

橋梁補修・補強マニュアル
参考資料（案）

平成 23 年 9 月

香川県土木部 道路課

目 次

	頁
§ 1. 補修材料仕様 -----	1
§ 2. 調査・試験紹介 -----	6
§ 3. 補修工法選定比較表紹介 -----	52
§ 4. 簡易な延命化対策手法 -----	54
4-1 概要 -----	54
4-2 支承周辺の対策 -----	55
4-3 水切りの設置 -----	59
4-4 排水柵の洗浄 -----	62
4-5 伸縮装置の清掃 -----	64
4-6 その他 -----	65
§ 5. 新技術・新工法 -----	66
§ 6. 補修・補強に関する参考文献 -----	108
6-1 鉄筋コンクリート構造の参考文献 -----	108
6-2 鋼橋の参考文献 -----	109
6-3 支承・伸縮装置の参考文献 -----	109
6-4 橋梁の維持管理全般がまとめられている参考文献 -----	110

§ 1. 補修材料仕様

1 ひび割れ注入材の品質規格

コンクリート構造物を補修する際に使用するひび割れ注入材は、表1-1を満足するものとする。
『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 (財)土木研究センター』より抜粋

表1-1 ひび割れ注入工法用材用の品質規格

(試験温度20°C)

試験項目	エポキシ1種	エポキシ2種	エポキシ3種	試験方法
ひび割れ進行区分 ^{※1}	B		A	
ひび割れ幅(mm)	0.2~5.0			
粘度	1000cPs以下		1000cPs以下	JIS K 6833
チクソトロピック係数 ^{※2}		4±1		JIS A 6024
可使用時間	30分以上	30分以上	30分以上	温度上昇法
硬化時間	16時間以内	16時間以内	24時間以内	ガードナー式
硬化収縮率	0.1%以下	0.1%以下	0.1%以下	JIS K 6911
伸び率	—	50%以上	100%以上	JIS K 7113
モルタル付着強さ(乾燥面)	60kgf/cm ² 以上	60kgf/cm ² 以上	60kgf/cm ² 以上	JIS A 6024
付着力耐久性保持率	60%以上	60%以上	60%以上	

※1 A=ひび割れが進行している, B=ひび割れの進行が止まった

※2 2rpm/20rpmの粘度で表す

『NEXCO 構造物施工管理要領』より抜粋

表1-2 ひび割れ注入工法用無機系ひび割れ材注入の品質規格

項目	単位	超微粒子無機系	ポリマーセメントスラリー系	試験方法	
ひび割れ進行区分	—	進行度A	進行度A	—	
ひび割れ幅 ^{注1)}	mm	0.2~2.0	0.8~5.0	—	
未硬化の注入材	流下時間 [※]	1回目	秒	30以内	JHS 414
		2回目	秒	45以内	
	保水係数	—	0.30~0.65	0.30~0.65	
	伸縮率	%	3.0以下	3.0以下	
硬化した注入材	接着強さ	N/mm ²	4以上	4以上	
	曲げ強さ	N/mm ²	4以上	4以上	
	吸水率	%	15以下	15以下	

※これらの項目については、施工条件等を勘定の上、必ずしも基準値を満足する必要がないものと判断される場合には、参考値として取り扱うことができるものとする。

2 ひび割れ充填材の品質規格

コンクリート構造物を補修する際に使用するひび割れ注入材は、表2-1を満足するものとする。
『コンクリートのひび割れ調査, 補修・補強指針-2009- 社団法人 日本コンクリート工学協会』より抜粋

表2-1 評価項目と評価基準

試験項目	土木補修用充填材 ポリマーセメント系	土木補修用充填材 シーラント系
ひび割れ進行区分 ^{※1}	B	A, B
ひび割れ幅(mm)	5.0<	
粘度(mPa・s)	10000 以下	ダレを認めず
可使用時間(分)	30 以上	240 以上
硬化時間(時間)	16 以内	24 以内
硬化収縮率(%)	0.1 以下	—
伸び率(%)	—	800 以上
モルタル付着強さ(N/mm ²)(乾燥面)	6 以上	たわみ量10mm 以上で破壊すること
付着力耐久性保持率(%) ^{※2}	60 以上	60 以上

※1 A=ひび割れが進行している, B=ひび割れの進行が止まった

※2 規格に対する百分率

3 表面含浸材の品質規格

コンクリート構造物を補修する際に使用する表面含浸材は、表3-1を満足するものとする。
『表面保護工法 設計施工指針(案)』より抜粋

表3-1 表面含浸材の品質規格

要求性能	評価項目	評価基準			
		シラン系	けい酸塩系		その他の系
			けい酸リチウム系	けい酸ナトリウム系	
表面含浸材に要求される基本的性能	外観変化	NC, SC, CCのいずれか			
	含浸性	IS	IL	IN	IO
コンクリート構造物の劣化を抑制する性能	中性化深さ	C	B	B	—
	塩化物イオン浸透抵抗性	A	C	C	
	透水性	A	C	C	
	吸水性	A	C	C	
	酸素遮断性	※1			
	水蒸気透過性	B	B	B	
	アルカリ性の付与	—	※2		
耐摩耗性	—	※3			

- 注)※1: JSCK-K521-1999(表面被覆材の酸素透過性試験方法)等の試験を適用して、表面含浸材を含浸したモルタルまたはコンクリート試験体の酸素透過性試験を行い、表面含浸材の含浸によって酸素遮断性が付与されるかどうかを確認する。
- ※2: 中性化したモルタルまたはコンクリート試験体に表面含浸材を含浸して、含浸部分のアルカリ性が回復することを確認する。
- ※3: JIS A 1453(建築材料および建築構成部分の摩耗試験方法-研磨紙法)等の試験を適用して、表面含浸材を含浸したモルタルまたはコンクリート試験体の摩耗試験を行い、表面含浸材を含浸しない試験体に比べて、耐摩耗性が改善されることを確認する

表3-2 外観変化および含浸深さのグレード

評価項目	グレード	内容
外観変化	NC	外観変化なし
	SC	わずかに変化(濡れ色を呈する程度の変化)
	CC	著しい変化
含浸深さ	IS	シラン系
	IL	けい酸リチウム系
	IN	けい酸ナトリウム系
	IO	その他の系

表3-3 劣化要因に対する性能グレード

評価項目		グレード		
性能	表価値(%)	A	B	C
透水に対する抵抗性	透水抑制率	80以上	80~60	60以下
吸水性に対する抵抗性	吸水抑制率	80以上	80~60	60以下
透湿性	透湿比	80以上	80~60	60以下
中性化に対する抵抗性	中性化抑制率	30以上	30~10	10以下
塩化物イオン浸透抵抗性	塩化物イオン浸透抑制率	80以上	80~60	60以下

4 断面修復材の品質規格

[ポリマーセメントモルタルの使用を基本とする]

左官工法および打込み工法については表4-1および表4-2に示す性能を照査するものとし、吹付け工法については表4-3に示す性能を標準とするが、左官工法および打込み工法であっても表4-3を採用してもよい。

『NEXCO 構造物施工管理要領』より抜粋

表4-1 左官工法による断面修復の性能照査項目

要求性能	試験項目	試験体の履歴条件	基準値	試験方法
断面修復に要する性能	硬化時間 ^{※1}	—	断面修復材の硬化時間は1時間以上であること	JHS 416
	厚塗り性	—	断面修復材は、たれ、ずれ、はがれ、ふくれのないこと	
	断面修復材の概観(塗装無し)	温冷繰り返し試験後	断面修復材は均一で、われ、はがれ、ふくれのないこと	
	硬化収縮性	—	断面修復材の硬化収縮率は 0.05%以下であること硬化に伴う発熱により反りかえりが無いこと	
	熱膨張性	硬化収縮試験後	断面修復材の熱膨張係数は $2.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下であること	
	コンクリートとの付着性	湿潤時	コンクリートと断面修復材との付着強度は、 $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ 以上であること	
		耐アルカリ性試験後 温冷繰り返し試験後		
塗装塗膜との付着性 ^{※2}	温冷繰り返し試験後	塗膜と断面修復材との付着強度は、 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上であること		
力学的性能	圧縮強度	—	補修設計で定めた設計基準強度以上であること	

※1 この項目については、施工条件等を勘定の上、必ずしも基準値を満足する必要がないものと判断される場合には、参考値として取り扱うことができるものとする

※2 左官工法においては、コンクリート塗装工を併用するものとし、コンクリート塗装工で劣化因子に対する抵抗性能を照査するものとする

表4-2 打込み工法による断面修復の性能照査項目

要求性能	試験項目	基準値	試験方法
断面修復に要する性能	ひび割れ抵抗性	幅0.05mm以上のひび割れが発生しないこと	JHS 432
	コンクリートとの付着性	コンクリートと断面修復材との付着強度は、 $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ 以上であること	
	鉄筋背面への充鎮性	有害な空隙がないこと	
	グラウトモルタルの流動性 ^{※1}	20~75 (s)	JSCE-F521
	グラウトモルタルのブリージング率	0.0~1.0 (%)	JSCE-F522
	グラウトモルタルの膨張率	0.0~5.0 (%)	
	乾燥収縮性	5×10^{-4} 以下	JIS A 1129
	塗装材料との付着性 ^{※2}	$1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上	JHS 416
熱膨張性	断面修復材の熱膨張係数は $2.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下であること	JHS 432	
耐久性に関わる性能 ^{※3}	中性化抵抗性	補修設計で定めた中性化速度係数と同等	JHS 432
	凍結融解抵抗性	負荷後の相対動弾性係数が60%以上かつ負荷後のコンクリートと断面修復材との付着強度は、 $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ 以上	
	遮塩性	補修設計で定めた塩化物イオンの拡張係数と同等	
力学的性能	圧縮強度	補修設計で定めた設計基準強度以上	JSCE-G522

※1 この項目については、環境条件等を勘定の上、必ずしも基準値を満足する必要がないものと判断される場合には、参考値として取り扱うことができるものとする

※2 コンクリート塗装工を併用しない場合は塗装材料との付着性は省略できるものとする

※3 コンクリート塗装工を併用する場合は耐久性に関わる性能はコンクリート塗装工を加味して確認するものとする

表4-3 吹付け工法による断面修復の性能照査項目

要求性能	試験項目	基準値	試験方法
断面修復に要する性能	ひび割れ抵抗性	幅0.05mm以上のひび割れが発生しないこと	JHS 432
	コンクリートとの付着性	コンクリートと断面修復材との付着強度は、1.5N/mm ² 以上であること	
	鉄筋背面への充鎮性	有害な空隙がないこと	
	寸法安定性	0.05%以下	
	熱膨張性	断面修復材の熱膨張係数は 2.0×10 ⁻⁵ /°C以下であること	
耐久性に関わる性能 ^{※1}	中性化抵抗性	補修設計で定めた中性化速度係数と同等	
	凍結融解抵抗性	負荷後の相対動弾性係数が60%以上かつ負荷後のコンクリートと断面修復材との付着強度は、1.5N/mm ² 以上	
	遮塩性	補修設計で定めた塩化物イオンの拡散係数と同等	
力学的性能	圧縮強度	補修設計で定めた設計基準強度以上	
	静弾性係数	補修設計で定めた値と同等	

※1 この項目については、環境条件等を勘定の上、必ずしも基準値を満足する必要がないものと判断される場合には、参考値として取り扱うことができるものとし、コンクリート塗装工を併用する場合は耐久性に関わる性能はコンクリート塗装工を加味して確認するものとする

5 超厚膜型エポキシ樹脂塗料の品質規格

[1000μm HBS K 5621-1990 の使用を基本とする]

『HBS塗料規格(案)平成6年10月 本州四国連絡橋公団』より抜粋

表-7 超厚膜型エポキシ樹脂塗料(1000μm用)の規格

項目	品質	試験方法
容器の中での状態	主剤・硬化剤ともにかき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること。	JIS K 5400の4.1(2)(a) 主剤と硬化剤別々に行う。
混合性	均等に混合すること。	JIS K 5400の4.8
乾燥時間 h	16以内	JIS K 5400の6.5(2)(a),(4)(a) によって行い、(5)(a)により評価
塗膜の外観	流れ・つぶ・しわ・むら・われ・ふくれ・あな・はがれがないこと。	JIS K 5400の7.1
ポットライフ h	20°Cで使用できる時間が1以上であること。	JIS K 5400の4.9
作業性	塗装作業に支障なく、1000μm(乾燥膜厚)塗装しても流れ・われ・はがれがないこと。	JIS K 5400の6.1(3)(a)
耐衝撃性	500mmの高さから500gのおもりを落とすとき、おもりの衝撃で塗膜にわれおよびはがれができないこと。	JIS K 5400の8.3.2
耐塩水性	塩化ナトリウム水溶液(3w/v%)に500時間浸しても異常がないこと。	JIS K 5400の8.23
混合塗料中の過熱残分 %	95以上	JIS K 5407-1990(塗料成分試験方法)の4.(3.1)
エポキシ樹脂の検出	エポキシ樹脂が存在すること。	JIS K 5664(タールエポキシ樹脂塗料)の5.19

※ 試料採取方法 JIS K 5400-1990(塗料一般試験方法)の2.1による。

※ 試験の一般条件 JIS K 5400の3.1による。

§ 2. 調査・試験紹介

検査・試験方法	膜厚測定
調査内容	塗装厚
調査の目的	塗装が計画値通り行われているか。また、劣化が進んでいるような部位の塗膜厚を把握する。
引用文献等	コンクリート橋小委員会 構造物保全技術ハンドブック (2009)
【機器・装置 ・試薬】	膜厚計
【試験方法】	<p>乾燥塗膜厚の測定方法には、マイクロメーター、永久磁石式、光学式、渦電流式、静電容量式などがある。鋼道路橋塗装での膜厚測定には、電磁式の二点調整形電磁微厚計が一般的に用いられている。</p> <p>二点調整形電磁微厚計は、ゼロ点と測定する塗膜の目標膜厚の二点で目盛調整を行ってから測定を行う。ゼロ点の調整は、厚さ 6 μmRz 以下、測定面と同質の鋼板上で行い、目標膜厚に対する調整は、ゼロ点調整に用いた鋼板上に、目標膜厚と近似の厚み調整板（非磁性材料）を置いて行う。この測定器には、測定面におしあてるプローブの形状によって、一極式と二極式とがある。</p> <p>《特徴》 測定面が小さくプローブの押し当て方が不適切な場合は測定値がばらつきやすい。測定面に錆が存在している場合や表面あらかさが大きい場合は測定値の信頼性が低くなる。</p>
	
	調査状況

検査・試験方法	板厚測定法
調査内容	板厚測定
調査の目的	腐食状況を詳細に把握するため板厚を測定する
引用文献等	コンクリート橋小委員会 構造物保全技術ハンドブック (2009)
【機器・装置 ・試薬】	ノギス、マイクロメーター、キャリバーなど
【試験方法】	<p>超音波測定計は、超音波を鋼材表面から入力し、反射波の到達時間により板厚を計測する。</p> <p>超音波厚計を用いて板厚計測する。計測点は直径 10cm の円形モニターの直径線上を 10 点とする。</p> <p>《特徴》</p> <p>測定精度はマイクロメーターによる計測より低くなるが、対象となる鋼板を挟み込まないで計測が可能。</p>
	 <p>調査状況</p>

検査・試験方法	高力ボルトのゆるみ・破断調査
調査内容	高力ボルトのゆるみ・破断
調査の目的	高力ボルトの状況を把握するために目視およびたたき調査を行う。
引用文献等	コンクリート橋小委員会 構造物保全技術ハンドブック (2009)
【機器・装置 ・試薬】	点検用ハンマー
【試験方法】	<p>目視検査およびたたき試験、内部欠陥検査、ボルト軸力測定などでボルトのゆるみ、破断の状況を調査する。</p> <p>1) たたき試験は、ハンマーによりナット側を3～4回たたき、ハンマーの打撃点と90°～180°の位置に当てた指に伝わる振動、異常音によって損傷の有無を確認する。 たたき試験は検査者によるバラツキが大きく、結果の評価に注意が必要である。</p> <p>2) 実用的な内部欠陥試験としては、磁粉探傷試験、超音波探傷試験が挙げられるが、たたき試験で欠陥が予想される場合には必ず実施する。磁粉探傷試験は、小さな損傷（ねじ山だけの傷）も検出でき、精度・信頼性も高いが、ボルトの抜取りが原則であり検査効率が悪い。超音波探傷試験は、磁粉探傷試験に比べて検出精度が悪いが、近年の技術開発により実用性が向上している。</p> <p>3) ボルト軸力測定には、ひずみゲージを張付けてボルト頭部の曲げ圧縮ひずみを測定する方法、トルクレンチによる戻しトルクチェック法、磁気軸力計などがある。</p>
	
	たたき点検

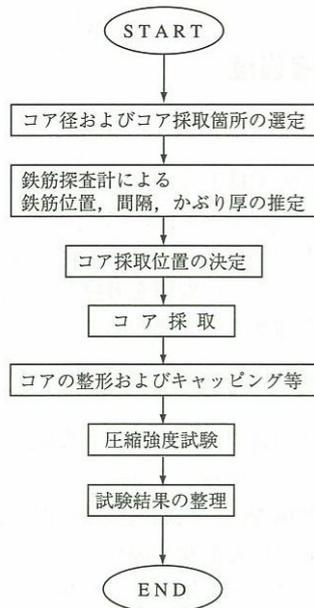
検査・試験方法	付着塩分量測定（電導度法）
調査内容	部材に付着している塩分量の計測
調査の目的	構造物の表面に付着している塩分を脱イオン水に溶出させ、この塩分溶出液の電導度を測定し塩分濃度に換算して塩分量を求める。
引用文献等	コンクリート橋小委員会 構造物保全技術ハンドブック（2009）
【機器・装置 ・試薬】	塩分溶出液の電導度測定器
【試験方法】	<p>検出部の測定セル内を脱イオン水で良く洗浄する。測定面に検出部をマグネットにより固定し、脱イオン水を注入・攪拌する。攪拌後指示値を読み取る。</p> <p>《特徴》 測定器が高価であるが、素材の状態に左右されることが少なくデジタル表示なので読み取り誤差が少ない。</p>

検査・試験方法	付着塩分量測定（ブレッセル法）
調査内容	部材に付着している塩分量の計測
調査の目的	塗膜表面に付着した塩分を脱イオン水を用いて測定する。
引用文献等	コンクリート橋小委員会 構造物保全技術ハンドブック（2009）
【機器・装置 ・試薬】	メスシリンダー、ポリカップ、注射器、測定セル、塩素検知管
【試験方法】	<p>付着塩分量を測定資料とする部位に脱イオン水を注入し塩分を溶出させる。注射器で抜き取った試料液を塩素イオン検知管により濃度を読み取る。</p> <p>《特徴》 測定する表面状態に左右されにくく、測定器が小さいので測定・移動が容易にできる。</p>

検査・試験方法	飛来塩分測定（土研式タンク法）
検査・試験項目	
調査内容	飛来塩分量の計測
調査の目的	架橋地点の周辺環境を塩分量測定により把握する。
引用文献等	コンクリート橋小委員会 構造物保全技術ハンドブック（2009）
【原理】	
【機器・装置 ・試薬】	
【試験方法】	<p>土研式塩分捕集器を用いて 10×10cm のステンレス板に付着した飛来塩分量を採取する。</p> <p>《特徴》 雨の掛かる風とおしの良い場所に設置して回収間隔は 30 日、暴露期間は 1 年間を標準とする。</p>

検査・試験方法	飛来塩分測定（ガーゼ法）
検査・試験項目	
調査内容	飛来塩分量の計測
調査の目的	架橋地点の周辺環境を塩分量測定により把握する。
引用文献等	コンクリート橋小委員会 構造物保全技術ハンドブック（2009）
【原理】	
【機器・装置 ・試薬】	
【試験方法】	<p>捕集窓に張られたガーゼに付着した飛来塩分を採集する。捕集面積は両面で 200cm² とする。</p> <p>《特徴》 ガーゼを二つ折りにして直接雨の当たらない風とおしの良い場所に鉛直に設置して回収間隔は 30 日、暴露期間は 1 年間を標準とする。</p>

検査・試験方法	圧縮試験方法 JIS A 1107,1108
調査内容	圧縮強度
調査の目的	コアによる圧縮強度試験により構造体の強度を評価する。
引用文献等	○圧縮強度試験 JIS A 1108 「コンクリート圧縮強度試験方法」 ○コア採取方法 JIS A 1107 「コンクリートからのコア及びはりの切り取り方法並びに強度試験方法」 社) 日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術 (’10)
【機器・装置・試薬】	①鉄筋探査計 (鉄筋の位置、間隔、かぶり厚の測定が可能なもの) ②コンクリート用コアドリル ③コンクリートカッター ④キャッピング用器具または端面研磨器具 ⑤圧縮試験機
【試験方法】	<p>コア強度の調査の手順を図 3.5.1-1 に示す。</p> <p>コア強度は部材、部位、打設時期等によって差異がある。そのため、コアの採取場所の選定に当たっては、調査の目的に照らして、採取方向や採取位置を決める必要があり、以下の点に注意する。</p> <p>① 構造物全体に均等かつ構造物の状況が判断できるような位置を選定する。</p> <p>② ひび割れやコールドジョイント等の欠陥部やその近傍は避ける。</p> <p>③ 部材厚の薄い部分は避ける。</p> <p>コアの採取位置が決定されたら、その位置でのコンクリート内部の鉄筋位置を正確に把握する必要がある。また、設計図が入手できたとしても実際の構造物では必ずしも設計図とおりに配筋されていない場合もあるので、鉄筋探査などを用いて、鉄筋位置等を把握しそれを避けて最終のコア採取位置を決定する必要がある。</p> <p>強度を測定する場合のコアは、JIS では粗骨材の最大寸法の 3 倍以上とし、2 倍以下にしてはならないと規定している。一般の鉄筋コンクリート構造物では粗骨材の最大寸法が 20mm、25mm あるので、採取するコアの直径は 6~7.5cm あればよいことになるが、鉄筋間隔の制約がない場合は 10cm のコアを採取するのが望ましい。</p>



圧縮試験機

図 3.5.1-1 コア強度の調査手順

<ソフトコアリング>

近年、コアの直径が 20-30mm 程度の小径コアを用いてコンクリート強度を推定する方法の研究が進められている。この方法には以下のような利点がある。

- ① コアの直径が小さいので、構造体への影響が小さい。
- ② コアの直径が小さいので、コンクリート中の鉄筋を切断する可能性が低い。
- ③ 簡単なドリルを用いて容易にコアが採取することができ、採取跡の補修も容易である。
- ④ 圧縮試験機の容量が小さくて済むので、簡易な試験機を用いて現場において容易に強度が推定できる。

現在は、図 3.5.1-6 に示したように、直径 100mm×200mm のコア強度と小径コアの強度の関係から強度の推定式が提案されている。

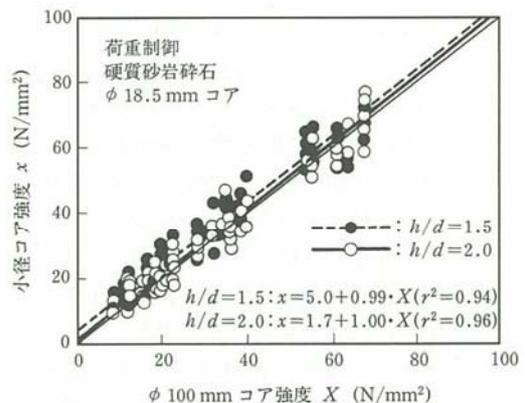


図 3.5.1-6 小径コア強度と φ100×200 mm コア強度の関係⁵⁾

検査・試験方法	反撥硬度法（シュミットハンマー法）
調査内容	圧縮強度
調査の目的	<p>コンクリートの表面をテストハンマーによって打撃し、その反撥硬度から圧縮強度を求める。コア採取によるコンクリート強度測定と比較して試験方法が簡便なこと、構造物を破壊することなしに測定できることから、</p> <ul style="list-style-type: none"> ①詳細調査を実施する前の予備設計 ②何らかの理由でコア採取による強度試験が困難な場合 ③コンクリートの強度分布などを調査する場合 ④コンクリートの材令に伴う強度増進を確認したい場合等に用いられる。
引用文献等	<p>日本建築学会：コンクリート強度推定のための非破壊試験方法マニュアル（1983）</p> <p>土木学会：硬化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法、コンクリート標準示方書[基準編]（2010）</p> <p>社）日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術（'10）</p>
【機器・装置・試薬】	<p>反撥硬度を求める方法としては、落下式ハンマー法、バネ式ハンマー法、回転式ハンマー法などがある。このうち、バネ式ハンマー法が広く使われており、代表的なものがシュミットハンマー（商品名）である。対象とするコンクリートの種類や状態によって、与える衝撃エネルギーの異なる数種類のシュミットハンマーが製造されている。</p> <div style="text-align: center;">  <p>試験状況</p>  <p>シュミットハンマー</p> </div>

<p>【試験方法】</p>	<p>調査方法およびその手順は、いくつかの手法が提案されている。</p> <p>①調査方法の選定</p> <p>調査箇所の選定にあたっては、表面が平坦で縁部から離れた位置を選択する。部材厚さが 10cm 以下となる所や、部材幅が 15cm 以下となるような小寸法の箇所は、打撃エネルギーが逸散して測定結果に影響を及ぼすので選定しない。また、浮きや剥離、ひび割れ、気泡等によって反発の程度に影響を及ぼす可能性のある箇所は避ける。</p> <p>②測定器の検定</p> <p>測定を開始する前には反発硬度の既知なテストアンビルを用いて検定を行う。</p> <p>③表面処理</p> <p>決定した調査箇所の表面状態を確認し、表面の凹凸、塗膜、打設面のブリージング、付着物があるような場合には除去する。</p> <p>④測定箇所</p> <p>1 箇所につき 20 回打撃を行うものとし、同一点は打撃しない。各打撃点は他の打撃による影響がないように 3cm 以上距離を置く。事前に碁盤目状にマーキングを行っておけば、効率よく測定を行うことができる。打撃は、測定器を測定面に対して垂直に配置し、ゆっくり壁面に押し付けるようにして打撃する。</p> <p>⑤計算および補正</p> <p>各測定箇所の反発度は 20 回の平均反発度で求める。このとき、明らかに局所的な要因で他の値と異なる特異値は計算から除外する。シュミットハンマーはその構造からハンマーの角度によって打撃エネルギーが異なるので、角度補正を行う。</p>
---------------	--

検査・試験方法	中性化深さ測定（フェノールフタレイン法）
調査内容	鉄筋腐食
調査の目的	中性化深さを測定し、コンクリート構造物の劣化予測を行う。
引用文献等	○中性化深さ JIS A 1152 「コンクリートの中性化深さの測定方法」 JIS A 1113 「コンクリートの割裂引張り強度試験方法」 ○コア採取方法 JIS A 1107 「コンクリートからのコア及びはりの切り取り方法並びに強度試験方法」 社）日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術（'10）
【機器・装置 ・試薬】	フェノールフタレインは、酸アルカリの中和滴定でなじみ深い pH 指示薬であり、pH8.2~10.0 以上のアルカリ側で赤紫色に着色する。このフェノールフタレイン 1%溶液の調整は「JIS K 8001 試薬試験方法通則 4.4 指示薬」により行う。本 JIS に従って調整された試薬が市販されているので、それを用いてもよい。測定はノギスを用いる。
【試験方法】	<p>中性化という現象は、セメントの水和により生じるアルカリ性物質 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が、空気中の二酸化炭素等の酸性物質の影響を受けて、コンクリート表面から内部に向かって、徐々にアルカリ性を失っていく現象である。したがって、中性化深さの測定は、コンクリート表面からどの程度の深さまでアルカリ性を呈する物質が存在するか否かで判断する。</p> <p>フェノールフタレイン法（JIS A 1152 「コンクリートの中性化深さの測定方法」）は、フェノールフタレインの 1%エタノール溶液を噴霧する方法が用いられている。赤紫色を呈する部分（pH10 程度以上のアルカリ性）を未中性化部、着色しない部分を中性化部と判断する方法である。簡便な測定操作で定量的な情報が容易に得られるため多用されている。</p> <p>コンクリートの中性化深さの測定は、大きく分けて、①はつりによる方法と、②コア採取による方法がある。一般には、中性化深さの測定のみを現場で行う場合には「はつり法」が、また、他の試験（例えば、コアによる圧縮強度試験、塩化物イオン含有量試験等）と併せて実施する場合は「コア採取法」が用いられることが多い。</p>

① コア採取による方法

圧縮強度試験と併用する場合は、原則として「JIS A 1107 コンクリートからのコア及びはりの切り取り方法並びに強度試験方法」に従うこととし、鉄筋配置等の構造物の実情と仕様骨材寸法に応じて小径化すればよい。コアには、構造物のどの位置から採取したものであるか、表面側はどちらか等の情報を記入しておく。

② 中性化深さの測定

測定面が濡れている場合は、測定面を乾燥させる。測定面を空气中に長時間放置しておくこと中性化が進行し、正確な中性化の測定ができなくなる。

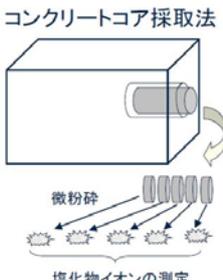
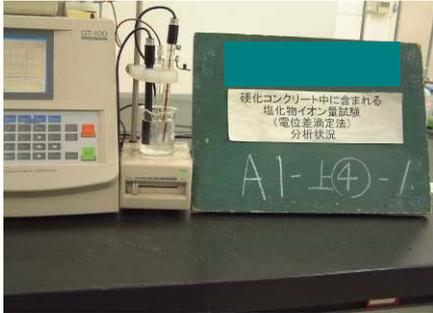
測定は、対象面にフェノールフタレイン 1%溶液を噴霧器で噴霧する。コンクリート表面から赤紫色に着色する部分までの距離をもって中性化深さとする。コンクリートが乾燥していて赤紫色の呈色が不鮮明な場合には、試薬を噴霧した測定面に噴霧器で水を少量噴霧するか、試薬を再度噴霧するなどして、鮮明な発色が得られてから測定を行う。コアの割裂面や切断面で測定する場合は 10~15mm 間隔で、コアの側面の場合は等間隔に 5 箇所以上、中性化した部分の面積を測定することにより、より正確な「平均中性化深さ」を求めることができる。



コアによる中性化深さ測定



はつりによる中性化深さ測定

検査・試験方法	電位差滴定法
調査内容	塩化物イオン含有量
調査の目的	塩化物イオン量を測定し、塩害やアルカリ骨材反応の劣化予測を行う。
引用文献等	JIS A 1154 「硬化コンクリート中に含まれる塩化物の分析方法」 JIS A 1113 「コンクリートからのコア及びはりの切り取り方法並びに強度試験方法」 社) 日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術 (’10)
【機器・装置・試薬】	<p>一般には、JIS A1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」により実施する。</p> <p><試薬></p> <ol style="list-style-type: none"> 1.硝酸溶液 (2N) 2.N/200 塩化ナトリウム標準溶液 (N/200 硝酸銀標準溶液のファクターを求める) 3. N/200 硝酸銀標準溶液 (1ml は 0.000292gNaCl に相当する) <p><器具 (全塩化物定量方法) ></p> <ol style="list-style-type: none"> 1.塩化物イオン選択性電極を用いた電位差滴定法装置 2.吸引ろ過装置一式
【試験方法】	<p>反応そのものは、硝酸銀溶液を用いた塩化物イオンの沈殿滴定法である。反応の当量点近傍で被測定液の特性に大きな変化が生じるのを電極電位の測定から把握する方法である。指示薬のように呈色の変化を見るのではなく、電気化学的な変化を捉えるので微量分析にも適用できる。指示電極として塩化物イオン選択性電極を使用する。</p> <p style="text-align: center;">コンクリートコア採取法</p>  <p style="text-align: center;">微粉砕</p> <p style="text-align: center;">塩化物イオンの測定</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>試験状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>表面から 20mm 間隔で 5 試料</p> </div> </div>

1. コア採取および試料調整

一般には「JIS A 1107 コンクリートからのコア及びはりの切り取り方法並びに強度試験方法」に従っている。塩化物イオン量の濃度分布を測定する場合もあるので、構造物のどの位置から採取したものであるか、表面側はどちらか等の情報を記入しておく。試験に供するまでの養生に関しては、塩化物イオンの水中への流出を防止するため水中養生を避けるべきである。特定の位置の塩化物イオン量を把握するためコアからコンクリート試料を切り取る際は、乾式のコンクリートカッターを用いて行う。塩化物イオンの流出を避けるため、水を使用してはならない。切り取ったコンクリート片は、粗骨材を含めて全量を $149\mu\text{m}$ ふるい全通程度まで微粉碎し、分析資料とする。

2. 電位差滴定法（全塩化物定量方法）

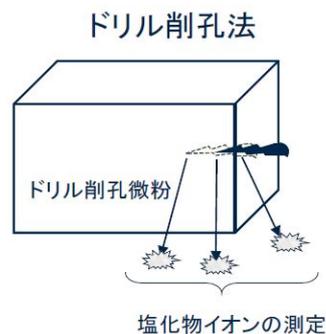
試料に硝酸溶液（2N）を加えて溶液の pH を 3 以下とし、加熱煮沸して全塩化物を溶解した後、不溶分をろ過洗浄する。ろ液を分取し、塩化物イオン選択性電極を用いた電位差滴定法装置にセットし、N/200 硝酸銀標準溶液で電位差滴定する。

3. 電位差滴定法（可溶性塩化物定量方法）

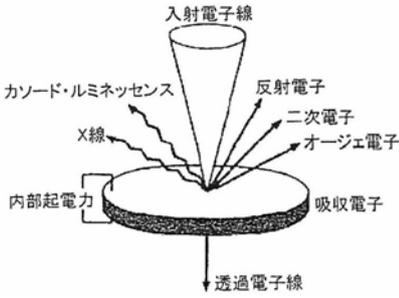
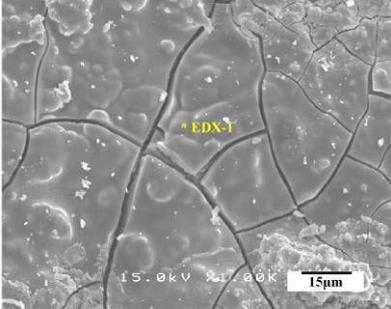
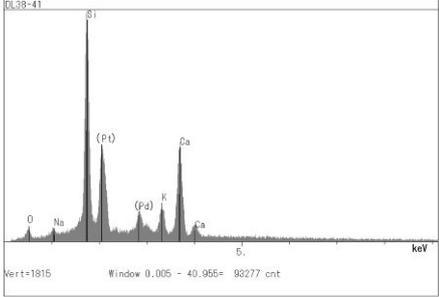
試料を 50°C に温め、 50°C の温水を加えて保温し、30 分間振とうして可溶性塩化物を抽出する。このろ液の一部を分取し硝酸溶液（2N）を加えて酸性にしてから、塩化物イオン選択性電極を用いた電位差滴定法装置にセットし、N/200 硝酸銀標準溶液で電位差滴定する。

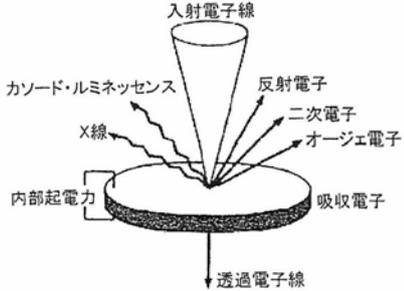
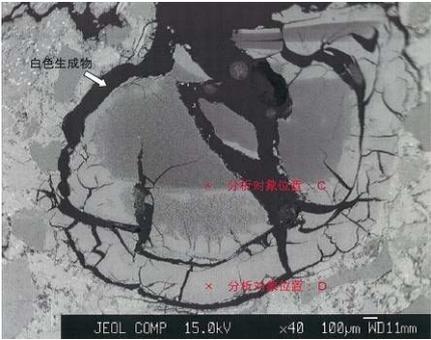
<ドリル法>

コンクリート用のハンマードリルを使用し、深さ 20mm ごとに 5 試料採取する。



採取状況

検査・試験方法	走査型電子顕微鏡観察 (SEM-EDS)
調査内容	アルカリシリカゲルの判定
調査の目的	コンクリートに生じているアルカリシリカゲルを、遊離石灰やエフロレッセンスと識別する。ゲルの形態を詳細に確認する。
引用文献等	社) 日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術 (’10)
【機器・装置・試薬】	本質的には透過型電子顕微鏡 (TEM) と同様であるが、結像部は試料表面から出る二次電子を検出する検出器と増幅器、走査コイルと同期させて像を画面に再現する CRT の各部分からできている。 エネルギー分散型 X 線分析装置 (EDS)
【試験方法】	電子顕微鏡は試料に電子線を照射することによって、試料から放たれる信号を検出して、試料表面の信号分布像として結像する。信号には、二次電子、反射電子、オージェ電子、カソード・ルミネッセンス、蛍光 X 線 (特性 X 線) などがあり、それぞれが試料表面近傍に関する情報を与える。これらのうち、試料表面の形態に関する情報を持つ二次電子像、試料表面近傍の元素の種類に関する情報を持つ蛍光 X 線を利用し、形態観察及び元素の定性解析を行う。
	 <p>電子顕微鏡(SEM)</p>   <p>二次電子像</p>  <p>成分分析結果</p>

検査・試験方法	電子マイクロアナライザー (EPMA)
調査内容	コンクリートの化学成分
調査の目的	元素特有の波長を持つ特性X線を検出して各元素の有無を判別するとともに、その強度から存在量を把握する。
引用文献等	社) 日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術 (’10)
【機器・装置・試薬】	EPMA 分析を行うにあたって、マッピング分析を行うか否かでサンプルの前処理方法が大きく異なる。電子顕微鏡として EPMA を用いる場合は、「SEM」程度のサンプル調整でよい。
【試験方法】	<p>電子線の照射装置は「SEM」と同様である。EPMA は下図に示した電子ビームがサンプルに照射されたときに放出される表面情報の内、元素に特有の特性 X 線を検出する装置の代表的なものである。この特性 X 線は元素によって波長が異なるために、各元素の存在の有無を特定できると同時に、その強度から、存在量を調べることができる。跳ね返った X 線は、そこに存在している全ての元素情報が混在しているため、EPMA では、各元素の特性 X 線が分光器に当たって回析分離できる性質を利用して、分けて分析する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>電子顕微鏡 (EPMA)</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>コンクリート片の観察面</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>白色生成物の反射電子像</p> </div> </div>

検査・試験方法	JCI-DD2 法（コアの促進養生試験）
調査内容	残存膨張量
調査の目的	解放膨張率および残存膨張率を測定する。
引用文献等	JCI-DD2「アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物のコア採取による膨張率の測定方法」 社）日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術（'10）
【機器・装置 ・試薬】	①長さ変化測定器具 長さ変化の測定は、JIS A 1129 に規定するコンタクトゲージ方法による。付属のダイヤルゲージは、JIS B 7509（0.001mm 目盛ダイヤルゲージ）の規定に合格するものを使用するものとする。ゲージプラグは試験中にさびを生じない金属製のものとし、ステンレス製バンドに接着できるものとする。 ②密閉容器、温度計 コアを保存する容器は、気密なふたにより密閉ができ、湿気の損失がない構造のものとする。温度計は、基長測定時に外気温を計測できるものとする。
【試験方法】	採取したコアを温度 40℃、相対湿度 100%の湿気箱に入れ、13 週集養生した後の膨張量にて判定を行う。 アルカリ骨材反応を生じたコンクリート構造物の反応性膨張量を、その構造物から採取したコアの膨張率、すなわち解放膨張率および残存膨張率の測定によって推定する。外観上はアルカリ骨材反応を生じた兆候は認められないが、骨材中に有害鉱物を有害量含んでいることが明らかになったコンクリート構造物の潜在的な反応性膨張量の推定にも適用することができる。 ○コアの採取と保存 ① コア採取位置および数量は、損傷程度、鉄筋量、採取する方向、環境の相違等を考慮して選定する。 ② コアは原則として直径 100mm、長さ約 250mm とする。 ③ コアは基長測定後、速やかに 20±2℃、相対湿度 95%以上で保存する。解放膨張率の測定終了後、原則として、40±2℃、相対湿度 95%以上で保存する。 ○基長および膨張率測定 ① 基長は、原則として 100mm とし、コア採取直後に測定するものとする。

② 膨張率は、コア採取後 1 週間は 24 時間ごとに測定し、それ以降は 3 日ないし 1 週間の間隔で測定する。

③ 測定にあたっては、コアのそりやポップアウトなどの変状、表面のひびわれや水ガラスのゲル等の浸出物、汚れなどを観察する。

○膨張率の算定

膨張率の算定には、必要な温度補正を施すものとする。コアを採取して行う場合は、圧縮強度試験と併用する場合もあるが、単独で実施する場合は粗骨材最大寸法に十分注意する必要がある。



試験状況

《判定基準》

促進膨張量試験の判定基準値は、下表に示すように、骨材のアルカリシリカ反応性の試験に準拠したものが使用されることが多い。しかし、コアの促進膨張試験における残留膨張性の「あり」、「なし」を判定する基準値は、十分な研究調査に基づいたものとはいえず、現状では実構造物の将来の膨張挙動との対応関係も必ずしも明確ではないことに留意すべきである。

	促進養生の条件	判定基準	
JCI-DD2法	温度40℃、湿度100%の条件下にて養生	阪神高速道路公団	全膨張量が0.1%を超える場合、有害と判定する。
		建設省	建設省総合プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」では40℃、100%R.H.の条件下に13週間養生し、0.05%以上の膨張量を示すものを有害または潜在的有害と判断する。
デンマーク法	温度50℃の飽和NaCl溶液中に浸漬	試験材齢3箇月での膨張量で以下のように判定する。 0.4%以上：膨張性あり 0.1～0.4%：不明確 0.1%未満：膨張性なし	
カナダ法 (NBRI法)	温度80℃の1NのNaOH溶液中に浸漬	ASTM Cの1260-94の判定基準：試験開始後14日間での膨張量で以下のように判定する。 0.1%以下の場合：無害 0.1～0.2%の場合：有害と無害の骨材が含まれる。 (この場合、14日以降も更に試験を継続する) 0.2%以上の場合：潜在的に有害な膨張率	

検査・試験方法	カナダ法 (NBRI 法) (コアの促進養生試験)
調査内容	残存膨張量
調査の目的	解放膨張率および残存膨張率を測定する。
引用文献等	ASTM C 1260 社) 日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術 ('10)
【機器・装置 ・試薬】	①長さ変化測定器具 長さ変化の測定は、JIS A 1129 に規定するコンタクトゲージ方法による。付属のダイヤルゲージは、JIS B 7509 (0.001mm 目盛ダイヤルゲージ) の規定に合格するものを使用するものとする。ゲージプラグは試験中にさびを生じない金属製のものとし、ステンレス製バンドに接着できるものとする。 ②容器、水酸化ナトリウム水溶液
【試験方法】	コアの促進養生試験法の一つであり、採取したコアを 80℃の水酸化ナトリウム水溶液に浸漬し、試験開始後 14 日後の膨張量にて判定を行う。 湿気槽にて実施する方法 (JCI-DD2) では、コアの直径や長さが小さくなると、コアからのアルカリの溶出の影響で、膨張量の測定結果が小さくなり、誤った評価をすることがある。それに対して、外部から NaOH が供給される条件下で試験する方法では、コアの大きさによる影響を受けず、膨張量が全体に大きくなるので、残存膨張性の評価が容易となる利点がある。 ○コアの採取と保存 ① コア採取位置および数量は、損傷程度、鉄筋量、採取する方向、環境の相違等を考慮して選定する。 ② コアは原則として直径 100mm、長さ約 250mm とする。 ③ 乾燥や炭酸化の影響を受けないように、現地で直ちに厳重に密閉する。解放膨張率の測定終了後、80℃の水酸化ナトリウム水溶液に浸漬する。 ○基長および膨張率測定 ① 基長は、原則として 100mm とし、コア採取直後に測定するものとする。 ② 膨張率は、コア採取後 1 週間は 24 時間ごとに測定し、それ以降は 3 日ないし 1 週間の間隔で測定する。

③ 測定にあたっては、コアのそりやポップアウトなどの変状、表面のひびわれや水ガラスのゲル等の浸出物、汚れなどを観察する。

《判定基準》

促進膨張量試験の判定基準値は、下表に示すように、骨材のアルカリシリカ反応性の試験に準拠したものが使用されることが多い。しかし、コアの促進膨張試験における残留膨張性の「あり」、「なし」を判定する基準値は、十分な研究調査に基づいたものとはいえず、現状では実構造物の将来の膨張挙動との対応関係も必ずしも明確ではないことに留意すべきである。

	促進養生の条件	判定基準	
JCI-DD2法	温度40℃、湿度100%の条件下にて養生	阪神高速道路公団	全膨張量が0.1%を超える場合、有害と判定する。
		建設省	建設省総合プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」では40℃、100%R.H.の条件下に13週間養生し、0.05%以上の膨張量を示すものを有害または潜在的有害と判断する。
デンマーク法	温度50℃の飽和NaCl溶液中に浸漬	試験材齢3箇月での膨張量で以下のように判定する。 0.4%以上：膨張性あり 0.1～0.4%：不明確 0.1%未満：膨張性なし	
カナダ法(NBRI法)	温度80℃の1NのNaOH溶液中に浸漬	ASTM Cの1260-94の判定基準：試験開始後14日間での膨張量で以下のように判定する。 0.1%以下の場合：無害 0.1～0.2%の場合：有害と無害の骨材が含まれる。 (この場合、14日以降も更に試験を継続する) 0.2%以上の場合：潜在的に有害な膨張率	

検査・試験方法	デンマーク法（コアの促進養生試験）
調査内容	残存膨張量
調査の目的	解放膨張率および残存膨張率を測定する。
引用文献等	社）日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術（'10）
【機器・装置 ・試薬】	<p>①長さ変化測定器具</p> <p>長さ変化の測定は、JIS A 1129 に規定するコンタクトゲージ方法による。付属のダイヤルゲージは、JIS B 7509（0.001mm 目盛ダイヤルゲージ）の規定に合格するものを使用するものとする。ゲージプラグは試験中にさびを生じない金属製のものとし、ステンレス製バンドに接着できるものとする。</p> <p>②容器、飽和塩化ナトリウム水溶液</p>
【試験方法】	<p>コアの促進養生試験法の一つであり、採取したコアを 50℃の飽和塩化ナトリウム水溶液に浸漬し、試験開始後 3 カ月後の膨張量にて判定を行う。</p> <p>湿気槽にて実施する方法（JCI-DD2）では、コアの直径や長さが小さくなると、コアからのアルカリの溶出の影響で、膨張量の測定結果が小さくなり、誤った評価をすることがある。それに対して、外部から NaCl が供給される条件下で試験する方法では、コアの大きさによる影響を受けず、膨張量が全体に大きくなるので、残存膨張性の評価が容易となる利点がある。</p> <p>○コアの採取と保存</p> <p>① コア採取位置および数量は、損傷程度、鉄筋量、採取する方向、環境の相違等を考慮して選定する。</p> <p>② コアは原則として直径 100mm、長さ約 250mm とする。</p> <p>③ 乾燥や炭酸化の影響を受けないように、現地で直ちに厳重に密閉する。解放膨張率の測定終了後、50℃の飽和塩化ナトリウム水溶液に浸漬する。</p> <p>○基長および膨張率測定</p> <p>① 基長は、原則として 100mm とし、コア採取直後に測定するものとする。</p> <p>② 膨張率は、コア採取後 1 週間は 24 時間ごとに測定し、それ以降は 3 日ないし 1 週間の間隔で測定する。</p>

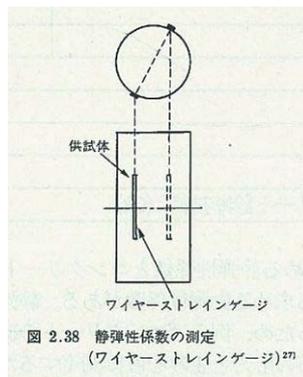
③ 測定にあたっては、コアのそりやポップアウトなどの変状、表面のひびわれや水ガラスのゲル等の浸出物、汚れなどを観察する。

《判定基準》

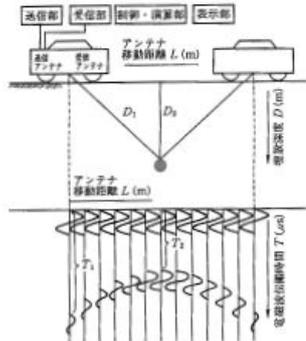
促進膨張量試験の判定基準値は、下表に示すように、骨材のアルカリシリカ反応性の試験に準拠したものが使用されることが多い。しかし、コアの促進膨張試験における残留膨張性の「あり」、「なし」を判定する基準値は、十分な研究調査に基づいたものとはいえず、現状では実構造物の将来の膨張挙動との対応関係も必ずしも明確ではないことに留意すべきである。

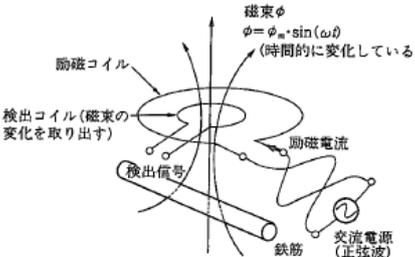
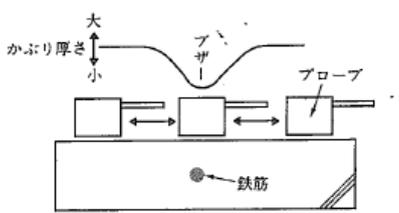
	促進養生の条件	判定基準	
JCI-DD2法	温度40℃、湿度100%の条件下にて養生	阪神高速道路公団	全膨張量が0.1%を超える場合、有害と判定する。
		建設省	建設省総合プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」では40℃、100%R.H.の条件下に13週間養生し、0.05%以上の膨張量を示すものを有害または潜在的有害と判断する。
デンマーク法	温度50℃の飽和NaCl溶液中に浸漬	試験材齢3箇月での膨張量で以下のように判定する。 0.4%以上：膨張性あり 0.1～0.4%：不明確 0.1%未満：膨張性なし	
カナダ法(NBRI法)	温度80℃の1NのNaOH溶液中に浸漬	ASTM Cの1260-94の判定基準：試験開始後14日間での膨張量で以下のように判定する。 0.1%以下の場合：無害 0.1～0.2%の場合：有害と無害の骨材が含まれる。 (この場合、14日以降も更に試験を継続する) 0.2%以上の場合：潜在的に有害な膨張率	

検査・試験方法	弾性係数試験
調査内容	静弾性係数
調査の目的	コアによる静弾性係数試験により構造体の物理特性を評価する。
引用文献等	○静弾性係数試験 JIS A 1149 「コンクリート静弾性係数試験方法」 社) 日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術 (’10)
【機器・装置 ・試薬】	< 静弾性係数 > ①供試体 ②ワイヤーストレインゲージ ③コンプレッソメーター ④静ひずみ測定装置
【試験方法】	< 静弾性係数 > 静弾性係数を求める方法は、採取したコア供試体表面の相対する位置に下図に示すようにワイヤーストレインゲージを、接着剤を用いて貼り、静ひずみ測定装置に連結させ、圧縮強度試験と同様に荷重を裁荷して、応力-ひずみ曲線を X-Y レコーダなどに記録する。そして、応力-ひずみ曲線の最大荷重の 1/3 の点の応力 (σa) とひずみ (εa) から静弾性係数 $E = \sigma a / \varepsilon a$ を求める。ただし、ゲージの有効長は粗骨材最大寸法の 2~3 倍以上、供試体高さの 2/3 以下とし、ひずみの測定は供試体高さの中央部で行うのが良い。



静弾性係数の測定

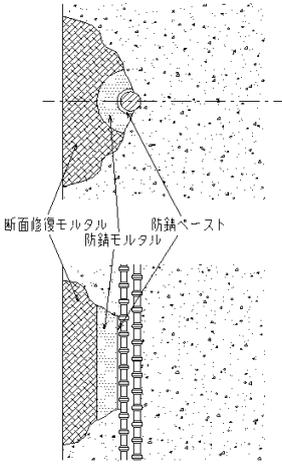
検査・試験方法	電磁波レーダー法
調査内容	鉄筋位置・かぶり
調査の目的	鉄筋位置・かぶり確認
引用文献等	社) 日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術 (’10)
【機器・装置 ・試薬】	電磁波法による探査装置は、アンテナ部とコンピュータ部（表示部）からなり、計測時はアンテナからの信号を伝送する信号ケーブルをコンピュータ側に接続する。装置によっては一体型もある。
【試験方法】	<p>電磁波レーダーの原理は現在広く用いられているレーダーと基本的に同じである。コンクリート用電磁波レーダーは、インパルス状の電磁波をコンクリート内へ送信アンテナから放射すると、その電磁波がコンクリートと電気的性質（比誘電率・導電率）の異なる物体（例えば、鉄筋・埋設管・空洞等）との境界面で反射する。それを受信アンテナで受信し、それにかかる往復の伝搬時間から反射物体までの距離を計算するとその位置を求めることができる。原理を下図に示す。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>図 3.6.4-1 電磁波レーダー法の原理図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>測定機器</p> </div> </div> <p>コンクリート用電磁波レーダーで最も多く使用されているパラレルアンテナでは、縦方向の操作で横方向の埋設物を、横方向の操作で縦方向の埋設物を探査する。</p> <div style="text-align: center;">  <p>測定状況</p> </div>

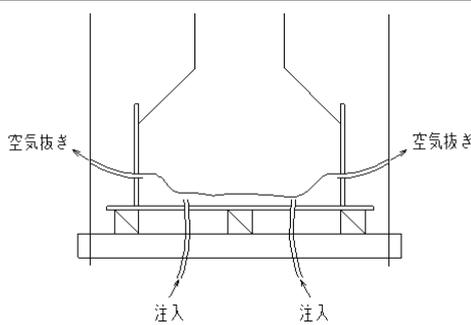
検査・試験方法	電磁誘導法
調査内容	鉄筋位置・かぶり
調査の目的	鉄筋位置・かぶり確認
引用文献等	社) 日本コンクリート工学協会 コンクリート診断技術 (’10)
【機器・装置・試薬】	鉄筋探査装置
【試験方法】	<p>電磁誘導法の原理図を下図に示す。同図のように、導線を円形に巻いた試験コイルに交流電流を流すと、時間的に変化する磁束が発生する。試験コイルのつくる磁束は鉄筋に浸透し、鉄筋の電磁気的特性などから磁束が変化する。これが信号となる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>図 3.7.1-1 電磁誘導法の原理図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>測定機器</p> </div> </div> <p>一般的な装置の場合、下図のように、試験プローブを用いて鉄筋に直行する方向にコンクリート表面を走査することにより鉄筋を検出する。プローブが鉄筋に近づくと、被り厚さの表示値が小さくなり鉄筋真上でブザーが鳴る。また、遠ざかるとブザーが止まり次第に被り厚の表示値が大となる。この走査を左右両方向に繰り返し、鉄筋の中心を求める。この時、鉄筋径か、被り厚さの一方が既知である場合、比較的精度よく他方を推定することができる。</p> <p>電磁誘導法は、レーダー法に比べて鉄筋径の推定が可能であり、コンクリート中に空隙があっても鉄筋位置の推定が可能である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>図 3.7.1-2 電磁誘導法による鉄筋探査方法</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>測定状況</p> </div> </div>

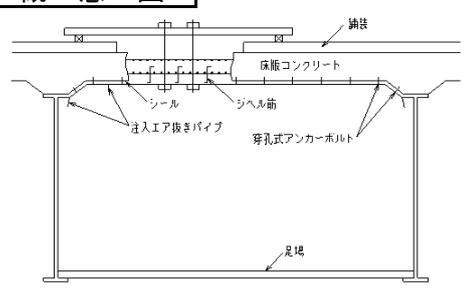
検査・試験方法	はつり調査
調査内容	かぶり、鉄筋径、鉄筋腐食
調査の目的	かぶり、鉄筋径、鉄筋腐食の確認
引用文献等	
【機器・装置 ・試薬】	ブレーカー、カッター等
【試験方法】	<p>はつり調査は、30cm 角程度をはつり、鉄筋を露出させ、かぶり、鉄筋の腐食状況、鉄筋径の測定を行う。確認後はポリマーセメント等で充てんする。</p> <div style="text-align: center;">  <p>はつり作業</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>鉄筋腐食確認</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>かぶり測定</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>鉄筋径測定</p> </div>

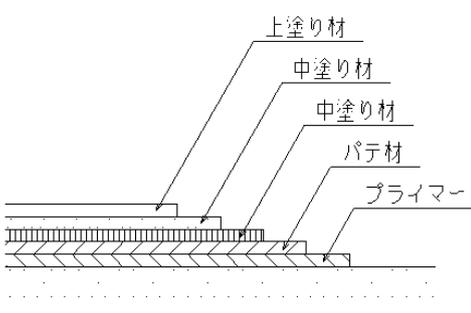
表面処理工法		分類	ひびわれ補修工
補修工法概要 コンクリート表面に0.2mm以下の細かなひびわれが密集している場合などは、ひびわれ注入工法が適さないため、ひびわれに沿って防水膜を施工して、ひびわれへの水などの進入を防止する。		概念図 	
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ● 塩害、中性化、材料不良などの損傷原因により、ひびわれ周辺のコンクリートの劣化部分を除去する必要がある場合には、本工法は不適當。 ● 表面処理工法には、ポリマーセメントペースト、セメントフィラー、塗膜弾性防水材(アクリル樹脂系、ウレタン樹脂系)などが用いられる。 ● ひび割れ幅の変動や開閉量が大きい場合には、ひび割れの動きに追従できる可とう性のある材料を使用する。 用語の説明 セメントフィラー:セメントの充填材 			

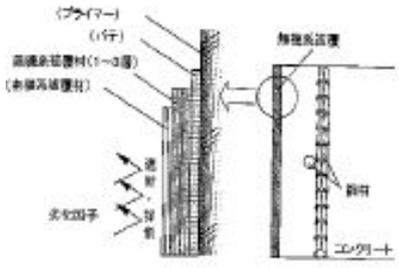
ひびわれ注入(充填)工		分類	ひびわれ補修工
補修工法概要 コンクリートのひびわれ部分に、エポキシ樹脂材、ポリマーセメントなどの補修材料を深部まで注入又は充填し、ひびわれ部への水分や塩化物などの侵入を防止する。		概念図 	
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ● 安定化したひびわれ(進展性でないひびわれ)の生じたコンクリート部材のあらゆる部位に適用できる。 ● 塩害、中性化などの損傷原因により、ひびわれ周辺のコンクリート劣化部分を除去する必要がある場合には、断面修復工法を併用して使用する。 ● エポキシ樹脂材(低粘度)は、0.2~5.0mm程度のひびわれ補修に適している。低圧力で注入する工法が一般的である。ポリマーセメントスラリー(低粘度)を使用することもある。エポキシ樹脂は低音(5℃以下)では硬化しないため、低温施工に対しては要注意。 ● 5.0mm以上のひびわれの場合は、一般にひびわれに沿ってU型の溝を設けて、ポリマーセメントモルタルを充填する。 エポキシ樹脂の方が細かいひびわれにも浸透し、ポリマーセメントより接着性が高いため、エポキシ樹脂を充填することもあるが高価である。 			
<ul style="list-style-type: none"> ● 0.2mm以下の極細のひびわれが密集している場合には表面処理工法が適する。 ● 漏水の著しいひびわれの補修工法 樹脂系の注入材は漏水の著しい箇所での施工は不向きである。このような箇所のひびわれを補修し、止水する工法として無機質セメント結晶増殖材を用いた工法が開発されている。この工法は、補修材料がコンクリート内の水と反応してセメント結晶を生成し、生成された結晶群によってコンクリート全体を不透水化する。 用語の説明 無機質セメント結晶増殖材:コンクリート表面から内部まで浸透し、セメント成分を化学反応で改質する工法 			

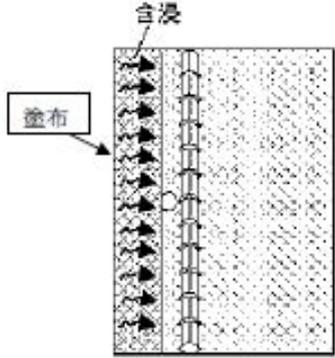
左官工法、吹き付け工法	分類 断面修復工
<p>補修工法概要</p> <p>下地処理した断面欠損部に、断面修復材をコテ、ヘラなどによって数回にわたって塗り込んで、断面を修復する工法。 モルタルパッチング工法とも言う。</p>	<p>概念図</p>  <p>The diagram shows two cross-sections of a concrete structure. The top section shows a repair area where '断面修復モルタル' (surface repair mortar) is applied over a '防錆ペースト' (rust prevention paste) and '防錆モルタル' (rust prevention mortar). The bottom section shows a similar repair area with '断面修復モルタル' and '防錆モルタル' applied over a rebar structure.</p>
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 断面欠損が比較的小さく、修復深さが比較的浅い(5cm未満)に適用される。 ● 施工が容易なため、他の工法が適用しにくい場合にも適用される。 ● 作業スペースが確保できれば、コンクリート構造物のすべての部位に適用可能。 ● 断面修復材料には、ポリマーセメントモルタル(又はコンクリート)、エポキシ樹脂モルタル、無収縮モルタルなどが用いられる。 ● ポリマーセメントモルタル(又はコンクリート)は安価で、中性化に対して効果的で、湿潤状態での施工が可能である。SBR系ポリマーは長期接着性が良く、PAE系ポリマーは初期接着性が良い。 ● エポキシ樹脂モルタルはポリマーに比べて高価であるが、付着性に優れるため比較的薄層(6~12mm程度)の断面修復に適する。低温(5°C以下)で硬化しないため低温での施工は避ける。 ● 無収縮モルタルは厚付けが可能のため比較的大きな断面修復に適するが、接着力は他の材料に比べて弱く、十分な水硬環境を必要とする。 ● 鉄筋が著しく腐食している場合には、腐食した鉄筋を除去し、新しい鉄筋に交換する工法も行われている。 ● 塩害、中性化等の要因により、広範囲にわたって、劣化したコンクリートを除去する工法として、ウォータージェット工法を採用した事例もある。 <p>用語の説明 SBR系ポリマー:ゴム系のポリマー混和材 PBR系ポリマー:樹脂系のポリマー混和材</p>	

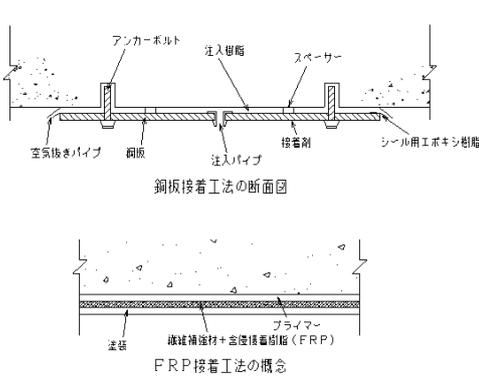
充てん工法	分類 断面修復工
<p>補修工法概要</p> <p>粗骨材をあらかじめ型枠の中に詰めておき、その空隙にモルタルを注入充填して、コンクリートを作って断面を修復する。</p>	<p>概念図</p>  <p>The diagram shows a cross-section of a concrete repair. It illustrates the '注入' (injection) of mortar into the spaces between aggregate. Labels include '空気抜き' (air release) at the top and '注入' (injection) at the bottom.</p>
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 充てん工法は断面欠損の大きい場合に適用される。 ● 下から上に向けた逆打ちコンクリートの施工に適している。 ● 注入モルタルに要求される性能 <ul style="list-style-type: none"> ①流動性がよく、ブリーディングが少ないこと。 ②接着性、密着性の高いこと。 ③硬化時の収縮量が少ないこと。 ④硬化後に十分な密実性を有すること。 ⑤線膨張係数、弾性係数がコンクリートと同程度であること。 ⑥耐久性の高いこと。 <p>注入モルタルには、ポリマーセメント系モルタルがよく使用される。</p>	

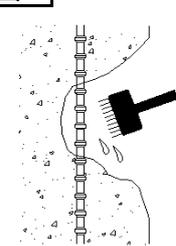
部分打ち換え工	分類 部分打ち換え工
<p>補修工法概要</p> <p>コンクリート断面が抜け落ち等により損傷した場合には、鉄筋のラップ部分を残して損傷部分を切り取り、新たに鉄筋を組んで、切り取った部分のコンクリートを打設して修復する。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ●床版、壁高欄等、既設構造物を部分的に取り除いても橋梁全体に影響のない部位の損傷に適用される。 ●新旧鉄筋は、ラップ継手又はフレアー溶接で確実に連結する必要があるため、ラップスペースが確保できない場合は採用できない。また、鉄筋、型枠の組立ができないような狭隘部には不適用。 	

塗装材料による表面被覆工	分類 表面被覆工
<p>補修工法概要</p> <p>コンクリート表面を塗装材料により被覆し、コンクリートの劣化原因となる水分、塩分、炭酸ガス、酸素の浸透を防止する。コンクリート表面を清掃・下地処理した後、不陸調整を行い、その上に中塗り材、上塗り材を塗布するのが標準的工法である。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ●被覆材料選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ①施工環境に応じた材用を選ぶこと。(湿潤環境、ひびわれ追従性など) ②目的に応じた材料を選ぶこと。(一般的な劣化、塩害対策、中性化対策、凍害対策) ③表面被覆工法は一般にコンクリート内部の湿気が外にでないため、上部からの水の浸透を防ぐ防水工を必ず施すこと。(シラン系の材料のようにコンクリート内部の水分を外的に発散させる透湿性の材料もある) ●エポキシ系材料は、耐水性に富むが、耐候性に劣るため、中塗り材として使用される。また低温下で硬化しないため低温下での施工は不可。可撓性が要求される場合には柔軟型、重防食には厚膜型が用いられる。 ●ポリマーセメント系も中塗り材として使用される。安価で、コンクリート内のアルカリ性を保持する。湿潤状態でも施工可能。 ●ポリウレタン系、フッ素系材料は耐候性、速乾性に富むため、主として上塗り材料に用いられる。 ●ゴム系材料は柔軟性に富むため、ひびわれの追従性に優れるが施工性が高い。 <p>用語の説明 シラン系の材料：・シラン系表面含浸材塗布工法は、コンクリートに浸透し、かつコンクリート内部で水の侵入を阻止する防水層を形成させる工法。</p>	

塗装材料による表面被覆工（無機系）	分類 表面被覆工
補修工法概要 無機系材料をコンクリート表面に1～5mmの厚さで塗布して、コンクリートの劣化原因となる水分、塩分等の浸透を防止する。コンクリート表面を清掃・下地処理した後、その上にはけ塗り、ローラー塗り、吹き付けるのが、標準的工法である。	概念図 (塗布工法) 
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ・耐久性に優れ、有機系材料のような紫外線による劣化がない。 ・外部からの防水機能と同時に、水蒸気透過性を有しており、コンクリート内部の水分の放出ができる。 ・ひび割れ追従性は、有機系材料に比較して劣る。 ・難燃性に優れている。 ・中塗りまたはコンクリートと中塗りの間にシートを設置することで剥落防止工としても利用できる。 	

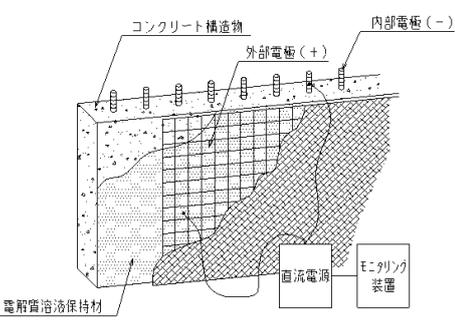
含浸塗布工	分類 表面含浸工
補修工法概要 含浸性の良い無機系材料をコンクリート表面に塗布して、コンクリートの組織を改質して、緻密な層を形成することで、コンクリートの劣化原因となる水分、塩分等の浸透を防止する。コンクリート表面を清掃・下地処理した後、その上にはけ塗り、ローラー塗り、吹き付けるのが、標準的工法である。材料には、シラン系、けい酸系などがある。	概念図 
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート中に不溶性の結晶体を生成して、コンクリートの緻密度の改善に寄与する。 ・アルカリ骨材反応、中性化、塩害の抑止効果がある。 ・水圧15kg/cm²以下の压力下でも、内外防水に関わらず止水できる。 ・有機系材料に比べて安価である。 ・一般に塗替えは不要である。 ・材料によっては鉄筋腐食抑制効果も期待できる。 	

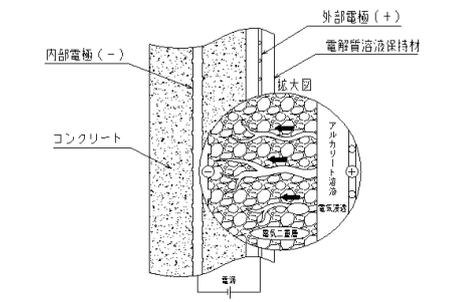
剥落防止を目的とした表面被覆工	分類 剥落防止工
<p>補修工法概要</p> <p>塗装系被覆工では補修後にひびわれ、剥離が生じた場合に剥落を完全に防止することはできない。 剥落防止を目的として、補修したコンクリート表面に、鋼板、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維などを貼り付ける工法。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ●床版下面、コンクリート製防護柵など、剥落による第三者への被害を防止しなければならない箇所に適用。 ●鋼板接着工 鋼板をアンカーボルトを用いてコンクリート面に取り付けエポキシ樹脂を充填してコンクリート面に密着させる工法 使用鋼板の厚さ:4.5mm エポキシ樹脂充填のすき間:5mm アンカーボルトの間隔:M10を50cm以下 ●FRP被覆工 コンクリート表面に繊維補強材をエポキシ樹脂接着剤等を含浸させながら積層接着させて、コンクリートと一体化させる工法で、繊維補強材には炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維がある。鋼板接着工法に比べて材料の重量が軽いため施工作業性に優れている。また、鋼板のように腐食する心配がない。最も実績の多い繊維材は炭素繊維で、通常縦方向に1層、横方向に1層、クロスして貼り付け、合計2層を施工する。アラミド繊維は炭素繊維に比べてヤング係数が低いため、取り扱いが容易でコーナー部の面取り作業が不要である。 ●最近では、炭素繊維やアラミド繊維より軽くて耐アルカリ性にも優れたサイバースシート(超高強力ポリエチレン繊維)も広く採用されている。 ●これらの表面被覆工は使用材料の引張強度が高いため補強効果も有している。 ●表面被覆工の代わりにメッシュ状のネットを設置した事例もある。 	

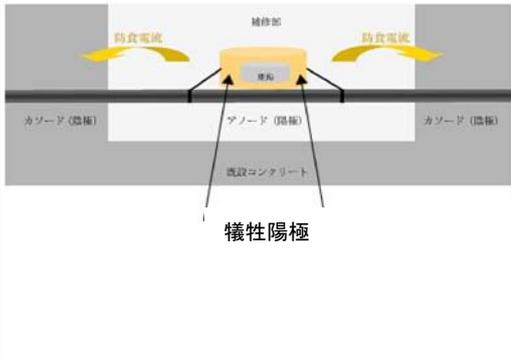
鉄筋防錆工	分類 防錆処理工
<p>補修工法概要</p> <p>コンクリート表面をはつり、鉄筋を露出させた後、鉄筋の錆をケレンし、鉄筋に防錆材を塗布する。 コンクリート断面の修復は、断面修復工により行う。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ●鉄筋の断面欠損が少ない場合に適用。断面欠損の大きい場合には新たに鉄筋を追加するなどの処置が必要。 ●露出した鉄筋の腐食の進行を抑えるため、暫定的な処置として使用されることもある。 ●エポキシ樹脂塗料、ポリマーセメント系塗布材などが用いられるが、塗布が不完全で鉄筋の被覆が一部欠損している場合には、被覆されていない箇所に腐食電流が集中して鉄筋の腐食を加速することもあるので注意を要する。 ●上記の欠点を補う新工法として、浸透性の高い防錆剤(亜硝酸リチウムなど)を用いて、コンクリート内に防錆剤を拡散させる工法が開発され、施工実績も多い。 ●塩害を受けたコンクリート構造物の鉄筋の防錆処理として開発された工法 塩分吸着剤を混入した防錆ペーストを、はつりだした鉄筋に塗布することによってコンクリート中の塩化物イオンを吸着固定するとともに、塩分吸着剤に含まれる防錆効果のある亜硝酸イオンが放出され、鉄筋の腐食を防止する。この工法はJR鉄道総合研究所と日本道路公団試験研究所が共同で開発した工法である。 	

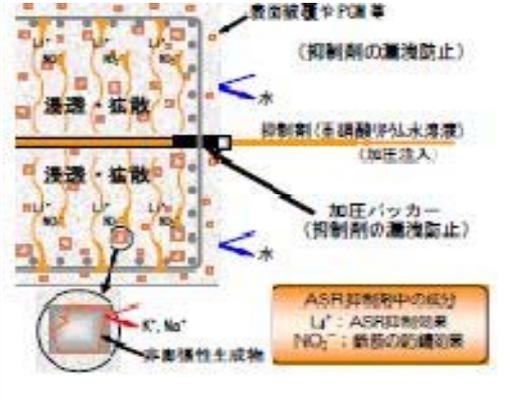
<h3>チタン金属を陽極とする電気防食工</h3>	<h3>分類 電気防食工</h3>
<h4>補修工法概要</h4> <p>コンクリート構造物内の鉄筋を陰極、コンクリート表面に設けたチタン金属を陽極に保ち、外部電源により直流電流を流すことによって、電気化学的に、コンクリート内の鉄筋を不活性状態にして腐食の進行を止める方法。</p>	<h4>概念図</h4>
<h4>工法選定のポイント</h4> <ul style="list-style-type: none"> ●塩害、中性化などによって、コンクリート内の鉄筋が腐食領域にある場合に用いられる。 ●将来腐食領域に入ると予想される厳しい環境下のコンクリート構造物の鉄筋腐食の予防対策として用いられることもある。 ●費用が高く工事も大がかりとなるため、通常の防食では不十分な特殊な場合に採用される。 ●チタン金属を陽極に用いた電気防食工法は、①チタンメッシュ方法、②導電塗料方式、③チタングリッド方式、④内部挿入陽極方式など、メーカーにより方式が異なるので、現場状況に適合した方式を選定する。 ●電気防食工では、システムが効果的に稼働しているかを確認するために、定期的な保守点検が必要。 通常点検：1回/2ヶ月標準(電流量確認、電位測定) 定期点検：1回/年、初年度は4回/年(防食回路全体の健全性確認) 精密点検：1回/5年 	

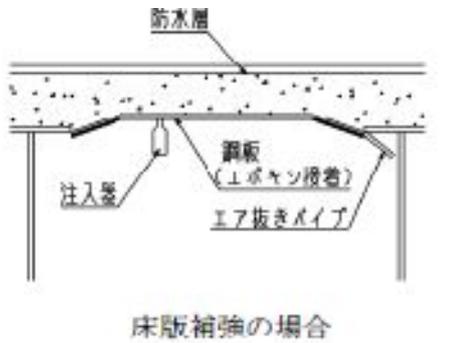
<h3>亜鉛を陽極とする電気防食工</h3>	<h3>分類 電気防食工</h3>
<h4>補修工法概要</h4> <p>コンクリート構造物内の鉄筋を陰極、コンクリート表面に設けた亜鉛を陽極に用いて電位差による電流を流すことによって、電気化学的にコンクリート内の鉄筋を不活性状態にして腐食の進行を止める方法。</p>	<h4>概念図</h4>
<h4>工法選定のポイント</h4> <ul style="list-style-type: none"> ●塩害、中性化などによって、コンクリート内の鉄筋が腐食領域にある場合に用いられる。 ●将来腐食領域に入ると予想される厳しい環境下のコンクリート構造物の鉄筋腐食の予防対策として用いられることもある。 ●費用が高く工事も大がかりとなるため、通常の防食では不十分な特殊な場合に採用される。 ●亜鉛を陽極に用いた電気防食工法には次のものがある。 <ol style="list-style-type: none"> ①亜鉛シート方式 亜鉛シート、特殊バックフィル、保護カバーからなる亜鉛防食板をアンカーボルトでコンクリート表面に固定し、モニタリング装置を設置する。 ②亜鉛溶射方式 溶射ガンにより加熱・加速された熔融状態の亜鉛微粒子をコンクリート面に噴射して、亜鉛溶射被膜をコンクリート表面に形成し、コンクリート内の鉄筋と電氣的に接続する。 ●亜鉛を陽極に用いる電気防食工法は、電源が不要であるが、亜鉛が電位差によって腐食されるため、1mm厚の亜鉛板を用いた場合でその効果期間は約15年である。 <p>用語の説明 バックフィル:防食版の中にあるフィルムみたいなもの</p>	

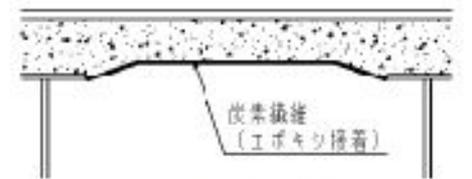
電気化学的脱塩工法	分類 脱塩工
補修工法概要 外部電極を仮設し、コンクリート表面に電解質溶液を保持できる仮設陽極材を設置し、コンクリート内部の鋼材を陰極として直流電流(1.0A/m ² 程度)を8週間程度の期間流して、コンクリート内の塩分を取り出す工法。	概念図 
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●脱塩工を適用するのは、鉄筋位置の塩分濃度が発錆限界以上(1.2~2.0Kg/m³)に到達している場合、または放置した場合に濃度増加が予想される場合。 ●塩害の進んだコンクリートの劣化部分を取り除いて断面修復する工法が適当でない場合には有力な工法である。 ●以下の環境下では適用できない。 <ul style="list-style-type: none"> ・足場が設置できない箇所 ・表面に絶縁表面保護工が施されている場合 ・コンクリート面が湿潤な場合 ・ボルト等導電流物質が露出している場合 ●脱塩工法では、通常、コンクリート表面積1m²当たり約1Aの電流密度の電流を約8週間連続して流す必要がある。 	

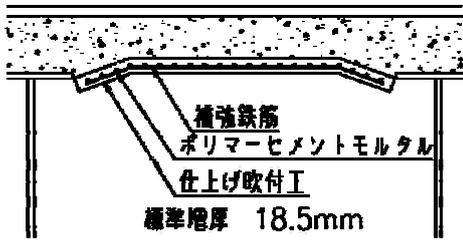
電気化学的再アルカリ化工法	分類 再アルカリ化工
補修工法概要 外部電極を仮設し、コンクリート表面にアルカリ性溶液を保持できる仮設陽極材を設置し、コンクリート内部の鋼材を陰極として直流電流を1~2週間程度の期間流して、仮設材中に保持したアルカリ性溶液をコンクリート中に強制浸透させ、再アルカリ化する工法。	概念図 
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●再アルカリ工を適用するのは、鉄筋位置まで中性化が進行している場合、または放置した場合に中性化が進行し鉄筋の腐食が懸念される場合。 ●中性化の進んだコンクリートの劣化部分を取り除いて断面修復する工法が適当でない場合には有力な工法である。 ●以下の環境下では適用できない。 <ul style="list-style-type: none"> ・足場が設置できない箇所 ・表面に絶縁表面保護工が施されている場合 ・コンクリート面が湿潤な場合 ・ボルト等導電流物質が露出している場合 ●再アルカリ工法では、通常、中性化の深さが30mm以下の場合には、コンクリート表面積1m²当たり約1Aの電流密度の電流を1週間連続して流す必要がある。 	

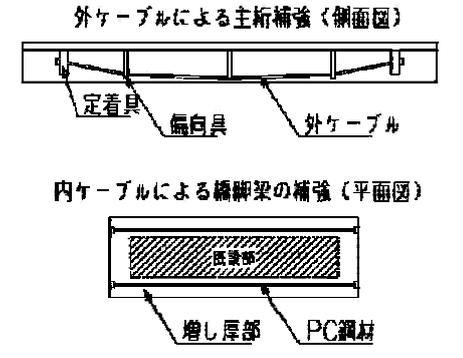
犠牲陽極材の設置	分類 断面修復工
<p>補修工法概要</p> <p>塩害、中性化などによるコンクリート劣化時の断面修復により露出された鉄筋に結束することにより電気化学的に鉄筋防錆、腐食抑制を行う。また補修部と未補修部に生じる鉄筋の電位差によるマクロセル腐食を防止する効果がある。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ●マクロセル防止 補修部と未補修部に生じる鉄筋の電位差により加速度的に鉄筋腐食が進行するマクロセルを防止する。 ●多彩な用途 塩害、中性化に関わらず、RC、PC構造物に適用可能。 ●経済性 ライフサイクルコストの低減が計れる。 ●施工性 迅速かつ簡単な設置である。 ●メンテナンスフリー 外部電源、モニタリングは不要である。 	

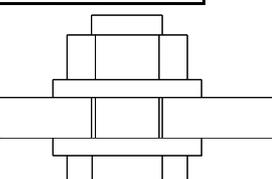
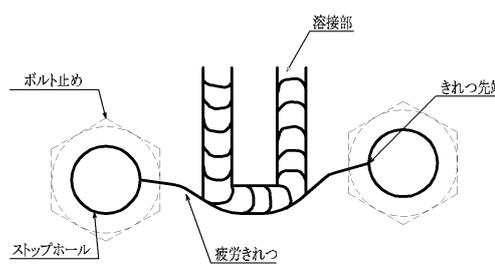
ASRリチウム工法	分類
<p>補修工法概要</p> <p>構造物に削孔した小径の孔(圧入孔)より、亜硝酸リチウムを主成分とした抑制剤を加圧注入(圧入)することで、構造物内部コンクリートの微細ひび割れを介して抑制剤を劣化範囲に効果的に浸透拡散させる。これにより、構造物内部のコンクリートの将来的な膨張を低減させ、以後のASRによる劣化を抑制する工法である。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アルカリ骨材反応抑制効果が高い コンクリート内部にリチウムイオンが十分供給されることにより、反応性骨材が不溶化するため、以後のアルカリ骨材反応によるコンクリートの膨張を抑制することができる。 ●鉄筋腐食抑制効果が高い コンクリート中の鉄筋位置周辺に亜硝酸イオンが十分供給されることにより、鉄筋の不動態被膜が修復されるため、以後の鉄筋腐食を抑制することができる。 	

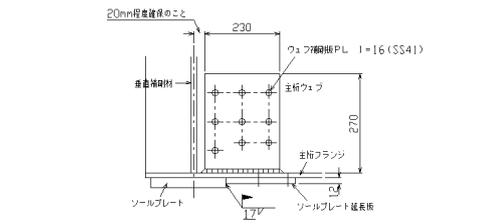
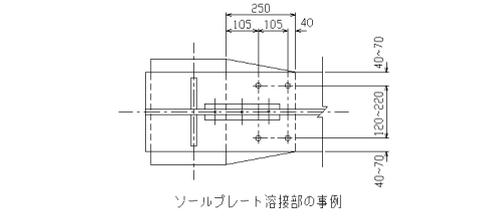
鋼板接着工	分類 断面補修
<p>補修工法概要</p> <p>桁補強では、補強鋼板(板厚4.5mm~12mm)をエポキシ樹脂で接着し、曲げ耐力またはせん断耐力を向上させる工法である。</p> <p>床版補強では、床版下面に補強鋼板(板厚4.5mm~6mm)をエポキシ樹脂で接着し、床版の曲げ耐力を向上させる工法である。主鉄筋方向および配力筋方向の2方向を同時に補強できる。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 曲げ耐力を向上させる場合は、補強鋼板を曲げモーメントの引張縁に取付ける。 せん断耐力を向上させる場合は、部材全周を巻くように取付ける。ただし、桁等で全周を巻くことが困難な場合は、端部をアンカー等で定着する方法もある。 <ul style="list-style-type: none"> ● 床版補強では、道路を全面供用しながら施工が可能であるため、橋面上の交通規制が困難な場合でも適用できる。 	

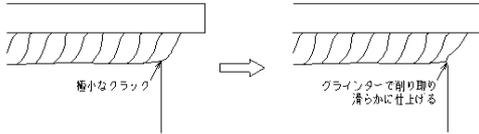
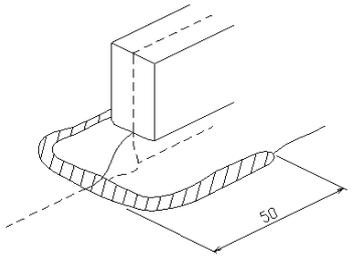
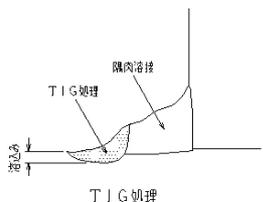
炭素繊維シート接着工	分類 断面補修
<p>補修工法概要</p> <p>桁補強では、炭素繊維シートをエポキシ樹脂により接着し、曲げ耐力またはせん断耐力を向上させる工法である。</p> <p>床版補強では、床版下面に炭素繊維シートをエポキシ樹脂により接着し、床版の曲げ耐力を向上させる工法である。繊維方向を90度交互に接着することにより、主鉄筋方向および配力筋方向の2方向の補強を実施できる。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 桁補強では、曲げ耐力を向上させる場合は、曲げモーメントの引張縁に取付ける。せん断耐力を向上させる場合は、部材全周を巻くように取付ける必要がある。ただし、桁等で全周を巻くことが困難な場合は、ウェブ上端部でアンカー定着する方法もある。 <ul style="list-style-type: none"> ● 部材が軽量なため、作業性が良い。また、施工に重機等が不要なため、施工空間等の制約をほとんど受けない。 床版補強では、道路を全面供用しながら施工が可能であるため、橋面上の交通規制が困難な場合でも適用できる。 	

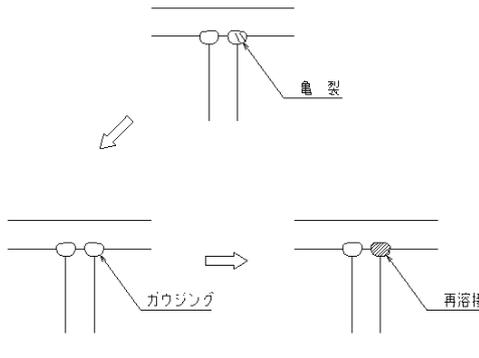
RC増厚工	分類 断面補修
補修工法概要 補強鉄筋を配筋し、普通コンクリートまたはポリマーセメントモルタルにより増厚する工法である。曲げ耐力またはせん断耐力を向上させる工法である。 床版補強では、床版下面等に補強鉄筋を配筋し、ポリマーセメントモルタルにより増厚する工法である。増厚量が薄いため、主に曲げ耐力の向上となる。ポリマーセメントモルタルは、中性化深度が普通コンクリートの1/5であるため、鉄筋のかぶりを薄くすることが可能である。	概念図 
工法選定のポイント ●桁補強では、一般に曲げ補強のみしか適用できない。せん断補強としては、せん断補強筋で全周を巻ける橋脚の耐震補強等に用いられる。 部材が軽量なため、作業性が良い。また、施工に重機等が不要なため、施工空間等の制約をほとんど受けない。 ●施工は、コテ塗りと吹き付けの両方が可能である。床版補強では、部材が軽量なため、作業性が良く、添架物や施工空間等の施工制約をほとんど受けない。補強後、既設床版の損傷状況が直接目視で確認できないが、損傷が生じた場合、増厚部にもひび割れ等が生じるので、損傷経過が確認できる。	

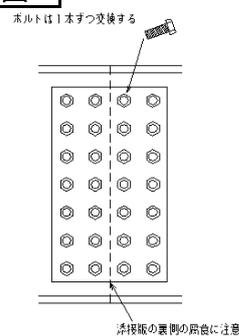
プレストレス導入工	分類 断面補修
補修工法概要 後付けのPC鋼材によりプレストレスを導入し、部材に生じている引張応力を減少させ、耐荷力の向上を図る工法である。後付けするPC鋼材は、外ケーブルの場合が多い。	概念図 
工法選定のポイント ●本工法は、局部的な補強ではなく、部材全体にわたる応力状態を改善して、損傷部材を補強することを目的としている。 死荷重時での耐荷力向上が可能である。	

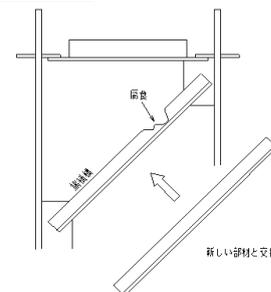
亀裂補修工	分類 ストップホール工
補修工法概要 亀裂の先端に丸い孔を削孔することによって、亀裂先端部の応力集中を除去し、亀裂の進展を防止する。	概念図 
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ● 本工法は応急対策として用いられることが多いが、亀裂の進展を抑止する工法として本対策工にも用いられる。 ● ストップホールが効果的な亀裂先端部分の発生応力度は、公称面内応力度で$50\text{N}/\text{mm}^2$程度までである。 ● ストップホールの削孔はドリルで行い、孔の周辺のばりはグラインダーで滑らかに仕上げる。 (応力集中率の低減が主目的) ● 削孔径は$\Phi 24\text{mm}$が標準。 ● ストップホールを設けた後、補修までの期間が長い場合には、高力ボルトを挿入して締付けておくことで、亀裂の進展をある程度抑制できることが実験等で確認されている。 ● 亀裂先端の見誤りに注意する。 	

亀裂補修工	分類 当て板補修工
補修工法概要 亀裂の発生部を取り囲むように当て板(添接板)を施し、高力ボルトを用いて摩擦接合して補修する。 溶接補修と兼用する場合もある。	概念図 
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ● 亀裂部の溶接補修が困難な場合や、亀裂発生部の応力度を低減したい場合に適用される。 ● 当て板の使用により以下の効果が期待できる。 <ol style="list-style-type: none"> ① 亀裂発生部の応力度の低減 ② 亀裂発生部の剛性を高める ③ 万一亀裂が進展しても応力が添接板に流れる ● 当て板は高力ボルト又は溶接で接合する。溶接による接合は、新たな応力集中箇所が発生したり、溶接欠陥が生じたりすることにより、疲労強度が補修前より低下するおそれがあるため、注意を要する。 ● ソールプレート溶接部の亀裂補修には、本工法が採用された実績が多い。 	 <p>ソールプレート溶接部の事例</p>

亀裂補修工	分類 形状改良工
<p>補修工法概要</p> <p>溶接止端部などに亀裂が発生した場合、亀裂部を除去し、溶接止端部の形状をグラインダー処理、TIG処理等によって滑らかに改良し、応力集中を低減する。</p>	<p>概念図</p>  <p>極小なクラック → グラインダーで削り取り滑らかに仕上げる</p>
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 亀裂の発生原因が、溶接部の形状に起因する応力集中による疲労の場合に有効。 具体的部位: ガセット取り付け部 補剛材の回し溶接部 ● 亀裂が小さく、亀裂部の発生応力度の低い場合には亀裂を除去した部分に、再溶接は必要としない。 ● 溶接除去後の監視が必要 	  <p>TIG処理 隅肉溶接 溶込み TIG処理</p>

亀裂補修工	分類 溶接補修工
<p>補修工法概要</p> <p>溶接部に発生した亀裂部分をアークエアガウジングにより除去し、再溶接して補修する。再溶接部の止端部は十分仕上げを行って、疲労強度を高める。</p>	<p>概念図</p>  <p>亀裂 ガウジング 再溶接</p>
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 亀裂発生の原因は、応力集中、2次応力の発生等による疲労亀裂が最も多い。亀裂の発生原因が溶接の施工不良のように、明らかに溶接補修を行えば補修前より改善される場合には、溶接補修を行う。 ● 他の原因による場合には、損傷の原因を除去する改良を行った後、溶接補修を行う。 <ul style="list-style-type: none"> ・応力集中が原因: 損傷部の応力度を下げる改良を行う。 ・2次応力が原因: 発生原因となる拘束を除去、あるいは断面補強を行う。 ● 補修が現場溶接となるため、溶接の出来ない箇所や溶接作業の困難な箇所での補修工には不適當。無理な姿勢による溶接は溶接欠陥が生じやすく、十分な改良ができない。 ● 溶接止端部をTIG処理またはグラインダーにより仕上げることによって、疲労強度を増大することができるため必ず実施する。 ● 本工法は現場溶接であるため、残留応力が問題にならない部位や応急対策等での使用に限定するよう注意する。 <p>用語の説明 アークエアガウジング: 専用トーチに炭素電極を取り付け、電極と母材の間に直流アークを発生させて、局部的に母材を溶融する方法。 TIG溶接: 熱に強いタングステン電極と溶接部の間にアークを発生させ、溶接部を再溶融させ止端形状を改善する方法</p>	

高力ボルトの交換工	分類 部材取り替え工
補修工法概要 継手部の損傷した高力ボルト・リベットを取り外し、新しい高力ボルトを用いて補修する。ボルトが脱落した場合も同様である。 また、残りのボルトやリベットで構造安全性が確保されているか確認する。	概念図 
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●建設年度の古い橋梁の高力ボルトには、F11T以上の高強度の材料が使用された。F11T以上の高強度の高力ボルトは、水素脆性による遅れ破壊が生じることがよく知られている。ボルトの損傷原因が高材質のボルトの使用による場合には、損傷を生じていないボルトも含め、全数の高力ボルトを交換する。 ●リベットは支圧接合、高力ボルトは摩擦接合であり、接合のメカニズムが異なる。したがって、継手群の一部分のリベットを高力ボルトに交換すると、異種の継手の混用となるので、打込ボルトを使用する等継手の安全性に配慮する。 ●継手の全数のボルト・リベットを交換する場合には、継手に必要なボルトを残して、少しずつ交換する。 また、添設板の裏側の母材間の隙間部分が腐食して断面が欠損していることも考えられるので、添設板をよく点検し、断面欠損のある場合には、添設板も交換する。 	

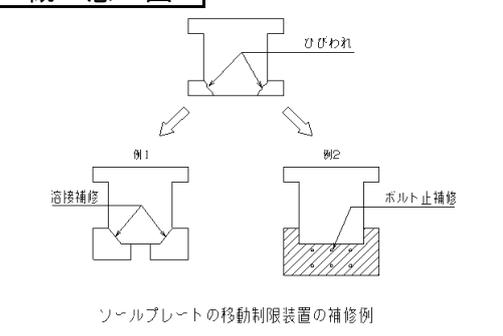
部材交換工	分類 部材取り替え工
補修工法概要 2次部材が腐食などによって損傷し、断面欠損が著しい場合、損傷した部材全体を取り外し新しい部材と交換する。	概念図 
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●2次部材の場合には、一時取り外しても橋梁全体の安全性を確保できるため、補修するより交換する方が得策の場合が多い。 ●部材を交換する場合には、取り外した時の安全を確認しておく。安全性に問題がある場合には仮設材(支保材)を設けて対処する。 ●代表的な部材の全体交換事例 桁端部の2次部材(伸縮装置などからの漏水による腐食が原因) <ul style="list-style-type: none"> ・対傾構 ・横構 	

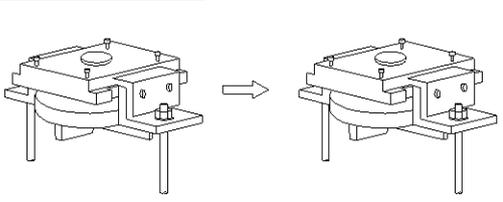
部材の部分交換工		分類	部材取替え工
補修工法概要 部材の一部が腐食や衝突による変形などにより著しく損傷した場合に、その部分を除去し、新しい部材を高力ボルトまたは溶接により接合する。		概念図 	
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●1次部材、2次部材によらず適用事例がある(2次部材の場合には全体交換工と比較する)。 ●損傷した部材の除去時に、断面の欠損が生じるため、橋梁全体の安全性を確認しておく。また、このとき応力が再配分されるため、補修周辺の応力は補修前より増大する。この安全性についても確認が必要である。 ●損傷断面の除去が、他の健全な部分に及ぼす影響を無視できない場合には、除去前に設材(支保工)により、仮受けするなど適切な措置を施す。 ●侵部材の取り付け方法には、高力ボルトを使用する方法と現場溶接する方法がある。溶接接合は、溶接欠陥などの新たな欠陥が生じるおそれがあるため、高力ボルトを使用する方が望ましい。 ●代表的な部材の部分交換事例 <ul style="list-style-type: none"> ・桁端部の著しい腐食による主桁の部分補修 ・衝突により損傷した主桁下フランジ、ウェブの部分補修 ・概念図は腹板の部材欠損部を当て板で補った事例を示す 			

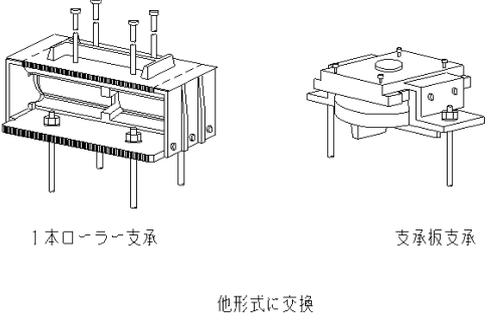
加熱矯正工		分類	加熱矯正工
補修工法概要 部材が衝突などをを受けて、比較的軽度の変形を生じた場合に、部材を交換することなく、ガスバーナーを用いて現場で損傷部を加熱し、機械的に曲げ加工することにより変形をもとに戻す。 概念図は、スタッドを使用しているが、矯正方法は状況によって適宜対応する。		概念図 	
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●低強度の材質(SS400、SM400)に適している。熱処理によって強度を確保している高強度の材質は、加熱すると材料の特性が変わるため、本工法は適さない。 ●加熱矯正の適正温度は、非調質鋼材の場合850～950° Cである。 ●加熱するときには、応力の再配分が生じるため、損傷部周辺の部材の応力が増大する。応力の増大が無視できない場合には、仮設材(支保工)を用いて仮受けするなど適切な措置を施す。 ●変形以外に亀裂やえぐり傷が生じた場合には、本工法によらずに部材交換工が望ましいが、本工法と現場溶接補修を併用して補修した事例もある。 ●施工事例 <ul style="list-style-type: none"> ・衝突などにより、鋼材に軽度の湾曲した変形が生じた場合 ・鋼床版に重量物が落下し、軽度の凸型の変形を生じた場合 			

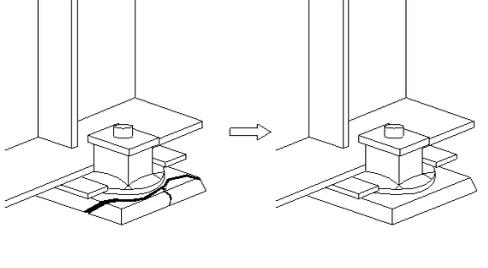
補修塗装工	分類補修塗装工
補修工法概要 鋼材に錆が発生した箇所をケレンし、補修塗装を施し、鋼材の腐食を防止する。 高品質の塗装を行うために、十分なケレンを行う必要がある。	概念図
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●あらゆる発錆箇所に適用できるが、十分な作業スペースがない場合には代替工法についても検討する。 ●発錆の原因を除去しないと再補修を余儀なくされるため、適切な措置を施す。例えば、漏水が原因の場合には止水工を行った後、補修塗装工を行う。 ●塗装の塗替え時期に満たないうちに、発錆箇所が橋梁全体に及ぶ場合には、以下の2通りの原因が考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> ①当初の塗装に不具合があった ②当初の塗装系が現地の環境に適切でなかった 後者の場合には、現地環境に適合した塗装系に塗り替えなければならない。 ●塗装材料の選定について 海岸沿岸地域の塩害、重工業地帯の亜硫酸ガス等の発生箇所のように周辺環境条件の厳しい箇所では、環境条件に適合した重防食塗装を施すのがよい。 	

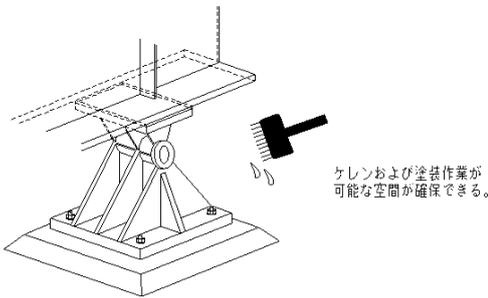
橋面防水工	分類橋面防水工
補修工法概要 不十分な防水は漏水を招き、漏水箇所の鋼材の発錆、腐食の原因となるため、十分な防水工を施す。	概念図
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●桁端部の伸縮装置からの漏水事例が最も多い。伸縮装置は非排水型に変更し、漏水の見られる場合には早期に補修する。 ●床版からの漏水が鋼材の腐食を招くこともあるので、防水工のない床版には防水工を施す。 ●排水装置の損傷が鋼材の腐食の原因となることもある。鋼桁に悪影響を及ぼす排水装置の損傷は早期に補修するのがよい。 ●アスファルト路面切削を行う。 	橋面防水工(地覆境界)

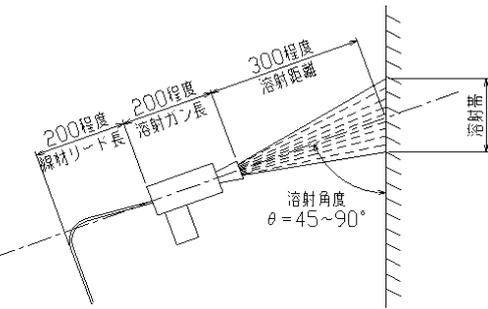
支承部分補修工	分類 支承部分補修工
補修工法概要 損傷が局所的で、損傷を受けた部品の補修、交換で済む場合には部分補修を行う。	概念図 
工法選定のポイント ●部分取替え工の代表的な事例 <ul style="list-style-type: none"> ・1本ローラー支承でのローラーのみの交換 ・上沓、下沓の拡幅 ・支承板支承での上沓および支承板の交換 ・アンカーボルトナットのゆるみの締直し ・移動制限装置の亀裂、破断部の補修 ・変形または破断した上沓の交換、またはソールプレートの補修 	

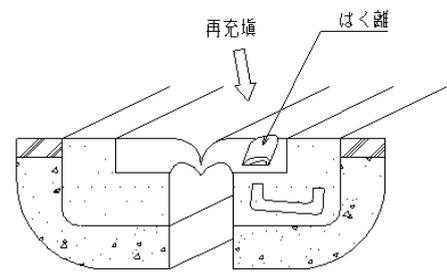
同形式に交換	分類 支承全体取り替え工
補修工法概要 支承の損傷が局所的ではなく、支承本来の支持または移動機能が果たせない場合で、補修前の形式で構造的に不具合が生じない場合に同形式の新しい支承に取替える。	概念図 
工法選定のポイント ●損傷原因が支承形式に起因していないことが前提条件。 ●鋼製支承本体の圧壊、われにより支持機能が果たせない場合、腐食が大きく重要箇所著しい断面欠損が生じている場合に多く選定される。 ●剛橋の支承は上沓と桁とがボルト・ナットで結合されており、既設の上沓の取り替えが容易であるのに対し、コンクリート橋で上沓のアンカーボルトが桁のコンクリート内部に埋め込まれている場合には、既設支承の撤去が容易ではない。 ●支承を全体取り替えするときには主桁を仮受けする必要がある。支承の前面で仮受けする場合には、仮受けする位置の沓座縁端を拡幅する必要があることがあるので確認を行う。 ●支承を全体取り替えする際には既設のアンカーボルトをできるだけ利用し、下部工の鉄筋を傷つけないようにはつって、新旧のアンカーボルトの接続を確実な方法で行う。	

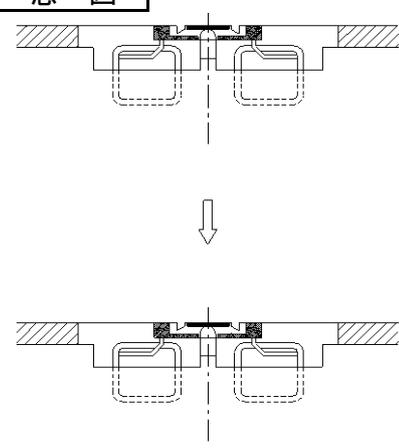
他形式に交換		分類	支承全体取り替え工
補修工法概要 支承の損傷が局部的ではなく、支承本来の支持または移動機能が果たせず、かつ、補修前の形式では損傷の原因を除去できず将来同様の損傷が発生すると想定される場合に他形式の支承に取替える。		概念図 	
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ● 損傷原因が支承形式に起因する場合に選定する。 ● 他形式の支承に交換する代表的な事例は、1本ローラー支承のローラーの脱落損傷 → 支承板支承に交換 ● 他形式の支承に交換することにより既設計と支承条件が変わる場合には、損傷した支承のみの交換ではなく、同一支承線上の支承全てを交換する必要がある。また、以下の点に留意する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 支承変更後の移動量と既遊間量の確認 ・ 可動、固定支承を反力分散支承(ゴム支承)に変更した場合には、各下部工が負担する反力の分担が異なる可能性が高いため、下部工の断面、安定照査を実施 ● 支承を全体取り替えするときには主桁を仮受けする必要がある。支承の前面で仮受けする場合には、仮受けする位置の沓座縁端を拡幅する必要があることがあるので確認を行う。 			

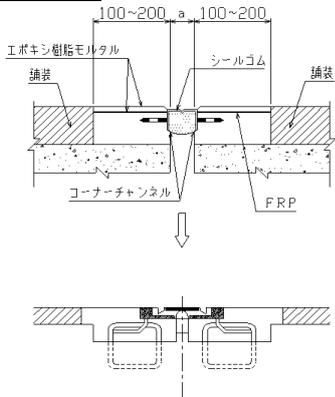
モルタル打ち換え工		分類	モルタル打ち換え工
補修工法概要 桁仮受け、ジャッキアップを行い、破損した沓座モルタルをはつり、無収縮モルタルを打設する。		概念図 	
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ● モルタルの破損した箇所のアンカーボルトが発錆している場合には、アンカーボルトの補修も合わせて行う。 ● モルタル内部に高さ調整用の鋼材がある場合には、その腐食がモルタルの破損の原因となるため、鋼材を取り除いてモルタルを打設するのがよい。 ● モルタルの破損は、支承の機能障害(腐食)が原因で発生する可能性があるため、合わせて支承の確認も行う。 			

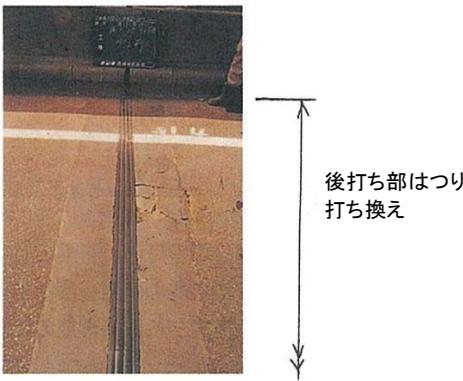
補修塗装工	分類 支承防錆工
補修工法概要 錆が発生した箇所をケレンした後、補修塗装を支承の外面に施し、支承の腐食を防止する。	概念図  <p>ケレンおよび塗装作業が可能な空間が確保できる。</p>
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●ケレンおよび塗装作業が可能なスペースが確保できることが条件。 ●腐食により支承の可動機能が損なわれている場合には潤滑剤の注入を併せて行う。 	

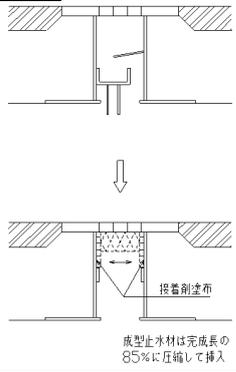
亜鉛溶射工	分類 支承防錆工
補修工法概要 支承高が低く、人力によるケレンが不可能でもブラストによる完全なケレンが可能。 亜鉛及び亜鉛アルミニウム合金の溶射皮膜に浸透性エポキシ樹脂でコーティング塗装を行うので防錆効果は普通塗装より優れるがコストは高い。	概念図 
工法選定のポイント <ul style="list-style-type: none"> ●経年または伸縮装置からの漏水の侵入および塵埃の堆積による腐食に有効。 ●ブラストにてケレンを行うため、支承高が低く人力によるケレンが不可能な場合でも適用可能。 ●腐食により支承の可動機能が損なわれている場合には潤滑剤の注入を併せて行う。 	

伸縮装置部分補修工	分類 伸縮装置部分補修工
補修工法概要 伸縮装置の損傷が局部的で伸縮装置全体に及ばず、部品の補修・交換で済む場合には部分補修を行う。	概念図 
工法選定のポイント ●伸縮装置の代表的な部分補修事例 <ul style="list-style-type: none"> ・破損した取り付けボルトの交換 ・剥離したボルトホール充填材の再充填 ・剥離した簡易剛製ジョイントのゴム部分の交換 ・剛製フィンガージョイントの溶接亀裂の補修 	

同形式に交換	分類 伸縮装置全体取り替え工
補修工法概要 部分補修工で補修できない場合には伸縮装置全体を新しいものと交換する。補修前の形式で不具合がなく寿命により交換が必要な場合には、同形式の伸縮装置に交換することが多い。	概念図 
工法選定のポイント ●全体取り替え工を実施する場合には、事前に必ず遊間量・伸縮量をチェックする。補修前の伸縮装置が求められた遊間量・伸縮量の適正範囲内であれば同形式の伸縮装置に交換しても問題ない。 ●補修時における伸縮量の算定には、施工誤差、乾燥収縮、クリープの影響は考慮しない为宜い。 ●全体取り替え工は伸縮装置のブロック毎に行い、全幅員にわたって取り替える必要はない。 ●全体取り替え工を実施する場合には、後打ち部の打ち換え工を併せて実施する。	

他形式に交換	分類 伸縮装置全体取り替え工
<p>補修工法概要</p> <p>部分補修工で補修できない場合には伸縮装置全体を新しいものと交換する。補修前の形式では不具合のある場合には、他形式の伸縮装置に交換する。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ●全体取り替え工を実施する場合には、事前に必ず遊間量・伸縮量をチェックする。補修前の伸縮装置が求めたれた遊間量・伸縮量の適正範囲外であれば適正範囲に合致した他形式の伸縮装置に交換する。 ●補修時における伸縮量の算定には、施工誤差、乾燥収縮、クリープの影響は考慮しないでよい。 ●他形式に交換した事例 <ul style="list-style-type: none"> ・突合わせ型ゴムジョイントは脱落しやすいため、埋設型または荷重支持型ゴムジョイントに交換 ●伸縮量に対して遊間がおおきすぎる場合には、床版端部の補修も検討する。また伸縮量が小さい場合には埋設型への変更について検討する。 ●全体取り替え工は伸縮装置のブロック毎に行い、全幅員にわたって取り替える必要はない。 ●全体取り替え工を実施する場合には、後打ち部の打ち換え工を併せて実施する。 	

後打ち材打ち換え工	分類 後打ち材打ち換え工
<p>補修工法概要</p> <p>伸縮装置を固定するために、遊間の両側には後打ち材が打設されている。後打ち材に、ひびわれや剥離が見られた場合には、既設の後打ち材をはつとり、ブラストを行って、後打ち材の打ち換えを打つ。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ●後打ち部の損傷を放置しておく、伸縮装置の固定部が損傷し、伸縮装置全体に損傷が拡大するおそれがあるため、早期に補修するのがよい。 ●後打ち材の材料には樹脂コンクリート、樹脂モルタル、コンクリート、モルタルなどが使用されているが、補修時には早期に交通供用する必要があるため、超即硬コンクリートが用いられる。 ●後打ち材の打ち換えは、損傷箇所を過小に限定すると再び補修が必要となるので、できるだけ幅広く打ち変えてしまうのがよい。 	

非排水化	分類 非排水化
<p>補修工法概要</p> <p>古いタイプの鋼製フィンガージョイントは、ジョイントの下に排水樋を設けた形式が多いが、土砂などの堆積により十分な排水ができず、支承周りや下部工の損傷原因となりやすいため、遊間にバックアップ材、弾性シール材を充填して非排水化するの望ましい。</p>	<p>概念図</p> 
<p>工法選定のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ●非排水化の構造にはステンレス樋タイプとウェブタイプの2通りがある。 ●バックアップ材には、ポリウレタン系、ポリエチレン系などが使用されるが、最近では高弾性ウレタンフォームが多く用いられる。 ●最近では、弾性シール材の上部に発泡ゴムを設けて、シール材の飛び出しを防止する構造がとられている。 ●弾性シール材を注入する工法では、交通規制が必要なため、完成長の85%に圧縮した成型止水材をジョイント下方から押し込み、交通規制しないで施工した事例もある。 ●非排水化の方法として交通規制を必要としない工法についても検討する。 (「簡易な延命化の事例 伸縮装置の非排水化の事例」を参考) 	

§ 3 補修工法選定比較表例

(1) 床版補強

表 5-1

工法概要	第1案:下面増厚工法	第2案:鋼板接着工法	第3案:炭素繊維シート接着工法	第4案:床版部分打替え工法
<p>概要図</p>	<p>床版下面にポリマーセメントモルタルの吹き付けをおこなう工法</p> <p>・遊離石灰を伴った格子状のひびわれが発生(ひびわれ密度増大度ランク II 相当)</p>	<p>床版下面に鋼板を接着し、鋼板下面に炭素繊維シートを接着し、樹脂で固定する工法</p>	<p>床版下面に鋼板を接着し、鋼板下面に炭素繊維シートを接着し、樹脂で固定する工法</p>	<p>不健全全部の床版を部分的(各間単位)に打替える工法</p>
床版の状態	<p>曲げ補強:○ せん断補強:○ 予防保全:△</p> <p>・標準的には、D6鉄筋を配置し、厚厚18mm程度となる。ポリマーセメントモルタルの塗布により、既設床版の曲げ及びせん断耐性の構造が得られる。</p> <p>・既設床版断面の整形および清掃をおこない、モルタルの付着を確保し、こし入れなければならない。</p> <p>・ひびわれ注入の必要あり。</p>	<p>曲げ補強:○ せん断補強:○ 予防保全:△</p> <p>・床版下面に鋼板を接着し、鋼板の曲げ剛性及び甲し抜きせん断に対する耐力が向上。</p> <p>・エポキシ樹脂は流動性に富み、圧入充填された後、既設床版に発生したひびわれれいにも充填され、床補強効果がある。</p> <p>・規格の鋼板使用により強度のばらつきがない。</p> <p>・損面からの浸水を逃がす工夫(穴あけ等)が必要。</p> <p>・ひびわれ注入の必要なし。</p>	<p>曲げ補強:○ せん断補強:○ 予防保全:○</p> <p>・引張剛性の高い炭素繊維シートを接着することにより、床版の曲げ剛性が向上する。</p> <p>・炭素繊維を樹脂で固めることで、活荷重によるひびわれの閉鎖を抑制し、耐久性の向上が得られる。</p> <p>・予防保全として、炭素繊維シートは高強度繊維シート(200g/m²)を2方向に接着する。</p> <p>・ひびわれ注入の必要あり。</p>	<p>曲げ補強:○ せん断補強:○ 予防保全:△</p> <p>・不健全全部の床版を部分打替えをおこない、コンクリートのリアレンジにより健全性の向上をおこなう。</p> <p>・ひびわれ注入の必要あり。</p>
含有塩分に対して	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・施工時の騒音が小さい。</p> <p>・材料の吹き付けに伴い、全面防護走場による飛散養生が必要となる。</p> <p>・供用中での振動条件下における十分な強度発現性と付着性能、ひびわれ低抵抗性が懸念される。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・事前にコンクリートアンカーを床版に設置してから、鋼板を固定して鋼板と床版の隙間に樹脂を圧入する。</p> <p>・吊上げ機械等の工夫が必要である。</p> <p>・1枚の鋼板サイズを小さくすることで、施工性の向上が図れる。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・資材重量は軽量であり、施工性は良好である。</p> <p>・重機等の大型設備は必要としない。</p> <p>・ロールされた炭素繊維シートを使用していることから、可搬性に優れる。</p>	<p>コンクリートのリアレンジ</p> <p>・コンクリートの撤去・打設が必要となり、他の案に比べ施工が大掛かりとなる。</p> <p>・交通規制が必要となる。</p>
施工性	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・既設床版の観察可能(モニタリング孔設置)。</p> <p>・死荷重の増加は比較的大きく、主桁、下部工への影響が懸念される。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・塗替え塗装が必要となる。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・既設床版の観察可能(モニタリング孔設置)。</p> <p>・死荷重の増加は比較的大きく、主桁、下部工への影響が懸念される。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・格子貼りにすることで観察可能。</p> <p>・死荷重への増加はほとんどない。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・鉄筋腐食抑制剤が兼用可能である。</p> <p>・死荷重への増加はない。</p>
維持管理性	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・既設床版の観察可能(モニタリング孔設置)。</p> <p>・死荷重の増加は比較的大きく、主桁、下部工への影響が懸念される。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・格子貼りにすることで観察可能。</p> <p>・死荷重への増加はほとんどない。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・格子貼りにすることで観察可能。</p> <p>・死荷重への増加はない。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・鉄筋腐食抑制剤が兼用可能である。</p> <p>・死荷重への増加はない。</p>
死荷重増による影響	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・既設床版の観察可能(モニタリング孔設置)。</p> <p>・死荷重の増加は比較的大きく、主桁、下部工への影響が懸念される。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・格子貼りにすることで観察可能。</p> <p>・死荷重への増加はほとんどない。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・格子貼りにすることで観察可能。</p> <p>・死荷重への増加はない。</p>	<p>鉄筋腐食抑制剤塗布 (NETIS HR-060004-V)</p> <p>・補修塗装は発生しない。</p> <p>・中性化対策が兼用可能である。</p> <p>・鉄筋腐食抑制剤が兼用可能である。</p> <p>・死荷重への増加はない。</p>
概算単価	<p>80 千円/m²</p> <p>・予防保全としては、恒久すぎる対策工法である。</p> <p>・施工性は飛散養生に難あり。</p>	<p>85 千円/m²</p> <p>・予防保全としては、恒久すぎる対策工法である。</p> <p>・鋼板重量により施工性に劣る。</p>	<p>60 千円/m²</p> <p>・予防保全に対しては、向いている対策工法である。</p> <p>・品質のばらつき無。</p> <p>・鋼板重量により施工性に劣る。</p>	<p>120 千円/m²</p> <p>・鉄筋腐食対策及び中性化対策を兼用することができ、さらに、向いている対策工法である。</p> <p>・交通規制が必要である。</p> <p>・施工性に劣る。</p> <p>・高価である。</p>
評価	<p>×</p>	<p>×</p>	<p>○</p>	<p>△</p>

■ 表面保護工法比較表

本橋のひびわれ損傷は、0.5～0.1mm未満程度の軽微な損傷であるため、予防保全的な対策が望ましい。したがって、工期が短く経済的に優れ、かつ無色透明でありひびわれの経過観察が可能な「第4案 表面含浸工法(シラン系)」

項目	第1案 表面被覆工法(耐候性仕様) (柔軟型エポキシ樹脂→ポリウレタン樹脂)		第2案 表面被覆工法(高耐候性仕様) (柔軟型エポキシ樹脂→ふっ素樹脂)		第4案 表面含浸工法 (シラン系)					
	工種	仕機材料	目視観察(標準使用量)(g/m ²)	塗装方法	塗装期間	工種	仕機材料	目視観察(標準使用量)(g/m ²)	塗装方法	塗装期間
塗装仕様	下地処理	プライマー	エポキシ樹脂プライマー	エポキシ樹脂プライマー	エポキシ樹脂プライマー	下地処理	プライマー	エポキシ樹脂プライマー	エポキシ樹脂プライマー	エポキシ樹脂プライマー
		パテ	エポキシ樹脂パテ	エポキシ樹脂パテ	エポキシ樹脂パテ					
		中塗	超柔軟型エポキシ樹脂塗料中塗	超柔軟型エポキシ樹脂塗料中塗	超柔軟型エポキシ樹脂塗料中塗					
		上塗	柔軟型ポリウレタン樹脂塗料上塗	柔軟型ふっ素樹脂塗料上塗	柔軟型ふっ素樹脂塗料上塗					
塗装仕様概要	<ul style="list-style-type: none"> ●コンクリートの中性化、塩害、ASR対策用の仕様である ●総プロ「塩害を受けた土木構造物の補修指針(案)」準拠 ●NEXCO「構造物施工管理要領-コンクリート塗装材」規格に適合 <p>注)総プロ;建設省総合技術開発プロジェクトの略</p>									
構造性	<ul style="list-style-type: none"> ●コンクリートの中性化、塩害、ASR対策に対応し、耐久性・耐候性に優れる。 ●劣化因子である二酸化炭素や水分、酸素を遮断することにより劣化を防止する。 									
耐久性	10年程度									
施工性	1サイクル工程：4工程 下地処理 → プライマー・パテ → 中塗 → 上塗 ① ② ③ ④									
維持管理性	目視による定期点検 ※塗装のため、 ひびわれの追跡調査が不可能									
概算工費(直工単価)	9,800円/m ²									
評価	構造性	○								
	美観性	○								
	耐久性	○								
	施工性	△								
	維持管理	○								
経済性	○									
総合評価	第1案に比べ経済性に劣るが、 耐久性・耐候性に優れている 。第2案程度の耐用期間では塗り替え塗装も不要であり、LCCを考慮すると第1案より有利である。									
本橋への適用性	○									
	◎ (採用)									

§ 4. 簡易な延命化対策手法

4-1. 概要

橋梁の劣化の多くは、水の供給によるところが大きい。劣化損傷の例として、コンクリート部材の塩害やASRおよび内部鋼材の腐食、鋼部材の腐食などが挙げられる。つまり、水の供給を断つことで劣化の進展を抑制することが可能である。特に支承周辺施設においては、伸縮装置からの漏水や杓座上の土砂堆積などにより腐食環境となり易く、伸縮装置や支承などと共にくた端部や下部工といった本体構造の劣化の進展を助長することになる。

本章では、既設橋梁延命化の一環として、現場で簡易に対応可能な処置について紹介する。

簡易な延命化対策として、以下の4項目について紹介する。

- ・ 支承周辺の対策
- ・ 水切りの設置
- ・ 排水枡の洗浄
- ・ 伸縮装置の清掃

4-2. 支承周辺の対策

1) 対策方法

- ① 支承周辺に土砂やゴミが堆積している場合には、支承部の機能維持を目的として、清掃を行う。
また、足場が設置されている場合や橋梁点検時には、支承周りの清掃を組み込む事を検討する。
- ② 沓座面の滞水がある場合は、沓座面に適度な排水勾配を設置する。
- ③ 遊間部からの漏水がある場合、雨樋を設置し、支承への直接的な流入を避ける。また、鋼橋ですでに桁端部が腐食している場合は、桁端部の部分塗装と合わせて雨樋の設置が有効である。
- ④ 伸縮装置取り替え工事完了時後には、支承周りの清掃を確実に実施する。

支承周辺の土砂詰まりは、道路線形や上部工形式（片持ち部長さの大小など）によって異なるが、一般に伸縮装置が設置される可動支点部で、しかも端支点部で著しい。それは、伸縮装置部の非排水構造の不良（または無し）により橋面や土工部の路面から雨水とともに流入し堆積するためである。また、砂塵が風により飛散した場合でも湿潤状態の著しい可動支点部に堆積しやすい。

支承周辺に堆積する土砂は、支承機能の劣化や腐食を進行させるのみならず、支承に発生した重大な損傷を目視で確認できなくなるため、土砂詰まりが発見された場合は早急に清掃する必要がある。

また、足場が設置されている場合は、支承周りの清掃が容易に行えるため、その工事に合わせて支承周りの清掃を組み込むことが望ましい。

足場が設置される工事としては、以下に示す工事が考えられる。

- ・落橋防止装置の設置工事
- ・沓座拡幅工事
- ・塗装工事
- ・橋梁点検時

※支承周辺に土砂が堆積していると支承の点検ができなくなるため、橋梁点検の前には、支承周辺の清掃を行う必要があると考えられる。

2) 対策事例

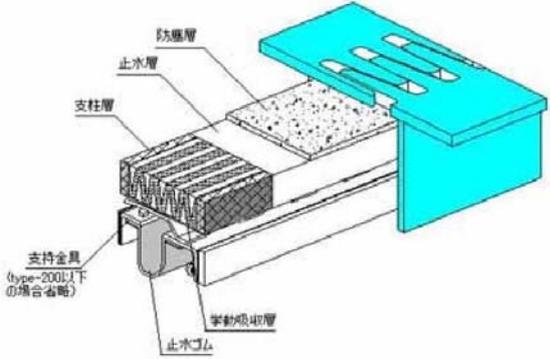
(1) 支承周辺の清掃

対策概要	概要図・写真
<p>土砂詰まりは、支承周りで発生する。 土砂詰まりに雨水が滞水し、鋼部材の腐食の原因となる。</p> <p>右写真のような状況の場合には支承、の機能維持のため、速やかに清掃作業を行うことが望ましい。</p> <p>注意点 足場が設置されている場合は、支承周りの清掃が容易に行えるため、その工事に合わせて支承周りの清掃を組み込むことが望ましい。</p>	<p data-bbox="963 353 1155 387">概要図・写真</p>  <p data-bbox="938 837 1177 871"><u>支承周りの土砂詰まり</u></p>  <p data-bbox="963 1323 1155 1357"><u>支承周りの足場工</u></p> <p data-bbox="715 1440 1406 1543">※上記写真は、落橋防止装置設置工事の時に施工した足場工。このような容易に沓座に登れる時に合わせて清掃を行うことが望まれる。</p>

(2) 遊間部水処理の事例

対策概要	概要図・写真
<p>鋼部材の腐食は一般的に桁端部に集中して発生するが多い。桁端部では湿気の多い箇所、排水管や床版からの漏水箇所のように特定の場所に集中的に腐食することが多く、局部的に板厚が減少し極端な場合には断面欠損する例もある。</p> <p>これらの対策の一例として、右写真のような事例がある。伸縮装置からの排水を後付けの樋でうけ、極力沓座面への滞水を防止する方法である。主桁に沿って流れ込む雨水は簡単なプレートを設置し、樋へ導いている。</p> <p>合わせて沓座面の土砂詰まり等の清掃も定期的に行うことで、効果的となる。</p> <p>注意点 上記の方法は、簡易な延命化対策であり、別途恒久対策として伸縮装置の非排水化が必要である。 また、後付けの樋に堆積する土砂のこまめな清掃が必要となる。</p> <p>※主桁端部がすでに腐食している場合は、上記対策工と合わせて桁端部の部分塗装が有効である。</p>	<p data-bbox="869 398 1262 450">伸縮装置からの漏水対策例</p>  

(3) 伸縮装置の非排水化の事例

対策概要	概要図・写真
<p>前項でも記したが伸縮装置からの漏水は、支承や桁端部の損傷の原因となるため、伸縮装置の非排水化は、有効な延命化対策であると考えられる。</p> <p>既設のフィンガージョイントを非排水化にする場合は、伸縮装置の取替を橋面から行うため交通規制が必要となる。</p> <p>右図に示す伸縮装置は、伸縮装置下面よりの施工となるため、交通規制が発生しない工法である。</p> <p>伸縮装置の非排水化は有効な延命化対策であるため、交通規制をする事ができない橋梁などは、右図に示す工法などがある。</p> <p>右図製品は、NETIS 登録製品の一例である。</p>	<div style="text-align: center;">  <p>非排水性伸縮装置構造図</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">①下地処理 (ケレン・洗浄)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">②止水材搬入</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">③プライマー塗布</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">⑥伸縮材の挿入</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">⑤接着剤塗布</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">④止水材圧縮</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">⑦下面・地覆端部コーキング処理</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">⑧支持金具取付</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">⑩施工完了</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">⑨止水ゴムパッキン取付</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">⑩養生・清掃</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">作業フロー</div> </div>

4-3. 水切りの設置

1) 対策方法

床版側面から回り込んで来る雨水や伸縮装置からの漏水によるコンクリートの劣化対策（鉄筋の腐食防止対策）として水切りの設置が有効である。

簡易な延命化対策として、以下の3案が考えられる。

- ・ 張り出し床版端部の水切りの設置
- ・ 床版橋における主版端部の水切りの設置
- ・ 橋脚側面の水切りの設置

雨水が回り込んで来る部分は、雨水がコンクリート内に進入し鉄筋が腐食しかぶりコンクリートが剥離し落下する事が考えられる。

この場合構造的な問題の他に第三者の被害も考えられる。対応策として水切りの設置は、有効である。

- ・ 張り出し床版端部の水切りの設置
張り出し床版部には、床版側面から回り込んで来る雨水により張り出し床版下面のかぶりコンクリートの剥離が見られる。
その対策として水切りを設置する。
- ・ 床版橋における主版端部の水切りの設置
柱式の橋脚で支持されている中空床版橋（掛け違い部）などは、伸縮装置から回り込んで来る雨水により主版端部のかぶりコンクリートの剥離が見られる。
その対策として水切りを設置する。
- ・ 橋脚側面の水切りの設置
掛け違いの橋脚部は、伸縮装置から回り込んで来る雨水により橋脚梁下面や柱側面のかぶりコンクリートの剥離が見られる。また、漏水部のよごれも見られる。
その対策として水切りを設置する。

2) 対策事例

(1) 床版部後付け型水切り設置の事例

対策概要	概要図・写真
<p>【既製品による対策方法】</p> <p>床版の水切りは、内側に切り込む構造であるため、鉄筋のかぶりが薄くなっている。このため、鉄筋が錆びやすく、鉄筋の腐食膨張により、コンクリートのひびわれ、剥落が発生する。</p> <p>この対策として、右下図のような後付け型の水切りを設置することが考えられる。</p> <p>注意点 水切りは、床版先端付近への設置が効果的である。</p>	<p>概要図・写真</p> <p>床版部の水切り対策例</p>
<p>【現場対応の対策方法】</p> <p>既設橋の床版に水切りが設置されていない場合や、すでに損傷が発生している場合は、水切りとして床版下面に山形鋼を設置する方法が考えられる。</p> <p>右写真に事例を示す。</p> <p>片持ち床版下面の損傷対策として有効であると考えられる。</p> <p>注意点 水切りは、床版先端付近への設置が効果的である。また、防錆対策が必要である。</p> <p>概要図</p>	

(2) 下部工後付け型水切り設置の事例

対策概要	概要図・写真
<p>伸縮装置部の非排水構造の不良により、橋脚上面に雨水が流入し沓座面に漏水が発生し、沓座面⇒梁下面⇒柱側面へと広がっていく。</p> <p>この漏水により、橋脚側面の汚れやコンクリート表面の剥離が発生すると考えられる。</p> <p>対策工法として、橋脚梁下面に水切りを設置する方法が考えられる。</p> <p>右写真に事例を記す。</p> <p>注意点 水切りは、梁先端付近への設置が効果的である。</p>	 <p>水切りを設置する事により梁下面の漏水が止まっている状態が確認できる。</p> <p>※上記写真は、面木による対策であるが、前項の床版のように山形鋼を使用することも可能である。</p>

4-4. 排水柵の洗浄

1) 対策方法

排水柵に土砂やゴミが堆積している場合には、橋面排水の機能維持を目的として、清掃を行う。

橋梁の排水柵が詰まっていると、橋面上に雨水が滞水した状態となり、道路機能を阻害するとともに、橋梁の耐久性を損なう腐食の原因となる。

排水装置の損傷では、損傷箇所がはっきりと確認できないため、対策への着手を遅らせる場合が多い。しかし、漏れた水が他の損傷の原因になることを考えると、決しておろそかにできる項目ではない。

また、配水管の損傷部や短いスラブドレーンからの水の影響で、鋼材が腐食する場合がある。

排水装置の土砂詰まりは、下記に示すような床版損傷の原因となる。

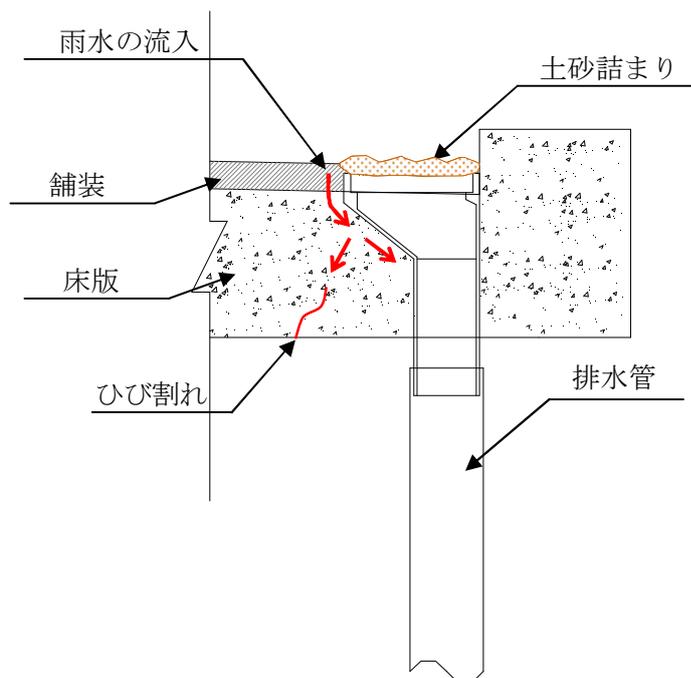
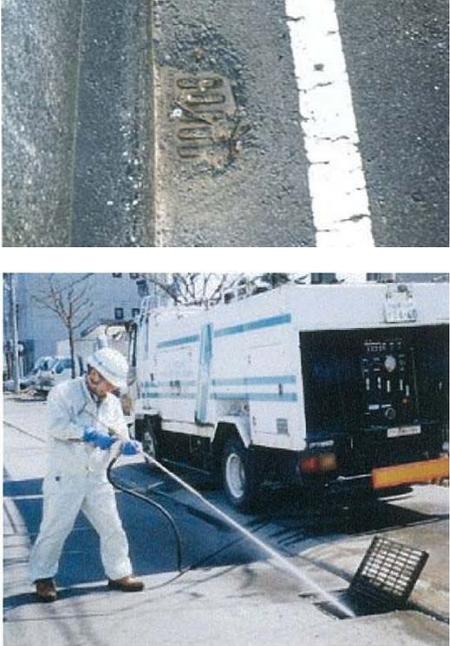


図 4-1 床版の損傷例のメカニズム

(排水柵と床版コンクリートの境界から床版内への流入)

2) 対策事例

対策概要	概要図・写真
<p>橋梁の排水柵が詰まっていると、橋面上に雨水が滞水した状態となり、道路機能を阻害するとともに、橋梁の耐久性を損なう腐食の原因となる。</p> <p>排水装置の損傷では、損傷箇所がはっきりと確認できないため、対策への着手を遅らせる場合が多い。しかし、漏れた水が他の損傷の原因になることを考えると、決しておろそかにできる項目ではない。</p> <p>注意点 対策としては、右写真のような高圧洗浄水による処理が考えられるが、排水管に過大な力が作用することが予想させるため、注意が必要である。</p> <p>参考費用：国土交通省土木工事積算基準書IV-3-⑮-10 橋梁附属物清掃工 に歩掛り有</p>	 <p>排水柵の土砂詰まりと洗浄の様子</p>

4-5. 伸縮装置の清掃

1) 対策方法

伸縮装置に土砂やゴミが堆積している場合には、伸縮装置の機能維持を目的として、清掃を行う。

伸縮装置に堆積する土砂は、伸縮装置の機能の低下や腐食を進行させるのみならず、支承などの他部材に悪影響を与える事が考えられるため、土砂詰まりが発見された場合は清掃を行う。

2) 対策事例

対策概要	概要図・写真
<p>土砂詰まりは、伸縮装置で発生する。 土砂詰まりに雨水が滞水し、鋼部材の腐食の原因となる。</p> <p>右写真のような状況の場合には伸縮装置の機能維持のため、速やかに清掃作業を行うことが望ましい。</p> <p>参考費用：国土交通省土木工事積算基準書IV-3-⑮-10 橋梁附属物清掃工 に歩掛り有</p>	 <p>伸縮装置の土砂詰まり</p>

4-6. その他

1) その他の参考事例の紹介

(1) 橋梁の簡易洗浄工法

対策概要	概要図・写真
<p>沓座面や支承及び排水柵の洗浄は、有効な延命化対策であると考えられる。</p> <p>右図に示す清掃装置は、河川内から清掃用の水をポンプアップして洗浄するため、洗浄装置を小型軽量化する事ができる。</p> <p>よって、交通規制による影響を最小限度に抑える事ができる工法である。</p> <p>橋梁構造物などを対象に、堆積土砂や飛来塩分などによる局部劣化を防止する目的で使用する。</p> <p>注意点 洗浄に伴う水処理について問題が生じないように河川管理者及び環境担当者との協議が必要となる。</p> <p>右図工法は、NETIS 登録工法の一例である。(登録番号：HR-070021-A) 参考費用：15、300 円/1 橋台 (平成 23 年 7 月時点)</p>	<p>概要図・写真</p> <p>簡易な洗浄工法の例</p>

(2) 桁洗浄マニュアル

<p>東北地整、北陸地整では、塩害による鋼橋の損傷が顕著であるため、既設橋梁の長寿命化対策として、「桁洗浄のマニュアル化」に取り組んでいる。</p>	<p>桁洗浄による対策例</p>
--	------------------

§ 5. 新技術・新工法

調査、補修・補強工法のうちで、NETIS に登録されている新技術・新工法について数例を紹介する。

工種	技術名称	NETIS登録 No
小径コア採取	ソフトコアリングシステム	KT-050025-V
表面含浸材(シラン系)	浸透性吸収防止剤「マジカルリペラー」	TS-030006-V
	鉄筋腐食抑制工法「プロテクトシルCIT」	HR-060004-V
	ニュースパンガード	QS-100008-A
表面含浸材(ケイ酸塩系)	コンクリート改質剤「CS-21」	CB-020055-A
	コンクリート改質保護材「スーパープロテクト」	CB-040030-A
	RCGインナーシール	KK-100013-A
ASR対策	ASRリチウム工法	KK-010026-A
鉄筋防錆	犠牲陽極工材「ガルバニゼーション」工法	CB-020037-A

ものづくり 日本大賞	国土技術 開発賞	建設技術 普及促進 ※
		★

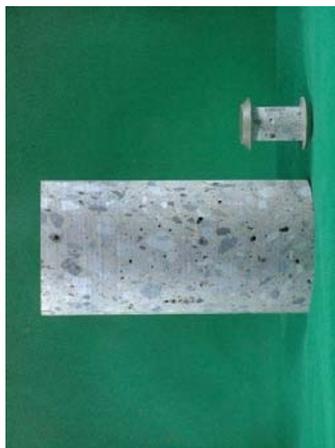
2011.09.21現在	
技術名称	ソフトコアリングシステム 登録 No. KT-050025-V (2011.01.16)
事前審査	事後評価
	事後評価済み技術 (2011.01.16)
試験実証評価/活用効果評価	技術の位置付け
	標準要 技術
	活用促進 技術
	設計比較 対象技術
	少量 優良技術
	互

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日：2006.11.22

副題	①小径コアによる土木構造物の調査技術「ソフトコアリングC+J」 ②小径コアによる既存建築システム 構造物の強度調査法「ソフトコアリング」
分類	1 調査試験 - 耐久性等調査

概要

①何について何をす技術なのか？
ソフトコアリングC+J
既設コンクリート構造物に対して圧縮強度、塩化物イオン量ならびに中性化深さを測定する技術「ソフトコアリング」
既存構造物に対して構造体コンクリート強度を推定する技術
②従来はどのような技術で対応していたのか？
③公共工事のどこに適用できるか？
既設コンクリート構造物の調査診断に適用できる。
④直径25mm程度の小径コアによって、圧縮強度、塩化物イオン量ならびに中性化深さを直径100mmの標準コアと同様な精度で試験できる調査技術
⑤通常の直径100mmコアの採取が困難な場合や、コア採取によって構造物の損傷を軽減に留めた場合に非常に有効な方法である。



標準コアと小径コアの比較

新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか？(従来技術と比較して何を改善したのか？)
ソフトコアリングC+J
圧縮強度・中性化深さ・塩化物イオン量の測定に関して、直径100mmコアを用いて評価する方法を、直径25mmの小径コアを用いて評価する方法にした。
ソフトコアリング
構造物の構造体コンクリート強度の推定に関して、直径100mmコアを用いて評価する方法を、直径20mm程度の小径コアを用いて評価する方法にした。

- ②期待される効果は？(新技術のメリットは何か?)
- ・既設コンクリート構造物からのコア採取による損傷を非常に軽減できる。
- ・コア採取後の補修も容易である。
- ・構造体コンクリート強度を直接的に評価できる。
- ・配筋が適密な柱・梁等の主要構造部材の強度推定が可能である。



小径コア

適用条件

- ①自然条件
多少の降雨であれば問題はない。ただし、土砂降りのような場合には電動コアドリルを使用するので、安全上調査しない方が良い。
- ②現場条件
作業足場が必要でその足場を設置できないような部位では、既設コンクリート構造物よりコアを採取できない。
- ③技術提供可能地域
技術提供地域については制限無し
- ④関係法令等
特になし

適用範囲

- ①適用可能な範囲
ソフトコアリングC+J
・粗骨材の最大寸法が40mm以下の川砂利、砕石等の天然骨材を用いたコンクリートを適用範囲とする。
・圧縮強度測定法は、高さ直径の比が2.0程度の円柱供試体を用い、かつ推定圧縮強度が10N/mm²～70N/mm²の場合を適用範囲とする。
ソフトコアリング
・設計図書等の調査資料により推定される実強度が80N/mm²以下の普通コンクリートおよび軽量コンクリートに適用する。
・粗骨材の最大寸法を25mm以下とする。
・コアの直径は18mmから26mmの範囲とする。
・コアの高さと直径の比は1.5倍から2.2倍の範囲であるが、2倍を原則とする。
②特に効果の高い適用範囲
・過密配筋で、コア採取により鉄筋の切断が懸念される場合
・柱、梁からコアを採取しなければならない場合
③適用できない範囲
・対象構造物が適用範囲の強度と粗骨材の最大寸法の範囲を超えている場合
④適用にあたり、関係する基準およびその引用元
ソフトコアリングC+J建設技術審査証明報告書(建設審証第0317号)
ソフトコアリングJ建設技術審査証明報告書(審査証明第0005号)

留意事項

- ①設計時
・土木構造物の強度推定は、ソフトコアリングC+Jを適用する。
・ソフトコアリングC+Jの適用範囲は、粗骨材の最大寸法が40mm以下の川砂利、砕石等の天然骨材を用いたコンクリートであることに留意する。
・ソフトコアリングC+Jによる推定圧縮強度の範囲は、10～70N/mm²であることに留意する。
・建築構造物の強度推定は、ソフトコアリングを適用する。
・ソフトコアリングの適用範囲は、粗骨材の最大寸法が25mm以下の川砂利、砕石等の天然骨材を用いた普通コンクリートあるいは軽量コンクリートであることに留意する。
・ソフトコアリングは、推定される実強度が80N/mm²以下の普通コンクリートおよび軽量コンクリートに適用する。
②施工時
・ソフトコアリング協会による講習を修了した協会員によるものとする。

構造体コンクリート強度の推定精度 (ソフトコアリング)	水セメント比、骨材種類の異なるコンクリート及びコアの採取方法に関する性能確認実験、現場検証実験を行い、推定精度の検証を行う。
構造体に与える損傷度(ソフトコアリング)	水セメント比、骨材種類の異なるコンクリート及びコア採取方法に関する性能確認実験、現場検証実験により損傷度を検証した。

施工員数
約50名/調査で4000円程度/本
見積条件:小径コアを12本採取し、圧縮試験と中性化深さの測定を行った場合(塩分分析は含まず)、準備打ち合わせ、コア採取、鉄筋探査、結果一覧表、コア採取跡の補修、諸経費等を含む
(積算年度2004年)

施工方法
歩掛り表あり 標準歩掛、暫定歩掛、協会歩掛、自社歩掛)

することにより、従来の直径100mmのコア供試体圧縮強度による推定法と同程度の精度で、構造物の構造体コンクリート強度を推定できるものと判断される。

構造物から直径20mm程度の小径コア供試体を採取することにより、従来の直径100mmのコア供試体に比べて構造物の損傷を軽減することができ、柱・梁の構造体コンクリート強度を直接的に調査できるものと判断される。

調査管理者は、調査計画の立案を目的に対象構造物の設計図書等の資料調査や現地調査を実施する。

調査管理者は、予備調査で得られた結果から、調査工程、調査箇所、試験数量を決定し、調査計画書を作成する。なおコア採取箇所と採取本数は、以下のように設定する。

- 1.予備計画
 - 2.調査計画
 - 3.調査管理
 - 4.試験
- ①強度試験用コア「ソフトコアリングC+」
コアの採取箇所は、対象構造物の広い範囲から採取するのが望ましい。採取本数は、直径100mmコア3本で推定する場合と同等な精度で推定したい場合には、6本を標準とする。
- ②塩化物イオン量試験用コア「ソフトコアリングC+」
コアの採取箇所は、対象構造物の広い範囲から採取するのが望ましい。あるフロアでの強度を求めたいときの標準的な採取本数は、床面積1500m²以下の場合は1フロアあたり6本で、床面積が1500m²を超える場合は500m²あたり2本である。
- ③中性化試験用コア「ソフトコアリングC+」
1箇所あたりの採取本数は、直径100mmコアと同程度の精度で測定したい場合には、粗骨材の最大寸法が25mm以下の場合は3本を、粗骨材の最大寸法が40mmの場合は、5本を標準とする。
- ④中性化試験用コア「ソフトコアリングC+」
1箇所あたりの採取本数は、直径100mmコアを用いて調査する場合と同程度の本数を標準とする。
- ⑤中性化深さの測定は、フェノールフルタレイン法で行う。コア削孔速度は、2~5cm/minを標準とし、ビットの周速は50m/min以上の範囲で調整する。

- 1.予備計画
 - 2.調査計画
 - 3.調査管理
 - 4.試験
- ①圧縮強度試験
試験は、直径と高さの比2.0程度に成形し、供試体両端面を硫黄および石こうによってキャッピングする。圧縮試験では、原則としてJIS R 5201「セメントの物理試験方法」に規定されているモルタル圧縮試験用の球面度を用いる。「ソフトコアリングC+」では圧縮強度は、圧縮強度の試験値より2.0N/mm²を減じて補正する。「ソフトコアリング」では、採取コア径に同じ試験機を用いて補正する。
- ②塩化物イオン量は、採取したコアのそれぞれを2cmごとに切断し、同じ深さに相当する切断コア3本あるいは5本を分析試料とする。分析はJIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」に準拠することを原則とする。
- ③中性化深さの測定は、フェノールフルタレイン法で行う。中性化深さの測定は、コア側面5測点以上で測定する。5.報告書の作成・提出



今後の課題とその対応計画
①課題
②計画

新設コンクリート構造物の検査・管理への適用
ソフトコアリングシステムによる調査手順

開発年	2000	登録年月日	2005.08.23	最終更新年月日	2006.11.22
キーワード	安全・安心、コスト削減・生産性の向上、公共工事の品質確保・向上				
開発目標	省力化、作業環境の向上、品質の向上				

開発体制	単独 (<input type="checkbox"/> 産、 <input type="checkbox"/> 官、 <input type="checkbox"/> 学)	共同研究 (<input checked="" type="checkbox"/> 産、 <input type="checkbox"/> 産、 <input type="checkbox"/> 官、 <input type="checkbox"/> 産・学、 <input type="checkbox"/> 産・官・学)
開発会社	株式会社 銭高組 前田建設工業株式会社 日本国土開発株式会社	
会社	ソフトコアリング協会	
担当部署	事務局	担当者 菊池秀三
住所	〒190-0022 東京都立川市錦町2-6-5	
TEL	042-529-2465	FAX 042-529-2465
E-MAIL	koken@koken-ari.co.jp	
URL	http://www.softcoaring.jp/	
会社	ソフトコアリング協会	
担当部署	事務局	担当者 菊池秀三
住所	〒190-0022 東京都立川市錦町2-6-5	
TEL	042-529-2465	FAX 042-529-2465
E-MAIL	koken@koken-ari.co.jp	
URL	http://www.softcoaring.jp/	

問合せ先			
会社	担当部署	担当者	住所
TEL	FAX	E-MAIL	URL
株式会社 銭高組	土木事業本部 営業・生産本部 技術部	野永健二(ソフトコアリングC+担当)	東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー24F

03-5323-5761	03-5323-5768	nonaga_kenji@zenitaka.co.jp	http://www.zenitaka.co.jp/
2	技術事業センター	佐原晴也(ソフトコアリングC+担当)	神奈川県愛甲郡愛川町中津4036-1
046-285-3339	046-286-1642	haruya.sawara@n-kokudo.co.jp	http://www.n-kokudo.co.jp/
3	前田建設工業株式会社	佐藤文則(ソフトコアリングC+担当)	東京都練馬区旭町1-39-16
03-3977-2246	03-3977-2251	sato@jcity.maeda.co.jp	http://www.maeda.co.jp/
4	株式会社銭高組	若林信太郎(ソフトコアリングC+担当)	東京都青梅市新町9-2222
0428-31-6858	0428-32-0832	wakabayashi_shintaro@zenitaka.co.jp	http://www.zenitaka.co.jp/
5	前田建設工業株式会社	中込 昭(ソフトコアリングC+担当)	東京都練馬区旭町1-39-16
03-3977-2242	03-3977-2251	nakagoma@jcity.maeda.co.jp	http://www.maeda.co.jp/
6	日本国土開発株式会社	磯 健一(ソフトコアリングC+担当)	神奈川県愛甲郡愛川町中津4036-1
046-285-3339	046-286-1642	kenichi.iso@n-kokudo.co.jp	http://www.n-kokudo.co.jp/

試験等実施状況	実績件数	72件	民間等	187件
	国土交通省	31件	その他公共機関	

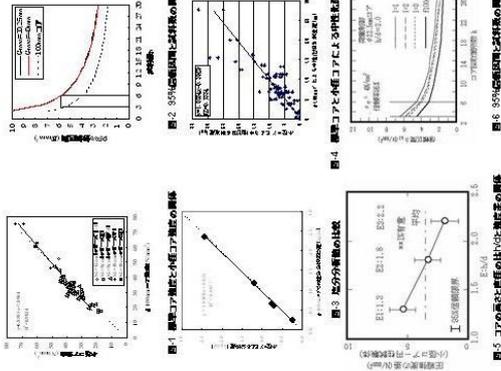
「ソフトコアリングC+」

①圧縮強度
コンクリート供試体を作製し、供試体より小径コアおよび標準コアを採取した。そのコア供試体の圧縮強度試験を行い、小径コア強度と標準コア強度との比較をした。これより標準コア強度と小径コア強度との間には、非常に強い相関関係があり、回帰直線の勾配もほぼ1となっている。また、小径コア強度と標準コア強度の強度差は2.0N/mm²程度あり、小径コア強度より2.0N/mm²減すれば標準コア強度に換算できる。(図-1参照)
また、小径コア強度のバラつきを考慮し、統計的解析を行い、標準コア3本と同等な精度を得るための小径コア供試体本数の検討を行った。その結果小径コア供試体本数は6本となった。(図-2参照)

②塩化物イオン量
コンクリート中に塩分の内在させた供試体を作製し、標準コアおよび小径コアを採取し、全塩化物イオン量を分析し小径コアによる塩化物イオン量と標準コアによる塩化物イオン量を比較した。一次回帰分析結果によると、標準コアと小径コアによる分析値の間には、非常に相関性があり、1体1対応している。(図-3参照)

③中性化深さ
既設コンクリート構造物より標準コアおよび小径コアを採取し、中性化深さを測定した。標準コアと小径コアによる中性化深さの測定値の間には、高い相関性があると言える。(図-4参照)

④性能検証実験
性能検証実験では構造体を模擬したコンクリート試験体から、また、現場検証実験では実構造物から、それぞれ小径コアと直径100mmコアを採取し、圧縮試験を行った。これらの強度の比較を行った結果、直径100mmコアと小径コアの強度の間には強い相関があり、回帰直線の勾配もほぼ1となった。以上の結果をもとに、小径コアの高さと直径の比の一次近似によってコアの直径ごとに補正式を誘導した。(図-5図-6参照)



実験結果

添付資料

- ・ソフプレット「ソフトコアリング」小径コアによる構造体コンクリート強度調査法
- ・ソフプレット「ソフトコアリング」軽量コンクリート・高強度コンクリートへの適用
- ・ソフプレット「ソフトコアリングC+」小径コアによるコンクリート構造物の調査技術
- ・建築物の保全技術・技術審査証明報告書(審査証明第0005号)
- ・建設技術審査証明報告書(建設証 第0317号)

参考文献

- 1)佐原・磯・山内・小径コアを用いたコンクリート構造物の新しい調査技術、電力土木、平成13年11月号
- 2)伊藤・水川・野永・佐原・小径コアによる塩化物イオン量の測定方法に関する研究、コンクリート工学会論文報告集、VOL.24,NO.1,PP.1665-1670,2002
- 3)佐原・森濱・野永・渡部・小径コアによる実構造物の圧縮強度の推定、第58回土木学会年次学術講演会講演要旨集、V部門、PP.853-854
- 4)佐藤・片平・野永・佐原・小径コアによるコンクリート構造物の圧縮強度推定、第58回土木学会年次学術講演会講演要旨集、V部門、PP.855-856
- 5)寺田・谷川・江口・中込・若林・若林・小径コアによる構造体コンクリート強度の推定法に関する研究(その1~その5)、日本建築学会大会講演要旨集A-1(東北)2000年9月,pp.847-856
- 6)若林・中込・寺田・佐原・小径コアによる構造体コンクリート強度の推定法に関する研究(その6~その7)、日本建築学会大会講演要旨集A-1(東北)2003年9月,pp.795-798
- 7)寺田・谷川・中込・佐原・小径コアによる構造体コンクリート強度の推定法、コンクリート工学、Vol.39, No.4, 2001.4, pp.27-32

その他(写真及びタイトル)



施工実績(橋脚)



施工実績(トンネル)

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。

【平成15年度のテーマ設定技術に登録されています。】

ものづくり 日本大賞	国内技術 別荘賞	建設技術 審査証明 ※
---------------	-------------	-------------------

2011.08.18現在		登録 No.	TS-030006-V
事後評価済み技術 (2010.07.30)		技術の位置付	
事前審査	事後評価	推奨技術	少要 優良技術
試行実証評価活用効果評価	活用促進 技術	対象技術	★ (2010.9.3～)
	互		

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日：2010.09.03

副題	コンクリートの耐久性を向上させる表面保護材料	区分	材料
分類	コンクリート工 - コンクリート工 - その他		

概要

- ①何について何をすることを技術なのか？
 - マジカルリペラーを塗布することにより、コンクリート表層部にシリコーン樹脂の吸水防止層(シラン)とシロキサン最適混合液形成し、塩害・中性化・凍害・アルカリ骨材反応などの劣化進行を遅らせ、コンクリート構造物の耐久性を向上させる技術である。
- ②従来はどのような技術で対応していたのか？
 - 表面被覆工法(一般的な浸透性吸水防止材の主成分はシラン)
 - 公共工事のどこに適用できるのか？
 - 全てのコンクリート構造物(たとえば、コンクリート橋脚、RC桁、PC桁、壁高欄など)
 - 塩害や中性化により鉄筋の腐食が懸念されるコンクリート構造物
 - 凍害や凍結融解作用によりひび割れや損傷が懸念される寒冷地のコンクリート構造物
 - アルカリ骨材反応の可能性が懸念されるコンクリート構造物。



マジカルリペラー-外觀

新規性及び期待される効果

- ①どこに新規性があるのか?(従来技術と比較して何を改善したのか?)
 - 従来、浸透性は高いが揮発しやすいシラン単体であった主成分に、揮発も浸透もしにくいシロキサン分子を最適比で混合した。
 - 有機溶剤の使用をやめた。

- 低粘度の液体を乳白色のクリーム状にした。
- コンクリートへのシリコーン樹脂の浸透性を高めた。
- 塗布後、無色透明のため構造物の外觀を損ねない。
- コンクリート構造物の耐久性効果の長期化

②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)

- 成分の変更により、1回の塗布で従来のシラン系撥水材を3回塗布した場合と同等の撥水効果が得られるようになった。
- 成分の変更により、塗布回数が減らせるため、工期の短縮および経済性の向上が期待できる。
- 塗布材料をクリーム状としたことにより、鉛直面や床版下面への施工時でも飛散や液ダレをほとんど生じないため、塗布量を容易に管理することができるようになった。
- 施工費の低減および耐久性効果の長期化により、初期コストおよびライフサイクルコストの低減が期待できる。
- 材料の取り扱いやすいことにより、施工不良が低減しコンクリート構造物の耐久性が向上できる。

施工コストの比較(試算例)

コスト(概略)	マジカルリペラー	表面被覆工法
材料費	1,800円/m ²	2,500~3,000円/m ²
施工費	1,000~2,000円/m ²	3,000~4,000円/m ²
計	2,800~3,800円/m ²	5,500~7,000円/m ²
耐用年数	10~20年	10~20年
LOCC比	1.0	2.1~2.7

(注) コストは直接工事費のみ

施工工程の比較(例)

作業工程(概略)	マジカルリペラー	表面被覆工法
作業日数(概略)	約2日	6日以上

従来技術との比較

適用条件

- ①自然条件
 - 外気温が0℃以上であること(材料が凍結しないこと)。
 - 施工日および施工前日の2日間は、塗布面が濡れないこと。
 - 施工後の材料浸透が完了するまで、塗布面が濡れないこと(1日程度)。
- ②現場条件
 - 作業スペースは、エアレススプレーまたはローラーによる塗布のための空間があること。
 - 施工場所には、安全に作業できる固定足場があること。

- ③技術提供可能地域
技術提供地域については、制限なし。

- ④関係法令等
特に無し。

適用範囲

- ①適用可能な範囲
全てのコンクリート構造物。
- ②特に効果の高い適用範囲
 - 塩害、凍害を受ける可能性のあるコンクリート構造物。
 - アルカリ骨材反応の可能性のあるコンクリート構造物。

③適用できない範囲
ガラス、塗料などで被覆されているコンクリート構造物。(塗料を除去すれば可能)

④適用にあたり、関係する基準およびその引用元
表面保護工法設計施工指針(案)土木学会 コンクリートライブラリー119

留意事項

①設計時
・幅0.2mm以上のひび割れがある場合には、事前にひび割れ注入工などの補修が必要。

②施工時
・適切な保護具(保護マスク、保護メガネ、ゴム手袋など)を使用すること。
・外気温が0℃以上であること(材料が凍結しないこと)。
・施工日および施工前日の2日間は、塗布面が濡れないこと。
・施工後の材料浸透が完了するまで、塗布面が濡れないこと(1日程度)。

③維持管理等

・耐久性に関するデータは、室内試験による参考値であり、期格値・保証値ではない。
・耐用年数は10～20年(海水効果がなくなるまでに再施工を行う)。

④その他

活用の効果		表面被覆工法	
比較する従来技術	項目	活用の効果	比較の根拠
経済性	項目	<input checked="" type="checkbox"/> 向上(45.93%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下(%)	材料費が安く、工数が少ないので経済性が向上。
	項目	<input checked="" type="checkbox"/> 短縮(66.67%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 増加(%)	工数が少ないので、工期が短縮。
品質	項目	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	ピンホールなどの施工不良が生じにくい。
	項目	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	有機溶剤を含まないので、有害性が低い。
安全性	項目	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	簡単な下地処理と少ない工数により施工性が向上。
	項目	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	有機溶剤を含まないので、環境への影響が小さい。
施工性	項目	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	本技術は、①ケレン程度の簡単な処理で塗布が可能②1回の塗布で十分な吸水防止効果(課題解決への有効性)が現れる③経済性・耐久性に優れる、等の特長を有する。
	項目	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	並行型:B(+型)

コストタイプ
コストタイプの種類

活用効果の根拠	基準とする数量	160	単位	m
経済性	新技術	456328円	従来技術	844026円
	向上の程度	2日	6日	45.93%
工程				66.67%

新技術の内訳				
項目	仕様	数量	単価	金額
労務費	世話役	1人	19800円	19800円
労務費	特殊作業員	2人	16900円	33800円

労務費	普通作業員	2人	13800円	27600円	ローラーによる塗布、下・横向き
材料費	マジカルリペラー	35.2kg	9000円	316800円	200g/m ² 材料ロス10%を含む
雑材料	目地テープ、飛散養生シートなど	1式	40000円	40000円	260円/m ²
機械損料	発電機(2KVA)	1日台	3000円	3000円	
機械損料	ペーパーコンプレッサー(0.4KW)	1日台	4000円	4000円	
機械損料	ガンリン	8.2リットル	135円	1107円	
機械損料	油脂類	1式	221円	221円	ガンリン費×20%
機械損料	ローラー	4本	2500円	10000円	

従来技術の内訳				
項目	仕様	数量	単価	金額
労務費(素地調整)	特殊作業員	4.8人	16900円	81120円
労務費(プライマー)	特殊作業員	4人	16900円	67600円
労務費(不陸調整)	特殊作業員	7人	16900円	118300円
労務費(中塗り)	特殊作業員	4.3人	16900円	72670円
労務費(上塗り)	特殊作業員	4.3人	16900円	72670円
材料費(プライマー)	エポキシ樹脂	16.8kg	2000円	33600円
材料費(不陸調整材)	エポキシ樹脂	84kg	2000円	168000円
材料費(中塗り)	柔軟系エポキシ樹脂塗料	20.2kg	2000円	40400円
材料費(上塗り)	柔軟性ポリウレタン樹脂塗料	58.8kg	2800円	164640円
諸雑費	労務費(素地調整)の10%	1式	8200円	8200円
諸雑費	労務費(プライマー～上塗り)の5%	1式	16826円	16826円

特許・実用新案		特許の有無		特許番号
種類	特許	特許の有無	特許の有無	特許番号
特許	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定	<input type="checkbox"/> 無し <input checked="" type="checkbox"/> 無し <input type="checkbox"/> 無し
特許詳細	特許情報無し			
実用新案	特許の有無			
備考	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定			
第三者評価・表彰等		建設技術審査証明		
証明機関		建設技術評価		

番号	
証明年月日	
URL	
制度の名称	その他の制度等による証明
番号	
証明年月日	
証明機関	
証明範囲	
URL	

評価・証明項目と結果		
証明項目	試験・調査内容	結果

施工単価		
標準的な作業条件での施工単価(材工共:直接工事費)を示す。 (施工面積:160㎡以上、施工条件:鉛直面)		
施工単価に含まれる作業は、ケレン・清掃～周辺養生～塗布作業～片付けまでとし、足場工は含まない。		
概算施工単価		
項目	単価	単位
材料費	2,016	円/㎡
施工費	626	円/㎡
合計	2,642	円/㎡
歩掛り表あり <input type="checkbox"/> 標準歩掛、 <input type="checkbox"/> 暫定歩掛、 <input type="checkbox"/> 協会歩掛、 <input checked="" type="checkbox"/> 自社歩掛		
施工方法		

- 施工手順を以下に示す。
- (1) 塗布面のケレン・清掃
→ケレン・清掃は、コンクリート表面の付着物や汚れを落とす程度(写真左側)。
 - (2) 周辺部、付属物等への養生
→塗布の必要がない部分をビニールシートやガムテープで養生する。
 - (3) 表面水分率の測定
→ポータブル水分計を用いて、表面水分率が5%以下であることを確認する。
 - (4) 塗布作業
→施工条件に応じて、エアレススプレーまたはローラーにより塗布する。(写真右側)
 - (5) 周辺部、付属物の養生撤去
→(2)の養生を撤去する。



写真1 養生材の撤去
写真2 ローラーによる塗布

今後の課題とその対応計画

- ①課題
・実環境のコンクリート構造物で耐久性の確認。
- ②計画
・耐久性試験(暴露試験)によって、構造物の耐久性向上効果の検証および吸水防止効果の継続期間(メンテナンスサイクル)に関するデータを収集中。

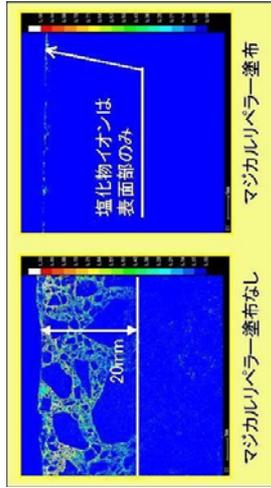
収集整備局	関東地方整備局				
開発年	2000	登録年月日	2004.03.30	最終更新年月日	2010.09.03
キーワード	安全・安心、コスト削減・生産性の向上、公共工事の品質確保・向上				
開発目標	自由記入 耐久性向上 長寿命化 LCC低減 経済性の向上、耐久性の向上、品質の向上				
開発体制	単独 <input type="checkbox"/> 産、 <input type="checkbox"/> 官、 <input type="checkbox"/> 学 共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 産・産、 <input type="checkbox"/> 産・官、 <input type="checkbox"/> 産・学、 <input type="checkbox"/> 産・官・学				
問合せ先	開発会社	鹿島建設(株)、旭化成ワッカー・シリコン(株)			
	会社	鹿島建設(株)			
技術	担当部署	土木管理本部土木技術部			
	住所	〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-11			
営業	TEL	03-5544-0645			
	E-MAIL	m-iwai@kajima.com			
技術	URL	http://www.kajima.co.jp/			
	会社	カジマ・リノバ(株)			
営業	担当部署	技術部			
	住所	〒162-0065 東京都新宿区住吉町1-20			
問合せ先	TEL	03-5379-8771			
	E-MAIL	akiyama@kajima-renovate.co.jp			
問合せ先	URL	http://www.kajima-renovate.co.jp/index.html			

問合せ先			
番号	会社	担当部署	住所
	TEL	FAX	URL
	旭化成ジオテック(株)	機能材事業部コーポレーション営業部	東京都墨田区錦糸3-2-1 アルカイースト

1	03-5637-6651	03-5637-6658	murase.tb@om.asahi-kasei.co.jp	東京都千代田区神田錦町2-9
2	旭化成ワッカーシリコン(株)	ハフオーマンズケミカル事業部	三村俊幸	
3	03-5283-8842	03-3291-2282	toshiyuki.mimura@wacker.com	港区赤坂6-5-11
	鹿島建設株式会社	土木管理本部 土木技術部	新技術担当	
	03-5544-0499	03-5544-1729		

実績件数	
国土交通省	3件
その他公共機関	6件
民間等	2件

実験等実施状況
 耐久性試験の一例として、塩化物イオン浸透性の評価を行なった。試験では、マジカルペラーを塗布した試験体と塗布しない試験体に対して、海水の噴霧と乾湿の繰り返しにより塩化物イオンの浸透を促進させた(室内試験)。写真は、促進試験終了後にEPMA(電子線マイクログラフアナライザー)により塩素原子の分布を分析した結果である。無塗布の試験体では塩化物イオンが20mm程度浸透していたが、マジカルペラーを塗布した試験体では塩化物イオンの浸透がほとんど認められない。



添付資料
 ・添付資料①リーフレット「マジカルペラー」
 ・添付資料②「シラン・シロキサン系撥水材の塗布方法に関する一実験」、コンクリート工学年次論文集、Vol.23、No.1、2001
 ・添付資料③「シラン・シロキサン系撥水材の開発」、コンクリート工学年次論文集、Vol.22、No.1、2000
添付資料等
 ・添付資料④「シラン・シロキサン系浸透性防水材によるコンクリートの耐久性向上に関する検討」、コンクリート工学年次論文集、Vol.24、No.1、2002
 ・添付資料⑤「浸透性防水防止材を塗布したコンクリートの海洋環境暴露試験」、土木学会第57回年次学術講演会論文集V、2002.9
参考文献
 ・「表面保護工法 設計施工指針(案)」土木学会 コンクリートライブラリー119

その他(写真及びタイトル)
 マジカルペラー塗布後の状況(試験施工)



塗布直後
 塗布30分後
 マジカルペラー塗布後の状況(試験施工)

国土技術
開発費

建設技術
普及促進
※

技術名称		鉄筋腐食抑制工法「プロテクトシルト CIT」		登録 No.	HR-0600004-V
事前審査		事後評価	試験技術 (2006.6.15～)	試験技術 (2006.6.15～)	登録 No.
有	有	有	有	有	有
有	有	有	有	有	有

2011.09.22現在

副題	RC構造物用鉄筋腐食抑制タイプ含浸系表面保護材	区分	材料
分類 1	道路維持修繕工 - 橋梁補修補強工 - 防食対策工		
分類 2	道路維持修繕工 - 橋梁補修補強工 - 表面保護工		
分類 3	建築 - 改修工事		
分類 4	建築 - コンクリート工事		

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日:2009.10.08

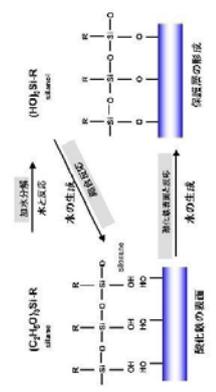
RC構造物用鉄筋腐食抑制タイプ含浸系表面保護材

プロテクトシルトCITは、アルキルトリアルコキシルランを主成分とし、アミノ基を化学的に結合した商品である。コンクリート表面にプロテクトシルトCITを塗布すると、コンクリート表面層に吸水防止層が形成され、塩化物イオン等の劣化因子の侵入を阻止する性能を保持し、かつ、アミノ基の作用によりコンクリート中に深く浸透する事で、鉄筋に不動態皮膜にかかわる保護層を形成する鉄筋の腐食抑制技術である。

主に、鉄筋腐食している亀裂前のコンクリート構造物の寿命、断面修復後の再劣化防止及び新設コンクリート構造物の予防保全等に適用される。

鋼材に対する作用 (概念図)

アルコキシルランはセメントや酸化鉄表面の水酸基と反応する



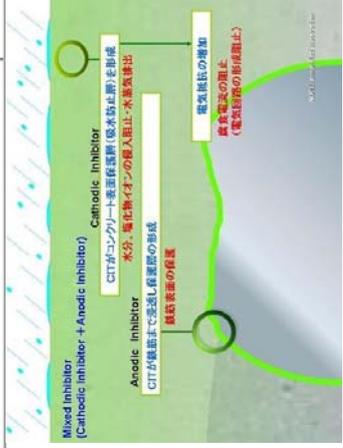
新規性及び期待される効果

- (新規性)
- 従来の透水性表面保護材に鉄筋腐食抑制効果という附加価値を付けている。
 - 外部から浸透させるタイプの鉄筋腐食抑制材である。
 - 断面修復後におこるマクロセル腐食(マイクロセル腐食含む)の抑制効果がある。
 - プロテクトシルトCIT塗布後、上塗りが可能である。

- (期待される効果)
- 従来の表面保護効果である劣化因子の侵入を阻止しつつ深く浸透したプロテクトシルトCITが内部鉄筋に保護層を形成する事で鉄筋腐食を抑制し、2重で劣化に対応することができる。
 - コンクリートに劣化因子が内在する場合でも内部鉄筋に保護層が形成されているので非破壊で適応可能となる。
 - コンクリートの電気抵抗値(吸水防止効果)を上げ、鉄筋に保護層を形成する事により、マクロセル腐食(リニアング)

ー)を抑制する。

腐食抑制剤 [無機系・有機系]	タイプ
① Cathodic Inhibitor (カソードイク インヒビター)	浸透性吸水防止材
② Anodic Inhibitor (アノディク インヒビター)	亜硝酸リチウム
①+② Mixed Inhibitor (ミックスト インヒビター)	プロテクトシルトCIT



適用条件

- ①自然条件
 - ・0℃～45℃: 外気温
 - ・8%以下: コンクリート表面水分率
- ②現場条件
 - ・エアレススプレーまたはローラーにより塗布できる作業空間がある事
 - ・火気厳禁
 - ・水中及び常時湿潤状態のコンクリートは適用外
- ③技術提供可能地域
 - ・技術提供地域については制限なし

適用範囲

- ①適用可能な範囲
 - ・RC、PC及びSRCRC構造物のコンクリート面
- ②特に効果の高い適用範囲
 - ・～加速期まで (腐食速度が2.0μA/cm2以下)
- ③適用の検討
 - 水中及び常時湿潤状態のコンクリート面は、適用困難である。
- ④適用にあたり、関係する基準及びその引用元
 - ・社団法人 日本材料学会講演会資料「コンクリート構造物の診断技術」P33(H13.10)
 - ・日本工業出版「検査技術」第5巻第4号「コンクリート構造物の耐久性評価技術」コンクリート中の鋼材腐食について、P23
 - ・CEB(ヨーロッパコンクリート委員会)「Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures Affected by Reinforcement Corrosion」

留意事項

なし

活用の効果	電流陽極(犠牲陽極)方式による電気防食工法	
比較する従来技術	活用の効果	比較の根拠
項目	<input checked="" type="checkbox"/> 向上(89.73%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下(%)	B(+型)
経済性	<input checked="" type="checkbox"/> 短縮(33.33%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 増加(%)	清掃・塗布のみ
工程	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	既存躯体を傷つけない。躯体保護及び鉄筋腐食抑制。
品質	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	危険作業が伴わない。
安全性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	塗布するだけで特殊な作業が伴わない。
施工性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	騒音の発生や産業廃棄物の発生が少ない。
周辺環境への影響	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	騒音の発生や産業廃棄物の発生が少ない。
周辺環境への影響	技術のアピールポイント(課題解決への有効性)・施工が簡単。	
コストタイプ	発散型・C(+型)	
コストタイプの種類	発散型・C(+型)	
活用効果の根拠	基準とする数量	
基準とする数量	1	単位
経済性	新技術 6000円 従来技術 58450円	新技術 2日 従来技術 3日
工程	新技術 6000円 従来技術 58450円	新技術 2日 従来技術 3日
項目	仕様	数量
プロテクトシルCIT	塗布施工	1 m ²
金額	6000円	6000円
単位		材工
概要	89.73%	
項目	仕様	数量
電気防食工法	流電陽極(犠牲陽極)方式	1 m ²
金額	58450円	58450円
単位		材工
概要	33.33%	
特許・実用新案	特許の有無	
種類	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	特許番号
特許詳細	特許番号【出願中】 2003-155582	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し
実用新案	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	特許の有無
備考	<input type="checkbox"/> 通常実施権 <input type="checkbox"/> 専用実施権	
第三者評価・表彰等	建設技術審査証明	
証明機関	建設技術審査証明	
番号		

証明年月日		
URL		
制度の名称	その他の制度等による証明	
番号		
証明年月日		
証明機関		
証明範囲		
URL		
証明項目	評価・証明項目と結果	結果
JWWA Z 108 適合試験	水道法 JWWA Z 108:2004 7.1.2による 適合試験。 (第三者機関) 社団法人 東京都食品衛生協会 東京食品技術研究所 (厚生労働大臣登録検査機関)	水道法 JWWA Z 108:2004 7.1.2の品質規定に適合する。
施工単価		
標準作業の施工単価(材、工)	プロテクトシルCITの標準作業は、0.6リットル/m ² を3回塗布としているが状況によって2~6回塗布になる場合がある。	
材料費	4,500円/m ² (施工条件により5%~10%程度の材料ロスが発生いたします)	
施工費	1,500円/m ² ・500m ² 以上、横向き施工、RC構造物による起算歩掛り表あり (□標準歩掛、□暫定歩掛、□協会歩掛、□自社歩掛)	
施工方法		
1. 施工面は高圧洗浄等により油脂、汚れ、塵垢等を除去して清掃面にする。また欠損部やひび割れは、あらかじめ補修モルタル等で補修する。		
2. 施工面は乾燥面とする。(表面水分率8%以下推奨)		
3. 塗布量は、下地にかかわらず0.6リットル/m ² とする。		
4. 塗布施工は垂直面、天井面、水平面に分けて塗布回数を調整して行い、その時の施工間隔は指触乾燥後(20分以上)かつ乾燥色の状態とする。		
5. 施工はエアレススプレーやローラーを用いて均一に塗布する。尚、塗布方法は、下部から上部に向かって施工する。		
〈施工上の注意事項〉		
・プロテクトシルCITは、水等での希釈をしない。		
・雨天(施工後4時間以内)に雨が予測される場合を含む)及び、強風の時は施工しない。		
・密閉した室内で使用する場合、十分に換気する。		



プロテクトシールCIT塗布

施工手順の一部

今後の課題とその対応計画

(申請時)
海外での多数の実績や国内での試験施工及び試験結果、いくつかの実績はあるが、日本国内の特に塩害環境の厳しいとされる地域での実構造物への実績が乏しい為、今後実績を増やし経過を観察する必要がある。

(2009年)
国内の特に塩害環境の厳しい地域での実構造物実績が増えている。今後は、経過を確認しデータの採取を行っていく。

取集整備局

北陸地方整備局	1995	登録年月日	2006.06.15	最終更新年月日	2009.10.08
---------	------	-------	------------	---------	------------

キーワード	安全・安心、コスト削減、生産性の向上、公共工事の品質確保・向上
自由記入	鉄筋腐食抑制 含浸系表面保護 長寿命

開発目標

経済性の向上、耐久性の向上、作業環境の向上

開発体制

単独 (〇産、 〇官、 〇学) 共同研究 (〇産、 〇産、 〇産、 〇官、 〇産、 〇学、 〇産、 〇官、 〇学)

開発会社	会社	Evonik Degussa GmbH			
	担当者	建設部	担当者	田村 哲也	
技術	住所	〒106-6121 東京都港区六本木6丁目10番1号 六本木ヒルズ森タワー21階			
	TEL	03-3796-9850	FAX	03-3796-9980	
	E-MAIL	tetsuya.tamura@basf.com			
	URL	http://www.pozzolith.basf.co.jp/			
問合せ先	会社	BASFポリリス㈱			
	担当者	建設部	担当者	桑原 徹	
	住所	〒106-6121 東京都港区六本木6丁目10番1号 六本木ヒルズ森タワー21階			
	TEL	03-3796-9850	FAX	03-3796-9980	
	E-MAIL	toru.kawahara@basf.com			
	URL	http://www.pozzolith.basf.co.jp/			

問合せ先					
番号	会社	担当部署	担当者	住所	
	TEL	FAX	E-MAIL	URL	
1	株式会社 プロダクト 技研	企画開発	仲丸 政美	新潟県江南区曙町2丁目8番19号	
	025-383-0121	025-383-0122	nakamaru-m@progi.co.jp	http://www.progi.co.jp/	
	エポニックデグサジャ	アドバンスト&ファンクショ	浅井 和宏	東京都新宿区西新宿2-3-1	

2	バン株式会社	ナルラングループ	03-5323-8795	03-5323-7397	kazuhiro.asai@evonik.com	http://www.evonik.jp												
実績件数 その他公共機関																		
	国土交通省	23件	民間等	33件														
実験等実施状況																		
プロテクトシールCITによる鉄筋腐食抑制効果の評価を行なった。																		
<p><評価方法> 既存試験体(150口、かぶり厚50mm、65mm)の鉄筋腐食を促進する為、乾湿繰り返し(20%食塩水に12時間浸漬、12時間自然乾燥)を30サイクル行い、鉄筋の腐食速度が1.0 μA/cm²以上になる事を確認しプロテクトシールCITを1面のみ塗布した。</p> <p>1面(A面)のみに塗布することで、B,C,D面の測定値は、含浸系材料の吸水防止の影響を受けない状態で測ることを可能とした。</p> <p>データは、プロテクトシールCIT塗布前の腐食速度を測定(図A,B,C,Dの4面)塗布後、屋外暴露による腐食速度の変化を測定した結果である。塗布後2週間で腐食レベルの安定(不動態状態)である0.2 μA/cm²以下となり、プロテクトシールCITの効果認められた。</p>																		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="2">腐食速度の判定</th> </tr> <tr> <td>腐食速度(μA/cm²)</td> <td>速度の判定</td> </tr> <tr> <td>>1.0</td> <td>激しく高い腐食速度</td> </tr> <tr> <td>0.5~1.0</td> <td>中~高程度</td> </tr> <tr> <td>0.2~0.5</td> <td>低~中程度</td> </tr> <tr> <td><0.2</td> <td>不動態状態</td> </tr> </table>							腐食速度の判定		腐食速度(μA/cm ²)	速度の判定	>1.0	激しく高い腐食速度	0.5~1.0	中~高程度	0.2~0.5	低~中程度	<0.2	不動態状態
腐食速度の判定																		
腐食速度(μA/cm ²)	速度の判定																	
>1.0	激しく高い腐食速度																	
0.5~1.0	中~高程度																	
0.2~0.5	低~中程度																	
<0.2	不動態状態																	
<p>添付資料</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プロテクトシールCITカタログ資料 ・プロテクトシールCIT実験資料 																		

参考文献

- ・社団法人 日本材料学会講演会資料「コンクリート構造物の診断技術」JP33 H13.10
- ・日本工業出版「検査技術」第5巻第4号「コンクリート構造物の耐久性能評価技術」コンクリート中の鋼材腐食について JP23
- ・CEB(ヨーロッパ)コンクリート委員会「Strategies for Testing and Assessment of Concrete Structures Affected by Reinforcement Concrete」

論文

- 19回構造物の診断と補修に関する技術・研究発表会論文集(P8)
- 【主催】日本構造物診断技術協会
- 【テーマ】「内在塩分を有するRC中空床版橋のリニューアル」
- 【発表】西日本高速道路(株)、(株)富士技研
- 第17回技術研究発表会(P8) ※奨励賞受賞
- 【主催】国土交通省 北海道開発局 高田河川国道事務所
- 【テーマ】「鉄筋腐食抑制剤塗布工の施工について」
- 【発表】大豊建設(株)

添付資料等

- 土木学会第61回年次学術講演会(P43)
- 【主催】土木学会
- 【テーマ】「内在塩分を有する鉄筋コンクリート橋のマクロセル腐食を考慮した補修」
- 【発表】金沢工業大学、西日本高速道路(株)、(株)富士技研
- 第51回(平成19年度)北海道開発局技術研究発表会論文集
- 【主催】国土交通省 北海道開発局(独)土木研究所 築地土木研究所
- 【テーマ】「ボックスカルバートにおけるコンクリート含浸材の試験施工事例について～今後のアセットマネジメントを目標として～」
- 【発表】北海道開発局 函館開発建設部
- 平成19年度建設技術報告会報文集(P97)
- 【主催】北海道地方建設推進協議会(国土交通省 北陸整備局)
- 【テーマ】「鉄筋腐食抑制剤含浸系表面保護工法プロテクトシルCIT」
- 【発表】(株)アトハンス、BASFポリソリス(株)

その他(写真及びタイトル)

プロテクトシルCIT塗布後調査結果(1) Image courtesy of At-Hance

下部橋脚は、コンクリート中の鉄筋の腐食状態を調査するための調査電極を埋設したコンクリート。 (写真: 上部橋脚の調査電極埋設の様子)

- ・調査電極埋設(埋設後)
- ・天打スプレーコート(埋設後)
- ・長岡建設大学 函館開発建設部

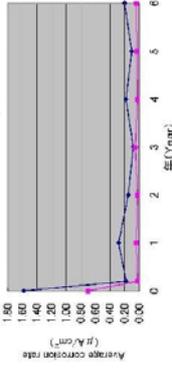
調査結果(1)のグラフは、調査電極埋設後(埋設後)の平均腐食速度を示しています。縦軸は平均腐食速度(μA/cm²)で0.00から1.80まで表示されています。横軸は年数で0から6まで表示されています。埋設後(埋設後)の平均腐食速度は約0.15μA/cm²と非常に低い値を示しています。

プロテクトシルCIT塗布後調査例(2) 海外編

本調査は、コンクリート塗布保護剤(含浸系)の普及促進を目的に「プロテクトシルCIT」塗布調査を実施している。海外の調査結果も報告されている。



表-1 平均腐食速度(μA/cm²)



暴露実験による鉄筋の腐食比較(3)

暴露実験は、北海道開発局(旧)函館開発建設部で実施された。暴露後の腐食を調査するために実施した。



2ヶ月曝露後の腐食率比較とCIT塗布後1ヶ月後

処理	腐食電位損失率
無処理	0.450%
CIT	0.000%
保護剤	0.215%

2ヶ月後より0.370%減少。暴露期間より3ヶ月後の平均腐食率を示す。

2ヶ月後より0.150%減少。暴露期間より3ヶ月後の平均腐食率を示す。

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。

ものづくり 日本大賞	国土技術 開発賞	建設技術 審査証明 ※
---------------	-------------	-------------------

2011.08.18現在		登録 No.	事後評価未実施技術 No.	登録 No.
技術 名称		ニューズバンガード		
事前審査	試行実証評価	活用効果評価	推奨 技術	標準 技術
	事後評価	技術の位置付け	活用促進 技術	設計比較 対象技術
				少劣績 優良技術

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終情報の最終更新年月日：2011.07.01

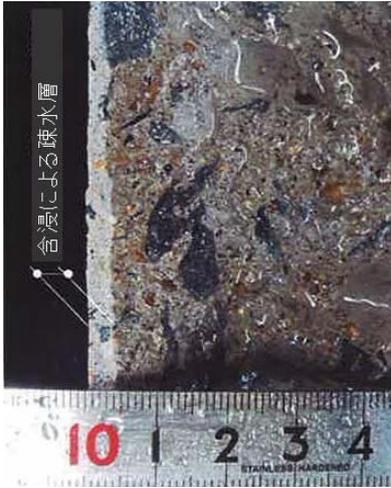
副題	区分	製品
分類1	道路維持修繕工 - 橋梁補修補強工 - 表面保護工	
分類2	道路維持修繕工 - 橋梁補修補強工 - 防食対策工	
分類3	コンクリート工 - コンクリート工 - その他	
分類4	建築 - 改修工事	
分類5	建築 - コンクリート工事	

概要

①何について何をすることを技術なのか?
 ・橋梁上部工、下部工などのコンクリート構造物を対象として、半透明のシラン系表面含浸材を、ローラーバケ（ローラーバケで作業できない箇所は刷毛）で回塗布するだけで、コンクリート表面に緻密なシリコンポリマー保護層を形成します。このシリコンポリマー保護層が、外部からの水分、塩化物イオンなどの浸透を抑制することによって、コンクリート構造物の劣化防止・予防保全を実現します。

②従来技術はどのような技術で対応していたのか?
 ・シラン系表面含浸材(3回塗)で対応していました。

③公共工事のどこに適用できるのか?
 ・RCけた、PCIけた、RC床版、RC橋台、RC橋脚、PC橋脚、ホックスカルバートなどのコンクリート構造物の予防保全を含めた劣化防止対策に適用できます。



ニューズバンガードを塗布したコンクリートの断面

新規性及び期待される効果

- ①どこに新規性があるのか? (従来技術と比較して何を改善したのか?)
- 1) 従来のシラン系表面含浸材(3回塗)と比較すると、1回塗布するだけで十分にあり、施工性に優れている。
 - 2) 形成されたシリコンポリマー保護層は、吸水防止性に優れるので、コンクリート内部の鋼材を保護します。
 - 3) 形成されたシリコンポリマー保護層は、長期の耐久性を有します。
 - 4) 半透明の材料であり、コンクリート構造物の外観を損ないません。
- ②期待される効果は? (新技術活用のメリットは?)
- 1) 形成されたシリコンポリマー保護層によって、コンクリート構造物の劣化因子である、水分、二酸化炭素、塩化物イオンの浸透を大幅に抑制します。
 - 2) 耐凍害性に優れています。
 - 3) 半透明の材料を塗布するだけであり、コンクリート構造物の外観を損ないません。
 - 4) 従来のシラン系表面含浸材と比較すると、短時間で施工でき、直接工事を低減できます。
 - 5) 液性なので、作業が非常に簡単です。

- 適用条件**
- ①自然条件
 - ・0℃以上で施工すること(0℃未満の場合、コンクリート中の水分が凍結していることがあり、そのときには効果を発揮できないため)。
 - ・塗布完了後48時間は、塗布面が直接、雨等にさらされないようにすること。
 - ②現場条件
 - ・コンクリートの表面含水率が8%以下であること。
 - ・ローラーバケ又は刷毛などで塗布できる作業空間があること。
 - ③技術提供可能地域
 - ・気温0℃以上であれば、日本国内すべて。
 - ④関係法令等
 - ・労働安全衛生法・危険物(引火性のもの)・有機則(第2種有機溶剤等)
 - ・消防法・危険物第4類第2石油類

- 適用範囲**
- ①適用可能な範囲
 - ・すべてのRC構造物、PC構造物。
 - ②特に効果の高い適用範囲
 - ・新設のコンクリート構造物。
 - ・中性化、塩害、凍害などを受けやすいコンクリート構造物。
 - ・透水性、吸水性の大きいコンクリート構造物。
 - ③適用できない範囲
 - ・すでに表面被覆工法などが施工されているコンクリート構造物(その場合には、表面被覆を除去すれば適用可能)。
 - ④適用にあたり、関係する基準およびその引用元
 - ・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年。
 - ・土木学会、コンクリート技術シリーズ68 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報告、2006年。

- 留意事項**
- ①設計時
 - ・幅0.2mm以上のひび割れがある場合には、事前にひび割れ注入工を施工しておくこと。
 - ・表面被覆工が施されている場合には、それを除去すること。
 - ②施工時
 - ・気温が0℃以上であることを確認すること。
 - ・コンクリートの表面含水率が8%以下であることを確認すること。
 - ・保護メガネ、粉じん用保護マスク、保護手袋など、適切な保護具を使用すること。
 - ・コンクリート表面にくぼみ等があっても、パテ埋め等は行わず、そのまま施工すること。
 - ・塗布完了後48時間は、塗布面が直接、雨等にさらされないようにすること。

- ③維持管理等
・外観目視による点検。
- ④その他
・シリーズとしてニュースバンガードII(シランシロキササン系表面含浸材)を保有。

活用の効果		シラン系表面含浸材(3回塗り)	
項目	活用の効果	比較の根拠	
比較する従来技術			
経済性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上(42.51%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(%)	<input type="checkbox"/> 低下(%) <input checked="" type="checkbox"/> 増加(%) 施工費の低減により向上 塗布完了後48時間の養生が必要(従来は8時間)	
工程	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低下 <input checked="" type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下 中性化抑制率向上	
品質	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低下 <input checked="" type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下 塗布回数を3回から1回にする事による現場施工及び作業員負担の減少	
安全性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低下 <input checked="" type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	
施工性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低下 <input checked="" type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	
周辺環境への影響	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低下 <input checked="" type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	
技術のアピールポイント (課題解決への有効性)	コンクリート構造物の外観を損ねることなく、刷毛で1回塗るだけの簡単な作業で、水分、二酸化炭素、塩化物イオンなどの劣化因子の浸透を抑制し、コンクリート構造物の劣化を抑制します。		
コストタイプ	並行型：B(+型)		
コストタイプの種類			

活用効果の根拠		基準とする数量	100	単位	m2
経済性	新技術	278218円	483954円	向上の程度	42.51%
工程		3日	3日		0%

新技術の内訳					
項目	仕様	数量	単価	金額	概要
材料費	ニュースバンガード	100 m2	16000円	1600000円	0.2kg/m2(1回塗り)
労務費	一式	100 m2	11590円	1159000円	平成22年4月労務単価(東京)
諸雑費	100m2あたり	1 式	2318円	2318円	労務費の2%

従来技術の内訳					
項目	仕様	数量	単価	金額	概要
材料費	浸透性シラン系防水剤	100 m2	1293円	129300円	0.336kg/m2(3回塗り)
労務費	一式	100 m2	3477円	347700円	平成22年4月労務単価(東京)
諸雑費	100m2あたり	1 式	6954円	6954円	労務費の2%

特許・実用新案		特許の有無		特許番号	
種類		<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input checked="" type="checkbox"/> 無し
特許					
特許詳細	特許情報無し				

実用新案		特許の有無	
<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input checked="" type="checkbox"/> 無し
備考			
第三者評価・表彰等			
証明機関	建設技術審査証明		
番号			
証明年月日			
URL			
その他の制度等による証明			
制度の名称			
番号			
証明年月日			
証明機関			
証明範囲			
URL			
証明項目		評価・証明項目と結果	
		試験・調査内容	
		結果	

施工単価						
項目	仕様	数量	単位	単価	金額	概要
材料費	ニュースバンガード	20.00	kg	8000	160000	0.2kg/m2(1回塗り)
労務費	土木一般世話役	1.00	人	19300	19300	
労務費	特殊作業員	4.00	人	17200	68800	
労務費	普通作業員	2.00	人	13900	27800	
諸雑費		2.00	%		2318	労務費の2%
合計					278218	100m2当たり
単価					2782	1m2当たり

施工方法	
歩掛り表あり (<input type="checkbox"/> 標準歩掛、 <input type="checkbox"/> 暫定歩掛、 <input type="checkbox"/> 協会歩掛、 <input checked="" type="checkbox"/> 自社歩掛)	

- ・添付資料⑦「(社)日本建設機械化協会 橋梁架設工事の積算」平成20年度版 抜粋
- ・添付資料⑧「工程表」
- ・添付資料⑨「技術資料」
- ・添付資料⑩「耐久性確認資料」
- ・添付資料⑪「施工実績」
- ・添付資料⑫「出来形管理資料」
- ・添付資料⑬「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年度版 抜粋
- ・添付資料⑭「水かけテスト写真」

添付資料等

参考文献

- ・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年。
- ・土木学会、コンクリート技術シリーズ68 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報告、2006年。

その他(写真及びタイトル)



表面含水率測定



塗布状況



防水性能確認

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。

ものづくり
日本大賞

国土技術
開発賞

建設技術
審査証書

※

2011.08.18現在

技術 名称	コンクリート改質剤CS-21		事後評価 未実施技術	登録 No.	CB-020055-A
	事前審査	実行実証評価 活用効果評価	推奨 技術	技術の位置付け	設計比較 対象技術
			標準 技術	活用促進 技術	少要 技術
					優良 技術

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日：2011.06.07

副題	区分	材料
分類1	コンクリート工	コンクリート工
分類2	建築	防水工事
分類3	橋梁上部工	橋面防水工
分類4	上下水道工	維持管理
分類5	道路維持修繕工	橋梁補修補強工
概要		表面保護工

①何について何をすすめる技術なのか?
 ・硬化したコンクリートに対して塗布または注入することで表層部を緻密化し、躯体防水・表面保護・断面修復・ひび割れ補修・漏水部の止水・打継ぎ部および木コン部防水処理ができる技術

②従来はどのような技術で対応していたのか?
 ・躯体防水：アスファルト防水工法・シート防水工法など
 ・表面保護：表面被覆工法(有機系・無機系)など
 ・断面修復：セメント系充填工法など
 ・打継ぎ部防水処理：止水板の敷設など
 ・ひび割れ補修：エポキシ樹脂注入工法など
 ・漏水部の止水：発泡ウレタン注入工法など

③公共工事のどこに適用できるのか?
 ・コンクリート構造物(橋梁床版・高欄・地覆・橋脚・沓座・ダム・砂防堰堤・擁壁・上下水道・トンネル覆工・ボックスカラバルバート・共同溝・水櫃・地下構造物)などの新設防水工事・表面保護工事・躯体改修工事・断面修復工事・ひび割れ補修工事・止水工事など

主成分	けい酸ナトリウム
外観	無色透明
臭気	無し
pH値	11.3以上
動粘度	5.70mm ² /s以下
比重	1.240以上
蒸発残留物	390000mg/L以上

物性



材料荷姿 (5kg/ポリボトル)

新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるか?(従来技術と比較して何を改善したのか?)
 ・無機質で無色透明の水溶性含浸材のため、構造物の景観・美観・意匠を損なわず、施工性に優れている
 ・水和反応活性成分の添加により、コンクリートの材齢を問わず効果を発揮する
 ・水道施設の飲料水等が直接触れるコンクリート構造物の防水およびひび割れ補修等に適用可能な安全性を確保している

②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)
 ・防水および劣化抑制効果を発揮し、コンクリート構造物の耐久性を向上させる
 ・新設構造物の躯体防水または予防保全および既設構造物の補修または改修により長寿命化させ、ライフサイクルコストを低減させる
 ・水道施設の水道水が直接触れるコンクリートに適用可能な安全な無機質材料であり、環境への負荷を与えない



PC橋梁床版防水

適用条件

- ①自然条件
 塗布工法の場合
 ・雨天の場合、材料が流れない程度であれば施工可能
 ・気温5℃以下の場合、養生を行えば適用可能
 ・気温5～30℃適用
 ・気温30℃以上の場合、特に入念に散水を行うことで適用可能
 ・強風の場合飛散防止措置が必要
- ②現場条件
 ・無機質材のため火気の注意不要
 ・コンクリートの状況判断を有するため、適切に処理できる技術者が必要
- ③技術提供可能地域
 ・全国
- ④関係法令等

適用範囲

- ①適用可能な範囲
・コンクリート構造物
- ②特に効果の高い適用範囲
・脱型後早期のコンクリート構造物
- ③適用できない範囲
・防水層の押さえコンクリートなど、構造体でないコンクリート
・目地部や構造的に片持ち梁となる箇所など、躯体の動きが大きい部分
- ④適用にあたり、関係する基準およびその引用元
・要求性能に対する適用範囲
*防水 *中性化抑制 *塩害抑制 *凍結融解抵抗性向上
*施工条件による表面含浸工の適用範囲
*適用する面
上向き-適用(垂れ防止必要)
下向き-適用
横向き-適用
*施工時の環境
>気温
5℃以下-適用する場合検討が必要(養生を行えば適用可能)
5~30℃-適用
30℃以上-適用(散水必要)
>天候
晴天-適用(散水必要)
曇天-適用
雨天-適用する場合検討が必要(材料が流れない程度であれば施工可能、流れる程度であれば養生が必要)
強風-適用(飛散防止措置必要)
*下地コンクリート
>乾燥状態
乾燥-適用(散水必要)
湿潤-適用
>付着物の有無
有り-適用対象外(付着物除去後、適用)
無し-適用
*同一工法による補修履歴がある場合の適用可否-適用
引用元:
土木学会発行 コンクリートライブラリー119 表面保護工法設計指針(案)
工種別マニュアル編pp143~187 > 表面含浸工マニュアル(けい酸ナトリウム系表面含浸材)

活用の効果		表面被覆工法			
比較する従来技術		活用の効果		比較の根拠	
項目	従来技術	新技術	単位	従来技術	新技術
経済性	☑向上(55.44%)	☑短縮(60%)	300	2558115円	1140000円
工程	☑同程度	☑同程度		6日	6日
品質	☑向上	☑向上		15日	15日
安全性	☑同程度	☑同程度			
施工性	☑同程度	☑同程度			
周辺環境への影響	☑同程度	☑同程度			
<p>技術のアピールポイント (課題解決への有効性) コンクリートの含水率に左右されず施工可能であり工期短縮可能。 施工後の外観変化がないため、意匠を損ねることがなく、施工後の点検時に躯体を直接目視確認可能。有機溶剤を含まないため火災・中毒の危険なし。工程が少なく、下地コンクリートの含水率に左右されず施工可能であり工期短縮可能。</p> <p>コストタイプ コストタイプの種類 発散型・C(+)>型</p>					
活用効果の根拠		標準とする数量		向上の程度	
		300		55.44%	
		1140000円		60%	
新技術の内訳					
項目	仕様	数量	単価	金額	摘要
材料費	コンクリート改質剤 CS-21	90 kg	7000円	630000円	0.15kg/m ² × 2回
労務費	世話役(アストン技能士)	5.4 人	25000円	135000円	協会単価
労務費	特殊作業員(洗浄・清掃)	4.8 人	18000円	86400円	協会単価
労務費	特殊作業員(CS-21塗布2回)	6 人	18000円	108000円	
労務費	特殊作業員(散水養生2回)	4.2 人	18000円	75600円	
労務費	特殊作業員(雑工)	1.8 人	18000円	32400円	
諸経費	(労務費) × 5%	1 式	18600円	18600円	端数調整△3270(円)含む
機械・材料	サンダー・バキューム・洗浄機	1 式	54000円	54000円	
従来技術の内訳					
項目	仕様	数量	単価	金額	摘要
材料費	プライマー(エポキシ樹脂)	30 kg	2500円	75000円	
材料費	パテ材(エポキシ樹脂)	150 kg	1500円	225000円	
材料費	中塗り(柔軟性エポキシ樹脂350μm)	360 kg	2500円	900000円	

留意事項

- ①設計時
塗布工法の場合
・劣化部など断面修復の必要がある箇所については、事前に処理を行うこと
・注入工法によるひび割れ補修が必要な箇所については、事前に処理を行うこと
・施工前処理における断面修復およびひび割れ注入には、材料の浸透を阻害しない無機系材料が望ましい
- ②施工時
・材料塗布または散布後、浸透性促進のため粘度調整を行う散水(水湿し)が必要
・材料が-3℃で凍結するため、気温0℃以下の施工時は注意(養生等)が必要
- ③維持管理等
・冬期は材料の凍結を防ぐために屋内で保管
・直射日光の当たるとる所や温度が40℃以上になる場所での材料の保管は避ける
- ④その他
・土木学会発行 コンクリートライブラリー119 表面保護工法設計指針(案)
工種別マニュアル編pp143~187 > 表面含浸工マニュアルに準ずる

材料費	上塗り(柔軟性ポリウレタン樹脂30μm)	36 kg	70200円	1950円	70200円
労務費	世話役(事前調査・清掃)	3人	57900円	19300円	平成22年度東京単価
労務費	普通作業員(事前調査・清掃)	6人	83400円	13900円	平成22年度東京単価
労務費	世話役(下塗りパテ)	6人	115800円	19300円	平成22年度東京単価
労務費	塗装工(下塗りパテ)	18人	313200円	17400円	平成22年度東京単価
労務費	普通作業員(下塗りパテ)	6人	83400円	13900円	
労務費	世話役(中塗り)	3人	57900円	19300円	
労務費	塗装工(中塗り)	9人	156600円	17400円	
労務費	普通作業員(中塗り)	3人	41700円	13900円	
労務費	世話役(上塗り)	3人	57900円	19300円	
労務費	塗装工(上塗り)	9人	156600円	17400円	
労務費	普通作業員(上塗り)	3人	41700円	13900円	
諸雑費	(材料費+労務費)×5%	1式	121815円	121815円	

特許・実用新案		特許の有無		特許番号	
種類	特許の有無	特許の有無	特許の有無	特許番号	特許番号
特許	<input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し		
特許詳細					
	特許番号 第3806621号	実施権	特許権者	株式会社アストン	通常実施権 <input type="checkbox"/> 専用実施権 <input type="checkbox"/>
		特許権者	特許権者	株式会社アストン	
		特許料等	特許料等		
		実施形態	実施形態		
		問合せ先	問合せ先	株式会社アストン	
		実施権	実施権	株式会社アストン	通常実施権 <input type="checkbox"/> 専用実施権 <input type="checkbox"/>
	特許番号 第4515328号	特許権者	特許権者	株式会社アストン	
		特許料等	特許料等		
		実施形態	実施形態		
		問合せ先	問合せ先	株式会社アストン	

実用新案	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input checked="" type="checkbox"/> 無し
備考	

第三者評価・表彰等		建設技術審査証明		建設技術評価	
証明機関					
番号					
証明年月日					
URL					

その他の制度等による証明	
制度の名称	
番号	
証明年月日	
証明機関	
証明範囲	
URL	

評価・証明項目と結果	
証明項目	試験・調査内容
	結果

施工単価	
[材料単価]	
コンクリート改質剤 CS-21 7,000円/kg	
最小単位 5kgポリボトル 35,000円/ボトル	

[塗布工法直接工事費](平成22年度単価)	
・CS I 工法(GS-21/1回塗り)直接工事費 2,500円/㎡(材工共、300㎡以上)	
・CS II 工法(GS-21/2回塗り)直接工事費 3,800円/㎡(材工共、300㎡以上)	
アストン協会歩掛(GS II 工法) 材工共300㎡以上直接工事費	

項目	仕様	数量	単位	単価	金額
材料費	コンクリート改質剤CS-21	90	kg	7,000円	630,000円
労務費	世話役(アストン技能士)	5.4	人	25,000円	135,000円
労務費	特殊作業員(洗浄・清掃)	4.8	人	18,000円	86,400円
労務費	特殊作業員(GS-21塗布1回)	6.0	人	18,000円	108,000円
労務費	特殊作業員(散水養生1回)	4.2	人	18,000円	75,600円
労務費	特殊作業員(雑工)	1.8	人	18,000円	32,400円
雑費	(労務費)×5%	1	式		18,000円
機械損料	サンダー・パキユーム・洗浄機	1	式		54,000円
			合計		1,140,000円
			㎡あたり		3,800円

施工方法	歩掛り表あり <input type="checkbox"/> 標準歩掛 <input type="checkbox"/> 暫定歩掛 <input checked="" type="checkbox"/> 協会歩掛 <input type="checkbox"/> 自社歩掛
------	---

- [代表的な適用事例であるCS II 工法について作業手順を記す]
1. コンクリート表面の汚れ等を清掃し、水湿しを行う。
 2. 表面乾燥状態でコンクリート改質剤CS-21をローラー刷毛等で塗布する。
 3. コンクリート改質剤CS-21塗布後、表面乾燥状態で粘度調整のため水を噴霧器で散布する。
 4. 表面乾燥状態でコンクリート改質剤CS-21をローラー刷毛等で塗布する。
 5. コンクリート改質剤CS-21塗布後、表面乾燥状態で粘度調整のため水を噴霧器で散布する。



CSII 工法図

今後の課題とその対応計画

- ①課題
- 補助剤の開発
 - 品質性能の確立

- ②計画
- 補助剤の開発中
 - 品質性能の確立のため、各種試験実施中

収集整備局 中部地方整備局

開発年	1993	登録年月日	2003.02.20	最終更新年月日	2011.06.07
キーワード	環境、コスト削減・生産性の向上、公共工事の品質確保・向上				
開発目標	自由記入	CS21	ひび割れ注入 耐久性向上		

経済性の向上、地球環境への影響抑制、品質の向上

単独 (□産、□官、□学) 共同研究 (□産・産、□産・官、□産・学、□産・官・学)

開発体制	開発会社	株式会社アストン			
	会社	アストン協会			
	担当部署	事務局	担当者	山本 昌宏	
技術	住所	〒700-0075 岡山県岡山市北区矢坂本町14-16			
	TEL	086-255-1511	FAX	086-251-3270	
	E-MAIL	yamamoto@cs21.jp			
問合せ先	URL	http://www.cs21.jp/			
	会社	株式会社アストン			
	担当部署	技術部	担当者	谷村 成	
営業	住所	〒700-0075 岡山県岡山市北区矢坂本町14-16			
	TEL	086-255-1511	FAX	086-251-3270	
	E-MAIL	tanimura@cs21.jp			
URL	http://www.cs21.jp/				

問合せ先					
番号	会社	担当部署	担当者	住所	
1	札幌ペック株式会社	FAX	E-MAIL	URL	
		011-773-3690		北海道札幌市北区百合が原7-6-15	
	株式会社橋本工務店			http://homepage3.nifty.com/pek/	
				岩手県一関市千厩町千厩字岩間36-1	

2	0191-53-2185	0191-52-3501			
	アルス株式会社				新潟県新潟市中央区愛宕1-4-25
3	025-280-0337	025-280-0330			http://www.anusujp/
	株式会社北日本メンテ				新潟県新潟市東区新川町52
4	025-275-7856	025-275-7798			
	株式会社郷土建設藤村組				新潟県上越市浦川原区横川412-1
5	025-599-2400	025-599-2180			http://www.k-fujimura.co.jp/
	株式会社広瀬組				新潟県佐渡市秋津101-1
6	0259-23-2001	0259-27-7573			
	中島建設株式会社				群馬県伊勢崎市西久保町2-243-1
7	0270-62-4645	0270-63-0725			
	株式会社シー・エム・エンジニアリング				埼玉県川口市安行領根岸1134-22
8	048-286-7311	048-873-0703			http://www.cme2006.com/
	株式会社バイオミミック				東京都渋谷区恵比寿西2-7-8 ES本社ビル3F
9	03-5489-2691	03-5489-2711			http://www.biomimic-c.com/
	株式会社サンライズ				神奈川県相模原市矢部1-19-13 サンライズビル3F
10	042-768-4400	042-768-4399			
	株式会社レスポンス				神奈川県川崎市麻生区栗平2-2-5
11	044-986-4877	044-986-4833			
	株式会社栄松				神奈川県横浜市戸塚区平戸町401-114
12	045-512-5280	045-568-0846			
	有限会社北栄工業				長野県長野市稲里町中央4-11-22
13	026-285-6661	026-284-9137			http://www.y-hokuei.co.jp/
	木下建工株式会社				長野県佐久市臼田623-1
14	0267-82-2213	0267-82-3148			
	東海コンクリート工業株式会社				愛知県名古屋市中区西区幅下1-10-28
15	052-587-2320	052-587-2325			http://www.tcom.co.jp/
	株式会社ヒメノ				愛知県名古屋市中区東区大管根町12-19
16	052-935-8571	052-935-			http://www.himeno.co.jp/

17	株式会社アジア産業開発 0561-64-3811	4835	愛知県愛知郡長久手町山野田113
18	東海シーエス工事株式会社 0564-84-3121	0564-84-3152	愛知県岡崎市中西町字馬糞5-1
19	有限会社加納工業 0565-45-0533	0565-45-0533	愛知県豊田市高町東山4-24
20	株式会社渡邊組 0586-69-2155	0586-69-5322	愛知県一宮市萩原町富田方字上畑33
21	テクライン株式会社 058-260-8951	058-260-8941	岐阜県岐阜市敷島町6-23-1
22	株式会社フジタ 059-234-6616	059-234-6619	三重県津市高茶屋小森上野町1336-14
23	橋本建設株式会社 0594-42-3706	0594-42-2748	三重県桑名市長島町押付三番縄41-3
24	山一建設株式会社 0595-24-2001	0595-24-9677	三重県伊賀市西明寺字中川原485-2 http://www.dkgr.co.jp/yamaichi/
25	株式会社摩郷 0768-52-0581	0768-52-2908	石川県鳳珠郡穴水町大町口27
26	株式会社無限 0776-33-1369	0776-33-1371	福井県福井市種池町2-13
27	株式会社村田組 0749-49-0617	0749-49-0938	滋賀県犬上郡多賀町萱原877-7
28	株式会社益田工務店 0774-52-5089	0774-54-0262	京都府城陽市寺田今堀52-116 http://homepage2.nifty.com/masudakoumuten/
29	西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 072-658-2418	072-645-6071	大阪府茨木市西駅前町5-26 http://www.w-e-kansai.co.jp/
30	サンバイン技建株式会社 073-456-3455	073-456-3466	和歌山県和歌山市粟166-11
	株式会社片山工務店		岡山県倉敷市神田4-10-15

31	086-444-5500 株式会社東洋工務店 086-444-7518	086-446-6594	http://www.katayama-co.jp/ 岡山県倉敷市神田2-7-45 http://www.touyoukoumuten.co.jp/
32	086-444-7518 株式会社山内工業 086-456-9733	086-444-4934 086-456-9735	岡山県倉敷市中畝3-12-37 http://www.kk-yamauchi.co.jp/
33	中国高圧コンクリート工業株式会社 082-243-6968	082-244-9058	広島県広島市中区小町4-33 http://www.gr.energia.co.jp/kouatsu/
34	有限会社トムワークス 082-846-2790	082-846-2791	広島県広島市安佐南区西原3-11-17 http://www.tomuworks.ecnet.jp/
35	前田産業株式会社 0836-21-2666	0836-34-5685	山口県宇部市寿町3-5-23
36	株式会社総合開発 0875-25-4162	メンテ事業 0875-23-3682	香川県観音寺市瀬戸町2-14-16 http://www.kaihatsu-c.co.jp/2f.html
37	株式会社計測技研 092-939-2606	092-939-2619	福岡県糟屋郡粕屋町上大隈617-1 http://www.keisokugiken.jp/
38	株式会社CRTワールド 050-5519-4474	九州営業所 050-5519-4474	佐賀県神埼郡神埼町尾崎3810 http://www.crt-shitaji.com/
39	株式会社日亜商事 098-888-0800	098-888-0112	沖縄県島尻郡南風原町字大名308-1
40			

実績件数

国土交通省	その他公共機関	民間等
107件	250件	551件

実験実施状況

第三者機関による性能試験

1)表面保護効果(各種劣化抑制効果) - JSCE-K 571-2005 表面含浸材の試験方法
土木学会発行「2007年制定コンクリート標準示方書[規準編]」に掲載の表面含浸材の試験方法に準じて供試体を作成し規準に定められた方法で、外観観察・透水試験・吸水試験・透湿度試験・中性化に対する抵抗性試験・塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験を行い無処理と処理供試体の比較を行う品質確認試験方法。
上記試験方法による試験の結果、透水・吸水・中性化・塩化物イオン浸透についての抑制効果、耐摩耗性向上効果、水蒸気透過性を阻害しないこと、施工後の外観変化がないことが確認された。
また、土木学会発行「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)」工種別マニュアル編>表面含浸エマニユールに掲載のけい酸ナトリウム系表面含浸材の上記試験方法による試験結果評価基準を満たしており、表面保護材としての性能が確認された。

2)防水効果 - JASS 8 T-301 ケイ酸質系塗布防水材料の品質および試験方法

日本建築学会発刊「JASS 8 防水工事」掲載の「JASS 8 T-301」に準じ供試体を作成し、透水試験を行い透水係数を測定する。未処理供試体と比べ処理供試体の透水係数が1/3以下であることを確認する品質確認試験方法。

CS-21は「けい酸ナトリウム系表面含浸材」(水溶液)であり「ケイ酸質系塗布防水材」(既調合粉体)とは異なるが、2008年2月改定の「JASS 8 防水工事」において前者は防水・吸水防止のメカニズムが似通っているとされているため、建材試験センターに上記試験方法による透水係数測定を依頼した結果、未処理と比べCS-21処理した試験体の透水係数は約1/5と品質基準を満たしており、防水材としての性能が確認された。

3)安全性(水道施設への適用) - 厚生省告示第45号「資機材等の材質に関する試験」(平成12年厚生省告示第45号)水道法に基づく厚生省令で規定された試験方法により、水道施設で使用する資機材の浸出試験を実施し、厚生省令により規定された基準に適合しているかを確認する試験。

CS-21は、上記試験を千葉県薬剤師会検査センターに依頼し、基準に適合していることを確認済みであり、水道施設の水道水が直接触れるコンクリート構造物に適用可能な材料である。水道施設での施工実績もあり、安全性の確認された材料である。

表面含浸材の共通試験結果(CS-21処理と無処理:モルタル基板)

試験項目(単位)	CS-21処理	無処理	無処理との比 (%)	抑制率 (%)	備考
透水量(ml)	1.10	4.13	27	73	JSC E-K571-2005
吸水率(%)	0.61	1.22	50	50	JSC E-K571-2005
透湿量(g)	0.20	0.26	77	-	JSC E-K571-2005
中性化(mm)	2.87	5.86	49	51	JSC E-K571-2005
塩化物イオン浸透深さ(mm)	10.4	12.7	82	18	JSC E-K571-2005
摩耗量(g)	4.08	5.10	80	20	JIS A 1453 1,000回
摩耗深さ(mm)	0.76	0.97	78	22	JIS A 1453 1,000回

項目	試験項目	けい酸ナトリウム系		CS-21	
		無処理	処理	無処理	処理
外観変化	外観変化	NC:SC	NC:SC	NC:SC	NC:SC
	色相変化	SC:PPFが変化	SC:PPFが変化	SC:PPFが変化	SC:PPFが変化
劣化	劣化	劣化	劣化	劣化	劣化
	劣化	劣化	劣化	劣化	劣化
中性化	中性化	40%以下	40%以下	40%以下	40%以下
	中性化	40%以下	40%以下	40%以下	40%以下
塩化物イオン	塩化物イオン	40%以下	40%以下	40%以下	40%以下
	塩化物イオン	40%以下	40%以下	40%以下	40%以下
吸水率	吸水率	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下
	吸水率	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下
透湿量	透湿量	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下
	透湿量	50%以下	50%以下	50%以下	50%以下

けい酸ナトリウム系表面含浸材の評価基準とCS-21結果

添付資料

- 添付資料1: 製品カタログ
- 添付資料2: 工法カタログ
- 添付資料3: 概要説明
- 添付資料4: 写真で見える材料特性
- 添付資料5: 報告書 CS-21基礎試験結果
- 添付資料6: 表面含浸材の共通試験結果報告書
- 添付資料7: 品質性能試験報告書 JASS 8
- 添付資料8: MSDS
- 添付資料9: 施工実績表(発注者別)
- 添付資料10: 施工実績表(工法別)
- 添付資料11: 施工事例集(建築)
- 添付資料12: 施工事例集(土木)
- 添付資料13: 施工事例集(橋梁)
- 添付資料14: 施工手順書
- 添付資料15: CS-21塗布工法 標準単価表
- 添付資料16: 試験施工追跡調査
- 添付資料17: 報告書 No.207

- 添付資料18: 比較検討表
- 添付資料19: 品質試験成績表
- 添付資料20: CS-21の凝固点と物性変化(低温度試験)
- 添付資料15: 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)工種別マニュアル編 表面含浸工マニュアル 4章表面含浸工の設計(抜粋)

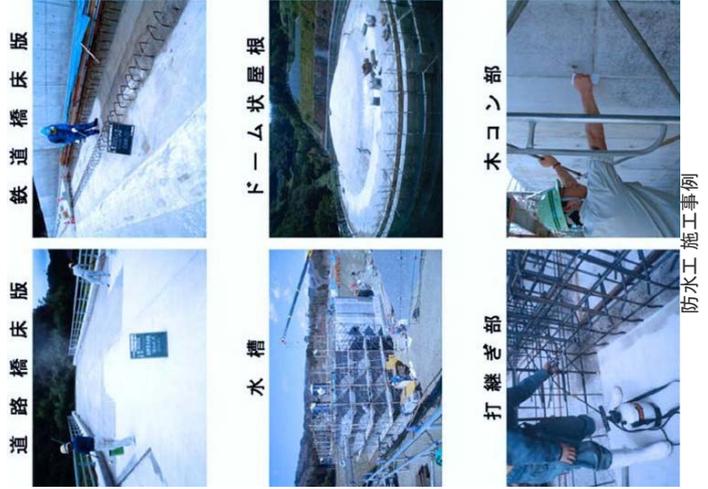
参考文献

- 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) - 土木学会発刊
- 設計施工指針(案)
- 規格・試験方法-表面含浸材の試験方法(案)
- 工種別資料編-表面含浸工法共通試験結果、表面含浸工法の適用例
- 工種別マニュアル編
- 表面含浸工マニュアル

添付資料等

- 第2回コンクリート構造物の補修・補強、アップグレード・シンポジウム - 日本材料学会
- 「無機質系改質剤によるコンクリートのひび割れ補修に関する基礎的性能評価」
- 平成16年度土木学会全国大会 第59回年次学術講演会 - 土木学会
- 「鉄道橋梁下部工の損傷調査における2次AE法の適用性に関する検証」
- 平成18年度土木学会全国大会 第61回年次学術講演会 - 土木学会
- 「ケイ酸ナトリウム系補修材を用いたコンクリートの打継ぎに関する研究」
- コンクリート工学年次大会2007 - 日本コンクリート工学協会
- 「寒冷地域にて使用する表面含浸材の耐久性性能試験」
- 平成22年度 農業農村工学会 中国四国支部講演会 - 農業農村工学会
- 「ひび割れが生じたHPFRCCへの含浸剤塗布による性能改善効果」
- 第10回コンクリート構造物の補修・補強、アップグレード・シンポジウム - 日本材料学会
- 「コンクリート試験体における微細ひび割れの作製方法および試験事例」

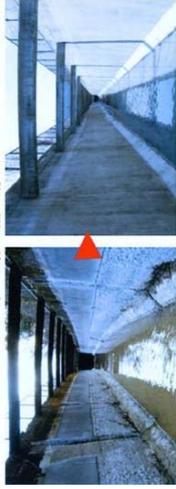
その他(写真及びタイトル)



橋梁改修



水路補修



ひび割れ注入



補修工事事例

橋脚



水槽



トンネル



表面保護工 施工事例

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。

ものづくり 日本大賞	国土技術 財産賞	建設技術 審査証書 ※
---------------	-------------	-------------------

2011.08.18現在		登録 No.	事後評価未実施技術 No.	CB-040030-A
コンクリート改質保護材「スーパープロテクト」				
技術 名称	事前審査	事後評価	事後評価	
	試行実証評価	活用効果評価	技術の位置付	
	推奨 技術	活用促進 技術	設計比較 対象技術	少劣績 優良技術

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日：2008.03.27

副題	コンクリート改質保護材	区分	材料
分類 1	コンクリート工	コンクリート工	その他
分類 2	建築	改修工事	

概要

①何について何をすることを技術なのか?
 コンクリート改質保護材「スーパープロテクト」は、コンクリートの保護強化、劣化防止及び耐久性向上を目的としています。

②従来のどのような技術で対応していたのか?
 有機系、無機系などの表面被覆。

③公共工事のどこに適用できるのか?
 コンクリート構造物、コンクリート二次製品の表面保護、躯体保護、劣化抑制。

新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか(従来技術と比較して何を改善したのか)?

- ・表面に従来の被覆材のような厚さの被覆は張らないため、膨れ、剥がれは無い。
- ・材質が水溶性で無溶剤である為、施工中に材料からの危険が少ない。
- ・1液、2液と分かれているが、混合するわけではなく、従来の混合剤のように配合不良などは無い。
- ・現場での希釈などは無く、そのまま使用する為、使用数量管理がしやすい。
- ・施工用具は特殊な機械など必要なく、施工性が優れ工期が短縮できる。

②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)

- ・コンクリートの耐久性の向上。

特徴として

1. 力学的強度が向上する。(表面硬度・引張強度の向上)
2. 凍害防止。
3. 緻密性向上による吸水防止。
4. 吸水防止により、雨水などに含まれる化学的侵食物の進入抑制。
5. 吸水防止による白華抑制。
6. 表面が親水性膜となり、汚れの付着を雨などで洗い落とし美観を維持する。

7材質が無機質であり、有機系材質と異なり、紫外線の影響を受けにくい。
 8スーパープロテクト1液施工後、被覆する事が可能。

適用条件
①自然条件 ・施工面温度5℃～40℃以下。
②現場条件 ・新設コンクリートの場合、打設後4週間以上後に施工。 ・施工面に塗装や撥水材等がある場合は除去する。 ・施工面が著しく劣化している場合は、補修等の下地調整を行う必要。
③技術提供可能地域 特になし。
④関係法令等 特になし。

適用範囲
①適用可能な範囲 コンクリート構造物全般。
②特に効果の高い適用範囲 ・施工中に強い臭気を出せない場所。(隣地が居住地、地下空間など) ・コンクリート打ち放し面全般。
③適用できない範囲 ・施工面に塗装、撥水材等がある場合。 ・水中部位。
④適用にあたり、関係する基準およびその引用元 土木学会「表面保護工法設計施工指針(案)」

留意事項
①設計時 摘要の範囲内で使用する。
②施工時 ・0.2mm以上のひび割れは補修する。 ・ジャンカがある場合は補修する。 ・使用前に、スーパープロテクト1液、2液をよく攪拌する。 ・ガラス、金属類は養生する。 ・スーパープロテクト1液施工時は、常に施工面を湿潤状態にする。(急激な乾燥をさせない) ・施工前後に酸性洗浄剤で洗浄しない。
③維持管理等 材料は水溶の為、凍結に注意。
④その他 強風時に施工する時は、材料が飛散しないように注意する。

活用の効果	従来技術該当なし	比較の規模
比較する従来技術	活用の効果	
項目	同程度 向上(%) 短縮(%) 向上 向上	同程度 低下(%) 増加(%) 低下 低下
経済性		
工程		
品質		
安全性		

施工性	<input type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下
周辺環境への影響	<input type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下
技術のアピールポイント (課題解決への有効性)	コンクリートの外観を変えることなく、コンクリートの保護、劣化抑制し、延命化を計る。補修時は断面修復工法と組み合わせ可能。		
コストタイプ	コストタイプの種類		
活用効果の根拠	基準とする数量	150	単位
			m ²
経済性	新技術	従来技術	向上の程度
工程	4800円	0円	0%
	3日	0日	0%
項目	仕様	数量	単価
スーパープロテクト	1液 2液	1 m ²	4800円
項目	仕様	数量	単価
			金額
特許・実用新案	特許の有無	特許の有無	特許番号
種類	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input checked="" type="checkbox"/> 無し
特許詳細	特許情報無し		
実用新案	特許の有無		
備考	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定
			<input checked="" type="checkbox"/> 無し
第三者評価・表彰等	建設技術審査証明	建設技術評価	
証明機関			
番号			
証明年月日			
URL			
制度の名称	その他の制度等による証明		
番号			
証明年月日			
証明機関			
証明範囲			
URL			
証明項目	評価・証明項目と結果	試験・調査内容	結果

施工単価				
<材料単価>	スーパープロテクト1液 6,000円/L			
<施工単価>	4,800円/m ² (材工共 100m ² 以上)			
<その他>	高圧洗浄、下地調整が必要な場合は別途費用が必要。			
	参考例			
工種	名称	仕様	数量	単位
材料費	スーパープロテクト1液	10L	0.15	L
	スーパープロテクト2液	18L	0.15	L
労務費	世話役		0.02	人
	塗装工		0.02	人
	洗浄工		0.02	人
	雑工		0.03	人
その他	工具損料		1	式
	消耗品		1	式
	管理諸経費		約5	%
	合計			
				4800

施工方法	歩掛り表あり (<input type="checkbox"/> 標準歩掛、 <input type="checkbox"/> 暫定歩掛、 <input type="checkbox"/> 協会歩掛、 <input checked="" type="checkbox"/> 自社歩掛)
スーパープロテクト標準施工手順	
①第1回目 散水	施工面の状況に応じて、低圧・高圧洗浄機やブラシ等で汚れを除去し施工面がやや乾燥するまで待つ。施工面を洗浄する必要がある場合は低圧で散水して施工面がやや乾くまで待つ。 (注意)酸性の洗浄剤は使用しないで下さい。施工面に酸が残っていると反応して白くなります。
②スーパープロテクト1液塗布	1液を噴霧器、ローラー、刷毛などを使用し、均等に塗布する。 塗布量は1m ² あたり0.15リットルを目安にする。 吸込みが多い場合は塗布量を多くする。 塗布後、材料を浸透させる為に目視で表面がやや乾燥するまで待つ。 (注意)施工面は常に湿潤状態にしておく、施工面の乾燥が激しい時はぬらす程度に散水する。
③第2回目 散水	浸透を促進する為に低圧散水する。 施工面に残っている余分な材料をブラシ等で十分に洗い流す。 鋼製建具・ガラス・手摺・樋等に飛散した材料を洗い流す。 (注意)ガラス等に付着した1液は念入りに洗い流す。
④乾燥	十分に乾燥させる。 (注意)施工面が乾燥していることを確認する。
⑤スーパープロテクト2液塗布	2液を噴霧器、ローラー、刷毛などを使用し、均等に塗布する。 塗布量は1m ² あたり0.15リットルを目安にする。 吸込みが多い場合は塗布量を多くする。 液が垂れたときは、ウエス等で拭き取る。

(注意)垂れたまま放置をしますと、硬化して美観を損ないます。

⑥乾燥
十分に乾燥させる。



スーパープロテクト2液塗布風景

今後の課題とその対応計画

①課題
ひび割れなど下地処理を含めた施工方法の確立。

②計画
下地処理を含めた複合施工方法を開発中。

収集整備局

中部地方整備局	2003	登録年月日	2004.06.16	最終更新年月日	2008.03.27
キーワード	コスト縮減・生産性の向上、公共工事の品質確保・向上				
開発目標	自由記入 コンクリート延命化 経済性の向上、耐久性の向上、作業環境の向上				
開発体制	単独 (□産、□官、□学)	共同研究 (☑産・産、□産・官、□産・学、□産・官・学)			
	開発会社	株式会社 (有)静岡躯体処理日置工業			
問合せ先	会社	株式会社 日本コンクリート改質	担当者	鈴木徹哉	
	担当部署	代表取締役	担当者	鈴木徹哉	
	住所	〒589-0013 大阪府大阪狭山市菜葉木7-1414			
	TEL	072-360-0950	FAX	072-360-0951	
問合せ先	E-MAIL	info@kaisitu.jp			
	URL	http://kaisitu.jp			
	会社	株式会社 日本コンクリート改質	担当者	鈴木徹哉	
	担当部署	代表取締役	担当者	鈴木徹哉	
問合せ先	住所	〒589-0013 大阪府大阪狭山市菜葉木7-1414			
	TEL	072-360-0950	FAX	072-360-0951	
	E-MAIL	info@kaisitu.jp			
	URL	http://kaisitu.jp			

問合せ先

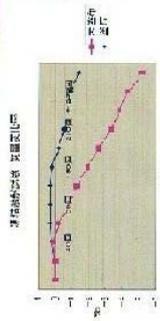
番号	会社 TEL	担当部署 FAX	担当者 E-MAIL	住所 URL
1	(有)木村建築工業 0157-61-8859	代表取締役 0157-61-8869	木村 繁 info@k-kenso.co.jp	北海道北見市とん田西町241-9 http://www.k-kenso.co.jp
2	サンエナジ―㈱ 011-685-3483	代表取締役 011-688-4447	中野 敬大 sun-e-n@wonder.ocn.ne.jp	北海道札幌市手稲区前田10条12丁目1-30 http://www.yoimizu.org
3	東北躯体処理㈱ 022-391-1134	代表取締役 022-391-1135	横谷 肇	宮城県仙台市青葉区上愛子北原道上11-113
4	(有)静岡躯体処理日置工業 054-263-1420	代表取締役 054-263-1421	日置正幸 hioki@sf.tokai.or.jp	静岡県静岡市葵区瀬名川3丁目23番6号
5	住環境創建㈱ 053-412-5513	代表取締役 053-412-5514	品川 和弘 info@tokaikutai.co.jp	静岡県浜松市富塚町534-15 http://www.tokaikutai.co.jp
6	㈱本多工業 0565-21-6756	代表取締役 0565-21-6759	本多 幹 info@honda-kogyo.com	愛知県豊田市和会町下南屋敷35-35
7	岡山アルファ産業㈱ 086-244-4065	躯体改質事業部 086-244-4037	中桐 公亮 info@okayama-alpha.com	岡山県岡山市野田5-16-27 http://okayama-alpha.com
8	(有)タクミ 0846-22-8285	代表取締役 0846-22-8222	原田 良平 justdoit@plum.plala.or.jp	広島県竹原市竹原町3591

実績件数

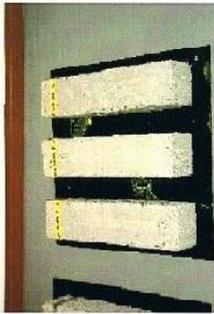
国土交通省	2件	その他公共機関	16件	民間等	29件
-------	----	---------	-----	-----	-----

実験等実施状況

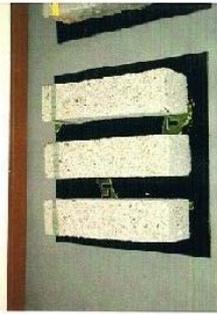
・凍結融解試験
JIS A 6204 凍結融解試験
質量変化率において、塗布試験体は未塗布に比べ2.7倍の差が出ている。



圧入圧力



圧入試験機



圧入試験機

添付資料

- 1 カタログ
- 2 技術資料
- 3 MSDS
- 4 試験報告書

添付資料等

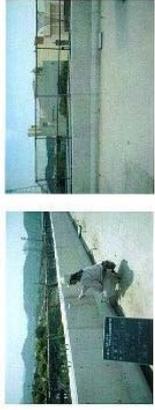
参考文献

表面保護工法 設計施工指針(案)

その他(写真及びタイトル)



圧入機による圧入作業の様子



圧入機による圧入作業の様子



圧入機による圧入作業の様子

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。

ものづくり
日本大賞

国士技術
顕彰賞

建設技術
審査証書

※

2011.08.18現在

技術 名称	RCGインナーシーラー		事後評価	登録 No.	KK-100013-A
	事前審査	実行実証評価	活用効果評価	事後評価	
	国士技術 顕彰賞	建設技術 審査証書	※		
	事後評価	活用促進 技術	技術の位置付け		
	標準 技術	推奨 技術	設計比較 対象技術	少実績	優良技術

事後評価

活用促進
技術

技術の位置付け

設計比較
対象技術

少実績

優良技術

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日：2010.08.31

副題	副題	区分	材料
粒子コロイドコンクリート含浸保護剤			
分類1	コンクリート工 - コンクリート工 - 養生		
分類2	道路維持修繕工 - 橋梁補修補強工 - 表面保護工		
分類3	道路維持修繕工 - トンネル補修補強工 - その他		
分類4	共通工 - ボックスカルバート工 - その他		
分類5	建築 - 防水工事		

概要

①何について何をやる技術なのか?
本技術は、新設・既存のコンクリート表面に塗布し含浸させることにより、水や劣化因子を通さない緻密なコンクリートにし、耐久性を向上させる技術です。

②従来はどのような技術で対応していたのか?

・有機系被覆工法(ウレタン)、表面のみの被覆、耐候性に劣る

③公共工事のどこに適用できるのか?

・全てのコンクリート構造物、コンクリート二次製品



主な対象物イメージ

新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか?従来技術と比較して何を改善したのか?
・有機系から無機系にした。
・4種・5層材から1種材にした。

②期待される効果は?新技術活用のメリットは?

・粒子コロイドと化学反応によりコンクリートを保護し、劣化因子(水、二酸化炭素、酸素、塩化物イオン)の侵入を抑制し、耐久性を向上させます。
・工期短縮ができる。



RCGインナーシーラーメカニズム

適用条件

- ①自然条件
 - ・雨、強風及び降雪に曝されない環境で施工が可能。
 - ・コンクリート表面温度が5℃～70℃で施工。
- ②現場条件
 - ・コンクリート表面が素地のままであること
 - ・コンクリート表面が乾燥状態、または湿潤状態施工可能
- ③技術提供可能地域
 - ・日本全国提供可能
- ④関係法令等
 - ・特に無し

適用範囲

- ①適用可能な範囲
 - ・クラックが0.2mm以下の全てのコンクリート構造物
 - ・既設コンクリート構造物に対しての適用範囲
 - 中性化適用範囲は、劣化度、潜伏期・進展期
 - 塩害適用範囲は、劣化度、潜伏期・進展期
 - 凍結融解適用範囲は、劣化度、潜伏期・進展期
 - ASR適用範囲は、劣化度、潜伏期
- ②特に効果の高い適用範囲
 - ・コンクリート打ち放し面に施工するのが高い効果を発揮します。(特に新設)
- ③適用できない範囲
 - ・水中部のコンクリート
 - ・塗装および撥水剤等、シラン系、樹脂系の保護材が施されているコンクリート構造物
- ④適用にあたり、関係する基準およびその引用元
 - 引用元：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)

留意事項

- ①設計時
 - ・コンクリート素地に施工してください
 - ・クラックが0.2mm以上の空隙に対しては、セメント系材料の併用が望ましい。
- ②施工時
 - ・RCGインナーシーラー施工に際し、周辺箇所にガラス、アルミ面がある場合(ケイ酸質のためガラスに付着した場合)

合に除去が困難になる可能性があるため養生が必要です。もし付着した場合はすぐに水で洗い流してください。
 ・汚れ、付着物等は施工前に除去・清掃をする。
 ・材料が流出するような大雨時は施工を避けてください。
 ・材料散布後の散水養生を必ずおこなう。

③維持管理等
特になし

④その他
特になし

活用の効果		有機系表面被覆材(ウレタン)	
項目	活用の効果	比較の根拠	
経済性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上(63.2%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下(%)	<input type="checkbox"/> 低下(%) 工数が少ない(本技術は1回塗り、従来技術は5回塗り)	
工程	<input checked="" type="checkbox"/> 短縮(75%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 増加(%)	<input type="checkbox"/> 増加(%) 工数が少ない(本技術は1日、従来技術は4日)	
品質	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低下 本技術は耐候性が高い、従来技術は耐候性が低い	
安全性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低下 本技術は無機系なので環境負荷無し、従来技術は有機系で環境負荷が大きい	
施工性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低下 施工が簡易で熟練した技能者を必要としない。	
周辺環境への影響	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低下 リサイクルが可能、残材なし、臭気なし	

技術のアピールポイント
(課題解決への有効性)
 粒子コロイドの充填と化学反応による相互効果でコンクリートを緻密にし、保護します。
 工程数を減らし、工期短縮、経済性向上、安全に使用できます。

コストタイプ
 コストタイプの種類
 並行型:B(+型)

活用効果の根拠		単位	
基準とする数量	300	単位	m ²
経済性	1020000円	従来技術	2772000円
工程	1日		4日
		向上の程度	63.2%
			75%

新技術の内訳				
項目	仕様	数量	単価	金額
材料費	RCGインナーシーラー	300 m ²	2480円	744000円
労務費	作業員	300 m ²	640円	192000円
機械経費	散布用機器等	300 m ²	280円	84000円

従来技術の内訳				
項目	仕様	数量	単価	金額
材料費	プライマー、パテ、主材、上塗り、トップコート	300 m ²	5783円	1734900円
労務費	作業員	300 m ²	2057円	617100円
諸経費	その他	300 m ²	1300円	390000円
運搬費	運搬費	300 m ²	100円	30000円

特許・実用新案		特許の有無		特許番号	
種類		<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input type="checkbox"/> 無し
特許		<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input type="checkbox"/> 無し

特許詳細
 特許情報無し

実用新案		特許の有無	
種類		<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中
実用新案		<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中

備考

第三者評価・表彰等		建設技術審査証明		建設技術評価	
証明機関	番号				
証明年月日					
URL					
制度の名称		その他の制度等による証明			
番号					
証明年月日					
証明機関					
証明範囲					
URL					

評価・証明項目と結果		試験・調査内容		結果	
証明項目					
施工単価					

・施工規模300m²基準 3400円/m²(材工共)
 ・特記条件(用水・電気は別途/風間施工/下地処理費別途)
 ・他、併用補修工事は別途積算となります。

RCGインナーシーラー施工単価内訳書		円/m ² (新設コンクリート)	
工種			
下地清掃			300
RCGインナーシーラー塗布			2880
水養生			220
合計			3400

歩掛り表あり (標準歩掛、 暫定歩掛、 協会歩掛、 自社歩掛)

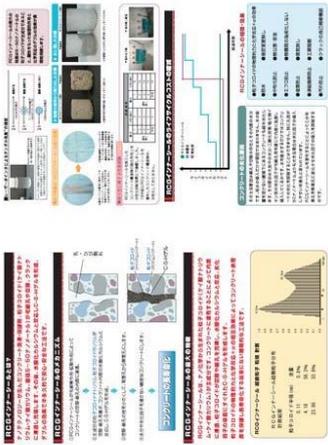
施工方法

- 1、下地清掃(施工面の汚れを取り除く)
- 2、RCGインナーシーラー塗布。水と3倍希釈液180cc/m²を数回にわけて塗布
- 3、水養生(浸透を促進させるため、散水養生)
- 4、完了

洗 浄				
養生・硝子などにインナーシールが付着しないように養生する。 高圧洗浄機等で汚れを除去する。				
				
インナーシール塗布				
噴霧器、又はローラーで丁寧に数回にわたって塗布する。(インナーシール：水＝1：2 塗布量の目安 0.18kg/m ²)				
				
養生散水				
インナーシール浸透させる為に、乾燥しない程度に水養生する。				
				
施 工 完 了				
※コンクリートの状況によって塗布量を調整する場合があります。 RCG インナーシール施工後に化粧工事（塗装）を行う時は養生散水後にブラッシング等でRCG インナーシールの残材を十分に洗い流して下さい。 RCGインナーシール施工手順				
今後の課題とその対応計画				
①今後の課題 ・コンクリート保護剤とした標準化の推進 ・RCGインナーシールの特性に関する更なる研究				
②対応計画 ・施工実施確認方法の確立				
収集整備局 近畿地方整備局				
開発年 1997	登録年月日 2010.08.31	最終更新年月日 2010.08.31		
キーワード 安全・安心、環境、公共工事の品質確保・向上	自由記入 RCGインナーシール コンクリート劣化抑制	コンクリートの保護		
開発目標 経済性の向上、耐久性の向上、安全性の向上				
開発体制	単独 (□産、□官、□学) 共同研究 (□産・産、□産・官、□産・学、□産・官・学)			
	開発会社 株式会社アールシージージャパン			
	会社 株式会社アールシージージャパン			
	担当部署	担当者	室谷 満	
	住所	〒550-0002 大阪府大阪市西区江戸堀2-5-3		
	TEL	06-6447-0600	FAX	06-6447-0606
	E-MAIL	k-rcg555@oregano.o.cn.ne.jp		
	URL	http://www.k-rcg.co.jp/index.html		
	会社 岡三リミック株式会社			
	担当部署	担当者	工藤 章光	

住所 〒108-0023 東京都港区芝浦4-16-13 AQUACITY芝浦	
TEL	03-5442-1980
FAX	03-5442-1981
E-MAIL	kudo.yukihiko@okasanlivie.co.jp
URL	
営業	
問合せ先	
番号	担当者
会社	住所
TEL	FAX
E-MAIL	E-MAIL
実績等実施状況	
国土交通省	その他公共機関
0件	36件
実績等実施状況	
<ul style="list-style-type: none"> 透水性試験(財)建材試験センター 強化コンクリートの塩化イオン浸透深さ試験(財)建材試験センター 組織観察(国)立ソウル産業大学 建設技術研究所 自己治癒能力試験(国)立ソウル産業大学 建設技術研究所 中性化に関する性能試験(財)建材試験センター アルカリ骨材反応抑制確認試験(財)建材試験センター RCGインナーシール凍結融解試験(財)建材試験センター 塗布したものと無塗布のものを塩酸原液に浸した実験と水に浸した実験(自社) 	
添付資料	
1:RCGインナーシールカタログ 2:RCGインナーシールMMSDS 3:RCGインナーシール総合資料(1)～(8) 4:RCGインナーシール施工手順書 5:RCGインナーシール単価内訳書 6:RCGインナーシール日本食品分析センター結果 7:RCGインナーシール施工実績表	
添付資料等	
参考文献	
その他(写真及びタイトル)	





ハンフレット2

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。

【平成14年度のテーマ設定技術に登録されています。】

ものづくり 日本大賞	建設技術 顕著功績 表彰	※
---------------	--------------------	---

技術名称		ASRリチウム工法		登録 No. KK-010026-A	
事前審査		事後評価		2011.08.18現在	
技術比較対象技術	審査技術	審査技術	審査技術	審査技術	審査技術
技術の位置付	活用促進技術	標準技術	推奨技術	少突續	優良技術

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日：2010.09.15

副題	旧名称「AAR-Li(アルカリ骨材反応)抑制工法」～コンクリート内部でのアルカリ骨材反応による膨張を抑制する工法	区分	工法
分類1	道路維持補修工 - 橋梁補修補強工 - 表面保護工		
分類2	コンクリート工 - コンクリート工 - その他		

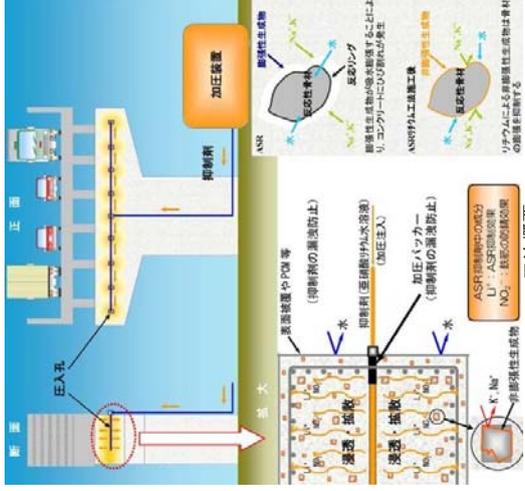
概要

- ①何について何をすることを目的としたのか？
 - ・本工法はASRにより劣化したコンクリートの補修を目的としたリチウムイオン内部圧入工法である。
 - ・コンクリート構造物に穿孔し、そこから亜硝酸リチウムを主成分とする抑制剤を構造物内部へ圧入(内部圧入)する。
 - ・コンクリート内部に供給されたリチウムイオンの動きによりアルカリシリカゲルが非膨張化されるため、以後のASRの劣化進行を抑制することができる。
 - ・穿孔して内部圧入することにより、これまで困難であったコンクリート内部でのASR膨張の抑制を可能とした。
 - ・抑制剤中の亜硝酸イオンは鉄筋腐食を抑制する効果があるため、ASRと塩害の複合劣化の対策としても効果を発揮する。

- ②従来はどのような技術で対応していたのか？
 - ・従来技術として、ASRの膨張を拘束する工法(FRP・鋼板巻立工)、劣化因子の遮断する工法(表面被覆工・表面含浸工)、劣化部分の除去する工法(断面修復工)がある。しかし、膨張を拘束する工法では、力学的に膨張を拘束することができたとしても、ASRは進行し続け、強度や弾性係数が低下し続ける問題がある。また、劣化因子を遮断および除去する工法では、かぶり部分については、効果があがるが、構造物内部のコンクリートについては、効果が及ばない等の問題点がある。

- ③公共工事などに適用できるのか
 - ・橋梁上・下部工等の補修工事
 - ・ボックスカルバートや擁壁の補修工事
 - ・その他コンクリート構造物一般の補修工事

- ④開発背景
 - ・コンクリート内部のASRを抑制する必要がある
 - ・水分供給の遮断による対策では再劣化の懸念があり限界がある
 - ・ASR膨張による鉄筋遮断事例も多く報告されている
 - ・ASRが構造物の耐荷性能を脅かす前に「膨張を抑制」「コンクリート強度の低下を阻止」「弾性係数の低下を阻止」する必要がある。



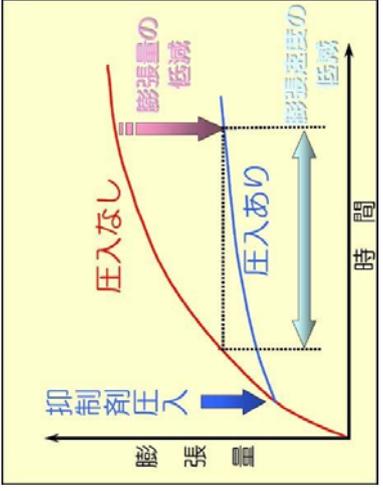
新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか？従来技術と比較して何を改善したのか？

- 1) 構造物全体としてのASR抑制効果
 - ・表面被覆、ひび割れ注入工等の補修方法では構造物表面部のみ対策でしかないが、本工法では構造物内部全体に抑制剤を浸透拡散させることができ、構造物全体のASR抑制効果が期待できる。
 - 2) 鉄筋腐食の抑制
 - ・表面被覆、ひび割れ注入工等の補修方法では、内在塩分による塩害には効果が無いが、本工法では、内在塩分による塩害に対しても効果がある。

②期待される効果は？(新技術活用のメリットは？)

- 1) 本工法を適用することにより、コンクリートの膨張量あるいは膨張速度を抑制する効果が期待できる。
- 2) ASR抑制効果が高い
- 3) 構造物内部にリチウムイオンが十分供給されることにより、反応性骨材が不溶化するため、以後のASRによるコンクリート膨張を直接的に抑制することができる。
- 4) 鉄筋腐食抑制効果が高い
- 5) コンクリート中の鉄筋位置周辺に亜硝酸イオンが十分供給される事により、鉄筋の不導態被膜が修復されるため、以後の鉄筋腐食を抑制することができる。
- 6) 軽微な設備
- 7) 圧入設備は簡易であるため、狭小な現場条件でも対応でき、圧入中は無騒音・無振動。



【ASR劣化進行抑制効果イメージ図】

適用条件	
①自然条件	・作業日の日平均気温は、5℃以上とする。但し冬季対策(冬季用抑制剤、保温養生等)を実施する場合はこの限りでない。
②現場条件	・加圧装置用地が必要である(10~20m ² 程度)。
③技術提供可能地域	・日本全国技術提供可能(技術提供地域については制限無し)。
④関係法令等	・特になし
適用範囲	
①適用可能な範囲	・ASRおよび塩害との複合により劣化したコンクリート構造物(RC・PC構造、橋梁上・下部工)
②特に効果の高い適用範囲	・ASRの劣化過程が「進展期」もしくは「加速期」にある構造物
③適用できない範囲	・水中での施工/上水道施設
④適用にあたり、関係する基準およびその引用元	・特になし
留意事項	
①設計時	1)構造物のアルカリ総量の調査結果を元に設計抑制剤使用量を決定する。 2)構造物の現有強度、設計抑制剤量及び圧入孔配孔(間隔、本数)により、本加圧注入日数が推定される。 3)本加圧注入時、構造物表面からの抑制剤の過度な漏出が懸念されるため、表面処理工(ひび割れ注入工、断面修復工、表面シール工)を検討する必要がある。 4)本工法の実施後、表面被覆工や炭素繊維補強工を実施する場合、前述表面シール工を活用できるように材料等について検討する必要がある。
②施工時	1)施工環境が日平均気温5℃未満となる場合は、冬季対策(冬季用抑制剤、保温養生等)の検討を行う。 2)抑制剤の取り扱いにおいては、MSDSの内容を熟知し、十分なる保護具を着用し作業を行う。
③維持管理等	・特になし
④その他	・特になし
活用の効果	
比較する従来技術	鋼板接着工法
項目	活用の効果 比較の概観
経済性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上(5.06%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下(%)
工程	<input type="checkbox"/> 短縮(%) <input checked="" type="checkbox"/> 増加(25%)
品質	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下
安全性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下

施工性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	現場簡易作業のため施工性向上(鋼板接着・充填注入等不要)			
周辺環境への影響	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 低下	圧入作業はガス圧またはバッテリー駆動であるため、騒音、振動(重機作業、溶接)を伴う作業を伴わない。			
技術のアドバンテージ(課題解決への有効性)	従来技術では、力学的に膨張を拘束する工法であり、コンクリートの劣化強度、弾性係数の低下を抑制することは困難であったが、本工法は構造物内部全体に抑制剤を浸透拡散させることにより、コンクリートの膨張および劣化を抑制することができる。				
コストタイプ	並行型・B(+型)				
コストタイプの種類					
活用効果の概観	基準とする数量	単位			
	100	m ²			
経済性	新技術	従来技術			
工程	14753036円	15539520円			
	50日	40日			
新技術の内訳					
項目	仕様	数量	単価	金額	摘要
下地処理工	手工具	100 m ²	2420円	242000円	表面シール工下地処理
調査計測工	躯体表面調査	100 m ²	3910円	391000円	
ひび割れ注入工	エポキシ樹脂系、幅0.2~3.0mm、深さ150mm	136 m	11870円	1614320円	
表面シール工	有機無機複合型	100 m ²	11710円	1171000円	表面シールとしてパテ施工まで、圧入孔充填工完了後、塗り・上塗り
鉄筋探査工	圧入孔位置	50.8 m ²	4930円	250444円	
圧入孔位置出工	圧入孔位置	50.8 m ²	3320円	168656円	
圧入孔削孔工	φ34mm	89 m	16490円	1632510円	
加圧装置設置工	気圧式	3 組	48630円	145890円	
加圧パッカー装着工	φ34mm用、シングルパッカー	60 孔	19950円	1197000円	
耐圧ホース配管工	φ8mmウレタンチューブ	60 孔	4150円	249000円	
試験加圧注入工	全圧入孔	60 孔	2540円	152400円	
本加圧注入工	圧入日数:29日(σc=26.3N/mm ² 、アルカリ総量5.0kg/m ³)	60 孔	46160円	2769600円	
抑制剤	亜硝酸リチウム40%水溶液(アルカリ総量5.0kg/m ³)ロス10%	1086.8 kg	2670円	2901756円	
圧入孔充填工	φ34mm	60 孔	1660円	99600円	
充填材	無収縮グラウト、ロス率5%	177 kg	150円	26550円	
					掛

足場工	ビティ足場	200 m ²	1990円	398000円	
技術管理工	共通仮積上費(技術管理費)	1式	1343310円	1343310円	
従来技術の内訳					
項目	仕様	数量	単価	金額	摘要
調査計測工	躯体表面調査	100 m ²	3910円	391000円	
ひび割れ注入工	エポキシ樹脂系、幅0.2～3.0mm、深さ150mm	136 m	12000円	1632000円	
鋼板割付調査工		100 m ²	3400円	340000円	
補強鋼板加工	SM490、t=12mm、材料・加工費	100 m ²	21430円	2143000円	
下地処理工	仕上げ材・余盛材撤去	100 m ²	6400円	640000円	
鋼板取付工	t=12mm	9.24 t	138000円	1275120円	
開先工	SM490、t=12mm	132 m	2000円	264000円	
溶接工	半自動溶接	132 m	17200円	2270400円	
シーリング工	エポキシ樹脂パテ	100 m ²	8200円	820000円	
注入工	エポキシ樹脂	100 m ²	46300円	4630000円	
仕上げ工	パテ材等撤去他	100 m ²	1190円	1190000円	
現場塗装工		100 m ²	1890円	1890000円	
アンカー設置工	@500	400本	1200円	4800000円	
足場工	ビティ足場	200 m ²	1730円	3460000円	
特許・実用新案					
種類	特許の有無	特許番号			
特許	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し				
特許詳細	特許情報無し				
実用新案	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input checked="" type="checkbox"/> 無し				
備考					
第三者評価・表彰等					
証明機関	建設技術審査証明				
番号					
証明年月日					
URL					
制度の名称	その他の制度等による証明				
番号					

証明年月日		
証明機関		
証明範囲		
URL		
評価・証明項目と結果		
証明項目	試験・調査内容	結果
施工単価		

施工単価は、対象構造物の種類・形状・劣化状態(強度・弾性係数の低下)、コンクリート中のアルカリ総量により変動しますので、お問い合わせ下さい。

積算例 条件
対象構造物:道路橋T型橋脚(梁部) 梁幅13.75m×梁高2.50m～1.00m(端部)、梁圧1.80m
設計抑制剤量:988kg
作業条件:昼間作業 8時間/日

【道路橋T型橋脚での概算直接工事費例】

工種	工種(2)	単位	単価	摘要
躯体漏出処理工	ひび割れ注入工	m	11800	エポキシ樹脂系(躯体調査工含まず)
	表面シーリング工	m ²	14100	有機無機複合型(下地処理含む)
ASRJリチウム工	ASRJリチウム工	m ³	210000	$\sigma_c = 26.3N/mm^2$ 、アルカリ総量5.0kg/m ³ 、計画本加圧注入日数230時間

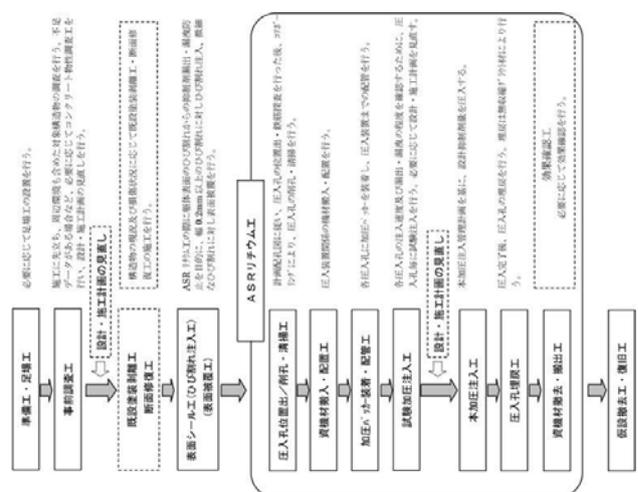
歩掛り表あり (標準歩掛、 暫定歩掛、 協会歩掛、 自社歩掛)

施工方法

- ①表面漏出防止工(ひび割れ注入工・表面シーリング)
躯体表面の過大なひび割れ・微細なひび割れよりの抑制剤の漏出を防ぐため、表面漏出防止工の施工を行う。
- ②圧入孔削孔工
コアボーリング($\phi 20 \sim 34mm$)による削孔を基本とし、計画配孔図(圧入孔間隔500～750mm)に従い圧入孔長(基本壁厚-約200mm程度)を確保する。
- ③加圧バッカー装着・配管工
圧入孔の口元及び深部において、コンクリートに発生しているひび割れから、抑制剤が漏出・漏洩しないことを目的に設置する。
- ④試験加圧注入工
各圧入孔において、圧入による抑制剤の漏出の有無・圧入速度の確認を目的に実施する。
- ⑤本加圧注入工
加圧装置により、計画注入圧で各孔設計抑制剤量を圧入する。
【設計圧入仕様及び基本装置】

分類	項目	基本仕様
設計	設計抑制剤量	コンクリート中のアルカリ量(Na+換算)に対しモル比1.0となる抑制剤量
	注入圧力	構造物内部への効果的な浸透を考慮し0.5Mpa～1.0Mpaの範囲で設定
	圧入孔間隔	構造物の現有強度を基に500～750mmの範囲で設定
	圧入期間	上記仕様及び施工実績に基づき経験式を用い設定
施工	圧入装置	抑制剤をコンクリート中に設定注入圧力で確実に供給する装置

配管装置	配管ホース・分配器より構成される
加圧バッカー	主に注入孔の口元においての抑制剤の漏出漏洩を防止



今後の課題とその対応計画

- ①課題
 - ・抑制剤の長期的な効果の確認
- ②計画
 - ・構造物の劣化状態に応じた、効果的な設計手法の確立
 - ・抑制剤本加圧注入工において、最適な管理手法の確立

収集整備局	近畿地方整備局
開発年	2000 登録年月日 2001.06.15 最終更新年月日 2010.09.15
キーワード	公共工事の品質確保・向上、景観
開発目標	自由記入 コンクリート補修 アルカリ骨材反応 塩害 省人化、耐久性の向上、品質の向上
開発体制	単独 (「産、官、学」) 共同研究 (「産・産、官、学、産・官・学」) 開発会社 (株)鴻池組、極東興和(株)、大阪防水建設(株)、福徳技研(株)、大日本塗料(株)、三興塗料(株)、井上建設(株)、広島カステクノ(株)、日産産業(株)、田島ルーフィング(株)、ASRリチウムエ工法協会
会社	ASRリチウムエ工法協会
担当部署	事務局
担当者	富澤直樹
住所	〒530-8517 大阪府大阪市北区梅田3-4-5
TEL	06-6343-3638
FAX	06-6343-3632
E-MAIL	info@asrlj.jp

URL	http://www.asrlj.jp/		
会社	ASRリチウムエ工法協会		
担当部署	事務局	担当者	為石昌宏
住所	〒530-8517 大阪府大阪市北区梅田3-4-5		
TEL	06-6343-3638	FAX	06-6343-3632
E-MAIL	info@asrlj.jp		
URL	http://www.asrlj.jp/		

問合せ先

番号	会社	担当部署	担当者	住所
	TEL	FAX	E-MAIL	URL
1	(株)鴻池組 06-6343-3216	大阪本店土木技術部 06-6343-3176	内田博之 uchida_hy@konoike.co.jp	大阪府大阪市北区梅田3-4-5 http://www.konoike.co.jp/
2	極東興和(株) 082-261-1207	技術本部補修課 082-261-1269	岡田繁之 sokada@kkn.co.jp	広島県広島市東区光町2-6-31 http://www.kkn.co.jp/
3	(株)大阪防水建設社 06-6762-5621	防水事業部 06-6763-4811	谷真次 tani@obccc.co.jp	大阪府大阪市天王寺区御差町7-6 http://www.obccc.co.jp/
4	(株)ジオダイナミック 06-6448-2230	工務課 06-6448-2229	竹野内雅巳 takenouchi_nm@geodynamic.jp	大阪府大阪市西区京町堀1-8-35 http://geodynamic.jp/
5	福徳技研(株) 082-243-5535	コンクリート補修部 082-243-6444	河原健児 kawahara@fukutoku-group.co.jp	広島県広島市中区東千代町2-3-26 http://www.fukutoku-group.co.jp/
6	井上建設(株) 0847-32-7125	営業本部 0847-32-5151	峯松昇司 minematsus@inoken.co.jp	広島県三原市久井町江木1471 http://www.inoken.jp/
7	大日本塗料(株) 06-6466-6626	構造物塗料事業部 06-6468-1439	権藤昌延 GONDOU@star.dnt.co.jp	大阪府大阪市此花区西九条6-1-124 http://dnt.co.jp/
8	三興塗料(株) 06-6464-3835	開発部 06-6465-0172	山田信之 yamada@sanko-toryo.co.jp	大阪府大阪市福島区吉野3-12-25 http://www.sanko-toryo.co.jp/
9	日産化学工業(株) 03-3296-8070	化学品事業本部機能材料事業部特殊材料部 03-3296-8360	須藤祐司 sudouyuuji@missanchem.co.jp	東京都千代田区神田錦町3-7-1 http://www.nissanchem.co.jp/

10	広島ガステクノロジー(株) 082-252-3068	建設部土木課	向井 康 ymukai@techno.hiroshima-gas.co.jp	広島県広島市南区皆実町2丁目6番地19号 http://www.hgt.co.jp/
11	日星産業(株) 03-3241-0205	環境資材営業部建設化学品グループ	東久保利通 toukubot@nissseicorp.co.jp	東京都中央区日本橋本町1-10-5 http://www.nissseicorp.co.jp/
12	田島ルーフイング(株) 03-5821-7721	東京支店	飯田善計 iida-yos@tajima-roof.co.jp	東京都千代田区岩本町3丁目11番地13号 http://www.tajima-roof.jp/

実績件数

国土交通省	9件	その他公共機関	6件	民間等	5件
-------	----	---------	----	-----	----

実験等実施状況

- 1) ASR劣化供試体による、抑制剤浸透拡散及び効果確認試験(添付資料⑥)
 <目的>
 ・抑制剤の浸透拡散範囲とASR抑制効果の確認
 ・実験方法
 ・ASRコンクリート供試体(300×150×1800mm)を用いて、抑制剤の注入圧力、注入範囲、注入量の関係を把握、また、注入後の供試体よりコアを採取し、促進膨張試験を実施し、ASRの抑制効果を確認した。
 ・実験実施機関
 ・ASRリチウム工法協会
 <実験結果>
 ・抑制剤を1〜2ヶ月圧入を継続すれば、周方向に500mm程度拡散することが判った。また、コンクリート中のナトリウムイオンに対し、抑制剤中のリチウムイオンがモル比で1程度あれば、それ以降の膨張が大幅に抑制できることを確認した。
 その他以下の実験を実施
 2) 無筋コンクリートブロック供試体による浸透拡散確認試験
 3) 無筋コンクリート供試体コンクリート強度-浸透拡散範囲確認試験
 4) RC-L型擁壁での抑制剤浸透状況確認試験



ASR供試体実験状況

添付資料

- ① ASRリチウム工法 パンフレット
 ② 「ASRリチウム工法 技術資料」初版 平成17年7月
 ③ 「ASRリチウム工法 積算資料」初版 平成18年4月
 ④ 製品安全データシート
 ⑤ 各種実験に関する論文
 ⑥ 従来工法「鋼板接着工法」明細書

参考文献

- ① 「大型コンクリート部材におけるリチウムのASR抑制効果を目的としたリチウム工法技術の開発」、国土交通省近畿地方整備局、平成13年度管内技術研究発表会(保-保26-1~6)
 ② 「大型コンクリート部材におけるリチウムのASR抑制効果に関する研究」、日本コンクリート工学協会年次論文集、Vol.23、No.1、pp.403-408、2001
 ③ 「リチウムを用いたASR抑制工法の実構造物への適用」、土木学会第56回年次学術講演会、Vol.56、V、pp.606-607、2001
 ④ 「ASR/Li工法の開発」、国土交通省近畿地方整備局、建設技術展2001近畿 開発技術発表論文集、pp.165-170、2001
 ⑤ 「大断面コンクリート部材へのASR抑制工法の適用とその効果」、土木学会、第1回土木建設技術シンポジウム、2002
 ⑥ 「AAR/Li(アルカリ骨材反応抑制)工法の開発」、月刊コンクリートテクノ、Vol.21 No.12、pp.34-38
 ⑦ 「アルカリ骨材反応を抑制する新しい工法AAR/Li工法の適用と適用事例」、セメント・コンクリート、No.673、pp.26-32(20030310)
 ⑧ 「DEVELOPMENT OF ASR SUPPRESSING TECHNOLOGY (THE AAR/Li METHOD)」, Proceedings of the 12th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete
 ⑨ 「亜硫酸リチウム高圧注入によるアルカリ骨材反応抑制効果の検証」、日本材料学会、コンクリート構造物の補修・補強・アップグレード論文報告集、第5巻、pp.189-194、2005

添付資料等

その他(写真及びタイトル)



【本加圧注入工施工状況】



【加圧装置全景(気圧式)】

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。

ものづくり
日本大賞

国土技術
開発賞

建設技術
普及促進
賞

2011.09.22現在

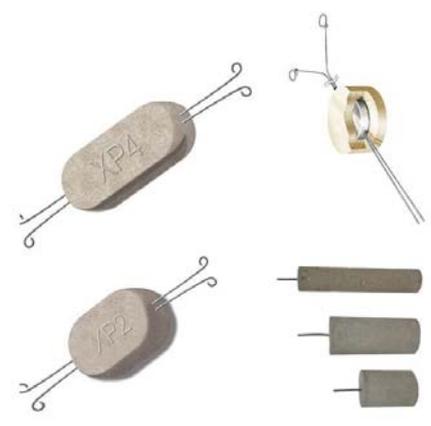
技術 名称	構柱隔極材「ガルバシールド工法」		試験 技術	登録 No.	CB-020037-A
	事後評価		技術の位置付け	試験技術 (2002.10.18 ～)	
事前審査	活用効果評価		標準要 技術	活用促進 技術	少寡業 優良技術
	活用効果評価		推奨 技術		

上記※印の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日：2010.03.25

副題	亜鉛を犠牲にし鉄筋腐食を電気化学的に抑制し断面修復する工法。	区分	工法
分類1	道路維持修繕工 - 橋梁補修補強工 - 断面修復工		
分類2	コンクリート工 - コンクリート工 - その他		
分類3	橋梁上部工 - その他		
分類4	ダム - ダム維持管理工		
分類5	建築 - 改修工事		
概要			

- ①何について何ををとする技術なのか?
- ・通常、コンクリート構造物の鉄筋は塩害、中性化等が原因で腐食を開始します。錆の原理は電気化学的作用により進行するため、亜鉛を犠牲とする犠牲陽極材「ガルバシールド工法」を用いて防錆を行い、レタダロツクモルタルにて断面修復する技術です。電気化学的作用を利用するため、鉄筋腐食抑制のみならずマクロセル腐食も抑制できます。
 - ②従来はどのような技術で対応していたのか?
 - ・防錆材塗布(ジंकリング/リッチプライマー)やモルタルへの防錆材混入(亜硝酸リチウム)を行っていました。
 - ③公共工事のどこに適用できるのか?
 - ・全てのコンクリート構造物(例えば、橋梁、構橋、ボックスカルバートなど)。
 - ・塩害、中性化、凍結融解などにより鉄筋腐食が進行している、予測できるコンクリート構造物。

防錆レベル	定義	ガルバシールドXP	ガルバシールドCC	ガルバシールドXP4	ガルバシールドDAS	ガルバシールド(海洋構造物専用)
鉄筋防錆(マクロセル)	新しい腐食の発生を防ぐ	○	○	○	○	×
腐食抑制	進行中の腐食を抑制する	×	○	○	○	○
電気防食	進行中の腐食を止める	×	×	△	○	○



ガルバシールド製品一覧

新規性及び期待される効果

- ①どこに新規性があるのか?従来技術と比較して何を改善したのか?
- ・鉄筋の腐食原理(電気化学的作用)に基づき、腐食抑制を行います。
 - ・補修による再劣化(マクロセル腐食)による劣化を抑制します。
 - ・電気化学的反応により鉄筋防錆およびマクロセル腐食を抑制するため、問題視されている補修による再劣化を防止できコンクリート構造物の延命を計れます。
 - ・塩分が存在する環境下においても除去することなく施工が可能です。
 - ・コンクリートかぶり小さい場合でも、適用可能です。
 - ・様々な形状があるため、適用範囲が広く、施工方法も選択できます。
 - ・施工後はメンテナンスフリーです。
 - ・外部電源を使用する電気防食とは異なり、電源設備を必要としません。

- ②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)
- ・ライフサイクルコストの低減(マクロセル腐食抑制による補修による再劣化防止による)。
 - ・健全な腐食劣化過程で定義する進展期から加速期への予防保全効果によるライフサイクルコストの低減。
 - ・電気化学作用による、より信頼の高い鉄筋腐食抑制効果。
 - ・ライフサイクルを考慮しての材料選定。



ガルバシールドCC135設置状況(断面修復部への適用)

適用条件

- ①自然条件
- ・外気温が0℃以上であること(材料が凍結しないこと)。
 - ・断面修復は、外気温が5℃以上であること。
- ②現場条件
- ・適切な作業スペースが確保されていること。
 - ・施工場所には、安全に作業できる固定足場があること。
- ③技術提供可能地域

技術提供地域については制限なし。

- ④関係法令等
特許3099830号。

適用範囲

- ①適用可能な範囲
 - ・大気中のコンクリート構造物全般。
 - ・海中のコンクリート杭、鋼管杭。
 - ・将来的に塩害が予測される環境下のコンクリート構造物の予防保全として適用可能。
- ②特に効果の高い適用範囲
 - ・塩害、凍害、中性化を受けている、受ける可能性があるコンクリート構造物。
 - ・海中にあるRC杭、鋼管杭。
- ③適用できない範囲
 - ・干満帯、海中部に、ガルバニールドXP、OC、XP2、XP4は適用できません。
 - ・気中部に、ガルバニールドLJは適用できません。
- ④適用にあたり、関係する基準および引用文献になし。

留意事項

- ①設計時
 - ・防錆レベル(適用レベル)を、塩分量、対応年数等により、鉄筋防錆、腐食抑制、電気防食のいずれかに決定します。
 - ・鉄筋防錆<腐食抑制<電気防食の順で対応できる防錆レベルが変わります。
 - ・ガルバニールドの設置間隔は鉄筋量(鉄筋表面積)により変化するので、カタログの換算式から設置間隔を決定します。
 - ・コンクリートかぶりがかぶりが小さい場合でも、影響を受けにくいガルバニールドCCI35が適用できます。
 - ・適切な配筋状況を把握し、適切な陽極配置を検討します。
 - ・通電性に影響を及ぼすため、エポキシ樹脂やその他樹脂系等の塗布型防錆材は使用不可です。
 - ・ガルバニールド設置時、ガルバニールド表面までのかぶりは最低20mm必要です。
 - ・設置間隔、有効半径、年数は、レンダーロックモルタルが基準となり設定されています。
- ②施工時
 - ・電氣的導通の確認が必要ですので、鉄筋ケレン、結束方法に注意が必要です。
 - ・劣化部の適切な下地処理を行って下さい。
 - ・ガルバニールドは完全に固定するよう取り付けて下さい。(断面修復時)
 - ・断面修復前に、必ずガルバニールドに十分な水打ちを行って下さい。
- ③維持管理等
 - ・対応年数は15～35年(材料により異なる)なので、経過後に再施工を行います。
- ④その他
 - ・特になし

活用の効果

項目	断面修復工法(亜硝酸リチウム40%濃度混入)	
	活用の効果	比較の根拠
経済性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上(1.25%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(%)	<input type="checkbox"/> 施工が容易で施工後もメンテナンスフリーです。 <input type="checkbox"/> 簡単な取付け作業で短時間で施工を完了することが可能です。
工期	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(%)	安定した電気化学的反応を期待できます。
品質	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(%)	
安全性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(%)	現場での取り付けが簡単で、施工管理も容易です。
施工性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(%)	
周辺環境への影響	<input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(%)	

技術のアピールポイント(課題解決への有効性)
本技術の適用で、電気化学的作用を利用した鉄筋腐食抑制および従来工法では対応できないマクロセル腐食を抑制します。また、適用後はメンテナンスフリーのため維持管理にコストがかかりません。

コストタイプ
並行型：B(+)型

活用効果の根拠	
基準とする数量	単位
10	m
従来技術	
1641270円	1662100円
1日	1日
1.25%	0%

新技術の内訳

項目	仕様	数量	単価	金額	概要
ガルバニールド工法(腐食抑制型)	5個/m ² 、t=100と仮定	10 m ²	164127円	1641270円	ガルバニールドCCI35。

従来技術の内訳

項目	仕様	数量	単価	金額	概要
断面修復工	亜硝酸リチウム40%混入、t=100と仮定	10 m ²	166210円	1662100円	

特許・実用新案

種類	特許の有無	特許番号
特許	<input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	日特公第30998305号

特許詳細

特許番号	実施権	特許権者	実施権者
3099830	<input type="checkbox"/> 通常実施権 <input type="checkbox"/> 専用実施権	ベクター社	
	<input type="checkbox"/> 特許料等	特になし	
	<input type="checkbox"/> 実施形態	特になし	
	<input type="checkbox"/> 問合せ先	クリディエンス株式会社	

実用新案

備考	特許の有無
<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	

第三者評価・表彰等

証明機関	番号	証明年月日	URL

建設技術審査証明

制度の名称	番号	証明年月日	証明機関	証明範囲	URL

建設技術審査証明

証明機関	番号	証明年月日	URL

建設技術審査証明

証明機関	番号	証明年月日	証明機関	証明範囲	URL

建設技術審査証明

証明機関	番号	証明年月日	証明機関	証明範囲	URL

建設技術審査証明

証明機関	番号	証明年月日	証明機関	証明範囲	URL

建設技術審査証明

証明機関	番号	証明年月日	証明機関	証明範囲	URL

建設技術審査証明

証明機関	番号	証明年月日	証明機関	証明範囲	URL

評価・証明項目と結果		結果
証明項目	試験・調査内容	

施工単価

材料設計単価

- ・ガルバンシールドXP : 4,100円/個 (鉄筋防錆型)
- ・ガルバンシールドCC : 4,200円/個 (腐食抑制型)
- ・ガルバンシールドXP2 : 5,500円/個 (腐食抑制型)
- ・ガルバンシールドXP4 : 7,700円/個 (腐食抑制型)

ガルバンシールド工法ガルバンシールドCC135を断面修復部に適用した場合と、削孔工による適用(健全部)した場合の施工単価は以下の通りになります。

- ・断面修復部に適用の場合(5個/m²と仮定)
- 作業内容は、鉄筋ケレン～ガルバンシールド設置～レンダロック左官工まで。

- ・削孔工による適用(健全部)の場合(6個/m²と仮定)
- 作業内容は、鉄筋探査～削孔工～ガルバンシールド設置まで。

概算施工単価

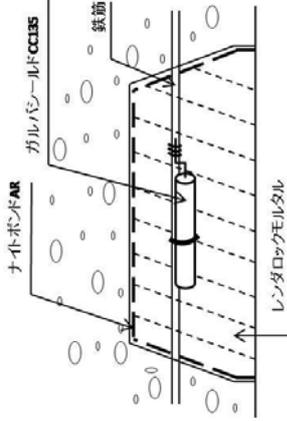
項目	仕様	単価	単位
〈断面修復部に適用の場合〉			
鉄筋ケレン工		7,517	m ² /円
ガルバンシールドCC135設置工	腐食抑制型 5個/m ²	32,477	m ² /円
プライマー工		5,759	m ² /円
レンダロック左官工	t=100と仮定	112,043	m ² /円
仕上げ、養生工		6,332	m ² /円
合計		164,127	m ² /円
〈削孔工による適用の場合〉			
鉄筋探査		5,354	m ² /円
ガルバンシールド用削孔工	6箇所/m ²	13,692	m ² /円
端部工	2箇所/m ²	14,041	m ² /円
ガルバンシールドCC135設置工	腐食抑制型 6箇所/m ²	44,985	m ² /円
合計		78,071	m ² /円

歩掛り表あり (☐標準歩掛、☐暫定歩掛、☐協会歩掛、☑自社歩掛)

施工方法

- ① 断面修復部に適用する場合(ガルバンシールドCC135、XP、XP2、XP4)
 - ・補修対象部周辺をソウカットを行い、鉄筋裏側まで完全にハズリ取る。
 - ・サンダー、ワイヤーブラシ、プラスト等で鉄筋ケレンを行う。
 - ・特にガルバンシールド設置部は、金属光沢が出るまで入念に行う。
 - ・予め決められた箇所へガルバンシールドを完全に固定するよう設置する。
 - ・設置後、ガルバンシールドと鉄筋の導通・通電確認を行う。電気抵抗は1.0Ω以下であることを確認する。
 - ・プライマー塗布後、レンダロックモルタルに十分な水打ちを行う。
 - ・断面修復前に必ずガルバンシールドに十分な水打ちを行う。
 - ・レンダロックモルタルは、吹付け、左官、どちらでも施工可能。
- ② 予防保全(健全部)に適用する場合(ガルバンシールドCC135、CC65)
 - ・補修対象部の鉄筋探査および通電確認を行う。
 - ・鉄筋を選け、コンクリートにドリルもしくはコア削工を行う。
 - ・リード線とコネクタを使用してガルバンシールドを連結する。
 - ・リード線と鉄筋を接続するために、200×200×50mmのハズリを行う。
 - ・リード線をコンクリート面に埋めるため、4mm幅のソウカットを行う。

- ・リード線およびガルバンシールド設置後、導通・通電確認を行う。電気抵抗値は1.0Ωであることを確認する。
- ・ガルバンシールドとコアの隙間は、ガルバンシールドCC専用固定材を使用する。



ガルバンシールドCC135設置詳細図(断面修復部へ適用)

今後の課題とその対応計画

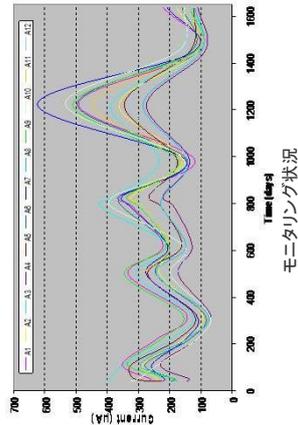
- ① 課題
特になし
- ② 計画
特になし

収集整備局	中部地方整備局	登録年月日	2002.10.18	最終更新年月日	2010.03.25
キーワード	安全・安心、環境、公共工事の品質確保・向上 自由記入 ガルバンシールド 犠牲陽極材 マクロセル	開発目録	経済性の向上、耐久性の向上、作業環境の向上、品質の向上		
開発体制	単独 (☑産、☐官、☐学) 共同研究 (☐産・産、☐産・官、☐産・学、☐産・官・学)	開発会社	フオスロック・インターナショナル・リミテッド		
問合せ先	会社	クリティエンス株式会社	担当者	福田 正平	
	代表取締役	代表取締役	住所	〒150-0002 東京都渋谷区渋谷1-1-3-3F	
	TEL	03-4590-0200	FAX	03-3409-3898	
	E-MAIL	grdc@crdc.co.jp	URL	www.crdc.co.jp	
	会社	クリティエンス株式会社	担当者	福田 正平	
	代表取締役	代表取締役	住所	〒150-0002 東京都渋谷区渋谷1-1-3-3F	
	TEL	03-4590-0200	FAX	03-3409-3898	
	E-MAIL	grdc@crdc.co.jp	URL	www.crdc.co.jp	
問合せ先					
番号	会社	担当者	担当者	住所	
	TEL	FAX	E-MAIL	URL	
実績件数 その他公共機関					
国土交通省					
民間等					

32件 80件 500件

実験等実施状況

①犠牲電極材のマクロセル腐蝕抑制効果に関する実験的研究
 断面修復工法で問題とされるマクロセル腐蝕を抑制することを目的とし、亜鉛を主材料とした犠牲電極材、ガルバニウムXPのマクロセル腐蝕抑制効果について実験的に検討を行った。実験の結果、断面修復時にガルバニウムを鉄筋に設置することで、ガルバニウム犠牲電極材をアノードに、鉄筋をカソードとする防食回路が形成され、マクロセル腐蝕を防止できることを確認した。
 ②山陽新幹線鉄筋コンクリートラーメン高架橋等の維持管理
 コンクリート工学 Vol.38No.12,p23~31、2000.12
 ガルバニウムXP犠牲電極材設置後18ヶ月を経過した供試体において防蝕効果を電気化学的測定及び目視にて確認し、又、10ヶ月を経過した時点における実橋試験においても、ガルバニウムXP犠牲電極材による補修部周辺の鉄筋の防蝕を確認した。
 防蝕範囲の把握と耐久性の確認の継続を行い、品質の高い補修工法の検討を行なって行く。



添付資料

- ①カタログ「ガルバニウムXP」
- ②カタログ「ガルバニウムCC」
- ③カタログ「ガルバニウムXP2」
- ④カタログ「ガルバニウムXP4」
- ⑤カタログ「レンダロックSPエクストラ」
- ⑥論文「犠牲電極材のマクロセル腐蝕抑制効果に関する実験的研究 第24回コンクリート工学講演会 講演番号1231、2002年」
- ⑦電気化学的犠牲電極材の基礎試験と実橋への適用 コンクリート工学Vol.38、No.12、P23、2000

添付資料等

- ①論文「犠牲電極材のマクロセル腐蝕抑制効果に関する実験的研究 第24回コンクリート工学講演会 講演番号1231、2002年」
- ②「山陽新幹線鉄筋コンクリートラーメン高架橋などの維持管理」コンクリート工学 Vol.38No.12、p23、2000

その他(写真及びタイトル)



ガルバニウムXP設置(コア削孔)



ガルバニウムXP設置(マクロセル対策)



ガルバニウムXP設置(全面設置)

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。

§ 6. 補修・補強に関する参考文献

6-1. 鉄筋コンクリート構造の参考文献

No.	文 献 名	
	発行年月	著者名
(1)	コンクリート構造物の維持・補修・取壊し 新体系土木工学36 1983年11月	技報堂出版
(2)	既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック 1984年10月	日本コンクリート工学協会
(3)	コンクリートの耐久性向上技術の開発 1989年05月	土木研究センター
(4)	増厚工法によるRC床版補強の耐久性評価 1992年03月	構造工学論文集 Vol.38
(5)	既設道路橋の耐震補強に関する参考資料 1997年09月	日本道路協会
(6)	センター鋼構造物設計指針 PART B 1997年09月	土木学会
(7)	コンクリートライブラリー95号 コンクリート構造物の補強指針(案) 1999年09月	土木学会
(8)	最新のコンクリート防食と補修技術 1999年09月	片脇清士 山海堂
(9)	コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書(Ⅲ) 1999年12月	建設省 土木研究所
(10)	複合構造物設計・施工指針(案) 2000年02月	土木学会
(11)	道路橋床版の新技术と性能照査型設計 2000年10月	土木学会
(12)	道路橋床版の輪荷重走行試験における疲労耐久性評価手法の開発に関する 共同研究報告(その3) 2000年11月	建設省 土木研究所
(13)	コンクリート標準示方書 [維持管理編] 2008年03月	土木学会
(14)	道路橋床版の輪荷重走行試験における疲労耐久性評価手法の開発に関する 共同研究報告(その4) 2001年01月	建設省 土木研究所
(15)	道路橋示方書 [Ⅲコンクリート編] 2002年03月	日本道路協会
(16)	コンクリート構造物補修・補強施工マニュアル H14 報告書 2003年03月	道路保全技術センター
(17)	コンクリート上部工補強設計手引き 2003年03月	道路保全技術センター
(18)	コンクリート補修・補強マニュアル 2003年05月	産業調査会 辞典出版センター
(19)	コンクリートのひびわれ調査、補修・補強指針 2009年03月	日本コンクリート工学協会
(20)	コンクリート診断技術'10 2010年01月	日本コンクリート工学協会
(21)	アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に 関する補修・補強ガイドライン(案) 2008年03月	ASRに関する対策検討委員会

6-2. 鋼橋の参考文献

No.	文 献 名	
	発行年月	著者名
(1)	既設橋梁の破損と対策 1994年03月	道路保全技術センター
(2)	鋼鈹桁の桁端切欠き部補強設計手引き(案) 1996年03月	道路保全技術センター
(3) (絶版)	鋼橋における劣化現象と損傷の評価 1996年10月	土木学会
(4)	鋼橋の疲労 1997年05月	日本道路協会
(5)	鋼橋の補修・補強事例集 2002年10月	日本橋梁建設
(6)	道路橋示方書 [Ⅱ鋼橋編] 2002年03月	日本道路協会
(7)	鋼道路橋塗装・防食便覧 2005年12月	日本道路協会
(8)	デザインデータブック 2011年05月	日本橋梁建設協会
(9)	鋼道路橋の部分塗り替え塗装要領(案) 2009年09月	国土交通省

6-3. 支承・伸縮装置の参考文献

No.	文 献 名	
	発行年月	著者名
(1)	アスファルト舗装要綱 1999年01月	日本道路協会
(2)	道路橋示方書・同解説 [Ⅰ共通編Ⅱ鋼橋編] 2002年03月	日本道路協会
(3)	防護柵の設置基準・同解説 2004年03月	日本道路協会
(4)	道路橋支承便覧 2004年04月	日本道路協会
(5)	支承部補修・補強工事施工の手引き 2006年12月	日本橋梁建設協会

6-4. 橋梁の維持管理全般がまとめられている参考文献

No.	文 献 名	
	発行年月	著者名
(1)	橋梁点検・補修の手引き 近畿地方整備局版 2001年07月	道路保全技術センター
(2)	道路構造物の補修・補強工法事例集 2002年03月	道路保全技術センター
(3)	橋の診断と補修 2002年06月	Jean-Armand Calgaro Roger Lacroix 山海堂
(4)	橋梁点検ハンドブック 2006年12月	道路保全技術センター
(5)	道路橋補修・補強事例集(2009年版) 2009年07月	日本道路協会
(6)	構造物保全技術ハンドブック 2009年03月	計測診断部会橋梁委員会 コンクリート橋小委員会
(7)	道路管理者のための 実践的橋梁維持管理講座 2011年07月	株式会社 大成出版社