

# コンクリート構造物（水中部）の表面保護材料 選定手引き（案）

資料集

平成21年3月

国土交通省 近畿地方整備局 淀川河川事務所  
国土交通省 近畿地方整備局 近畿技術事務所



## 目 次

### 資料集

資料1	評価基準の整理	資 - 1
1.	試験体の作製	資 - 1
2.	耐候性	資 - 5
3.	塩化物イオン透過阻止性およびアルカリ金属透過阻止性	資 - 12
4.	付着性	資 - 19
5.	ひび割れ追従性	資 - 23
6.	耐摩耗性	資 - 29
資料2	各種試験方法一例	資 - 35
.	表面被覆材の耐候性試験方法(案) (JSCE 511-2005)	資 - 35
.	表面被覆材の付着強さ試験方法 (JSCE 531-1999)	資 - 38
.	表面被覆材のひび割れ追従性試験方法 (JSCE 532-1999)	資 - 41
.	表面被覆材の塩化物イオン透過阻止性試験方法(案)	資 - 44
.	表面被覆材のアルカリ金属透過阻止性試験方法(案)	資 - 46
.	水中摩耗試験方法(案)	資 - 48
資料3	対象コンクリートの躯体処理の施工例	資 - 52
1.	コンクリート欠陥部の処理例	資 - 52
2.	セパレーター端部の処理例	資 - 54
資料4	表面被覆工の前処理・端部処理の施工例	資 - 55
1.	役物部の前処理及び端部処理の例	資 - 55
2.	表面被覆層施工端部の端部処理の例	資 - 57
資料5	記録用紙様式例	資 - 58

表面被覆材の品質規格試験一覧表

試験項目		耐候性	付着性	塩化物イオン透過阻止性	アルカリ金属透過阻止性	ひび割れ追従性	耐摩耗性		
試験の目的		紫外線劣化の抵抗性	一体性の確認	アルカリ骨材反応・塩害の抑制	アルカリ骨材反応の抑制	アルカリ骨材反応が進行した場合の追従効果	ポンプ稼働時の流水に対する抵抗性		
モルタル試験片作製	試験片作製条件	種類	モルタル板	モルタル板	モルタル板	モルタル板	ストレート板		
		寸法	70×70×20mm	70×70×20mm	150×70×20mm	150×70×20mm	40×120×10mm	200×100×1～5mm	
		温度	20±2	20±2	20±2	20±2	20±2	-	
		相対湿度	80%	80%	80%	80%	80%	-	
		作製方法	JIS K 511	JIS K 511	JIS K 511	JIS K 511	JIS K 511	-	
	試験片作製後の養生条件	温度	20±2 の水中	20±2 の水中	20±2 の水中	20±2 の水中	20±2 の水中	-	
		養生期間	14日	14日	14日	14日	14日	-	
表面被覆材施工	試験体作製条件	数量	本試験用	3枚	各3枚	3枚	3枚	3枚	
			基準用	1枚	-	1枚	1枚	-	-
		施工面	本試験用	片面（試験面1面）	片面（試験面1面）	全面（6面）	全面（6面）	片面（試験面1面）	主材のみ（参考：複合材料）
			基準用	片面（試験面1面）	-	施工無し	施工無し	-	-
	温度	3±2	3±2	3±2	3±2	3±2	3±2		
	相対湿度	85±5%	85±5%	85±5%	85±5%	85±5%	85±5%		
	含水率	10%以上	10%以上	10%以上	10%以上	10%以上	特になし		
	試験体作製後の養生条件	温度	3±2	3±2	3±2	3±2	3±2	3±2	
		相対湿度	85±5%	85±5%	85±5%	85±5%	85±5%	85±5%	
		養生期間	28日	28日	28日	28日	28日	28日	
現場条件との適合性確認	負荷試験条件	促進耐候性試験	基準試験 乾湿温冷繰返し試験 夏期海中試験 促進耐候性試験	夏期海中試験	夏期海中試験	乾湿温冷繰返し試験 促進耐候性試験	-		
	負荷条件	JSCE-K 511-2005	試験体作成後の養生終了時に測定 5±2 24時間、40±2 水中24時間を1サイクル 温度40±2、飽和NaCl溶液 JSCE-K 511-2005	温度40±2、飽和NaCl溶液	温度40±2、飽和NaCl溶液	5±2 24時間、40±2 水中24時間を1サイクル JSCE-K 511-2005	-		
	試験日数	3000時間	養生終了後 15サイクル 60日 3000時間	60日	60日	15サイクル 3000時間	-		
性能評価基準	確認方法	JSCE-K 511-2005 外観目視による	JSCE-K 531-1999 による付着強さ試験	JCI-SC5による Clイオン分析	建設省総合技術開発プロジェクト：コンクリート中の水溶性アルカリ金属元素の分析（案）	JSCE-K 532-1999 によるひび割れ追従性試験	水中摩耗試験 【近畿地方整備局】		
	評価	白亜化・ふくれ・われ・はがれ・むら（光沢の変化・色差）に対して変状が認められないもの	～ の付着強さは、すべて1.0N/mm <sup>2</sup> 以上とする。 なお、～ の試験結果 / の試験結果の割合（低下率）を試験成績書に表記する。	温度40±2、NaCl溶液60日浸漬後に塩化物イオン濃度が初期値+0.005%以下	温度40±2、NaCl溶液60日浸漬後にナトリウムイオン濃度が初期値+0.03%以下	下記条件の一方を満足すること ・負荷試験条件 および の試験後の伸び量が0.5mm以上のもの ・負荷試験条件 および の試験後の伸び量が0.1mm以上で引張強度が30N/mm <sup>2</sup> 以上のもの	50時間後の摩耗質量および摩耗量から摩耗深さを求める。 膜厚をX <sub>1</sub> とした場合、摩耗深さは0.052 X <sub>1</sub> mm以下		
記載ページ番号		資料 P.5～P.11	資料 P.19～P.22	資料 P.12～P.18	資料 P.12～P.18	資料 P.23～P.28	資料 P.29～P.34		

資料1 評価基準の整理

1. 試験体の作製

(1) 一般に行われている試験方法

表面被覆材の検討を行うにあたり、対象構造物に適用が可能な材料を選定する必要がある。試験体の作製は実際の施工環境と同等の条件で行い、各種の性能について確認することが重要である。

表面被覆材の施工では、施工時における躯体のケレンの程度、温・湿度環境などが要因となり、性能に大きな影響を与えると考えられている。<sup>2)</sup>したがって、評価基準を設ける場合には、試験基板と実構造物との乖離を極力少なくするために、基板作製時の条件検討、試験体作製時の条件検討について、想定される悪条件での検討を行う必要がある。<sup>1)</sup>

1) 基板の作製

試験に用いられる基板は、コンクリートに比べモルタルで行われている場合が多い。試験用モルタル基板作製方法は、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法(案)」に準拠する。

2) 試験体の作製

試験に用いられる試験体の作製は、温度が 20、23 の2種類、湿度が 50%、65%、85%の3種類、養生期間が7日、14日、28日の3種類で行われている。作製方法として、JSCE-K 531-1999「表面被覆材の付着強さ試験方法」、JIS A 6909 などがある。

(2) 毛馬排水機場における施工条件

『コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針(案) 土木学会』<sup>3)</sup>に記載されている表面保護工法(有機系、無機系、シート系)の施工環境について、表1.1に示す。

表1.1 施工管理項目<sup>3)</sup>

工程	項目	判定基準
施工環境	温度,湿度	温度:5 以上 40 以下, 相対湿度:85%以下
	結露	ないこと
	風	強くないこと
	飛来塩分	ないこと
	粉塵等	多くないこと
	作業空間	清潔であること
	表面含水率	十分に乾燥していること

毛馬排水機場の施工環境は、表1.1に示した環境とは異なり、表面被覆材にとって非常に悪条件となる。以下に毛馬排水機場の施工環境を示す。

排水機場内は、施工時期が冬期の場合、温度 5 を下回る環境になる場合がある。施工範囲となる部位は、相対湿度が 85%以上を上回る環境となる場合があり、施工面が結露する施工条件である。施工対象となる部位の背面は水路であり、水が滞水しているため、施工対象のコンクリートは常時含水した状態である。

したがって、上記条件を考慮した施工環境での試験体の作製を検討する。

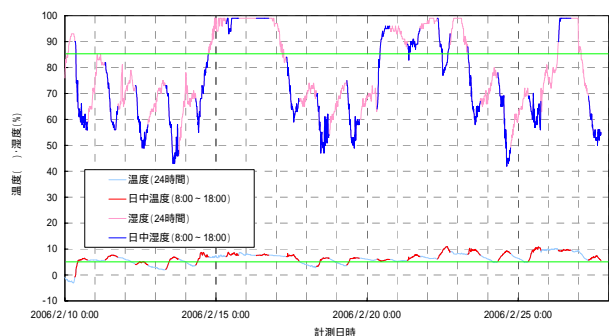


図1.1 3号排水庭内での温度および湿度の関係 (平成18年2月10日~平成18年2月27日記録)

### (3) 試験結果概要

平成 16 年度から実施してきた各種試験において、写真 1.1～写真 1.3 に示したような外観にふくれ、われ、はがれが確認された。供試体や実構造物の躯体を用いた表面被覆材の施工は、コンクリートの含水率が 10%程度と非常に高い条件で行ったため、施工管理が非常に難しく表面被覆材に高度な性能が要求される。

また、実構造物での試験施工は、非出水期（10月中旬～5月下旬）に水路がドライアップされることから、図 1.1 に示したような温度 5 以下、湿度 85%以上の環境で施工を行った。その結果、写真 1.2 のような上塗り材のはがれが生じた。



写真 1.1 ふくれ



写真 1.2 はがれ等



写真 1.3 われ等

図 1.2 に示した付着強さ試験は、実構造物のコンクリート躯体に表面被覆材を直接施工し、建研式単軸引張試験器を用いて表面被覆材を直接引っ張ることで、表面被覆材の付着強さを確認する試験である。

塗装 A 材とシート C 材は、初期の付着強さに比べて半年後の付着強さが低下した。初期値に比べて付着強さが低下した半年材齢の結果から、付着強さ試験後の破断状況はコンクリート躯体と断面修復材との境界からのものであり、破断面は濡れていた。

断面修復材と既設コンクリートとの境界面からは、水が染み出てきており、隣接した水路からの背面水あるいは境界面を通じて水が廻り込んできた可能性が考えられる。

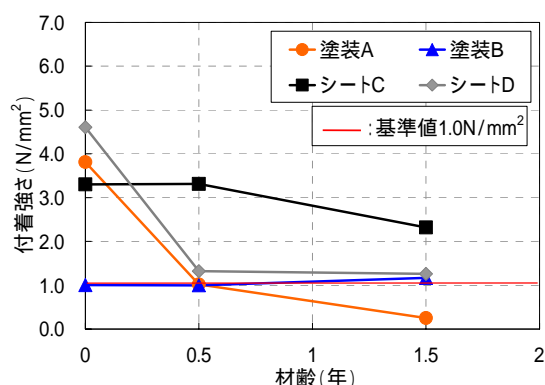


図 1.2 付着強さ試験  
(実構造物における試験施工)

表面被覆材のシステムとしては、不陸調整用の断面修復材とコンクリート躯体との付着性の検討が必要であり、専門技術者による施工管理や環境条件に応じた施工が求められる。

(4) 毛馬排水機場に適した試験体の作製方法

1) 基板の作製

試験用モルタル基板作製方法は、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法(案)」に準拠する。表 1.2 に示すように、各種試験方法を併用が可能にするため、供試体寸法は 70×70×20mm を基本とする。

表 1.2 基板寸法と各試験項目

基板寸法	試験項目	試験体の数量	基準供試体
70×70×20mm	耐候性	3 試料(片面)	1 試料(片面)
	付着強さ	3 試料(片面)	-
150×70×20mm (付着強さ試験を併用)	塩化物イオン透過阻止性	3 試料(全面)	1 試料(施工無し)
	アルカリ金属透過阻止性	3 試料(全面)	1 試料(施工無し)
40×120×10mm	ひび割れ追従性	3 試料(片面)	-

2) 試験体の作製

表 1.3 に試験体作製方法の変更点を、表 1.4 に試験条件を示す。

試験体の作製は、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法(案)」に準ずるものとするが、以下に示す条件については表 1.3 に示すように条件を変更して行う。

表 1.3 試験体作製方法の変更点

項目	JSCE-K 511-2005	条件変更(案)
基板の塗装前状況	脱型後6日間 $20 \pm 2$ の水中で養生し、温度 $23 \pm 2$ 、相対湿度 $50 \pm 5\%$ で7日間以上静置する。	脱型後 $20 \pm 2$ の水中で14日間養生し、施工時に含水率10%以上の状態とする。
施工温度	$23 \pm 2$	$3 \pm 2$
養生温度	$23 \pm 2$	$3 \pm 2$
施工湿度	$50 \pm 5\%$	$85 \pm 5\%$
養生湿度	$50 \pm 5\%$	$85 \pm 5\%$

表 1.4 試験体の試験条件

負荷試験条件	負荷条件	試験日数	試験項目
基準試験	試験体作成後の養生終了時に測定	養生終了後	・付着性
促進耐候性試験	JSCE-K 511-2005	3000 時間	・耐候性 ・付着性 ・ひび割れ追従性
夏期海水中試験	温度 $40 \pm 2$ 、飽和 NaCl 溶液	60 日	・塩化物イオン透過阻止性 ・アルカリ金属透過阻止性 ・付着性
乾湿温冷繰返し試験	$3 \pm 2$ 24 時間、 $40 \pm 2$ 水中 24 時間を 1 サイクル	15 サイクル	・付着性 ・ひび割れ追従性

(5) 試験体作製手順

1) 試験用基板 試験用基板(以下、基板という)は、次による。

- a) 基板は、JIS R 5201 の 10.4 (供試体の作り方) に規定する方法に準拠し、水セメント比 50%、砂セメント比 3 のモルタルを、表 1.2 に示した試験ごとに、内のり寸法の金属製型枠を用いて成型する。
- b) 温度  $20 \pm 2$ 、相対湿度  $85 \pm 5\%$  の状態で 24 時間静置した後、脱型し、その後  $20 \pm 2$  の水中で 14 日間養生を行う。
- c) 基板を水中から取り出し、表面の水分をふき取った後、JIS R 6252 に規定する 150 番研磨紙を用いて、表 1.2 に示したとおりに、片面の場合は成型時の下面を、全面の場合は全面を十分に研磨したものとす。

2) 試験の種類 試験の種類は、表 1.2 に示す。

3) 試験体の作製 試験体の作製は、次による。

- a) 基板、断面修復材、下地処理材、不陸調整材、主材、仕上げ材の試料は、温度  $3 \pm 2$ 、相対湿度  $85 \pm 5\%$  で 24 時間静置する。
- b) 製造業者の定める使用方法によって、製造業者の定める仕様で表 1.2 に示した面に塗布し、温度  $5 \pm 2$ 、相対湿度  $85 \pm 5\%$  で 28 日間養生し、試験体とする。なお、初回の施工前には、モルタルの含水率が 10% 以上であることを確認する。

4) 評価方法

上記条件での施工が可能であること。

試験成績書には、試験体作製時の含水率について明示すること。

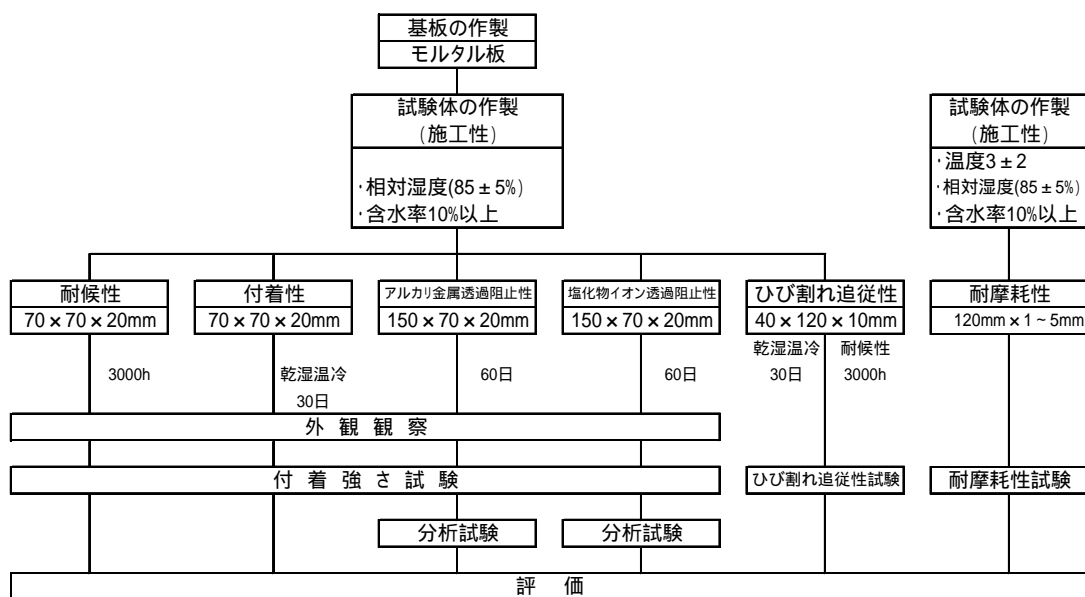


図 1.3 表面被覆材の評価試験フロー

【 参考文献 】

- 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ 58「コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状」、2004.2
- 2) 樫山好幸、内田純二、舌間貴宏、古田敦：コンクリート構造物の塗装系防食材の性能評価手法の提案、コンクリートの補修・補強・アップグレードシンポジウム論文報告集第 2 巻、材料学会 2002
- 3) 土木学会：「コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針(案)」、2005.4
- 4) 阪神高速道路公団、日本材料学会：「コンクリート構造物の表面保護工便覧(案)・同解説」、1989.3



## 2. 耐候性

毛馬排水機場内で施工する表面被覆材の要求性能のうち、耐候性についての試験条件および評価方法を以下に示す。

### (1) 一般（大阪府）の環境条件

#### 1) 太陽光による放射照度

太陽光は、各種の波長に分かれており、0.2~0.4 $\mu\text{m}$ 間の波長として紫外線が含まれている。表面被覆材は、紫外線の波長を受けると硬化や劣化が生じるため、紫外線劣化に対する検討が必要である。

太陽光による放射照度は、大気圏外で約1,400 $\text{W}/\text{m}^2$ であるが、大気を通過して地表に到達すると約1,000 $\text{W}/\text{m}^2$ に減少する。図2.1に放射強度と波長との関係を示す。図中の青斜線内は紫外線を0.2~0.4 $\mu\text{m}$ とした場合の海面における放射量である。海面における放射照度全体を1000 $\text{W}/\text{m}^2$ としたときの、紫外線の割合は約46 $\text{W}/\text{m}^2$ の放射照度である。

#### 2) 気象資料

一般的な指標として、大阪府の一年間の日照時間を以下に示す。

大阪管区気象台が発表した平成16年度から平成19年度の大阪府の気温、降水量、日照時間を表2.1に示す。過去4年間の大阪府の日照時間は、1859.9~2229.6時間/年である。

また、大阪管区気象台が発表した平成19年度の近畿地区の気温、降水量、日照時間を表2.2に示す。平成19年度の記録から、近畿地区では和歌山、神戸および大阪が日照時間が長く、日照を受ける環境にある部位に補修材を施工する場合、紫外線に対する抵抗性、即ち、耐候性について評価を行う必要がある。

表2.1 大阪府の気象（気温、降水量、日照時間）

年度	気温 ( )	降水量 (mm)	日照時間 (h)
平成16年	17.9 (最高29.5(7月)、最低5.8(1月))	1594.5	2229.6
平成17年	17.0 (最高28.7(8月)、最低5.9(2月))	909.0	2098.3
平成18年	17.0 (最高29.8(8月)、最低5.5(1月))	1399.5	1859.9
平成19年	17.6 (最高29.9(8月)、最低7.5(1月))	962.5	2124.5

注) 表内は、年平均値を示す。また、( )内の最高、最低気温については、月平均とする。

表2.2 平成19年度の近畿地区の気象（気温、降水量、日照時間）

地点名	気温 ( )	降水量 (mm)	日照時間 (h)
和歌山	17.3	912.5	2185.0
神戸	17.4	922.0	2162.5
大阪	17.6	962.5	2124.5
奈良	15.3	1109.5	1899.5
彦根	15.2	1473.5	1898.9
京都	16.3	1212.5	1829.6
舞鶴	15.3	1654.5	1592.8
豊岡	15.0	1858.5	1508.7

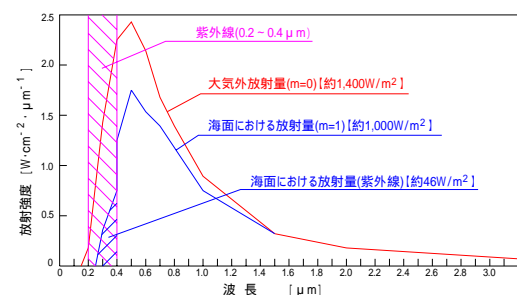


図2.1 放射強度と波長の関係<sup>1)</sup>

### (2) 毛馬排水機場における環境条件

毛馬排水機場は、水路部と排水庭部および取水庭部に区分される。水路部は暗渠であり、日照の影響を受けない環境である。また、排水庭部と取水庭部は明渠であり、日照の影響を受ける環境である。したがって、明渠部に関しては、耐候性について評価を行う必要がある。

### (3) 試験結果概要

平成 16 年から実施した検討では、4 種類の表面被覆材料を施工して飽和 NaCl 中に浸漬させた供試体（以下、塩水浸漬供試体と称す）を屋外の直射日光が当たる場所で 1 年 6 ヶ月間暴露した。その結果、塩水浸漬供試体では、日照による紫外線の影響により上塗り材の変色が認められたが、補修材のふくれ、われ、はがれなどの変状は認められなかった。



写真 2.1 われ

しかし、平成 16 年の同時期から毛馬排水機場の 2 号水路内（淀川側）に暴露した供試体（以下、現地暴露供試体と称す）および平成 17 年に実施し毛馬排水機場の 3 号水路内（淀川側）の実構造物での試験施工箇所では、一部の材料にふくれやわれが生じた（写真 2.1～写真 2.3 参照）。



写真 2.2 ふくれ

劣化要因として、設置条件が干満帯で施工面が乾湿の繰り返しを受ける環境であること。施工時の躯体コンクリートが背面水により、含水率の高い状態であったこと。紫外線により表面被覆材の上塗り材が劣化し、性能が低下したために生じた。などが考えられるため、耐候性を評価するための試験方法や基準についての検討を加えた。



写真 2.3 はがれ

### (4) 耐候性試験の方法検討

#### 1) 試験の目的

耐候性試験の目的は、コンクリート構造物に表面被覆材を塗布したときの耐久性を把握することである。特に、主材を保護している上塗り材の紫外線などによる劣化に対する抵抗性を評価することである。

#### 2) 各機関における試験別条件

土木学会コンクリート委員会のコンクリートの表面被覆および表面改質技術研究小委員会（委員長：片脇清士）では、『コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状』<sup>2)</sup>に、各機関（34 機関）が実施している耐候性の評価・判定基準についてまとめている。

耐候性試験は、屋外暴露試験および促進耐候性試験の 2 種類がある。

各機関の試験別条件を表 2.3 に、屋外暴露試験方法の問題点を表 2.4 に、促進耐候性試験方法の問題点を表 2.5 に示す。

表 2.3 各機関の試験別条件<sup>2)</sup>

項目		条件		主な機関名
対象 構造物	新設 既設			
試験条件	屋外暴露試験	0° 暴露	指定期間 1年間	土木学会 首都高速
		30° 暴露	6ヶ月 1年間	阪神高速 阪神高速
		規定なし	2年間	旧建設省
	促進試験 (サンシャイン ウェザーメーター)	250時間 300時間 300・600時間 700時間 1000・2000時間 3000時間	建築仕上材工業会 土木学会・他 阪神高速 旧JH 旧建設省 JR東日本、東海	
試験基板	屋外暴露試験	鋼板	300 × 150 × 1mm	旧建設省
		モルタル板	70 × 70 × 20mm 300 × 150 × 60mm	土木学会 首都高速
		ストレート板	50 × 100 × 10mm	阪神高速
	促進試験 (サンシャイン ウェザーメーター)	鋼板	70 × 150 × 1mm 70 × 100 × 0.8mm	旧建設省 JR東海
		モルタル板	70 × 120 × 10mm 70 × 70 × 20mm 40 × 40 × 160mm	旧建設省 土木学会・旧JH 建築仕上材工業会
		ストレート板	50 × 100 × 10mm	阪神高速
	前処理	モルタル板	150番研磨紙	土木学会
試験室の条件		温度20 ・相対湿度65% 温度23 ・相対湿度50%		旧建設省・他 土木学会
養生期間		2日・6日・7日 14日 28日		旧建設省 建築仕上材工業会 土木学会・他
主な 調査項目	屋外暴露試験 促進試験(サンシャインウェザーメーター)	白亜化・ながれ・むら・ふくれ・われ・ はがれ・光沢の変化・色差		

表 2.4 屋外暴露試験方法の問題点<sup>2)</sup>

項目	各機関の試験方法条件	問題点	試験方法制定経過	備考	
試験用基板	材質	鋼板 モルタル板 スレート板	評価対象項目により選定すべきである。 試験板の品質が明示されていない。 モルタル板よりコンクリート板の方が品質は安定している。	モルタル板の組成は JIS R 5201 を多く採用している。	評価対象項目により選定することが望ましい。
	寸法	70×70×20mm 300×150×60mm 50×100×10mm	試験基板が小さいと塗付量管理が困難であり、暴露試験中に被覆材の収縮等による影響が判断できにくい。	塗膜の外観調査に使用した試験体を暴露試験に流用した。	なるべく大きい方が評価し易い。
	前処理	土木学会基準のみが 150番研磨紙	表面状態で付着性に差が現れ、ふくれ・はがれに影響することがある。	試験室で使用している条件に合わせた。	規定することが望ましい。
試験室の条件	(温度 23度・ 相対湿度 50%) (温度 20度・ 相対湿度 65%)	試験条件の統一が必要。 セメント系材料は相対湿度 50%では厳しい。	JIS K 5400 は 20 JIS K 5600 の 23 は ISO に合わせた。		
塗装方法	明記なし	シールの方法の統一が必要。 塗付量管理が出来るのか。試験体を作製するときは刷毛塗り、現場作業と異なる。	試験体作製者の指定による。	現場と同一にして評価する。	
塗付材料および塗装仕様	塗付材料および塗装仕様は試験方法に指定した塗装仕様による。	試験体作製時は一般に塗付量管理で行っている。 現場とプライマーの吸い込み量が違う。	コンクリート基板上の膜厚測定が非破壊で出来ないため、塗付量管理している。	破壊検査で膜厚管理するプライマーの使用量を検討する。	
養生期間	2日・6日・7日・14日・28日の5種類ある。	試験するまでに 28日養生が必要か。	セメント系材料を対象にコンクリートの養生期間から決めた。	早く試験すると汚れが着き易い。	
暴露条件	暴露角度	0度 30度 45度	暴露角度の統一が必要。	0度は降雨などの影響を受け御前崎に 31ヶ月暴露した結果水平に近いほど劣化し易い。 <sup>5)</sup>	構造物の多くは水平または鉛直。
	暴露期間および暴露環境	1年間 規定期間	暴露期間および暴露環境は評価対象項目により選定すべきである。	1年間は、短期間で評価できる項目に絞った。	
	暴露開始時期	指定なし	暴露開始時期による影響がある。		梅雨直前の暴露が厳しい。
調査項目	白亜化	測定		JIS K 5600-8-6 により測定	ポリウレタン樹脂塗料は 1年暴露では白亜化しない。
	色差	測定	コンクリート補修材料の性能として必要ないのではないか。	JIS K 5600-4-6 により測定	
	光沢	測定		JIS K 5600-4-7 により測定	
	目視調査	ながれ・むら・ふくれ・われ・はがれ	暴露中に新たに発生しない項目は必要ない。微小なわれなどは拡大して観察しないと判定困難。	一般的な塗膜の評価項目。	

表 2.5 表面被覆材の促進耐候性試験方法の問題点<sup>2)</sup>

項目	各機関の試験方法条件		問題点	試験方法制定経過	備考	
試験用基板	材質	鋼板 モルタル板 スレート板	評価対象項目による選定すべきである。 試験板の品質が明示されていない。	モルタル板の組成はJIS R 5201を多く採用している。	評価対象項目により選定することが望ましい。	
	寸法	鋼板	70×150×1mm	試験機に入る標準は70×150mmである。 試験基板が小さいと塗付量管理が困難であり、照射試験中に被覆材の収縮等による影響が判断できにくい。	初期の塗膜の外観調査に使用した試験体を促進耐候性試験に流用した。	なるべく大きい方がよい。
		モルタル板	70×120×10mm 70×70×20mm 40×40×160mm			
		スレート板	50×100×10mm			
前処理	土木学会基準のみが150番研摩紙と規格化されていた		表面状態で付着性に差が現れ、ふくれ・はがれに影響することがある。	試験室で使用している条件に合わせた。	規定することが望ましい。	
試験室の条件	(温度 23 度・相対湿度 50%) (温度 20 度・相対湿度 65%)		試験条件の統一が必要。 セメント系材料は相対湿度 50%では厳しい。	JIS K 5400 は 20 , JIS K 5600 の 23 は ISO に合わせた。		
塗装方法	明記なし		シールの方法の統一が必要。 塗付量管理が出来るのか。 試験体を作製するときは刷毛塗り、現場作業と異なる	試験体作製者の指定による。	現場と同一塗装方法にして評価する。	
塗装材料および塗装仕様	塗付材料および塗装仕様は試験方法に指定した塗装仕様による。		試験体作製時は一般に塗付量管理で行っている。 現場とプライマーの吸い込み量が違う。	コンクリート基板上の膜厚測定が非破壊で出来ないため、塗付量管理している。	破壊検査で膜厚管理するプライマーの使用量を検討する。	
養生期間	2日・6日・7日・14日・28日の5種類ある。		暴露するまでに 28日養生が必要か。	セメント系材料を対象にコンクリートの養生期間から決めた。	早く暴露すると試験片中の残留溶剤の影響でふくれが発生する。	
試験条件	試験機	サンシャインカーボンアーク		屋外暴露試験との関係が解明されていない。	従来的一般塗料の試験条件を準用。	コンクリート被覆材に適用してよいか。
	照射時間	250時間・300時間・600時間 ・700時間・1000時間 ・2000時間・3000時間		屋外暴露試験との関係を明白にした上で耐久性としての時間を決める必要がある。	短時間は油性塗料の試験時間から決めた。	耐久性評価か、初期性能の確認か。
調査項目	白垂化	測定			JIS K 5600-8-6 により測定	ポリウレタン樹脂塗料は 1000 時間で白垂化しない。
	色差	測定		コンクリート補修材料の性能として必要ないのではないか。	JIS K 5600-4-6 により測定	
	光沢	測定			JIS K 5600-4-7 により測定	
	目視調査	ながれ・むら・ふくれ・われ・はがれ		暴露中に新たに発生しない項目は必要ない。微小なわれなどは拡大して観察しないと判定困難。	一般的な塗膜の評価項目	

### 試験方法および試験期間の選択

表面被覆材の材料選定を行うにあたり、短期間で性能が評価できるものに限り試験施工を行うことを前提として検討する。

基本方針としては、事前に第三者機関による評価・判定を行い、第三者機関での試験成績により材料の選定を行う。

毛馬排水機場に施工する予定の表面被覆材の耐用年数は12年を目標としているため、耐候性の試験条件である試験方法および照射時間は、促進により比較的長い期間を想定し実施することが必要となる。

各機関における耐候性試験の照射時間を図 2.2 に示す。

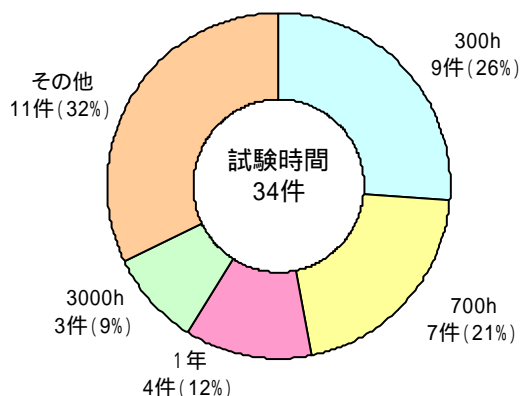


図 2.2 耐候性試験の照射時間

促進耐候性試験機の性能の一例として、放射照度が  $255\text{W/m}^2$  で波長が  $0.3\sim 0.7\mu\text{m}$  のものがある。海面における放射量のうち、紫外線 ( $0.2\sim 0.4\mu\text{m}$ ) の放射照度は約  $46\text{W/m}^2$  とした場合、促進試験機では、約 5.5 倍の紫外線を出力可能である。

大阪府の一年間の日照時間が 2000 時間である場合、促進耐候性試験の 3000 時間は、単純計算すると 8 年程度の紫外線量に相当する。また、文献 2) より、促進耐候性試験の 3000 時間は、大気中の 20 年に相当する紫外線量であるという意見もある。

促進耐候性試験は、試験開始から終了するまで 4 ヶ月程度時間を費やすため、材料選定のための評価試験としては、長期間を要する。このため、事前に第三者機関により評価・判定を行い、試験成績書の提示による材料選定のための評価とする。

### 促進耐候性試験機の選定

促進耐候性試験機の光源には、サンシャインカーボンアーク灯、キセノンアーク灯、紫外線カーボンアーク灯、紫外線蛍光灯等がある。

JIS K 5400 「塗料一般試験方法」の規格では、サンシャインカーボンアーク灯のみであったものが、JIS K 5400-1990 ではキセノンアーク灯が加わることとなる。

JIS K 5400 は、1999 年に廃止され、JIS K 5600-7 「塗料一般試験方法 - 第 7 部：塗料の長期耐久性」に移行されたときにキセノンアーク灯のみの記載となった。キセノンアーク灯のみの仕様となったのは、ISO 規格に併せる形式を JIS 規格が行っているからのようである。

・キセノンアーク灯：紫外線から可視領域の分光分布が太陽光に非常に近似していることに加え、長時間点灯できることから、広く使用され、屋外暴露試験との相関性の良いデータが得られる。促進性は暴露環境の約 2 ~ 3 倍程度とされている。

・サンシャインカーボンアーク灯：400nm 付近に大きなピークをもち、太陽光の紫外線部の立ち上がりに近似した分光分布をもつ。使用に伴う発光分布の変動がなく、繰り返し再現性に優れることから広く使用されている。促進性は、紫外線波長部であれば暴露環境の数倍 ~ 数十倍とされている。

表 2.6 に促進耐候性試験機の性能比較を示す。

表 2.6 促進耐候性試験機の性能比較例

	放射照度 ( $\text{W/m}^2$ )	屋外暴露との比較 (促進試験の放射照度 / 実放射照度)	毛馬排水機場 暴露 6 年 との相関	毛馬排水機場 暴露 12 年 との相関
キセノンアーク灯	60, 180	1.3 倍 ~ 3.9 倍	約 3000 時間	約 6000 時間
サンシャインカーボンアーク灯	255	5.5 倍	約 2200 時間	約 4400 時間

### 試験基板

試験基板は、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法（案）」に準じて行う。  
70×70×20mm のモルタル板を作製し、前処理として 150 番の研磨紙を用いて処理する。

### 試験室の条件

試験室の条件は、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法（案）」に準じて行う。  
温度は  $3 \pm 2$  とし、相対湿度は  $85 \pm 5\%$  とする。

### 養生期間

養生期間は、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法（案）」に準じて行う。  
暴露するまでに 28 日の養生を行い、試験片中の残留溶剤の影響でふくれ等が生じないようにする。

### 調査項目

各機関における耐候性試験の調査項目を図 2.3 に示す。

調査項目は、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法（案）」に準じて行う。

指定時間の照射後、試験体を取り外し、塗面が濡れているときは水を振り切って 1 時間放置した後、それぞれの暴露試験体と原状試験体を並べ、照射による表面被覆表面の変化を JIS K 5600-8-1、JIS K 5600-8-2、JIS K 5600-8-4～JIS K 5600-8-6 に基づき、白亜化、はがれ、われ、ふくれについて測定する。

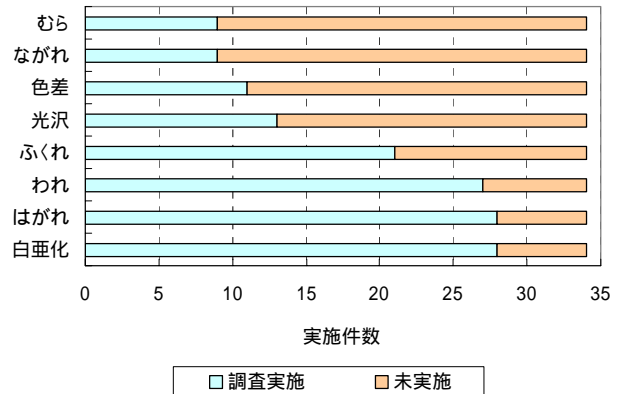


図 2.3 耐候性試験の調査項目と実施件数

### (5) 促進耐候性試験の試験条件

毛馬排水機場水路部内で使用する材料の選定を行うため、表 2.7 に促進耐候性試験の試験条件について示す。

表 2.7 促進耐候性試験の試験条件

項目		条件	備考
対象構造物		干満帯および水中部のコンクリート構造物を対象とする。	
試験方法		促進耐候性試験機 (キセノンアーク灯)	放射照度 $168\text{W}/\text{m}^2 \sim 180\text{W}/\text{m}^2$
試験条件		3000 時間	
試験基板	種類	モルタル板	JSCE-K511
	寸法	70×70×20mm	
	前処理	150 番研磨紙	JIS R 6252
試験室の条件		温度 $3 \pm 2$ ・相対湿度 $85 \pm 5\%$	
養生期間		28 日	
主な調査項目	白亜化・ふくれ・われ・しわ・はがれ (光沢の変化・色差)	各項目で変状が認められないものを適用する。	

### 【 参考文献 】

- 1) 村井：日本太陽エネルギー学会編 「太陽エネルギー読本」、オーム社、1975
- 2) 土木学会、コンクリート技術シリーズ 58「コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状」、2004.2



### 3. 塩化物イオン透過阻止性およびアルカリ金属透過阻止性

#### (1) 一般に行われている試験方法

##### 1) 塩化物イオン透過阻止性

鉄筋コンクリート構造物中には、鋼材が組み込まれており、この鋼材が腐食することによって、ひび割れなどの変状が生じる。鋼材の腐食を促進させる要因の一つに塩化物イオンがあり、寒冷地では凍結防止材の中に、また海洋環境では海水の中に塩化物イオンが含まれている。このため、コンクリートを保護するために補修工法として用いられる表面被覆材は、塩化物イオンの浸透に対する抵抗性能を要求されることが多い。

表面被覆材は外部からの塩化物イオンの浸入を遮断する性能を要求される。

一般的に塩化物イオン透過阻止性を評価する試験方法には、30gNaCl と真水を用いて塩素イオンを透過させるフリーフィルム法（図 3.1～図 3.2 参照）および 0.1%フルオレセインナトリウム水溶液を用いた発色法（図 3.3 参照）などがある。

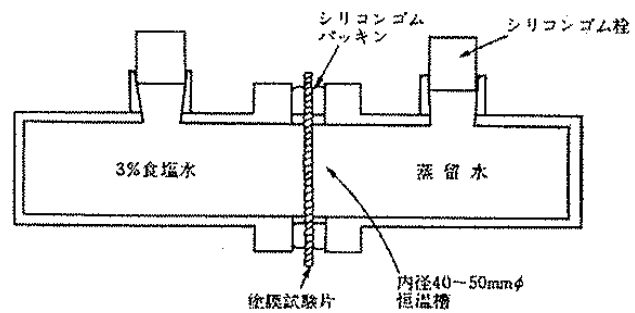


図 3.1 塩化物イオン透過量測定方法（遊離塗膜）<sup>1)</sup>

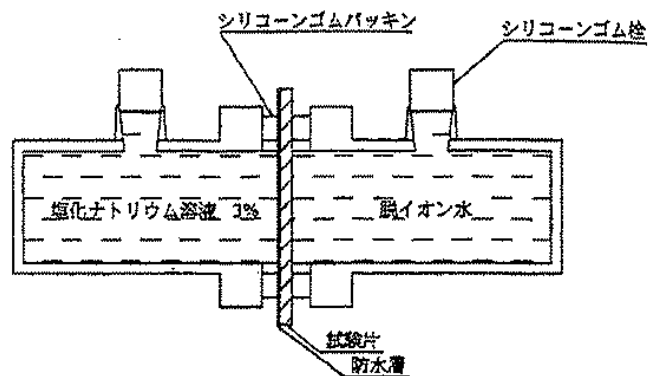


図 3.2 塩化物イオン透過量測定方法（モルタル板）<sup>1)</sup>

##### 2) アルカリ金属透過阻止性

アルカリ金属透過阻止性とは、アルカリ金属イオンが外部からコンクリート中に浸入する性質に対して、表面被覆層が抑制もしくは阻止する抵抗性能のことである。

表面被覆材の要求性能の中でアルカリ金属透過阻止性が求められている文献等が確認されていないため、現在調査中である。

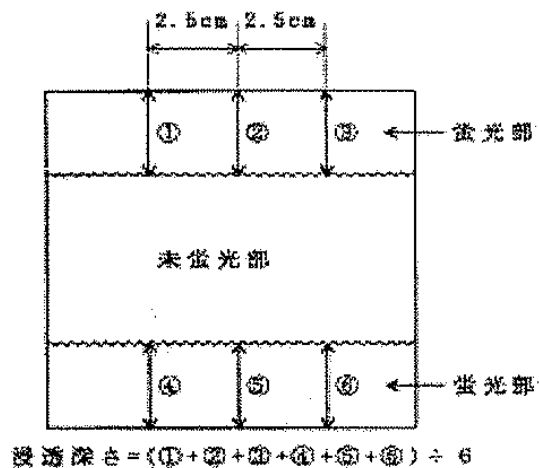


図 3.3 塩化物イオン浸透深さ測定方法<sup>1)</sup>



(2) 毛馬排水機場の条件

1) 塩化物イオン透過阻止性

図 3.4 に毛馬排水機場の位置および海岸からの距離を示す。

毛馬排水機場は、淀川と大川とに分流する位置に設けられた施設である。大川側（取水庭部）の水質は淡水であるが、淀川側（排水庭部）の水質は海水を含むものであるため、コンクリート中に塩化物イオンが侵入する条件下にある。浸入した塩化物イオンは、コンクリート中の鋼材を腐食させる要因となるため、塩化物イオン透過阻止性の高い表面被覆材の施工が求められる。

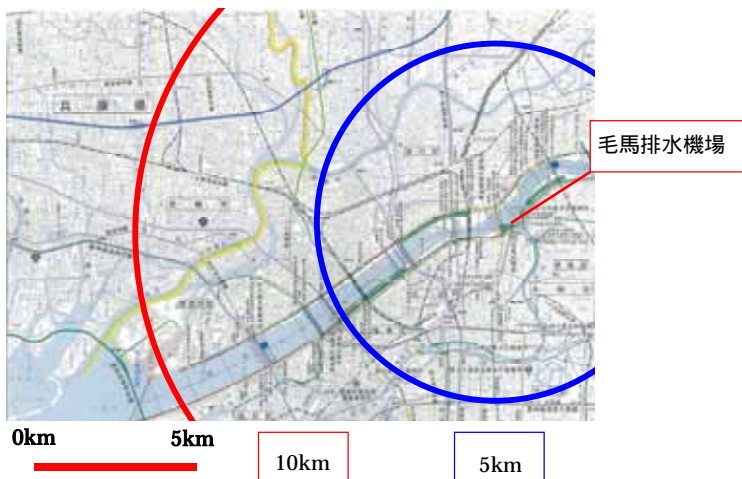


図 3.4 毛馬排水機場の位置および海岸からの距離

図 3.5 に排水機場内の塩化物イオン濃度について示す。平成 14 年から実施した調査の記録を基に、1号から6号ポンプまでの塩化物イオンの平均値として示す。コンクリート表面から 10~12cm の範囲で測定した結果から、鋼材腐食発生限界濃度  $1.2\text{kg/m}^3$  以上の値が示されている。

あ調査では、含有塩化物イオン量測定の他にはつり調査を行っており、内部の鋼材の腐食度について評価している。

写真 3.1 に示したように干満帯部では、鋼材の腐食が認められた。しかし、水中部では、かぶりの含有塩化物イオン量が鋼材腐食発生限界濃度  $1.2\text{kg/m}^3$  以上を示したにも関わらず、鋼材の腐食は確認されなかった。

写真 3.1 鋼材の腐食状況（干満帯部）

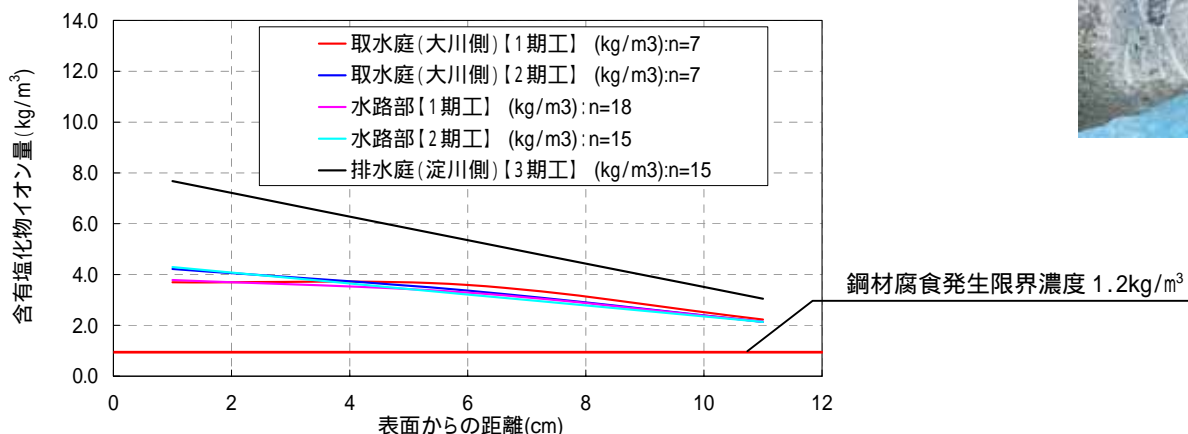


図 3.5 含有塩化物イオン量分析結果

## 2) アルカリ金属透過阻止性

毛馬排水機場の水路部のコンクリートについて調査を平成14年から実施した結果、採取したコアからはアルカリ骨材反応の兆候と見られる白色析出物が骨材から滲出していることが確認された。

(写真3.2参照)

アルカリ骨材反応を判定するため、岩種判定、SEM-EDS分析(図3.6および図3.7参照)、アルカリ量分析(図3.8参照)、促進膨張試験(図3.9参照)、粉末X線回折などの試験を実施した。図3.6および図3.7から滲出した白色析出物は、アルカリシリカゲルであったことから、アルカリ骨材反応を起こす反応性骨材が施工時に使用されていたことが確認された。



写真3.2 骨材からの白色析出物滲出

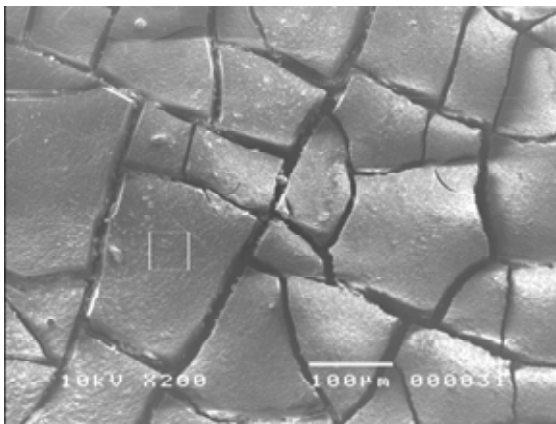


図3.6 SEM観察像

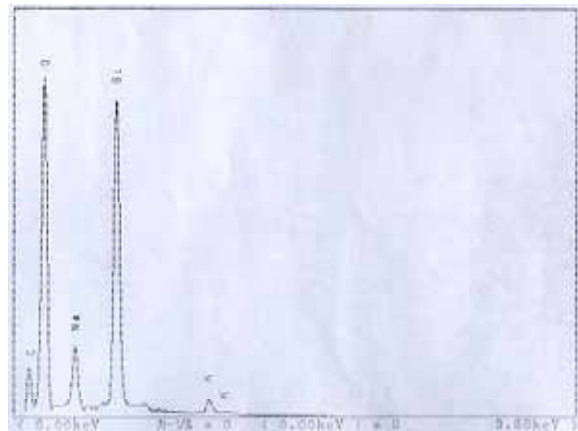


図3.7 SEM-EDS分析図

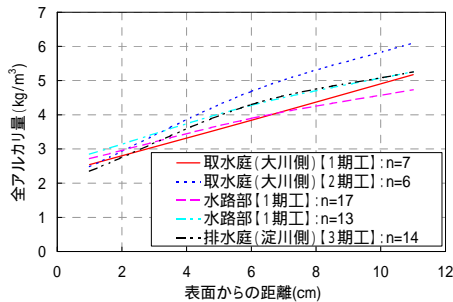


図3.8 全アルカリ量分析結果

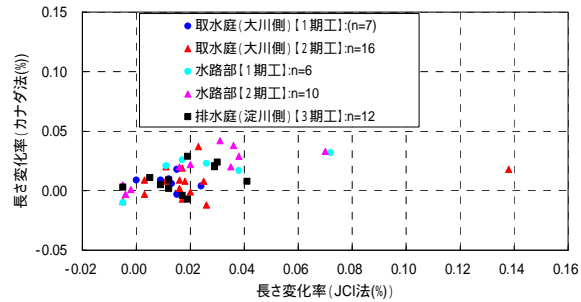


図3.9 コンクリートコアによる促進膨張試験結果

図3.8に示すアルカリ量は、表面部分が2~3kg/m<sup>3</sup>、表面から10cmで4kg/m<sup>3</sup>以上の値を示した。コンクリートコアを確認したところ、細骨材中に貝殻の混入が認められており、海砂が使用されたものと考えられる。従って、コンクリート内部のアルカリはセメントから供給されるものに加え、細骨材中に含まれるNaClからも供給されたものと考えられる。

アルカリ骨材反応は、反応性骨材中のシリカ、水およびアルカリ金属の供給により、アルカリシリカゲルを生成し、コンクリートを膨張させてひび割れが発生する劣化現象である。毛馬排水機場の水路部のコンクリートでは、反応性骨材、水は排除することができないことから、外部からのアルカリの供給を抑制するために表面被覆材を用いることとし、表面被覆材のアルカリ金属に対する透過阻止の効果があるかどうかについて、実験を通して検討を行った。

(3) 試験結果概要

1) コンクリート供試体による試験

本検討業務内で実施した塩化物イオン透過阻止性およびアルカリ金属透過阻止性に関する試験結果について、表 3.1 に示す。

表 3.1 試験方法および条件一覧表

供試体寸法	塩水浸漬試験				現地暴露試験		
	15 × 15 × 53cm				100 × 100 × 10cm		
暴露条件	自然暴露 (水中)				自然暴露 (乾湿繰返し環境)		
塩分環境条件	飽和 NaCl 溶液				海水		
測定材齢	初期	3ヶ月	6ヶ月	12ヶ月	初期	1年	3年
コンクリート表面から 2cm までの含有塩化物イオン量	0.002 %	0.007 ~ 0.014 %	0.003 ~ 0.009 %	0.004 ~ 0.011 %	0.002 ~ 0.003 %	0.002 ~ 0.005 %	0.003 ~ 0.007 %
含有塩化物増加量 (最大値)	-	0.012 %	0.007 %	0.009 %	-	0.003 %	0.004 %
コンクリート表面から 2cm までの水溶性アルカリ量	0.04 ~ 0.05 %	0.02 ~ 0.04 %	0.02 ~ 0.05 %	0.03 ~ 0.05 %	0.05 ~ 0.06 %	0.04 ~ 0.06 %	0.06 ~ 0.08 %
水溶性 Al 増加量 (最大値)	-	0.00 %	0.01 %	0.01 %	-	0.01 %	0.03 %

塩化物イオン透過阻止性

平成 16 年から実施してきた試験は、4 種類の表面被覆材を用いて検討を行っており、塩化物イオン透過阻止性に対する性能を把握するため、塩化物イオン量の測定を塩水浸漬試験と現地暴露試験で実施した。塩化物イオン量の測定方法は、電位差滴定法 (JCI SC-5) と E P M A 面分析の 2 手法を用いて実施した。

図 3.10 に示したように、塩水浸漬試験では、材齢 1 年後まで 3 回の測定を行っており、塩化物イオンの透過はほとんど認められなかった。また、図 3.11 に示したように、現地暴露試験では、材齢 3 年まで 2 回の測定を行っており、塩水浸漬試験と同様に塩化物イオンの透過はほとんど認められなかった。これらの結果より、4 種類の表面被覆材はともに塩化物イオン透過阻止性の高い材料であったことが確認された。

図 3.12 に設計基準強度 30N/mm<sup>2</sup> で施工した表面被覆材を施工していない未処理の供試体の材齢 12 ヶ月のものを示す。また、図 3.13 には、比較するために表面被覆材を施工した同一強度、同材齢のものを示す。飽和 NaCl 溶液が接触する部分が図の上部であり、未処理の供試体では、塩化物イオンの濃度が高く、カラーバーの上部にある赤色を示した。一方、表面被覆材を施工した供試体では、塩化物イオンの浸入は認められず、カラーバーの下方に位置する青色を示した。

E P M A 面分析結果からも同様に、塩水浸漬試験および現地暴露試験での塩化物イオン透過阻止性の効果が確認された。

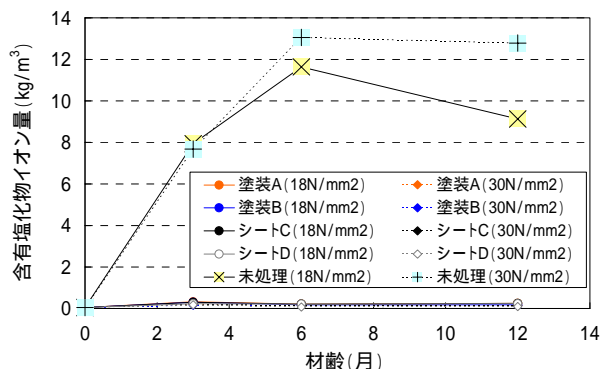


図 3.10 コンクリート表面から 2cm までの含有塩化物イオン量 (塩水浸漬試験)

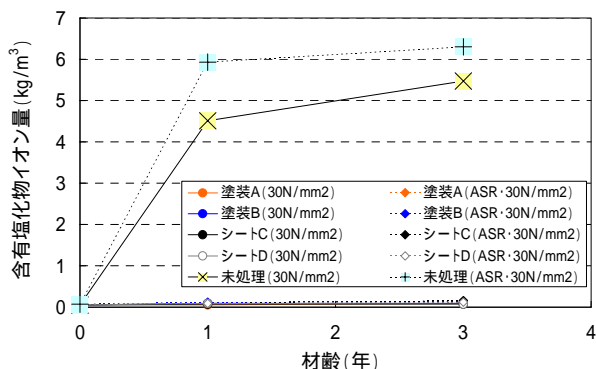


図 3.11 コンクリート表面から 2cm までの含有塩化物イオン量 (現地暴露試験)



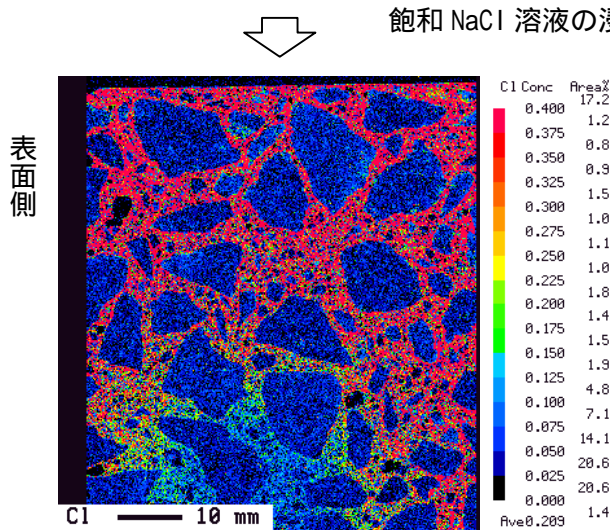


図 3.12 塩水浸漬試験（設計基準強度 30N）  
未処理・材齢 1 2 ヶ月（lv.0.4）

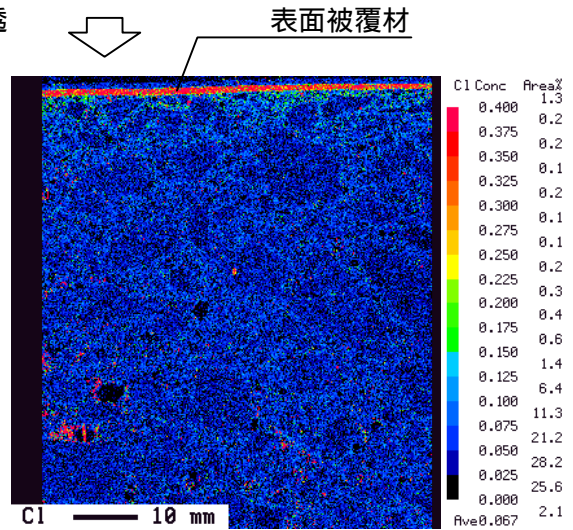


図 3.13 塩水浸漬試験（設計基準強度 30N）  
塗装 A ・材齢 1 2 ヶ月（lv.0.4）

### アルカリ金属透過阻止性

平成 16 年から実施してきた試験は、4 種類の表面被覆材料を用いて検討を行っており、アルカリ金属透過阻止性能を把握するため、アルカリ量の測定を塩水浸漬試験と現地暴露試験で実施した。アルカリ量の測定方法は、コンクリート中の水溶性アルカリ金属元素の分析方法(案)<sup>3)</sup>を用いて行った。

図 3.14 および図 3.15 に示すように、4 種類の表面被覆材料は、2 種類の暴露条件で試験しており、アルカリイオンの浸透について検討を行った。塩水浸漬試験では、材齢 1 年後まで 3 回の測定を行っており、初期のアルカリ量との差は認められなかった。また、現地暴露試験では、材齢 3 年まで 2 回の測定を行っており、塩水浸漬試験と同様に初期のアルカリ量との差は認められなかった。したがって、4 種類の表面被覆材はともにアルカリ金属透過阻止性の高い材料であったことが確認された。

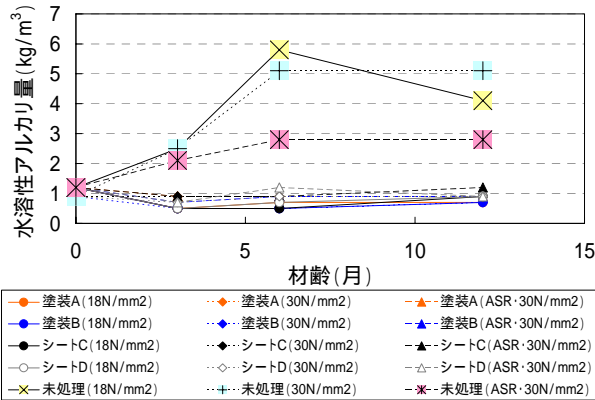


図 3.14 コンクリート表面から 2cm までの  
水溶性アルカリ量（塩水浸漬試験）

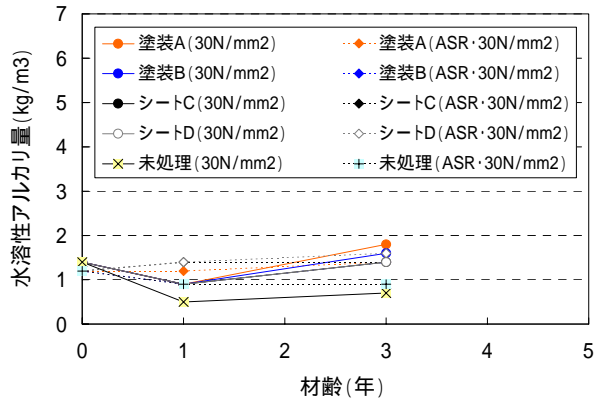


図 3.15 コンクリート表面から 2cm までの  
水溶性アルカリ量（現地暴露試験）

#### (4) 評価基準の整理

##### 1) 塩化物イオン透過阻止性

###### 評価試験方法例

土木学会コンクリート委員会のコンクリートの表面被覆および表面改質技術研究小委員会（委員長：片脇清士氏）の『コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状』<sup>1)</sup>では、各種試験方法などの問題点が取り上げられており、その中で塩化物イオン透過阻止性を評価するための試験方法として、発色法やフリーフィルム法などについて記載されている。

発色法は、浸漬期間 28 日の短期間で行われる試験方法であるが、浸漬期間が短いために塩化物イオンの浸透が少なく、判断しにくいという問題点がある。また、表面被覆材の厚さにも塩化物イオンの浸透が影響される。

フリーフィルム法は、上塗り材や中塗り材を単体で試験し評価する試験方法であるため、表面被覆材のシステム（組合せ）による効果が判断できない。

類似した方法で、モルタル板に施工を行い試験片として試験を行う方法があり、この方法は表面被覆材のシステムによる評価が可能である。しかし、モルタル板で行う方法は、モルタル板の厚みが NaCl の透過に影響するため、塩化物イオン透過阻止性の検証が困難である。

###### 毛馬排水機場の条件を考慮した試験方法の提案

表面被覆材の塩化物イオン透過阻止性は、コンクリート構造物の劣化対策を左右する極めて重要な品質を規定している。これらの表面被覆材の塩化物イオン透過阻止性能を評価する方法としては、実際の塩害対策用表面被覆材の施工内容を考慮し、塗装系、シート系での評価を行うことが必要であり、試験条件として現場環境を考慮して塩分濃度および測定温度などについて検討する必要がある。

本試験（案）は、短期間で表面被覆材の塩化物イオン透過阻止性の評価を行うことを目的としており、毛馬排水機場での夏期の海水環境でかつ促進環境を想定し試験条件として決定したものである。

塩化物イオンは、温度が上昇すると浸透速度が促進されることから、表面被覆材の塩化物イオン透過阻止性を把握するための温度条件は、可能な限り高温にすることを検討した。表面被覆材は高温域で性状が変化する場合があるという問題点がある中で、概ね 40 程度であれば性能を維持できるという材料製造業者からの見解と、夏期の最高気温を考慮して、 $40 \pm 2$  で行うこととした。

また、浸漬条件は、長柄橋付近の NaCl 濃度が 2%程度に対して、可能な限りの促進環境を想定して飽和 NaCl 溶液中とした。浸漬期間は、モルタル板による確認試験結果に基づいて、60 日間で行うこととした。

試験は、モルタル板を試験基板に用い、試験基板の 6 面すべてに試験対象とする表面被覆材を施工し、温度  $40 \pm 2$  の飽和 NaCl 溶液中に浸漬させ、60 日後の塩化物イオンの浸透状況を確認する方法である。

試験方法は、排水機場の検討業務で実施した JCI SC-5「硬化コンクリート中に含まれる全塩分の簡易分析方法」<sup>2)</sup>に準じて化学分析による定量的な判定を行うこととした。

##### 2) アルカリ金属透過阻止性

表面被覆材のアルカリ金属透過阻止性を評価する試験は、アルカリ金属である Na を含む NaCl 溶液を用いて行うこととした。試験は、モルタル板を試験基板に用い、試験基板の 6 面すべてに試験対象とする表面被覆材を施工し、温度  $40 \pm 2$  の飽和 NaCl 溶液中に浸漬させ、60 日後のナトリウムイオンの浸透状況を確認する方法である。

試験後のアルカリ量分析試験は、排水機場の検討業務で実施した総プロによるコンクリート中の水溶性アルカリ金属元素の分析方法(案)<sup>3)</sup>に準じて行うこととした。

( 5 ) 測定方法 ( 案 )

1 ) 塩化物イオン透過阻止性試験 ( 案 )

「表面被覆材の塩化物イオン透過阻止性試験方法 ( 案 )」を資料 2 - に示す。

2 ) アルカリ金属透過阻止性試験 ( 案 )

「表面被覆材のアルカリ金属透過阻止性試験方法 ( 案 )」を資料 2 - に示す。

【参考文献】

- 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ 58「コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状」、2004.2

#### 4. 付着性

##### (1) 一般に行われている試験方法

表面被覆材の検討を行うにあたり、対象構造物が要求する性能に合格した材料を選定する必要がある。付着性は、表面被覆材の各種性能を発現させるために必要な項目である。

表面被覆材の付着性能は、施工時における躯体のケレンの程度、温・湿度環境などに大きな影響を受けると考えられている。<sup>2)</sup>したがって、評価基準を設ける場合には、試験基板で得られた値が実構造物に適用できるように、基板作製時の条件検討、試験体作製時の条件検討、最適条件、想定される悪条件での試験方法を検討する必要がある。<sup>1)</sup>

##### 1) 基板の作製

試験に用いられる基板は、コンクリートに比べモルタルで行われている場合が多い。試験用モルタル基板作製方法は、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法(案)」に準拠している。

##### 2) 試験体の作製

試験に用いられる試験体の作製は、温度が 20℃、23℃ の 2 種類、湿度が 50%、65%、85% の 3 種類、養生期間が 7 日、14 日、28 日の 3 種類で行われている。作製方法として、JSCE-K 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法(案)」、JIS A 6909 などがある。

##### 3) 試験体の前処理

材料を塗布した試験体は、表 4.1 に示す各種負荷条件により試験を行った後、付着性試験が行われている。

表 4.1 負荷試験条件<sup>1)</sup>

試験名	負荷条件
標準	温度 20℃、湿度 65%
半水中	温度 20℃、湿度 65% + 20℃ 水中に半浸漬
水中	20℃ 水中
温水浸漬	20℃ : 24 時間、60℃ : 24 時間を 10 サイクル
温冷繰返し試験	20℃ : 18 時間、-20℃ : 3 時間、50℃ : 3 時間を 10 サイクル
耐アルカリ性試験	JIS A 6909 飽和 Ca(OH) <sub>2</sub> 水溶液、10 日間
促進耐候性試験	JIS A 1415 に従い 700 時間照射

##### 4) 付着性の測定

付着性の測定は、JSCE-K 531-1999「表面被覆材の付着強さ試験方法」、JIS A 6909 または JIS A 6916 に準拠して行う。

試験機は、一般には万能試験機を用いて行われているが、建研式単軸引張試験機を用いて行うことも可能である。

(2) 試験結果概要

平成 16 年から実施してきた 4 種類の表面被覆材料を用いた検討では、付着強さの測定について、塩水浸漬試験、現地暴露試験および実構造物での試験施工で実施した。測定方法として、JSCE-K 531-1999 に準じて行っており、試験機器は建研式のものを使用した。

図 4.1 に示した付着強さ試験に用いた供試体は、飽和 NaCl 溶液に浸漬させており、常時湿潤状態に保持して実施した。湿潤状態時の表面被覆材の付着強さは、12 ヶ月後の測定で 1.55N/mm<sup>2</sup> 以上 (n=3) の値を示した。

図 4.2 に示した付着強さ試験は、干満帯に設置し、乾湿の繰り返しの影響を受ける環境に暴露したもので実施した。供試体の中には、ふくれやわれを生じた表面被覆材も確認されたが、3 年材齢の測定で付着強さ 1.89N/mm<sup>2</sup> 以上 (n=3) の測定結果が得られている。

図 4.3 に示した付着強さ試験に用いた供試体は、実構造物に直接施工を行ったものである。塗装 A とシート C は、初期の付着強さに比べて半年後の付着強さが低下した。

破断面の確認の結果、図 4.1 および図 4.2 では使用していない不陸調整用の断面修復材から破断が生じていた。断面修復材と既設コンクリートとの境界面からは、水が染み出てきており、隣接した水路からの背面水、あるいは境界面を通じて水が回り込んできた可能性が考えられる。表面被覆材の組合せとしては、不陸調整用の断面修復材を含めた付着性の検討が必要である。

浸漬条件が異なる 3 種類の試験体で材齢ごとの付着強さを確認したところ、断面修復材などでの破断を除けば概ね 1.0N/mm<sup>2</sup> 以上の値を示した。このことから、負荷試験条件に関わらず付着強さは、1.0N/mm<sup>2</sup> 以上でなければならないこととした。

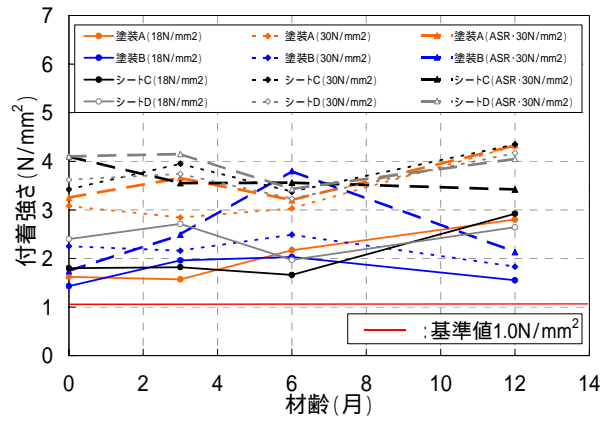


図 4.1 付着強さ試験 (塩水浸漬試験)

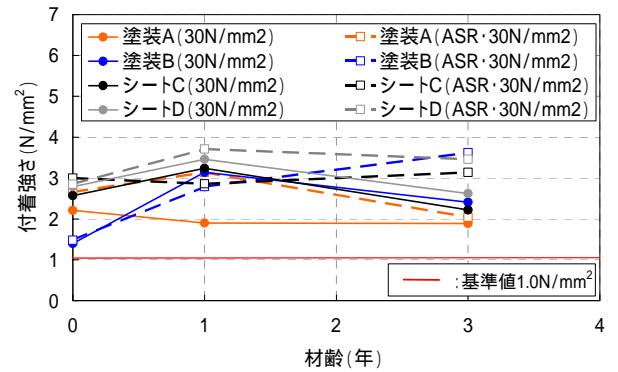


図 4.2 付着強さ試験 (現地暴露試験)

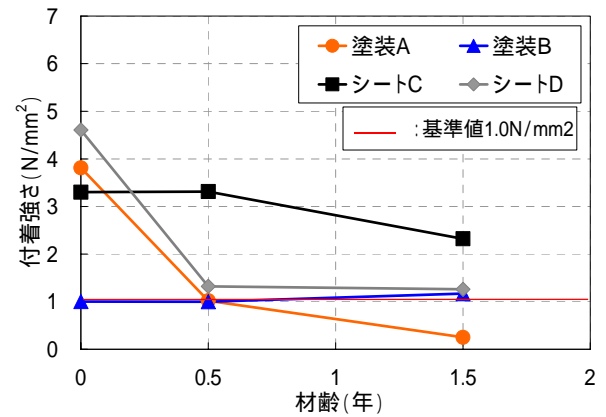


図 4.3 付着強さ試験 (実施工)



(3) 毛馬排水機場における施工条件

『コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針(案) 土木学会』に記載されている表面保護工法(有機系、無機系、シート系)の施工環境について、表4.2に示す。

表4.2 施工管理項目

工程	項目	判定基準
施工環境	温度,湿度	温度:5 以上 40 以下, 相対湿度:85%以下
	結露	ないこと
	風	強くないこと
	飛来塩分	ないこと
	粉塵等	多くないこと
	作業空間	清潔であること
	表面含水率	十分に乾燥していること

毛馬排水機場の施工環境は、表4.2に示した環境とは異なり、表面被覆材にとって非常に悪条件となる。以下に毛馬排水機場の施工環境を示す。

- ) 排水機場内の施工環境は、施工時期が冬期であることから、温度5 を下回る環境になる場合がある。
- ) 施工範囲となる部位は、相対湿度が85%以上を上回る環境となる場合があり、この場合施工面が結露する施工条件である。
- ) 施工対象となる部位の背面は水路であり、水が滞水しているため、コンクリートは乾燥することなく常時含水した状態である。

したがって、上記条件を考慮した施工環境での試験体の作製を検討する。

(4) 毛馬排水機場に適した負荷試験条件(案)

毛馬排水機場の水路部は、常時水中に没している環境と、干満帯に位置し乾湿の繰り返される環境に分かれ、また、大川と淀川に分流するため、淡水と海水に区分される。気温は、大阪管区気象台が発表した平成16年度から平成19年度までの4年間の記録では、月平均の最高で29.9、最低で5.5が観測されている。

負荷試験条件(案)として、必要であると思われる項目を以下に示す。

表4.3 負荷試験条件(案)

試験名	負荷試験条件	試験体数
基準試験	試験体作成後の養生終了時に測定(負荷条件なし)	3
乾湿温冷繰り返し試験	5 気中:24時間、40 水中:24時間を15サイクル	3
夏期海水中	温度40、飽和NaCl溶液 60日間	3
促進耐候性試験	JSCE-K 511-2005に従い3000時間照射	3

### (5) 付着強さ試験方法(案)

付着強さ試験方法は、JSCE-K 531-1999「表面被覆材の付着強さ試験方法」に準じて行う。

1) 試験体 試験体は、次による。

a) 試験用基板は、試験体の作製(案)(5)1)による。

b) 試験体の種類、試験数は、表 4.3 による。

c) 試験体の作製は、試験体の作製(案)(5)3)による。

2) 試験方法

) 基準供試体の試験方法

基準供試体を用いて行う。付着強さ試験は、JSCE-K 531-1999 の 4.1 に準じて行う。

) 乾湿温冷繰返し試験体の試験方法

負荷試験は、表 4.3 に示した乾湿温冷繰返し試験に準じて行う。付着強さ試験は、負荷試験が終了した試験体を用いて、JSCE-K 531-1999 の 4.1 に準じて行う。

) 夏期海水中試験体の試験方法

負荷試験は、表 4.3 に示した夏期海水中試験に準じて行う。試験方法は、JSCE-K 531-1999 の 4.1 に準じて行う。

試験には、塩化物イオン透過阻止性試験(案)およびアルカリ金属イオン透過阻止性試験(案)で浸漬させた供試体を用いても良い。

) 促進耐候性試験後試験体の試験方法

負荷試験は、促進耐候性試験(案)に準じて実施し、促進耐候性試験後の試験体を JSCE-K 531-1999 の 4.1 に準じて行う。

3) 評価方法

各試験方法における付着強さは、 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上とする。

初期値である基準供試体の付着強さに比べて、各負荷試験を実施した後の付着強さが低下している可能性が考えられることから、試験成績書に低下率を明示すること。

付着強さの低下率の算定方法を以下に示す。

$$\text{付着強さの低下率}(\%) = \frac{\text{各負荷試験における付着強さ}(\text{N}/\text{mm}^2)}{\text{基準供試体の付着強さ}(\text{N}/\text{mm}^2)} \times 100$$

### 【 参考文献 】

- 1) 土木学会、コンクリート技術シリーズ 58「コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状」、2004.2
- 2) 縦山好幸、内田純二、舌間貴宏、古田敦：コンクリート構造物の塗装系防食材の性能評価手法の提案、コンクリートの補修・補強・アップグレードシンポジウム論文報告集第2巻、材料学会 2002

## 5. ひび割れ追従性

### (1) 一般に行われている試験方法

表面被覆材のひび割れ追従性の特性は、コンクリート表面に不透性の連続被覆を形成することで、コンクリートに発生したひび割れに対して追従し、外部からのコンクリート構造物への有害な物質の浸透を防止するものである。

表 5.1 に劣化対策として用いる表面保護工に対する主な要求性能を示す。ひび割れ追従性は、他の要求性能が持続期間中に低下し、ひび割れ幅が広がった場合の保護性能として、表面被覆材の性質に求められているものである。

表面被覆材を検討する場合には、アルカリ骨材反応や塩害によるひび割れを考慮し、ひび割れ追従性の高い材料を用いる必要がある。

このひび割れ追従性を評価する試験方法として、ひび割れ追従性試験が検討されており、一般に遊離塗膜試験、梁曲げ試験、両引き試験、せん断試験およびゼロスパン試験などがある。

表 5.1 劣化対策として用いる表面保護工に対する主な要求性能<sup>2)</sup>

表面保護工 に対する要求性能	劣化機構				
	中性化	塩害	凍害	化学的 侵食	アルカリ 骨材反応
二酸化炭素遮断性（中性化阻止性）					
塩化物イオン遮断性（遮塩性）					
酸素遮断性					
凍結融解抵抗性					
耐酸性、耐硫酸性					
耐アルカリ性					
防水性（遮水性）					
水蒸気透過性（透湿性）					
ひび割れ追従性					
はく落抵抗性					

：主として必要な要求性能、   ：副次的に必要な要求性能、   ：場合により必要な要求性能

(2) 毛馬排水機場の条件

毛馬排水機場の水路部で調査を平成 14 年から実施しており、採取したコアからはアルカリ骨材反応の兆候と見られる白色析出物が骨材から滲出していることが確認された。また、海水による塩害の影響もあり、干満帯にあたる側壁の一部に鋼材の腐食が確認された。

毛馬排水機場の水路部では、アルカリ骨材反応および塩害の影響から発生したひび割れがあり、施工時期で区分すると3期工、2期工、1期工の順にひび割れを含めた変状が多く発生している。

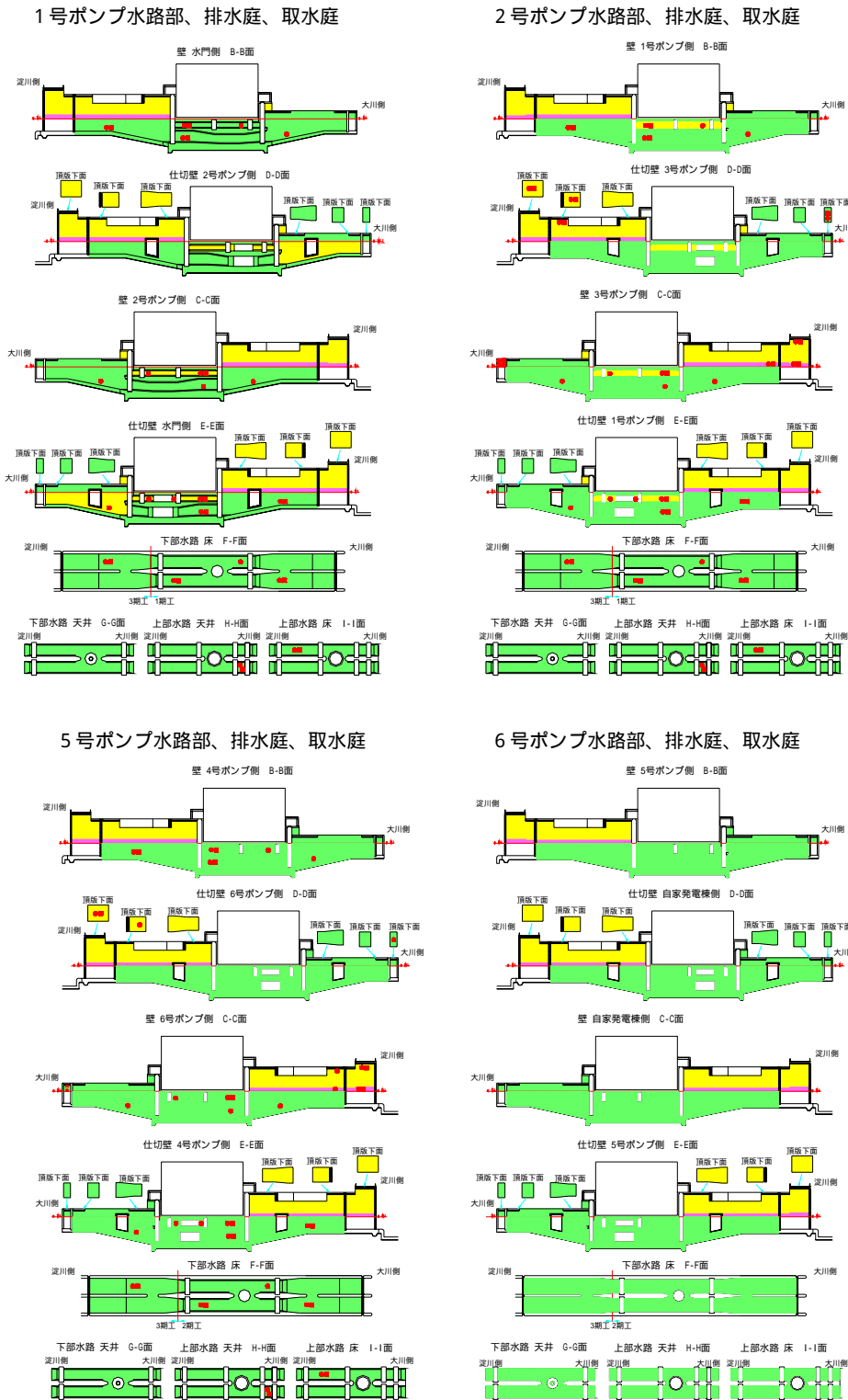


図 5.1 毛馬排水機場水路部調査結果

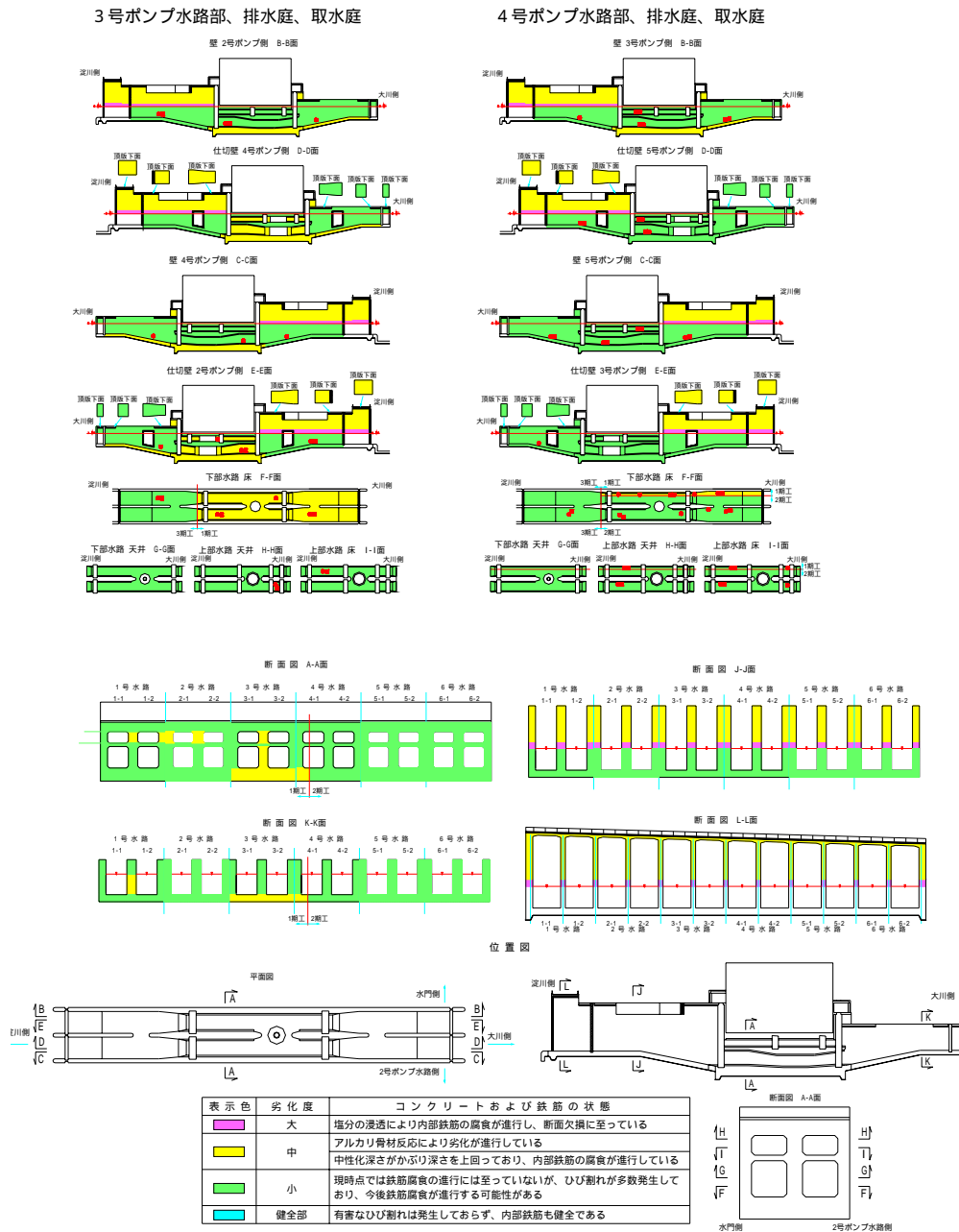


図 5.2 毛馬排水機場水路部調査結果

各水路部では、採取コアを用いて JCI-DD2 法とカナダ法による促進膨張試験を行っており、図 5.3 に示した結果が得られた。JCI-DD2 法の試験結果では、最大で 0.14% の残存膨張量が確認された。

毛馬排水機場水路部の鉄筋間隔は、最大で 300mm であるため、膨張の影響により想定される 1 本あたりの最大ひび割れ幅は、式 1 により求めることができる。したがって、表面被覆材に求められるひび割れ追従性能は、伸び能力 0.5mm 以上とする。

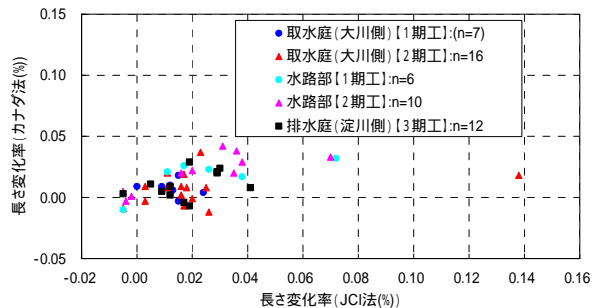


図 5.3 コアによる促進膨張試験結果

$$\text{想定される最大ひび割れ幅}(mm) = (\text{鉄筋間隔}(mm) \times \text{残存膨張量}(\%) \times (1 - \text{安全率}0.2)) \dots \text{式 1}$$

### (3) 試験結果概要

平成 16 年から実施してきた試験は、4 種類の表面被覆材を用いて検討を行っており、ひび割れ追従性に対する性能を把握することを目的に実施した。ひび割れ追従性試験の試料は、塩水浸漬試験、現地暴露試験および実構造物での試験施工に用いた試験体からコアを採取したものである。ひび割れ追従性の試験方法は、JSCE-K 532 を参考に、採取コアで試験できる方法について検討を行った。以下に試験方法を述べる。

#### 1) 採取コアを用いたゼロスパン試験およびクリップ変位計による伸び量測定

##### ) 試験体

試験対象の供試体から 68mm のコアを採取した。図 5.4 に試験体の形状を示す。試験体は採取コアの表面被覆材側から 2cm までのコンクリートの範囲でカットする。カットした試験体はコンクリート部分側から残り 2mm まで、コンクリートカッターで切れ込みを入れる。

図 5.5 に示すように、表面被覆材側には、クリップ変位計の治具を中央から 1.5cm の位置に幅 4mm の間隔で 2 枚ずつ計 4 枚を接着し、クリップ変位計による測定を左右 2 箇所で行う。

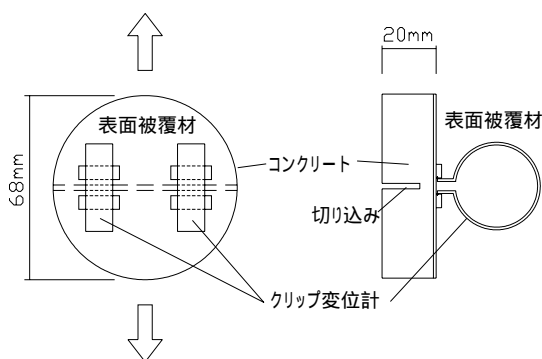


図 5.4 試験体概略図

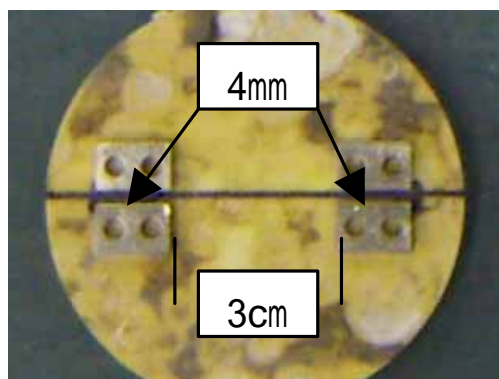


図 5.5 試験体概略図

##### ) 試験方法

ひび割れ追従性試験の測定は、写真 5.1 に示す自動変位測定機を用いて行う。試験体を直接治具で挟み込み、0.1mm/s に調整した引張速度で載荷する。クリップ変位計は、データロガーを用いて 1 秒間隔でのひずみの測定を行う。



写真 5.1 自動変位測定機

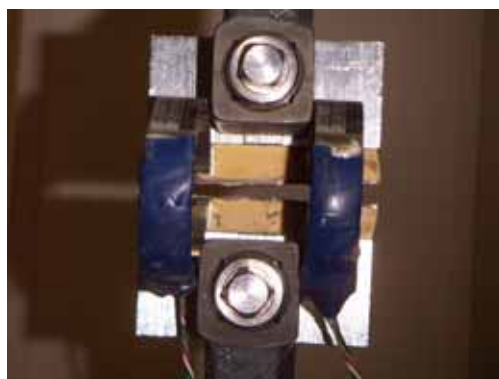


写真 5.2 測定状況

試験結果

選定した表面被覆材は、塗装系 2 材料（柔軟形エポキシ樹脂系、ポリウレタン樹脂系）とシート系 2 材料（不飽和ポリエステル樹脂 FRP 板、スチレンモノマー系樹脂光硬化型 FRP 板）の計 4 材料である。

図 5.6～図 5.8 にひび割れ追従性試験結果を示す。

塗装系材料のひび割れ追従性は、初期値で 0.4mm 以上の伸びを示した。しかし、材齢が経過するにつれて、0.1mm 程度で脆性的な破断を示すものが一部に認められた。これは、紫外線劣化や乾燥の影響により、表面の塗装が硬化したことが原因であり、ひび割れ追従性を長期間で検討するためには、紫外線劣化や乾燥による硬化の影響が少ない材料の検討を必要とする。

図 5.9 にシート系材料の引張強度を示す。

シート系の材料は、弾性係数が大きいため塗装材のような伸び能力はなく、0.1mm 程度で脆性的な破断を示した。ただし、シート系の材料は引張強度が高く、30N/mm<sup>2</sup> 以上の値を示した。このことから、コンクリートのひび割れの発生を抑制する効果が期待される。

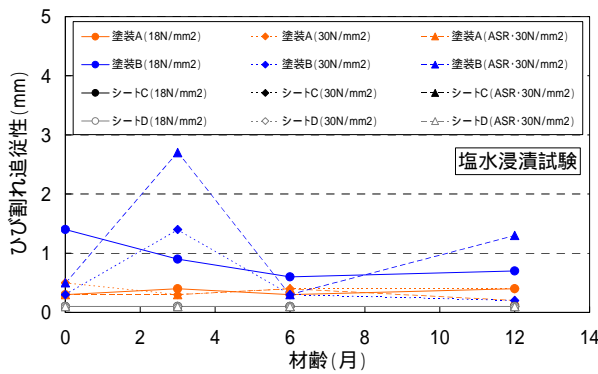


図 5.6 ひび割れ追従性試験（塩水浸漬試験）

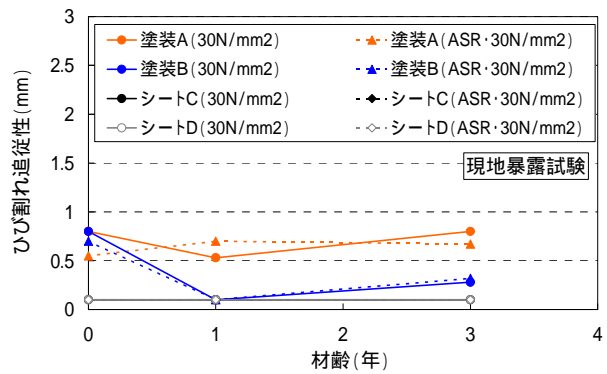


図 5.7 ひび割れ追従性試験（現地暴露試験）

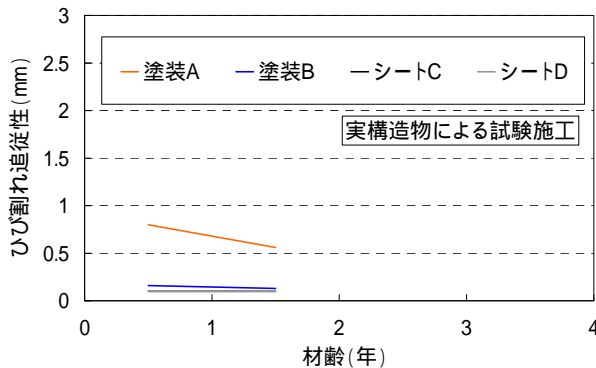


図 5.8 ひび割れ追従性  
（実構造物による試験施工）

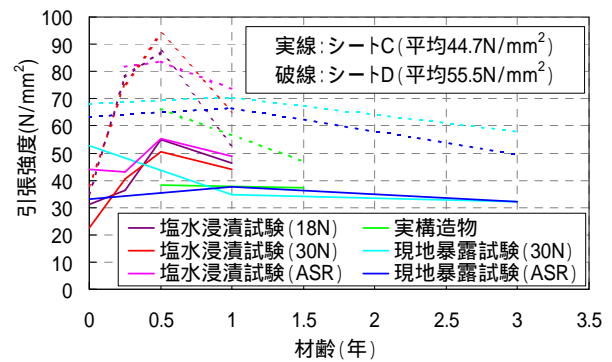


図 5.9 シート材の引張強度

(4) 毛馬排水機場に適した負荷試験条件（案）

また、排水機場検討業務で確認された表面被覆材の耐候性や乾湿繰返しに対する抵抗性に対するの検討が要求される。表 5.2 に負荷試験条件（案）を示す。

表 5.2 負荷試験条件（案）

試験名	負荷条件	試験体数
乾湿温冷繰返し試験	5 気中：24 時間、40 水中：24 時間を 15 サイクル	3
促進耐候性試験	JSCE-K 511-2005 に従い 3000 時間照射	3

## (5) 評価基準の整理

土木学会コンクリート委員会のコンクリートの表面被覆および表面改質技術研究小委員会（委員長：片脇清士氏）『コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状』<sup>1)</sup>で、各機関（機関）が実施しているひび割れ追従性の評価・判定基準についてまとめている。

ひび割れ追従性は、表面被覆材の重要な性能のひとつであるが、性能に影響を与える要因が多種にわたり、簡単な試験によって評価することが難しい項目である。

ゼロスパン試験は、比較的簡便で、かつ、表面被覆材の「伸び能」や弾性といった表面被覆材自身の材料物性のみならず、基板との付着力、膜厚など他の要因の影響をも考慮したひび割れ追従性の評価が可能であると考えられる。

ひび割れ追従性の試験方法は、施工条件を再現する手法（耐候性試験後など）ならびに繰り返し作用（乾湿繰返しなど）を加味した試験方法に発展させていく必要がある。

毛馬排水機場水路部でのひび割れ追従性能は、毛馬排水機場内で採取したコアの促進膨張試験結果から、0.5mm以上の伸び能力が要求される。

また、シート材のような弾性係数の大きく伸び能力の小さい材料の評価は、材料の引張強度で評価することとした。試験結果から引張強度 30N/mm<sup>2</sup>以上の材料とし、コンクリートのひび割れの発生を抑制する効果を期待する。

## (6) ひび割れ追従性試験方法（案）

ひび割れ追従性試験の方法は、JSCE-K 532-1999「表面被覆材のひび割れ追従性試験方法」に準じて行う。

### 1) 試験体 試験体は次による。

) 試験用基板は、試験体の作製（案）(5)1)による。

) 基板は、試験数は、表 5.2 による。

) 試験体の作製は、試験体の作製（案）(5)3)による。試験用基板に 3 枚の片面の施工とする。

) 試験体の養生は、養生室内に 28 日間とする。

### 2) 試験方法

) 乾湿温冷繰返し試験体の試験方法

表 2 に示した条件で試験を行った後の試験体を用い、JSCE-K 532-1999 に準じて行う。

) 促進耐候性試験後試験体の試験方法

促進耐候性試験（案）に準じて実施し、促進耐候性試験後の試験体を用い、JSCE-K 532-1999 に準じて行う。

### 3) 評価方法

各種のひび割れ追従性試験結果が 0.5mm 以上の伸び能力を示したもの、あるいは、0.1mm 以上の伸び能力でかつ引張強度 30N/mm<sup>2</sup>以上を示したものについて適用することとした。

## 【 参考文献 】

- 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ 58「コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状」、2004.2
- 2) 土木学会：コンクリートライブラリー119 「表面保護工法 設計施工指針（案）」2005.4



## 6. 耐摩耗性

### (1) 一般に行われている試験方法

表面被覆材の検討を行うにあたり、耐摩耗性については、図 6.1 に示した JIS A 6909「建築用仕上塗材」の 7.21 あるいは、図 6.2 に示した JIS K 7204「摩耗輪によるプラスチックの摩耗試験方法」に準じて行われる。

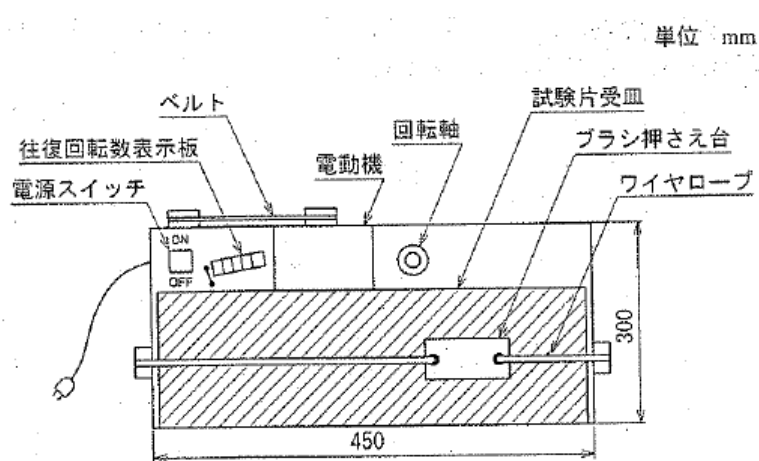


図 6.1 耐摩耗性試験機 (JIS A 6909)

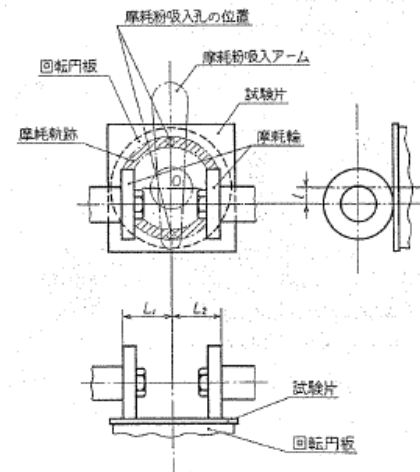


図 6.2 摩耗輪 CS-17 (JIS K 7204)

JIS A 6909 の試験方法は、図 6.1 の試験機に黒豚の剛毛のブラシで 1000 回往復した後、ブラシでこすった箇所の中央にあたる長さ 100mm の部分について、はがれ及び摩耗による基板の露出の有無を目視によって調べるものである。

JIS K 7204 の試験方法は、図 6.2 の試験機に #150 の研磨材粒度の摩耗輪を 1000 回連続で接触させた後、試験片の試験前と試験後の質量の差から摩耗質量を求めるものである。

### (2) 毛馬排水機場の条件

表 6.1 に毛馬排水機場運転記録<sup>1)</sup>を示す。これは、昭和 54 年から平成 13 年までの記録であり、台風などの影響で洪水時や高潮時に計 20 回運転されている。

主ポンプの各種項目の最大値は、最長稼働時間で 7 時間 54 分 (6 基運転、平成元年 9 月 19 日記録)、最大総吐出量で 7,877,000m<sup>3</sup> (6 基運転、平成 11 年 8 月 11 日記録)、最大吐出量で 400.6m<sup>3</sup>/s (6 基運転、平成 11 年 8 月 11 日記録) である。平成 13 年までの 22 年間で、約 52 時間稼働しており、年平均にすると 2 時間 22 分 / 年の稼働であった。

1 基あたりの最大吐出量は、73m<sup>3</sup>/s (昭和 54 年 9 月 30 日記録) であり、下部水路の断面積は、17.0m<sup>2</sup> × 2 水路、上部水路の断面積は、10.5m<sup>2</sup> × 2 水路であることから、最大流速は、下部水路で 2.2m/s、上部水路で 3.5m/s となる。

また、排水機場水路部内には、川砂などが堆積していることから、主ポンプ稼働時には、砂などの堆積物が水路内のコンクリート表面に衝突して、コンクリート表面が摩耗による影響を受けることとなる。

表 6.1 毛馬排水機場運転記録（昭和 54 年 9 月 30 日～平成 13 年 10 月 1 日まで）

本運転回数	年 月 日	主ポンプ 運転時刻	主ポンプ 稼働時間	総吐出量 ( $m^3$ )	最大吐出 量( $m^3/s$ )	運 転 台 数	特 記 事 項
第1回	S54. 9.30 ～ 10. 1	25:25～ 1:05	3時間25分	1,574,000	146.0	No.2～3号(2台) 高回転運動	台風16号による高潮時 運転(大水門閉鎖)
第2回	S58. 9.28	19:43～ 21:08	1時間25分	813,000	296.0	No.1～6(全台) 高回転運動	台風10号による高潮時 運転
第3回	H元. 9. 3	10:16～ 16:23	6時間07分	5,463,000	386.0	No.1～6(全台) 高回転運動	寒冷前線による洪水時 運転
第4回	H元. 9.19	15:57～ 23:51	7時間54分	7,749,000	371.0	No.1～6(全台) 高回転運動	台風22号による高潮時 運転
第5回	H 2. 7.13	0:10～ 1:41	1時間31分	1,130,000	387.0	No.1～6(全台) 高回転運動	梅雨末期の前線活動に よる洪水時運転
第6回	H 3. 9.27 ～ 28	22:10～ 0:43	2時間33分	1,640,000	371.0	No.1～6(全台) 高回転運動	台風19号による高潮時 運転(大水門閉鎖せず)
第7回	H 6. 9.29 ～ 30	18:27～ 23:45	5時間18分	976,000	83.8	No.1～6(全台) 高回転運動	台風26号による高潮時 運転(大水門閉鎖)
第8回	H 7. 7. 3	12:33～ 14:15	1時間42分	937,000	203.4	No.6.4.2号(3台) 高回転運動	梅雨前線活動による洪 水時運転
第9回	H 7. 7. 4	7:41～ 9:28	1時間47分	1,086,000	198.6	No.6.4.2号(3台) 高回転運動	梅雨前線活動による洪 水時運転
第10回	H 8. 8.14 ～ 8.15	22:00～ 0:17	2時間18分	1,330,000	180.8	No.6.4.2号(3台) 高回転運動	台風13号による高潮時 運転(大水門閉鎖せず)
第11回	H 9. 7.26	20:15～ 21:36	1時間21分	193,000	42.2	No.6.4.2号(3台) 高回転運動	台風9号による高潮時運 転(大水門閉鎖)
第12回	H 9. 8. 7	6:21～ 7:18	57分	391,000	166.8	No.6.4.2号(3台) 高回転運動	前線活動による洪水時 運転
第13回	H10. 6.19	21:38～ 22:44	1時間06分	381,000	134.6	No.6.4.2号(3台) 高回転運動	前線活動による洪水時 運転
第14回	H10. 6.22	0:30～ 2:14	1時間44分	361,000	60.6	No.1～6(全台) 高回転運動	前線活動による洪水時 運転
第15回	H.10.10.18	1:56～ 2:52	56分	688,000	323.4	No.1～6(全台) 高回転運動	台風10号による高潮時 運転(大水門閉鎖せず)
第16回	H11. 6.30	3:36～ 5:48	2時間12分	1,581,000	302.0	No.2～6(5台) 高回転運動	前線活動による洪水時 運転
第17回	H11. 8.11	2:52～ 9:18	6時間26分	7,877,000	400.6	No.1～6(全台) 高回転運動	熱帯低気圧による洪水 時運転
第18回	H11. 9.15	11:25～ 12:50	1時間25分	238,000	55.0	No.3.2号(2台) 高回転運動	台風16号による高潮時 運転(大水門閉鎖せず)
第19回	H12.11. 2	13:05～ 13:28	23分	88,200	60.9	No.1.3号(2台) 高回転運動	前線活動による洪水時 運転
第20回	H13.10. 1	8:25～ 9:56	1時間31分	516,700	59.5	No.4.6号(2台) 高回転運動	前線活動による洪水時 運転

### (3) 試験結果概要

毛馬排水機場水路部を想定して、表面被覆材による耐摩耗性試験について検討を行った。耐摩耗性試験は、4材料を用いて10×20cmのストレート板状の供試体を2枚ずつ作製した。

試験方法は、図6.3および写真6.1に示すように、作製した供試体をポリペール容器に立てかけ、水と硬質砂岩砕砂（粒径1.2～5mm）を10kg混入し、高速攪拌ミキサーにて10日間攪拌し、試験後の外観の確認を行った。

高速攪拌ミキサーの回転数は、600回転/分とし、攪拌は20分間動作させ10分間休止する工程を繰り返し、攪拌時間は5時間/日で行った。流速は、0.6m/sであった。

混入した骨材は、徐々に角が取れるため、30時間経過した時点で入れ替えを行った。

図6.3より、攪拌時間が40～50時間で0.02mmの摩耗深さであった。

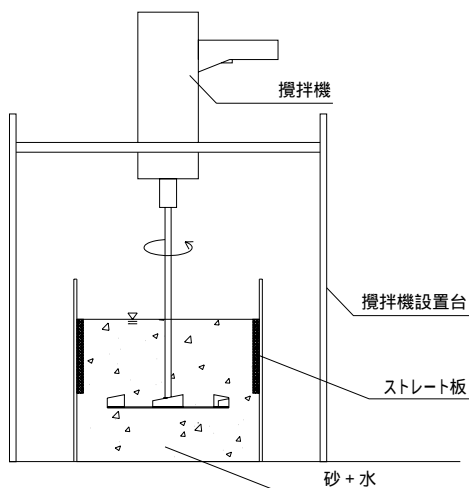


図 6.3 耐摩耗性試験機概略図



写真 6.1 耐摩耗性試験機実施状況

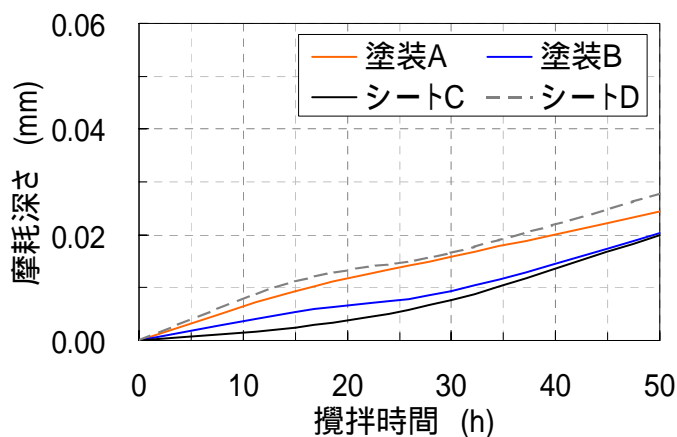


図 6.4 摩耗深さと時間との関係

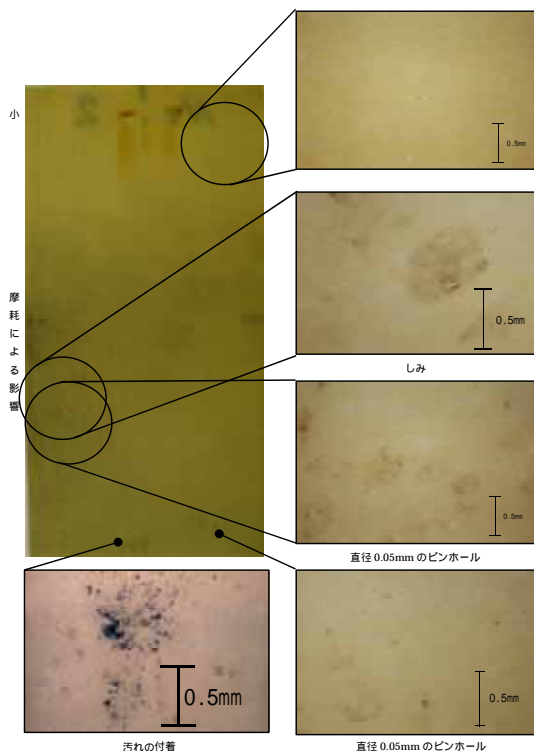


図 6.5 外観状況例（塗装A）

(4) 評価基準の整理

1) ポンプ稼働時の摩耗と水中摩耗試験結果との比較

水中摩耗試験での流速は 0.6m/s であり、上部水路の最大流速は 3.5m/s、下部水路の最大流速は 2.2m/s であった。測定時間 50 時間後の水中摩耗試験での摩耗深さを表 6.2 に示す。

表 6.2 測定時間 50 時間後の水中摩耗試験での摩耗深さ

	表面被覆材の 設計の厚み (mm)	試験時 の流速 (m/s)	50 時間後 の摩耗深さ (mm)
塗装 A	1.3	0.6	0.024
塗装 B	1.1	0.6	0.020
シート C	9.0	0.6	0.020
シート D	1.5	0.6	0.028

上記の試験結果からポンプ稼働時の 50 時間後の摩耗深さを算定する。算定方法を以下に示す。

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 : D_1 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 : D_2$$

$m$  : 質量を持った物体 (砂など)【ここでは、 $m_1 = m_2$  と仮定する】

$v_1$  : 水中摩耗試験での流速 (m/s)【ここでは、0.6 とする】

$v_2$  : ポンプ稼働時の最大流速 (m/s)【上部水路 : 3.5m/s、下部水路 : 2.2m/s】

$D_1$  : 水中摩耗試験での摩耗深さ (mm)

$D_2$  : ポンプ稼働時の摩耗深さ (mm)

とする。

表 6.3 に各表面被覆材料での 50 時間後の摩耗深さを示す。

表 6.3 各表面被覆材料での 50 時間後の摩耗深さ

材料名	表面被覆材の 設計の厚み (mm)	50 時間後の摩耗深さ (上部水路の最大流速 3.5m/s) (mm)	50 時間後の摩耗深さ (下部水路の最大流速 2.2m/s) (mm)
塗装 A	1.3	0.8	0.3
塗装 B	1.1	0.7	0.3
シート C	9.0	0.7	0.3
シート D	1.5	1.0	0.4

2) ポンプ稼働時における条件ごとの摩耗深さ

a) 条件1: 年平均稼働時間でポンプを6年間稼働させた場合

補修材料の目標耐用年数を6年間とし、年平均稼働時間(2時間22分)で稼働させた場合の摩耗深さを表6.4に示す。

表6.4 年平均稼働時間で6年間稼働した場合の摩耗深さ

材料名	表面被覆材の設計の厚み (mm)	14時間後の摩耗深さ (上部水路の最大流速 3.5m/s) (mm)	14時間後の摩耗深さ (下部水路の最大流速 2.2m/s) (mm)
塗装A	1.3	0.2	0.1
塗装B	1.1	0.2	0.1
シートC	9.0	0.2	0.1
シートD	1.5	0.3	0.1

b) 条件2: 年平均稼働時間でポンプを12年間稼働させた場合

補修材料の目標耐用年数を12年間とし、年平均稼働時間(2時間22分)で稼働させた場合の摩耗深さを表6.5に示す。

表6.5 年平均稼働時間で12年間稼働した場合の摩耗深さ

材料名	表面被覆材の設計の厚み (mm)	28時間後の摩耗深さ (上部水路の最大流速 3.5m/s) (mm)	28時間後の摩耗深さ (下部水路の最大流速 2.2m/s) (mm)
塗装A	1.3	0.5	0.2
塗装B	1.1	0.4	0.2
シートC	9.0	0.4	0.2
シートD	1.5	0.5	0.2

c) 条件3: 年最大稼働時間でポンプを6年間稼働させた場合

補修材料の目標耐用年数を6年間とし、年最大稼働時間(14時間)で稼働させた場合の摩耗深さを表6.6に示す。

表6.6 年最大稼働時間で6年間稼働した場合の摩耗深さ

材料名	表面被覆材の設計の厚み (mm)	85時間後の摩耗深さ (上部水路の最大流速 3.5m/s) (mm)	85時間後の摩耗深さ (下部水路の最大流速 2.2m/s) (mm)
塗装A	1.3	1.4	0.5
塗装B	1.1	1.2	0.5
シートC	9.0	1.2	0.5
シートD	1.5	1.6	0.6

黄色で網掛けした材料は、表面被覆材の厚みを摩耗深さが超えるものである。上部水路で生じる最大流速3.5m/sで85時間ポンプが稼働すると仮定した場合に摩耗に耐えることが可能な材料はシートCのみである。

下部水路では、選定した4材料が摩耗に対して耐えることを示した。

d) 条件4：年最大稼働時間でポンプを12年間稼働させた場合

補修材料の目標耐用年数を12年間とし、年最大稼働時間(14時間)で稼働させた場合の摩耗深さを表6.7に示す。

表6.7 年最大稼働時間で12年間稼働した場合の摩耗深さ

材料名	表面被覆材の 設計の厚み (mm)	170時間後の摩耗深さ (上部水路の最大流速3.5m/s) (mm)	170時間後の摩耗深さ (下部水路の最大流速2.2m/s) (mm)
塗装A	1.3	2.8	1.1
塗装B	1.1	2.3	0.9
シートC	9.0	2.3	0.9
シートD	1.5	3.2	1.3

黄色で網掛けした材料は、表面被覆材の厚みを摩耗深さが超えるものである。上部水路で生じる最大流速3.5m/sで170時間ポンプが稼働すると仮定した場合に摩耗に耐えることが可能な材料はシートCのみである。

下部水路では、選定した4材料が摩耗に対して耐えることを示した。

(5) 水中摩耗試験方法(案)

水中摩耗試験方法(案)を資料2- に示す。

#### 【参考文献】

- 1) 淀川大堰補修計画策定検討委員会(委員長：中川博次 立命館大学教授)【第1回委員会資料】

## 資料2 各種試験方法一例

### ・表面被覆材の耐候性試験方法（案）

表面被覆材の耐候性試験方法（案）は、JSCE 511-2005「表面被覆材の耐候性試験方法」に準じて作成したものである。

#### 1. 適用範囲

この規準は、コンクリート構造物の補修に使用する表面被覆材の耐候性試験方法について規定する。

#### 2. 引用規格

次に掲げる規格は、この規準に引用されることによって、この規準の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

JIS B 7754 キセノンアークランプ式耐候性及び耐候性試験機

JIS K 5600-1-7 塗料一般試験方法 - 第1部：通則 - 第7節：膜厚

JIS K 5600-2-6 塗料一般試験方法 - 第2部：塗料の性状・安定性 - 第6節：ポットライフ

JIS K 5600-4-5 塗料一般試験方法 - 第4部：塗膜の視覚特性 - 第5節：測色（測定）

JIS K 5600-4-6 塗料一般試験方法 - 第4部：塗膜の視覚特性 - 第6節：測色（色差の計算）

JIS K 5600-4-7 塗料一般試験方法 - 第4部：塗膜の視覚特性 - 第7節：鏡面光沢度

JIS K 5600-7-7 塗料一般試験方法 - 第7部：塗膜の長期耐久性 - 第7節：促進耐候性（キセノンランプ法）

JIS K 5600-8-1 塗料一般試験方法 - 第8部：塗膜劣化の評価 - 第1節：一般的な原則と等級

JIS K 5600-8-2 塗料一般試験方法 - 第8部：塗膜劣化の評価 - 第2節：膨れの等級

JIS K 5600-8-4 塗料一般試験方法 - 第8部：塗膜劣化の評価 - 第4節：割れの等級

JIS K 5600-8-5 塗料一般試験方法 - 第8部：塗膜劣化の評価 - 第5節：はがれの等級

JIS K 5600-8-6 塗料一般試験方法 - 第8部：塗膜劣化の評価 - 第6節：白亜化の等級

JIS K 6266 加硫ゴム及び熱可塑性ゴムの耐候性試験方法

JIS R 5201 セメントの物理試験方法

JIS R 6252 研磨紙

JIS Z 8703 試験場所の標準状態

#### 3. 定義

この規準で用いる主な用語の定義は、次による。

- ・表面被覆材：コンクリート構造物の補修を目的に、コンクリート表面に塗布される合成樹脂塗料やポリマーセメント塗布材など、コンクリート表面に被膜を形成するもの。下地処理材、不陸調整材、主材、仕上げ材などで構成される。

備考(1) 下地処理材とは、主として、下地コンクリートや不陸調整材との付着性の向上、および下地に対する主材の吸い込み防止を図る目的で使用するもの。プライマーと称される場合もある。

備考(2) 不陸調整材とは、主として、下地コンクリート表面の気泡を充てんし、被覆に適した平滑な表面を形成する目的で使用するもの。パテと称される場合もある。

備考(3) 主材とは、主として、水密性、気密性を持ち、ひび割れやコンクリート表面から供給される塩分、水分、酸素、炭素ガスなどの透過や侵入を阻止する被膜を形成し、コンクリートおよびコンクリート中の鋼材の劣化防止を図る目的で使用するもの。中塗り材と称される場合もある。

備考(4) 仕上げ材とは、仕上げ面の着色、光沢の付与、耐候性の向上、吸水の防止などの目的で使用するもの。上塗り材と称される場合もある。

#### 4 . 試験体

4.1 試験用基板 試験用基板（以下、基板という）は、次による。

- a) 基板は、JIS R 5201 の 10.4（供試体の作り方）に規定する方法に準拠し、水セメント比 50%、砂セメント比 3 のモルタルを、内のり寸法 70×70×20mm の金属製型枠を用いて成形する。
- b) 温度 20±2 、相対湿度 80%以上の状態で 24 時間静置した後、脱型し、その後 14 日間 20±2 の水中で塗布直前まで養生する。
- c) JIS R 6252 に規定する 150 番研磨紙を用いて、成形時の下面を十分に研磨したものとする。  
：ひび割れ追従性試験の場合には、供試体寸法は 40×120×10mm とする。

4.2 試験の種類 試験の種類は、次による。

表 1 試験体の種類

試験の種類	適用試験の箇条番号	暴露試験体数	原状試験体数
促進耐候性試験	5.1～5.2	3	1

備考(5) 原状試験体は、試験体の暴露試験体と比較するもので、作製後から比較するまでの期間、常温常湿(1)の暗室に静置し、保存する。

注(1) 常温常湿とは、JIS Z 8703に規定する温度状態15級20±15 および標準湿度状態20級(65±20)%をいう。

4.3 試験体の作製 試験体の作製は、次による。

- a) 基板、下地処理材、不陸調整材、主材、仕上げ材の試料は、湿度 3±2 、相対湿度(85±5)%で 24 時間静置する。
- b) 製造業者の定める使用方法によって、製造業者の定める仕様で基板前面に塗布し、温度 3±2 、相対湿度(85±5)%で 28 日間養生して試験体とする。

#### 5 . 試験方法

5.1 促進耐候性試験方法 促進耐候性試験方法は、次による。

キセノンランプ法は、JIS B 7754 に規定されるキセノンアークランプ式耐候性試験機を使用し、JIS K 5600-7-7 の 6.2（使用する放射光源及びフィルターシステム）の方法 1、9.4（試験版の湿潤及び試験槽内の相対湿度）のサイクル A に規定する方法で行う。規定しない操作については、JIS K 5600-7-7 を参照する。

試験時間は、3000 時間とする。

5.2 促進耐候性試験の評価方法 促進耐候性試験の評価方法は、次による。

- a) 指定時間 3000 時間の照射後、試験体を取り外し、塗面が濡れているときは水を振り切って 1 時間放置した後、それぞれの暴露試験体と原状試験体を並べ、照射による表面被膜材表面の変化を JIS K 5600-8-1, JIS K 5600-8-2, JIS K 5600-8-4~JIS K 5600-8-6 に基づき測定する。
- b) 光沢は JIS K 5600-4-7、色差は JIS K 5600-4-5、JIS K 5600-4-6 に基づき測定する。
- c) 試験体の固定跡及び試験体の周囲から 10mm 以内の塗面は、観察の対象としない。



## 6. 報告

6.1 必ず報告する事項 必ず報告する事項は、次による。

- (1) 促進耐候性試験
  - a) 表面被覆材の種類と被服仕様（表2に従って示す）
  - b) 促進耐候性試験機の種類と運転条件および試験時間
  - c) 表面被覆材の外観評価結果（洗浄など前処理を行った場合には、その方法を示す）
  - d) 表面被覆材の光沢、色差（洗浄など前処理を行った場合には、その方法を示す）
  - e) 試験機関

表2 表面被覆材の種類と被覆仕様

工 程	表面被覆材の種 類	表面被覆材の調整			塗 装 条 件				
		製品名 混合比	希釈材の種類 と添加率(%)	塗 装 方 法	使用量 <sup>(2)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	可使用時間 ( <sup>3</sup> )	被覆厚 <sup>(4)</sup> (μm)		塗装間隔 <sup>(5)</sup>
							ドライ	ウェット	
前 処 理	下地処理剤 [プライマー]								
	不陸調整材 [パテ]								
中 塗 り	主材 <sup>(6)</sup> [中塗り材] (塗り回数)								
上 塗 り	仕上げ材 [上塗り材] (塗り回数)								

注<sup>(2)</sup> 希釈前の使用量を示す。

注<sup>(3)</sup> JIS K 5600-2-6に規定する方法に準拠する。

注<sup>(4)</sup> 鋼板に被覆した測定値を示す。

ドライ: JIS K 5600-1-7(方法No.3~No.7)のいずれかを用いて測定する。

ウェット: JIS K 5600-1-7(方法No.1)に規定する方法に準拠する。

注<sup>(5)</sup> 試験体作製時、次工程に移るまでの時間を示す。

注<sup>(6)</sup> ガラス繊維などの補強材がある場合には、その種類を示す。

・表面被覆材の付着強さ試験方法（案）

表面被覆材の付着強さ試験方法（案）は、JSCE 531-1999「表面被覆材の付着強さ試験方法」に準じて作成したものである。

1. 適用範囲

この規準は、コンクリート構造物の補修に使用する表面被覆材の付着強さ試験方法について規定する。

2. 引用規格

次に掲げる規格は、この規準に引用されることによって、この規準の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

JSCE-K 511 表面被覆材の耐候性試験方法

3. 試験体

試験体は、次による。

- a) 試験用基板は、表面被覆材の耐候性試験方法（案）の4.1（試験用基板）による。
- b) 試験体の種類、適用試験の箇条番号、試験体の数は、表1による。
- c) 試験体の作製は、表面被覆材の耐候性試験方法（案）の4.3（試験体の作製）による。

表1 試験体の種類

試験体の種類	負荷試験条件	適用試験の箇条番号	試験体数
基準試験	試験体作成後の養生終了時に測定（負荷条件なし）	4.1	3
乾湿温冷繰返し試験	5 気中：24時間、40℃ 水中：24時間を15サイクル	4.2	3
夏期海水中	温度40℃、飽和NaCl溶液 60日間	4.3	3
促進耐候性試験	JSCE-K 511-2005に従い13000時間照射	4.4	3

4. 試験方法

4.1 標準状態試験体の試験方法 標準状態試験体の試験方法は、次による。

- a) 試験体を温度  $20 \pm 2$ ℃、相対湿度(60～80)%の雰囲気下に水平に静置し、塗布した表面被覆材に接着剤を塗り、図1に示す上部引張用鋼製ジグを図2に示すように静かに載せ、軽くすりつけるように接着し、その上に質量1kgのおもりを載せ、周辺にはみ出した接着剤をふき取り、24時間静置する。
- b) おもりを取り除き、図2に示すように試験体に接着した上部引張用鋼製ジグの周りに、40×40mmの正方形の4辺に基板まで約1mmの切り込みを入れる。

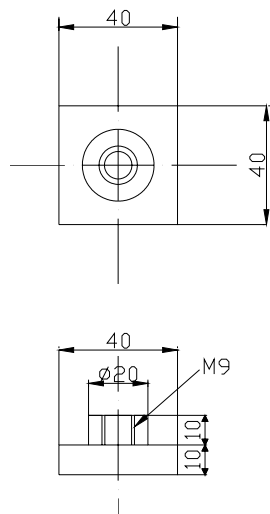


図1 上部引張用鋼製ジグ

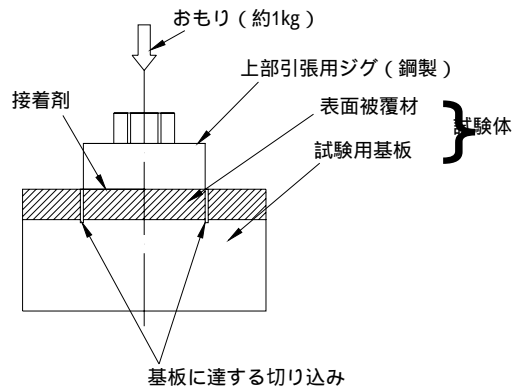


図2 上部引張用鋼製ジグの取付け

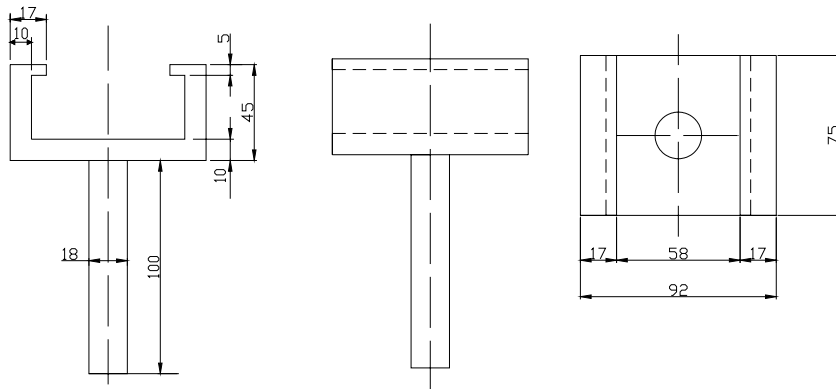


図3 下部引張用鋼製ジグ

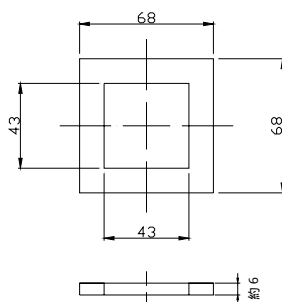


図4 当て板

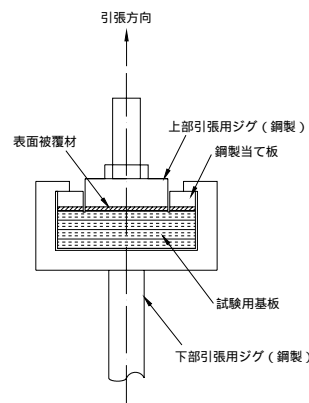


図5 試験体の引張試験機への取付け方

- c) 図3に示す下部引張用鋼製ジグおよび図4に示す鋼製当て板を用いて、図5に示すように試験体面に対して鉛直方向に引張力を加えて、最大引張荷重  $T$  (N) を求める。
- d) 破断するまでの荷重速度は、1500~2000N/minとする。
- e) 変位制御型試験機を使用する場合には、上記荷重速度になるように調整する。
- f) 試験に用いる引張試験機のつかみ具は、自動調心形を用いる。

#### 4.2 乾湿温冷繰返し試験体の試験方法

負荷試験は、表1に示した乾湿温冷繰返し試験に準じて行う。付着強さ試験は、負荷試験が終了した試験体を用いて、4.1 標準状態試験体の a) ~ f) の手順に従って試験を行う。

#### 4.3 夏期海水中試験体の試験方法

負荷試験は、表4.3に示した夏期海水中試験に準じて行う。試験方法は、4.1 標準状態試験体の a) ~ f) の手順に従って試験を行う。

試験には、塩化物イオン透過阻止性試験(案)およびアルカリ金属イオン透過阻止性試験(案)で浸漬させた供試体を用いても良い。

#### 4.4 促進耐候性試験後試験体の試験方法

負荷試験は、促進耐候性試験(案)に準じて実施し、促進耐候性試験後の試験体を4.1 標準状態試験体の a) ~ f) の手順に従って試験を行う。

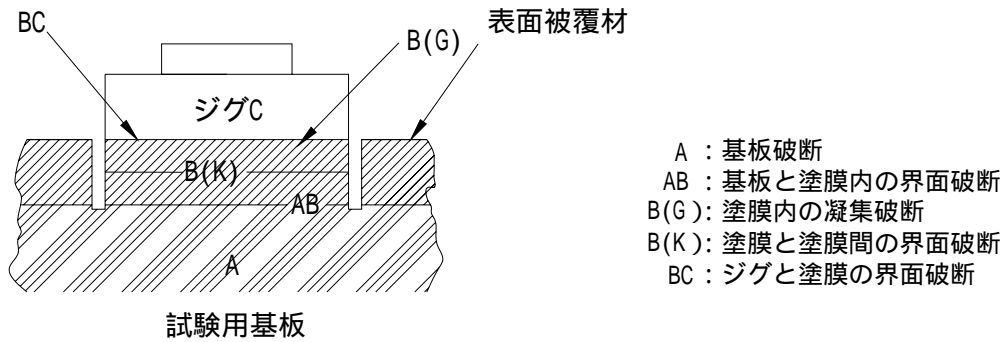


図6 破断箇所

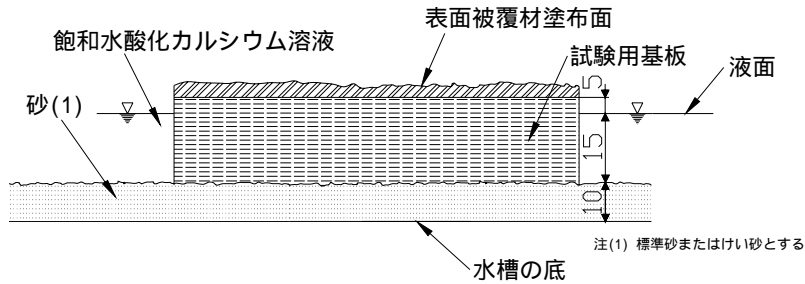


図7 浸漬方法

## 5. 計算

計算は、次による。

付着強さは、次の式によって算出する。四捨五入して、小数点2けた以下の値に丸める。また、破断の状態は、図6のように表現し、破断箇所のおおよその面積比を示す。

$$\text{付着強さ (N/mm}^2\text{)} = \text{最大引張荷重 T (N)} / 1600$$

## 6. 評価基準

各試験方法における付着強さは、1.0N/mm<sup>2</sup>以上とする。

初期値である基準供試体の付着強さに比べて、各負荷試験を実施した後の付着強さが低下している可能性が考えられることから、試験成績書に低下率を明示すること。

付着強さの低下率の算定方法を以下に示す。

$$\text{付着強さの低下率 (\%)} = \frac{\text{各負荷試験における付着強さ (N/mm}^2\text{)}}{\text{基準供試体の付着強さ (N/mm}^2\text{)}} \times 100$$

## 7. 報告

7.1 必ず報告する事項 必ず報告する事項は、次による。

- 表面被覆材の種類と被覆仕様 (JSCE-K 511 の表3による)
- 試験体の種類
- 最大引張荷重(N)
- 付着強さ(N/mm<sup>2</sup>)
- 破断の状態 (面積比)
- 促進耐候性試験機の種類と運転条件および試験時間
- 試験年月日

7.2 必要に応じて報告する事項 必要に応じて報告する事項は、次による。

- 試験機関名

・ 表面被覆材のひび割れ追従性試験方法（案）

表面被覆材のひび割れ追従性試験は、JSCE 531-1999「表面被覆材のひび割れ追従性試験方法」に準じて作成したものである。

1．適用範囲

この規準は、コンクリート構造物の補修に使用する表面被覆材のひび割れ追従性試験方法について規定する。

2．引用規格

次に掲げる規格は、この規準に引用されることによって、この規準の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

- JSCE-K 511 表面被覆材の耐候性試験方法
- JIS R 5201 セメントの物理試験方法
- JIS R 6252 研磨紙

3．定義 この規準で用いる主な用語の定義は、次による。

- ・ ひび割れ追従性：表面被覆材がその延伸性によって、コンクリートのひび割れと無関係にその被覆性を保持する性能。

4．試験体

4.1 試験用基板 試験用基板（以下、基板という）は、次による。

- a) JIS R 5201 に規定する方法に準拠して調整した基板を 40×120×10mm の金属製型枠を用いて成形する。
- b) 温度 20±2、相対湿度 80%以上の状態で 24 時間養生したのち脱型し、その後 14 日間温度 20±2 で水中養生する。
- c) 水中養生終了後、図 1 に示すように成形時の上面、すなわち表面被覆材の塗布面と反対側の面にダイヤモンドカッタにより深さ 5mm のカットを入れて折り曲げ、基板を 2 つに切断する。

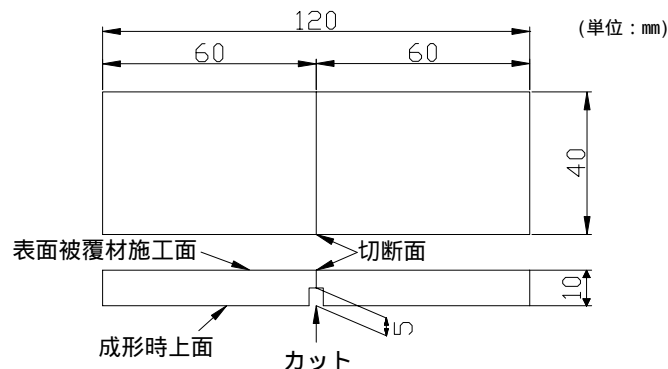


図 1 試験体の形状

- d) 2 つに割った基板を鋼あるいはステンレス板上で突き合わせ、側面を粘着テープを用いて固定する。なお、促進耐候性試験を行う必要がある場合には、ステンレス板および耐候性、耐久性のある粘着テープ<sup>(1)</sup>を用いる。

注<sup>(1)</sup> JIS C 2338 に規定するテープ。

4.2 試験体の作製 試験体の作製は、次による。

- a) 切断線に沿って、約 20mm の幅で製造業者の定める不陸調整材をへらですり込むようにして塗布し、硬化後不陸調整材塗布面を JIS R 6252 に規定する 150 番研磨紙を用いて研磨して、余分の不陸調整材を取り除く。
- b) 切断面に材料が流れ込まないように注意して、両端を 30mm 残して製造業者の定める仕様で表面被覆材を塗布し、温度  $3 \pm 2$  、相対湿度  $(85 \pm 5)\%$  で 28 日以上養生したものを試験体とする

4.3 試験体の種類 試験体の種類、適用試験箇条および試験体の数は、表 1 による。

表 1 試験体の種類

試験体の種類	負荷試験条件	適用試験の箇条番号	試験体数
標準状態試験	試験体作成後の養生終了時に測定（負荷条件なし）	4.3.1	3
促進耐候性試験	JSCE-K 511-2005に従い3000時間照射	4.3.2	3

4.3.1 標準状態試験体 試験体に鋼板を取り付けたままで、温度  $3 \pm 2$  、相対湿度  $(85 \pm 5)\%$  で 28 日間以上養生を行ったのち、鋼板を取り外し、温度  $23 \pm 2$  で試験に供する。

4.3.2 促進耐候性試験後試験体 試験体にステンレス版を取り付けたままで、表面被覆材の耐候性試験方法（案）の 5.1（促進耐候性試験方法）に準拠して、指定時間の促進耐候性試験を行った後、温度  $20 \pm 2$  、相対湿度  $(60 \sim 80)\%$  の雰囲気下で 24 時間静置し、ステンレス板を取り外し、 $20 \pm 2$  で試験に供する。

注<sup>(2)</sup> 標準砂またはけい砂とする。

## 5 . 試験方法

試験体を鋼板あるいはステンレス板から取り外して、チャック間にあそびができるようにして引張試験機に固定し、5mm/min の等速度で引張り、表面被覆材が下記のいずれかの状態になったときの状態を図 2 にもとづき判定し、伸び (mm) を引張応力 - 伸び曲線から測定する。

- a) 表面被覆材が破断したとき。
- b) 目視により表面被覆材の一部の破断を確認したとき。
- c) 引張応力 - 伸び曲線上で、主材および仕上げ材による最大引張強さを示したとき。

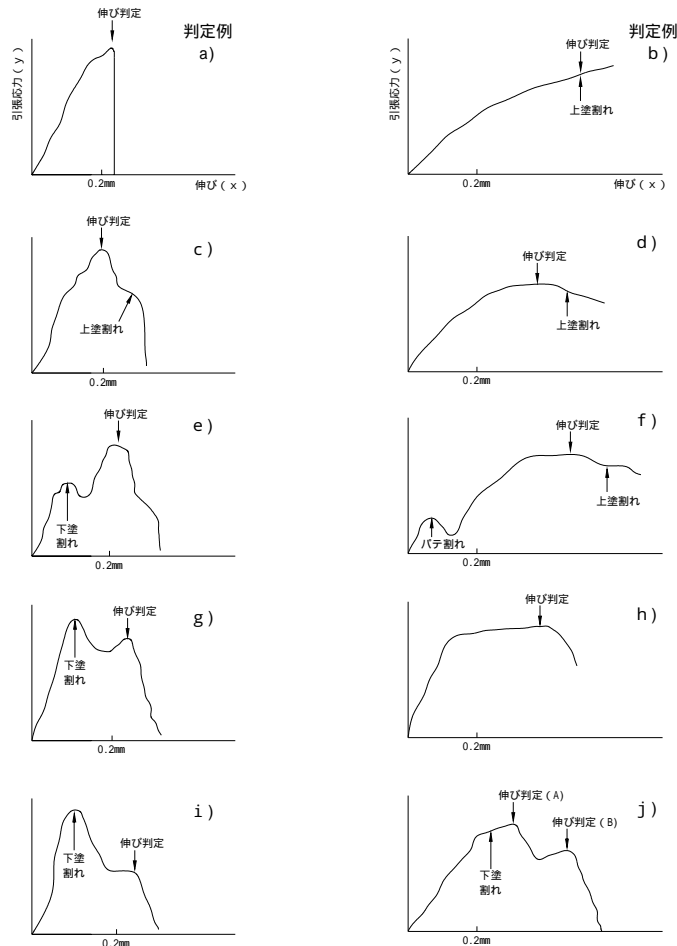


図2 ひび割れ追従性試験判定図

## 6. 試験結果

試験結果は、個々に算出する。四捨五入して、有効数字2けたの値に丸めて示す。

## 7. 報告

7.1 必ず報告する事項 必ず報告する事項は、次による。

- a) 表面被覆材の種類と被覆仕様（表面被覆材の耐候性試験方法（案）の表2による）
- b) 試験体の種類
- c) 伸び（mm）（個々の測定値と平均値、引張応力 - 伸び曲線を添付）
- d) 伸びを測定したときの塗膜の状態
- e) 促進耐候性試験機の種類と運転条件および試験時間
- f) 試験年月日

7.2 必要に応じて報告する事項 必要に応じて報告する事項は、次による。

- a) 試験機関名



## ．表面被覆材の塩化物イオン透過阻止性試験方法（案）

### 1．適用範囲

この規準は、コンクリート構造物の補修に使用する表面被覆材の塩化物イオン透過阻止性試験方法について規定する。

### 2．引用規格

次に掲げる規格は、この規準に引用されることによって、この規準の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

- JIS R 5201 セメントの物理試験方法
- JIS R 6252 研磨紙
- JIS K 8150 塩化ナトリウム（試薬）
- JSCE-K 531-1999 表面被覆材の付着強さ試験方法

### 3．試験体作製手順

3.1 試験用モルタル板 試験用モルタル板（以下、モルタル板）は、次による。

- a) モルタル板は、JIS R 5201 の 10.4（供試体の作り方）に規定する方法に準拠し、水セメント比 50%、砂セメント比 3 のモルタルを、内のり寸法の型枠を用いて成型する。試験体寸法は  $150 \times 70 \times 20\text{mm}$  である。
- b) 温度  $20 \pm 2$  、相対湿度 80%以上の状態で 24 時間静置した後、脱型し、その後  $20 \pm 2$  の水中で 14 日間養生を行う。
- c) モルタル板を水中から取り出し、表面の水分をふき取った後、JIS R 6252 に規定する 150 番研磨紙を用いて、全面を十分に研磨したもとする。

3.2 試験体の作製 試験体の作製は、次による。

- a) モルタル板、下地処理材、不陸調整材、主材、仕上げ材の試料は、温度  $20 \pm 2$  、相対湿度  $50 \pm 5\%$  で 24 時間静置する。
- b) 製造業者の定める使用・施工方法により全面に塗布した後、温度  $3 \pm 2$  、相対湿度  $85 \pm 5\%$  で 28 日間養生とする。なお、施工開始前には、モルタル板の含水率が 10%以上であることを確認する。

3.3 浸漬条件 夏期海水中試験の浸漬条件は、次による。

試験の手順は、図 1 に示すように、水槽内に試験片を水平に置き、JIS K 8150:2006(塩化ナトリウム(試薬)) に規定する塩化ナトリウムを用いて調整した飽和 NaCl 溶液 ( $40 \pm 2$  ) 中に 60 日間浸漬する。

浸漬終了後、試験片を取り出して直ちに流水で静かに洗い、水を振り切って室内に立てかけて 2 時間乾燥させたのち、表面被覆材の外観状況について調べる。

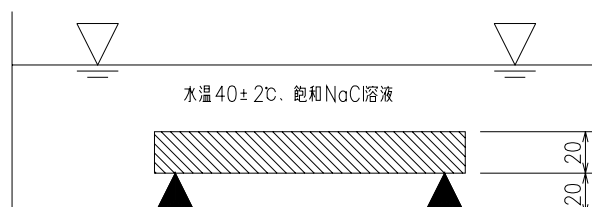


図 1 容器の一例

#### 4. 試験方法および評価方法

##### 4.1 外観観察 外観観察は、次による。

- 1) 試験方法 外観観察の試験方法は、次による。
  - a) 外観観察は目視により行う。

##### 2) 評価方法 外観観察の評価方法は、次による。

- a) モルタル板 3 枚のうちの 2 枚以上について、表面被覆材にふくれ・われ・はがれ・あな・軟化・溶出を認めず、なお、原状試験片と比べて、色とつやとの変化が大きくないときは“塩化物イオンに対して異常がない”とする。

##### 4.2 付着強さ試験 付着強さ試験は、次による。

##### 1) 試験方法 付着強さ試験の試験方法は、次による。

- a) 付着強さ試験は、JSCE-K 531-1999「表面被覆材の付着強さ試験方法」に準じて行う。外観観察が終了した 3 枚のモルタル板を、図 2 のように 70×70×20mm に切断したものを付着強さ試験用試験体とする。

##### 2) 評価方法 付着強さ試験の評価方法は、次による。

- a) 夏期海水中試験後の材齢 60 日における付着強さは、1.0N/mm<sup>2</sup> 以上とする。
- b) 初期値である基準供試体の付着強さに比べて、夏期海水中試験を実施した後の付着強さが低下している可能性が考えられることから、試験成績書に低下率を明示すること。
- c) 付着強さの低下率の算定方法を以下に示す。

$$\text{付着強さの低下率 (\%)} = \frac{\text{各負荷試験における付着強さ (N/mm}^2\text{)}}{\text{基準供試体の付着強さ (N/mm}^2\text{)}} \times 100$$

##### 4.3 塩化物イオン透過阻止性試験

##### 1) 試験方法 塩化物イオン透過阻止性試験の試験方法は、次による。

- a) 外観観察が終了した 3 枚のモルタル板のうち、付着強さ試験に用いるために切断した部分を除く残りの部分を塩化物イオン透過阻止性試験用試験体とする。(図 2 参照)
- b) 試料を乾燥させた後、表面被覆材を除去し、モルタル板を取り出す。取り出す際に表面部分のモルタルを削り落とさないよう注意する。
- c) 塩化物イオン透過阻止性試験は、JCI SC-5「硬化コンクリート中に含まれる全塩分の簡易分析方法」<sup>2)</sup>に準じて行う。

##### 2) 評価方法 塩化物イオン透過阻止性試験の評価方法は、次による。

- a) 夏期海水中試験後の材齢 60 日における含有塩化物量は、初期値 + 0.005% 以下とする。

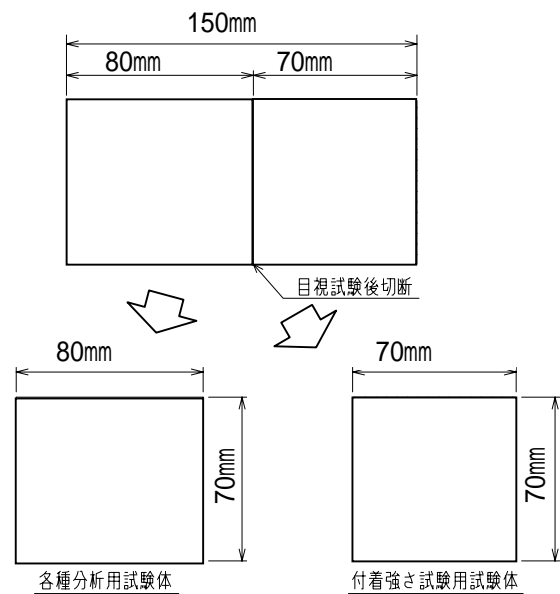


図 2 浸漬後のモルタル板の切断位置

#### 【参考文献】

- 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ 58「コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状」、2004.2
- 2) 日本コンクリート工学協会：JCI 規準集（1977～2002 年度）、2004.4

## ．表面被覆材のアルカリ金属透過阻止性試験方法（案）

### 1．適用範囲

この規準は、コンクリート構造物の補修に使用する表面被覆材のアルカリ金属透過阻止性試験方法について規定する。

### 2．引用規格

次に掲げる規格は、この規準に引用されることによって、この規準の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

- JIS R 5201 セメントの物理試験方法
- JIS R 6252 研磨紙
- JIS K 8150 塩化ナトリウム（試薬）
- JSCE-K 531-1999 表面被覆材の付着強さ試験方法

### 3．試験体作製手順

3.1 試験用モルタル板 試験用モルタル板（以下、モルタル板）は、次による。

- a) モルタル板は、JIS R 5201 の 10.4（供試体の作り方）に規定する方法に準拠し、水セメント比 50%、砂セメント比 3 のモルタルを、内のり寸法の型枠を用いて成型する。試験体寸法は  $150 \times 70 \times 20\text{mm}$  である。
- b) 温度  $20 \pm 2$ 、相対湿度 80%以上の状態で 24 時間静置した後、脱型し、その後  $20 \pm 2$  の水中で 14 日間養生を行う。
- c) モルタル板を水中から取り出し、表面の水分をふき取った後、JIS R 6252 に規定する 150 番研磨紙を用いて、全面を十分に研磨したもとする。

3.2 試験体の作製 試験体の作製は、次による。

- a) モルタル板、下地処理材、不陸調整材、主材、仕上げ材の試料は、温度  $20 \pm 2$ 、相対湿度  $50 \pm 5\%$  で 24 時間静置する。
- b) 製造業者の定める使用・施工方法により全面に塗布した後、温度  $3 \pm 2$ 、相対湿度  $85 \pm 5\%$  で 28 日間養生とする。なお、施工開始前には、モルタル板の含水率が 10%以上であることを確認する。

3.3 浸漬条件 夏期海水中試験の浸漬条件は、次による。

- a) 試験の手順は、図 1 に示すように、水槽内に試験片を水平に置き、JIS K 8150:2006(塩化ナトリウム(試薬)) に規定する塩化ナトリウムを用いて調整した飽和 NaCl 溶液 ( $40 \pm 2$ ) 中に 60 日間浸漬する。
- b) 浸漬終了後、試験片を取り出して直ちに流水で静かに洗い、水を振り切って室内に立てかけて 2 時間乾燥させたのち、表面被覆材の外観状況について調べる。

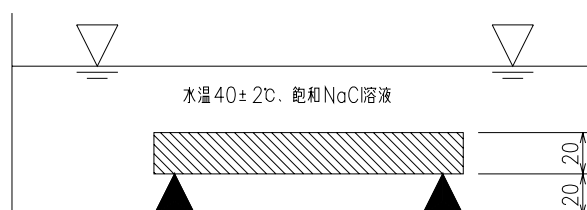


図 1 容器の一例

#### 4. 試験方法および評価方法

##### 4.1 外観観察 外観観察は、次による。

1) 試験方法 外観観察の試験方法は、次による。

a) 外観観察は目視により行う。

2) 評価方法 外観観察の評価方法は、次による。

a) モルタル板 3 枚のうちの 2 枚以上について、表面被覆材にふくれ・われ・はがれ・あな・軟化・溶出を認めず、なお、原状試験片と比べて、色とつやとの変化が大きくないときは“塩化物イオンに対して異常がない”とする。

##### 4.2 付着強さ試験 付着強さ試験は、次による。

1) 試験方法 付着強さ試験の試験方法は、次による。

a) 付着強さ試験は、JSCE-K 531-1999「表面被覆材の付着強さ試験方法」に準じて行う。外観観察が終了した 3 枚のモルタル板を、図 2 のように 70×70×20mm に切断したものを付着強さ試験用試験体とする。

2) 評価方法 付着強さ試験の評価方法は、次による。

a) 夏期海水中試験後の材齢 60 日における付着強さは、1.0N/mm<sup>2</sup> 以上とする。

b) 初期値である基準供試体の付着強さに比べて、夏期海水中試験を実施した後の付着強さが低下している可能性が考えられることから、試験成績書に低下率を明示すること。

c) 付着強さの低下率の算定方法を以下に示す。

$$\text{付着強さの低下率 (\%)} = \frac{\text{各負荷試験における付着強さ (N/mm}^2\text{)}}{\text{基準供試体の付着強さ (N/mm}^2\text{)}} \times 100$$

##### 4.3 アルカリ金属透過阻止性試験

1) 試験方法 アルカリ金属透過阻止性試験の試験方法は、次による。

a) 外観観察が終了した 3 枚の試験片のうち、付着強さ試験に用いるために切断した部分を除く残りの部分をアルカリ金属透過阻止性試験用試験体とする。(図 2 参照)

b) 試料を乾燥させた後、表面被覆材を除去し、モルタル板を取り出す。取り出す際に表面部分のモルタルを削り落とさないよう注意する。

c) アルカリ金属透過阻止性試験は総プロによるコンクリート中の水溶性アルカリ金属元素の分析方法(案)<sup>2)</sup>に準じて行う。

2) 評価方法 アルカリ金属透過阻止性試験の評価方法は、次による。

a) 夏期海水中試験後の材齢 60 日におけるナトリウムイオン量は、初期値 + 0.03% 以下とする。

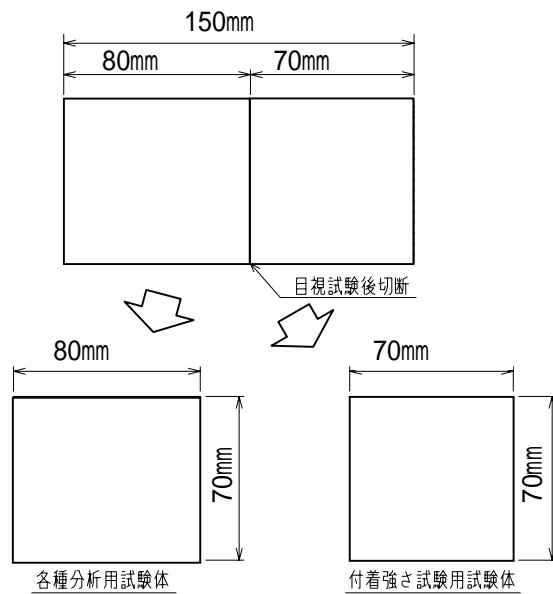


図 2 浸漬後のモルタル板の切断位置

#### 【参考文献】

- 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ 58「コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状」、2004.2
- 2) 土木研究センター：「建設省総合技術開発プロジェクト コンクリートの耐久性向上技術の開発 土木構造物に関する研究成果」、1989.5

## 水中摩耗試験方法（案）

### 1. 適用範囲

この規格は、水中構造物の水流を模擬したものであり、碎石が表面被覆材に衝突した場合の表面被覆材の摩耗深さを測定する方法について規定する。

### 2. 試験用装置、測定用装置及び器具

#### 2.1 試験用装置

##### (1) 試験用装置の構成

試験装置は、容器、攪拌機および固定台から成る。試験用装置の構成を図1に示す。

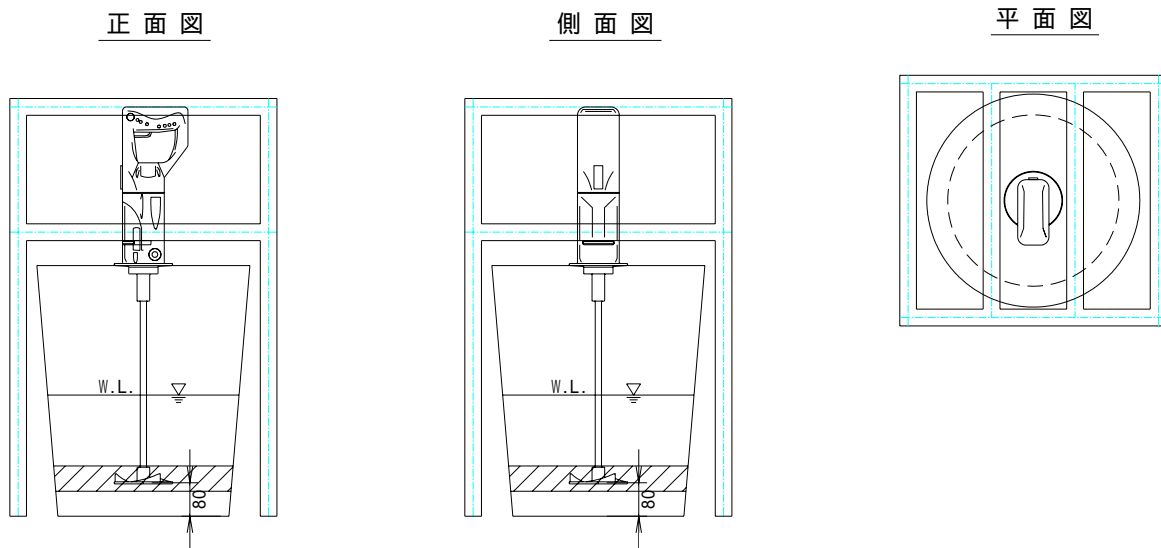


図1 試験装置の構成

## 2.2 試験容器

試験容器は、底版の直径は 410mm、天端の直径は 510mm とし、高さは 600mm のものとする。試験容器の例を図 2 に示す。

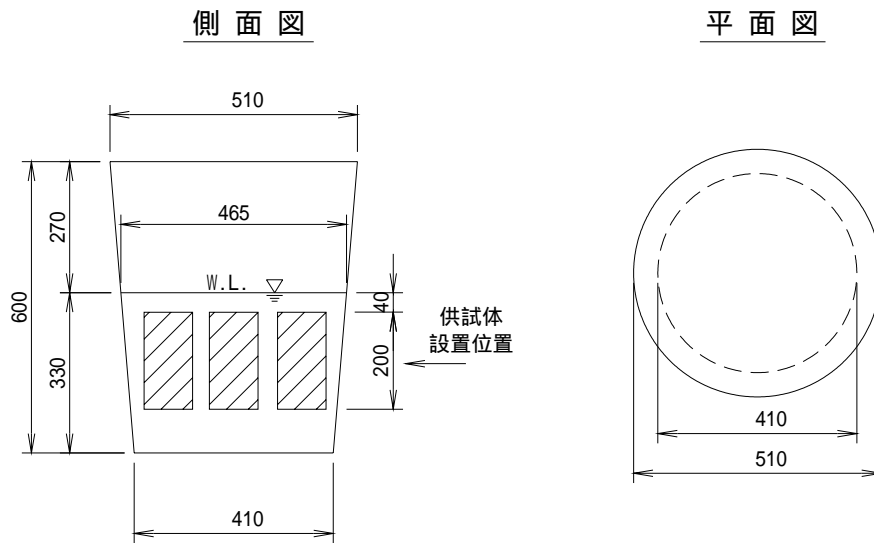


図 2 試験容器

## 2.3 攪拌機器

攪拌機器の形状および性能の一例について図 3 に示す。

攪拌機器の仕様は、回転数 600 回転 / 分とし、24 時間連続運転が可能なものとする。また、スクリー部分の形状は、図 3 に示した 140mm のものを使用する。

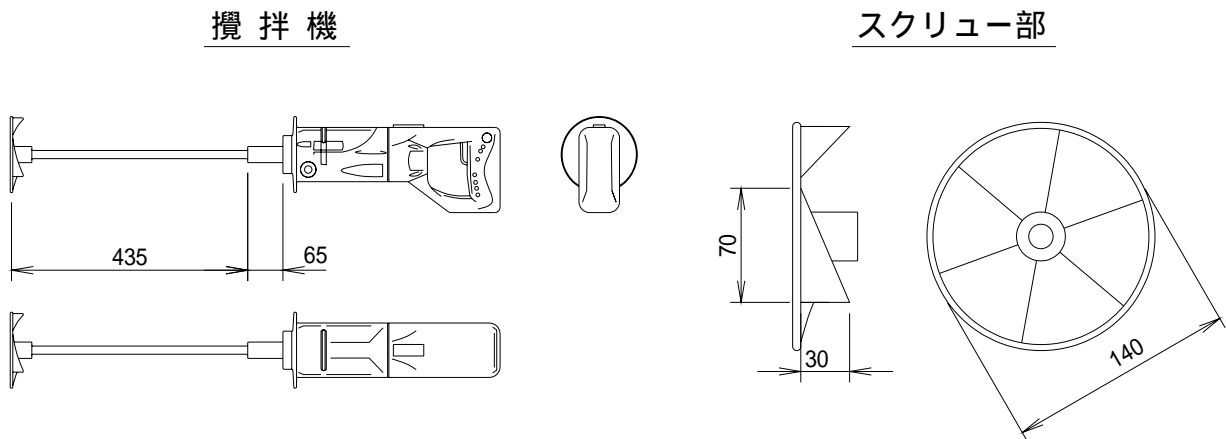


図 3 攪拌機の性能および形状

：スクリー部は、同一形状の市販のものを用いても良いが、鉄もしくはステンレス製のものを使用すること。





## 5. 測定

測定は、24 時間、50 時間経過した場合での外観の状況、質量、厚みの測定を行う。

### 5.1 試験片の目視観察

水中から取り出した試験体は、写真撮影および目視観察により記録する。また、表面の擦傷および離脱の状況についてスケッチを行う。

## 6. 計算

以下の項目について計算を行う。

### 6.1 質量変化

試験体は秤を用いて 1mg まで正確に質量測定を行う。

$$\text{質量変化 } W = (W_0 - W_n) / A \quad \dots (式 1)$$

ただし、W：質量変化 (mg/mm<sup>2</sup>)

W<sub>0</sub>：試験開始前の質量 (mg)

W<sub>n</sub>：各測定日の質量 (mg)

A：摩耗試験による摩耗を受ける部分の面積 (mm<sup>2</sup>)

### 6.2 摩耗深さ

$$\text{摩耗深さ } d_n = (W_0 - W_n) / (A \cdot \rho) \quad \dots (式 2)$$

ただし、d<sub>n</sub>：摩耗深さ (mm)

W<sub>0</sub>：試験開始前の質量 (mg)

W<sub>n</sub>：各測定日の質量 (mg)

A：摩耗試験による摩耗を受ける部分の面積 (mm<sup>2</sup>)

ρ：試験片の密度

## 7. 報告

報告書に記載する内容を以下に示す。

### a) 必ず報告する事項

- 1) 流速
- 2) 碎石の種類
- 3) 外観の状況
- 4) 質量
- 5) 厚み
- 6) 質量変化
- 7) 摩耗深さ

資料3 対象コンクリートの躯体処理の施工例

対象コンクリートの躯体の施工例は、「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル，日本下水道事業団，平成19年7月」に記載されていた内容に準じたものである。なお、本件は参考例であり、使用する表面被覆工法（材料）によって、使用材料製造業者が推奨する方法及び材料により、適切に処理しなければならない。

1. コンクリート欠陥部の処理例

(1) 型枠段差の処理例

型枠継目にできた1mm以上の極端な段差は、突部をサンダー掛けした後、ポリマーセメントモルタルや樹脂モルタル、樹脂パテ等を用いて、できるだけ平滑になるように修正する。なお、1mm未満の段差は削り取る。

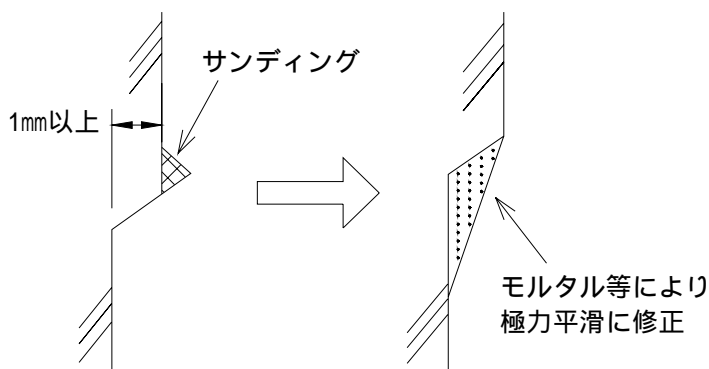


図1 型枠段差の処理例<sup>1)</sup>

(2) 豆板の処理

骨材が緩んだ箇所を、健全なコンクリート部分が現れるまでは取り取る。なお、はつり箇所の端部は垂直に切り込む。はつり箇所の大きさに応じて無収縮モルタル、樹脂モルタル等を充填し、表面を平滑に仕上げる。この際、事前にセメントペースト処理など、使用材料製造業者が推奨する前処理を行う。

はつり箇所が大きい場合には、型枠を設置して、無収縮グラウトを注入する方法もある。

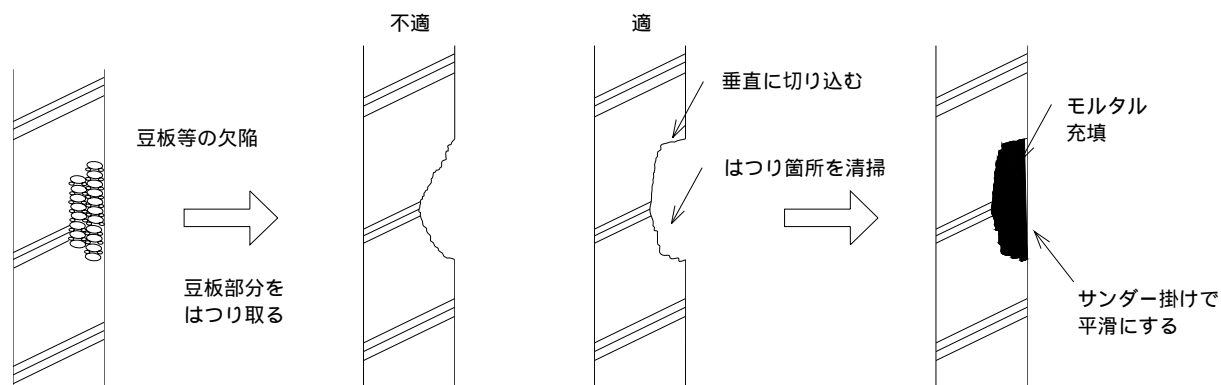


図2 豆板部の処理例<sup>1)</sup>

### (3) コールドジョイント、打ち継ぎ部の処理例

コールドジョイント及び打ち継ぎ部に沿って、グラインダーなどでVカットする。清掃後、ポリマーセメントモルタル、樹脂モルタル、無収縮モルタル等を充填し、表面を平滑に仕上げる。この際、使用材料に応じてプライマー処理を行う。

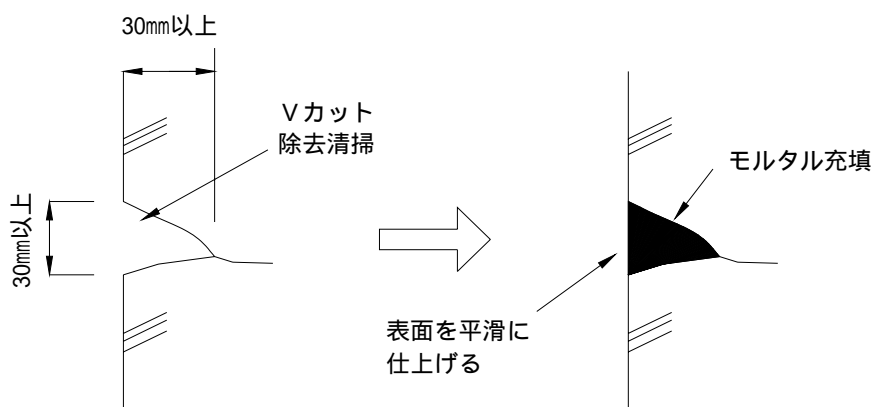


図3 コールドジョイント、打ち継ぎ部の処理例<sup>1)</sup>

### (4) ひび割れの処理例

ひび割れに沿って、グラインダーなどでVカットする。清掃後、使用するシーリング材に適したプライマーを塗布した後、シーリング材を充填する。シーリング材は、表面被覆工法(材料)やひび割れ幅等に応じたものを使用する。なお、ひび割れ幅の大きい変化が予想される箇所はバックアップ材を充填した後、漏水箇所や外部水が浸透する可能性がある土に接する壁等の場合は止水材を充填した後シーリング材を充填する。

シーリング材と表面被覆層の施工手順やシーリング材充填部分に対する表面被覆層とシーリング材の耐酸性等を考慮し、使用する表面被覆工法(材料)及びシーリング材に適した方法で行う。なお、図4は、シーリング材充填を表面被覆層施工後に行い、シーリング材充填部分に表面被覆層の上塗りを行う場合の例である。

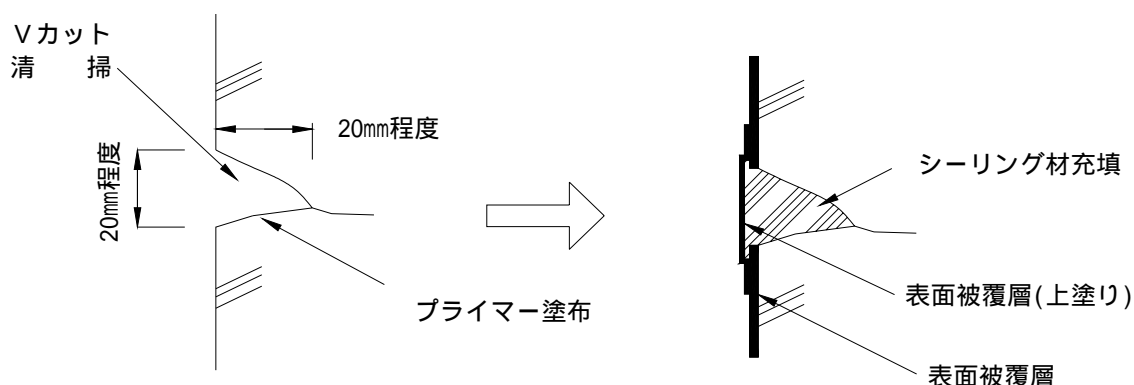


図4 ひび割れ箇所の処理例<sup>1)</sup>

## 2. セパレーター端部の処理例

セパレーター端部は、内部を清掃後、ポリマーセメントモルタル、樹脂モルタル等を充填し、表面を平滑に仕上げる。この際、使用材料に応じて、プライマー処理を行う。なお、座金がある場合は除去し、25 mm程度取り除く。

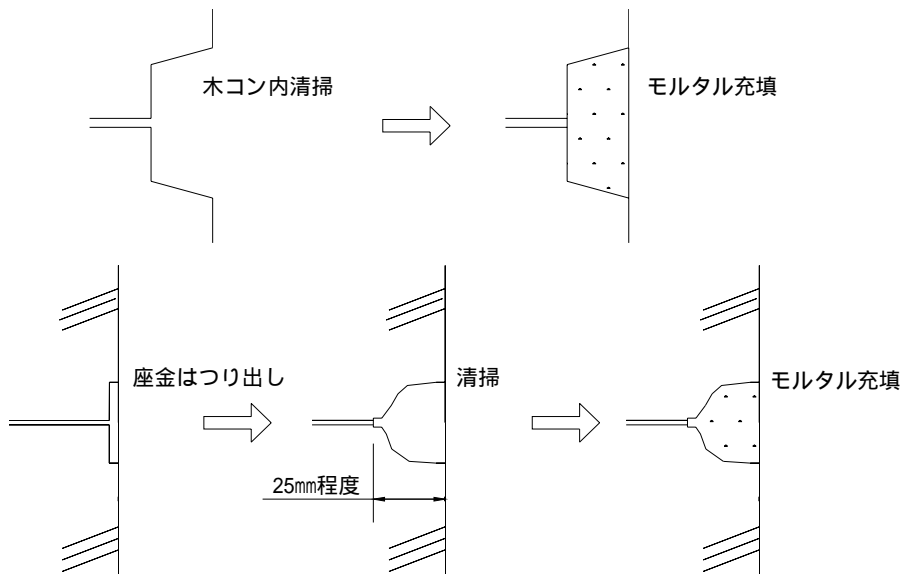


図5 セパレーター端部の処理例<sup>1)</sup>

## 3. 目地部（伸縮目地等）の処理例

目地端部の突起物等は、サンダー掛けして平滑に処理する。目地端部に欠損がある場合には、欠損箇所を除去した後、清掃してポリマーセメントモルタル、樹脂モルタル等で平滑に修正する。この際、使用材料に応じて、プライマー処理を行う。

目地部のシーリング材の施工は、表面被覆層とシーリング材の接着性やシーリング材の耐酸性等を考慮し、使用する表面被覆工法（材料）及びシーリング材に適した方法で行わなければならない。なお、図6は、シリコン系樹脂を用いて表面被覆層の施工後にシーリング材を充填する場合の例である。

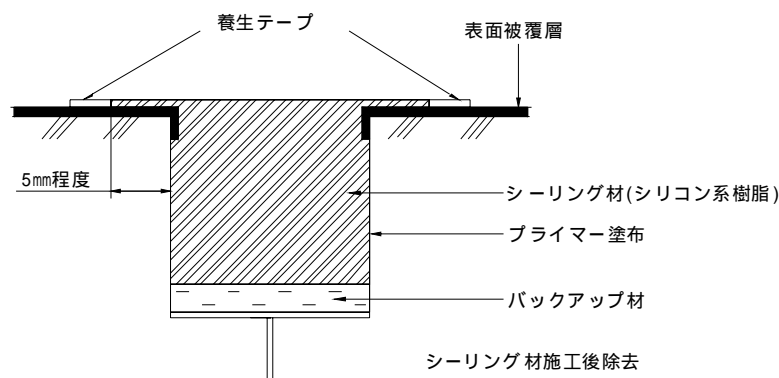


図6 目地部（伸縮目地等）の処理例<sup>1)</sup>

### 【参考文献】

1) 「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」日本下水道事業団，平成19年7月

#### 資料4 表面被覆工の前処理・端部処理の施工例

表面被覆工の前処理・端部処理の施工例は、「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル，日本下水道事業団，平成19年7月」に記載されていた内容に準じたものである。

なお、本件は参考例であり、使用する表面被覆工法（材料）によって、使用材料製造業者が推奨する方法及び材料により、適切に処理しなければならない。

##### 1. 役物部の前処理及び端部処理の例

###### (1) 直接埋設管

対象コンクリートと管が接する周囲をVカット（30×30mm程度）し、清掃する。使用するシーリング材に適したプライマーを塗布した後シーリング材を充填する。

シーリング材と表面被覆層の施工手順や取り扱い、シーリング材充填部分に対する表面被覆層の上塗りの要否は、表面被覆層とシーリング材の接着性等を考慮し、使用する表面被覆工法（材料）及びシーリング材に適した方法で行う。なお、図1は、シーリング材充填を表面被覆層施工後に行い、シーリング材充填部分に表面被覆層の上塗りを行う場合の例である。

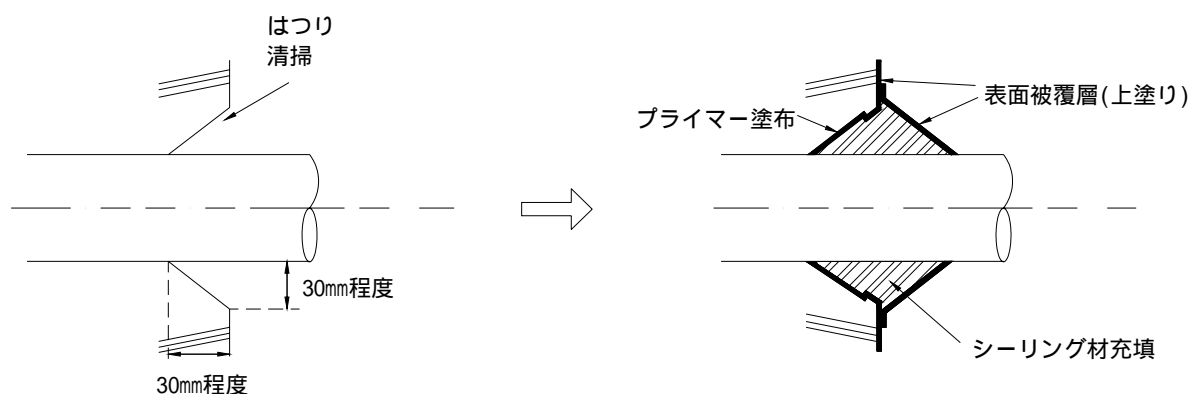


図1 直接埋設管の処理例<sup>1)</sup>

###### (2) 箱抜埋設管

管と後打ちコンクリートの接する周囲、並びに、既設コンクリートと後打ちコンクリートの打ち継部をVカット（30×30mm程度）し、清掃する。管と後打ちコンクリートの接する周囲は、使用するシーリング材に適したプライマーを塗布した後、シーリング材を充填する。また既設コンクリートと後打ちコンクリートの打ち継部は、ポリマーセメントモルタル、樹脂モルタル等を充填し、平滑に仕上げる。この際、使用材料に応じたプライマー処理を行う。

シーリング材と表面被覆層の施工手順や取り扱い、シーリング材充填部分に対する表面被覆層の上塗りの要否は、表面被覆層とシーリング材の接着性等を考慮し、使用する表面被覆工法（材料）及びシーリング材に適した方法で行う。なお、図2は、シーリング材充填を表面被覆層施工後に行い、シーリング材充填部分に表面被覆層の上塗りを行う場合の例である。

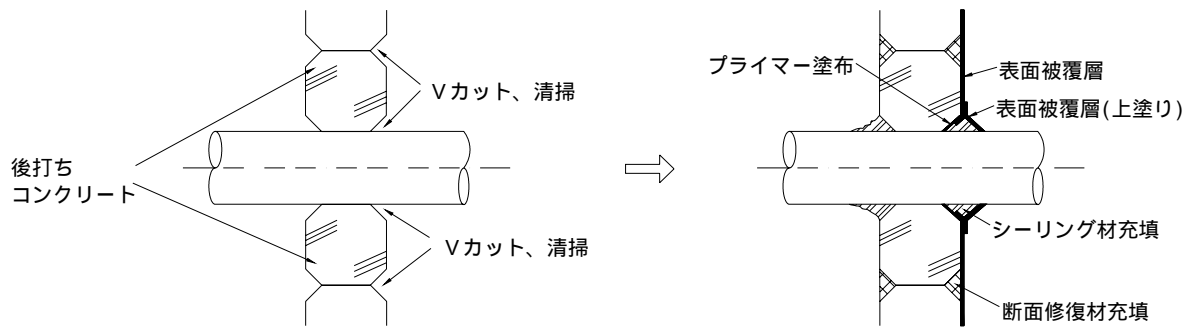


図2 箱抜埋設管の処理例<sup>1)</sup>

(3) タラップ・取付金具等

対象コンクリートとタラップが接する周囲をVカットした後、清掃する。使用するシーリング材に適したプライマーを塗布した後、シーリング材を充填する。また、取付金具等は、シーリング材で処理する(図4)

シーリング材と表面被覆層の施工手順や取り合い、シーリング材充填部分に対する表面被覆層の上塗りの要否は、表面被覆層とシーリング材の接着性等を考慮し、使用する表面被覆工法(材料)及びシーリング材に適した方法で行う。なお、図3は、シーリング材充填を表面被覆層施工後に行い、シーリング材充填部分に表面被覆層の上塗りを行う場合の例である。

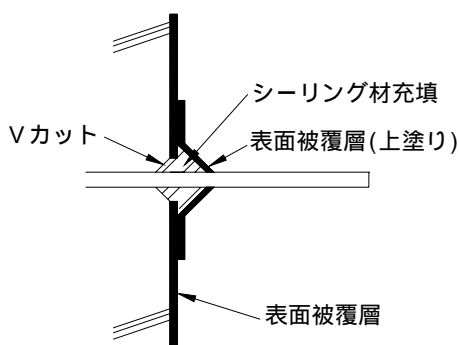


図3 タラップの処理例<sup>1)</sup>

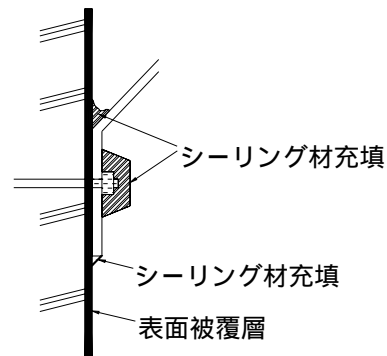


図4 取付金具の処理例<sup>1)</sup>

(4) 蓋類受枠

コンクリートを受枠に沿ってVカット(20×20mm程度)し、清掃する。使用するシーリング材に適したプライマーを塗布した後、シーリング材を充填する。

シーリング材と表面被覆層の施工手順や取り合い、シーリング材充填部分に対する表面被覆層の上塗りの要否は、表面被覆層とシーリング材の接着性等を考慮し、使用する表面被覆工法(材料)及びシーリング材に適した方法で行う。なお、図5は、シーリング材充填を表面被覆層施工後に行い、シーリング材充填部分に表面被覆層の上塗りを行う場合の例である。

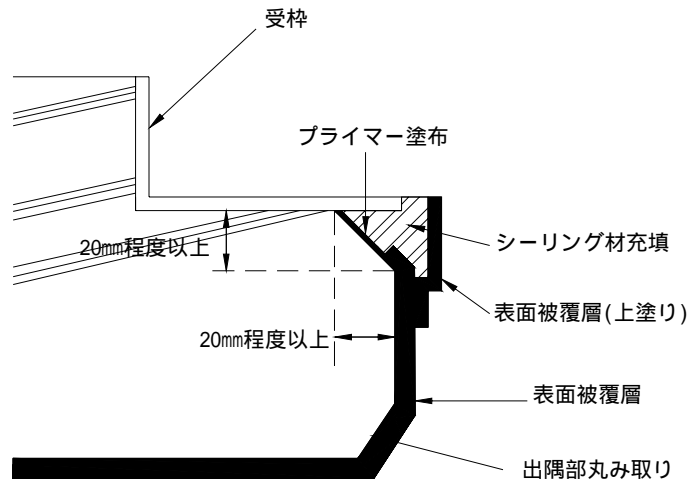


図5 蓋類受枠の処理例<sup>1)</sup>

2. 表面被覆層施工端部の端部処理の例

表面被覆層の施工端部に沿ってコンクリートをVカット（20×20mm程度以上）し、清掃する。使用するシーリング材に適したプライマーを塗布した後、シーリング材を充填する。

シーリング材と表面被覆層の施工手順や取り合い。シーリング材充填部分に対する表面被覆層の上塗りの要否は、表面被覆層とシーリング材の接着性等を考慮し、使用する表面被覆工法（材料）及びシーリング材に適した方法で行う。なお、図6は、塗り付け型の工法において、シーリング材充填を表面被覆層施工後に行う場合の例である。

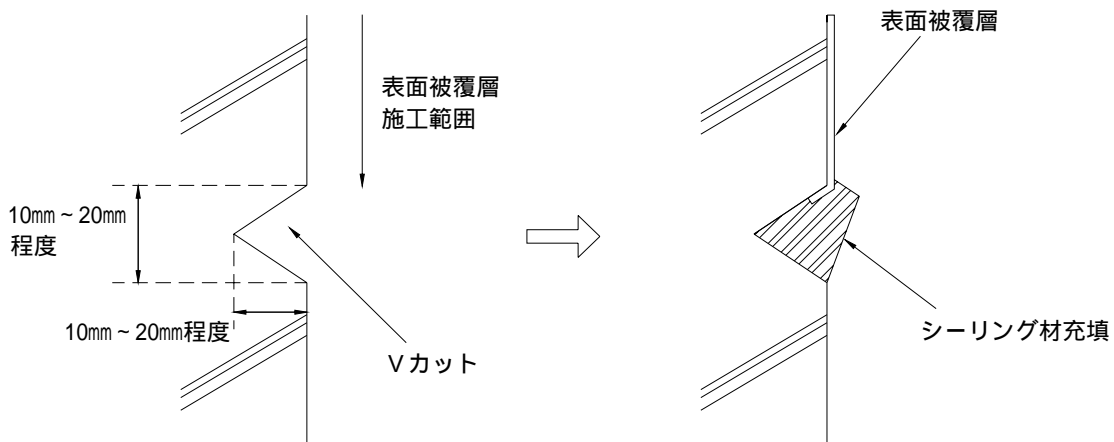


図6 表面被覆層施工端部の処理例<sup>1)</sup>

【参考文献】

1) 「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」日本下水道事業団，平成 19 年 7 月



#### 資料5 記録用紙様式例

記録用紙様式例は、「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル，日本下水道事業団，平成19年7月」に記載されていた内容に準じたものである。

施工管理、材料等の品質管理および検査を行い、要求性能を満足する品質を確保するため、以下の様式例を参考にして施工を行うこととする。

【様式1】施工管理記録

【様式2】使用材料搬入報告書

【様式3】対象コンクリートの品質の検査記録

【様式4】対象コンクリートの表面状態の検査記録

【様式5】素地調整層の品質の検査記録

【様式6】完了検査記録(塗布型ライニング工法)

【様式7】完了検査記録(シートライニング工法)

【様式8】施工管理記録(断面修復工における施工厚さの測定)

【様式9】断面修復後の検査記録

【様式例 1】

現場代理人	主任または 管理技術者	専門技術者

## 施工管理記録

施工月日：平成      年      月      日

工事名：

請負者名：

記録者：

天候及び 屋外環境	[天 候]：	[温 度]：最高	最低		
	[湿 度]：	% [測定時間]：	時	分	
管理 種目	管理項目		管理結果及び処置の内容		
			施工場所：		
施工 工程名					
施工 環境	温 度	施工中	時 分	時 分	時 分
			時 分	時 分	時 分
			時 分	時 分	時 分
	湿 度	施工中	% 時 分	% 時 分	% 時 分
			% 時 分	% 時 分	% 時 分
			% 時 分	% 時 分	% 時 分
	処置・対策内容 (換気, 除湿, 加温等)				
	結露状況点検結果				
施工 品質 管理	塗装間隔 (時間)				
	塗料の配合量[主材:硬化剤](kg)		:	:	:
	塗装方法				
	塗料の使用時間 (分)				
	塗布量 [塗布量 = 使用数量(kg) ÷ 塗布面積(m <sup>2</sup> )](kg/m <sup>2</sup> )				
	練り混ぜ	攪拌機の種類	・自動式 ・ハンドミキサー	・自動式 ・ハンドミキサー	・自動式 ・ハンドミキサー
		攪拌時間	分	分	分
	作業	当日作業の 充填指示項目			
仕上がり 状態	欠陥の有無と処置				
特記事項	安全管理等 その他				

【様式例 2】

現場代理人	主任または 管理技術者	専門技術者

## 使用材料搬入報告書

作成日：平成      年      月      日

工事名：

請負者名：

記録者：

納入 月日	品名	荷姿 (kg 又 は L)	製造 ロット 番号	搬入 数量	使用 数量	確認日	検印	摘要
/								
/								
/								
/								
/								
/								
/								
/								

【様式例 3】

現場代理人	主任または 管理技術者	専門技術者

## 対象コンクリートの品質の検査記録

工 事 名：  
 検 査 日：平成 年 月 日 請 負 者 名：  
 検 査 施 設 名： 専 門 技 術 者 氏 名：

項 目		判 定	摘 要 (判定は不適の場合、理由及び 位置 <sup>1)</sup> 、処置などを記入)
コ ン ク リ ー ト の 品 質	コンクリート表面の異物	適・不適	
	1 mm以上の型枠目違い、 段差	適・不適	
	豆板（ジャンカ）	適・不適	
	あばた	適・不適	
	ひび割れ	適・不適	
	コールドジョイント	適・不適	
	打ち継ぎ部	適・不適	
	漏 水	適・不適	
	セパレーター端部	適・不適	
	目 地 部	適・不適	

注 1 ) 位置は平面図、断面図などを用い明確にする。

【様式例 4】

現場代理人	主任または 管理技術者	専門技術者

## 対象コンクリートの表面状態の検査記録

工 事 名：  
 検 査 日：平成 年 月 日      請 負 者 名：  
 検 査 施 設 名：                      専 門 技 術 者 氏 名：

項 目	判 定	摘 要 (判定は不適の場合、理由及び 位置 <sup>1)</sup> 、処置などを記入)	
対象 コンクリート 前処置・表面 処置	埋設配管周り 箱抜き周り トラップ周り 取付金具周り 受枠周り	適・不適	
	出隅部分 入隅部分	適・不適	
	表面の仕上がり	適・不適	
	型枠剥離剤 油脂類の付着	適・不適	
	硬化不良等の異常	適・不適	
	表面の異物・ 付着物	適・不適	
	その他 ( )	適・不適	

注 1 ) 位置は平面図、断面図などを用い明確にする。

【様式例 5】

現場代理人	主任または 管理技術者	専門技術者

## 素地調整層の品質の検査記録

工 事 名：

検 査 日：平成 年 月 日

検 査 施 設 名：

請 負 者 名：

専門技術者氏名：

項 目	判 定	摘 要 (判定は不適の場合、理由及び 位置 <sup>1)</sup> 、処置などを記入)
平坦さ	適・不適	
密実さ	適・不適	
浮き	適・不適	
ひび割れ	適・不適	
脆弱層 イフレクション	適・不適	
硬化不良	適・不適	
その他 ( )	適・不適	

注 1 ) 位置は施工図に図示し明確にする。



【様式例7】

現場代理人	主任または 管理技術者	専門技術者

## 完了検査記録(シートライニング工法)

工 事 名：  
 検 査 日：平成 年 月 日 請 負 者 名：  
 検 査 施 設 名： 専 門 技 術 者 氏 名：

### 現 場 検 査 結 果

検査項目		内容	判定	摘 要					
シート表面状況		仕上がり状態	良・否						
シート継目の状況		欠陥がないこと	良・否						
コンクリート等の 充填程度		空隙なく充填されて いること	良・否						
付着強さ・施工厚									
測定位置		付着強さ N/mm <sup>2</sup>	破断状況	施 工 厚 (mm)					摘 要
No.	部 位			t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	平均	
1									
2									
3									
平均									
付着強さ 規準値		1.0N/mm <sup>2</sup> 以上	合・否	施工厚基準値			mm	合・否	
検査が不合格のときの指示事項									



【様式例 8】

現場代理人	主任または 管理技術者	専門技術者

## 施工管理記録

(断面修復工における施工厚さの測定)

工 事 名：

検 査 日：平成 年 月 日

請 負 者 名：

検査施設名：

記 録 者：

項 目		結 果	
工 種			
材料の種類			
材料の設計 厚さ (mm)			
測定箇所 (対象範囲)			
No.	測定位置	測定厚さ (mm)	摘 要
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
平均			
判定		合 ・ 否	

【様式例 9】

現場代理人	主任または 管理技術者	専門技術者

## 断面修復後の検査記録

工 事 名：  
 検 査 日：平成 年 月 日      請 負 者 名：  
 検 査 施 設 名：                      専 門 技 術 者 氏 名：

項 目	検 査 結 果					判 定	
修復部の 施工状況						合・否	
修復部の 付着強さ	付着強度 (N/mm <sup>2</sup> )		摘 要 (破断状況等)			合・否	
	試験値	平 均					
	基準値	1.0N/mm <sup>2</sup> 以上					
修復部の 施工厚さ	補修モルタルの厚さ (mm)					合・否	
		1	2	3	4		平 均
検査が不合格のときの指示事項							