

参考資料 3

コンクリート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 : 胸壁と桁端部の作業空間および
端横桁マンホール寸法の検証

検証実験 2 : 地覆水切り形状の伝い水および
打継ぎ部形状の漏水の検証

検証実験 3 : 屋外暴露試験による定着部後埋め部の変状の検証

1. 検証実験の目的

定期点検等で得られた損傷事例を分析することで、道路橋の耐久性の信頼性向上のために設計段階で少なくとも配慮したほうがよいと考えられる項目について抽出する。そして、抽出された項目における具体的な構造細目や仕様について検証実験を実施することで、推奨できる構造細目や仕様を提案する。

2. 検証項目の選定

定期点検等であられた損傷事例を分析し、主としてプレストレストコンクリート（以下、PC という）橋の耐久性の信頼性向上のために少なくとも考慮することが望ましいと考えられる項目について抽出した。それらのうち、実験等によってその性能や効果を確認する必要があると考えられる以下の 3 項目を選定した。

〔検証実験 1〕 PC 橋における胸壁と桁端部の空間寸法および端横桁マンホール寸法

〔検証実験 2〕 地覆水切り形状および打継ぎ部形状

〔検証実験 3〕 定着部後埋め方法

3. 本参考資料の構成

本参考資料は、3 編の検証実験により構成しており、実構造物を想定した模型や供試体を用いて実施した検証試験結果について示している。

〔検証実験 1〕 では、橋台胸壁と主桁端部を想定した模型を用いて、桁端部の近接目視ができる空間の幅、高さについて検証した結果を示している。また、PC 箱桁のマンホールを想定した模型を用いて、容易に通過できるマンホールの寸法および形状について検証した結果を示している。

〔検証実験 2〕 では、地覆の水切り部を想定したコンクリート供試体を用いて、地覆からの伝い水が主桁等の構造部材に到達しない水切りの幅、高さ、勾配について検証した結果を示している。また、コンクリート床版と地覆の打継部を模擬したコンクリート供試体を用いて、地覆打継部からの漏水を生じさせない打継部の仕様について検証した結果を示している。

〔検証実験 3〕では、2 種類の PC 定着部の後埋め方法を模擬した供試体を用いて、後埋め材料および仕様について検証した結果を示している。なお、検証は暴露試験による定着部の経時変化を観察することで評価するものとしており、本参考資料は令和元年 12 月までに得られた結果を元に記述している。

検証実験 1

胸壁と桁端部の作業空間および
端横桁マンホール寸法の検証

1. 目的

本試験は、PC 橋桁端部の近接目視が可能な空間寸法（幅、高さ）および桁内への移動が可能な開口部寸法の検証を行うことを目的とする。

2. 胸壁・桁端部の構造および状態の把握イメージ

図-1 に胸壁・桁端部の構造および状態の把握イメージを示す。PC 桁の場合、状態の把握が可能な桁遊間を確保すると伸縮部の遊間（床版遊間）も大きくなるため不経済な構造となる。その場合、主桁側にもアゴを付けた構造が考えられる。今回の試験では、状態の把握が可能な桁遊間を調査することが主目的であるため、床版遊間は考慮せず、主桁はアゴなしの構造とする。

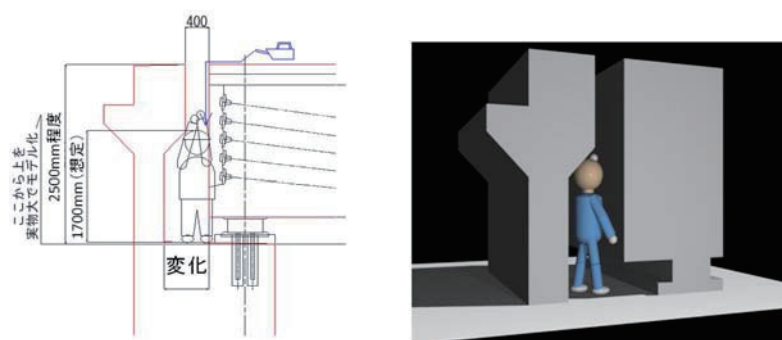


図-1 桁端部の状態把握イメージ

3. 実験計画

3.1. 試験体形状寸法および試験要因

表-1 に PC 桁端部の遊間検証試験の組合せ、試験体形状寸法を図-2 に示す。試験供試体については、合板を用いて、製作する。桁遊間の変化は支承および主桁の模型を所定の位置に移動させるものとする。また、桁高の変化は、桁遊間に所定の桁高になるように台を置いて、その上を作業員が調査を実施する。支承周りの検査の容易さについては、台を使用しない桁高 2、500mm で調査することとする。

また、桁端部に点検用の開口部（800×800mm～600×600mm に変化）の通過のし易さについても調査を行うものとする。表-2 に開口部寸法の確認試験の組合せを示す。

表-1 桁端遊間確認試験の組合せ

(単位：mm)

桁高 \ 遊間	300	400	500	600	700	800
2、500	○ (1-0)	○ (1-1)	○ (1-2)	○ (1-3)	○ (1-4)	○ (1-5)
2、000	—	○ (2-1)	○ (2-2)	○ (2-3)	○ (2-4)	○ (2-5)
1、500	○ (3-0)	○ (3-1)	○ (3-2)	○ (3-3)	○ (3-4)	○ (3-5)

*) () はケース番号

表-2 開口部試験の組合せ

(単位：mm)

幅 高	800	600
800	○	○
600	○	○

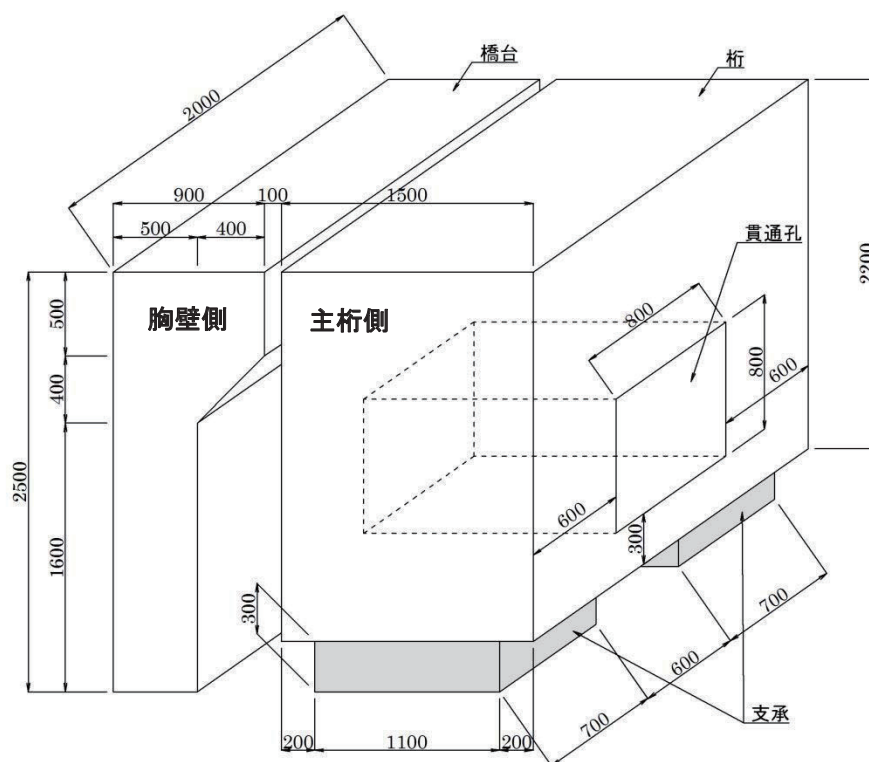


図-2 試験体形状寸法図（桁遊間 500mm の場合）

3.2. 装備

装備の例を図-3に示す。また、開口部寸法確認試験では、脚立を使用した。

装備品の例

【道路橋点検必携】H27年版より

4. 近接目視の実施 4.1 点検計画と点検道具
4.1.2 点検で使用する主な道具 (1/2)

点検時の装備や使用される道具の例を以下に紹介する。

(1) 点検時の装備品の例

表-4.1.2 点検時の主な装備品の例



(2) 記録する道具

記録する主な道具の例としては以下のものがある。

- ・デジタルカメラ
- ・野帳
- ・チョーク
- ・黒板
- ・タブレット型端末機器



図-3 装備の例

3.3. 評価方法

状態の把握結果の評価方法

- 通過のし易さ（通過時間、検査員の所見）
- 桁端部の状態の把握のし易さ（ひび割れ確認の可否（検査員の所見）、調査時間、ひび割れ調査精度）
- 検査員の疲労度（脈拍数、心拍数および血圧の変化、検査員の所見）
- マンホールの通過のし易さ（通過時間、検査員の所見）

4. 実験結果および考察

4.1. 桁端部通過およびひび割れ調査の検証

(1) 所見

表-3に検査員6名（男性5名、女性1名）による桁端部通過実験の結果、表-4に男性検

査員による桁端部のひび割れ調査の検証実験の所見による結果、および表-5 にひび割れ調査状況を示す。

① 桁端通過実験の集計

構造高 2500mm の場合

【障害物なし】

桁遊間 400mm ⇒十分可能 3 名、何とか可能 3 名

桁遊間 500mm 以上 ⇒十分可能 6 名

【障害物あり】

桁遊間 400mm ⇒十分可能 1 名、何とか可能 5 名

桁遊間 500mm ⇒十分可能 5 名、何とか可能 1 名

桁遊間 600mm ⇒十分可能 6 名

構造高 2000mm の場合

【障害物なし】

桁遊間 400mm ⇒十分可能 2 名、何とか可能 4 名

桁遊間 500mm 以上 ⇒十分可能 6 名

【障害物あり】

桁遊間 400mm ⇒十分可能 1 名、何とか可能 5 名

桁遊間 500mm ⇒十分可能 2 名、何とか可能 4 名

桁遊間 600mm 以上 ⇒十分可能 4 名、何とか可能 2 名

構造高 1500mm の場合

【障害物なし】

桁遊間 400mm ⇒十分可能 0 名、何とか可能 1 名、厳しい 5 名

桁遊間 500mm ⇒十分可能 1 名、何とか可能 4 名、厳しい 1 名

桁遊間 600mm ⇒十分可能 4 名、何とか可能 2 名

桁遊間 700mm ⇒十分可能 5 名、何とか可能 1 名

桁遊間 800mm ⇒十分可能 6 名

【障害物あり】 検証なし

② ひび割れ調査実験の結果

構造高 2500mm の場合

桁遊間 400mm ⇒上方のひび割れが見えない。写真撮影も困難

桁遊間 500mm ⇒何とか可能。写真はかろうじて撮影可能

桁遊間 600mm ⇒十分可能

構造高 2000mm の場合

桁遊間 400mm ⇒何とか可能、横のひび割れの観察が困難。

桁遊間 500mm ⇒何とか可能。上方のひび割れの観察が困難

桁遊間 600mm 以上 ⇒十分可能

構造高 1500mm の場合

桁遊間 400mm ⇒厳しい。焦点があわない。

桁遊間 500mm ⇒厳しい。焦点があわない。

桁遊間 600mm ⇒何とか可能。計測の体勢は窮屈

桁遊間 700mm ⇒何とか可能。計測の体勢は窮屈

桁遊間 800mm ⇒十分可能

以上の結果から、**構造高が 2000mm～2500mm では、ひび割れ検査可能な桁遊間として 500mm 以上が、構造高 1500mm では 600mm 以上が必要となる**。通過のみであれば、構造高 2000mm 以上では桁遊間 400mm、構造高 1500mm では桁遊間 500mm で可能となる。表-5 の調査状況からも同様な判断ができるものとする。

(2) 桁遊間と通過時間との関係および障害物の影響

図-4 は、各構造高における桁遊間と通過時間の関係を示したものである。構造高 2000mm 以上では桁遊間の大きさにほとんど左右されないことがわかる。一方、構造高 1500mm では桁遊間 400mm では、桁遊間 500mm 以上に比べて通過時間が大きくなっていることがわかる。これは、**構造高 1500mm では、桁遊間 400mm では通過が困難とした検査員の所見と一致する**。

図-5 は、落橋防止装置などを模擬した障害物（塩ビパイプ φ200mm）の有無が通過時間に及ぼす影響を示したものである。構造高 2500mm および 2000mm で検証したが、いずれの場合も通過時間は増加した。構造高 2000mm の通過時間の増加量は構造高 2500mm の場合より大きくなっており、構造高が低い場合はより桁遊間を大きく設定する必要があることがわかる。なお、構造高 1500mm の場合は、障害物を設置した場合、通過が不可能であったため実施しなかった。

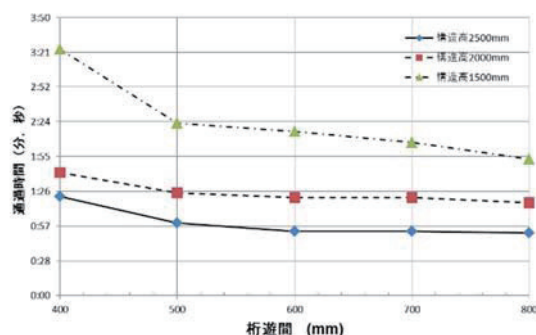


図-4 桁遊間と通過時間との関係

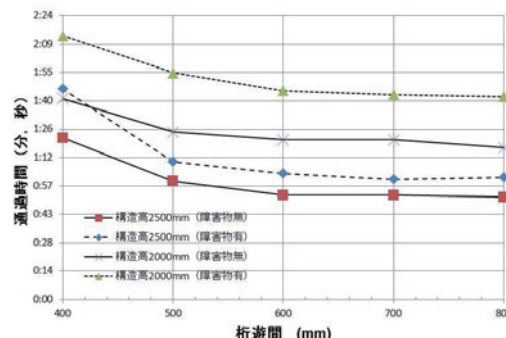


図-5 障害物の有無が通過時間に及ぼす影響

(3) 疲労度の検証

図-6 は、ひび割れ調査員の調査前後における血圧の差を示す。プラスの値は、ひび割れ調査終了時の方が調査前より血圧が上昇したことを示している。血圧差の値は、調査員の体調や調査終了時から測定までの時間、ひび割れパターンの難易度など種々の要因があるため一概には言えないが、桁遊間が小さいほど、桁高が低いほどその差が大きくなっている。桁高 2500mm の場合は、明確な差は見られないが、桁高 1500mm、桁遊間 400mm のようなひび割れ調査が非常に厳しい状況で、その差が大きくなっている点に注目する必要がある。

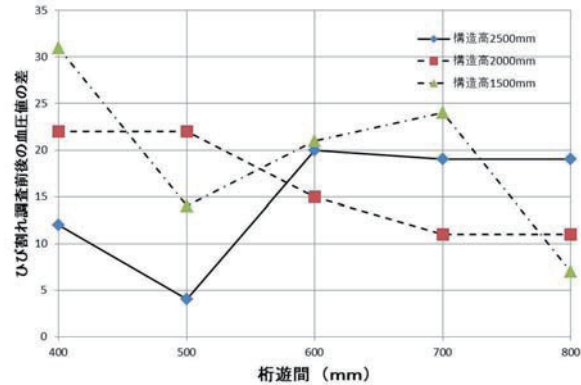


図-6 ひび割れ調査員の調査前後の血圧の差

(4) ひび割れ調査の精度の検証

表-5、表-6 にひび割れ調査の結果一覧を示す。鉛直方向および斜め方向のひび割れについては、CAD から作成した疑似ひび割れの幅と大きな差は認められていない。一方、水平方向のひび割れは、疑似ひび割れ幅より大きく計測されている。これは、構造高に関係なく、ほぼ同じような傾向が見られた。この原因として、水平ひび割れが①かなり高い位置にあること、②パラペットのハンチ部に近い位置にあることなどから、ひび割れを正面から測定することができず、斜め方向からクラックスケールを当てるため、計測精度が低下したものと考えられる。

表-3 桁端通過の検証実験の結果

試験ケース		桁高 (mm)	桁間隔 (mm)	隣接物 *1	凸凹形状 タイプ	点検時間 *2	点検精度	照応数		血圧		血圧		点検員の疲労度		所見	コメント
								①開始時	②終了後	差②-①	最高	最低	②終了後	最高	最低		
1-0	2500	300	400	無	タイプ1	1:22		78	78	0	138	95	142	93	4	-2	4回とか可能
1-1	2500	400	400	無	タイプ2	1:00		74	79	5	136	88	145	89	9	1	1回とか可能
1-2	2500	500	400	無	タイプ1	0:53		73	75	2	126	88	130	84	4	-4	1回とか可能
1-3	2500	600	400	無	タイプ3	1:00		74	79	5	128	87	124	88	4	1	1回とか可能
1-4	2500	700	400	無	タイプ2	0:52		70	70	0	130	87	128	84	2	-1	1回とか可能
1-5	2500	800	400	無	タイプ1	1:00		70	70	0	128	86	126	84	2	-1	2回とか可能
2-0	2000	300	400	有	タイプ1	1:26		78	82	4	131	89	137	86	6	4	2回とか可能
2-1	2000	400	400	有	タイプ2	1:00		78	83	5	127	85	129	85	11	0	1回とか可能
2-2	2000	500	400	有	タイプ2	1:26		83	78	-4	127	85	138	85	11	0	1回とか可能
2-3	2000	600	400	有	タイプ3	1:21		79	76	-3	130	78	124	79	-6	1	1回とか可能
2-4	2000	700	400	有	タイプ1	1:21		76	80	4	133	76	122	78	-11	2	1回とか可能
2-5	2000	800	400	有	タイプ2	1:17		--	--	--	--	--	--	--	--	--	点検不可能
3-0	1500	300	400	無	タイプ2	3:24		67	78	11	126	80	165	91	39	11	3回以上
3-1	1500	400	400	無	タイプ2	2:23		68	65	-3	124	84	126	76	4	-8	2回とか可能
3-2	1500	500	400	無	タイプ3	2:18		64	71	7	124	78	138	81	14	3	2回とか可能
3-3	1500	600	400	無	タイプ1	2:07		65	64	-1	127	83	134	82	7	-1	2回とか可能
3-4	1500	700	400	無	タイプ2	1:53		67	61	-6	121	81	129	81	8	0	1回とか可能
3-5	1500	800	400	無	タイプ3												上方の隙間に頭が通るようになった。
【標準物質】																	
1-1	2500	400		有		1:47		78	80	2	142	93	153	89	11	-4	2回とか可能
1-2	2500	500		有		1:10		79	82	3	145	89	139	89	-6	0	1回とか可能
1-3	2500	600		有		1:04		75	79	4	130	84	128	82	-2	2	1回とか可能
1-4	2500	700		有		1:01		76	76	0	124	88	132	83	-8	-3	1回とか可能
1-5	2500	800		有		1:06		76	76	0	125	85	132	83	-8	-3	1回とか可能
2-0	2000	300		有		2:14		86	91	5	155	95	154	88	-1	3	2回とか可能
2-1	2000	400		有		1:55		82	86	4	137	86	140	88	3	2	2回とか可能
2-2	2000	500		有		1:55		89	87	-2	138	85	141	78	3	-7	2回とか可能
2-3	2000	600		有		1:46		76	85	9	124	79	140	75	16	-4	2回とか可能
2-4	2000	700		有		1:44		80	87	7	122	78	139	73	17	-5	2回とか可能
2-5	2000	800		有		1:43											2回とか可能

* 1: 障害物は、塩ビ管VU-75 2本、桁下縁からの高さ、桁高2,500mmの場合830mm、桁高2,000mmの場合900mm

* 2:6名の検査者が、順番に遊間部を往復した時間。

試験ケース	桁高 (mm)	桁間隔 (mm)	障害物 * 1	ひびくれ タイプ	点検精度 * 2	点検員の専任度						所見	コメント				
						脈拍数		血圧		血圧				血圧			
						①開始前	②終了後	差②-①	最高	最低	②終了後			最高	最低	②終了後③開始前	最高
1-0	2500	300	無	タイプ1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	未実施		
1-1	2500	400	無	タイプ2	-	1:22	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	
1-2	2500	500	無	タイプ1	1:00	0:53	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	
1-3	2500	600	無	タイプ3	0:53	0:53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能
1-4	2500	700	無	タイプ2	0:53	0:53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能
1-5	2500	800	無	タイプ2	0:52	0:52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能
2-0	2000	400	無	タイプ1	1:42	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	何とか可能
2-1	2000	500	無	タイプ2	1:21	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能
2-2	2000	600	無	タイプ3	1:21	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能
2-4	2000	700	無	タイプ1	1:21	0:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能
2-5	2000	800	無	タイプ2	1:17	0:50	0	0	-	-	-	-	-	-	0	1	十分可能
3-0	1500	300	無	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	未実施
3-1	1500	400	無	タイプ2	3:24	2:23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	厳しい
3-2	1500	500	無	タイプ3	2:23	2:16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	厳しい
3-3	1500	600	無	タイプ1	2:16	2:07	0	0	0	0	0	0	0	0	2	何とか可能	床版縦間が広がったため足が動かしやすくなった
3-4	1500	700	無	タイプ2	2:07	1:53	0	0	0	0	0	0	0	0	2	何とか可能	
3-5	1500	800	無	タイプ3	1:53	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	
【障害物有】																	
1-1	2500	400	有	-	1:47	-	0	0	0	0	0	0	0	0	2	何とか可能	
1-2	2500	500	有	-	1:10	-	0	0	0	0	0	0	0	0	2	何とか可能	
1-3	2500	600	有	-	1:04	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	
1-4	2500	700	有	-	1:02	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	
1-5	2500	800	有	-	1:02	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	
2-1	2000	400	有	-	2:14	-	0	0	0	0	0	0	0	0	2	何とか可能	
2-2	2000	500	有	-	1:55	-	0	0	0	0	0	0	0	0	2	何とか可能	
2-3	2000	600	有	-	1:46	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	
2-4	2000	700	有	-	1:44	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	
2-5	2000	800	有	-	1:43	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	

* 1: 障害物は、塩ビ管VJ-75 2本、桁下縁からの高さ、桁高2,500mmの場合830mm、桁高2,000mmの場合900mm

*2:6名の検査者が、順番に遊間部を往復した時間。

【記録者氏名】 検査員C(男性) 【身長】 170 cm 【体重】 63 kg

試験ケース	桁高 (mm)	桁道間 (mm)	障害物 * 1	ひび割れ タイプ	点検時間 * 2	点検精度	点検員の疲労度				コメント	
							脈拍数		血圧			所見
							①開始前	②終了後	①開始前 最高 最低	②終了後 最高 最低		
1-0	2500	300	無	タイプ1	-	-	-	-	0	0	十分可能	
1-1	2500	400	無	タイプ2	1:22		-	-	0	0	十分可能	身体を倒ければ通れる
1-2	2500	500	無	タイプ1	1:00		-	-	0	0	十分可能	身体を倒けなくても通れる
1-3	2500	600	無	タイプ3	0:53		-	-	0	0	十分可能	容易に通れる
1-4	2500	700	無	タイプ2	0:53		-	-	0	0	十分可能	容易に通れる
1-5	2500	800	無	タイプ1	0:52		-	-	0	0	十分可能	容易に通れる
2-1	2000	400	無	タイプ1	1:42		-	-	0	0	十分可能	身体を倒けて足めば通れる
2-2	2000	500	無	タイプ2	1:25		-	-	0	0	十分可能	身体を倒けなくても通れる
2-3	2000	600	無	タイプ3	1:21		-	-	0	0	十分可能	頭を下ければ通れる
2-4	2000	700	無	タイプ1	1:21		-	-	0	0	十分可能	膝ぐずを下ければ通れる
2-5	2000	800	無	タイプ2	1:17		-	-	0	0	十分可能	容易に通れる
3-0	1500	300	無	-	-		-	-	-	-	-	点検不可能
3-1	1500	400	無	タイプ2	3:24		-	-	0	0	3級くらい	通れることは通れるが、点検は不可能
3-2	1500	500	無	タイプ3	2:23		-	-	0	0	2回とか可能	だいぶ割しいが何とか通れる
3-3	1500	600	無	タイプ1	2:16		-	-	0	0	十分可能	狭いが、膝をたてて通れる
3-4	1500	700	無	タイプ2	2:07		-	-	0	0	十分可能	しゃがんで通れる
3-5	1500	800	無	タイプ3	1:53		-	-	0	0	十分可能	しゃがんで通れる
【障害物有】												
1-1	2500	400	有	-	1:47		-	-	0	0	2回とか可能	障害物がもう少し低いと困難
1-2	2500	500	有	-	1:10		-	-	0	0	十分可能	足めは通れる
1-3	2500	600	有	-	1:04		-	-	0	0	十分可能	足めは通れる
1-4	2500	700	有	-	1:01		-	-	0	0	十分可能	足めは通れる
1-5	2500	800	有	-	1:02		-	-	0	0	十分可能	足めは通れる
2-1	2000	400	有	-	2:14		-	-	0	0	2回とか可能	通れるが、かなり辛い
2-2	2000	500	有	-	1:55		-	-	0	0	2回とか可能	体勢的には辛い
2-3	2000	600	有	-	1:46		-	-	0	0	2回とか可能	体勢的には辛い
2-4	2000	700	有	-	1:44		-	-	0	0	2回とか可能	体勢的には辛い
2-5	2000	800	有	-	1:43		-	-	0	0	2回とか可能	体勢的には辛い

【凡例】

- 1 十分可能
- 2 何とか可能
- 3 厳しい
- 4 不可能

* 1 : 障害物は、塩ビ管VJ-75 2本、桁下縁からの高さ、桁高2,500mmの場合830mm、桁高2,000mmの場合900mm
* 2 : 6名の検査者が、順番に巡回部を往復した時間。

【記録者氏名】 検査員D(女性) 【身長】 163 cm 【体重】 58 kg

試験ケース	桁高 (mm)	桁道間 (mm)	障害物 * 1	ひび割れ タイプ	点検時間 * 2	点検精度	脈拍数		血圧		点検員の疲労度		コメント		
							①開始前	②終了後	①開始前 最高 最低	②終了後 最高 最低	血圧			所見	
											最高	最低			
1-0	2500	300	無	タイプ1	-	-	-	-	-	-	0	2	何とかが可能	通るだけならなんとか可能だが、竣工後時間が経過している橋梁では通りにくい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい	
1-1	2500	400	無	タイプ2	1:22	0	0	0	0	0	0	2	十分可能		
1-2	2500	500	無	タイプ1	1:00	0	0	0	0	0	0	1	十分可能		
1-3	2500	600	無	タイプ3	0:53	0	0	0	0	0	0	1	十分可能		
1-4	2500	700	無	タイプ2	0:53	0	0	0	0	0	0	1	十分可能		
1-5	2500	800	無	タイプ1	0:52	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	通るだけならなんとか可能だが、竣工後時間が経過している橋梁では通りにくい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい	
2-1	2000	400	無	タイプ1	1:42	0	0	0	0	0	0	2	何とかが可能		
2-2	2000	500	無	タイプ2	1:25	0	0	0	0	0	0	1	十分可能		
2-3	2000	600	無	タイプ3	1:21	0	0	0	0	0	0	1	十分可能		
2-4	2000	700	無	タイプ1	1:21	0	0	0	0	0	0	1	十分可能		
2-5	2000	800	無	タイプ2	1:17	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	点検不可能 通るだけで一杯 膝がついて通ることとなるが、距離が長いと足が痛くなると考えられる 少しは楽に通ることができ ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい ななどか通ることができ、点検は厳しい	
3-0	1500	300	無	無	-	-	-	-	-	-	0	0	1		十分可能
3-1	1500	400	無	タイプ2	3:24	0	0	0	0	0	0	3	厳しい		
3-2	1500	500	無	タイプ3	2:23	0	0	0	0	0	0	2	何とかが可能		
3-3	1500	600	無	タイプ1	2:16	0	0	0	0	0	0	1	十分可能		
3-4	1500	700	無	タイプ2	2:07	0	0	0	0	0	0	1	十分可能	しゃがみ姿勢で通るため、腰が痛い 遊歩道が広いことで歩断してしまい頭をぶつけやすい 膝をついて通るため、膝が痛くなる 遊歩道が広いことで歩断してしまい頭をぶつけやすい 遊歩道が広いことで歩断してしまい頭をぶつけやすい 遊歩道が広いことで歩断してしまい頭をぶつけやすい	
3-5	1500	800	無	タイプ3	1:53	0	0	0	0	0	0	1	十分可能		
【障害物有】															
1-1	2500	400	有	無	1:47							0	2		何とかが可能
1-2	2500	500	有	無	1:10							0	1		十分可能
1-3	2500	600	有	無	1:04							0	1	十分可能	
1-4	2500	700	有	無	1:01							0	1	十分可能	
1-5	2500	800	有	無	1:02							0	1	十分可能	
2-1	2000	400	有	無	2:14							0	2	何とかが可能	
2-2	2000	500	有	無	1:55							0	1	十分可能	
2-3	2000	600	有	無	1:46							0	1	十分可能	
2-4	2000	700	有	無	1:44							0	1	十分可能	
2-5	2000	800	有	無	1:43							0	1	十分可能	

【凡例】

- 1 十分可能
- 2 何とか可能
- 3 厳しい
- 4 不可能

* 1 : 障害物は、塩ビ管VJ-75 2本、桁下縁からの高さ、桁高2,500mmの場合830mm、桁高2,000mmの場合900mm
* 2 : 6名の検査者が、順番に巡回部を往復した時間。

試験ケース	桁高 (mm)	障害物 ＊1	ひび割れ タイプ	点検時間 ＊2	点検精度	点検員の疲労度								コメント																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
						脈拍数		血圧		血圧		血圧			所見																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
						①開始前	②終了後	①開始前	②終了後	①開始前	②終了後	①開始前	②終了後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1-0	2500	300	無	タイP1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* 1. 障害物は、塩ビ管VU-75 2本、桁下縁からの高さ、桁高2,500mmの場合830mm、桁高2,000mmの場合900mm

* 2. 6名の検査者が、順番に運搬部を往復した時間。

【凡例】

1 十分可能
2 何とか可能
3 厳しい
4 不可能

試験ケース	桁高 (mm)	桁高時間 (mm)	障害物 * 1	ひび割れ タイプ	点検時間 * 2	点検精度	点検員の疲労度								所見	コメント	
							脈拍数		血圧		血圧		血圧				
							①開始前	②終了後	差②-①	最高	最低	①開始前	最高	最低			②終了後
1-0	2500	300	無	タイP1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-1	2500	400	無	タイP2	1:22	87	83	-4	134	82	139	70	5	-12	2	何らかの可 能	体を横にしないと通れない、衣服や安全帯が壁に触れる。 体を横にせずギリギリ通れる。
1-2	2500	500	無	タイP1	1:00	82	80	-2	122	71	129	70	7	-1	1	十分可能	
1-3	2500	600	無	タイP3	0:53	78	81	3	121	73	123	77	2	4	1	十分可能	
1-4	2500	700	無	タイP2	0:53	80	82	2	133	70	129	77	-4	7	1	十分可能	
1-5	2500	800	無	タイP1	0:52	81	76	-5	129	77	130	81	1	4	1	十分可能	
2-1	2000	400	無	タイP1	1:42	79	76	-3	133	83	131	80	-2	-3	2	何らかの可 能	体を横にしないと通れない、衣服や安全帯が壁に触れる。 体を横にせずギリギリ通れる。
2-2	2000	500	無	タイP2	1:25	76	71	-5	121	71	127	75	6	4	1	十分可能	
2-3	2000	600	無	タイP3	1:21	77	75	-2	122	72	127	76	5	4	1	十分可能	
2-4	2000	700	無	タイP1	1:21	75	71	-4	119	73	120	72	1	-1	1	十分可能	
2-5	2000	800	無	タイP2	1:17	71	74	3	127	77	127	77	0	0	1	十分可能	
3-0	1500	300	無	無	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	点検不可 能
3-1	1500	400	無	タイP2	3:24	71	68	-3	128	78	135	73	7	-5	3	厳しい	胸をつかないと通ることができない。 胸をつかなくとも通れることは可能だが、きつい体勢である。
3-2	1500	500	無	タイP3	2:23	72	66	-6	132	79	142	77	10	-2	2	何らかの可 能	
3-3	1500	600	無	タイP1	2:16	70	67	-3	128	82	137	78	9	-4	1	十分可能	
3-4	1500	700	無	タイP2	2:07	69	63	-6	129	79	140	79	11	0	1	十分可能	
3-5	1500	800	無	タイP3	1:53	68	67	-1	124	82	137	86	13	4	1	十分可能	
【障害物有】																	
1-1	2500	400	有	無	1:47	83	82	-1	139	70	135	79	-4	9	2	何らかの可 能	背中が壁面に当たる時がある。
1-2	2500	500	有	無	1:10	80	80	0	129	70	128	70	-1	0	1	十分可能	
1-3	2500	600	有	無	1:04	81	76	-5	123	77	127	78	4	1	1	十分可能	
1-4	2500	700	有	無	1:01	82	79	-3	129	77	127	70	-2	-7	1	十分可能	
1-5	2500	800	有	無	1:02	76	76	0	130	81	134	81	4	0	1	十分可能	
2-1	2000	400	有	無	2:14	76	78	2	131	80	139	73	8	-7	2	何らかの可 能	
2-2	2000	500	有	無	1:55	71	76	5	127	75	141	77	14	2	2	何らかの可 能	
2-3	2000	600	有	無	1:46	76	73	-2	127	76	127	70	0	-6	1	十分可能	
2-4	2000	700	有	無	1:44	71	71	0	120	72	124	76	4	4	1	十分可能	
2-5	2000	800	有	無	1:43	74	73	-1	127	77	124	75	-3	-2	1	十分可能	

* 1. 障害物は、塩ビ管VU-75 2本、桁下縁からの高さ、桁高2,500mmの場合830mm、桁高2,000mmの場合900mm

* 2. 6名の検査者が、順番に運搬部を往復した時間。

【凡例】

1 十分可能
2 何とか可能
3 厳しい
4 不可能

表-4 ひび割れ調査の検証実験の結果

【記録者氏名】			点検員G(男性)			【身長】			170 cm			【体重】			71 kg			点検員の疲労度									
試験ケース	桁高 (mm)	桁深間 (mm)	障害物 * 1	ひび割れ タイプ	点検時間 * 2	点検精度	脈拍数			血圧			血圧			血圧			所見	コメント							
							①開始前	②終了後	差②-①	最高	最低	①開始前	最高	最低	②終了後	最高	最低	②終了後-①開始前			最高	最低					
1-0	2500	300	無	タイプ1			76		-76	130	77			-77	4	3	不可能	測間に入っていないが、計測は不可能である。									
1-1	2500	400	無	タイプ2	3:13		89	96	7	132	72	144	77	12	5	3	厳しい	焦点を合わせると正面から見えない。上方のひび割れが見えにくい。 写真は焦点が合わないため、撮影できなかった。									
1-2	2500	500	無	タイプ2	3:10		87	93	6	130	67	134	82	4	15	2	何とか可能	焦点を合わせるのがやっとできた。									
1-3	2500	600	無	タイプ3	4:54		89	93	4	126	73	146	72	20	-1	1	十分可能	普通にひび割れ鳴。最さを計測できた。									
1-4	2500	700	無	タイプ2	3:06		85	88	3	117	78	136	83	19	5	1	十分可能	上方が正面から見えない。下からの計測では、幅が不確かかもしれない。									
1-5	2500	800	無	タイプ1	3:30		93	89	-4	121	71	140	73	19	2	1	十分可能										
2-1	2000	400	無	タイプ1	2:50		93	97	4	127	70	149	77	22	7	2	何とか可能	上方が狭いので正面から見えない。横のひび割れ精度が悪そうである。									
2-2	2000	500	無	タイプ2	2:59		88	92	4	117	72	139	69	22	-3	2	何とか可能	焦点を合わせ易くなった。上方は斜めに置いているので精度が悪そうである。									
2-3	2000	600	無	タイプ3	4:16		88	93	5	126	79	141	81	15	-2	1	十分可能	焦点は合わせ易くなった。上方は頭が狭まり、水平に見えない。									
2-4	2000	700	無	タイプ1	2:35		89	96	7	124	83	135	78	11	-5	1	十分可能	焦点も十分取れる。									
2-5	2000	800	無	タイプ2	3:08		85	91	6	126	81	137	67	11	-14	1	十分可能	焦点も十分取れる。頭が上方の隙間に入るのひび割れが正面から見える。									
3-0	1500	300	無						0					0	0			焦点が合わない。									
3-1	1500	400	無	タイプ2	3:35		85	83	-2	128	79	159	83	31	4	3	厳しい	焦点が厳しい。									
3-2	1500	500	無	タイプ3	4:53		81	83	2	121	80	135	77	14	-3	3	厳しい	計測の姿勢は悪阻であった。									
3-3	1500	600	無	タイプ1	3:21		79	80	1	118	83	139	79	21	-4	2	何とか可能	焦点は合ってきた。計測の姿勢は悪阻であった。									
3-4	1500	700	無	タイプ2	4:17		88	85	-3	131	78	155	81	24	3	2	何とか可能	頭が上方の隙間に入るので、計測が楽になった。									
3-5	1500	800	無	タイプ3	4:54		84	83	-1	121	86	128	75	7	-11	1	十分可能										

【凡例】

- 1 十分可能
- 2 何とか可能
- 3 厳しい
- 4 不可能

* 1：障害物は、塩ビ管VU-75 2本、桁下縁からの高さ、桁高2,500mmの場合830mm、桁高2,000 mmの場合900mm

* 2：6名の検査者が、順番に遊間部を往復した時間。

表-5 ひび割れ調査状況




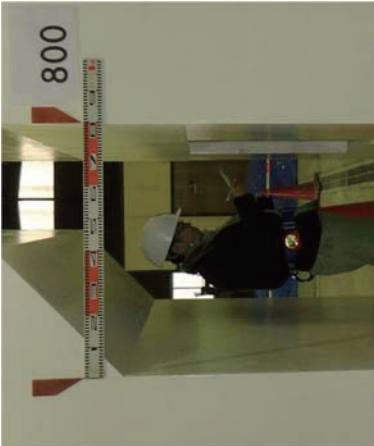








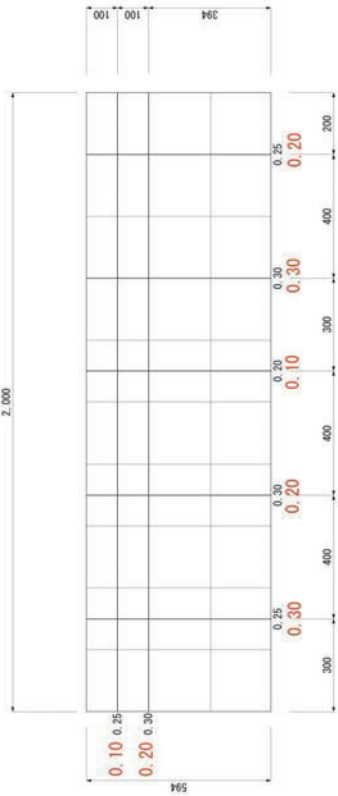
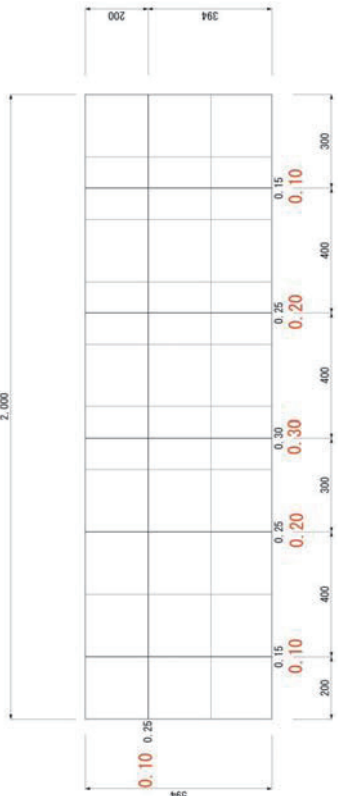
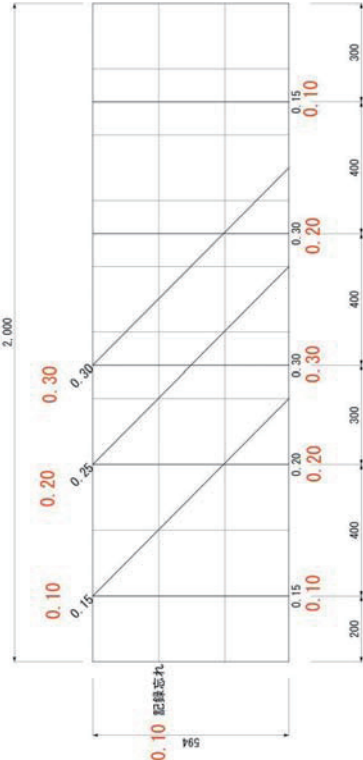
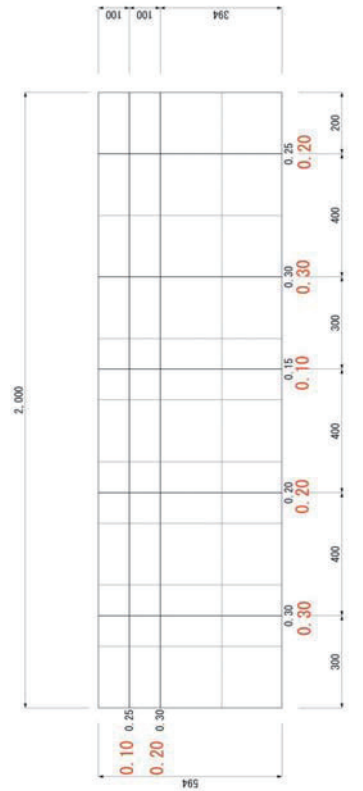
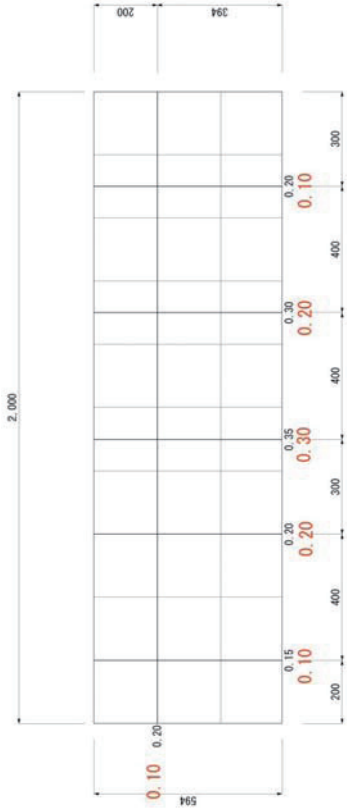
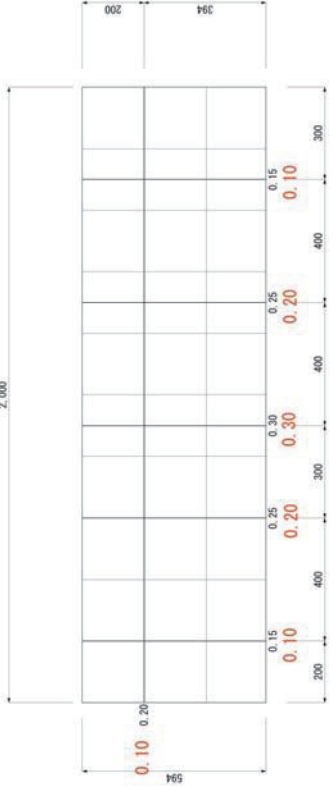
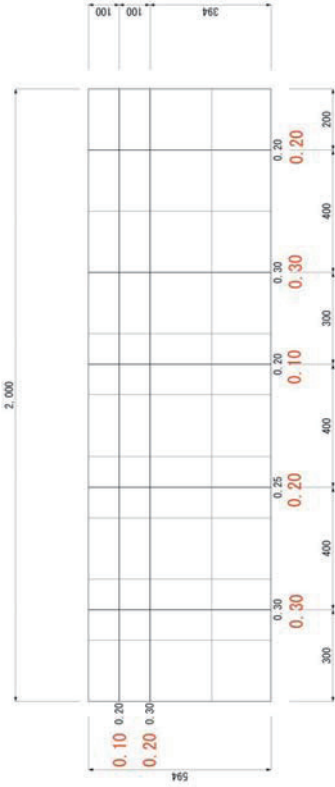
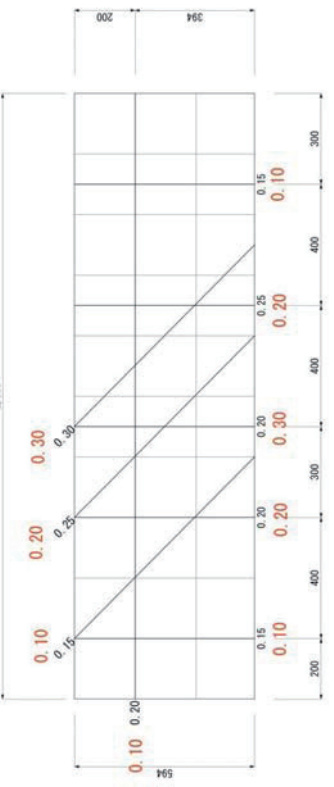
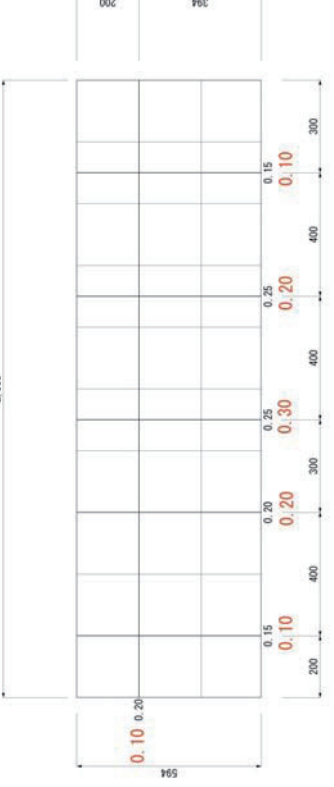
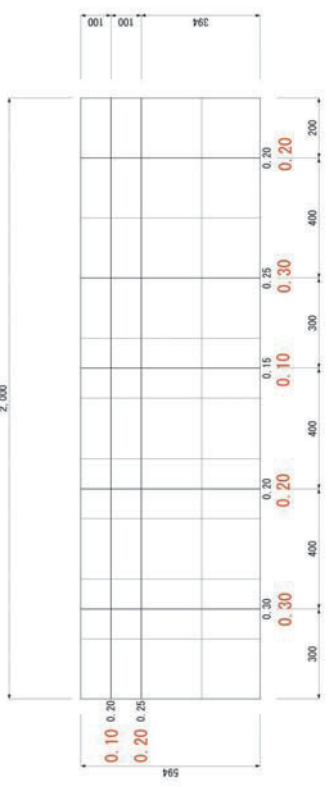
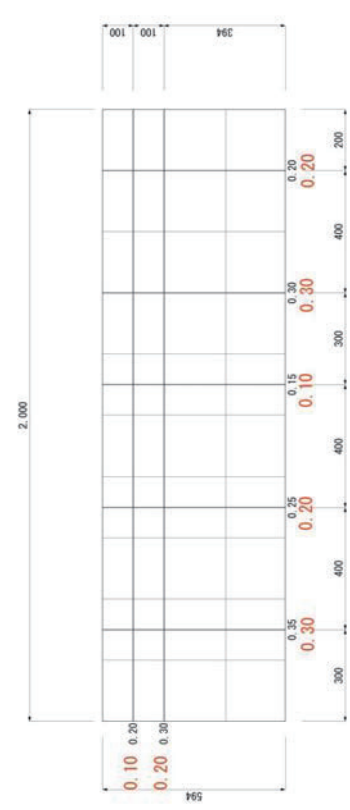
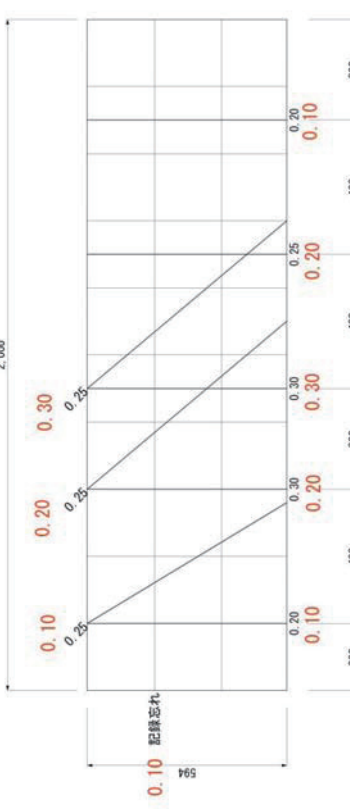
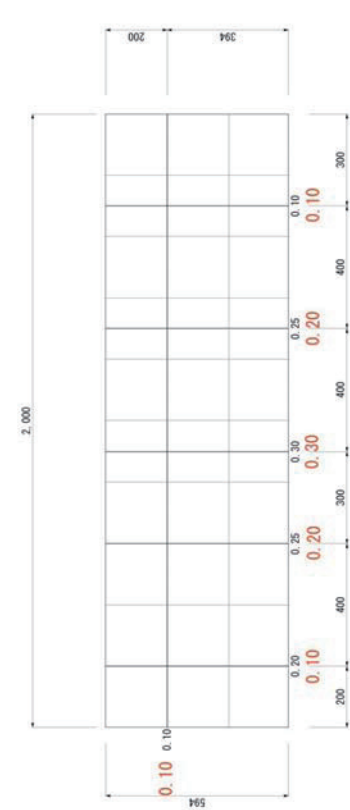
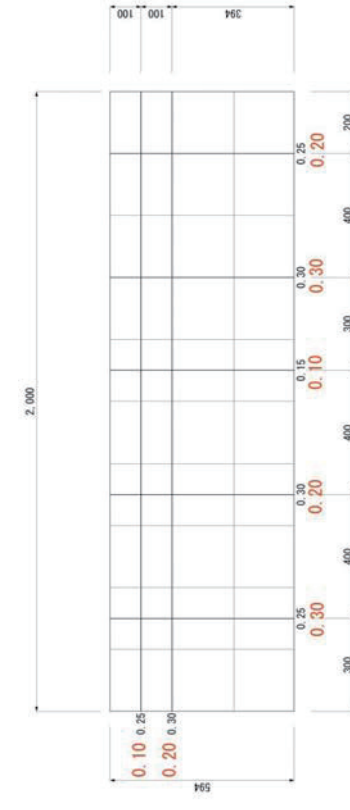
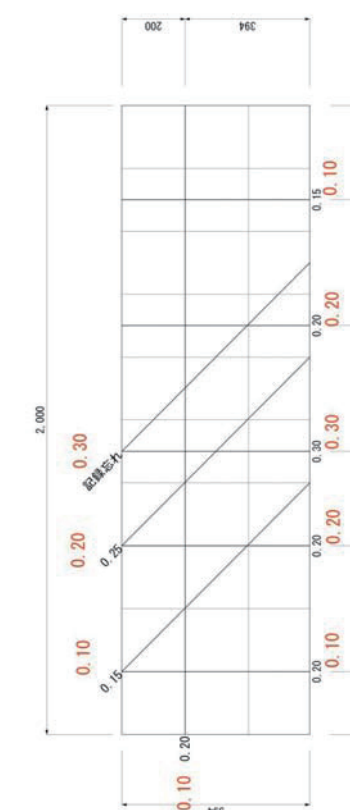
H2500×B400		H2500×B500		H2500×B600		H2500×B800	
H2000×B400		H2000×B500		H2000×B600		H2000×B800	
H1500×B400		H1500×B500		H1500×B600		H1500×B800	

表-6 ひび割れ調査結果

1-1 (ひび割れタイプ2)		1-2 (ひび割れタイプ1)	
			
1-3 (ひび割れタイプ3)		1-4 (ひび割れタイプ2)	
			
1-5 (ひび割れタイプ1)		備考	
		*) 赤字：ひび割れ幅の設定値 (CAD におけるペン設定値の太さ) **) 黒字：調査員による計測値	

<p>2-1 (ひび割れタイプ1)</p> 	<p>2-2 (ひび割れタイプ2)</p> 
<p>2-3 (ひび割れタイプ3)</p> 	<p>2-4 (ひび割れタイプ1)</p> 
<p>2-5 (ひび割れタイプ2)</p> 	<p>備 考</p> <p>*) 赤字：ひび割れ幅の設定値 (CAD におけるベン設定値の太さ)</p> <p>**) 黒字：調査員による計測値</p>

<p>3-1 (ひび割れタイプ2)</p> 	<p>3-2 (ひび割れタイプ3)</p> 
<p>3-3 (ひび割れタイプ1)</p> 	<p>3-4 (ひび割れタイプ2)</p> 
<p>3-5 (ひび割れタイプ3)</p> 	<p>備考</p> <p>*) 赤字：ひび割れ幅の設定値 (CAD におけるペン設定値の太さ)</p> <p>**) 黒字：調査員による計測値</p>

4.2. 端横桁マンホール通過の検証結果

(1) 所見

表-7 に検査員 6 名（男性 5 名、女性 1 名）による端横桁マンホール通過実験の結果、および表-8 に端横桁マンホールの通過状況を示す。以下に、検査員 6 名の所見の集計を示す。

高さ H800×幅 B800	⇒十分可能 5 名、何とか可能 1 名
高さ H800×幅 B600	⇒十分可能 2 名、何とか可能 4 名
高さ H600×幅 B800	⇒何とか可能 5 名、厳しい 1 名
高さ H600×幅 B600	⇒何とか可能 2 名、厳しい 4 名

以上の結果から、高さ H800×幅 B800 が推奨されるが、マンホール寸法を小さくする必要がある場合は、高さ H かあるいは幅 B を 600mm 程度までは縮小可能であると考えられる。この場合、今回の検証結果からは、高さ H より幅 B を小さくする方が通過しやすいとの所見を得た。

(2) マンホール通過時間

図-7 にマンホール寸法と通過時間の関係を示す。H600×B600 の通過時間は他の 3 ケースと比較して 30 秒以上の時間を要しており、検査員の所見と一致している。また、H800×B800 は高さ H あるいは幅 B を 600 としたケースに比べて 15 秒以上通過時間が短く、これも検査員の所見と一致している。

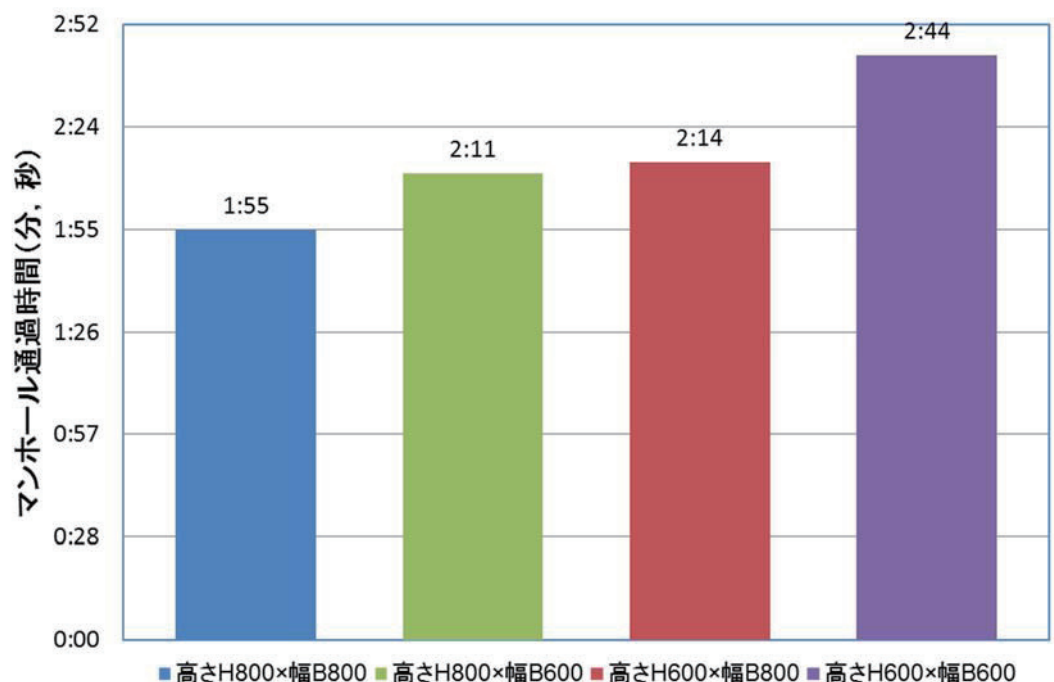


図-7 マンホール寸法と通過時間の関係

4.3. 端部支承周辺調査の検証結果

表-9 に端部支承周辺調査の検証結果を示す。

桁高 2500mm×桁遊間 400mm ⇒何とか可能

検査員のコメント：支承高 300mm を想定し、テストハンマーによるモルタル検査および目視観察は可能。ただし、ゴム支承側面の近接目視は桁端側からは困難である。橋座面からの検査などを検討する必要がある。また、支承の高さが小さい場合や支承の脇にコンクリート製の突起が存在する場合があるが、このような場合は支承の調査は困難となると考えられる。

5. まとめ

本報告書は、PC 橋における桁端部の胸壁と主桁の空間寸法、端横桁のマンホール寸法および支承周辺調査が可能な空間寸法について、実物大の試験供試体を用いて検証を行った結果についてまとめたものである。以下に得られた知見を列記する。

- 構造高が 2000mm~2500mm では、ひび割れ検査可能な桁遊間として 500mm 以上、構造高 1500mm では 600mm 以上が必要となる。
- ひび割れ幅調査では、桁高に関係なく鉛直、斜め方向ひび割れに対して精度が高く、水平ひび割れに対して精度が低かった。これは、主桁上部の水平ひび割れでは胸壁のアゴ部などのためひび割れに対して水平な位置からの調査が困難であるため、誤差が生じたものと推察される。
- 端横桁のマンホール寸法は、高さ H800×幅 B800 が推奨されるが、マンホール寸法を小さくする必要がある場合は、高さ H かあるいは幅 B を 600mm 程度までは縮小可能であると考えられる。この場合、今回の検証結果からは、高さ H より幅 B を小さくする方が通過しやすいとの所見を得た。

支承周辺の調査では、桁遊間 400mm でも桁高が十分あれば調査は可能である。しかし、支承高さが小さい場合や障害物が存在することがあり、そのような場合は直接目視が困難となることが予想されるため、他の方法を検討する必要がある。

表-7 析横桁マンホール通過の検証実験の結果

【記録者氏名】 検査員A(男性) 【身長】 180 cm 【体重】 73 kg

試験ケース	桁高 (mm)	桁道間 (mm)	障害物	マンホール		点検時間 * 1	点検精度	脈拍数				血圧		血圧		所見	コメント		
				幅 (mm)	高さ (mm)			差②-①		①開始前		②終了後		①開始前				②終了後	
								最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低				
1-1	2500	400	無	800	800	1:55			69	66	-3	132	87	137	86	5	-1	2 何とか可能	11月21日実施
1-2	2500	400	無	800	600	2:14			67	72	5	133	78	138	74	5	-4	2 何とか可能	11月21日実施
1-3	2500	400	無	600	800	2:11			70	67	-3	149	88	145	81	-4	-7	2 何とか可能	11月21日実施
1-4	2500	400	無	600	600	2:44			67	78	11	128	88	149	86	21	-2	3 厳しい	11月21日実施

【記録者氏名】 検査員B(男性) 【身長】 176 cm 【体重】 76 kg

試験ケース	桁高 (mm)	桁道間 (mm)	障害物	マンホール		点検時間 * 1	点検精度	点検員の疲労度								コメント			
								脈拍数	血圧		血圧		血圧		血圧				
				①開始前	②終了後				差②-①	最高	最低	①開始前	②終了後	最高	最低		②終了後-①開始前	最高	最低
1-1	2500	400	無	幅 (mm)	高さ (mm)	1:55			0						0	1十分可能			
1-2	2500	400	無	800	600	2:14									0	3厳しい			
1-3	2500	400	無	600	800	2:11									0	2何とか可能			
1-4	2500	400	無	600	600	2:44									0	3厳しい			
1-1	2500	400	無	800	800	1:47									0	1十分可能			
1-4	2500	400	無	600	600	2:45									0	3厳しい			

【記録者氏名】 検査員C(男性) 【身長】 170 cm 【体重】 63 kg

試験ケース	桁高 (mm)	桁道間 (mm)	障害物	マンホール		点検時間 * 1	点検精度	脈拍数				血圧		血圧		所見	コメント	
				幅 (mm)	高さ (mm)			①開始前	差②-①	②終了後	①開始前		②終了後					
											最高	最低	最高	最低	最高			最低
1-1	2500	400	無	800	800	1:55			0							0	1十分可能 少し苦しいが通れる	
1-2	2500	400	無	800	600	2:14										0	2何とか可能 かなり苦しいが通れる	
1-3	2500	400	無	600	800	2:11										0	2何とか可能 かなり苦しいが通れる	
1-4	2500	400	無	600	600	2:44			0							0	3厳しい 身体が壁に当たったため、この大きさでギリギリ	

【記録者氏名】 検査員D(女性) 【身長】 163 cm 【体重】 58 kg

試験ケース	桁高 (mm)	桁渡間 (mm)	障害物	マンホール		点検時間 * 1	点検精度	点検員の疲労度						所見	コメント			
								脈拍数		血圧		血圧				血圧		
				①開始前	②終了後					①開始前	②終了後	①開始前	②終了後			①開始前	②終了後	
				幅 (mm)	高さ (mm)													
1-1	2500	400	無	800	800	1:55												
1-2	2500	400	無	800	600	2:14												膝をついて入るため、出口(桁内)に段差があると怖い
1-3	2500	400	無	600	800	2:11												腕が狭くても高さがあれば通れやすい
1-4	2500	400	無	600	600	2:44												女性の方ではマンホール内に重い備品等を入れることが大変と考える

【記録者氏名】 検査員E(男性) 【身長】 156 cm 【体重】 58 kg

試験ケース	桁高 (mm)	桁道間 (mm)	障害物	マンホール		点検時間 * 1	点検精度	脈拍数				血圧		血圧		所見	コメント
				幅 (mm)	高さ (mm)			①開始前	差②-①	②終了後	①開始前		②終了後				
											最高	最低	最高	最低	最高		
1-1	2500	400	無	800	800	1:55			0							0	1十分可能
1-2	2500	400	無	800	600	2:14			0							0	2何とか可能
1-3	2500	400	無	600	800	2:11			0							0	2何とか可能
1-4	2500	400	無	600	600	2:44			0							0	3厳しい

【記録者氏名】 検査員F(男性) 【身長】 167 cm 【体重】 63 kg

試験ケース	桁高 (mm)	桁道間 (mm)	障害物	マンホール		点検時間 * 1	点検精度	脈拍数		血圧		血圧		点検員の疲労度		所見	コメント	
				幅 (mm)	高さ (mm)			①開始前	②終了後	②-①	最高	最低	①開始前	②終了後	最高			最低
1-1	2500	400	無	800	800	1:55		79	75	-4	129	71	140	73	11	2	1十分可能	四つん這いで壁に衣服は接触しない。
1-2	2500	400	無	800	600	2:14		76	75	-1	130	77	130	73	0	-4	2何とか可能	かなり体勢を低くしないと通れない。
1-3	2500	400	無	600	800	2:11		77	76	-1	130	72	134	79	4	7	1十分可能	四つん這いで壁に衣服は接触しないが、ギリギリ。
1-4	2500	400	無	600	600	2:44		79	72	-7	126	75	130	67	4	-8	2何とか可能	ヘルメットや衣服が壁に接触する場合は、何とか通れる。

検証実験 2

地覆水切り形状の伝い水および

打継ぎ部形状の漏水の検証

1. 目的

本試験は PC 鋼材の腐食を防止するため、床版からの塩水を含む伝い水が主桁等の構造部材に到達しない構造とすることを目的に基礎データを得るために試験を実施する。

ここでは、床版からの塩水を含む伝い水が PC 構造物本体にいかない水切り形状と床版部と地覆との打継ぎ部からの漏水を防止する打継ぎ部形状を検討する。

2. 実験概要

2.1. 水切り形状試験

床版からの伝い水が PC 構造物本体に達しない水切り形状を検証するため、水切り幅、水切り高さ、水切り勾配について条件を変化させた。試験条件を表 2-1、供試体寸法を図 2-1 に示す。最大降雨強度は 1661-2008 年気象官署データに基づく 3 年確率 10 分間降雨強度をもとに設定されている路面排水溝等に用いる標準降雨強度を参考に設定した。降雨強度が小さい場合については、散水機器の都合上 (5mm/h より小さくすると散水量の管理が困難であるため) 5mm/h と設定した。

表 2-1 試験条件

No.	水切り高さ (mm)	水切り幅 (mm)	水切り勾配 (mm)	降雨強度 (mm/h)	
1	0	0	0	100	5
2	50	150	0	100	5
3	50	150	2	100	5
4	50	200	0	100	5
5	70	150	0	100	5
6	70	150	2	100	5

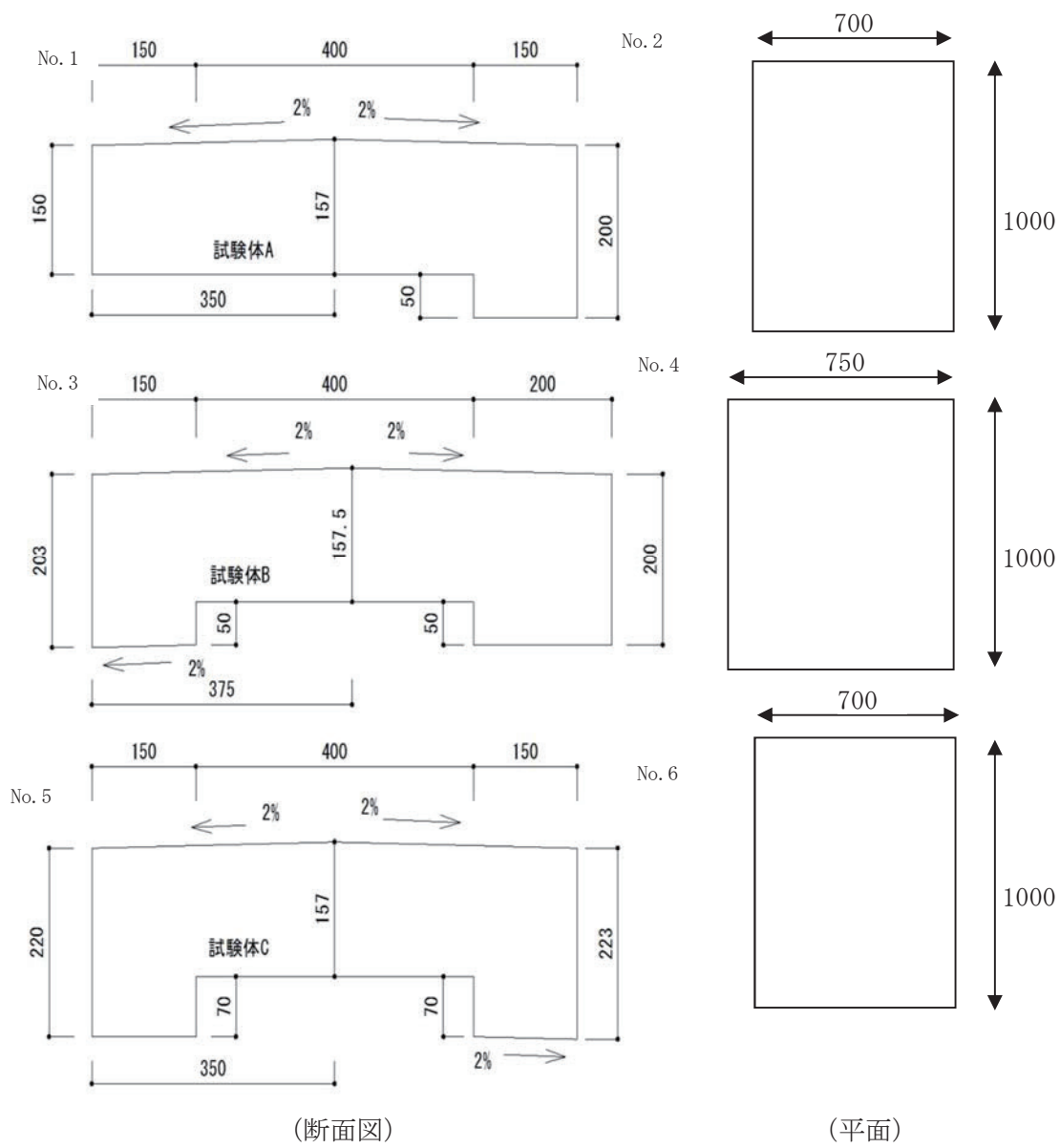


図 2-1 供試体形状

2.2. 打継ぎ部形状試験

床版部との打継ぎ箇所を図 2-2 に示す。橋梁調査では(a)において、床版と地覆部の打継ぎ箇所に漏水が確認されている。本検討では改善策として、床版端部を立ち上げた(b)と床版打継ぎ部に床版中央側に向かって 2%の勾配を付けた(c)について検証を行う。

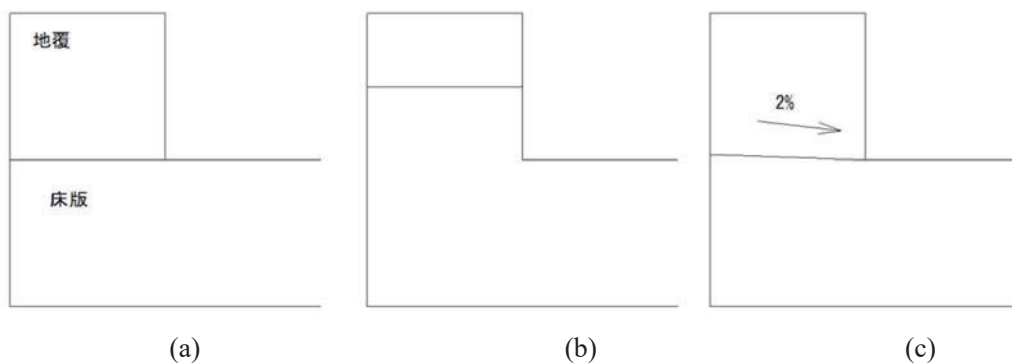
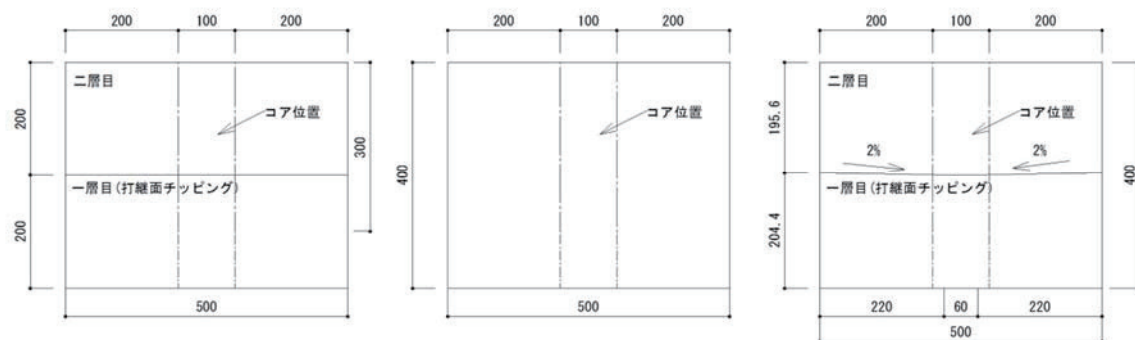


図 2-2 床版と地覆との打継ぎ箇所

検証実験では、図 2-2 に示した打継ぎ部の状態を模擬した図 2-3 に示す供試体において、加圧による水密性試験を実施し、打継ぎ部形状の仕様について検証した。



単位:mm

図 2-3 打継ぎ部形状試験供試体断面図

3. 供試体製作

供試体に用いたコンクリートの配合を表 3-1、コンクリートのフレッシュ性状試験結果、圧縮強度試験結果を表 3-2 に示す。水切り形状試験では、コンクリート強度は地覆形状の検証に影響しないと考え、工程の都合から 40-15-20N の配合を使用した。打継ぎ部形状試験では、PC 床版を想定し 1 層目に 40-15-20N、地覆部を想定して 2 層目に 24-15-20N の配合を使用した。床版端部を立ち上げるケースについては 40-15-20N で 1 層打設とした。水切り形状試験の供試体は各条件につき 1 体ずつ、打継ぎ部形状試験の供試体は各条件 3 体ずつ製作した。

表 3-1 コンクリート示方配合

記号	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						適用部位
			W	C	S1	S2	G	AD	
40-15-20N	41.0	42.6	165	402	508	229	1022	4.02	水切り形状供試体 打継ぎ部形状供試体 1 層目
24-15-20N	58.1	46.9	171	294	839	-	976	2.94	打継ぎ部形状供試体 2 層目

表 3-2 フレッシュ性状試験結果、圧縮強度試験結果

記号	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (℃)	圧縮強度 (N/mm ²)		
				σ_7 (現場)	σ_{28} (現場)	σ_{28} (標準)
40-15-20N	14.5	3.9	32.2	37.7	46.4	47.0
24-15-20N	13.0	5.5	26.1	18.9	26.5	26.9

4. 試験方法

4.1. 水切り形状試験

水切り形状試験は、降雨強度 100mm/h (988mm×600mm の散水範囲に 60 分間で 100mm) の豪雨と比較用として降雨強度 5mm/h を想定した散水試験を実施した。散水量はあらかじめ予備試験を行い、流量を調整した。降雨強度 100mm/h の散水装置を図 4-1 に示す。降雨強度 100mm/h については、 $\phi 13\text{mm}$ の塩ビ管に 100mm ピッチで $\phi 3\text{mm}$ の散水孔を 5 箇所設けた。降雨強度 5mm/h については同様に 20mm ピッチで $\phi 1\text{mm}$ の散水孔を 21 箇所設けた。測定は供試体の下面に奥行き方向に水がかかる長さとし、試験区間は端部の影響を考慮し 800mm 区間とした。水切り下面には横方向に 100mm、奥行き方向に 50mm ピッチでメッシュを記入し、浸水面積から平均浸水深さを算出した。写真 4-1 に試験状況を示す。

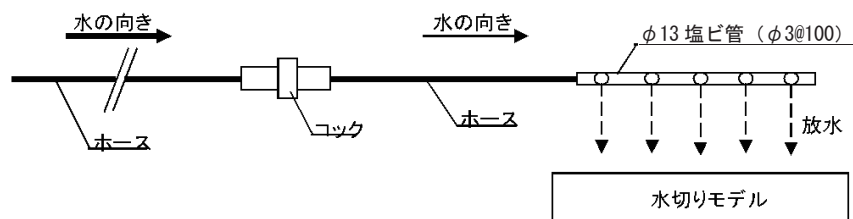


図 4-1 散水装置



散水装置



供試体下面メッシュ記入状況



散水試験状況 (100mm/h)



散水試験状況 (5mm/h)

写真 4-1 散水試験状況

4.2. 打継ぎ部形状試験

打継ぎ部はコンクリート硬化後に電動のタガネを使用して骨材が露出する程度まで表面のはつり出しを行った。2層目のコンクリート打設時は、あらかじめ1層目に散水することで打継部からの吸水を防止した。供試体の中心に $\phi 110\text{mm} \times 300\text{mm}$ のコアを削孔し、密閉したコア内に注水後、 0.1N/mm^2 の水圧を作用させ、打継ぎ部からの漏水の有無、漏水が生じるまでの時間、漏水が生じない場合は流入量が定常状態になるまでの時間を記録した。試験装置の概要を図4-2、試験状況を写真4-2に示す。

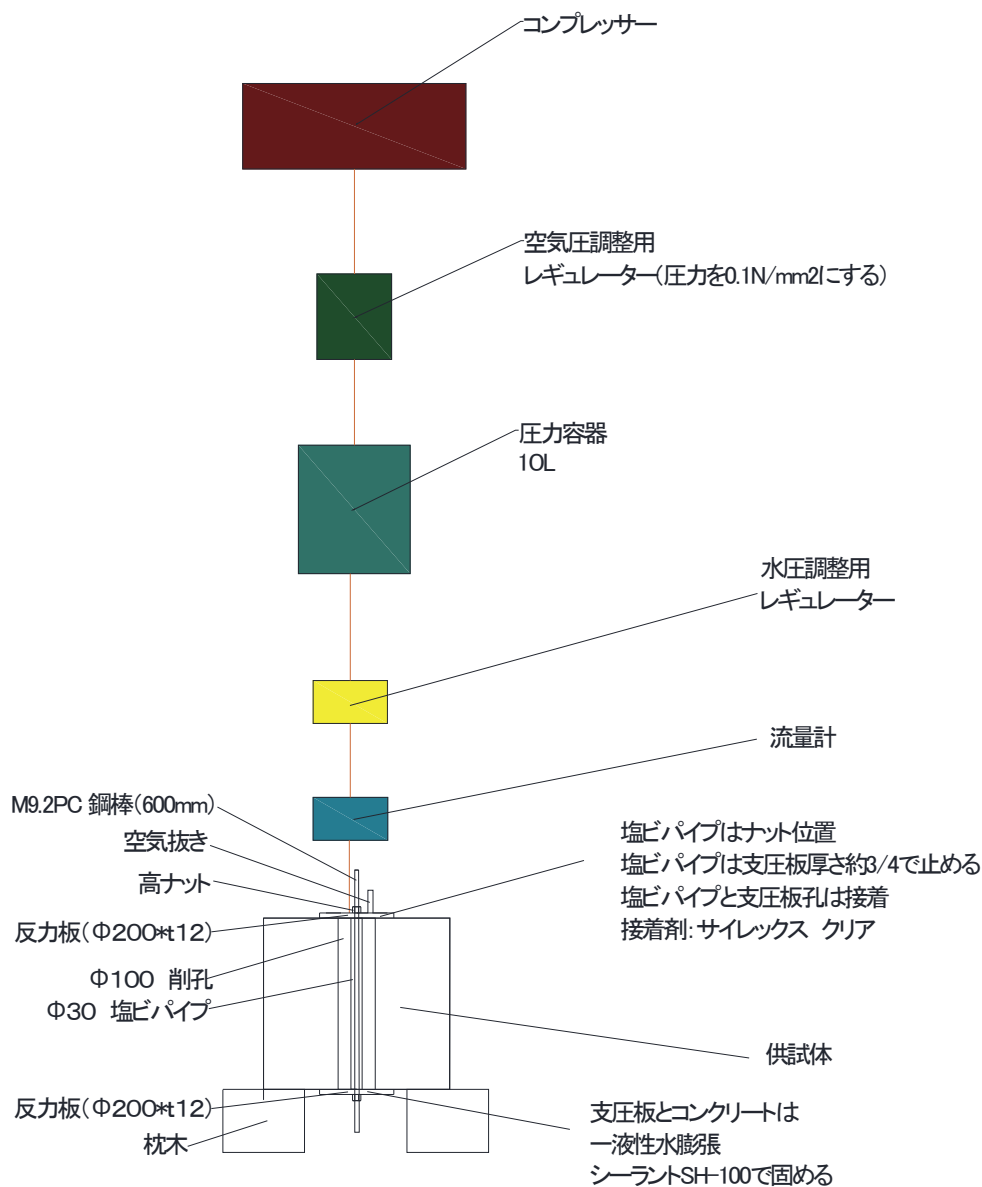


図 4-2 試験装置



加圧装置（コンプレッサー）



圧力容器



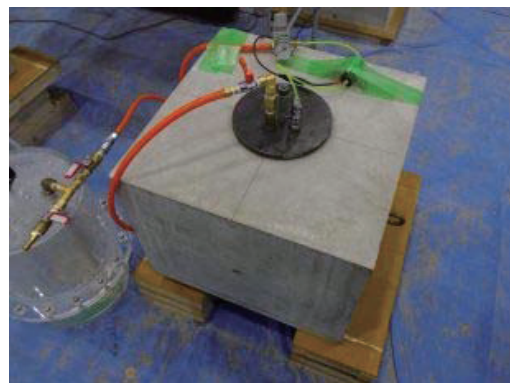
流量計（解像度 0.001ml/min）



レギュレーター



計測装置



試験状況

写真 4-2 加圧試験状況

5. 試験結果

5.1. 水切り形状試験

表 5-1 に降雨強度 100mm/h、表 5-2 に降雨強度 5mm/h の試験結果、図 5-1～図 5-3 に散水後の水切り下面の浸水状況を示す。風速は気象庁の観測データから入手したものである。浸水面積の評価区間は、供試体幅 1000mm のうち両端部の 100mm を除いた 800mm 区間とし、平均深さは浸水面積を評価区間の 800mm で除した値とした。

降雨強度 100mm/h では水切りに勾配を設けた No. 3 と No. 6 で平均深さは小さくなった。しかし、水切り幅と水切り高さによる明確な差は見られなかった。降雨強度 5mm/h では、No. 3 の平均深さが 7mm であったが、最も平均深さが大きい水切りを設けない No. 1 と比較してもその差は 14mm であり、100mm/h の場合ほどの効果は見られなかった。

また、水切りを設けた No. 2～No. 6 のいずれにおいても、水切り端部（最奥）まで伝い水が到達しなかったため、水切り端部での水の巻き上がりの検証ができなかった。そこで、No. 2 において降雨強度を 100mm/h よりも大きくし（この時の正確な降雨強度は計測していない）、水切り端部まで伝い水が到達するように散水を行った。その結果、水切り端部に達した伝い水は巻き上がることなくそのまま水切り端部で下へと落下した。

以上より、水切り勾配は降雨強度が大きいとその効果が顕著であるが、降雨強度が小さい場合では効果は小さいことが確認された。また、水切り端部に達した伝い水は巻き上がることなく落下することから、水切り幅を大きくする効果は小さいと言える。

表 5-1 試験結果（100mm/h）

No.	試験体条件				気象条件				試験時間			浸水面積 (mm ²)	平均深さ (mm)
	水切り高さ (mm)	水切り幅 (mm)	水切り勾配 (mm)	降雨強度 (mm/h)	天気	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	開始	終了	継続時間 (min)		
1	0	0	0	100	くもり	13.8	54	2～3	9:29	9:44	0:15	64220	80
2	50	150	0	100	〃	14.5	52	〃	9:53	10:10	0:17	33529	42
3	50	150	2	100	〃	15.1	51	〃	10:21	10:36	0:15	8567	11
4	50	200	0	100	〃	14.9	54	〃	10:42	11:02	0:20	34322	43
5	70	150	0	100	〃	14.4	51	〃	11:13	11:28	0:15	26565	33
6	70	150	2	100	〃	13.6	53	〃	11:32	11:47	0:15	15534	19

表 5-2 試験結果（5mm/h）

No.	試験体条件				気象条件				試験時間			浸水面積 (mm ²)	平均深さ (mm)
	水切り高さ (mm)	水切り幅 (mm)	水切り勾配 (mm)	降雨強度 (mm/h)	天気	気温 (°C)	湿度 (%)	風速 (m/s)	開始	終了	継続時間 (min)		
1	0	0	0	5	晴れ	22.5	27	3～5	12:26	12:41	0:15	17172	21
2	50	150	0	5	〃	22.3	27	〃	12:05	12:20	0:15	11620	15
3	50	150	2	5	〃	24.1	26	〃	11:43	11:58	0:15	5233	7
4	50	200	0	5	〃	23.3	29	〃	11:19	11:39	0:20	9312	12
5	70	150	0	5	〃	23.4	31	〃	10:56	11:11	0:15	11933	15
6	70	150	2	5	〃	24.4	28	〃	10:37	10:52	0:15	13485	17

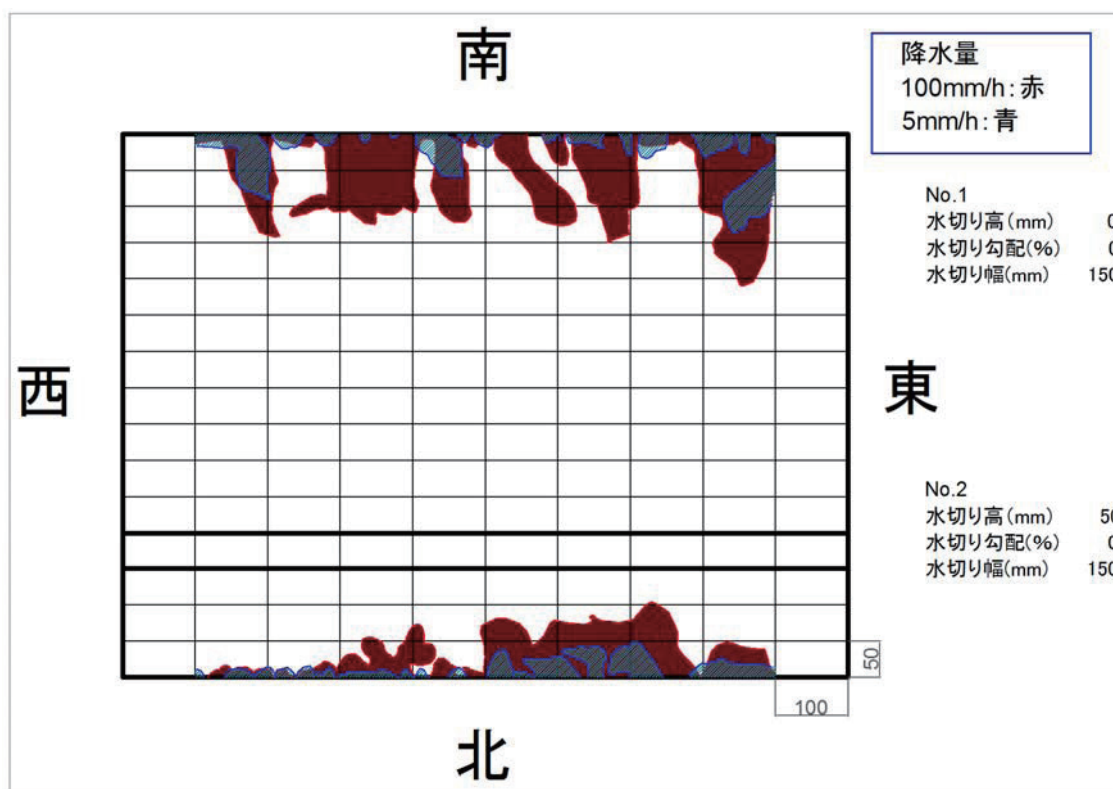


図 5-1 水切り形状試験結果 (No. 1、No. 2)

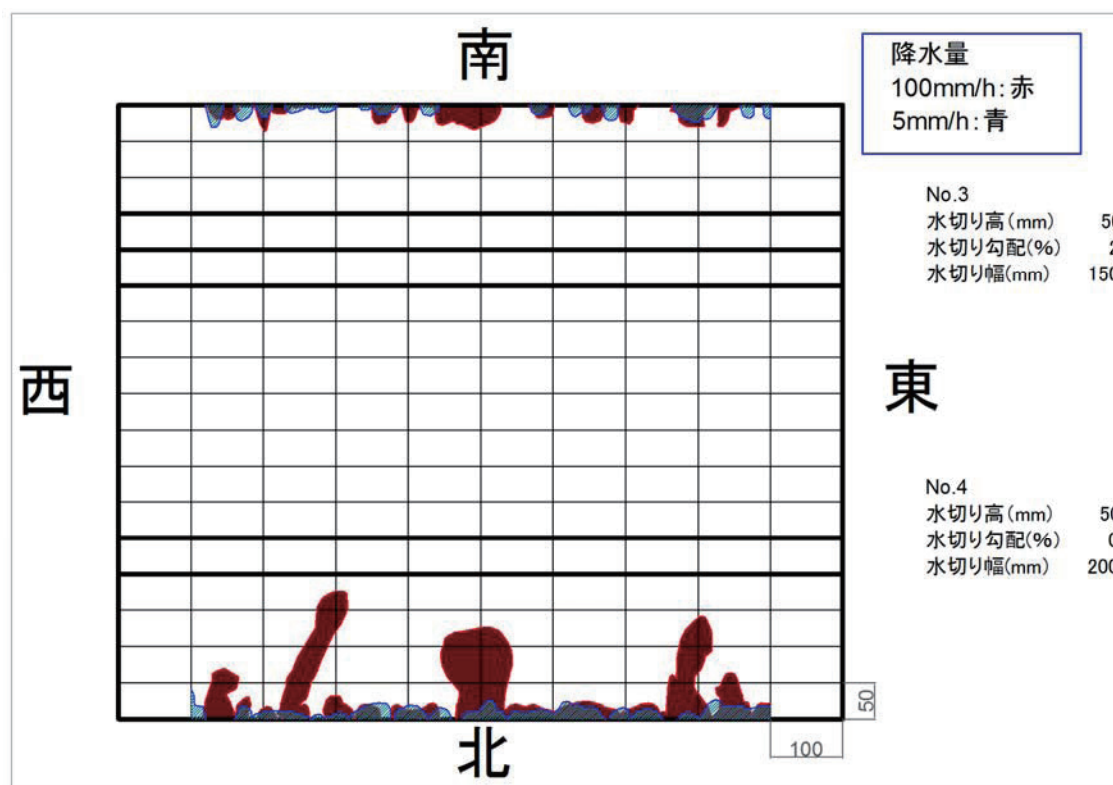


図 5-2 水切り形状試験結果 (No. 3、No. 4)

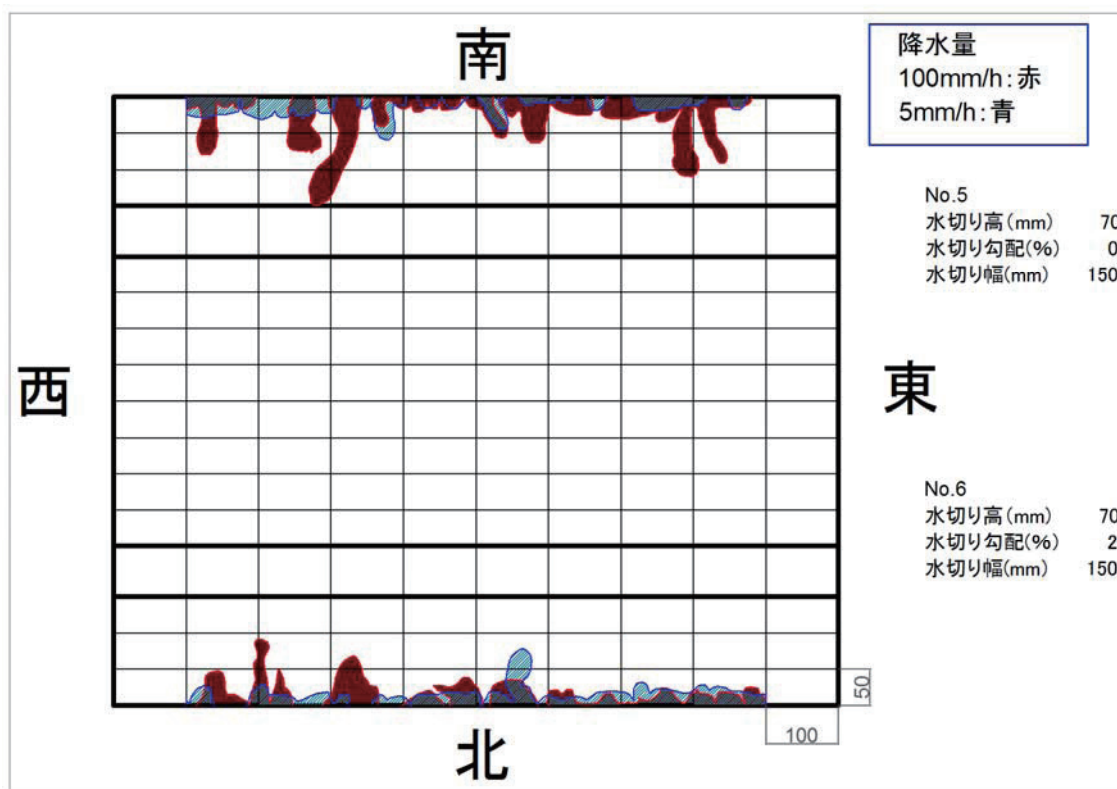


図 5-3 水切り形状試験結果 (No. 5、No. 6)

5.2. 打継ぎ部形状試験

表 5-3 および図 5-4～図 5-6 に打継ぎ部形状試験の試験結果を示す。また、試験終了時の状況写真を写真 5-1～写真 5-3 に示す。打継ぎを行った No.1 シリーズ、No.3 シリーズの漏水時期については、ばらつきが大きく勾配の効果は確認できなかった。漏水時期のばらつきの要因は不明だが、打継部の表面処理や 2 層目コンクリート締固めなどの施工品質の影響を受けるものと考えられる。床版端部の立ち上げ処理を模擬した打継ぎなしの No.2 シリーズについては、全ての供試体で漏水は発生しなかった。

以上の結果より、地覆打継部からの漏水を防ぐためには、床版端部を立ち上げることが効果的と考えられる。

表 5-3 打継ぎ部形状試験結果

No.	試験条件	試験期間	漏水時期	定常時期	漏水時 累積流量 (ml)
1-1	打継あり 勾配なし	2016/11/14 9時 ～ 2016/11/15 15時	約4分後	－	4.4
1-2		2016/11/25 17時 ～ 2016/11/28 9時	約39分後	－	24.3
1-3		2016/11/28 9時 ～ 2016/11/29 16時	漏水なし	約26時間後	－
2-1	打継なし (立ち上げ模擬)	2016/11/4 15時 ～ 2016/11/7 8時	漏水なし	約40時間後	－
2-2		2016/11/7 11時 ～ 2016/11/10 8時	漏水なし	約38時間後	－
2-3		2016/11/10 10時 ～ 2016/11/14 8時	漏水なし	約42時間後	－
3-1	打継あり 勾配あり (2%)	2016/11/15 16時 ～ 2016/11/17 9時	約5時間後	－	69.8
3-2		2016/11/18 13時 ～ 2016/11/20 12時	約3分後	－	3.3
3-3		2016/11/24 9時 ～ 2016/11/25 16時	約18分後	－	16.3

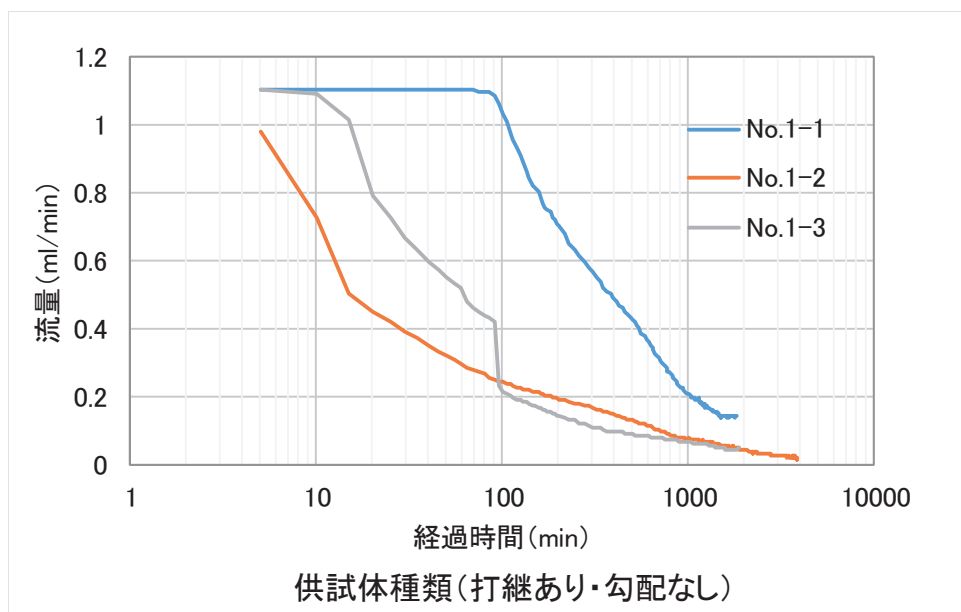


図 5-4 水密性試験結果 (打継あり・勾配なし)

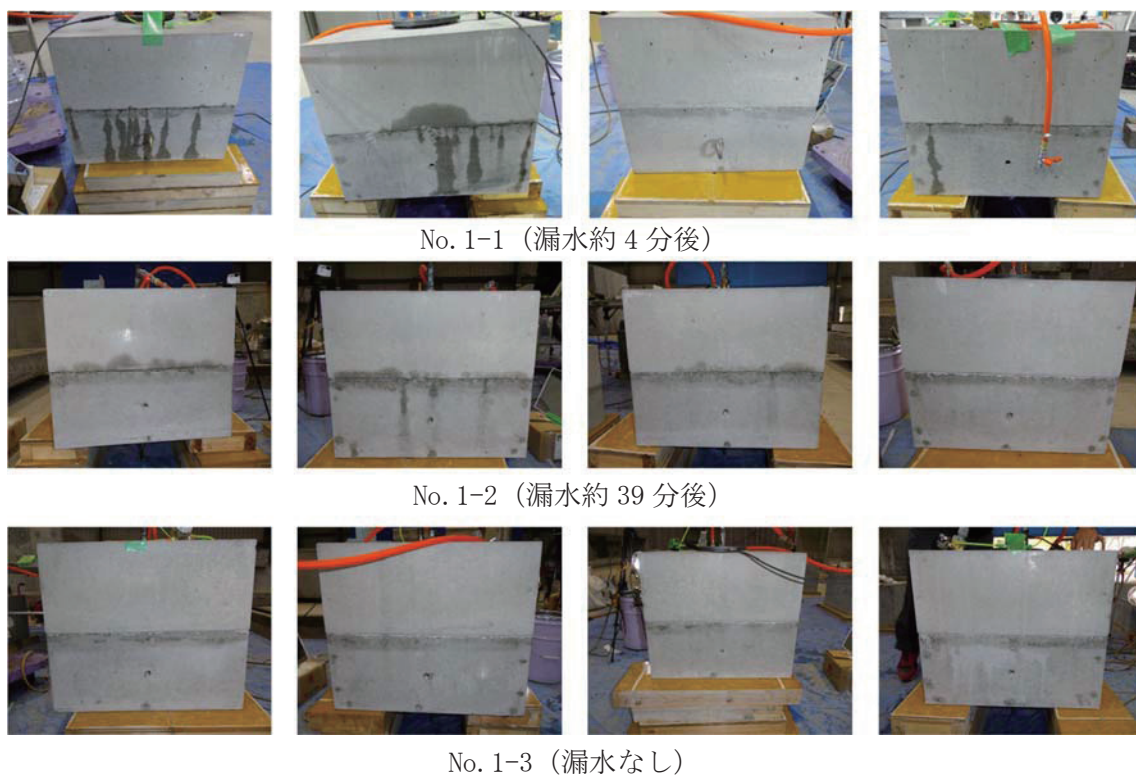


写真 5-1 試験終了後状況 (打継あり・勾配なし)

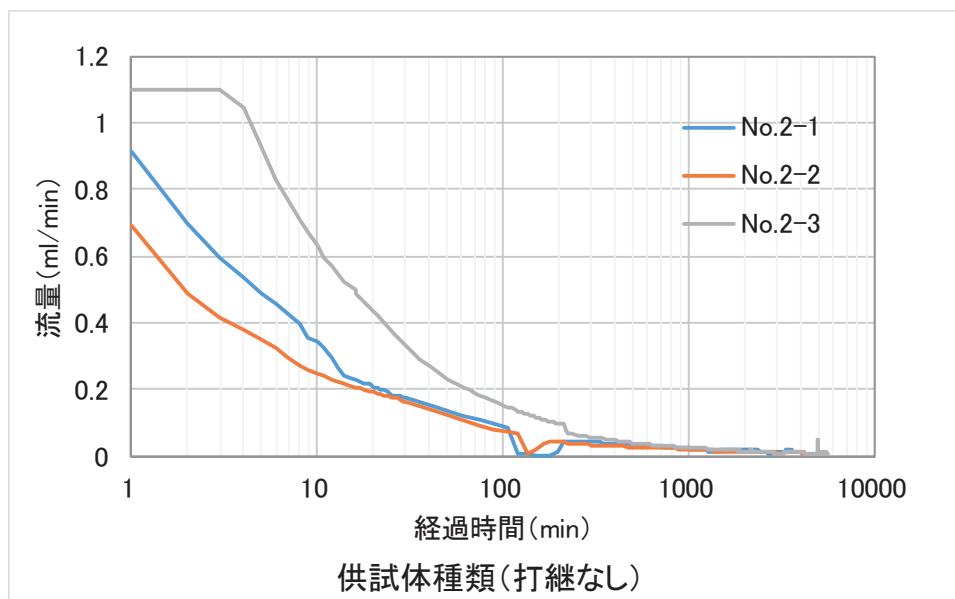
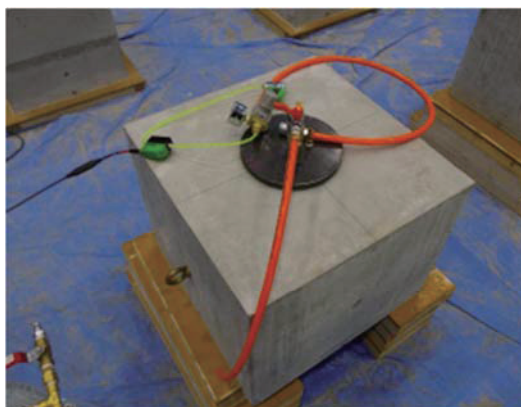
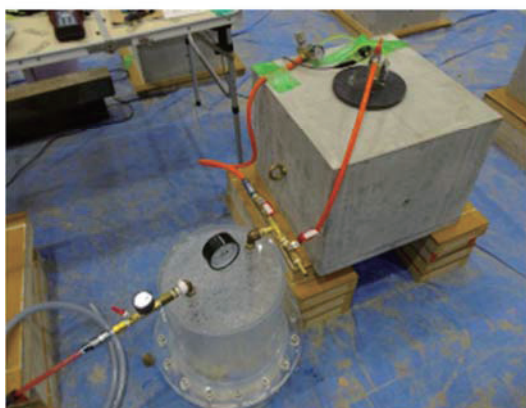


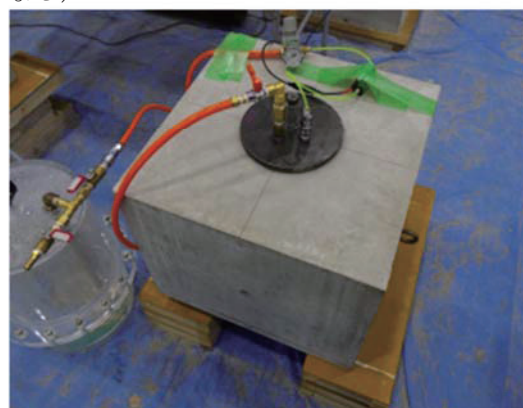
図 5-5 水密性試験結果 (打継なし (立ち上げ模擬))



No. 2-1 (漏水なし)



No. 2-2 (漏水なし)



No. 2-3 (漏水なし)

写真 5-2 試験終了後状況 (打継あり・勾配なし)

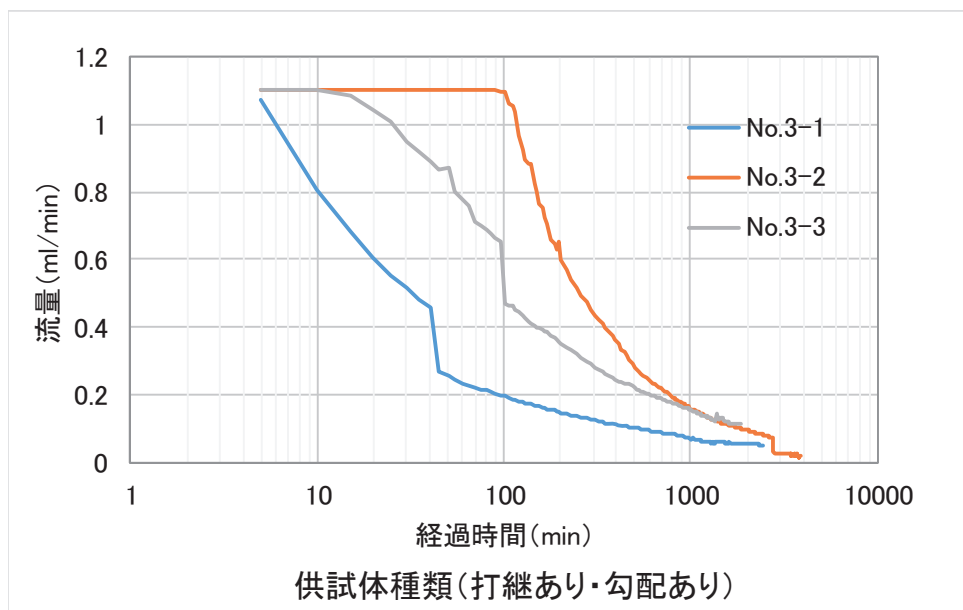


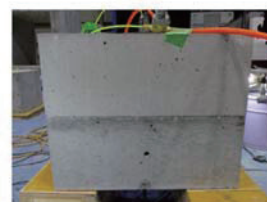
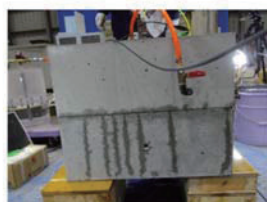
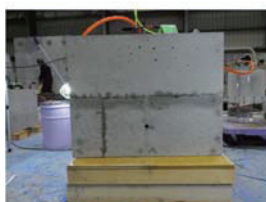
図 5-6 水密性試験結果（打継あり・勾配あり）



No. 3-1（漏水約 5 時間後）



No. 3-2（漏水約 3 分後）



No. 3-3（漏水 18 分後）

写真 5-3 試験終了後状況（打継あり・勾配あり）

6. 水切り形状、打継ぎ部形状検証試験のまとめ

検証実験の結果を踏まえて、推奨できる構造細目・仕様は以下の通りである。推奨順位は、現状よりも耐久性の向上を目指しつつ、施工側の視点から過度の負担とならないものを選定している。参考に地覆各部の名称を図 6-1 に示す。

6.1. 水切り形状推奨仕様

水切り形状の推奨仕様を表 6-1 に示す。水切り勾配を設けたほうが水切り奥側に伝い水が到達しにくいという結果であったが、降雨強度が小さい場合ではその効果は小さく、勾配を設けた場合の施工精度の確保が困難であることを考慮し、水切り勾配を設けない仕様を推奨することとした。

表 6-1 水切り形状推奨仕様

推奨順位	水切り幅	水切り高さ	水切り勾配	Vカット
1	150 mm	50 mm	付けない	付けない
2	150 mm	50 mm	2%	付けない

6.2. 打継ぎ部形状推奨仕様

打継ぎ部形状の推奨仕様を表 6-2 に示す。打継ぎ部の勾配の有無によらず、打継ぎ部からは漏水の可能性があることから、床版端部に立上りを設ける仕様を推奨することとした。立上りを設けない場合でも勾配の効果が確認されなかったことから、施工性を考慮し打継ぎ部の勾配は設けないこととした。

表 6-2 打継ぎ部形状推奨仕様

推奨順位	床版端部 立上り	打継ぎ部勾配	打継処理
1	有	付けない	目粗し
2	なし	付けない	目粗し

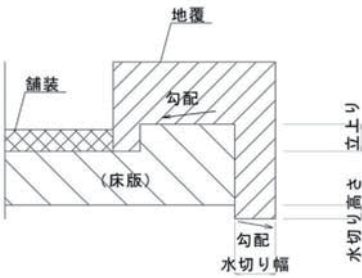


図 6-1 地覆各部の名称

検証実験 3

屋外暴露試験による定着部後埋め部の変状の検証

1. 目的

本試験は、PC 定着部の後埋め部の剥離・ひび割れ等の初期変状を防ぐために、材料や後埋め部表面処理方法、配筋の有無等をパラメータとした供試体を製作し、屋外暴露試験を行うことで、適切な構造細目や仕様を検討するものである。

2. 実験概要

これまでの、PC 定着部の後埋め部の構造は、あらかじめ所定のかぶりを確保できるように切欠きを設けて PC 鋼材を定着し、切欠き部をコンクリートあるいはモルタルで充填するタイプのもの（図 2-1 (a)）と、切欠きは設けずに PC 鋼材を定着し、定着部をカバーコンクリートで保護するタイプ（図 2-1 (b)）の 2 種類に大別される。

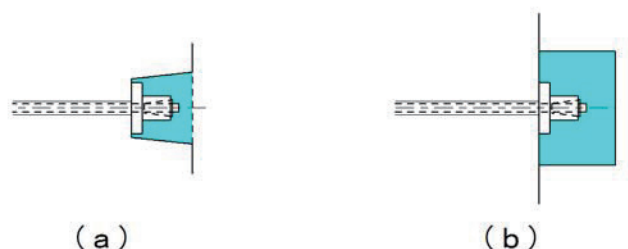


図 2-1 定着部の処理方法

本試験では、この 2 種類の後埋め構造を想定した供試体 2 体について実施するものとし、切欠き部を設けるタイプを供試体 A、切欠き部を設けないタイプを供試体 B とする。試験条件を表 2-1、表 2-2、試験体形状寸法を図 2-2、図 2-3 に示す。試験条件は、打継処理の方法の違い、後埋め材料の違い、配筋の有無、表面処理の違いに着目して設定した。

後打ち部には 1S12.8 の PC より線を配置した。なお、定着後埋め部仕様の検証であるため、PC 鋼材に緊張力は導入していない。

表 2-1 試験条件（供試体 A）

No.	打継ぎ処理		後埋め材料		配筋の有無	表面含浸剤塗布
	目粗し	吸水調整剤塗布	材料種類	配合名		
A-1	○	-	コンクリート 膨張材なし	H40	-	-
A-2	○	-	コンクリート 膨張材 20kg	H40EX20	-	-
A-3	○	-	コンクリート 膨張材 20kg	H40EX20	○	○
A-4	○	○	コンクリート 膨張材 20kg	H40EX20	○	-
A-5	○	○	コンクリート 膨張材 40kg	H40EX40	-	-
A-6	-	○	無収縮モルタル	NSM	○	○
A-7	-	○	無収縮モルタル	NSM	-	○
A-8	○	-	無収縮モルタル	NSM	-	-

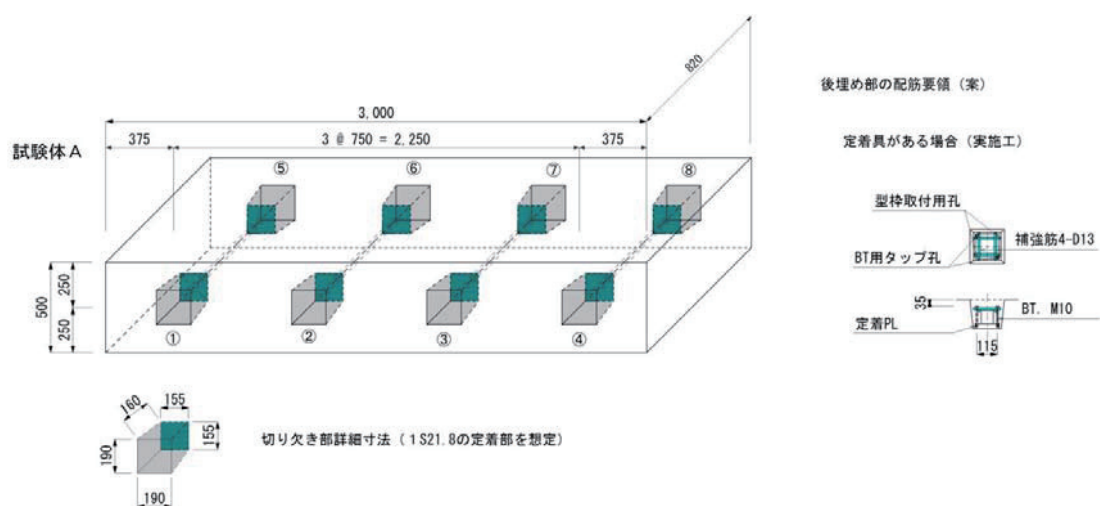


図 2-2 試験体形状寸法（供試体 A）

表 2-2 試験条件（供試体 B）

No.	打継ぎ処理		後埋め材料		配筋の有無	表面含浸剤塗布
	目粗し	吸水調整剤塗布	材料種類	配合名		
B-1	○	-	コンクリート 膨張材なし	H40	○	-
B-2	○	-	コンクリート 膨張材 20kg	H40EX20	○	-
B-3	○	-	コンクリート 膨張材 20kg	H40EX20	○	○
B-4	○	○	コンクリート 膨張材 20kg	H40EX20	○	-
B-5	○	○	コンクリート 膨張材 20kg	H40EX20	○	○
B-6	○	○	コンクリート 膨張材 40kg	H40EX40	○	-

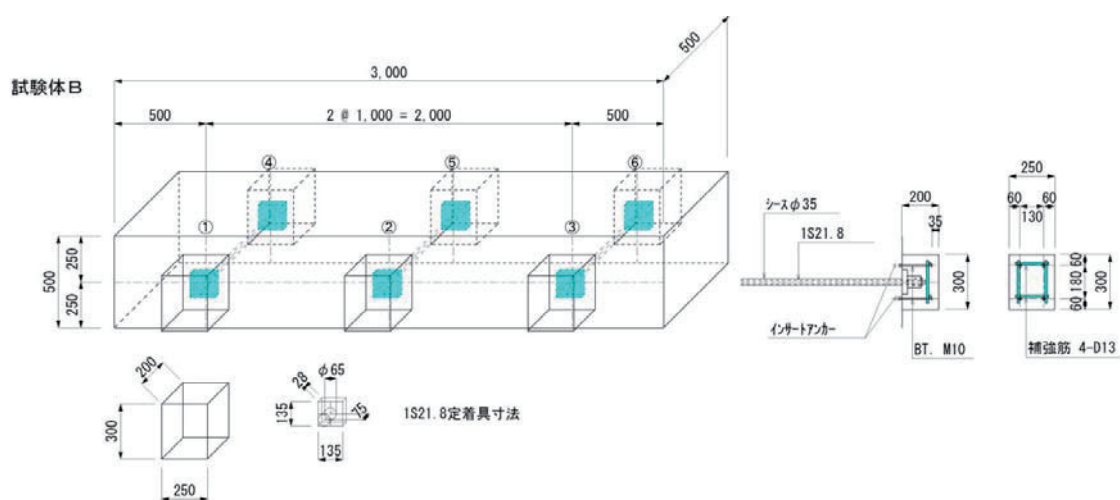


図 2-3 試験体形状寸法（供試体 B）

3. 供試体製作

3.1. 配合及び試験結果

供試体本体部に用いたコンクリートの配合を表 3-1、コンクリートのフレッシュ性状試験結果、圧縮強度試験結果を表 3-2 に示す。

表 3-1 コンクリート示方配合

記号	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						適用部位
			W	C	S1	S2	G	AD	
40-15-20N	41.0	42.6	165	402	508	229	1022	4.02	供試体本体部

表 3-2 フレッシュ性状試験結果、圧縮強度試験結果

記号	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (°C)	圧縮強度 (N/mm ²)		
				σ 7 (現場)	σ 28 (現場)	σ 28 (標準)
40-15-20N	14.5	3.9	32.2	37.7	46.4	47.0

後打ち部に用いたコンクリートと無収縮モルタルの配合、フレッシュ性状試験、圧縮強度試験の試験結果を表 3-3～表 3-6 に示す。定着後打ち部のコンクリートは、60 リットル試験練りミキサーを使用して練り混ぜた。無収縮モルタルはハンドミキサーを使用して練り混ぜた。

表 3-3 コンクリート配合

配合名	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							
			W	C	EX	S	G1	G2	SP	AE
H40	40.0	45.0	165	413	0	758	484	484	3.51	1.03
H40EX20	40.0	45.0	165	393	20	758	484	484	3.30	2.94
H40EX40	40.0	45.0	165	373	40	758	484	484	3.30	2.94

※AE 材は 100 倍希釈

表 3-4 無収縮モルタル配合

配合名	練混ぜ水	無収縮モルタル 1 袋
NSM	4.5kg	25kg

表 3-5 コンクリート配合のフレッシュ性状試験、圧縮強度試験結果

スランブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (℃)	圧縮強度 σ_{28} (現場) (N/mm ²)
11.0	5.0	22.1	62.7
11.5	5.4	22.8	61.6
10.0	4.2	23.3	61.3

表 3-6 無収縮モルタルのフレッシュ性状試験、圧縮強度試験結果

J14 ロート 流下時間 (s)	粉体 温度 (℃)	練混ぜ水 温度 (℃)	練上がり 温度 (℃)	圧縮強度 σ_{28} (現場) (N/mm ²)
13	28.0	25.5	27.0	65.2

3. 2. 配筋図および定着具詳細

配筋図および定着具の詳細を図 3-1、図 3-2 に示す。なお、定着部への配筋は図 2-2、図 2-3 を参照。

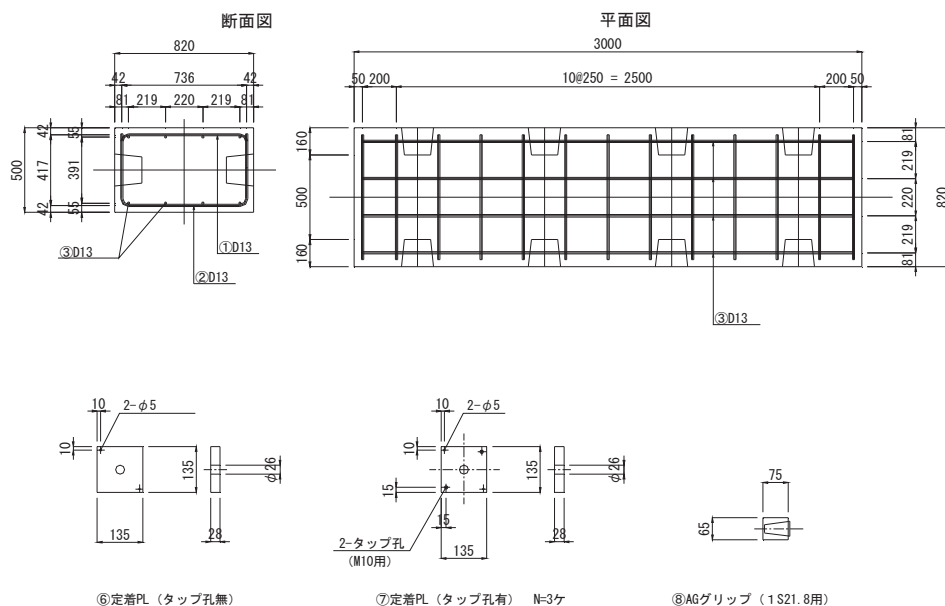


図 3-1 供試体 A 配筋図および定着具詳細

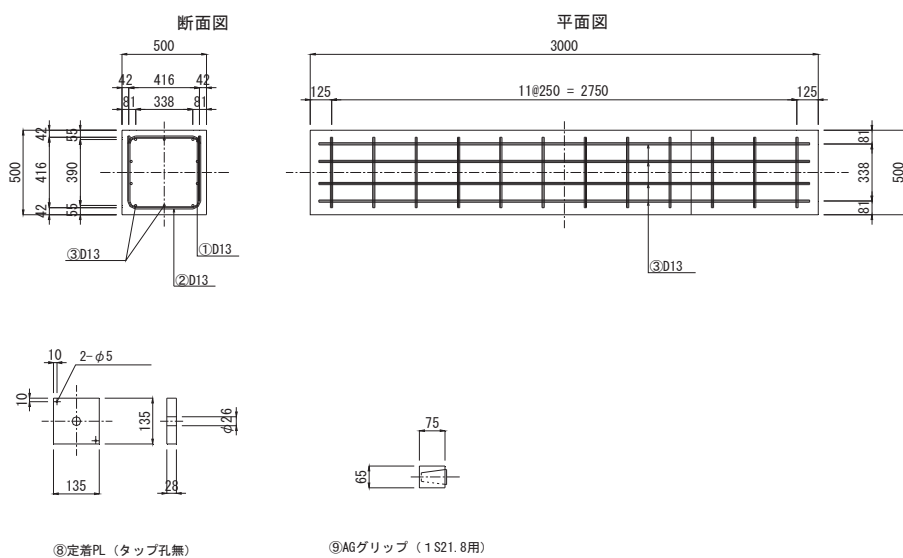


図 3-2 供試体 B 配筋図および定着具詳細

3.3. 定着後打ち部打設およびコンクリート投入口の処理

供試体 A の切欠き部の打設については、型枠上部に打設口を設け、コンクリートを投入した。投入口はコンクリート硬化後にコンクリートカッターを用いて切削した。コンクリート投入口の処理状況を写真 3-1 に示す。



写真 3-1 コンクリート投入口処理状況

3.4. 吸水調整剤、表面含浸剤の塗布

吸水調整剤は、定着後打ち部のコンクリートおよび無収縮モルタル打設前日に塗布した。塗布量はカタログ値を参考に 0.2kg/m^2 とした。

表面含浸剤は定着後打ち部打設後、材齢 4 日で脱型し、材齢 7 日に塗布した。塗布範囲は後打ち部から 100mm 拡大した範囲とし、塗布量はカタログ値を参考に 0.3kg/m^2 とした。吸水調整剤の塗布状況を写真 3-2、表面含浸剤の塗布状況を写真 3-3 に示す。



写真 3-2 吸水調整剤塗布状況

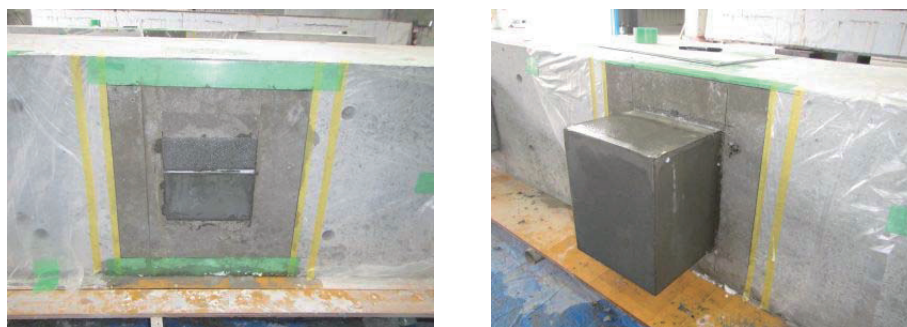


写真 3-3 表面含浸剤塗布状況

4. 供試体暴露

供試体の暴露は、国総研風洞実験施設跡地で実施する。日射の影響を考慮し、試験面が東西となるように供試体を配置した。供試体暴露は後打ち部の材齢 11 日から実施している。供試体観察については目視確認とし、定着後打ち部すべての面について写真を撮影して過去の状態と比較する。暴露状況を写真 4-1 に示す。



暴露状況



供試体 A



供試体 B

写真 4-1 供試体暴露状況

5. 暴露試験結果

5.1. 暴露開始～暴露 20 週までの比較

暴露開始から 8 週経過した時点における A-1 の定着後埋め部の状況を写真 5-1～写真 5-2 に示す。脱型時から生じていた微細なひび割れ部からエフロレッセンスが生じている。水の侵入経路は不明であるが、ひび割れ幅が徐々に大きくなってきていると考えられる。A-1 は後打ち部の目粗し処理のみ実施した箇所であり、他よりも変状が生じやすい条件だと考えられる。写真 5-3～写真 5-7 に暴露 8 週と暴露 20 週の比較結果を示す。その他の試験体は暴露約 20 週時点で変状は見られない。

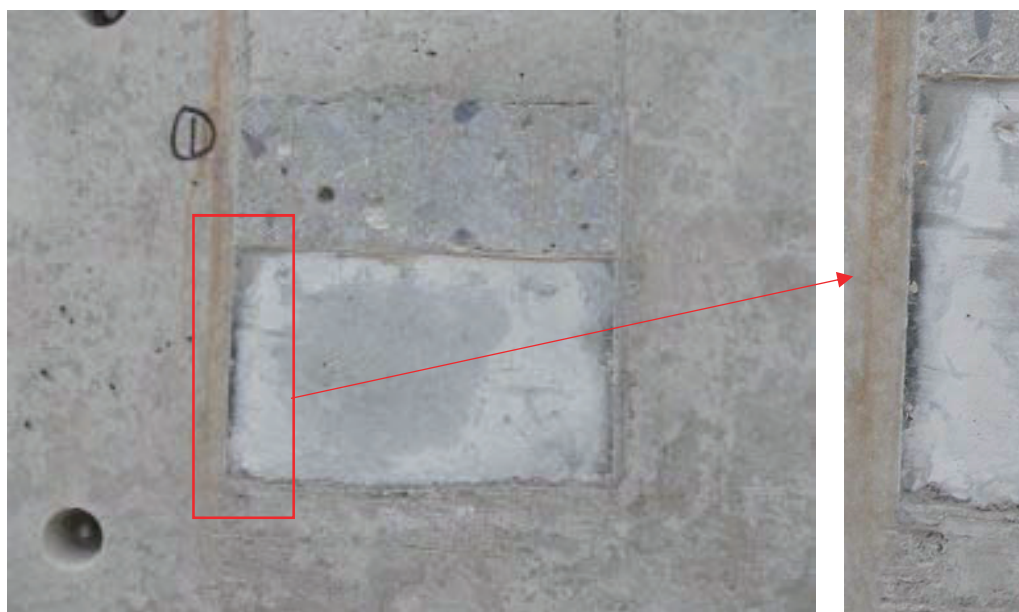


写真 5-1 暴露開始 (A-1)



写真 5-2 暴露開始 8 週間後 (A-1)



A-1



A-2



A-3



A-4

8 週間後

20 週間後

写真 5-3 暴露試験比較結果 (A-1～A-4)



A-5



A-6



A-7

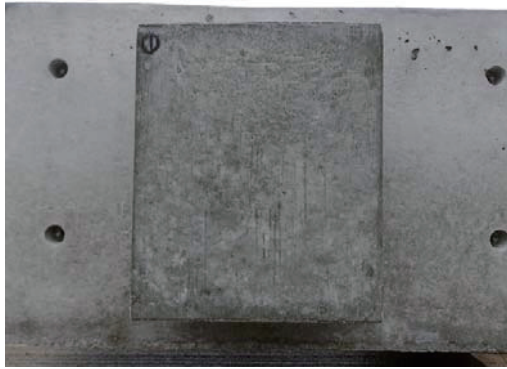


A-8

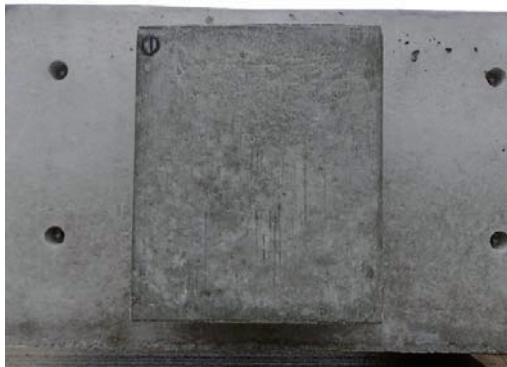
暴露 8 週間後

暴露 20 週間後

写真 5-4 暴露試験比較結果 (A-5~A-8)



B-1 (正面)



B-2 (正面)



B-3 (正面)

8 週間後

20 週間後

写真 5-5 暴露試験比較結果 (B-1 正面～B-3 正面)



B-4 (正面)



B-5 (正面)



B-6 (正面)

8 週間後

20 週間後

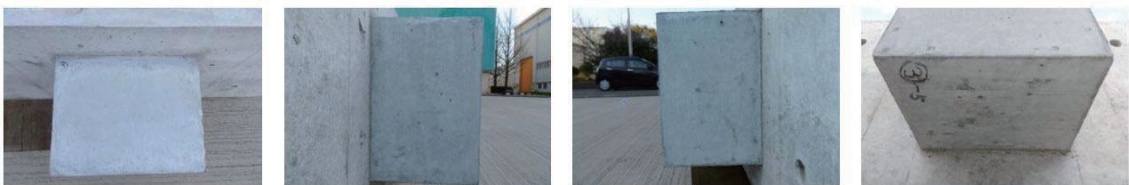
写真 5-6 暴露試験比較結果 (B-4 正面～B-6 正面)



B-1（上面、側面、底面）



B-2（上面、側面、底面）



B-3（上面、側面、底面）



B-4（上面、側面、底面）



B-5（上面、側面、底面）



B-6（上面、側面、底面）

写真 5-7 暴露 20 週試験結果（供試体 B 上面、側面、底面）

5.2. 暴露 20 週～暴露 50 週までの比較

50 週経過した時点における A-7、A-8 の定着後埋め部の状態を写真 5-8～写真 5-9 に示す。なお、ひび割れが確認しやすいように、表面を濡らしてから撮影した写真を併せて示す。目視ではほとんど確認できない程度のひび割れではあるが、両方の試験面に亀甲上のひび割れが発生している。これらのひび割れは、乾燥収縮によって生じるひび割れと考えられ、暴露することによって後埋め部の乾燥収縮が進行したことにより生じたものであり、ごく表層のみに生じていると思われる。

また、暴露 8 週で確認された A-1 のひび割れについては、暴露 50 週経過した時点で、大きな進展は確認されなかった。写真 5-10～写真 5-14 に暴露 20 週と暴露 50 週の比較結果を示す。その他の試験条件については暴露 50 週時点で変状は見られない。



表面乾燥状態



表面湿潤後

写真 5-8 暴露 50 週間後 (A-7)



表面乾燥状態



表面湿潤後

写真 5-9 暴露 50 週間後 (A-8)



A-1



A-2



A-3

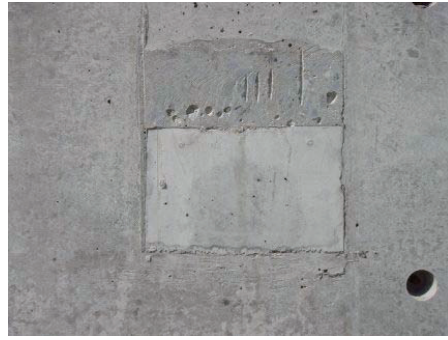


A-4

暴露 20 週間後

暴露 50 週間後

写真 5-10 暴露試験比較結果 (A-1～A-4)



A-5



A-6



A-7

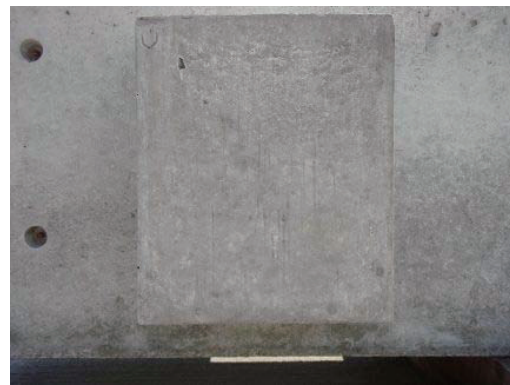


A-8

暴露 20 週間後

暴露 50 週間後

写真 5-11 暴露試験比較結果 (A-5～A-8)



B-1 (正面)



B-2 (正面)

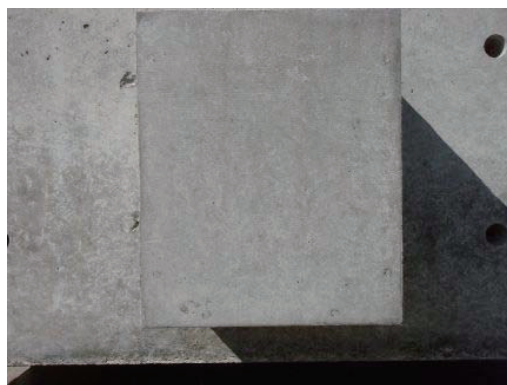


B-3 (正面)

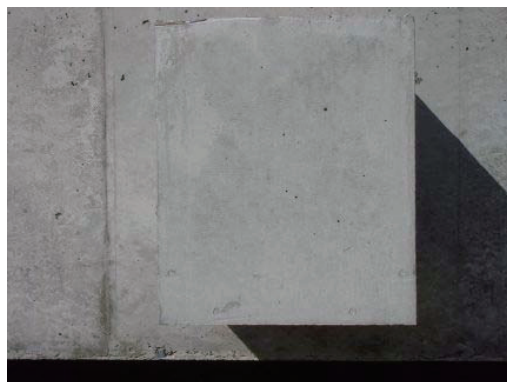
20 週間後

50 週間後

写真 5-12 暴露試験比較結果 (B-1 正面～B-3 正面)



B-4 (正面)



B-5 (正面)



B-6 (正面)

20 週間後

50 週間後

写真 5-13 暴露試験比較結果 (B-4 正面～B-6 正面)



B-1（上面、側面、底面）



B-2（上面、側面、底面）



B-3（上面、側面、底面）



B-4（上面、側面、底面）



B-5（上面、側面、底面）



B-6（上面、側面、底面）

写真 5-14 暴露 48 週試験結果（供試体 B 上面、側面、底面）

5.3. 暴露 50 週～暴露 85 週までの比較

暴露 85 週経過した時点における A-6、A-7、A-8 の定着後埋め部の状態を写真 5-15～写真 5-9 に示す。いずれもモルタルで定着部を後埋めした試験体である。3 体のうち、A-7 と A-8 については暴露 50 週の時点で微細なひび割れが確認されているが、暴露 85 週では新たに A-6 でも微細なひび割れが確認された。表面を濡らすことで微細なひび割れを確認できるが、目視では見えない程度である。A-7 と A-8 については微細なひび割れの範囲が暴露 50 週時点よりも全体に広がっている。

3 体の結果を比較した場合、いずれもごく表層の微細なひび割れだと考えられるが、範囲には差異があった。これは、表 5-1 に示すように、打継ぎ処理や表面含浸剤の塗布などが影響していると考えられるが、明確な効果までは確認できない。

写真 5-18～写真 5-22 にその他の試験体の暴露 50 週と暴露 85 週の比較結果を示す。施工不良によるひび割れや豆板部からエフロレッセンスが生じているが、ひび割れの発生や進展は確認できない。

表 5-1 モルタル配合の試験条件（試験体 A）

No.	打継ぎ処理		後埋め材料		配筋の有無	表面含浸剤 塗布
	目粗し	吸水調整剤 塗布	材料種類	配合名		
A-6	－	○	無収縮モルタル	NSM	○	○
A-7	－	○	無収縮モルタル	NSM	－	○
A-8	○	－	無収縮モルタル	NSM	－	－



表面乾燥状態



表面湿潤後

写真 5-15 暴露 85 週間後 (A-6)



表面乾燥状態



表面湿潤後

写真 5-16 暴露 85 週間後 (A-7)



表面乾燥状態



表面湿潤後

写真 5-17 暴露 85 週間後 (A-8)



A-1



A-2



A-3



A-4

暴露 50 週間後

暴露 85 週間後

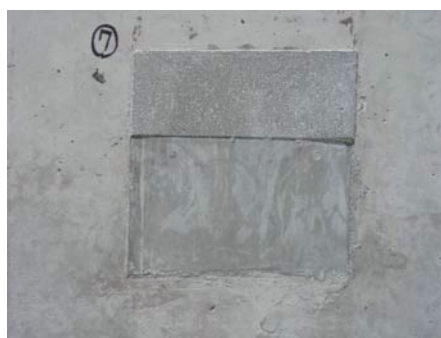
写真 5-18 暴露試験比較結果 (A-1～A-4)



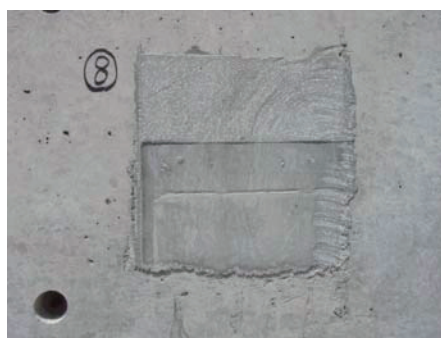
A-5



A-6



A-7

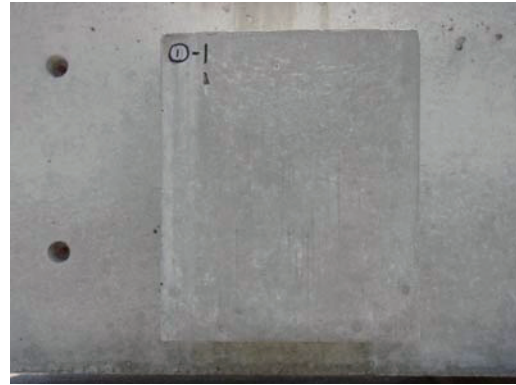


A-8

暴露 50 週間後

暴露 85 週間後

写真 5-19 暴露試験比較結果 (A-5～A-8)



B-1 (正面)



B-2 (正面)

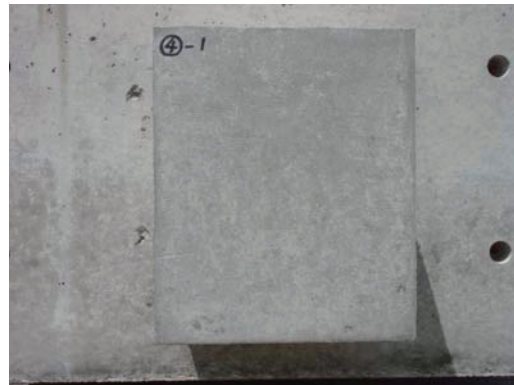
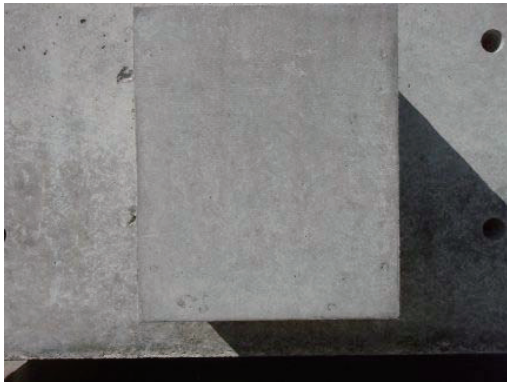


B-3 (正面)

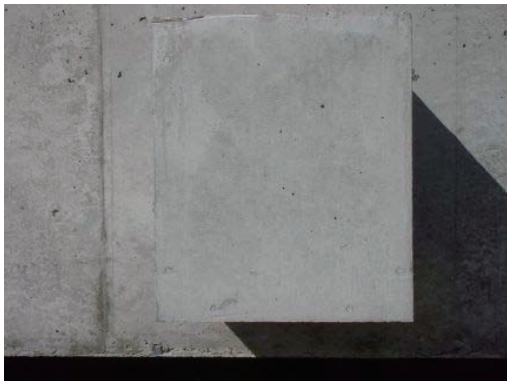
暴露 50 週間後

暴露 85 週間後

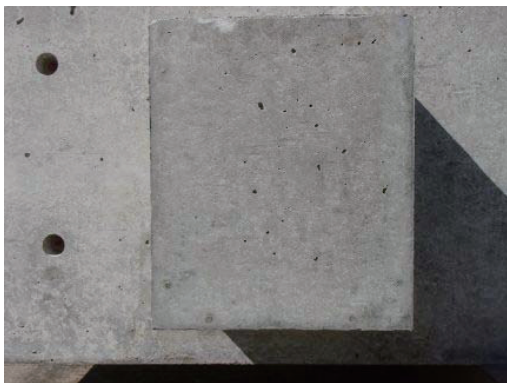
写真 5-20 暴露試験比較結果 (B-1 正面～B-3 正面)



B-4 (正面)



B-5 (正面)



B-6 (正面)

暴露 50 週間後

暴露 85 週間後

写真 5-21 暴露試験比較結果 (B-4 正面～B-6 正面)



B-1（上面、側面、底面）



B-2（上面、側面、底面）



B-3（上面、側面、底面）



B-4（上面、側面、底面）



B-5（上面、側面、底面）



B-6（上面、側面、底面）

写真 5-22 暴露 85 週試験結果（供試体 B 上面、側面、底面）

5.4. 暴露 85 週～暴露 166 週までの比較

暴露 166 週経過した時点と暴露 85 週の比較結果を写真 5-23～写真 5-27 に示す。暴露 85 週から大きな進展は確認されない。



A-1



A-2



A-3

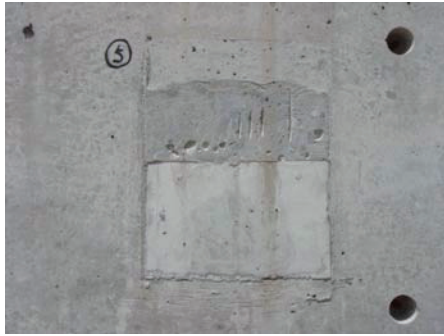


A-4

暴露 85 週間後

暴露 166 週間後

写真 5-23 暴露試験比較結果 (A-1～A-4)



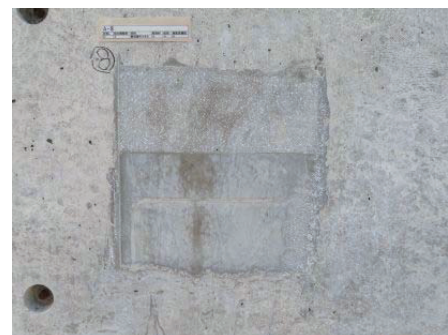
A-5



A-6



A-7

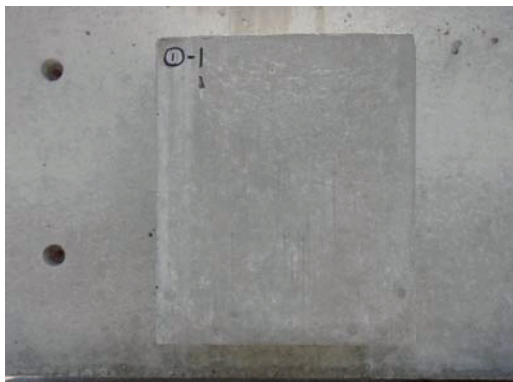


A-8

暴露 85 週間後

暴露 166 週間後

写真 5-24 暴露試験比較結果 (A-5～A-8)



B-1 (正面)



B-2 (正面)

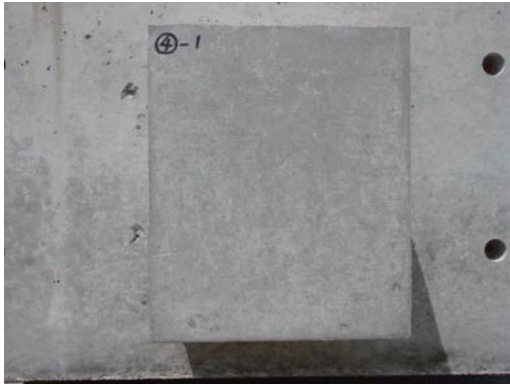


B-3 (正面)

暴露 85 週間後

暴露 166 週間後

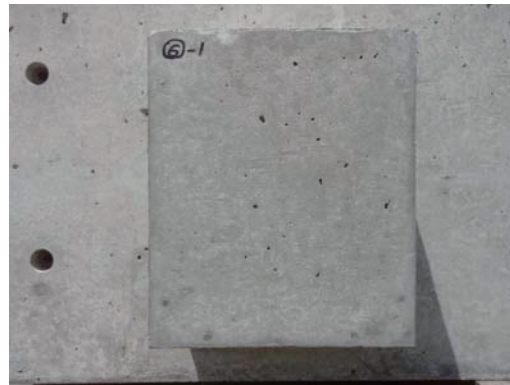
写真 5-25 暴露試験比較結果 (B-1 正面～B-3 正面)



B-4 (正面)



B-5 (正面)



B-6 (正面)

暴露 85 週間後

暴露 166 週間後

写真 5-26 暴露試験比較結果 (B-4 正面～B-6 正面)



B-1（上面、側面、底面）



B-2（上面、側面、底面）



B-3（上面、側面、底面）



B-4（上面、側面、底面）



B-5（上面、側面、底面）



B-6（上面、側面、底面）

写真 5-27 暴露 166 週試験結果（供試体 B 上面、側面、底面）

6. 定着後埋め方法検証試験のまとめ

PC 定着部の後埋め部の剥離・ひび割れ等の初期変状を防ぐために、材料や後埋め部表面処理方法、配筋の有無等をパラメータとした供試体を用いて屋外暴露試験を実施した。約 3 年間の屋外暴露試験から得られた結果は以下のとおりである。

- ・ 切欠きを設けた試験体 A においては、暴露 8 週時点で施工不良によって生じたと考えられるひび割れ部からエフロッセンスが発生したが、それ以降ひび割れの進展は確認されなかった。
- ・ 切欠きを設けた試験体 A のうち、後埋め材料にモルタルを使用した A-6、A-7、A-8 において暴露 50 週～85 週でごく表層に微細なひび割れの発生が確認された。打継ぎ方法や表面処理方法の試験条件によってひび割れ発生のタイミングは異なっていたが、それらの明確な効果までは確認できなかった。
- ・ 後埋め材料にコンクリートを使用した場合とカバーコンクリートで定着部を保護した試験体 B においては、約 3 年間の暴露ではひび割れは確認されなかった。また、ひび割れが確認された A-6～A-8 においても、暴露 85 週以降大きな進展は確認されなかった。

約 3 年間実施した屋外暴露において、一部の試験条件でひび割れの発生が確認されたが、ごく表層の微細なひび割れだと考えられ、打継ぎ処理や表面処理方法について効果的な方法を確認するまでは至らなかった。また、コンクリートを使用した場合には変状が生じておらず引き続き暴露試験を継続して経過を確認する必要がある。