参考資料２

鋼道路橋の耐久性信頼性向上に関する

検証実験

検証実験１：横桁・ダイヤフラム等の開口大きさの検証
検証実験２：橋座の作業空間の一次検証
検証実験３：橋座の作業空間の二次検証
検証実験４：横桁上フランジと床版の作業空間の検証
検証実験５：箱桁上フランジ埋め殺し型枠内の排水構造の検証
検証実験６：桁端部マンホールの水の浸水防止機能の検証
検証実験７：連結版の縁端形状における滞水しやすさの検証
検証実験８：箱桁内の排水構造における滞水しやすさの検証
検証実験９：フランジ水切り板の伝い水の検証

検証実験１

横桁・ダイヤフラム等の開口大きさの検証

1.検討方針

<table>
<tr><th></th><th>中間ダイヤフラム</th><th colspan="2">支点上ダイヤフラム</th></tr>
<tr><th></th><th></th><th>端支点</th><th>中間支点</th></tr>
<tr><td>要求性能</td><td>1)桁内の通過，移動
2)点検機材の桁内の通過，移動
3)補修機材の桁内の通過，移動</td><td>1)橋台から桁内への侵入
2)点検機材の桁内への搬入
3))補修機材の桁内への搬入
4)桁内作業時の換気</td><td>1)支点部の通過
2)桁内から中間橋脚上へのアクセス（桁間に上部工検査路があっても必要）
3)点検機材の桁内への搬入
4)補修機材の桁内への搬入
5)桁内作業時の換気（ウェブ面の開口）</td></tr>
<tr><td>制約条件</td><td>1)支点上ダイヤフラムに比べると構造的，応力的制約は少なく，開口寸法や位置に比較的自由度がある．
2)設置箇所数が多い．</td><td>1)ダイヤフラムとしての必要断面積確保のほか支点上補剛材，落橋防止システムなど，開口寸法を決定するうえで構造的，応力的制約が大きい（周辺に上記部材が設置され狭隘となる場合が多い）．
2)開閉式の蓋が設置される．</td><td>1)ダイヤフラムとしての必要断面積確保のほか支点上補剛材など，開口寸法を決定するうえで構造的，応力的制約が大きい（周辺に上記部材が設置され狭隘となる場合が多い）．
2)開閉式の蓋が設置される．</td></tr>
<tr><td>既存の開口寸法目安</td><td>1) 600×1000（例えば，橋建「鋼橋構造詳細の手引き」）
※蹴上高400～500
2) 500×1500（例えば，NEXCO「設計要領第二集」</td><td>1) 400×600（例えば，橋建「鋼橋構造詳細の手引き」）
2) 600×800（例えば，NEXCO「設計要領第二集」</td><td>1) 400×600（例えば，橋建「鋼橋構造詳細の手引き」）
2) 600×800（例えば，NEXCO「設計要領第二集」</td></tr>
<tr><td>検証方法</td><td>①：既存の目安寸法の使用性を評価【実物】
↓
②：その他複数の開口寸法の使用性を評価【実物or模型】
↓
③：上記より最も望ましい開口寸法を抽出
↓
④：推奨開口寸法の確認【実物or模型】</td><td colspan="2">①：既存の目安寸法の使用性を評価【実物】
↓
②：推奨開口寸法の確認【実物or模型】</td></tr>
<tr><td>評価方法</td><td colspan="3">被験者数10名（身長175cm，体重70kgf前後），　通り易さ，入り易さを5段階のアンケート形式で評価．</td></tr>
<tr><td></td><td>箇所数が多く，点検機材を抱えながら容易に通過できる寸法とする（機材は，二つ折り1.2mの脚立とする）．</td><td colspan="2">点検機材や補修機材を抱えながら，桁内に侵入することは想定しない（機材は，二つ折り1.2mの脚立とする）．</td></tr>
<tr><td></td><td>
写真は，B=500×H=1100　蹴上高h=300</td><td>
写真は，B=400×H=600</td><td>
写真の脚立は，1.2mの二つ折り，最大幅560mm
ギリギリ搬入可能であるが，これ以上のサイズは厳しい．
桁高が2mを超える場合は，これより大きめの方が望ましい？</td></tr>
</table>

2.検証ケース(総ケース数39)

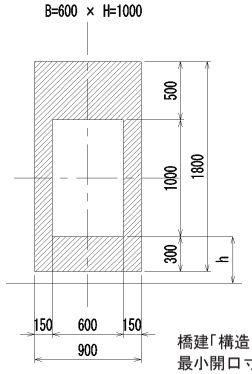
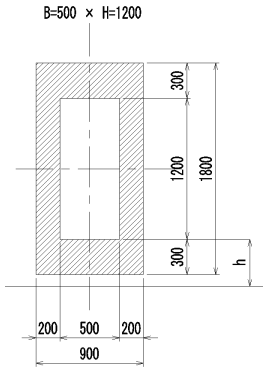
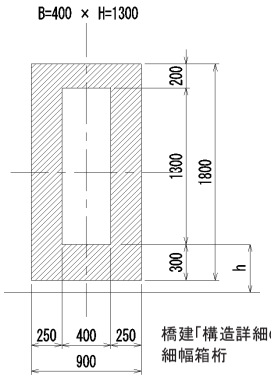
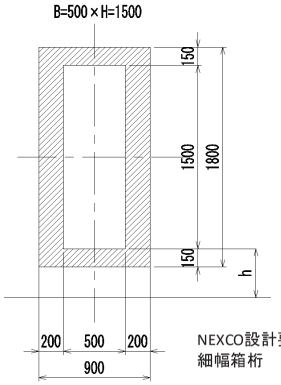
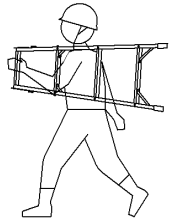
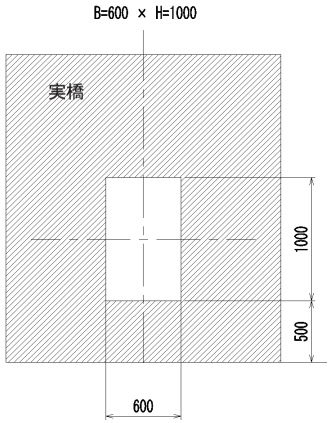
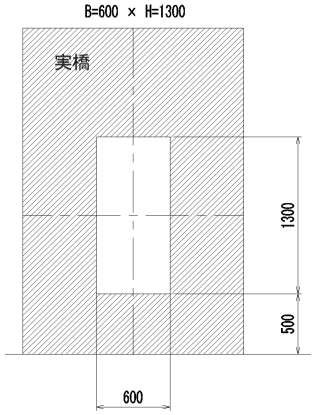
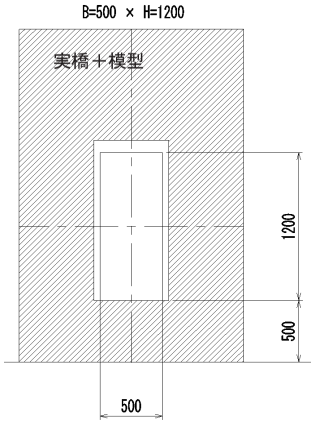
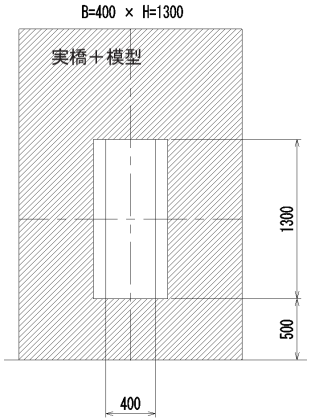
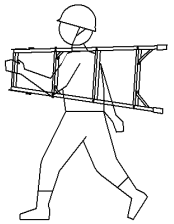
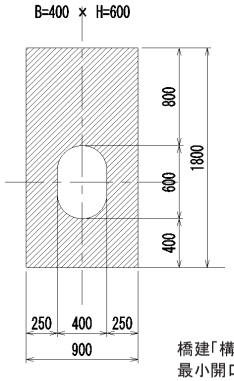
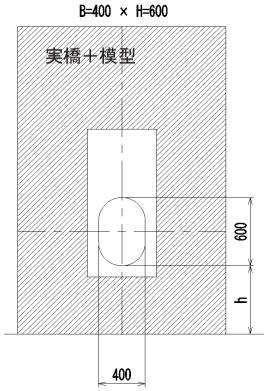
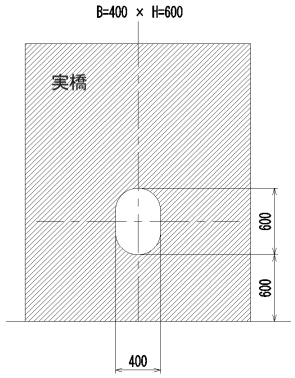
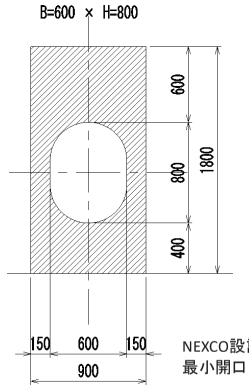
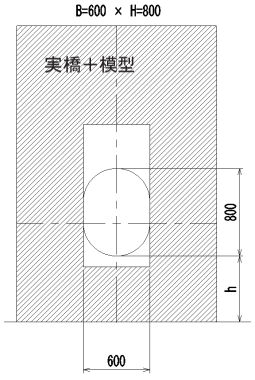
	CASE-13,13K (h=300) CASE-14,14K (h=400) CASE-15,15K (h=500)	CASE-23,23K (h=300) CASE-24,24K (h=400) CASE-25,25K (h=500)	CASE-33,33K (h=300) CASE-34,34K (h=400) CASE-35,35K (h=500)	CASE-43,43K (h=300) CASE-44,44K (h=400) CASE-45,45K (h=500)	
矩形	 橋建「構造詳細の手引き」 最小開口寸法		 橋建「構造詳細の手引き」 細幅箱桁	 NEXCO設計要領第二集 細幅箱桁	
	CASE-51,51K (h=500)	CASE-52,52K (h=500)	CASE-53,53K (h=500)	CASE-54,54K (h=500)	
矩形					
	CASE-64 (h=400)	CASE-65 (h=500) CASE-66 (h=600)	CASE-76 (h=600)	CASE-84 (h=400)	CASE-85 (h=500) CASE-86 (h=600)
長丸	 橋建「構造詳細の手引き」 最小開口寸法			 NEXCO設計要領第二集 最小開口寸法	

写真-1
被験者Aグループ（6名）
手前よりCASE-43,33,23,13
蹴上げ高h=300mm

写真-2
被験者Bグループ（5名）
手前よりCASE-45,35,25,15
蹴上げ高h=500mm

写真-3
手前よりCASE-44,34,24,14
蹴上げ高h=400mm

写真-4
CASE-44K(500×1500)
蹴上げ高h=400mm

写真-5
CASE-24K(500×1200)
蹴上げ高h=400mm

写真-6
CASE-51K(600×1000)
蹴上げ高h=500mm

写真-7
CASE-52K(600×1300)
蹴上げ高h=500mm

写真-8
CASE-53K(500×1200)
蹴上げ高h=500mm

写真-9
CASE-64(400×600)
蹴上げ高h=400mm

写真-10
CASE-76(400×600)
蹴上げ高h=600mm

写真-11
CASE-84(600×800)
蹴上げ高h=400mm

写真-12
CASE-85(600×800)
蹴上げ高h=500mm

3.評価まとめ

被験者数11名のアンケート結果

5:非常に良い，4:良い，3:普通，2悪い，1非常に悪い

TYPE	CASE	開口寸法(mm) B		H	蹴上げ h(mm)	評価 B(幅) 5	4	3	2	1	H(高さ) 5	4	3	2	1	h(蹴上げ高) 5	4	3	2	1	総合 5	4	3	2	1	実験方法
矩形	13	600	×	1000	300	7	3	1					7	4		5	3	2	1			1	5	5		屋内(模型)
	23	500	×	1200		4	7				2	5	3	1		6	4	1			1	5	5			
	33	400	×	1300			2	5	4		1	8	2			6	4	1				4	5	2		
	43	500	×	1500		6	5				9	2				6	5				7	4				
	13K	600	×	1000	300	5	5	1				2	5	3	1	5	4	2			1	2	6	2		屋内(模型)/脚立有り
	23K	500	×	1200		1	3	7			1	6	3	1		6	4	1			1	2	8			
	33K	400	×	1300				4	6	1		8	3			6	4		1				4	6	1	
	43K	500	×	1500		2	3	6			7	4				6	5				3	7	1			
	14	600	×	1000	400	8	3				1		4	6		4	5	2			2	4	1	4		屋内(模型)
	24	500	×	1200		5	5	1			2	7	2			5	6				2	7	2			
	34	400	×	1300			2	6	3		3	7	1			5	6					5	4	2		
	44	500	×	1500		6	4	1			8	3				5	6				8	1	2			
	14K	600	×	1000	400	6	4		1		1		4	6		4	4	3			1	4	3	3		屋内(模型)/脚立有り
	24K	500	×	1200		2	4	4	1		1	5	4	1		4	5	2			3	2	5	1		
	34K	400	×	1300				2	6	3	2	7	2			4	5	2				2	3	5	1	
	44K	500	×	1500		3	3	4	1		7	3	1			4	5	2			5	4	1	1		
	15	600	×	1000	500	9	2				1	2	4	4			1	5	5		1	4	4	2		屋内(模型)
	25	500	×	1200		6	4	1			3	7	1				1	6	4		1	8	1	1		
	35	400	×	1300			3	5	3		5	5	1				1	6	4			1	8	2		
	45	500	×	1500		6	4	1			7	4					1	6	4			8	3			
	15K	600	×	1000	500	7	3	1			1	2	7	1			1	4	5	1	1	5	3	2		屋内(模型)/脚立有り
	25K	500	×	1200		2	2	6	1		3	5	3				1	5	5		1	5	5			
	35K	400	×	1300			1	1	7	2	4	5	2				1	5	5			1	3	7		
	45K	500	×	1500		2	2	6	1		8		3				1	5	5			5	6			
長丸	64	400	×	600	400			1	4	6				5	6	1	1	7	2					5	6	屋内(模型)
	84	600	×	800	400	1	3	6	1			2	8	1		1	2	7	1			2	6	3		
矩形	51	600	×	1000	500	6	5					3	7	1			1	8	2			7	4			実橋(K橋)
	51K	600	×	1000	500	5	5	1				3	7	1			1	6	4			5	5	1		実橋(K橋)脚立有り
長丸	76	400	×	600	600			5	4	2			2	5	4			3	7	1			1	6	4	実橋(K橋)
矩形	52	600	×	1300	500	8	3				8	3					4	6	1		3	7	1			実橋(T橋)
	52K	600	×	1300	500	6	5				8	3					2	6	3		1	7	3			実橋(T橋)脚立有り
	53	500	×	1200	500	5	5	1			6	5					4	5	2		1	9	1			模型(T橋)
	53K	500	×	1200	500		5	6			6	4	1				3	5	3			3	8			模型(T橋)脚立有り
	54	400	×	1300	500		3	7	1		7	3	1				3	6	2			5	5	1		模型(T橋)
	54K	400	×	1300	500			2	9		6	3	2				2	5	4			1	4	6		模型(T橋)脚立有り
長丸	65	400	×	600	500			1	4	6			1	3	7			3	7	1				2	9	模型(T橋)
	66	400	×	600	600			1	4	6			1	3	7			2	4	5			1		10	模型(T橋)
	85	600	×	800	500		6	5				3	6	2			1	9	1			2	7	2		模型(T橋)
	86	600	×	800	600		6	5				3	7	1				2	7	2			5	6		模型(T橋)

4.考　察

(1)中間マンホール(矩形)

1) B(幅)については，当然，最大幅である600mmの評価が高く，脚立を持った場合は評価も下がる傾向にある．

2) H(高さ)については1300mm以上のケースの評価が良いが，h(蹴上げ高)が400mm以上であれば1200mm以上の評価も良い．

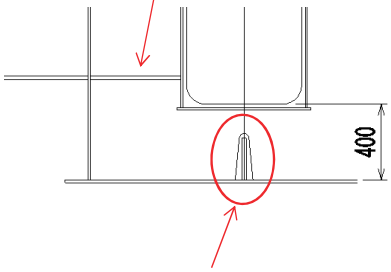
3) h(蹴上げ高)は，低い方が評価が良いが300mmと400mmでは大きな差異はない．ただし，500mmになると極端に評価が下がる傾向にある．
※蹴上げ量と上体をかがめる量が少ない方が，くぐり易い大きさと言える．
※橋建「構造詳細の手引き」では，蹴上げ高h=400～500を推奨している．

4) 総合的には500×1500(h=400mm)が最も評価が高く，脚立を有する場合でも600×1300(h=500mm)よりも良い評価となった．

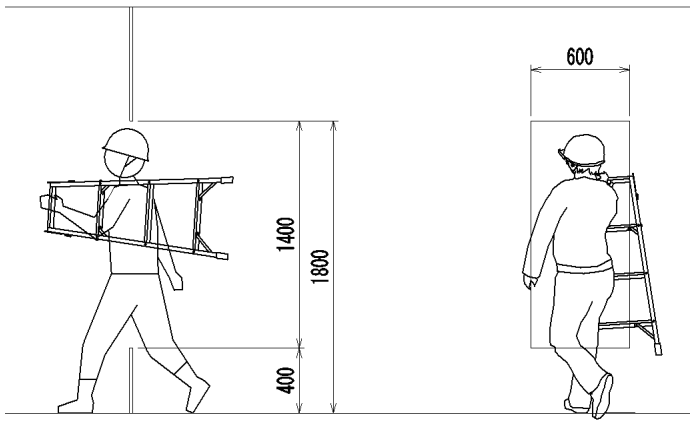
以上より，蹴上げ高は400mm以下とし，開口高は歩面から1800mm以上，幅は600mm以上確保するのが望ましいと判断できる．

ただし，開口率ρ ＜ 0.40 を満足しない場合は，満足する範囲で出来るだけ大きな開口寸法とする（HよりBをいじめる方がよい？）．

横桁仕口の控えフランジの高さに
蹴上げ高を合わせない．



蹴上げ高は，低い方が望ましいが，縦リブがあるため
構造的には，400mmが限界である．



（2）桁端マンホール（長丸）

1）400×600は，実橋，模型に関わらず評価が低く，特に模型は取っ手がなく体を支えることができなかったためか最も低い評価となっている．

2）400×600は，開口の上部に取っ手がようなものが無ければ侵入が困難である．また，安全帯などの装備品が障害となり易い．

3）一方，600×800では2）のような状況を回避できる．

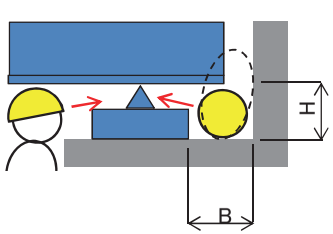
よって，桁端マンホールサイズは600×800を標準とし，止むを得ない場合のみ400×600とすべきである．また，その場合，周辺に取っ手等を設け出来るだけ侵入し易いような配慮が必要である．

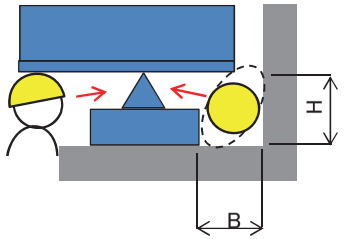
検証実験２

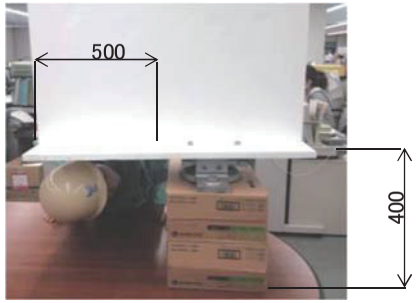
橋座の作業空間の一次検証

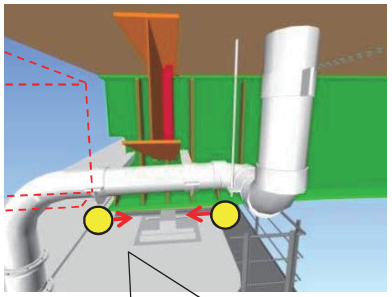
1.検討方針

	鈑　桁	箱　桁
要求性能	1)橋台から桁下への侵入 2)支承部の近接目視 3)点検機材の桁下への搬入 4)補修機材(ジャッキ)の桁下への搬入	1)橋台から桁下への侵入 2)支承部の近接目視 3)点検機材の桁下への搬入 4)補修機材(ジャッキ)の桁下への搬入
制約条件	1)小規模な橋梁の場合，支承の構造高や桁遊間が小さくなり，胸壁側からアクセスが困難な場合が多い． 2)橋台上の落橋防止システムや排水管などの付属物が支障となる場合が多い．	1)箱幅が大きな場合，アクセスが困難となる場合が多い． 2)橋台上の落橋防止システムや排水管などの付属物が支障となる場合が多い．
既存桁下空間寸法目安	h= 400（例えば，橋建「鋼橋構造詳細の手引き」）	h= 600（例えば，橋建「鋼橋構造詳細の手引き」）
検証方法	①：既往図面より目安寸法の妥当性を確認【机上】 ②：上記より最も望ましい桁下空間寸法を抽出【机上】 ③：推奨桁下寸法の妥当性の確認【模型】	
評価方法	被験者数10名（身長175cm，体重70kgf前後），　入り易さ，部材の確認のし易さを5段階のアンケート形式で評価．	







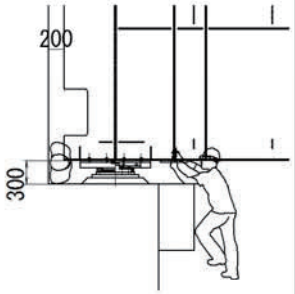
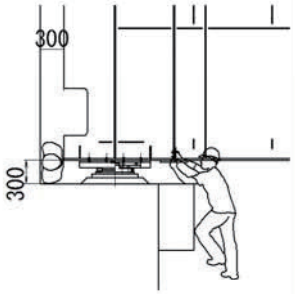
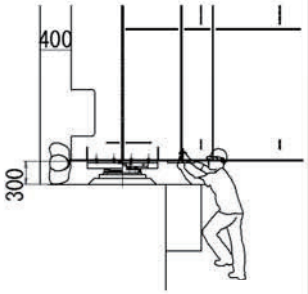
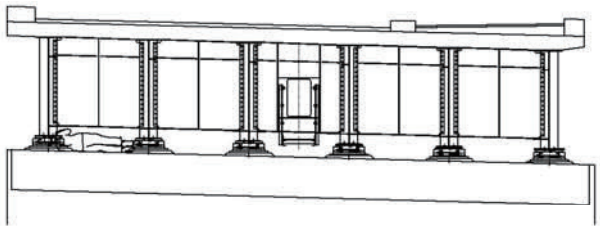
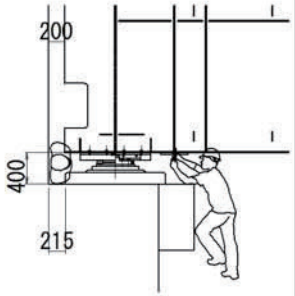
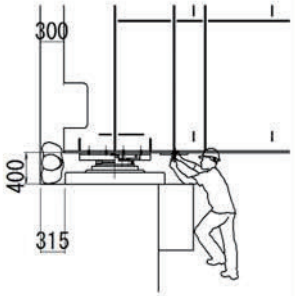
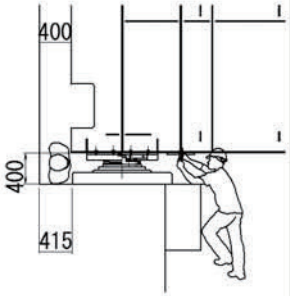
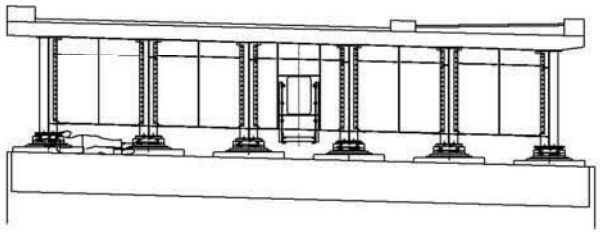
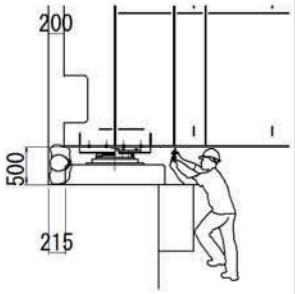
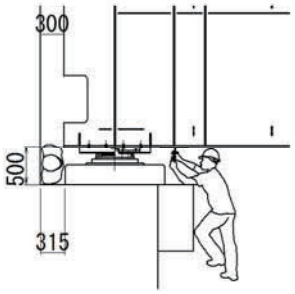
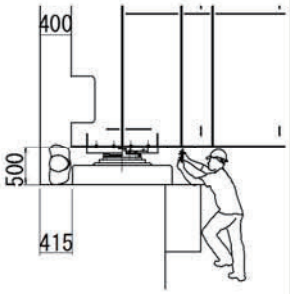
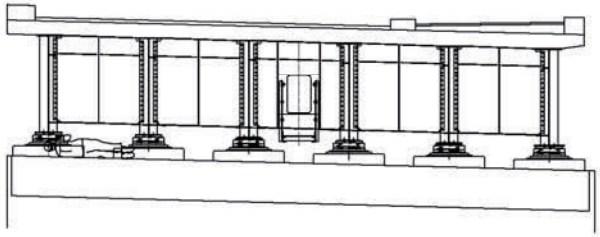


2主鈑桁はフランジ幅も広く，架け違い部は桁遊間も狭い．H=400mmで本当にOKか確認する必

2.机上検討

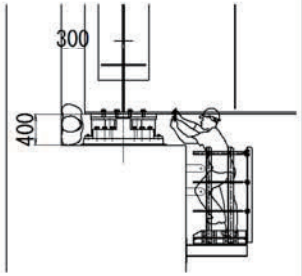
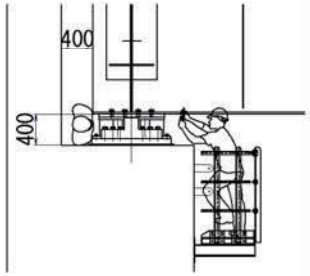
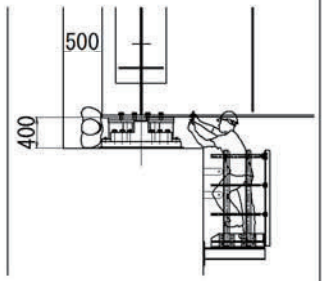
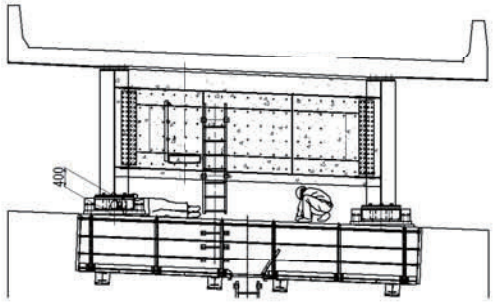
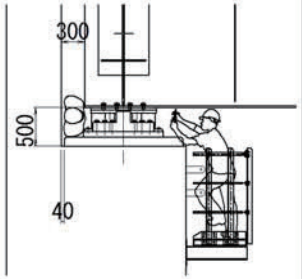
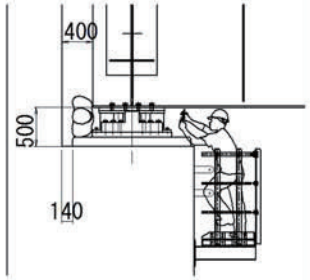
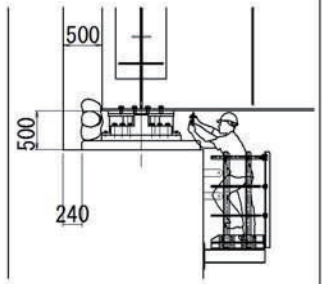
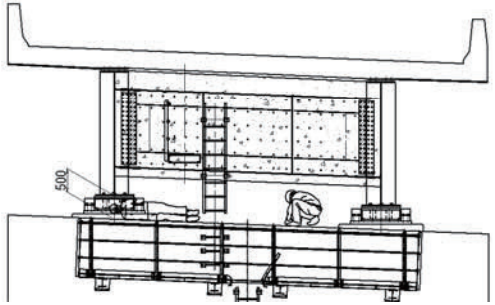
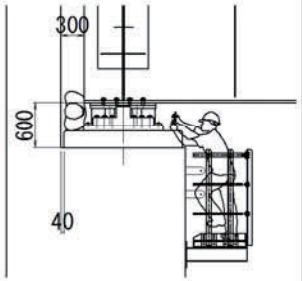
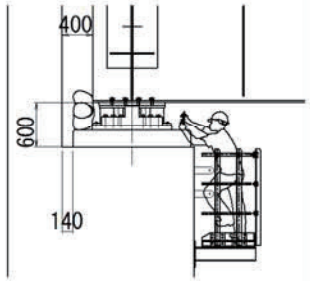
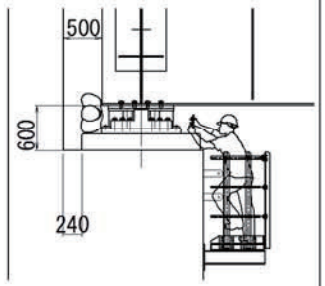
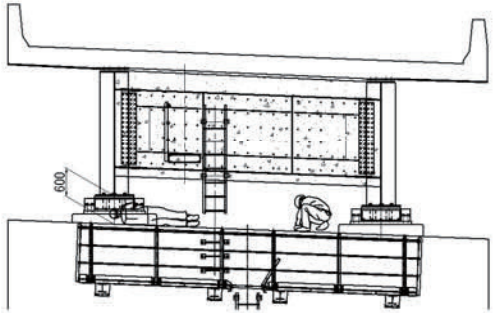
（1） 従来鈑桁

1)コンパクト支承を使用しており，沓座モルタルでは桁下面～橋台座面まで300mm程度しかなく，近接目視が困難である．
2)台座コンクリートを設け400mmとすると，前面側は接近することが可能であるが，背面側は，桁遊間が300mm以上なければ接近は困難である．

	パラペット前面から 桁端部までの幅 200mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 300mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 400mm	正　面　図
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 300mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 400mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 500mm				

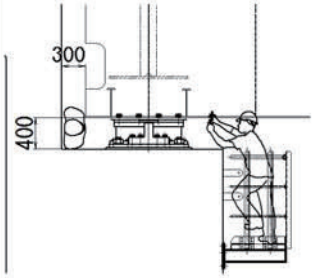
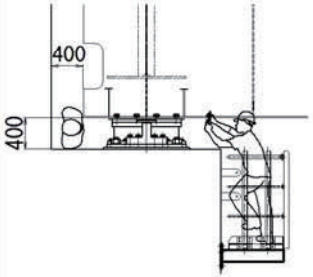
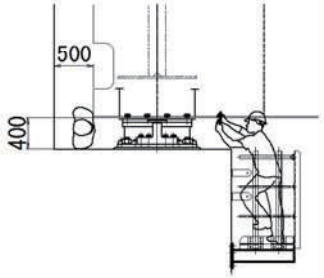
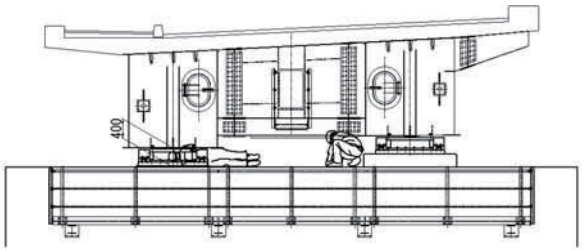
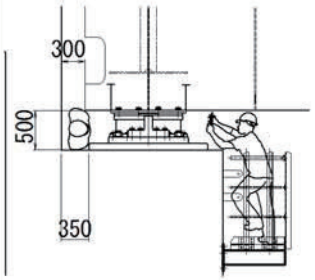
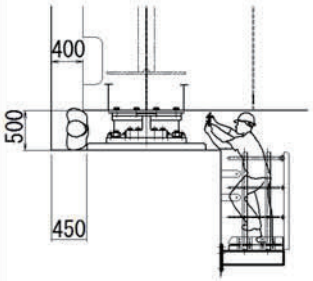
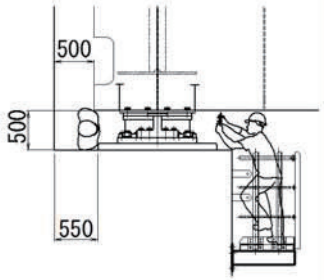
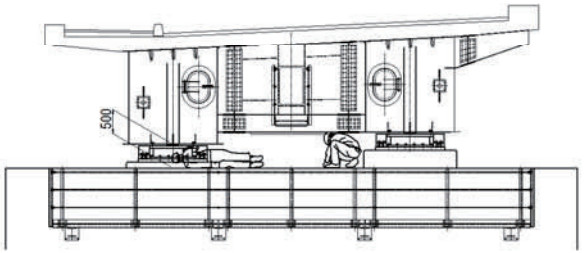
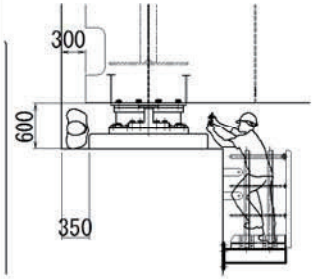
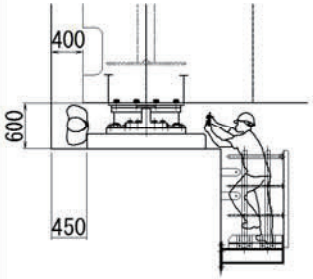
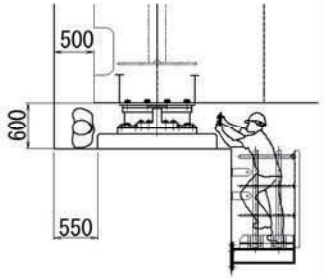
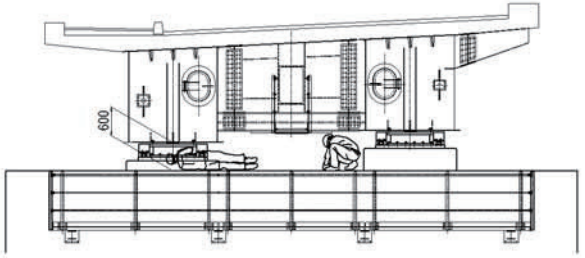
（2） 2主鈑桁

1）2主鈑桁のため（1）に比較すると支承高が高く，通常の沓座モルタルでも桁下面～橋台座面までは400mm以上となる．
2）支承の大きさの割には桁尻が短いため，桁遊間が300mmあれば背面側の確認は可能である．しかし，前面側はやはり桁下面～橋台座面が500mm以上なければ苦しい．
3）フランジ幅が広いため，交換作業等を考慮するとやはり600mmある方が望ましい．
4）桁遊間が300mmの場合，パラペットと巻き立てコンクリートの離隔が600mm以下となり作業性が悪いため，桁遊間は400mm以上は必要である．

	パラペット前面から 桁端部までの幅 300mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 400mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 500mm	正　面　図
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 400mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 500mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 600mm				

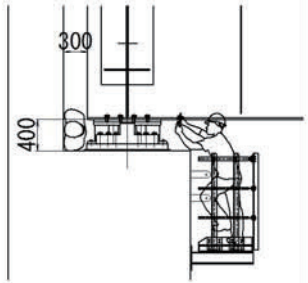
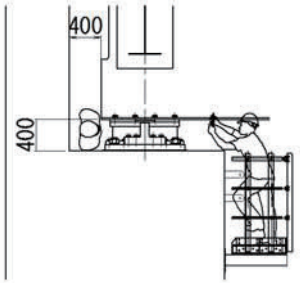
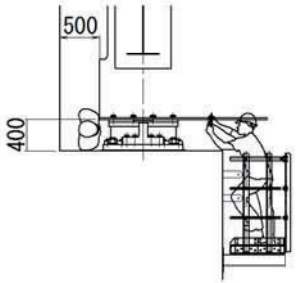
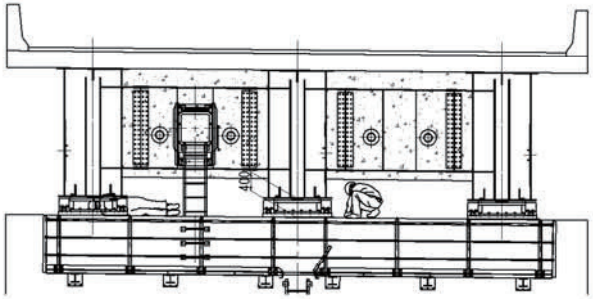
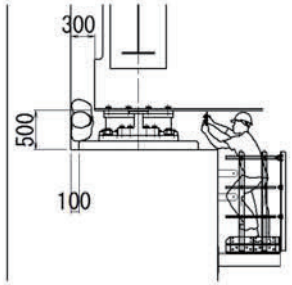
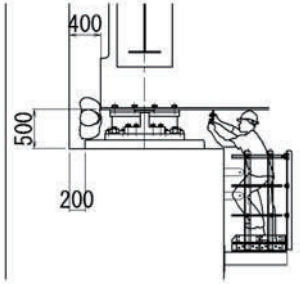
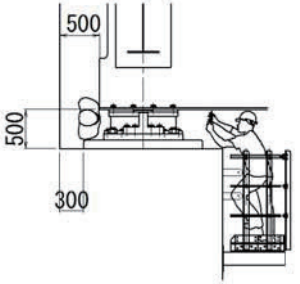
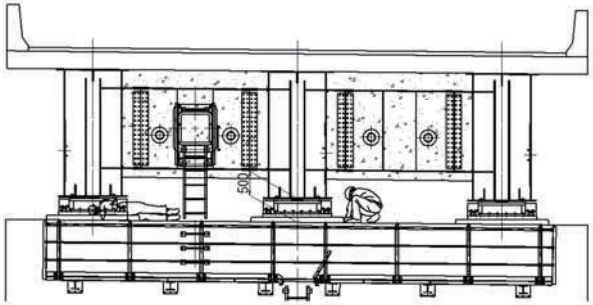
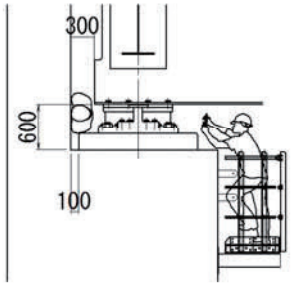
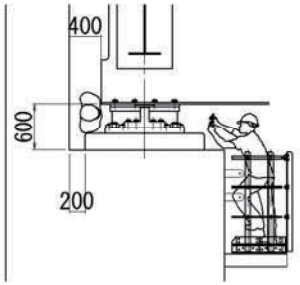
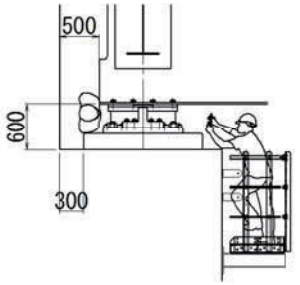
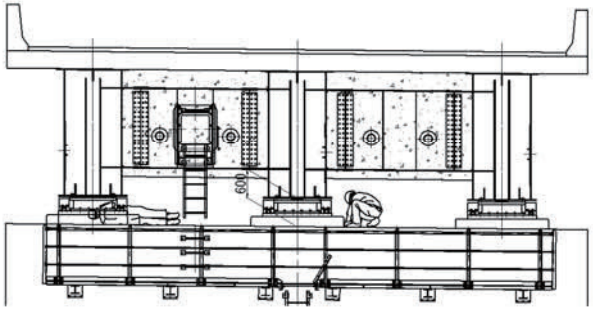
(3) 従来箱桁

1)フランジ幅や桁尻に比べて支承の平面寸法が小さいため，桁下面～橋台座面までは600mm以上必要である．
2)桁尻よりも台座コンクリートの縁端が短いため，桁遊間が300mmあれば確認は可能である．

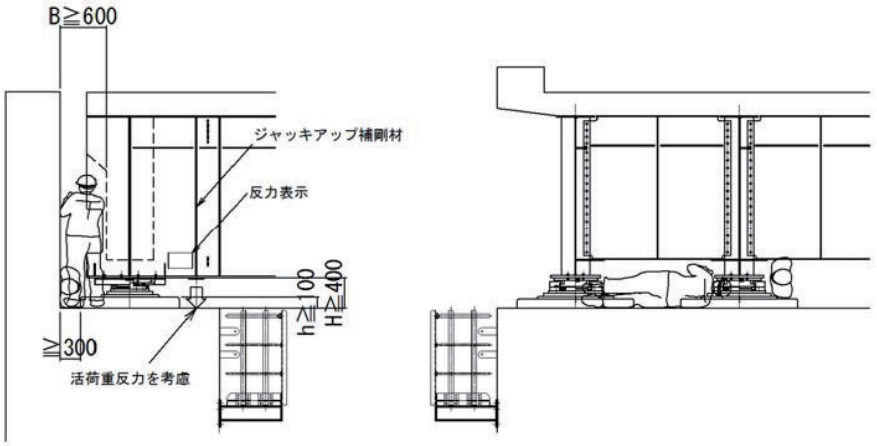
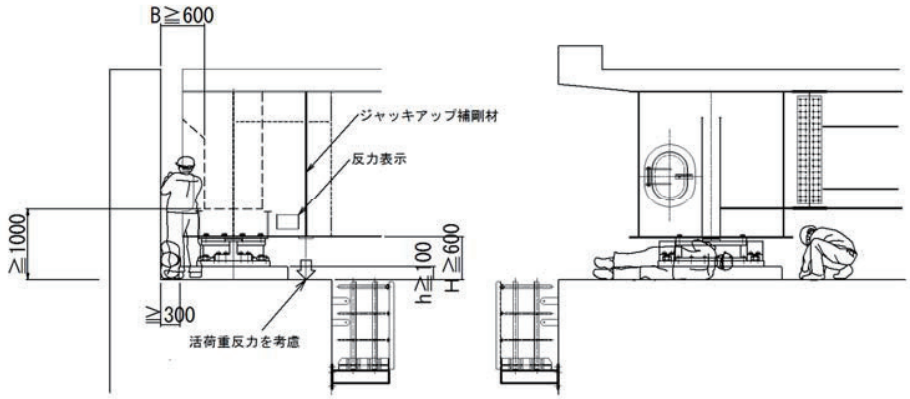
	パラペット前面から 桁端部までの幅 300mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 400mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 500mm	正　面　図
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 400mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 500mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 600mm				

（4） 細幅箱桁

1）支承の大きさの割には桁尻が短いため，桁遊間が300mmあれば背面側の確認は可能である．しかし，前面側はやはり桁下面～橋台座面が500mm以上なければ苦しい．
2）フランジ幅が広いため，交換作業等を考慮するとやはり600mmある方が望ましい．
3）桁遊間が400mm以上であれば，パラペットと巻き立てコンクリートの離隔が600mm以上，台座コンクリートとの離隔も200mm以上確保でき点検性，作業性は良いと考えられる．

	パラペット前面から 桁端部までの幅 300mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 400mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 500mm	正　面　図
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 400mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 500mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 600mm				

3.まとめ

	鈑 桁	箱 桁
構造図		
点 検	1)桁下端～下部工天端 H≧400mmあれば近接して作業は十分可能である. ・最近，コンパクト沓のような支承高が200mm程度のものがあるが，台座コンクリートを設けて必ずH≧400mmを確保する. **・少数主桁のような下フランジ幅が1m程度の場合は，H≧600mmが望ましい.** 2)支承交換時，躯体をはつる必要がないように，支承台座 h≧100mmとする. 3)パラペット前面～巻き立てコンクリートの離隔 B≧600mm必要. 4)パラペット前面～ウェブ端の離隔は300mm以上あれば(高さ1800mm程度)，出入りは可能である. 5)パラペット前面～台座コンクリートの離隔は300mmは必要である. 6)下部工検査路を必ず設ける. また，側面にも検査路を設け，外桁支承を外側からも確認できるようにする.	1)桁下端～下部工天端 H≧600mmあれば近接して作業することは十分可能である. ・最近，コンパクト沓のような支承高が200mm程度のものがあるが，台座コンクリートを設けて必ずH≧600mmを確保する. 2)支承交換時，躯体をはつる必要がないように，支承台座 h≧100mmとする. 3)パラペット前面～巻き立てコンクリートの離隔 B≧600mm必要. 4)パラペット前面～ウェブ端の離隔は300mm以上あれば(高さ1800mm程度)，出入りは可能である. 5)下部工検査路を必ず設ける. また，側面にも検査路を設け，外桁支承を外側からも確認できるようにする.
維持管理	1)最近は，反力が100～300ﾄﾝ程度であれば，機械高が130～260mm程度のジャッキが入手可能である. 2)支承交換時に，躯体をはつる必要がないように，支承台座 h≧100mm必要. **3)アンカーボルト交換に配慮して，フランジの直下にアンカーボルトを設けない.** 4)ジャッキアップ補剛材は必ず設ける. 5)ジャッキアップの反力表示を必ず設ける. 6)上下部工のジャッキアップ補強位置，反力は必ず整合させる. また，反力には活荷重も考慮する.	1)最近は，反力が100～300ﾄﾝ程度であれば，機械高が130～260mm程度のジャッキが入手可能である. 2)支承交換時に，躯体をはつる必要がないように，支承台座 h≧100mm必要. **3)アンカーボルト交換の際，削孔に使用するコアドリルの機械高が600mmなので，H≧600mmは確保する必要がある.** 4)ジャッキアップ補剛材は必ず設ける. 5)ジャッキアップの反力表示を必ず設ける. 6)上下部工のジャッキアップ補強位置，反力は必ず整合させる. また，反力には活荷重も考慮する.
備 考	・支承は損傷を受けるものと想定し，損傷を受けた場合にその部品だけ取り替えられるような構造とする.（例えば，ベースプレート，サイドブロック，下沓，上沓を個別の部品としてボルトで組み立てる構造） ・「道路橋支承部の点検・診断・維持管理技術」(土木学会H28.3) P202 にも「400mm以上の作業空間が設けられるような台座を設置検討しておくことが望ましい」とある.	・支承は損傷を受けるものと想定し，損傷を受けた場合にその部品だけ取り替えられるような構造とする.（例えば，ベースプレート，サイドブロック，下沓，上沓を個別の部品としてボルトで組み立てる構造） ・「道路橋支承部の点検・診断・維持管理技術」(土木学会H28.3) P202 にも「400mm以上の作業空間が設けられるような台座を設置検討しておくことが望ましい」とある.

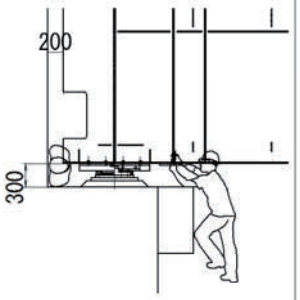
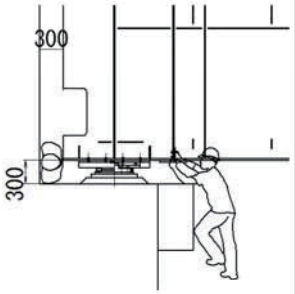
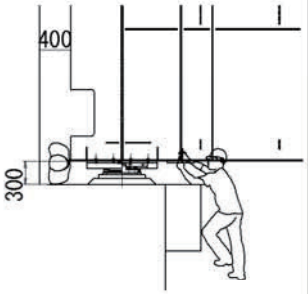
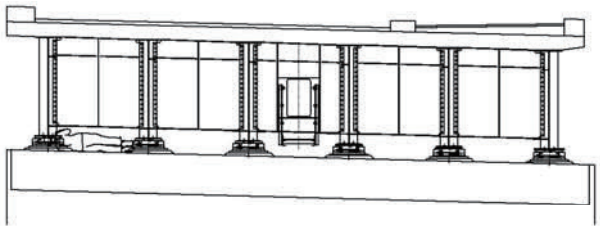
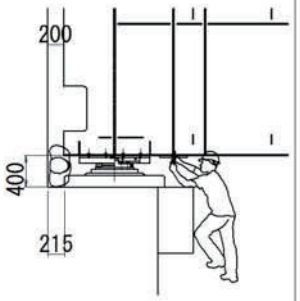
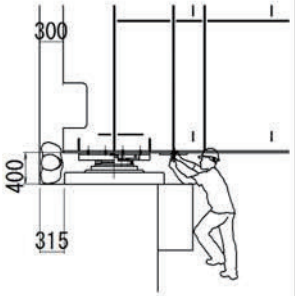
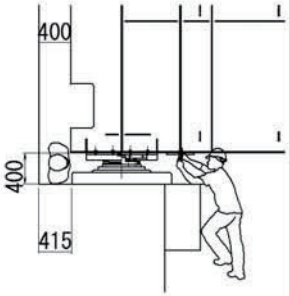
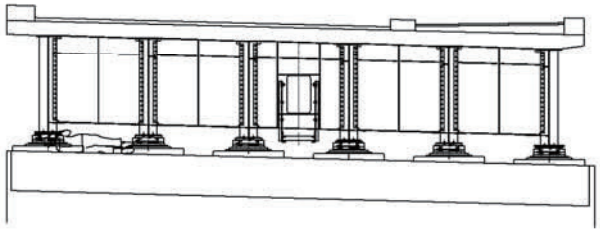
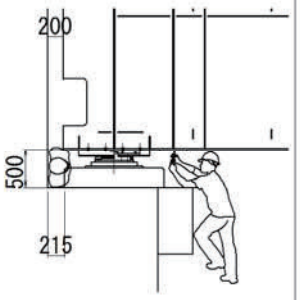
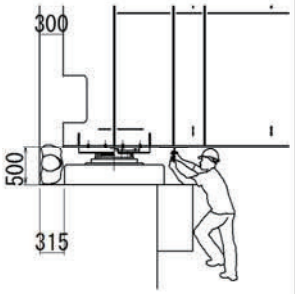
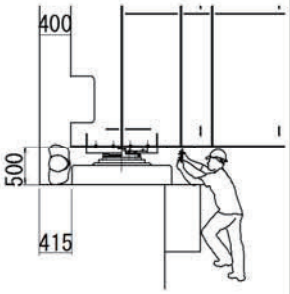
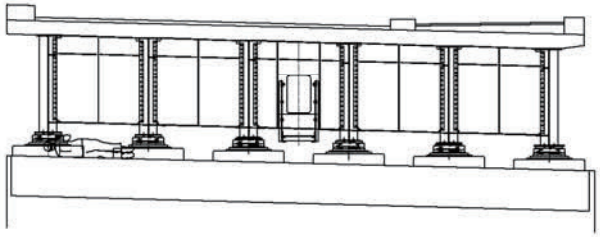
検証実験３

橋座の作業空間の二次検証

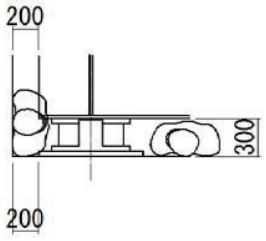
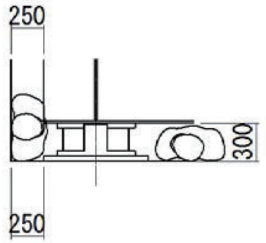
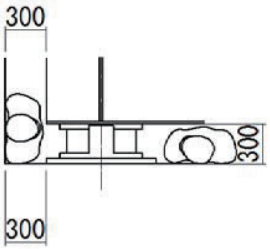
2.机上検討

（1） 従来鈑桁

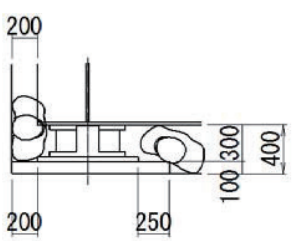
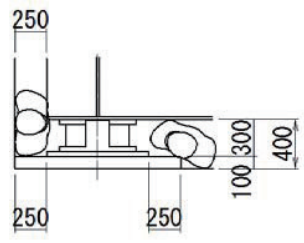
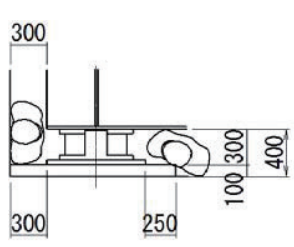
1)コンパクト支承を使用しており，沓座モルタルでは桁下面～橋台座面まで300mm程度しかなく，近接目視が困難である．
2)台座コンクリートを設け400mmとすると，前面側は接近することが可能であるが，背面側は，桁遊間が300mm以上なければ接近は困難である．

	パラペット前面から 桁端部までの幅 200mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 300mm	パラペット前面から 桁端部までの幅 400mm	正　面　図
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 300mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 400mm				
鈑桁下面から 橋台座面までの高さ 500mm				

鈑桁（台座無し）

CASE		被験者	背面側					前面側				
			非常に良好	やや良好	普通	やや困難	困難	非常に良好	やや良好	普通	やや困難	困難
①	← 背面側 前面側 → 	No.1					○			○		
		No.2					○			○		
		No.3					○				○	
		No.4					○			○		
		No.5					○			○		
		No.6					○				○	
		No.7					○				○	
		No.8					○			○		
		No.9					○				○	
		No.10					○			○		
②	← 背面側 前面側 → 	No.1			○							
		No.2		○								
		No.3			○							
		No.4				○						
		No.5			○							
		No.6				○						
		No.7			○							
		No.8			○							
		No.9				○						
		No.10			○							
③	← 背面側 前面側 → 	No.1	○									
		No.2	○									
		No.3	○									
		No.4	○									
		No.5	○									
		No.6		○								
		No.7		○								
		No.8	○									
		No.9			○							
		No.10	○									

鈑桁（台座有り）

CASE		被験者	背面側					前面側				
			非常に良好	やや良好	普通	やや困難	困難	非常に良好	やや良好	普通	やや困難	困難
④	← 背面側 前面側 → 	No.1					○				○	
		No.2					○			○		
		No.3					○			○		
		No.4					○		○			
		No.5					○		○			
		No.6					○			○		
		No.7				○	○			○		
		No.8					○		○			
		No.9					○				○	
		No.10					○			○		
⑤	← 背面側 前面側 → 	No.1			○							
		No.2		○								
		No.3		○								
		No.4				○						
		No.5			○							
		No.6				○						
		No.7		○								
		No.8			○							
		No.9				○						
		No.10			○							
⑥	← 背面側 前面側 → 	No.1	○									
		No.2	○									
		No.3	○									
		No.4	○									
		No.5	○									
		No.6			○							
		No.7	○									
		No.8	○									
		No.9			○							
		No.10	○									

【桁遊間　300mm】

【考　察】

1）背面側はB=200mmで侵入困難であり，B=250mmで辛うじて侵入できる．やはり，最低でもB=300mmは必要である．また，台座の有無でもこの傾向は変わらない．

2）前面側はH=300mmでも辛うじて侵入可能であるが，やはりH=400mmの方が，若干侵入は容易である．ただし，いずれも確認は出来るが何かをする作業空間としては狭い．

3）以上より，桁遊間の最小寸法300mmは妥当と考えられる．また，それを満足していれば支承の背面側の確認は容易である．

写真-1
CASE-①（台座無しH=300mm，B=200mm）

写真-2
CASE-①（台座無しH=300mm，B=200mm）
肩がフランジに引っ掛かり困難

写真-3
CASE-②（台座無しH=300mm，
B=250mm）
辛うじて侵入可能

写真-4
CASE-③（台座無しH=300mm，B=300mm）
容易に侵入可能

写真-5
台座無しH=300mm，前面側
辛うじて侵入可能

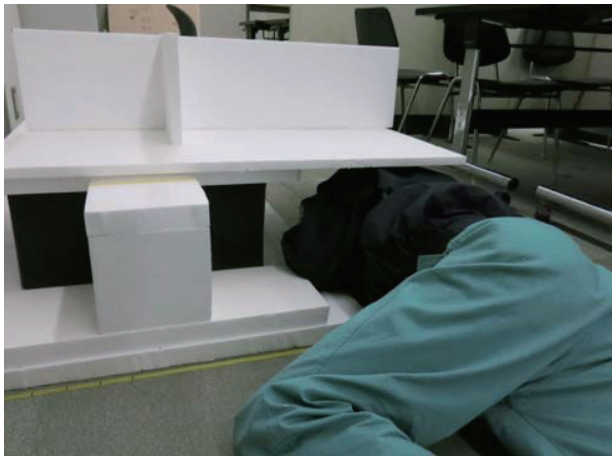


写真-6
台座無しH=300mm，前面側
辛うじて侵入可能，近づくことは出来るが
作業は困難．

写真-7
CASE-④（台座有りH=400mm，B=200mm）

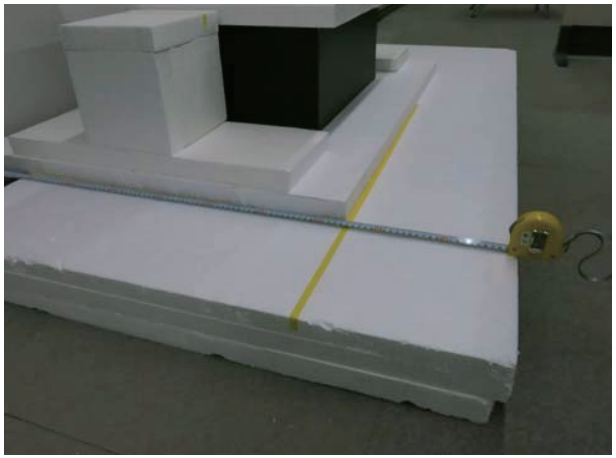


写真-8
CASE-④（台座有りH=400mm，B=200mm）
肩がフランジに引っ掛かり困難

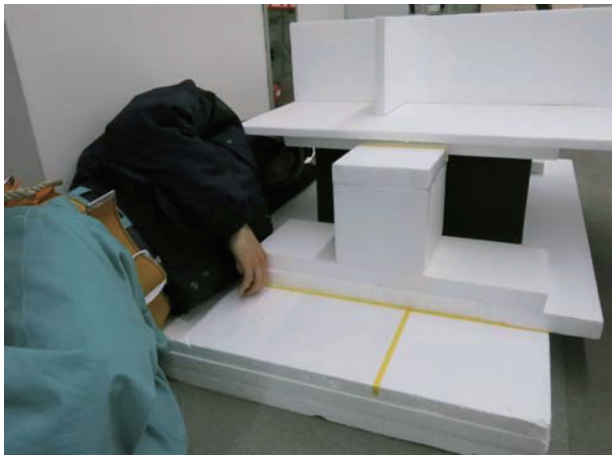


写真-9
CASE-⑤（台座有りH=400mm，B=250mm）
辛うじて侵入可能

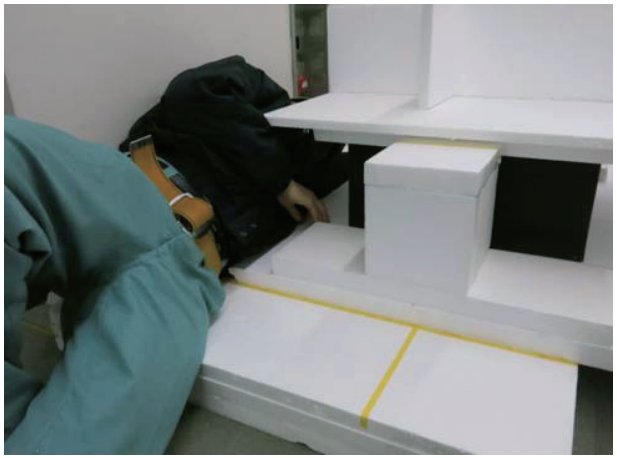


写真-10
CASE-⑥（台座有りH=400mm，B=300mm）
容易に侵入可能

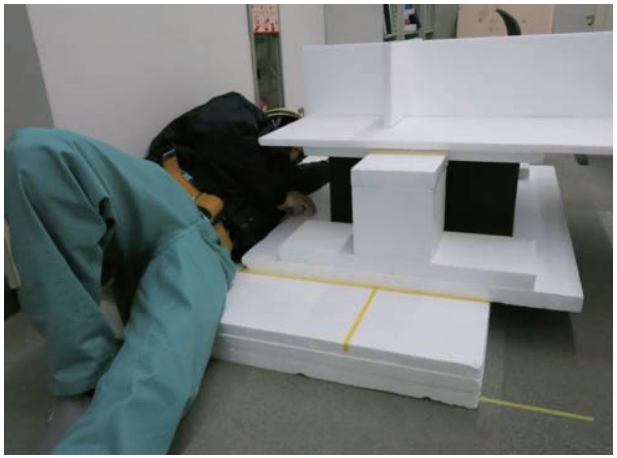


写真-11
台座有りH=400mm，前面側
台座無しよりは侵入し易い

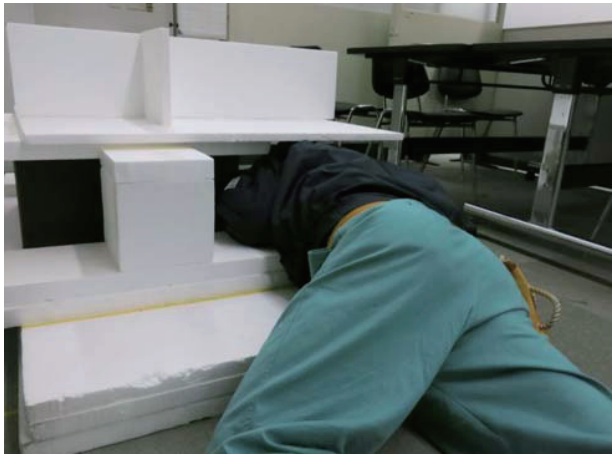
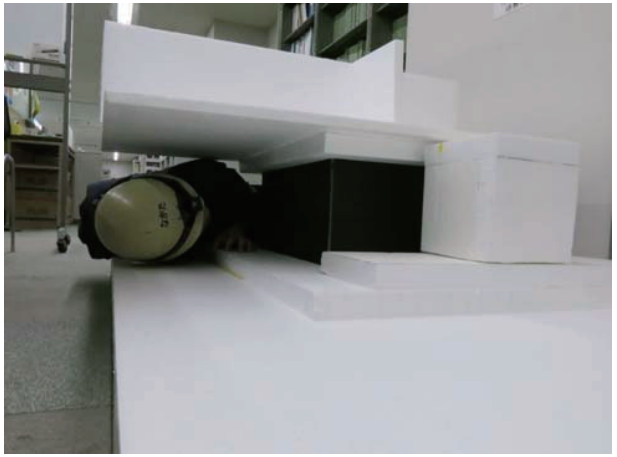
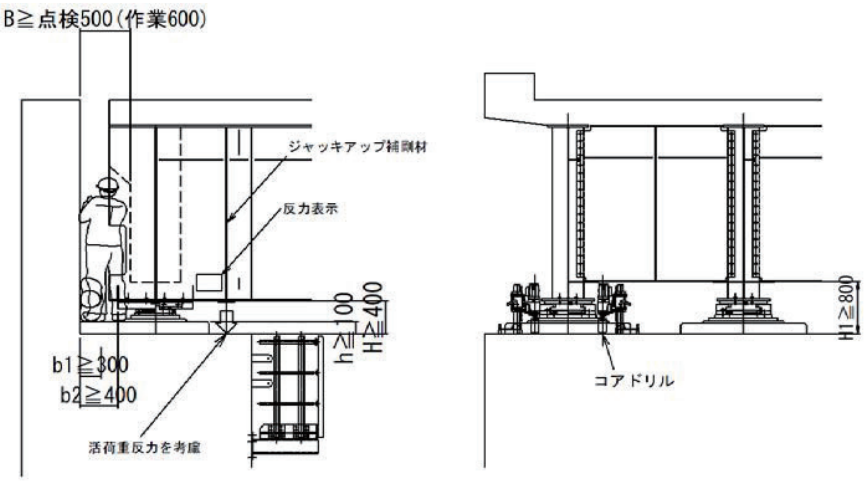
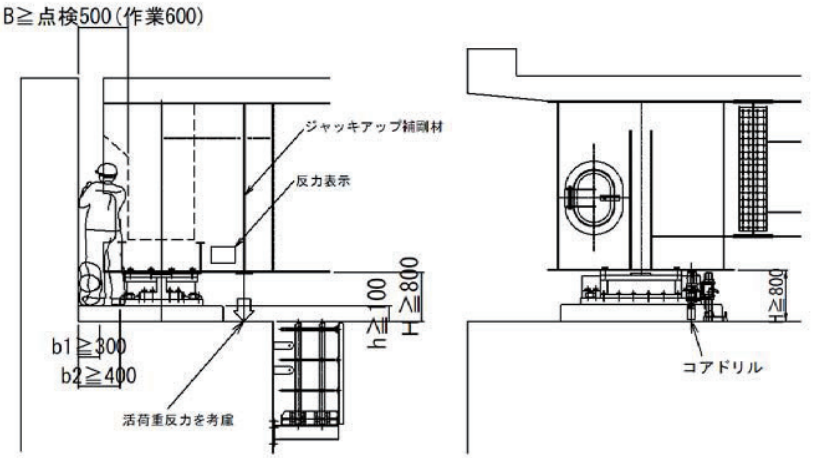


写真-12
台座有りH=400mm，前面側
台座無しよりは侵入し易い



3.まとめ

	鈑 桁	箱 桁
構造図		
点 検	1)桁下端～下部工天端 H≧400mmあれば確認は可能である. ・最近，コンパクト沓のような支承高が200mm程度のものがあるが，台座コンクリートを設けて必ずH≧400mmを確保する. **・少数主桁のような下フランジ幅が1m程度の場合は，H≧600mmが望ましい.** 2)パラペット前面～巻き立てコンクリートの離隔 B≧500mm必要. 3)パラペット前面～ウェブ端の離隔b1は300mm以上あれば(高さ1800mm程度)，出入りは可能である. 4)パラペット前面～支承との離隔b2は400mm以上必要である. 5)下部工検査路を必ず設ける. また，側面にも検査路を設け，外桁支承を外側からも確認できるようにする.	1)桁下端～下部工天端 H≧600mmあれば確認は十分可能である. ・最近，コンパクト沓のような支承高が200mm程度のものがあるが，台座コンクリートを設けて必ずH≧600mmを確保する. 2)パラペット前面～巻き立てコンクリートの離隔 B≧500mm必要. 3)パラペット前面～ウェブ端の離隔b1は300mm以上あれば(高さ1800mm程度)，出入りは可能である. 4)パラペット前面～支承との離隔b2は400mm以上必要である. 5)下部工検査路を必ず設ける. また，側面にも検査路を設け，外桁支承を外側からも確認できるようにする.
維持管理	1)最近は，反力が100～300ﾄﾝ程度であれば，機械高が130～260mm程度のジャッキが入手可能である. 2)支承交換時に，躯体をはつる必要がないように，支承台座 h≧100mm必要. **3)アンカーボルト交換に配慮して，フランジの直下にアンカーボルトを設けない. ただし，アンカーボルト交換の際，削孔に使用するコアドリルの機械高が600mmなので，支点上横桁下端との離隔H1≧800mmは確保する必要がある.** **4)伸縮装置の交換など作業を行なう場合は，パラペット前面～巻き立てコンクリートの離隔 B≧600mm必要.** 5)ジャッキアップ補剛材は必ず設ける. 6)ジャッキアップの反力表示を必ず設ける. 7)上下部工のジャッキアップ補強位置，反力は必ず整合させる. また，反力には活荷重も考慮する.	1)最近は，反力が100～300ﾄﾝ程度であれば，機械高が130～260mm程度のジャッキが入手可能である. 2)支承交換時に，躯体をはつる必要がないように，支承台座 h≧100mm必要. **3)アンカーボルト交換の際，削孔に使用するコアドリルの機械高が600mmなので，H≧800mmは確保する必要がある.** **4)伸縮装置の交換など作業を行なう場合は，パラペット前面～巻き立てコンクリートの離隔 B≧600mm必要.** 5)ジャッキアップ補剛材は必ず設ける. 6)ジャッキアップの反力表示を必ず設ける. 7)上下部工のジャッキアップ補強位置，反力は必ず整合させる. また，反力には活荷重も考慮する.
備 考	・支承は損傷を受けるものと想定し，損傷を受けた場合にその部品だけ取り替えられるような構造とする.（例えば，ベースプレート，サイドブロック，下沓，上沓を個別の部品としてボルトで組み立てる構造） ・「道路橋支承部の点検・診断・維持管理技術」(土木学会H28.3) P202 にも「400mm以上の作業空間が設けられるような台座を設置検討しておくことが望ましい」とある.	・支承は損傷を受けるものと想定し，損傷を受けた場合にその部品だけ取り替えられるような構造とする.（例えば，ベースプレート，サイドブロック，下沓，上沓を個別の部品としてボルトで組み立てる構造） ・「道路橋支承部の点検・診断・維持管理技術」(土木学会H28.3) P202 にも「400mm以上の作業空間が設けられるような台座を設置検討しておくことが望ましい」とある.

検証実験４

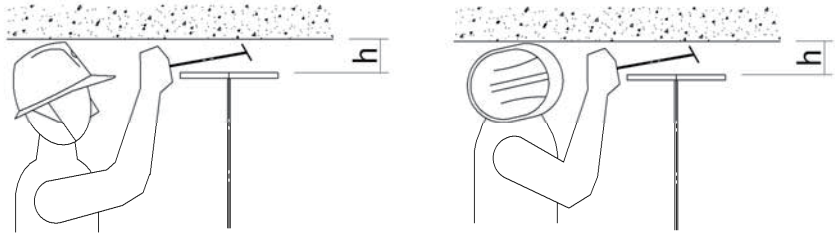
横桁上フランジと床版の作業空間の検証

1.検討方針

横桁上フランジを確認するために必要な床版下端との離隔寸法について下記の方法で検証を行う.

1)図-1に示す床版下端と横桁上フランジ上端の狭隘部を模した空間を再現し, インスペクションミラーを使用してどの程度の奥行までを認識できるかを検証する.

2)床版下端とフランジ上端の離隔 は, h=100,80,60mmの3ケースとし, 図-1に示す2つの姿勢で検証する.



1) 姿勢1　　2) 姿勢2

図-1　床版下端と横桁上フランジ上端の狭隘部

3)使用するインスペクションミラーは市販品の一般的なものとし, 下記のサイズのものを使用する.

ミラーサイズ(85×55) ステンレスミラー

4)それぞれのケースと姿勢で, インスペクションミラーにより読み取り可能な目盛り量を比較する. また, ナットを置いてその背面や周囲を確認できることも検証する.

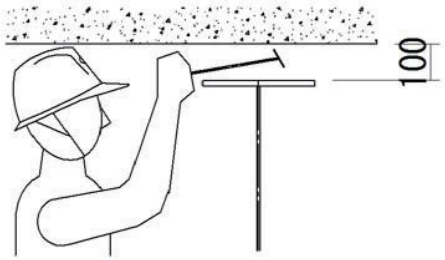
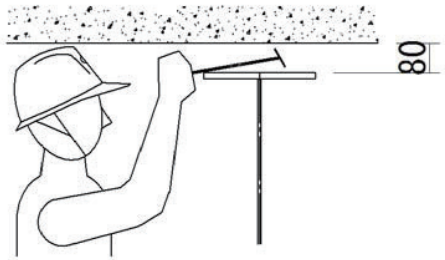
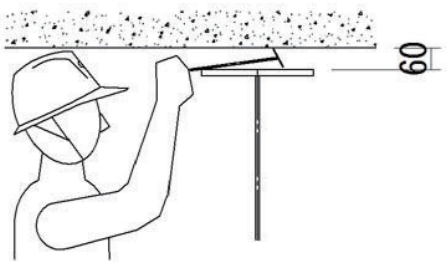
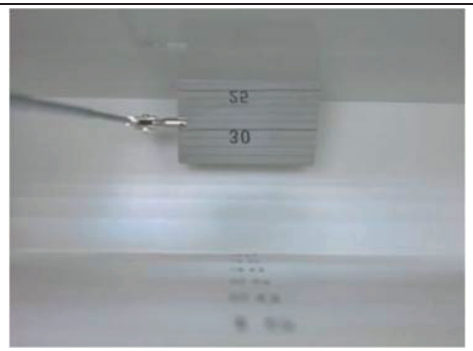
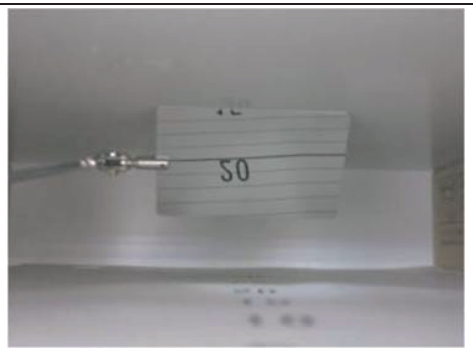
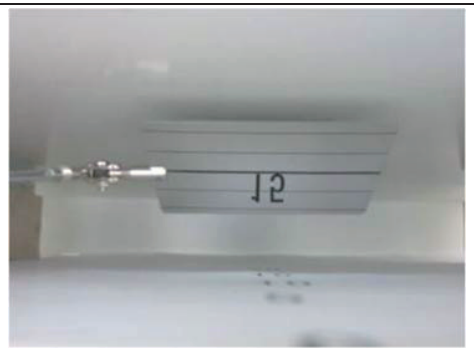
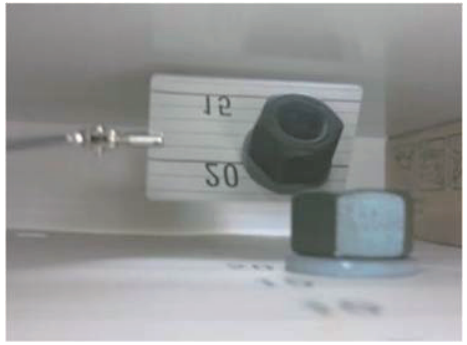
5)さらに, 塗り替えに作業に必要な空間も加味して必要な離隔寸法を決定する.

写真-1　検証器具

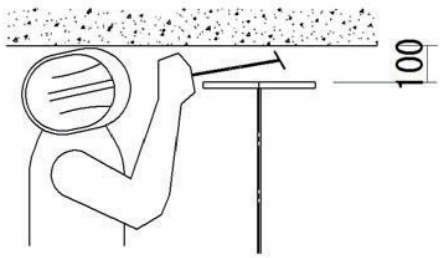
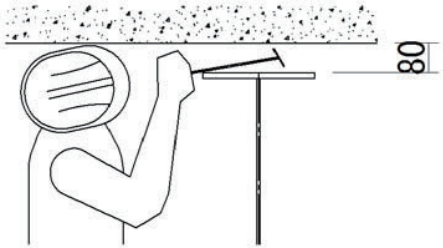
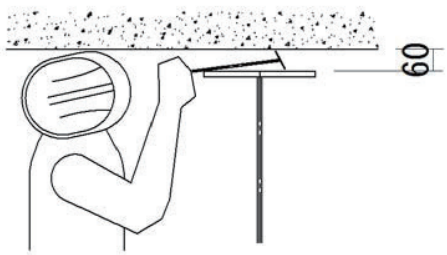
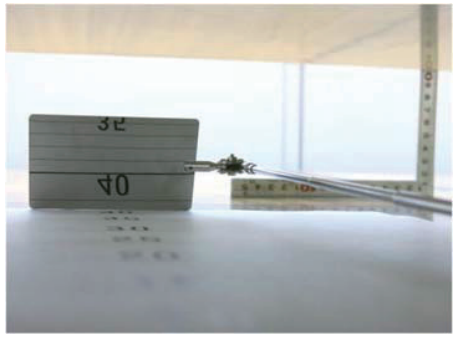
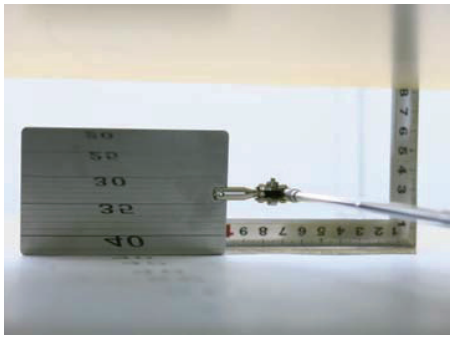
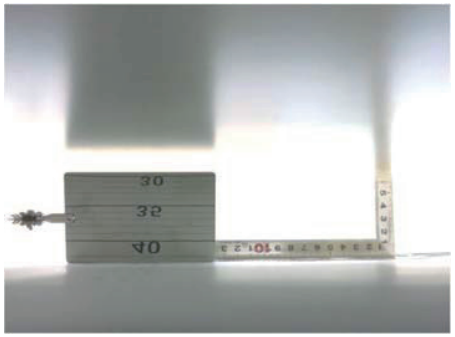
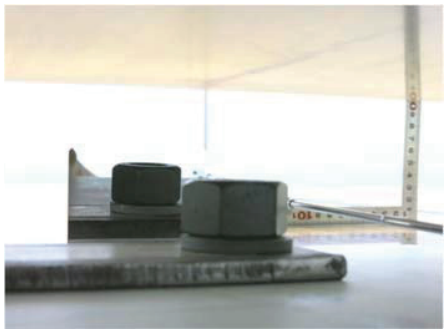
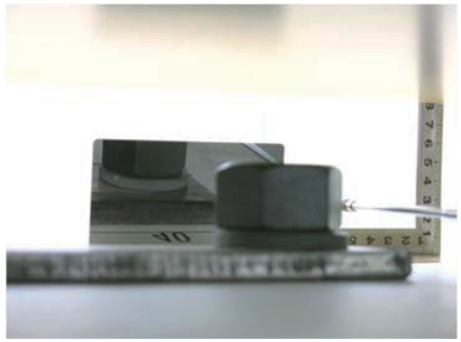
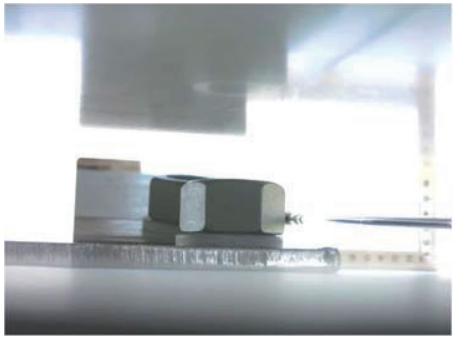
写真-2　検証状況(姿勢1)

写真-3　検証状況(姿勢2)

2.検証ケース（姿勢1）

	CASE-1 (h=100)	CASE-2 (h=80)	CASE-3 (h=60)	備 考
姿勢1				ヘルメットの高さが約150mm程度あるため，フランジと頭の離隔は約300mm程度必要．仰視姿勢となりミラー面を傾ける必要がある．
一般部				
連結部				
評 価	○	△	×	
	1)30cm程度までであれば十分見ることができる．ミラー面を傾ければそれより奥を見ることもできる． 2)ボルト背面や座金の隙間なども十分認識できる．	1)20cm程度までであれば十分見ることができる．ミラー面を傾ければそれより奥も見ることができる． 2)ボルト背面や座金の隙間なども十分認識できる．	1)15cm程度までは見ることはできるが，かなりミラーを傾ける必要がある． 2)ミラーの高さ(55mm)に対して高さの余裕がなく，ボルト部の認識が困難． 3)カメラによる近接撮影も難しい(カメラを持った手が入らない)．	

2.検証ケース（姿勢2）

	CASE-1 (h=100)	CASE-2 (h=80)	CASE-3 (h=60)	備 考
姿勢2				視線を極力近づけるため頭を倒した姿勢．両眼ミラーを見るためには，フランジと頭の離隔は200mm程度．姿勢1よりはミラー面を立てることができる．
一般部				
連結部				
評 価	○	△	×	
	1)30cm程度までであればミラーを両眼で見ることができる． 2)片眼であれば40cm程度まで見ることができる． 3)ボルト背面や座金の隙間なども十分認識できる．	1)15cm程度までであればミラーを両眼で見ることができる． 2)片眼であれば40cm程度まで見ることができる． 3)ボルト背面や座金の隙間なども十分認識できる．	1)ミラーを片眼でしか見ることができない． 2)ミラーの高さ(55mm)に対して高さの余裕がなく，ボルト部の認識が困難． 3)カメラによる近接撮影も難しい(カメラを持った手が入らない)．	

3.まとめ

1）確認時の姿勢とインスペクションミラーにより認識できる範囲をまとめると図-2のとおりとなる．これによりRC床版下端と横桁上フランジの離隔は100mm以上は必要と判断できる．

2）一方，塗装業者にヒアリングした結果，当該箇所の塗装塗り替え作業時に使用するツールと必要離隔は，図-3に示すとおりである．

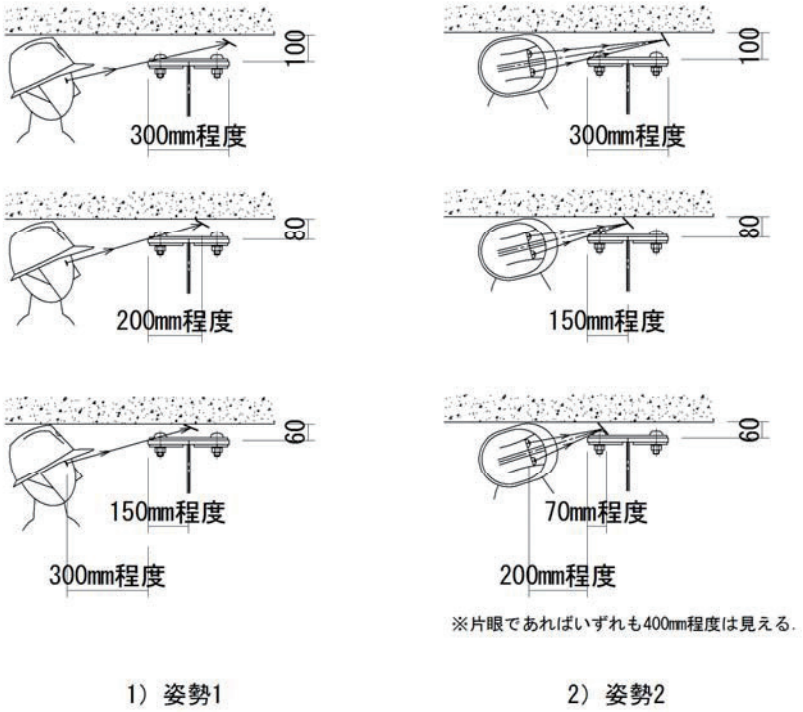
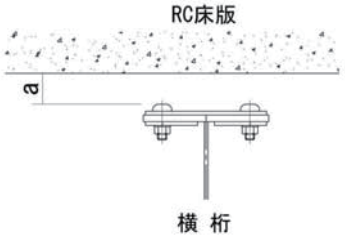


図-2　検証結果のまとめ



ツール		a(mm) 最低	a(mm) 理想
手動	ワイヤーブラシ	100	120
	研磨たわし	80	120
電動	カップブラシ	200	220

a) 研磨たわし

b) カップブラシ

図-3　塗り替え時のツールと必要離隔寸法

3）以上より，RC床版下端と上フランジ上端の必要離隔は，インスペクションミラーによる確認可能寸法より，連結部の塗り替え空間の方が支配的となり下記となる．

塗り替え必要空間	80	(mm)	
ボルト頭(M22 S10T)	14	〃	
連結板	9	〃	
	103	(mm)	⇒　110(mm)以上必要

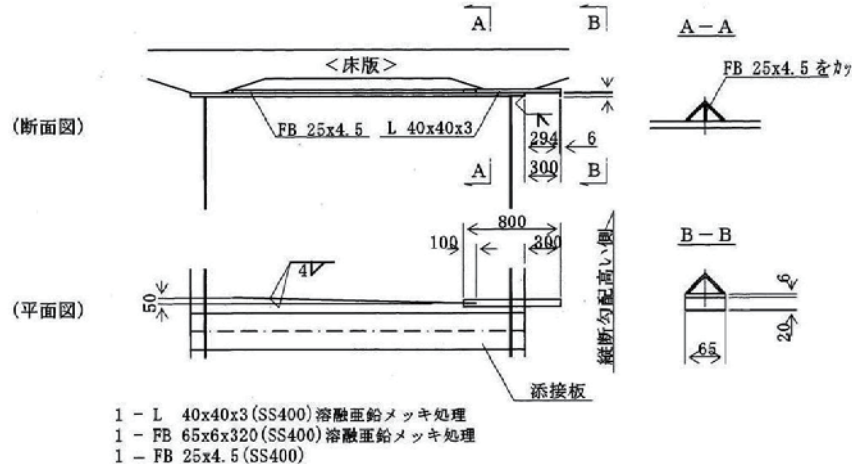
検証実験５

箱桁上フランジ埋め殺し型枠内の排水構造の検証

1.箱桁上フランジ埋め殺し型枠内の排水構造

①対象とする構造

山形鋼タイプ：一般的な、山形鋼（40x40x3）と平鋼（65x6、25x4.5）を用いた構造（下図）



導水管タイプ：クラドリップφ10（メーカー：クラレ、内径10φ、外径14φ、樹脂製）
［ドレンパイプφ10（メーカー：クラレ、内径10φ、樹脂製）］

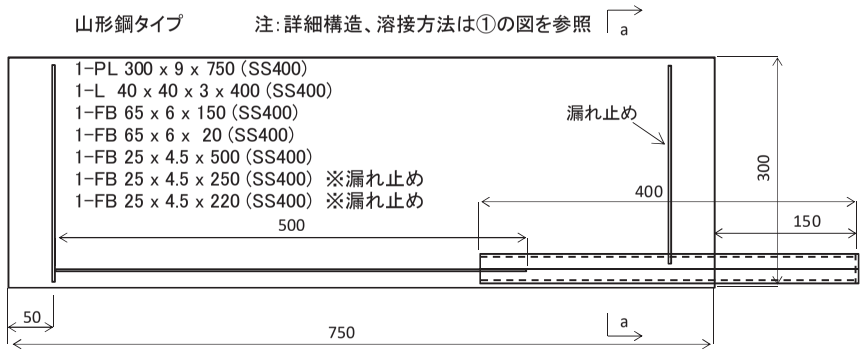
床版鋼材繋ぎ段差への排水設置例

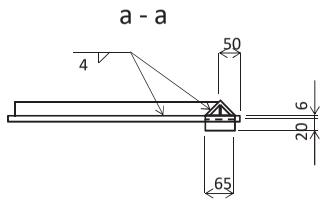
②実験の目的
・構造による排水能力の違いを比較する

③実験の概要
・箱桁上フランジを想定した試験体を用意する
・排水状況を目視確認する

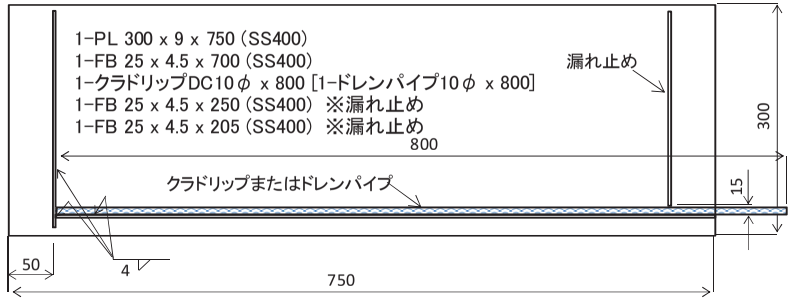
④試験体

山形鋼タイプ　　注：詳細構造、溶接方法は①の図を参照





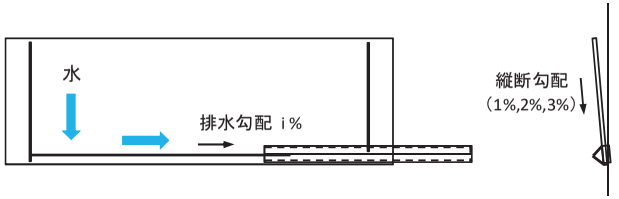
導水管タイプ



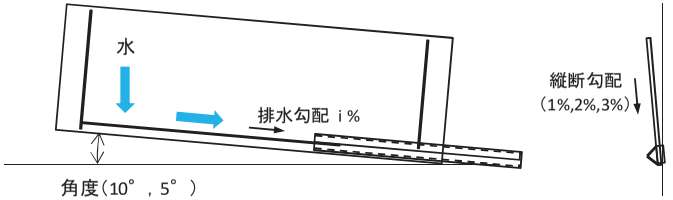
塗装仕様 ： 無機ジンクリッチペイント30μm（コンクリート接触面）

⑤実験方法

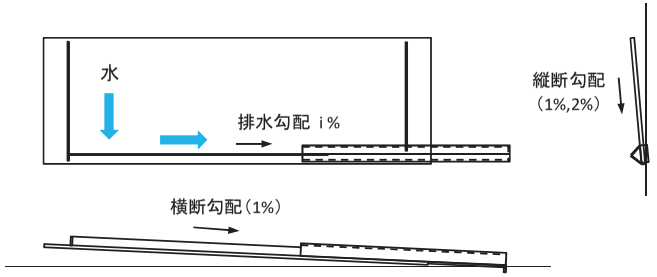
・図は山形鋼タイプを示すが、クラドリップタイプも同様とする
・試験ケースA：排水構造に角度はつけないで縦断勾配のみをつけて水を流し、排水状況を確認する



・試験ケースB：排水構造自体に角度（10°，5°）をつけて、同様の試験を行う



・試験ケースC：横断勾配および縦断勾配をつけて水を流し、排水状況を確認する



⑥パラメーターの整理（排水勾配 i %）

山形鋼タイプ、クラドリップタイプともに、

（%）

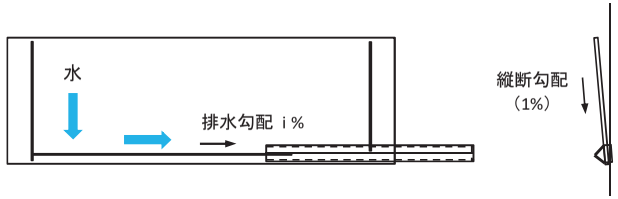
試験ケース	排水構造の角度	横断勾配	縦断勾配		
			1%	2%	3%
A	0°	0%	0.000	0.000	0.000
B	5°	0%	0.087	0.174	—
B	10°	0%	0.174	0.347	0.521
C	0°	1%	1.414	2.236	—

※Cは合成勾配を示す

試験ケースＡについて予備試験を実施

⑤実験方法

・図は山形鋼タイプを示すが、クラドリップタイプも同様とする
・試験ケースA：排水構造に角度はつけないで縦断勾配のみをつけて水を流し、排水状況を確認する



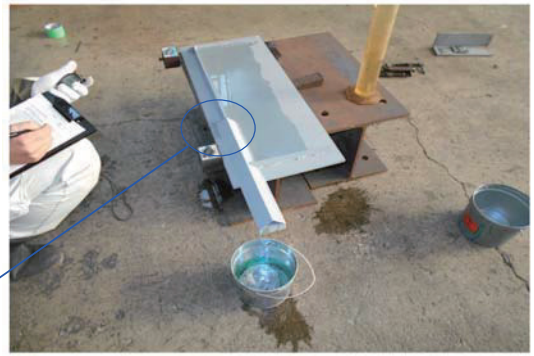
箱桁上フランジ埋め殺し型枠内の排水構造　予備試験(H29.1.11)結果

	縦断勾配(%)	散布水量(cc)	回収時間(分)	回収水量(cc)	備考
山形鋼タイプ	1.0	500	―	―	水が流れず。
	2.0	500	1	280	桁中心側出口からの水漏れ少しあり。
			2	310	〃
	3.0	500	1	240	桁中心側出口からの水漏れあり。
			2	245	〃
クラドリップ	1.0	400	5	10	
			10	20	
			15	25	
	2.0	400	5	10	
			10	20	
			15	30	
ドレンパイプ	1.0	400	―	―	水が流れず。
	2.0	400	―	―	水が流れず。
	3.0	400	―	―	水が流れず。
	5.0	400	1	140	
			2	195	
			5	250	

従来の山形鋼タイプでは、横断勾配がレベルの場合、
山形鋼内で箱桁中心方向に水が逆流することが分かった。
逆流を防ぐための塞ぎ板等の設置が必要である。

山形鋼
２％

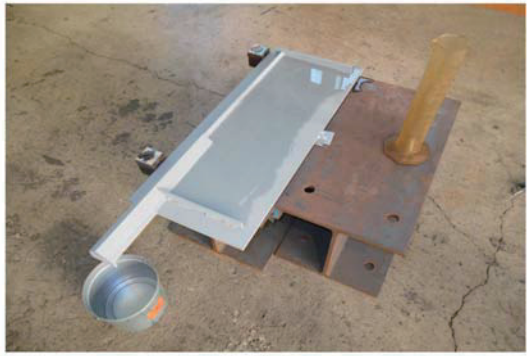
水漏れあり
（本試験では
塞ぎます）



ドレンパイプ
５％

山形鋼
１％

水が流れず
（初回で乾いて
いたため）



クラドリップ
２％

箱桁上フランジ埋め殺し型枠内の排水構造　試験結果（1／2）

試験ケースA（横断勾配レベル：排水勾配なし）

	縦断勾配(%)	散布水量(cc)	回収時間(分)	回収水量(cc)				備考
				1回目	2回目	3回目	平均	
山形鋼タイプ	1.0	400	1	75	70	70	72	
			2	115	105	110	110	
			5	165	155	165	162	
	2.0	400	1	175	170	170	172	
			2	220	215	220	218	
			5	270	265	265	267	
	3.0	400	1	245	240	240	242	
			2	280	295	280	285	
			5	315	315	315	315	
クラドリップ	1.0	400	1	5	5	5	5	
			2	10	10	10	10	
			5	15	15	15	15	
			10	25	25	30	27	
			15	40	40	45	42	
	2.0	400	1	5	5	5	5	
			2	10	10	10	10	
			5	20	15	15	17	
			10	40	40	35	38	
			15	55	55	55	55	
	3.0	400	1	90	75	80	82	
			2	165	125	130	140	
			5	225	200	200	208	
			10	260	240	240	247	
			15	275	250	250	258	
ドレンパイプ	1.0	400	―	―	―	―	―	水が流れず。
	2.0	400	―	―	―	―	―	〃
	3.0	400	―	―	―	―	―	〃

試験ケースB1（排水勾配あり：角度10°）

	縦断勾配(%)	散布水量(cc)	回収時間(分)	回収水量(cc)				備考
				1回目	2回目	3回目	平均	
山形鋼タイプ	1.0	400	1	295	285	280	287	
			2	335	330	325	330	
			5	370	360	360	363	
	2.0	400	1	335	340	340	338	
			2	365	360	360	362	
			5	385	380	380	382	
	3.0	400	1	355	360	355	357	
			2	375	375	375	375	
			5	385	385	385	385	
クラドリップ	1.0	400	1	5	5	5	5	
			2	10	10	10	10	
			5	15	15	15	15	
			10	30	25	20	25	
			15	50	45	30	42	
	2.0	400	1	10	10	10	10	
			2	30	25	30	28	
			5	85	75	75	78	
			10	165	145	145	152	
			15	225	200	195	207	
	3.0	400	1	135	140	140	138	
			2	220	230	215	222	
			5	315	320	310	315	
			10	355	365	355	358	
			15	375	375	375	375	
ドレンパイプ	1.0	400	―	―	―	―	―	水が流れず。
	2.0	400	―	―	―	―	―	〃
	3.0	400	―	―	―	―	―	〃

山形鋼タイプ
・縦断勾配が大きくなるほど残存する水量は少なくなる。
・排水勾配なしの場合、残存する水量が多くなっており、縦断勾配が小さい場合は水切り板の角度を大きくすることが有効と考えられる。

クラドリップ
・縦断勾配が大きくなるほど残存する水量は少なくなるが、山形鋼タイプよりも多い。
・縦断勾配が１%の場合、排水勾配の有無にかかわらず残存する水量が同じであり、浸透圧の効果で排水していると思われる。

試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	A（排水勾配なし）
縦断勾配	1%
説明文	散水後5分（全景）

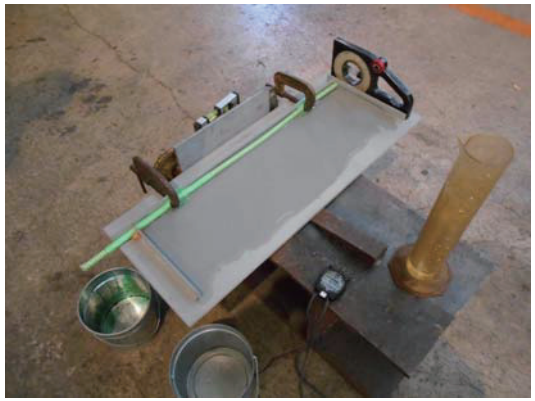
試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	A（排水勾配なし）
縦断勾配	2%
説明文	散水後5分（全景）

試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	A（排水勾配なし）
縦断勾配	3%
説明文	散水後5分（全景）

試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	B1（排水勾配あり；角度10°）
勾配	1%
説明文	散水後5分（全景）

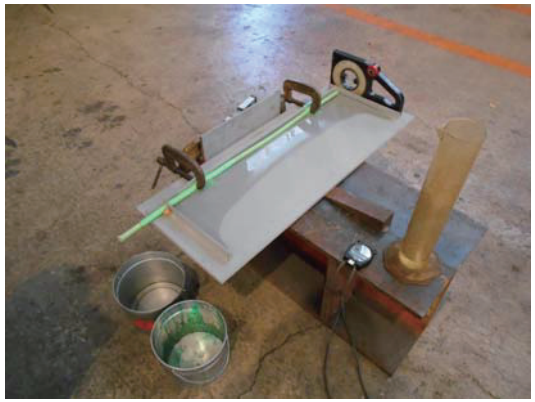
試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	B1（排水勾配あり；角度10°）
勾配	2%
説明文	散水後5分（全景）

試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	B1（排水勾配あり；角度10°）
勾配	3%
説明文	散水後5分（全景）



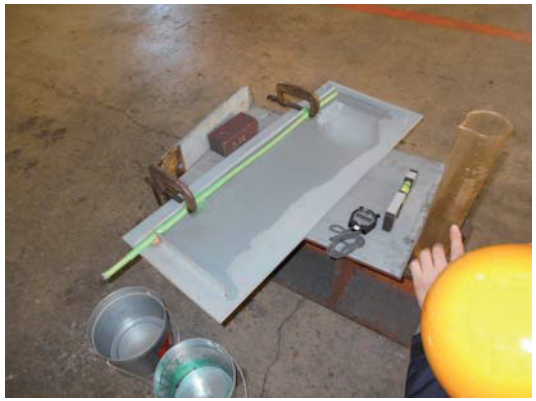
試験体	クラドリップ
試験ケース	A（排水勾配なし）
勾配	1%
説明文	散水後15分（全景）

試験体	クラドリップ
試験ケース	A（排水勾配なし）
勾配	2%
説明文	散水後15分（全景）



試験体	クラドリップ
試験ケース	A（排水勾配なし）
勾配	2%
説明文	散水後3時間30分（全景） 回収水量320cc

試験体	クラドリップ
試験ケース	B1（排水勾配あり；角度10°）
勾配	3%
説明文	散水後15分（全景）



試験体	クラドリップ
試験ケース	B1（排水勾配あり；角度10°）
勾配	2%
説明文	散水後15分（全景）

試験体	クラドリップ
試験ケース	B1（排水勾配あり；角度10°）
勾配	2%
説明文	散水後3時間15分（全景） 回収水量385cc

箱桁上フランジ埋め殺し型枠内の排水構造　試験結果（2／2）

試験ケースC（横断勾配1%：排水勾配あり）

	縦断勾配(%)	散布水量(cc)	回収時間(分)	回収水量(cc)				備考
				1回目	2回目	3回目	平均	
山形鋼タイプ	1.0	400	1	320	320	305	315	
			2	335	340	330	335	
			5	350	350	345	348	
	2.0	400	1	350	355	350	352	
			2	365	370	365	367	
			5	375	375	375	375	
クラドリップ	1.0	400	1	5	10	10	8	
			2	10	20	20	17	
			5	50	55	50	52	
			10	130	115	105	117	
			15	205	170	155	177	
	2.0	400	1	65	100	80	82	
			2	130	195	155	160	
			5	275	335	305	305	
			10	370	375	375	373	
			15	390	390	385	388	
ドレンパイプ	1.0	400	―	―	―	―	―	水が流れず。
	2.0	400	―	―	―	―	―	〃

試験ケースB2（排水勾配あり：角度5°）

	縦断勾配(%)	散布水量(cc)	回収時間(分)	回収水量(cc)				備考
				1回目	2回目	3回目	平均	
山形鋼タイプ	1.0	400	1	275	270	265	270	
			2	330	330	320	327	
			5	360	360	355	358	
	2.0	400	1	340	345	345	343	
			2	365	360	365	363	
			5	380	375	380	378	
クラドリップ	1.0	400	1	5	0	5	3	
			2	10	5	10	8	
			5	15	10	15	13	
			10	20	25	25	23	
			15	25	35	30	30	
	2.0	400	1	15	15	15	15	
			2	35	35	35	35	
			5	90	85	85	87	
			10	170	160	160	163	
			15	225	220	220	222	
ドレンパイプ	1.0	400	―	―	―	―	―	水が流れず。
	2.0	400	―	―	―	―	―	〃

山形鋼タイプ
・縦断勾配が大きくなるほど残存する水量は少なくなるが、その差は小さい。

クラドリップ
・山形鋼タイプよりも残存する水量が多い（特にケースＢ２の縦断勾配１%の場合）が、ケースＣの縦断勾配が２%の場合は
　山形鋼タイプより残存する水量が少なくなっている。

試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	C（横断1%；排水勾配あり）
縦断勾配	1%
説明文	散水後30秒（全景）

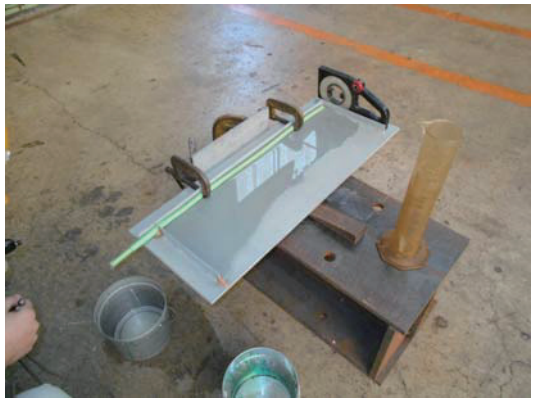
試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	C（横断1%；排水勾配あり）
縦断勾配	1%
説明文	散水後5分（全景）

試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	C（横断1%；排水勾配あり）
縦断勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	B2（排水勾配あり；角度5°）
勾配	1%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	B2（排水勾配あり；角度5°）
勾配	1%
説明文	散水後5分（全景）

試験体	山形鋼タイプ
試験ケース	B2（排水勾配あり；角度5°）
勾配	2%
説明文	散水後5分（全景）



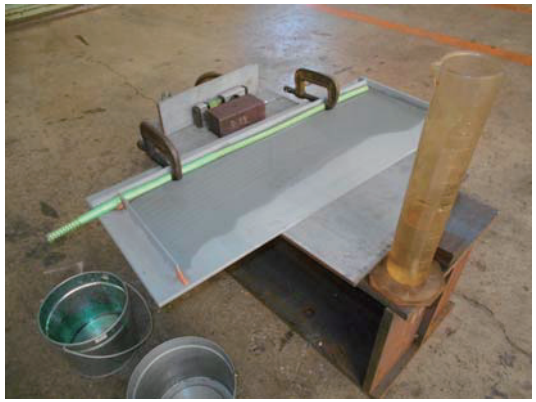
試験体	クラドリップ
試験ケース	C（横断1%；排水勾配あり）
勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	クラドリップ
試験ケース	C（横断1%；排水勾配あり）
勾配	2%
説明文	散水後15分（全景）

試験体	クラドリップ
試験ケース	C（横断1%；排水勾配あり）
勾配	1%
説明文	散水後15分（全景）

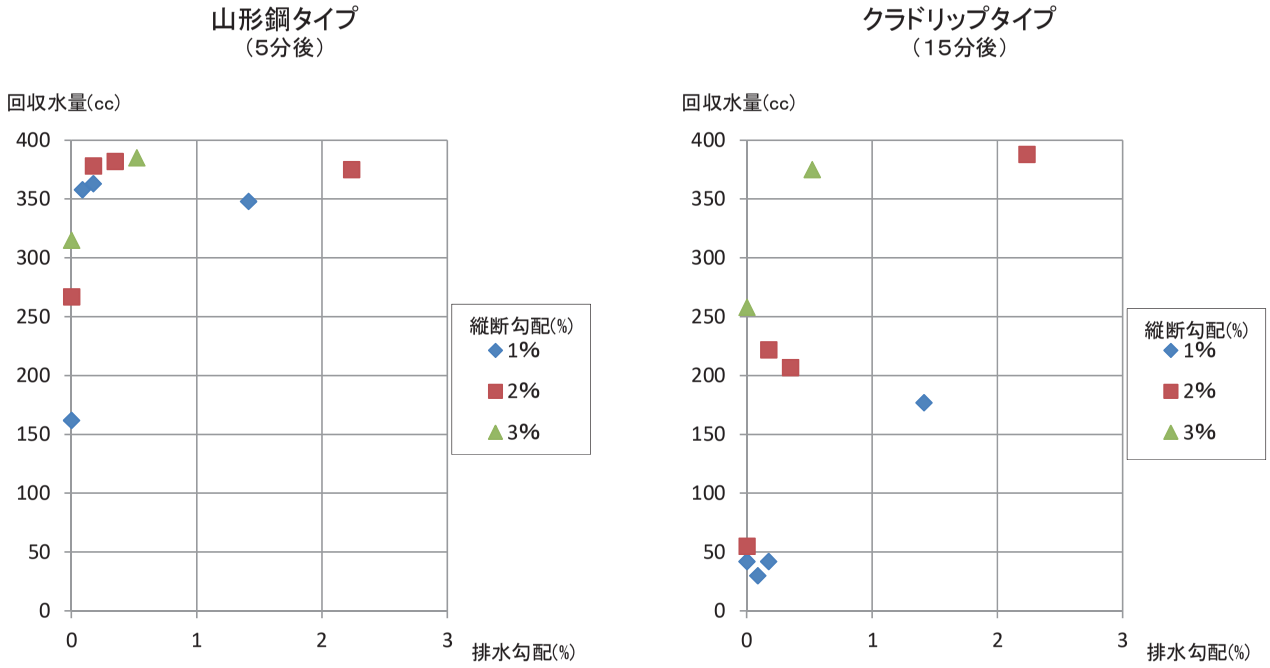
試験体	クラドリップ
試験ケース	B2（排水勾配あり；角度5°）
勾配	1%
説明文	散水後15分（全景）

試験体	クラドリップ
試験ケース	B2（排水勾配あり；角度5°）
勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）



試験体	クラドリップ
試験ケース	B2（排水勾配あり；角度5°）
勾配	2%
説明文	散水後15分（全景）

箱桁上フランジ埋め殺し型枠内の排水構造　試験結果のまとめ



上図は、試験結果１／２および試験結果２／２を排水勾配に着目してグラフにまとめたものである。
上図より、次のことが分かる。

- 山形鋼タイプでは、排水勾配が0.1%あれば、大半の水を排出できる。ただし、縦断勾配1%の場合は2%や3%の場合に比べてやや滞水量が多くなる傾向があり、縦断勾配が小さい場合は水切り板の角度を大きくするなど、配慮が必要である。
- クラドリップタイプは山形鋼タイプより滞水量が多く、排水勾配が小さいほど、その傾向が顕著である。しかし、排水勾配が2%を超える場合は山形鋼タイプと同等の結果であり、条件が整えば選択肢となり得る。

上図の他、従来の山形鋼タイプでは、横断勾配がレベルの場合、山形鋼内で箱桁中心方向に水が逆流することが予備試験により分かった。逆流を防ぐための塞ぎ板等の設置が必要である。

検証実験６

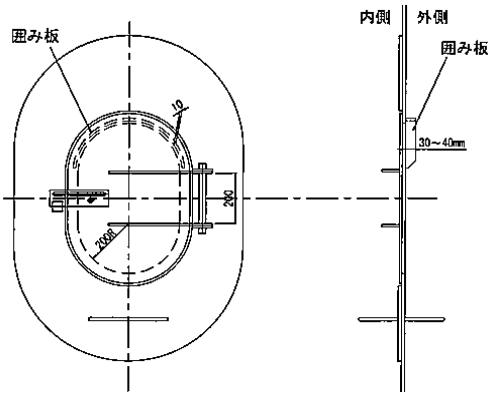
桁端部マンホールの水の浸水防止機能の検証

1.目 的

マンホールからの漏水による桁内部の滞水，およびそれに起因する腐食事例が度々報告されている【写真-1参照】．一方，「橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案）/中部地整」などでは，その対策として開口上部に水切り板（囲み板）を設置することを規定しているが，それらは橋建の「鋼構造詳細の手引き（改訂2版）/H25.6」【図-1】を引用している場合が多い．

しかし，その効果については明確な根拠が見当たらないため，ここでは実際の桁のマンホールを使用して漏水試験を行う．また，改良（案）として下側に水切り板を設けた場合についても確認を行う．

【写真-1　桁端マンホールからの漏水腐食事例】



【図-1　マンホール蓋の浸水防止例 】

2.実験要領

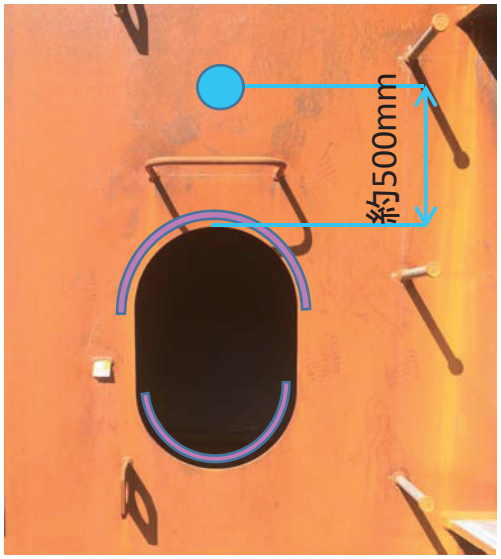
1）対象とするマンホールは，【図-1】と同様に，ウェブ内側に補強板を有する内開きのマンホールとする．また，ウェブと蓋の接触面には，ネオプレンゴム(t=1mm)を挟む．【写真-2】．

2）水切り板の効果を確認するため，ウェブより2m離れた位置から，マンホールの上側500mmを狙って高圧洗浄機により放水する．直接雨かかり部のマンホールではないため，水圧は13MPaとし，放水時間は3分間とした．

3）漏水は，内側の補強板に沿って流れるため，コーキング材で導水しバケツに溜め，その重量を計測することによりその効果を確認することとする．重量は，3分間の放水完了後1分間に溜まる水量とする【写真-3】．

4）実験は下記の3ケースとする．水切り板(b=30mm×t=6mm)は，仮付け溶接し，隙間はコーキング処理する．

CASE-1	水切り板なし
CASE-2	水切り板(上側)
CASE-3	水切り板(上側 + 下側)



【写真-2　対象マンホール】

【写真-3　漏水計測方法】

写真-1

CASE-1（水切り板無し）
放水状況
離隔 ウェブより2m
MHの上側 500mm位置を狙って放水
放水時間　3分

写真-2

CASE-1（水切り板無し）
水圧　13Mpa

写真-3

CASE-1（水切り板無し）
放水中のウェブ表面の状況

写真-4

CASE-1（水切り板無し）
放水中の漏水状況

写真-5

CASE-1（水切り板無し）
放水修了1分後の状況

写真-6

CASE-1（水切り板無し）
2回目の計測結果
重量　　1780g
バケツ重量　377g
水量　　1403g

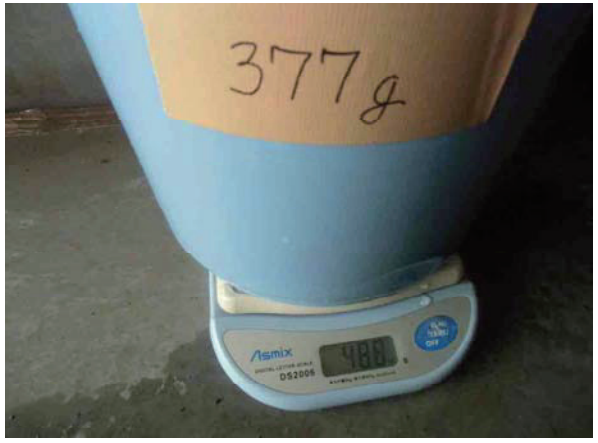
写真-7 CASE-2（水切り板上） 上側水切り板設置状況 （仮付溶接+コーキング）		写真-8 CASE-2（水切り板上） 放水状況 離隔 ウェブより2m MHの上側 500mm位置を狙って放水 放水時間　3分	
写真-9 CASE-2（水切り板上） 放水中のウェブ表面の状況		写真-10 CASE-2（水切り板上） 水圧　13Mpa	
写真-11 CASE-2（水切り板上） 放水中の漏水状況		写真-12 CASE-2（水切り板上） 1回目の計測結果 重量　　488g バケツ重量　377g 水量　　111g	

写真-13

CASE-3（水切り板上下）
下側水切り板設置状況
（仮付溶接+コーキング）

写真-14

CASE-3（水切り板上下）
放水状況
離隔 ウェブより2m
MHの上側 500mm位置を狙って放水
放水時間　3分

写真-15

CASE-3（水切り板上下）
放水中のウェブ表面の状況(1)
上側水切り板の両端および中央から水が流れ落ちる.

写真-16

CASE-3（水切り板上下）
放水中のウェブ表面の状況(2)
上側水切り板の中央から流れ落ちる水が,
下側水切り板で一旦受け止められ，再び落下する.

写真-17

CASE-3（水切り板上下）
放水中の漏水状況

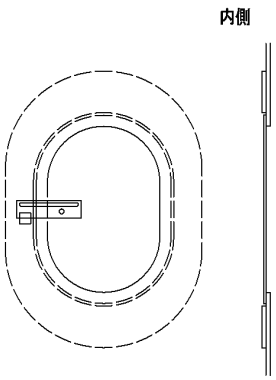
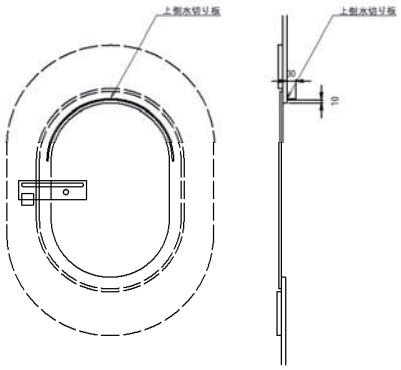
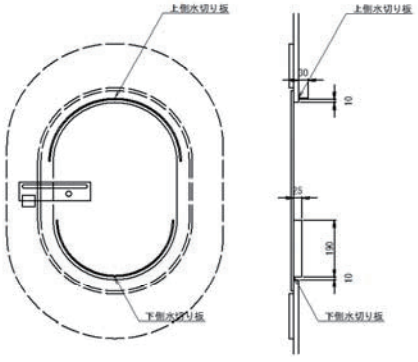
写真-18

CASE-3（水切り板上下）
1回目の計測結果
重量　　475g
バケツ重量　377g
水量　　98g

3.実験結果

実験結果を以下の【表-1】に示す.

【表-1 実験結果一覧】

			放水時間	計測重量 (gf)	水 量 (gf)	備 考
CASE-1 水切りなし		1回目	3分	1,761	1,384	バケツ重量 377g
		2回目	3分	1,780	1,403	〃
		3回目	3分	1,767	1,390	〃
		平均値			1,392	
					(1.00)	
CASE-2 水切り板 (上側)		1回目	3分	488	111	バケツ重量 377g
		2回目	3分	468	91	〃
		3回目	3分	498	121	〃
		平均値			108	
					(0.08)	
CASE-3 水切り板 (上側+下側)		1回目	3分	475	98	バケツ重量 377g
		2回目	3分	460	83	〃
		3回目	3分	500	123	〃
		平均値			101	
					(0.07)	

※水量は, 放水時間3分間+1分間にバケツに溜まった水量を計測.

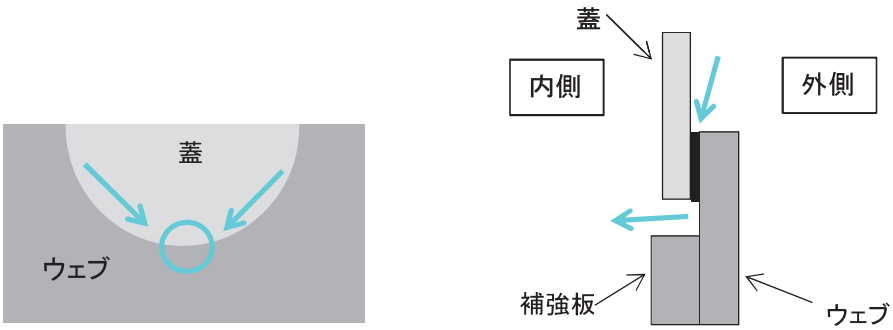
4.考　察

1) CASE-1とCASE-2を比較すると，上側に水切り板を設けることによって，漏水量は1割以下となった．しかし，CASE-2とCASE-3を比較すると漏水量にそれほど大きな差異は見られなかった．よって，上側の水切り板は内部への漏水量を抑制する効果はあるといえる．

2) 水切り板周辺の水の流れを観察すると，【写真-4】に示すように①～③の3本の流水経路が確認された．①，③は流末が風に吹かれたり，取手に当たることにより，その飛沫が開口部の縁（コバ面）を伝って流れ，②も落下する際に，その飛沫の一部が，直下のウェブコバ面に溜まり，それらが蓋とパッキンの隙間から内部に流れ込んでいることが確認できた．

【写真-4　CASE-2の流水状況】

3) CASE-2とCASE-3を比較すると，若干水量に減少が見られるが，下側の水切り板が，②からの流入を防いだためと思われる．しかし，【図-2】に示すように，開口部の縁を伝って流れ込む①，③の量が支配的であるため大きな差異は生じなかったものと推測される．



【図-2　流入経路】

4) 結局，【図-2】に示すような流入経路が主である以上，完全に止水するには

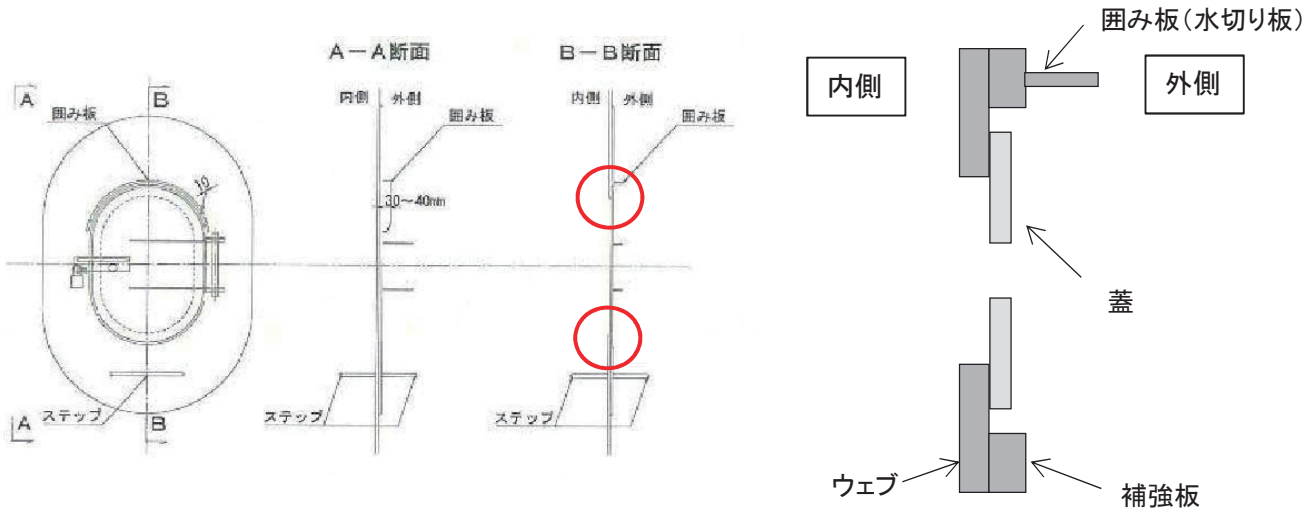
・ウェブと蓋のパッキンを気密性の高いものにするか，蓋の周辺をボルトで固定し密着性を良くする．
・マンホールを外開き構造に変更する．

などの対策が必要と思われる．

水切り板は，漏水量を多少低減できる程度の二次的なものでしか有り得ない．また，直接，蓋に掛かる水に対しては効果は期待できない．

《参 考》

1）「橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案）/中部地整」では，補強板を外側ウェブに設置し，囲み板（水切り板）を設けることを規定しており，外開きマンホールの図面が掲載されている【図-3】.



【図-3 橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（中部地整）】

2）最近，ウェブと蓋の気密性を高めるため，パッキンにP型ゴム【写真-5】を使用している事例がある（阪神高速道路など）.

【写真-5 P型ゴムパッキン】
出典：株式会社扶桑ゴム産業
https://gomu.jp/item/10171

検証実験７

連結版の縁端形状における滞水しやすさの検証

1.連結板の縁端形状

①実験の目的
・連結板の形状の違いによる水の流れ方を比較する
・同一形状での寸法（角度）の違いをパラメータにする
・連結板の傾斜角度の影響を調べる

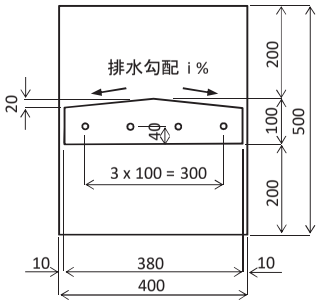
②実験の概要
・試験体を準備する
・目視確認にて滞水状況を確認する

③試験体

A 水平タイプ

Bの両勾配タイプの下側を使用する。

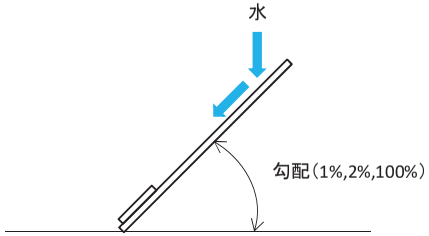
B 両勾配タイプ



（2セット製作）
1-PL 400 x 9 x 500 (SS400)
1-PL 380 x 9 x 100 (SS400)
4-HTB M22 x 60 (F10T)

塗装仕様 ： ブラストのまま（赤さび状態）
外面塗装上塗りまで[表側；C－5塗装系]

④実験方法
・各試験体を斜めに傾け、上から水を流し滞水量を測定する
・斜めの勾配は、弦材を想定した 1%と 2%、ならびに斜材を想定した100%の計3種類とする



⑤パラメーターのまとめ（排水勾配 i %）

（%）

試験体	勾配		
	1%	2%	100%
A	0.000	0.000	0.000
B	0.105	0.209	1.047

2.連結板の縁端形状その2

①実験の目的
・鈑桁下フランジ連結板の形状の違いによる水の流れ方を比較する

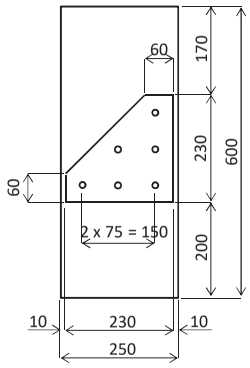
②実験の概要
・試験体を準備する
・目視確認にて滞水状況を確認する

③試験体

A 直角タイプ（圧縮側フランジ）

Bの斜めタイプの下側を使用する。

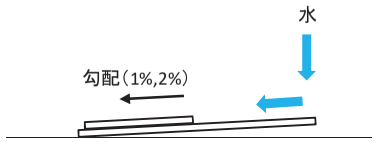
B 斜めタイプ（引張側フランジ）



（2セット製作）
1-PL 250 x 9 x 600 (SS400)
1-PL 230 x 9 x 230 (SS400)
6-HTB M22 x 60 (F10T)

塗装仕様 ： ブラストのまま（赤さび状態）
外面塗装上塗りまで[表側；C－5塗装系]

④実験方法
・各試験体を斜めに傾け、上から水を流し滞水量を測定する
・斜めの勾配は 1%と 2%の2種類とする



⑤パラメーターのまとめ（排水勾配 i %）

（%）

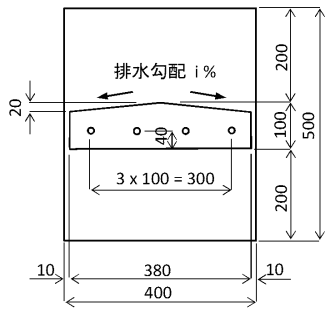
試験体	排水勾配	
	1%	2%
A	0.000	0.000
B	0.707	1.414

連結板の縁端形状　予備試験(H29.1.13)結果

ブラスト試験体（発錆なし）

	縦断勾配(%)	経過時間(分)	1回目			2回目			備考
			拭取前重量(g)	拭取後重量(g)	拭取重量(g)	拭取前重量(g)	拭取後重量(g)	拭取重量(g)	
水平タイプ	1.0	1	59	65	6	60	67	7	
	2.0	1	60	62	2	61	63	2	
	100.0	1	58	59	1	60	61	1	
両勾配タイプ	1.0	1	61	68	7	59	67	8	
	2.0	1	61	62	1	62	63	1	
	100.0	1	60	61	1	59	60	1	

両勾配タイプ

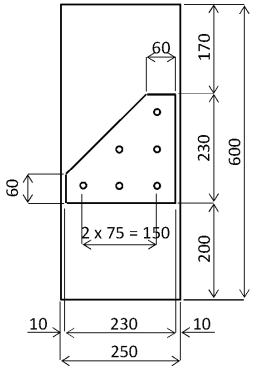


連結板の縁端形状(その2）　予備試験(H29.1.13)結果

ブラスト試験体（発錆なし）

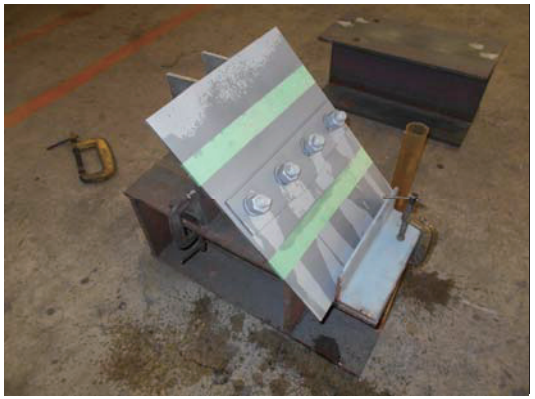
	縦断勾配(%)	経過時間(分)	1回目			2回目			備考
			拭取前重量(g)	拭取後重量(g)	拭取重量(g)	拭取前重量(g)	拭取後重量(g)	拭取重量(g)	
直角タイプ（圧縮側フランジ）	1.0	1	60	63	3	61	63	2	
	2.0	1	60	62	2	60	62	2	
斜めタイプ（引張側フランジ）	1.0	1	60	63	3	59	63	4	
	2.0	1	60	63	3	61	63	2	

斜めタイプ（引張側フランジ）



計測は、連結板前面からの面積が等しくなる位置に養生テープを貼り、連結板前面から養生テープ間に留まっている水を拭き取る方法とした。

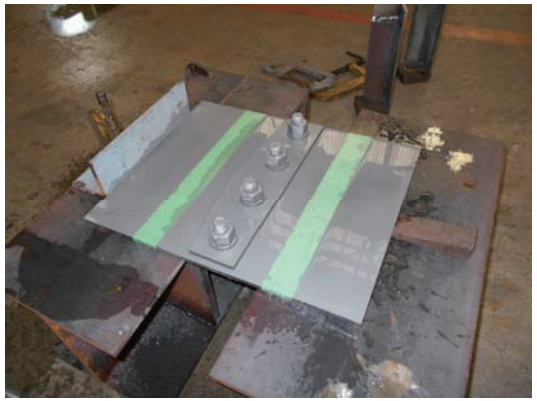
・縦断勾配が大きくなるほど、残存する水量は少なくなる傾向である。
・ブラストによる表面粗度の影響か、表面張力の影響が小さいようで「水が残らない」という印象である。
　そのため、連結板に排水勾配をつけた効果が出ていない結果となっている。



試験体	水平タイプ
試験ケース	
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（全景）

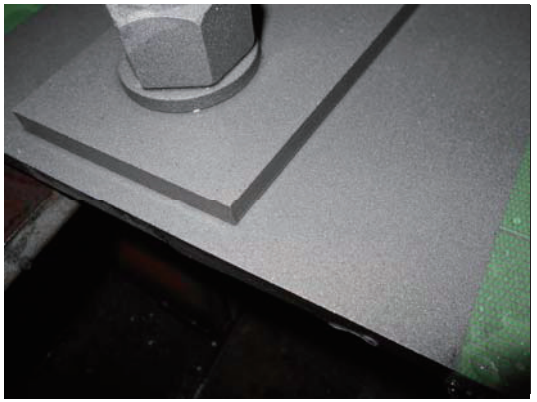
試験体	水平タイプ
試験ケース	
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（近景）

試験体	両勾配タイプ
試験ケース	
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（全景）

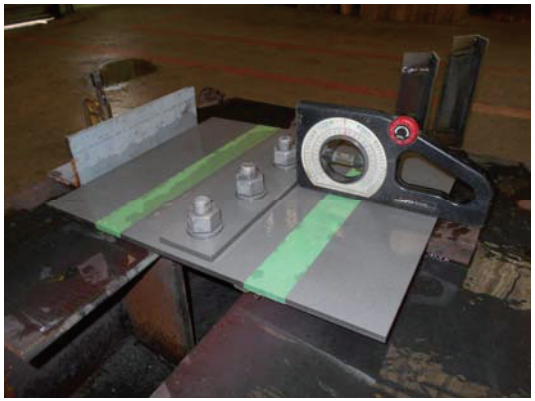


試験体	水平タイプ
試験ケース	
勾配	1%
説明文	散水後30秒（全景）

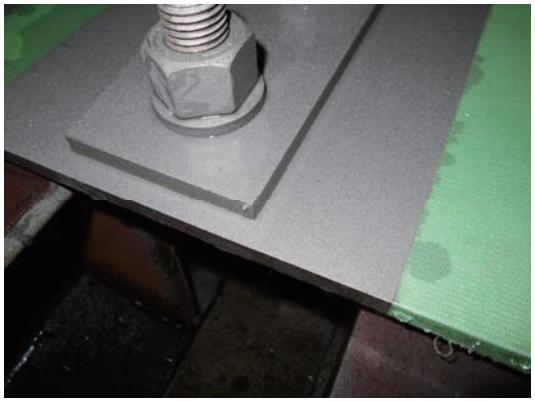
試験体	両勾配タイプ
試験ケース	
勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）



試験体	両勾配タイプ
試験ケース	
勾配	2%
説明文	散水後30秒（近景）



試験体	水平タイプ
試験ケース	
勾配	2%
説明文	散水前（全景）



試験体	水平タイプ
試験ケース	
勾配	2%
説明文	散水後30秒（近景）

試験体	
試験ケース	
勾配	
説明文	

試験体	直角タイプ（圧縮側フランジ）
試験ケース	
勾配	2%
説明文	散水前（全景）

試験体	直角タイプ（圧縮側フランジ）
試験ケース	
勾配	2%
説明文	散水後30秒（近景）

試験体	
試験ケース	
勾配	
説明文	

試験体	斜めタイプ(引張側フランジ)
試験ケース	
勾配	2%
説明文	散水後30秒(近景)

試験体	斜めタイプ(引張側フランジ)
試験ケース	
勾配	2%
説明文	散水後30秒(全景)

試験体	
試験ケース	
勾配	
説明文	

試験体	直角タイプ(圧縮側フランジ)
試験ケース	
勾配	1%
説明文	散水後30秒(全景)

試験体	直角タイプ(圧縮側フランジ)
試験ケース	
勾配	1%
説明文	散水後30秒(近景) 養生テープ面のような 水の盛り上がりは 見られない。

試験体	
試験ケース	
勾配	
説明文	

7－1 連結板の縁端形状　試験結果

塗装試験体（C-5塗装系）

	縦断勾配(%)	回数	拭取前重量(g)	拭取後重量(g)	拭取重量(g)	平均拭取重量(g)	備考
水平タイプ	1.0	1回目	149	168	19	15.9	経過時間1分
		2回目	144	166	22		
		3回目	143	155	12		
		4回目	143	154	11		
		5回目	140	158	18		
		6回目	140	146	6		
		7回目	139	154	15		
		8回目	140	161	21		
		9回目	140	157	17		
		10回目	141	159	18		
	2.0	1回目	146	155	9	13.4	経過時間1分
		2回目	148	155	7		
		3回目	148	158	10		
		4回目	150	158	8		
		5回目	148	166	18		
		6回目	149	176	27		
		7回目	148	162	14		
		8回目	146	152	6		
		9回目	142	152	10		
		10回目	147	172	25		
	100.0	1回目	148	150	2	1.8	経過時間1分
		2回目	147	148	1		
		3回目	143	145	2		
		4回目	145	147	2		
		5回目	144	146	2		
両勾配タイプ	1.0	1回目	147	150	3	7.5	経過時間1分
		2回目	145	149	4		
		3回目	143	154	11		
		4回目	145	156	11		
		5回目	142	151	9		
		6回目	142	153	11		
		7回目	140	147	7		
		8回目	138	146	8		
		9回目	137	142	5		
		10回目	142	148	6		
	2.0	1回目	148	154	6	5.6	経過時間1分
		2回目	147	152	5		
		3回目	143	148	5		
		4回目	144	152	8		
		5回目	144	148	4		
		6回目	146	151	5		
		7回目	144	148	4		
		8回目	145	159	14		
		9回目	145	148	3		
		10回目	143	148	5		
	100.0	1回目	145	146	1	1.0	経過時間1分
		2回目	144	145	1		
		3回目	145	146	1		
		4回目	147	148	1		
		5回目	144	145	1		

ブラスト試験体（発錆後）

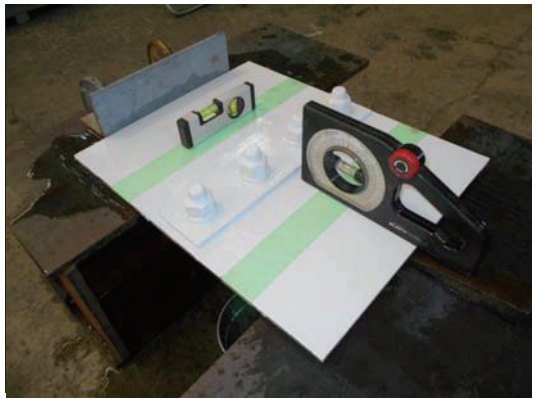
	縦断勾配(%)	回数	拭取前重量(g)	拭取後重量(g)	拭取重量(g)	平均拭取重量(g)	備考
水平タイプ	1.0	1回目	55	58	3	2.6	経過時間1分
		2回目	54	57	3		
		3回目	54	56	2		
		4回目	53	55	2		
		5回目	54	57	3		
	2.0	1回目	54	55	1	1.2	経過時間1分
		2回目	54	55	1		
		3回目	53	55	2		
		4回目	54	55	1		
		5回目	55	56	1		
	100.0	1回目	55	55	0	0.4	経過時間1分
		2回目	55	55	0		
		3回目	54	54	0		
		4回目	54	55	1		
		5回目	53	54	1		
両勾配タイプ	1.0	1回目	54	56	2	2.0	経過時間1分
		2回目	53	55	2		
		3回目	54	56	2		
		4回目	54	56	2		
		5回目	54	56	2		
	2.0	1回目	53	54	1	0.8	経過時間1分
		2回目	54	55	1		
		3回目	54	55	1		
		4回目	54	54	0		
		5回目	54	55	1		
	100.0	1回目	54	54	0	0.2	経過時間1分
		2回目	54	54	0		
		3回目	54	55	1		
		4回目	55	55	0		
		5回目	55	55	0		

試験結果まとめ

縦断勾配１%，２%，１００%の全ケースにおいて、水平タイプより両勾配タイプの方が滞水量が改善された。
特に塗装試験体において約半分に低減しており、効果が大きい。

塗装試験体の縦断勾配１%，２%においてデータがばらついている。これは、表面張力による滞水が、水道の形成が継続することにより減る場合と、水道の形成が途中でなくなる場合があることによる。

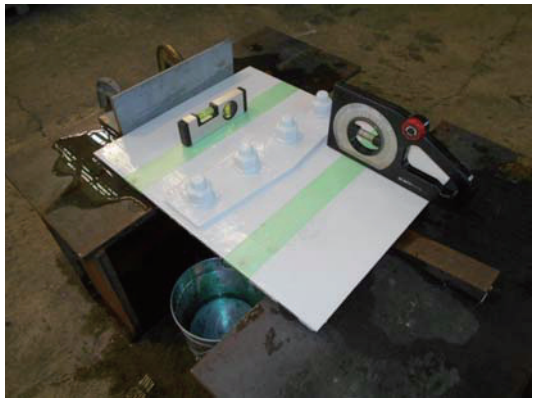
錆試験体は赤錆の状態であり、耐候性鋼材の保護性錆とは性状が異なると考えられ、滞水状況も異なるかもしれない。



試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	水平タイプ
勾配	1%
説明文	セット状況（全景）

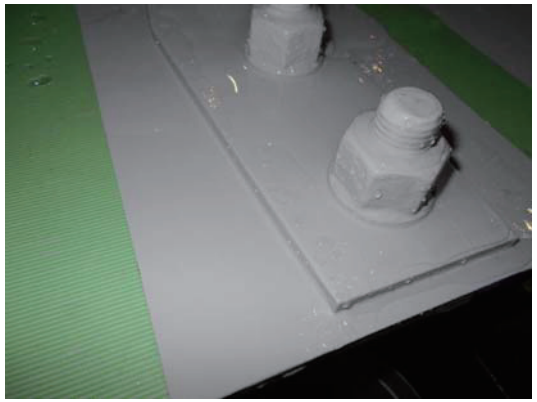
試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	水平タイプ
勾配	1%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	水平タイプ
勾配	1%
説明文	散水後30秒（アップ）



試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	1%
説明文	セット状況（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	1%
説明文	散水後30秒（全景）



試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	1%
説明文	散水後30秒（アップ）

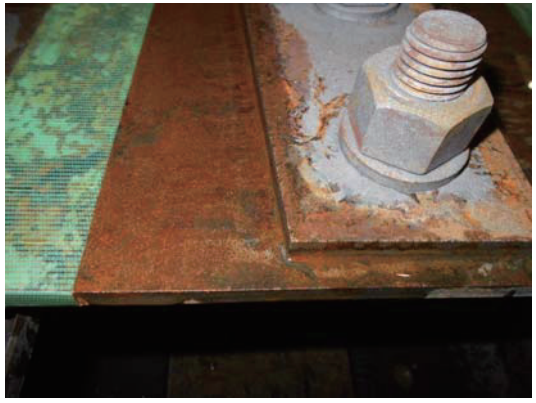
試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	水平タイプ
勾配	1%
説明文	セット状況（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	水平タイプ
勾配	1%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	水平タイプ
勾配	1%
説明文	散水後30秒（アップ）

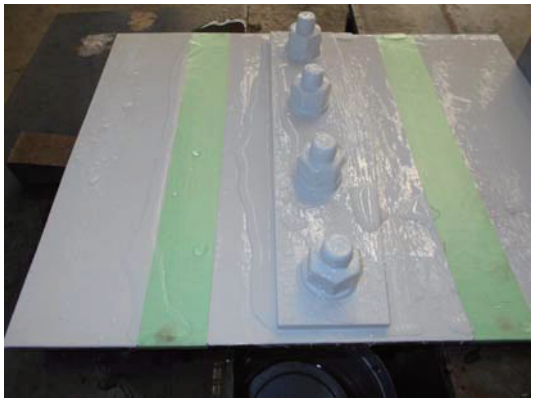
試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	1%
説明文	セット状況（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	1%
説明文	散水後30秒（全景）

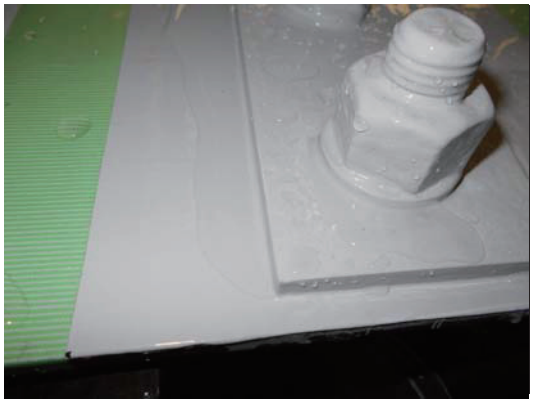


試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	1%
説明文	散水後30秒（アップ）

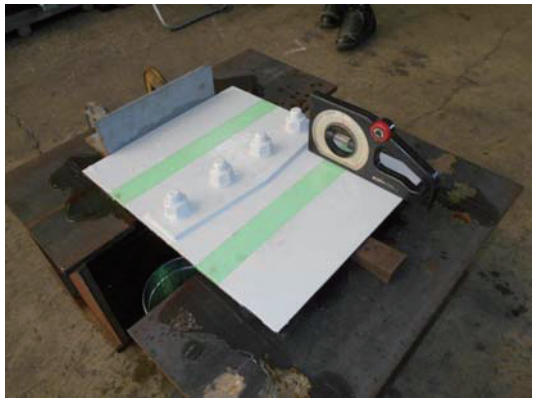
試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	水平タイプ
勾配	2%
説明文	セット状況（全景）



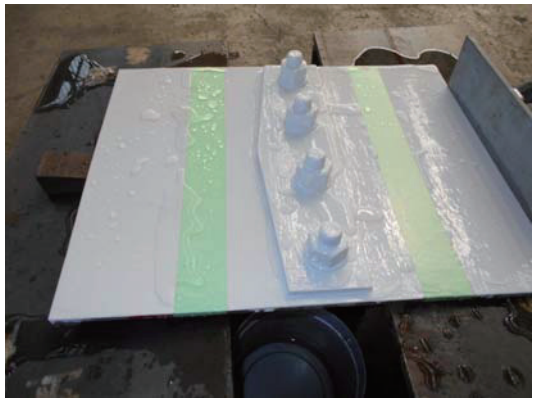
試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	水平タイプ
勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）



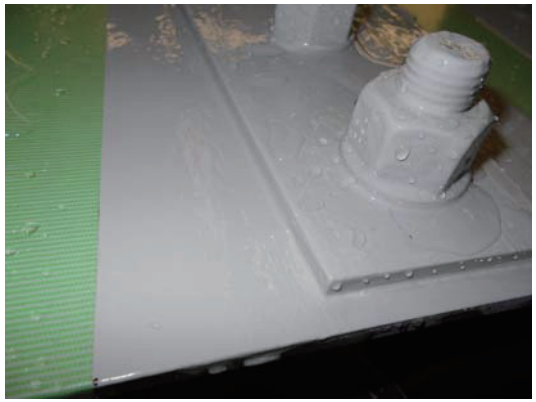
試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	水平タイプ
勾配	2%
説明文	散水後30秒（アップ）



試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	2%
説明文	セット状況（全景）



試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）



試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	2%
説明文	散水後30秒（アップ）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	水平タイプ
勾配	2%
説明文	セット状況（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	水平タイプ
勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	水平タイプ
勾配	2%
説明文	散水後30秒（アップ）

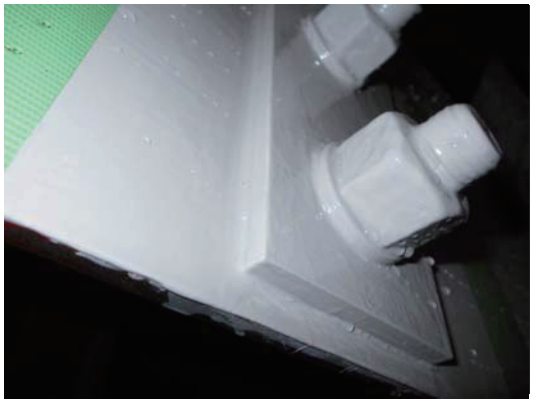
試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	2%
説明文	セット状況（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	2%
説明文	散水後30秒（アップ）

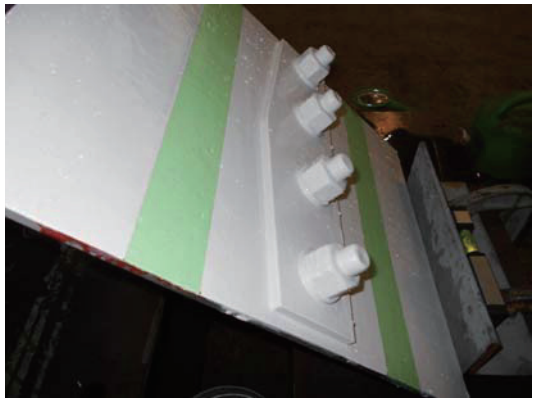
試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	水平タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	セット状況（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	水平タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（全景）

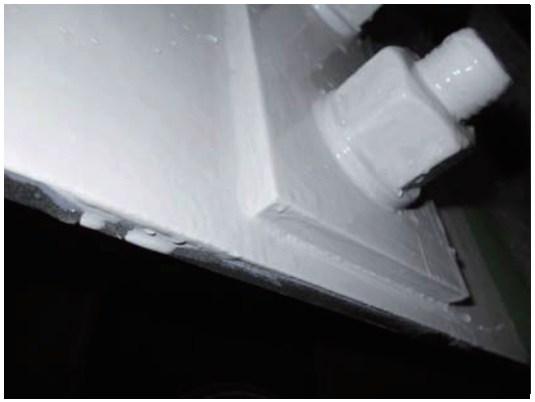


試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	水平タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（アップ）

試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	セット状況（全景）



試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（全景）



試験体	トラス橋，アーチ橋（塗装試験体
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（アップ）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	水平タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	セット状況（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	水平タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	水平タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（アップ）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	セット状況（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	トラス橋，アーチ橋
試験ケース	両勾配タイプ
勾配	100%（45°）
説明文	散水後30秒（アップ）

7－2 連結板の縁端形状(その2) 試験結果

塗装試験体(C-5塗装系)

	縦断勾配(%)	回数	拭取前重量(g)	拭取後重量(g)	拭取重量(g)	平均拭取重量(g)	備考
直角タイプ (圧縮側フランジ)	1.0	1回目	145	146	1	5.3	経過時間1分
		2回目	146	167	21		
		3回目	145	147	2		
		4回目	147	149	2		
		5回目	147	148	1		
		6回目	148	169	21		
		7回目	146	147	1		
		8回目	147	148	1		
		9回目	147	149	2		
		10回目	149	150	1		
	2.0	1回目	149	159	10	7.5	経過時間1分
		2回目	150	162	12		
		3回目	147	154	7		
		4回目	144	151	7		
		5回目	143	149	6		
		6回目	144	150	6		
		7回目	143	147	4		
		8回目	140	154	14		
		9回目	144	148	4		
		10回目	143	148	5		
斜めタイプ (引張側フランジ)	1.0	1回目	149	151	2	1.1	経過時間1分
		2回目	145	146	1		
		3回目	146	147	1		
		4回目	146	147	1		
		5回目	146	147	1		
		6回目	146	147	1		
		7回目	144	145	1		
		8回目	144	145	1		
		9回目	144	145	1		
		10回目	144	145	1		
	2.0	1回目	146	147	1	1.3	経過時間1分
		2回目	147	149	2		
		3回目	142	144	2		
		4回目	144	145	1		
		5回目	145	146	1		
		6回目	145	146	1		
		7回目	145	146	1		
		8回目	146	148	2		
		9回目	144	145	1		
		10回目	144	145	1		

ブラスト試験体(発錆後)

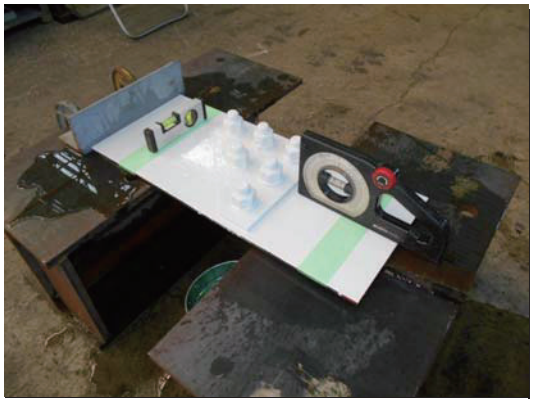
	縦断勾配(%)	回数	拭取前重量(g)	拭取後重量(g)	拭取重量(g)	平均拭取重量(g)	備考
直角タイプ (圧縮側フランジ)	1.0	1回目	55	62	7	6.4	経過時間1分
		2回目	55	62	7		
		3回目	55	61	6		
		4回目	55	61	6		
		5回目	55	61	6		
	2.0	1回目	54	56	2	2.0	経過時間1分
		2回目	54	56	2		
		3回目	54	56	2		
		4回目	55	57	2		
		5回目	55	57	2		
斜めタイプ (引張側フランジ)	1.0	1回目	54	58	4	3.8	経過時間1分
		2回目	54	58	4		
		3回目	55	59	4		
		4回目	55	59	4		
		5回目	54	57	3		
	2.0	1回目	54	56	2	2.0	経過時間1分
		2回目	54	56	2		
		3回目	54	56	2		
		4回目	54	56	2		
		5回目	54	56	2		

試験結果まとめ

縦断勾配１%，２%とも、直角タイプより斜めタイプの方が滞水量が改善された。特に塗装試験体において２割程度に低減しており、効果が大きい。

塗装試験体(直角タイプ)の縦断勾配１%，２%においてデータがばらついている。これは、表面張力による滞水が、水道の形成が継続することにより減る場合と、水道の形成が途中でなくなる場合があることによる。

錆試験体は赤錆の状態であり、耐候性鋼材の保護性錆とは性状が異なると考えられ、滞水状況も異なるかもしれない。



試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	1%
説明文	セット状況（全景）

試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	1%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	1%
説明文	散水後30秒（アップ）

試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
縦断勾配	1%
説明文	セット状況（全景）

試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
縦断勾配	1%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
縦断勾配	1%
説明文	散水後30秒（アップ）

試験体	桁橋
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	1%
説明文	セット状況(全景)

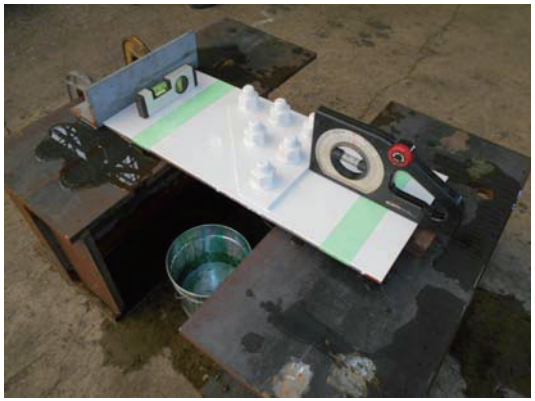
試験体	桁橋
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	1%
説明文	散水後30秒(全景)

試験体	桁橋
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	1%
説明文	散水後30秒(アップ)

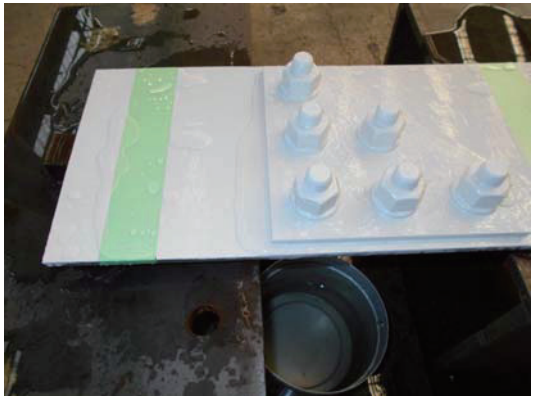
試験体	桁橋
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
縦断勾配	1%
説明文	セット状況(全景)

試験体	桁橋
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
縦断勾配	1%
説明文	散水後30秒(全景)

試験体	桁橋
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
縦断勾配	1%
説明文	散水後30秒(アップ)

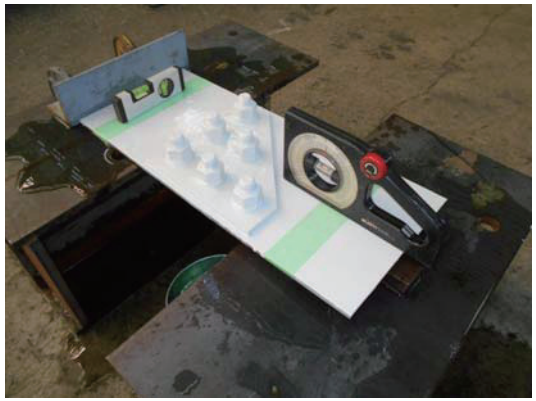


試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	2%
説明文	セット状況（全景）

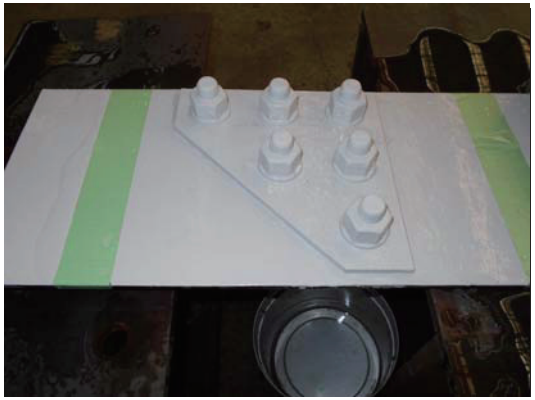


試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	2%
説明文	散水後30秒（アップ）



試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
勾配	2%
説明文	セット状況（全景）



試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
勾配	2%
説明文	散水後30秒（全景）

試験体	桁橋（塗装試験体）
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
勾配	2%
説明文	散水後30秒（アップ）

試験体	桁橋
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	2%
説明文	セット状況(全景)

試験体	桁橋
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	2%
説明文	散水後30秒(全景)

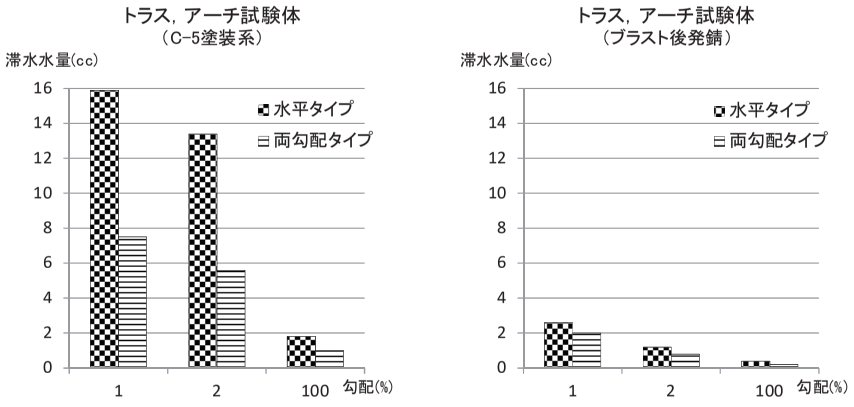
試験体	桁橋
試験ケース	直角タイプ(圧縮側フランジ)
勾配	2%
説明文	散水後30秒(アップ)

試験体	桁橋
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
勾配	2%
説明文	セット状況(全景)

試験体	桁橋
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
勾配	2%
説明文	散水後30秒(全景)

試験体	桁橋
試験ケース	斜めタイプ(引張側フランジ)
勾配	2%
説明文	散水後30秒(アップ)

連結板の縁端形状　試験結果のまとめ



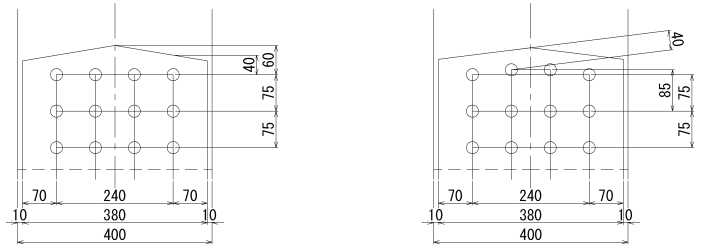
図－１　トラス，アーチ試験体結果

図－１はトラス，アーチ試験体の結果をグラフにしたものである。
縦断勾配１%，２%，１００%の全ケースにおいて、水平タイプより両勾配タイプの方が滞水量が改善されている。
特に塗装試験体において約半分に低減しており、排水勾配を設けた効果が大きい。

塗装試験体は前述したように、縦断勾配１%，２%においてデータがばらついている。これは、表面張力による滞水が、水道の形成が継続することにより減る場合と、水道の形成が途中でなくなる場合があることによる。

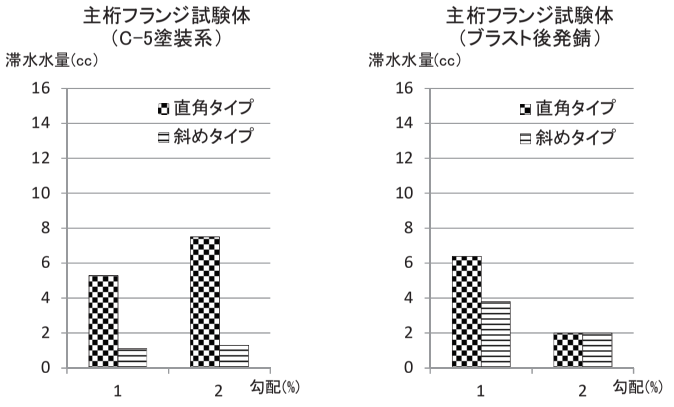
錆試験体は赤錆の状態であり、耐候性鋼材の保護性錆とは性状が異なると考えられ、滞水状況も異なるかもしれない。
予備試験のブラスト試験体では、縁端形状に排水勾配を設けた効果が見られなかったように、表面粗度の影響が大きいようである。

図－２は、連結板の縁端に排水勾配を設ける方法の例である。道路橋示方書の縁端距離の規定等を侵さない構造を選択する必要がある。



ａ）縁端距離を調整　　ｂ）ボルト中心間隔を調整

図－２　連結板の縁端に排水勾配を設ける方法の例



図－３　主桁フランジ試験体結果

図－３は主桁フランジ試験体の結果をグラフにしたものである。
縦断勾配１%，２%とも、直角タイプより斜めタイプの方が滞水量が改善されている。
特に塗装試験体において２割程度に低減しており、排水勾配を設けた効果が大きい。

塗装試験体(直角タイプ)は前述したように縦断勾配１%，２%においてデータがばらついている。これは、表面張力による滞水が、水道の形成が継続することにより減る場合と、水道の形成が途中でなくなる場合があることによる。
図－３で縦断勾配１%，２%の結果が逆転しているのも、この水道形成の微妙な影響によるものと思われる。

トラス，アーチ試験体の場合と同様に、錆試験体は赤錆の状態であり、耐候性鋼材の保護性錆とは性状が異なると考えられ、滞水状況も異なるかもしれない。
予備試験のブラスト試験体では、縁端形状に排水勾配を設けた効果が見られなかったように、表面粗度の影響が大きいようである。

検証実験８

箱桁内の排水構造における滞水しやすさの検証

1.箱桁内の排水検討(案)

箱桁内またはアーチ橋のアーチリブ等に滞水し，腐食の原因となる事例がみられる．
ここでは，箱桁内の滞水を防止する水抜きについて，検討を行う．
一般には，桁端部の勾配が最も低い位置に，導水板を設置し無図抜き孔もボルト孔径に合わせ
下図のように設置されている．

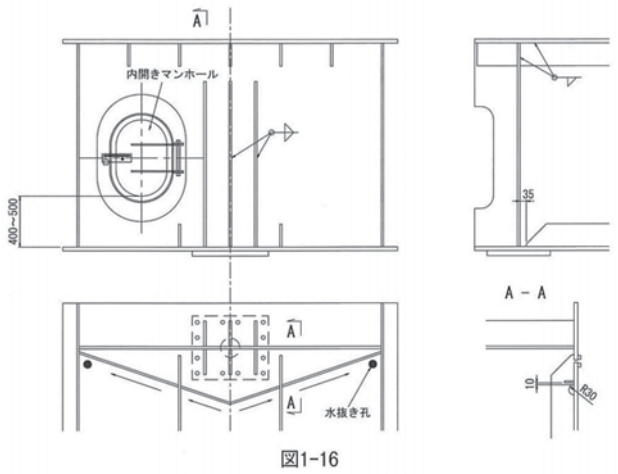
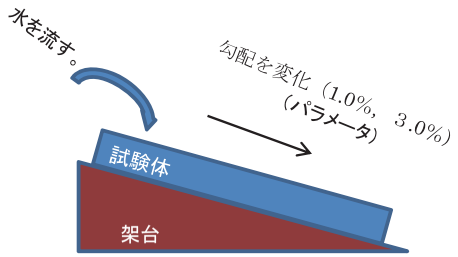


図1-16

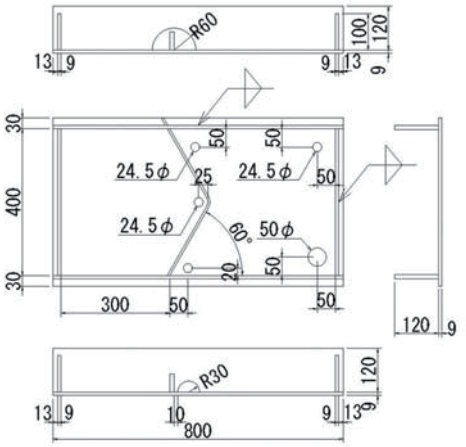
鋼橋構造詳細の手引き(改訂2版)
平成25年6月：日本橋梁建設協会より

検証事項)
1．導水板と箱桁縦リブとの取り合いの差異による機能性の確認
2．導水板と水抜き孔の取合い寸法の確認
3．導水板が設けられない場合の，水抜き孔径の差異による影響

試験要領)
・試験体を架台上に設置し，桁の縦断勾配を(1．0%，3．0%)2段階に変化をさせる．



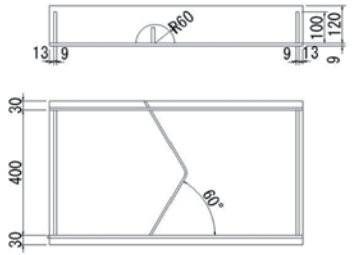
試験体　各試験目的に応じて，不要な開口はテープにて養生を行い試験を実施する．



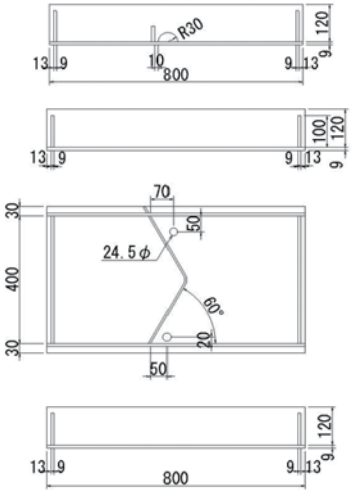
1 - PL 460 x 9 x 800　26kg
2 - PL 120 x 9 x 800　14kg
2 - PL 100 x 9 x 400　6kg
1 - FB 50 x 6 x 448　1kg

試験体タイプ

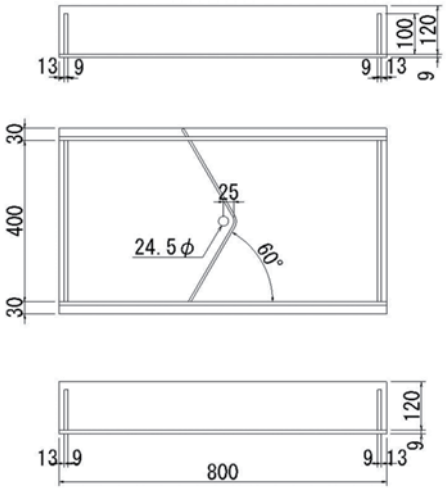
1)水抜き試験1(導水板と縦リブの取合い着目)
TYPE-1



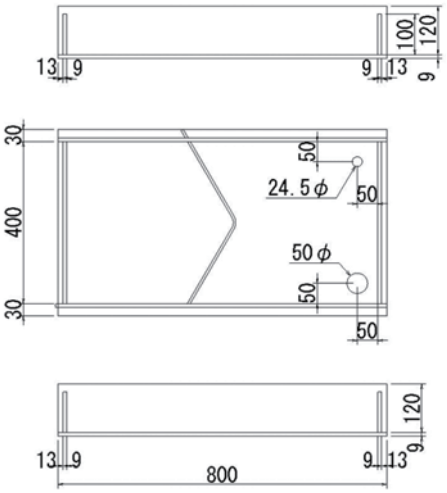
2)水抜き試験2(導水板と水抜き孔の取合い着目1)
TYPE-2



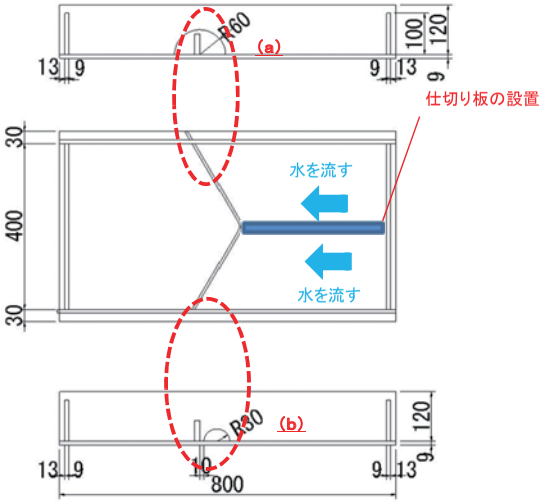
3）水抜き試験3（導水板と水抜き孔の取合い着目2）
TYPE-3



4）水抜き試験4（導水板が設けられない場合に着目）
TYPE-4



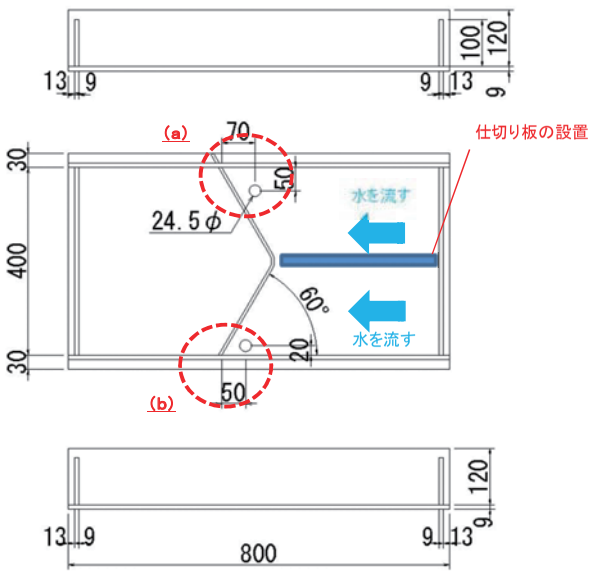
1）水抜き試験1（導水板と縦リブの取合い着目）
TYPE-1



a), b)の導水板と縦リブの取り合いに着目する.
＜手順＞
1）所定の勾配にセット.
2）500gの水を上側から流す.
3)流下時間を3分間とする.
4）流下した水量を計測する.
5)水の溜まり具合を目視確認.

		流入量	流下量	差	考　察
		g	g	g	
TYPE-1 (a) 1%	1回目	500	301	199	・1分程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる.
	2回目	500	303	197	
	3回目	500	277	223	・3分経過後も広い範囲で，表面張力により滞水している.
	平均		294	206	
TYPE-1 (a) 3%	1回目	500	489	11	・30秒程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる.
	2回目	500	491	9	
	3回目	500	487	13	・水抜き孔付近に少し滞水がみられる.
	平均		489	11	
TYPE-1 (b) 1%	1回目	500	332	168	・1分程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる.
	2回目	500	335	165	
	3回目	500	340	160	・3分経過後も広い範囲で，表面張力により滞水している.
	平均		336	164	
TYPE-1 (b) 3%	1回目	500	482	18	・30秒程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる.
	2回目	500	487	13	
	3回目	500	482	18	・水抜き孔付近に少し滞水がみられる.
	平均		484	16	・(a)と比較し，水抜き孔周りの滞水が多い.

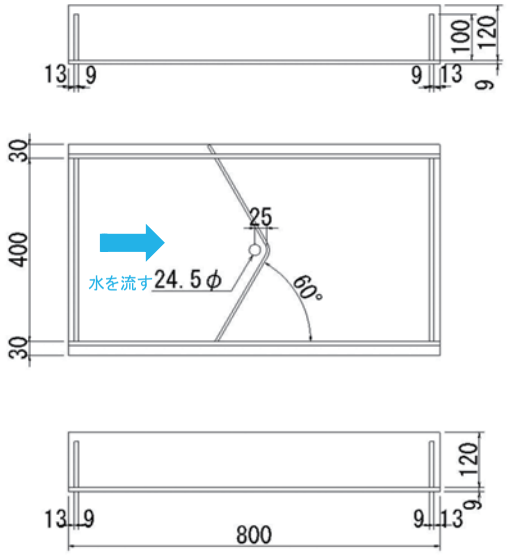
2)水抜き試験2(導水板と水抜き孔の取合い着目1)
TYPE-2



a), b)の誘導板と水抜きの取り合いに着目する.
<手順>
1)所定の勾配にセット.
2)500gの水を上側から流す.
3)流下時間を2分間とする.
4)流下した水量を計測する.
5)水の溜まり具合を目視確認.

		流入量	流下量	差	考　察
		g	g	g	
TYPE-2 (a) 1%	1回目	500	391	109	・1分程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる. ・(b)と比較し，滞水が多い.
	2回目	500	397	103	
	3回目	500	369	131	
	平均		386	114	
TYPE-2 (a) 3%	1回目	500	486	14	・30秒程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる. ・水抜き孔付近に少し滞水がみられる.
	2回目	500	483	17	
	3回目	500	487	13	
	平均		485	15	
TYPE-2 (b) 1%	1回目	500	434	66	・1分程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる. ・(a)と比較し，水抜き孔周りの滞水が少ない.
	2回目	500	436	64	
	3回目	500	444	56	
	平均		438	62	
TYPE-2 (b) 3%	1回目	500	492	8	・30秒程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる. ・水抜き孔付近に少し滞水がみられる. ・(a)と比較し，水抜き孔周りの滞水が少ない.
	2回目	500	494	6	
	3回目	500	492	8	
	平均		493	7	

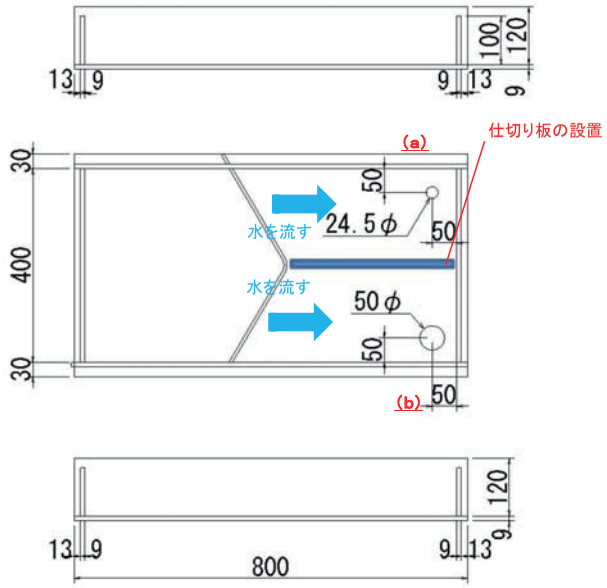
3)水抜き試験3(導水板と水抜き孔の取合い着目2)
TYPE-3



中央の水抜きに着目する.
<手順>
1)所定の勾配にセット.
2)500gの水を上側から流す.
3)流下時間を2分間とする.
4)流下した水量を計測する.
5)水の溜まり具合を目視確認.

		流入量	流下量	差	考　察
		g	g	g	
TYPE-3 1%	1回目	500	406	94	・1分程度で，流れは完了し，その後は水滴として落ちる. ・2分経過後も半分程度の範囲で滞水している. ・水抜き孔の周りに滞水がみられる.
	2回目	500	403	97	
	3回目	500	406	94	
	平均		405	95	
TYPE-3 3%	1回目	500	478	22	・30秒程度で，流れは完了し，その後は水滴として落ちる. ・水抜き孔の周りに滞水がみられる.
	2回目	500	478	22	
	3回目	500	483	17	
	平均		480	20	

4）水抜き試験4（導水板が設けられない場合に着目）
TYPE-4



a), b)水抜き形状に着目する.
＜手順＞
1）所定の勾配にセット.
2）500gの水を上側から流す.
3)流下時間を2分間とする.
4）流下した水量を計測する.
5)水の溜まり具合を目視確認.

		流入量	流下量	差	考　察
		g	g	g	
TYPE-4 (a) 1%	1回目	500	438	62	・1分程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる.
	2回目	500	459	41	
	3回目	500	452	48	・2分経過後に勾配下側に滞水がみられる.（幅10cm程度）
	平均		450	50	
TYPE-4 (a) 3%	1回目	500	469	31	・30秒程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる.
	2回目	500	471	29	
	3回目	500	470	30	・2分経過後に勾配下側に滞水がみられる.（幅6cm程度）
	平均		470	30	
TYPE-4 (b) 1%	1回目	500	457	43	・1分程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる.
	2回目	500	467	33	
	3回目	500	469	31	・2分経過後に勾配下側に滞水がみられる.（幅10cm程度）
	平均		464	36	
TYPE-4 (b) 3%	1回目	500	482	18	・30秒程度でほぼ流れは完了し，その後は水滴として落ちる.
	2回目	500	484	16	
	3回目	500	481	19	・2分経過後に勾配下側に滞水がみられる.（幅6cm程度）
	平均		482	18	

考察まとめ）

＜全体＞
1，1%勾配の設定は微妙な違いで，流れに差が出ている.
2，塗装後，期間を空けない実験であり塗装面が水をはじく傾向であった.
3，2，の要因により，表面張力により水滴が残る傾向があった.
4，3%勾配では，計量した程度の水量の差は観察する中では見られなく，全てのタイプで水が流れている.

＜TYPE-1＞
1，1%勾配では，表面張力により残る水が比較的多い.
2，3%勾配では，ほぼ滞水することなく排水が可能.
3，構造による違いでは，b）の構造ではコーナー部に少量の滞水がみられるが，全体の滞水量と比較すると少ないと思われる.
4，勾配の小さい領域では，構造の違いによる影響よりも表面張力により留まる水の方が多いと考えられる.

＜TYPE-2＞
1，1%勾配では，表面張力により残る水が比較的多い.
2，3%勾配では，ほぼ滞水することなく排水が可能.
3，勾配の小さい領域では，構造の違いによる影響よりも表面張力により留まる水の方が多いと考えられる.
4，3%勾配では，水抜き孔の位置の影響は小さいと思われる.
5，1%勾配では，導水板近くに水抜き孔を計画したb）が滞水が少ない.

＜TYPE-3＞
1，勾配の違いによる水の流れ方は，他のタイプと同様である.
2，水抜き孔近傍に，滞水が見られる.
3，3%勾配では，ほぼ滞水することなく排水が可能.
4，水抜き孔と導水板を近づけた効果は，TYPE-2の試験結果と同様に若干みられる.

＜TYPE-4＞
1，勾配の違いによる水の流れ方は，他のタイプと同様である.
2，水抜き孔近傍に，滞水が見られる.
3，経過時間後の滞水状況は，孔径によらず勾配の影響が大きい.
4，排水速度は，孔径50φの（b）が早い.

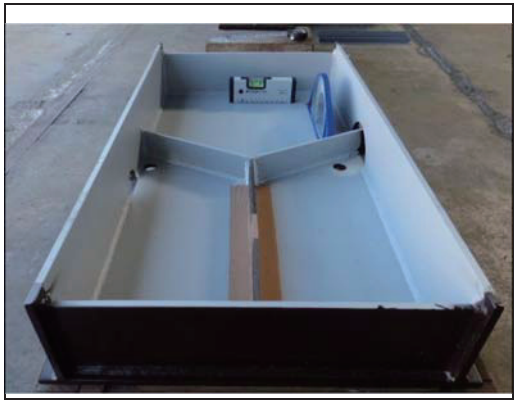
（まとめ）
1，**導水板と箱桁縦リブとの取り合い**
・TYPE-1の実験結果より，縦リブを貫通する構造（a）と導水版を縦リブに溶接する構造（b）では，構造（b）の方が流下量は多い傾向であった.
・導水板の取合い構造より，表面張力による滞水の影響が大きいと考えられる.
・今回の実験結果から，縦リブ貫通部の導水板は縦リブを貫通する構造が排水性が良いことがわかった.

2，**導水板と水抜き孔の取合い**
・流下量に対する縦断勾配の影響としては，勾配の緩い(1%)試験体の方が差が大きく勾配が大きい(3%)試験体の方への影響は比較的小さい.
・TYPE-2の実験結果より，水抜き孔を導水板および縦リブに近づけた構造（b）の方が流下量が多い.
・TYPE-3の実験結果からも，導水板に近い位置に水抜き孔を設けた方が排水性はよいと考えられる.

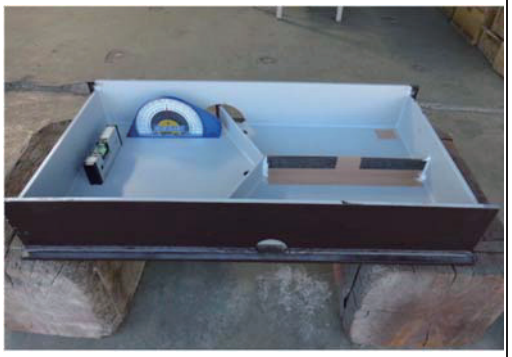
3，**導水板が設けられない場合の，水抜き孔径**
・孔径が大きいb）の結果の方が水は流れやすく，滞水も少ない結果となった．これは，導水板と水抜き孔までの距離の関係から，TYPE-2,3の実験結果と同様に考えることができる.
・縦断勾配の影響も同様であり，流下量で見た場合は3%の(a)と1%の(b)の結果がほぼ同様であり，適用する縦断で排水量も変わると思われる.
・アーチ橋などにおいて，桁内に設ける水抜き孔は大きく計画する方が効果的と思われる．しかし，桁外に排水する場合の水抜き孔は，鳥害に対する配慮が必要である.

実験写真(桁内水抜き)

試験体概要　その他



試験体	試験体全景
説明文	箱桁内排水 試験体全景



試験体	試験体全景
説明文	箱桁内排水 試験体全景

試験体	容器および計量
説明文	・計量カップ ・重量計 カップ重量：25g

試験体	その他
説明文	・水投入前計量

試験体	その他
説明文	・投入水の回収

試験体	その他
説明文	・水回収後計量

試験体	その他
説明文	・水抜きの塞ぎ状況

試験体	その他
説明文	・水抜きの塞ぎ状況

試験体	その他
説明文	・容器質量計測

実験写真(桁内水抜き)

TYPE-1

試験体	TYPE-1(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・1分程度で流れは完了. ・その後徐々に排水.

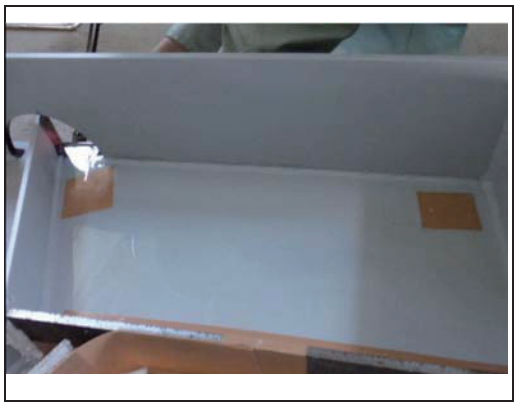
試験体	TYPE-1(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・導水板に沿って流下. ・出口付近で表面張力により滞水.

試験体	TYPE-1(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・1分程度で流れは完了. ・その後徐々に排水.

試験体	TYPE-1(b)(1%勾配)
説明文	・試験体の誤作により，一部に導水板を追加. ・目的とする構造へ改良.

試験体	TYPE-1(b)(1%勾配)
説明文	・流下状況はTYPE-1(a)1%の試験体とほぼ同様.

試験体	TYPE-1(b)(1%勾配)
説明文	・流末部，フランジ面に表面張力により滞水.



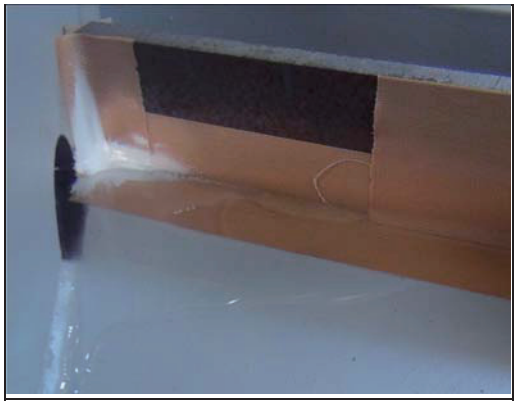
試験体	TYPE-1(a)(3%勾配)
説明文	・試験状況 ・1%勾配と比較し，流れはよい. ・30秒程度で，ほぼ流れは完了.

試験体	TYPE-1(a)(3%勾配)
説明文	・流末部端部に滞水. ・1%勾配と同様にフランジ端部の出口付近に滞水する.

試験体	TYPE-1(a)(3%勾配)
説明文	・経過時間3分後でも表面張力により滞水する.

試験体	TYPE-1(b)(3%勾配)
説明文	・試験状況

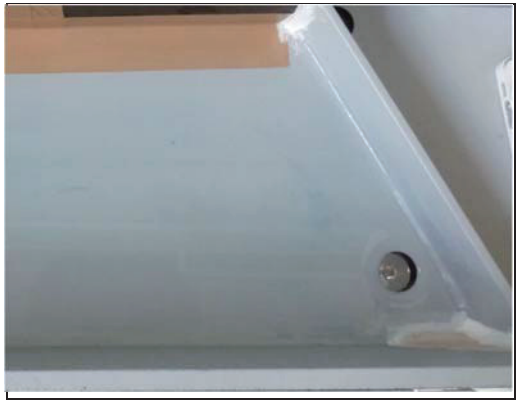
試験体	TYPE-1(b)(3%勾配)
説明文	・経過時間30秒程度で水の流れはほぼ完了. ・流下部は水滴が落ちる程度.



試験体	TYPE-1(b)(3%勾配)
説明文	・コーナー部の滞水状況. ・流末部の滞水状況とほぼ変わり無. ・特別にコーナー部へ滞水が多い状況では無い.

実験写真(桁内水抜き)

TYPE-2



試験体	TYPE-2(a)(1%勾配)
説明文	・試験状況

試験体	TYPE-2(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・経過時間1分程度で，この流れは終了し，水滴が垂れる程度となる.

試験体	TYPE-2(a)(1%勾配)
説明文	・コーナー部滞水状況 ・経過時間2分 ・水抜き孔周りに滞水が見られる.

試験体	TYPE-2(b)(1%勾配)
説明文	・試験状況

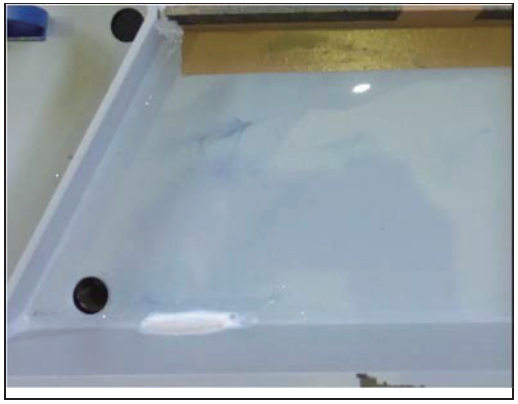
試験体	TYPE-2(b)(1%勾配)
説明文	・経過時間1分半. ・表面張力により，滞水が見られる.

試験体	TYPE-2(b)(1%勾配)
説明文	・コーナー部の滞水. ・水抜き孔周辺に，表面張力による滞水.

試験体	TYPE-2(a)(3%勾配)
説明文	・試験状況 ・経過時間30秒

試験体	TYPE-2(a)(3%勾配)
説明文	・経過時間2分 ・水抜き孔周辺に表面張力で滞水. ・コーナー部の影響より，表面張力の影響が大きい.

試験体	
説明文	



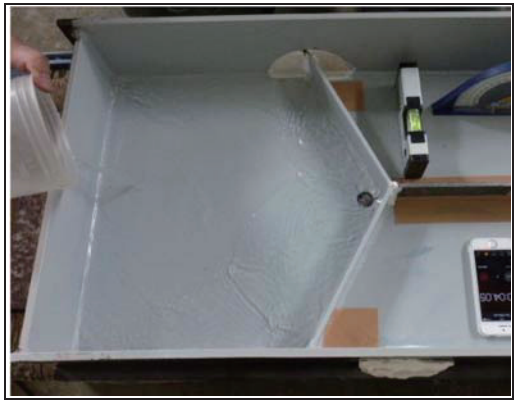
試験体	TYPE-2(b)(3%勾配)
説明文	・試験状況

試験体	TYPE-2(b)(3%勾配)
説明文	・経過時間2分 ・孔周りの滞水状況および平坦部にも表面張力による滞水が見られる.

試験体	TYPE-2(b)(3%勾配)
説明文	・経過時間20秒 ・流末部に水が集中し，平坦部では表面張力による滞水が見られる.

実験写真(桁内水抜き)

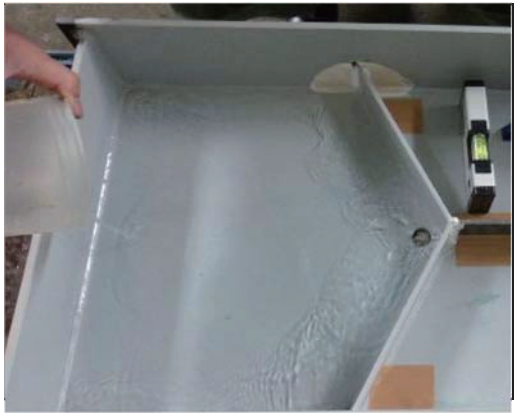
TYPE-3



試験体	TYPE-3(1%勾配)
説明文	・試験状況 ・水投入直後

試験体	TYPE-3(1%勾配)
説明文	・経過時間2分 ・水抜き孔周辺への滞水 ・平坦部へも表面張力による滞水が見られる.

試験体	
説明文	



試験体	TYPE-3(3%勾配)
説明文	・試験状況 ・水投入直後

試験体	TYPE-3(3%勾配)
説明文	・2分経過後 ・水抜き孔周辺の滞水状況

試験体	TYPE-3(3%勾配)
説明文	・経過時間2分 ・水抜き孔周辺への滞水および平坦部への滞水.

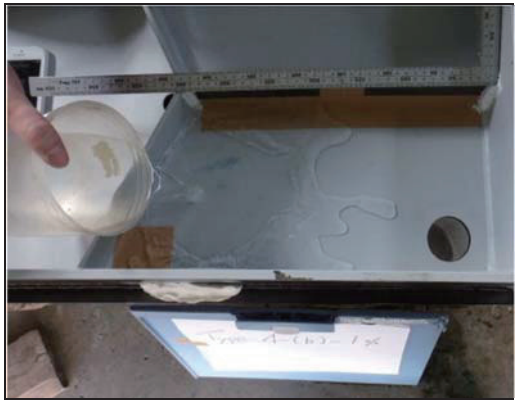
実験写真(桁内水抜き)

TYPE-4

試験体	TYPE-4(a)(1%勾配)
説明文	・試験状況 ・水投入直後

試験体	TYPE-4(a)(1%勾配)
説明文	・経過時間30秒

試験体	TYPE-4(a)(1%勾配)
説明文	・経過時間2分 ・下流側に幅約10cmに滞水.



試験体	TYPE-4(b)(1%勾配)
説明文	・試験状況 ・水投入直後

試験体	TYPE-4(b)(1%勾配)
説明文	・経過時間1分

試験体	TYPE-4(b)(1%勾配)
説明文	・経過時間2分. ・下流側に幅約6cmに滞水.

試験体	TYPE-4(a)(3%勾配)
説明文	・経過時間2分. ・下流側に幅約10cmに滞水.

試験体	TYPE-4(a)(3%勾配)
説明文	・経過時間2分. ・水抜き孔周辺の滞水状況.

試験体	TYPE-4(a)(3%勾配)
説明文	

試験体	TYPE-4(b)(3%勾配)
説明文	・試験状況 ・水投入直後

試験体	TYPE-4(b)(3%勾配)
説明文	・経過時間　20秒 ・ほぼ水が流下している. ・この後，少しずつ水滴が落ちていく状態.

試験体	TYPE-4(b)(3%勾配)
説明文	・経過時間2分. ・下流側に幅約6cm程度の滞水.

検証実験９

フランジ水切り板の伝い水の検証

1.フランジ水切り板の検討(案)

桁端部の腐食において，フランジからの伝い水がその原因の一つと考えられる．
また，張出部にブラケットを有する構造では，主桁フランジの伝い水と同様にブラケットフランジからの伝い水により主桁ウェブ面に錆を発生させる事例も見られている．
ここでは，これらの伝い水を排除する方策として，フランジに水切り板を設置することを念頭に，その構造寸法の検討を行う．
本構造については，詳細構造については規定されている例は少なく，一部中部地整における「橋梁長寿命化に向けた設計の手引き(案)」H25.3に以下の詳細が示されている．

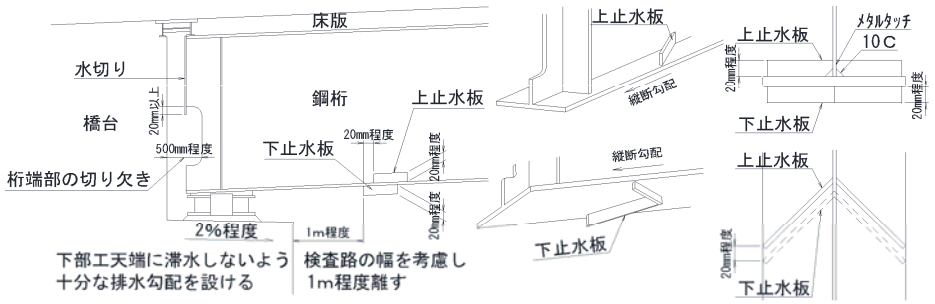
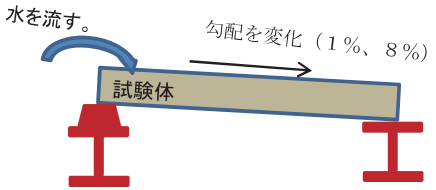


図 3.1.2 桁端部の切り欠きと水切り

試験要領）

・試験体を架台上に設置し，桁の縦断勾配を（1%，8%）の2段階に変化をさせる．
1%：主桁を想定． 8%：ブラケットを想定
・各段階での排水の性能・滞水状況を目視にて確認

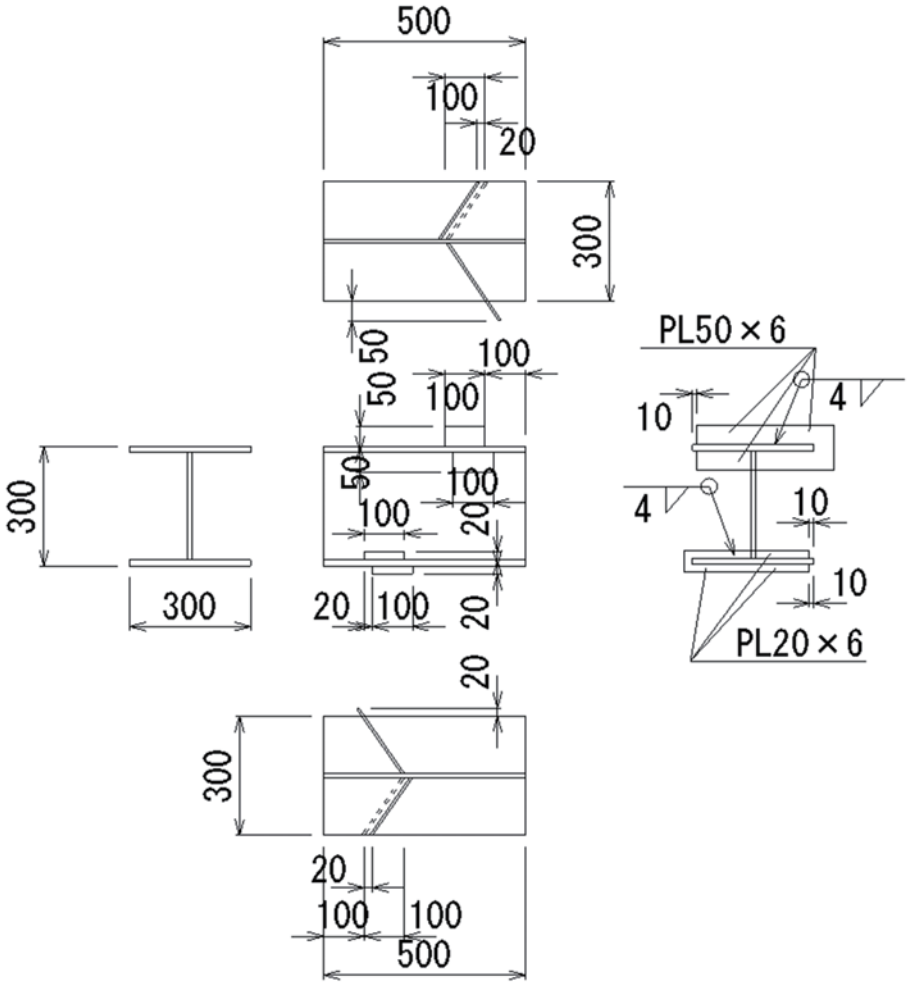


確認事項）

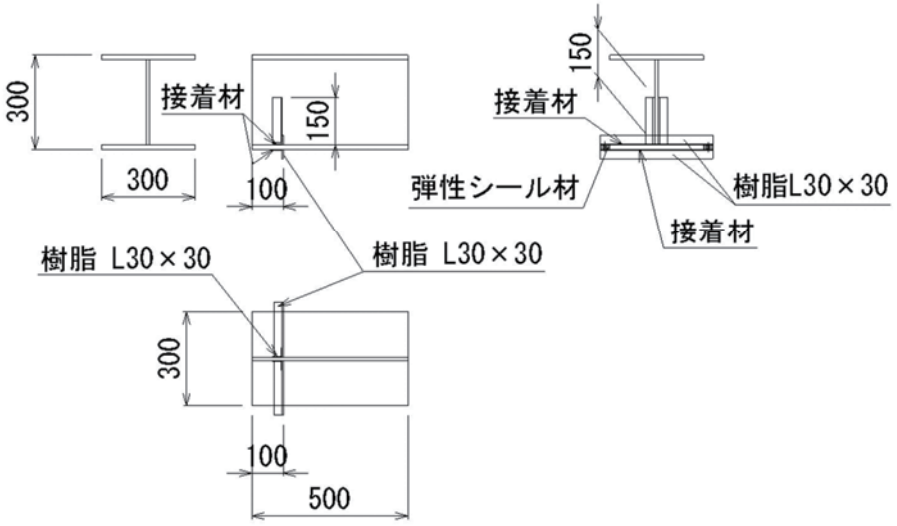
・水切り板の効果を確認’ TYPE-A,TYPE-B
・水切り幅の違いによる差
・フランジ端部のディテールの差による違い
・樹脂アングルの施工性（TYPE-C）

試験体

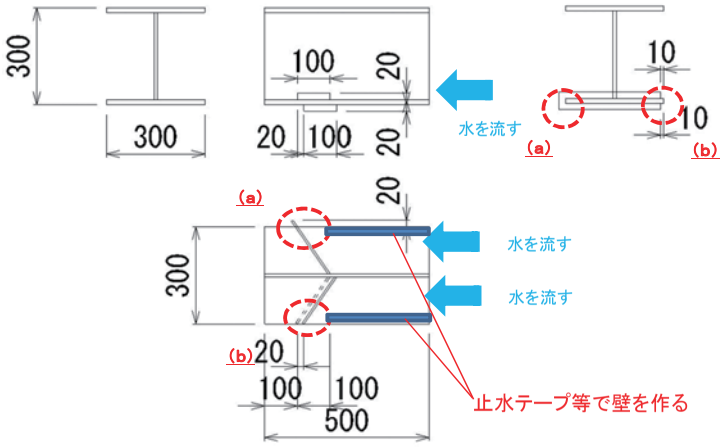
TYPE-A/TYPE-B 用 1体



TYPE-C 用　　1体



1）水切り試験1（スリットタイプとプレート溶接タイプ）
TYPE-A　（水切りサイズW=20mm）

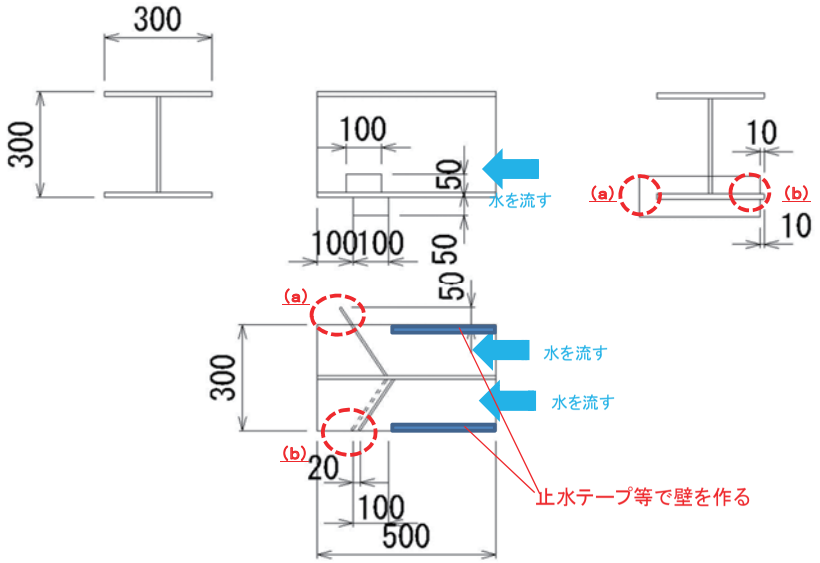


＜手順＞
1）所定の勾配にセット.
2）500gの水を上側から流す.
3)流下時間は1%を2分間，8%を1分間とする.
4）流下した水量を計測する.
5)下フランジ側への廻り，水きり状況を目視確認(状況写真)

※（a）:水切り板スリット構造
（b）:水切り板分割構造

		流入量	流下量	差	考　察
		g	g	g	
TYPE-A (a) 1%	1回目	500	493	7	・30秒程度で，ほぼ流下する.
	2回目	500	493	7	・表面張力により，点状に水滴が残る.
	3回目	500	492	8	・流下部の下端部に表面張力で水が残る.
	平均		493	7	
TYPE-A (a) 8%	1回目	500	498	2	・水を投入後，速やかに排水.
	2回目	500	498	2	・表面張力により，点状に水滴が残る.
	3回目	500	500	0	・流下部の下端部に表面張力で水が残る.
	平均		499	1	・ほとんど滞水は無い.
TYPE-A (b) 1%	1回目	500	494	6	・30秒程度で，ほぼ流下する.
	2回目	500	495	5	・表面張力により，点状に水滴が残る.
	3回目	500	495	5	・流下部の下端部に表面張力で水が残る.
	平均		495	5	
TYPE-A (b) 8%	1回目	500	499	1	・水を投入後，速やかに排水.
	2回目	500	498	2	・表面張力により，点状に水滴が残る.
	3回目	500	499	1	・流下部の下端部に表面張力で水が残る.
	平均		499	1	・ほとんど滞水は無い.

2）水切り試験2（スリットタイプとプレート溶接タイプ）
TYPE-B　（水切りサイズW=50mm）

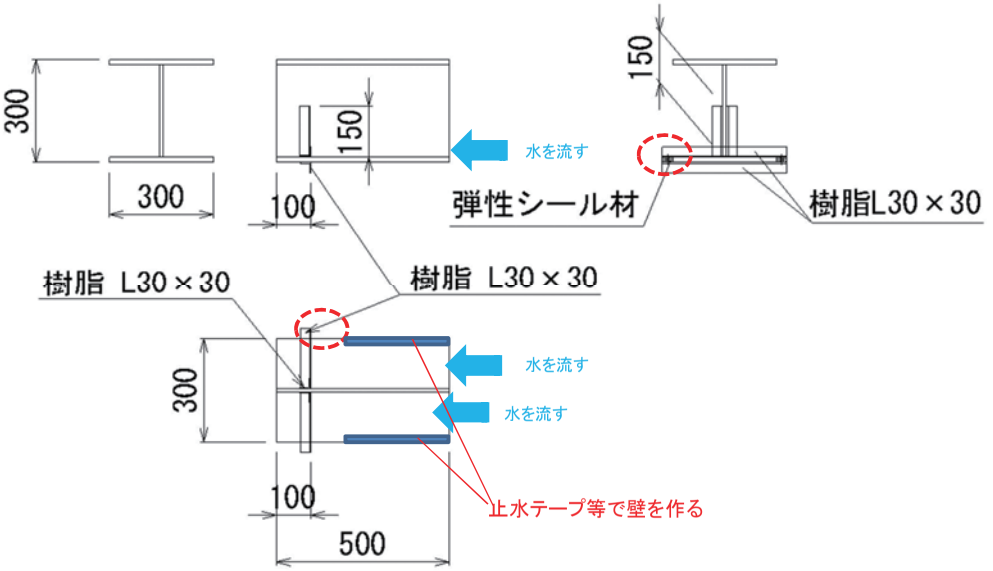


＜手順＞
1）所定の勾配にセット.
2）500gの水を上側から流す.
3)流下時間は1％を2分間，8％を1分間とする.
4）流下した水量を計測する.
5)下フランジ側への廻り，水きり状況を目視確認(状況写真)

※（a）:水切り板スリット構造
（b）:水切り板分割構造

		流入量	流下量	差	考　察
		g	g	g	
TYPE-B (a) 1%	1回目	500	487	13	・30秒程度で，ほぼ流下する.
	2回目	500	489	11	・表面張力により，点状に水滴が残る.
	3回目	500	488	12	・流下部の下端部に表面張力で水が残る.
	平均		488	12	
TYPE-B (a) 8%	1回目	500	496	4	・水を投入後，速やかに排水.
	2回目	500	497	3	・表面張力により，点状に水滴が残る.
	3回目	500	498	2	・流下部の下端部に表面張力で水が残る.
	平均		497	3	・ほとんど滞水は無い.
TYPE-B (b) 1%	1回目	500	492	8	・30秒程度で，ほぼ流下する.
	2回目	500	486	14	・表面張力により，点状に水滴が残る.
	3回目	500	486	14	・流下部の下端部に表面張力で水が残る.
	平均		488	12	
TYPE-B (b) 8%	1回目	500	499	1	・水を投入後，速やかに排水.
	2回目	500	498	2	・表面張力により，点状に水滴が残る.
	3回目	500	496	4	・流下部の下端部に表面張力で水が残る.
	平均		498	2	・ほとんど滞水は無い.

3）水切り試験3(樹脂アングル貼り付けタイプ）
TYPE-C



＜手順＞
1）所定の勾配にセット.
2）500gの水を上側から流す.
3)流下時間は1％を2分間，8％を1分間とする.
4）流下した水量を計測する.
5)下フランジ側への廻り，水きり状況を目視確認(状況写真)
6）樹脂アングルの施工性確認

		流入量	流下量	差	考　察
		g	g	g	
TYPE-C 1%	1回目	500	484	16	・30秒程度で，ほぼ流下する.
	2回目	500	495	5	・水切り板の手前，1cm程度の滞水した.（表面張力による滞水）
	3回目	500	480	20	
	平均		486	14	
TYPE-C 8%	1回目	500	497	3	・水を投入後，速やかに排水.
	2回目	500	496	4	・水切り板の手前，1cm程度の滞水した.（表面張力による滞水）
	3回目	500	493	7	
	平均		495	5	

考察まとめ）

<TYPE-A>
1，下端部での滞水は，止水テープにより側面を塞いでいることの影響も考えられたため，止水テープを外して水の流れを確認した．結果，表面張力による滞水であり，8%勾配の試験結果と同様の滞水が見られた．
2，（a）（b）ともに，流下量は流した水のほとんどを回収できた．
3，（b）水切り板分割構造では，溶接部の隙間からの下側へ水が流れることが懸念されたが，確実に水切りできている．これは，水切り板とフランジ縁との隙間を10㎜としたが，隅肉溶接の脚長(4㎜)分も水切りの効果があったことに加え斜め方向に誘導された水が，そのまま排水されたためである．
4，水切り板の幅の影響を見るため，勾配17.5%にて追加試験を実施したが，8%勾配ととほぼ同等の結果となった．
5，今回の実験における水切り板とフランジの取合い構造では，水切りの効果に関する有意な差は無いと考える．

<TYPE-B>
1，下端部での滞水は，止水テープにより側面を塞いでいることの影響も考えられたため，止水テープを外して水の流れを確認した．結果，表面張力による滞水であり，8%勾配の試験結果と同様の滞水が見られた．
2，（a）（b）ともに，流下量は流した水のほとんどを回収できた．
3，（b）水切り板分割構造では，溶接部の隙間からの下側へ水が流れることが懸念されたが，確実に水切りできている．（TYPEーAと同様．）
4，水切り板の幅の影響を見るため，勾配16.7%にて，追加試験を実施したが，8%とほぼ同等の結果となった．
5，今回の実験における水切り板とフランジの取合い構造では，水切りの効果に関する有意な差は無いと考える．
6，TYPEーAの結果と合わせて，水切り板の幅は20㎜あれば，水切り効果はあると考える．

<TYPE-C>
樹脂アングルの施工性）
1，樹脂アングルは，専門メーカーへ必要寸法等を指示して購入．
2，現地での加工は電動のこぎり等の工具が必要．
3，接着剤は市販の「ボンド ウルトラ多用途SU」コニシ株式会社　を使用．
4，接着剤は1時間ほどでほぼ固定できた．長尺の取付等，取付に時間を要するような場合は注意が必要．
5，今回使用の寸法程度であれば，現地にて取付は容易．
6，補修工事を念頭にした場合，現地での取付等の作業には使用は無いと思われる．ただし，接着剤の耐久性等不明な部分があり，落下防止の対策も合わせて検討する必要がある．

水切りの効果）
1，TYPE-A,TYPE-Bの試験体同様に水切りの効果を確認したが，水切り効果は同様にあった．
2，流下試験では，他の試験体同様に流末部に表面張力による，滞水が見られた．

（まとめ）
1）水切り板の幅の違いによる，排水効果の差はなく．20㎜程度の高さがあれば充分と考えられる．

2）水切り板スリット構造（a）と分割構造（b）での水切り効果には有意差はなかったことから，製作性の良い分割構造（b）を標準と考えてもよい．

3）水切り板を溶接構造で取り付ける場合は，下フランジの疲労破壊が懸念される．しかし，取付位置は桁端部であり，応力レベルは高くない場合は，耐久性の観点から溶接構造を基本とする．

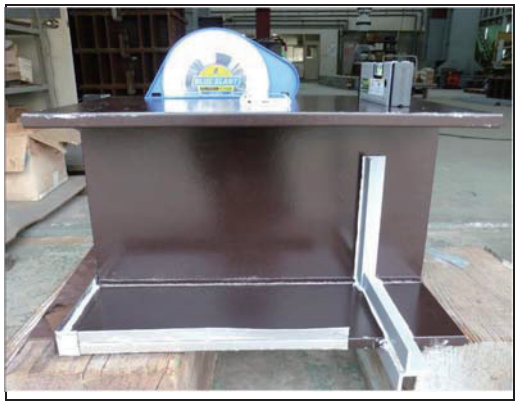
4）中間支点等に設置する場合のも，溶接構造を基本とし疲労照査の結果から溶接構造を採用できない場合は，樹脂材の接着構造も検討するのが良い．

5）樹脂材を接着する構造は，現地での施工性良く既設橋の環境改善にも適用できると考えられる．ただし，万が一の脱落に備えて，樹脂材通しをボルトで連結するなどの落下対策を取る必要がある．

実験写真(フランジ水切り)

試験体概要　その他

試験体	試験体全景
説明文	・TYPE-A／TYPE-B



試験体	試験体全景
説明文	・TYPE-C

試験体	試験体
説明文	・TYPE-C 樹脂アングル取付部

試験体	容器および計量
説明文	・計量カップ ・重量計 カップ重量：25g

試験体	止水板
説明文	・止水板部

試験体	止水板
説明文	・止水板部拡大 ・フランジ面より10㎜控え ・まわし溶接（4㎜隅肉）

試験体	その他
説明文	・水投入前計量

試験体	その他
説明文	・投入水の回収

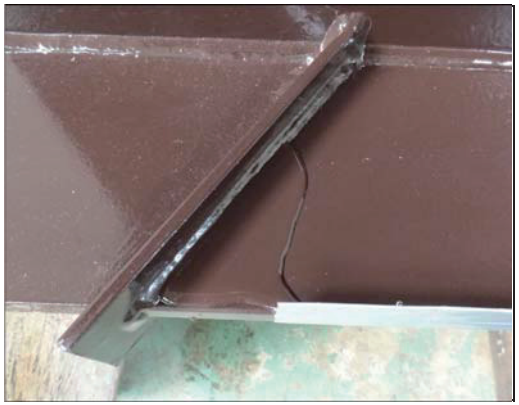
試験体	その他
説明文	・水回収後計量

実験写真(フランジ水切り)

TYPE-A

試験体	TYPE-A(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・30秒程で，ほぼ流下する.

試験体	TYPE-A(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・平坦部に表面張力により水滴が残る.



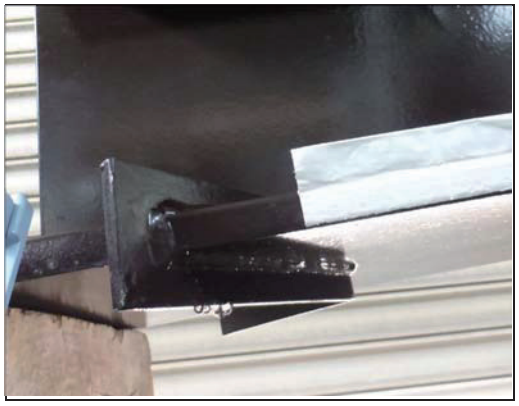
試験体	TYPE-A(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・下端部に表面張力により水が残る.

試験体	TYPE-A(b)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・30秒程で，ほぼ流下する. ・平坦部に表面張力により水滴が残る.

試験体	TYPE-A(b)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・下端部に表面張力により水が残る.

試験体	TYPE-A(b)(1%勾配)
説明文	

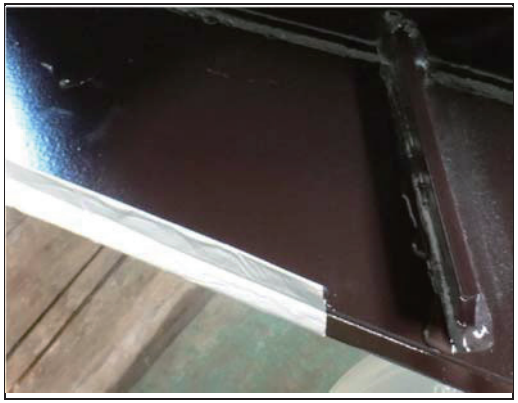
試験体	TYPE-A(a)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・水を投入後，速やかに排水する. ・平坦部表面に表面張力により水が残る.



試験体	TYPE-A(a)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・下フランジ下面へ回り込んだ水も，下側止水板にて排水している.

試験体	TYPE-A(a)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・下端部に表面張力により水が残る.（1%と比較し，残り量が少ない）

試験体	TYPE-A(b)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・水を投入後，速やかに排水する． ・平坦部表面に表面張力により水が残る．



試験体	TYPE-A(b)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・下端部に表面張力により水が残る．(1%と比較し，残り量が少ない)

試験体	TYPE-A(b)(8%勾配)
説明文	

実験写真(フランジ水切り)

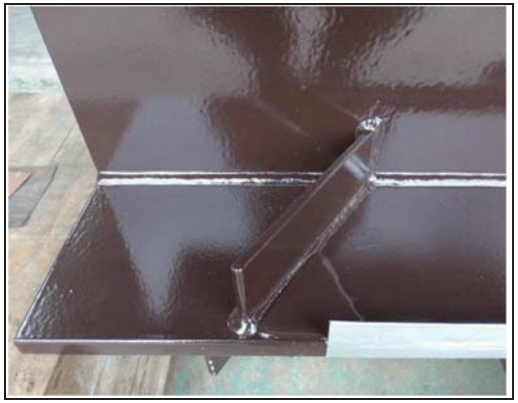
TYPE-B

試験体	TYPE-B(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・30秒程で，ほぼ流下する.

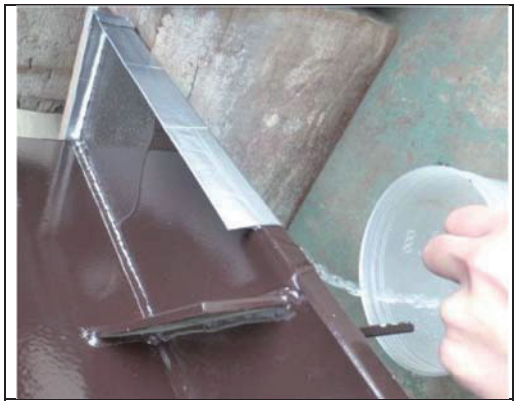
試験体	TYPE-B(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・30秒程度で，ほぼ流下する. ・下端部に表面張力により水が残る. ・平坦部に表面張力により水滴が残る.

試験体	TYPE-B(a)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・水切り板を伝い，確実に排水している.

試験体	TYPE-B(b)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・30秒程度で，ほぼ流下する.



試験体	TYPE-B(b)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・下端部に表面張力により水が残る. ・平坦部に表面張力により水滴が残る.



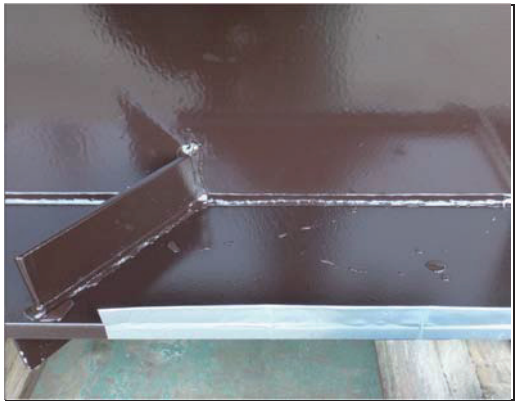
試験体	TYPE-B(b)(1%勾配)
説明文	・流下状況 ・止水板で，流水を下へ誘導している. ・止水板とフランジ縁の隙間からの流水は見られない.

試験体	TYPE-B(a)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・水を投入後，速やかに排水する.

試験体	TYPE-B(a)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・平坦部表面に表面張力により水が残る.

試験体	TYPE-B(a)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・下端部に表面張力により水が残る.（1%と比較し，残り量が少ない）

試験体	TYPE-B(b)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・水を投入後，速やかに排水する．



試験体	TYPE-B(b)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・平坦部表面に表面張力により水が残る． ・下端部に表面張力により水が残る．(1%と比較し，残り量が少ない)

試験体	TYPE-B(b)(8%勾配)
説明文	・流下状況 ・止水板で，流水を下へ誘導している． ・下側に回り込んだ水は下側の止水板を伝って，流下している．

実験写真(フランジ水切り)

TYPE-C

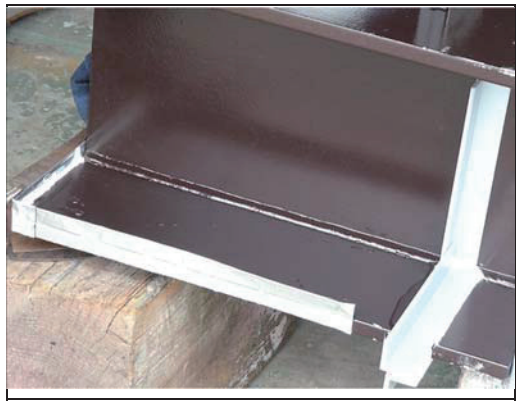
試験体	TYPE-C （1%勾配）
説明文	・流下状況 ・30秒程度で，ほぼ流下する.

試験体	TYPE-C （1%勾配）
説明文	・流下状況 ・下端部に表面張力により水が残る.

試験体	TYPE-C （1%勾配）
説明文	・流下状況 ・平坦部表面に表面張力により水が残る.

試験体	TYPE-C （8%勾配）
説明文	・流下状況 ・水を投入後，速やかに排水する．

試験体	TYPE-C （8%勾配）
説明文	・流下状況 ・平坦部表面に表面張力により水が残る． ・下端部に表面張力により水が残る． ・滞水部は，水切板の手前1cm程であり，1%の結果と比較すると少ない．



試験体	TYPE-C （8%勾配）
説明文	・同上

実験写真(フランジ水切り)

TYPE-C　製作状況

試験体	TYPE-C （アングル取付）
説明文	・試験体　作成前 （全景）

試験体	TYPE-C （アングル取付）
説明文	・試験体　作成前 ・樹脂アングル（全景）

試験体	TYPE-C （アングル取付）
説明文	・仕様接着剤 「ボンドウルトラ多用途SU」 コニシ株式会社製

試験体	TYPE-C （アングル取付）
説明文	・組立状況

試験体	TYPE-C （アングル取付）
説明文	・組立後 ・間詰は，粘土材挿入しシール材でコーティングした.

試験体	TYPE-C （アングル取付）
説明文	・組立後 ・間詰は，粘土材挿入しシール材でコーティングした.

実験写真(フランジ水切り)

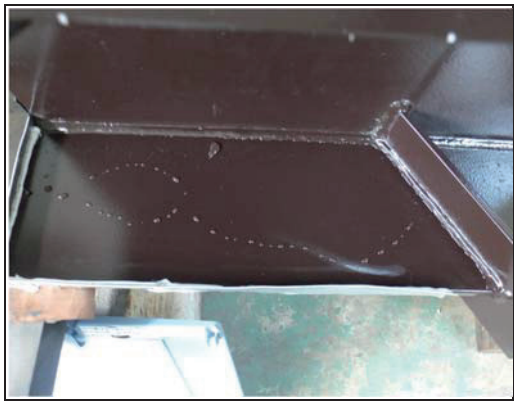
追加確認実験

試験体	(追加実験)
説明文	・TYPE-A(b) 勾配17.5%にて実施 ・平坦部に表面張力により滞水が見られる. ・止水板は有効に機能している. ・流下速度が速かったため, 一部フランジコバ面との隙間から, 水が流れた. (実構造では, このような流れは無いと思われる).

試験体	(追加実験)
説明文	・TYPE-A(b) 勾配17.5%にて実施 ・他の試験体同様に, 下端部に表面張力で水が残る.

試験体	(追加実験)
説明文	・TYPE-B(a) 勾配16.7%にて実施

試験体	（追加実験）
説明文	・TYPE-B(a) 勾配16.7%にて実施 ・8%の実験同様に，投入後すぐに流れ落ちた．



試験体	（追加実験）
説明文	・TYPE-B(a) 勾配16.7%にて実施 ・平坦部に表面張力により滞水が見られる． ・止水板は有効に機能している．

試験体	（追加実験）
説明文	・TYPE-B(b) 勾配16.7%にて実施 ・8%の実験同様に，投入後すぐに流れ落ちた． ・止水板は有効に機能している． ・流下速度が速かったため，一部フランジコバ面との隙間から，水が流れた． （実構造では，このような流れは無いと思われる．）．

試験体	（追加実験）
説明文	・側面止水テープの影響を確認するため，止水テープを外し水を流してみた． ・TYPE-A（a） 8%勾配 ・止水板で水切りがされている． ・止水板手前で，表面張力による1cm程度の滞水が見られた．

試験体	（追加実験）
説明文	響を確認するため，止水テープを外し水を流してみた． ・TYPE-A（b） 8%勾配 ・止水板で水切りがされている． ・止水板を超えて流れる水は無かった． ・止水板手前で，表面張力による1cm程度の滞水が見られた． （他の8%の結果と同）

試験体	（追加実験）
説明文	・側面止水テープの影響を確認するため，止水テープを外し水を流してみた． ・ジョーロで散水． ・TYPE-A（b） 8%勾配 ・止水板で水切りがされている． ・止水板を超えて流れる水は無かった．