

この章では、既往の研究や今回行った第2回塩害調査（2000 年実施）のデータなどから、コンクリート中を塩分が浸透していく現象に着目した塩害予測手法について検討を行うとともに、S59 塩対指針（案）に示された上部構造の塩害対策についての再評価を行い、新たに塩害対策の提案を行った。

4.1 塩害対策

塩害は、塩分がコンクリート中に浸透することで鋼材が腐食し、その結果コンクリートにひび割れ・剥離が生じる現象であり、従来より以下に示すような対策が行われている。

（1）塩分の付着を少なくする方法

- 1）塩分の付着面積を少なくさせるような橋の構造、形状等に配慮する。
- 2）波しぶきが直接かからないように、架橋地点付近の岩礁や消波ブロックなどの形状・配置に配慮する。

（2）塩分の浸透を抑制する方法

- 1）かぶり厚の増加
- 2）コンクリートの塩分浸透抵抗性を高める材料の採用（高炉スラグ微粉末などの混和材など）
- 3）コンクリートの塩分浸透抵抗性を高める配合設計（水セメント比の低減）

（3）塩分の浸透を阻止する方法

- 1）環境の遮断（塩分の付着・浸透防止）（コンクリート塗装など）
- 2）防水処理（床版防水工など）

（4）鋼材の腐食抵抗性を向上させる方法

- 1）鋼材の防食加工（エポキシ樹脂塗装、ポリエチレン被覆など）
- 2）ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼等を用いる。
- 3）電気化学的防食（図-4.1に電気化学的防食のメカニズムを示す）

2章でも記述したように、鋼材腐食のメカニズムは塩化物イオンの付着により、鋼材表面の不導体被膜が破壊され、そこに酸素と水の付着によりアノード部カソード部という電位の高低差が生じ、電気化学反応が進行する。その腐食メカニズムを外部から電流（防食電流）を流すことにより、電位高低差を小さくし、鋼材の腐食を防止する方法である。

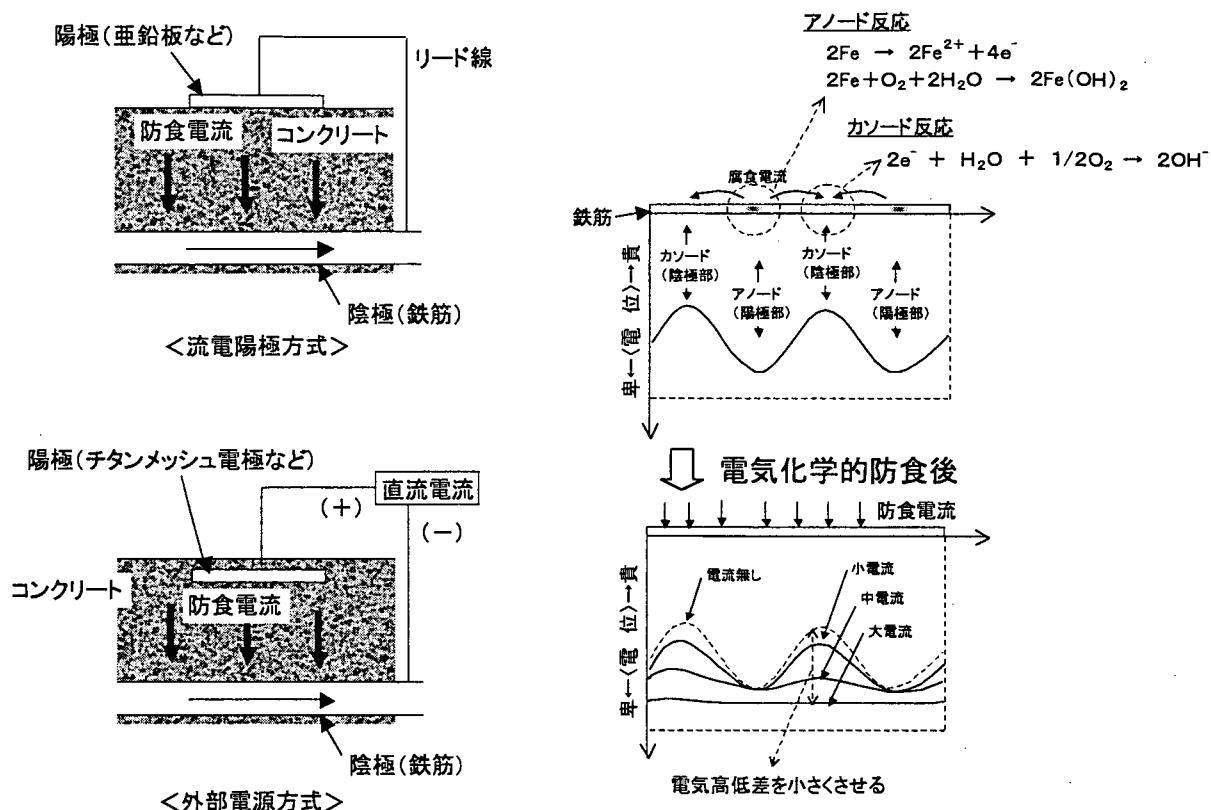


図-4.1 電気化学的防食のメカニズム

(5) コンクリート中の塩分を除去する方法 (電気化学的脱塩)

直流電流を通電し、コンクリート中の塩化物イオンを電気泳動させコンクリート外へ導く方法 (図-4.2 参照)

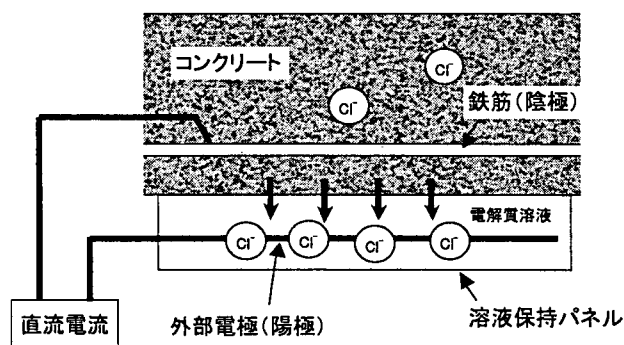


図-4.2 電気化学的脱塩のメカニズム

主な塩害対策は上記で挙げたように5つの項目に分類できる。

そのうち、(2) 以外の方法については、ここで着目しているような塩分浸透の過程を経年的に予測し、設計や対策工に反映する予測または評価手法の確立するという観点で扱うことは困難であり、本報告書では扱わない。

4.2 拡散理論による塩分浸透量の算出

4.2.1 塩分の拡散浸透機構^{4.1) 4.2) 4.3) 4.4)}

塩分が実際のコンクリート中を浸透する現象は、細孔溶液中における濃度拡散による塩分の移動及び塩分の化学的固定あるいは吸着など様々な要因が複雑に絡み合った現象である。また飛沫帯などで乾湿が繰り返される環境ではコンクリート中の水分の移動に伴う拡散（移流拡散）も考えられ、塩分の浸透現象を濃度拡散のみで評価することは必ずしも適当とはいえない場合がある。しかし、橋梁部材に対して環境中の塩分が付着し、内部に浸透していく過程の評価は、一般には、濃度拡散のみに着目してフィックの第2法則として知られている拡散方程式を用いてある程度予測可能であることが明らかにされている^{4.4)}。

本研究においても、飛来塩分の付着に起因する塩害予測式を、実態調査結果の分析から拡散理論に基づいて定式化する方法について検討した。

フィックの第2法則は以下の式（4.1）で表すことができる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_c \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad \dots (4.1)$$



初期条件を $C(x, 0) = 0$ 、境界条件を $C(0, t) = C_0$ （塩分供給量、ここでは一定値）とすると、次の解が得られる。

$$C(x, t) = C_0 \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_c \cdot t}} \right) \right\} \quad \dots (4.2)$$

$C(x, t)$: 時間 t (sec) 経過した時点でのかぶり x (cm) の位置での塩化物イオン量 (kg/m^3)

D_c : みかけの拡散係数 (cm^2/sec)

C_0 : コンクリート表面における塩化物イオン濃度 (kg/m^3)

$$\text{誤差関数 } \operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$$

式（4.2）の初期条件としてコンクリート表面の塩化物量は常時一定としたが、この解析手法は必ずしも適切でないと言われている。しかし、コンクリート表面塩化物量を経時的に変化させた解析などには、種々のパラメータを設定する必要がある、現時点においてこれを行うだけの十分な情報が揃っていない等の理由から、ここでは式（4.2）を用いることとした。

なお、実際の試算では、以下に示す近似式を使うこととする^{4.5)}。

$$1 - \operatorname{erf}(y) = 1 / (1 + 0.278393y + 0.230389y^2 + 0.000972y^3 + 0.078108y^4) \quad \dots (4.3)$$

4.2.2 みかけの拡散係数 $D_c^{4,6)}$

コンクリートの配合における D_c への影響因子は、W/C、骨材量、空気量などが考えられるが、従来一般に使用されているコンクリートの範囲では、これらの中で W/C が D_c に及ぼす影響が最も大きいと考えられ、既往の研究でも D_c の推定式を W/C の関数で示す事例がある^{4.11) 4.12)}。しかし現時点において、コンクリートに使用する骨材の材質、セメントの種類、空気量などの影響要因のすべてを考慮した拡散係数の評価式はまだ提案されていない状況である。

ただし、暴露実験や実構造物の調査結果によって、あらかじめコンクリート中の塩化物量分布が得られているような場合には、式(4.2)中のコンクリート表面の塩化物イオン濃度と拡散係数を変数とした近似解析を行って、コンクリート表面塩化物イオン濃度と拡散係数を、それぞれ見掛けの値として求め、この見掛けの拡散係数を予測値として用いることができるとされている。また、既往の実績や研究成果を参考として予測値を決定する場合に、その予測精度やコンクリートの品質の差異などを考慮して、適当な値を設定することができるとされている^{4.3)}。

本報告書では取り扱う拡散係数に、過去、土研で調査・研究から得られた成果を適用している（詳細な内容については、「4.3.2 みかけの拡散係数 D_c の設定」で記述する。）。

4.2.3 コンクリート表面の塩化物イオン量 $Co^{4,6)}$

Co は、文献 4.10)4.2) において既に試案が示されている。但し、文献 4.10)では地域係数が考慮しており、文献 4.2)では地域差が考慮されていない。これまでのコンクリート橋の塩害による損傷状況^{4.13)}から考えて、 Co が海岸線から遠くなるのに応じて減衰させるのは適切であると考えられ、要求する耐久性に応じて合理的に設計を行うためには、地域差も考慮する必要があると考えられる。

4.3 フィックの拡散方程式の各種パラメータの設定

4.3.1 鋼材腐食発生限界塩化物イオン量と初期塩分量^{4,5)}

塩化物イオンの侵入を受けるコンクリート中において鋼材腐食が発生しないことを塩害に対する構造物の耐久性の限界状態とした場合、その耐久性の照査は、コンクリート中に侵入し鋼材位置に蓄積した塩化物イオン濃度を算出し、その値が鋼材腐食発生限界濃度以下であることを照査することに置き換えて考えることができる。^{4,3)}

そこで試算では、式(4.2)より

$$C(x, t) = C_0 \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_c \cdot t}} \right) \right\} < C_{lim} - C_{init} \cdots (4.4)$$

により、必要かぶりを求める。

ここで、

C_{lim} : 腐食発生限界塩化物イオン量 (kg/m^3)

C_{init} : コンクリート中の初期塩化物イオン量 (kg/m^3)

一般の鋼材の腐食発生限界塩化物イオン量 C_{lim} は 1.2kg/m^3 とされている。(国内でのコンクリート中の普通鋼材の腐食限界塩化物イオン量は一般に実験により得られた $1.2 \sim 2.5\text{kg/m}^3$ ^{4,7)} と考えられている。これまでの既設橋の調査においても、 1.2kg/m^3 以下では鋼材の腐食はほとんど見られず、 2.5kg/m^3 を越えると鋼材の腐食が見られることが多い傾向にある。 $1.2 \sim 2.5\text{kg/m}^3$ の範囲はグレーゾーンであり、かぶり厚に応じて酸素の供給量が異なるためではないかと考えられるが明確にはされていない。文献4.2) では、塩化物イオンの浸透による鋼材腐食の照査において腐食限界塩化物イオン量は 1.2kg/m^3 としてよいとされている。)

初期塩化物イオン量 C_{init} は、 0.3kg/m^3 とする。(道路橋示方書Ⅲコンクリート編でも示されている、フレッシュコンクリート中の塩化物イオン量の制限値までの塩化物イオン量の存在を前提とする。)

4.3.2 みかけの拡散係数 D_c の設定

拡散係数は水セメント比 W/C の関数である次式によるものとする(なお、詳細な内容については文献4.5、文献4.6を参照されたい。)

$D_c = (5 \times 10^{-7}) \cdot e^{-1.6 (W/C)} \cdots (4.5)$ (ただし、波や波しぶきが頻繁に受ける部材については、別途検討が必要である。)

図-4.3に、式(4.5)によるコンクリートの水セメント比と塩分拡散係数の関係を示す。これは、早強セメントを用いたコンクリート供試体を3年間、沿岸部で屋外暴露したときの結果に基づいている。図中、式(4.5)とあわせて、他の機関で実施されたコンクリート供試体の沿岸部における暴露試験結果を示した。また、表-4.1に図-4.3に示したデータ^{4,3)} および式(4.5)の元データ(3年目のみ)^{4,8)}を示す。なお、これらのデータには早強セメント以外のデータも含まれているが、セメントの種類による顕著な差はここで

は見られなかった。

先の「4.2.2 みかけの拡散係数 D_c 」でも記述したが、現時点において水セメント比以外の例えばコンクリートに使用する骨材の性質、セメントの種類、空気量等についても考慮した拡散係数の評価式はまだ提案されてない状況である。従って、ポルトランドセメントを用い、骨材の物理的性質が、文献4.2) に示された範囲にあるものを用いた場合についてのみ式(4.5)が適用可能であるとし、これ以外の材料を用いた場合は、別途試験を行って、拡散係数を求める必要がある。

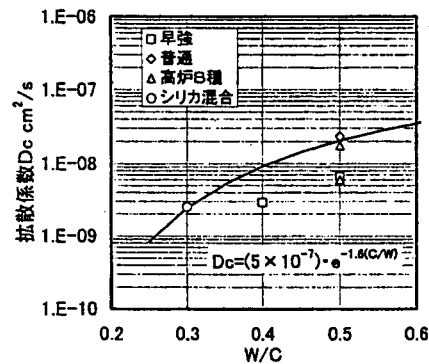


図-4.3 屋外暴露試験における D_c と W/C の関係

表-4.1 沿岸部における屋外暴露試験に基づく塩分拡散係数

文献	W/C (%)	D_c (cm²/sec)	備考
4.3)	40	2.9E-09	10年暴露(早強セメント)
	50	6.6E-09	10年暴露(早強セメント)
	50	6.0E-09	10年暴露(高炉B種セメント)
	30	2.5E-09	10年暴露(シリカフェーム混合セメント)
4.8)	25	1.2E-09	3年暴露(早強セメント)
	30	2.3E-09	3年暴露(早強セメント)
	40	1.1E-08	3年暴露(早強セメント)
	55	1.8E-08	3年暴露(早強セメント)
4.9)	50	2.3E-08	10年暴露(普通セメント)
	50	1.8E-08	10年暴露(高炉B種セメント)

表-4.2にかぶり算定時に想定する水セメント比 W/C (%) を示す。^{4.5)}

表-4.2 かぶり算定時に想定したコンクリートの W/C (%)

プレテン ション PC 部材	ポストテン ション PC 部材	左記以外の 部材 (RC 部材)
3 6 %	4 3 %	5 0 %

4.3.3 コンクリート表面の塩化物イオン量 Co の設定

(1) 飛来塩分量

コンクリート表面の塩化物イオン量 Co の算定は以下の式 (4.6)、(4.7) によるものとする (詳細な内容については、文献4.1、文献4.5を参照されたい。)

$Co = 1.2 \cdot Cair^{0.4}$ (NaCl 換算の場合) … (4.6)

$C_{air} = C_1 \times d^{-0.6}$: 飛来塩分量 (mdd)、 $mdd = mg/dm^2/day \cdots (4.7)$

C_1 : 1km 換算飛来塩分量 (mdd)

d : 海岸線からの距離(km)

ただし、海上や海岸線で 0km の場合は $d = 0.001km$ とする。

ここでいう飛来塩分量とは、1 年間に 10cm × 10cm のステンレス板に付着した塩分量を測定日数で除した値であり、計測方法は土研式塩分捕集器⁴¹⁾を用いた測定を行った。式(4.7)のもととなったデータは、海に開けた平野部で測定した結果を用いており、約一ヶ月ごとに測定した 12 個のデータの平均値である。

全国的な飛来塩分量の分布の傾向を把握するため、図-4.4に 1984 年 12 月から 3 カ年に行った全国沿岸部 266 地点における 3 年間の年平均飛来塩分量を示す。ただし、調査期間が 1 年間の地点は 1 年間の平均値、2 年間の地点は 2 年間の平均値を示している。

塩害による劣化損傷が比較的多く発生している北海道、東北、北陸地方の日本海に面した地域および沖縄県では、飛来塩分量が比較的多い。一方、劣化損傷の発生が少ない太平洋に面した地域および中国地方、九州地方の日本海側に面した地域では飛来塩分量がほとんど 1.0mdd 未満であり、飛来塩分量が比較的小さい。

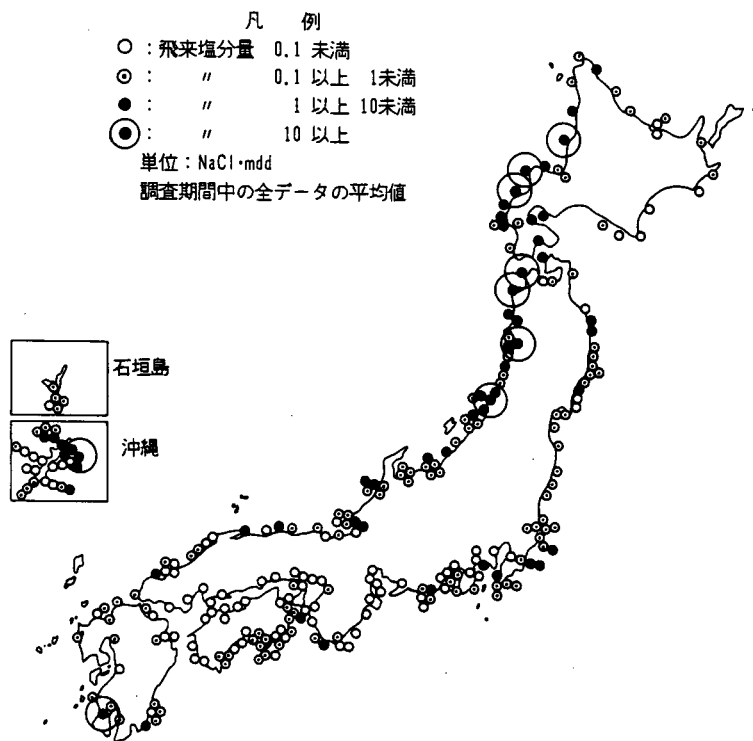


図-4.4 飛来塩分量の全国分布

(2) 各対策地域区分A～Cの1km換算飛来塩分量C1^{4.5)}

飛来塩分量は、海岸線からの距離によって減衰する傾向があり、気象・海象の影響により地域特性があることから、ここでは地域区分ごとに 1km 換算飛来塩分量 C1 を設定することとした。なお、C1 については文献 4.1) のデータを基に設定することとした。

表-4.3 1km換算飛来塩分量C1の設定値

地域区分	1km 換算飛来塩分量 C1 (mdd・NaCl)	σ
A	0.24 [0.95]	0.76
B	0.92 [0.95]	0.44
C	0.11 * [0.35]	0.61 *

[] 内数値は、参考値として文献 4.5) より引用したものである。

(※ただし、地域区分 C の C 1 は文献 4.1) に各地域毎に C1 が設定されていたことから、再度 C 地区全体の 1km 換算飛来塩分量の平均と標準偏差 σ をとりなおしたものである。)

4.3.4 対象とする塩害データ

今回の塩害調査で得られたデータの中で対象とする塩害データは 3 章でも記述したように損傷部位（桁下面・桁側面・床版下面等）の判断が比較的容易であった T 桁橋を対象とする。なお、T 桁橋で”床版下面”に損傷有というのが、床版下面のことなのか、上フランジ下面のことなのか判断し難いため、”床版下面”にのみ損傷有というデータは扱わないこととする。

4.3.5 かぶり厚 x の設定

S59 塩対指針（案）が通達された 1984 年以前に架設された橋梁を対象に以下のようにかぶり厚を設定する（付属資料－4 参照）。

なお、「桁」については 1978 年に出された「道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編」の中で桁の最小かぶり厚をそれまでの 20mm（プレテンション、ポストテンション、RC）から 25mm（プレテンション）、35mm（ポストテンション、RC）に変更されたことから表-4.4に示すようにした。

表-4.4 想定したかぶり厚 (mm)

	桁	
	～ 1978 年	1979 年～ 1984 年
プレテンション	20	25
ポストテンション	20	35
RC	20	35

4.4 拡散理論による必要かぶりの算出

4.4.1 必要かぶり算出するまでの流れ

4.3で設定した基本条件をもとに、実際に地域区分 A ～Cまでの塩害実態データをフィックの拡散方程式により検証し、必要かぶりを算出する。なお、必要かぶり算出するまでの全体の流れを図-4.5に示す。

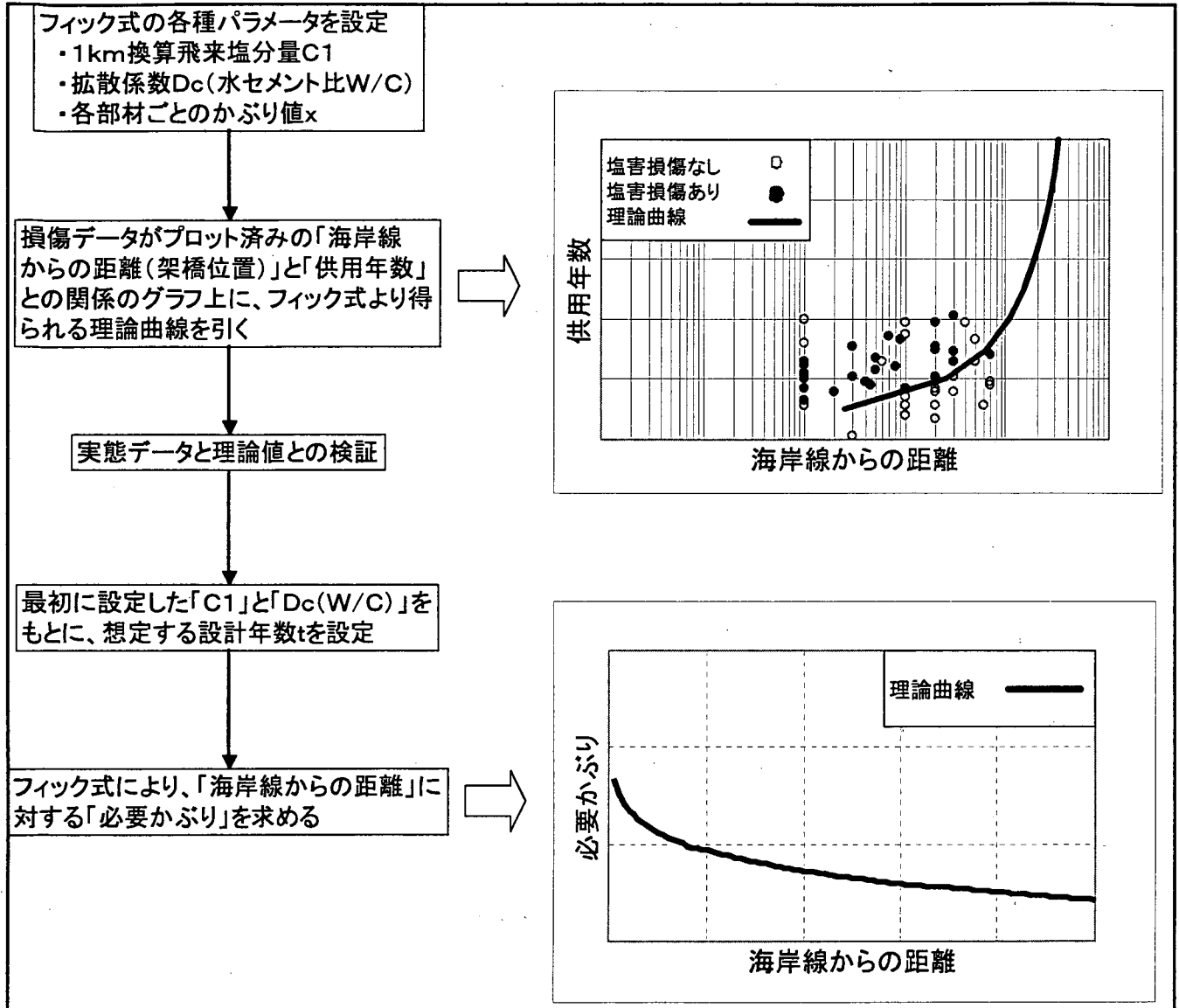


図-4.5 フィックの拡散方程式による必要かぶり算出までの流れ

○グラフの特徴

「海岸線からの距離」と「供用年数」との関係のグラフの特徴として、以下に示す。

- ①同じ強度(水セメント比)で1km換算飛来塩分量が増加するとグラフ上の曲線は右ヘシフトする。
- ②上記①とは逆に同じ1km換算飛来塩分量で水セメント比が減少するとグラフ上の曲線は左ヘシフトする。これは、水セメント比が減少すると、言い換えれば、コンクリートの水密性が上がると塩化物イオンが鋼材位置まで到達する時間が延びることである。

4.4.2 地域区分Aの検証

表-4.5に4.3で設定した各種設定条件を総括したものを示す。

表-4.5 地域区分Aにおけるフィックの拡散方程式の各種パラメータの設定値

パラメータ		設定値	
		桁	
		～ 1978 年	1979 年～ 1984 年
かぶり (x)	プレテンション	20mm	25mm
	ポストテンション	20mm	35mm
	RC	20mm	35mm
水セメント比 (W/C)	プレテンション	36% [50N 相当]	
	ポストテンション	43% [40N 相当]	
	RC	50% (55%) [30N 相当]	
1km 換算 飛来塩分量 (C1) (値は NaCl 換算したもの)		0.24mdd、 $\sigma = 0.76$ * (0.95mdd)	
想定する供用年数 (t)		100 年	

() 内については、参考値として示すこととする

※ 設定した 1 k m換算飛来塩分量には、各地域毎によりバラツキがあり、また想定した水セメント比、かぶり値にもバラツキが含まれていると考えられることから、その分を考慮し文献 4.1) で示されている 1 k m換算飛来塩分量の標準偏差 σ を用いて、0 σ 及び + 1 σ のときの 2 つの線を引き、検討することとした。

(1) プレテンション方式 T 桁橋

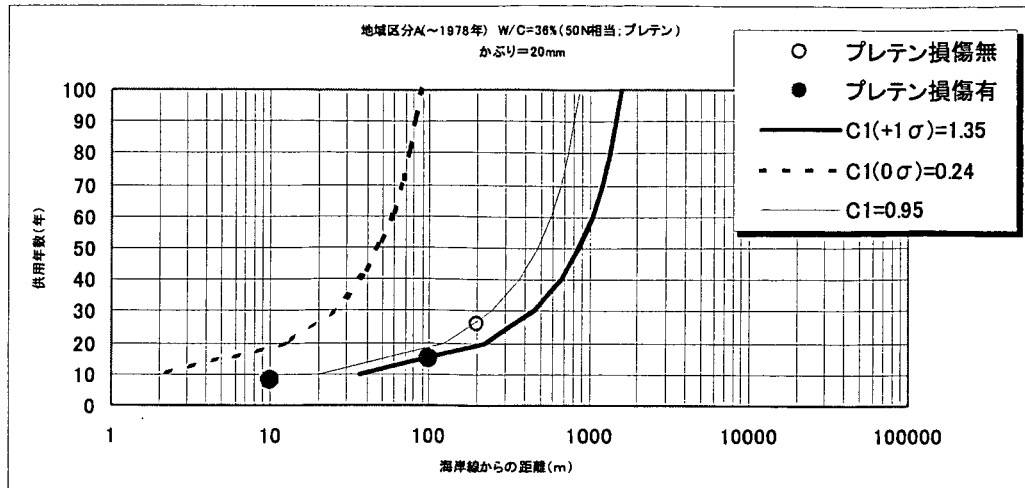


図-4.6 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (～1978年)

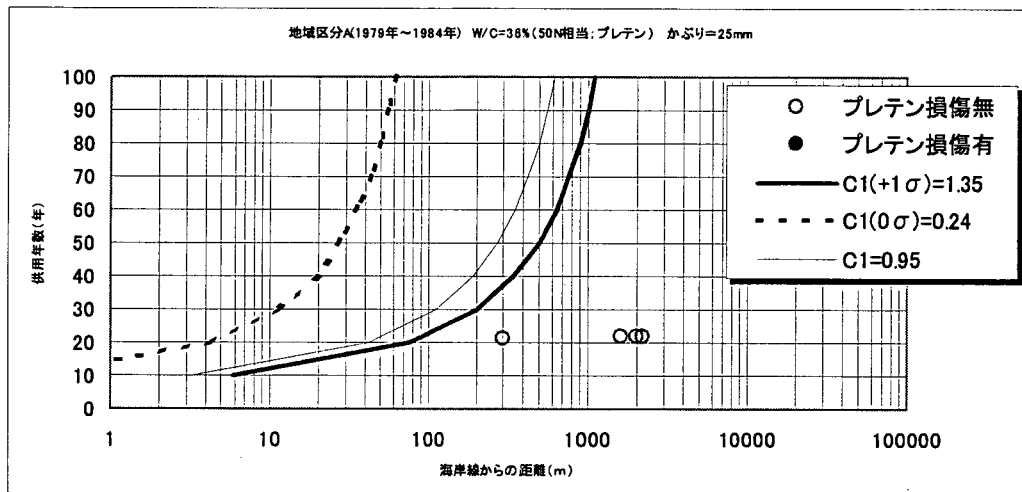


図-4.7 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (1979年～1984年)

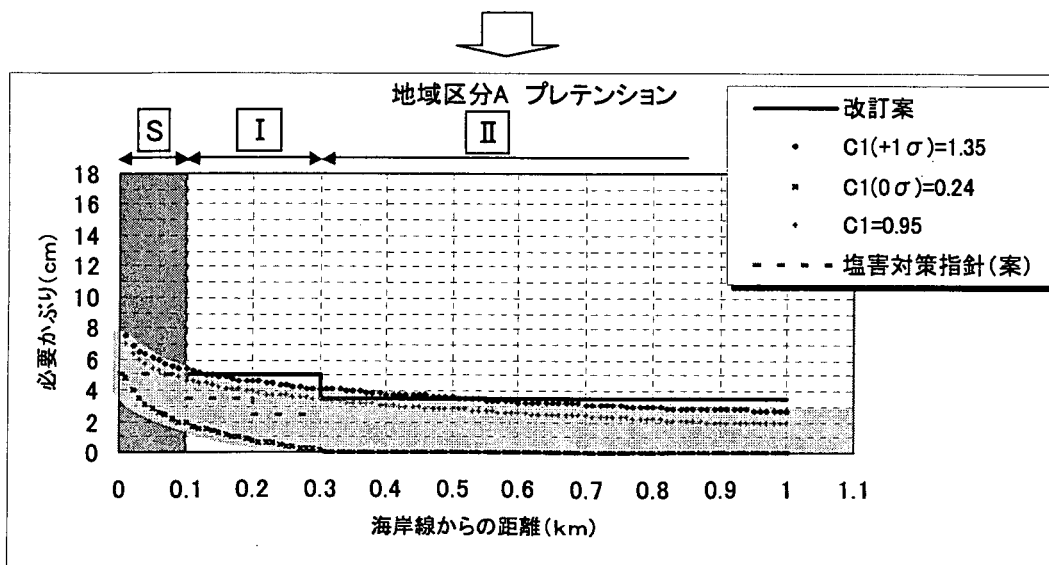


図-4.8 「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の関係

(2) ポストテンション方式T桁橋

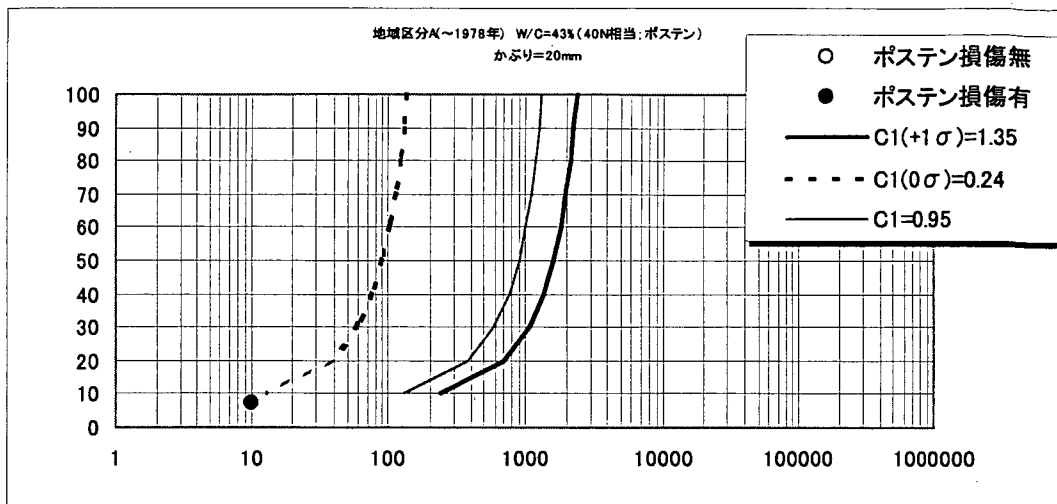


図-4.9 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (～1978年)

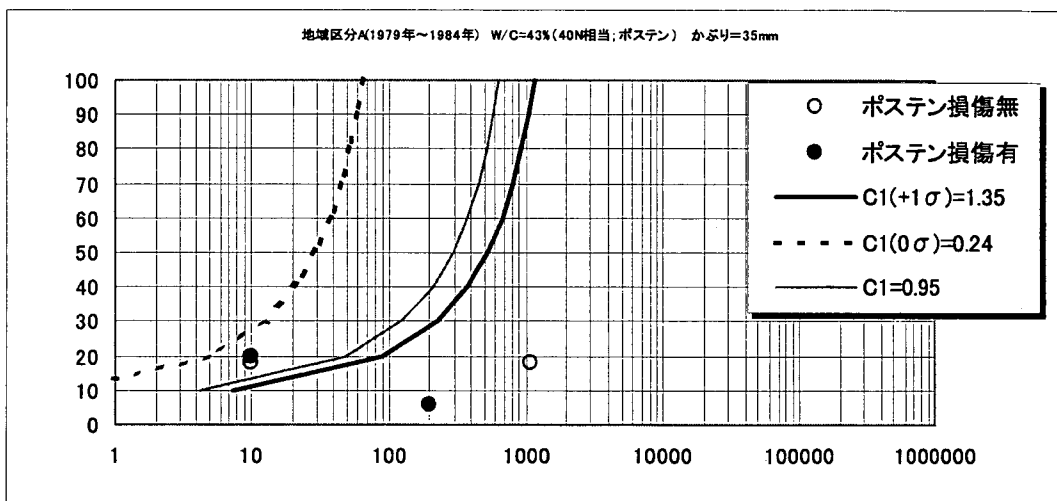


図-4.10 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (1979～1984年)

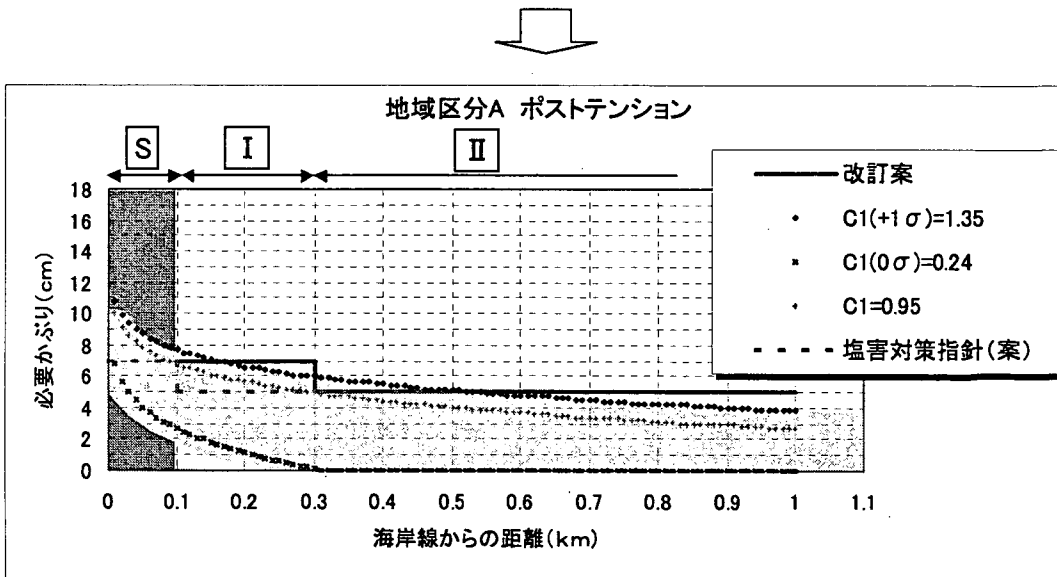


図-4.11 「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の関係

(3) RCT 桁橋

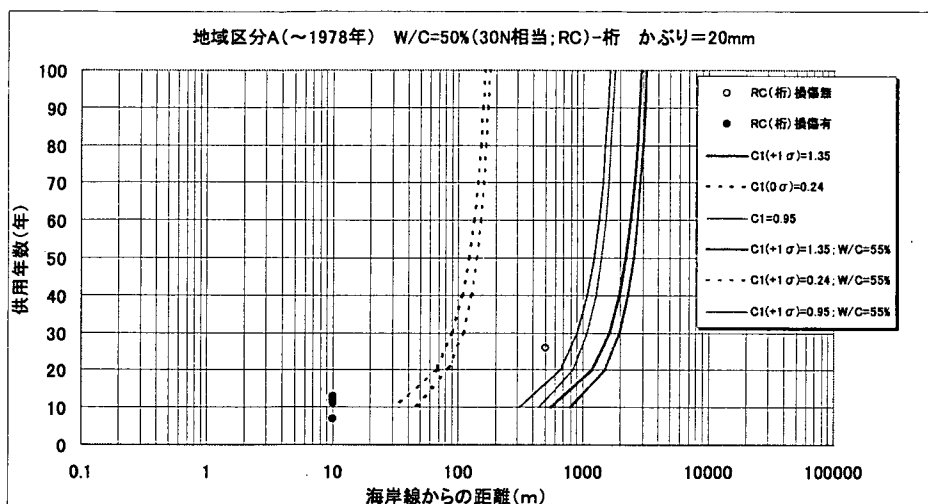


図-4.12 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係(～1978年)

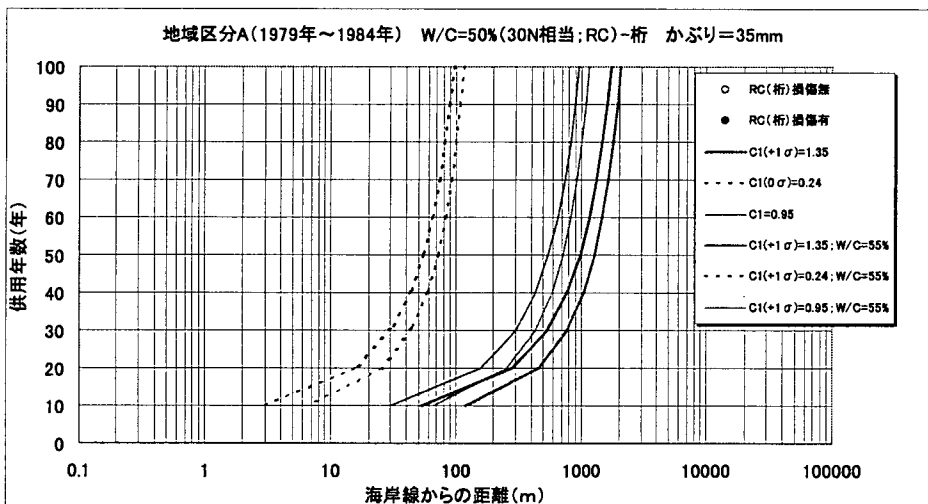


図-4.13 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係(1979～1984年)

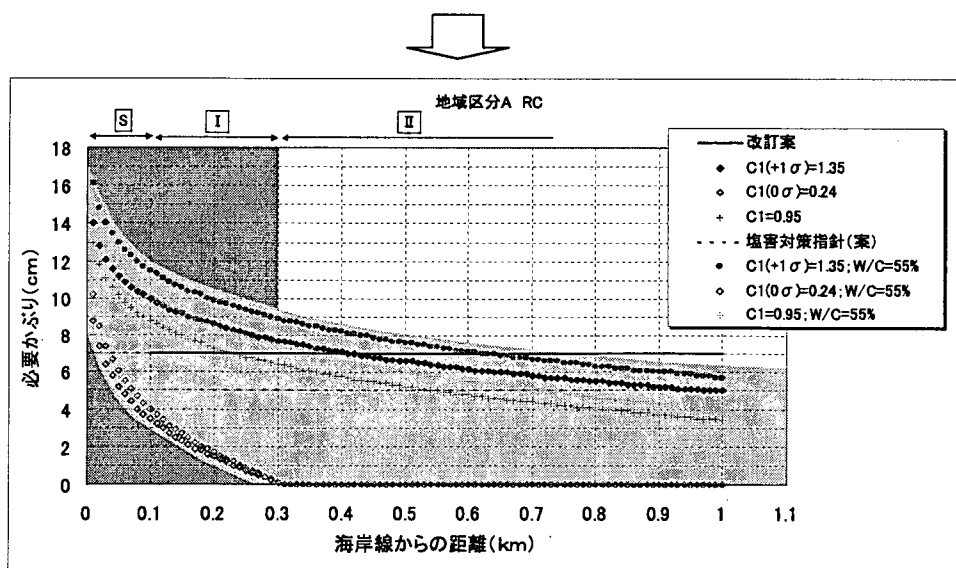


図-4.14 「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の関係

4.4.3 地域区分Bの検証

表-4.6に4.3で設定した各種設定条件を総括したものを示す。

表-4.6 地域区分Bにおけるフィックの拡散方程式の各種パラメータの設定値

パラメータ		設定値	
		桁	
		～ 1978 年	1979 年～ 1984 年
かぶり (x)	プレテンション	20mm	25mm
	ポストテンション	20mm	35mm
	RC	20mm	35mm
水セメント比 (W/C)	プレテンション	36% [50N 相当]	
	ポストテンション	43% [40N 相当]	
	RC	50% (55%) [30N 相当]	
1km 換算 飛来塩分量 (C1) (値は NaCl 換算したもの)		0.92mdd、 $\sigma = 0.44^*$ (0.95mdd)	
想定する供用年数 (t)		100 年	

() 内については、参考値として示す。

※ 設定した 1 km換算飛来塩分量には、各地域毎によりバラツキがあり、また想定した水セメント比、かぶり値にもバラツキが含まれていると考えられることから、その分を考慮し文献 4.1) で示されている 1 km換算飛来塩分量の標準偏差 σ を用いて、 0σ 及び $+1\sigma$ のときの2つの線を引き、検討することとした。

(1) プレテンション方式 T 桁橋

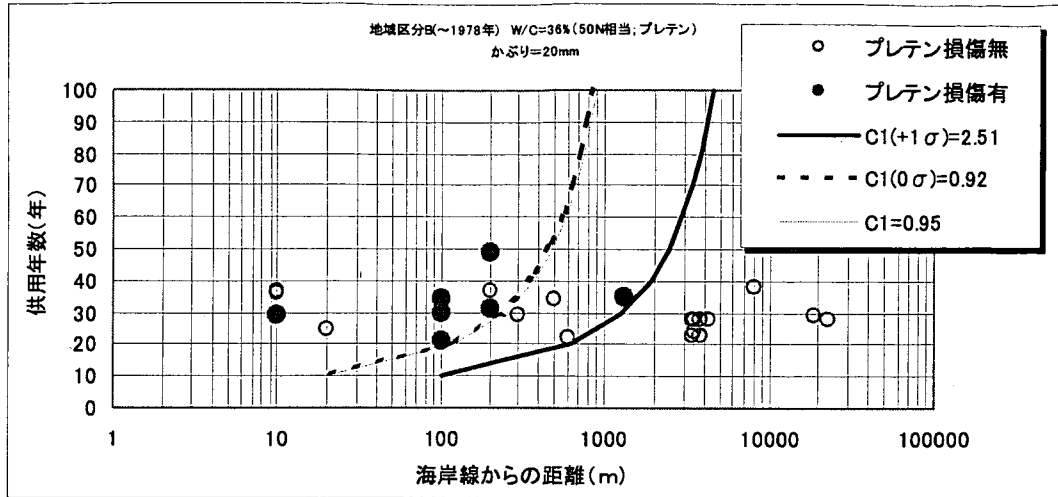


図-4.15 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (～1978年)

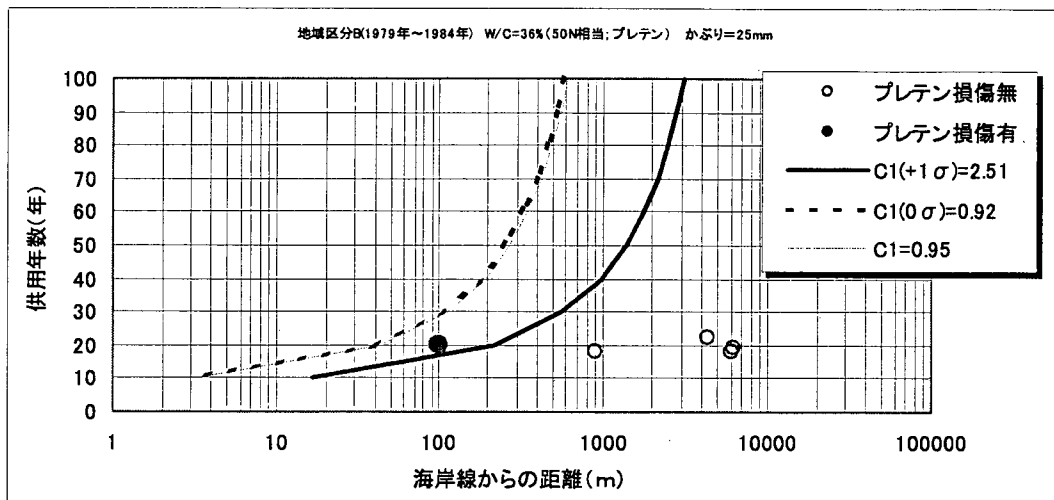


図-4.16 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (1979～1984年)

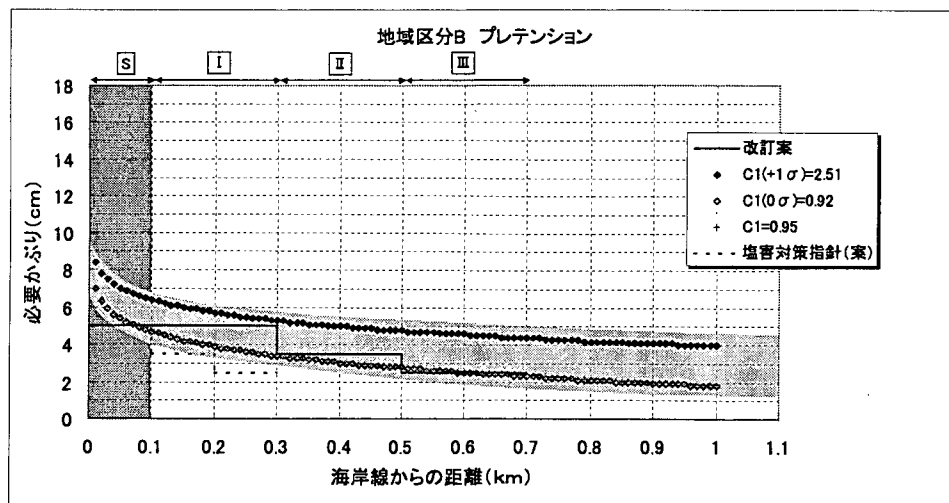


図-4.17 「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の関係

(2) ポストテンション方式T桁橋

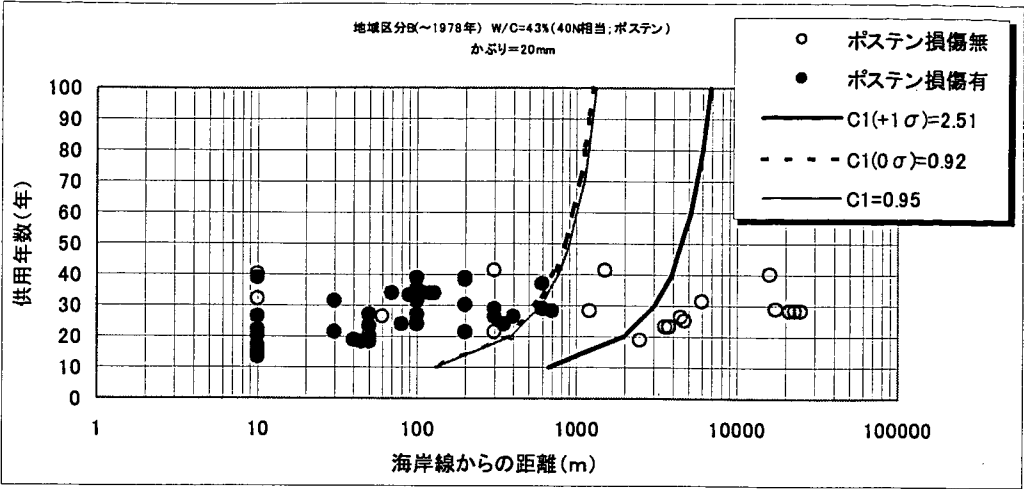


図-4.18 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (～1978年)

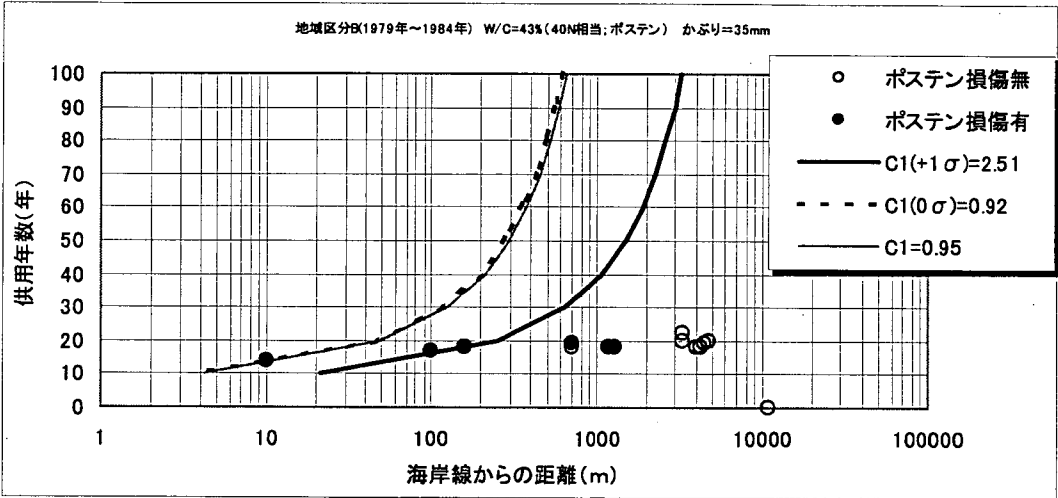


図-4.19 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (1979～1984年)

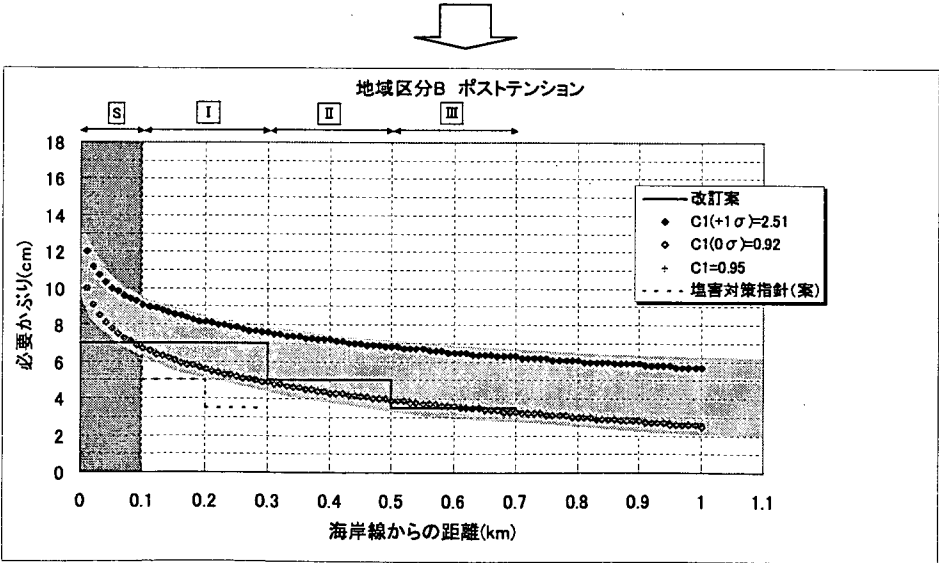


図-4.20 「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の関係

(3) RCT 桁橋

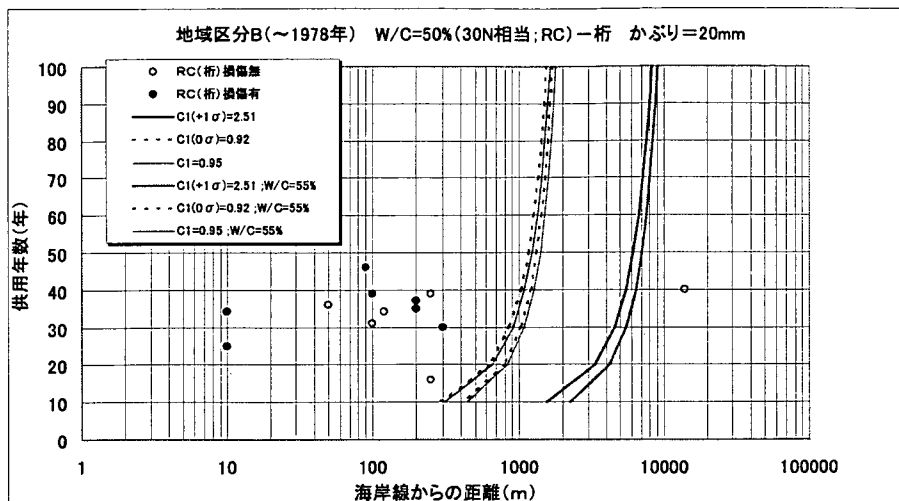


図-4.21 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (～1978年)

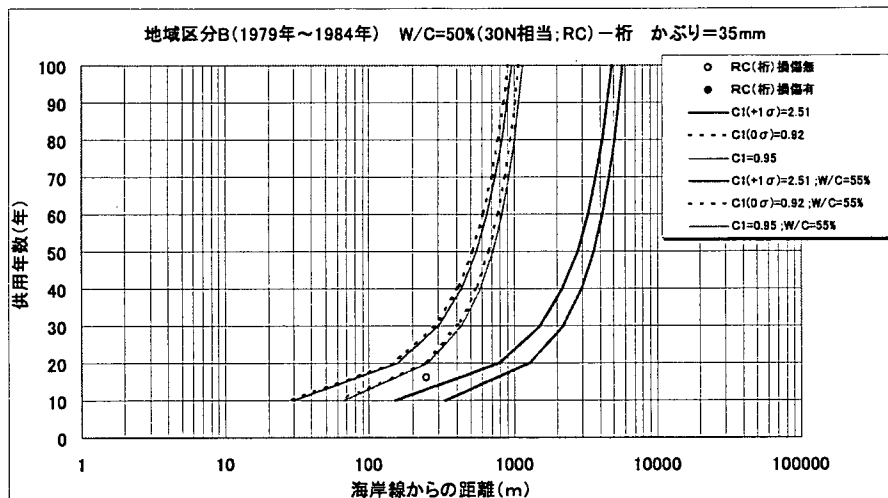


図-4.22 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (1979～1984年)

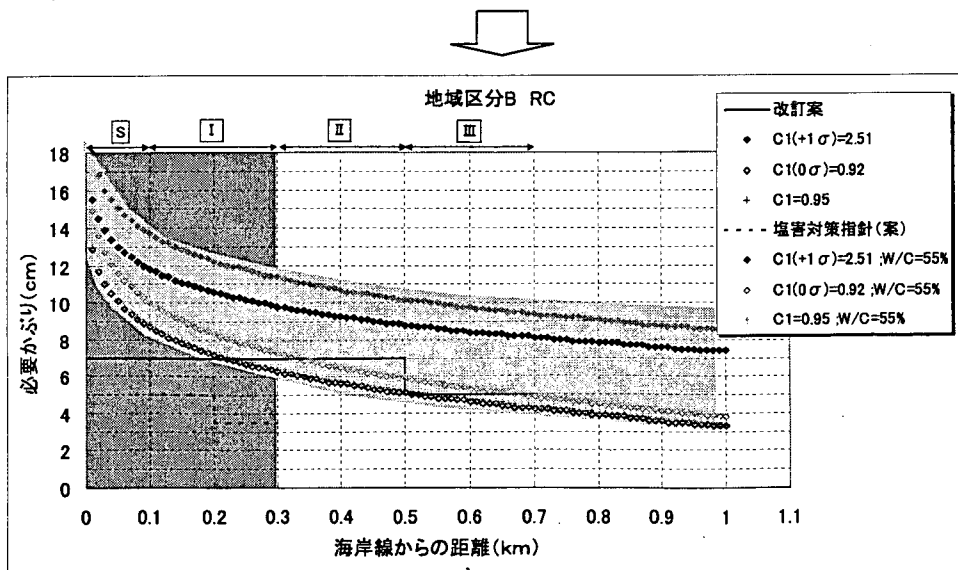


図-4.23 「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の関係

4.4.4 地域区分Cの検証

表-4.7に4.3で設定した各種設定条件を総括したものを示す。

表-4.7 地域区分Cにおけるフィックの拡散方程式の各種パラメータの設定値

パラメータ		設定値	
		桁	
		～ 1978 年	1979 年～ 1984 年
かぶり (x)	プレテンション	20mm	25mm
	ポストテンション	20mm	35mm
	RC	20mm	35mm
水セメント比 (W/C)	プレテンション	36% [50N 相当]	
	ポストテンション	43% [40N 相当]	
	RC	50% (55%) [30N 相当]	
1km 換算 飛来塩分量 (C1) (値は NaCl 換算したもの)		0.11mdd、 $\sigma = 0.61^*$ (0.35mdd)	
想定する供用年数 (t)		100 年	

() 内については、参考値として示す。

※ 設定した 1 km換算飛来塩分量には、各地域毎によりバラツキがあり、また想定した水セメント比、かぶり値にもバラツキが含まれていると考えられることから、その分を考慮し文献4.1) で示されている 1 km換算飛来塩分量の標準偏差 σ を用いて、 0σ 及び $+1\sigma$ のときの2つの線を引き、検討することとした。

(1) プレテンション方式T桁橋

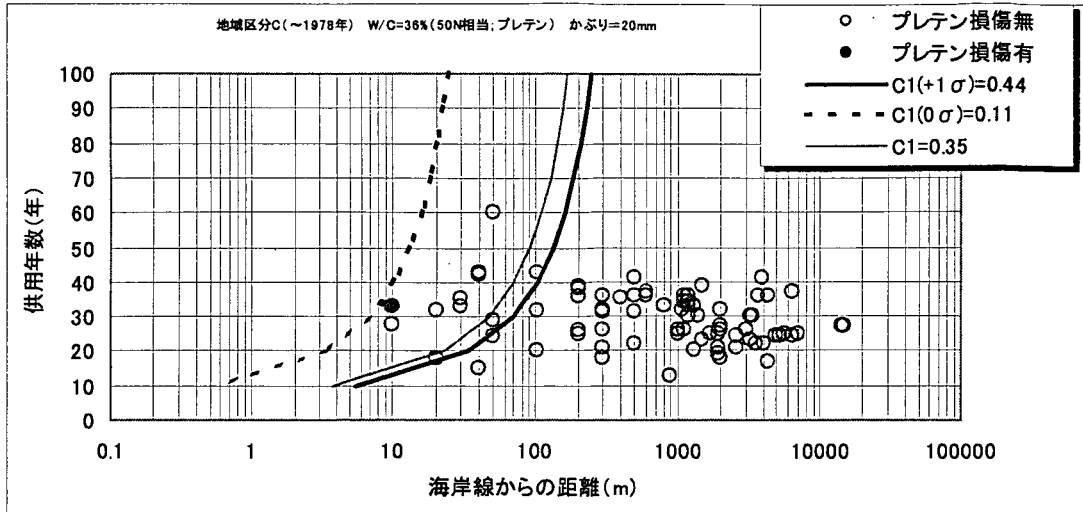


図-4.24 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係(～1978年)

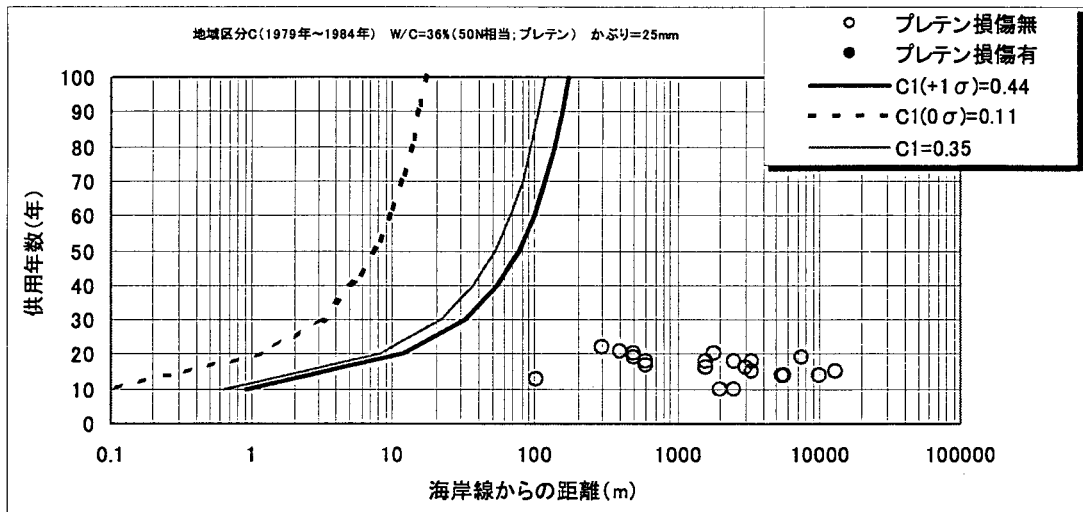


図-4.25 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係(1979～1984年)

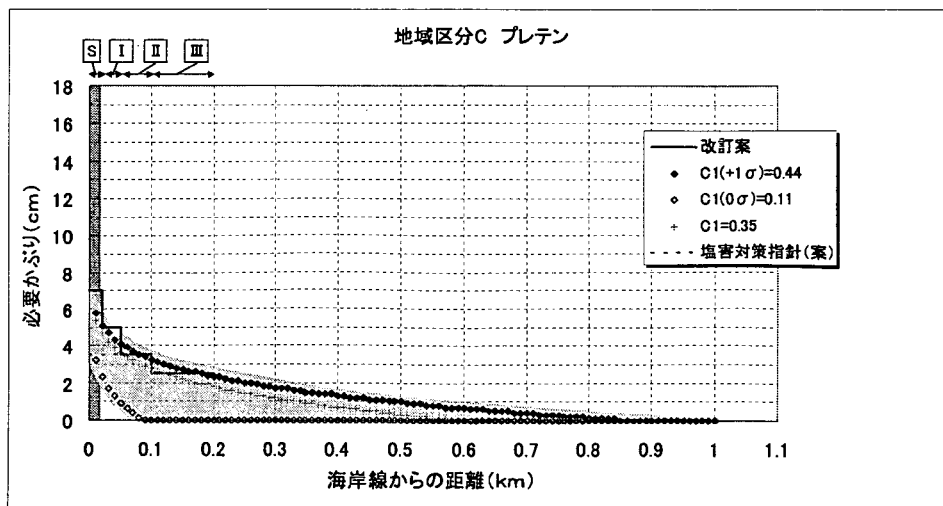


図-4.26 「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の関係

(2) ポストテンション方式T桁橋

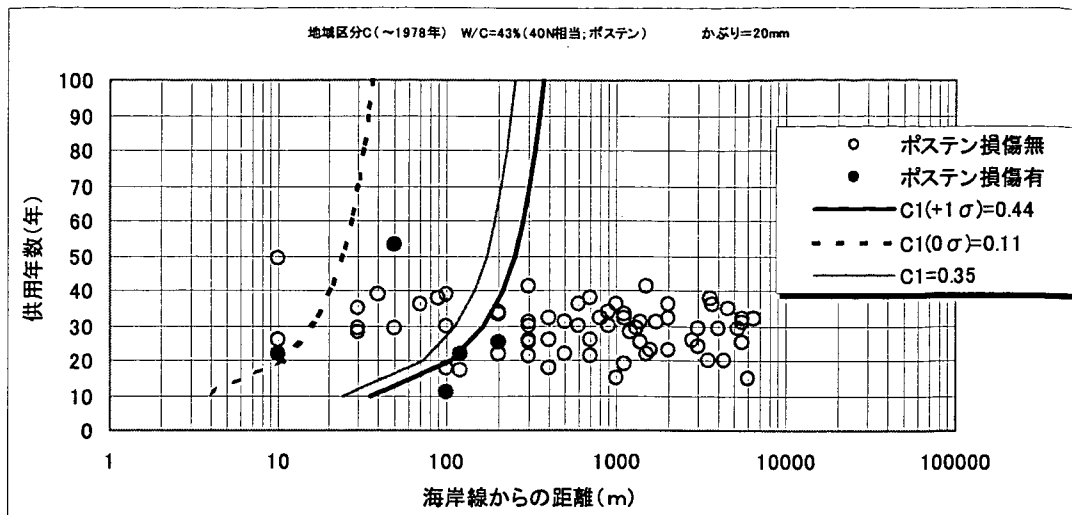


図-4.27 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係(～1978年)

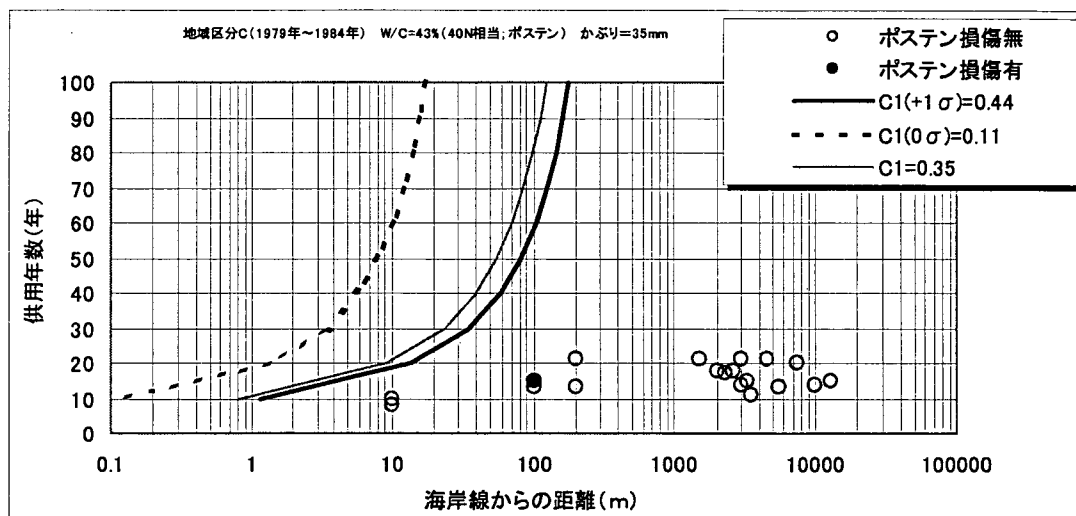


図-4.28 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係(1979～1984年)

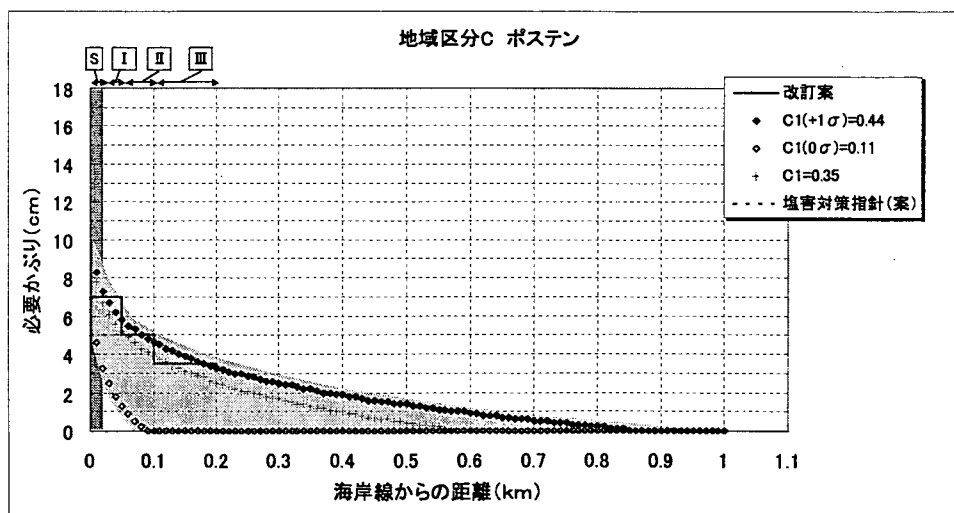


図-4.29 「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の関係

(3) RCT 桁橋

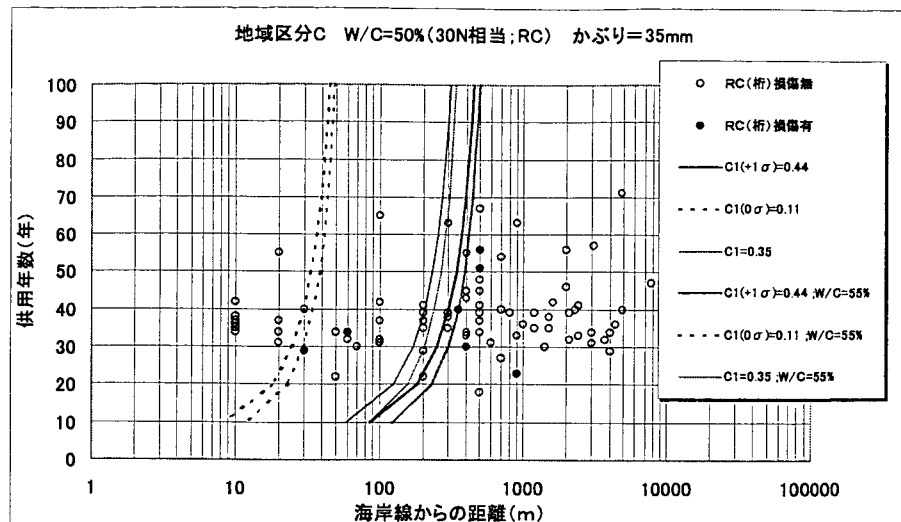


図-4.30 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (～1978年)

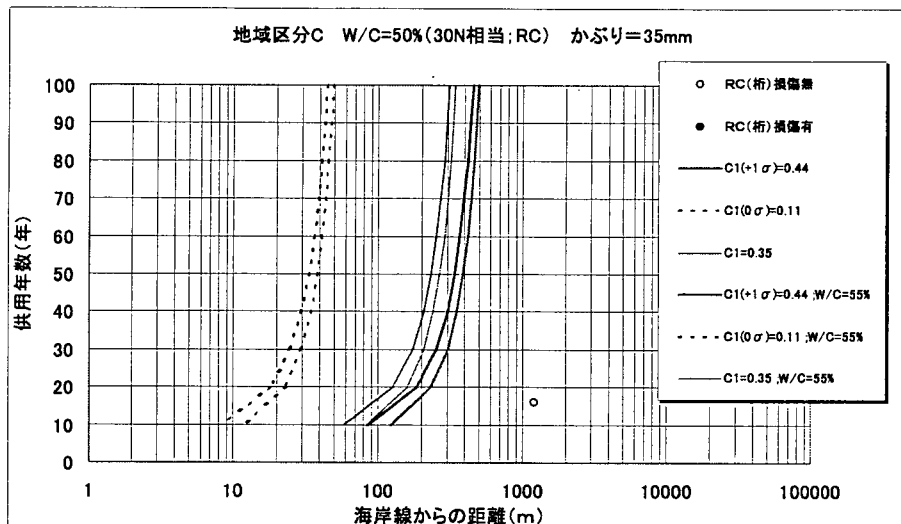


図-4.31 「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係 (1979～1984年)

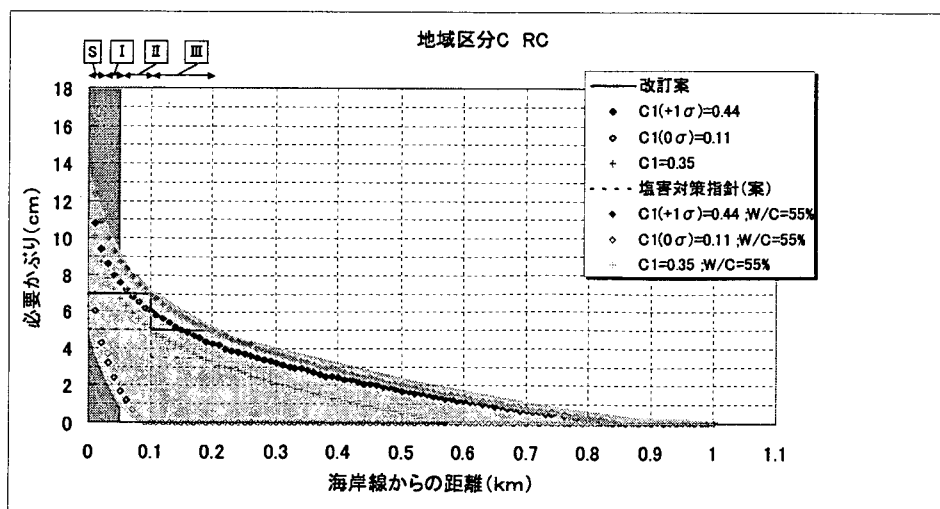


図-4.32 「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の関係

4.5 評価・検討

4.5.1 検証結果

地域区分A～Cのいずれにおいても、拡散式による「供用年数」と「海岸線からの距離」の関係は、1km換算飛来塩分量に対してバラツキを+1σ程度の幅をもって評価した場合に実際の損傷データが概ね説明できる。過去土木研究所より提案されている飛来塩分量、拡散係数を用いた拡散式は概ね妥当であると考えられる。

この結果より、「必要かぶり」と「海岸線からの距離」の検討において、C1（0σ）のときとバラツキ分を考慮したC1（+1σ）のときのかぶりの曲線を2本引き、その範囲内にほぼ収まるように必要かぶりを設定した。その結果、S59 塩対指針（案）で規定されているかぶり厚では、いずれも設計の目標期間として100年を考えたとき、必ずしも充分ではないことがわかる。

4.5.2 上部構造におけるかぶり厚と対策区分

表-4.8に S59 塩対指針（案）で規定されている最小かぶり厚、表-4.9に今回の検証で得られた最小かぶり厚、表-4.10に現在の道路橋示方書Ⅲ（H14.3）で規定されている最小かぶり厚を、表-4.11に今回の検証結果*で得られた対策区分と S59 塩対指針（案）で規定されている対策区分を示す。

（※道路橋示方書Ⅲ（H14.3）と同じ）

表-4.8 S59塩対指針（案）の最小かぶり値（cm）

対策区分	上部構造		
	床板下面、 地覆・高欄	け た プレテンション方式 によるプレキャスト PCげた	左記以外 のけた
I	5.0	5.0	7.0
II	4.0	3.5	5.0
III	3.0	2.5	3.5

表-4.9 今回の検討結果の最小かぶり値（cm）

対策区分	上部構造		
	プレテン	ポステン	RC
S	7.0	7.0	7.0
I	5.0	7.0	7.0
II	3.5	5.0	7.0
III	2.5	3.5	5.0

表-4.10 道路橋示方書Ⅲ（H14.3）の最小かぶり値（cm）

対策区分	上部構造		
	(1)工場で製作される プレストレストコン クリート構造	(2)(1)以外のプレ ストレストコンクリ ート構造	(3)(2)以外の鉄筋 コンクリート構造
S	7.0(塗装鉄筋またはコンクリート塗装を併用)		
I	5.0	7.0	
II	3.5	5.0	7.0
III	2.5(構造細目による)	3.5(構造細目による)	5.0

表-4.11 今回の検証結果とS59塩対指針（案）の対策区分の比較

地域区分			今回の 検証結果	塩害対策 指針(案)
	地 域	海岸線からの距離	対策区分	対策区分
A	沖縄県	海上部及び海岸線から100mまで	S	I
		100mをこえて300mまで	I	
		上記以外の範囲	II	II
B	北海道、東北、北 陸の日本海側	海上部及び海岸線から100mまで	S	I
		100mをこえて300m(200m)まで	I	II
		300m(200m)をこえて500m(300m)まで	II	III
		500mをこえて700mまで	III	
C	上記以外の地域	海上部及び海岸線から20mまで(海上	S	I
		20m(海岸線)をこえて50m(100m)まで	I	II
		50m(100m)をこえて100m(200m)まで	II	III
		100mをこえて200mまで	III	

(海岸線からの距離の括弧内は S59 塩対指針（案）の規定値)

地域区分 A・B（C）については海岸線から 100 m（20 m）までのかぶり厚は、図-4.8、4.11、4.14、4.17、4.20、4.23、4.26、4.29、4.32のグラフを見ても明らかなように 10 cm～15 cm程度までとなっているが、計算上の必要かぶりで構造物をつくとコンクリート構造物の重量が大きくなり、無筋コンクリート部分が増えることにより、乾燥収縮によるひび割れも懸念されるため、海岸線から 100 m（20 m）までおよびRCの対策区分 1 の塩害対策は、かぶりに加えて塗装鉄筋もしくはコンクリート塗装等の別途対策の併用が必要であると考えられる。

5章 下部構造における塩害対策の検討

3章でも記述したように第2回塩害調査（2000年実施）で得られた下部構造のデータの数が少ないという理由などから、下部構造の塩害対策を適切に評価・検討するにあたり2001年に別途、下部構造の塩害調査（以下、2001年下部構造塩害調査）を実施した。この章では、2001年下部構造塩害調査結果の報告をするとともに、S59 塩対指針（案）に示された下部構造の塩害対策についての再評価を行い、新たに下部構造における塩害対策の提案を行った。

5.1 データの整理

5.1.1 対象データ

各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局が管理する橋梁の橋梁諸元データ、橋梁定期点検（近接）結果のデータ及び※第2回塩害調査（2000年実施）データを使用した（※第2回塩害調査（2000年実施））の下部工の調査結果については、参考データという位置づけで「5.1.3 損傷事例の整理」「5.2 拡散理論による必要かぶりの算出」でのみ扱うこととする。）。。

橋梁諸元データと橋梁定期点検（近接）結果データは、国土交通省道路管理データベースシステム（MICHI）と（財）道路保全センターがMICHIのデータファイルを利用して開発した橋梁保全支援システムをデータソースとしている。

5.1.2 基礎的調査事項の整理

（1）損傷度の定義の説明

直轄国道の橋梁の定期点検（近接）は、「土木研究所資料第2651号 橋梁点検要領（案）：建設省土木研究所、昭和63年7月」に基づいて実施されている。

損傷度の判定は、各部材ごとに、損傷の種類や状態、部材の重要度、損傷の進行状況を総合的に判断して行うことになっており、損傷の程度による点検結果の判定は損傷度判定標準により区分されている。

具体的な判定は、「損傷度判定基準（案）」に基づいて行われるのが一般的である。この判定の基本的な考え方は次の6つである。

① 損傷の種類別に橋の耐荷力・耐久性に与える影響の程度を次の3つの要因に分類して整理し、判定する。

- ・ 損傷の位置あるいはパターン（X）
- ・ 損傷の深さ（Y）
- ・ 損傷の拡がり（Z）

② 損傷の種類別判定においては、主部材は2次部材より原則として上位の判定区分とする。

③ 損傷が進行している場合は、部材の損傷度判定区分に進行していることを示し、注意を促す。

④ 損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがある場合は、耐荷力・耐久性の影響を問わず判

定区分Ⅰとする。

- ⑤ 判定区分Ⅰは、点検の結果からは機械的に判定せず、道路管理者ならびに点検者が周囲の状況を総合的に判断して判定する。
- ⑥ 部材別の損傷度の判定で、1 部材に複数の種類の損傷がある場合には、損傷の種類ごとの判定結果のうち、最上位の判定区分となる損傷の種類の判定結果をその部材の判定結果とする。

損傷度の判定はできるだけ点検者が客観的かつ容易に損傷度を評価できるように、橋梁の耐荷力に関連があると考えられる損傷の位置あるいはパターン、損傷の深さ、損傷の拡がりの 3 つの要因に対してそれぞれ各損傷がどの程度であるかを大、中、小で判定すれば機械的に損傷ランク（Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、O.K）が決定されるシステムとなっている。

ただし、損傷の位置あるいはパターン、損傷の深さ、損傷の拡がりは、損傷項目すべてに対して一律に 3 つとも考慮されるものではない。

損傷ランクの決定に際して考慮される部材の重要性（主部材と 2 次部材との区別）については、橋の耐荷力・耐久性に着目して以下のように決められている。

- ・主部材

主桁、横桁、縦桁、対傾構、横構、床版、橋脚、橋台、基礎、支承、落橋防止装置

- ・2 次部材

高欄、防護柵、地覆、中央分離帯、縁石、舗装、伸縮装置、排水施設、点検施設、遮音施設、照明施設、標識、袖擁壁、添架物

(2) データ取得状況

統計処理に用いる橋梁諸元等データと橋梁定期点検（近接）結果データは、国土交通省道路管理データベースシステム（以下、MICH I と表す）と、（財）道路保全技術センターが MICH I のデータファイルを利用して開発した橋梁保全支援システムをデータソースとしている。

各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局が管理する橋梁のデータ取得状況を付 7 表-2.3.1 に整理する。

表-5.2.1 データ取得状況（平成13年5月末現在）

		MICH I_D010 橋梁基本 レコード数	橋保_KT0B 点検調書共通橋梁 定期点検（近接） レコード数	橋保_KT0B 点検調書共通橋梁 点検調査年	備考
北海道開発局		3,135	2,230	S63年度～H7年度	点検調査年月日 レギュラーレコード数 2
地方 整備 局	東北地方整備局	1,915	438	H1年度～H11年度	
	関東地方整備局	1,999	867	S63年度～H11年度	点検調査年月日 レギュラーレコード数 34
	北陸地方整備局	1,434	1,025	S63年度～H11年度	点検調査年月日 レギュラーレコード数 3
	中部地方整備局	2,501	1,520	S58年度～H11年度	
	近畿地方整備局	2,373	478	S57年度～H11年度	点検調査年月日 レギュラーレコード数 1
	中国地方整備局	2,135	749	S51年度～H11年度	
	四国地方整備局	1,401	325	S59年度～H11年度	点検調査年月日 レギュラーレコード数 17
	九州地方整備局	2,016	861	S62年度～H11年度	点検調査年月日 レギュラーレコード数 2
沖縄総合事務局		156	26	H8年度，H10年度	H9年度定期点検 （近接）データなし
合 計		19,065	8,519		点検調査年月日 レギュラーレコード数 59

※ MICH I_D010 橋梁基本：MICH I のデータテーブルの名称

橋保_KT0B 点検調書共通橋梁：橋梁保全支援システムのデータテーブルの名称

(3) 基本データの整理

統計処理に用いるデータの性質、特性等を把握するため、統計処理単位（橋梁数、橋台・橋脚数）と統計処理パラメータ（供用年数、塩害地域区分、海岸線からの距離、凍結防止剤散布回数）による基本データの集計を行った。

これらの集計結果を図-5.2.1～5.2.18に示す。

なお、ここでは、塩害地域区分について、S59 塩対指針（案）の区分に属する地域・県の全範囲を対象（塩害地域区分Aはいずれも沖縄県全県が対象）とするものと、全範囲を対象とせずに S59 塩対指針（案）で規定している地域区分によるものを使い分けている。塩害地域区分による集計結果としては図-5.2.5

～5. 2. 18があるが、前者の塩害地域区分によるものは図-5. 2. 7～5. 2. 12、後者の塩害地域区分によるものは図-5. 2. 5、5. 2. 6、5. 2. 13～5. 2. 18となっている。

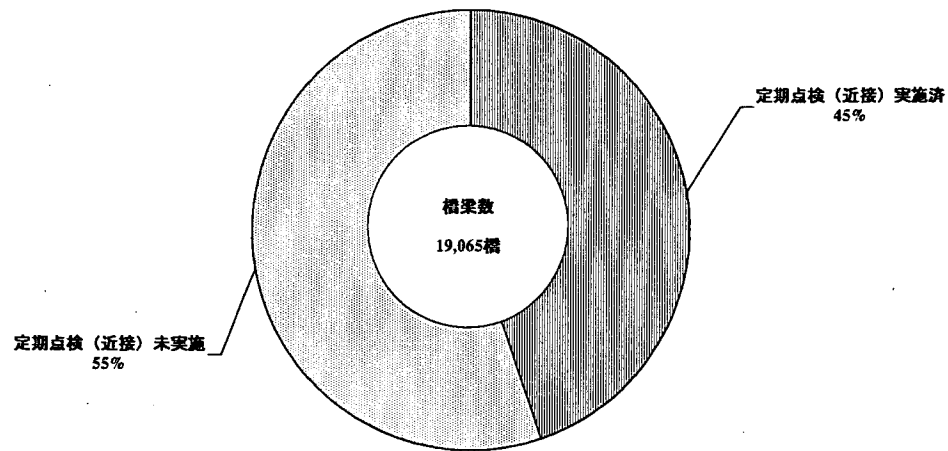


図-5. 2. 1 橋梁数

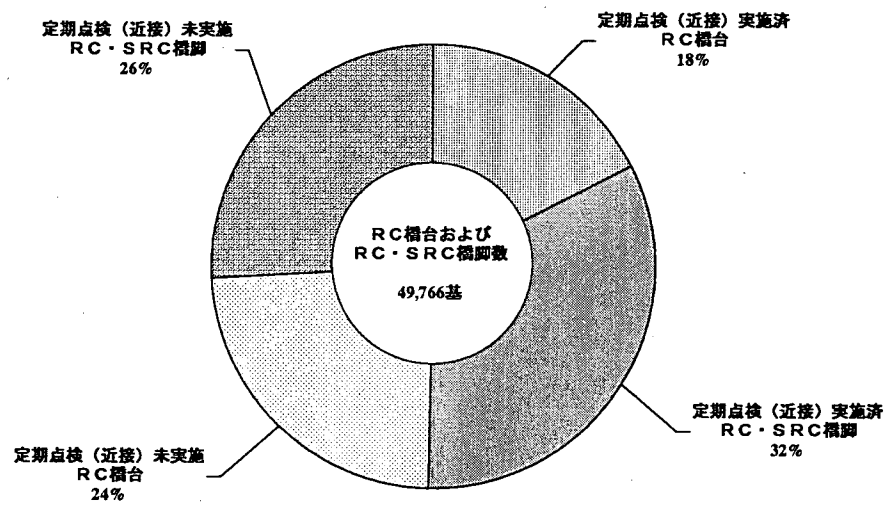


図-5. 2. 2 RC橋台およびRC・SRC橋脚数

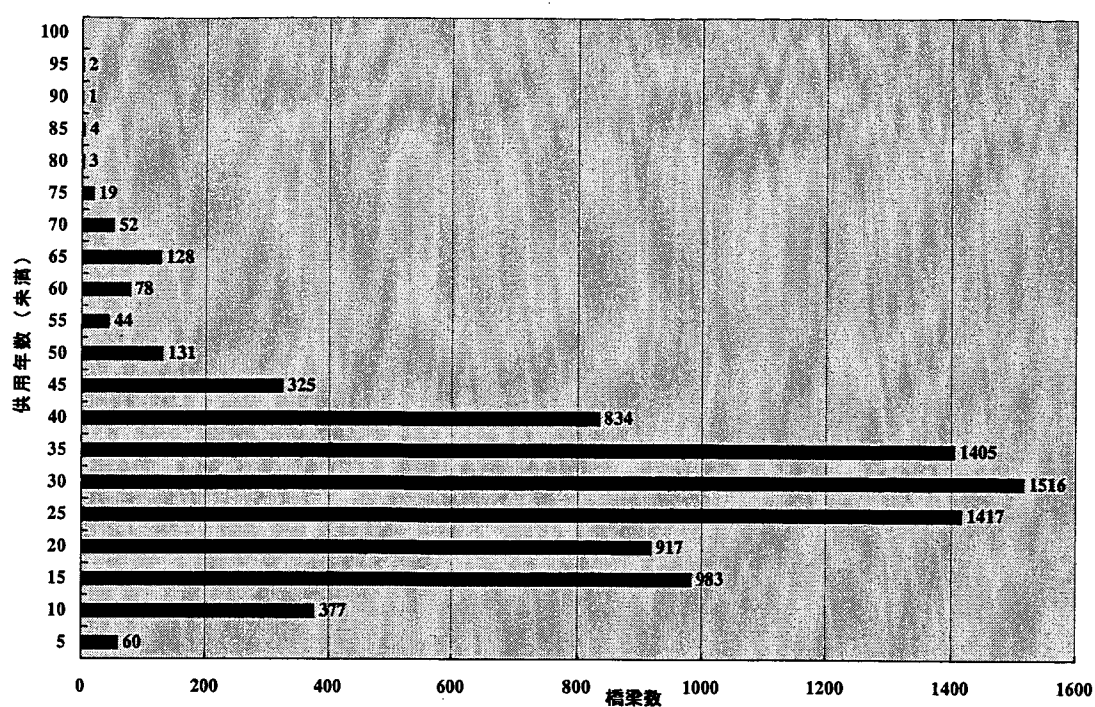


図-5.2.3 供用年数別橋梁数（定期点検（近接）実施済）

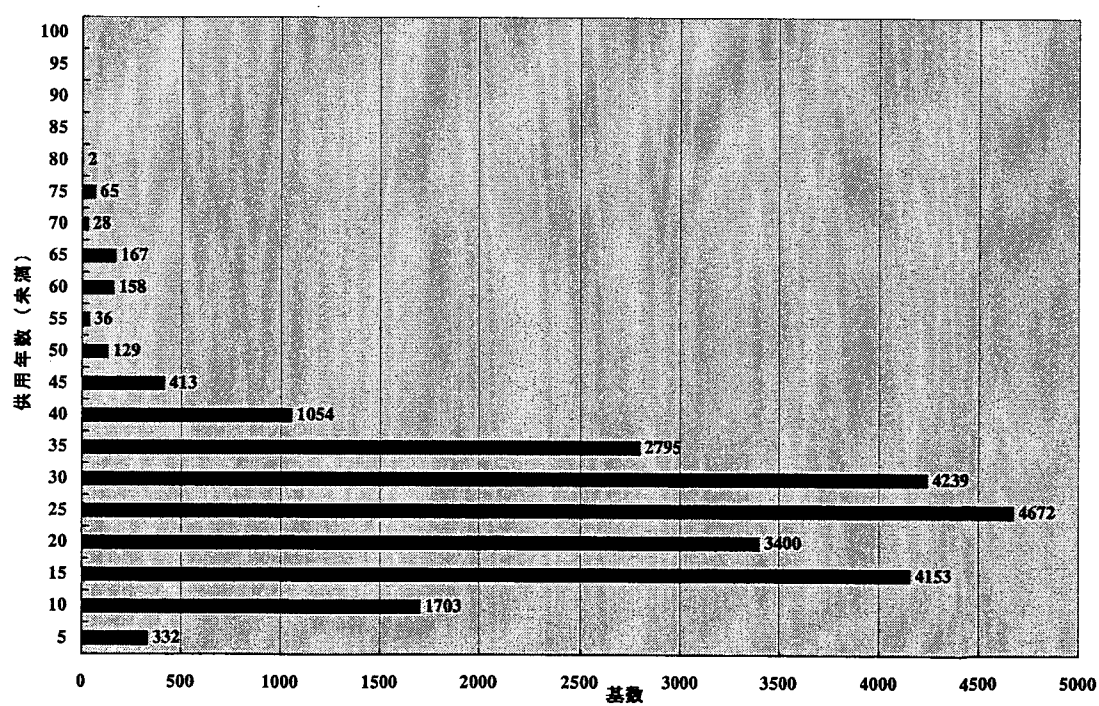


図-5.2.4 供用年数別RC橋台およびRC・SRC橋脚数（定期点検（近接）実施済）

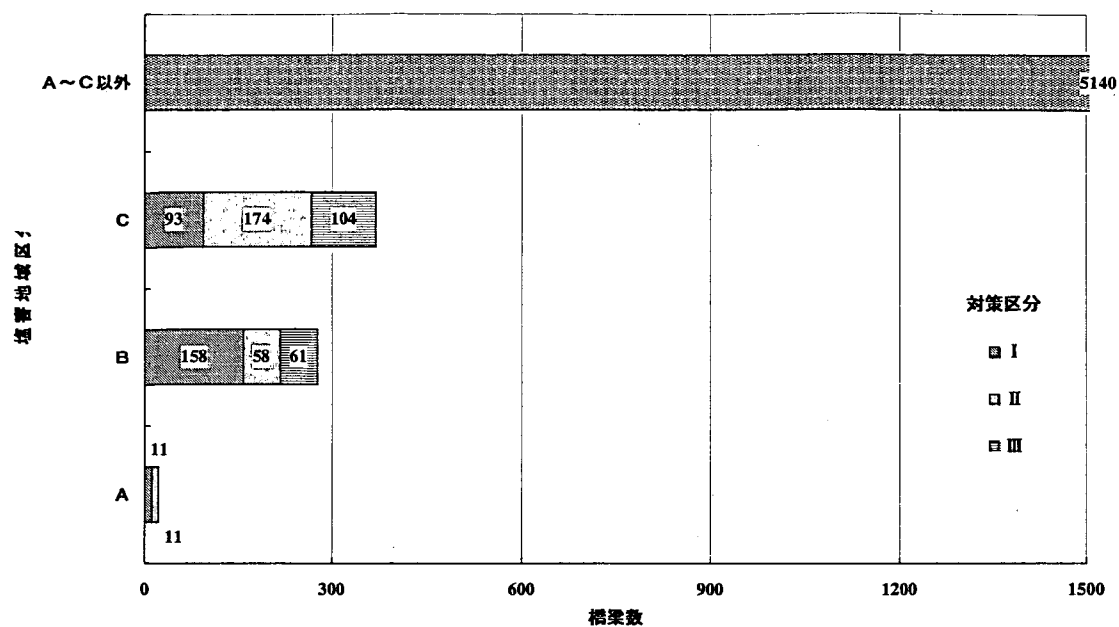


図-5.2.5 塩害地域区分別橋梁数（定期点検（近接）実施済）

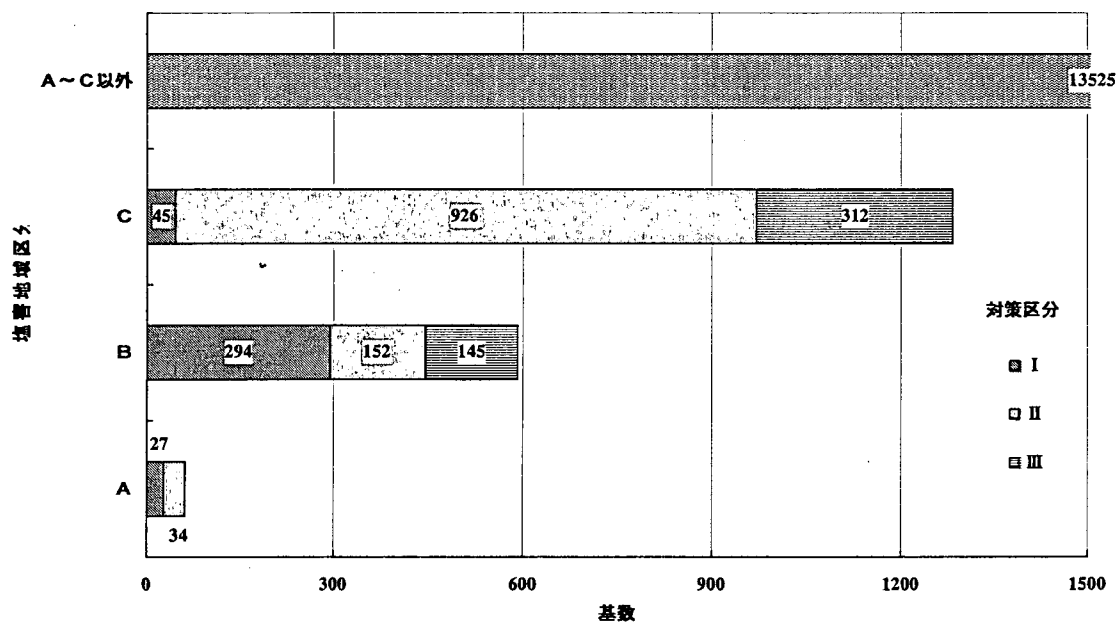


図-5.2.6 塩害地域区分別RC橋台およびRC・SRC橋脚数（定期点検（近接）実施済）

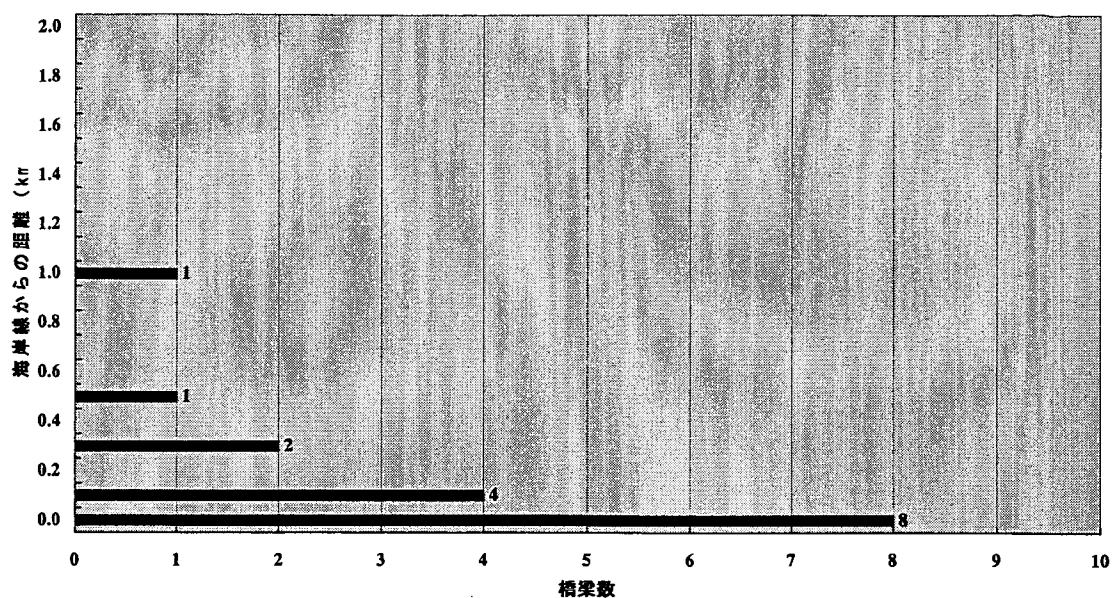


図-5.2.7 海岸線からの距離別橋梁数（塩害地域区分A）
（定期点検（近接）実施済）

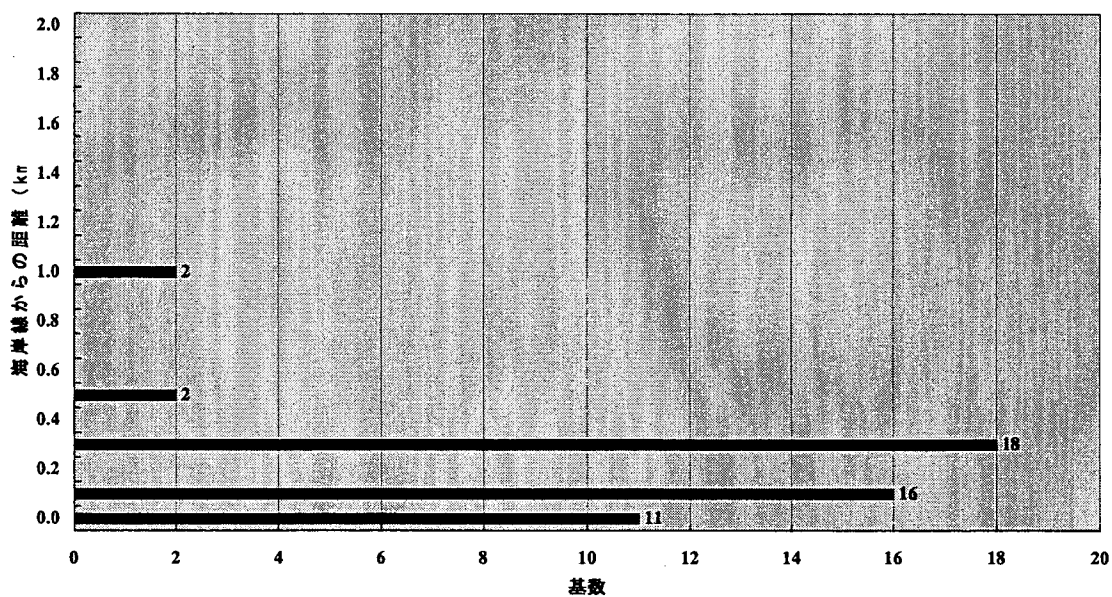


図-5.2.8 海岸線からの距離別RC橋台およびRC・SRC橋脚数（塩害地域区分A）
（定期点検（近接）実施済）

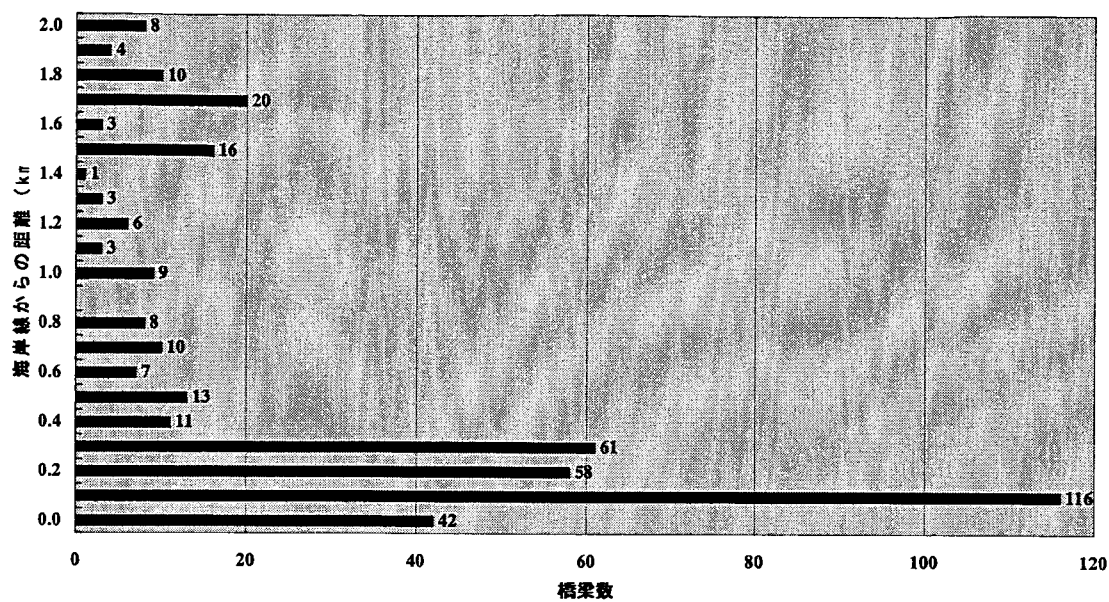


図-5.2.9 海岸線からの距離別橋梁数（塩害地域区分B）
（定期点検（近接）実施済）

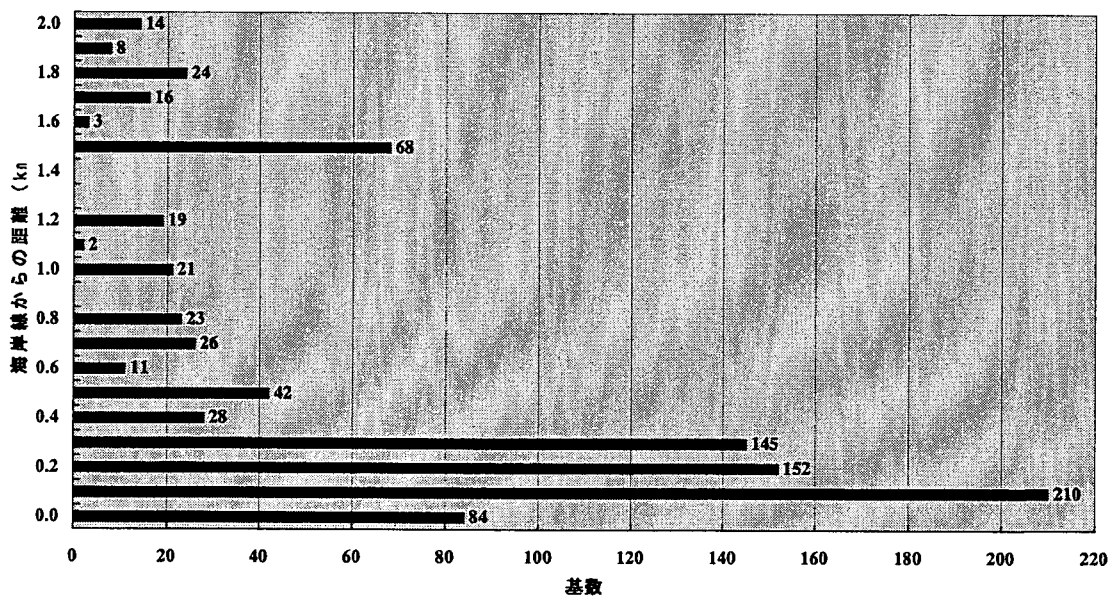


図-5.2.10 海岸線からの距離別RC橋台およびRC・SRC橋脚数（塩害地域区分B）
（定期点検（近接）実施済）

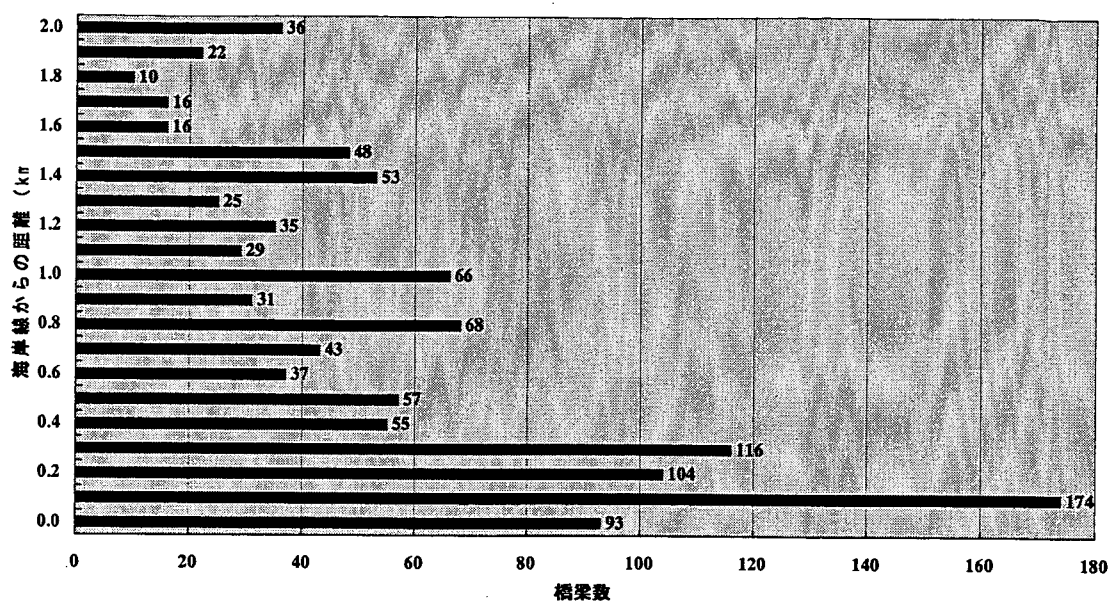


図-5.2.11 海岸線からの距離別橋梁数（塩害地域区分C）
（定期点検（近接）実施済）

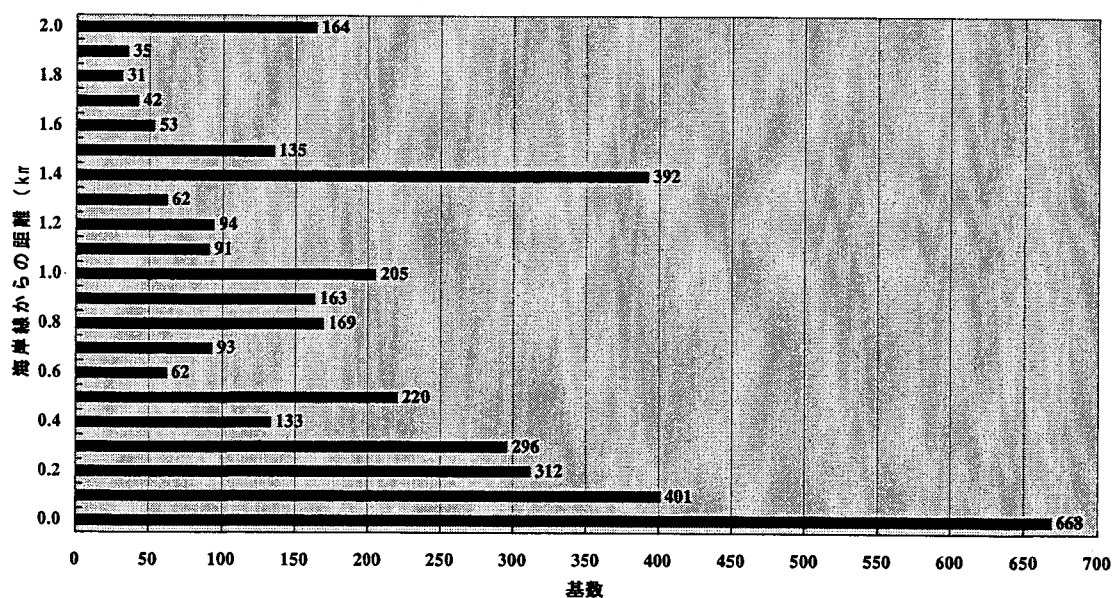


図-5.2.12 海岸線からの距離別RC橋台およびRC・SRC橋脚数（塩害地域区分C）
（定期点検（近接）実施済）

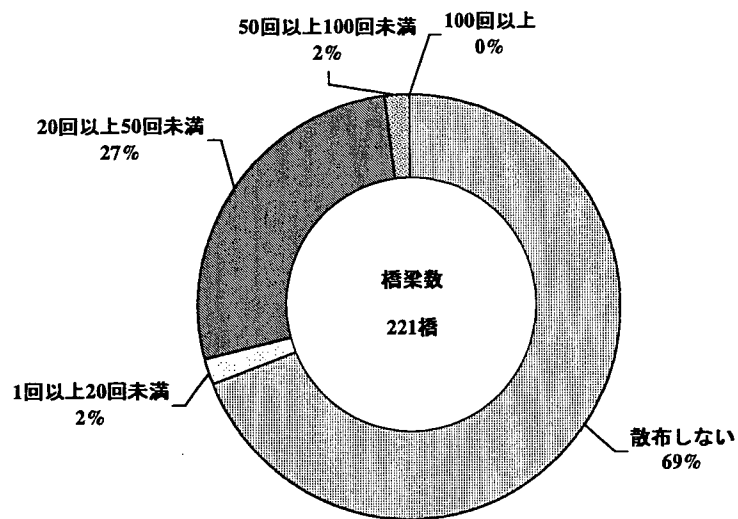


図-5. 2. 13 凍結防止剤散布回数別橋梁数（塩害地域区分B）
（定期点検（近接）実施済）

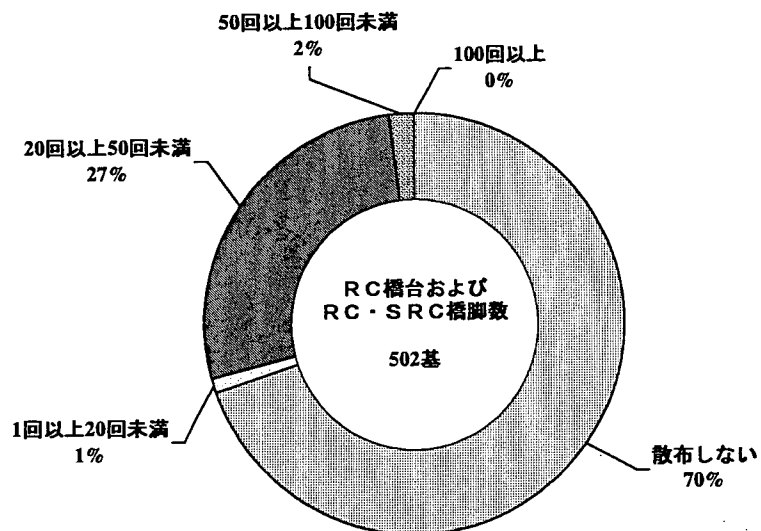


図-5. 2. 14 凍結防止剤散布回数別RC橋台およびRC・SRC橋脚数（塩害地域区分B）
（定期点検（近接）実施済）

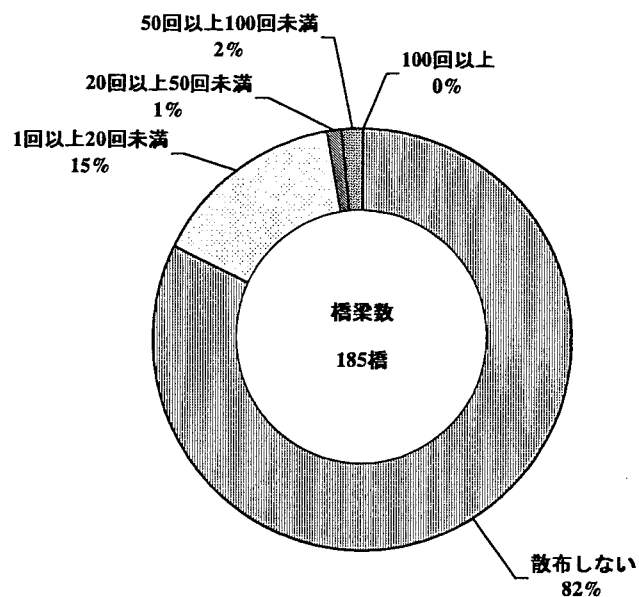


図-5.2.15 凍結防止剤散布回数別橋梁数（塩害地域区分C）
（定期点検（近接）実施済）

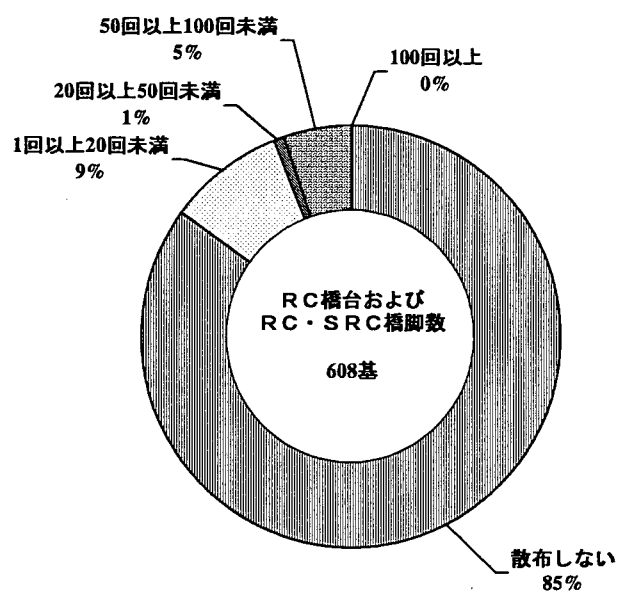


図-5.2.16 凍結防止剤散布回数別RC橋台およびRC・SRC橋脚数（塩害地域区分C）
（定期点検（近接）実施済）

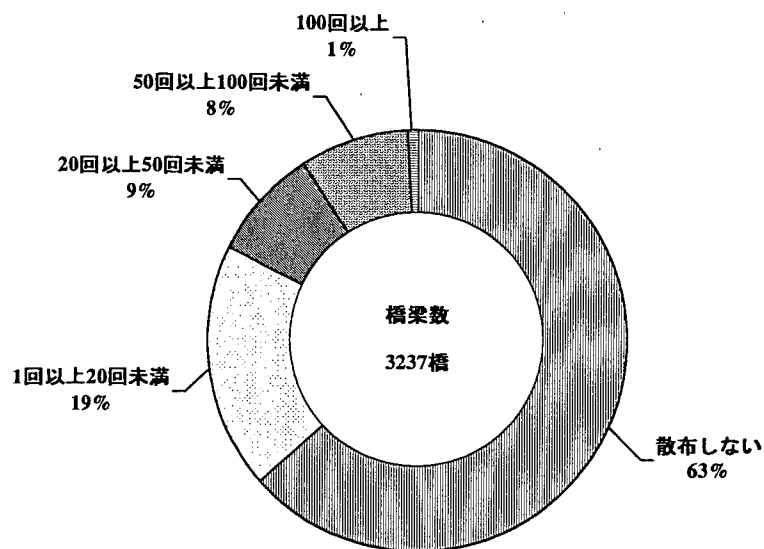


図-5.2.17 凍結防止剤散布回数別橋梁数（塩害地域区分A～C以外）
（定期点検（近接）実施済）

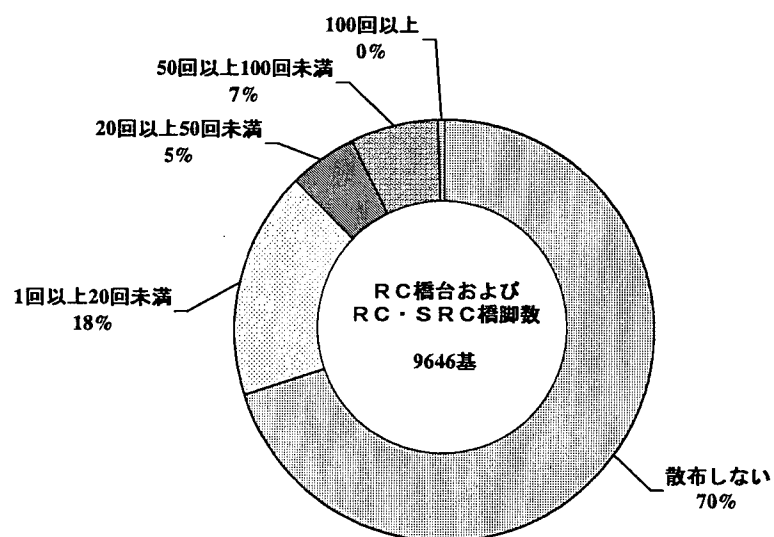


図-5.2.18 凍結防止剤散布回数別RC橋台およびRC・SRC橋脚数（塩害地域区分A～C以外）
（定期点検（近接）実施済）

5.1.3 損傷事例の整理

(1) 地域、海岸線からの距離、供用年数、損傷度に関する相関の整理

各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局が管理する橋梁について、橋梁諸元等データと橋梁定期点検（近接）結果データの組み合わせにより、下部構造を塩害地域区分および損傷の種類別に抽出し、それらの海岸線からの距離、供用年数、損傷度との関係を整理した。

損傷の種類は、塩害との関連性が考えられる「ひび割れ」、「剥離・鉄筋露出」、「遊離石灰」の3種類を考慮している。下部構造は、「RC橋台」と「RC・SRC橋脚」の2種類を対象とし、塩害地域区分とこれら損傷の種類別に整理している。

なお、ここでの塩害地域区分BおよびCは、海岸線からの距離に応じた損傷の実態を把握するため、S59塩対指針（案）の区分に属する地域・県の全範囲を対象（塩害地域区分Aはいずれも沖縄県全県が対象）としている。

また、供用年数は、点検調査年から架設竣工年を差し引いた年数と定義している。

整理した結果は、供用年数を縦軸、海岸線からの距離を横軸（対数軸）とする散布図に表しており、これらを図-5.3.1～5.3.27（第2回塩害調査（2000年実施）の下部構造における調査結果は図-5.3.28～5.3.30）に示す。海岸線からの距離に関係なく損傷度Ⅱがばらつくケースも多々見られるが、使用したデータには損傷原因を特定する情報は含まれておらず、塩害による損傷とそれ以外による損傷を区別できないのが実状である。

(2) 下部構造各部材の損傷事例の整理

架設地点が塩害地域区分Bに属する北陸地方整備局管内の下部構造の損傷データから、代表的な損傷事例を「損傷事例1～10」として巻末の付属資料－5に示す。主な損傷例は「ひび割れ」、「剥離・鉄筋露出」、「遊離石灰」の3種類を考慮し、下部構造はRC橋台、RC橋脚の2種類を対象としている。

また、損傷事例の調書内容は、橋梁の架設環境を把握するために地域区分、対策区分、海岸線からの距離、凍結防止剤の散布回数を考慮し、また、下部工、上部工の形式、施工年（経過年数）、上部工の補修の有無とした。

(3) 下部構造の損傷の傾向把握

北陸地方整備局管内における塩害地域区分B、対策区分Ⅰに属する5橋の中の全ての橋脚数の56橋脚について、ひび割れ、剥離・鉄筋露出の損傷ランクの頻度を整理した。（表-5.3.1参照）

表-5.3.1 塩害地域区分B・対策区分Iに属する橋脚の損傷ランク
(北陸地方整備局管内における5橋の事例)

	橋脚数	経過年数	梁			
			ひびわれ		剥離・鉄筋露出	
			ランクⅡ	ランクⅢ	ランクⅡ	ランクⅢ
A橋	16	29	4	12	1	3
B橋	31	26	25	6	6	6
C橋	4	35	4	0	1	0
D橋	3	34	1	0	0	0
E橋	2	39	0	2	0	1
合計橋脚数	56		34	20	8	10
比率			61%	36%	14%	18%
全体比率			96%		32%	

上表でランクⅡ、Ⅲの損傷を複数有する橋脚は、損傷度の大きいランクⅡの損傷として整理している。

上表より、ほとんどの橋脚でひびわれが発生しており、剥離・鉄筋露出まで進行している橋脚が約3割となっている。また、5橋の上部工は全て上部工の補修対策が行われており、4橋においては補修後もひびわれ、剥離の損傷が見られる。

橋脚数の多いA、B橋が耐震補強を行っているため、損傷部位はほとんど梁部材である。上表より、ランクⅡのひびわれは約6割程度見られ、梁部材における亀甲状のひびわれが多く、全体的に発生しているものから、部分的に発生しているものまであり、発生位置については特定できない。ランクⅢのひびわれは一方向のひびわれがほとんどであり、「損傷事例1,2,9」のように梁の上縁と下縁に沿ったひびわれが18橋脚の梁部材に発生している。上記橋梁のひびわれ、剥離・鉄筋露出については、アルカリ骨材反応によりひびわれが発生し、塩害により損傷が進行したと考えられるものもあり、原因については詳細な調査が必要である。

5.1.4 上部構造の損傷度と下部構造の損傷度との関係の整理

(1) 塩害対策区分と供用年数に着目した整理

同一径間内の上部構造の損傷データと下部構造の損傷データを抽出し、塩害地域区分と供用年数に着目した損傷度の相関関係を整理した。

上部構造の損傷データは、「コンクリート主桁」、「コンクリート横桁」、「コンクリート縦桁」、「コンクリート床版」(コンクリート系の橋梁のみ対象)の各部材について確認された「ひび割れ」、「剥離・鉄筋露出」、「遊離石灰」、「床版ひび割れ」の4種類の損傷を考慮している。下部構造の損傷データについては、5.3 (1) 項と同じである。

整理した結果は、塩害地域と塩害の影響がない地域に区分しており、これらを図-5.4.1～5.4.10に示す。ここで、塩害地域は S59 塩対指針(案)で規定しているいずれかの地域区分に該当するものであり、塩害の影響がない地域はそのいずれにも該当しないものとしている。

図-5.4.1(図-5.4.3)と図-5.4.2(図-5.4.4)との対比では、上部構造の損傷度と下部構造の損傷度との相関関係について、塩害地域と塩害の影響がない地域との間に大差はなく、上部構造の損傷度が高ければ下部構造の損傷度も高い傾向となっている。

図-5.4.5～5.4.7は、上部構造の損傷度と下部構造の損傷度との各組み合わせについて、それらの供用年数別の分布を表したものである。これによれば、塩害地域では供用年数がおおむね20～30年の間に集中しているのに対して、塩害の影響がない地域ではこのようなピークは見当たらず、供用年数がおおむね20～45年の間の長期間に渡ってなだらかに分布している。

さらに、図-5.4.5～5.4.7における上部構造の損傷度と下部構造の損傷度との各組み合わせについて、上部構造の損傷度の方が上位、上部構造の損傷度と下部構造の損傷度が同等、下部構造の損傷度の方が上位の3種類にグルーピングした結果を図-5.4.8～5.4.10に示す。これによれば、上部構造の損傷度は供用年数にかかわらず、下部構造の損傷度に比べて同等ないしは上位にあり、上部構造の損傷が相対的に先行する傾向にあることが伺える。

(2) 凍結防止剤散布回数と供用年数に着目した整理

(1) 項の整理について、塩害地域区分の代わりに凍結防止剤散布回数に着目し、上部構造の損傷度と下部構造の損傷度との相関関係を整理した。

整理した結果は、(1) 項と同様に塩害地域と塩害の影響がない地域に区分しており、上部構造の損傷度別に整理したものを図-5.4.11～5.4.19、下部構造の損傷度別に整理したものを図-5.4.20～5.4.28に示す(塩害地域における凍結防止剤散布回数50回以上100回未満は抽出したデータ数(母数)が非常に少ないため参考とならない)。

これによれば、上部構造の損傷度と下部構造の損傷度との相関関係について、上部構造の損傷度が高くても下部構造の損傷度が高いとは限らないが、下部構造の損傷度が高いと上部構造の損傷度も高い傾向となっている。また、凍結防止剤を散布する環境下では、塩害地域の方が塩害の影響がない地域に比べて上部構造、下部構造ともに損傷度が高い傾向となっている。一方、凍結防止剤散布回数別に見ると、下部構

造では、塩害地域と塩害の影響がない地域との別にかかわらず、その回数の増加に伴って損傷度が高い傾向となっている。上部構造の損傷度については、塩害地域ではその傾向が顕著となっているが、塩害の影響がない地域では鈍化する。

これらのことから、凍結防止剤の散布が下部構造の損傷の一因となっており、塩害地域では損傷を助長する原因となっていることが伺える。

5.1.5 コンクリートの設計基準強度、かぶり、使用セメントの種類と損傷度との関係の整理

(1) 技術基準の変遷

道路橋の下部構造に関する技術的な基準は、1964 年（昭和 39 年）に刊行された道路橋下部構造設計指針「くい基礎の設計編」が最初である。それ以前にも相当する技術基準はあるが、計画や荷重などに関する規定が主であり、具体的な設計基準や施工基準は見当たらない。その他に設計の拠り所になったものに土木学会のコンクリート標準示方書があるが、設計・施工は各設計・施工担当者の判断により行っていたのが通常であり、経験を重視した設計が主体であった。

鉄筋コンクリートの設計基準強度は、1965 年（昭和 40 年）に建設省制定土木構造物標準設計（以下、標準設計と表す）が制定されていることもあって実態は明らかでないが、技術基準としては、1980 年（昭和 55 年）に道路橋示方書Ⅳ下部構造編の規定が整備され、最低設計基準強度を 18N/mm² から 21N/mm² とすることが規定されている。これは、現在の鉄筋コンクリートの最低設計基準強度と同じである。

構造細目の一つである鉄筋の最小かぶりは、1956 年（昭和 31 年）のコンクリート標準示方書に規定されて以降、1980 年（昭和 55 年）になって道路橋示方書Ⅳ下部構造編に規定が整備された。鉄筋の最小かぶりに関する技術基準の変遷を表-5.5.1に示す。

表-5.5.1 鉄筋の最小かぶりに関する技術基準の変遷

年	示方書	最小かぶり
1956年 (昭和31年)	コンクリート標準示方書	はり 2.5cm 柱 3.0cm フーチング 7.0cm
1967年 (昭和42年)	コンクリート標準示方書	同上
1974年 (昭和49年)	コンクリート標準示方書	同上
1980年 (昭和55年)	道路橋示方書Ⅳ下部構造編	はり 3.5cm 柱 4.0cm フーチング 7.0cm
1990年 (平成2年)	道路橋示方書Ⅳ下部構造編	同上
1996年 (平成8年)	道路橋示方書Ⅳ下部構造編	同上

※「保全技術者のための橋梁技術の変遷：平成11年7月、(財)道路保全技術センター道路構造物保全研究会」表7-3に基づく。

使用セメントの種類については、逆T式橋台、張出し式橋脚、壁式橋脚等、構造が比較的単純な下部構造については現在、温度応力によるひびわれ防止、およびアルカリ骨材反応抑制対策に加え、経済性を考慮し、高炉セメントB種の使用が主となっている。

高炉セメントは、昭和 50 年代当初は年間生産量約 260 万トン（全セメント生産量の 4 %）であったが、平成 2 年度には約 1,480 万トン（全セメント生産量の 17 %）と大幅に増加しており、そのほとんどがB種となっている。技術基準としては、それまでポルトランドセメントの使用に限定した規定となっていたが、1990 年（平成 2 年）に道路橋示方書Ⅰ共通編が改訂され、クリープや乾燥収縮の影響を考慮する必要がある上部構造には使用が制限されるものの、新たに高炉セメントの使用の規定が加えられている。

ただし、コンクリートの設計基準強度、かぶり、使用セメントについては、各地方整備局等が道路橋示方書等の技術基準に対する設計・施工の統一的な運用を図るために制定している要領・マニュアル類の中に具体的な標準使用区分が定められている。

(2) コンクリートの設計基準強度、かぶりの実態と建設省制定土木構造物標準設計との関係

標準設計は、1965 年（昭和 40 年）に制定されて以来、1995 年（平成 7 年）に発生した兵庫県南部地震の後、道路橋示方書の大改訂が行われるまでの間、広く一般に活用されてきた。

標準設計に収録されている橋台・橋脚は、橋台が重力式と逆 T 式、橋脚が張出し式と壁式である。標準設計は制定後、昭和 51 年度（1976 年度）と昭和 57 年度（1982 年度）の二度に渡って改訂されているが、少なくとも昭和 51 年度の改訂以降、鉄筋コンクリートの設計基準強度は 21N/mm^2 とし、鉄筋はコンクリート表面から鉄筋中心までの距離を 100mm（または 105mm）として最小かぶりを 70mm 以上確保するという設計上の考え方を採っている（図-5.5.1 参照）。

標準設計における設計の考え方は、各地方整備局等が制定している要領・マニュアル類の中に反映されている。東北地方整備局では、昭和 43 年度から要領・マニュアル類の整備が行われているが、その中で入手できた資料として最も古い昭和 61 年版（1986 年版）に記載されるコンクリートの設計基準強度の使用区分を表-5.5.2 に示す。鉄筋の最小かぶりについては図-5.5.1 と同じである。

なお、現在は、1996 年（平成 8 年）の道路橋示方書の大改訂に伴う帯鉄筋をはじめとする配筋方法の大幅な変更や、1999 年（平成 11 年）の国土交通省土木構造物設計マニュアル（案）の適用などに伴い、従来の標準設計は用いられていない。直轄国道の橋梁では、鉄筋コンクリートの設計基準強度を $\sigma_{ck} = 24\text{N/mm}^2$ とし、鉄筋は最小かぶりが 70mm 以上確保できるようにコンクリート表面から鉄筋中心までの距離を 150mm とすることが標準とされている。

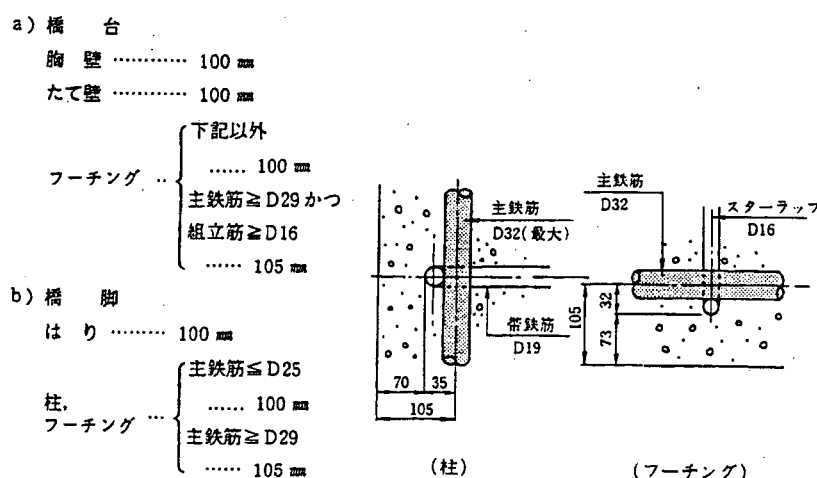


図-5.5.1 従前の鉄筋の最小かぶり

※「建設省制定土木構造物標準設計第 6 ～ 12 巻（橋台・橋脚）解説書：（社）全日本建設技術協会、昭和 58 年 2 月」

表-5.5.2 従前のコンクリートの設計基準強度

	使 用 区 分
$\sigma_{ck}=16\text{N/mm}^2$	均しコンクリート、重力式および半重力式の橋台、橋脚
$\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$	上記以外の橋台、橋脚、井筒
$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$	ラーメン構造の橋台、橋脚、場所打ち杭

※「設計マニュアル（案）：東北地方整備局、昭和61年6月」表5-1

(3) 損傷度との関係

○鉄筋コンクリートの設計基準強度

1980 年（昭和 55 年）に道路橋示方書Ⅳ下部構造編の規定が整備されており、鉄筋コンクリートの最低設計基準強度の規定は現在と同等の 21N/mm^2 となっているが、実態としてはその数～10 年前から現在と同等としていた可能性は十分に考えられる。

塩害の代表的な損傷状態である剥離・鉄筋露出に着目すると、供用年数 20 年以下では損傷度Ⅱのものはわずかとなっている。供用年数 20 年以下のものは、古いものでも架設竣工年が 1970 年（昭和 45 年）前後であり、設計基準強度が 21N/mm^2 である可能性は相対的に高い。ただし、ひび割れ等の経年劣化の影響も受けるため、相関関係が明らかとなるまでに至らない。

○かぶり

従来、技術基準では部位・部材ごとに最小かぶりが設定されているが、少なくとも標準設計の制定後は、コンクリート表面から鉄筋中心までの距離を 100mm（または 105mm）とし、鉄筋は最小かぶりを 70mm 以上確保していると考えられる。

標準設計の最小かぶりは、S59 塩対指針(案)の対策区分のうち、最も厳しい A-I に相応しているが、塩害の代表的な損傷状態である剥離・鉄筋露出に着目すると、塩害地域において供用年数 10 ～ 20 年程度で損傷を受けているものもあり、最小かぶりが十分でない可能性も考えられる。

○使用セメントの種類

下部構造において高炉セメントの使用が一般化されたのは 1990 年（平成 2 年）以降と考えられ、供用年数が 10 年に満たないものが大半を占める。使用セメントの種類と損傷度との関係については、実態を整理するのに十分な時間を経過していない。

5.2 拡散理論による必要かぶりの算出

5.2.1 損傷事例調査結果に対する試算

ここでは、橋梁下部工損傷実態調査結果において、コンクリート強度（W/C）、設計かぶり、海岸線からの距離をパラメータとして試算した鉄筋が腐食しはじめる年数と損傷度との関係について整理を行う。それを踏まえた上で、塩害対策として必要な設計かぶりについて検討を行う。検討時の試算条件は以下のとおりとする。

5.2.2 試算条件

(1) コンクリート強度（水セメント比）

コンクリート強度における水セメント比は以下のように設定する。

- W/C = 50.0 % ($\sigma_{ck} = 30\text{N/mm}^2$)
- W/C = 55.0 % ($\sigma_{ck} = 24\text{N/mm}^2$)
- W/C = 60.0 % ($\sigma_{ck} = 21\text{N/mm}^2$)

(2) 1km 換算飛来塩分量 C1（※上部工検討時の設定と同じ）

	平均	平均 + 1 σ
地域区分 A	C1 = 0.24	C1 = 1.35
地域区分 B	C1 = 0.92	C1 = 2.51
地域区分 C	C1 = 0.11	C1 = 0.44

(3) 拡散係数 Dc（※上部工検討時の設定と同じ）

$D_c = (5 \times 10^{-7}) \cdot e^{-1.6 (C/W)}$: 普通ポルトランドセメント（JCI 論文データより）を使用する。

現時点では、橋梁下部構造において一般的に使用されている高炉セメントの予測式が存在しない。しかし、高炉セメントは、一般に普通ポルトランドセメントより拡散係数が低いと考えられるので、本検討では、上式の普通ポルトランドセメントの拡散係数を用いることとする。

(4) 表面塩化物イオン量 Co（※上部工検討時の設定と同じ）

$Co = 1.2 \cdot Cair^{0.4}$: 表面塩化物イオン量（NaCl 換算の場合）

$Cair = C1 \times d^{-0.6}$: 飛来塩分量（mdd）、 $mdd = \text{mg/dm}^2/\text{day}$

(5) 設計かぶり

塩害区域地域別設計かぶりを以下のように設定する。

I 地域：90mm

II 地域：70mm

III 地域：50mm

S 地域：I 地域 + 別途の対策

以下に S59 塩対指針（案）にて規定されている設計かぶりを示す。

対策区分

地域区分	海岸線からの距離	対策区分
A	海上部および海岸線から100mまで	I
	上記以外の範囲	II
B	海上部および海岸線から100mまで	I
	100mをこえて200mまで	II
	200mをこえて300mまで	III
C	海上部	I
	海岸線をこえて100mまで	II
	100mをこえて200mまで	III

最小かぶり (cm)

対策区分	下部構造		備 考
	梁	柱	
I	7	7	
II	5	5	
III	3.5	4	

(6) その他

Clim : 腐食発生限界塩化物イオン量 (kg/m³) = 1.2kg/m³

Cinit : コンクリート中の初期塩化物イオン量 (kg/m³) = 0.3kg/m³

設計供用期間 : 100 年

5.2.3 下部構造の検証

ここでは、先の設定条件をもとにフィックの拡散方程式を用いて、塩害区域地域別設計かぶりにおける耐用年数と海岸線からの距離との関係を整理し、以下の検討を行う。

①塩害による代表的な損傷である剥離・鉄筋露出データに塩害区域地域別設計かぶりにおける耐用年数と海岸線からの距離との関係を重ね合わせるにより、現状の塩害損傷状況の把握を行う。なお、地域区分 A については、実態データが少ないため、ここでは地域区分 B・C のみのデータを対象とすることとする。

②塩害対策としてコンクリート強度の増加、あるいは設計かぶりの増加を行った場合の効果について試算結果を用いて検証する。

・フィックの拡散方程式 (※上部工検討時の設定と同じ)

$$C(x, t) = C_0 \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_c \cdot t}} \right) \right\} < C_{\text{lim}} - C_{\text{init}}$$

C(x, t) : 時間 t(sec) 経過した時点でのかぶり x(cm) の位置での塩化物イオン量 (kg/m³)

Dc : みかけの拡散係数 (cm²/sec)

Co : コンクリート表面における塩化物イオン濃度 (kg/m³)

$$Co = 1.2 \cdot Cair^{0.4} \quad (\text{NaCl 換算の場合})$$

$$Cair = C1 \times d^{-0.6} \quad : \text{飛来塩分量 (mdd)}, \quad mdd = \text{mg/dm}^2/\text{day}$$

Clim : 腐食発生限界塩化物イオン量 (kg/m³)

Cinit : コンクリート中の初期塩化物イオン量 (kg/m³)

Dc : 拡散係数

erf (x) : 誤差関数

拡散式による試算結果は、図-5.6.1～図-5.6.8に示す。(第2回塩害調査の試算結果は図-5.6.9～図-5.6.16に示す。)

地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚)(W/C=55%)

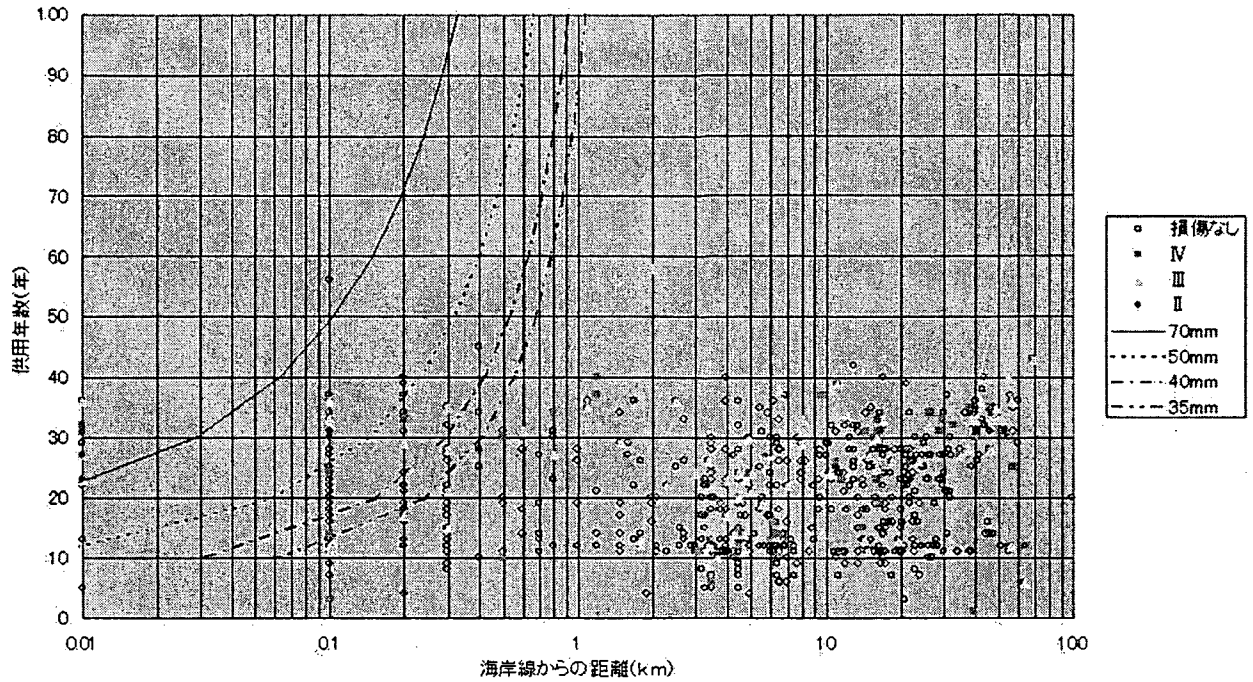


図-5.6.1 地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚)(W/C=55.0%、C1=0.92)

地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚)(W/C=55%)

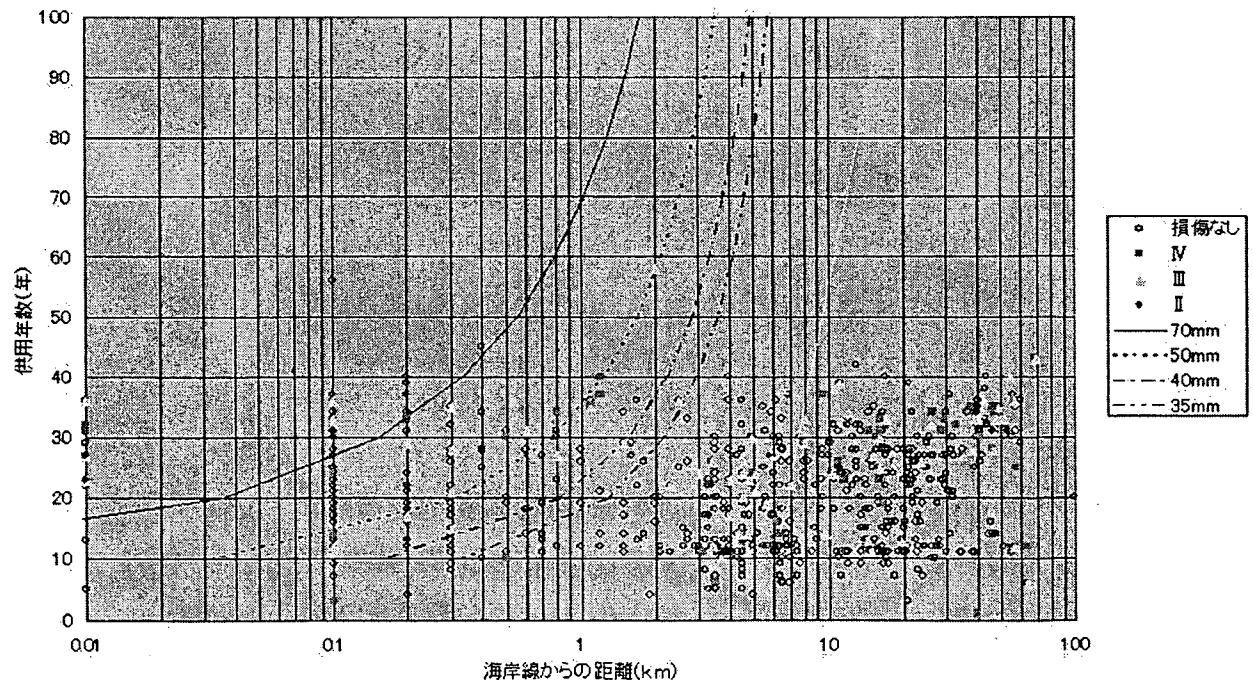


図-5.6.2 地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚)(W/C=55.0%、C1=2.51)

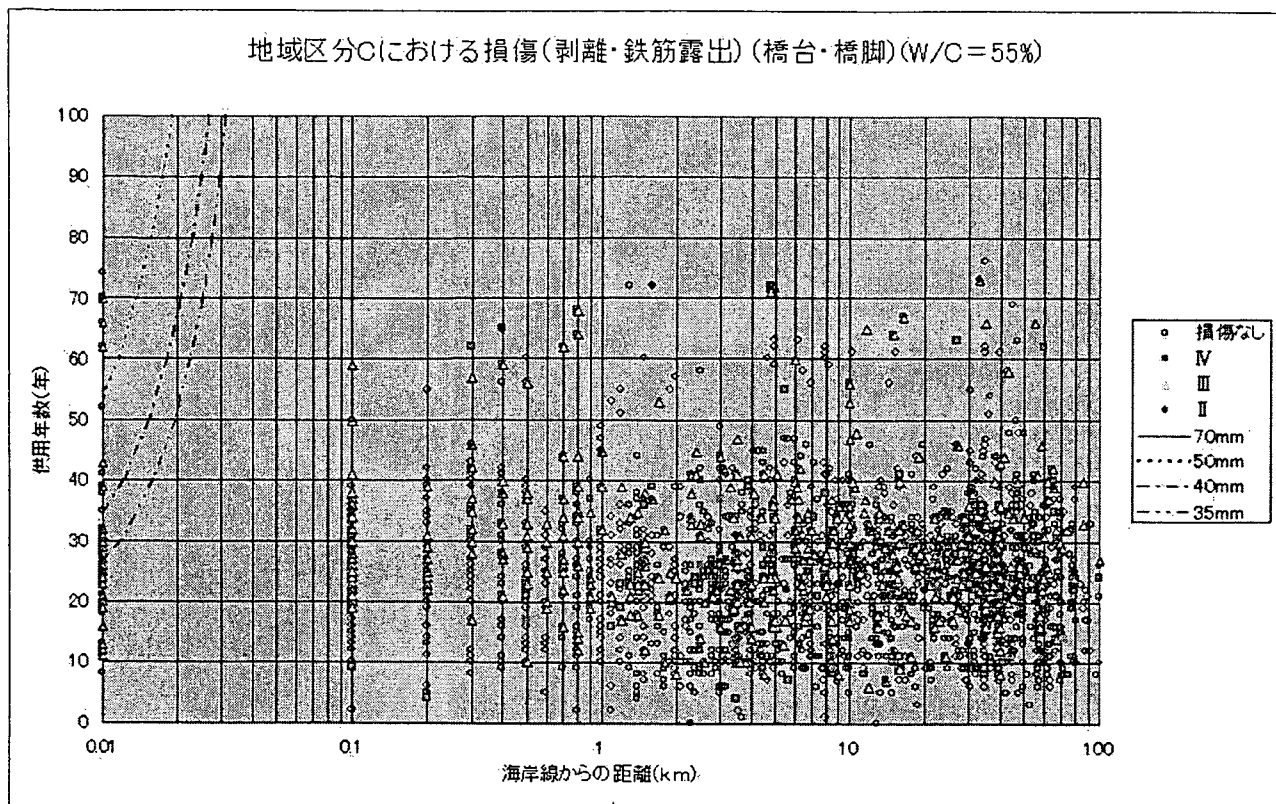


図-5.6.3 地域区分Cにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚)(W/C=55.0%、C1=0.11)

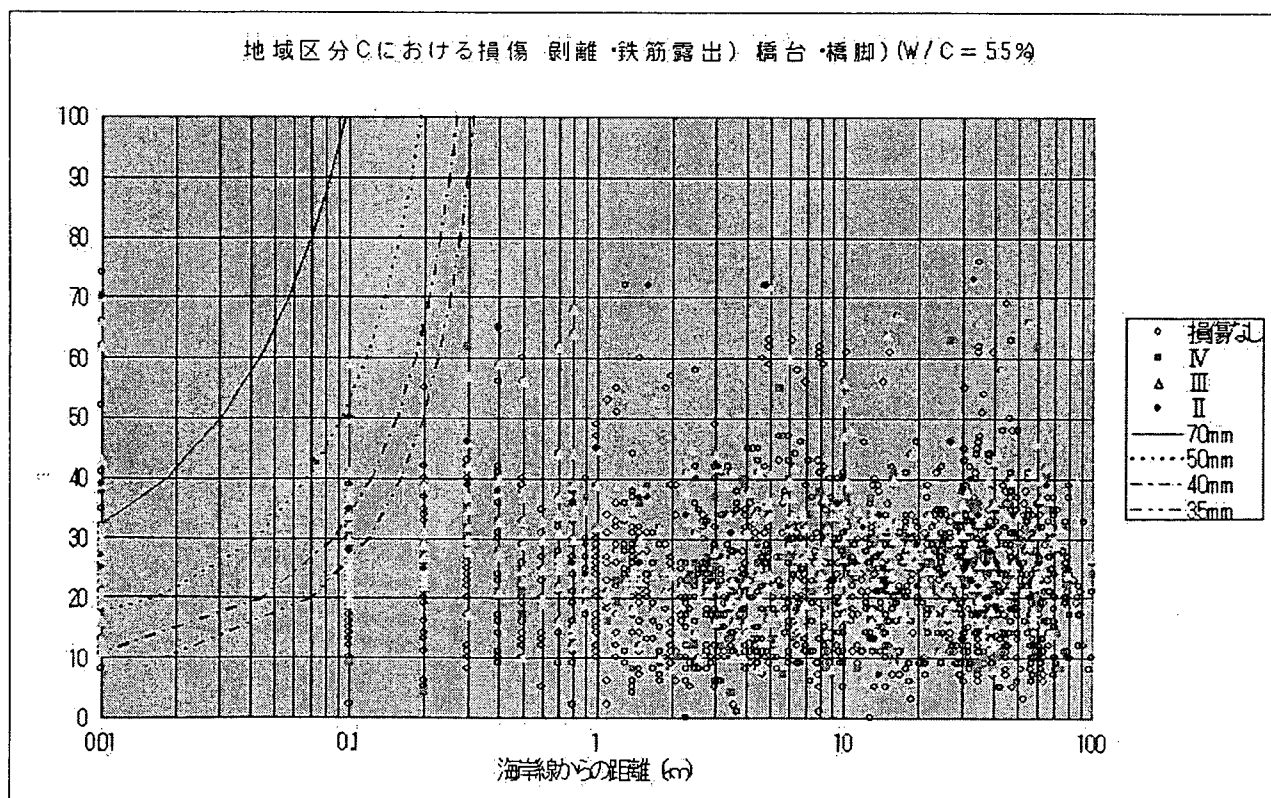
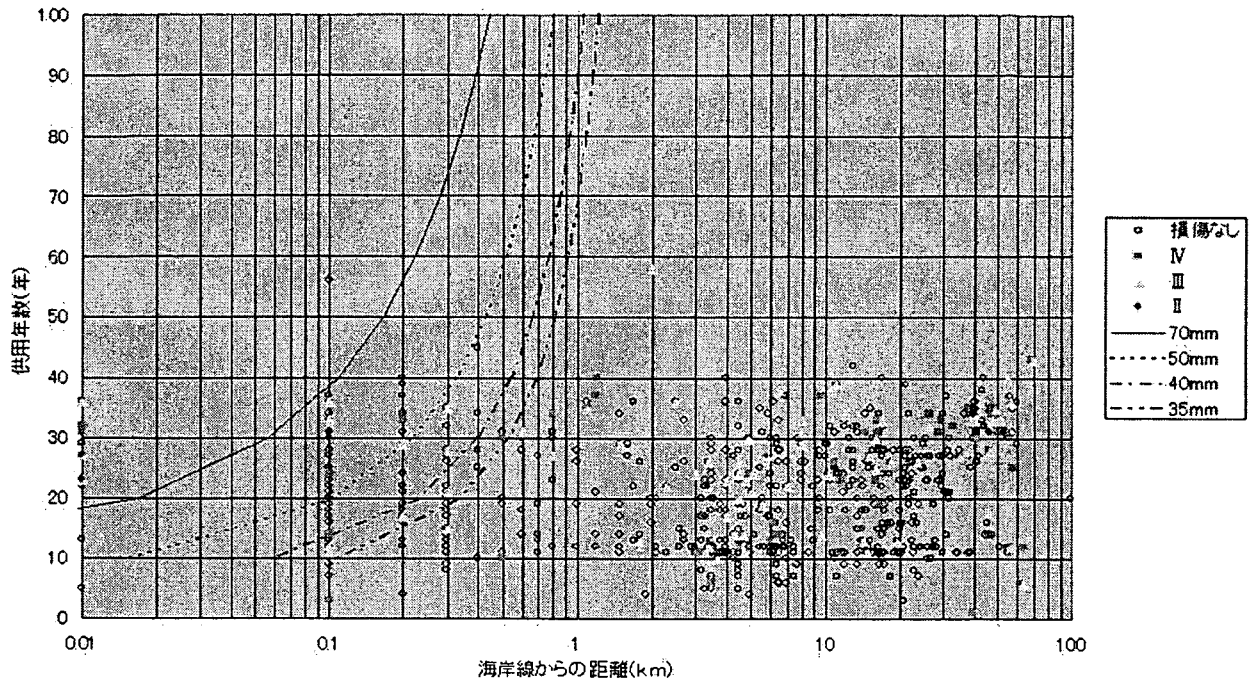


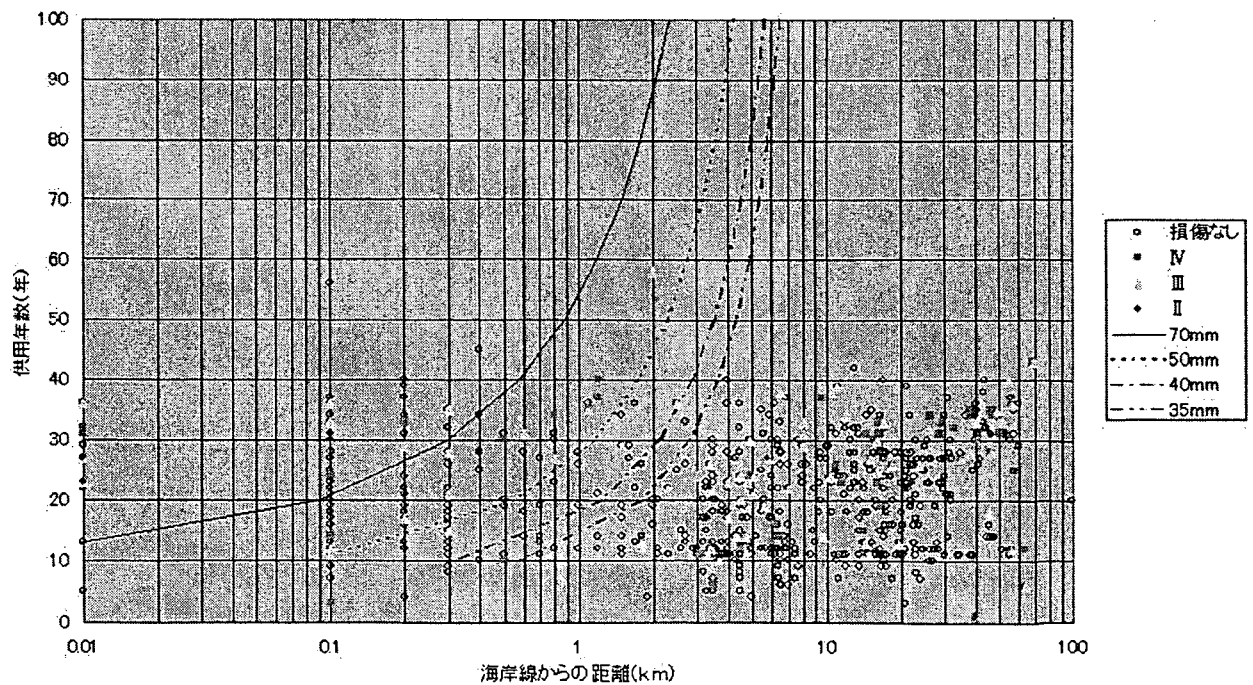
図-5.6.4 地域区分Cにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚)(W/C=55.0%、C1=0.44)

地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚) (W/C=60%)



図一5.6.5 地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚) (W/C=60.0%、C1=0.92)

地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚) (W/C=60%)



図一5.6.6 地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚) (W/C=60.0%、C1=2.51)

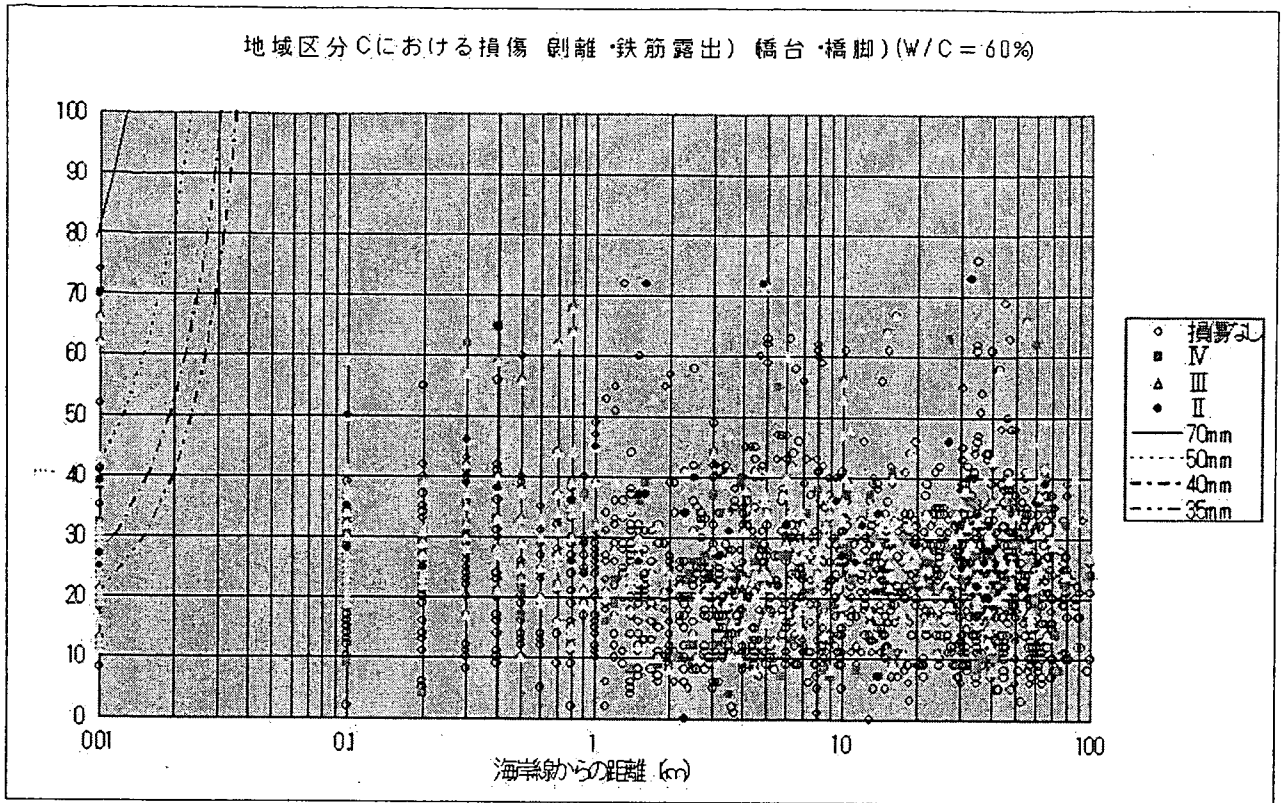


図-5.6.7 地域区分Cにおける損傷（剥離・鉄筋露出）（橋台・橋脚）（ $W/C=60.0\%$ 、 $C1=0.11$ ）

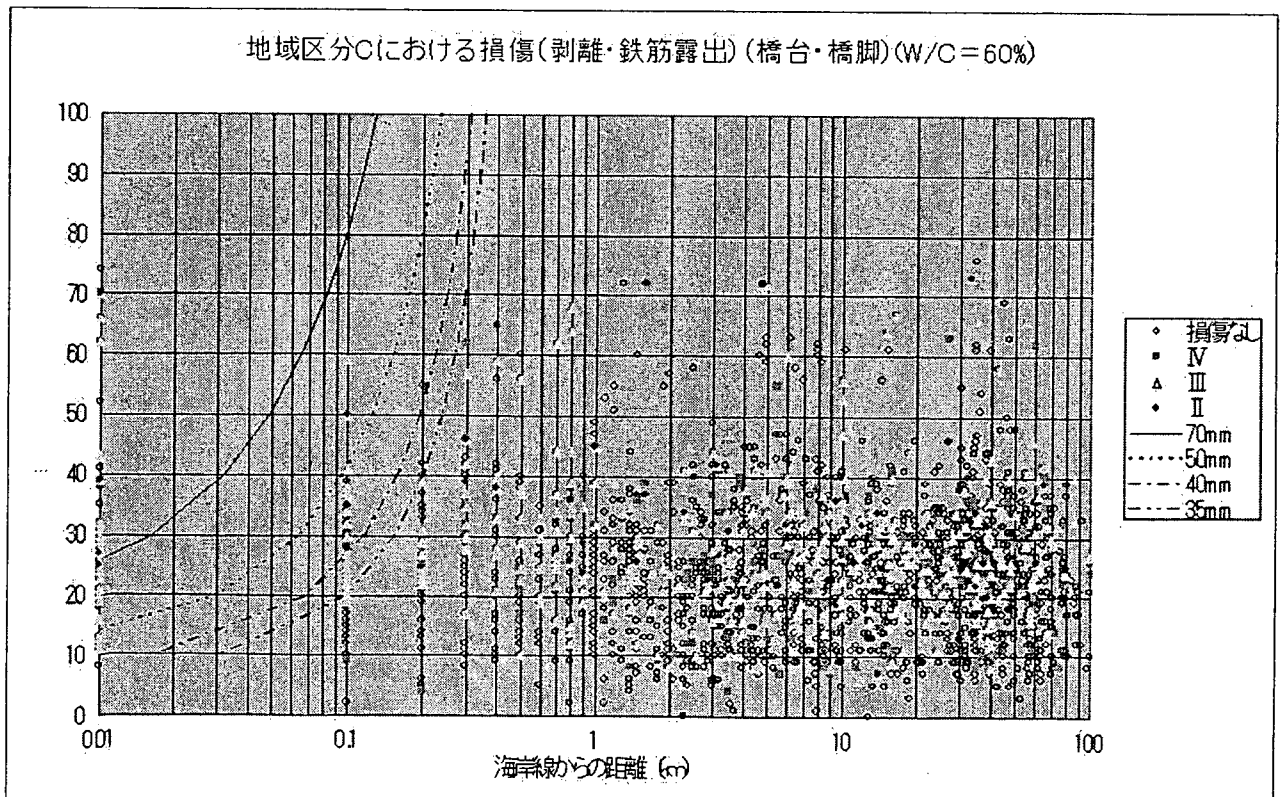


図-5.6.8 地域区分Cにおける損傷（剥離・鉄筋露出）（橋台・橋脚）（ $W/C=60.0\%$ 、 $C1=0.44$ ）

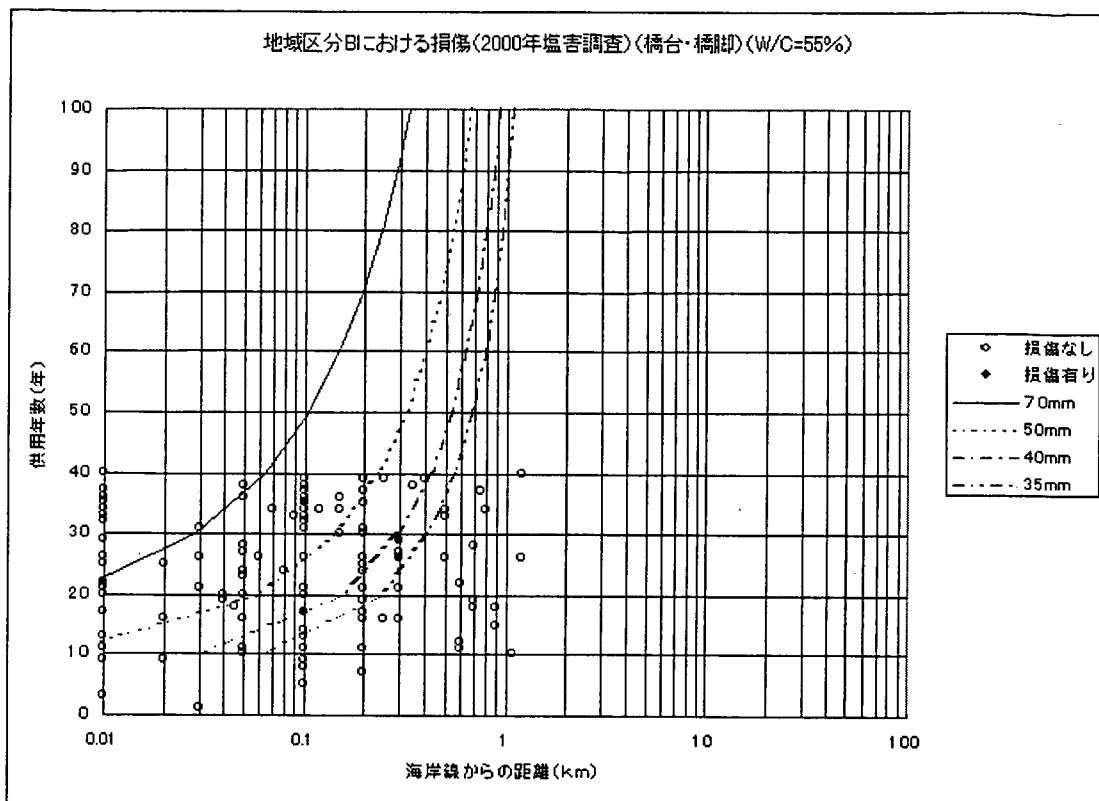


図-5.6.9 地域区分Bにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=55.0%、C1=0.92)

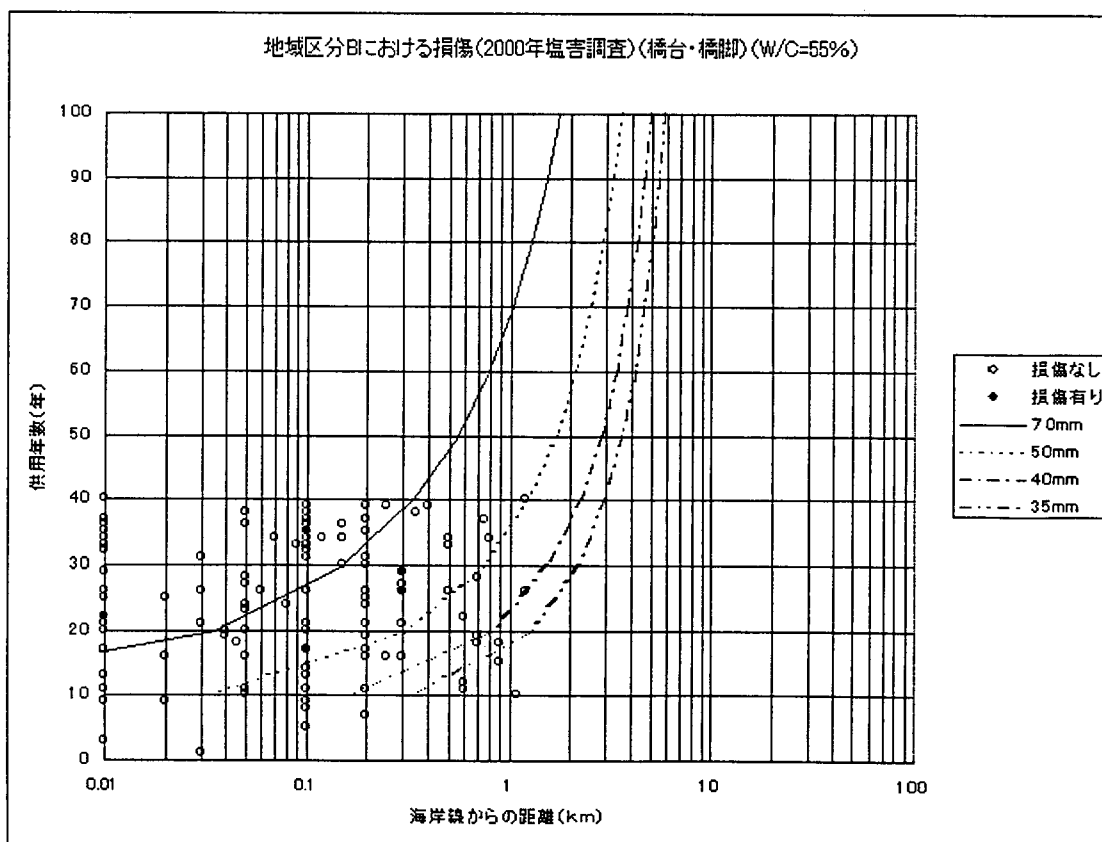


図-5.6.10 地域区分Bにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=55.0%、C1=2.51)

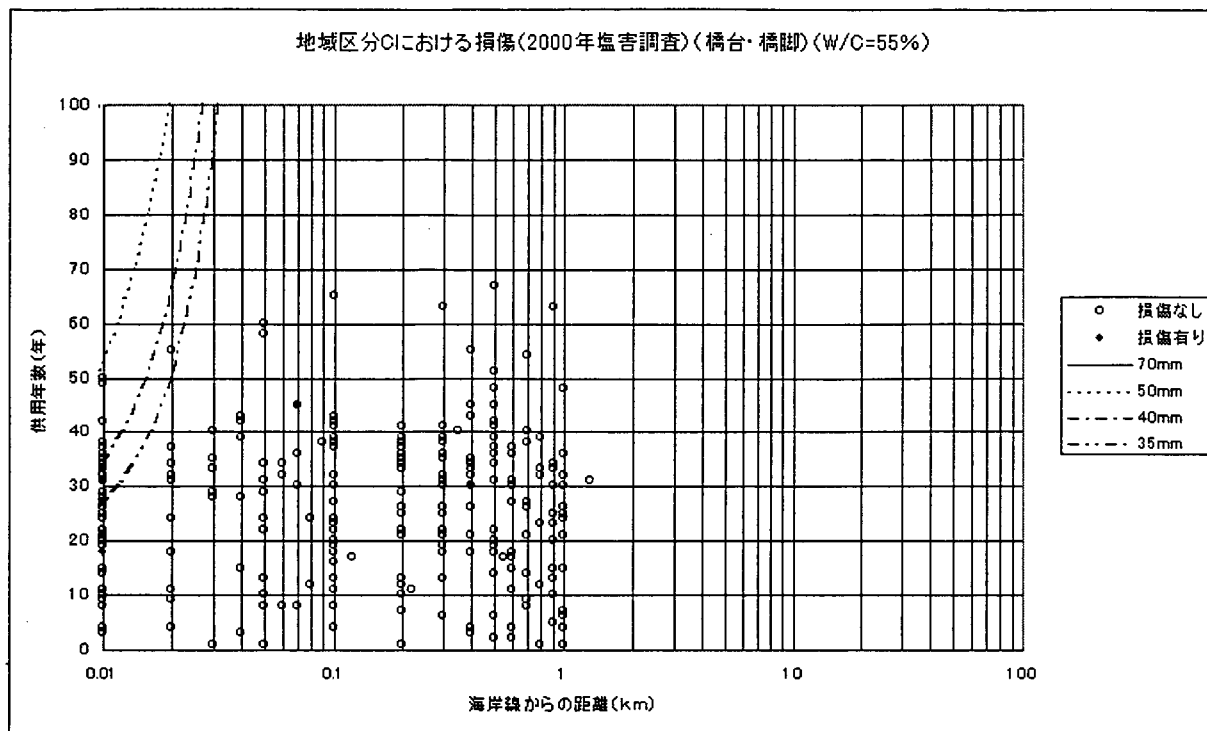


図-5.6.11 地域区分Cにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=55.0%、C1=0.92)

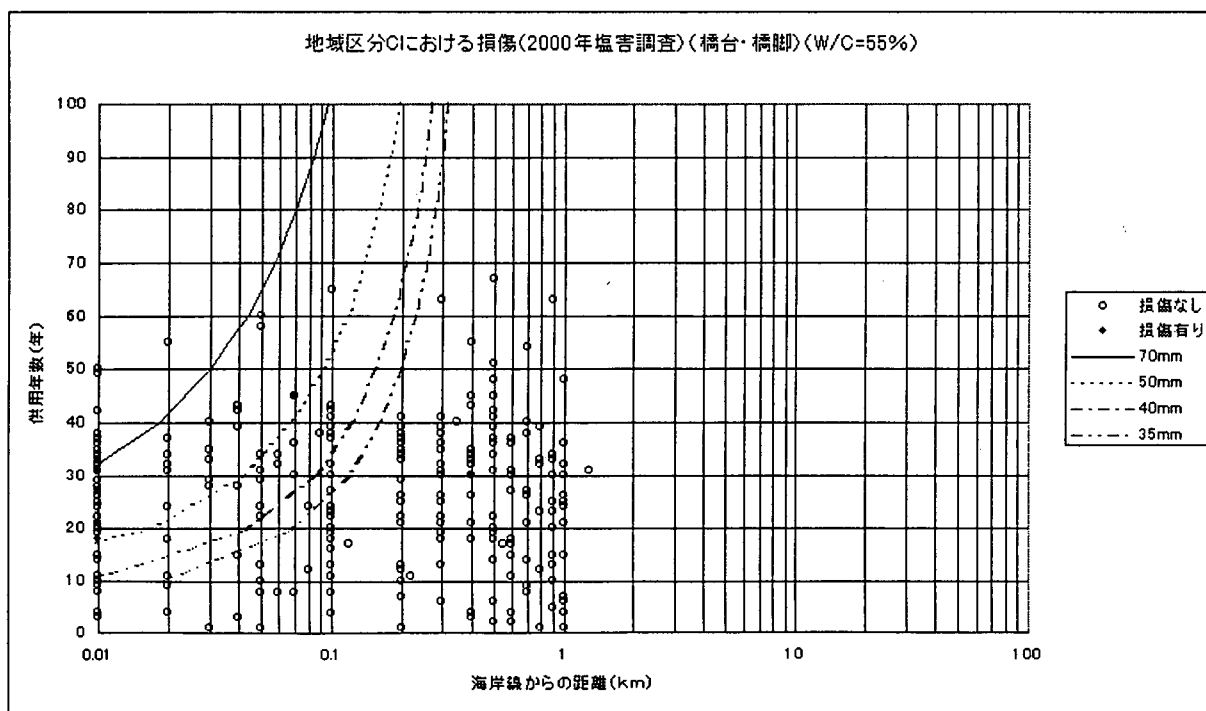


図-5.6.12 地域区分Cにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=55.0%、C1=2.51)

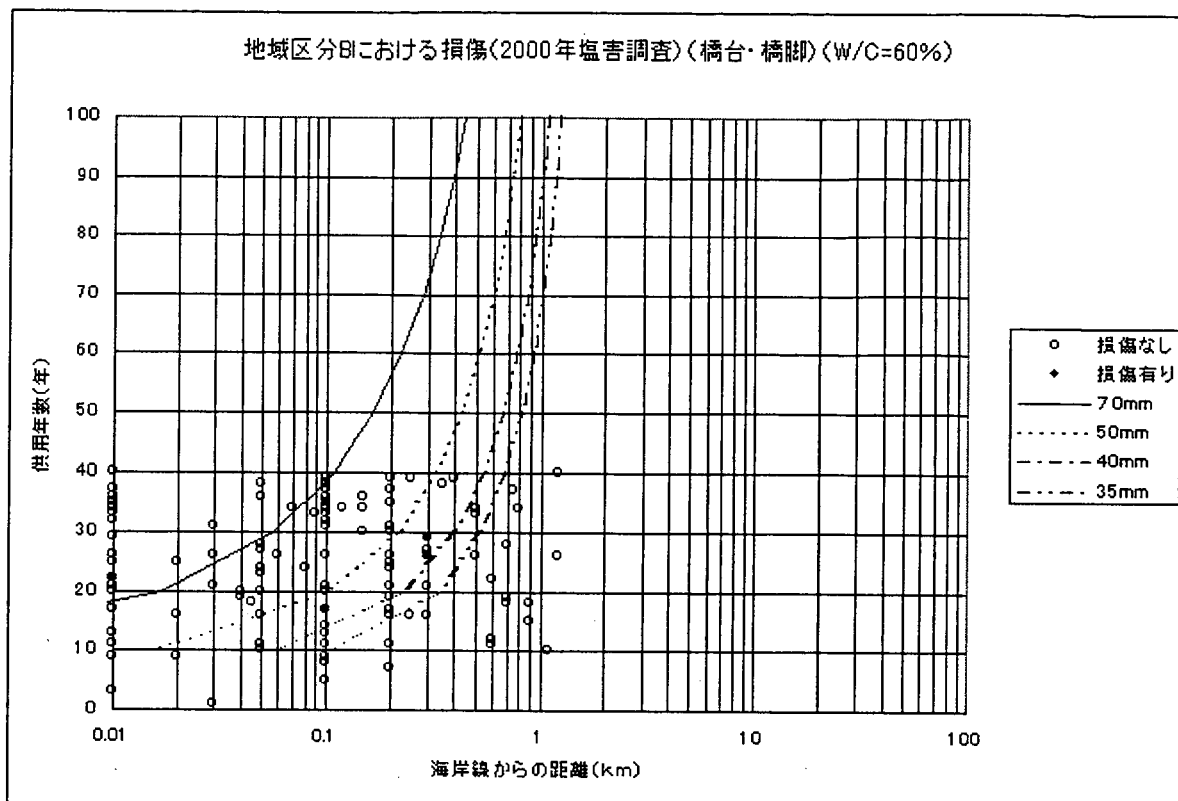


図-5.6.13 地域区分Bにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=60.0%、 $C_1=0.92$)

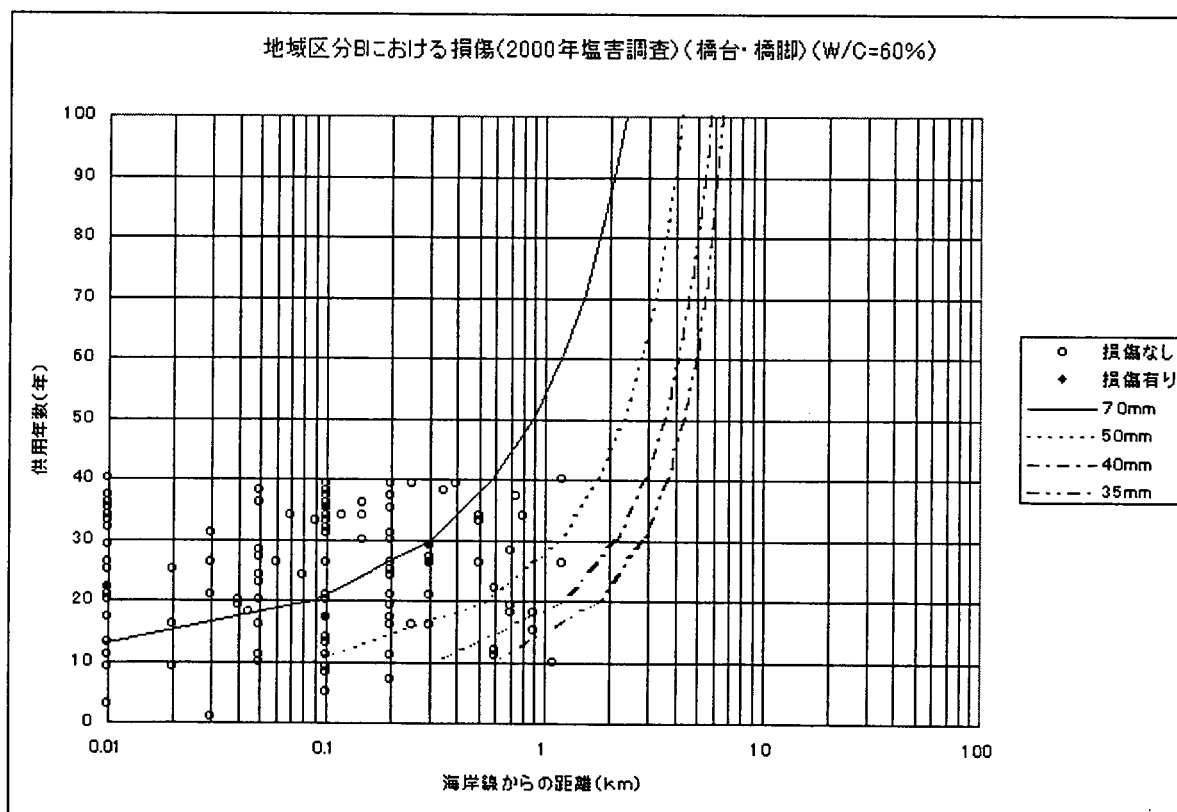


図-5.6.14 地域区分Bにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=60.0%、 $C_1=2.51$)

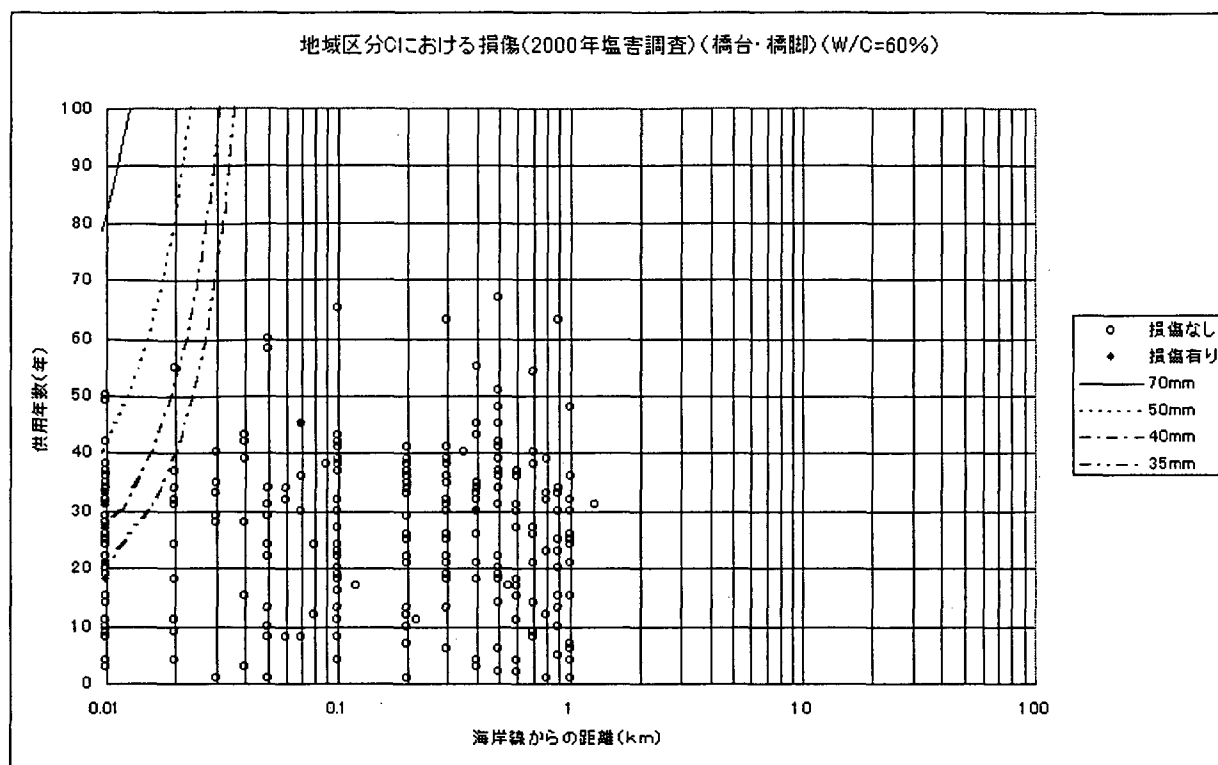


図-5.6.15 地域区分Cにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=60.0%、C1=0.92)

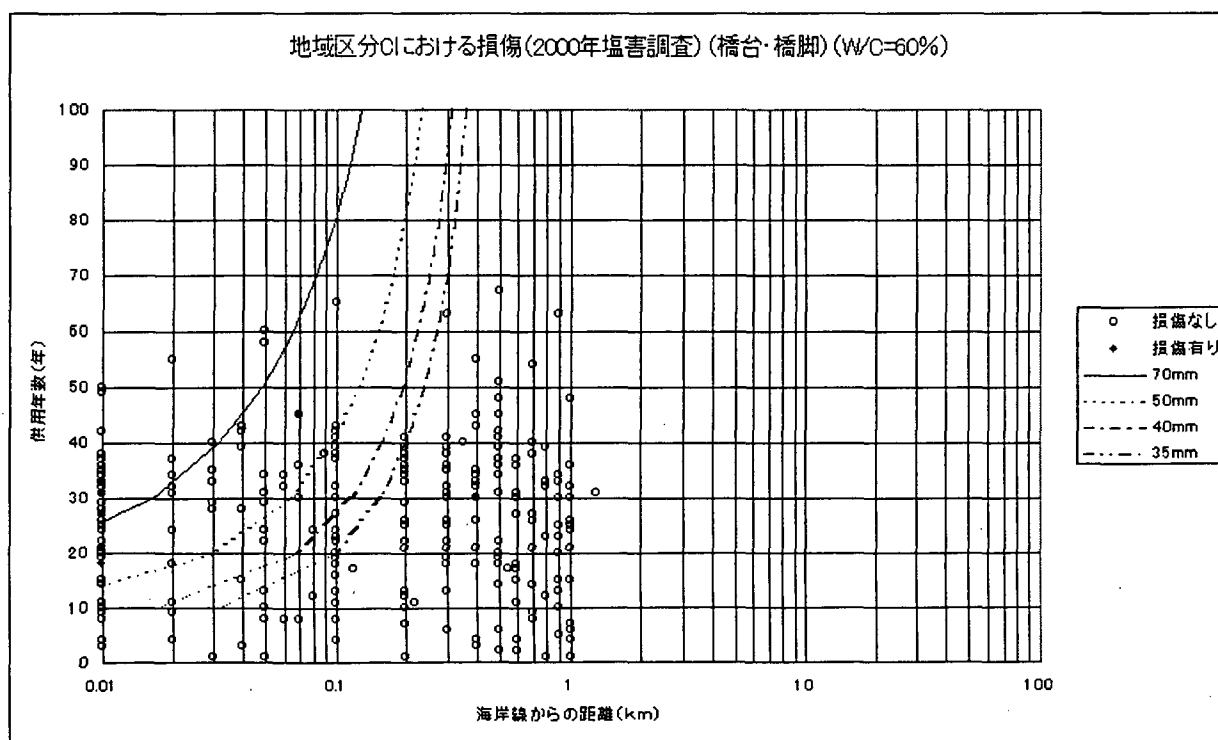


図-5.6.16 地域区分Cにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=60.0%、C1=2.51)

5.3 評価・検討

5.3.1 検証結果

図-5.6.1～5.6.8は、橋梁が竣工してから現在に至るまでに損傷（剥離・鉄筋露出）が発生している箇所のデータと現在まで一般的に使用されてきたコンクリート強度 $\sigma_{ck} = 21\text{N/mm}^2$ (W/C = 60.0 %)、 $\sigma_{ck} = 24\text{N/mm}^2$ (W/C = 55.0 %) および設計かぶり 70、50、40、35mm について整理したものである。この結果のうち、設計かぶり・耐用年数と海岸線からの距離との関係と、現在、塩害が確認されている海岸線から 1km 以内の損傷状態とを比較する。図-5.6.1～5.6.16を見ると、1km 換算飛来塩分量 C1 に平均値を用いたものは、実際の損傷状態とかけ離れたものとなっているのに対し、平均値 + 1 σ （標準偏差）を用いたものは、実際の損傷状態に近い傾向を示している。そこで、ここでは、C1 に平均値 + 1 σ （標準偏差）を用いたものと実態調査との関係について整理することとする。

図-5.6.2、5.6.4、5.6.6、5.6.8をみると、地域区分 B・C とも、損傷ランク II に相当するものが、S59 塩対指針(案)の設計かぶりと海岸線からの距離により求められる耐用年数とほぼ同等ないし試算により得られる耐用年数以上となっていることがわかる。但し、地域区分 C については、地域区分 B より損傷実態との相関が低くなっている。このことから、S59 塩対指針(案)では、現在の供用期間内での塩害に対する耐久性は確保されていることがわかる。しかし、今回目標と考えている耐用年数 100 年に対しては所定の耐久性を満足していないことがわかる。

以上より、S59 塩対指針(案)に対し設計に考慮する年数に 100 年を当てはめた場合、要求される所定の耐久性を満足させることは困難である。そこで、ここでは、設計に考慮する年数として 100 年を想定し、なおかつ、できる限り維持管理を容易にするための対策としてコンクリート強度の増加と設計かぶりの増加を行った場合の対策効果を試算により検証した。結果は図-5.6.17～5.6.31のとおりである。なお、塩害に対する耐久性は、図-5.6.1～5.6.16をみて明らかなように、耐用年数により変動し、コンクリート強度が高い（水セメント比が低い）ほど向上していることがわかる。よって、設計に考慮する年数の設計およびコンクリート強度を上げることにより、耐久性を向上させることができるといえる。このことから本試算では、コンクリート強度 $\sigma_{ck} = 30\text{N/mm}^2$ (W/C=50 %)、設計に考慮する年数を 100 年とした場合の設計かぶりと海岸線からの距離との関係を整理した。その結果、先の「5.5.1 検証結果」と同じように + 1 σ 程度の幅をもって評価した場合に実際の損傷データが概ね説明できる。これを踏まえて、かぶりと海岸線からの距離との関係の検討において、C1 (0 σ) のときとバラツキ分を考慮した C1 (+ 1 σ) のときの曲線を 2 本引き、その範囲内にほぼ収まるように必要かぶりを設定した。

5.3.2 下部構造におけるかぶり厚と対策区分

表-5.6.1に S59 塩対指針（案）で規定されている最小かぶり厚、表-5.6.2に今回の検証で得られた最小かぶり厚、表-5.6.3に現在の道路橋示方書Ⅳ（H14.3）で規定されている最小かぶり厚を、表-5.6.4に今回の検証結果※で得られた対策区分と S59 塩対指針（案）で規定されている対策区分を示す。

表-5.6.1 S59塩対指針（案）
の最小かぶり値（cm）

対策区分	下部構造	
	梁	柱
I	7.0	7.0
II	5.0	5.0
III	3.5	4.0

表-5.6.2 今回の検討結果の
最小かぶり値（cm）

対策区分	下部構造
	はり、柱、壁
S	9.0
I	9.0
II	7.0
III	5.0

表-5.6.3 道路橋示方書Ⅳ（H14.3）
の最小かぶり値（cm）

対策区分	下部構造
	はり、柱、壁
S	9.0(塗装鉄筋、コンクリート塗装、埋設型枠等を併
I	9.0
II	7.0
III	5.0

表-5.6.4 今回の検証結果とS59塩対指針（案）の対策区分の比較

地域区分			今回の 検証結果	塩害対策 指針(案)
	地 域	海岸線からの距離	対策区分	対策区分
A	沖縄県	海上部及び海岸線から100mまで	S	I
		100mをこえて300mまで	I	
		上記以外の範囲	II	II
B	北海道、東北、北 陸の日本海側	海上部及び海岸線から100mまで	S	I
		100mをこえて300m(200m)まで	I	II
		300m(200m)をこえて500m(300m)まで	II	III
		500mをこえて700mまで	III	
C	上記以外の地域	海上部及び海岸線から20mまで(海上	S	I
		20m(海岸線)をこえて50m(100m)まで	I	II
		50m(100m)をこえて100m(200m)まで	II	III
		100mをこえて200mまで	III	

(海岸線からの距離の括弧内は S59 塩対指針（案）の規定値)

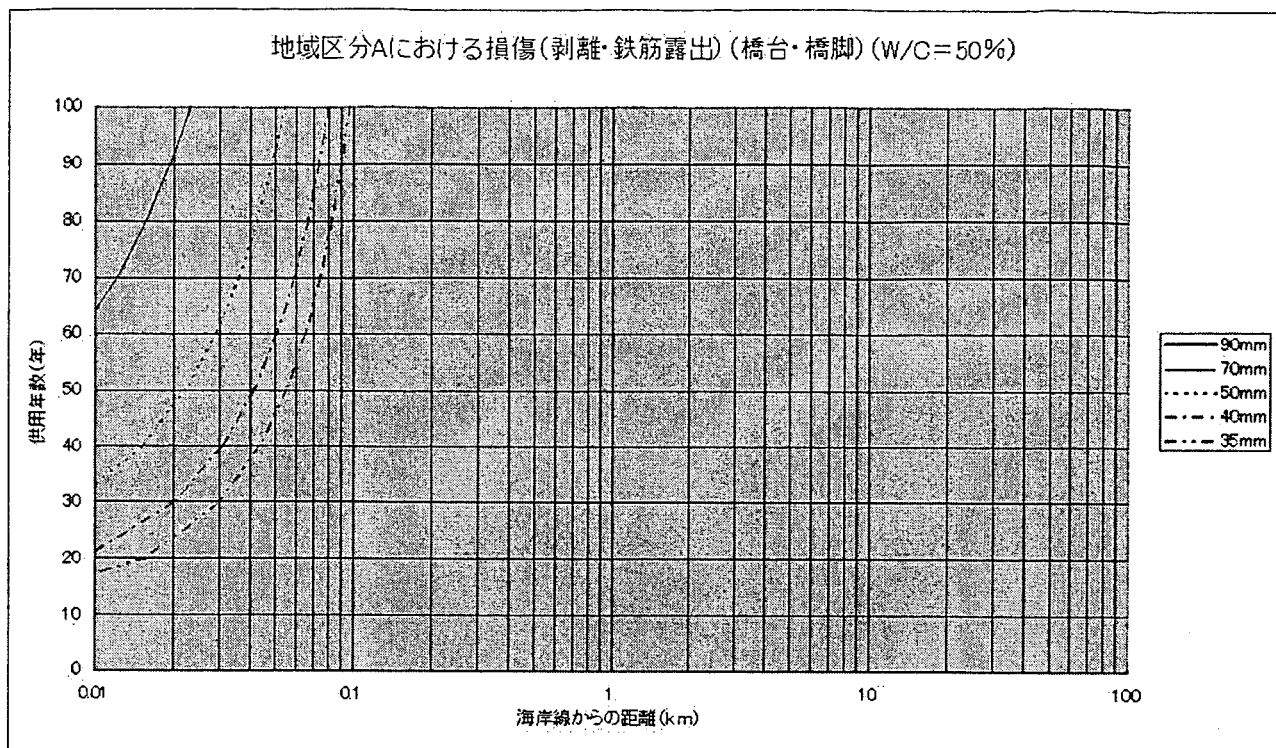


図-5.6.17 地域区分Aにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚) (W/C=50.0%、 $C_1=0.24$)

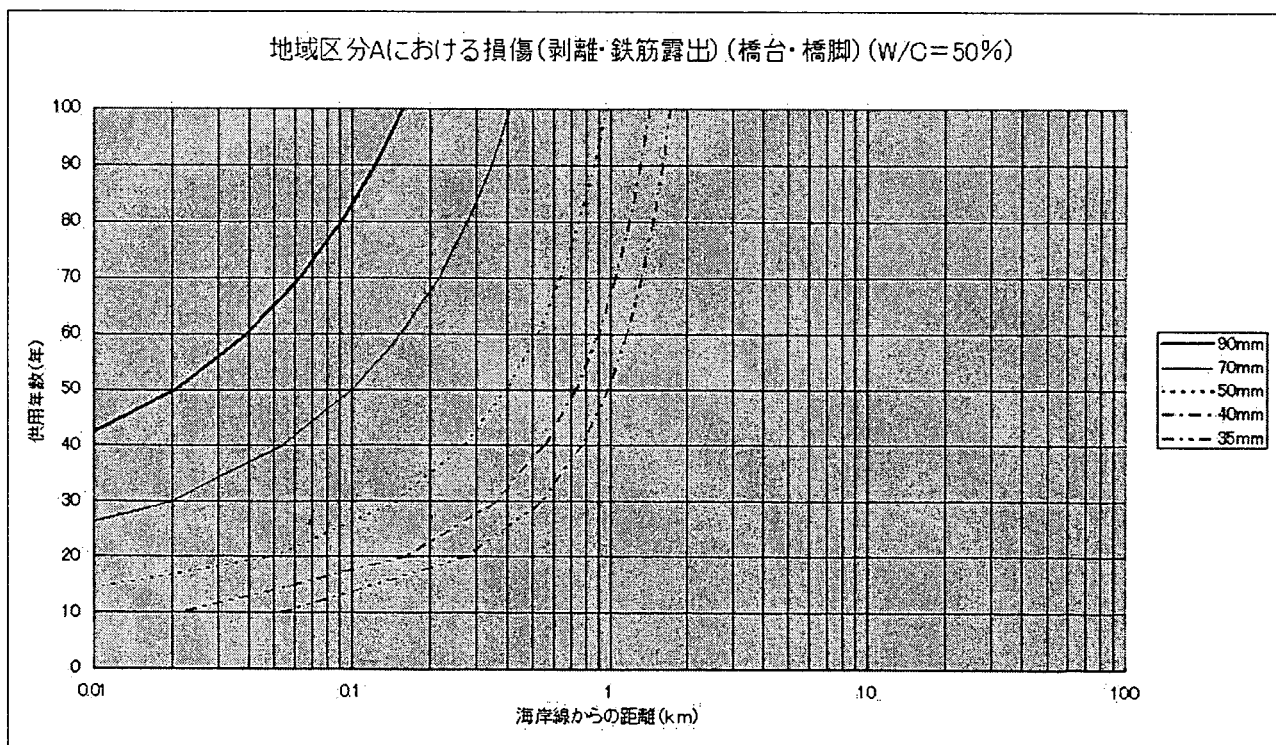


図-5.6.18 地域区分Aにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚) (W/C=50.0%、 $C_1=1.35$)

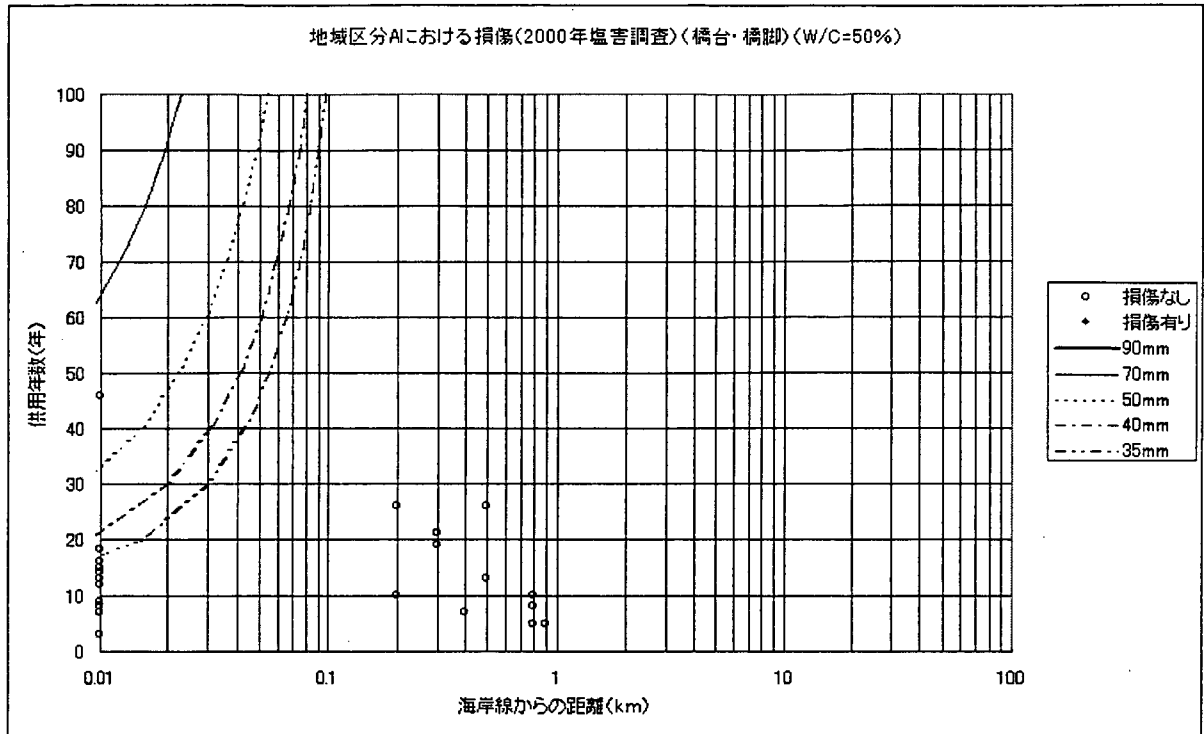


図-5.6.19 地域区分Aにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=50.0%、C1=0.24)

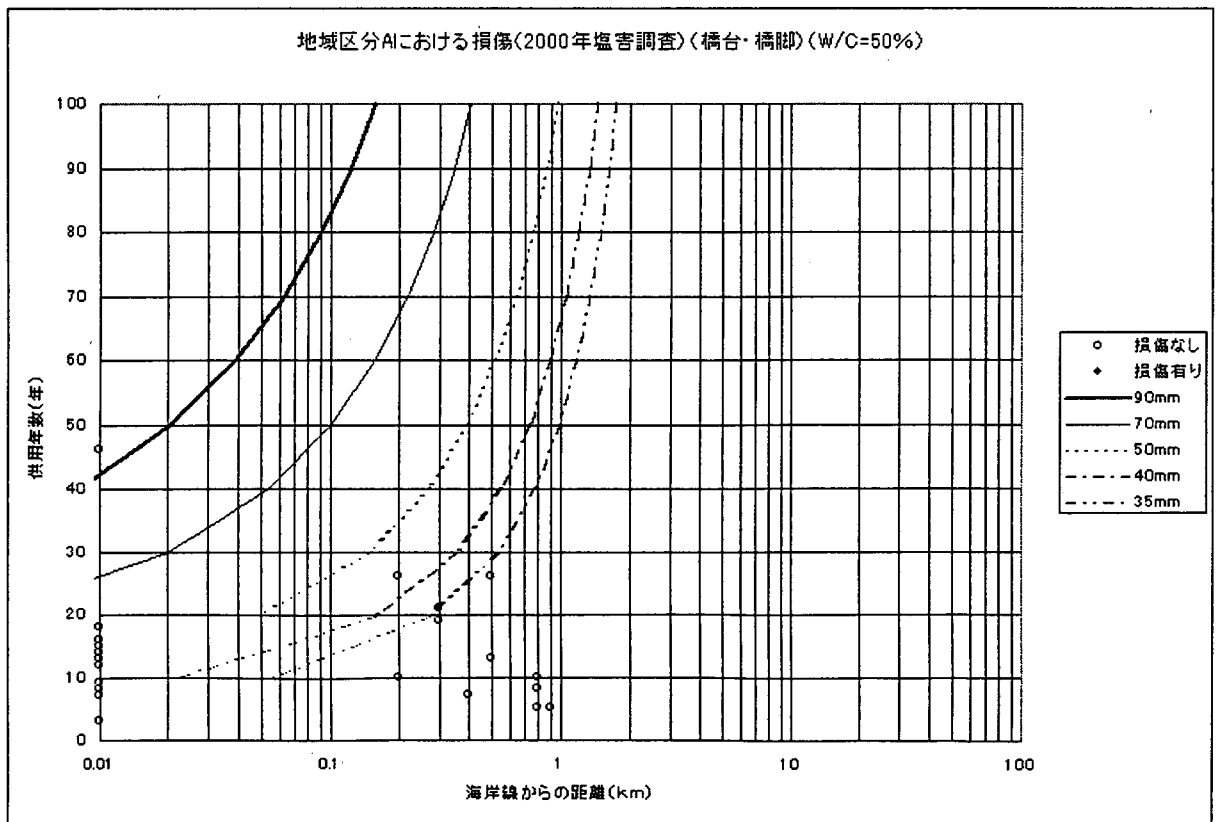


図-5.6.20 地域区分Aにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=50.0%、C1=1.35)

地域区分A 下部工(W/C=50%)

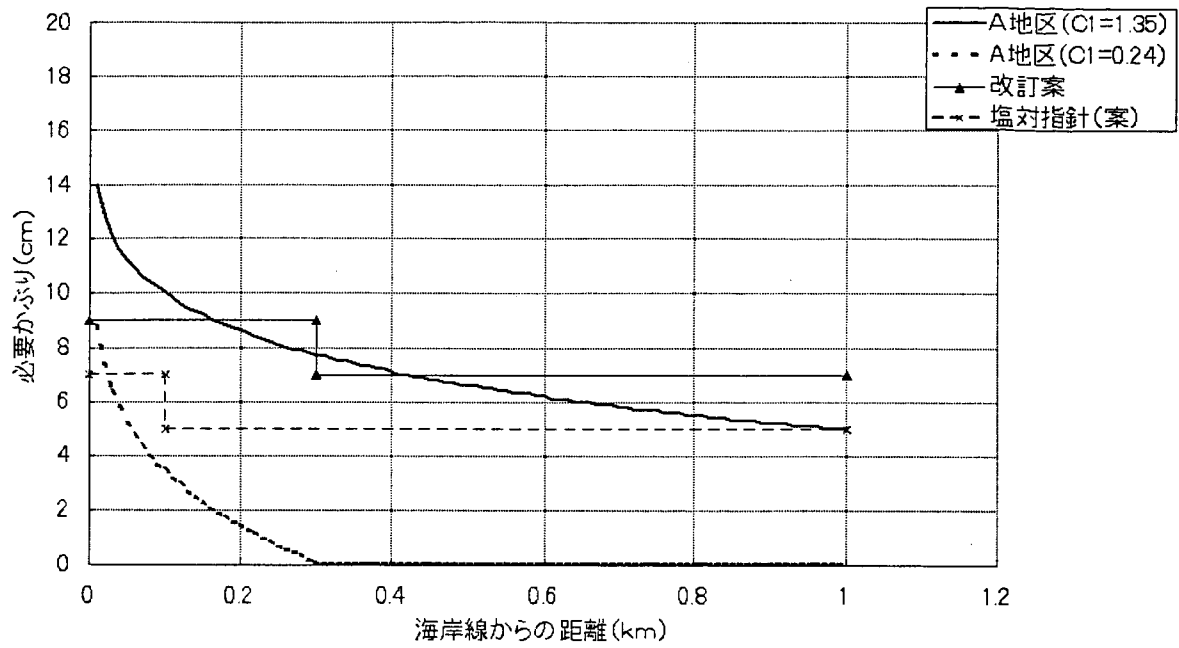


図-5. 6. 21 地域区分Aにおける海岸線からの距離と必要かぶりの関係

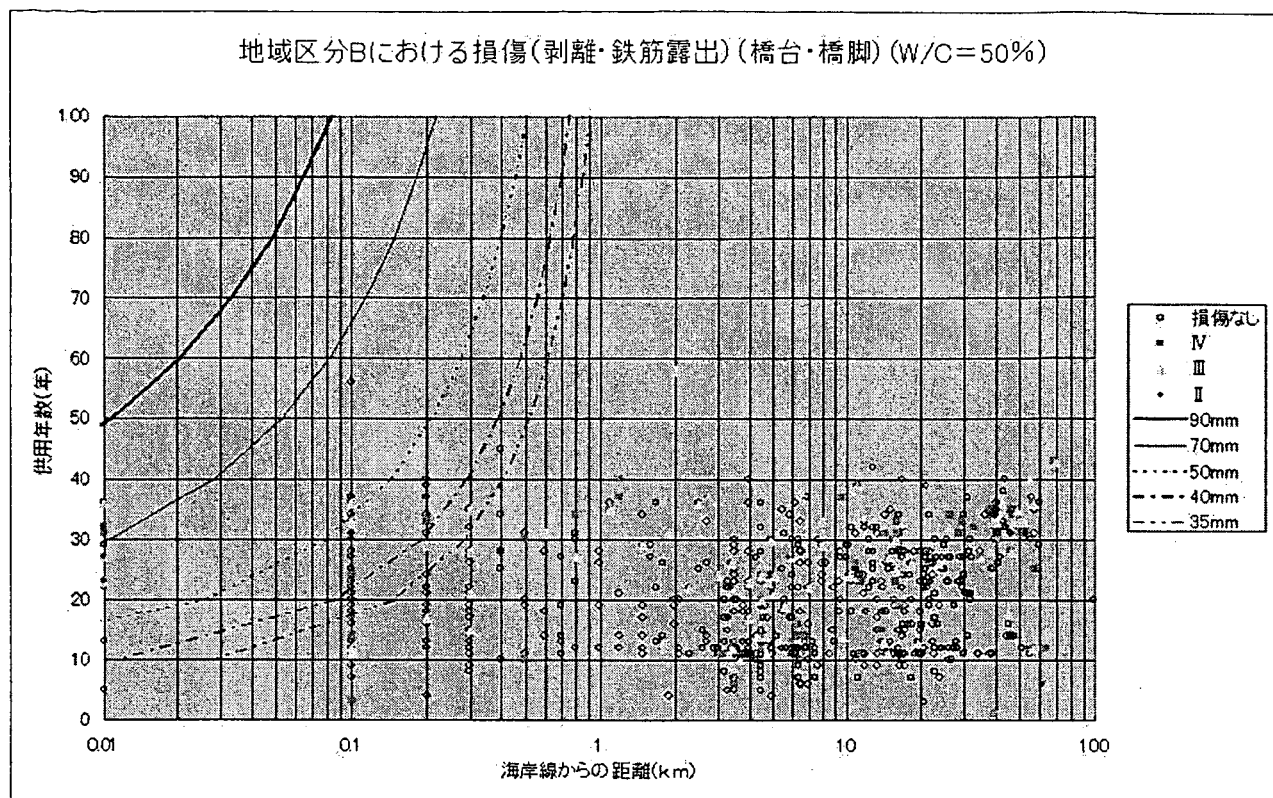


図-5.6.22 地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚) (W/C=50.0%、 $C_1=0.92$)

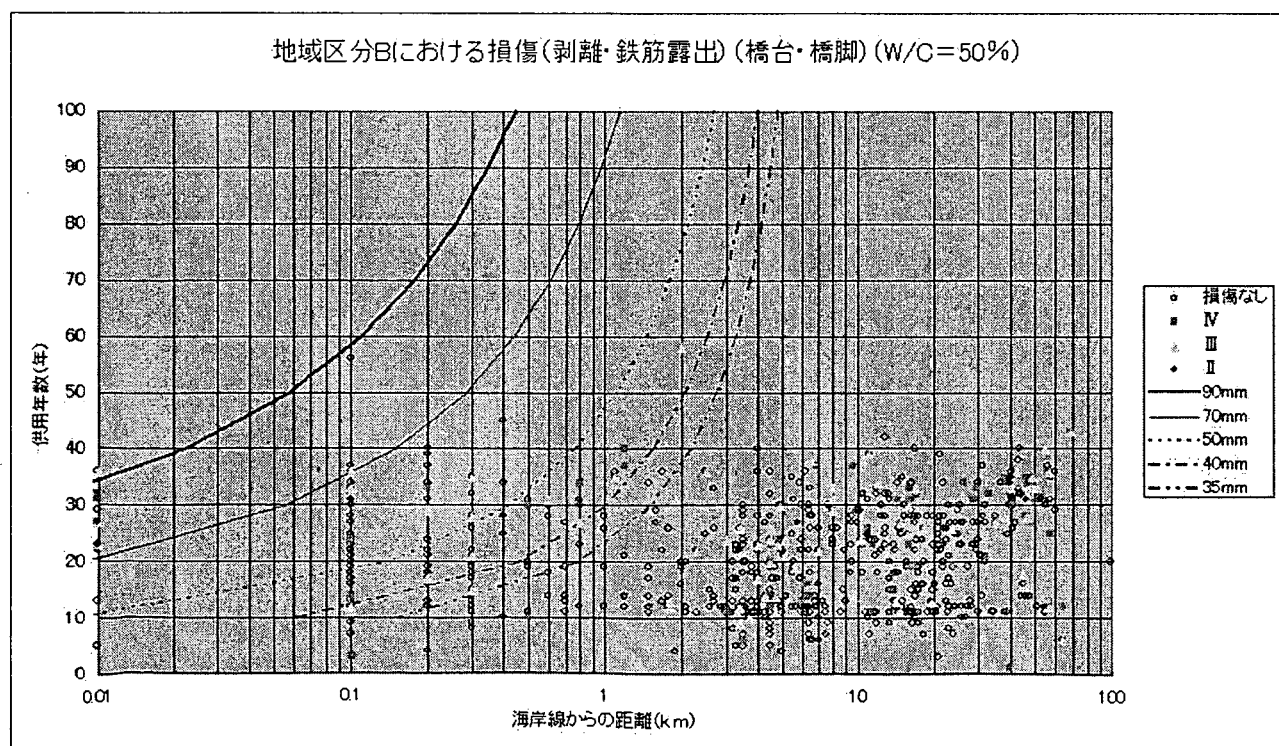


図-5.6.23 地域区分Bにおける損傷(剥離・鉄筋露出)(橋台・橋脚) (W/C=50.0%、 $C_1=2.51$)

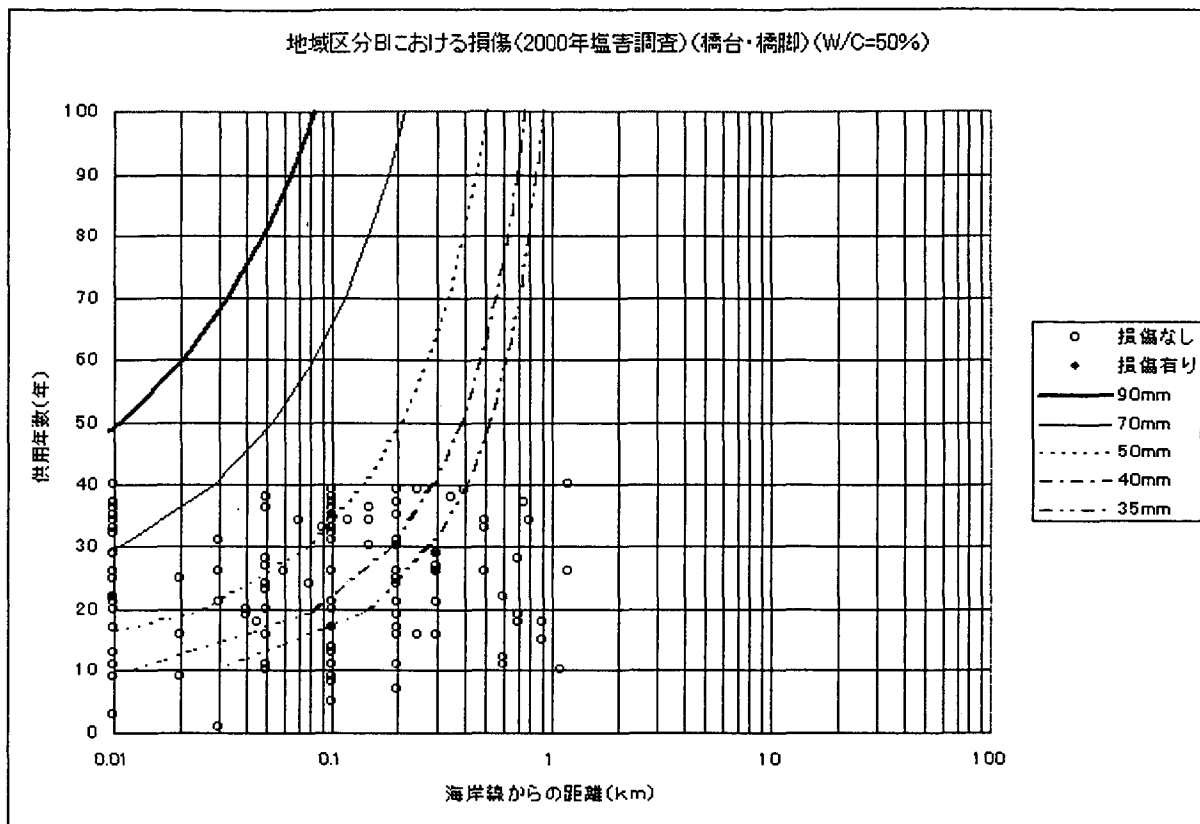


図-5.6.24 地域区分Bにおける損傷 (2000年塩害調査) (橋台・橋脚) (W/C=50.0%、 $C_1=0.92$)

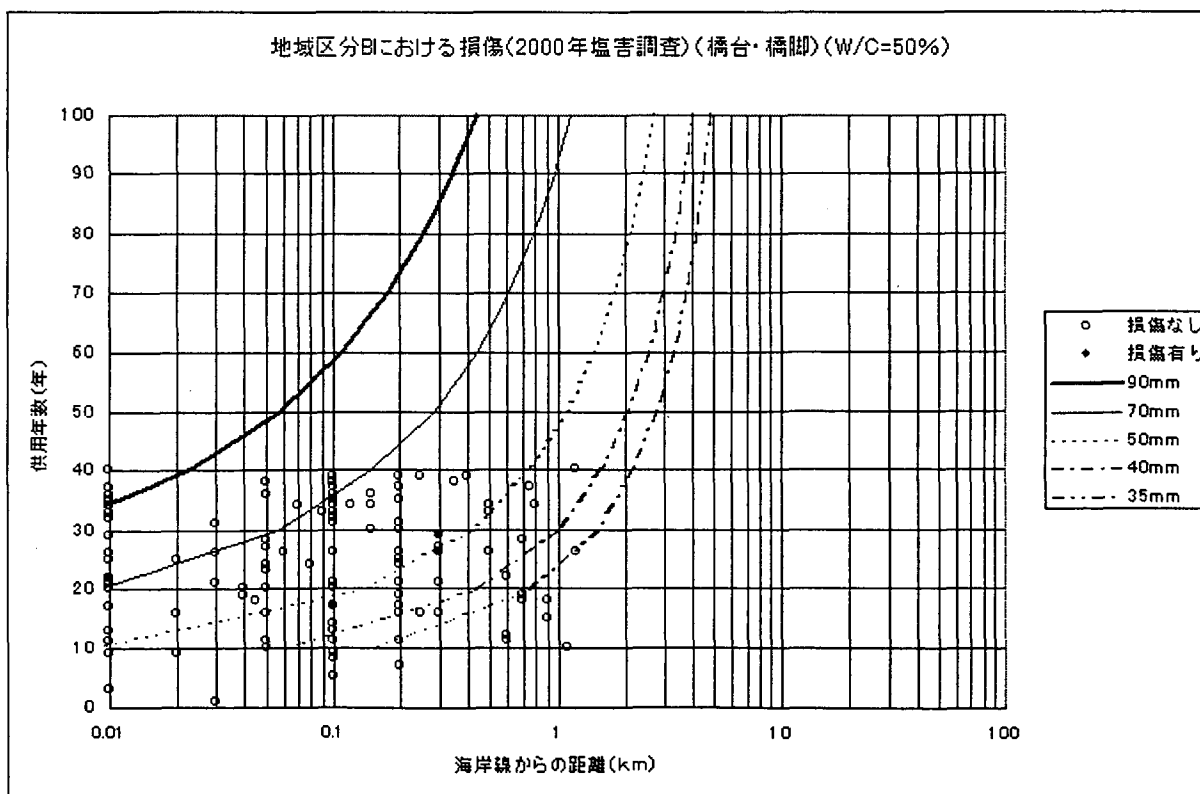


図-5.6.25 地域区分Bにおける損傷 (2000年塩害調査) (橋台・橋脚) (W/C=50.0%、 $C_1=2.51$)

地域区分B 下部工(W/C=50%)

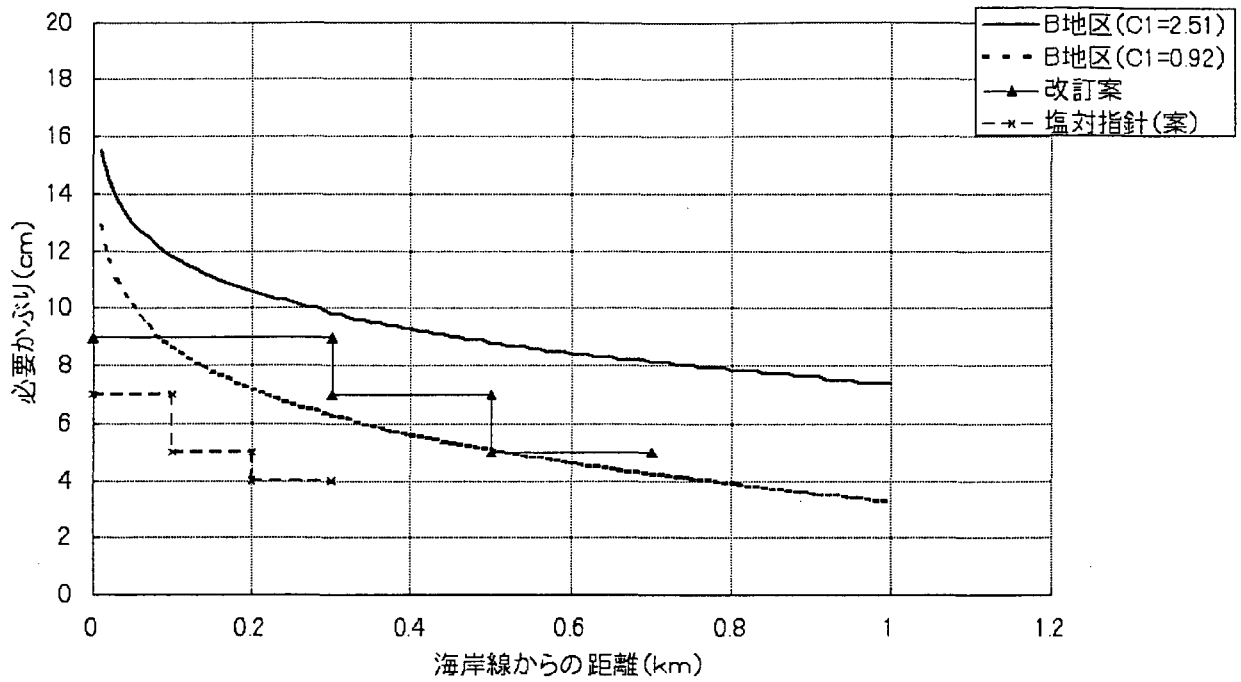


図-5.6.26 地域区分Bにおける海岸線からの距離と必要かぶりの関係

地域区分Cにおける損傷（剥離・鉄筋露出）（橋台・橋脚）（ $W/C=50\%$ ）

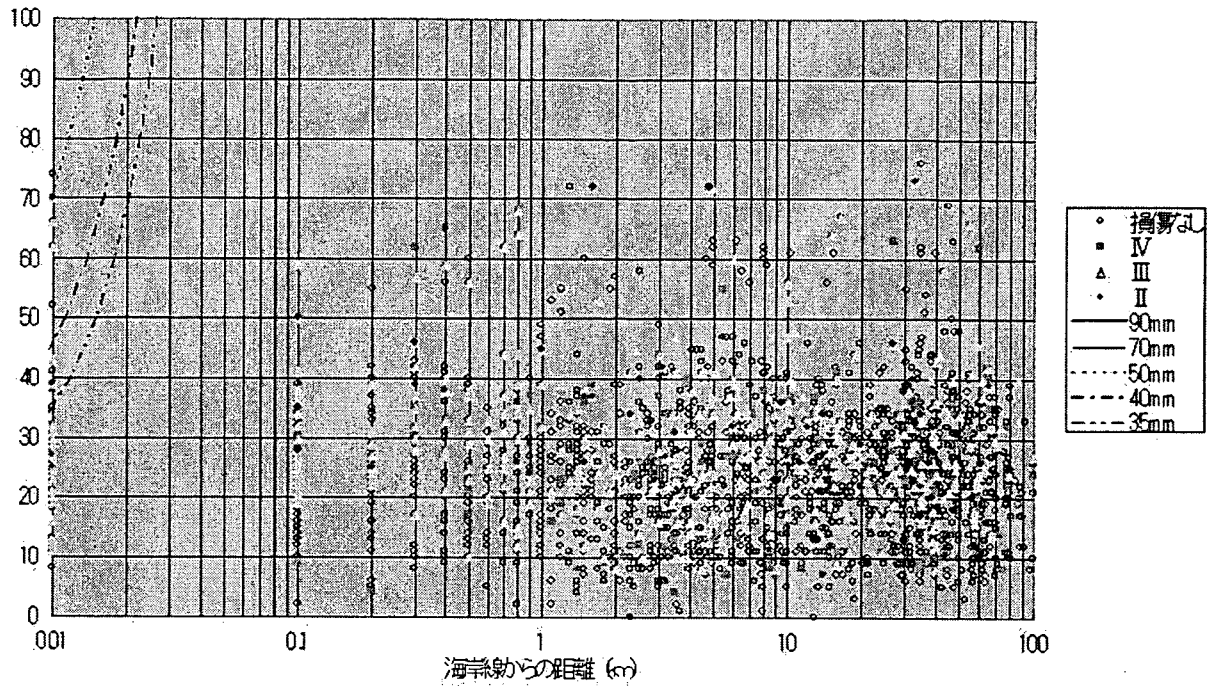


図-5.6.27 地域区分Cにおける損傷（剥離・鉄筋露出）（橋台・橋脚）（ $W/C=50.0\%$ 、 $C1=0.11$ ）

地域区分Cにおける損傷（剥離・鉄筋露出）（橋台・橋脚）（ $W/C=50\%$ ）

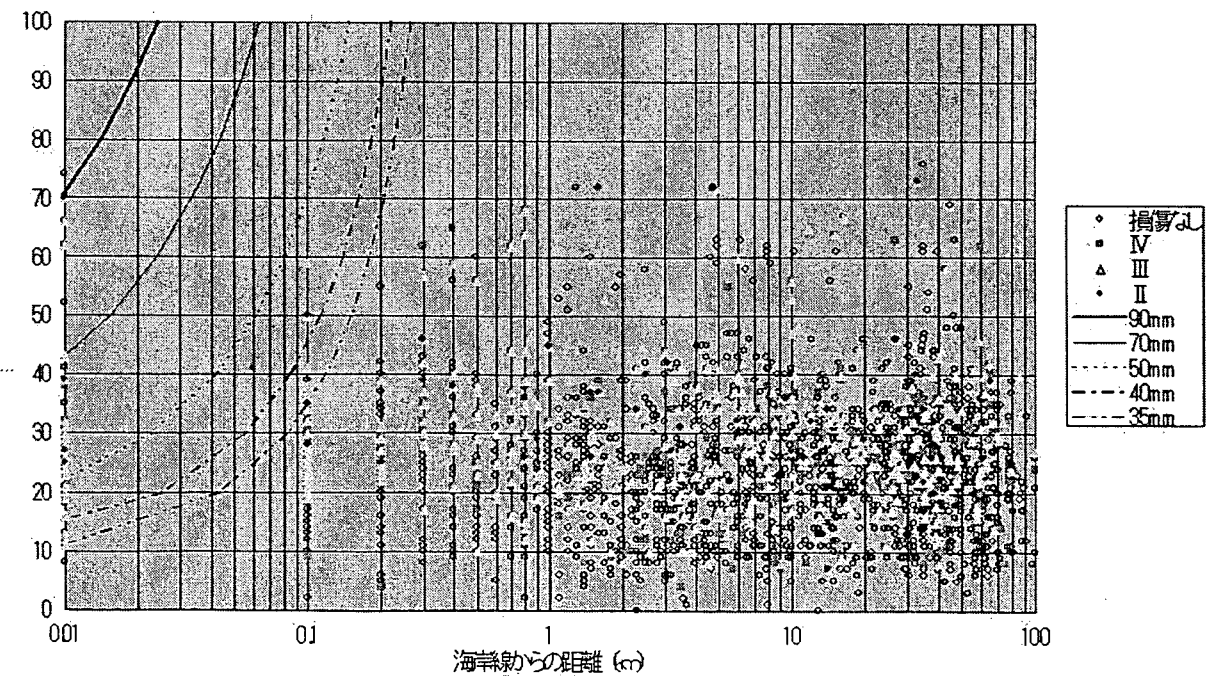


図-5.6.28 地域区分Cにおける損傷（剥離・鉄筋露出）（橋台・橋脚）（ $W/C=50.0\%$ 、 $C1=0.44$ ）

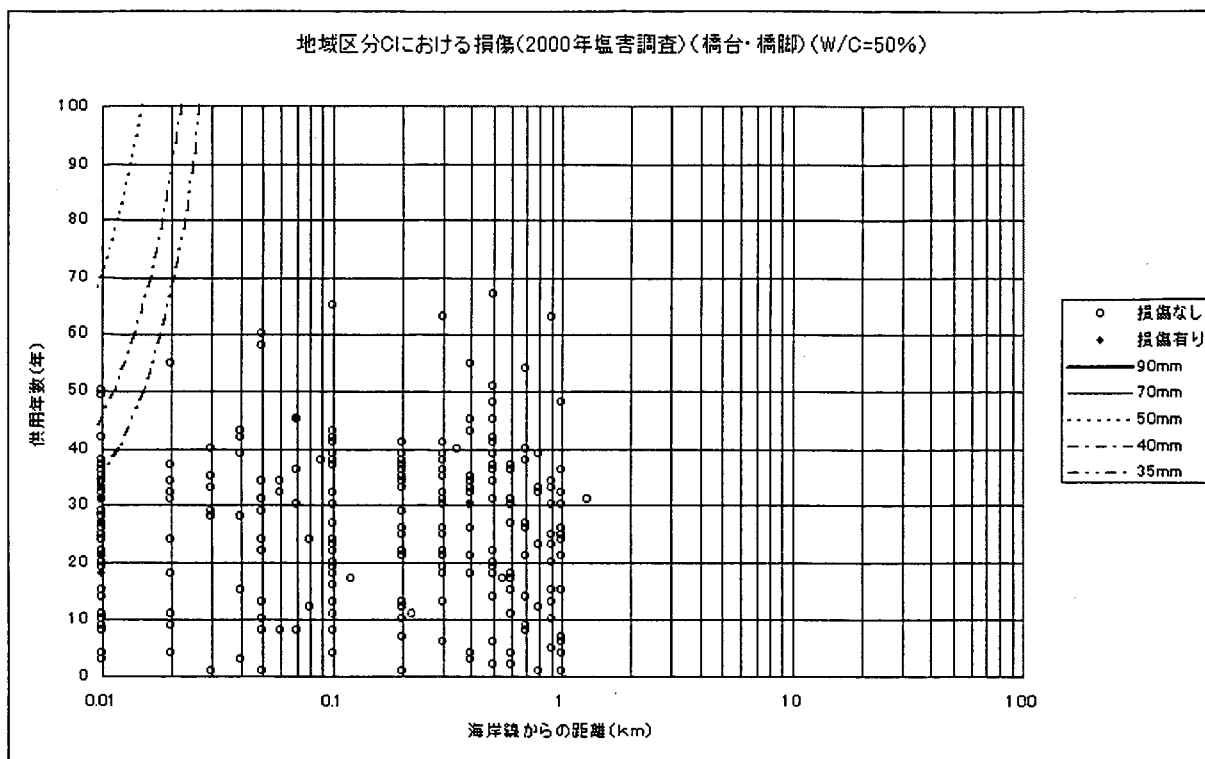


図-5.6.29 地域区分Cにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=50.0%、 $C_1=0.11$)

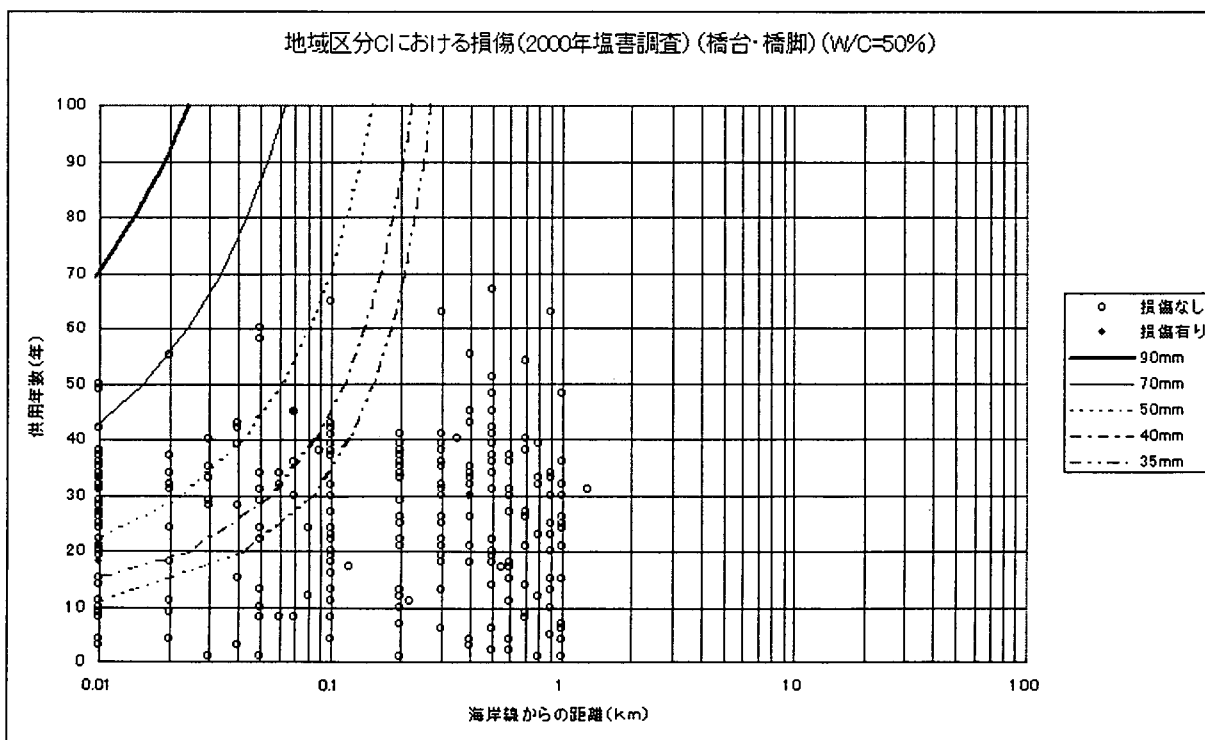


図-5.6.30 地域区分Cにおける損傷(2000年塩害調査)(橋台・橋脚)(W/C=50.0%、 $C_1=0.44$)

地域区分C 下部工(W/C=50%)

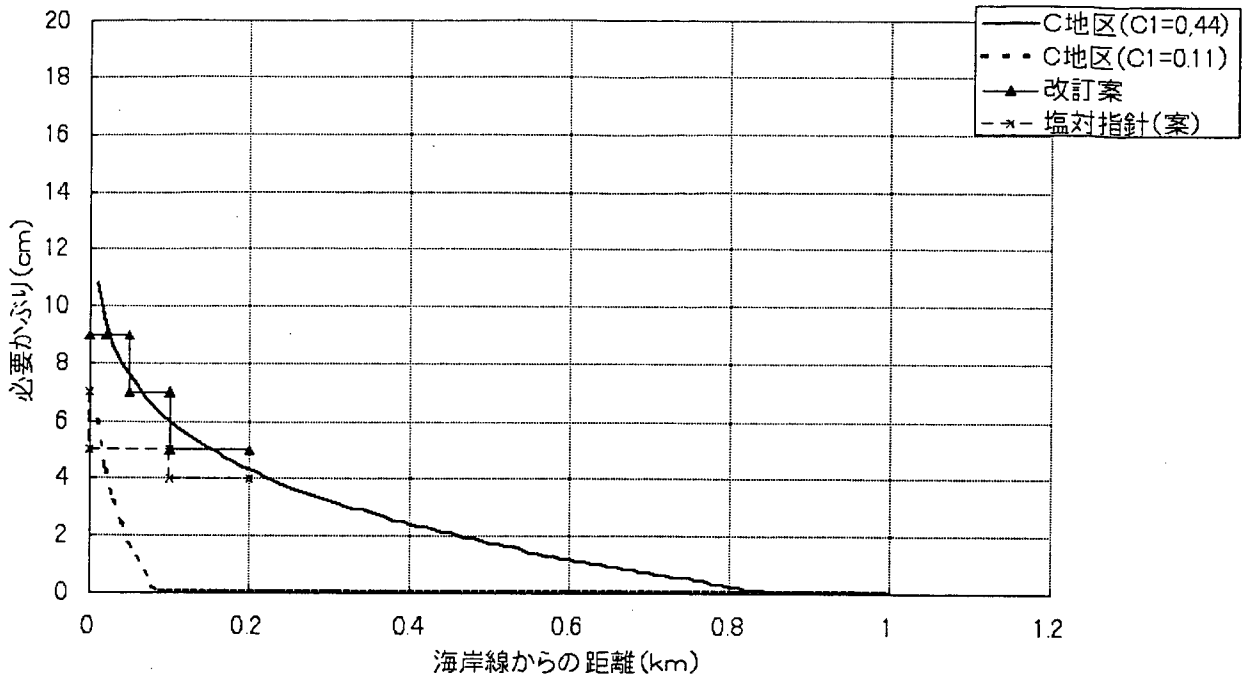


図-5.6.31 地域区分Cにおける海岸線からの距離と必要かぶりの関係

6章 総括

本章では、今回の塩害調査および既往の調査結果の分析等を通じて分かった、塩害予測に関する今後の課題や、塩害調査を行う上での注意事項について総括する。

6.1 塩害予測手法の確立に向けての課題

本研究では、4章・5章に示すように海からの飛来塩分に着目した塩害予測手法について検討を行い、その評価を行ったが、様々な条件におかれた橋梁の塩害を予測するためには未だ検討すべき課題が多く残されている。ここでは橋梁の塩害予測手法の確立に向けて今後調査が必要な事項について示す。

6.1.1 海からの飛来塩分に起因する塩害

(1) 予測精度の向上

4章では、海からの飛来塩分による塩害に対して、現在までの被害状況がある程度説明可能な塩害予測式を提示したが、予測式の精度を向上し、適用性を拡大するためには、今後以下のような課題について取り組む必要があることが明らかとなった。

① 支配的な因子の精度向上

予測式における位置づけが明確でかつ支配的な影響をもつ因子について、設定値の精度は予測精度の大きく影響する。例えば、以下の因子については、実構造物に着目して定量的に把握することで予測精度の向上が見込まれることからその手法の確立が望まれる。

表-6.1.1 精度よく定量的に把握することが望まれる因子の例

項 目		課 題
初期塩化物イオン量	Cinit	・ 個々の条件に応じて実構造物の初期塩化物イオン量を精度よく設定
拡散係数	Dc	・ 実構造物の水セメント比を把握するなど、関連する因子との関係から精度よく設定
コンクリート表面の塩化物イオン量	Co	・ 部位との関係（洗い流し部、吹き溜まり部等） ・ 構造形式との関係（T 桁、箱桁等）
飛来塩分量	Cair	・ 架橋環境（気象条件、地形の高低差、汽水域等）に応じた定量的評価の精度向上

② 現在の予測式に考慮されていない因子の評価

塩害過程に影響することが疑われるものの、現在の予測式では必ずしも適切に考慮されていない影響因子については、塩害予測式にこれを取り込むことで精度向上と流用性の拡大が期待できる。

表-6.1.2に提案した予測式では必ずしも適切に考慮されていないと考えられる影響因子の例について示す。

表-6.1.2 今後、適切に考慮することが必要と考えられる影響因子の例

項 目		課 題
腐食発生限界塩化物イオン量	Clim	・鉄筋位置における水分や酸素量との関係の解明
コンクリートのひびわれ		・実構造物のひび割れが塩分浸透におよぼす影響の把握
拡散過程以外に塩化物イオンの移動に寄与すると考えられる事象		・移流拡散等の濃度拡散以外による移動の影響 ・温度変化や温度勾配の影響 ・中性化、アルカリ骨材反応、凍害によるコンクリートの変質による影響

6.1.2 その他の要因に起因する塩害

今回の4章・5章の分析で適用した予測式は、海からの飛来塩分を対象としている。しかし、それ以外にも様々な要因（例えば、凍結防止剤の散布等）によって塩害が生じている可能性があり、構造物の耐久性を評価するためには、それらについても適切にその影響を考慮しなければならない。しかし、人為的に散布される凍結防止剤の影響を考慮した塩害予測の考え方は現在のところ確立されておらず、現地のデータも把握されていないのが実状である。

とくに、今回の調査では凍結防止剤による塩害は確認できなかったが、スパイクタイヤの使用禁止が法制化されて以来凍結防止剤の散布量自体は増えており、今後凍結防止剤に起因する塩害被害が顕在化することが懸念される。

今後、塩害に着目した調査・研究を行うにあたっては、凍結防止剤の種類・散布量・散布頻度・飛散状況、あるいは部材・部位の塩分濃度分布の把握、凍結防止剤を散布する地域において塩害が生じているかどうかの把握を行って幅広くデータを蓄積することが必要である。

6.2 塩害調査について（今後の塩害調査を実施する上での注意事項）

3章に示すとおり、本研究では前回調査（2000年塩害調査）の結果も踏まえて、塩害に関する全国的な調査を行ったが、これらの結果も踏まえて、今後橋梁の塩害に着目した調査を行う場合に留意すべき事項について検討した。以下に既往調査における問題点とその改善策の案を表-6.2に示す。

表-6.2 2000年塩害調査で浮上した問題点及びその改善案

項目	問題点	改善案
①損傷要因の判定方法	・塩害であるとの判断基準にバラツキがあった ・施工に起因している損傷も塩害として判断されている事例があったように見受けられた	・現地でできる簡便な損傷要因の判定基準の確立
②構造形式別による塩害実態	・構造形式と塩害の受けやすさの関係について評価できなかった	・評価する内容に応じて必要な条件を満たす橋梁を対象として抽出するなど目的に応じた詳細調査の実施
③部位別による塩害実態	・部位別による塩害実態状況の確認が十分できなかった	・詳細な具体例の提示 ・部位の正確な把握が可能な調査の実施

<具体的方法>

・①については、例えば3章の写真-3.2に示すような施工不良（かぶり不足）が原因で早期に劣化が進んでいると考えられる塩害と一般的に想定される塩害と見極めるためには、非破壊検査によりかぶり厚を明らかにする必要がある。また、写真-3.3、3.4に示すような施工不良（乾燥収縮）もしくはその他の劣化（凍害等）が原因で早期に劣化が進んでいると考えられる塩害と一般的に想定される塩害と区別するためには、例えばひび割れ性状（ひび割れ部に錆汁を伴っているか等）を注意深く目視し、鋼材位置における塩分量の測定を実施する必要がある。それらのことを実施することで、施工不良がどの程度影響しているのかの判断ができると考えられる。

・②については、構造形式の違いによる塩害の受けやすさについて評価するためには、例えば海岸線からの距離・気象条件・桁下高等の諸条件のできるだけ同じ橋梁で構造形式（T 桁、箱桁等）だけが異なるもの同士で塩害調査を実施することで適切に評価できると思われる。

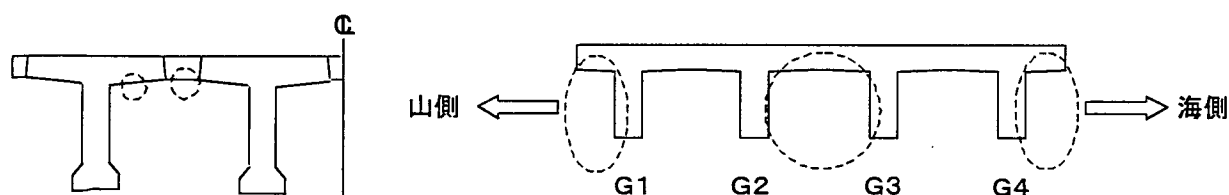


図-6.1 調査を実施すべきと思われる部位（T桁橋）

・③については、例えば T 桁橋において、図-6.1左に示すような点線で囲んだコンクリート強度の異なる床版間詰部下面と上フランジ下面の部位が明確に特定できるような方法で調査を実施することで、コンクリート強度の違いによる塩害の受けやすさについて適切に評価できるものと考えられる。さらに、多主桁構造の T 桁橋が沿岸部で架橋されているような場合（図-6.1右参照）、点線で囲っている海側の G4 桁部、山

側の G1 桁部及び内側部分（G2 と G3 の間）の損傷実態が把握できるような調査を実施することで、空間位置の違いによる塩害の受けやすさについて適切に評価できると考えられる。

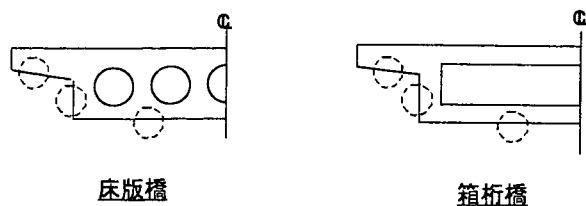


図-6.2 調査を実施する際にあらかじめ明確にしておくべき部位（床版橋・箱桁橋）

「3.4 まとめ」でも述べたが今回の調査方法における問題点として、床版橋や箱桁橋の部位の定義が明確にされてなかったため、今回の調査シートに「桁下面」「床版下面」に損傷有と記入されていたものは具体的にどこの部位を指しているのか判断し難いところがあった。今後、同様な塩害調査を実施する場合には、特に図-6.2に示す点線で囲った部位の定義を明確にした上で調査を実施する必要がある。

また、今回の調査で調査シートの記入欄（壁高欄、はり、柱）に無記入のものがあった。それは、損傷が無いことなのか、それともその部位が存在しないことなのか判断し難いところがあった。今後、同様な調査を実施する際は、その辺りのルールを目的に応じて適切に設定し調査方法を決める必要がある。

謝 辞

本調査研究は、各種基礎データの収集にあたり、以下に示す関係各機関からの情報提供をはじめ、各関係者の多大なご協力を得て実施することができました。この場をかりて深く感謝を申し上げる次第です。

国土交通省ほか
国土交通省道路局、北海道開発局、東北地方整備局、関東地方整備局、北陸地方整備局、中部地方整備局、近畿地方整備局、中国地方整備局、四国地方整備局、九州地方整備局、沖縄総合事務局
公団
日本道路公団
地方自治体
青森県、秋田県、山形県、岩手県、宮城県、新潟県、石川県、福井県、茨城県、千葉県、静岡県、愛知県、三重県、京都府、兵庫県、和歌山県、島根県、広島県、山口県、岡山県、鳥取県、愛媛県、高知県、香川県、徳島県、福岡県、長崎県、大分県、熊本県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県

○国土交通省国土技術政策総合研究所

・道路研究部橋梁研究室

交流研究員	志道 昭郎	
交流研究員	重松 勝司	
交流研究員	谷脇 秀樹	
元交流研究員	伊藤 公彦	(H11.4 ~ H13.3)
元交流研究員	続石 孝之	(H12.4 ~ H13.3)

○独立行政法人土木研究所

・技術推進本部構造物マネジメント技術

主席研究員	河野 広隆	
主任研究員	渡辺 博志	
元研究員	田中 良樹	(～ H14.3、現企画部研究企画課)

・構造物研究グループ基礎チーム

上席研究員	福井 次郎	
主任研究員	西谷 雅弘	

【参考文献】

まえがき・1章

- 1.1) 小林一輔：コンクリートが危ない、岩波新書、1999
- 1.2) 例えば、塩害補修材料の試験施工追跡調査結果等、土木研究所資料、H5.3 など
- 1.3) 例えば、鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向、土木学会、コンクリート技術シリーズ 26、1997.12、コンクリート構造物のリハビリテーション研究委員会報告書、日本コンクリート工学会、1988.10 など
- 1.4) コンクリート委員会、凍結防止剤 WG：我が国のコンクリート構造物における凍結防止剤の影響、土木学会論文集、No.490、1994

2章

- 2.1) 池田道政：塩害によるコンクリート橋の損傷状況調査結果、道路、日本道路協会、1984.2
- 2.2) 道路橋の塩害対策指針(案)・同解説、(社)日本道路協会、S59.2
- 2.3) 大即信明ほか、塩害(I)、コンクリート構造物の耐久性シリーズ、技報堂、1986.5

4章

- 4.1) 飛来塩分量全国調査(IV)-飛来塩分量の分布特性と風の関係-、土木研究所、土木研究所資料第 3175 号、H5.3
- 4.2) コンクリート標準示方書、施工編、(社)土木学会、2000
- 4.3) 耐久性照査型コンクリート標準示方書、施工編、改定資料、コンクリートライブラリー 99、(社)土木学会、2000
- 4.4) 丸屋剛、宇治公隆；コンクリートへの塩分の拡散浸透に関する表面塩分量の定式化、コンクリート工学年次論文報告集、11-1、1989
- 4.5) ミニマムメンテナンス PC 橋の開発に関する共同研究報告書(Ⅲ)-PC 橋の塩害対策に関する検討-、土木研究所、PC 建設業協会、共同研究報告書 270 号、H13.3
- 4.6) ミニマムメンテナンス PC 橋の開発に関する共同研究報告書(Ⅱ)-コンクリート道路橋の必要かぶりに関する検討-、土木研究所、PC 建設業協会、共同研究報告書 258 号、H12.12
- 4.7) 前記 2.3 と同じ
- 4.8) 現場打ち高強度コンクリート部材の設計施工法に関する共同研究報告書、-高強度コンクリートの設計施工マニュアル(案)-、国土交通省、(社)PC 建設業協会、共同研究報告書第 266 号、2001.3
- 4.9) 田中良樹、藤田学、河野宏隆、渡辺博志：高強度コンクリートの塩分浸透抵抗性、コンクリート工学年次論文報告集、2001
- 4.10) コンクリート構造物の耐久設計指針(案)、コンクリートライブラリー 82、土木学会、1995.11

- 4.11) 土木学会：コンクリート標準示方書改訂に関する中長期ビジョンーコンクリート委員会・示方書小委員会幹事会報告ー、コンクリート技術シリーズ 32、1999
- 4.12) 武若耕司：海洋環境下のコンクリートの含有塩分に関する既往調査結果の整理と分析、土木学会第 43 回年次学術講演会概要集 V、1988
- 4.13) 上記 2.1 と同じ

付 属 資 料

- 付属資料-1 塩害以外の主な劣化現象について
- 付属資料-2 2000 年塩害調査詳細位置図・総括表・損傷写真（地域区分 A ～ C 別）
- 付属資料-3 2000 年塩害データの検証
- 付属資料-4 かぶり規定の変遷
- 付属資料-5 下部構造の塩害事例
- 付属資料-6 各基準の比較（S59 道路橋の塩害対策指針（案）、道路橋示方書Ⅲコンクリート編（H14）、
コンクリート標準示方書（施工編）2002 年版）
- 付属資料-7 「コンクリート塗装の設計・施工・品質基準（案）・同解説」、「補修事例」（S59「道路橋の
塩害対策指針（案）・同解説」より）」

付属資料－１ 塩害以外の主な劣化現象について

○塩害以外の主な劣化現象について

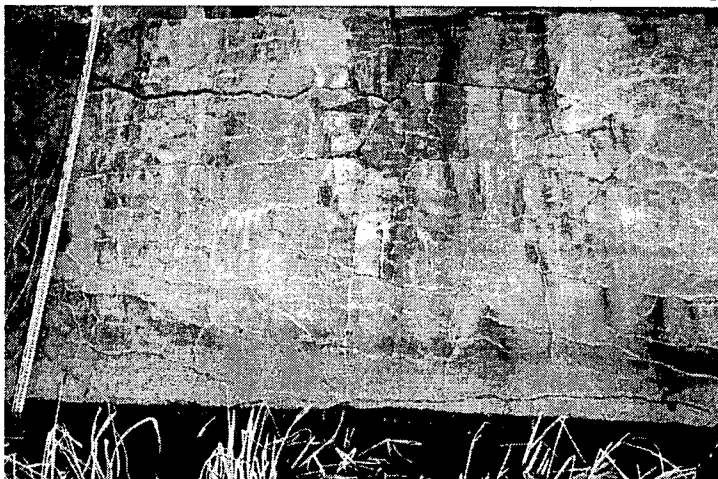
【アルカリ骨材反応】

①メカニズム

アルカリ骨材反応とは、セメント中に含まれているアルカリ分 (Na_2O と K_2O) と骨材中のある種の反応成分が化学反応を起こし、コンクリートに有害な膨張を生ずる現象をいう。

②損傷の特徴

アルカリ骨材反応によってコンクリート構造物に生ずるひびわれは、その幅が大きく、コンクリート表面で数 mm にも及ぶことがあるが、深さはそれほど大きくならず、鉄筋位置付近で留まっているケースが多いといわれている。コンクリート構造物断面におけるアルカリは一様に分布しているのではなく、表層部分では溶出のためにアルカリ濃度が著しく低くなっているためにアルカリシリカ反応は表層部分には起こらず、内部においてのみ生ずる。したがって、膨張も内部においてのみ生ずるので、その進行に伴い、内部には圧縮応力が、表層部分にはこれによって引き起こされた引張応力が生ずるので、その大きさがコンクリートの限界伸び能力に達するとひびわれが発生することになる。ただし、細孔溶液の移動が活発に行われる結果、コンクリートの表層部分にアルカリの濃縮が生ずるような土壌に接する構造部分、たとえば、建物の基礎や橋脚の基礎などでは、これとは異なる機構によってひびわれが生ずる。



付属写真1 アルカリ骨材反応による損傷（一例）

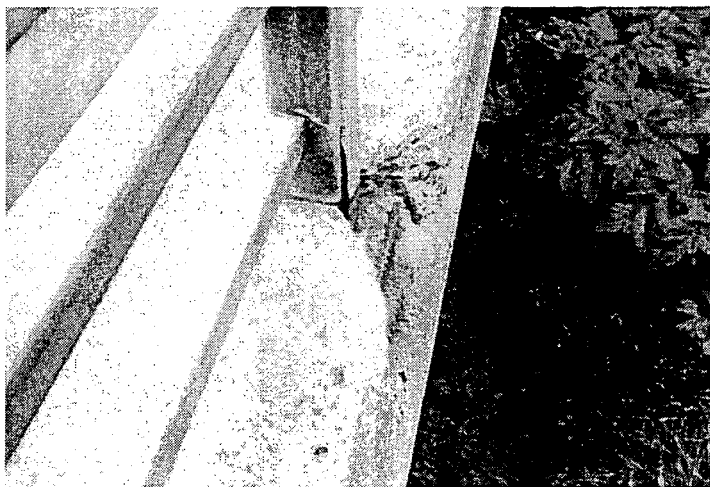
【凍害】

①メカニズム

コンクリート中に存在する水分が 0°C を下回った温度で凍結を始め、それによって体積が膨張する。

②損傷状況

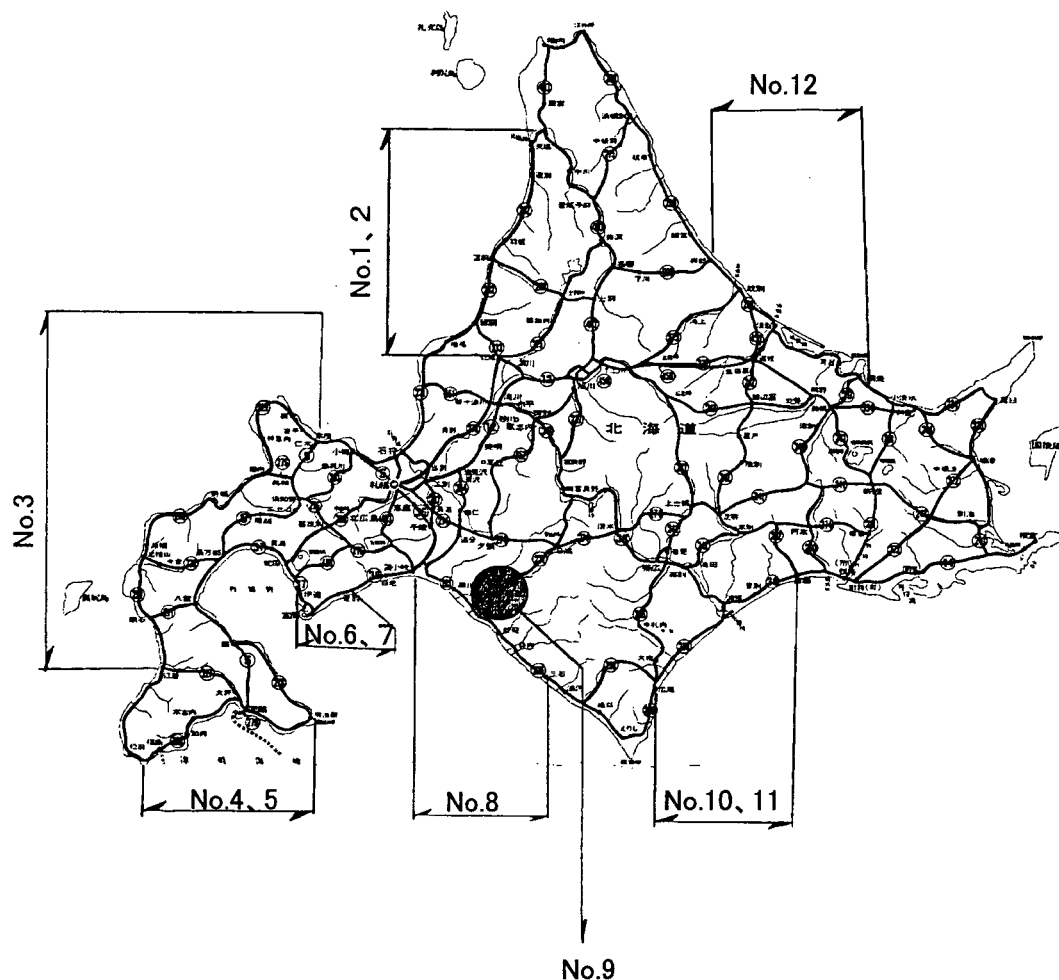
水の凍結による体積膨張はコンクリート内部に引っ張り力を生じさせ、引張強度の低いコンクリート構造物には表面の剥離、内部の骨材周りのセメントペーストの緩み、ひび割れなどが生じる。緩んだ部分にはさらに水が供給が供給されやすくなり、凍結と融解が繰り返されることによって、コンクリートが表面から劣化していくことになる。



付属写真2 凍害による損傷（一例）

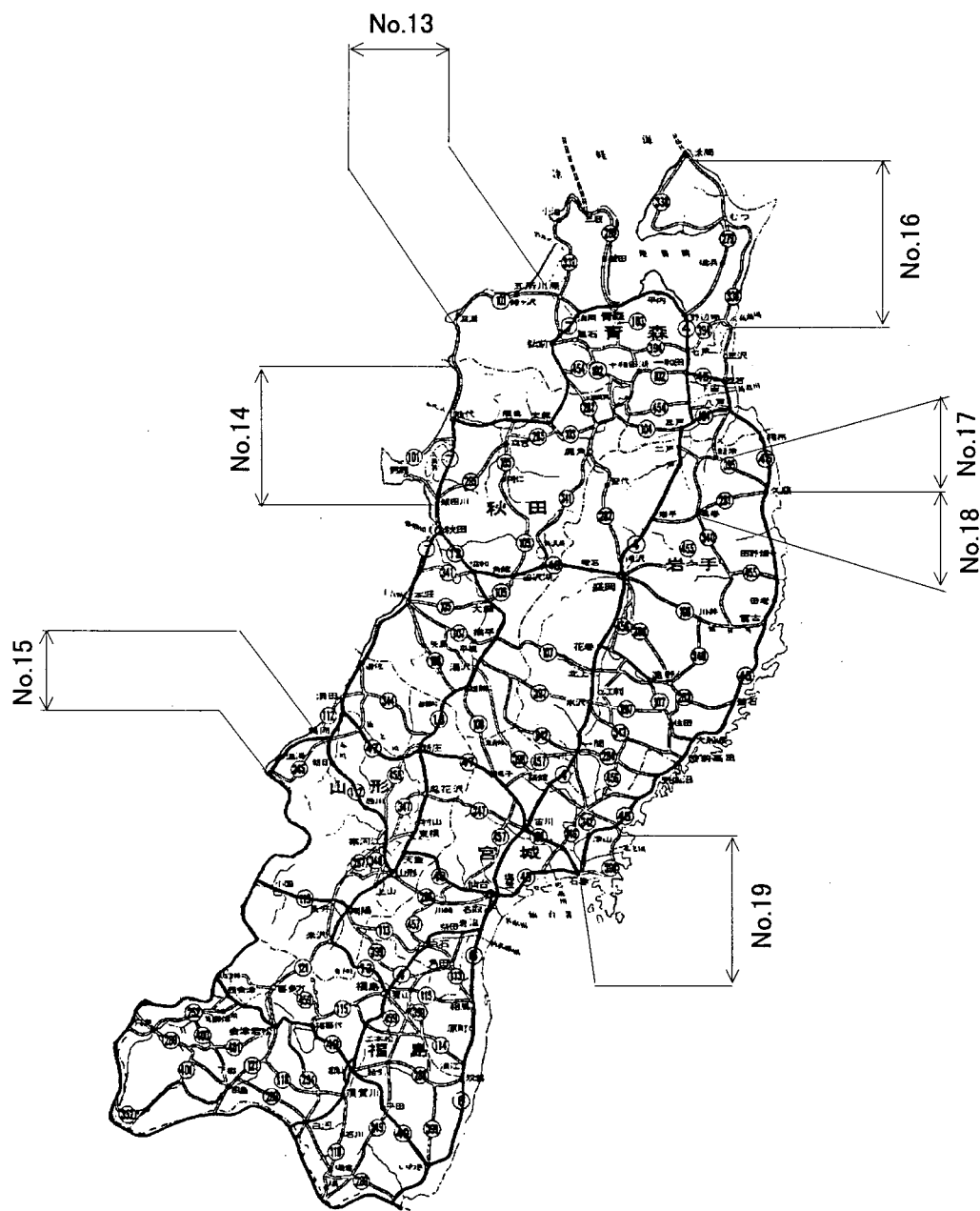
付属資料－2 2000年塩害調査詳細位置図・総括表・損傷写真（地域区分A～C別）

北海道調査位置図(引用地図 H11道路統計年報)



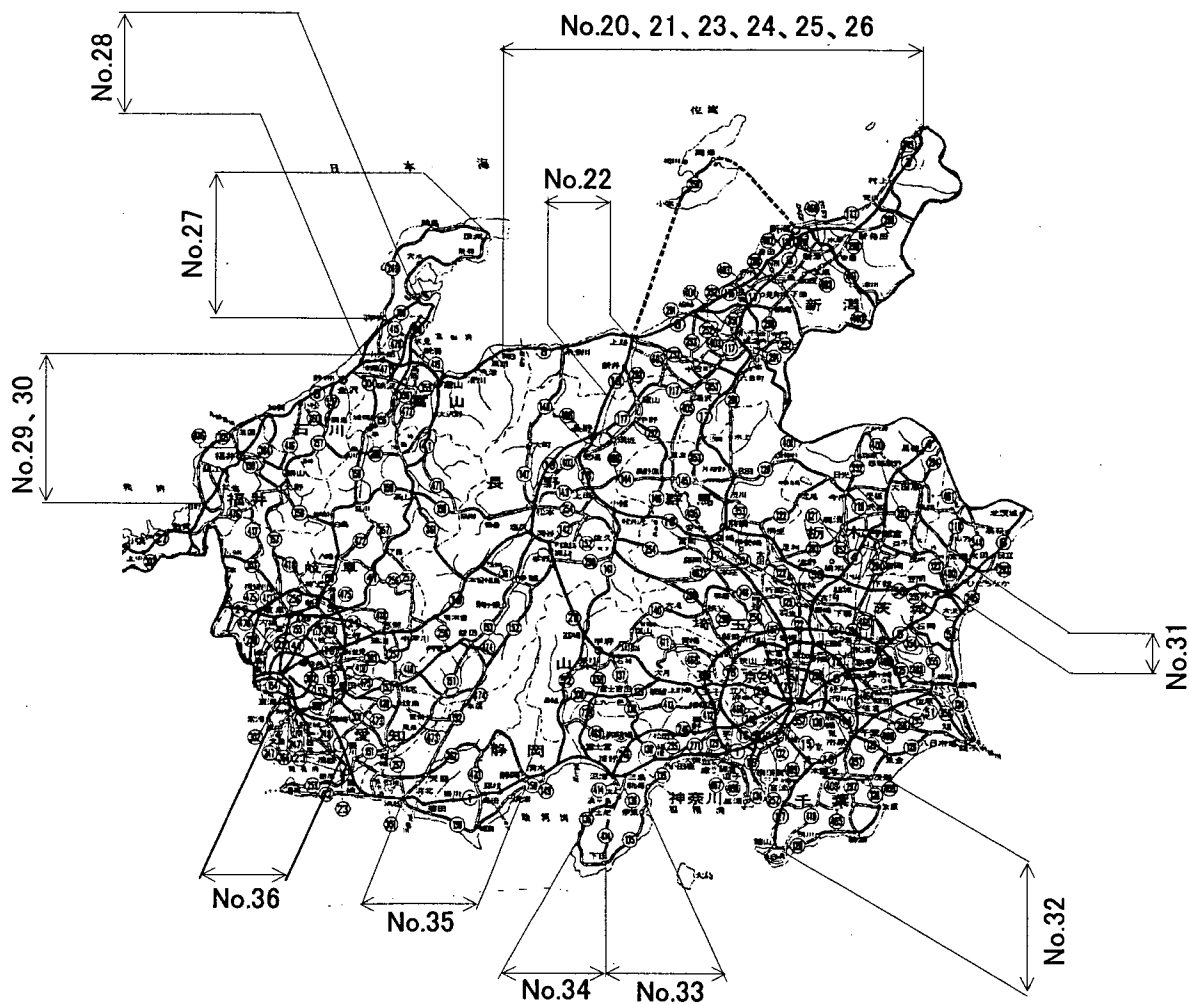
No.	区 間	R(ルート)
1	幌延 ~ 苫前町	232
2	苫前町 ~ 秩父別	233
3	余市 ~ 江差	229
4	白神岬 ~ 函館市	228
5	函館市 ~ 銚子岬	278
6	長和町 ~ 室蘭市	37
7	室蘭市 ~ 登別駅	36
8	苫小牧 ~ 道の駅みついし	235
9	富川町 ~ 小平	237
10	ポロフレベツ ~ 共栄	336
11	共栄 ~ 道の駅しらぬか恋間	38
12	興部 ~ 網走	238

東北地方(青森、秋田、岩手、山形、宮城)調査位置図(引用地図 H11道路



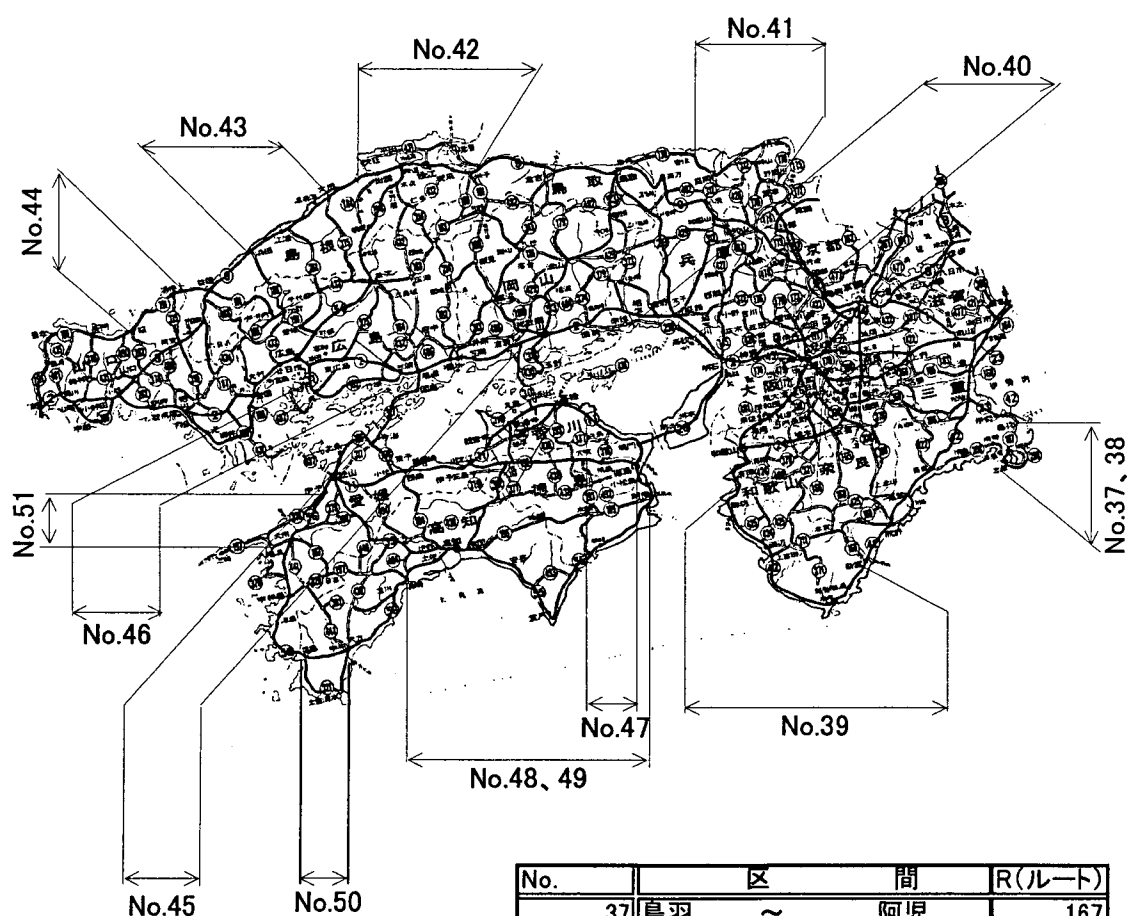
No.	区	間	R(ルート)
13	深浦	～ 五所川原	101
14	飯田川	～ 須郷岬	233
15	鼠ヶ関	～ 鶴岡	7
16	大間	～ 百石	338
17	軽米	～ 久慈	395
18	久慈	～ 高巻	281
19	釜谷	～ 石巻	398

関東、東海、北陸、中部地方(新潟、石川、福井、茨城、千葉、静岡、愛知)調査位置図 (引用地図 H11道路統計年報)



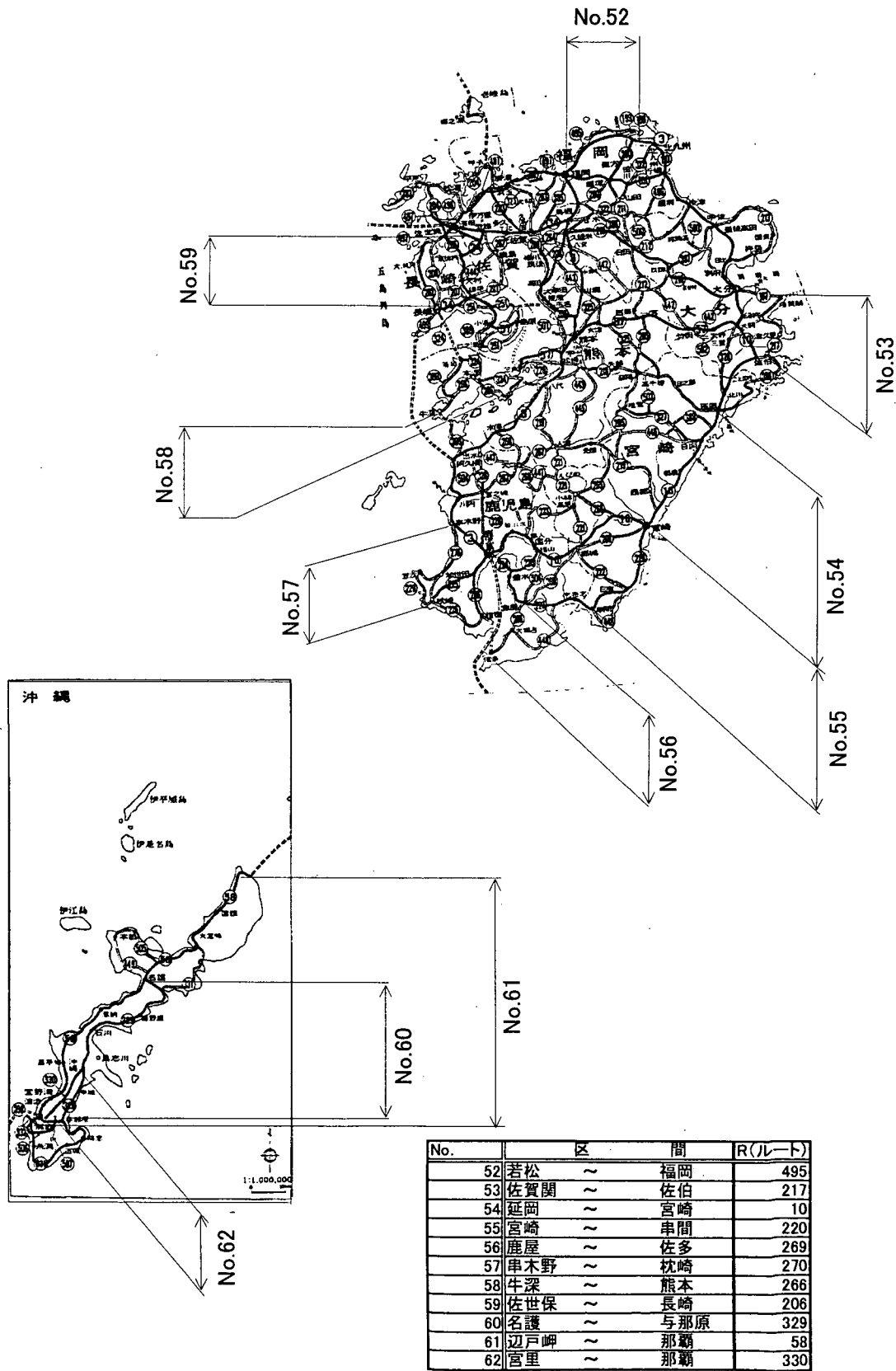
No.	区	間	R(ルート)
20	村上	～ 府屋	7
21	親不知	～ 新潟	8
22	上越	～ 妙高	18
23	新潟	～ 水原	49
24	新潟	～ 荒川	113
25	柏崎	～ 新潟	116
26	荒川	～ 府屋	345
27	志賀	～ 七尾	249
28	七尾	～ 金沢	159
29	浜坂	～ 大味	305
30	加賀	～ 高岡	8
31	日立	～ 水戸	245
32	茂原	～ 鴨川	128
33	伊東	～ 下田	135
34	下田	～ 松崎	136
35	浜松	～ 清水	150
36	蒲郡	～ 半田	247

近畿、中国、四国地方(三重、和歌山、京都、岡山、広島、鳥取、島根、山口、香川、愛媛、徳島、高知)調査位置図(引用地図 H11道路統計年報)



No.	区	間	R(ルート)
37	鳥羽	～ 阿児	167
38	阿児	～ 志摩	260
39	新宮	～ 和歌山	42
40	明石	～ 赤穂	250
41	宮津	～ 香住	178
42	米子	～ 大社	431
43	大田	～ 浜田	9
44	須佐	～ 萩	191
45	倉敷	～ 尾道	2
46	竹原	～ 呉	185
47	高松	～ 鳴門	11
48	鳴門	～ 室戸	56
49	室戸	～ 土佐	55
50	中村	～ 宿毛	321
51	大洲	～ 伊予	378

九州、沖縄地方(福岡、長崎、大分、宮崎、熊本、鹿児島、
沖縄)調査位置図(引用地図 H11道路統計年報)



地域区分A(梁、柱、その他)

事務所名	整理番号	路線名	架設竣工年(西暦)	供用年数	海岸線からの距離(m)	上部構造区分	塩害損傷	梁				柱				損傷の箇所、種類、程度等に関する記述	過去の本体補修の時期と内容
								剥離・鉄筋露出	ひびわれ	漏水	道床石灰	剥離・鉄筋露出	ひびわれ	漏水	道床石灰		
沖縄県(62橋)	1	329号	1977	7	0	RCT桁	有	III	II		II	IV			III		1984年い一次補修(表面被覆、断面修復は不明)、1992年に二次補修(断面修復及び表面被覆)を行った。
	2	329号	1977	18	0	プレテン床版	有					IV	IV		III	1995年に行ったコンクリート塗装の剥がれが著しい(ランクIV)。間詰めコンクリートの抜け落ちが(ランクIII)が数カ所見られる。	1995年:床版の塩害補修(表面被覆)。
	3	58号	1975	7	0	ボスデンT桁	有										
	4	58号	1975	7	0	ボスデンT桁	有										
	5	58号	1987	6	0	ボスデンT桁	有										
	6	58号	1981	20	0	ボスデンT桁	有										
	7	58号	1977	8	0	プレテンT桁	有										
	8	58号	1975	7	0	RC床版	有										
	9	58号	1975	7	0	RC床版	有										
	10	58号	1973	12	0	RCT桁	有										
	11	58号	1972	13	0	RCT桁	有										
	12	58号	1974	11	0	RCT桁	有										
	13	58号	1974	11	0	RCT桁	有										
	14	58号	1974	27	10	RCT桁											
	15	58号	1973	28	10	RCT桁											
	16	329号	1980	13	20	プレテン床版	有						III		III	1993年に行ったコンクリート塗装の剥がれが著しい(ランクIV)。床版に錆汁が数カ所見られる(ランクIV)。	1993年:床版の塩害補修(断面修復及び表面被覆)。
	17	58号	1979	6	100	プレテン床版	有										
	18	58号	1975	15	100	プレテンT桁	有										
	19	58号	1979	6	200	ボスデンT桁	有										
	20	329号	1987	12	0	プレテンT桁							OK			主桁下面に変色・劣化(錆汁、ランクIV)が点在している。	
	21	58号	1998	3	0	ボスデン箱桁											
	22	58号	1983	18	0	ボスデンT桁											
	23	58号	1993	8	0	ボスデンT桁											
	24	58号	1988	13	0	ボスデンT桁											
	25	58号	1994	7	0	ボスデンT桁											
	26	58号	1985	11	0	ボスデンT桁											
	27	58号	1992	9	0	プレテン床版											
	28	58号	1987	14	0	プレテン床版											
	29	58号	1986	15	0	プレテン床版											
	30	58号	1955	27	0	RCT桁											
	31	58号	1991	10	200	ボスデンT桁											
	32	58号	1991	10	200	ボスデンT桁											
	33	58号	1975	26	200	プレテンT桁											
	34	58号	1982	19	300	ボスデンT桁											
	35	58号	1980	21	300	プレテンT桁											
	36	58号	1980	21	300	プレテンT桁											
	37	58号	1994	7	400	ボスデンT桁											
	38	58号	1994	7	400	ボスデンT桁											
	39	329号	1986	13	500	プレテンT桁				II			OK				
	40	58号	1975	26	500	RCT桁											

※:太字の整理番号の太字=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

41	329号	1996	5	800	ポステンT桁														
42	329号	1993	8	800	ブレテンT桁														
43	58号	1991	10	800	ポステンT桁														
44	329号	1990	11	900	ポステン床版														
45	329号	1990	11	900	ポステン床版														
46	329号	1996	5	900	ポステンT桁														
47	329号	1981	18	1100	ポステンT桁					III	OK								
48	329号	1990	11	1500	RC床版														
49	58号	1979	22	1600	ブレテンT桁														
50	329号	1992	9	1700	ブレテンT桁				II										
51	58号	1985	16	1900	ブレテンT桁														
52	58号	1988	13	1900	ブレテンT桁														
53	58号	1988	13	2000	ブレテン床版														
54	58号	1979	22	2000	ブレテンT桁														
55	330号	1989	11	2100	ポステンT桁														
56	330号	1989	11	2100	RC床版				II		OK								
57	330号	1989	11	2100	ポステンT桁														
58	330号	1989	11	2100	RC床版					IV	IV	II	III	漏水は伸縮装置からのもの					
59	58号	1979	22	2200	ブレテンT桁														
60	330号	1981	13	2400	ブレテン床版	×	○	○	○	×	○	○	○	中央分離帯のひびわれ及び欠損、支承の腐食					
61	58号	1984	17	2500	ポステンT桁														
62	58号	1988	13	2500	ポステンT桁														

※:太字の整理番号の太字＝代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

地域区分B(桁下面、桁側面、床版下面、地覆、壁高欄)

事務所名	整理 番号	路線名	架設竣 工年(西 暦)	供用 年数	海岸線か らの距離 (m)	上部構造区分	塩害 損傷	桁下面				桁側面				床版下面				地覆				壁高欄																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
								割断・鉄筋露出	ひびわれ	漏水	遊離石灰	割断・鉄筋露出	ひびわれ	漏水	遊離石灰	割断・鉄筋露出	ひびわれ	漏水	遊離石灰	割断・鉄筋露出	ひびわれ	漏水	遊離石灰	割断・鉄筋露出	ひびわれ	漏水	遊離石灰																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
北海道（62橋）	1	229号	1976	21	100	プレテンT桁	有	IV	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

※:太字の整理番号の太字=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

秋田県 (58橋)

※:太字の整理番号の太字=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

[illegible]

※:太字の整理番号の太字=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

※:太字の整理番号の太字=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

※:太字の整理番号の太字=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

[illegible]

※:太字の整理番号の太字=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

[illegible]

※;太字の整理番号の太字＝代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

※:太字の整理番号の太字=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

地域区分C(梁、柱、その他)

事務所名	整理番号	路線名	架設竣工年(西暦)	供用年数	海岸線からの距離(m)	上部構造区分	塩害損傷	梁				柱				損傷の箇所、種類、程度等に関する記述	過去の本体補修の時期と内容
								剥離・鉄筋露出	ひびわれ	漏水	遊離石灰	剥離・鉄筋露出	ひびわれ	漏水	遊離石灰		
北海道(111横)	1	228号	1984	10	200	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	III	OK	OK	舗装 段差・コルゲーション II	
	2	228号	1997		100	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	桁 腐食(全部材) II, 支承 沈下・傾斜 III ゆるみ II, 地盤 欠損 IV	
	3	228号	1962	32	30	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	III	OK	OK	支承 腐食(全部材)・欠損 II, 伸縮装置 欠損等 II, 高欄 亀裂 II	S63 高欄取替
	4	228号	1989	5	20	プレテンPC											
	5	228号	1988	6	20	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	支承 腐食(全部材) II, 高欄 変形 II	
	6	228号	1987	7	100	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	7	228号	1980	14	900	RC		IV	OK	OK	OK	OK	IV	OK	OK	鋼支承 腐食 II	
	8	228号	1959	35	1400	RC		OK	IV	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	9	228号	1966	28	10900	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	基礎 フーチング露出 IV	
	10	228号	1971	23	15300	RC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	桁 塗装劣化 IV, 高欄 破断・変形 II	
	11	228号	1966	28	400	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	鋼支承 腐食・欠損 II, 鋼伸縮装置 段差 IV	
	12	228号	1973	21	10	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	III	III	OK	OK	鋼高欄 変形 IV, 鋼支承 腐食 II, 防護柵 変形 IV, 袖擁壁 ひびわれ IV	
	13	228号	1972	22	10	ポステンPC		OK	IV	OK	OK	OK	OK	OK	OK	鋼支承 腐食 II, 排水施設 腐食 II	1997に塗装, 1998に塗装
	14	228号	1974	20	100	プレテンPC		OK	IV	OK	OK	OK	OK	OK	OK	高欄 亀裂・破断 II	
	15	228号	1968	26	10	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	II	III	OK	OK	鋼高欄 変形 IV	
	16	228号	1976	18	10	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	II	OK	OK	鋼高欄 亀裂(支柱) II	
	17	228号	1979	15	10	ポステンPC(箱有)		OK	OK	OK	OK	II	III	OK	OK	舗装ひびわれ IV	
	18	228号	1988	6	10	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	III	OK	OK		
	19	228号	1978	16	10	ポステンPC(箱有)		OK	OK	OK	OK	OK	III	OK	OK	高欄 変形 IV	
	20	228号	1974	20	100	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	III	OK	OK	主桁 塗膜の剥離 IV, 袖擁壁 ひびわれ III	
	21	228号	1973	21	50	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	III		
	22	228号	1972	22	100	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	III	OK	OK	落橋防止装置 腐食 II	
	23	228号	1972	22	100	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	24	228号	1977	17	300	RC							III			支承 腐食(全部材) III	S63 塗替塗装
	25	228号	1973	21	80	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	伸縮装置 腐食 III, 高欄 亀裂 II	
	26	228号	1988	6	220	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	III	OK	OK	支承 腐食(全部材) III	
	27	228号	1991	3	200	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	28	228号	1973	21	100	ポステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	支承 腐食(全部材) II, 伸縮装置 腐食 II	
	29	238号	1996		600	プレテンPC											
	30	278号	1974	20	100	RC											
	31	278号	1972	22	20	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	II	II	OK	OK	袖擁壁 ひびわれ III	S61高欄取替 H6塗装塗替 A=631m ²
	32	278号	1990	4	100	プレテンPC											
	33	278号	1975	19	10	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	III	III	OK	OK	緑石 変色・劣化 IV	H3 高欄取替
	34	278号	1971	23	10	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	III	OK	OK		H1 脊座拭巾 H3 高欄取替
	35	278号	1981	13	10	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	III	OK	OK		
	36	278号	1983	11	600	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	37	278号	1983	11	900	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	38	278号	1983	11	1000	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	ゴム伸縮装置 欠損 IV	
	39	278号	1983	11	1100	プレテンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
	40	278号	1983	11	1300	プレテンPC											
	41	36号	1992	2	50	ポステンPC		該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	OK	OK	OK	OK		

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

42	36号	1979	15	100	ポステンPC(有	OK	OK	OK	OK	OK	Ⅲ	OK	OK		1992に桁補強 1993に橋台ひび割れ注入
43	36号	1979	15	100	プレテンPC	該当なし	該当なし	該当なし	OK	OK	Ⅳ	OK	OK		
44	36号	1985	9	100	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	OK	OK	OK	OK	OK		
45	36号	1978	16	800	ポステンPC	×	○	○	○	×	×	○	○		1996, 1997に耐震補強 1998に床版補強
46	36号	1978	16	800	ポステンPC	×	○	○	○	○	×	○	○		1996, 1997に耐震補強 1998に床版補強
47	36号	1978	16	900	ポステンPC	○	○	○	○	○	×	○	○		1997に耐震補強 1998に床版補強
48	36号	1978	16	900	ポステンPC	○	○	○	○	○	×	○	○		1997に耐震補強 1998に床版補強
49	37号	1961	33	1500	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	OK	OK	Ⅲ	OK	OK	橋脚, 豆板, 空洞 Ⅳ	1997に落橋防止装置, 沓取替, 伸縮継手取
50	37号	1960	34	1100	RC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
51	37号	1980	14	1000	ポステンPC	○	○	○	○	○	○	○	○		
52	37号	1962	32	1300	RC	該当なし	該当なし	該当なし	OK	OK	Ⅲ	OK	OK	橋脚, 豆板, 空洞 Ⅱ 地覆, 変色, 劣化 Ⅲ	1995に橋脚補修
53	37号	1962	32	800	RC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		1989に地覆補修
54	37号	1987	7	100	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	OK	OK	OK	OK	OK		
55	37号	1989	5	600	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	OK	OK	OK	OK	OK		
56	37号	1959	35	500	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		1996に橋台補修
57	37号	1981	13	300	プレテンPC(床有	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
58	37号	1979	15	300	プレテンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
59	37号	1957	37	1100	プレテンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		1997に下部工ひび補修
60	37号	1994	0	500	ポステンPC	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	主桁, 錆汁 Ⅲ	
61	37号	1994	0	500	ポステンPC	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
62	37号	1988	6	200	ポステンPC	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
63	37号	1988	6	200	ポステンPC	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
64	37号	1998		10	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
65	37号	1998		400	ポステンPC	○	○	○	○	○	○	○	○		
66	37号	1998		400	ポステンPC	○	○	○	○	○	○	○	○		
67	235号	1988	6	300	ポステンPC	○	○	○	○	○	○	○	○		
68	235号	1956	38	200	プレテンPC(床有	該当なし	該当なし	該当なし	○	×	×	×	×	補修済みのため特に大きな損傷は認められないが、 塩害対策として桁塗装を行ったものと考えられる。	1995に沓座拡幅, 下部エクラック補修, 桁断面補修 施工年不明 桁塗装
69	235号	1962	32	50	RC	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	補修済みのため現時点で損傷は認められないが、塩 害対策として遮塩塗装を行ったものと考えられる。	1990に遮塩塗装
70	235号	1960	34	200	RC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		1991に地覆補修
71	235号	1962	32	50	RC	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし		1985に床版打換 1996に床版打換, 鋼板接着
72	235号	1951	43	10	RC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○	塩害対策として桁の塗装および補修を行っているた め、現時点では特に大きな損傷は認められないが、鋼 板接着部等にさびが見られる。	1986に桁断面補修, 厚膜樹脂塗装(塩害防 止) 1995に鋼板接着, 床版補修, 桁断面補修 施工年不明 桁塗装
73	235号	1972	22	10	ポステンPC(有	○	○	○	○	○	○	○	○		
74	235号	1991	3	5500	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
75	235号	1991	3	5500	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
76	235号	1991	3	5800	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
77	235号	1991	3	5800	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
78	235号	1997		6000	ポステンPC	○	○	○	○	○	○	○	○		
79	235号	1997		6000	ポステンPC	○	○	○	○	○	○	○	○		
80	235号	1996		5800	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
81	235号	1996		5800	ポステンPC	該当なし	該当なし	該当なし	○	○	○	○	○		
82	38号	1962	32	300	RC	該当なし	該当なし	該当なし	OK	Ⅱ	OK	OK	OK		1975 拡幅, 歩道添架 1982 沓座拡幅, 移 動制限装置

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

青森県(8橋)	83	38号	1961	33	6600	RC		該当なし	該当	該当	該当	OK	Ⅲ	OK	Ⅲ	1)地覆 欠損Ⅳ 2)主桁 変色・劣化Ⅳ 3)下部 変色・劣化Ⅳ、豆板・空洞Ⅳ	S55,56伸縮装置補修, S60塗装塗替, S61高欄取替 H1沓座拭巾
	84	38号	1998		9100	プレテンPC											
	85	38号	1961	33	5000	RC		該当なし	該当	該当	該当	OK	Ⅲ	OK	OK	1)地覆 欠損Ⅳ	S56沓座拭巾, H3伸縮装置補修, S60・H5高欄塗替
	86	38号	1960	34	5200	RC		該当なし	該当	該当	該当	OK	Ⅲ	Ⅲ	OK	1)主桁・床版 遊間の異常Ⅲ 2)橋脚 変色・劣化Ⅳ	
	87	38号	1960	34	7100	RC		該当なし	該当	該当	該当	OK	Ⅲ	OK	OK	1)主桁 欠損Ⅳ	H3 地覆補修・高欄取替
	88	38号	1961	33	6700	RC		該当なし	該当	該当	該当	OK	Ⅲ	Ⅲ	OK	1)壁高欄 欠損Ⅳ 2)橋台 変色・劣化Ⅳ	
	89	336号	1978	16	2800	函渠											
	90	336号	1959	35	100	RC		OK	Ⅲ	OK	OK	OK	Ⅲ	OK	OK	1)床版 豆板・空洞Ⅳ 2)主桁 豆板・空洞Ⅲ, 欠損Ⅳ	S59 沓座拭巾・移動制限装置の設置, S61高欄取替 H4 車道RCT桁に塩害防止膜塗装塗装
	91	336号	1968	26	4500	ボステンPC		該当なし	該当	該当	該当	OK	OK	OK	OK	1)主桁 欠損Ⅲ	S55 塗装塗替, S57 沓座拭巾, S62 高欄取替・伸縮装置補修 H5 高欄塗装塗替
	92	336号	1957	37	400	PC											
	93	336号	1990	4	6200	PC											
	94	336号	1958	36	200	車道RC、歩道PC		OK	OK	OK	OK	OK	Ⅲ	OK	OK	1)床版 変色・劣化Ⅳ 2)主桁 変色・劣化Ⅳ, 豆板・空洞Ⅳ, 欠損Ⅳ	S55 伸縮装置補修, S58沓座拭巾 H4 RCT桁に塩害防止膜塗装塗装
	95	336号	1992	2	1800	PC											
	96	336号	1980	14	4600	プレテンPC		該当なし	該当	該当	該当	OK	OK	OK	OK		
	97	336号	1967	27	2800	ボステンPC		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		S55 塗装塗替, S61沓座拭巾・桁移動制限装置設置・伸縮装置補修, H5高欄塗装塗替
	98	336号	1979	15	100	ボステンPC		該当なし	該当	該当	該当	OK	Ⅲ	OK	OK		
	99	336号	1946	48	4700	プレテンPC											
	100	336号	1987	7	4000	プレテンPC											
	101	336号	1956	38	100	プレテンPC, RC		該当なし	該当	該当	該当	OK	OK	OK	OK		SUT 高欄取替・沓座拭巾・移動制限装置設置
	102	336号	1963	31	5400	ボステンPC		該当なし	該当	該当	該当	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	1)下部 変色・劣化Ⅳ	
	103	336号	1990	4	3500	PC											
	104	336号	1967	27	4800	PC, RC		該当なし	該当	該当	該当	Ⅲ	Ⅳ	OK	Ⅲ		S55 H4 塗装塗替, S60 沓座拭巾・桁移動制限装置設置
	105	336号	1972	22	4600	ボステンPC		OK	OK	OK	Ⅲ	OK	Ⅲ	OK	Ⅲ	1)地覆 欠損Ⅳ 2)主桁 欠損Ⅳ 3)床版 豆板・空洞Ⅳ	S62 沓座拭巾・支承移動制限装置設置, H1地覆補修・塗装塗替, H2高欄補修
	106	238号	1976	18	20	ボステンPC		該当なし	該当	該当	該当	OK	Ⅳ	OK	OK		
	107	238号	1993	1	600	ボステンPC		該当なし	該当	該当	該当	OK	Ⅲ	OK	OK		
	108	238号	1997		100	プレテンPC											
	109	238号	1993	1	600	ボステンPC											
	110	238号	1991	3	500	ボステンPC											
	111	238号	1968	26	500	RC											
	112	338号	1985	11	1300	プレテンPC											
	113	338号	1936	40	350	RCT桁	有					×	×				H12~H13で補修中。
	114	338号	1979	17	550	ボステンPC											
	115	338号	1996	0	1200	プレテンホロー											
	116	338号	1991	5	5000	ボステンPC											
	117	338号	1963	33	1200	プレテン床版	有										H12橋脚保護塗装
	118	338号	1965	31	1700	プレテン床版橋											
	119	338号	1965	31	1300	プレテン床版	有										H11地幅高欄, 橋面工補修
岩手県(5橋)	120	281号	1996	5	8000	プレテンPC											
	121	281号	1976	15	5900	ボステンT桁		○	○	○	○	○	○	○	○		
	122	281号	1935	56	2000	RCT桁		○	○	○	○	○	Ⅳ	○	○		
	123	395号	1961	30	3300	プレテンT桁		○	○	○	○	○	○	○	○		
宮城県(5橋)	124	395号	1968	23	3200	プレテンT桁		○	○	○	○	○	○	○	○		
	125	398号	1962	39	1200	プレテンPC											

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

223	42号	1979	21	400	プレテント桁												コンクリート橋台A1に遊離石灰を伴うひびわれ II, コンクリート橋台A2にひびわれ II, A2下り側継手部conにひびわれ	
224	42号	1940	60	50	プレテント桁												コンクリート橋台A1漏水 II, コンクリート橋台A2の上部からの漏水による汚損 III	
225	42号	1957	43	400	RCT桁												コンクリート橋台A2欠損 IV	
226	42号	1961	39	1200	RCT桁												A2下り側, 地覆con, 欠損 III, コンクリート橋台A1, コンクリート橋台A2に骨材露出 II, 地覆conに欠損 III	
227	42号	1955	45	500	RCT桁												コンクリート橋台A1上り側に豆板 III, コンクリート橋台A2/パラベットにひびわれ及び欠損 II, 橋脚P1終点側に豆板・欠損 III	
228	42号	1965	35	400	プレテント桁											III	P1下り側・A2側の継手部(樹脂con)の摩耗及び異常音 III	
229	42号	1966	34	1100	プレテント桁												排水樹の排水ロー箇所土砂づまり IV, A1上り側の配水管下部腐食 IV	
230	42号	1966	34	500	RCT桁												A1, A2共に, 添架物(水道管)の腐食 IV	
231	42号	1955	45	400	RCT桁												コンクリート横桁に剥離・鉄筋露出 III, 全般に添架物の吊り金具に腐食, 桁受部の鋼板に発錆 III	
232	42号	1964	36	200	プレテント桁												コンクリート橋台A1側に漏水による全面汚損 III, コンクリート橋台A2上りの側面に欠損 II, コンクリート橋台A2中央にひび割れ III	
233	42号	1964	36	10	RCT桁						III						添架物(通電管)上り側の全般に発錆 III	
234	42号	1965	35	30	プレテント桁						III	IV						
235	42号	1964	36	1100	プレテント桁												コンクリート橋台A1, コンクリート橋台A2の上部からの漏水による損傷 IV, 地覆conに欠損 IV, 桁受部の支承の全般に発錆 IV	
236	42号	1964	36	1000	RCT桁								IV				橋面継手部(目地材)のP1下り側において破断 III, 排水管A2・P1下り側に腐食・破断 III, 桁受部の支承の全般に発錆	
237	42号	1968	32	10	プレテント桁													
238	42号	1966	34	20	RCT桁												III	
239	42号	1967	33	10	プレテント桁	有											A2側中央に剥離・鉄筋露出 IV, 桁受部の支承の全てに腐食 III, 排水管三箇所共に下部に腐食	
240	42号	1965	35	10	RCT桁												排水管の下り側2ヶ所共に, 腐食 IV, 桁受部の沓(鉄板)全ての鉄板に腐食 III	
241	42号	1973	27	10	プレテント桁						IV						コンクリート橋台A2中央部に小さな鉄筋露出 IV, 落橋防止conのA1に上部からの漏水による汚損 III	
242	42号	1969	31	10	プレテント桁												桁受部の支承の全てに腐食 III	
243	42号	1969	31	10	プレテント桁	有					III	III						
244	42号	1962	38	10	プレテント桁													
245	42号	1951	49	10	ポストテント桁												歩道部の上り側縁石欠損 IV, PC桁下部にて欠損(二ヶ所) II	
246	42号	1972	28	10	プレテント桁												落橋防止conのA1, A2共に上部からの漏水による汚損 IV, コンクリート橋台A2において剥離・鉄筋露出 IV, 排水管A2下り側の排水管下部に腐食 IV	
247	42号	1958	42	10	RCT桁												継手部conに欠損 III, 袖石積のA1上り側に洗掘 II	
248	42号	1967	33	10	ポストテント桁												袖石積のA1上り側にひびわれ II	
249	42号	1962	38	200	プレテント桁												P1落橋防止取付ボルトの腐食 II	
250	42号	1966	34	10	RCT桁						III	III					コンクリート橋台A1上部, コンクリート橋台A2上り上部に浮き・剥離・鉄筋露出 III	
251	42号	1966	34	10	RCT桁						III						P2上り側, 張出部に豆板・空洞 III	
252	42号	1965	35	300	RCT桁												桁受部の支承の全体に腐食 III, 上り側添架物取付金具の腐食・破断 III	
253	42号	1966	34	50	RCT桁												コンクリート橋台A1・A2共にひびわれ II	
254	42号	1968	32	100	プレテント桁													

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

京都府(57橋)

255	42号	1960	40	30	RCT桁					III						P1上り横桁conに剥離・鉄筋露出 II	
256	42号	1966	34	10	プレテンT桁												
257	42号	1968	32	20	プレテンT桁											コンクリート高欄の欠損 IV, コンクリート横桁に剥離, 鉄筋露出 III	
258	42号	1966	34	10	RCT桁											コンクリート橋台A2上り側橋台桁受部に土砂堆積 III	
259	42号	1964	36	10	RCT桁											A2上り側において横桁に剥離・鉄筋露出・腐食 II, 桁受部の袖(鉄板)に腐食 III, コンクリート橋台A1側のバラベツに剥離・鉄筋露出・腐食 II	
260	42号	1967	33	900	RCT桁												
261	42号	1963	37	200	RCT桁												
262	42号	1965	35	10	ボスデント桁											コンクリート主桁豆板・空洞 III	
263	42号	1964	36	500	プレテンT桁											上り側の水道管より漏水	
264	42号	1961	39	800	RCT桁											コンクリート落橋防止装置剥離・鉄筋露出 III, コンクリート袖擁壁・側壁ひびわれ	
265	42号	1961	39	800	RCT桁						III					コンクリート橋台A1, コンクリート橋台A2遊離石灰を伴うひび割れ III	
266	42号	1967	33	2400	RCT桁											鋼支承腐食, P1鋼板部の発錆	
267	42号	1966	34	3000	RCT桁											コンクリート橋台A1ひびわれ III	
268	42号	1983	17	2300	ボスデント桁											A1下り側, 縦方向ひび割れ III	
269	42号	1968	32	2000	ボスデント桁											A1橋台にひび割れ III	
270	42号	1983	17	600	プレテンT桁												
271	42号	1998	2	600	プレテンT桁												
272	42号	1981	19	500	プレテンT桁												
273	42号	1980	20	500	プレテンT桁											A1・A2共橋台にひび割れ III	
274	42号	1982	18	600	プレテンT桁											A1ひび割れ II, A2橋台漏水, 汚損 III	
275	42号	1988	12	1300	プレテンT桁											A2縦方向にひび割れ III	
276	42号	1988	12	1300	プレテンT桁											A1A2共橋台にひび割れ III	
277	42号	1988	12	1500	プレテンT桁											A1A2共橋台にひび割れ II	
278	42号	1988	12	1500	プレテンT桁											A1側, 橋台に漏水, 汚損 III	
279	42号	1991	9	1800	ボスデント桁											A1目地材(シール)の脱落	
280	42号	1991	9	1800	ボスデント桁												
281	42号	1991	9	1800	プレテンT桁											コンクリート橋台A1, コンクリート橋台A2の上部からの漏水による損傷 IV	
282	42号	1991	9	1800	プレテンT桁												
283	42号	1991	9	1500	プレテンT桁												
284	42号	1991	9	1500	プレテンT桁											A2側橋台に漏水, 汚損 IV	
285	42号	1965	35	1200	RCT桁											A1A2共にヘアークラック III	
286	42号	1964	36	70	ボスデント桁												
287	42号	1962	38	10	RCT桁											A1A2共に支承腐食 II	
288	42号	1963	37	10	RCT桁											A1・A2共に支承に腐食 II	
289	42号	1962	38	10	RCT桁											A1・A2共に支承に腐食 II	
290	42号	1955	45	70	RCT桁	有				II		II					
291	42号	1963	37	600	プレテンT桁					IV						支承に腐食 III	
292	42号	1962	38	90	ボスデント桁					IV						支承に腐食 III	
293	42号	1963	37	20	RCT桁											A2下り親柱欠損 IV	
294	42号	1963	37	200	RCT桁											A1A2共, 橋台に二方向のヘアークラック III	
295	42号	1963	37	100	RCT桁												
296	42号	1963	37	100	RCT桁											横桁に豆板皿, A1・A2共橋台にヘアークラック III, A1上り橋台下部に欠損鉄筋露出 IV	
297	42号	1960	40	700	RCT桁											コンクリート橋台A1, コンクリート橋台A2の上部からの漏水による損傷 IV	
298	42号	1964	36	600	プレテンT桁												
299	42号	1964	36	300	プレテンT桁												
300	178号	1976	15	40	プレテンT桁												
301	178号	1976	15	40	プレテンT桁												
302	178号	1973	18	300	プレテンT桁												
303	178号	1958	33	400	RCT桁												

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

岡山県(34橋)	360	178号	1980	11	3500	ボスデンT桁			IV				IV				
	361	178号	1994		30	ブレデンT桁											
	362	250号	1988	12	800	ボスデンT桁											
	363	250号	1978	22	1500	ボスデンT桁											
	364	250号	1979	21	1500	ボスデンT桁											
	365	250号	1992	8	1500	RC											
	366	250号	1979	21	3000	ボスデンT桁											
	367	250号	1979	21	3000	ボスデンT桁											
	368	250号	1996	4	3000	RCT桁											
	369	250号	1976	24	3000	ボスデンT桁											
	370	250号	1976	24	3000	ボスデンT桁											
	371	250号	1970	22	10	ボスデンT桁											
	372	250号	1982	10	2500	ブレデンT桁							IV				
	373	250号	1965	23	900	RCT桁	有						IV				架け替え事業に着手
	374	2号	1970	27	15000	ブレデンT桁											
	375	2号	1970	26	16400	PC						III			III		
	376	2号	1994		4300	ブレデンPC、ボスデンPC											
	377	2号	1982	15	13100	ブレデンT桁						III	IV		II		
	378	2号	1982	15	13100	ボスデンT桁						III	IV		II		
	379	2号	1970	27	15000	ブレデンT桁									III		
	380	2号	1961	36	4400	ブレデンT桁							II		III		
	381	2号	1983	14	10000	ブレデンT桁						III	III				
	382	2号	1983	14	10000	ボスデンT桁						III	III				
	383	2号	1970	27	14400	ブレデンT桁						IV	III		II		
	384	2号	1973	25	5700	ブレデンT桁							II	II	III		
	385	2号	1970	27	14400	ブレデンT桁						III			III		
	386	2号	1972	25	7000	ブレデンT桁							II		III		
	387	2号	1989	10	8400	ブレデンT桁							III				
	388	2号	1989	10	8400	ボスデンT桁							III				
	389	2号	1983	14	5700	ブレデンT桁							III				
	390	2号	1984	17	10700	ブレデンT桁						III	II				
	391	2号	1984	13	10700	ボスデンT桁						III	II				
	392	2号	1984	13	5500	ブレデンT桁						IV	III		III		
	393	2号	1983	14	5700	ブレデンT桁							III				
	394	2号	1984	13	5500	ボスデンT桁											
	395	2号	1998	3	5700	ブレデンPC											
	396	2号	1998	3	5700	ブレデンPC											
	397	2号	1998	3	5700	ブレデンPC											
	398	2号	1998	3	5700	ブレデンPC											
	399	2号	1998	3	5700	ボスデンPC											
	400	2号	1998	3	5700	ボスデンPC											
	401	2号	1998	3	5700	ボスデンPC											
	402	2号	1998	3	5700	ボスデンPC											
	403	2号	1961	36	4400	RCT桁											
	404	2号	1983	14	5400	ブレデンT桁						III	II		III		
	405	2号	1994	7	3500	ブレデンPC											
	406	2号	1994	7	3500	ブレデンPC											
広島県(24橋)	407	2号	1959	38	3600	ボスデンT桁							II				
	408	2号	1961	36	1100	ブレデンT桁		IV	III	II	III						
	409	2号	1961	36	600	ボスデンT桁											
	410	2号	1971	26	3000	ブレデンT桁						III	IV	II			
	411	2号	1997	4	5300	ブレデンPC											
	412	2号	1989	10	2500	ブレデンT桁			II				II	II			
	413	2号	1997		4600	ボスデンPC(一部鋼桁)											
	414	2号	1994		5800	ブレデンPC											
	415	2号	1988	9	1600	ボスデンT桁			III		III						
	416	2号	1988	9	1600	ブレデンT桁			III		III						

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

	417	2号	1996		4600	ブレテンPC													
	418	2号	1971	25	200	ブレテン床版			III		III								
	419	2号	1986	11	2100	ボステンT桁				II			III						
	420	2号	1990		2400	ブレテンPC													
	421	185号	1997	4	2500	ボステンT桁													
	422	185号	1971	24	1000	ブレテン床版					II		III		III			支承 土砂詰まり II, 腐食 III	
	423	185号	1952	48	1000	RC床版							II					伸縮装置 破断, ひびわれ II	
	424	185号	1988	11	1190	I桁(非合成)							III		III			支承 遊間の異常	
	425	185号	1961	39	40	ボステンT桁							II	II	II			支承 腐食 II	
	426	185号	1978	18	20	ブレテンT桁							III					支承 漏水, 滞水 II	
	427	185号	1961	39	40	ボステンT桁												支承 腐食 II	
	428	185号	1951	43	40	ブレテンT桁							II	II					
	429	185号	1952	42	40	ブレテンT桁													
	430	185号	1968	32	1080	ブレテンT桁							II					橋脚 すりへり, 浸食 III	
	431	185号	1976		1380	I桁(合成)												落橋防止装置 腐食 II	
鳥取県(14橋)	432	431号	1968	33	200	RC													
	433	431号	2000	1	200	ブレテン													
	434	431号	1968	33	200	RC													
	435	431号	2000	1	200	RC													
	436	431号	1967	34	500	RC													
	437	431号	1991	10	700	ブレテン													
	438	431号	1991	10	700	ブレテン													
	439	431号	1987	14	700	ブレテン													
	440	431号	1987	14	700	ブレテン													
	441	431号	1986	15	1000	ブレテン													
	442	431号	1985	16	1000	ボステン													
	443	431号	1990	11	1000	ボステン													
	444	431号	1984	17	1100	ブレテン													
	445	431号	1989	12	2000	ブレテン													
島根県(37橋)	446	9号	1965	33	30	ブレテンT桁							III	II					
	447	9号	1963		100	ブレテンPC													
	448	9号	1964		500	ブレテンPC													
	449	9号	1965		500	ブレテンPC													
	450	9号	1960		600	ブレテンPC													
	451	9号	1968		700	ブレテンPC													
	452	9号	1960		700	ボステンPC													
	453	9号	1949	52	1100	ブレテンPC													
	454	9号	1965	33	1300	ブレテンT桁							II	II	III				
	455	9号	1991		1500	ブレテンPC													
	456	9号	1984	17	2700	RC													
	457	9号	1964	34	900	ボステンT桁								II					
	458	9号	1993	8	2700	ブレテンPC													
	459	9号	1962	36	1200	ブレテンT桁													
	460	9号	1961	40	1800	RC													
	461	9号	1993		2700	ブレテンPC													
	462	9号	1986		2700	RC													
	463	9号	1993		2700	ブレテンPC													
	464	9号	1989		2700	PCラーメン橋													
	465	9号	1985		2700	ボステンPC													
	466	9号	1989		2700	ブレテンPC													
	467	431号	1978	13	900	ブレテンT桁	-	-	-	-	O	O	O	O					
	468	431号	1938	63	900	RCT桁	-	-	-	-	OK	IV	III	OK				舗装 ポットホールⅢ…写真番号5	床版下面に鋼板接着を施工(時期は既存資料がないため不明)
	469	431号	1977	24	6400	ブレテンT桁	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				橋脚パイルベイント基礎 腐食 II…写真番号4, 5	
	470	431号	1964	37	6400	ブレテンT桁	OK	OK	OK	OK	OK	IV	OK	OK				添加物用ブラケット破損Ⅱ…写真番号5, 沓座ブラケット腐食Ⅲ…写真番号7	パイルベイント橋脚補強(平成9年度施工)
	471	431号	1974	17	4400	ブレテンT桁	-	-	-	-	O	O	O	O					

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

山口県(11橋)	472	431号	1986	15	5000	プレテンT桁	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	舗装 わだち掘れⅢ…写真番号3	
	473	431号	1979	22	5300	プレテンPC	-	-	-	-	○	○	○	○		
	474	431号	1971	24	5300	プレテンT桁	-	-	-	-	○	○	○	○		
	475	431号	1982	13	5600	ボステンT桁	-	-	-	-	○	○	○	○		
	476	431号	1987	8	5500	プレテンT桁	-	-	-	-	○	○	○	○		
	477	431号	1968	27	700	RCT桁	-	-	-	-	○	○	○	○		
	478	431号	1991	10	1500	ボステンPC	-	-	-	-						
	479	431号	1989	12	1600	プレテンPC	-	-	-	-						
	480	431号	1977	18	2000	プレテンT桁	-	-	-	-	○	○	○	○		
	481	431号	1992	9	3500	プレテンPC	-	-	-	-						
	482	431号	1992	9	3500	ボステンPC	-	-	-	-						
	483	191号	1968	26	1100	プレテンT桁	-	-	-	-		II			支承:腐食 ランクII, 排水施設:腐食 ランクII	
	484	191号	1974	21	1900	プレテンT桁	-	-	-	-		III			落橋防止:腐食 ランクII, 排水施設:腐食 ランクII	
	485	191号	1936	63	300	RCT桁	-	-	-	-			II		支承:腐食 ランクII, 塗装劣化 ランクIII, 舗装:ひびわれ ランクII	
	486	191号	1962	37	200	RCT桁	-	-	-	-			II		支承:腐食 ランクII, 塗装劣化 ランクIII, 舗装:ひびわれ ランクII	
	487	191号	1976	20	100	プレテンT桁	-	-	-	-					支承:漏水 ランクII, 腐食 ランクII	
	488	191号	1976	20	1300	プレテンT桁	-	-	-	-		II		III	支承:漏水 ランクII, 防護柵:腐食 ランクIII	
	489	191号	1968	26	200	プレテンT桁	-	-	-	-					支承:漏水 ランクII, 土砂詰り ランクII	
	490	191号	1966	32	300	プレテンT桁	-	-	-	-					支承:土砂詰り ランクII, 添架物:腐食 ランクIII	
香川県(11橋)	491	191号	1962	31	600	RCT桁	-	-	-	-				III	クII, 防護柵:変形 ランクIV, 排水施設:腐食 ランクIII	
	492	191号	1962	36	1000	ボステンT桁	-	-	-	-	II		III		支承:漏水 ランクII, 変色・劣化 ランクII, 防護柵:腐食 ランクII, 排水施設:腐食 ランクII, 照明施設:塗装劣化 ランクIII	
	493	191号	1974	22	500	プレテンT桁	-	-	-	-					支承:漏水 ランクII, 土砂詰り ランクII	
	494	11号	1953	39	200	RCT桁	-	-	-	-	IV	III	III	III	昭和48年:桁連結・歩道添加, 昭和53年:沓座拡幅・鋼板接着	
	495	11号	1955	38	1500	RCT桁	-	-	-	-	IV	IV	III	-	昭和53年:沓座拡幅, 昭和56年:移動制限装置・桁連結	
	496	11号	1960	35	1500	RCT桁	-	-	-	-	x	x	-	-	昭和53年:沓座拡幅, 昭和56年:移動制限装置・桁連結	
	497	11号	1970	25	1000	プレテンT桁	-	-	-	-	-	III	II	III		
	498	11号	1969	26	2000	プレテンT桁	-	-	-	-	-	III	II	-		
	499	11号	1969	28	1200	ボステンT桁	-	-	-	-	-	III	-	III		
	500	11号	1973	24	5000	プレテンT桁	-	-	-	-	-	III	III	III		
愛媛県(18橋)	501	11号	1972	25	5500	ボステンT桁	-	-	-	-	III	III	II	III		
	502	11号	1972	25	5500	ボステンT桁	-	-	-	-	-	III	II	III		
	503	11号	1993	8	5000	ボステン	-	-	-	-						
	504	11号	1993	8	5500	ボステン	-	-	-	-						
	505	378号	1969	32	1300	プレテンPC	-	-	-	-						
	506	378号	1979	22	10	プレテンPC	-	-	-	-						
	507	378号	1972	29	10	プレテンPC	-	-	-	-						
	508	378号	1991	9	10	プレテンT桁	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	特になし	
	509	378号	1980	21	10	ボステンPC	-	-	-	-						
	510	378号	1986	14	10	ボステンT桁	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	床版に若干の錆汁あり	
	511	378号	1989	11	10	プレテンT桁	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	特になし	
	512	378号	1977	24	10	RC	-	-	-	-						
	513	378号	1977	24	10	RC	-	-	-	-						
	514	378号	1989	11	10	ボステンT桁	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	特になし	
	515	378号	1985	15	10	ボステンT桁	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	ひびわれから錆汁が発生している	
	516	378号	1998	3	3000	プレテンPC	-	-	-	-					特になし	
	517	378号	1998	3	2500	ボステンPC	-	-	-	-						
	518	378号	1956	45	200	RC	-	-	-	-						
	519	378号	1956	45	200	RC	-	-	-	-						
	520	378号	1998	3	10	プレテンPC	-	-	-	-						

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

徳島県(51橋)	521	378号	1996	4	10	プレテント桁		IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV		
	522	378号	1977	24	10	プレテンPC										
	523	11号	1985	13	3400	RC床版			III	II	III		III	II	III	平成8年度に下部工の柱を鋼板巻きに立て 工法にて補強
	524	11号	1985	13	3400	プレテント桁			III	II	III		III	II	III	平成8年度に下部工の柱を鋼板巻きに立て 工法にて補強
	525	11号	1985	13	3400	ボスデント桁			III	II	III		III	II	III	平成8年度に下部工の柱を鋼板巻きに立て 工法にて補強
	526	11号	1985	13	3400	RC床版			III	II			III	II		平成8年度に下部工の柱を鋼板巻きに立て 工法にて補強
	527	11号	1985	13	3400	プレテント桁			III	II			III	II		平成8年度に下部工の柱を鋼板巻きに立て 工法にて補強
	528	11号	1985	13	3400	ボスデント桁			III	II			III	II		平成8年度に下部工の柱を鋼板巻きに立て 工法にて補強
	529	11号	1939	57	3100	RCT桁		II	III			III		II	III	昭和54年度に床版工に鋼板接着による補
	530	11号	1979	18	3400	プレテント桁				II						
	531	11号	1993	3	3300	プレテント桁							III	II	III	
	532	11号	1981	15	3300	プレテント桁							III	II	III	
	533	11号	1981	15	3300	ボスデント桁							III			
	534	11号	1993	3	3300	ボスデント桁							III		III	
	535	11号	1986	11	2800	プレテント桁							III	II		
	536	11号	1985	12	2800	プレテント桁							III	II		
	537	11号	1993	4	2100	ボスデント桁							III	II	III	
	538	11号	1987	10	2100	ボスデント桁							III	II	II	
	539	11号	1957	43	100	プレテント桁			III	II			II	II		
	540	11号	1957	39	200	プレテント桁						III			III	
	541	55号	1928	71	4800	RCT桁		III	II	II	III	III	II	II	III	平成9年度にゲルバーヒンジ部の補強を突
	542	55号	1983	13	100	RC床版		III	III	II	III	III	III	II	III	
	543	55号	1983	13	100	プレテント桁		III	III	II	III	III	III	II	III	
	544	55号	1983	13	100	ボスデント桁		III	III	II	III	III	III	II	III	
	545	55号	1967	30	900	ボスデント桁			III		III		III		III	
	546	55号	1992	9	2200	PCホロースラブ										
	547	55号	1992	9	2200	プレテンPC										
	548	55号	1979	16	3500	ボステン中空床版							II			
	549	55号	1979	16	3500	ボステン中空床版							II	II		
	550	55号	1979	18	2300	RC床版							II			
	551	55号	1976	21	2600	プレテント桁								II		
	552	55号	1973	24	2600	プレテント桁								II		
	553	55号	1987	12	2000	プレテント桁			III	II			III	II	III	
	554	55号	1973	26	2000	プレテント桁				II	III		III	II		
	555	55号	1994	4	1500	プレテント桁										
	556	55号	1987	11	1500	プレテント桁										
	557	55号	1991	8	1700	ボスデント桁								II		
	558	55号	1995	4	1800	ボスデント桁										
	559	55号	1992	7	1800	ボスデント桁										
	560	55号	1988	13	1600	ボスデント桁										
	561	55号	1928	67	4100	RCアーチ										
	562	55号	1957	40	4900	RCT桁										
	563	55号	1996	5	900	ボスデント桁										
	564	55号	1966	31	1400	ボスデント桁										
	565	55号	1968	29	1300	ボスデント桁										
	566	55号	1967	30	1000	RC3連BOX										
	567	55号	1990	10	900	RC床版										
	568	55号	1990	10	900	RC床版										
	569	55号	1990	9	700	RC床版										
	570	55号	1990	9	700	RC床版										
	571	55号	1993	8	2400	ボステン中空床版										

※;太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

1994年 CO塗装(ポリウレタン樹脂塗装)

H8	桁補修
----	-----

S61.3	橫桁補修	H8.12	桁補修
-------	------	-------	-----

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

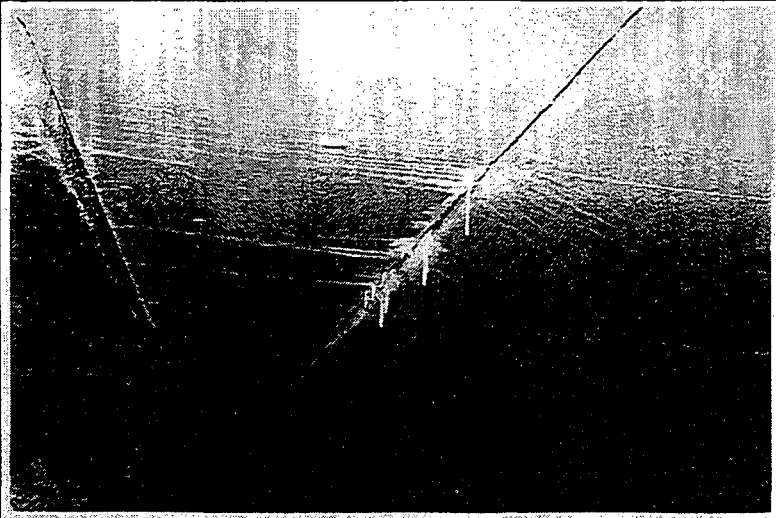
737	10号	1984	13	2100	ボスデンT桁		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	落橋防止・表面サビ	
738	10号	1984	13	2100	ボスデンT桁		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	落橋防止・表面サビ	
739	10号	1988	9	1900	ボスデンT桁		○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○		
740	10号	1988	9	2900	ボスデンT桁		×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	袖擁壁・ひびわれ	
741	10号	1996	1	3800	ボスデンT桁		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
742	10号	1998	3	3800	ブレデン中空床版														
743	10号	1998	3	3800	ブレデン中空床版														
744	10号	1999	2	3800	ボスデンT桁														
745	10号	1998	3	3800	ボスデンT桁														
746	10号	1993	4	4100	ブレデン床版		○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	排水設置・劣化、袖擁壁・欠損	
747	10号	1986	14	700	ボスデンT桁						Ⅲ	Ⅲ		Ⅲ				2000:落下防止取替	
748	10号	1996	5	7600	ボスデンT桁														
749	10号	1994	7	8000	ボスデンデン中空床版														
750	10号	1993	8	8400	ブレデンT桁														
751	10号	1993	8	8400	ブレデンT桁														
752	220号	1975	26	4000	ボスデン箱桁														
753	220号	1975	26	4000	ボスデン箱桁														
754	220号	1976	22	4100	ブレデンT桁		○	Ⅱ	Ⅱ	○	○	Ⅱ	Ⅱ	○	○	○	○	伸縮装置:段差・コルゲーション:Ⅳ	平成13年3月 伸縮装置のノージョイント化
755	220号	1978	20	4300	ボスデンT桁		○	Ⅲ	Ⅱ	○	○	Ⅲ	Ⅱ	○	○	○	○	伸縮装置取替:ひびわれ:Ⅳ	
756	220号	1978	20	3500	ボスデンT桁		Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	○	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	○	○	○	○	落橋防止:表面サビ:Ⅱ, 伸縮装置:ひびわれ:Ⅳ	
757	220号	1978	20	3500	ボスデンT桁		Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	○	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	○	○	○	○	落橋防止:表面サビ:Ⅱ, 伸縮装置:ひびわれ:Ⅳ	
758	220号	1979	18	2600	ボスデンT桁		×	×	○	×	×	×	○	×	×	×	×	伸縮装置:劣化	
759	220号	1979	18	2600	ボスデンT桁		×	×	○	×	×	×	○	×	×	×	×	伸縮装置:劣化	
760	220号	1976	25	1500	ブレデンT桁														
761	220号	1976	25	1500	ブレデンT桁														
762	220号	1978	19	1100	ボスデンT桁		○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	排水施設:劣化	
763	220号	1978	19	1100	ボスデンT桁		○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	排水施設:劣化	
764	220号	1990	7	1000	ボスデンT桁		○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○		
765	220号	1990	7	1000	ボスデンT桁		○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○		
766	220号	1990	7	1000	ブレデンT桁		×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○		
767	220号	1990	7	1000	ブレデンT桁		×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○		
768	220号	1990	7	1000	ボスデンT桁		×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○		
769	220号	1990	7	1000	ボスデンT桁		×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○		
770	220号	1972	22	200	RCT桁		○	Ⅱ	Ⅱ	○	○	Ⅱ	Ⅱ	○	○	○	○	H6, 主桁・床版下面増厚	
771	220号	1938	56	500	RCT桁	有	Ⅲ	○	○	○	Ⅲ	○	○	○	○	○	○	H8, 主桁・ケーブル・床版鋼板接着	
772	220号	1961	35	200	RCT桁		○	○	Ⅱ	○	○	○	○	Ⅱ	○	○	○		
773	220号	1963	32	60	RCT桁		Ⅲ	Ⅲ	○	○	Ⅲ	Ⅲ	○	○	○	○	○		
774	220号	1962	34	60	RCT桁	有	○	○	Ⅱ	○	○	○	○	Ⅱ	○	○	○	H9, 断面復旧・保護塗装	
775	220号	1956	43	300	RCT桁	有	Ⅲ	○	○	○	Ⅲ	○	○	○	○	○	○	H9, 断面復旧・保護塗装	
776	220号	1998	3	200	RC T桁														
777	220号	1976	21	10	ボスデンT桁	有	×	×	×	○	×	×	×	○	○	○	○	H11, 伸縮継手補修, 主桁補強, 断面修復, 表面被覆	
778	220号	1994	3	40	ブレデンT桁		○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○		
779	220号	1965	31	20	RCT桁		○	○	Ⅱ	○	○	○	○	Ⅱ	○	○	○		
780	220号	1966	30	400	RCT桁	有	○	Ⅱ	Ⅱ	○	○	Ⅱ	Ⅱ	○	○	○	○	H8, 主桁・外ケーブル・床版鋼板接着	
781	220号	1981	13	200	ボスデンT桁		○	Ⅲ	Ⅲ	○	○	Ⅲ	Ⅲ	○	○	○	○		
782	220号	1967	28	40	ボスデン箱桁	有	Ⅲ	○	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	○	Ⅱ	Ⅱ	○	○	○		
783	220号	1960	39	300	RCT桁		○	Ⅲ	○	○	○	Ⅲ	○	○	○	○	○		
784	220号	1957	44	500	RC T桁														
785	220号	1995	2	500	ボスデンT桁		○	×	×	○	○	×	×	○	○	○	○		
786	220号	1994	7	800	ブレデンT桁														
787	220号	1995	6	800	ボスデン中空床版														
788	220号	1994	7	700	ボスデンT桁														
789	270号	1969	32	3700	RCT桁		—	—	—	—	○	○	○	○	○	○	○	1箇所 橋面舗装 種類 ひびわれ 2箇所 沓 種類 鋼材腐食 程度 全面 3箇所 橋面舗装 種類 ひびわれ 4箇所 主桁 種類 鋼材腐食 程度 全面 5箇所 伸縮継手 種類 漏水 程度	H6 S63 鋼板接着工

※:太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

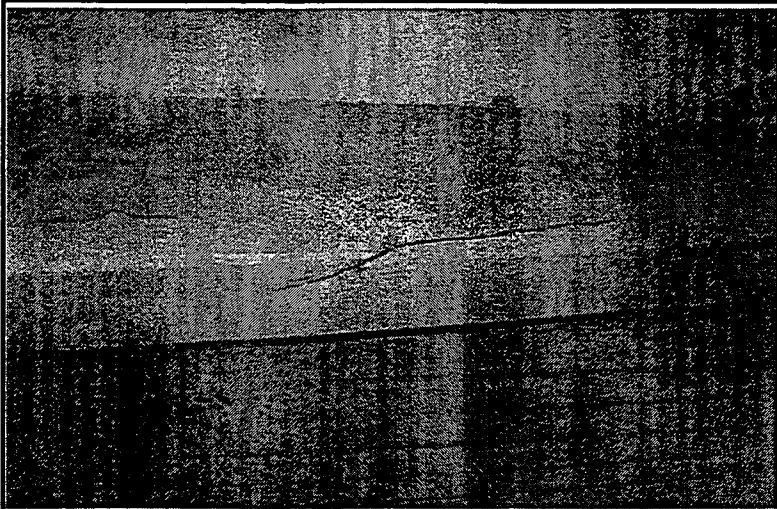
790	270号	1960	41	3900	プレテンT桁	○	○	×	×	○	○	×	×	1箇所 目地 種類 舗装劣化	H09 落橋防止(鋼製ブラケット)年度不明 伸縮継手補修工
791	270号	1972	29	4000	RCT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		H11 保護塗装工 H13 伸縮継手補修工
792	270号	1972	29	4000	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		H11 保護塗装工 H13 伸縮継手補修工
793	270号	1971	30	3200	プレテンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		H01 伸縮継手補修工
794	270号	1972	29	3100m	プレテンPC										
795	270号	1968	33	1100	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		H02 伸縮継手補修工
796	270号	1964	37	600m	ポステンPC										
797	270号	1971	30	600	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		
798	270号	1960	41	500	RCT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		H02 高欄部分補修 H06 伸縮継手補修工 H12 落橋防止工 (鋼製ブラケット CO拡幅 桁連結) H12 伸縮継手補修工 塗装防水 鋼板接着工 H13 伸縮継手補修工(縦目地 横目地)
799	270号	1960	41	500	プレテンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		H06 伸縮継手補修工 H12 落橋防止工 (鋼製ブラケット CO拡幅 桁連結) H12 伸縮継手補修工 塗装防水 鋼板接着工 H13 伸縮継手補修工(縦目地 横目地)
800	270号	1967	34	200	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○	耐震対策	H11 鋼板接着工 H12 伸縮継手補修工 舗装防水 鋼板着工
801	270号	1960	41	300	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		H03 落橋防止工(CO拡幅) H08 支承 保護工 H10 伸縮継手補修工
802	270号	1953	48	500	RCT桁	○	○	○	○	○	○	○	○	1箇所 高欄 種類 損壊 程度 部分的 2箇所 沓 種類 腐食 程度 全面銷発生	S62 鋼板接着工 H04 地覆高欄改良工 落橋防止工(CO拡幅) 鋼板接着工
803	270号	1972	29	2000	ポステンPC										
804	270号	1968	33	3000	プレテン床版	○	○	○	○	○	○	○	○		落橋防止施設
805	270号	1972	29	5200	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		落橋防止施設
806	270号	1970	31	5500	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		落橋防止施設
807	270号	1969	32	6500	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		桁・床版の鋼板接着
808	270号	1969	32	5500	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		落橋防止施設
809	270号	1966	35	4500	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		落橋防止施設
810	270号	1980	21	4500	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○	現在工事中(河川改修中)	落橋防止施設
811	269号	1987	14	500	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		
812	269号	1980	21	200	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		
813	269号	1965	36	2000	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		
814	269号	1970	31	100	ポステンPC										
815	269号	1999	2	100	RC										
816	269号	1999	2	50	プレテンPC										
817	269号	1968	29	200	RCT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		1997 変位制限装置, コンクリート劣化部 保護塗装, 橋面防水工
818	269号	1964	37	100	RC										
819	269号	1968	33	100	RC										
820	269号	1968	33	100	RC										
821	269号	1994	7	100	RC										
822	269号	1988	13	100	RC										
823	269号	1968	33	100	RC										
824	269号	1964	37	1500	RC										
825	269号	1962	39	1300	RC										
826	269号	1972	26	10	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		1998~1999床板補強(炭素繊維・PC ケーブル), 橋脚補強(RC巻き立て), 変位 制限装置設置
827	269号	2000	1	50	RC										
828	269号	2001	0	2200	RC										
829	269号	1954	41	1500	ポステンT桁	○	○	○	○	○	○	○	○		地覆・高欄改良, コンクリート劣化部保護塗 装, 歩車道境界ブロック設置工
830	269号	1991	10	70	RC										

※: 太字の整理番号=代表的な損傷写真あり(以降のページに添付)

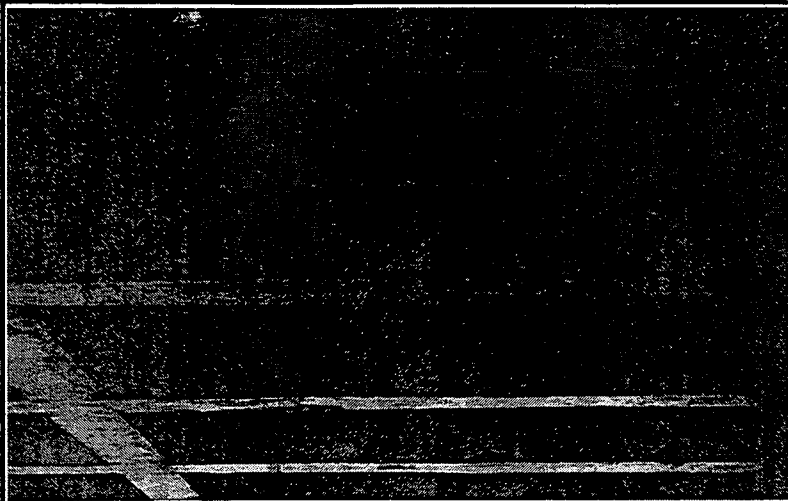
桁部(遊離石灰)

	地域区分	A
	整理番号	16
	写真番号	13
	部材名	コンクリート主桁
	損傷の種類	遊離石灰
	損傷状況	Ⅱ

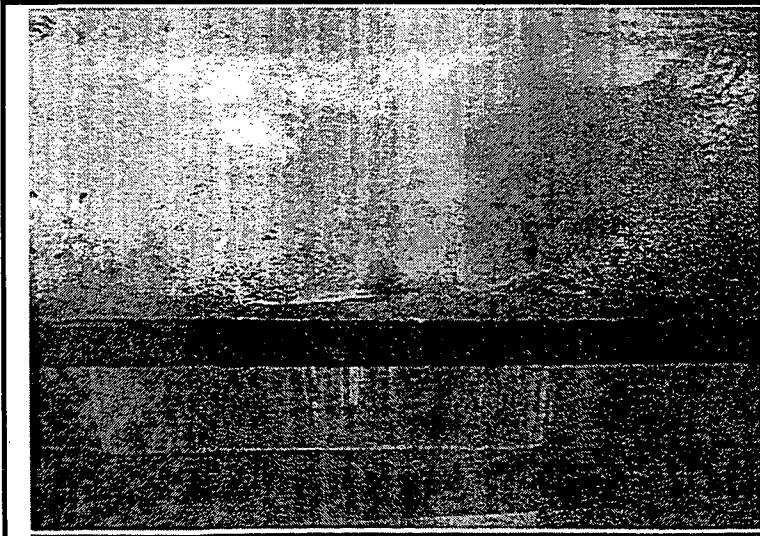
桁部(ひびわれ)



地域区分	A
整理番号	1
写真番号	5
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

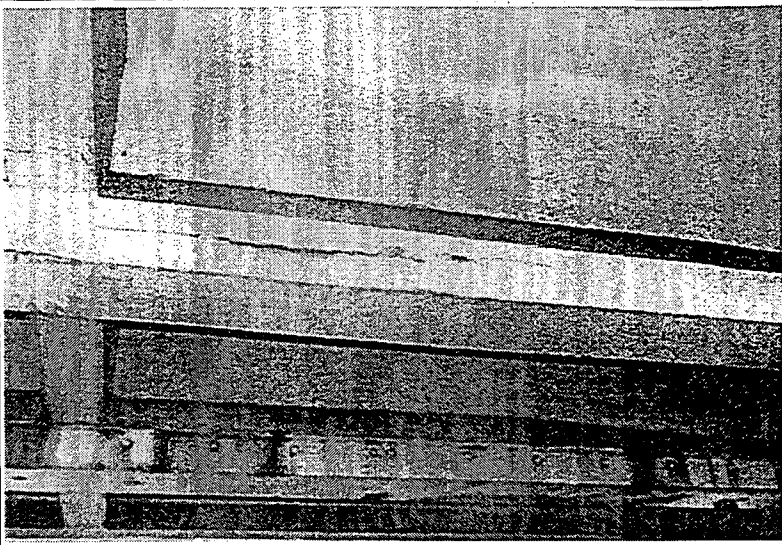


地域区分	A
整理番号	1
写真番号	6
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ



地域区分	B
整理番号	4
写真番号	2
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅲ

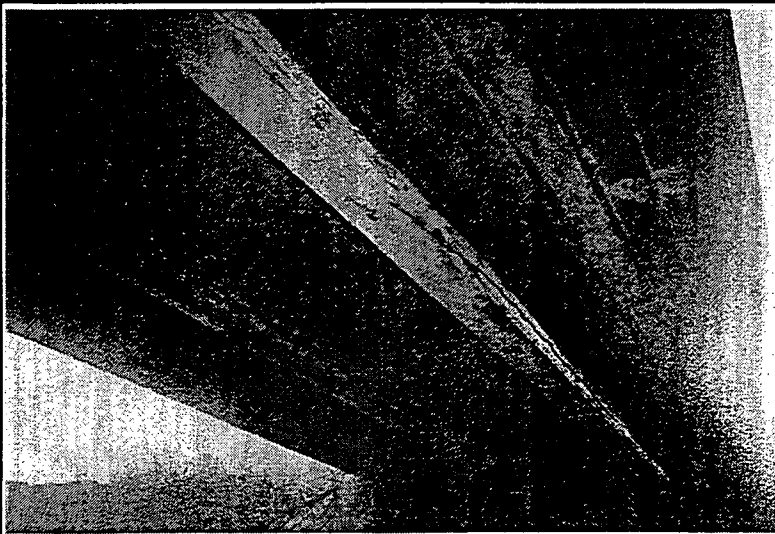
桁部(ひびわれ)



地域区分	B
整理番号	6
写真番号	3
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

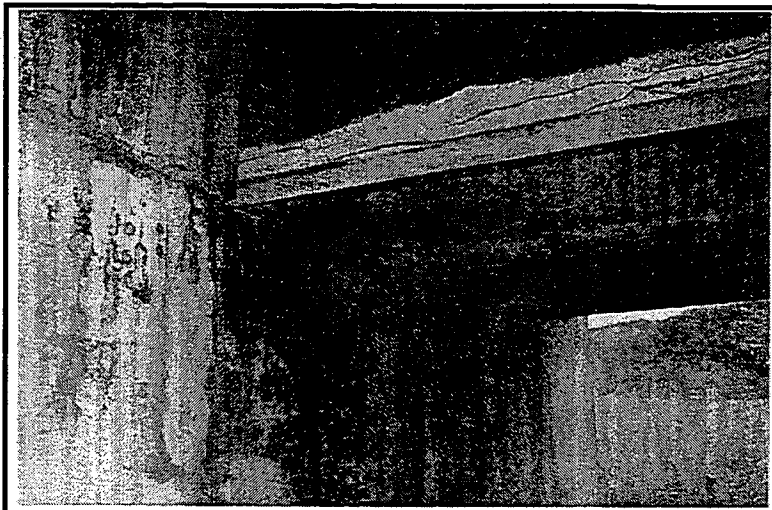


地域区分	B
整理番号	44
写真番号	8
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

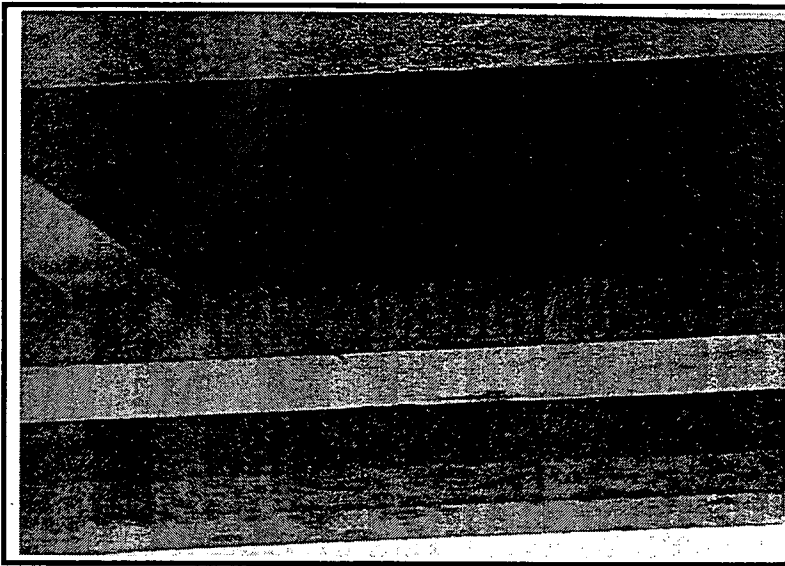


地域区分	B
整理番号	63
写真番号	11
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	×

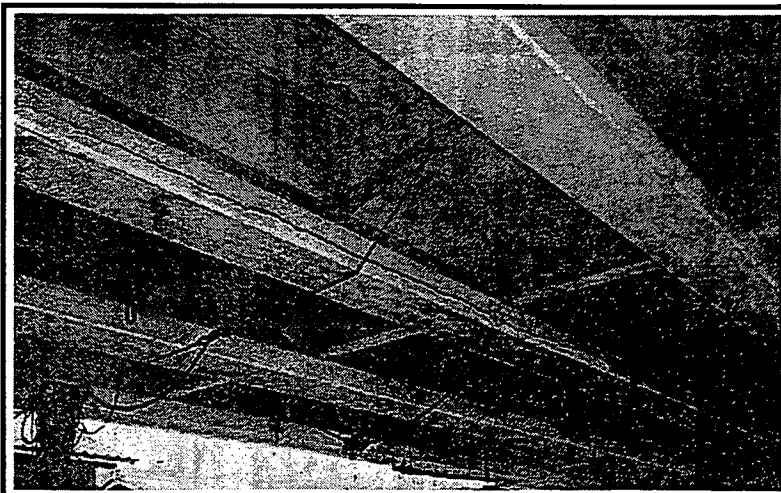
桁部(ひびわれ)



地域区分	B
整理番号	63
写真番号	12
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	×

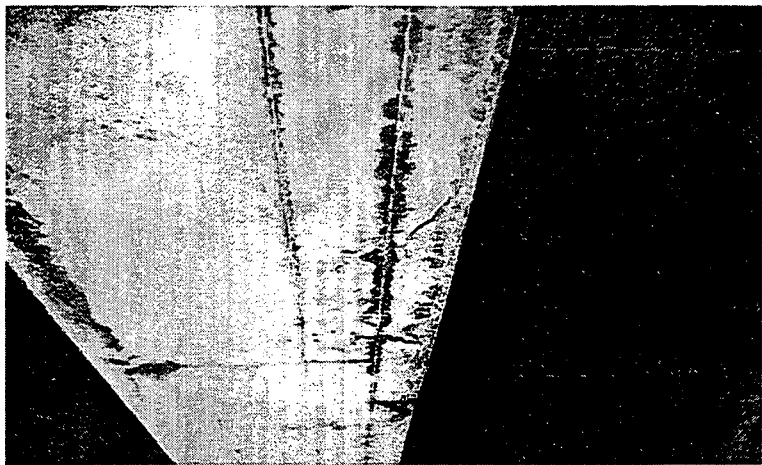


地域区分	B
整理番号	80
写真番号	14
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	×

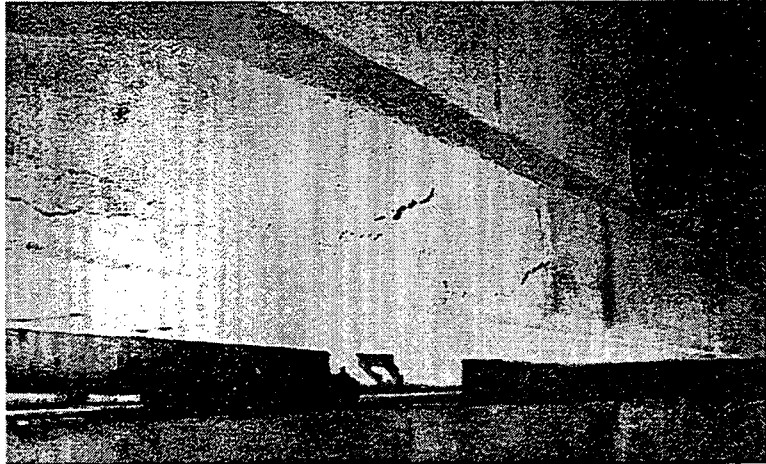


地域区分	B
整理番号	305
写真番号	15
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

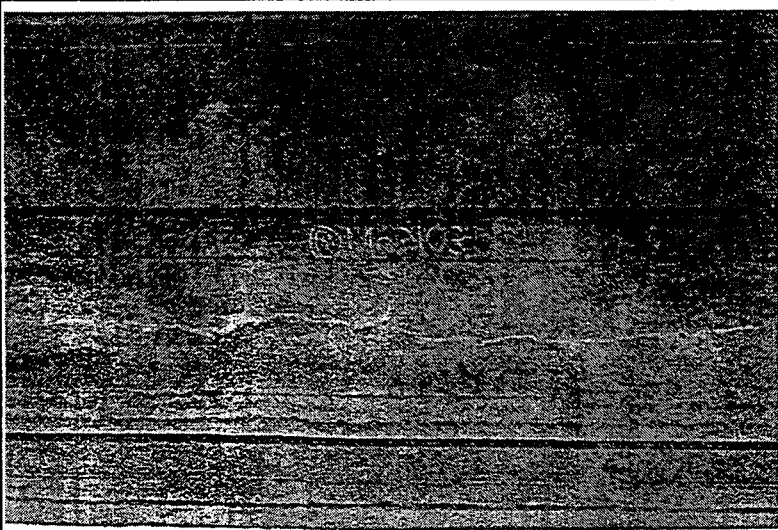
桁部(ひびわれ)



地域区分	B
整理番号	306
写真番号	16
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

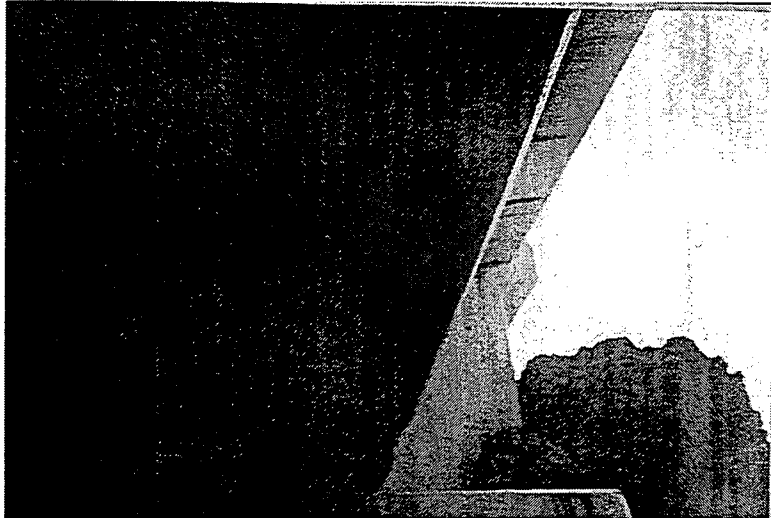


地域区分	B
整理番号	306
写真番号	17
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

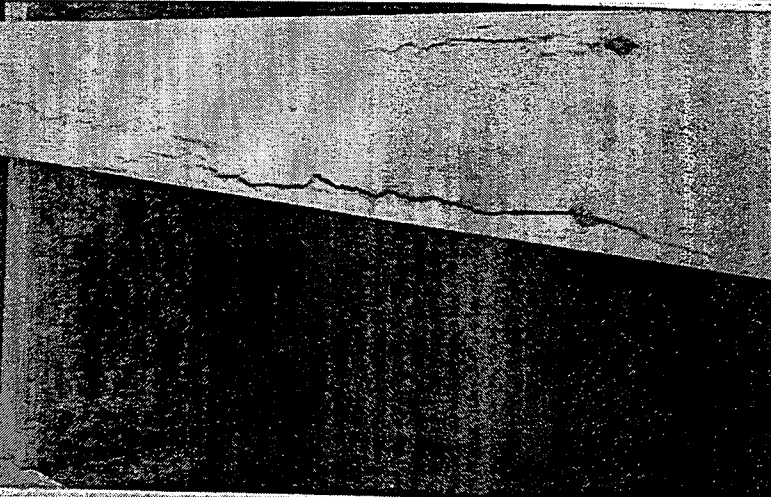


地域区分	B
整理番号	342
写真番号	21
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

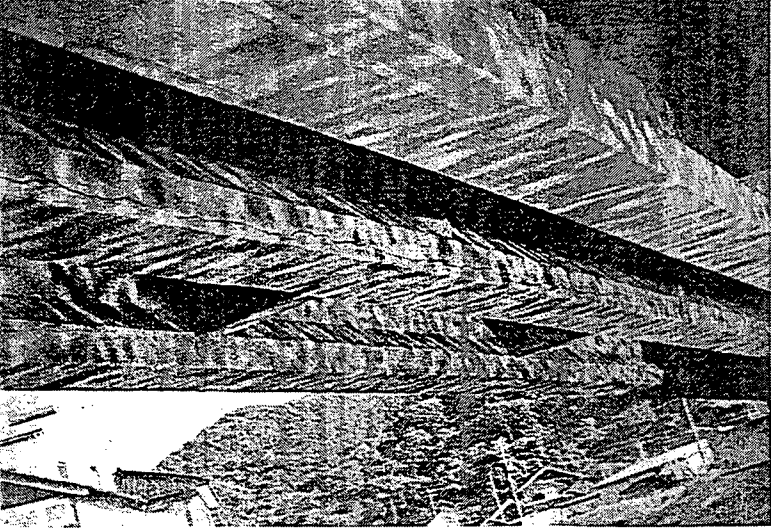
桁部(ひびわれ)



地域区分	B
整理番号	407
写真番号	24
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

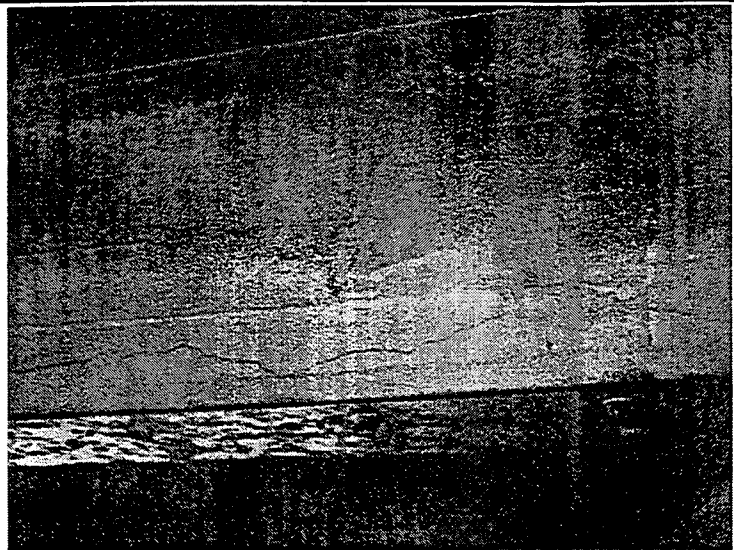


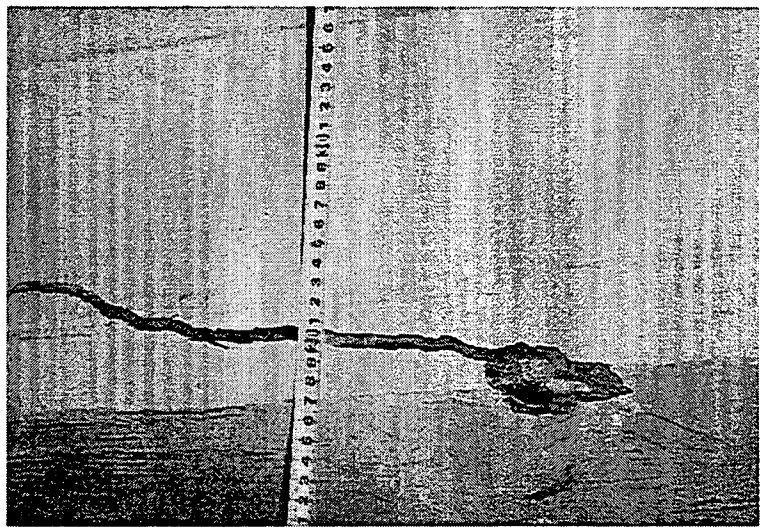
地域区分	B
整理番号	408
写真番号	25
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

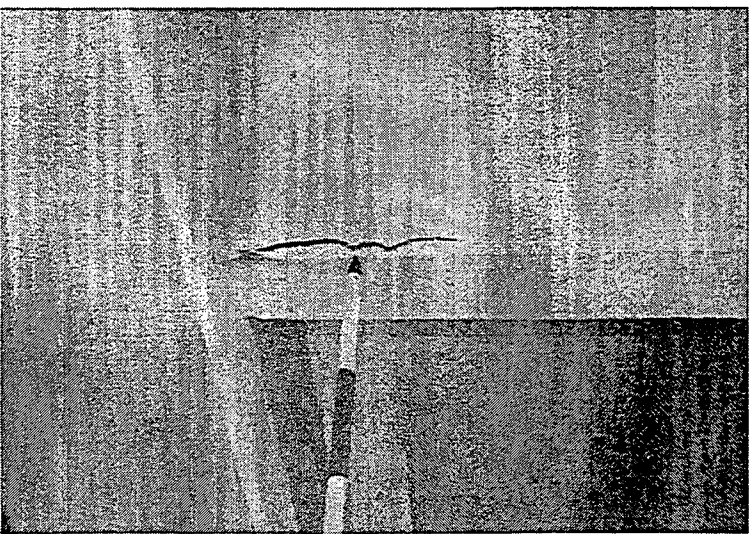


地域区分	B
整理番号	409
写真番号	26
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅲ

桁部(ひびわれ)

	地域区分	C
	整理番号	358
	写真番号	7
	部材名	桁
	損傷の種類	ひびわれ
	損傷状況	Ⅱ

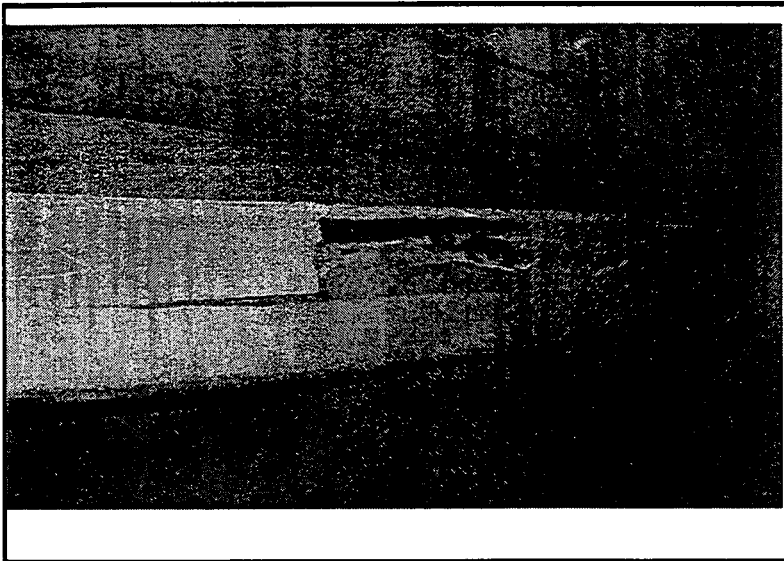
	地域区分	C
	整理番号	774
	写真番号	14
	部材名	主桁
	損傷の種類	ひびわれ
	損傷状況	Ⅱ

	地域区分	C
	整理番号	777
	写真番号	15
	部材名	主桁
	損傷の種類	ひびわれ
	損傷状況	×

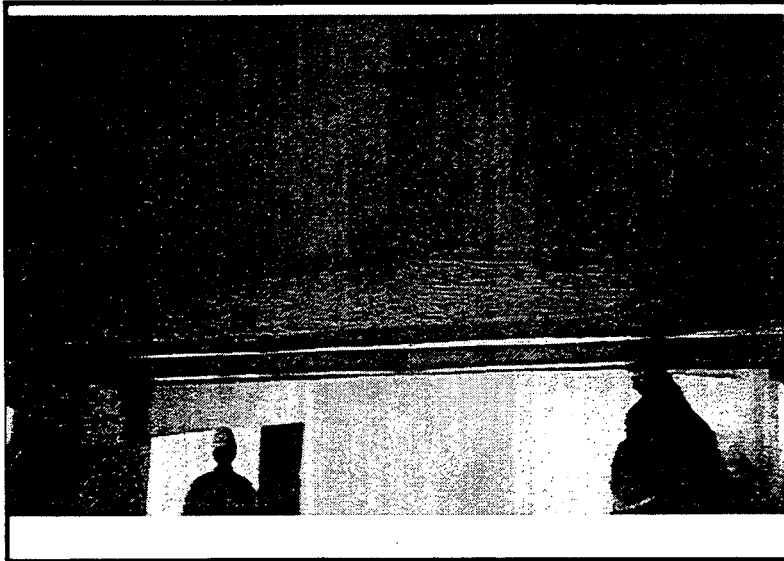
桁部(ひびわれ)

	地域区分	C
	整理番号	780
	写真番号	18
	部材名	主桁
	損傷の種類	ひびわれ
	損傷状況	Ⅱ

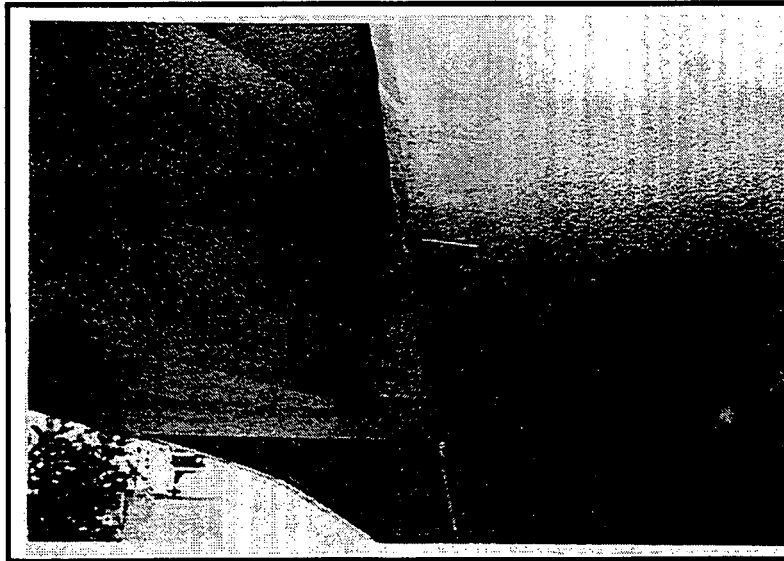
桁部(剥離・鉄筋露出)



地域区分	A
整理番号	1
写真番号	1
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅱ

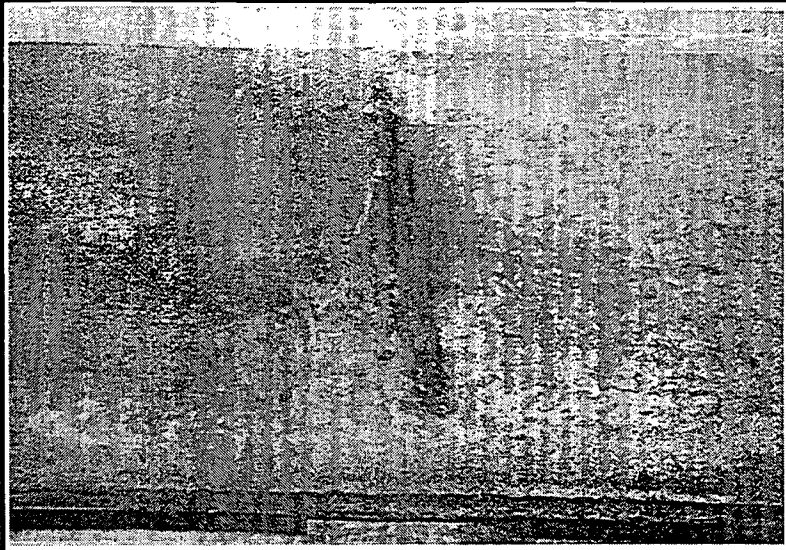


地域区分	A
整理番号	1
写真番号	2
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅱ

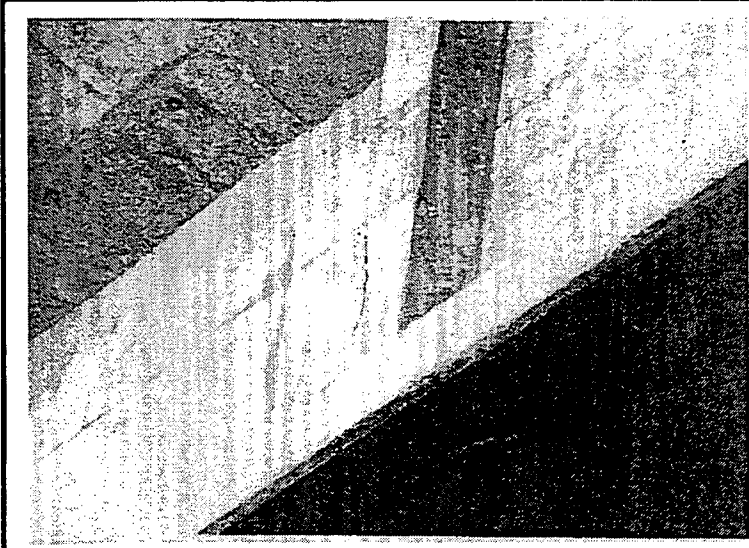


地域区分	A
整理番号	16
写真番号	14
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅲ

桁部(剥離・鉄筋露出)



地域区分	B
整理番号	11
写真番号	4
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅳ



地域区分	B
整理番号	11
写真番号	5
部材名	横桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅳ

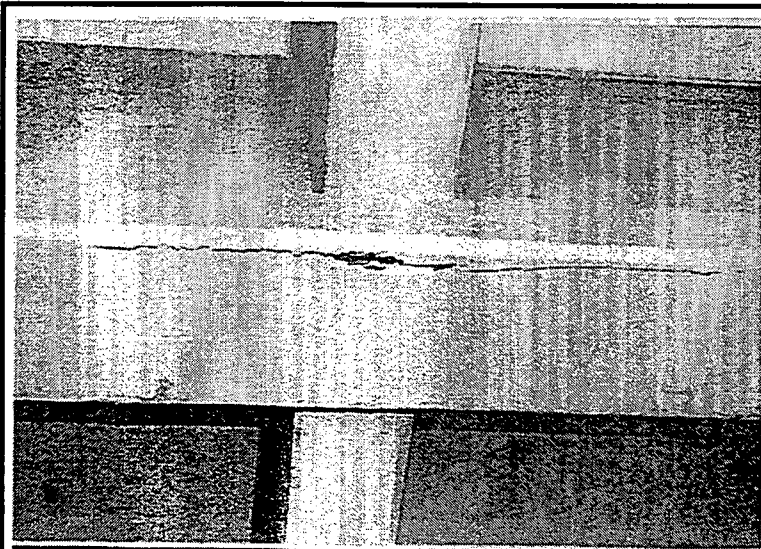


地域区分	B
整理番号	14
写真番号	6
部材名	横桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅲ

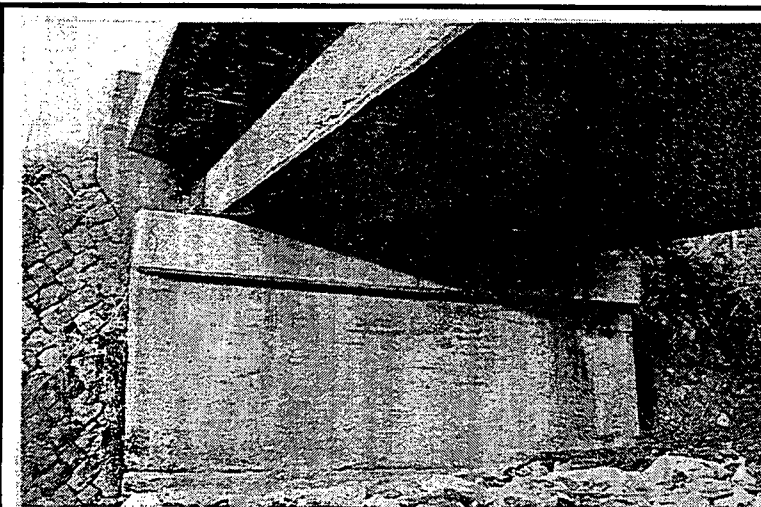
桁部(剥離・鉄筋露出)



地域区分	B
整理番号	38
写真番号	7
部材名	横桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅳ

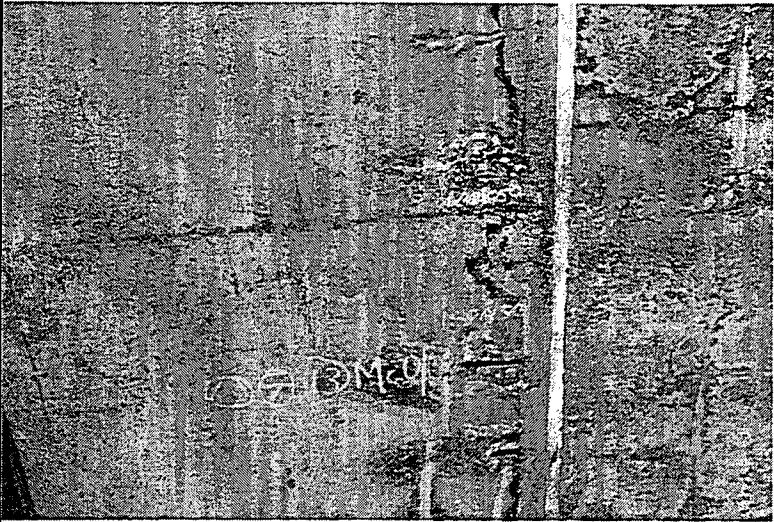


地域区分	B
整理番号	44
写真番号	9
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅲ



地域区分	B
整理番号	65
写真番号	13
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	×

桁部(剥離・鉄筋露出)



地域区分	B
整理番号	322
写真番号	18
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅲ

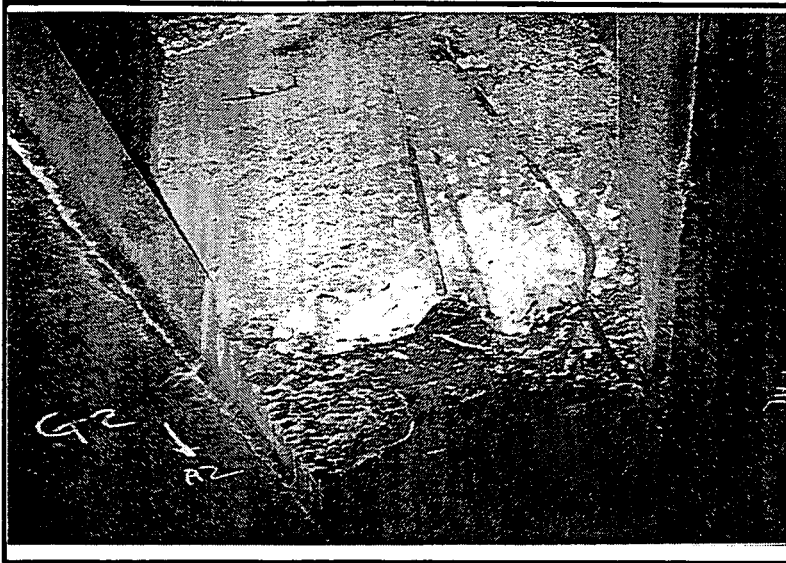


地域区分	B
整理番号	406
写真番号	23
部材名	コンクリート主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅲ

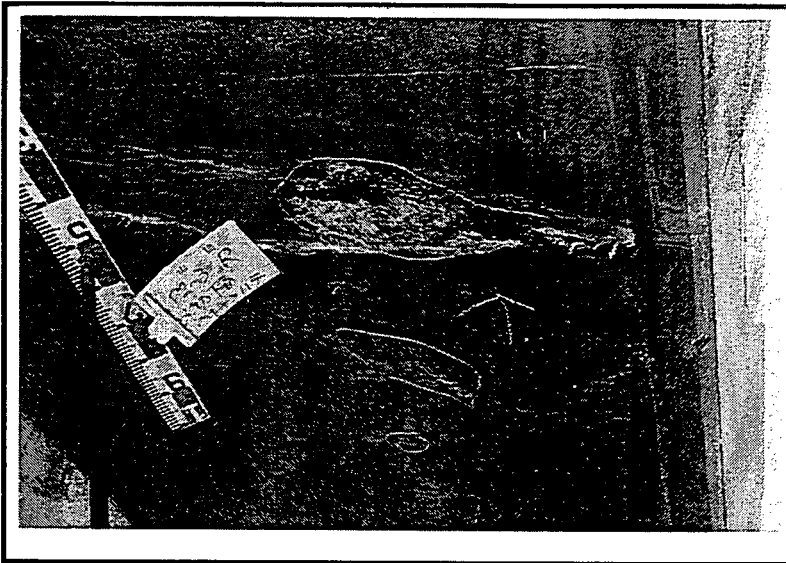


地域区分	C
整理番号	214
写真番号	1
部材名	主桁
損傷の種類	剥離
損傷状況	×

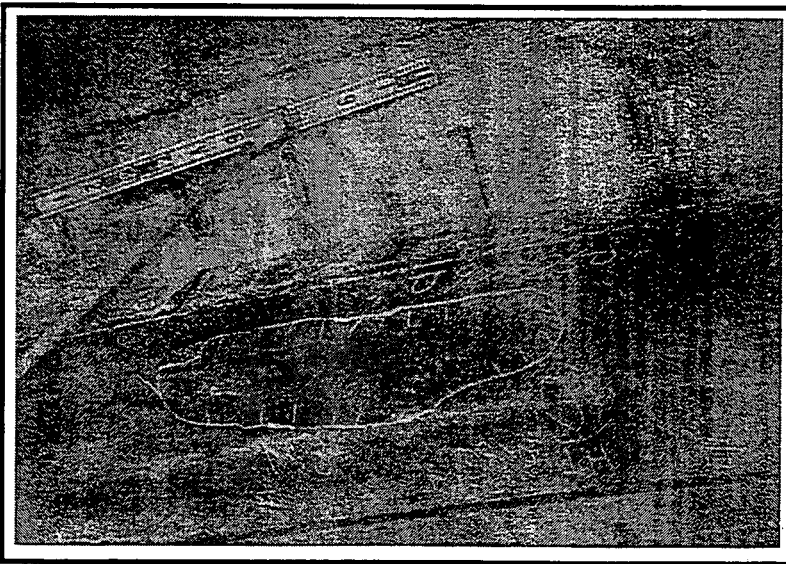
桁部(剥離・鉄筋露出)



地域区分	C
整理番号	214
写真番号	2
部材名	横桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	×

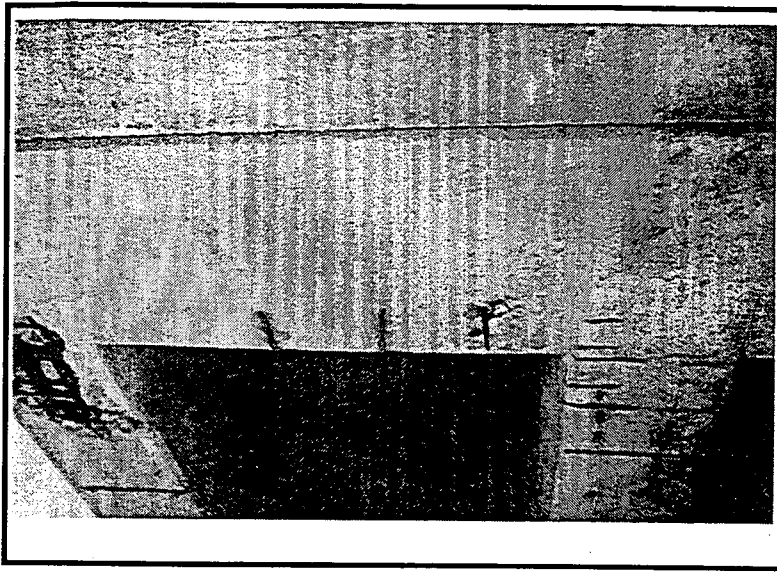


地域区分	C
整理番号	221
写真番号	3
部材名	桁下面
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	×

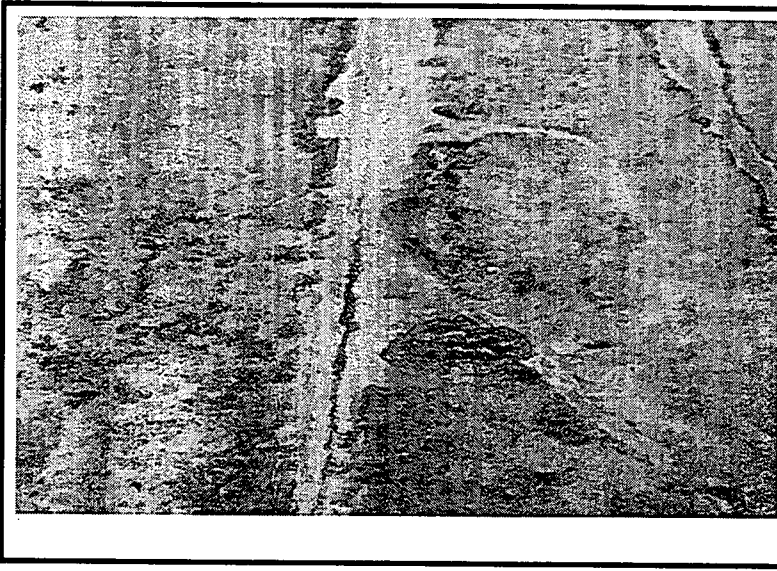


地域区分	C
整理番号	239
写真番号	4
部材名	主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅲ

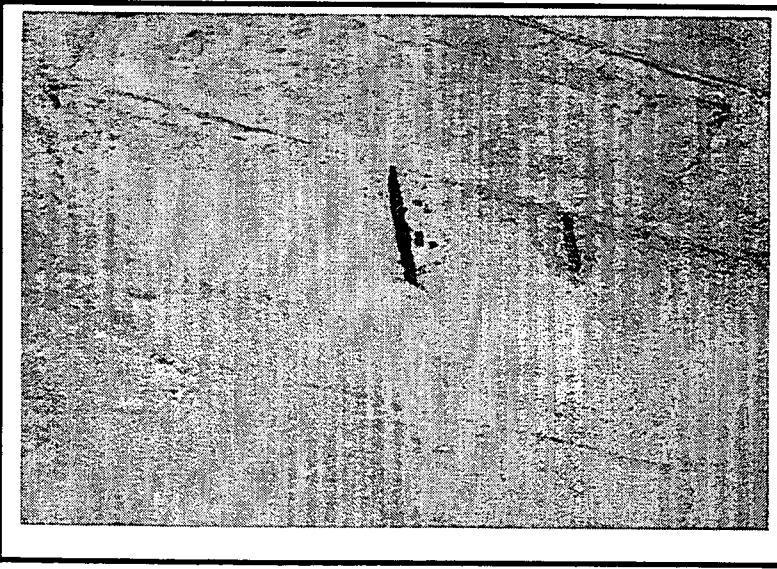
桁部(剥離・鉄筋露出)



地域区分	C
整理番号	315
写真番号	6
部材名	桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅱ



地域区分	C
整理番号	717
写真番号	10
部材名	桁下面
損傷の種類	鉄筋露出
損傷状況	Ⅱ

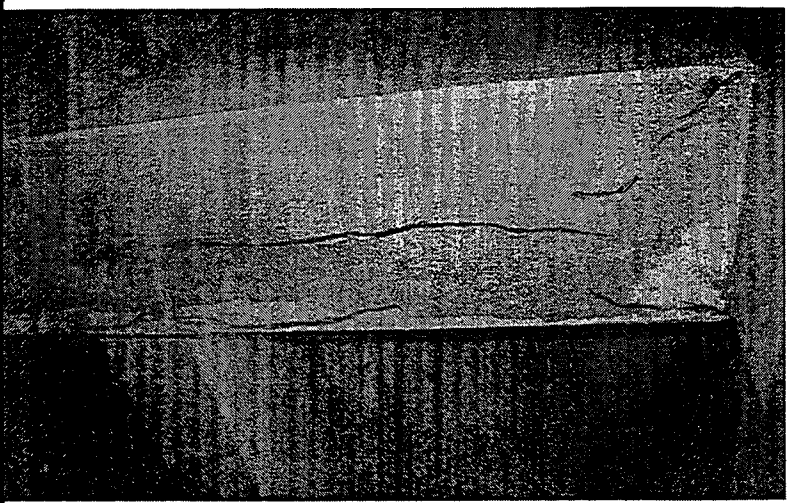


地域区分	C
整理番号	774
写真番号	13
部材名	主桁
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅱ

桁部(剥離・鉄筋露出)

	地域区分	C
	整理番号	777
	写真番号	16
	部材名	主桁
	損傷の種類	剥離・鉄筋露出
	損傷状況	×

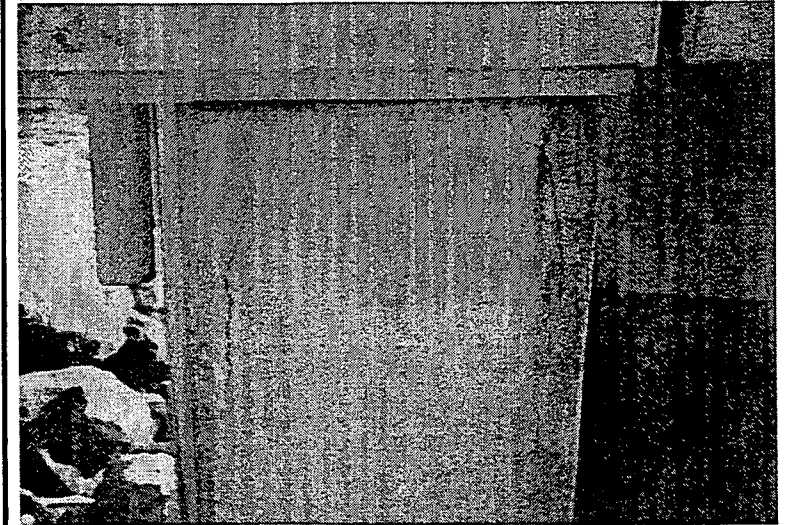
橋脚(ひびわれ)



地域区分	A
整理番号	1
写真番号	7
部材名	橋脚
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

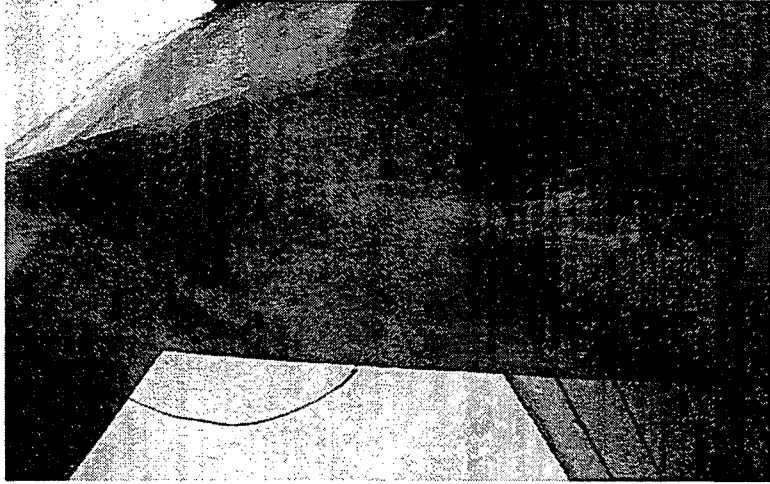


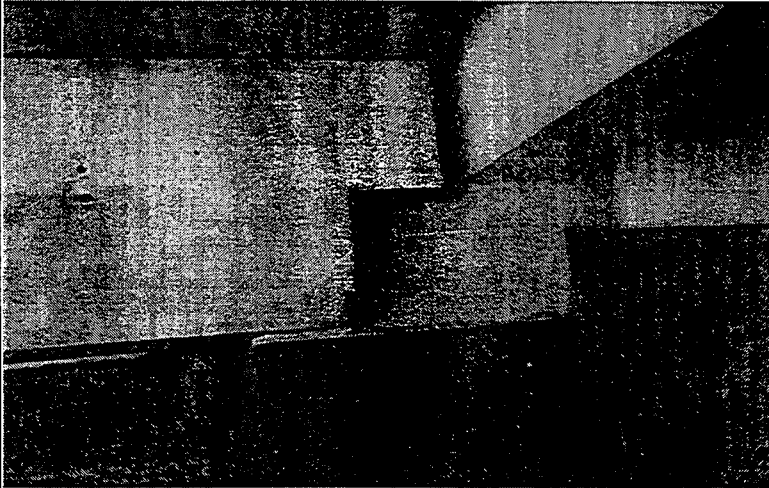
地域区分	A
整理番号	1
写真番号	8
部材名	橋脚
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅱ

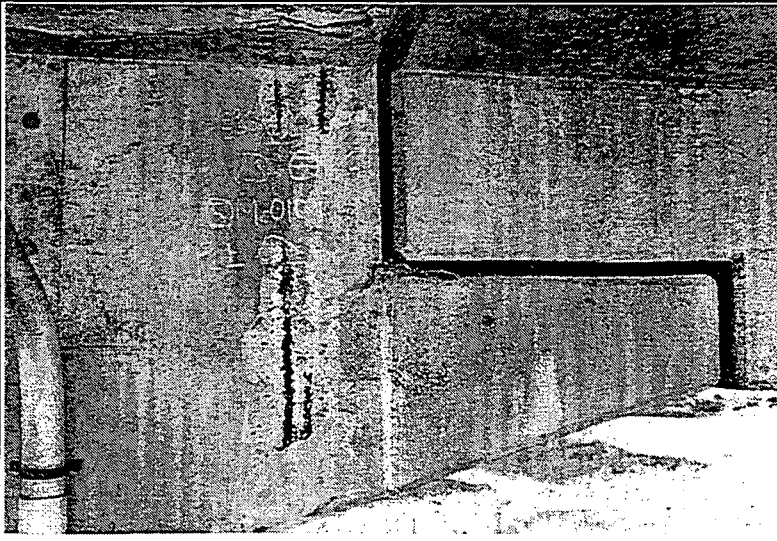


地域区分	C
整理番号	777
写真番号	17
部材名	橋脚
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	×

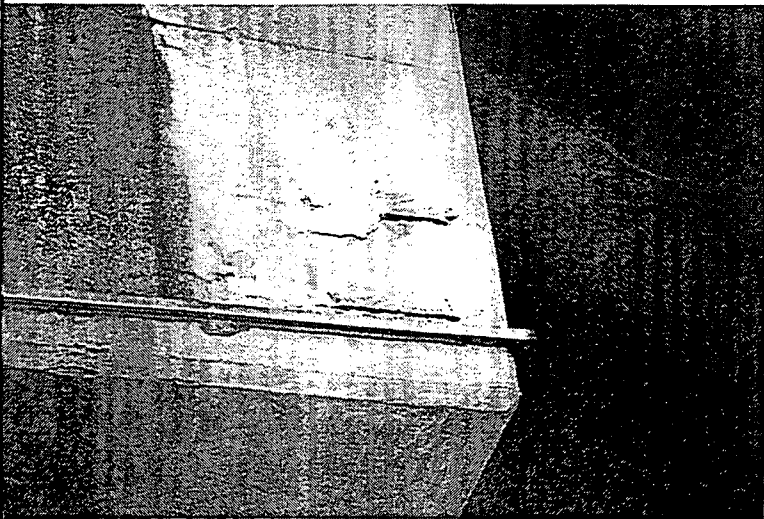
橋脚(剥離・鉄筋露出)

	地域区分	A
	整理番号	1
	写真番号	3
	部材名	橋脚
	損傷の種類	剥離・鉄筋露出
	損傷状況	Ⅲ

	地域区分	A
	整理番号	1
	写真番号	4
	部材名	橋脚
	損傷の種類	剥離・鉄筋露出
	損傷状況	Ⅳ

	地域区分	B
	整理番号	322
	写真番号	19
	部材名	橋脚
	損傷の種類	剥離・鉄筋露出
	損傷状況	Ⅱ

橋脚(剥離・鉄筋露出)



地域区分	B
整理番号	324
写真番号	20
部材名	橋脚
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅲ



地域区分	C
整理番号	290
写真番号	5
部材名	橋脚
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅱ

橋脚(剥離・鉄筋露出)

	地域区分	A
	整理番号	1
	写真番号	9
	部材名	橋脚
	損傷の種類	遊離石灰
	損傷状況	Ⅲ

橋台(剥離・鉄筋露出)

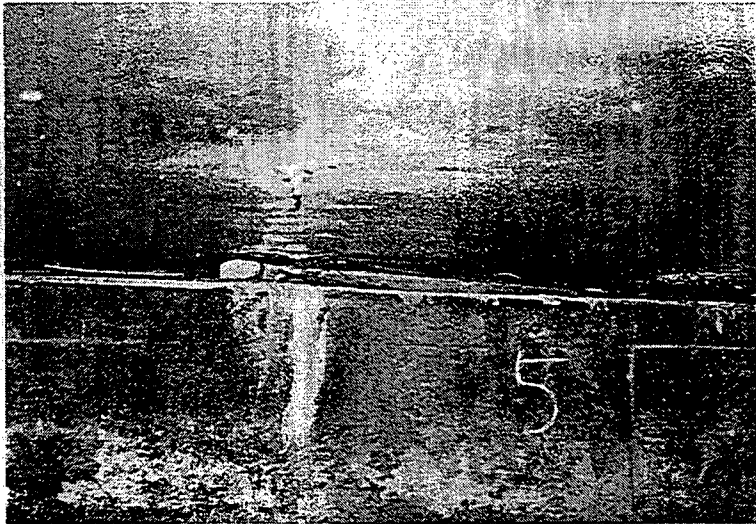


地域区分	A
整理番号	2
写真番号	10
部材名	橋台
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅳ



地域区分	C
整理番号	773
写真番号	12
部材名	橋台
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅲ

橋台(遊離石灰)

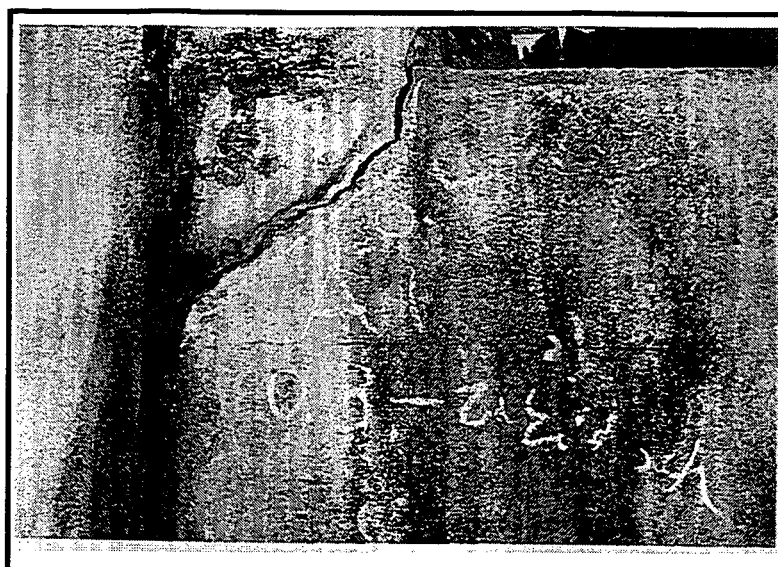


地域区分	A
整理番号	2
写真番号	12
部材名	橋台
損傷の種類	遊離石灰
損傷状況	Ⅲ



地域区分	A
整理番号	16
写真番号	16
部材名	橋台
損傷の種類	遊離石灰
損傷状況	Ⅲ

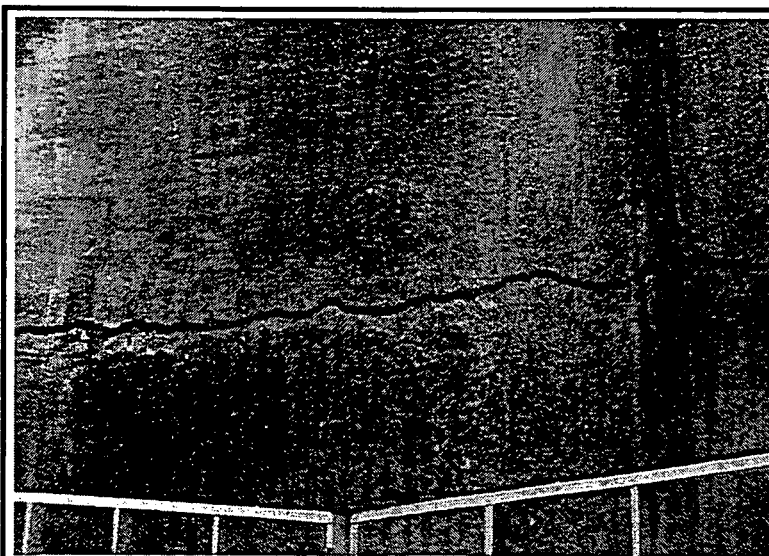
橋台(ひびわれ)



地域区分	A
整理番号	16
写真番号	15
部材名	橋台
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅲ

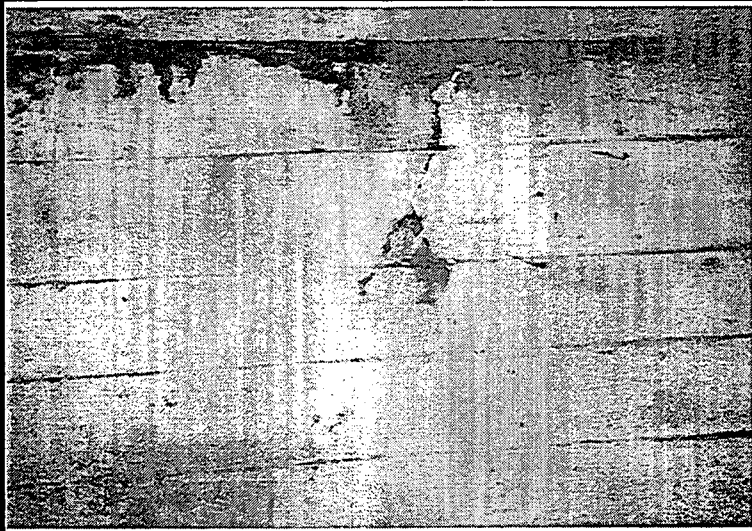


地域区分	A
整理番号	1
写真番号	1
部材名	橋台
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	OK

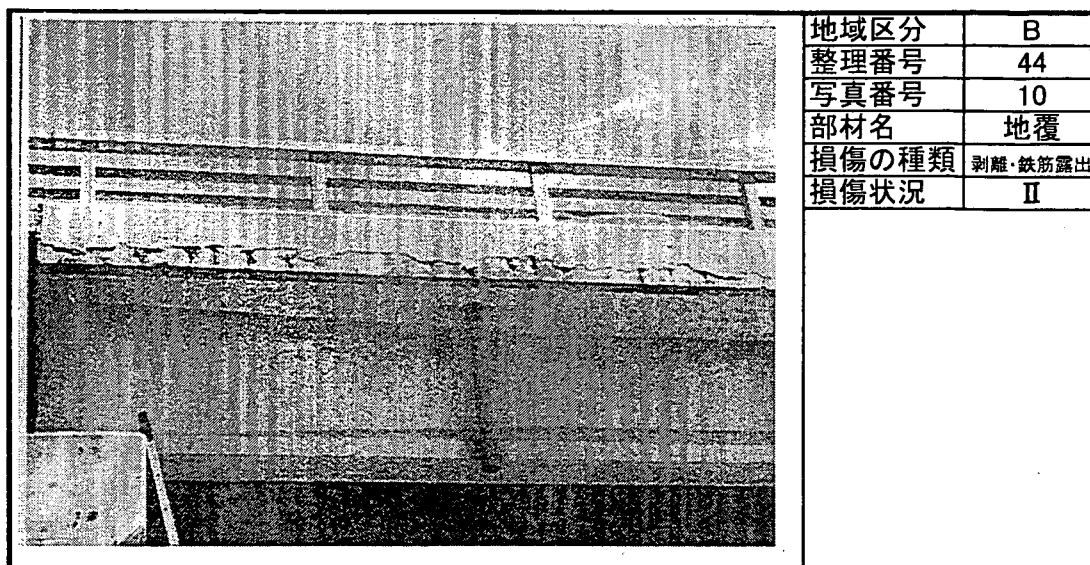


地域区分	C
整理番号	373
写真番号	9
部材名	橋台
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅳ

橋台(ひびわれ)

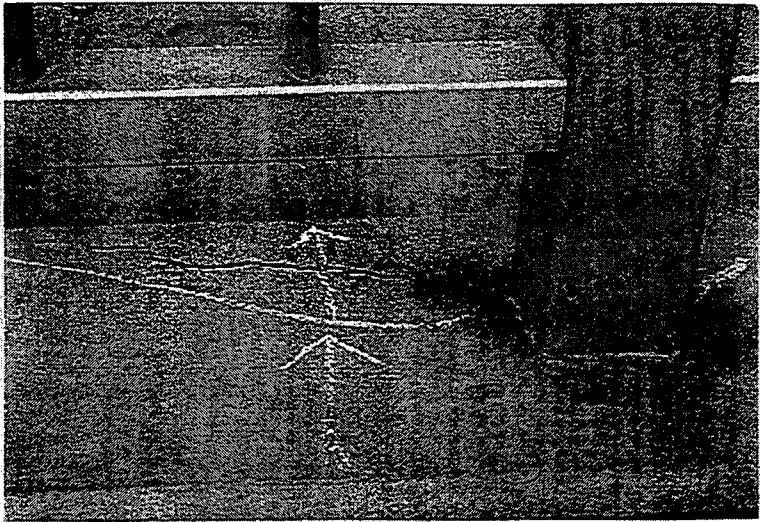
	地域区分	C
	整理番号	780
	写真番号	19
	部材名	橋台
	損傷の種類	ひびわれ
	損傷状況	Ⅱ

地覆(剥離・鉄筋露出)

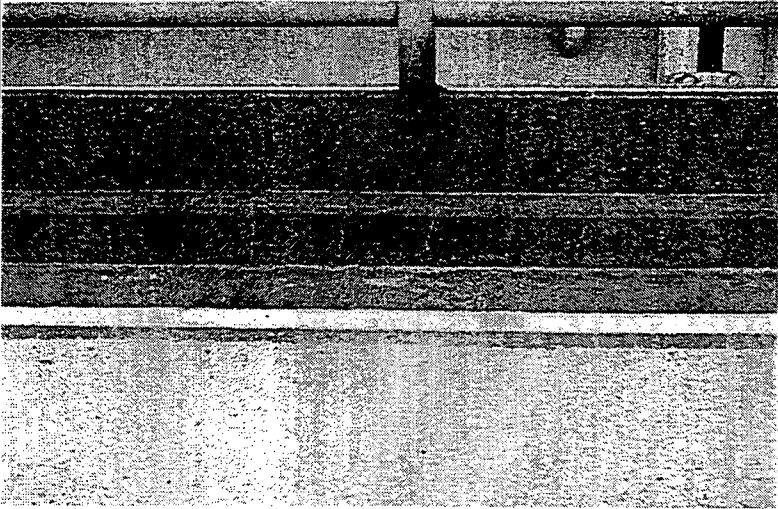


地域区分	B
整理番号	44
写真番号	10
部材名	地覆
損傷の種類	剥離・鉄筋露出
損傷状況	Ⅱ

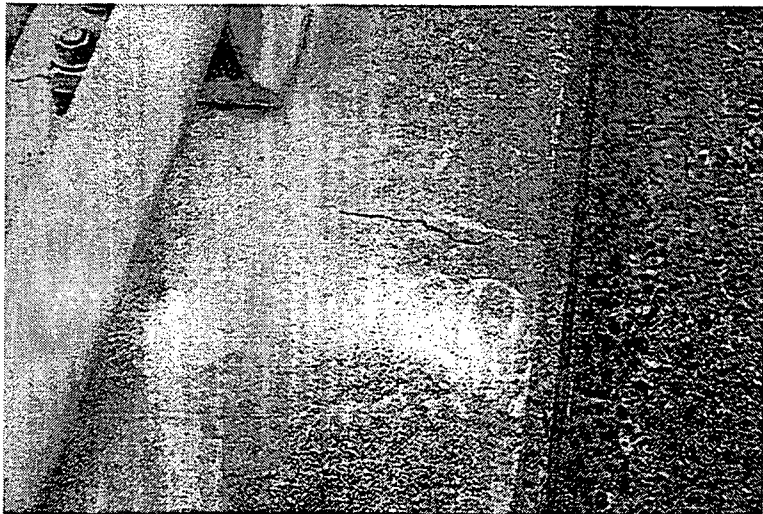
地覆(ひびわれ)



地域区分	A
整理番号	2
写真番号	11
部材名	地覆
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅲ



地域区分	B
整理番号	342
写真番号	22
部材名	地覆
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	Ⅲ



地域区分	C
整理番号	729
写真番号	11
部材名	地覆
損傷の種類	ひびわれ
損傷状況	×

床版(剥離・鉄筋露出)

	地域区分	C
	整理番号	358
	写真番号	8
	部材名	床版下面
	損傷の種類	鉄筋露出
	損傷状況	Ⅳ

付属資料－3 2000年塩害データの検証

検 証

ここでは、1982 年調査の調査対象範囲が 500m 以内であったため、当時それより内陸部において塩害橋は存在していたのかを確認するため、2000 年に行われた調査で海岸線から 500m 以上の架橋地点で塩害が生じているデータは竣工年から何年で損傷しているのかを拡散式により検証する。

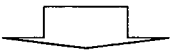
○地域区分 B

(1) 試算方法

試算方法は、下記に示す設定条件でフィックの拡散式により試算する。

(2) 設定条件

- ・ 1982 年に塩害調査が行われているため、1982 年竣工のデータは対象としない
- ・ 調査シートから部位（桁側面・桁下面・床版下面等）の判断が比較的しやすい、T 桁橋のみを対象とする
- ・ 損傷部位が明確になっているものを対象とする
- ・ 本編「3.3 調査結果」の「3.3.1 調査結果の整理（2）2）特異な塩害データ」で扱っているデータは対象としない



付表-1 対象橋梁（本編図 3.12（b）より）

整理番号	竣工年数	海岸線からの距離（m）	上部構造区分	損傷部位
53	1971	600	ポステン T 桁	桁下面・桁側面

付表-2 想定する各算式の各種設定条件（本編 4 章の「4.4.3 地域区分 B の検証」に準拠する）

パラメータ		設定値	
		桁	
		～ 1978 年	1979 年～ 1984 年
かぶり（x）	プレテンション	20mm	25mm
	ポストテンション	20mm	35mm
	RC	20mm	35mm
水セメント比 （W/C）	プレテンション	36% [50N 相当]	
	ポストテンション	43% [40N 相当]	
	RC	50%（55%） [30N 相当]	
1km 換算 飛来塩分量（C1）		0.92mdd（0σ）・2.51mdd（+1σ）、 σ = 0.44	

(フィックの拡散式)

$$C(x, t) = C_0 \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_c \cdot t}} \right) \right\}$$

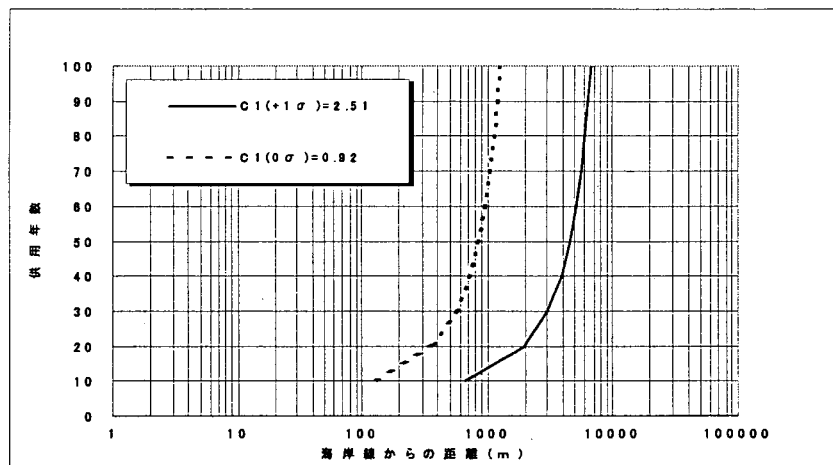
(3) 試算結果

試算結果を付図-1 に示す。

1) 整理番号 53 の橋梁について

試算結果より整理番号 53 の橋梁は海岸線からの距離が 600m でそのときの理論上の供用年数（錆が発生する年数）が約 10 ～ 35 年（付図-1 参照）の間に損傷するという結果が得られた。この橋梁の竣工年数が 1971 年より約 1980 ～ 2000 年の間に損傷していたものと考えられる。

3) 上記 1) の結果より、発錆年数が理論上 1980 年～という結果になった。実際、発錆してからコンクリート表面にひびわれ等の損傷が顕在化するまで多少時間がかかると思われることから、1982 年調査の時点において、損傷が生じていた可能性は低いと考えられる。



付図-1 試算結果（「供用年数」と「海岸線からの距離との関係」）

付属資料－４ かぶり規定の変遷

年月	建設省通達・JIS	土木学会関連基準	上部構造																									
			床版	地盤、高欄	支間10m以下の床版橋	工場で製作されるプレキャスト部材	左記以外の桁	支間が10mをこえる床版橋																				
S6 1931		鉄筋コンクリート標準示方書 解説 (mm) <table><tr><th></th><th>版の下側</th><th>桁</th><th>柱</th></tr><tr><td>鉄筋の露出として必要</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td></tr><tr><td>寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td></tr><tr><td>特に気象作用がはげしい場合</td><td>50^{a)}</td><td>50</td><td>50</td></tr></table> ^{a)} 75mm以上、特にすみでは100mm以上にしなければならない。ただし、プレキャスト鉄筋コンクリート、その他特種なものでは、責任技術者の指示に倣い、この値を下げてよい。 注：版の下側では25mm以上とする。		版の下側	桁	柱	鉄筋の露出として必要	10	15	20	寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30	ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40	特に気象作用がはげしい場合	50 ^{a)}	50	50						
	版の下側	桁	柱																									
鉄筋の露出として必要	10	15	20																									
寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30																									
ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40																									
特に気象作用がはげしい場合	50 ^{a)}	50	50																									
S24 1949		コンクリート標準示方書 かぶりは鉄筋の直径以上。 (mm) <table><tr><th></th><th>版</th><th>桁</th><th>柱</th></tr><tr><td>風雨に晒されない場合</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td></tr><tr><td>寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td></tr><tr><td>特に気象作用がはげしい場合</td><td>50^{a)}</td><td>50</td><td>50</td></tr></table> ^{a)} 75mm以上、特にすみでは100mm以上にしなければならない。ただし、プレキャスト鉄筋コンクリート、その他特種なものでは、責任技術者の指示に倣い、この値を下げてよい。 注：版の下側では25mm以上とする。 地中に直接打込まれるフーチングおよび重要な構造物のかぶりは75mm以上、後埋めをして直接土に接する部分のかぶりは50mm以上。 流水その他によるすりへりのおそれのある部分では、かぶりを適当に増さなければならない。		版	桁	柱	風雨に晒されない場合	10	15	20	寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30	ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40	特に気象作用がはげしい場合	50 ^{a)}	50	50						
	版	桁	柱																									
風雨に晒されない場合	10	15	20																									
寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30																									
ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40																									
特に気象作用がはげしい場合	50 ^{a)}	50	50																									
S30 1955		プレストレストコンクリート設計施工指針 鉄筋コンクリート標準示方書による。 プレストレストコンクリートはりの圧縮鉄筋のかぶりは、 「cmで表した圧縮鉄筋のかぶりはcm ² で表した1本の鉄筋断面積の数値以上」でなければならない。 直径20mm→かぶり30mm以上 直径32mm→かぶり80mm以上																										
S31.5,S30 1956	鋼道路橋設計示方書 車道の床版の最小厚 解説……最小有効厚さが11cmであるから、これに鉄筋のかぶりを2.5cm、鉄筋直径を13mmとすると最小全厚は14cmとなる。	コンクリート標準示方書 かぶりは鉄筋の直径以上。 (mm) <table><tr><th></th><th>版</th><th>桁</th><th>柱</th></tr><tr><td>風雨に晒されない場合</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td></tr><tr><td>寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td></tr></table> 地中に直接打込まれるフーチングおよび重要な構造物のかぶりは75mm以上、その他の部材で後埋めして直接土に接する部分および特に気象作用が激しい場合のかぶりは鉄筋直径16mm以上の時50mm以上、16mm未満のときは40mm以上。ただし版の下側では特に激しい気象作用を受ける場合でもかぶりは25mm以上でよい。 海水の作用を受ける構造物においては、かぶりを75mm以上、特にかどの部分では100mm以上としなければならない。 流水その他によるすりへりのおそれのある部分では、かぶりを適当に増さなければならない。		版	桁	柱	風雨に晒されない場合	10	15	20	寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30	ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40	20	20	-	20	20	-				
	版	桁	柱																									
風雨に晒されない場合	10	15	20																									
寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30																									
ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40																									
S35 1960	JIS A 5316(プレト) 制定 かぶり(断面図より) 下フランジ: 21.5mm ウェブ: 23.5mm																											
S36 1961		プレストレストコンクリート設計施工指針 プレテンション方式の場合のPC鋼材のかぶり (mm) <table><tr><th></th><th>版</th><th>桁</th><th>柱</th></tr><tr><td>風雨に晒されない場合</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td></tr><tr><td>寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td></tr></table> もしくはPC鋼材直径の2.5倍以上 ポストテンション方式の場合、スースのかぶりは40mm以上 鉄筋のかぶりは、鉄筋コンクリート標準示方書による。		版	桁	柱	風雨に晒されない場合	10	15	20	寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30	ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40										
	版	桁	柱																									
風雨に晒されない場合	10	15	20																									
寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30																									
ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40																									
S39.11 1964	鋼道路橋設計示方書 車道の床版の最小厚 解説……最小有効厚さが11cmであるから、これに鉄筋のかぶりを2.5cm、鉄筋直径を13mmとすると最小全厚は14cmとなる。																											

年月	建設省通達・JIS	土木学会関連基準	上部構造																																			
			床版	地覆、高欄	支間10m以下の床版橋	工場で製作されるプレキャスト部材	左記以外の桁	支間が10mをこえる床版橋																														
S42 1967		コンクリート標準示方書 かぶりは鉄筋の直径以上。 <table><tr><th colspan="4">最小かぶり (mm)</th></tr><tr><th></th><th>版</th><th>桁</th><th>柱</th></tr><tr><td>風雨に晒されない場合</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td></tr><tr><td>寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td></tr></table> フーチングおよび重要な構造物でコンクリートが地中に直接打込まれる場合のかぶりは75mm以上、後埋めして直接土に接する部分および気象作用が激しい場合のかぶりは鉄筋直径10mm以上の時50mm以上、10mm未満のときは40mm以上。ただしスラブの下側では特に激しい気象作用を受ける場合でもかぶりは25mm以上でよい。 <table><tr><th colspan="2">海水の作用をうける場合の最小かぶり (mm)</th></tr><tr><th>海水の中で施工する構造物</th><th></th></tr><tr><td>版上中で施工したもの、海水の作用を受ける箇所を設置する構造物</td><td>100</td></tr><tr><td>感潮部分、海水で洗われる部分および激しい潮流を受ける部分</td><td>70</td></tr><tr><td>上記以外の部分</td><td>50</td></tr></table> 流水その他によるすりへりのおそれのある部分では、かぶりを適当に増さなければならない。	最小かぶり (mm)					版	桁	柱	風雨に晒されない場合	10	15	20	寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30	ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40	海水の作用をうける場合の最小かぶり (mm)		海水の中で施工する構造物		版上中で施工したもの、海水の作用を受ける箇所を設置する構造物	100	感潮部分、海水で洗われる部分および激しい潮流を受ける部分	70	上記以外の部分	50	20					
最小かぶり (mm)																																						
	版	桁	柱																																			
風雨に晒されない場合	10	15	20																																			
寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30																																			
ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40																																			
海水の作用をうける場合の最小かぶり (mm)																																						
海水の中で施工する構造物																																						
版上中で施工したもの、海水の作用を受ける箇所を設置する構造物	100																																					
感潮部分、海水で洗われる部分および激しい潮流を受ける部分	70																																					
上記以外の部分	50																																					
S43.3 1968	プレストレストコンクリート道路橋示方書 プレテンション方式の場合のPC鋼材のかぶりは下表以上、もしくはPC鋼材直径の2.5倍以上 <table><tr><th colspan="2">(mm)</th></tr><tr><td>一般の場合</td><td>25</td></tr><tr><td>ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合、または土に接する場合</td><td>35</td></tr></table>	(mm)		一般の場合	25	ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合、または土に接する場合	35																															
(mm)																																						
一般の場合	25																																					
ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合、または土に接する場合	35																																					
S43.5 1968	鋼道路橋床版の設計に関する暫定基準(案) 床版に用いる鉄筋のかぶりは30mm以上とする。																																					
S44.7 1969	標準設計制定(ポスト) 「鉄筋のかぶりは20mm以上を標準とし…」																																					
S46.3 1971	鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版の設計について 鉄筋のかぶりは30mmを標準とする。 JIS A 5316(プレT)改訂 かぶり(断面図より) 下フランジ: 29.8mm ウェブ: 18.8mm		20	-	20	20	-																															
S47.2 1974	標準設計制定(プレT) かぶり(断面図より) 下フランジ: 29.8mm ウェブ: 18.8mm																																					
S47.3 1972	道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編 鉄筋のかぶりは30mmを標準とする。																																					
S49 1974	コンクリート標準示方書 かぶりは鉄筋の直径以上。 <table><tr><th colspan="4">最小かぶり (mm)</th></tr><tr><th></th><th>版</th><th>桁</th><th>柱</th></tr><tr><td>風雨に晒されない場合</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td></tr><tr><td>寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td></tr></table> フーチングおよび重要な構造物でコンクリートが地中に直接打込まれる場合のかぶりは75mm以上、後埋めして直接土に接する部分および気象作用が激しい場合のかぶりは鉄筋直径10mm以上の時50mm以上、10mm未満のときは40mm以上。ただしスラブの下側では特に激しい気象作用を受ける場合でもかぶりは25mm以上でよい。 <table><tr><th colspan="2">海洋コンクリート構造物の最小かぶり (mm)</th></tr><tr><th>海水に直接接する部分、海水で洗われる部分および激しい潮流を受ける部分</th><th></th></tr><tr><td></td><td>70</td></tr><tr><td>上記以外の部分</td><td>50</td></tr></table> コンクリート工法製品を用いるコンクリート構造物の部材に用いる場合には、責任技術者の判断によりこれを定めるものとする。 水中で施工する鉄筋コンクリートのかぶりは100mm以上としなければならない。 流水その他によるすりへりのおそれのある部分では、かぶりを適当に増さなければならない。	最小かぶり (mm)					版	桁	柱	風雨に晒されない場合	10	15	20	寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30	ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40	海洋コンクリート構造物の最小かぶり (mm)		海水に直接接する部分、海水で洗われる部分および激しい潮流を受ける部分			70	上記以外の部分	50	30								
最小かぶり (mm)																																						
	版	桁	柱																																			
風雨に晒されない場合	10	15	20																																			
寸法が大きく重要な構造物、または風雨に晒されるもの	20	25	30																																			
ばい塵、酸、油、塩分等の化学作用をうけるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40																																			
海洋コンクリート構造物の最小かぶり (mm)																																						
海水に直接接する部分、海水で洗われる部分および激しい潮流を受ける部分																																						
	70																																					
上記以外の部分	50																																					

年月	建設省通達・JIS	土木学会関連基準	上部構造																																						
			床版	地覆、高欄	支間10m以下の床版橋	工場で製作されるプレキャスト部材	左記以外の桁	支間が10mを超える床版橋																																	
S52 1977		コンクリート標準示方書 かぶりは鉄筋の直径以上。 <table><tr><td>最小かぶり</td><td>厚</td><td>桁</td><td>柱</td></tr><tr><td>風雨に晒されない場合</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td></tr><tr><td>寸法が大きく重要な構造部、または風雨に晒されるもの</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>ばい煙、塵、油、塩分等の化学作用を受けるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td></tr></table> フリーティングおよび重要な構造部でコンクリートが地中に直接打込まれる場合のかぶりは75mm以上、後埋めして直接土に接する部分および気象作用が激しい場合のかぶりは鉄筋直径18mm以上の時50mm以上、18mm未満のときは40mm以上。ただしスラブの下側では特に激しい気象作用を受ける場合でもかぶりは25mm以上でよい。 <table><tr><td>海洋コンクリート構造物の最小かぶり</td><td>厚</td></tr><tr><td>海水に直接接する部分、海水で洗われる部分および激しい潮風を受ける部分</td><td>70</td></tr><tr><td>上記以外の部分</td><td>50</td></tr></table> コンクリート工法製品を覆いようコンクリート構造物の部材に用いる場合には、責任技術者の判断によりこれを定めるものとする。 水中で施工する鉄筋コンクリートのかぶりは100mm以上としなければならない。 流水その他によるすりへりのおそれのある部分では、かぶりを適宜に増さなければならない。	最小かぶり	厚	桁	柱	風雨に晒されない場合	10	15	20	寸法が大きく重要な構造部、または風雨に晒されるもの	20	25	30	ばい煙、塵、油、塩分等の化学作用を受けるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40	海洋コンクリート構造物の最小かぶり	厚	海水に直接接する部分、海水で洗われる部分および激しい潮風を受ける部分	70	上記以外の部分	50		20		20	25												
最小かぶり	厚	桁	柱																																						
風雨に晒されない場合	10	15	20																																						
寸法が大きく重要な構造部、または風雨に晒されるもの	20	25	30																																						
ばい煙、塵、油、塩分等の化学作用を受けるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40																																						
海洋コンクリート構造物の最小かぶり	厚																																								
海水に直接接する部分、海水で洗われる部分および激しい潮風を受ける部分	70																																								
上記以外の部分	50																																								
S53.1, S53 1978	道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋編 鋼材のかぶりは下表以上とし、かつ鉄筋のかぶりは鉄筋の直径以上としなければならない。ただし、プレキャスト部材のPC鋼材の最小かぶりは25mmとする。 <table><tr><td>最小かぶり</td><td>床版</td><td>けた</td><td>柱</td></tr><tr><td>一般の場合</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td></tr><tr><td>水中の場合</td><td>—</td><td>—</td><td>70</td></tr></table> 注) コンクリートを水中で打込む構造物は除く。	最小かぶり	床版	けた	柱	一般の場合	30	35	40	水中の場合	—	—	70	プレストレストコンクリート標準示方書 プレテンション方式の場合、緊張材のかぶりは鉄筋と同値。 ポストテンション方式の場合、スースまたはスースグループの鉛直方向のかぶりは40mm以上、スースまたはスースグループの水平寸法以上とし、腹筋及び腹筋と突線の接合部のハンチにおけるかぶりは40mm以上、スースまたはスースグループの水平寸法以上、かつ鉛直寸法の1/2以上としなければならない。 鉄筋のかぶりは鉄筋の直径以上としなければならない。 <table><tr><td>最小かぶり</td><td>厚</td><td>桁</td><td>柱</td></tr><tr><td>風雨に晒されない場合</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td></tr><tr><td>寸法が大きく重要な構造部、または風雨に晒されるもの</td><td>20</td><td>25</td><td>30</td></tr><tr><td>ばい煙、塵、油、塩分等の化学作用を受けるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合</td><td>30</td><td>35</td><td>40</td></tr></table> 工場製品の倍は上記の値を低減してもよい。	最小かぶり	厚	桁	柱	風雨に晒されない場合	10	15	20	寸法が大きく重要な構造部、または風雨に晒されるもの	20	25	30	ばい煙、塵、油、塩分等の化学作用を受けるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40	30	—	—	—	—						
最小かぶり	床版	けた	柱																																						
一般の場合	30	35	40																																						
水中の場合	—	—	70																																						
最小かぶり	厚	桁	柱																																						
風雨に晒されない場合	10	15	20																																						
寸法が大きく重要な構造部、または風雨に晒されるもの	20	25	30																																						
ばい煙、塵、油、塩分等の化学作用を受けるおそれのある部分を有効な保護層で保護しない場合	30	35	40																																						
S53.4 1978	道路橋鉄筋コンクリート床版の設計・施工について かぶりは、30mmを標準とする。																																								
S55.4 1980	道路橋示方書・同解説 Ⅱ鋼橋編 鉄筋のかぶりは30mm以上とする。 道路橋示方書・同解説 Ⅳ下部構造編 鉄筋のかぶりは下表以上とし、かつ鉄筋の直径以上としなければならない。 <table><tr><td>最小かぶり</td><td>はり</td><td>柱</td><td>フリーティング</td></tr><tr><td>大気中の場合</td><td>35</td><td>40</td><td>—</td></tr><tr><td>水中及び土中の場合</td><td>—</td><td>70</td><td>70</td></tr></table> 注) コンクリートを水中で打込む構造物は除く。	最小かぶり	はり	柱	フリーティング	大気中の場合	35	40	—	水中及び土中の場合	—	70	70		30		25	35																							
最小かぶり	はり	柱	フリーティング																																						
大気中の場合	35	40	—																																						
水中及び土中の場合	—	70	70																																						
S59.2 1984	道路橋の塩害対策指針(案)・同解説 鋼材のかぶりは下表以上とし、かつ鉄筋の直径以上としなければならない。 <table><tr><th rowspan="2">対策区分</th><th colspan="3">上部構造</th><th colspan="3">下部構造</th></tr><tr><th>床版・高欄</th><th>けた</th><th>左記以外の部材</th><th>厚</th><th>柱</th><th>柱</th></tr><tr><td>I</td><td>50</td><td>50</td><td>70</td><td>70</td><td>70</td><td>70</td></tr><tr><td>II</td><td>40</td><td>35</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>III</td><td>30</td><td>25</td><td>35</td><td>35</td><td>35</td><td>40</td></tr></table> 塗装鉄筋のかぶりは道路橋示方書の規定によつてよい。 コンクリート塗装を行う場合のかぶりは道路橋示方書の規定によつてよい。	対策区分	上部構造			下部構造			床版・高欄	けた	左記以外の部材	厚	柱	柱	I	50	50	70	70	70	70	II	40	35	50	50	50	50	III	30	25	35	35	35	40	対応する対策区分ごとのかぶり					
対策区分	上部構造			下部構造																																					
	床版・高欄	けた	左記以外の部材	厚	柱	柱																																			
I	50	50	70	70	70	70																																			
II	40	35	50	50	50	50																																			
III	30	25	35	35	35	40																																			
H2.2 1990	道路橋示方書・同解説 Ⅲコンクリート橋編 鋼材のかぶりは下表以上とし、かつ鉄筋の直径以上としなければならない。 <table><tr><td>最小かぶり</td><td>厚さ、地覆、高欄、支間10m以下の床版</td><td>プレイング方式によるプレキャスト部材</td><td>左記以外の部材</td><td>柱</td></tr><tr><td>一般の場合</td><td>30</td><td>25</td><td>35</td><td>40</td></tr><tr><td>水中・土中の場合</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>70</td></tr></table> 注) コンクリートを水中で打込む構造物は除く。	最小かぶり	厚さ、地覆、高欄、支間10m以下の床版	プレイング方式によるプレキャスト部材	左記以外の部材	柱	一般の場合	30	25	35	40	水中・土中の場合	—	—	—	70		30		25		35																			
最小かぶり	厚さ、地覆、高欄、支間10m以下の床版	プレイング方式によるプレキャスト部材	左記以外の部材	柱																																					
一般の場合	30	25	35	40																																					
水中・土中の場合	—	—	—	70																																					

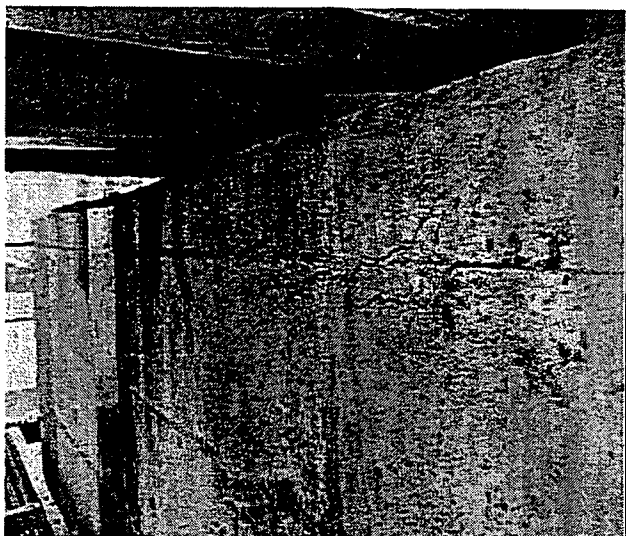
付属資料－5 下部構造の損傷事例写真集

損傷事例	1		
地域区分	B	対策区分	I
海岸からの距離	0.0m	凍結防止剤散布回数	20～50回
下部工形式	柱橋脚	上部工形式	プレテンT桁橋
施工年（経過年数）	1972年（29年）	上部工の補修の有無	有
損傷の種類	ひびわれ（Ⅲ）		

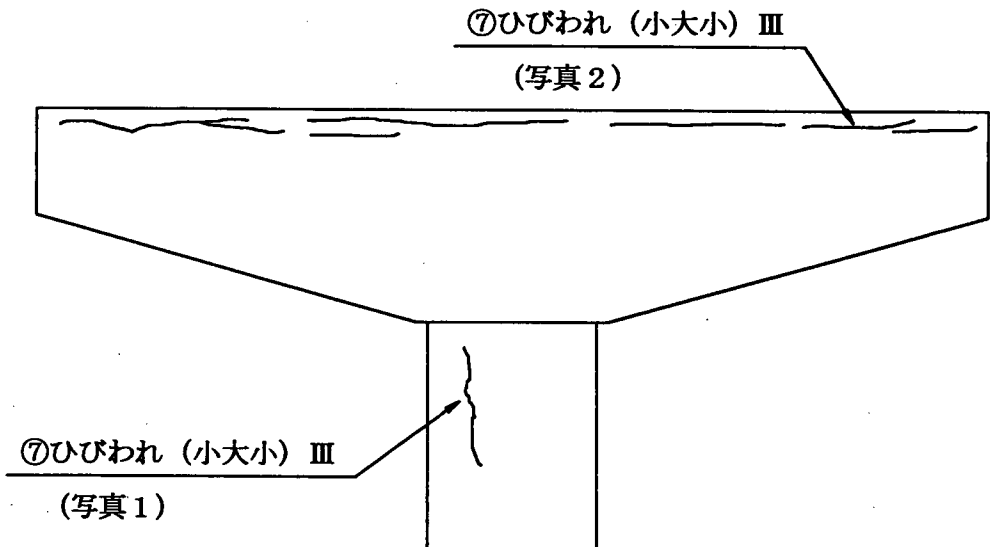
（写真1）



（写真2）



傷図



損傷概要

本橋は第1～11径間が陸上部、第12～17径間が海上部に位置している。
全橋脚の梁部にひびわれ（ランクⅢ）が発生しており、上記のような梁上縁に沿ったひびわれが発生している橋脚は、16橋脚の内8橋脚である。全橋脚の中で柱部に損傷が見られるのは本橋脚のみで、ほとんどの橋脚の梁部においてひびわれからの錆汁が多く見受けられる。
上部工は塩害の補修対策（塗装）が実施されているが、主桁の下フランジにひびわれ、剥離・鉄筋露出の再損傷が見受けられる。

損傷事例	2		
地域区分	B	対策区分	I
海岸からの距離	0.0 m	凍結防止剤散布回数	20～50回
下部工形式	柱橋脚	上部工形式	プレテンT桁橋
施工年（経過年数）	1972年（29年）	上部工の補修の有無	有
損傷の種類	ひびわれ（Ⅲ）		

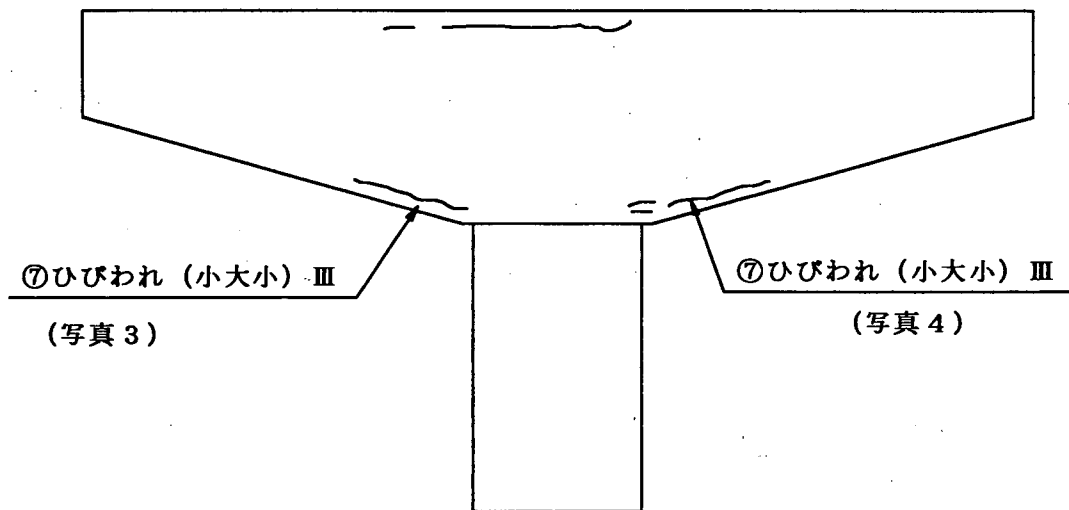
（写真3）



（写真4）



損傷図

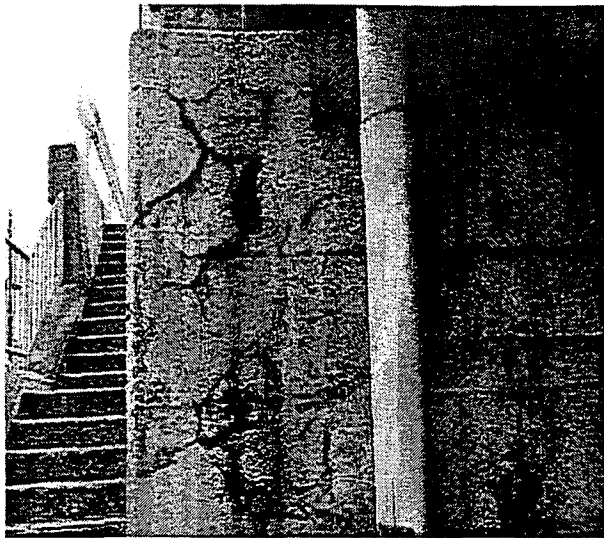


損傷概要

「塩害事例1」と同じ橋梁の橋脚で、梁上縁と梁下面の部材縁端に沿ったひびわれ（ランクⅢ）が発生している。梁下面に沿った（写真3、4）のようなひびわれは、16橋脚の内6橋脚に発生している。伸縮装置からの漏水により変色しており、塩害の原因は凍結防止剤の散布によるものと海からの飛来塩分によるものが考えられる。

損傷事例	3		
地域区分	B	対策区分	I
海岸からの距離	0.0 m	凍結防止剤散布回数	20～50回
下部工形式	橋台	上部工形式	プレテンT桁橋
施工年（経過年数）	1972年（29年）	上部工の補修の有無	有
損傷の種類	ひびわれ（Ⅱ）		

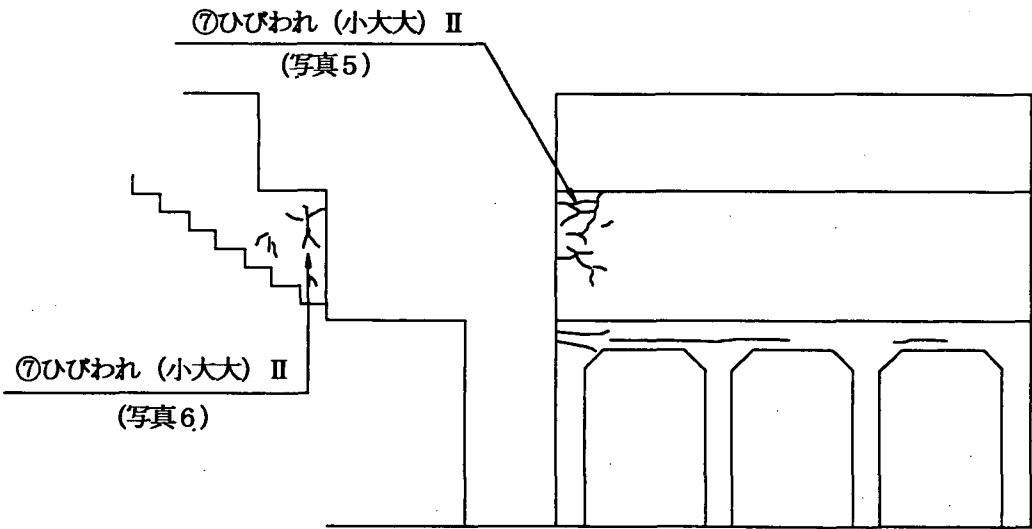
（写真5）



（写真6）



損傷図



損傷概要

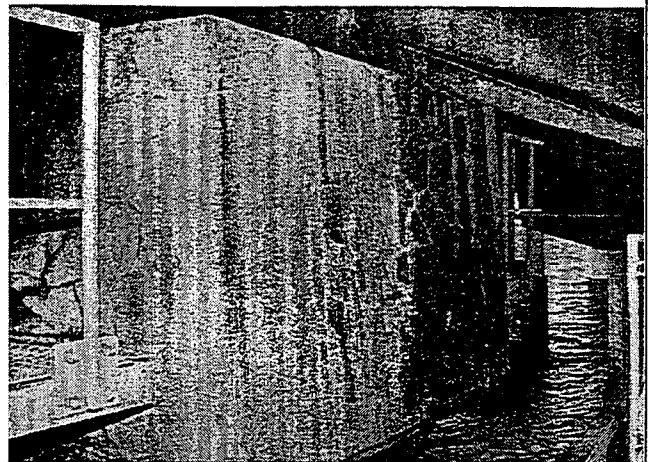
本橋は「塩害事例1」と同じ橋梁の橋台である。
亀甲状のひびわれ（ランクⅡ）が胸壁前面と側面に部分的に発生しており、ひびわれから錆汁が発生しているため、鉄筋位置までひびわれが進行しているものと思われる。

損傷事例	4		
地域区分	B	対策区分	I
海岸からの距離	海上部	凍結防止剤散布回数	20～50回
下部工形式	柱橋脚	上部工形式	鋼I桁,ポステンT桁橋
施工年(経過年数)	1975年(26年)	上部工の補修の有無	有
損傷の種類	ひびわれ(Ⅱ)、剥離・鉄筋露出(Ⅱ)		

(写真7)



(写真8)



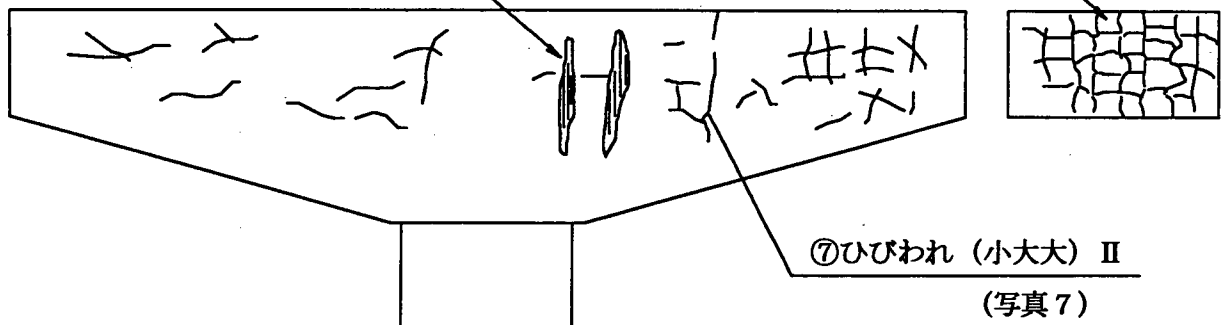
損傷図

⑧剥離・鉄筋露出(大大)Ⅱ

(写真7)

⑦ひびわれ(小大大)Ⅱ

(写真8)



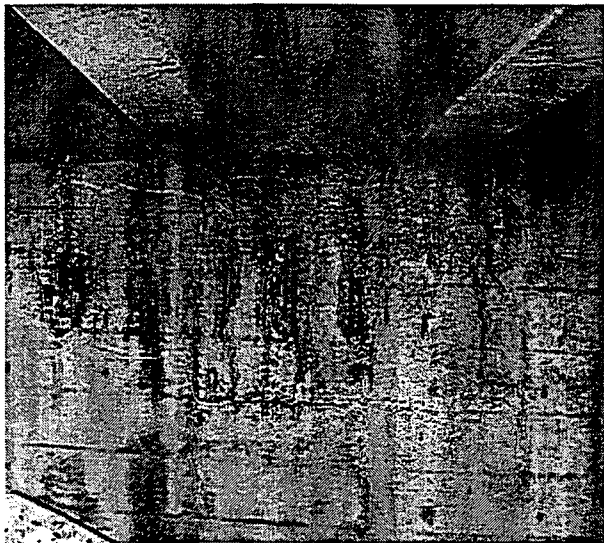
損傷概要

本橋は32径間の橋梁で、(写真7、8)の橋脚は梁部に塩害によるひびわれ(ランクⅡ)が進行し、亀甲状のひびわれとなっており、一部剥離・鉄筋露出(ランクⅡ)している。本橋のほとんどの橋脚において上記のようなひびわれ、剥離・鉄筋露出、遊離石灰の損傷が見られる。

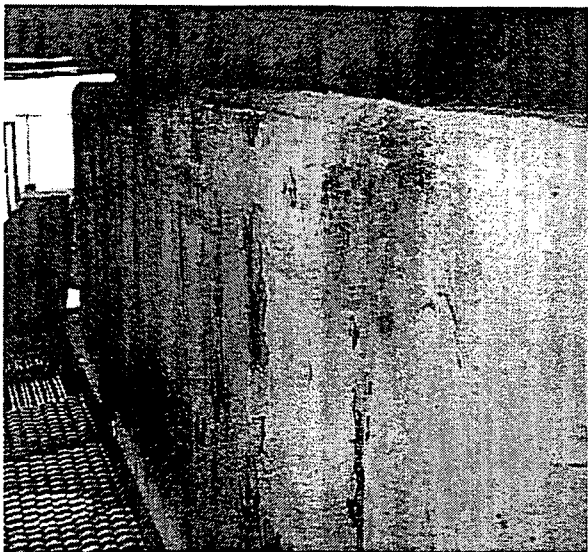
上部工のPC桁部は一部塗装により補修されており、補修の実施されていない径間でひびわれ(ランクⅡ～Ⅳ)、剥離・鉄筋露出(ランクⅡ、Ⅲ)が多く見られ、補修が施されている径間においても、主桁下フランジに錆汁を伴うひびわれ(ランクⅡ)が見られる。平成10年に塩分量等の調査を行っており、その結果塩害により損傷したことが判明している。

損傷事例	5		
地域区分	B	対策区分	I
海岸からの距離	0.0 m	凍結防止剤散布回数	20～50回
下部工形式	柱橋脚	上部工形式	鋼I桁,ホーステンT桁橋
施工年(経過年数)	1975年(26年)	上部工の補修の有無	有
損傷の種類	剥離・鉄筋露出(Ⅱ)		

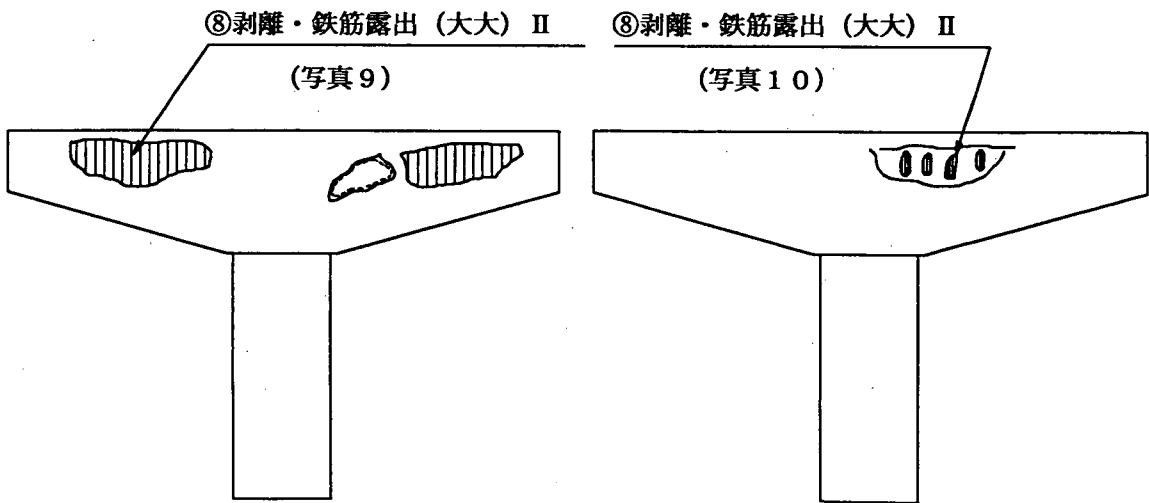
(写真9)



(写真10)



損傷図



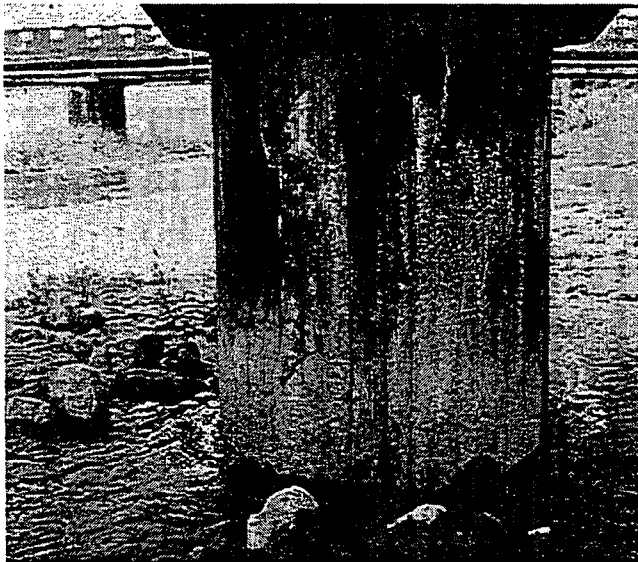
損傷概要

本橋は「塩害事例4」と同じ橋梁の橋脚である。

ひびわれが進行し、鉄筋が腐食し膨張することにより、かぶりコンクリートが剥離した状態である。31橋脚の内ランクⅡの剥離・鉄筋露出が6橋脚、ランクⅢが6橋脚、合計12橋脚に剥離・鉄筋露出の損傷が発生している。

損傷事例	6		
地域区分	B	対策区分	I
海岸からの距離	100m	凍結防止剤散布回数	20～50回
下部工形式	柱橋脚	上部工形式	ポステンT桁橋
施工年（経過年数）	1966年（35年）	上部工の補修の有無	有
損傷の種類	ひびわれ（Ⅲ、Ⅱ）、剥離・鉄筋露出（Ⅲ）		

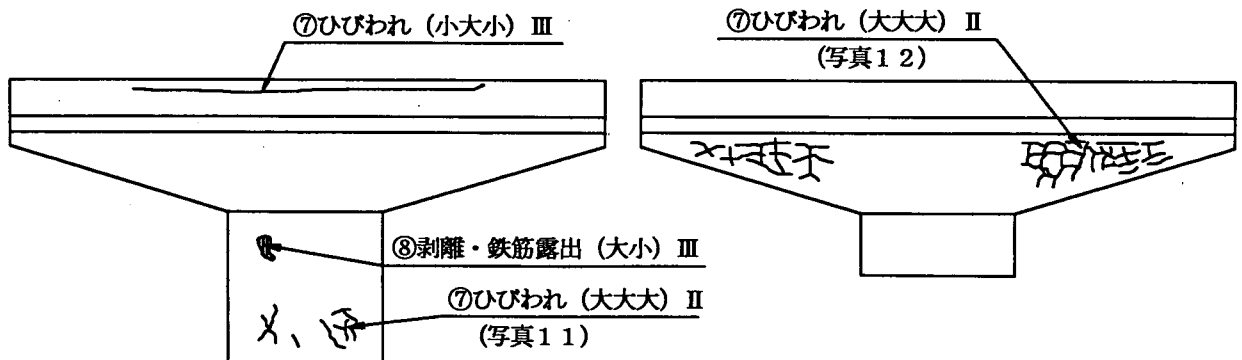
（写真11）



（写真12）



損傷図



損傷概要

本橋は5径間の橋梁で、（写真11、12）の橋脚は柱部と梁部に亀甲状のひびわれ（ランクⅡ）と剥離・鉄筋露出（ランクⅢ）が発生しており、海水の塩分による塩害と考えられる。

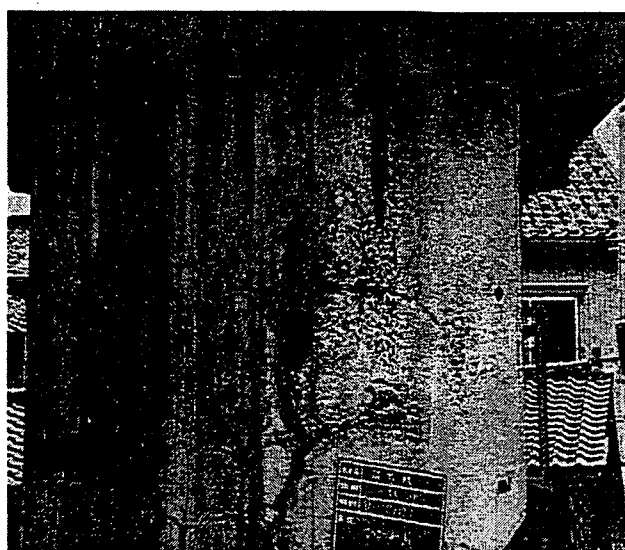
上部工は1983年に塗装により補修されており、塩害により錆汁を伴うひびわれ（ランクⅡ）や剥離・鉄筋露出（ランクⅢ）の再損傷が見られる。

損傷事例	7		
地域区分	B	対策区分	I
海岸からの距離	100m	凍結防止剤散布回数	20～50回
下部工形式	壁式橋脚	上部工形式	プレート桁,箱桁橋
施工年(経過年数)	1967年(34年)	上部工の補修の有無	有
損傷の種類	ひびわれ(Ⅱ)、遊離石灰(Ⅲ)		

(写真13)



(写真14)



損傷図

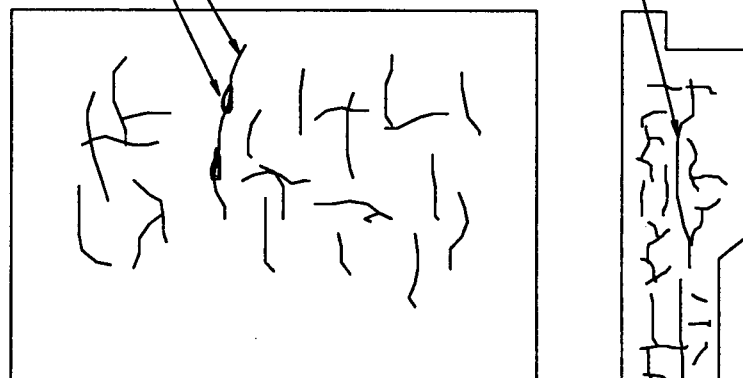
⑦ひびわれ(大大大)Ⅱ

⑨遊離石灰(小)Ⅲ

(写真13)

⑦ひびわれ(大大大)Ⅱ

(写真14)



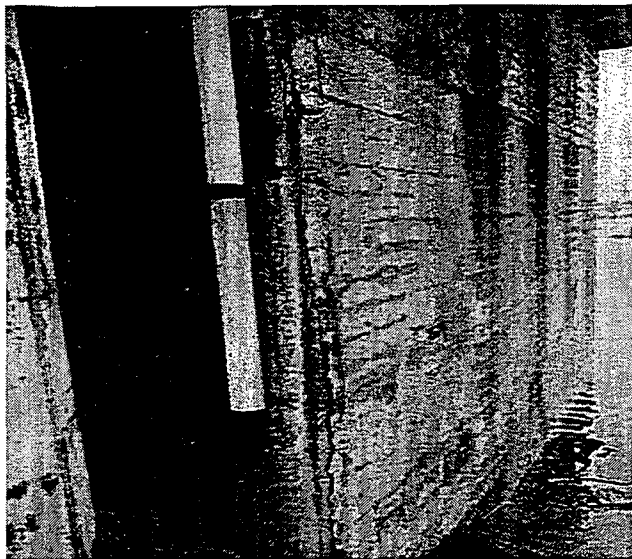
損傷概要

本橋の橋脚は4径間の橋梁で、(写真13、14)の橋脚は伸縮装置からの雨水の漏水により柱の前面、側面が変色しており、全体的にひびわれ(ランクⅡ)が見られ、一部遊離石灰(ランクⅢ)を伴っている。伸縮装置からの凍結防止剤の塩分と海岸からの波飛沫による塩害により損傷が進行したものと考えられる。

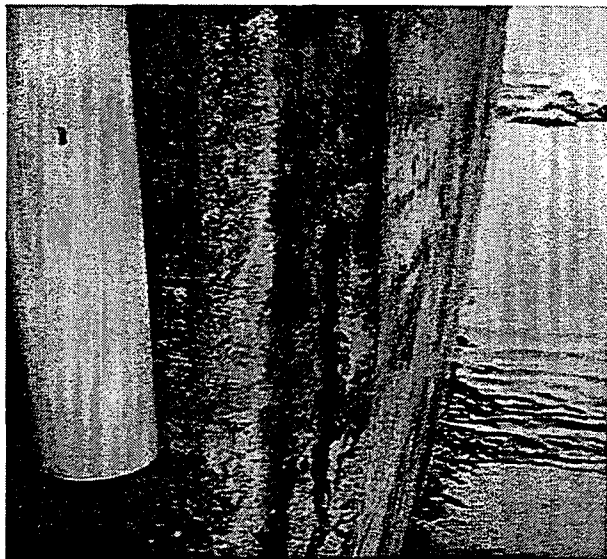
上部工は1985年に塗装により補修されているが、一部錆汁を伴うひびわれ(ランクⅡ、Ⅲ)が見られる。

損傷事例	8		
地域区分	B	対策区分	I
海岸からの距離	0.0m	凍結防止剤散布回数	—
下部工形式	壁式橋脚	上部工形式	ホーステンT桁橋
施工年（経過年数）	1964年（37年）	上部工の補修の有無	無
損傷の種類	剥離・鉄筋露出（Ⅱ）		

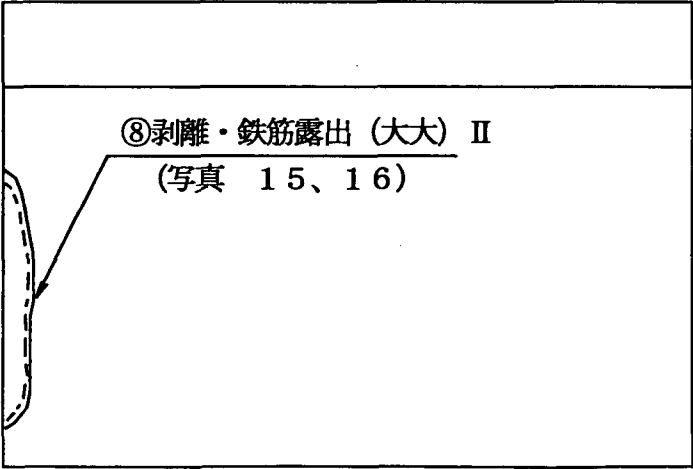
（写真 1 5）



（写真 1 6）



損傷図



損傷概要

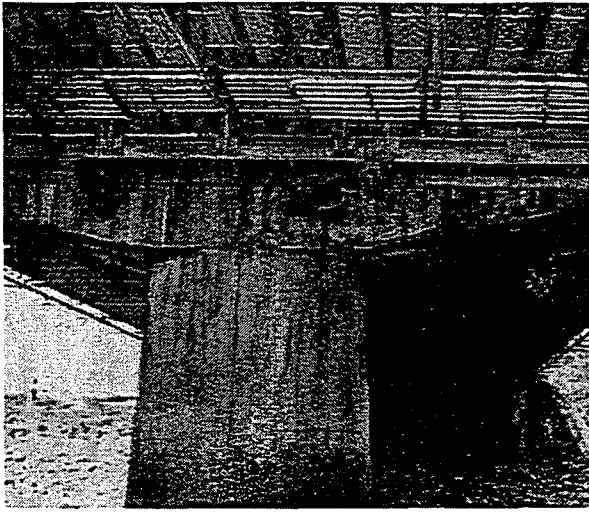
本橋は3径間の橋梁で、（写真15、16）の橋脚は海岸の汀線部に位置し、コンクリート表面より浸透した塩分により鉄筋が腐食し膨張することにより、かぶりコンクリートが剥離・鉄筋露出（ランクⅡ）した状態である。

損傷事例	9		
地域区分	B	対策区分	I
海岸からの距離	100m	凍結防止剤散布回数	20～50回
下部工形式	柱橋脚	上部工形式	ポステンT桁橋
施工年（経過年数）	1962年（39年）	上部工の補修の有無	有
損傷の種類	ひびわれ（Ⅲ）		

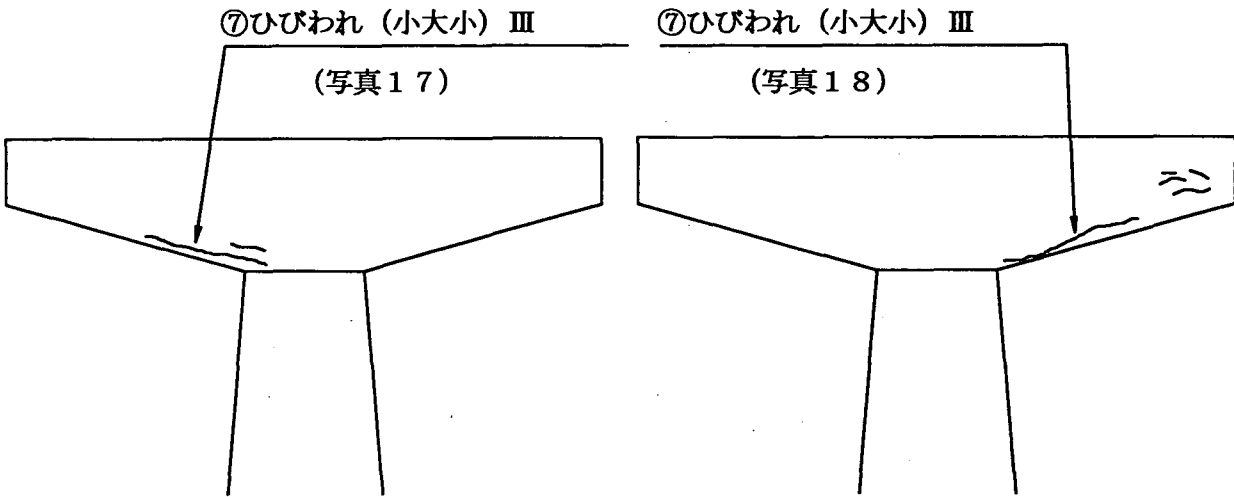
（写真17）



（写真18）



損傷図

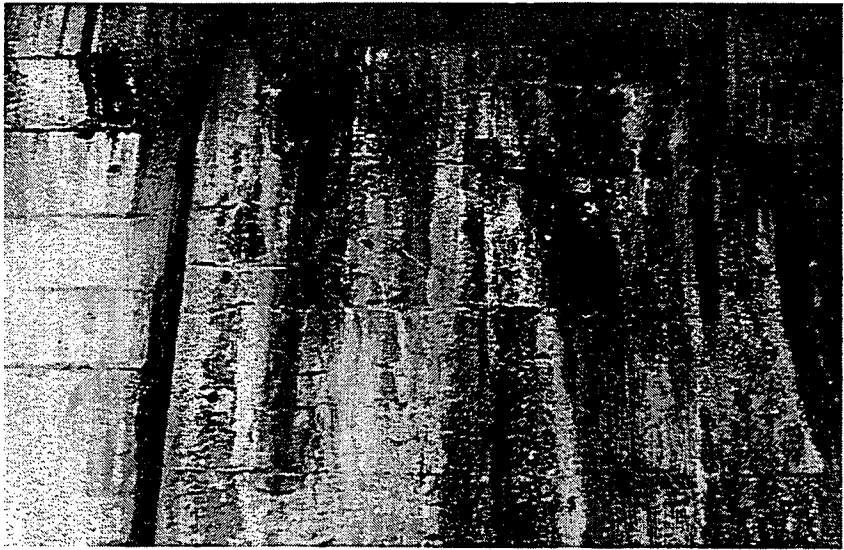


損傷概要

本橋は3径間の橋梁であり、2橋脚とも梁部に上図のような梁下縁に沿ったひびわれ（ランクⅢ）が発生している。柱部にはひびわれ等の損傷は見受けられない。
上部工は補修対策を実施するための足場が施工されている状況である。

損傷事例	10		
地域区分	—	対策区分	—
海岸からの距離	800m	凍結防止剤散布回数	20～50回
下部工形式	逆T式橋台	上部工形式	プレテン床版橋
施工年（経過年数）	1967年（34年）	上部工の補修の有無	無
損傷の種類	ひびわれ（Ⅱ、Ⅲ）、遊離石灰（Ⅲ）		

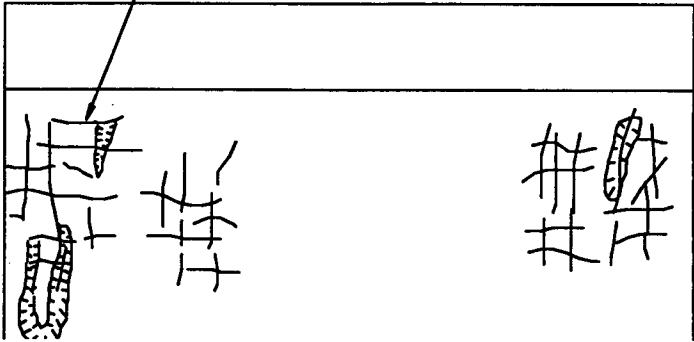
（写真 19）



損傷図

- ⑦ひびわれ（小大大）Ⅱ
- ⑨遊離石灰（小）Ⅲ

（写真 19）



損傷概要

本橋は海岸から約 800m の距離に位置しており、凍結防止剤の散布が年 20 ～ 50 回散布される橋梁である。路面の凍結防止剤による塩分を含んだ雨水が伸縮装置から漏水し、遊離石灰（ランクⅢ）を伴うひびわれ（ランクⅡ、Ⅲ）が橋台前面に見られる。

付属資料－6 各基準の比較

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)		道路橋示方書Ⅰ・Ⅲ(平14年3月)	コンクリート標準示方書(施工編)2002年								
1章 総則 1.1 一般 この指針(案)は、海岸線付近にあって波しぶきや潮風の影響を受ける道路橋の塩害を防止または軽減するために必要な設計・施工上の規定を示すものである。 解説 ・海岸付近のコンクリート構造物において海からの飛来塩分により、コンクリート表面に付着し、経年とともに内部へ浸透する。このことにより内部の鋼材が腐食し、その体積膨張によりはくり・ひびわれが生じる。一般にこのような現象を塩害と呼ばれているが、この指針(案)では、このような作用の結果生じるコンクリート構造物の損傷を有効かつ経済的に防止または軽減するために、道路橋の設計・施工上特に必要となる事項について規定したものである。なお、この指針(案)では、凍結防止剤等の散布による塩害は対象としていない。 1.2 適用範囲 (1)この指針(案)は、表－1.2.1に示す地域に存する橋で道路橋示方書が適用されるのコンクリート構造物(無筋コンクリート構造物を除く)の部分のうち、直接外気に接する部分の設計・施工に適用する。 ただし、表－1.2.1に示す地域以外に存する橋であっても、塩分の飛来により塩害を受ける可能性が認められる場合は、この指針(案)を準用することができる。 表－1.2.1 塩害対策を必要とする地域 <table><tr><th>地域区分</th><th>地 域</th></tr><tr><td>A</td><td>沖縄県</td></tr><tr><td>B</td><td>別表－1に示す地域のうち、海上部および海岸線から300mまでの部分</td></tr><tr><td>C</td><td>上記以外の地域のうち、海上部および海岸線から200mまでの部分</td></tr></table> 表－1.2.1 別表－1 北海道のうち稚内市、留萌市、小樽市、猿払村、豊富町、礼文町、利尻町、東利尻町(宗谷支庁)、留萌支庁石狩支庁、後志支庁、檜山支庁、松前町(渡島支庁) 青森県のうち、蟹田町、今別町、平館村、三厩村(東津軽郡)、北津軽郡、西津軽郡、大間町、佐井村、鰺野沢村(下北秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県) (2) この指針(案)に示していない事項については、道路橋示方書によるものとする。		地域区分	地 域	A	沖縄県	B	別表－1に示す地域のうち、海上部および海岸線から300mまでの部分	C	上記以外の地域のうち、海上部および海岸線から200mまでの部分	1.5 設計の理念(Ⅰ編) (1)橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。 解説 ・耐久性とは、橋に経年的な劣化が生じたとしても使用目的との適合性や構造物の安全性が大きく低下することなく、所要の性能が確保できることである。例えば、繰り返し荷重による疲労や、鋼材の腐食等に対して耐久性を有していなければならない。 ・施工品質の確保とは、使用目的との適合性や構造物の安全性を確保するために確実な施工が行える性能を有することであり、施工中の安全性も有していなければならない。 ・維持管理の容易さとは、使用中の日常点検、材料の状態の調査、補修作業時が容易に行えることであり、これは耐久性や経済性にも関連するものである。	
地域区分	地 域										
A	沖縄県										
B	別表－1に示す地域のうち、海上部および海岸線から300mまでの部分										
C	上記以外の地域のうち、海上部および海岸線から200mまでの部分										

2章 対策の基本

2.2 対策区分

対策区分は、地域区分と海岸線からの距離に基づいて、表-2.2.1の分類を標準とする。
ただし、架橋地点の地形、気象・海象の状況、付近のコンクリート構造物の塩害の状況等を勘案して、表-2.2.1の対策区分を1段階変更することができる。

表-2.2.1 対策区分

地域区分	地域	海岸線からの距離	対策区分
A	沖縄県	海上部および海岸線から100mまで	I
		上記以外の範囲	II
B	表-1.2.1別表-1に示す地域	海上部および海岸線から100mまで	I
		100mをこえて200mまで	II
		200mをこえて300mまで	III
		海上部	I
C	上記以外の地域	海岸線をこえて100mまで	II
		100mをこえて200mまで	III

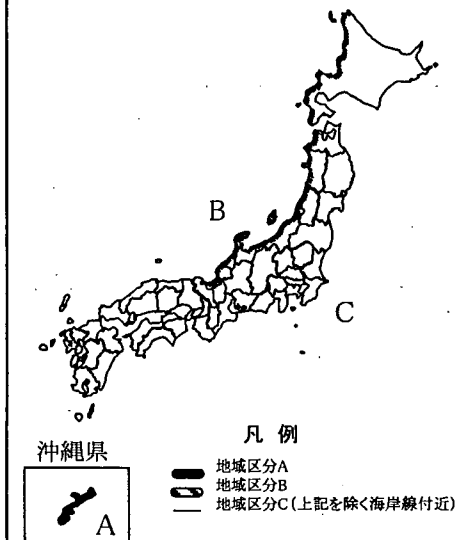


図-解1.2.1 地域区分

5.2 塩害に対する検討(Ⅲ編)

表-5.2.2 塩害の影響地域

地域区分	地域	海岸線からの距離	塩害の影響度合いと対策区分
A	沖縄県	海上部および海岸線から100mまで	S 影響が激しい
		100mをこえて300mまで	I 影響を受ける
		上記以外の範囲	II
B	図-5.2.1及び表-5.2.3に示す地域	海上部および海岸線から100mまで	S 影響が激しい
		100mをこえて300mまで	I 影響を受ける
		300mをこえて500mまで	II
		500mをこえて700mまで	III
		海上部	I
C	上記以外の範囲	海上部および海岸線から20mまで	S 影響が激しい
		20mをこえて50mまで	I 影響を受ける
		50mをこえて100mまで	II

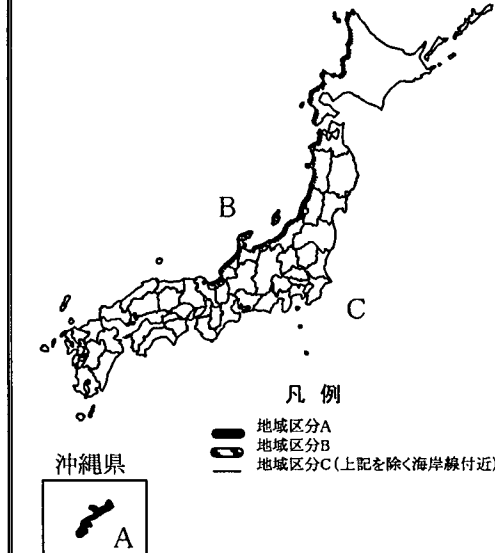


図-5.2.1 塩害の影響の度合いの地域区分

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)

3章 設計

3.1 一般

構造物の各部は、塩分が付着しにくく、かつコンクリートの打込み、締固めが容易な形状とするのがよい。

3.2 鋼材のかぶり

(1) 鋼材のかぶりは、表-3.2.1の値以上とし、かつ鉄筋のかぶりは鉄筋の直径以上としなければならない。

表-3.2.1 最小かぶり(cm)		上部構造		下部構造	
対策区分	床版下面、地盤・高欄	た		梁	柱
		プレテンション方式によるプレキャストPCのけた	左記以外のけた		
I	5.0	5.0	7.0	7.0	7.0
II	4.0	3.5	5.0	5.0	5.0
III	3.0	2.5	3.5	3.5	4.0

(2) 塗装鉄筋のかぶりは、(1)項にかかわらず、道路橋示方書の規定によってよい。

(3) コンクリート塗装を行う場合の鋼材のかぶりは、(1)項にかかわらず、道路橋示方書の規定によってよい。

道路橋示方書 I・Ⅲ(平14年3月)

5.2 塩害に対する検討(Ⅲ編)

(1) コンクリート構造物は、塩害により所要の耐久性が損なわれないようにするものとする。

(2) 表-5.2.2に示す地域においては、かぶりの最小値を表-5.2.1に示す値以上とする等の対策を行うことにより(1)を満足するとみなしてよい。

表-5.2.1 塩害の影響による最小かぶり(mm)		(mm)	
塩害の影響の度合い	対策区分	(1)工場で作製されるプレストレストコンクリート構造	(2)(1)以外のプレストレストコンクリート構造
		(3)鉄筋コンクリート構造	
影響が大きい	S	70	70
	I	50	70
	II	35	50
影響を受ける	III	50	70
	IV	50	50

※1 塗装鉄筋の使用又はコンクリート塗装を併用

解説

(1) 塩害が懸念される地域に建設されるコンクリート橋は、その架橋環境、飛来する塩分、塩分の浸透度合い、コンクリートの品質、形状等を考慮し、設計で想定する期間における鋼材位置での塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度以下であることを確認することにより、安全性・使用目的との適合性を照査することが可能である。なお、無筋コンクリートの場合、塩化物イオンの浸入により鋼材が腐食することがないので、この検討は不要である。

(2) 従来、道路橋の塩害対策のかぶりは、「塩対指針(案)」に準拠していたが、このうちかぶりを増加させることの効果に関しては近年の研究結果が多く蓄積されてきていることから、最小かぶりについて本章において規定した。

表-5.2.1及び表-5.2.2は、これまでの塩害損傷の実態及び飛来塩分量全国調査の結果、コンクリートの塩分浸透試験に基づき、設計上の目標期間を100年と想定して定めたものである。なお、コンクリートの塩分浸透度合いは、コンクリートの水セメント比に影響されるため、表-5.2.1はそれぞれ水セメント比を表-5.2.1と想定したものである。

表-5.2.1 想定している水セメント比		(mm)	
構造	想定している水セメント比	(1)工場で作製されるプレストレストコンクリート構造	(2)(1)以外のプレストレストコンクリート構造
		(3)鉄筋コンクリート構造	
	38%	43%	50%

普通セメント及び早強セメント以外のセメントを使用したコンクリートを用いる場合及び水セメント比を大きくするコンクリート等を用いる場合については、別途検討を行うものとする。

表-5.2.2に示す地域区分は、「塩対指針(案)」に規定されていた対策区分を調査及び研究結果をもとに新たに規定したものである。なお、対策区分は、架橋地点の地形、気象、海象の状況、付近のコンクリート構造物の塩害の状況等を勘案して1段階ずつ変更すること

コンクリート標準示方書(施工編)2002年

9.2 かぶり

(1) かぶりは、コンクリート構造物の性能照査の前提である付着強度を確保するとともに、要求される耐火性、耐久性、構造物の重要度、施工誤差等を考慮して定めなければならない。

(2) 一般の環境および塩分以外の有害因子による腐食性環境において使用される構造物のかぶりの最小値は、式(9.2.1)による値を用いるのがよい。ただし、鉄筋直径以上とする。

$$C_{min} = \alpha \cdot c_o \quad (9.2.1)$$

ここに、 C_{min} : 最小かぶり

α : コンクリートの設計基準強度 f_{ck} に応じ、次の値とする

$f_{ck} \leq 18\text{N/mm}^2$ の場合 $\alpha = 1.2$

$18\text{N/mm}^2 < f_{ck} \leq 34\text{N/mm}^2$ の場合 $\alpha = 1.0$

$34\text{N/mm}^2 \leq f_{ck}$ の場合 $\alpha = 0.8$

c_o : 基本のかぶりで、部材の種類および環境条件に応じて表9.2.1の値とする。

表9.2.1 c_o の値 (mm)		(mm)	
環境条件	部材	スラブ	はり
一般の環境	スラブ	25	30
	はり	30	35
腐食性環境	スラブ	40	50
	はり	50	60
特に厳しい腐食性環境	スラブ	50	70

ただし、表9.2.1の値は、点検が容易で、かつ補修も比較簡単な場合を対象としたものである。また、現場プレキャスト部材の場合、上表の値を20%まで減じてよい。

なお、塩分の作用を受ける「腐食性環境」「特に厳しい腐食性環境」において供用される構造物のかぶりは、7.4に示した照査を満足するように定めなければならない。

(3) 防せい効果の確認された特殊鉄筋を用いる場合、および品質の確認された保護層を設ける場合には、環境条件を一般の環境と考えて、かぶりを定めてよい。

(4) フーチングおよび構造物の重要な部材で、コンクリートが地中に直接打ち込まれる場合のかぶりは、75mm以上とするのがよい。

(5) 水中で施工する鉄筋コンクリートで、水中不分散性コンクリートを用いない場合のかぶりは、100mm以上とするのがよい。

(6) 流水その他によるすりへりのおそれのある部分では、かぶりを割り増すことで対処するのがよい。

(7) 酸性河川中の場合および強い化学作用を受ける場合は、保護層等で対処するのがよい。

(8) 耐火性を必要とする構造物のかぶりは、火熱の温度、継続時間、用いる骨材の性質等を考え、「施工編」6.4.9に定める耐火性の照査に合格するように、これを定めなければならない。ただし、表9.2.1中の一般の環境の値に20mm程度を加えた値をかぶりの最小値とすれば、耐火性の照査を省略してよい。

解説

(2) ここに示したかぶりの最小値は、一般の環境ならびに塩分以外の作用を受ける腐食性環境、たとえば乾湿繰返しを受ける環境、化学的作用を受ける環境において供用される構造物に対するものである。塩化物イオンの浸入による鋼材腐食に対しては7.4に従い、環境条件、ひび割れ、コンクリートの品質、設計耐用年数を総合的に考慮して耐久性を満足するかぶりを決定しなければならない。

12. 6プレキャストコンクリート

12.6.7 かぶり

(1) プレキャストコンクリートのかぶりは、鋼材の直径以上とする。

(2) 量産される一般の工場製品のかぶりの最小値は、表12.6.1の値とする。

表12.6.1 最小かぶり(mm)		(mm)	
区分	部材	外気に露出される場合、土や水に直接触れる場合、その他耐久性について考慮する必要がある場合	外気に露出されない場合、場所打ちコンクリートに埋込まれる場合、特に耐久性について考慮を必要としない場合
取換えが困難なもの	縦割れ防止	20	10
	横割れ防止	15	10
取換えが比較的容易なもの	縦割れ防止	12	8
	横割れ防止	8	8

注: 鋼材の腐食を抑制する水や空気中の塩分濃度が高い場合には、かぶりをここに示した値より大きくする、適切な対策をとらなければならない。

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)

3.3 ひびわれ

コンクリート構造物の設計にあたっては、コンクリートに有害なひびわれが発生しないように配慮しなければならない。

解説

- ・ひびわれ幅の許容値を0.1ないし0.2mm程度が有害な腐食の分岐点とみなしてよいと考えられる。
- ・PCまたはRCとする場合は、死荷重による鉄筋の応力度を1000kg/cm2程度以下にして有害なひびわれ発生を防止するのがよ
- ・塗装鉄筋やコンクリート塗装の場合も同様に、死荷重による鉄筋の許容応力度は1000kg/cm2程度とする。

道路橋示方書 I・Ⅲ(平14年3月)

6.6.1 鋼材のかぶり(Ⅲ編)

- (1)コンクリートと鋼材との付着を確保し、鋼材の腐食を防ぎ、火災に対して鋼材を保護する等のために必要なかぶりを確保するものとする
- (2)かぶりは、鉄筋の直径以上かつ表-6.6.1の値以上とする場合には、(1)を満足するとみなしてよい。

表-6.6.1 最小かぶり(mm)

部材の種類	け た		
	床版、地盤、高欄、支間10m以下の床版橋	工場で製作されるプレストレストコンクリート構造	左記以外のけた及び支間が10mをこえる床版橋
最小かぶり	30	25	35

3.3 鉄筋の許容応力度(Ⅲ編)

鉄筋コンクリート構造及びプレストレストコンクリート構造に対する鉄筋の許容応力度は、直径32mm以下の鉄筋に対して表-3.3.1の値とする。

表-3.3.1 鉄筋の許容応力度(N/mm²)

応力度、部材の種類	鉄筋の種類		
	SR235	SD295A SD295B	SD345
1)活荷重及び衝撃以外の主荷重	80	100	100
2)荷重の組合せに衝突一般の部材	140	180	180
引張を考慮しない場合の許容応力度の基本値	140	140	140
3)荷重の組合せに衝突荷重又は地震の影響を考慮する場合の許容応力度の基本値	140	180	200
4)鉄筋の重ね継手長又は定着長を算出する場合の許容応力度の基本値	140	180	200
5)圧縮応力度	140	180	200

解説

1)コンクリートの耐久性の確保の観点から、コンクリート表面に生じる設計上のひび割れは許容値以下であることを照査するのが合理的である。しかし、現時点ではひび割れ幅の算出方法が明確になっていない。そこで、設計における簡便さを考え、鉄筋応力度がI)で規定する値以下であれば、コンクリート表面のひび割れ幅(0.2mm程度以下)が耐久上有害とならないと規定したものである。

コンクリート標準示方書(施工編)2002年

(3)塩分の作用を受けるプレキャストコンクリートのかぶりの最小値は、9.2(2)によるが、適切な対策を講じなければならない。

解説

(3)プレキャストコンクリートを海中または海上大気中に用いる場合および凍結防止剤または融氷剤が散布される構造物に用いる場合は、塩分が表面より浸透して鋼材の腐食が進行しやすくなるので、かぶりを表12.6.1の値より大きくとる必要がある。なお、かぶりは、原則として粗骨材の最大寸法以上とすることが必要である。かぶりを大きくする代わりに、防錆処理を行った鉄筋の使用あるいはコンクリート表面の塗装等の方法を用いてもよいが、その実施にあたっては十分な検討が必要である。

7.4 ひび割れに対する検討

7.4.1 一般

(1)コンクリートに発生するひび割れが、構造物の機能、耐久性および美観等その使用目的を損なわないことを、適切な方法によって検討しなければならない。

(2)本項は、曲げモーメント、せん断力、ねじりモーメントおよび軸力方向によって発生するひび割れに対する検討に適用するものである。

(3)耐久性に対するひび割れの検討は、与えられた環境条件のもと、設計耐用期間中に、塩化物イオンの浸入や中性化等に伴う鋼材腐食によって構造物の所要の性能が損なわれることがないよう、コンクリート表面のひび割れ幅を制御することを原則とする。一般に、以下の(ⅰ)、(ⅱ)を確認することにより検討を行って(ⅰ)コンクリート表面のひび割れ幅が、環境条件、かぶり、設計耐用期間等から定まる鋼材腐食に対する許容ひび割れ幅以下であること。

(ⅱ)環境条件、かぶり、コンクリートの品質、ひび割れ幅の影響を考慮したコンクリート中の塩化物イオン移動解析により予測される。鋼材位置における塩化物イオン濃度が、設計耐用期間中に鋼材腐食発生限界濃度に達しないこと。

なお、供用期間が特に短い構造物、表面が保護されている構造物および仮設構造物等に対しては、一般にひび割れの検討を行わなくてもよい。

(4)水密性が重要な場合には、ひび割れ発生抑制もしくは必要とされる水密性に対し問題がないと考えられる許容ひび割れ幅を設定して、(3)(ⅰ)に準じたひび割れの検討を行ってもよい。

(5)美観が特に重要な場合には、美観上問題がないと考えられる許容ひび割れ幅を設定して、(3)(ⅰ)に準じたひび割れ幅の検討を行ってもよい。

7.4.2 許容ひび割れ幅

(1)許容ひび割れ幅 w_s は、構造物の使用目的、環境条件、部材の条件等を考慮して定めることを原則とする。

(2)鋼材の腐食に対する許容ひび割れ幅は、一般に、環境条件、かぶりおよび鋼材の種類に応じて表7.4.1のように定めてよい。ただし、表7.4.1に適用できるかぶり c は、100mm以下を標準とする。

表7.4.1 許容ひび割れ幅 w_s (mm)

鋼材の種類	鋼材の腐食に対する環境条件		
	一般の環境	腐食性環境	特に厳しい腐食性環境
異形鉄筋・普通丸鋼	0.005c	0.004c	0.0035c
PC鋼材	0.004c	-	-

(3)水密性に対するひび割れ発生抑制もしくは許容ひび割れ幅は、構造物の使用条件および作用荷重特性等を考慮して定めるものとする。

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)	道路橋示方書Ⅰ・Ⅲ(平14年3月)	コンクリート標準示方書(施工編)2002年																	
		解説 (2)既往の試験結果を参考にすると、鋼材の腐食に大きな影響を及ぼす部材表面の許容ひび割れ幅は、かぶりによって変化すると考えるのが適当である。そこで、かぶりが大きくなれば許容ひび割れ幅は大きくなると考えて、環境条件および鋼材の種類に応じて、表7.4.1に示す許容ひび割れ幅の値を示したものである。しかし、この値は確定的なものではないので、構造物が置かれる環境条件やひび割れ幅の算定方法と併せて実状に応じて判断し、表7.4.1で腐食性環境の場合および特に厳しい腐食性環境の場合に、PC鋼材に対し許容ひび割れ幅を設定していないのは、プレストレストコンクリートではプレストレスにより曲げひび割れの発生を許さない制御が可能であること、PC鋼材の腐食に対しては特に配慮を必要とすること等を考慮したためである。したがって、このような環境下では、一般にひび割れの発生を許さない設計を行うことが望ましいが、ひび割れを許す場合は、環境条件、荷重条件、耐久性等に対する検討を十分に行って、適切な許容ひび割れ幅を設定する必要がある。 (3)水密性に対するひび割れ発生制御もしくは許容ひび割れ幅は、「施工編」2章の水密性の照査を満足するように定める必要があるが、要求される水密性の程度および卓越する作用断面力の種類に基づき、一般に、解説 表7.4.1を目安にしてよい。 <table><tr><td colspan="3">解説 表7.4.1 水密性に対するひび割れ発生制御および許容ひび割れ幅(mm)の目安</td></tr><tr><td>要求される水密性の程度</td><td>高い水密性を確保する場合</td><td>一般の水密性を確保する場合</td></tr><tr><td>卓越する作用断面力</td><td>軸引張力 曲げモーメント¹⁾</td><td>0.1 0.2</td></tr></table> ¹⁾作用断面力によるコンクリート応力は全断面において圧縮状態とし、最小圧縮応力状態を0.5N/mm²以上とする。 ²⁾交通荷重を受ける場合には、軸引張力が卓越する場合に準じることとする。 7.4.3 環境条件の区分 (1)耐久性よりひび割れ幅の限界状態を検討する場合には、構造物の置かれる環境条件を考慮しなければならない。 (2)鋼材の腐食に対する環境条件は、一般に、表7.4.2に示した「一般の環境」、「腐食性環境」および「特に厳しい腐食性環境」に区分するものとする。 <table><tr><td colspan="2">表7.4.2 鋼材の腐食に対する環境条件の区分</td></tr><tr><td>一般の環境</td><td>塩化物イオンが飛来しない通常の屋外の場合、土中の場合等</td></tr><tr><td>腐食性環境</td><td>1. 一般の環境に比較し、乾湿の繰返しが多い場合および特に有害な物質を含む地下水水位以下の土中の場合等 2. 海洋コンクリート構造物で海水中や特に厳しい海洋環境にある場合等</td></tr><tr><td>特に厳しい腐食性環境</td><td>1. 鋼材の腐食に著しく有害な影響を与える場合等 2. 海洋コンクリート構造物で干満帯や飛沫帯にある場合および激しい潮風を受ける場合等</td></tr></table> 解説 (2)表7.4.2中、「腐食性環境」とは、たとえば、常に海水中にある場合あるいは塩分を含んだ大気中にある場合等で、一般的な環境より厳しいが、「特に厳しい腐食性環境」までは厳しくない環境のことである。海岸から0.1～1kmの距離にある構造物は、この環境にあると考えるのがよい。 「特に厳しい腐食性環境」とは、海水につかたり乾燥したりする感潮部および飛沫帯にある場合、あるいは海上大気中であつてときどき海水のしぶきがかかると考えられる場合等である。なお、塩化カルシウム等の凍結防止剤をたびたび使用する場所にある構造物も、この環境にあると考えるのがよい。 表7.4.2中の海洋とは、港湾、海岸、海洋すべてを含んでいる。環境条件の区分にあたっては、構造物の置かれる環境、重要度等を総合的に勘案して行う必要がある。	解説 表7.4.1 水密性に対するひび割れ発生制御および許容ひび割れ幅(mm)の目安			要求される水密性の程度	高い水密性を確保する場合	一般の水密性を確保する場合	卓越する作用断面力	軸引張力 曲げモーメント ¹⁾	0.1 0.2	表7.4.2 鋼材の腐食に対する環境条件の区分		一般の環境	塩化物イオンが飛来しない通常の屋外の場合、土中の場合等	腐食性環境	1. 一般の環境に比較し、乾湿の繰返しが多い場合および特に有害な物質を含む地下水水位以下の土中の場合等 2. 海洋コンクリート構造物で海水中や特に厳しい海洋環境にある場合等	特に厳しい腐食性環境	1. 鋼材の腐食に著しく有害な影響を与える場合等 2. 海洋コンクリート構造物で干満帯や飛沫帯にある場合および激しい潮風を受ける場合等
解説 表7.4.1 水密性に対するひび割れ発生制御および許容ひび割れ幅(mm)の目安																			
要求される水密性の程度	高い水密性を確保する場合	一般の水密性を確保する場合																	
卓越する作用断面力	軸引張力 曲げモーメント ¹⁾	0.1 0.2																	
表7.4.2 鋼材の腐食に対する環境条件の区分																			
一般の環境	塩化物イオンが飛来しない通常の屋外の場合、土中の場合等																		
腐食性環境	1. 一般の環境に比較し、乾湿の繰返しが多い場合および特に有害な物質を含む地下水水位以下の土中の場合等 2. 海洋コンクリート構造物で海水中や特に厳しい海洋環境にある場合等																		
特に厳しい腐食性環境	1. 鋼材の腐食に著しく有害な影響を与える場合等 2. 海洋コンクリート構造物で干満帯や飛沫帯にある場合および激しい潮風を受ける場合等																		

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)

4章 材料

4.1 コンクリートの材料

- (1) セメントは、原則としてJIS R 5210に適合する超早強ポルトランドセメントを除くポルトランドセメントを用いるものとする。
(2) コンクリートに用いる水、骨材、混和材料は、塩分の有害量を含んではならない。

解説

・練混ぜ水に含まれる塩分量は3000ppm程度を越えると鉄筋が腐食する恐れがある。上水道程度の水質を有する練混ぜ水を使用することが望ましい。

4.2 コンクリートの配合

- (1) 上部構造に用いるコンクリートの水セメント比は50%以下を標準とする。また、下部構造に用いるコンクリートの水セメント比は55%以下を標準とする。
(2) コンクリートのスランプは8cmを標準とする。

道路橋示方書Ⅰ・Ⅲ(平14年3月)

3.2.2 コンクリート材料(Ⅰ編)

- (1)コンクリートに用いる材料は、以下に示すものを使用するものとする。
1)セメントは、比表面積、凝結時間、圧縮強さ、有害成分の制限等の特性や品質が確かなものとする。
2)水は油、酸、塩類、有機物等の有害物を含んではならない。
3)細骨材は、清浄、強硬で耐久性と適度な粒度を有するとともに、ごみ、泥、有機不純物、塩化物等を有害量含んではならない。
4)粗骨材は、清浄、強硬で耐久性と適度な粒度を有するとともに、薄い石片、細長い石片、有機不純物、塩化物等を有害量含んではならない。
5)混和材料として用いる混和剤及び混和材は、コンクリートの特性や品質の改善に対する効果及びその特性や品質が確かなものとする。
(2)表-3.2.1に示す規格又は規定に適合する材料については、上記品質を有するものとみなしてよい。

表-3.2.1 コンクリート用材料の規格又は規定

材料の種類	規格又は規定	摘要
1)セメント	JIS R 5210	ポルトランドセメント
	JIS R 5211	高炉セメント
2)水	JIS A 5308	レディーミクストコンクリートの練混ぜに用いる水
	附属書9	
3)骨材	JIS A 5308	レディーミクストコンクリート用骨材
	附属書1	
4)混和剤	JIS A 6204	コンクリート用化学混和剤
	JSCE-D 101	コンクリート用流動化剤品質規格
5)混和材	JIS A 6201	コンクリート用フライアッシュ
	JIS A 6202	コンクリート用高炉スラグ微粉末

- (3)フレッシュコンクリート中に含まれる塩化物イオンの総量は、 0.3kg/m^3 以下とする。

解説

- (2)JIS等の規格のうち、使用実績のあるコンクリート材料を示した。

1)セメント

フライアッシュセメントを使用したコンクリートは、水和発熱量が小さいのでマスコンクリートに用いられ、アルカリ骨材反応抑制対策として使用されたりすることがある。なお、フライアッシュセメントを使用する場合は、JIS R 5213に適合するものを用いるものとする。

4)混和剤

混和剤の中には多量の塩化物を含むものがあり、その使用に注意を要するものがある。中でも促進形のものには塩化カルシウム等が主成分のひとつとなっているものが多いので、とくに注意を要する。

- (3)コンクリート構造物の長期的な耐久性を確保するために、フレッシュコンクリート中の塩化物量は、塩素イオン質量で 0.3kg/m^3 以下とするのがよい。

ただし、一般の条件下で使用される無筋コンクリート及び鉄筋コンクリート部材の場合で、塩化物量の少ない材料の入手が著しく困難な場合には、塩素イオン質量で 0.6kg/m^3 以下としてもよい。この場合には、水セメント比あるいは単位水量をできるだけ小さくすること、コンクリートの打込みを入念に行う等の配慮して注意深く施工することが肝要である。

19.4.2 コンクリート

- (1)コンクリートは、強度、耐久性、水密性、作業に適するワーカビリティ等の所定の特性を有し、かつ、品質のばらつきの少ないものでなければならない。
(2)使用材料は、共通編3.2に示す材料を用いることを原則とし、標準的には、1)から9)の条件を満たした配合とすればよい。

コンクリート標準示方書(施工編)2002年

6.2 コンクリート材料

6.2.1 総則

コンクリート用材料には、品質の確かめられたものを選定しなければならない。

6.2.2 セメント

- (1)セメントはJIS R 5210、JIS R 5211、JIS R 5212およびJIS R 5213に適合したものを標準とする。

6.2.3 水

- (1)練混ぜ水は、コンクリートの凝結硬化、強度の発現、体積変化、ワーカビリティ等の品質に悪影響を及ぼしたり鋼材を腐食させるような物質を有害量含んではならない。
(2)練混ぜ水は、上水道水、JSCE-B 101またはJIS A 5308附属書9に適合したものを標準とする。
(3)海水は一般に練混ぜ水として使用できない。しかし、用心鉄筋を配置しない無筋コンクリートには海水を用いてもよい。

解説

- (1)、(2)練混ぜ水に塩化物や硝酸塩、硫酸塩等を含む水を用いると、鋼材の腐食を促進するおそれがある。特にプレストレストコンクリート用の緊張材は常時高い応力を受けているので、応力腐食を起こしやすい。

6.2.4 細骨材

細骨材は、清浄、堅硬、耐久的で、適切な粒度をもち、ごみ、どろ、有機不純物、塩化物等を有害量含まないものを標準とする。

6.2.4.4 有害物含有量の限度

- (1)細骨材の有害物含有量の限度は表6.2.2の値を標準とする。

表6.2.2 細骨材の有害物含有量の限度の標準(質量百分率)

種類	最大値
粘土塊	1.0 ¹⁾
微粒分量試験で失われるもの	
コンクリートの表面がすりへり作用を受ける場合	3.0 ²⁾
その他の場合	5.0 ²⁾
石炭、亜炭などで密度 1.95g/cm^3 の液体に浮くもの	
コンクリートの外観が重要な場合	0.5 ³⁾
その他の場合	1.0 ³⁾
塩化物(塩化物イオン量)	0.04 ⁴⁾

1)試料は、JIS A 1103による骨材の微粒分量試験を行った後にふるいに残存したものを用いる。

2)砕砂およびスラグ細骨材の場合で、微粒分量試験で失われるものが石粉であり、粘土、シルト等を含まないときは、最大値をおおの5%および7%にしてよい。

3)スラグ細骨材には適用しない。

4)細骨材の乾燥質量に対する百分率であり、NaClに換算した値で示す。

粘土塊の試験は、JIS A 1137に準じて行い、微粒分量試験は、JIS A 1103に、石炭、亜炭等で密度 1.95g/cm^3 の液体に浮くものの試験は、JIS A 5308の附属書2による。また、塩化物含有量の試験は、JSCE-C502による。

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)

道路橋示方書Ⅰ・Ⅲ(平14年3月)

コンクリート標準示方書(施工編)2002年

1)コンクリートの配合強度は、供試体のどの試験値も設計基準強度の85%以上、かつ、引き続き採取した供試体の試験値のどの3回の平均値も設計基準強度以上となるように、品質のばらつきを考慮して定めるものとする。なお、試験値は同一バッチからとった供試体3個の圧縮強度の平均値とする。

2)スランブは80mmを標準とする。

3)水セメント比は、1)に規定するコンクリートの配合強度及び耐久性を考慮して定めるものとする。

4)コンクリートの配合は、コンクリートが所要の強度、耐久性、水密性及び作業に適するワーカビリティを持つ範囲内で、単位水量ができるだけ少なくなるように定めるものとする。

5)単位セメント量は、単位水量と水セメント比から定めるものとする。ただし、最小単位セメント量は、表-19.4.1の値を標準とする。

表-19.4.1 最小単位セメント量 (kg/m ³)	
部材の種類	最小単位セメント量
鉄筋コンクリート部材	230
プレストレストコンクリート部材	350
クリート部材	300

6)コンクリートは、AEコンクリートとすることを原則とし、空気量は4.5%を標準とする。

7)細骨材率は、作業が容易にできる範囲内で単位水量が最小となるように定めるものとする。

8)粗骨材の最大寸法は、40mm以下とし、部材最小寸法の1/5以下、かつ、鉄筋の最小あきの3/4以下とするものとする。

9)フレッシュコンクリート中の塩化物イオン量は0.3kg/m³以下とする。

解説

2)高性能AE減水剤を使用した場合は、スランブ値は標準値の80mmよりも大きく設定してよい。ただし、この場合コンクリートの状況をよく観察し、材料分離が生じていないことを確認しておく必要がある。

3)水セメント比は、1)に規定するコンクリートの配合強度及び耐久性を考慮して定めることを標準とする。一般に、コンクリートの耐久性確保の観点からは、水セメント比を50%以下にすることが望ましい。ただし、塩害の厳しい環境において、かぶりコンクリートの遮塩性能と水セメント比の関係を考慮して、水セメント比を定めなければならない。なお、5章に規定する塩害に対する最小かぶり値の設定においては、表-解5.2.1に示す水セメント比で設定しているため、これによらない場合は、別途耐久性の検討を考慮する必要がある。

4)コンクリートの強度、耐久性、水密性に大きな関係のあるものは水セメント比及び単位水量である。単位水量の多いコンクリートでは単位セメント量が大きくなり、ひび割れが生じやすく、材料分離を起こしやすくなる。したがって、所要の強度、耐久性及び水密性をもつコンクリートを造るためには、作業に適するワーカビリティが得られる範囲内で、単位水量をできるだけ少なくすることが重要である。一般的には、単位水量は粗骨材最大寸法が20～25mmの場合で175kg/m³以下、粗骨材最大寸法が40mmの場合で165kg/m³以下とすることが望ましい。

5)単位セメント量は、単位水量と水セメント比から定めることとする。ここで、プレテンション方式のコンクリートとPC鋼材の付着強度は、十分に確保する必要があるため、プレテンション方式のコンクリートの最小単位セメント量は、ポストテンション方式よりも多く規定した。しかし、単位水量が多くなると、温度応力や乾燥収縮によるひび割れの発生等により、構造物に有害な影響を与える恐れがあるため、単位セメント量が多くなる場合には、施工方法、養生方法等について検討を行う必要がある。

9)コンクリート構造物の長期的な耐久性を確保するために、フレッシュコンクリート中の塩化物イオン量は、0.3kg/m³以下とするのがよい。ただし、一般の条件下で使用される無筋コンクリート及び鉄筋コンクリート部材の場合で、塩化物量の少ない材料の入手が著しく困難な場合には、塩素イオン質量で0.6kg/m³以下としてもよい。この場合には、水セメント比あるいは単位水量をできるだけ小さくすること、コンクリートの打込みを入念に行う等の配慮して注意深く施工することが肝要である。

解説

(1)塩化物を含む細骨材を用いたコンクリートの場合には、コンクリート中の塩化物含有量の大半が細骨材から供給される。また、通常は、塩化物を含む細骨材を用いた場合に、コンクリート中の塩化物含有量が鋼材保護のための許容限度0.30kg/m³を越える可能性が出てくる。したがって、コンクリート中の塩化物含有量を所定の値以下に抑えるためには、細骨材の塩化物含有量に対してなんらかの制限を設ける必要がある。表6.2.2の塩化物の限度は、海砂の除塩処理の実態、管理試験の信頼性、なども総合的に考慮し、コンクリート中の塩化物含有量に対する規制がほぼ満足される上限として定めた値である。

6.2.4.6 海砂

海砂は、コンクリートの品質に悪影響を及ぼさない品質のものを標準とする。

解説

海砂に含まれる塩化物の量が6.2.4.4の許容限度を超える場合は、水洗いその他により塩化物含有量を許容限度以下にして用いることを標準とする。

6.2.5 粗骨材

粗骨材は、清浄、堅硬、耐久的で、適切な粒度をもち、薄い石片、細長い石片、有機不純物、塩化物等を有害量含まないものを標準とする。特に耐火性を必要とする場合には、耐火的な粗骨材を用いるのを標準とする。

解説

海砂利に含まれる塩化物は、海砂に比べると微量であるが、鉄筋コンクリートでは、鉄筋を錆びさせる原因ともなるので、水洗いその他によって除塩して使用するのがよい。

6.2.6 混和材料

混和材料として用いる混和材および混和剤は、品質の確かめられたものでなければならない。

6.2.6.2 混和材

(5)JIS規格以外の混和材については、その品質を確かめ、その使用方法を十分に検討しなければならない。

6.2.6.3 混和剤

(5)JIS規格以外の混和剤については、その品質を確かめ、その使用方法を十分に検討しなければならない。

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)	道路橋示方書Ⅰ・Ⅲ(平14年3月)	コンクリート標準示方書(施工編)2002年
5章 施工 5.2 型わく工 (1)型わくは、継目からセメントペーストが流れ出ないように確実に組立てるものとする。 (2)型わくセパレーターおよび型わく組立て等に用いた補助鋼材は、鋼材のかぶり内から除去するものとする。 解説 (2)型わくセパレーターのコーシーには、埋殺しタイプと除去タイプがある。埋殺しタイプ→コンクリート表面に露出しているコーンから腐食が進行する恐れがあるので使用を避けた方がよい。 除去タイプ→セパレーターの端部がかぶり内に残らないようにするとともに、その跡穴を硬練りモルタルまたは膨張セメントを混入したモルタル等を用いて入念に充填しなければならない。	19.5 レディーミクストコンクリート(Ⅲ編) (1)レディーミクストコンクリートは、設計及び施工計画でコンクリートに要求された性能を満足する品質でなければならない。 (2)標準的には、(3)から(6)に従って選定、指示、品質確認を行うとよい。 … (6)受入れ時等のコンクリートの品質試験及び検査は、JIS A 5308に規定する強度、スランプ、空気量、塩化物含有量より行うものとする。なお、検査の結果、コンクリートの品質に問題があることが疑われる場合には、適切な処置を行うものとする。 解説 (6)受入れ時等のコンクリートの品質は、強度、スランプ、又はスランプフロー、空気量、塩化物含有量等を試験により確認を行うこととする。 19.11 型わく及び支保工(Ⅲ編) (3)型わく及び支保工は、コンクリートの耐久性及び表面の出来形を損なわないように配慮しなければならない。 解説 (3)型わくのはらみや目違いによるコンクリートの不陸、型わく継目からのモルタル分の流出による骨材の露出、型わく剥離剤によるコンクリート表面の汚れ等が生じないように配慮しなければならない。これらは美観に影響するほか、骨材の露出や表面の汚れは耐久性にも影響を与える場合があるので、組立て時には十分注意し、コンクリート打込み前に確認を行うものとする。 19.11.2 設計及び施工(Ⅲ編) (7)型わくの締付け材は、型わくを取りはずした後、コンクリート表面に残らないものを使用しなければならない。また、塩害の影響を受ける地域では、型わく、セパレーター及び型わく組立てに用いた補助鋼材は、かぶり内から除去しなければならない。 解説 (7)締付け材として用いたボルト、棒鋼等の端部が工事完成後コンクリート表面に出ていたり、この部分から水分が侵入したり、錆びてコンクリート表面に汚点ができたりコンクリートにひび割れが生じたりするおそれがあるので、塩害の影響を受ける地域では、ボルト、棒鋼等の端部はコンクリート表面に残してはならない。また、塩害の影響を受けない地域でも耐久性の観点から、ボルト、棒鋼等の端部はコンクリート表面に残さないことが望ましい。 ・埋殺しタイプ→コンクリート表面に露出しているコーンから腐食が進行する恐れがあるので使用を避けた方がよい。 ・除去タイプ→セパレーターの端部がかぶり内に残らないようにするとともに、その跡穴を硬練りモルタルまたは膨張セメントを混入したモルタル等を用いて入念に充填しなければならない。	10.7 型枠および支保工 10.7.1 一般 (2)型枠および支保工は、10.7.2に定める荷重に対して、必要な強度と剛性を有し、構造物の形状、寸法にずれの起きないように、設計、施工しなければならない。 10.7.3 材料 (3)水密を要するコンクリートにおける型枠の締付け材は、漏水に対して悪影響のないものを用いなければならない。 解説 (3)型枠締付け材として用いたボルト、棒鋼等の下側にブリーディング水がたまり、これがコンクリートの硬化後に水みちとなって漏水を生じることがあるので、型枠、締付け材につばをつけて水みちを長くしたものを用いるのもよい。また、コンクリート表面の穴を埋める場合には、樹脂モルタル等を用いて入念に施工して、水密を要する構造物の弱点とならないように配慮することが必要で 10.7.4 型枠の設計 (2)型枠は、組立および取外し作業が容易に行えるとともに、取外し時にコンクリートその他に振動や衝撃などを及ぼさない構造としなければならない。また、せき板またはパネルの継目はなるべく部材軸に直角または平行とし、モルタルの漏れない構造としなければならない。 10.7.6 型枠の施工 (1)型枠の締め付けには、ボルトまたは棒鋼を用いるのを標準とする。これらの締付け材は、型枠を取外した後、コンクリート表面に残しておいてはならない。 (3)コンクリートを打ち込む前および打込み中に、型枠の寸法および不具合の有無を管理しなければならない。 解説 (1)締付け材として用いたボルト、棒鋼等をコンクリート表面近くに残しておくとし、その先端が工事完成後、水の浸透経路になったり、これがさびてコンクリート表面に汚点ができたり、あるいはコンクリートにひび割れができたりするおそれがある。このため、コンクリート表面から2.5cmの間にあるボルト、棒鋼等の部分は、穴をあけてこれらを取り去り、そのときできたコンクリート面の穴は高品質のモルタルで埋めておく必要がある。 (3)コンクリート打ち込む前および打込み中の型枠の不具合には、型枠のはらみ、モルタルの漏れ、移動、傾き、沈下、接続部の緩みなどがある。これらの異状が生じた場合には、必要に応じて適当な措置をとり、危険を防止できるようにしておくこと

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)	道路橋示方書Ⅰ・Ⅲ(平14年3月)	コンクリート標準示方書(施工編)2002年
5.3 鋼材 5.3.1 鋼材の保管 鋼材は、塩分が付着し腐食しないように、倉庫内に保管するか、または屋外に保管する場合は適当な覆いをしなければならない。 解説 ここでいう鋼材とは、鉄筋・PC鋼材・シース・定着具等をいう。	19.4.3 鋼材(Ⅲ編) (2)鋼材は、耐久性を害する腐食、よごれ、傷、変形等のないものでなければならない。 解説 (2)鋼材が有害な品質変化等を生じた場合、コンクリート橋が所要の性能を発揮できなくなるおそれがあるため、運搬時にもちろんのこと、受け入れ時、保管時、組立て時に有害な品質変化を生じさせないよう十分に注意することが肝要である。 19.4.4 シース(Ⅲ編) (1)シースは、コンクリートの打込みの際に変形しにくく、その合わせ目や継目等からセメントペーストが流入しないものでなければなら (2)シースは、施工上及び耐久性上有害な腐食、よごれ、傷、変形等 があつてはならない。 (3)シースに用いる材料は所定の強度、変形性、耐久性を有してい なければならない。 解説 (1)外ケーブル保護管や斜張橋の斜材保護管は、コンクリート中に配 置されるシースとは異なり、環境の影響を受けやすいため、腐食や 劣化に対する耐久性等を考慮して選定することが望ましい。 (2)シースに有害な品質変化等が生じると、施工に支障をきたしたり、 耐久性を損ねる可能性があるため、運搬時もちろんのこと、受け入 れ時、施工時に十分注意する必要がある。 (3)シースには、一般に薄い鋼製のシースが用いられる。塩害地域等 において、高い耐久性を確保するために、ポリエチレン等のプラス チック製シースが用いられている例もある。 19.4.9 貯蔵(Ⅲ編) 材料は、品質が変化しないように貯蔵しなければならない。 解説 材料は、品質を確保するために以下の点に注意し、貯蔵するのが望 ましい。 1)鉄筋は、油、ゴミ、泥等が付着するとコンクリートとの付着強度が低 下するため、これらが付着しないように注意する。 2)PC鋼材は、腐食、傷、変形及び熱の影響により品質が低下しやす く、また、PC鋼材に、油、ゴミ、泥等が付着すると、コンクリートとの付 着強度が大きく低下するので、貯蔵の際には、これらについてとくに 注意する。 3)PC鋼材を巻いて貯蔵する場合には、PC鋼材の巻き直径は、鋼材 の直径の150倍以上とするのが望ましい。 4)シースは、ごみの付着、腐食、損傷、変形等により、PC鋼材の配置 やプレストレスングに有害な影響を与えないように、倉庫内あるいは 適当な覆いをして貯蔵する。 5)プレグラウトPC鋼材では、被覆材を傷つけないような柔軟な材質の 梱包材を使用するとともに、両端の切断部から樹脂が漏れ出さないよ うに保護キャップを取り付けておく。	10.7.7 支保工の施工 (2)コンクリートを打ち込む前および打込み中に、支保工の寸法 および不具合の有無を管理しなければならない。 解説 (2)コンクリート打ち込む前および打込み中の支保工の不具合に は、支保工の移動、傾き、沈下などがある。これらの異状が生じ た場合には、必要に応じてただちに適当な措置をとり、危険を防 止できるようにしておくことが大切である。 9.2 補強材の貯蔵 (1)鉄筋および鉄骨用鋼材を貯蔵する際には、一般に、直接地 上に置くことを避け、適当な間隔で支持して、有害な変形、傷等 を受けないようにしなければならない。倉庫内に貯蔵するのが 望ましいが、屋外に置く場合には適当な覆いを施して、有害な油 や塩分、ごみ等の付着を防ぐようにしなければならない。 (2)PC鋼材の貯蔵に際しては、特に、有害な腐食、傷、変形等 を受けないようにしなければならない。 (4)その他の補強剤は、その特性に応じた適切な方法で貯蔵 し、品質を損なわないようにしなければならない。 解説 (1)鉄筋や鉄骨用鋼材を直接地上においてはならないのは、こ れらが錆びたり、汚れたりするのを防ぐためである。倉庫内に、また は適当な覆いをして貯蔵するのは、雨、露、潮風等による鉄筋や 鉄骨用鋼材の腐食を防ぐためである。 (2)PC鋼材の貯蔵に関しては、鉄筋および鉄骨用鋼材の貯蔵と 同様な注意のほか、特別な配慮も必要となる。 PC鋼材を直接地上に置いてはならないのは、湿気による錆や 腐食の発生を防ぎ、油、ごみ、どろ等の付着を防ぐためばかりで なく、取扱いを便利にするためである。倉庫内に貯蔵するか、ま たは、適当な覆いをして貯蔵するのは、鉄筋と同様な理由であ ねじの部分は、腐食による強度の低下が特に大きいので、絶対 に腐食をさせないように貯蔵しなければならない。コイル状に巻 いて貯蔵するPC鋼線やPC鋼より線を縦に何段にも積み重ねて 貯蔵すると、上からの荷重によって有害な曲げがかかって、応力 腐食の原因になることがあるので、段数を制限するなどの処置を 講じなければならない。コイルの巻き直径を鋼材の直径の150倍 以上とすることが望ましい。 13.6.2 シースの選定 (3)塩害対策等、特に耐久性が要求される場合には、高密度ポリ エチレン製のシースを用いるとよい。 13.6.7 補強材以外の材料の貯蔵 (1)定着具および接続具の貯蔵に際しては、倉庫内に貯蔵し、コ ンクリートとの接触部分には、油、ごみ等の付着を防ぐようにし なければならない。特にねじ定着の場合には、ねじ部の防せい に留意しなければならない。 (2)偏向具、シースおよび保護管の貯蔵に際しては、倉庫内に貯 蔵するかまたは屋外に置く場合には適当な覆いをすると共に風 通しをよくし、有害な鋼材腐食を防ぐとともに、有害な油、塩分、 ごみ等の付着を防ぎ、また有害な傷、変形を受けないようにしな

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)	道路橋示方書Ⅰ・Ⅲ(平14年3月)	コンクリート標準示方書(施工編)2002年
5.3.2 鉄筋の組立て (1)鉄筋は、コンクリート打込み時にずれなどが生じないよう設計図に示された位置に堅固に組立てるものとする。 (2)鉄筋組立て後、波しぶきなどにより、塩分が付着したおそれのある鉄筋、型わく等は、速やかに水洗いするものとする。	19.7 鉄筋の加工及び配筋(Ⅲ編) (1)鉄筋は、所定の強度、耐久性を確保するように、設計図で示された形状及び寸法に一致するとともに、材質を害さない方法で加工、配置しなければならない。 (2)標準的には、1)から8)の方法によってよい。 1)鉄筋は、コンクリート打込み中に動かないように、本体コンクリートと同等以上の品質を有するコンクリート製又はモルタル製スペーサを用いて堅固に組立てるものとする。 (2)1)型わくに接するスペーサは本体コンクリートと同等以上の品質を有するコンクリート製又はモルタル製を使用することを原則とする。 スペーサの設置数は、配筋の状態によっても異なるが、構造物の側面は2個/m²以上、構造物の底面では4個/m²以上を原則とする。	10.6 鉄筋工 鉄筋は、設計で定められた正しい寸法および形状をもつように、材質を害さない適切な方法で加工し、これを所定の位置に正確に、堅固に組み立てなければならない。 10.6.3 鉄筋の組立 (1)鉄筋は、組み立てる前に清掃し、浮きさび、その他鉄筋とコンクリートとの付着を害するおそれのあるものを取り除かなければならない。 (2)鉄筋は、正しい位置に配置し、コンクリート打込み時に動かないよう堅固に組み立てなければならない。このため、必要に応じ組立用鋼材を用いなければならない。また、鉄筋の交点の箇所は、直径0.8mm以上の焼なまし鉄線または適切なクリップで緊結しなければならない。 (3)鉄筋のかぶりを正しく保つために必要な間隔にスペーサの固定方法および鉄筋の質量、作業荷重等を考慮する必要がある。 (4)型枠に接するスペーサはモルタル製あるいはコンクリート製を使用することを原則とする。 (5)鉄筋を組み立ててから長期間経ったときは、コンクリートを打ち込む前に再び清掃しなければならない。 解説 (3)、(4)モルタル製あるいはコンクリート製のスペーサを用いる場合は、本体コンクリートと同等以上の品質を有するものを用いる。また、腐食環境の厳しい地域では鋼製スペーサは使用し、プラスチックスペーサは、コンクリートとの熱膨張率の相違、付着および耐荷力不足等の問題があり、また、ステンレス鋼等の耐食性金属でできたスペーサは、異種金属間の接触腐食の問題など不明確な点があるので、注意を要する。 ・スペーサ数は、はり・床板等…4個/m²程度 ウェブ・壁および柱…2～4個/m²程度が一般的 ・スペーサ間隔は、4個/m²とすれば、50cm間隔の千鳥で配置するのがよい ・スペーサの選定および配置の検討に際しては、(社)日本土木工業協会「鉄筋工事用スペーサ設計施工ガイドライン」を参照するのがよい。 (5)鉄筋を組み立ててから長期間経つと、浮きさび、どろ、油等が付いたりするので、清掃が必要である。なお、型枠を組んだ後では、清掃が困難であることから、鉄筋を組んでから長期間経つことが予想される場合には、シート等による養生を確実に行う必
5.3.3 スペーサ (1)配筋にあたっては、所要のかぶりを確保するため適切な間隔にスペーサを配置しなければならない。 (2)型わくに接するスペーサは、原則として、本体コンクリートと同等以上の品質を有するコンクリート製、またはモルタル製を使用するものとする。 解説 (1)フーチング・柱・壁高欄では2個/m²以上、梁・主げた・床板等では4個/m²以上		
5.4 コンクリートの施工 (1)コンクリートの打継目は、できるだけ少なくし、特に鉛直打継目は極力避けるものとする。 (2)コンクリートの養生水に、海水を用いてはならない。 (3)コンクリートの打込み時に用いた定規用鉄筋は、鋼材のかぶり内から除去するものとする。	19.6 コンクリート工(Ⅲ編) (6)養生 養生水に海水を用いないこととする。 (7)打継目 5)塩害の影響を受けることが予想される構造物においては、打継目をできるだけ少なくし鉛直打継目はできるだけ避けるものとする。 解説 5)コンクリートの打継目は、塩分や水が浸透しやすく防食上の弱点となりやすい。したがって、打継目ができるだけ少なくなるようにコンクリートの打込み計画を検討する。	

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)	道路橋示方書Ⅰ・Ⅲ(平14年3月)	
5.5 後施工部の処理		
5.5.1 継ぎたし箇所の鋼材	19.7 鉄筋の加工及び配筋(Ⅲ編)	10.6.4 鉄筋の継手
継ぎたし等のために、長期間にわたり鋼材が大気さらされる場合は、腐食に対し鋼材を適切な方法により保護するものとする。	(1)鉄筋は、所定の強度、耐久性を確保するように、設計図で示された形状及び寸法に一致するとともに、材質を害さない方法で加工、配置しなければならない。 (2)標準的には、1)から8)の方法によってよい。 8)継足のために構造物から露出しておく鉄筋は、損傷や腐食等を受けないように保護するものとする。 8)将来の継足のために、長期間鉄筋を露出させておく場合は、セメントペーストを塗布するかあるいはビニールカバーで覆う等の処理を行い、鉄筋が損傷や腐食による悪影響を受けないように保護しなければならない。	(4)将来の継足のために、構造物から露出しておく鉄筋は、損傷、腐食等を受けないように、これを保護しなければならない。 解説 (4)鉄筋の腐食を防ぐには、セメントペーストを塗ったり、高分子材料の皮膜で包んだりする方法がある。いずれの場合にも、将来、継ぎ足す場合には、コンクリートとの付着を害するものはこれを完全に除去することが必要である。また、鉄筋を雨から防ぐ目的で、鉄筋継ぎ足し部にビニール製の袋をかぶせておくことも有効
5.5.2 後埋めコンクリート	19.8 PC鋼材工及び緊張工(Ⅲ編)	
PC鋼材定着部、施工用金具撤去跡等の後埋めは、膨張コンクリートまたはセメント系無収縮モルタルを用いて行うものとする。	(1)PC鋼材は、所定のプレストレスが得られるように、適切に加工、配置し、正確にまた安全に緊張しなければならない。 (2)標準的には、1)から15)の方法によって施工するのがよい。 15)PC鋼材定着部、施工用金具撤去跡等の後埋め部は、膨張コンクリート又はセメント系無収縮モルタルを用いて行うものとする。 解説 15)後埋め部は、本体部分との密着性が低く一体化しにくいので、本体コンクリートの表面をできるだけ粗にし、水洗いを十分に行った後に、膨張コンクリートあるいはセメント系無収縮モルタル等を使用して、入念に施工することとした。	
6章 支承、橋梁付属物、橋面	4.1 支承部(Ⅰ編)	
6.1 支承	4.1.1 一般	
支承は、塩害対策を行ったコンクリート構造物と同等以上の耐久性を確保するものとする。 解説 ・鋼製支承…風通しをよくするなど環境の改善をはかり、高い防食性能を有する方法を用いて防食を行う必要がある。また、日常の維持点検管理が耐久性を高めるうえで効果が大きいので、以下の要領で点検管理を行うことが望ましい。 1)定期点検 2)定期的な支承周辺の清掃 3)発錆部の部分的な早期補修塗り 4)付近の鋼橋と同程度の期間で全面塗替え なお、ゴム支承の鋼製金物についても同様に取扱うことが望ましい。	(2)支承部の設計にあたっては、塵埃、水の滞留等の劣化要因に対する耐久性や施工、維持管理及び補修の容易さに配慮するものとする。 解説 (2)支承部の構造や支承の選定にあたっては、初期費用のほか、補修や取替え等の容易さや、これらに要する維持管理費も考慮することが必要である。	
	4.1.5 耐久性に対する配慮	
	(1)支承部は、鋼材の腐食やゴムの劣化による機能の低下が生じないように配慮するものとする。 (2)(3)から(6)までの規定による場合は、(1)を満足するものとみなしてよい。 (3)ゴム支承本体の外気と接する面には、内部のゴムと同等以上の耐久性を有する厚さ5mm以上の被覆ゴムを設けるものとする。鋼製部材には適切な防せい防食を施すものとする。 (4)ゴム支承本体を上下鋼板の接合面近傍は、適切な防せい防食を施すものとし、両者には相対変位が生じないようにする。 (5)支承を設置する支承面は、支承の防せい防食上の配慮から水はけのよい構造とする。 (6)鋼製支承の主要部の厚さは25mm以上とする。 解説 (3)海上等の腐食環境の厳しい場所や低湿環境下ではゴムの耐候性が著しく低下する例もあるため、被覆ゴム厚さや素材の選定に注意するとともに、取替え可能な構造とする等の配慮が必要である。また、鋼製支承は、支圧面の摩耗や腐食によって、水平移動機能や回転機能が損なわれ、上下部構造に損傷が生じることがあるため、鋼製支承本体やその他の鋼製部材についても塗装、亜鉛めっき等、支承形式や環境条件に応じて適切な防せい処理を施すこととし (4)支承部は雨水やけからの漏水による影響を受けやすいため、とくにゴム支承本体と上下鋼板の接合面近傍は、防せいに十分配慮することとした。	

道路橋の塩害対策指針(案)(昭59年2月)	道路橋示方書Ⅰ・Ⅲ(平14年3月)	
6.2 橋梁付属物 橋梁付属物は、コンクリート構造物の耐久性を損なわないよう適切に配慮するものとする。 解説 ・鋼製の取付け金具についても防錆処理を行い、設置位置等も適切に配慮し、コンクリート構造物の耐久性を損なわないように配慮する必要がある。	4.2 伸縮装置(Ⅰ編) 4.2.1 一般 (1)伸縮装置は以下の性能を満足するよう、適切な形式、構造及び材料を選定するものとする。 (3)雨水等の浸入に対して水密性を有するものとする。 解説 3)伸縮装置部から雨水や塵埃が浸入すると、橋体端部の腐食や支承部の損傷を引き起こす恐れがある。このため伸縮装置部水密性を有するよう十分な配慮が必要である。また伸縮装置部が滞水しないように、橋面の排水計画において配慮するものとする。	
6.3 橋面 橋面に波しぶきがかかる場合は、床板上面に適切な塩害対策を行うのがよい。 解説 ・橋面に波しぶきがかかるような橋梁では、海水が床板に浸透し、塩化物によって床板コンクリート中の鉄筋が腐食する可能性がある。このような場合の耐久性を考慮して、全面に防水層を設けることが望ましいとした。なお、防水材の種類の選定については、その品質性能などを十分調査のうえ用いる必要がある。	5.2 排水(Ⅰ編) (1)車両の走行安全性等に配慮して、橋面の水をすみやかに排除できる構造とする。 (2)橋の耐久性に配慮して、構造各部は排水が確実に行える構造とする。また、床板上面に浸入した雨水等をすみやかに排除できる構造とする。 解説 (1)橋面の水をすみやかに排除するため、路面には必要な横断こう配を付け、路肩部には十分な大きさの排水ますを適切な間隔で設けるものとする。 橋面の横断こう配は1.5%から2.0%を標準とし、とくに橋前後の縦断こう配の関係で橋面が凹になる場合には必ずその凹部の最低部に排水ますを設けるものとする。 5.3 橋面舗装(Ⅰ編) (3)アスファルト舗装とする場合は、橋面より浸入した雨水等が床板内部に浸透しないように防水層等を設けるものとする。 解説 (3)鉄筋コンクリート床板に雨水等が浸透すると、床板内部の鉄筋や鋼材を腐食させるばかりでなく、コンクリートの劣化、とくに繰り返し荷重作用下の床板コンクリートの劣化を促進し床板の耐力や耐久性に著しく悪影響を及ぼす。したがって、防水層を設ける等により床板上面に達した雨水等が床板に浸透しないよう必要な措置を講じるも	

付属資料－ 7

「コンクリート塗装の設計・施工・品質基準（案）・同解説」、「補修事例」（S59「道路橋の塩害対策指針（案）・同解説」より）

コンクリート塗装の 設計・施工・品質基準(案)・同解説

1. 総 則
 2. 塗装設計
 - 2.1 塗 装 系
 - 2.2 塗 装 範 囲
 3. 塗装施工
 - 3.1 塗装材料の受入れ
 - 3.2 施 工
 - 3.3 施 工 管 理
 4. 塗装材料の品質
 - 4.1 品 質
 - 4.2 検 査
- 付録1 コンクリート塗装材料の品質試験方法(案)
- 付録2 塗料規格(案)

1. 総 則

1.1 一 般

この基準(案)は、コンクリート塗装によって塩害を防止する場合の塗装設計・塗装施工および塗装材料の品質について規定したものである。

海岸線付近にあって波しぶきや潮風の影響を受ける道路橋の塩害を防止するために必要な設計・施工上の規定は、「道路橋の塩害対策指針(案)」に示されている。

この基準(案)は、上記指針のうち、かぶり厚さを増すかわりにコンクリート塗装によって塩害を防止する場合の、塗装設計・塗装施工および塗装材料の品質について規定したものである。

塩害防止のためにコンクリート塗装を用いた場合には、次のような特徴がある。

- 1) かぶり厚さを一般の地域における値と同様にできるので、部材の重量増がなく、部材寸法等の変更をしなくともよい。
- 2) 建設後に対策区分を変更したい場合には、再塗装したり他の塗装系に変更するなどの対処ができる。また、予測以上に構造物の損傷が進んだ場合にも部分的な劣化補修が可能であり、塗装に損傷が生じた場合にも比較的容易に補修することができる。塗替えが必要となるまでの期間は、構造物の設置環境、使用条件および塗装の種類等によって異なるが、実績によれば10年を経ても塗替えを必要としていないものもある。なお、砂を含む風や流水によってすりへりを多く受けるような部分には塗装は適さない。
- 3) 使用条件に合った塗装材料を選ぶことができ、適材適所の考え方で経済性を追求できる。塗装は構造物の架設直後に行うが、工程等の事情によっては部材製作時に製作工場内で、あるいは架設後多少時間が経過した後でも行うことができる。このように塗装時期を比較的柔軟に選ぶこともできる。

しかしながら、コンクリート塗装による方法は、長期的には塗替えを前提とするものであり、再塗装が施工できない部分には採用できない。

また、塗装材料については、現時点における代表例を示しているが、長期間における耐久性の実績がないので、使用材料、塗替え時期等について完成後十分な点検

管理を行って判断する必要がある。さらに、施工に際しても、塗装条件、コンクリート表面の素地調整、膜厚管理等について十分管理する必要がある。

このように、コンクリート塗装による方法は、現在研究段階であり、この基準(案)は、現在までの研究成果を暫定的にとりまとめ作成したものであり、必要な箇所については今後の研究成果によって再検討することとしている。

なお、この基準(案)は、コンクリート塗装を行う場合に従来の規定を変更しなければならない点および新たに規定を設けた点のみを示したもので、他の事項については、「道路橋の塩害対策指針(案)」に従うものとする。

2. 塗 装 設 計

2.1 塗 装 系

塗装系は、コンクリート部材の種類や使用条件にあわせて、表-2.1.1に示すA種、B種、C種の3種類のうちより選定するものとする。

表-2.1.1 塗装系の分類

分 類	コンクリート部材の種類・使用条件
A 種	プレストレストコンクリート部材に一般に用いる塗装系である
B 種	鉄筋コンクリート部材に主として用いる塗装系である
C 種	塗替えが難しい場合や、特に著しい腐食が予想される構造物等、特定部位に用いる塗装系である(長期防錆型)

コンクリート面へ用いる塗装系としてコンクリート面の性状やひびわれ発生の有無、使用環境等を考慮して材料や加工方法を吟味し、構造部材の使用条件にあわせて塗装系をA種、B種、C種の3種に分類した。

A種は、海岸地域において標準的に用いられるもので、ひびわれ発生頻度が極めて少ないプレストレストコンクリート部材に一般に用いるものとする。

B種は、鉄筋コンクリートに多少のひびわれを生ずる恐れのある場合に主として適用するので、塗膜に柔軟性をもたせたものである。

C種は、塗装足場等の関係で塗替えが困難な場合や、塩害に対する環境条件が特に厳しい地域に設置される構造や、飛沫等のかかり具合を考慮して同一部材であっても特に塗分けを必要とする場合に用いるものとする。

現時点における各塗装系の例を次に示す。

① A種の塗装系

工 程		使 用 材 料	塗 装 条 件			塗装間隔
			目標膜厚 (μ)	標準使用量 (kg/m^2)	塗装方法	
前 処 理	プライ マー	エポキシ樹脂プライマ ー	—	0.10	エアレススプ レー (はけ ローラー)	各工程の 間隔は、 1日以上 10日以内 を標準と する
	パテ	エポキシ樹脂パテ	—	0.30	へら	
中 塗 り		エポキシ樹脂塗料中塗 り	60	0.32 (0.26)	エアレススプ レー (はけ ローラー)	
上 塗 り		ポリウレタン樹脂塗料 上塗り	30	0.15 (0.12)	エアレススプ レー (はけ)	

② B種の塗装系

工 程		使 用 材 料	塗 装 条 件			塗装間隔
			目標膜厚 (μ)	標準使用量 (kg/m^2)	塗装方法	
前 処 理	プライ マー	エポキシ樹脂またはポ リウレタン樹脂プライ マー	—	0.10	エアレススプ レー (はけ ローラー)	各工程の 間隔は、 1日以上 10日以内 を標準と する
	パテ	エポキシ樹脂パテ	—	0.30	へら	
中 塗 り		柔軟型エポキシ樹脂ま たは柔軟型ポリウレタ ン樹脂塗料中塗り	60	0.32 (0.26)	エアレススプ レー (はけ ローラー)	
上 塗 り		柔軟型ポリウレタン樹 脂塗料上塗り	30	0.15 (0.12)	エアレススプ レー (はけ)	

③ C種の塗装系

工 程		使 用 材 料	塗 装 条 件			塗装間隔
			目標膜厚 (μ)	標準使用量 (kg/m^2)	塗装方法	
前 処 理	プライ マー	エポキシ樹脂プライマ ーまたはポリウレタン 樹脂プライマー	—	0.10	エアレススプ レー (はけ ローラー)	各工程の 間隔は、 1日以上 10日以内 を標準と する
	パテ	エポキシ樹脂またはビ ニルエステル樹脂パテ	—	0.30	へら	
中 塗 り		厚膜型エポキシ樹脂ま たはビニルエステル樹 脂塗料中塗り	350	1.20	エアレスス プレー	
上 塗 り		ポリウレタン樹脂塗料 上塗り	30	0.15 (0.12)	エアレスス プレー (はけ)	

塗装系の特徴は次のとおりである。

① A種塗装系

塗膜の耐久性およびしゃ塩性に優れるエポキシ樹脂塗料を中塗りとして用い、耐久性および耐候性に優れるポリウレタン樹脂塗料を上塗りする塗装系で、塗替え周期を長くしたものである。プライマーには各種の樹脂のなかでも耐アルカリ性に優れるエポキシ樹脂プライマーを用い、中塗りと同系の材料とすることで、コンクリートとの密着性および塗膜間の付着性を高めている。

② B種塗装系

しゃ塩性に加えて塗膜柔軟性を付与するために柔軟型のエポキシ樹脂（またはポリウレタン樹脂塗料）を中塗りに用い、柔軟性を有しながら耐候性にも優れる柔軟型のポリウレタン樹脂塗料を上塗りとする塗装系で、塗替え周期を長くしたものである。

③ C種塗装系

C種塗装系では中塗りの塗装膜厚を特に厚くしており、しかも塗膜自体も改質しているので、しゃ塩性のみならず酸素しゃ断性能などの性能が非常に優れている。このため塗膜による防食の信頼性が一段と高いものとなり、特に厳しい腐食条件でも劣化や腐食の発生を効果的に抑制できる。

一般には、膜厚を大きくするには同種の塗装材料を塗り重ねることが多いが、一回の塗装で膜厚 350 μ 程度にすることができるものを選定することにより、塗装コストを節

減することとした。

耐久性および耐候性に優れるポリウレタン樹脂塗料を上塗りとして用い、厚膜型中塗りとあわせて長期に防錆効果を持続しうる塗装系である。

なお、表中の使用材料の各々の材料規格は、付録-2「塗料規格(案)」に示している。

2.2 塗 装 範 囲

コンクリート塗装は、直接外気に接する部分の全表面に行うことを原則とする。

塗装部材において部分塗装を行った場合、未塗装部分からコンクリートが吸水して、周囲の塗膜にふくれやはがれなどの悪影響を及ぼし、長期にわたる耐久性が得られなくなる恐れがある。したがって、塗装をする場合には、直接外気に接する部材全表面に塗装することを原則とした。

3. 塗 装 施 工

3.1 塗装材料の受入れ

塗装材料は、これを用いる前に4.1に規定する品質を満足することを確かめなければならない。

塗装材料には、同じような名称であっても性能の異なるものがあることから、塗装施工にあたっては用いようとする塗装材料が4.1に規定する品質を満足することを品質検査によって確かめなければならない。

3.2 施 工

- (1) コンクリート表面は、塗膜の密着性を高めるために適切な素地調整を行うものとする。
- (2) 塗装は、塗装材料に適合した塗装方法で行わなければならない。

- (1) 塗膜とコンクリートとの密着性を高め防食効果を十分に発揮させるために、塗装を行う前にコンクリート表面のレイタンス、型わくはくり剤、付着塩分、付着油脂類、水分など塗膜に悪影響を及ぼすものを除去しなければならない。このため素地調整として、サンダーケレン、シンナーふき、ブラシやエアブローなどによる清掃や乾燥を行う。
- (2) 塗装方法は、塗料によって多少異なるので、塗料に指定されている方法で行わなければならない。

なお、塗装にあたっては、周囲の環境汚染や作業者の安全衛生などに十分配慮し、適切な対策をとらなければならない。

3.3 施 工 管 理

- (1) 素地調整および塗装にあたっては、各工程ごとに十分な施工管理を行うものとする。
- (2) 塗装完了後、塗装年月、塗装材料、塗装会社および塗料製造会社等をけた端部に直接記録するものとする。

- (1) 塗装に際しては、塗膜の耐久性を確保するために、表-解 3.3.1 に示す管理項目より必要項目について施工管理を行わなければならない。

表-解 3.3.1 塗装の施工管理

工 程	管 理 項 目	管 理 と 判 定 規 準
素地調整	コンクリート素地の状態	塗装に支障がないこと（目視）
	表面含水率	表面水分計で8％以下であること
	付着塩分	ガーゼふきとり法による測定で100 mg/㎡以下であること
	表面処理の度合	塗装に支障がないこと（目視）
塗 装	清掃の度合	塗装に支障がないこと（目視）
	使用塗料	塗料規格に規定され、仕様書に指定された塗料であること
	塗料使用量	塗装区分および工程毎の使用量が標準量と大きく変わらないこと
	塗装方法	仕様書に指定された方法であること
	塗膜状態	異常がないこと（目視）
	ウェット膜厚	各工程ごとのウェット膜厚が目標膜厚範囲内であること
	乾燥膜厚	目標膜厚の範囲内であること
	塗装間隔	指定の範囲内であること

なお、塗装終了後検査を行い、塗膜に欠陥がある場合には補修塗りを行わなければならない。補修塗りは、健全部と同程度の性能を有する塗膜を得るように行わなければならない。

- (2) 塗装記録は、表-解 3.3.2 の塗装記録表や図-解 3.3.1 の塗装記録表の位置に準拠するものとする。

表-解 3.3.2 塗装記録表

橋 梁 名		
塗 装 年 月		
素 地 調 整		
塗装材料 (使用量)	プ ラ イ マ ー	
	パ テ	
	中 塗 り	
	上 塗 り	
塗装材料製造者 (会社)		
施 工 者 (塗装会社)		

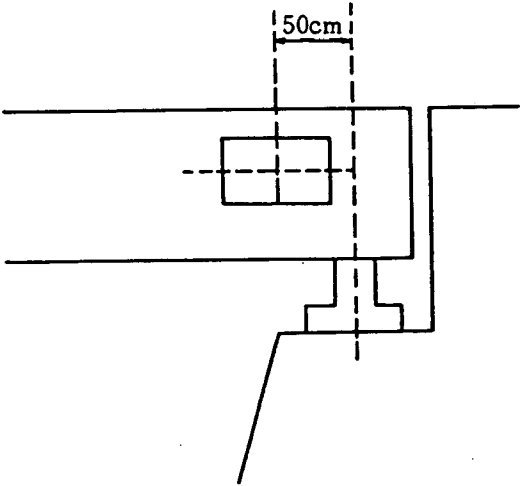


図-解 3.3.1 塗装記録表の位置

4. 塗装材料の品質

4.1 品 質

(1) 塗装材料は、表-4.1.1の規定を満足するものでなければならない。

表-4.1.1 塗装材料の品質

項目 \ 塗装系 種別	A 種	B 種	C 種
塗膜の外観	塗膜は均一で、流れ・むら・われ・はがれのないこと	同 左	同 左
耐 候 性	促進耐候試験を300時間行ったのち、白亜化はほとんど無く、塗膜にわれ、はがれの無いこと	同 左	同 左
し ゃ 塩 性	塗膜の塩素イオン透過量が $10^{-3}\text{mg}/\text{cm}^2$ ・日以下であること	同 左	塗膜の塩素イオン透過量が $10^{-3}\text{mg}/\text{cm}^2$ ・日以下であること
耐アルカリ性	水酸化カルシウムの飽和溶液に30日間浸漬しても、塗膜にふくれ・われ・はがれ・軟化・溶出のないこと	同 左	同 左
コンクリートとの付着性	25/25であること	同 左	同 左
ひびわれ追従性	塗膜の伸びが1%以上あること	塗膜の伸びが4%以上あること	塗膜の伸びが1%以上あること

(2) 塗装材料は、立会試験または公的機関における試験で品質規定に合格したものでなければならない。

(1) 品質規定は、コンクリート塗装に要求される性能を考慮して設定したものである。

プライマーは、コンクリート面によく浸透付着するとともに、その上に塗装される塗料ともよく付着して、塗装系全体の付着をよくするためのものであり、品質規定においてコンクリートとの付着性に関する試験項目を設けた。

中塗り塗料は、しゃ塩性を発揮しなければならないので、品質規定においてしゃ塩性に関する試験項目を設けた。

上塗り塗料は、良好な外観を与え、かつ海岸付近の強い紫外線やオゾンに対しても優れた耐候性を発揮するものでなければならないので、品質規定において、塗膜の外観と耐候性に関する試験項目を設けた。耐候性は、長期間にわたって保持されなければならないが、コンクリート橋の上塗りに用いようとしている塗装材料（ポリウレタン樹脂塗料上塗り）は、実績として10年をこす耐候性を持っていることが確認されている。このため、耐候性の試験時間は、本州四国連絡橋公団の塗料規格と同じく300時間とし、材料の確認をすればよいこととした。

塗膜は、しゃ塩性、耐アルカリ性が必要であり、さらにコンクリートにひびわれの発生の恐れがある場合にはひびわれ追従性も必要なので、品質規定においてしゃ塩性、耐アルカリ性およびひびわれ追従性に関する試験項目を設けた。品質規定は、海岸地域でコンクリート橋を塩害から保護することを目標として設定したものであり、実際に試験をして良好な結果が得られた塗装系は、この品質規定のような性能を示している。しかし、品質規定と耐久性能の関係は完全に把握されているとはいえないので、当面はこれらの性能が実績的に確認された塗装材料を使用することが望ましい。

(2) 塗装材料には多くの種類があり、外見等ではその品質の良否はわからない。したがって、立会試験または公的機関による試験によってその品質が確かめられたものを採用しなければならない。

なお、品質試験方法は付録1「コンクリート塗装材料の品質試験法(案)」に準拠するものとする。

4.2 検 査

塗装材料は、ロットごとに検査し、塗装材料規格に合格することを確認しなければならない。

塗装材料は、塗装系としての品質が要求を満足するように設計されていることが確認されたものが用いられるが、ロットごとの製造品質を確認するための検査も行わなければならない。

検査は、必要な項目について塗装材料の納入時に行われるものである。塗装系としての品質が満足されていることが明らかな場合には、塗装材料ごとの品質が確認されればよいものとする。

付録1 コンクリート塗装材料の品質試験方法(案)

この品質試験方法(案)は、コンクリート塗装材料の品質規格のための品質規格試験方法を規定したものである。なお、塗装材料に関する一般的な試験条件は、日本工業規格 (JIS K 5400) に準拠するものとする。

1. 塗膜の外観試験方法
2. 耐候性試験方法
3. シャ塩性試験方法
4. 耐アルカリ性試験方法
5. コンクリートとの付着性試験方法
6. ひびわれ追従性試験方法

(1) 塗膜の外観試験方法

JIS K 5400 の 6.1 による。ただし、試験片は、モルタル板にプライマー 1 回～中塗り 1 回～上塗り 1 回を各 24 時間間隔で塗装したものを用いる。モルタル板は、JIS A 5758 に適合する約 70×120×10mm の板とし、仕上げ面でない面を用いることとする。判定は、塗ってから 48 時間置いて、均一性・流れ・むら・われ・はがれについて調べる。

(2) 耐候性試験方法

JIS K 5400 の 6.17 の促進耐候試験機を用いて 300 時間の試験を行ったのち、塗面を指頭で軽くこすって白亜化の程度を調べ、塗膜のわれ・はがれの程度について調べる。

ただし、試験片は、モルタル板にプライマー 1 回～中塗り 1 回～上塗り 1 回を各 24 時間間隔で塗装したものを用いる。

(3) シャ塩性試験方法

1) 試験片

塗膜の材料試験には、遊離塗膜（フリーフィルム）試験片を用いる。

作成手順は次のとおりである。

- ① ブリキ板等に中塗り 1 回～上塗り 1 回を 24 時間間隔で目標膜厚まで塗装を行い、
20℃±0.5℃で120時間養生した後 80℃±2℃で60分加熱し放冷する。なお、塗

装時にはウェットフィルムゲージで塗布量を管理する。

- ② 塗装したブリキ板からアマルガム法により遊離塗膜を得る。
- ③ 遊離塗膜に変形（そり）がないこと、および自然光に透かしてピンホールのないことを確認し、試験の目的に応じた形状にすることが可能な打抜き機を用いて、同一塗装板から必要枚数の試験片を得る。
- ④ 試験片を鋼板の上に載せ、電磁膜厚計で膜厚を測定する。あるいは測定範囲0.01～10 mm のダイヤルゲージで各点の膜厚を測定し、膜厚が適切であることを確かめる。

2) 塗膜の塩素イオン透過量測定方法

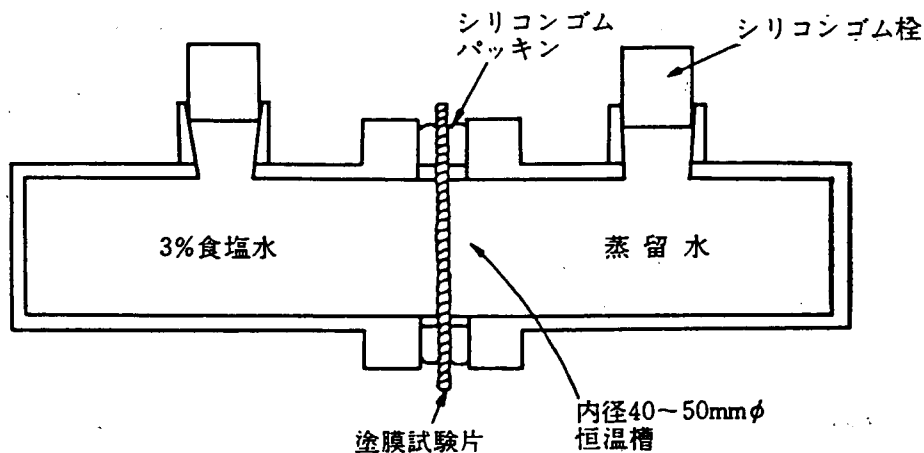
試験片の表側に3%食塩水を接し裏側に蒸留水を接して、塗膜中を透過する塩素イオン量を測定する方法である。

① 試験片

ピンホールのない1辺約70 mm の正方形の塗膜を用いる。

② 測定方法

- (a) 下図のようなガラス製（アクリル製でもよい）測定セルに塗膜フィルムをはさみ、フィルム表面側のセルには3%食塩水（85 ml～200 ml）を、裏面側には蒸留水（85 ml～200 ml）を入れる。



塩素イオン透過量測定方法

- (b) 20℃で30日間放置後、蒸留水側のセル（セルB）より溶液を一定量採取し、溶液中の塩素イオンを測定する。

③ 塩素イオンの分析

あらかじめ作成した検量線を用いて塩素イオンの定量を行う。

塩素電極：塩素イオン選択性電極

イオンメーター：塩素イオン選択性電極を接続できるイオンメーター

検量線の作成：試薬特級 NaCl を用いて、100, 50, 10, 5, 2, 1, 0.4, 0.2, 0.1 ppm の溶液を調製し、これらの溶液を用いて検量線を作成する。

または電位差滴定法を用いてもよく、この場合は検量線の作成を省略できる。

④ 単位および透過量の算出

分析結果を計算し ppm 単位で表示する。

$$\text{塩素イオン透過量 } Q = \frac{V \times m \times 10^{-3}}{A \times 30} \text{ (mg/cm}^2 \cdot \text{日)}$$

ここに、

V ：塗膜裏側の蒸留水量 (g)

m ：分析結果 (ppm)

A ：透過面積 (cm²)

(4) 耐アルカリ性試験方法

JIS K 5400 の 7.4 による。モルタル板にプライマー 1 回～中塗り 1 回を 24 時間間隔で塗装し、120 時間置いた後 80℃ ± 2℃ で 60 分加熱し、冷却させたものを試験片とし、飽和水酸化カルシウム溶液に 30 日間浸漬したのち引き上げ、時間後 ふくれ・われ・はがれ・軟化・溶出について調べる。

(5) コンクリートとの付着性試験方法

塗膜の外観を調べた試験片を用いる。ただし、試料をモルタル板に塗り、7 日間置いたものを試験片とする。試験片の中央部に新しいカッターナイフの刃 (JIS K 5400 6.15(2.1)) を用いて、塗膜に 3 mm 間隔で縦横それぞれ 6 本ずつ、素地に達する切傷を入れて、25 のます目をつくり、その上にセロハン粘着テープ (JIS Z 1522) を完全に密着するようにはりつけてからテープをいっきにはがし、ます目の残存数を調べる。

(6) ひびわれ追従性試験方法

1) 試験片

塗膜のひびわれ追従性試験には、遊離塗膜 (フリーフィルム) 試験片を用いる。作成手順は次のとおりである。

- ① ブリキ板等の中塗り 1 回～上塗り 1 回を 24 時間間隔で目標膜厚まで塗装を行い、20℃ ± 0.5℃ で 120 時間養生した後 80℃ ± 2℃ で 60 分加熱し放冷する。なお、塗装時にはウェットフィルムゲージで塗布量を管理する。
- ② 塗装したブリキ板からアマルガム法によりはくりさせ、遊離塗膜を得る。
- ③ 遊離塗膜に変形 (そり) がないことおよび自然光に透かしてピンホールのないことを確認し、試験の目的に応じた形状にすることが可能な打抜き機を用いて、同一

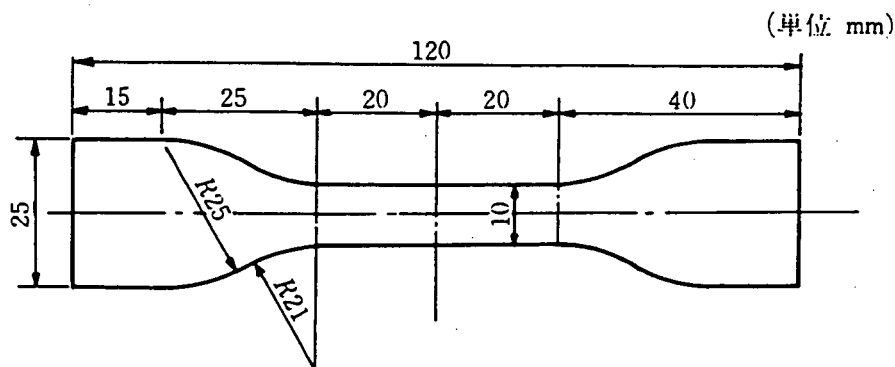
塗装板から必要枚数の試験片を得る。

- ④ 試験片を鋼板の上に載せ、電磁膜厚計で膜厚を測定する。あるいは測定範囲0.01～10 mm のダイヤルゲージで各点の膜厚を測定し、膜厚が適切であることを確かめる。

(2) 塗膜強度の測定方法

1) 試験片の形状

試験片の形状を下图に示す。



試験片の形状

試験片の枚数は、各測定回数ごとに少なくとも繰返し3回できるように準備する。

2) 試験装置

クロスヘッド分離速度を一定に保つことのできる材料試験機を使用する。試験中の試験片の温度を一定に保つために、恒温槽を取り付けたものとする。

試験片を保持するための2個の金属性つかみ具は、試験中に荷重が加わると自由に動いて一列に並び、試験片の長軸が2個のつかみ具の中心線を通して加えられる引張方向に一致するように、試験機の固定部分と可動部分にそれぞれ取り付けられたものとする。

3) 試験方法

- ① 試験片の中央平行部分の軸の厚さをその長さに沿った数個所で、精度1%まで測定する。
- ② 試験片の中心から20 mm離れたところにそれぞれ標線を記入する。
- ③ 試験温度は、 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ とする。
- ④ 試験速度は、原則として毎分 5 ± 1 mm。
- ⑤ 標線内で破断しない試験片の値は捨て、この分の試験片を追加して試験する。
- ⑥ 測定項目
 - (a) 降伏点における荷重
 - (b) 降伏点における標線間距離

(c) 破断時の荷重または最大荷重

(d) 破断時の標線間距離

4) 計算および結果の表示

降伏時の伸び率および破断時の伸び率は、降伏点における伸びまたは破断の瞬間の伸びに該当する伸びを、標線間の元の長さで割り 100 倍して求める。結果を%で表わし、2けたの有効数字で報告する。

降伏時の引張応力、最大荷重時の応力 および 破断時の引張応力は、降伏時の荷重 (kg)、または最大荷重あるいは破断時の荷重に該当する 荷重を試験片 の元の 最小断面積 (mm²) で割り、結果を kg /mm² で表わし、3けたの有効数字で報告 する。

弾性率は、荷重-伸び線図の始めの直線部分から、直線部分に対応する荷重の差を、これに対応する伸びの差で割って計算する。この場合、荷重の差とは、荷重 (kg) を試験片の元の断面積 (mm²) で除した値の差であり、伸びの差とは、荷重下の伸び測定に使用した二つの定点間長さの増加量を元の長さで除したものである。その結果を kg/mm² で表わし、3けたの有効数字で報告する。

各組の結果を算術平均し、「平均値」として報告する。

標準偏差（推定）を必要とするときは(1)式により計算し、2けたの有効数字で報告する。

$$S = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、

S：推定標準偏差

x：1 個の観測値

n：観測数

$\bar{x}$ ：観測群の算術平均

なお、塗膜の引張応力および弾性率は参考値であって、ひびわれ追従性の試験結果には直接含めなくともよいが、塗膜の性状を補足的に説明するのであるから、塗膜の伸び率とあわせて表示するのがよい。

付録2 塗料規格(案)

DK—CP—1	エポキシ樹脂プライマーの品質規格(案)
DK—CP—2	ポリウレタン樹脂プライマーの品質規格(案)
DK—CP—3	エポキシ樹脂塗料中塗りの品質規格(案)
DK—CP—4	柔軟型エポキシ樹脂塗料中塗りの品質規格(案)
DK—CP—5	柔軟型ポリウレタン樹脂塗料中塗りの品質規格(案)
DK—CP—6	厚膜型エポキシ樹脂塗料中塗りの品質規格(案)
DK—CP—7	厚膜型ビニルエステル樹脂塗料中塗りの品質規格(案)
DK—CP—8	ポリウレタン樹脂塗料上塗りの品質規格(案)
DK—CP—9	柔軟型ポリウレタン樹脂塗料上塗りの品質規格(案)

エポキシ樹脂プライマーの品質規格(案)

1. 適用範囲

この規格(案)は、コンクリート構造物の塩害対策に用いるエポキシ樹脂プライマーについて規定する。

〔備考〕 エポキシ樹脂プライマーは、エポキシ樹脂と硬化剤を主な原料とした2液型の塗料で、コンクリート面に直接塗装し塗装系の付着性をよくするためのものである。

2. 品 質

項 目	品 質
容器の中での状態	主剤・硬化剤とも、かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること
混 合 性	均等に混合すること
乾 燥 時 間 (h)	16 以内
ポ ッ ト ラ イ フ	20℃ で使用できる時間が、5 時間以上であること
塗 膜 の 外 観	塗面を見て平らさは良好で、流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと
混合塗料中の加熱 残分 (%)	35 以上
混合塗料中の溶剤 不溶物 (%)	20 以下
エポキシ基の定性	エポキシ基が存在すること

ポリウレタン樹脂プライマーの品質規格(案)

1. 適用範囲

この規格(案)は、コンクリート構造物の塩害対策に用いるポリウレタン樹脂プライマーについて規定する。

〔備考〕 ポリウレタン樹脂プライマーは、ポリオール樹脂とイソシアネート硬化剤を主な原料とするか、湿気硬化型のポリイソシアネート樹脂を主な原料とする塗料で、コンクリート面に直接塗装し塗装系の付着性をよくするためのものである。

2. 品 質

項 目	品 質
容器の中での状態	かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること
混 合 性	2液型の場合は、均等に混合すること
乾 燥 時 間 (h)	16 以内
ポ ッ ト ラ イ フ	2液形の場合は、20℃ で使用できる3時間が時間以上であること
塗 膜 の 外 観	塗面を見て平らさは良好で、流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと
混合塗料中の加熱残分 (%)	35 以上
混合塗料中の溶剤不溶物 (%)	20 以下
NOC 基の定性	NOC 基が存在すること

エポキシ樹脂塗料中塗りの品質規格(案)

1. 適用範囲

この規格(案)は、コンクリート構造物の塩害対策に用いるエポキシ樹脂塗料中塗りについて規定する。

〔備考〕 エポキシ塗料中塗りは、顔料、エポキシ樹脂、硬化剤を主な原料とした2液型の塗料であり、中塗りとして塗装系にしゃ塩性を与えるためのものである。

2. 品 質

項 目	品 質
容器の中での状態	主剤、硬化剤とも、かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること
混 合 性	均等に混合すること
つ ぶ (μ)	50 以下
乾 燥 時 間 (h)	16 以内
ポ ッ ト ラ イ フ	20℃ で使用できる時間が、5 時間以上であること
塗 膜 の 外 観	塗面を見て平らさは良好で、流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと
上 塗 り 適 合 性	上塗りしても支障のないこと
耐 屈 曲 性	7 日間置いたのち直径 8 mm の折り曲げに耐えること
混合塗料中の加熱 残分 (%)	60 以上
混合塗料中の溶剤 不溶物 (%)	30 以上
エポキシ基の定性	エポキシ基が存在すること

柔軟型エポキシ樹脂塗料中塗りの品質規格(案)

1. 適用範囲

この規格(案)は、コンクリート構造物の塩害対策に用いる柔軟型エポキシ樹脂塗料中塗りについて規定する。

〔備考〕 柔軟型エポキシ樹脂塗料中塗りは、顔料、柔軟型のエポキシ樹脂と硬化剤を主な原料とした2液型の塗料であり、中塗りとして塗装系にしゃ塩性を与えるとともに、コンクリートにひびわれを生じた場合にもひびわれに追従するものである。

2. 品 質

項 目	品 質
容器の中での状態	主剤，硬化剤とも，かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること
混 合 性	均等に混合すること
つ ぶ (μ)	50 以下
乾 燥 時 間 (h)	16 以内
ポ ッ ト ラ イ フ	20℃ で使用できる時間が，5 時間以上であること
塗 膜 の 外 観	塗面を見て平らさは良好で，流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと
伸 び 率	塗膜の伸びが4%以上あること
上 塗 り 適 合 性	上塗りしても支障のないこと
耐 屈 曲 性	7 日間置いたのち直径8 mm の折り曲げに耐えること
混合塗料中の加熱 残分 (%)	60 以上
混合塗料中の溶剤 不溶物 (%)	30 以上
エポキシ基の定性	エポキシ基が存在すること

柔軟型ポリウレタン樹脂塗料中塗りの品質規格(案)

1. 適用範囲

この規格(案)は、コンクリート構造物の塩害対策に用いる柔軟型ポリウレタン樹脂塗料中塗りについて規定する。

〔備考〕 柔軟型ポリウレタン樹脂塗料中塗りは、顔料、柔軟型のポリオール樹脂とイソシアネート硬化剤を主な原料とした2液型の塗料であり、中塗りとして塗装系にしゃ塩性を与えるとともに、コンクリートにひびわれを生じた場合にもひびわれに追従するものである。

2. 品 質

項 目	品 質
容器の中での状態	主剤・硬化剤とも、かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること
混 合 性	2液型の場合は、均等に混合すること
乾 燥 時 間 (h)	16 以内
ポ ッ ト ラ イ フ	2液型の場合は、20℃ で使用できる時間が、3時間 以上 であること
塗 膜 の 外 観	塗面を見て平らさは良好で、流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと
伸 び 率	塗膜の伸び率が4%以上あること
上 塗 り 適 合 性	上塗りしても支障のないこと
耐 屈 曲 性	7日間置いたのち直径8mmの折り曲げに耐えること
混合塗料中の加熱残分 (%)	60 以上
混合塗料中の溶剤不溶物 (%)	30 以上
NCO基の定性	NCO基が存在すること

厚膜型エポキシ樹脂塗料中塗りの品質規格(案)

1. 適用範囲

この規格(案)は、コンクリート構造物の塩害対策に用いる厚膜型エポキシ樹脂塗料中塗りについて規定する。

〔備考〕 厚膜型エポキシ樹脂塗料中塗りは、顔料、エポキシ樹脂、硬化剤を主な原料とした2液型塗料で、厚膜中塗りとして塩害に対する環境条件が特に厳しい条件で塗装系に優れたしゃ塩性を与えるためのものである。

2. 品 質

項 目	品 質
容器の中での状態	主剤，硬化剤とも，かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること
混 合 性	均等に混合すること
乾 燥 時 間 (h)	16 以内
ポ ッ ト ラ イ フ	20℃ で使用できる時間が，5 時間以上であること
塗 膜 の 外 観	塗面を見て平らさは良好で，流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと
上 塗 り 適 合 性	上塗りしても支障のないこと
伸 び 率	塗膜の伸びが1%以上であること
混合塗料中の加熱 残分 (%)	70 以上
混合塗料中の溶剤 不溶物 (%)	20 以上
エポキシ基の定性	エポキシ基が存在すること

厚膜型ビニルエステル樹脂塗料中塗りの品質規格(案)

1. 適用範囲

この規格(案)は、コンクリート構造物の塩害対策に用いる厚膜型ビニルエステル樹脂塗料中塗りについて規定する。

〔備考〕 厚膜ビニルエステル樹脂塗料中塗りは、ガラスフレーク、ビニルエステル樹脂、硬化剤を主な原料とした2液型塗料で、厚膜中塗りとして塩害に対する環境条件が特に厳しい条件で優れたしゃ塩性を与えるためのものである。

2. 品 質

項 目	品 質
容器の中での状態	主剤、硬化剤とも、かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること
混 合 性	均等に混合すること
乾 燥 時 間 (h)	8 以内
ポ ッ ト ラ イ フ	20℃ で使用できる時間が、1 時間以上であること
塗 膜 の 外 観	塗面を見て平らさは良好で、流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと
上 塗 り 適 合 性	上塗りしても支障のないこと
伸 び 率	塗膜の伸びが1%以上であること
残存塗膜重量 (%)	85 以上
主剤中の溶剤不溶物 (%)	15～35

ポリウレタン樹脂塗料上塗りの品質規格(案)

1. 適用範囲

この規格(案)は、コンクリート構造物の塩害対策に用いるポリウレタン樹脂塗料上塗りについて規定する。

〔備考〕 ポリウレタン樹脂塗料上塗りは、顔料、ポリオール樹脂、イソシアネート硬化剤を主な原料とする2液型の塗料で、長期間の暴露に耐えるものである。硬化剤には、非黄変形イソシアネートを用い、黄変形イソシアネートは使用しないものとする。

2. 品 質

項 目	品 質
容器の中での状態	主剤、硬化剤とも、かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること
混 合 性	均等に混合すること
つ ぶ (μ)	40 以下
乾 燥 時 間 (h)	8 以内
ポ ッ ト ラ イ フ	20℃ で使用できる時間が、5 時間以上あること
塗 膜 の 外 観	塗面を見て平らさは良好で、流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと
隠 ぺ い 率	0.90 以上
耐 屈 曲 性	7 日間置いたのち直径 8 mm の折り曲げに耐えること
促 進 耐 候 性	300 時間の促進耐候試験を行ったのち、白亜化はほとんどなく、色差 (ΔE) は 3 以内で、60 度鏡面光沢度の保持率は 70 % 以上であること
混合塗料中の加熱残分 (%)	55 以上
混合塗料中の溶剤不溶物 (%)	20 以上
NCO 基の定性	NCO 基が存在すること

〔注〕 上記品質は淡彩色に適用する。

柔軟型ポリウレタン樹脂塗料上塗りの品質規格(案)

1. 適用範囲

この規格(案)は、コンクリート構造物の塩害対策に用いる柔軟型ポリウレタン樹脂塗料上塗りについて規定する。

〔備考〕 柔軟型ポリウレタン樹脂塗料上塗りは、顔料、柔軟型のポリオール樹脂とイソシアネート硬化剤を主な原料とする2液型の塗料で、長期間の暴露に耐えるとともに、コンクリートにひびわれを生じた場合にもひびわれに追従するものである。硬化剤には、非黄変形イソシアネートを用い、黄変形イソシアネートは使用しないものとする。

2. 品 質

項 目	品 質
容器の中での状態	主剤、硬化剤とも、かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること
混 合 性	均等に混合すること
つ ぶ (μ)	40 以下
乾 燥 時 間 (h)	8 以内
ポ ッ ト ラ イ フ	20℃ で使用できる時間が、5 時間以上であること
塗 膜 の 外 観	塗面を見て平らさは良好で、流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと
隠 ペ イ 率	0.90 以上
伸 び 率	塗膜の伸び率が4%以上あること
耐 屈 曲 性	7 日間置いたのち直径8 mm の折り曲げに耐えること
促 進 耐 候 性	300 時間の促進耐候試験を行ったのち、白亜化はほとんどなく、色差 (ΔE) は3 以内で、60度鏡面光沢度の保持率は70% 以上であること
混合塗料中の加熱残分 (%)	55 以上
混合塗料中の溶剤不溶物 (%)	20 以上
NCO 基 の 定 性	NCO 基が存在すること

〔注〕 上記品質は淡彩色に適用する。

補修事例

1. 補修一般

1.1 補修の目的

1.2 補修方法

2. 補修事例

2.1 断面修復事例

2.2 表面塗装事例

近年、塩害を受けたコンクリート橋の補修方法としては、その損傷の程度によって、コンクリートはくり部に対する断面修復方法 および塩分の浸透を防ぐため表面塗装方法が主に実施されている。これらの補修方法の事例について、橋梁概要、補修手順および補修材料等を以下に示し、補修の参考に資するものである。

なお、塩害に対する補修技術は、現在研究途中の分野であり、今後この分野の研究、開発が期待されるところである。

1. 補 修 一 般

1.1 補修の目的

ここで示した補修事例では、補修とは海岸付近の既設橋で、塩害による損傷を受けているコンクリート橋に対して損傷の進行を抑制することを目的とするものであり、橋梁の耐力の復元は期待できないのが一般的である。

1.2 補修方法

海岸付近の既設橋では、塩害に対する点検、調査が重要であり、損傷が認められた場合はできるだけ速やかにその補修を行う必要がある。

コンクリート橋の塩害は、コンクリート中の鋼材が腐食し、さらに、コンクリートのひびわれおよびはくりが発生するような損傷となるので、その補修は、劣化コンクリート部分を除去して鋼材の防錆などを行う断面修復法とコンクリートの表面に塗装を行い腐食の進行を抑制する表面塗装法がとられている。これらの補修手順および補修方法の特徴を表-1.2.1に示した。

なお、補修した橋梁において比較的短い期間に再び損傷が進行した事例もみられ、今後は適切な時期にコンクリート塗装を行うなどの対策の実施が望まれるところであり、各種塗装系の研究等が精力的に行われている現状である。

表-1.2.1 補 修 方 法

補修方法	補 修 手 順								補修方法の特徴
	対象となる構造部分	(1) 劣化コンクリート部分の除去	(2) 鋼材の防錆	(3) 断面修復	(4) 劣化部の除去	(5) 不陸修正	(6) 素地調整	(7) 塗装	
断面修復法	非損傷部分				○ → ○ → ○ → ○				腐食速度を厳密に抑制するために鋼材の防錆、断面修復材の材質、塗装材の保護性能（酸素透過防止能力）を高度に要求する。
	全面ひびわれ、はく落部分	○ → ○ → ○ → ○							
表面塗装法	全 面				○ → ○ → ○ → ○				コンクリートの含有塩分量を増加させないようにすると同時に部分的に劣化部を除去する。
	全 面						○ → ○		コンクリートの含有塩分量を増加させないようにする（塩分付着を防ぐ）。

2. 補 修 事 例

2.1 断面修復事例

〔事例・1〕 （R C橋の部分的な断面修復事例）

(1) 橋梁概要

1) 橋梁概要

竣 工 年 月 日	大正・(昭和) 26 年 10 月
橋 種	①道路橋 2. 鉄道橋 3. その他 ()
形 式	①R C 2. プレテン 3. ポステン 4. その他 ()
断 面 形 状	①T 2.Box 3.Hollow 4. 合成 5.Slab 6. その他 ()
橋 長	50.5m
支 間 割	15.0+20.1+15.0m (ゲルバーけた)
総 幅 員	5.1m
施 工 方 法	①支保工 2. プレキャスト
舗 装	1. アスファルト ②コンクリート 3. その他 ()

2) 橋梁の環境状況

海岸線からの距離	1. 海上 2. 汀線沿い ③海岸線から 約 6 km
けた下高 さ	約 8 m
架 橋 環 境	1. 岩礁乱立 2. テトラポット 3. 工場 4. 住居 5. 農地 6. 道路 7. 鉄道 8. 海 9. 砂浜 ⑩川 11. しぶきかかる 12. その他 ()

3) 調査時の外観

外 観	1. 錆汁あり 2. 表面変色あり 3. ひびわれあり ④鉄筋露出 5. その他特記事項 ⑥はく落あり
-----	---

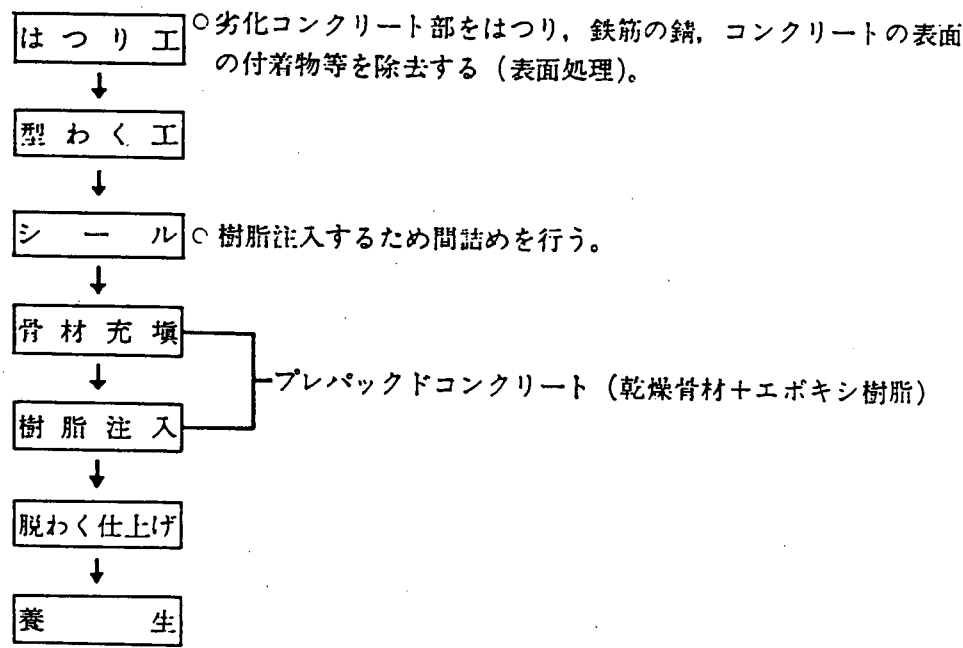
4) 補修概要

補修年月日	昭和 57 年 8 月		
補修箇所	主げた	①下面（下フランジ） 2.側面 3.床版 4.その他（ ）	
	横げた	1.下面 2.側面 3.その他（ ）	
補修方法	1.塗布 2.注入 ③プレバックド 4.パッチング 5.張付け 6.その他		
補修材料	1.セメント系 ②エポキシ系 3.鋼板 4.グラスウール 5. P C 鋼材 6.その他（ ）		

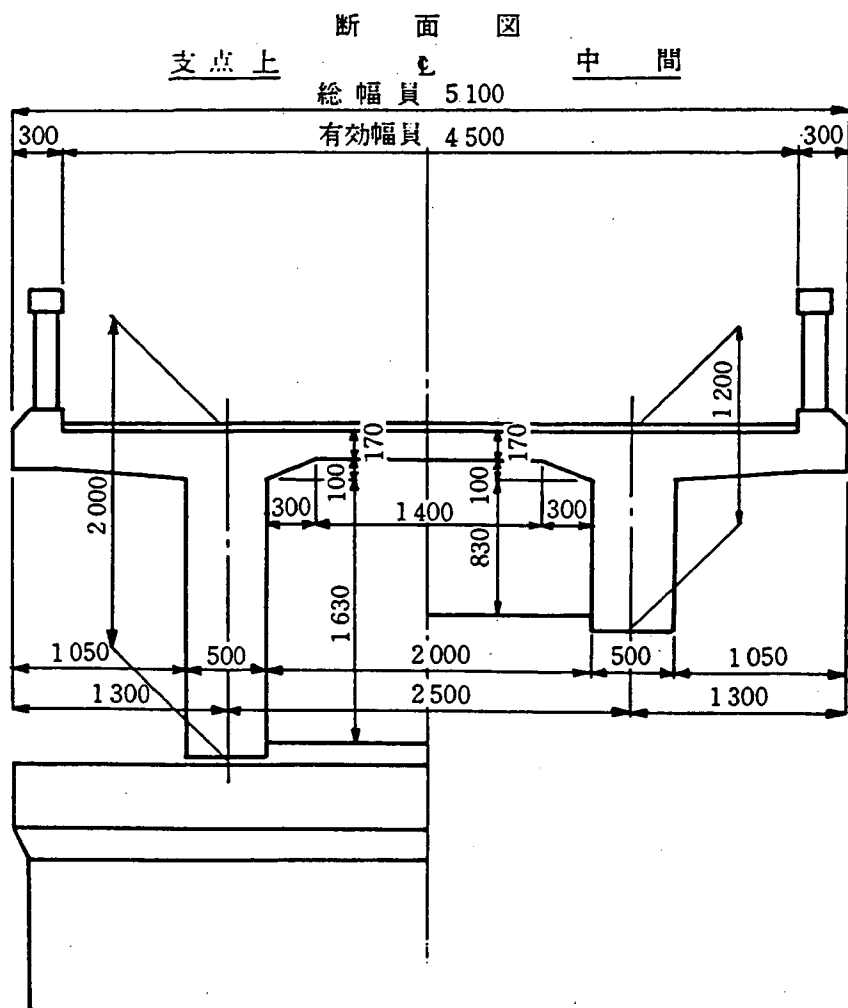
(2) 断面修復の手順

コンクリートのひびわれ、はくり等の発生している劣化部をはつり取り、樹脂プレパックドコンクリートによって断面修復を行った。

施工手順は以下のように行った。



(3) けたの断面形状



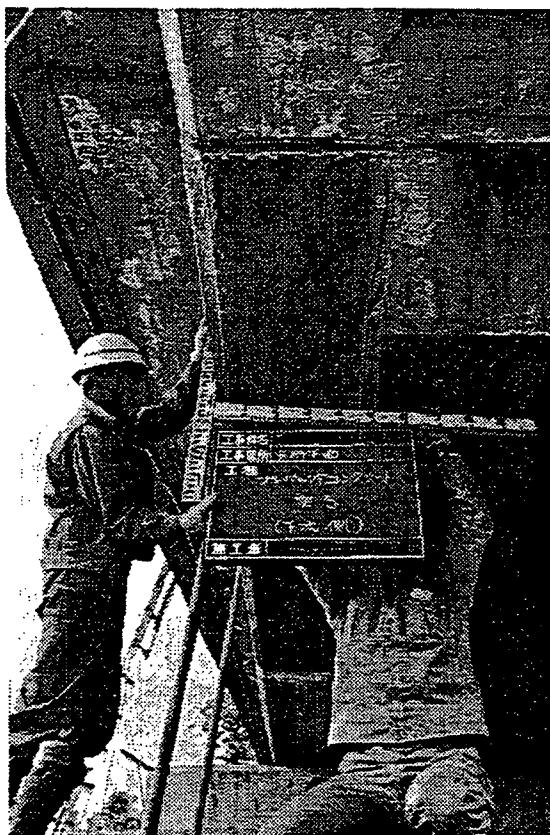
(4) 工事写真

表面処理



コンクリート表面の劣化部分のはつり

完 成



樹脂プレパックドコン
クリートによる断面修
復

〔事例・2〕（P C 橋の部分的な断面修復事例）

(1) 橋梁概要

1) 橋梁概要

竣工年月日	大正・(昭和) 37 年 3 月
橋 種	①道路橋 2. 鉄道橋 3. その他 ()
形 式	1. R C 2. プレテン ③ポステン 4. その他 ()
断 面 形 状	①T 2. Box 3. Hollow 4. 合成 5. Slab 6. その他 ()
橋 長	70.0m
支 間 割	3@22.75m
総 幅 員	7.7m
施 工 方 法	1. 支保工 ②プレキャスト
舗 装	①アスファルト 2. コンクリート 3. その他 ()

2) 橋梁の環境状況

海岸線からの距離	1. 海上 ②汀線沿い ③海岸線から 約 55 m
けた下高さ	約 4.0 m

架 橋 環 境	1.岩礁乱立 2.テトラポット 3.工場 4.住居 5.農地 6.道路 7.鉄道 8.海 ⑨砂浜 ⑩川 ⑪しぶきかかる ⑫その他（河口）
---------	--

3) 調査時の外観

外 観	①錆汁あり ②表面変色あり ③ひびわれあり ④鉄筋露出 5.その他特記事項 ⑥はくり，はく落あり
-----	---

4) 補修概要

補 修 年 月 日	昭和 57 年 9 月	
補 修 個 所	主げた	①下面（下フランジ） ②側面 3.床版 4.その他（ ）
	横げた	①下面 ②側面 3.その他（ ）
補 修 方 法	1.塗布 2.注入 ③プレバックド 4.パッチング 5.張付け 6.その他	
補 修 材 料	1.セメント系 ②エポキシ系 3.鋼板 4.グラスウール 5.PC鋼材 6.その他（ ）	

(2) 断面修復の手順（表-2.1.1 参照）

ひびわれ表面またはコンクリート劣化部分をはつり，エポキシ樹脂パテ，樹脂モルタル，セメントモルタル等を充填する。

施工手順は以下のように行った。

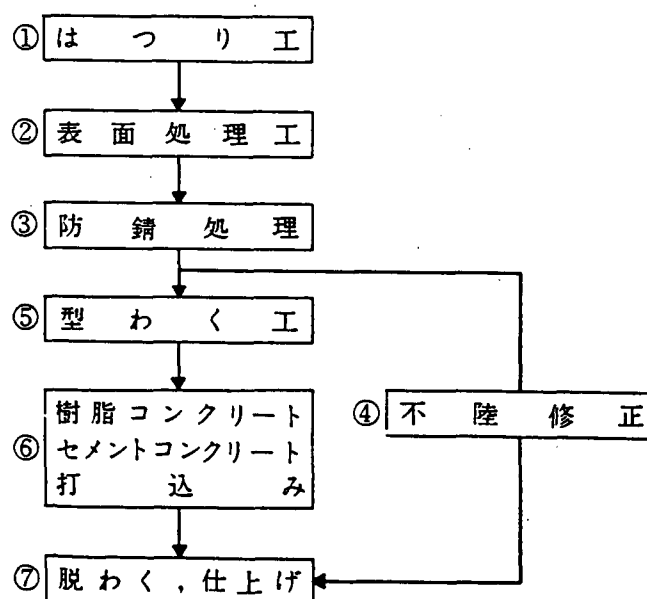
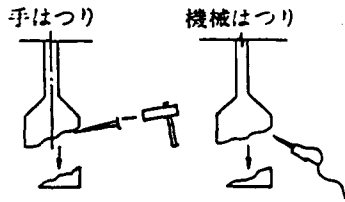
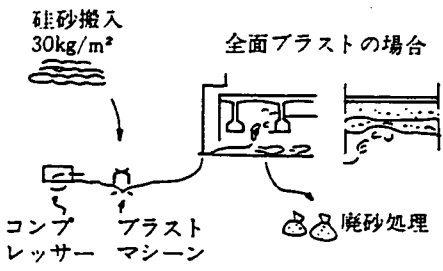
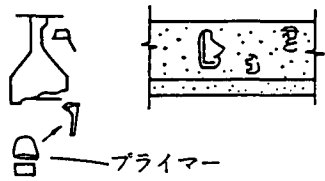
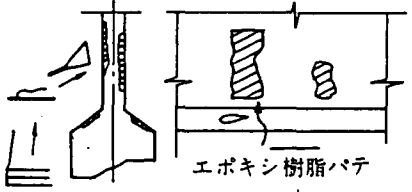
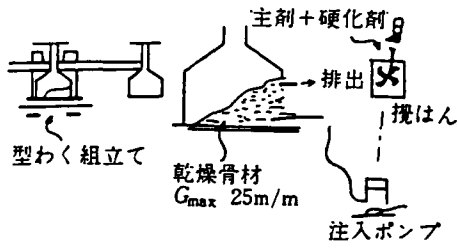
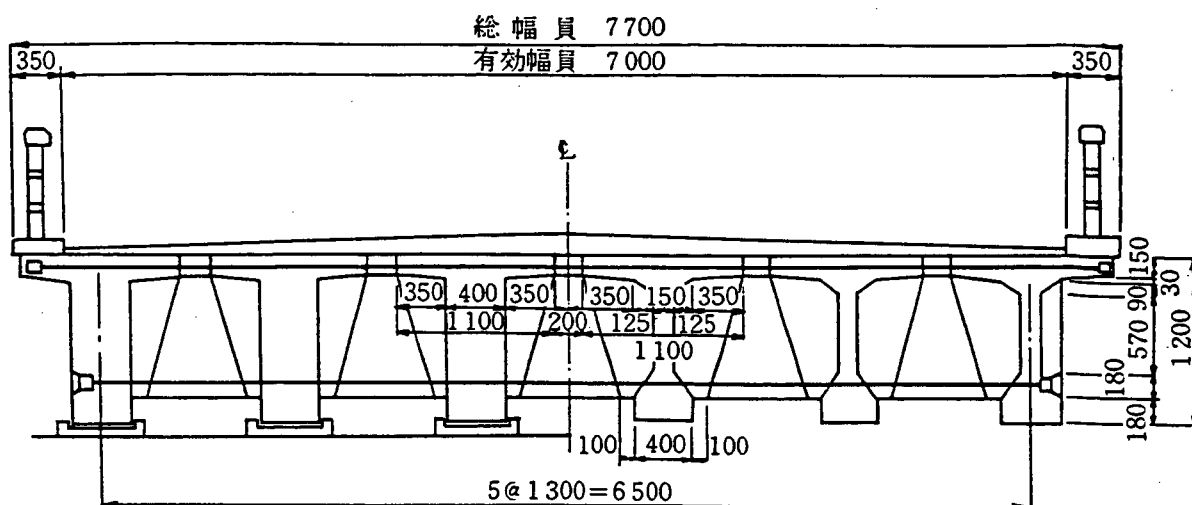


表-2.1.1 断面修復の手順

No.	施 工 手 順 図 示	仕 様
①	は っ り 工	劣化コンクリート部をはつり、鉄筋およびコンクリート表面の付着物等を除去する。
	 手はつり 機械はつり	
②	表 面 処 理 工	サンドブラスト等を用いてコンクリート面の劣化部を除去し、粗骨材面を露出させる。施工にあたって防塵対策および廃砂処理については十分留意する必要がある。
	 珪砂搬入 30kg/m² 全面ブラストの場合 コンプレッサー プラストマシン 廃砂処理	
③	防 錆 処 理	下地処理後、鉄筋、PC鋼線等に防錆処理を施す。
	 プライマー	
④	不 陸 修 正	コンクリート面に不陸部分があった場合は、エポキシ樹脂パテで不陸修正を施す。
	 エポキシ樹脂パテ	
⑤ ⑥	樹脂プレパックドコンクリート	角落ちの大きい個所は樹脂プレパックドコンクリートで補修する。 標準使用量： ○ 注入剤 エポキシ樹脂系グラウト 500kg/m ³ ○ 砂 利 乾燥骨材 G_{max} 25m/m 1500kg/m ³
	 型わく組立て 主剤+硬化剤 排出 攪はん 注入ポンプ 乾燥骨材 G_{max} 25m/m	

(3) けたの断面形状

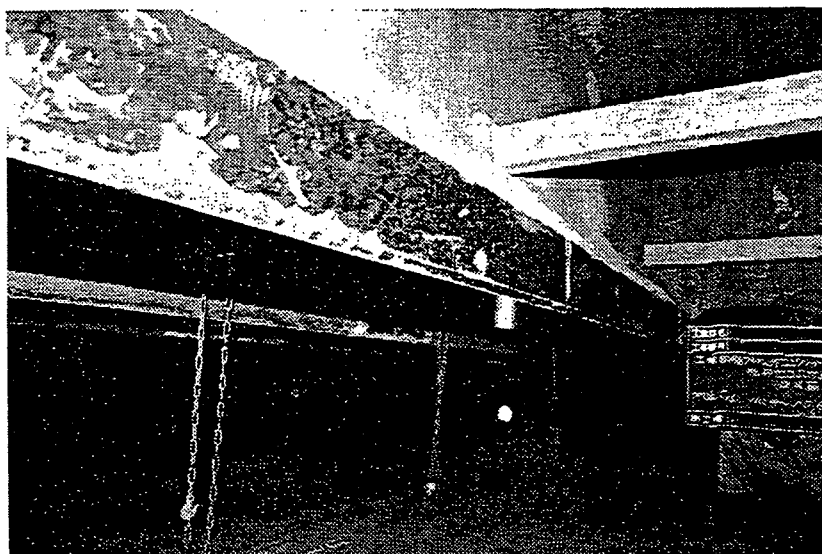


(4) 工事写真



防錆処理完了状況

樹脂ブレバックドコン
クリートによる修復後



〔事例・3〕（P C 橋の部分的な断面修復＋全面塗装）

(1) 橋梁概要

1) 橋梁概要

竣工年月日	大正・(昭和) 40 年 12 月
橋 種	①道路橋 2. 鉄道橋 3. その他 ()
形 式	1. R C 2. プレテン ③ボステン 4. その他 ()
断 面 形 状	①T 2. Box 3. Hollow 4. 合成 5. Slab 6. その他 ()
橋 長	235.9m
支 間 割	9@25.12m
総 幅 員	8.8m
施 工 方 法	1. 支保工 ②プレキャスト
舗 装	①アスファルト 2. コンクリート 3. その他 ()

2) 橋梁の環境状況

海岸線からの距離	①海上 2. 汀線沿い 3. 海岸線から 約 km
けた下高さ	約 6 m
架 橋 環 境	1. 岩礁乱立 2. テトラポット 3. 工場 4. 住居 5. 農地 6. 道路 7. 鉄道 ⑧海 9. 砂浜 10. 川 11. しぶきかかる 12. その他 ()

3) 調査時の外観

外 観	①錆汁あり 2. 表面変色あり ③ひびわれあり ④鉄筋露出 5. その他特記事項 ⑥はくりあり
-----	--

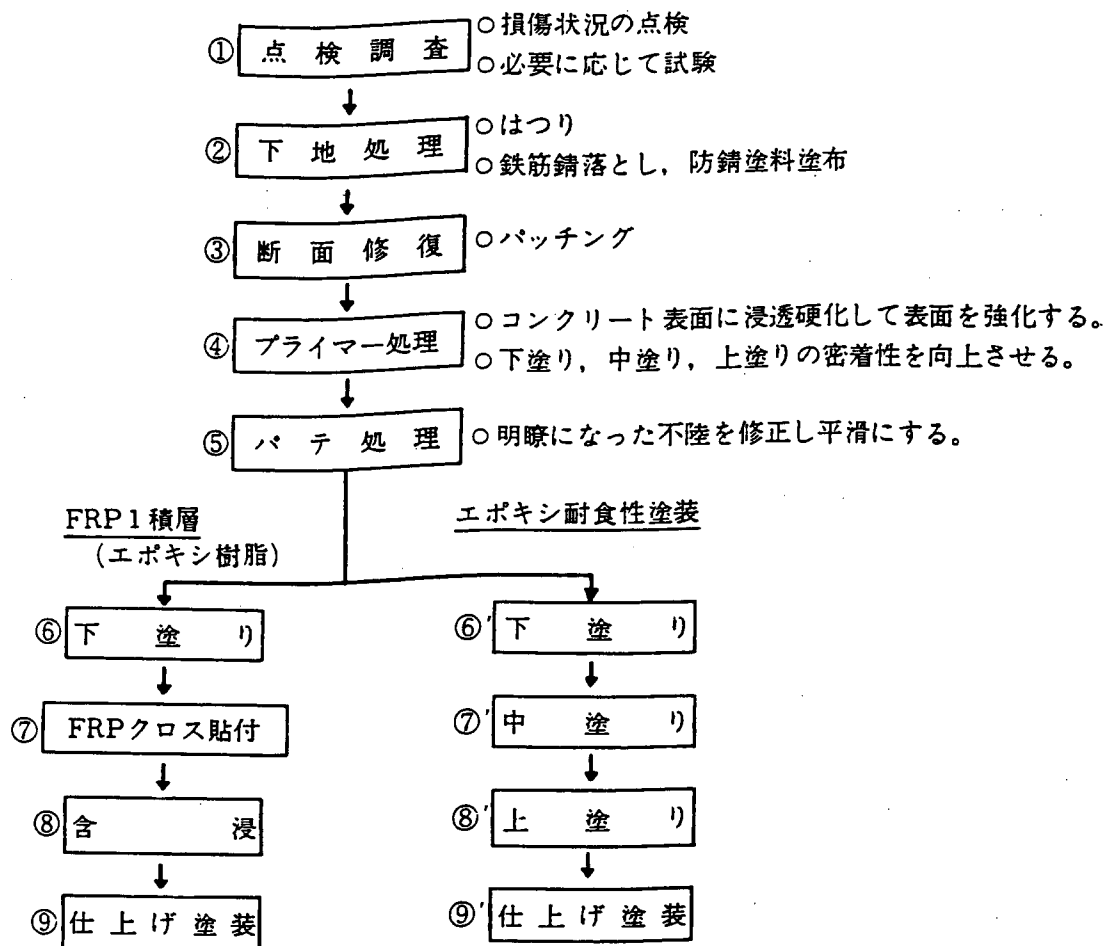
4) 補修概要

補修年月日	昭和 55 年 12 月
補修箇所	主げた ①下面（下フランジ） ②側面 ③床版 4. その他 ()
	横げた 1. 下面 ②側面 3. その他
補修方法	①塗布 2. 注入 3. プレバックド ④パッチング ⑤張付け 6. その他
補修材料	1. セメント系 ②エポキシ系 3. 鋼板 ④グラスウール 5. P C 鋼材 6. その他 ()

(2) 断面修復の手順

この補修事例は、ガラス繊維を補強層としたFRPライニング工法と、水分、酸素のしゃへい効果、海水からの保護という耐食効果を目的とした耐食性塗装工法（エポキシ樹脂）の2種類の施工を行った。

施工手順は以下のように行った。



(3) 使用材料

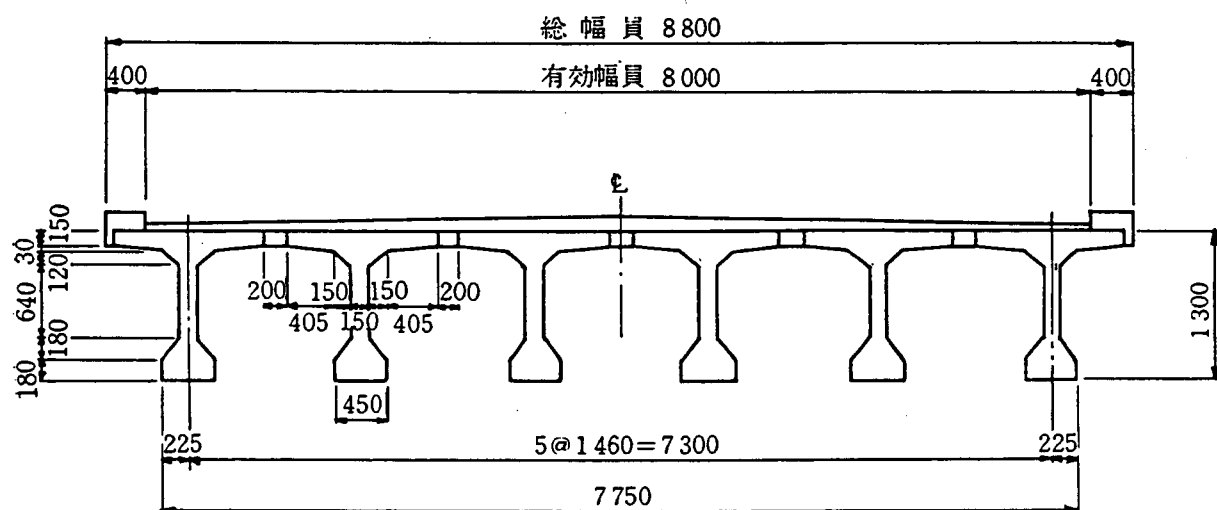
1) ガラス繊維ライニング工法

処 理 名	塗 料 名	塗布量	塗装器具
プライマー処理	エポキシ樹脂プライマー	—	は け
パ テ 処 理	エポキシ樹脂パテ	—	へ ら
下 塗 り	エポキシ樹脂塗料	1.0kg/m ²	ロ ー ラ ー
FRPクロス貼付	エポキシ樹脂ガラスクロス	0.6 "	
含 浸	エポキシ樹脂塗料	1.2 "	ロ ー ラ ー
仕 上 げ 塗 装	アクリルウレタン樹脂塗料	0.4 "	ロ ー ラ ー

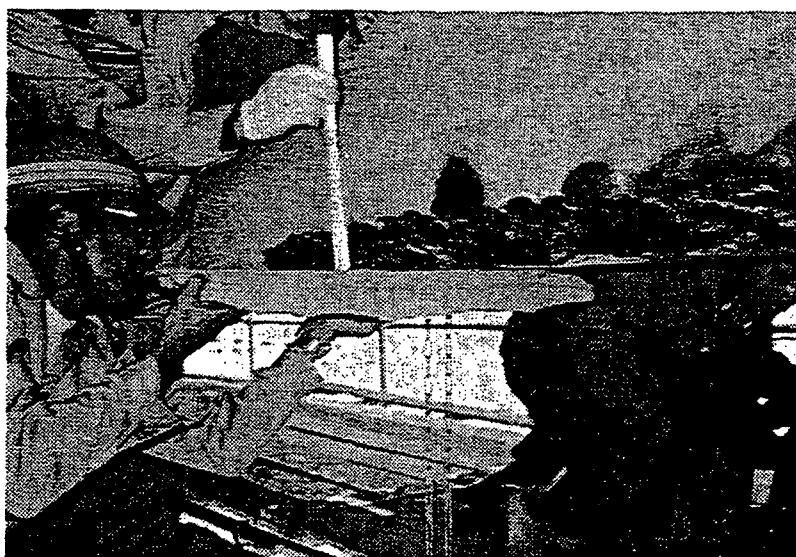
2) エポキシ耐食性塗装工法

処 理 名	塗 料 名	塗布量	塗装器具
プライマー処理	エポキシ樹脂プライマー	—	は け
パ テ 処 理	エポキシ樹脂パテ	—	へ ら
下 塗 り	エポキシ樹脂塗料	0.5 kg/m ²	ロ ー ラ ー
中 塗 り	エポキシ樹脂塗料	0.46 "	"
上 塗 り	エポキシ樹脂塗料	0.18 "	"
仕 上 げ 塗 装	アクリルウレタン樹脂塗料	0.4 "	"

(4) けたの断面形状



(5) 工事写真



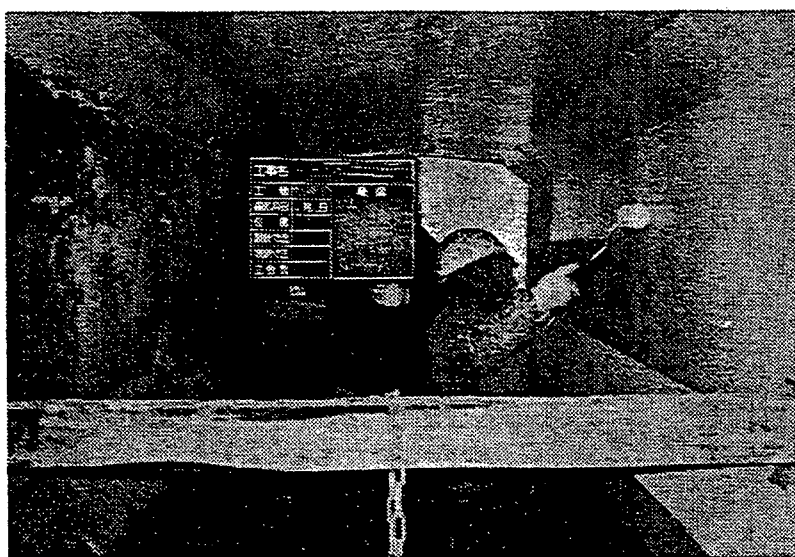
① 点検調査



③ 断面修復



(FRP1積層)
⑦ FRPクロス貼付



(エポキシ耐食性塗装)
⑨' 仕上げ塗装

2.2 表面塗装事例

〔事例・1〕（R C 橋の表面塗装事例）

(1) 橋梁概要

1) 橋梁概要

竣工年月日	大正・(昭和) 4 年 月
橋 種	①道路橋 2. 鉄道橋 3. その他 ()
形 式	①R C 2. プレテン 3. ポステン 4. その他 ()
断 面 形 状	1. T 2. Box 3. Hollow 4. 合成 5. Slab 6. その他 ()
橋 長	330.0m (アーチ橋)
支 間 割	8@41.25m
総 幅 員	20.0m
施 工 方 法	①支保工 2. プレキャスト
舗 装	①アスファルト 2. コンクリート 3. その他 ()

2) 橋梁の環境状況

海岸線からの距離	1. 海上 2. 汀線沿い ③海岸線から 約 300 m
けた下高さ	約 6 m
架 橋 環 境	1. 岩礁乱立 2. テトラポット 3. 工場 4. 住居 5. 農地 6. 道路 7. 鉄道 8. 海 9. 砂浜 ⑩川 11. しぶきかかる 12. その他 ()

3) 調査時の外観

外 観	①錆汁あり ②表面変色あり ③ひびわれあり ④鉄筋露出 5. その他特記事項 ⑥はくり, はく落あり
-----	---

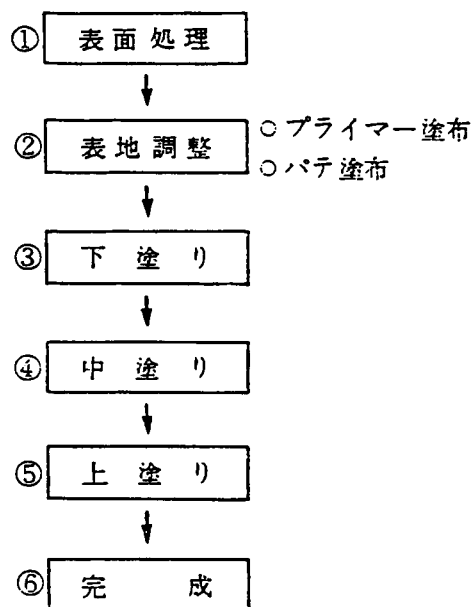
4) 補修概要

補 修 年 月 日	昭和 57 年 3 月	
補 修 個 所	主げた	①下面 (下フランジ) 2. 側面 3. 床版 4. その他 ()
	横げた	1. 下面 2. 側面 3. その他 ()
補 修 方 法	①塗布 2. 注入 3. プレパックド 4. パッチング 5. 張付け 6. その他	
補 修 材 料	1. セメント系 ②エポキシ系 3. 鋼板 4. グラスウール 5. P C 鋼材 ⑥その他 (特殊合成ゴム)	

(2) 塗装手順

コンクリート表面処理後、エポキシプライマーおよびパテを用いて、素地調整を行う。その後しゃへい効果とひびわれ追従性に下塗り、中塗りを塗布し、耐候性、耐水性に上塗り材を塗布する。

施工手順は以下のように行った。



(3) 使用材料

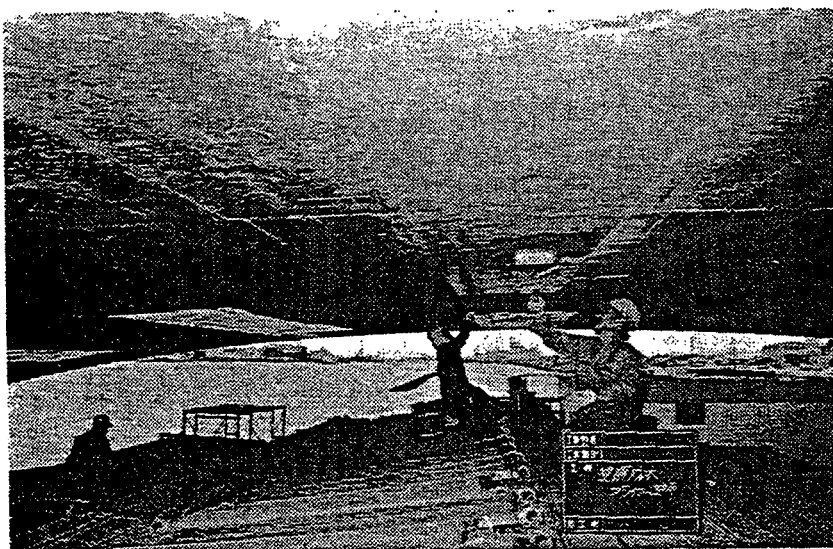
処 理 名	塗 料 名	塗布厚さ	塗装器具
プライマー処理	エポキシ樹脂プライマー	0.15 kg/m ²	は げ
パ テ 処 理	エポキシ樹脂パテ	0.40 kg/m ²	へ ら
下 塗 り	ポリブタジエン系 特殊合成ゴム塗料	500 μ	ロ ー ラ ー
中 塗 り	ポリブタジエン系 特殊合成ゴム塗料	450 μ	ロ ー ラ ー
上 塗 り	アクリルウレタン樹脂塗料	30 μ	は げ

(4) 工事写真



① 表面処理

コンクリート表面の劣化部をサンドブラスト等を用いて除去し、乾燥させる。



② 素地調整

プライマーを塗布しコンクリート表面に浸透硬化させ表面の強化をはかるとともに接着性を高める。



② 素地調整

パテ塗布により不陸を修正しコンクリート表面を平滑にする。

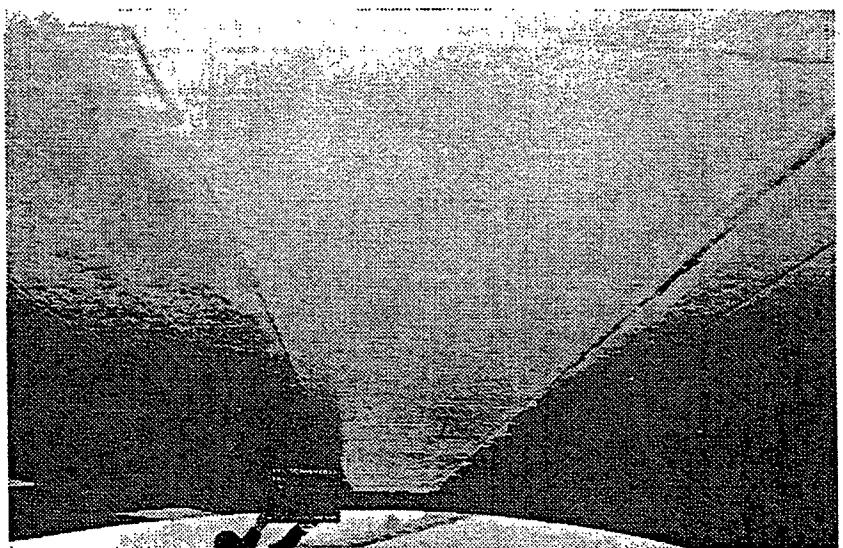


③ 下塗り

④ 中塗り



④ 上塗り



⑤ 完 成

〔事例・2〕（P C 橋の表面塗装事例）

(1) 橋梁概要

1) 橋梁概要

竣工年月日	大正・(昭和) 56 年 8 月
橋 種	①道路橋 2.鉄道橋 3.その他 ()
形 式	1. R C 2. プレテン ③ポステン 4.その他 ()
断 面 形 状	①T 2.Box 3.Hollow 4.合成 5.Slab 6.その他 ()
橋 長	136.1m
支 間 割	4@33.25m
総 幅 員	14.75m
施 工 方 法	1.支保工 ②プレキャスト
舗 装	①アスファルト 2.コンクリート 3.その他 ()

2) 橋梁の環境状況

海岸線からの距離	1.海上 ②汀線沿い ③海岸線から 約 50 m
けた下高さ	約 4.0 m
架 橋 環 境	1.岩礁乱立 2.テトラポット 3.工場 4.住居 5.農地 6.道路 7.鉄道 8.海 ⑨砂浜 ⑩川 ⑪しぶきかかる 12.その他 ()

3) 調査時の外観

外 観	①錆汁あり 2.表面変色あり 3.ひびわれあり 4.鉄筋露出 ⑤その他特記事項（スペーサー，番線等より錆汁あり）
-----	---

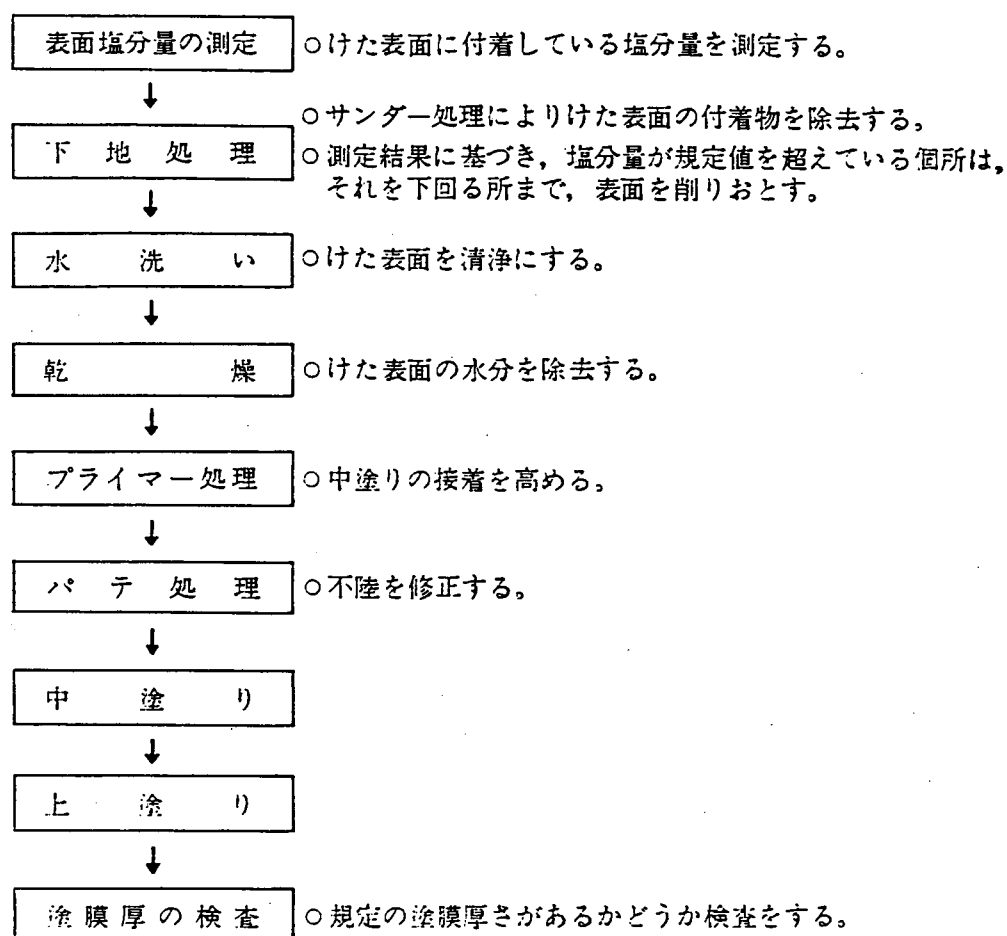
4) 補修概要

補修年月日	昭和 57 年 12 月	
補修箇所	主げた	①下面（下フランジ） ②側面 ③床版 4.その他 ()
	横げた	①下面 ②側面 3.その他 ()
補修方法	①塗布 2.注入 3.プレパックド 4.パッチング 5.張付け 6.その他	
補修材料	1.セメント系 ②エポキシ系 3.鋼板 4.グラスウール 5.P C 鋼材 ⑥その他（ウレタン系）	

(2) 塗装手順

本事例は、建設後約1年経過した橋梁に表面塗装を行ったものである。

施工手順は以下のように行った。



(3) 使用材料

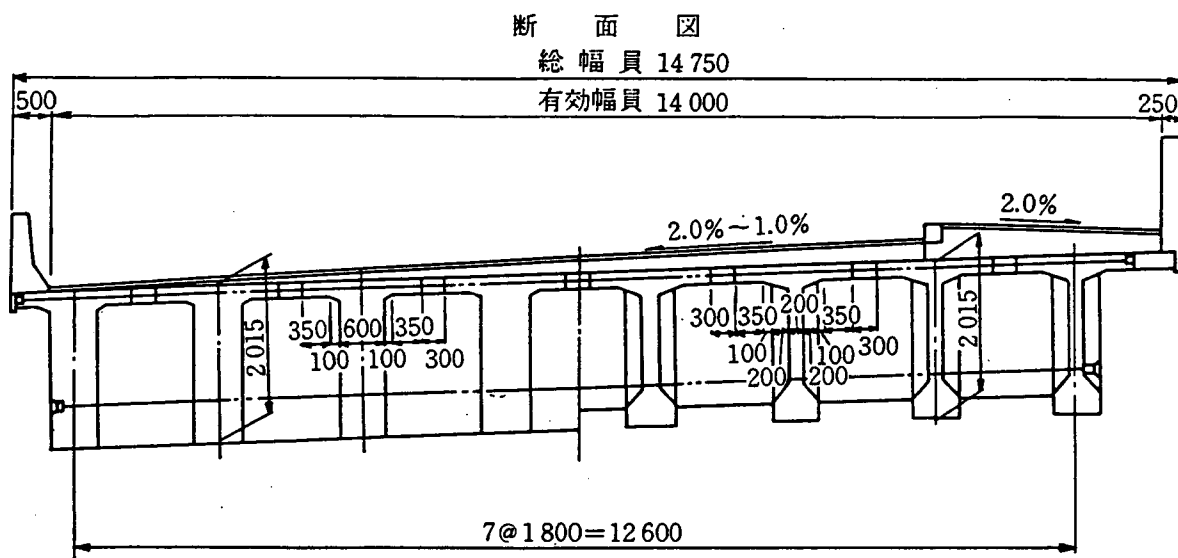
1) エポキシ系

処 理 名	塗 料 名	塗布厚さ	塗装器具
プライマー処理	エポキシ樹脂プライマー	—	は け
パテ処理	エポキシ樹脂パテ	—	へ ら
中 塗 り	エポキシ樹脂塗料	290 μ	ロ ー ラ ー
上 塗 り	ウレタン樹脂塗料	60 μ	は け

2) ビニルエステル系

処 理 名	塗 料 名	塗布厚さ	塗装器具
プライマー処理	エポキシ樹脂プライマー	—	ロ ー ラ ー
パ テ 処 理	ビニルエステル樹脂パテ	—	へ ら
中 塗 り	ビニルエステル樹脂塗料	990 μ	ロ ー ラ ー
上 塗 り	ウレタン樹脂塗料	60 μ	は け

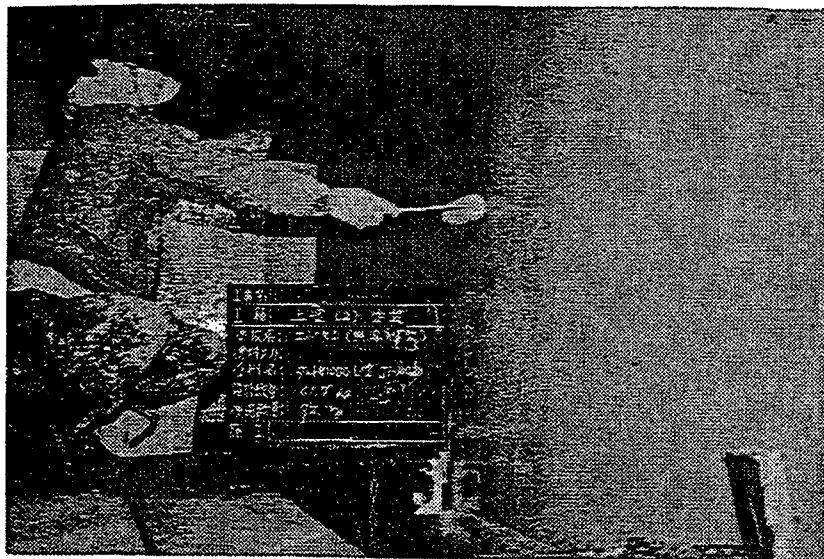
(4) けたの断面形状



(5) 施工写真



けた下面の上塗り



けた側面の上塗り

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of NILIM
No.55 November 2002

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 TEL0298-64-2675