



塩害により損傷を受けたコンクリート
構造物の補修方法に関する共同研究報告書

昭和63年 9 月

建設省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室
(社)プレストレスト・コンクリート
建設業協会

Copyright © (1988) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

塩害により損傷を受けたコンクリート 構造物の補修方法に関する共同研究報告書

建設省土木研究所構造橋梁部
橋梁研究室

室 研 究 長 員
部外研究員
部外研究員
部外研究員

(社) プレストレスト・コンクリート
建設業協会

穂一純夫行一治男穂清郎司博郎昭
光 育晃慎清和 善三邦健三昭
原作野室浅塚西野田地間西 木部
藤箕引家湯大大津太宮宅小迎鈴服

要 旨

昭和60年度から3か年にわたり実施された建設省総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」の一環として、昭和60年度および昭和61年度に、塩害により劣化損傷が生じたコンクリート構造物の補修方法を検討するため、新潟県の沿岸部に位置し塩害による劣化損傷が顕在化していた2つのコンクリート橋を対象に各種補修方法を用いて試験施工を実施した。また、昭和62年度（昭和62年11月）にそれらの状況を確認するために外観調査、浸透塩分量調査および超音波伝播速度調査を実施した。本報告書はこれらの調査の結果をとりまとめたものである。

今回の調査の結果、断面修復に関して、モルタル工法を用いる場合は塗布厚さおよび塗布間隔に注意する必要があること、プレパックドコンクリート工法を用いる場合は注入材の膨張率および硬化コンクリートの体積変化率に注意する必要があることが確認された。また、表面被覆については、外部からの塩分を遮断する効果を有しているが環境の厳しい条件下では完全には塩分の浸透を防止できないこと、モルタル工法を用いる際は、中塗りのモルタルに対して乾湿の繰返しを防ぐため上塗りを実施する必要があることが確認された。

なお、本報告書にはコンクリートの耐久性向上技術検討委員会（国土開発技術研究センター、委員長；岡田 清 京都大学名誉教授）において、今回の調査結果等に基づき検討作成された「塩害を受けた土木構造物の補修指針（案）」を添付している。

キーワード：塩害、劣化、変状、損傷、耐久性、補修、断面修復、表面被覆、塩分量

まえがき

塩害によるコンクリート構造物の劣化損傷が沿岸部を中心に顕在化しており、現在その補修方法の確立が必要となっている。そこで建設省土木研究所と（社）プレストレスト・コンクリート建設業協会では、昭和60年度と昭和61年度にそれぞれ北陸の日本海沿岸地域（新潟県）に位置し、塩害による劣化損傷が生じていた旧板貝橋と旧洞川橋の2つのコンクリート橋を対象に、無機系材料を用いた断面修復工法の施工性、ならびに有機系材料および無機系材料を用いた表面被覆工法の施工性を把握するために各種の補修方法を用いて試験施工を行った。また、材料の耐久性や品質等を把握するために小型供試体による暴露試験を実施した。そして昭和61年度と昭和62年度に、これらの実橋および暴露供試体の状況を確認するために追跡調査を行った。本報告書は、これらの試験調査の結果をとりまとめたものである。

なお、本研究は、昭和60年度から3か年にわたって実施された建設省総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」の一環として実施した。

目 次

まえがき

1. 試験の概要	1
1.1 実橋施工性試験	1
1.1.1 概 要	1
1.1.2 試験対象橋梁	1
1.1.3 補修工法および補修材料	3
1.2 室内試験および暴露試験	7
1.2.1 室内試験	7
1.2.2 暴露試験	8
1.3 追跡調査	11
1.3.1 旧板貝橋	11
1.3.2 旧洞川橋	11
2. 試験結果	12
2.1 実橋施工性試験	12
2.2 室内試験	16
2.3 追跡調査	18
2.3.1 外観調査	18
2.3.2 浸透塩分量調査	26
2.3.3 超音波伝播速度調査	27
3. まとめ	28

あとがき

添付資料 ――塩害を受けた土木構造物の補修指針（案）――

1. 試験の概要

1.1 実橋施工性試験

1.1.1 概要

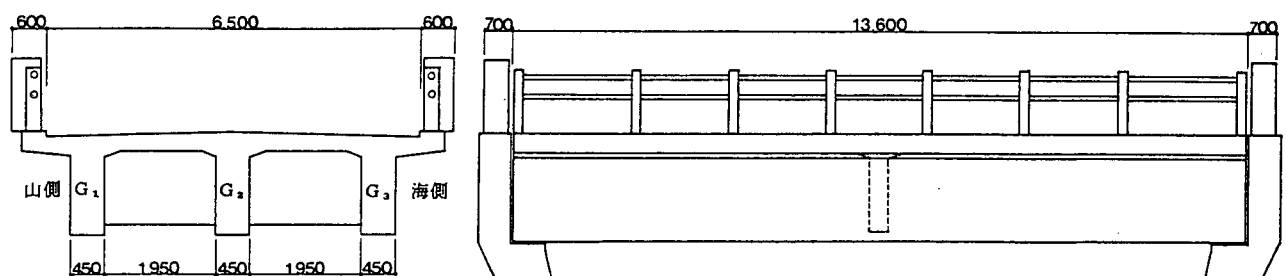
昭和60年度は旧板貝橋を、また昭和61年度は旧洞川橋をそれぞれ対象に、各種の補修材料および補修工法を用いて試験施工を実施した。

これらの試験施工では、下地処理、防錆処理、断面修復、および表面被覆の各補修工程において適用された材料および工法の種類や施工性について調査を行った。また、使用された材料の品質を確認するために、断面修復で使用された注入材の軟度・ブリージング率・圧縮強度および硬化したコンクリートやモルタルの圧縮強度についての品質試験を行った。

1.1.2 試験対象橋梁

(1) 旧板貝橋

旧板貝橋は、新潟県の一般国道345号線上に昭和43年に架設された橋長13.6m、幅員6.5mのRCT桁橋で、昭和59年12月に同路線のバイパスの整備に伴い廃橋となっている。この橋は海岸線から約10～20mの陸側の地点に位置し、海が荒れた場合には直接波しぶきを受ける環境下にあった。図-1にこの橋の形状・寸法を示す。

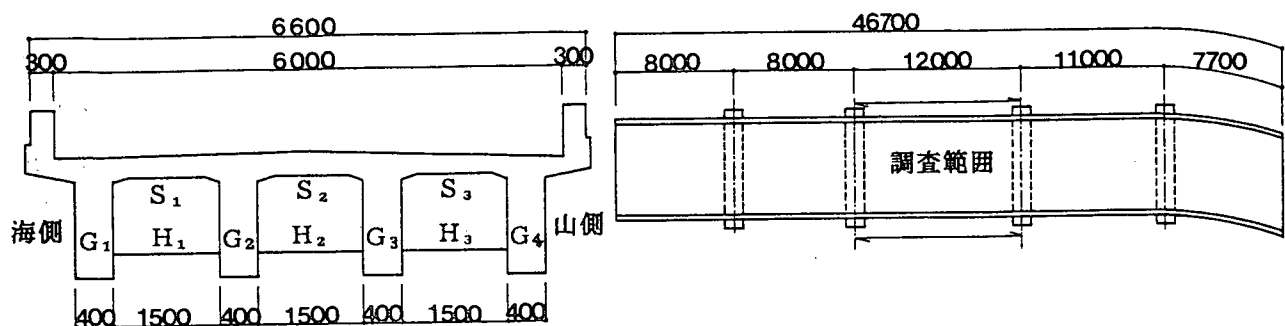


単位；mm

図-1 旧板貝橋の形状・寸法

(2) 旧洞川橋

旧洞川橋は、新潟県の一般国道8号線上に昭和10年に架設された橋長46.7m、幅員6.0mのRC T桁橋で、昭和42年に同路線のバイパスの整備に伴い廃橋となっている。この橋は海岸線から陸側に約40～50m、海拔約20mの地点に位置し、北および北北西の風（海から陸の方向）が卓越する環境下にあった。図-2にこの橋の形状・寸法を示す。



単位；mm

図-2 旧洞川橋の形状・寸法

1. 2. 3 補修工法および補修材料

(1) 旧板貝橋（昭和60年度）

旧板貝橋の試験施工に適用した補修工法および補修材料を表-1に示す。断面修復の工法として、主桁下面部にはプレパックスドコンクリート工法とモルタル工法を、主桁側面部と床版下面部にはモルタル工法を採用した。一方、表面被覆工法としては、塗膜コーティング工法とモルタルライニング工法を採用した。補修材料としては、断面修復用に4種類の無機系材料、表面被覆用に5種類の有機系材料と2種類の無機系材料を採用した。

表-1 補修工法および補修材料（旧板貝橋）

工 程		工 法	補 修 材 料	採用社数
断 面 修 復	主桁下面部	プレパックスド コンクリート工法	SBR系ポリマーセメント	1
			アクリル系ポリマーセメント	2
			エポキシ系ポリマーセメント	1
			無収縮セメント	1
	主桁側面部	モルタル工法	SBR系ポリマーセメント	2
		モルタル工法	SBR系ポリマーセメント	4
表 面 被 覆	床版下面部	モルタル工法	アクリル系ポリマーセメント	2
			早強セメント	1
			エポキシ系樹脂	2
			シリコン系樹脂	2
	塗 膜 コーティング工法	コーティング工法	ポリブタジエンゴム	1
			クロロプレンゴム	1
			アクリルゴム	1
			アクリル系ポリマーセメント	3
	モルタル ライニング工法	モルタル ライニング工法	アクリル系ポリマーセメント	2

試験施工は図-3に示すような区画に分け、補修工法および補修材料を変えて実施した。断面修復については、プレパックスドコンクリート工法による区画が5区画、モルタル工法による区画が2区画の合計7区画である（図-3（a）参照）。一方、表面被覆については、有機系材料を主体とした塗膜コーティング工法による区画が7区画、無機系材料を主体としたモルタルライニング工法による区画が5区画の合計12区画である（図-3（b）参照）。

	海側			
	(I)	(II)	(III)	(IV)
G ₁	エポキシ系ポリマーセメント (フレックドコンクリート工法)		SBR系ポリマーセメント (フレックドコンクリート工法)	
	床版		床版	
G ₂	(V) S B R 系 ポリマーセメント (モルタル工法)	(VI) アクリル系 ポリマーセメント (フレックドコンクリート工法)	(VII) アクリル系ポリマーセメント (フレックドコンクリート工法)	(VIII)
	床版		床版	
G ₃	(IX) 無収縮セメント (フレックドコンクリート工法)		(XII) SBR系ポリマーセメント (モルタル工法)	

(a) 断面修復材料および施工区画

	海側			
	(I)	(II)	(III)	(IV)
G ₁	エポキシ系樹脂 (ガムコア) (重層コーチング工法)	ポリブタジエン ゴム (重層コーチング工法)	クロロプレン ゴム (重層コーチング工法)	S B R 系 ポリマーセメント (モルタルライニング工法)
	床版		床版	
G ₂	(V) S B R 系特殊 ポリマーセメント (モルタルライニング工法)	(VI) アクリル系 ポリマーセメント (モルタルライニング工法)	(VII) アクリルゴム (重層コーチング工法)	(VIII) アクリル系 ポリマーセメント (モルタルライニング工法)
	床版		床版	
G ₃	(IX) エポキシ系樹脂 (重層コーチング工法)	(X) シリコンゴム (重層コーチング工法)	(XI) シリコンゴム (重層コーチング工法)	(XII) S B R 系 ポリマーセメント (モルタルライニング工法)

(b) 表面被覆材料および施工区画

図-3 補修施工区画と補修材料

(2) 旧洞川橋 (昭和61年度)

旧洞川橋の試験施工で用いた補修工法および補修材料を表-2に示す。これらの工法および材料は旧板貝橋の試験施工に適用したものの中から代表的なものを選定した。

表-2 補修工法および補修材料（旧洞川橋）

工 程		工 法	補 修 材 料	採用社数
断 面 修 復	主桁下面部	プレパックド コンクリート工法	SBR系ポリマーセメント	1
			アクリル系ポリマーセメント	1
			エポキシ系ポリマーセメント	1
			無 収 縮 セ メ ン ト	1
	主桁側面部	モルタル工法	SBR系ポリマーセメント	1
			SBR系ポリマーセメント	2
床版下面部	モルタル工法	アクリル系ポリマーセメント	1	
		早 強 セ メ ン ト	1	
表 面 被 覆	塗 膜 コーティング工法	エポキシ系樹脂	1	
		シリコン系樹脂	2	
		モルタル ライニング工法	SBR系ポリマーセメント	1

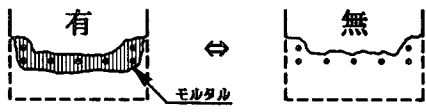
試験施工にあたっては、図-4に示すように橋梁全体を大きく5つの区画に分け、主桁G₂（床版も含む）を区画ⅰ、主桁G₃（床版およびも含む）を区画ⅱ、主桁G₄（床版および張出し部も含む）を区画ⅲ、横桁を区画ⅳとして、種々の組合せで断面修復と表面被覆を行った。なお、区画ⅴ（主桁G₁）は、他の調査研究で検討している電気防食を施した区間である。

海 側			
G ₁ 電 気 (v) 防 食			
G ₂	床版 (i)	無収縮セメント (iv)	床版 (i)
	エポキシ系ポリマーセメント (プレパックドコンクリート工法)	シリコン系表面被覆 (i)	エポキシ系表面被覆 (塗膜コーティング工法)
G ₃	床版 (ii)	無収縮セメント (iv)	床版 (ii)
	アクリル系ポリマーセメント (プレパックドコンクリート工法)	シリコン系表面被覆 (ii)	シリコン系表面被覆 (塗膜コーティング工法)
G ₄	床版 (iii)	無収縮セメント (iv)	床版 (iii)
	SBR系ポリマーセメント (プレパックドコンクリート, モルタル工法)	シリコン系表面被覆 (iii)	SBR系ポリマーセメント表面被覆 (モルタルライニング工法)

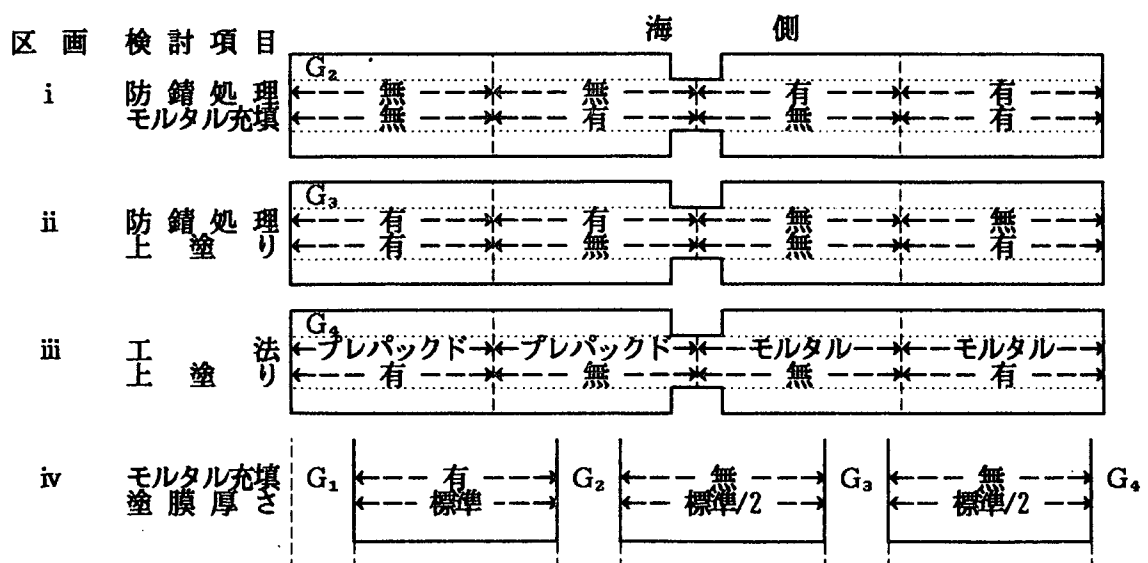
図-4 補修施工区画と補修材料

また、この橋の試験施工では、表-3に示すような補修後の構造物の耐久性に影響を及ぼすと考えられる断面修復および表面被覆の施工方法について検討を行った。すなわち、図-5に示すように、区画 i では防錆処理の有無とモルタル充填の有無について、区画 ii では防錆処理の有無と表面被覆の上塗りの有無について、区画 iii では断面修復工法（プレパッキング工法とモルタル工法）と表面被覆の上塗りの有無について、および区画 iv ではモルタル充填の有無と表面被覆の塗膜厚さ（標準と標準/2）について検討を行った。

表-3 検 討 項 目

工 程		検 討 項 目	
断 面 修 復	防 錆 処 理	有 ⇔ 無	
	モルタル充填		
	工 法	プレパッキング ⇔ モルタル	
表面被覆	塗膜厚さ	標準※ ⇔ 標準/2	
	上塗り処理	有 ⇔ 無	

※標準：補修会社標準仕様



1.2 室内試験および暴露試験

1.2.1 室内試験

旧板貝橋に適用した補修材料を対象に、個々の品質特性を把握するため、試験施工に際して行った材料試験に加えて表-4に示す室内試験を実施した。

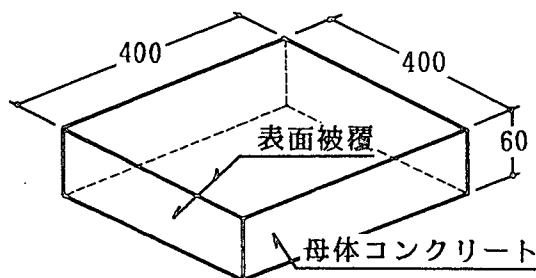
表-4 室内試験項目

試 験 項 目		試 験 方 法
プレパックド コンクリート	注入材の流動性	土木学会規準 F-Ⅲ-1 「プレパックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法（プロートによる方法）」
	ブリージング率 及び膨張率	土木学会規準 F-Ⅲ-2 「プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリージング率及び膨張率試験方法」
	注入材の圧縮強度	土木学会規準 F-Ⅲ-3 「プレパックドコンクリートの注入モルタルの圧縮強度試験方法」
	プレパックドコン クリートの圧縮強度	土木学会規準 F-Ⅲ-4 「プレパックドコンクリートの圧縮強度試験方法」
ポリマー セメント モルタル	モルタルの軟度	JIS A 1173 「ポリマーセメントモルタルのスランプ試験方法」
	圧 縮 強 度	JIS A 1172 「ポリマーセメントモルタルの強さ試験方法」
長 さ 変 化 率（乾燥収縮度）		JIS A 1129 「モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法」
付 着 強 度（断面修復及び表面被覆）		JIS A 6910 「複層仕上塗材」5.8 付着強さ試験を 準用。ただし、アタッチメントは円形（φ10cm）のものを使用。 供試体寸法：40×40×6cm，材令：28d
塩 分 の 浸 透 深 さ (塩水浸漬試験)		φ10×20cmのコンクリート供試体を表面被覆し、飽和食塩水 (20℃)に3ヶ月間浸漬。供試体の割裂面に0.1%フルオレッセ インナトリウム溶液を噴霧後、0.1N硝酸銀水溶液を噴霧して、 塩分の浸透深さを測定。

1. 2. 2 暴露試験

(1) 旧板貝橋で使用了材料

暴露供試体は、図-6に示すような $400 \times 400 \times 60$ mmの寸法を有するコンクリート板である。暴露供試体の数量は計11体で、各供試体の製作では図-3 (b)における区画Iで用いた表面被覆材料を除く11仕様の表面被覆材料を用いた。これらの暴露場所は建設省土木研究所の構内とした。



単位；mm

図-6 暴露供試体の形状・寸法

(2) 旧洞川橋で使用了材料

暴露供試体は、図-7に示すような直径13mmの丸鋼を配置した $200 \times 200 \times (93 \sim 133)$ mmの寸法を有する版で、コンクリート部と断面修復部とからなる。表-5に暴露供試体の製作において考慮した要因を示す。暴露場所は、図-8に示す静岡県大井川沖合に位置している海洋技術総合研究施設の暴露ステーション（以下、暴露ステーション）と旧洞川橋の隣に位置する洞川橋の点検足場（以下、洞川橋点検足場）の2地点とした。暴露ステーションには、旧板貝橋の試験施工で用いた断面修復と表面被覆の組合せを含む12仕様、表-6に示す8種類の検討項目の組合せで製作した供試体96体を暴露した。一方、洞川橋点検足場には、旧洞川橋の試験施工における断面修復と表面被覆の4種類の組合せで製作した（表-6に示す供試体記号07, 08）供試体8体を暴露した。

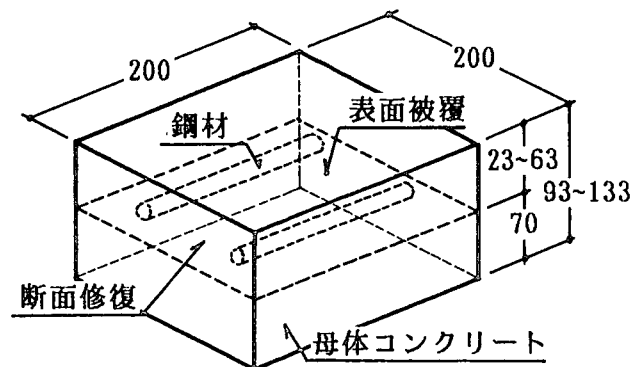


図-7 暴露供試体の形状・寸法

表-5 暴露供試体での検討項目

検 討 項 目	
母体コンクリートの含有塩分量	0.0 kg/m ³ ⇔ 2.0 kg/m ³
は っ り 程 度 (コンクリート面と鋼材との距離)	20 mm ⇔ 0 mm
除 錆 処 理	100%処理 ⇔ 50%処理 ※
防 錆 処 理	有 ⇔ 無
か ぶ り 厚 さ (断面修復面と鋼材との距離)	3 cm ⇔ 1 cm
モルタル ソーライニング 塗コーティング	有 ⇔ 無
	標準 ⇔ 標準/2

※鋼材の約半分にのみ防錆処理を施す。

表-6 暴露供試体での検討項目の組合せ

供試体 記号	塩分量 (kg/m ³)	は っ り 深さ(mm)	除 錆 処 理	防 錆 処 理	か ぶ り 厚さ(mm)	被 覆 方 法
01	0.0	20	有	有	3	有
02	0.0	20	無	有	1	有
03	0.0	0	有	有	1	無
04	0.0	0	有	有	3	有
05	2.0	20	有	有	3	有
06	2.0	20	有	有	1	有
07	2.0	0	有	有	1	有
08	2.0	0	有	有	3	有

* ; 被覆方法で塗膜コーティングの場合は、有→標準塗膜厚さ、無→標準塗膜厚さ/2として供試体を作製した

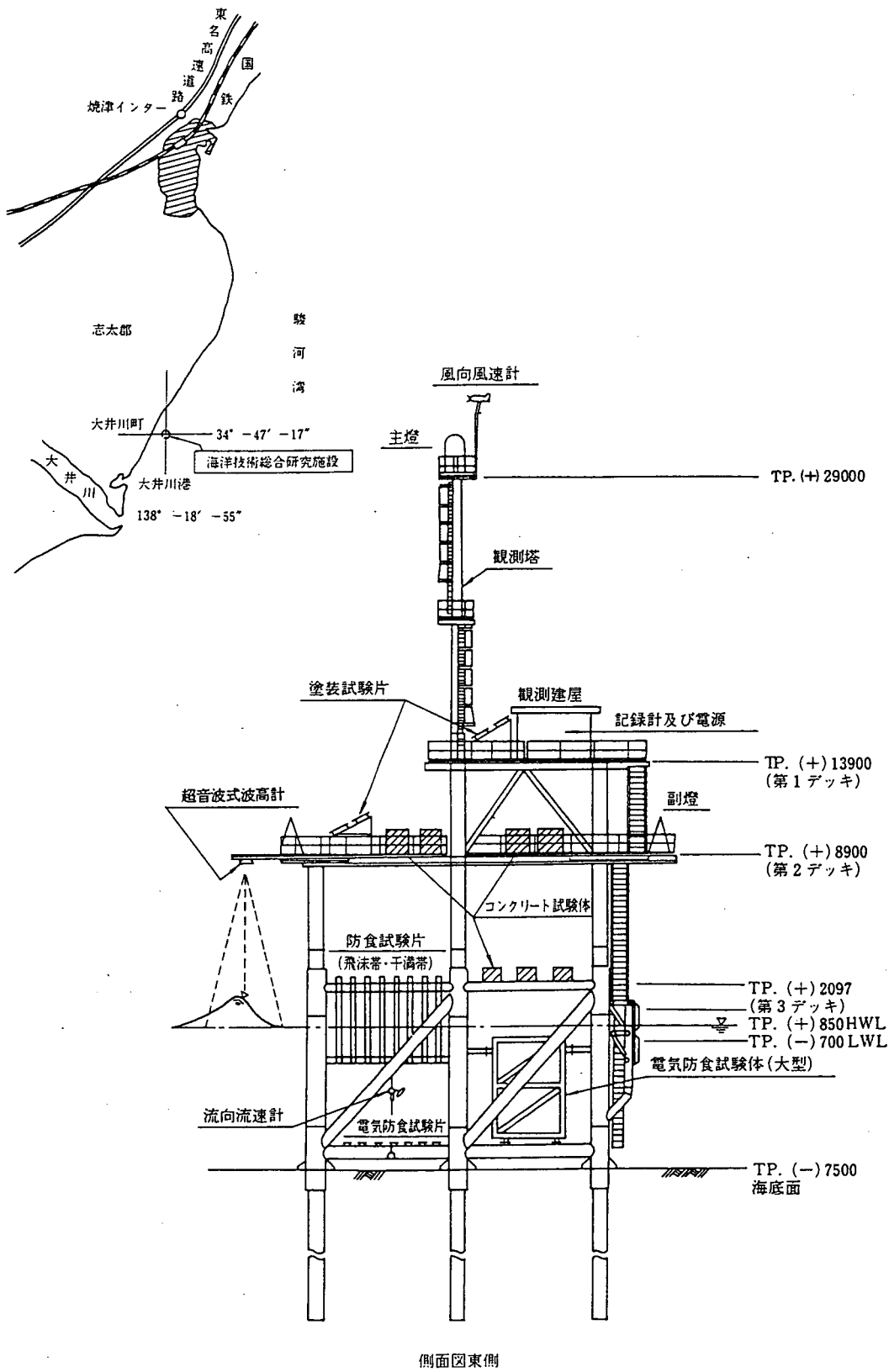


図-8 暴露ステーションの概要

1. 3 追跡調査

1. 3. 1 旧板貝橋

この橋の追跡調査では、外観調査、超音波伝播速度の測定および浸透塩分量の調査を行った。

外観調査は、補修を施した全面を対象に塗膜のうき、はがれ、われ、錆汁等の有無や程度を確認するため試験施工から1年および2年経過後に目視により行った。超音波伝播速度の測定は、主桁の両側面に発振子および受振子を当てる方法（対称法）により試験施工から1ヶ月、1年および2年経過後に実施した。浸透塩分量（全塩分量（ kg/m^3 、塩素イオン重量））の測定は、試験施工から2年経過後に図-3（b）における表面被覆施工区分Ⅱの主桁海側側面より、表面被覆部をはがし、電動ドリルを用いて採取した試料に対して行った。その際、塩分量の分析は、土木研究所標準試験（案）「コンクリート中塩分の分析方法」に従って行った。

暴露供試体については、塗膜のうき、はがれ、ひびわれ、およびよごれ等の有無や程度を暴露から2年経過後に目視により観察した。

1. 3. 2 旧洞川橋

この橋については、旧板貝橋と同様な方法で外観調査を試験施工から1年経過後に、超音波伝播速度の測定を試験施工から1ヶ月および1年経過後に、浸透塩分量調査を試験施工から1年経過後に実施した。

暴露供試体については、塗膜のうき、はがれ、ひびわれ、およびよごれ等の有無や程度を暴露から1年経過後に目視により観察した。

2. 試験結果

2.1 実橋施工性試験

旧板貝橋での断面修復および表面被覆の施工性試験の結果をそれぞれ表-7および表-8に示す。また、旧洞川橋での施工性試験および試験結果をそれぞれ表-9および表-10に示す。

防錆材料については、旧板貝橋では無機系材料（ポリマーセメントモルタル）が2区画に、有機系材料が5区画に用いられた。一方、旧洞川橋では無機系材料が1区画に、有機系材料が3区画に用いられた。

断面修復については、旧板貝橋ではプレパックス工法が7区画の内の5区画に用いられており、その充填用骨材には表乾状態の川砂利が3区画に、絶乾状態の川砂利が1区画に、および表乾状態の碎石が1区画に用いられた。なお、その粒径は5～15mm程度であった。残る2区画についてはモルタル工法が用いられており、そのモルタルの塗り厚さはそれぞれ10～15mm/回および20～70mm/回、また、塗布間隔は4～6時間および2～3時間であった。一方、旧洞川橋ではプレパックス工法が4区画の内の3区画と1区画の半分に用いられており、その充填用骨材には表乾状態の川砂利が3区画に、絶乾状態の川砂利が1区画に用いられた。なお、その粒径は5～15mm程度であった。残る1区画の半分についてはモルタル工法が用いられており、そのモルタルの塗り厚さは10～15mm/回、および塗布間隔は4～5時間であった。

表面被覆については、旧板貝橋では塗膜コーティング工法が12区画の内の7区画に用いられており、その被覆厚さは450～1,200 μ （5～11層）であった。残る5区画についてはモルタルライニング工法が用いられており、その被覆厚さは2,600～11,500 μ （4～6層）であった。一方、旧洞川橋では塗膜コーティングが4区画の内の3区画に用いられており、その被覆厚さは450～1,500 μ （3～6層）であった。残る1区画についてはモルタルライニングが用いられており、その被覆厚さは6,500 μ （4層）であった。

表-7 旧板貝橋での施工性試験の結果(断面修復)

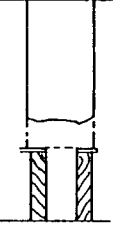
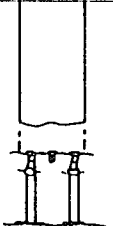
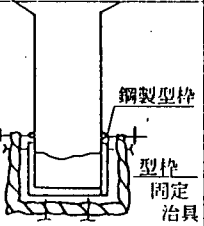
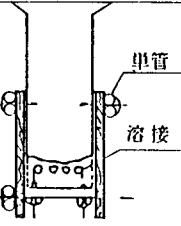
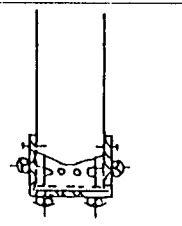
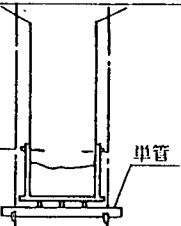
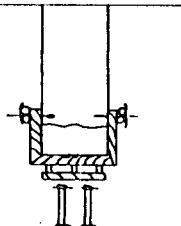
材 料 メ ー カ ー		A 社	B 社	C 社	D 社	E 社	F 社	K 社
下 地 処 理	コンクリート 表面下地処理	ひびわれUカット (電動カッター)	ひびわれUカット (Uカット機)	はつり・ケレン (グラインダー・タガネ等)	サンドブラストのみ	はつり・ケレン (エアチッパー)	はつり・ケレン (エアハンマー・ドリル等)	(サンドブラストのみ)
	打ち継ぎ面積調整・処理	プライマー塗布 (表面硬度補強)	水洗とシーラー塗布 (付着性増進)	エアブロー・霧吹き (湿潤調整)	プライマー塗布 (付着性増進・防錆)	プライマー塗布 (モルタル工のみ)	水 打 ち (湿潤調整・モルタル工のみ)	ハケによる湿潤調整 (モルタル工のみ)
	鉄筋の除錆処理	ワイヤーブラシ等	電動ブラシ・ディスクサンダー等	ワイヤーブラシ等	電動ブラシ・ワイヤーブラシ等	ワイヤーブラシ等	ワイヤーブラシ等	電動ブラシ・ワイヤーブラシ等
	除 錆 の 程 度	脆弱錆なし	一部鉄筋確認まで	脆弱錆なし	脆弱錆なし	鉄筋露出まで	脆弱錆なし	一部鉄筋確認まで
防 錆 処 理	鉄筋の防錆処理	防錆プライマー塗布 (含コンクリート表面)	防錆プライマー塗布 (鉄筋のみ)	防錆用樹脂塗装 (鉄筋のみ:2種2層)	防錆プライマー塗布 (含コンクリート表面)	防錆モルタル層 (鉄筋巻き込)	防錆用樹脂塗装 (鉄筋のみ)	防錆プライマー塗布 (鉄筋のみ)
	防 錆 剤 の 養 生 時 間 (養生方法)	追いかけて防錆モルタル工へ (自然)	18時間 (自然乾燥)	3 + 15 時間 (自然乾燥)	0.5 時間 (自然乾燥)	3 時 間 (自然乾燥)	16時間以上 (自然乾燥)	----- (自然乾燥)
大 断 面 修 復	修 復 工 法	モルタル工法	モルタル工法	プレバックド工法	プレバックド工法	プレバックド工法	プレバックド工法	プレバックド工法
	主 要 材 料 成 分 名	SBR-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	PAE-Polymer Disp.	PAE-Polymer Disp.	Epoxy-Polymer Disp.	non-Shrink-Cement
	型 枠 設 置 状 況							
	型 枠 材 質 (固 定 方 法)	木製型枠 (F部支持)	木製型枠 (鋼管下部支持)	鋼製型枠・鋼製治具 (吊り枠・ボルト締め)	離型剤処理済合板 (アンカー・セパレータ)	合板ベニア (アンカー・インサート管溶接)	離型剤処理済合板 (アンカー締め)	アクリル板併用木材 (アンカー締め・下部支持)
	モルタル塗布厚(mm/回) 塗布回数・塗布間隔(時間)	10 ~ 15 9回(4 ~ 6時間)	20 ~ 70 2回(2 ~ 3時間)					
	補修層脱落防止方法	ステンレススを鉄筋に結束	—	φ3.2×7.5mm メッシュ筋を鉄筋溶接	—	—	—	—
	注 入 管 ビ ッ チ (mm) 空 気 抜 き 管 ビ ッ チ (mm)			0.5 0.5	0.5 0.5	1.1 0.5	0.5 0.5	0.5 0.5
	充 填 骨 材 の 種 類 (粒径) 湿 潤 状 態 充 填 方 法 充 填 率 (%)			砕 石 (13 ~ 20mm) 表 乾 入 力 52	川砂利 (10 ~ 15mm) 表 乾 入 力 40	砕 石 (5 ~ 15mm) 表 乾 入 力 55	川砂利 (5 ~ 10mm) 絶 乾 コンプレッサー —	川砂利 (10 ~ 15mm) 表 乾 入 力 60
	クラウト注入時間(方法) 注 入 圧 力 (kg/cm ²)			2時間(手動ポンプ) 0.5	15時間(電動ポンプ) 2.0	2時間(電動ポンプ) 1.5	4時間(電動ポンプ) —	2時間(電動ポンプ) 3.0
	脱型までの養生時間(方法)	15時間(自然)	18 ~ 24時間(自然)	3 日 (自 然)	60時間(自然)	28時間(自然)	3 日 (自 然)	6 日 (自 然)
小 断 面 修 復	修 復 工 法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法
	主 要 材 料 成 分 名	SBR-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	PAE-Polymer Disp.	PAE-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	HP cement-mortar
	モルタル塗布厚(mm/回) 塗布回数・塗布間隔(時間)	10 ~ 15 1 回 (—)	10 1 回 (—)	10 ~ 20 1 ~ 2回 (5時間)	10 ~ 15 1 ~ 3回 (16時間以上)	10 2 回 (6時間以上)	— 1 回 (—)	— 1 回 (—)
	補修層脱落防止方法	—	—	—	ステンレススを鉄筋に結束	—	—	—
表 面 被 覆 工 担 当 業 者 組 み 合 わ せ		A 社 I 社	B 社	C 社 H 社	D 社 G 社	E 社	F 社 F 社	J 社 F 社
主 要 材 料 成 分 名		SBR Silicone	SBR	SBR Chloro- prene	PAE アクリルゴム	PAE	ポリブタジエン エポキシI	Silicone エポキシII

表-8 旧板貝橋での施工性試験の結果(表面被覆)

材料メーカー		A 社	B 社	C 社	D 社	E 社	F 社
主要材料特性成分		SBR系・ポリマーセメントモルタル	SBR系・ポリマーセメントモルタル	SBR系・ポリマーセメントモルタル	PAE系・ポリマーセメントモルタル	PAE系・ポリマーセメントモルタル	エポキシ系塗料
素地調整	母材コンクリート 乾 湿 調 整	-----	-----	水洗い後 乾燥 (ブラシ等)	-----	-----	雨水による濡れ箇所を乾燥 (ガスバーナー)
	母材コンクリート 表 面 処 理	清掃 (ウエス・ブラシ)	-----	-----	-----	ショットブラスト機による再処理 (バキュームブラスター)	清掃 (サンダーケレン・ウエス)
表 面 被 覆 工	前 処 理	(I) 表面硬度強化およびアル カリ性回復剤 (スプレー)	(I) SBR系・シーラー (ハケ)	-----	-----	-----	(I) エポキシ・プライマー (ローラー)
		(II) 防錆剤含浸 (ハケ)	-----	-----	-----	-----	(II) エポキシ・パテ (ヘラしごき; 2種)
	中 塗 り	(III) SBR・防錆剤入ペースト (コテ)	(II) スラグ混入・SBRモルタル (ヘラ)	(I) SBRモルタル (吹き付け・コテ)	(I) PAEモルタル (ハケ)	(I) PAEモルタル (吹き付け・コテ)	(III) エポキシ塗料 (ローラー)
		(IV) SBR・防錆剤入モルタル (コテ)	(II) SBRモルタル (吹き付け)	(II) SBRモルタル (コテ)	(II) PAEモルタル (コテ)	(II) ビニロンメッシュ	(IV) エポキシ塗料 (ローラー)
		(V) SBR・防錆剤入ペースト (コテ)	(IV) SBRモルタル (吹き付け)	(III) SBRモルタル (コテ)	(IV) PAEモルタル (ハケ)	(III) PAEモルタル (吹き付け・コテ)	(V) エポキシ塗料 (ローラー)
	上 塗 り	(VI) アクリル塗料 (ハケ・ローラー)	(V, VI) アクリル塗料 (ハケ・ローラー; 2種)	-----	(V) シラン系化合物塗料 (ローラー)	(IV, V) アクリルウレタン塗料 (ハケ; 2種)	(VI, VII) ポリウレタン塗料 (ローラー; 2種)
総塗り層数 総塗り層厚		6層 6500μ	6層 2600μ	4層 11500μ	5層 6000μ	5層 2700μ	7層 450μ

材料メーカー		F 社	F 社	G 社	H 社	I 社	J 社
主要材料特性成分		エポキシ系塗料	ポリブタジエン系塗料	アクリルゴム系塗料	クロロブレンゴム系塗料	シリコン系塗料	シリコン系塗料
素地調整	母材コンクリート 乾 湿 調 整	雨水による濡れ箇所を乾燥 (ガスバーナー)	雨水による濡れ箇所を乾燥 (ガスバーナー)	-----	SBR系ラテックス希釈溶液 による全面湿潤調整 (ハケ)	-----	-----
	母材コンクリート 表 面 処 理	清掃 (サンダーケレン・ウエス)	清掃 (サンダーケレン・ウエス)	PAE系ポリマーセメントモルタル による全面下地処理 (コテ)	SBR系ポリマーセメントモルタル による全面下地処理 (コテ)	清掃 (ワイヤーブラシ・ウエス)	ひびわれ部注入 清掃 (サンダーケレン)
表 面 被 覆 工	前 処 理	(I) エポキシ・プライマー (ローラー)	(I) エポキシ・プライマー (ローラー)	(I, II) エポキシ・プライマー (ハケ・ローラー; 2種)	(I) エポキシ・プライマー (ローラー)	(I) シリコン系・プライマー (ローラー・ヘラ)	(I) 変成シラン系・プライマー (ハケ・ローラー)
		(II) エポキシ・パテ (ヘラしごき; 2種)	(II) エポキシ・パテ (ヘラしごき; 2種)	(III) PAE系モルタル (コテ)	-----	(II) シリコン系・プライマー (ローラー・ヘラ)	(II) 特殊モルタル (コテ)
	中 塗 り	(III) エポキシ塗料 (コテ・ローラー)	(III) ポリブタジエン塗料 (ローラー)	(IV) アクリルゴム塗料 (ハケ・ローラー)	(II) クロロブレンゴム塗料 (ローラー)	(III) シリコン塗料	(III) シリコン塗料
		(IV) ガラスクロス			(IV) シリコン塗料	(IV) シリコン塗料 (ハケ・ローラー)	
		(V) エポキシ塗料 (ローラー)	(IV) ポリブタジエン塗料 (ローラー)	(V) アクリルゴム塗料 (ハケ・ローラー)	(III) ビニロンシート	(V) シリコン塗料	(IV) シリコン塗料
		(VI) エポキシ塗料 (ローラー)			(IV) クロロブレンゴム塗料	(VI) シリコン塗料 (ハケ・ローラー)	
		(VII) ガラスクロス			(V) クロロブレンゴム塗料	(VII) シリコン塗料	
		(VIII) エポキシ塗料 (ローラー)			(VI) クロロブレンゴム塗料 (ローラー, ハケ; 5種)		
		(IX) エポキシ塗料 (ローラー)					
上 塗 り	総塗り層数 総塗り層厚	(X, XI) ポリウレタン塗料 (ローラー; 2種)	(V, VI) ポリウレタン塗料 (ローラー; 2種)	(VI, VII) アクリルウレタン塗料 (ハケ・ローラー; 2種)	(VII, VIII) クロロズルホン化・ポリ エチレン塗料 (ローラー; 2種)	(VIII) シリコン塗料 (ローラー・ハケ)	(V) シリコン塗料 (ハケ・ローラー)
		11層 1200μ	6層 1000μ	7層 1000μ	8層 1370μ	8層 550μ	5層 500μ

表-9 旧洞川橋での施工性試験の結果

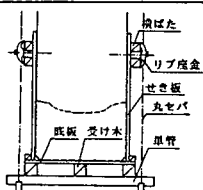
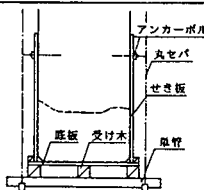
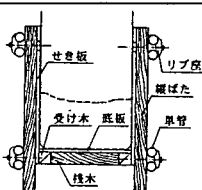
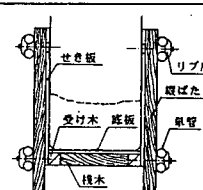
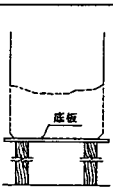
補 修 メ ー カ		K 社	F 社	D 社	A 社	
下 地 処 理	コンクリート表面	サンドブラストにより表面のよごれ・付着塩分等を除去				
	鋼 材 の 除 錆	サンドブラストにより脆弱錆層を除去				
	防 錆 処 理	ア ク リ ル 系 樹 脂	タ ー ル エ ポ キ シ 樹 脂	ア ク リ ル 系 ポ リ マ ー セ メ ン ト	S B R 系 ポ リ マ ー セ メ ン ト	
断 面 修 復	修 復 工 法	プレパクト工法	プレパクト工法	プレパクト工法	プレパクト工法	モルタル工法
	修 復 材 料	無収縮セメントグラウト	エポキシ系ポリマーセメントグラウト	アクリル系ポリマーセメントグラウト	SBR系ポリマーセメントグラウト	SBR系ポリマーセメントモルタル
	型 枠 設 置 状 況					
	型枠の固定方法	床版へアンカー支持	床版へアンカー支持	桁側面へアンカー支持	桁側面へアンカー支持	下 部 か ら 支 持
	モルタル塗布状況		鋼材周辺にモルタルをあらかじめ充てん	鋼材周辺にモルタルをあらかじめ充てん		10~15mm厚さで4~6時間おきに重ね塗り
	注 入 圧 力 (kg/cm ²)	1.0~2.0	3.0~4.0	1.5~2.0	5.0	
	注 入 管 ピ ッ チ (m)	1.0	0.5	0.6	0.6	
	注 入 管 内 径 (mm)	18	9	8	25	
	空 気 抜 き 管 ピ ッ チ (cm)	0.5	0.5	0.6	0.6	
	骨 材 の 種 類	川砂利 (10~15mm)	川砂利 (5~10mm)	川砂利 (10~15mm)	川砂利 (5~15mm)	
	〃 乾 燥 状 態	表 乾	絶 乾	表 乾	表 乾	
グ ラ ウ ト 注 入 時 間	2 時間	1.5 時間	1.5 時間	2 時間		
養 生 日 数	2 日	2 日	4 日	3 日		
桁 側 面 部	修 復 工 法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	
	修 復 材 料	早強セメントモルタル	SBR系ポリマーセメント軽量モルタル	アクリル系ポリマーセメント軽量モルタル	S B R 系 ポ リ マ ー セ メ ン ト モ ル タ ル	
表 面 被 覆	表面処理 (下塗り)	(清 掃) ・シリコン系プライマー (ローラ,ハケ) ・シリコン系パテ (ハケ,コテ)	(清 掃) ・エポキシ樹脂プライマー (ハケ,ローラ) ・エポキシ樹脂パテ (ハケ)	(清 掃) ・エポキシ樹脂プライマー (ハケ,ローラ) ・アクリル系ポリマーセメント (コテ)	(清 掃...水洗い) ・表面硬度強化及びアルカリ性回復材 (スプレー) ・S B R 系 ポ リ マ ー セ メ ン ト ペ ー ス ト (コテ)	
	中 塗 り	・シリコン系樹脂 (5層) (ローラ,ハケ)	・エポキシ樹脂 (3層) (ハケ,ローラ)	・アクリル系ポリマーセメント (ハケ,ローラ) ・シリコン系樹脂	・S B R 系 ポ リ マ ー セ メ ン ト モ ル タ ル (2層)	
	上 塗 り (トップコート)	・シリコン系樹脂 (ハケ)	・ポリウレタン樹脂 (2層) (ハケ,ローラ)	・シリコン系樹脂 (2層) (吹付け,ハケ,ローラ)	・アクリル樹脂 (ハケ,ローラ)	

表-10 旧洞川橋での断面修復材料の品質試験結果

工法		調査項目	修復メーカー				
			K社	F社	D社	A社	
桁下フランジ部	プレバクト工法	流下時間(%)		50	75	20	44
		ブリージング率(%)		0	0	0	0
		膨張率(%)		0	0	-0.5	0
		圧縮強度	グラウト	736	403	430	620
		(kg/cm ²)	プレバクト コンクリート	460	326	413	530
床版側面 桁側面	モルタル	スランプ(cm)		—	—	8.5	2.3
		圧縮強度(kg/cm ²)		638	263	268	482

2.2 室内試験

旧板貝橋で使用した材料の室内試験結果を表-11および表-12に示す。プレパクトドコンクリートに用いられた注入材の軟度(Pロート試験)は、10.5~25.7秒およびプレパクトドコンクリートの圧縮強度は240~462 kg/cm²であった。一方、モルタルの軟度(モルタルスランプ試験)は、8 cm程度および圧縮強度は99~386 kg/cm²であった。

塩分浸透深さの測定結果については、塗膜コーティング工法の場合は塩分の浸透が認められず、モルタルライニング工法の場合10 mm程度の浸透が認められたものがあった。ただし、このモルタルライニング工法を用いたものの中で、上塗り処理を施したものについては塩分の浸透が認められなかった。

表-11 旧板貝橋で使用了た材料の室内試験の結果(断面修復)

材 料 メ ー カ ー		A 社	B 社	C 社	D 社	E 社	F 社	K 社
大断面修復	修 復 工 法	モルタル工法	モルタル工法	プレバックド工法	プレバックド工法	プレバックド工法	プレバックド工法	プレバックド工法
	主 要 材 料 成 分 名	SBR-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	PAE-Polymer Disp.	PAE-Polymer Disp.	Epoxy-Polymer Disp.	non-Shrink-Cement.
	モルタルスランプ値(cm)	8.3	---					
	グラウトフロー値(P-ロート)(秒)			25.7	17.6	15.5	10.5	22.7
	モルタル圧縮強度(kg/cm ²)	38.6	98.8	38.9	50.8	34.1	43.5	40.7
	弾性係数(×10 ⁹)	1.47	0.23	1.19	1.26	1.19	0.83	1.60
	プレバックド 圧縮強度(kg/cm ²)			33.2	24.0	23.7	34.3	46.2
	コンクリート 弾性係数(×10 ⁹)			2.45	2.71	2.18	2.60	2.88
	モルタル乾燥収縮(×10 ⁻⁴)	9.0 (90 d)	12.2 (90 d)	23.2 (90 d)	20.4 (90 d)	18.9 (90 d)	33.5 (90 d)	20.0 (60 d)
	プレバックドコンクリート乾燥収縮(×10 ⁻⁴)			5.4 (90 d)	3.3 (90 d)	6.1 (90 d)	3.9 (90 d)	1.7 (60 d)
	鉄 筋 と の 付 着(kg/cm ²)	86	207	171	183	235	177	101
	コンクリート母材との付着(kg/cm ²)	母材乾燥(水平) (28日) ---	98.5 ---	11.29 5.99	6.62 16.13	6.58 ---	14.89 14.47	---
小断面修復	修 復 工 法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法	モルタル工法
	主 要 材 料 成 分 名	SBR-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	PAE-Polymer Disp.	PAE-Polymer Disp.	SBR-Polymer Disp.	HPcement-mortar
	モルタルスランプ値(cm)	同上	同上	2.5	3.0	6.9	2.4	---
	モルタル圧縮強度(kg/cm ²)	同上	同上	67.0	136	60.0	15.6	---
	弾性係数(×10 ⁹)	同上	同上	2.22	0.37	2.14	0.77	---
	モルタル乾燥収縮(×10 ⁻⁴)	同上	同上	5.2 (90 d)	26.7 (90 d)	11.9 (90 d)	3.0 (90 d)	---
	コンクリート母材との付着(kg/cm ²)	母材乾燥 同上	同上	3.06	8.06	11.54	8.87	---

表-12 旧板貝橋で使用了た材料の室内試験の結果(表面被覆)

[illegible]

2. 3 追跡調査

2. 3. 1 外観調査

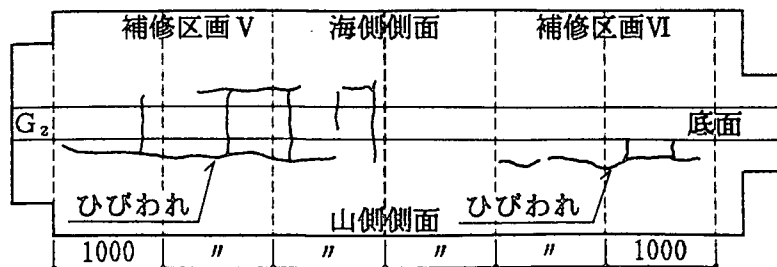
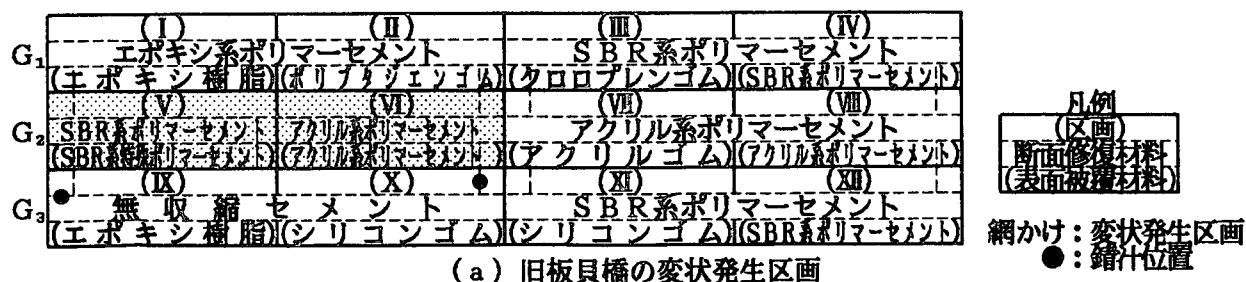
(1) 旧板貝橋

試験施工から1年および2年経過後に行った調査の結果を表-13 (表-17, 18参照) および図-9に示す。

1年経過後の調査では区画Vの主桁の底面において橋軸直角方向に500~800mmの間隔で5本程度のひびわれが確認され、2年経過後の調査ではそれらのひびわれが進行しているのが確認された。さらに、主桁両側面における断面修復部とコンクリートとの打継ぎ界面に新たなひびわれが認められた。この区画Vの補修では、表-17に示すように、1回のモルタル塗布厚さが同様のモルタル工法を用いている区画Ⅲ、Ⅳで10~15(mm/回)であったのに対して20~70(mm/回)と厚く、またモルタル塗布間隔が区画Ⅲ、Ⅳで4~6時間であったのに対して2~3時間と短くなっており、これらの要因がひびわれの発生原因になっていると考えられる。

また、区画Ⅵには1年経過後の調査では変状は認められなかったが、2年経過後の調査では、区画Vと同様に主桁の山側側面における断面修復部とコンクリートとの打継ぎ界面で、橋軸方向および橋軸直角方向のひびわれが認められた。この区画Ⅵの補修では、表-17に示すように、注入材の膨張率が、同様のプレパックド工法を用いている他の区画で0~5%であったのに対して7.5%と高く、また、プレパックドコンクリートの乾燥収縮ひずみが、他の区画で $1.7 \sim 5.4 \times 10^{-4}$ であったのに対して 6.1×10^{-4} と若干大きくなっており、これらの要因がひびわれの発生原因になっていると考えられる。

この他、2年経過後の調査では、錆汁が区画Ⅷにおいて主桁と横桁との取合い部および区画Ⅹにおいて横桁と床版との取合い部にそれぞれ1箇所確認された。



(b) 区画V、Ⅵのひびわれの状況

図-9 追跡調査時の外観の状況 (昭和62年11月)

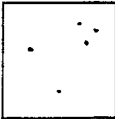
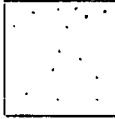
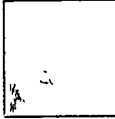
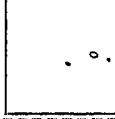
表-13 旧板貝橋の追跡調査結果 (1年経過後および2年経過後)

断面修復材料	表面被覆材料		調 査 結 果		備 考
	中塗り材料	上塗り材料	1年経過後	2年経過後	
S B R 系 ポリマーセメント (モルタル工法)	S B R 系 ポリマーセメント (モルタル工法)	アクリル樹脂	変状無し	変状無し	
S B R 系 ポリマーセメント (モルタル工法)	S B R 系 ポリマーセメント (モルタル工法)	アクリル樹脂	主桁下面および 側面に橋軸直角方 向に50~80cm の間隔でひびわれ	左記変状に加え、 主桁両側面部にコ ンクリートの打継 部に沿ったひびわ れ	図-9参照
S B R 系 ポリマーセメント (プレパックド工法)	S B R 系 ポリマーセメント (モルタル工法)	無 処 理	変状無し	変状無し	
アクリル系 ポリマーセメント (プレパックド工法)	アクリル系 ポリマーセメント (モルタル工法)	シラン系 化 合 物	変状無し	変状無し	
アクリル系 ポリマーセメント (プレパックド工法)	アクリル系 ポリマーセメント (モルタル工法)	アクリル ウレタン樹脂	変状無し	桁の山側側面部 にコンクリートの 打継部に沿ったひ びわれ	図-9参照
エポキシ系 ポリマーセメント (プレパックド工法)	エポキシ系樹脂 (I) (モルタル工法)	ポリウレタン 樹 脂	変状無し	変状無し	
無収縮セメント (プレパックド工法)	エポキシ系樹脂 (II) (モルタル工法)	ポリウレタン 樹 脂	変状無し	主桁と横桁との 取合い部に錆汁	図-9参照
エポキシ系 ポリマーセメント (プレパックド工法)	ポリブタジエン ゴ ム (モルタル工法)	ポリウレタン 樹 脂	変状無し	変状無し	
アクリル系 ポリマーセメント (プレパックド工法)	アクリルゴム (モルタル工法)	アクリル ウレタン樹脂	変状無し	変状無し	
S B R 系 ポリマーセメント (プレパックド工法)	クロロプレンゴム (モルタル工法)	ポリエチレン 樹 脂	変状無し	変状無し	
S B R 系 ポリマーセメント (プレパックド工法)	シリコン系樹脂 (モルタル工法)	シリコン系樹脂	変状無し	変状無し	
無収縮セメント (プレパックド工法)	シリコン系樹脂 (モルタル工法)	シリコン系樹脂	変状無し	床版と横桁との 取合い部に錆汁	図-9参照

(2) 土木研究所管内に暴露した供試体

表-14 (表-17, 18参照) に追跡調査の結果を示す。変状が認められた暴露供試体は、旧板貝橋での試験施工区画Ⅲ、ⅥおよびⅦの表面被覆材料を用いたもので、それらの変状は気泡、水泡などのふくれや微細なひびわれであった。なお、シリコン系の上塗りを施した供試体には、よごれが多く認められた。

表-14 暴露供試体の追跡調査結果 (60年度作製、2年間暴露)

工 法	表 面 被 覆 材 料	中 塗 り 材 料	上 塗 り 材 料	調 査 結 果	備 考
モルタル ライニング	S B R 系 ポリマーセメント	アクリル系樹脂	変状無し		
モルタル ライニング	S B R 系 ポリマーセメント	アクリル系樹脂	変状無し		
モルタル ライニング	S B R 系 ポリマーセメント	無処理	変状無し		
モルタル ライニング	アクリル系 ポリマーセメント	シラン系化合物	変状無し		
モルタル ライニング	アクリル系 ポリマーセメント	アクリル ウレタン樹脂	φ3~6mmのふ くれが数多く見 られた		つぶすと 中から水が 出てきた
塗 膜 コーティング	エポキシ系樹脂	ポリウレタン 樹 脂	変状無し		
塗 膜 コーティング	ポリブタジエン ゴ ム	ポリウレタン 樹 脂	ピンホールが 数多く見られた		
塗 膜 コーティング	アクリルゴム	アクリル ウレタン樹脂	隅に集中したひ びわれが数箇所見 られた		
塗 膜 コーティング	クロロプレン ゴ ム	クロロスルホン化 ポリエチレン樹脂	φ2~10mmの ふくれが数箇所見 られた		
塗 膜 コーティング	シリコン系樹脂	シリコン系樹脂	変状は無いが よごれが目立った		
塗 膜 コーティング	シリコン系樹脂	シリコン系樹脂	変状は無いが よごれが目立った		

(3) 旧洞川橋

試験施工から1年経過後に行った調査の状況を表-15 (表-17, 18参照) および図-10に示す。

区画iiの主桁G₂には、上塗り処理の有無に関係なく不規則な薄層のひびわれが底面と両側面に、上塗り層のはがれが海側側面の一部に認められた。また、区画iiiの主桁G₄には、上塗りを施していない底面および山側側面を中心に上塗りの下地処理として施した薄層のセメントペーストにひびわれが認められた。

区画iiのひびわれについては、アクリル系ポリマーセメントペーストの中塗り層が1回塗りで、塗布厚さが400μと薄いことがその原因として考えられる。一方、区画iiiのひびわれおよびはくりについては、ポリマーセメントモルタルで中塗り完了後、上塗りの前処理として施した薄層のポリマーセメントペーストに上塗り処理を施しておらず、周囲の環境の変化を直接受けたことがその原因として考えられる。

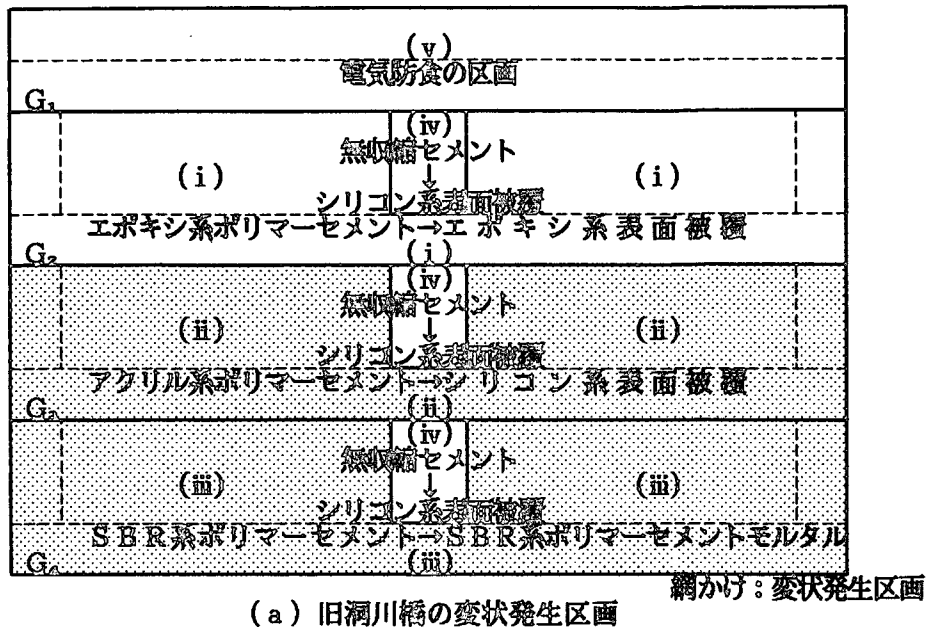
表-15 追跡調査時の外観の状況 (昭和62年11月)

施工区分	断面修復材料	表面被覆材料		調査結果	備考
		中塗り材料	上塗り材料		
i	エポキシ系 ポリマーセメント (G ₂) (プレパックド工法)	エポキシ系 ポリマーセメント (塗膜コーティング)	ポリウレタン樹脂	変状無し	
ii	アクリル系 ポリマーセメント (G ₃) (プレパックド工法)	アクリル系 ポリマーセメント シリコン系樹脂 (塗膜コーティング)	シリコン系樹脂	・主桁両側面および下面 のひびわれ ・床版および主桁下面の はがれ	図-10参照
iii	SBR系 ポリマーセメント (G ₄) (プレパックド工法) (モルタル工法)	SBR系 ポリマーセメント (モルタルライニング)	アクリル樹脂	・上塗り無処理の主桁の 山側側面および下面の ひびわれ	図-10参照
iv	無収縮セメント (横桁) (プレパックド工法)	シリコン系樹脂 (塗膜コーティング)	シリコン系樹脂	変状無し	

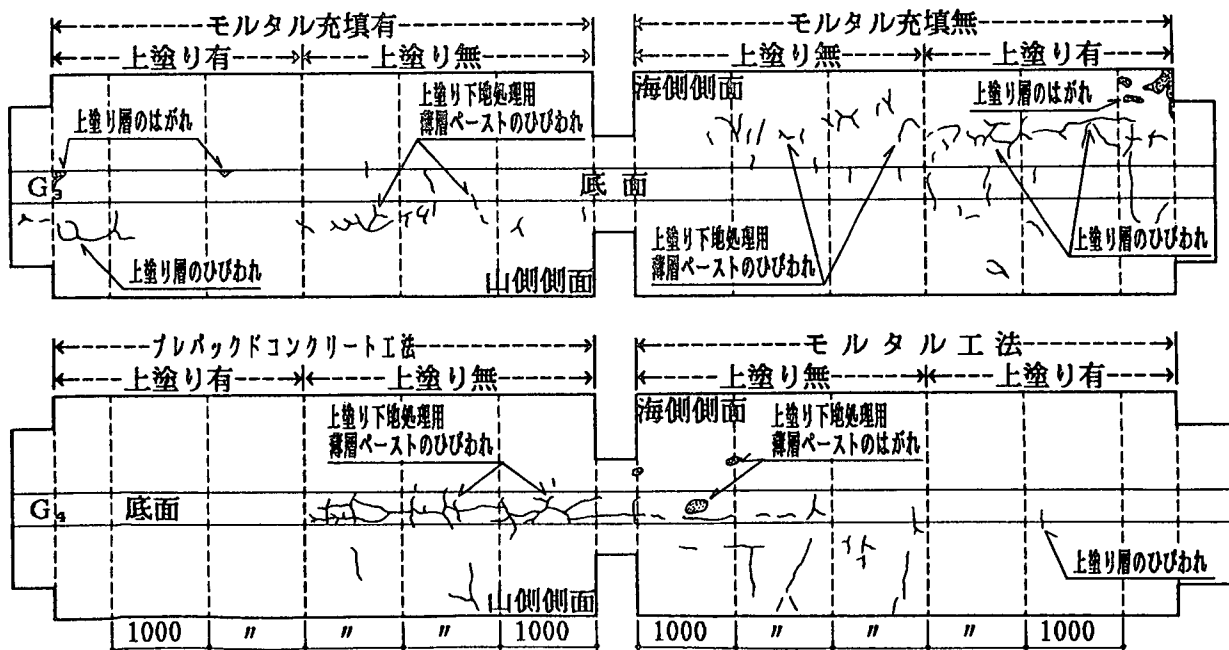
(4) 暴露ステーションおよび洞川橋に暴露した供試体

暴露ステーションに1年程度暴露した供試体および新洞川橋に暴露した供試体の状況を表-16 (表-17, 18参照) に示す。

変状が認められた供試体は、旧洞川橋の区画iiiに用いた材料のみであった。それらの変状はひびわれと上塗り層のはがれであった。



(a) 旧洞川橋の変状発生区画



(b) 区画 ii, iii のひびわれ、はくりの状況

図-10 追跡調査時の外観の状況 (昭和62年11月)

表-16 暴露供試体の追跡調査結果(61年度作製、1年間暴露)

断面修復材料	表面被覆材料		調 査 結 果		備 考
	中塗り材料	上塗り材料	暴露ステーション	洞川橋点検足場	
S B R 系 ポリマーセメント	S B R 系 ポリマーセメント (モルタルインゴ工法)	アクリル樹脂	変状無し	変状無し	旧洞川橋 に使用
S B R 系 ポリマーセメント	S B R 系 ポリマーセメント (モルタルインゴ工法)	ポリウレタン 樹脂	変状無し	—	
S B R 系 ポリマーセメント	S B R 系 ポリマーセメント (モルタルインゴ工法)	アクリル樹脂	変状無し	—	
アクリル系 ポリマーセメント	・アクリル系 ポリマーセメント ・シリコン系樹脂 (塗膜コーティング工法)	シリコン系樹脂	供試体番号7番の 中央に、鉄筋に そったひびわれ が1本見られた	上塗りのはがれ が著しい (2体中2体)	旧洞川橋 に使用
アクリル系 ポリマーセメント	アクリル系 ポリマーセメント (モルタルインゴ工法)	ポリウレタン 樹脂	変状無し	—	
エポキシ系 ポリマーセメント	エポキシ系樹脂 (塗膜コーティング工法)	ポリウレタン 樹脂	変状無し	変状無し	旧洞川橋 に使用
エポキシ系 ポリマーセメント	ポリブタジエン ゴム (塗膜コーティング工法)	ポリウレタン 樹脂	変状無し	—	
アクリル系 ポリマーセメント	アクリルゴム (塗膜コーティング工法)	アクリル ウレタン樹脂	変状無し	—	
S B R 系 ポリマーセメント	クロロプレンゴム (塗膜コーティング工法)	ポリエチレン 樹脂	変状無し	—	
無収縮セメント	シリコン系樹脂 (塗膜コーティング工法)	シリコン系樹脂	変状無し	変状無し	旧洞川橋 に使用
無収縮セメント	シリコン系樹脂 (塗膜コーティング工法)	シリコン系樹脂	変状無し	—	
無収縮セメント	柔軟性エポキシ 樹脂 (塗膜コーティング工法)	フッソ系樹脂	変状無し	—	

注) — は調査の対象外の材料を示す。

表-17 施工方法と外観調査結果 (旧板貝橋、旧河川橋)

断面修復					表面被覆					変状 (有・無)			備考	
会社 記号	工 法	プレキャストコンクリート工法		モルタル工法 (新下面)		会社 記号	工 法	塗膜コーティング工法		モルタルライニング工法		旧板貝橋		旧河川橋
		A: 注入・空気抜き間隔 (cm) B: 骨材状況 C: 流下時間 (秒)	D: プリージン (%) E: 膨張率 (%) F: 圧縮強度 (kg/cm ²)	A: 塗布厚さ (mm/回) B: 塗布間隔 (時間) C: スランプ (cm)・凝 (kg/d)	A: 塗布厚さ (mm/回) B: 塗布間隔 (時間) C: スランプ (cm)・凝 (kg/d)			A: 中塗り (材料・回数) B: 上塗り (材料・回数) C: 総厚さ (μ)	A: 中塗り (材料・回数) B: 上塗り (材料・回数) C: 総厚さ (μ)	1年目	2年目	1年目		
(区画)														
A	モルタル工法 プレキャスト コンクリート工法	A: 60, 60 B: 表乾、川砂利 (5~15mm) C: 44	D: 0 E: 0 F: 530	A: 10~15 B: 4~6 C: 3, 482	A: 10~15, 1回 B: --- C: 6.5, 414	A	モルタルライニング		A: SBRポリマーセメント 3回 B: アクリル樹脂 1回 C: 6500			---	有 (iii)	工 法: プレ・モル 上 塗 り: 有・無
A	モルタル工法			A: 10~15 B: 4~6 C: 3, 460	A: 10~15, 1回 B: --- C: 6.5, 414	A	モルタルライニング		A: SBRポリマーセメント 3回 B: アクリル樹脂 1回 C: 6500	無	無	---		
B	モルタル工法			A: 20~70 B: 2~3 C: 3, 305	A: 10, 1回 B: --- C: 6.5, ---	B	モルタルライニング		A: SBRポリマーセメント 3回 B: アクリル樹脂 2回 C: 2600	有	有	---		
C	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 50 B: 表乾、砕石 (13~20mm) C: 24	D: 0 E: 2.2 F: 368		A: 10~20, 1~2回 B: 5時間以上 C: 4, 575	C	モルタルライニング		A: SBRポリマーセメント 3回 B: 無処理 C: 11500	無	無	---		
D	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 60 B: 表乾、川砂利 (10~15mm) C: 28	D: 0 E: -0.7 F: 413		A: 10~15, 1~3回 B: 16時間以上 C: 2.1, 220	D	モルタルライニング		A: アクリルポリマーセメント 4回 B: シラン系樹脂 1回 C: 6000	無	無	---		
D	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 60 B: 表乾、川砂利 (10~15mm) C: 28	D: 0 E: -0.7 F: 413		A: 10~15, 1~3回 B: 16時間以上 C: 2.1, 220	D	塗膜コーティング	A: アクリルポリマーセメント 1回 A, B: シリコン系樹脂 2回 C: 1500		---	---	有 (ii)	防 錆: 有・無 上 塗 り: 有・無	
E	プレキャスト コンクリート工法	A: 110, 50 B: 表乾、砕石 (5~15mm) C: 14	D: 0 E: 7.5 F: 340		A: 10, 2回 B: 6時間以上 C: 4.7, 683	E	モルタルライニング		A: アクリルポリマーセメント 3回 B: アクリル樹脂 2回 C: 2700	無	有	---		コンクリートの腐食深度 : 6.1×10 ⁻⁴ (3ヶ月) の値 (1.7~5.4 ×10 ⁻⁴)
K	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 50 B: 表乾、川砂利 (10~15mm) C: 35	D: 0 E: 5 F: 505		A: ---, 1回 B: --- C: 0.3, 825	F	塗膜コーティング	A: エポキシ樹脂 7回 (ガラスクロス) B: ポリウレタン樹脂 2回 C: 1200		無	無	---		
F	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 50 B: 表乾、川砂利 (50~10mm) C: 75	D: 0 E: 0 F: 271		A: ---, 1回 B: --- C: 2.4, 234	F	塗膜コーティング	A: エポキシ樹脂 3回 B: ポリウレタン樹脂 2回 C: 450		無	有	---	一ヶ所錆汁あり	
F	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 50 B: 表乾、川砂利 (50~10mm) C: 75	D: 0 E: 0 F: 271		A: ---, 1回 B: --- C: 2.4, 234	F	塗膜コーティング	A: ポリブタジエンゴム 2回 B: ポリウレタン樹脂 2回 C: 1000		無	無	---		
D	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 60 B: 表乾、川砂利 (10~15mm) C: 28	D: 0 E: -0.7 F: 413		A: 10~15, 1~3回 B: 16時間以上 C: 2.1, 220	G	塗膜コーティング	A: アクリル系 2回 B: アクリル樹脂 2回 C: 1000		無	無	---		
C	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 50 B: 表乾、砕石 (13~20mm) C: 24	D: 0 E: 2.2 F: 368		A: 10~20, 1~2回 B: 5時間以上 C: 4, 575	H	塗膜コーティング	A: クロム酸系 (ビニール) 5回 B: ポリエチレン樹脂 2回 C: 1370		無	無	---		
A	モルタル工法			A: 10~15 B: 4~6 C: 3, 460	A: 10~15, 1回 B: --- C: 6.5, 414	I	塗膜コーティング	A: シリコン樹脂 5回 B: シリコン樹脂 1回 C: 550		無	無	---		
K	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 50 B: 表乾、川砂利 (10~15mm) C: 35	D: 0 E: 5 F: 505		A: ---, 1回 B: --- C: 0.3, 825	J	塗膜コーティング	A: シリコン樹脂 2回 B: シリコン樹脂 1回 C: 500		無	有	---	一ヶ所錆汁あり	
K						L	塗膜コーティング	A: フッ素樹脂 3回 B: フッ素樹脂 1回 C: 120		---	---	---	61年度暴露供試体 のみ作製	
K	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 50 B: 表乾、川砂利 (10~15mm) C: 35	D: 0 E: 5 F: 505		A: ---, 1回 B: --- C: ---, 638	I	塗膜コーティング	A: シリコン樹脂 5回 B: シリコン樹脂 1回 C: 550		---	---	無 (iv)	モルタル: 有・無 塗 膜: 有・無/2	
F	プレキャスト コンクリート工法	A: 50, 50 B: 表乾、川砂利 (50~10mm) C: 75	D: 0 E: 0 F: 326		A: ---, 1回 B: --- C: ---, 263	F	塗膜コーティング	A: エポキシ樹脂 3回 B: ポリウレタン樹脂 2回 C: 450		---	---	無 (i)	防 錆: 有・無 モルタル: 有・無	

表一18 使用材料と外観調査結果（旧板貝橋、旧洞川橋および暴露供試体）

断面修復材料	表面被覆材料		追跡調査時の外観状況				備考	
	中塗り材料	上塗り材料	旧板貝橋（昭和60年10月補修） 暴露供試体（62年12月調査）旧板貝橋（61,62年11月調査）	旧洞川橋（昭和61年10月補修） 暴露供試体（63年1月調査）旧洞川橋（62年11月調査）	暴露供試体（63年1月調査）旧洞川橋（62年11月調査）	暴露供試体（63年1月調査）旧洞川橋（62年11月調査）	施工会社 断面：被覆	考
SBR系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法） （モルタル工法）	SBR系ポリマーセメント （モルタルライニング工法）	アクリル樹脂	-----	-----	変状無し	上塗り無処理の区画の桁 山側側面、下面にひびわ れ発生	A	A
SBR系ポリマーセメント （モルタル工法）	SBR系ポリマーセメント （モルタルライニング工法）	アクリル樹脂	変状無し	変状無し	-----	-----	A	A
SBR系ポリマーセメント （モルタル工法）	SBR系ポリマーセメント （モルタルライニング工法）	アクリルウレタン樹脂	変状無し	1年目は桁下面、両側面に縦筋方向と 直角に、2年目はコンクリート打継 部にひびわれ発生	変状無し	-----	B	B
SBR系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法）	SBR系ポリマーセメント （モルタルライニング工法）	アクリル樹脂	変状無し	変状無し	変状無し	-----	C	C
アクリル系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法）	アクリル系ポリマーセメント （モルタルライニング工法）	シラン系化合物	変状無し	変状無し	-----	-----	D	D
アクリル系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法）	アクリル系ポリマーセメント シリコン系樹脂 （重層コーティング工法）	シリコン系樹脂	-----	-----	1供試体の中央にひびわれ発生 （大井川）	桁両側面、下面にひびわれ発生 床版、桁下面に1部はひびわれ発生 （洞川橋）	D	D
アクリル系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法）	アクリル系ポリマーセメント （モルタルライニング工法）	ポリウレタン樹脂	φ3-6mmのふくれが数多く 見られた（つぎと本橋）	2年目にコンクリート打継 部にそったひびわれ発生	変状無し	-----	E	E
無収縮セメント （プレバッドコンクリート工法）	エポキシ系樹脂 （重層コーティング工法）	ポリウレタン樹脂	変状無し	2年目に主桁と横桁との取 合い部に1箇所錆汁発生	-----	-----	K	F
エポキシ系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法）	エポキシ系樹脂 （ガラスクロス入り） （重層コーティング工法）	ポリウレタン樹脂	-----	変状無し	-----	-----	F	F
エポキシ系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法）	ポリブタジエンゴム （重層コーティング工法）	ポリウレタン樹脂	ピンホールが数多く見ら れた	変状無し	変状無し	-----	F	F
アクリル系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法）	アクリルゴム （重層コーティング工法）	アクリルウレタン樹脂	隅に集中したひびわれが 数箇所見られた	変状無し	変状無し	-----	D	G
SBR系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法）	クロロブレンゴム （重層コーティング工法）	ポリエチレン樹脂	φ2-10mmのふくれが数箇 所見られた	変状無し	変状無し	-----	C	H
SBR系ポリマーセメント （モルタル工法）	シリコン系樹脂 （重層コーティング工法）	シリコン系樹脂	変状は無いがよごれが 目立った	変状無し	-----	-----	A	I
無収縮セメント （プレバッドコンクリート工法）	シリコン系樹脂 （重層コーティング工法）	シリコン系樹脂	変状は無いがよごれが 目立った	2年目に床版と横桁との取 合部に1箇所錆汁が発生	変状無し	-----	K	J
無収縮セメント （プレバッドコンクリート工法）	柔軟性エポキシ樹脂 （重層コーティング工法）	フッ素系樹脂	-----	-----	変状無し	-----	K	L
無収縮セメント （プレバッドコンクリート工法）	シリコン系樹脂 （重層コーティング工法）	シリコン系樹脂	-----	-----	変状無し	変状無し	K	I
エポキシ系ポリマーセメント （プレバッドコンクリート工法）	エポキシ系樹脂 （重層コーティング工法）	ポリウレタン樹脂	-----	-----	変状無し	変状無し	F	F

2. 3. 2 浸透塩分量調査

図-11に分析試料の採取位置を、表-19に試料採取の方法を、また、図-12に各試料の浸透塩分量の分析結果を示す。

試料Aは、旧板貝橋の海側側面（主桁G₁）より表面被覆をはぎ取って採取したもので、その塩分量は0.6 kg/m²（塩素イオン重量）であった。試料Bは、旧洞川橋の海側側面（主桁G₂）の表面被覆面から直接採取したもので、その塩分量は0.2 kg/m²（塩素イオン重量）であった。補修後1年程度で同様な環境条件に位置し、表面被覆を施していない橋梁の表層部より採取した試料の塩分量が約5 kg/m²（塩素イオン重量）であった¹⁾の

に比べ、これらの値は極めて小さな値であった。補修後1年程度経過した旧洞川橋の海側側面（主桁G₃）より採取した試料Cおよび試料Dに含まれる塩分量は、それぞれ2.7 kg/m²（塩素イオン重量）および8.4 kg/m²（塩素イオン重量）と高い値であった。また、上塗りを施していない中塗りのモルタル層より採取した試料Eに含まれる塩分量は5.1 kg/m²（塩素イオン重量）であった。このように上塗りをはがれた場合や上塗り処理を施していない場合には、それぞれ補修後1年程度であっても塩分が外部より浸透することが理解された。

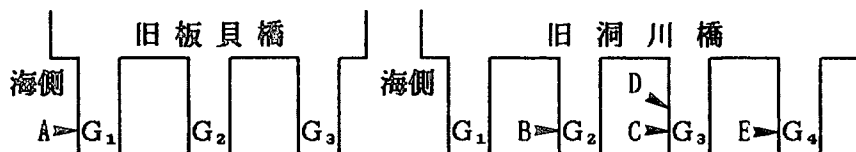


図-11 分析用試料の採取位置

表-19 試料採取方法

試料記号	A	B	C	D	E
年数	2	1	1	1	1
被覆工法	塗膜コーティング	塗膜コーティング	塗膜コーティング	塗膜コーティング	モルタルライニング
試料	被覆を剥いで採取	被覆面より採取	被覆面より採取	上塗りの剥がれ面	上塗り無処理の面
採取方法					

表面被覆材 断面修復材

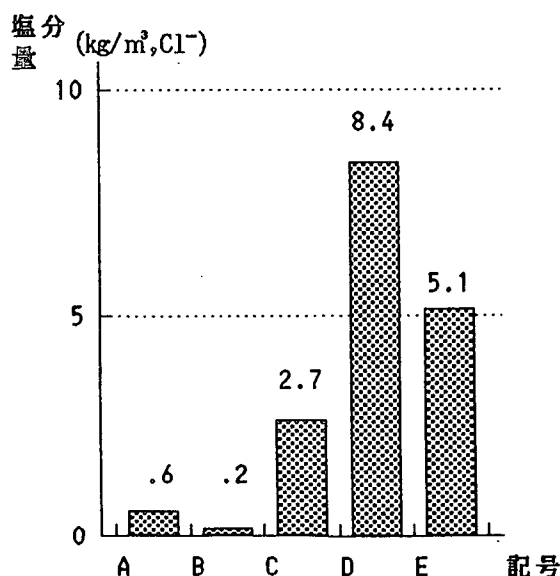


図-12 各試料の浸透塩分量

1) (財) 国土開発技術開発センター：コンクリートの耐久性向上技術の開発に関する報告書、

1. 土木構造物に関する研究成果、1. 1 飛来塩分量調査、昭和63年3月、pp.39~50

2. 3. 3 超音波伝播速度

旧板貝橋および旧洞川橋の超音波伝播速度の測定結果を表-20に示す。また、図-13に変状が認められた旧板貝橋の補修区画V、VIにおける超音波伝播速度の分布を示す。

図-13において補修区画V、VIにおける補修後2年経過後の超音波伝播速度は、補修後1か月の結果に比べそれぞれ3811m/sから2982m/s、4021m/sから3736m/sと低下している。特に区画Vにおける超音波伝播速度の低下は著しく、その分布もばらついていることがわかる。

なお、旧板貝橋で変状が認められた補修区画Ⅸ、Ⅹおよび旧洞川橋で変状が認められた補修区画ii、iiiについては、超音波伝播速度の低下は認められなかった。

表-20 補修後の超音波伝播速度

旧 洞 川 橋			旧 板 貝 橋			
区画	経過1か月	経過1年	区画	経過1か月	経過1年	経過2年
i n=20	3946 84	3989 79	I, II n=12	3928 62	3890 66	3910 68
ii n=20	3998 310	4138 232	III, IV n=12	4193 147	4108 97	4169 120
iii n=20	4415 105	4401 110	V n=12	3811 77	— —	2982 548
iv n=27	4096 179	4148 176	VI n=12	4021 75	3902 81	3736 145
上段：伝播速度 (m/s)			VII, VIII n=12	4155 119	4106 134	4066 145
下段：標準偏差 (m/s)			IX, X n=12	4187 58	4106 111	4109 61
			XI, XII n=12	4123 99	4007 73	3960 118

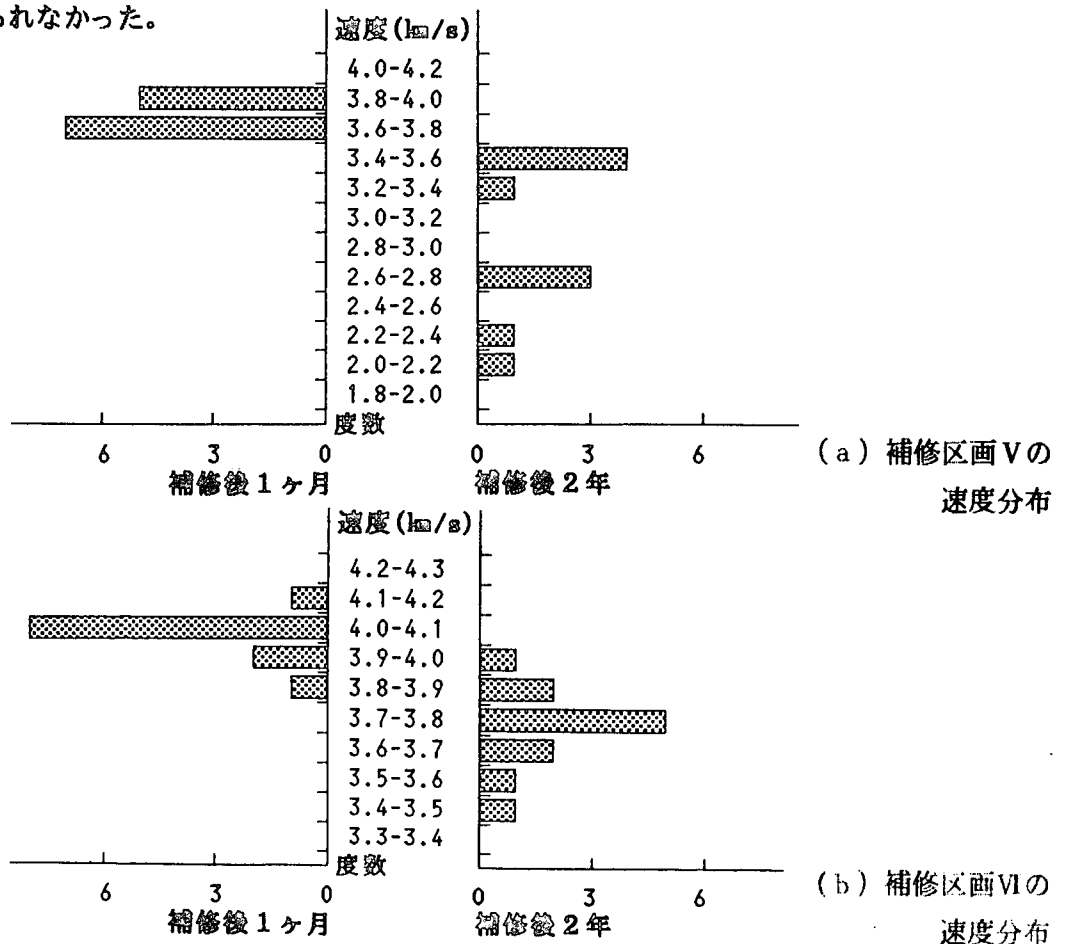


図-13 超音波伝播速度の分布

3. まとめ

昭和60年度から昭和62年度の3ヶ年にわたり、旧板貝橋と旧洞川橋の2つのコンクリート橋を対象として、試験施工、各種の材料試験および追跡調査を実施した。ここに得られた結果をまとめると次のとおりである。

(1) 断面修復について

- ・プレパックド工法は一般に比較的大きな断面の修復に適用されるのに対し、モルタル工法は比較的小さな断面に適用されることが確認された。

- ・断面修復材料の品質および性状が、SBR系ポリマーセメント、アクリル系ポリマーセメント、エポキシ系ポリマーセメントおよび無収縮セメント等の分類によって異なるだけでなく、同じ分類に属する材料でもメーカーによって異なることが確認された。

- ・追跡調査の結果より、モルタル工法を用いて断面を修復する場合、その補修する断面の大きさやモルタルの塗布厚さおよび塗布間隔に注意する必要があることが確認された。

- ・追跡調査の結果より、プレパックド工法を用いて断面を修復する場合は、注入材の膨張率や硬化したコンクリートの体積変化率について特に注意する必要があることが確認された。

(2) 表面被覆について

- ・塗膜コーティング工法では、その主材料にエポキシ系樹脂、シリコン系樹脂、ポリブタジエンゴム、クロロプレンゴム、アクリルゴムが用いられ、モルタルライニング工法では、その主材料にSBR系ポリマーセメント、アクリル系ポリマーセメントが一般に用いられていることが確認された。

- ・表面被覆は外部から浸透する塩分を遮断する効果を有しているが、環境の厳しい条件下では完全には塩分の浸透を防止できないことが明らかとなった。

- ・表面被覆の材料および工法の違いにより塩分を遮断する効果に差があることが確認された。

- ・モルタルライニング工法の場合は、中塗りのモルタルが乾湿の繰返し等の影響を受け易いので上塗りを施す必要があることが確認された。

あとがき

ここでは補修後あるいは暴露後の経過年数が短いこともあって、本試験の目的の一つである施工程度の違いや材料の違いと効果の関係について報告することができなかった。この点については今後追跡調査を実施し、確認する予定である。

最後に、本調査の実施にあたり北陸地方建設局および新潟県の関係各位に御協力を頂いた。ここに感謝する次第である。

添付資料

塩害を受けた土木構造物の補修指針（案）

取扱注意

- ・ 本指針（案）の内容は、昭和63年8月時点のものであり最終的なものでない。
- ・ 本指針（案）の内容は、建設省土木研究所およびプレストレストコンクリート建設業協会の了解なく公表してはならない。

昭和63年8月

まえがき

沿岸地域のコンクリート構造物の中には、建設後早期に鋼材の腐食に伴う錆汁、コンクリートのひびわれやはくりを生じているものがある。このような劣化損傷は、一般に塩害による劣化損傷と呼ばれており、波しぶきや潮風の影響によってコンクリート表面に付着した塩分が、コンクリート内部に浸透、蓄積することによって生じることが明らかになっている。

この塩害による劣化損傷は、乾燥収縮ひびわれに代表されるような従来のコンクリート構造物の劣化損傷と異なって、ひとたび発生するとその進行がかなり早い。また、その補修では従来の土木工事であまり使用されていない材料を用いる場合が多い。

この指針（案）は、このような塩害の特殊性を考慮して作成したもので、個々の規定は、主として昭和60年度から昭和62年度の3か年にわたって実施された建設省総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」における成果に基づいて設けられたものである。

なお、この指針（案）は、波しぶきや潮風の影響を受けているコンクリート構造物全般の点検、補修、劣化防止および追跡点検を行う際に共通すると考えられる事項について取りまとめたものである。したがって、実際に個々のコンクリート構造物に対して、点検や補修等を行うにあたっては、この指針（案）を参考として、それぞれの設計・施工条件に応じた検討を加えることが必要である。

昭和63年8月

コンクリートの耐久性向上技術検討委員会
塩害に関する分科会

目 次

まえがき

1 章	総 則	1
1. 1	適用範囲	1
1. 2	用語の定義	2
2 章	点 検	3
2. 1	一般	3
2. 2	点検方法	4
3 章	補修および劣化防止の必要性の判定	6
3. 1	判定の基本	6
3. 2	損傷度の判定	6
4 章	補修および劣化防止	8
4. 1	一般	8
4. 2	事前調査	8
4. 3	工法および材料の選定	9
4. 3. 1	工法の選定	9
4. 3. 2	材料の選定	11
4. 4	施工	14
4. 4. 1	施工の基本	14
4. 4. 2	断面修復	15
4. 4. 3	コンクリート表面被覆	18
4. 4. 4	記録	20
5 章	追跡点検	21
5. 1	一般	21
5. 2	追跡点検方法	21

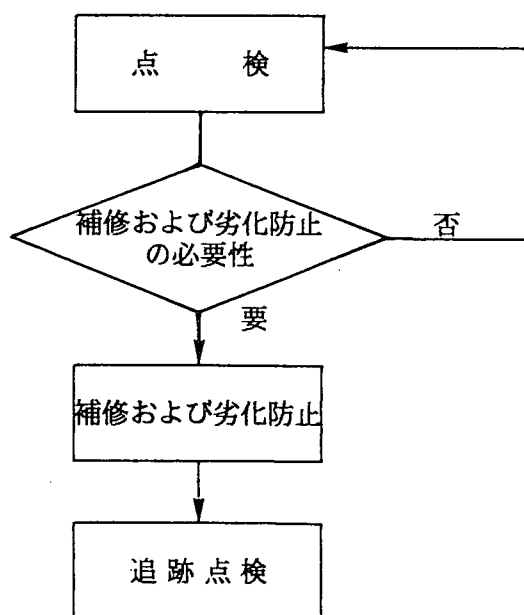
1 章 総 則

1. 1 適用範囲

この指針（案）は、土木構造物のうち、波しぶきや潮風の影響を受けている既設コンクリート構造物（無筋コンクリート構造物は除く）の点検、補修、劣化防止および追跡点検を行う場合に適用する。

図一解 1.1.1に、この指針（案）の作成において基本とした既設コンクリート構造物の一般的な塩害対策手順を示す。この指針（案）は、波しぶきや潮風の影響が厳しい沿岸地域に位置し、塩害によって劣化損傷を生じるおそれのある構造物および劣化損傷を生じた構造物に対する点検、補修、劣化防止および追跡点検に関する事項を取り扱っている。したがって、鋼材の腐食が著しい場合やそれに伴って大きな曲げひびわれ等が発生している場合は、この指針（案）で示す補修対策に加えて、新たな鉄筋の追加やアウトケーブルの使用等による補強対策について別途検討する必要がある。

なお、塩害による劣化損傷は、海砂、その他コンクリート材料に含まれる塩分や塩化カルシウム等の凍結防止剤散布の影響によって生じることもある。その際には塩分の浸入機構等を十分把握したうえで、この指針（案）を準用して適切な補修対策を講じるのがよい。



図一解 1.1.1 既設コンクリート構造物の一般的な塩害対策手順

1. 2 用語の定義

(1) 補修

劣化損傷を生じたコンクリート構造物に対して、コンクリートの劣化損傷部の修復を行い、鋼材の腐食の進行を抑制する対策を講じることをいう。

(2) 劣化防止

塩害による劣化損傷を生じるおそれのある構造物に対して、コンクリート中への塩分の浸入を抑止する対策を講じることをいう。

2 章 点 検

2.1 一 般

点検は、波しぶきや潮風の影響を受けているコンクリート構造物の状態を的確に把握できるように行うものとする。

塩害によって劣化損傷が生じた場合には、なるべく早めに適切な対策を講じることが大切である。これは対策が遅れた場合には補修に要する費用や労力が大きくなるばかりでなく、補修効果も得られにくくなるためである。したがって、沿岸地域に存するコンクリート構造物に対しては、塩害による劣化損傷もしくはその兆候を見逃がさないようにきめ細かな点検を行うことが必要である。特に、波しぶきを直接かぶっている構造物や潮風が強く飛来塩が多い場所に位置している構造物に対しては、入念に点検することが必要である。

2. 2 点検方法

- (1) 点検は、構造物の外観を目視により行うのを標準とする。
- (2) 点検は、2年に1度程度の頻度で行うのが望ましい。
- (3) 点検により得られた結果は、劣化損傷の程度がほぼ同様な区間ごとに記録するのが望ましい。

- (1) コンクリート構造物の塩害による劣化損傷の代表的なものは、錆汁、鋼材に沿ったひびわれおよびコンクリートのはくりやはく落である。これらの劣化損傷は一般に床版の下面やはり部材の下フランジの側面部および隅角部に多く発生している。したがって、点検にあたっては、これらの位置に注意して錆汁、ひびわれ、はくりおよびはく落等の変状の有無を確認することが望ましい。

なお、構造物に接近可能な場合には、たたき調査を行い、外観のみで判定しにくいのはくり等の変状の有無を確認するのがよい。

- (2) 塩害による劣化損傷は、ひとたび発生すると比較的早く進行する。このため、塩害によって劣化損傷を生じるおそれがある構造物に対しては、少なくとも2年に1度程度の頻度で点検を行うのがよい。なお、新設構造物については、設計・施工時に想定できなかったことが原因となって塩害による劣化損傷が早期に生じることがあるので、なるべく早めに最初の点検を実施するのがよい。

- (3) 塩害により劣化損傷を生じたコンクリート構造物に対しては、その劣化損傷の程度あるいは形態に応じた方法を用いて補修することが必要となる。したがって、ここでは補修方法の選定等に点検結果が利用できるように、点検により得られる結果はほぼ劣化損傷の程度が同様な区間ごとに記録するのが望ましいとした（様式-1 参考）。

		機 関 名	
構 造 物 名		点 検 位 置	
竣 工 年 月 日		点 検 方 法	
点 検 年 月 日		点 検 員	
点検結果			
変 状 項 目	有・無	位 置 と 程 度	
ひ び わ れ			
錆 汁			
はくり・はく落			
鋼 材 露 出			
変 色			
遊 離 石 灰			
豆 板			
特記事項			
損 傷 度		今後の対応	

3 章 補修および劣化防止の必要性の判定

3.1 判定の基本

補修および劣化防止の必要性は、点検結果に基づく損傷度、環境条件、供用年数等を考慮して判定するものとする。

3.2 損傷度の判定

- (1) 構造物の損傷度は、点検により得られた結果に基づき判定するものとする。
- (2) 損傷度の区分は、表－3.2.1を標準とする。

表－3.2.1 損傷度の区分

損 傷 状 況	損 傷 度
鋼材の露出や破断、またはコンクリートの断面欠損が認められる場合	I
ひびわれ、錆汁、はくり、あるいははく落が連続的に認められる場合	II
ひびわれ、錆汁、あるいははくりが部分的に認められる場合	III
ごく軽微なひびわれや、錆汁が認められる場合	IV
損傷が認められない場合	無

(1) 構造物の損傷度を的確に判断するためには、外観調査に加えて、はつり調査、塩分量調査、自然電位差分布調査、超音波伝播速度調査等を行うことが望ましい。しかし、これらの調査の実施にあたっては、特別な器具や装置を用いたり、あるいは足場等を設けなければならないことが多い。このため、ここでは目視による点検の結果に基づいて、構造物の損傷度を判定することとした。

(2) 損傷度を損傷状況に応じてⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、無の5段階に区分した。

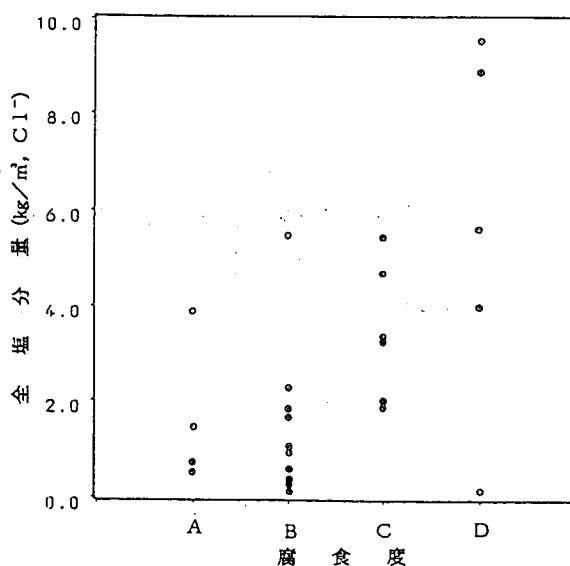
損傷度Ⅰは損傷が著しく外面に現れているもので、交通の安全確保または第三者に対し支障となっているか、もしくはそのおそれのある場合で、緊急に補修が必要な損傷状況である。このような場合には、補修対策に加えて新たな鉄筋の追加やアウトケーブルの使用等による補強対策についての検討が一般に必要となる。

損傷度Ⅱは損傷度Ⅰほど損傷が著しくないが、錆汁やコンクリートのひびわれ、はくり、はく落がかなり認められる場合で、補修が必要な損傷状況である。

損傷度Ⅲは一般に補修の要否を判断しにくい場合であり、ひびわれ幅が小さく、錆汁およびコンクリートのはくりが部分的な場合である。

損傷度Ⅳは、コンクリート表面にスぺーサ等の点錆が部分的に認められ、引き続き調査が必要となるような損傷状況である。ただし、竣工後早期に点錆等が認められる場合は、補修の要否について検討する必要がある。

なお、損傷度Ⅲにおける補修の要否については、塩分量調査およびたたき調査を実施するとともに、構造物の経過年数およびコンクリートの施工状況等を考えあわせて検討するのがよい。その場合、鋼材位置での含有塩分量が 2.5 kg/m^3 (C17重量, 全塩分量) 程度以上であれば、補修を行うのが望ましい(図一解 3.2.1 参照)。また、可能な場合には自然電位差分布調査も行い、その要否の判定の精度を高めておくのがよい(本報告書第2章Ⅰ, 2.4「自然電位測定によるコンクリート中の鋼材の腐食診断方法(案)」参照)。



腐食度	判定基準
A	腐食無し
B	ごく表面的な腐食
C	浅い孔食など断面欠損の軽微な腐食
D	断面欠損が著しい腐食

対象構造物：2構造物	
構造物A	・・地域区分Bの地域において海岸線上に位置する昭和43年竣工のRC橋
構造物B	・・地域区分Bの地域において海岸線から約40mの地点に位置する昭和10年竣工のRC橋

注：地域区分B一本報告書，第4章，Ⅰ，2.
「沿岸土木構造物の設計・施工指針(案)」参照

図一解 3.2.1 実構造物での塩分量と鋼材腐食度との関係

4 章 補修および劣化防止

4.1 一般

- (1) 補修および劣化防止は、事前に調査を行い、経済的で十分な耐久性が得られる適切な工法を用いて行うものとする。
- (2) 補修にあたっては、次の項目を行うものとする。
 - 1) 劣化したコンクリートや塩分を含んだコンクリートの除去
 - 2) 鋼材の防錆
 - 3) コンクリートの除去部および欠損部の断面修復
 - 4) 補修後における塩分の浸入の抑止
- (3) 劣化防止にあたっては、塩分の浸入の抑止対策を講じるものとする。

4.2 事前調査

事前調査では、次のような項目について十分把握するものとする。

- (1) 構造物の劣化損傷の程度
- (2) 飛来塩分量等の環境要因
- (3) 施工時の気象・海象条件
- (4) 構造物周辺の状況

劣化したコンクリートや塩分を多く含んだコンクリートを除去せずに補修を行うと、十分な補修効果が得られない場合が多い。したがって、足場等の設置により構造物に接近可能となった段階で、外観調査やたたき調査等をきめ細かく行ってコンクリートの状態を十分把握しておくことが望ましい。その際、外観調査やたたき調査のみでコンクリートの劣化損傷の程度やコンクリート内部の鋼材の状況の把握が困難な場合は、代表的な箇所を対象に含有塩分量調査やはつり調査を併せて行うとよい。

補修の効果を十分に得るには、適切な施工管理を行うとともに、施工時に塩分の飛来の影響を受けないように適切な防護設備を設けることも必要である。そのためには、施工に先だって、施工時の降雨、降雪、温度、湿度、風等の気象条件や波高等の海象条件について十分に把握しておくことが必要である。

また、立地条件を考慮して、施工に伴って発生する廃棄物や粉塵、飛散物等の処理の方法についても十分に検討しておくことが必要である。

4. 3 工法および材料の選定

4. 3. 1 工法の選定

- (1) 補修は、断面修復とコンクリート表面被覆の組合せで行うのを標準とする。
- (2) 劣化防止はコンクリート表面被覆で行うのを標準とする。
- (3) 断面修復に用いる工法は、コンクリートの劣化損傷の部位や範囲、構造物の種類等を考慮して選定するのがよい。
- (4) コンクリート表面被覆は、直接外気に接する部分の全面に対して行うものとし、それに用いる工法は、環境条件、損傷程度、構造物の種類等を考慮して選定するのがよい。

(1) 4. 1 (2) に示した補修を実施する上での基本条件 1), 2), 3) に対して断面修復を、同基本条件 4) に対してコンクリート表面被覆を行うのを標準とした。なお、劣化損傷が非常に進み断面修復を適切に行うことが困難な場合は、電気防食の適用について検討するのがよい(本報告書、第2章、I, 4「耐食性改善技術の開発」参照)。

(2) 劣化防止については、塩分浸透の抑止対策として、コンクリート表面被覆で対策を講じるのを標準とした。その際にはコンクリート表面に付着した塩分や水分を十分に取り除くことが必要である。

(3) 断面修復の工法は、一般に以下に示すようなプレパックドコンクリート工法、打継コンクリート工法、モルタル工法に大きく分類される。断面修復は、これらの工法の特徴を十分理解したうえで、コンクリートの劣化損傷の部位や範囲、構造物の種類に適した工法を選定して行うのがよい。

1) プレパックドコンクリート工法

プレパックドコンクリート工法は、一般に欠損断面が大きい場合に用いられる工法であり、その一例を図一解 4.3.1.1 (a) に示す。この工法による施工は、型枠設置、修復部への粗骨材の充填(注入材の種類によっては充填しない場合がある)、注入材の注入の順序で通常行われる。

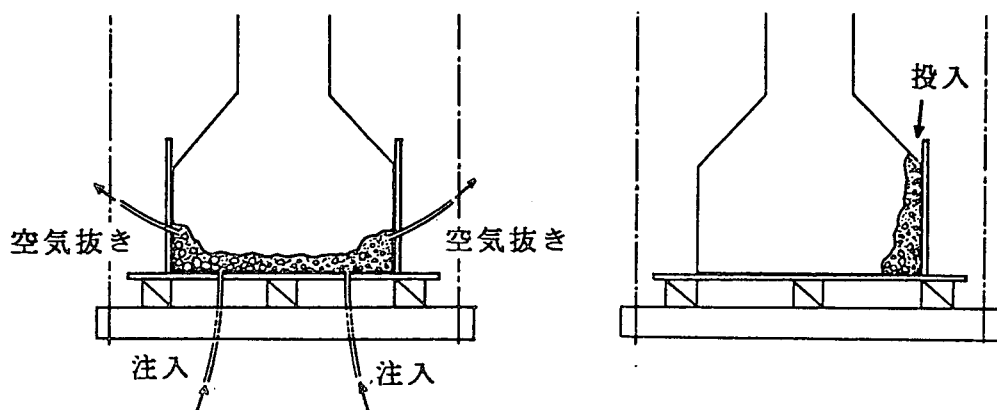
2) 打継コンクリート(モルタル)工法

打継コンクリート(モルタル)工法は、欠損断面が比較的大きく、下向きの作業が可能な場合に用いられる工法であり、その一例を図一解 4.3.1.1 (b) に示す。この工法による施工は、型枠の設置、コンクリート等の充填の順序で通常行われる。

3) モルタル工法

モルタル工法は、一般に欠損断面が比較的小さな場合や他の工法を適用しにくい場合に用

いられる。この工法を用いた場合には、コテ、ヘラあるいは指によってモルタル等を塗込む作業が中心となる。

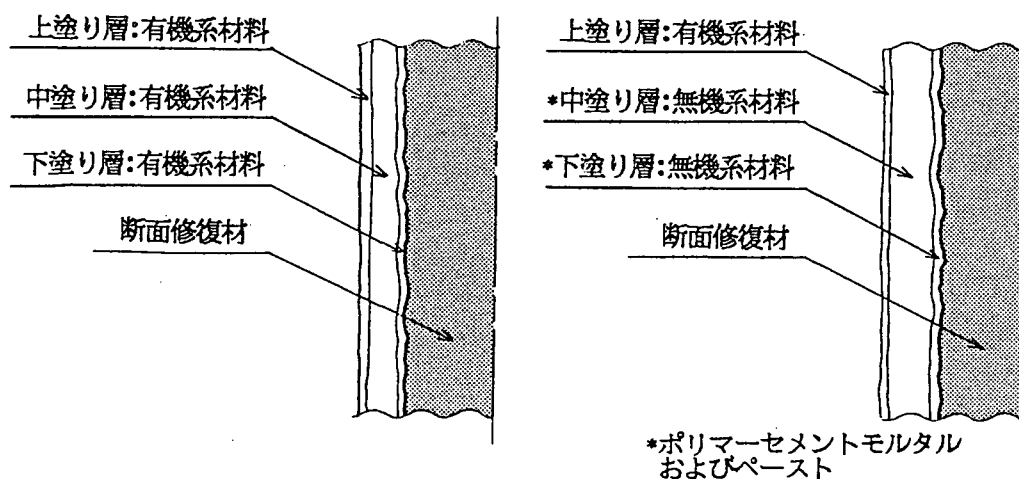


(a) プレパックドコンクリート工法

(b) 打継コンクリート工法

図一解 4.3.1.1 断面修復の概要

(4) コンクリート表面被覆工法は、一般に図一解 4.3.1.2に示すような塗膜被覆工法とモルタル被覆工法に大きく分類される。前者の工法は、一般に有機系材料を薄く塗り重ねる(下塗り、中塗り、上塗りのすべてに有機系材料が用いられる)工法で、後者の工法は、一般に前者の下塗りの中塗りにあたる部分にある程度の厚みを持った無機系材料の層で置き換えた工法である。このコンクリート表面被覆は、どちらの方法を用いる場合でも直接外気に接する部分の全面を対象に行うのがよい。これは、被覆されていない部分があると、そこから塩分、水分、酸素等の浸入を招き、十分な補修効果が得られにくくなるためである。



(a) 塗膜被覆工法

(b) モルタル被覆工法

図一解 4.3.1.2 コンクリート表面被覆工法

4.3.2 材料の選定

(1) 断面修復に用いる材料は、表-4.3.2.1の規格を満足するものとする。

表-4.3.2.1 (a) プレパックドコンクリートの注入モルタルの品質規格

項 目	品 質 規 格	試 験 方 法
流 動 性	20~75 (秒)	土木学会規準「プレパックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法」
ブリージング率	0.0~1.0 (%)	土木学会規準「プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリージング率及び膨張率試験方法」
膨 張 率	0.0~5.0 (%)	

表-4.3.2.1 (b) 硬化したコンクリートの品質規格

項 目	品 質 規 格	試 験 方 法
圧 縮 強 度	200kgf/cm ² 以上	土木学会規準「プレパックドコンクリートの圧縮強度試験方法」及び「コンクリートの圧縮強度試験方法」
乾 燥 収 縮 度	5×10 ⁻⁴ 以下 (3ヶ月)	土木学会規準「モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法」

表-4.3.2.1 (c) 硬化したモルタルの品質規格

項 目	品 質 規 格	試 験 方 法
圧 縮 強 度	200kgf/cm ² 以上	土木学会規準「セメントの物理試験方法」
乾 燥 収 縮 度	20×10 ⁻⁴ 以下 (3ヶ月)	土木学会規準「モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法」

(2) コンクリート表面被覆材料は、表-4.3.2.2の規格を満足するものとする。

表-4.3.2.2 コンクリート表面被覆材料の品質

項目 (試験方法)	被覆系	
	1 種	2 種
	腐食環境が厳しい場合 および再補修が困難な場合	1種に該当しない場合
耐 候 性 (JIS K 5400 6.17)	促進耐候性試験を300時間行ったのち、白亜化がほとんどなく被覆にわれ、はがれがないこと	
遮 塩 性	塩素イオン透過量が 1×10^{-3} ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{日}$) 以下であること	塩素イオン透過量が 1×10^{-2} ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{日}$) 以下であること
耐 アルカリ 性 (JIS K 5400 7.4)	水酸化カルシウムの飽和溶液に30日間浸漬後、塗膜に変状がないこと	
コンクリート との 付 着 性 (JIS A 6910)	界面破壊がないこと	
ひびわれ 追 従 性 (梁供試体の 曲げ載荷試験)	PC用	コンクリートのひびわれ幅が0.1mmまで被覆に欠陥が生じないこと
	RC用	コンクリートのひびわれ幅が0.2mmまで被覆に欠陥が生じないこと

(1) 断面修復の材料に必要とされる主だった性能等を示すと次のようになる。

1) プレパックドコンクリートの注入モルタル

- ① 注入時に、型枠内の隅々までゆきわたるような適度な流動性を有していること。
- ② 膨張率がブリージング率を上回ること。これはブリージング現象によって沈下収縮が生じたり、粗骨材とモルタルとの間に隙間が生じるのを防ぐためである。

2) 硬化したコンクリートおよび硬化したモルタル

- ① 既存コンクリート面や表面被覆材との優れた密着性を有すること。一般に、この性能は、(社)日本コンクリート工学協会にて提案されている「ポリマーセメントモルタル試験方法基準(案)」における付着性試験の方法を準用して確認するのがよい。
- ② 硬化後に十分な密実性を有すること。
- ③ 硬化時の収縮量が少ないこと。

参考として、現在一般に用いられている断面修復材料を示すと次のようになる。

SBR系ポリマーセメントコンクリート（モルタル）
アクリル系ポリマーセメントコンクリート（モルタル）
エポキシ系ポリマーセメントコンクリート（モルタル）
無収縮セメントコンクリート（モルタル）

なお、鋼材の防錆材料としては、エポキシ樹脂、アルキッド樹脂、ウレタン樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂およびポリマーセメントモルタル等が一般に用いられている。

（2）コンクリート表面被覆材料には、塩分、水分、酸素等の浸透を抑制できる性能のほか、耐候性、コンクリートとの付着性、耐アルカリ性、ひびわれ追従性等が要求される。

被覆系の選定については、構造物の存する位置が、本報告書第4章、I，2．「沿岸土木構造物の設計・施工指針(案)」に示される『塩害対策を必要とする地域』の場合、または本指針（案）3．2「損傷度の判定」において損傷度がIあるいはIIと判定された場合には1種の規格を満足するコンクリート表面被覆材料を適用するのがよく、これら以外の場合には、2種の規格を満足するコンクリート表面被覆材料を適用するとよい。

なお、遮塩性の試験は、「道路橋の塩害対策指針(案)・同解説」(昭和59年2月、日本道路協会)の付属資料2、付録2「コンクリート塗装材料の品質試験方法(案)」に示されている方法に準じて行うのがよい。また、ひびわれ追従性の曲げ載荷試験は、10×10×100cm程度の寸法をもつ供試体を用いて行うのがよい。

参考として、現在一般に用いられている表面被覆材料を示すと次のとおりである。

塗膜被覆工法

エポキシ樹脂
ビニルエステル樹脂
シリコン樹脂
ポリウレタン樹脂
フッソ樹脂
アクリルゴム系樹脂
ポリブタジエンゴム系樹脂
クロロプレンゴム系樹脂

モルタル被覆工法

SBR系ポリマーセメント

アクリル系ポリマーセメント

4.4 施 工

4.4.1 施工の基本

- (1) 施工にあたっては、品質管理や工程管理を適切に行うものとする。
- (2) 施工計画の策定にあたっては、施工時期や防護設備に十分配慮するものとする。
- (3) 使用する材料の受入れにあたっては、その品質を確認するものとする。

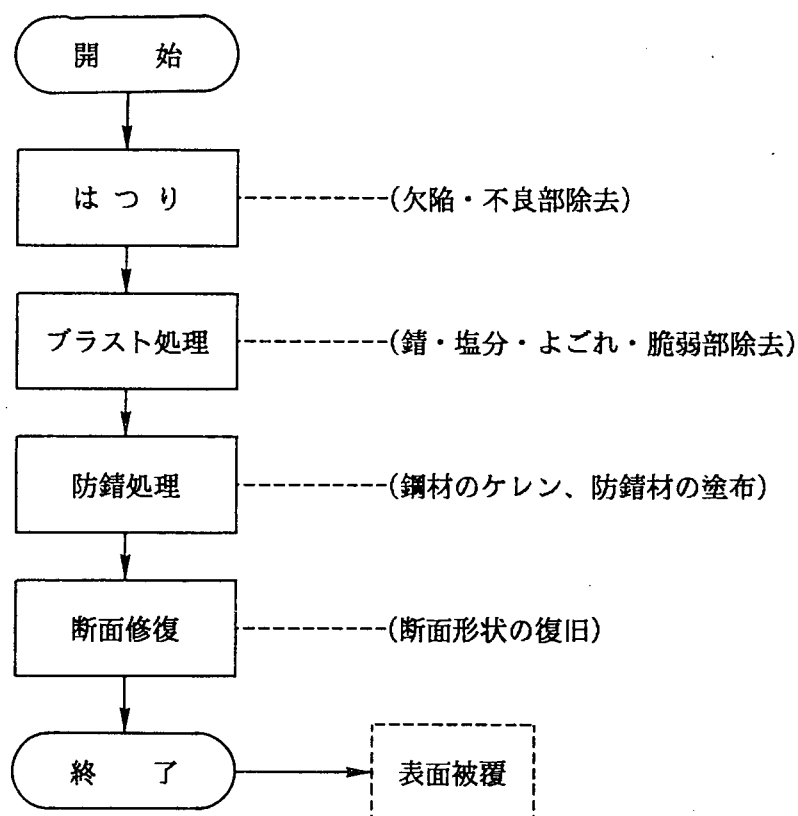
(2) 季節風などによって飛来塩分量が増大する時期、および材料の使用条件をこえるような気象条件が続くと予想される時期はなるべく施工を避けるのがよい。やむをえず施工を行わなければならない場合には、風よけ板や覆い等の防護設備あるいは養生設備を配置するなどの配慮が必要である。また、足場を用いた場合には、その撤去後に鋼製アンカー等有害なものが残らないようにすることが必要である。

(3) 材料には、同じような名称であっても性能の異なるものが比較的多い。したがって、その受入れにあたっては、試験成績表によって 4.3.2 の条文に規定する品質を満足しているかどうかを確認することが必要である。また、材料は一般に温度、湿度等の影響を受け易いので、その保管にも注意を払う必要がある。

4.4.2 断面修復

- (1) 断面修復の実施にあたっては、劣化損傷部のコンクリートのはつり、はつり面のブラスト処理、鋼材の防錆処理を行うものとする。
- (2) 断面修復は、使用する材料および工法の特성에応じて適切に行うものとする。

(1) 断面修復の標準的な作業手順を図一解 4.4.2に示す。



図一解 4.4.2 断面修復の一般的な作業手順

ここで、はつり、ブラスト処理、鋼材の防錆処理を行う場合の留意点を示すと次のとおりである。

1) はつり

はくり、ひびわれ、豆板等が生じているコンクリートや塩分を多量に含んでいるコンクリートは、できるかぎり除去するのがよい。ただし、その際には健全な部分に損傷を与えないように注意する必要がある。また、はつり部分が多くなり、構造物の耐荷力に影響を与える可能性のある場合は、はつりの順序等に注意する必要がある。

2) ブラスト処理

断面修復部と既存コンクリート部の境界面に、塩分が多く付着していたり、コンクリートの脆弱層が残ると、その影響で修復部がはがれ易くなったり塩分が浸入し易くなる。したがって、はつり面はサンドブラストやショットブラスト等の方法を用いて適切に処理する必要がある。なお、はつり面が小規模の場合はワイヤーブラシ等で処理してもよい。

3) 鋼材の防錆処理

ブラスト処理後の鋼材は発錆し易い状態にあり、特に塩害環境下では、数時間で発錆することがある。したがって、ブラスト処理後は速やかに適切な方法で鋼材の防錆処理を施しておくことが必要である。

(2) 4. 3. 1 の解説で示しているように断面修復の方法にはプレパックドコンクリート工法、打継コンクリート工法、およびモルタル工法がある。ここで、各工法の施工上の留意事項を示すと次のとおりである。なお、はつり面の処理（乾燥、湿潤）は、使用材料によって異なるので注意が必要である。一般に有機系の材料を用いる場合には、はつり面を乾燥状態に、無機系材料を用いる場合には、はつり面を湿潤状態にすることが多い。また、使用する材料および工法に関する管理項目については、表一解 4.4.2 を参考にするとよい。

1) プレパックドコンクリート工法

注入材の物性は、一般に温度、湿度によって変動する。したがって、その使用にあたっては、試験練り等によって施工時の温度、湿度条件に対するコンシステンシーまたは粘度、膨張率、硬化時間等を把握しておくことが必要である。

充填用粗骨材については種類、粒度が所定のものであるかを確認するとともに、含水量を所定の値に調整しておく必要がある。

型枠は注入圧力、膨張圧力に耐える構造とし、継目等のシーلを入念に行わなければならない。また、型枠取付に使用したボルト等は除去しなければならない。

注入作業では、使用材料の特性に応じた注入孔および排出孔を設け、空隙が残らないように注入することが望ましい。また、注入材がゆきわらないおそれのある箇所は、あらかじめモルタル等を塗り込んでおくといよい。

2) 打継コンクリート工法

充填作業は、材料を少量ずつ投入し、空隙が残らないように型枠の外側から木づち等でたたきながら行うのがよい。

粗骨材の最大寸法は、欠損部の大きさを考慮して定めるのがよい。一般にその最大寸法は欠損部の最小断面寸法の約 $1/3$ 程度以下とするのがよい。

3) モルタル工法

施工方法によっては、自重や振動等の影響により硬化前のモルタルがはく落することがある。また、材料によっては、厚塗りすると収縮クラックを生じる場合がある。したがって、モルタル工法を用いて断面修復を行う場合には、その塗り厚さや塗り重ね間隔に十分注意する必要がある。

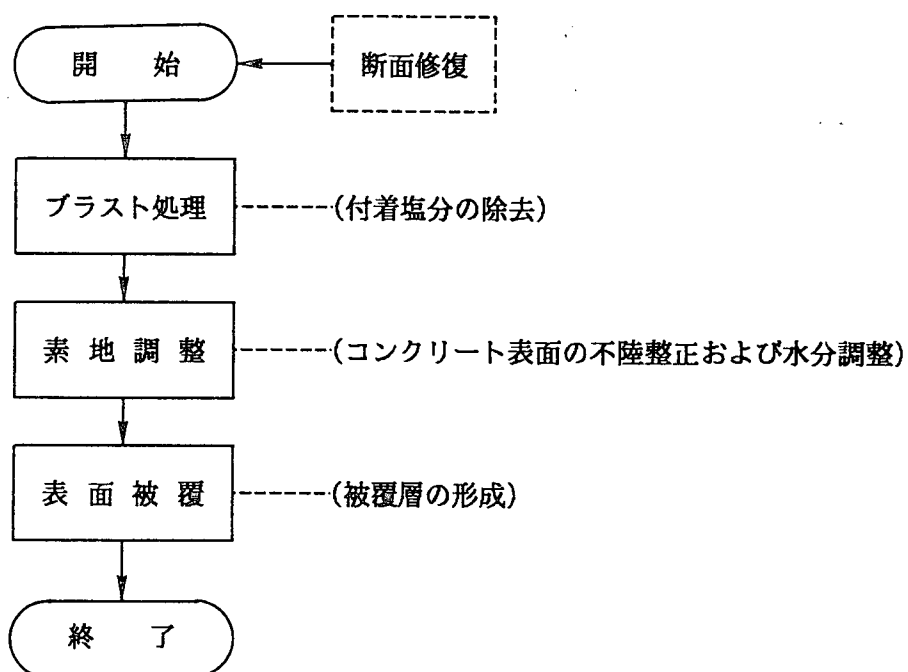
表一解 4.4.2 断面修復における標準的な管理項目

工 程		管 理 項 目	管 理 方 法
一 般		作業環境、作業時間 温度、湿度 材料の種類、配合	記録 記録 記録
断面 修復	は っ り	含有塩分量 はつりの容積 はつりの程度	記録 記録 記録
	ブラスト処理	鋼材の除錆程度	記録
	防錆処理	材料使用量	空缶数量検査、記録
	断面修復	材料使用量 形状寸法（出来形） 品質規格	空缶数量検査、記録 目視、記録 材料試験、記録

4.4.3 コンクリート表面被覆

- (1) コンクリート表面被覆の実施にあたっては、コンクリート表面等のブラスト処理および素地調整を行うものとする。
- (2) コンクリート表面被覆は、使用する材料および工法の特성에応じて適切に行うものとする。

(1) コンクリート表面被覆の一般的な作業手順を図一解 4.4.3に示す。



図一解 4.4.3 表面被覆の一般的な作業手順

ここで、ブラスト処理および素地調整を行う場合の留意点を示すと次のとおりである。

1) ブラスト処理

この作業は、コンクリート表面部の塩分を除去するとともに被覆層とコンクリート表面との良好な密着性を確保するために行うものである。作業を行うにあたっては、サンドブラストあるいはショットブラスト等によってコンクリート表面に付着している塩分、錆汁、油脂類、ゴミ、ホコリ等を十分に取り除くことが大切である。

2) 素地調整

素地調整は、被覆層の素地にあたるコンクリート表面の仕上げるために行う作業で、一般に次のような要領で行われる。

- ①コンクリート表面の水分量を調整し、必要な場合にはプライマー処理を行う。
- ②コンクリートの欠損部等がある場合は、モルタル（パテ材料）等を用いて平坦にする。
- ③ディスクサンダー等を用いて素地面を平坦に仕上げる。

（2）被覆作業は、材料の使用基準に従って、目標被覆厚が均一に確保できるように行うことが大切である。塗布方法としては、刷毛塗り、ローラー塗り、コテ塗り、エアレススプレー等多くあるが、使用材料、構造物の形状、施工部位、足場の状況に応じて使い分けるのがよい。また、使用する材料および工法に関する管理項目については、表一解 4.4.3を参考にするとよい。

ここで、被覆作業を行うにあたっての主だった留意点を示すと次のとおりである。

1) 被覆層の密着性および健全な被覆層の形成が得られるように、材料の特性に応じた塗布間隔を保って作業を行う。

2) 次のような場合は、被覆作業をなるべく中止するのがよい。

- ①砂ぼこり等がある場合
- ②気温、湿度が材料の使用基準の範囲外の場合
- ③表面水分、表面塩分、表面PH値が使用基準の範囲外の場合

表一解 4.4.3 コンクリート表面被覆における標準的な管理項目

工 程		管 理 項 目	管 理 方 法
一 般		作業環境、作業時間 温度、湿度 材料の種類、配合	記録 記録 記録
表面 被覆	ブラスト処理	材料使用量 清掃度合	記録 目視、記録
	素地調整	表面水分 材料使用量 出来形（平坦度）	記録 空缶数量検査、記録 目視、記録
	表面被覆	材料使用量 付着塩分量 被覆方法 被覆間隔 外観（出来形）	空缶数量検査、記録 記録 記録 記録 目視、記録

4.4.4 記 録

施工完了後、構造物本体に施工年月、使用材料等を記録するものとする。

構造物の追跡点検および維持管理が適切に行えるように、施工記録表を構造物本体に直接記入しておくこととした。表－解 4.4.4にその一例を示す。

表－解 4.4.4 施工記録表の一例

構 造 物 名		
年 月		
断 面 修 復	防 錆 材 料	
	断面修復材料	
コンクリート 表面被覆	プ ラ イ マ ー	
	不 陸 整 正	
	中 塗 り	
	上 塗 り	
使 用 材 料 製 造 会 社		
施 工 会 社		

5 章 追跡点検

5.1 一般

追跡点検は、補修を講じた構造物の状態を的確に把握できるように行うものとする。

5.2 追跡点検方法

- (1) 追跡点検は、構造物の外観を目視により行うのを標準とする。
- (2) 追跡点検は、2年に1回の頻度で行うのが望ましい。
- (3) 追跡点検により得られた結果は、補修後の経過年数ごとに記録するのが望ましい。

(3) 2.2「点検方法」解説 様式－1 参考

塩害により損傷を受けたコンクリート構造物の
補修方法に関する共同研究報告書

共同研究報告書第18号
昭和63年9月(1988年)

建設省土木研究所 構造橋梁部 橋梁研究室
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会

要 旨

昭和60年度から3か年にわたり実施された建設省総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」の一環として実施した塩害により劣化損傷が生じたコンクリート構造物の補修方法に関する研究の成果をとりまとめたものである。

キーワード：塩害，劣化，変状，損傷，耐久性，補修，断面修復，表面被覆，
塩分量

郵便はがき

305-□□

40円切手
をはいて
下さい

建設省土木研究所
橋梁研究室 行

茨城県つくば市旭一番地

No. 18— 63

No. 18— 63

配布先氏名

配布先住所

共同研究報告書第 18 号 部

上記のとおり受領しました。

年 月 日

所 属（住所）

氏 名

印

共同研究報告書第 18 号