

コンクリート構造物の補修・補強に関するフォーラム2023

セメント系補修材料の使い方

一般社団法人セメント協会
コンクリート普及専門委員会
セメント系補修・補強材料推進WG

建設後50年以上経過する社会資本の割合

	2018年3月	2023年3月	2033年3月
道路橋 [約73万橋※1 (橋長2m以上の橋)]	約25%	約39%	約63%
トンネル [約1万1千本※2]	約20%	約27%	約42%
河川管理施設(水門等) [約1万施設※3]	約32%	約42%	約62%
下水道管きよ [総延長:約47万km※4]	約4%	約8%	約21%
港湾岸壁 [約5千施設※5 (水深-4.5m以深)]	約17%	約32%	約58%

資料)国土交通省

※1 建設年度不明橋梁の約23万橋については、割合の算出にあたり除いている。

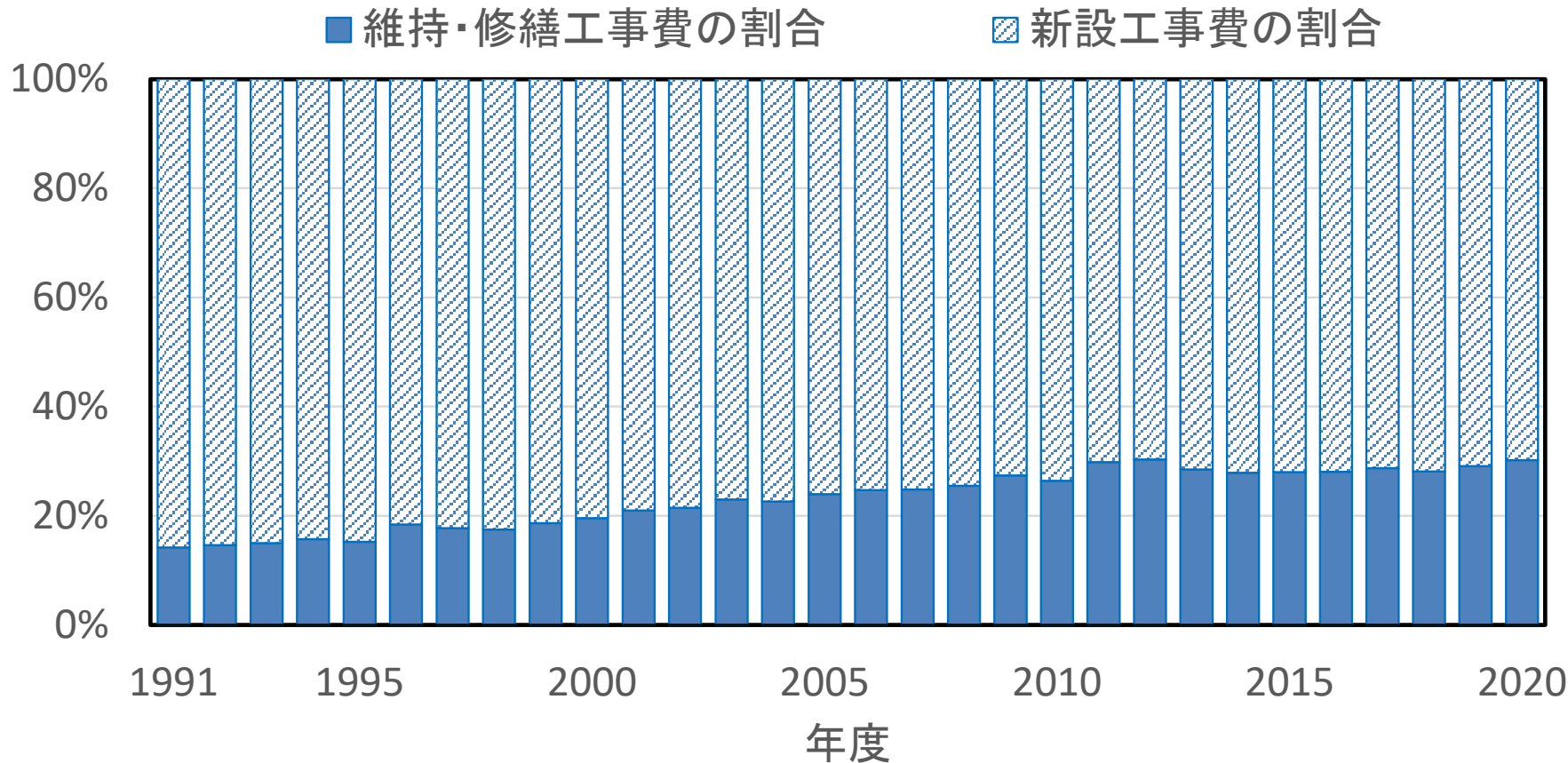
※2 建設年度不明トンネルの約400本については、割合の算出にあたり除いている。

※3 国管理の施設のみ。建設年度が不明な約1000施設を含む。(50年以内に整備された施設については概ね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約50年以上経過した施設として整理している。)

※4 建設年度が不明な約2万kmを含む。(30年以内に布設された管きよについては概ね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約30年以上経過した施設として整理し、記録が確認できる経過年数毎の整備延長割合により不明な施設の整備延長を按分し、計上している。)

※5 建設年度不明岸壁の約100施設については、割合の算出にあたり除いている。

元請完成工事高に占める維持・修繕工事の割合



2020年度元請完成工事高：756,589億円

新設工事：528,188億円（69.8%） 維持・修繕工事：228,401億円（30.2%）

セメント系補修・補強材料の役割

[現状]

- 社会資本の高齢化は今後も進行する。
- 元請完成工事高(新設工事+維持・修繕工事)は減少傾向にあるが、維持・修繕工事は微増しており、その割合も高まっている。
- さらに少子高齢化に伴い、人口が減少する。



社会資本を新設でリプレースするよりも、
維持管理・修繕することの方が社会的合理性が高い



維持管理・修繕の効率的・効果的な実施には
セメント系補修・補強材料を正しく理解し、
適切に使うことが重要

「セメント系補修・補強材料の基礎知識」 第2版



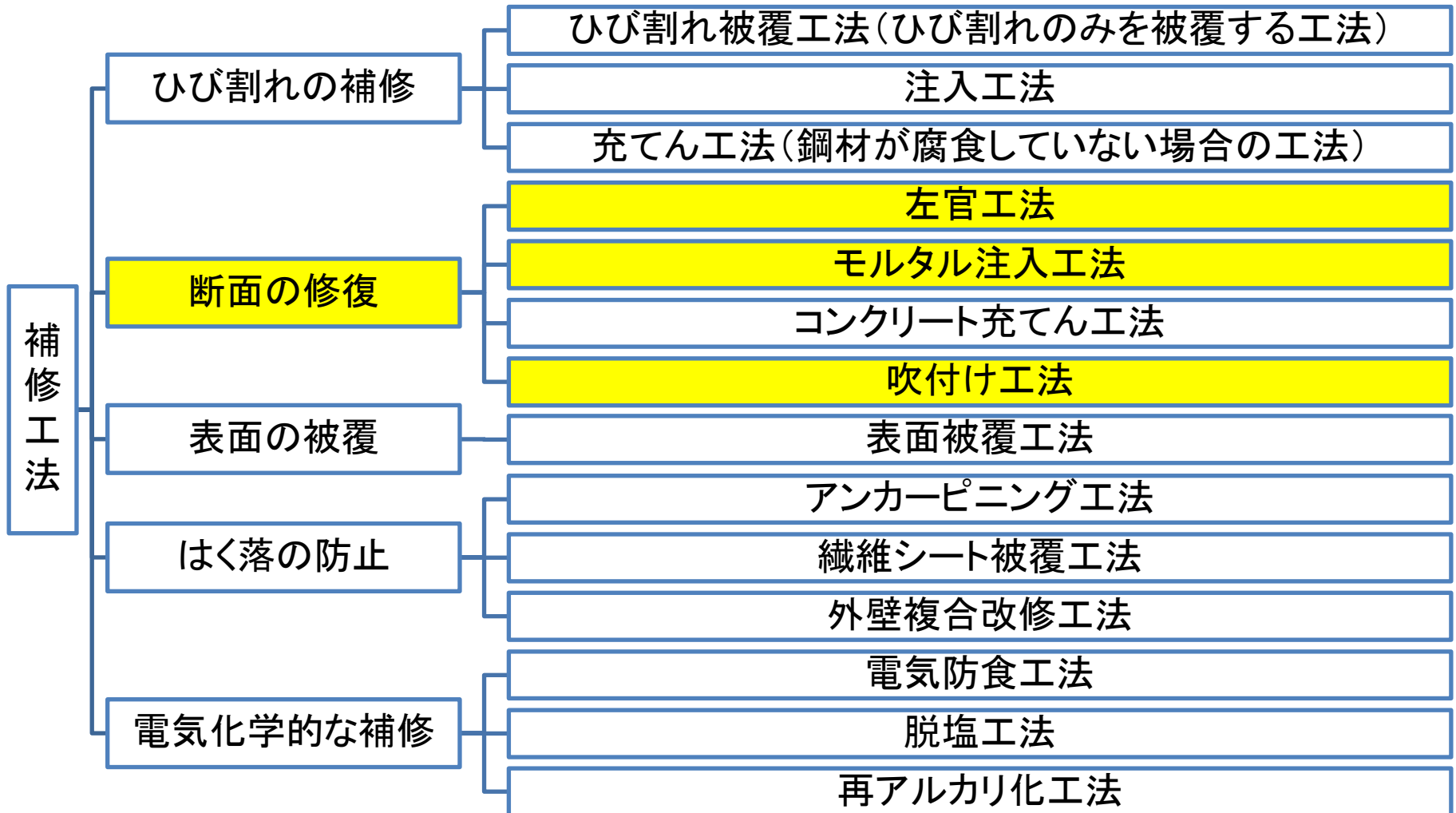
2006年8月に初版

- セメント系補修・補強用材料の選定において、わかり易く、活用し易い、実務的な技術資料
- 断面修復工法、グラウト工法を中心に材料・工法の解説

2011年8月に改定版

- ひび割れ注入材、表面被覆材、表面含浸材、電気化学的防食工法等の工法・材料の解説を追加
- 耐久性、ライフサイクルコストについて解説
- 補修・補強に関する現場での失敗事例を解説

セメント系補修工法の分類



断面修復工の流れ

施工

施工のための調査

施工計画の策定

施工計画の照査

No

Yes

施工準備

断面修復工
(左官・吹付け・充てん)

仕上げ・養生

完了

本日のご紹介

セメント系補修材料を使用する際のポイント

①材の選定

- ✓ 仕様書・マニュアルの確認
例えば、NEXCO構造物施工管理要領、東日本旅客鉄道土木工事標準示方書 など
- ✓ 試験成績書・カタログ・SDSの確認

②材の発注

- ✓ 納入された製品や数量の確認

③材の品質管理・施工管理

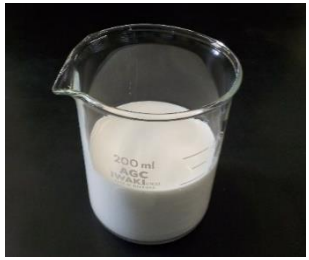

- ✓ 書類による確認
例えば、納品書や試験成績書など
- ✓ 試験による確認
例えば、コンクリートとの付着性、圧縮強度など

事前調査・施工準備

施工・施工後

断面修復工で使用する セメント系補修材の特徴

断面修復材の種類

[種類]	[構成材料]	
<p>セメント モルタル</p> <p>【製品紹介(スライド51)】</p>	セメント	ポルトランドセメント 等
	細骨材	川砂、砕砂、珪砂、天然・人工軽量骨材等
	混和材料 その他	短繊維、保水剤、化学混和剤、硬化促進剤、凝結遅延剤、鉄筋防錆材、膨脹材、高炉スラグ微粉末、シリカフューム 等
<p>ポリマー セメントモルタル</p> <p>【製品紹介(スライド51)】</p>	セメント モルタル	酢酸ビニル系(エチレン・酢酸ビニル等)、アクリル酸エステル(スチレン・アクリル酸エステル等)、スチレンブタジエンゴム(SBR)
	ポリマー	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="989 906 1391 1002"> <p>エマルジョンタイプ (二材型)</p>  </div> <div data-bbox="1445 906 1846 1002"> <p>再乳化タイプ (一材型)</p>  </div> </div>
ポリマーモルタル	エポキシ系、アクリル系 等	

断面修復材の特徴

[種類]

セメント
モルタル

【製品紹介(スライド51)】

[特徴]

出典: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)
[工種別マニュアル編]、p.198

- ① 構造体コンクリートと同等以上の強度、同等の弾性係数、熱膨張率が得られる。
- ② 練混ぜ、施工が容易で大断面の施工に適する。
- ③ 電気抵抗性が低い

ポリマー

セメントモルタル

【製品紹介(スライド51)】

- ① 構造体コンクリートとの接着(付着)力が大きく乾燥収縮が小さい。
- ② 練混ぜ、施工が容易で大断面の施工にも適する。
- ③ 曲げ、引張強度が大きい。
- ④ 劣化因子の浸入に対する抵抗性に優れる。

ポリマーモルタル

樹脂の種類によって様々

断面修復材の特徴

比較概念	セメント モルタル	ポリマー セメントモルタル (小←P/C→大)	ポリマーモルタル (エポキシ樹脂系)
施工方法の種類	左官・充てん・吹付け工法(3種類)		左官工法(1種類)
弾性係数	高	>	低
曲げ／圧縮強度比	低	<	高
引張／圧縮強度比	低	<	高
接着性(付着性)	可	<	良
湿潤面接着性	可	可	不可もある
熱膨張係数	小	<	大
耐火、耐熱性	大	>	小
価格	安い	<	高い

P/C: ポリマーセメント比 注) 繊維を混入していないプレーンの状態での基本性能比較

断面修復工法 (左官・充てん・吹付け)

断面修復工法の一般

●左官工法、充てん工法、吹付け工法

※過去に多く採用され、実績の多い工法

【断面修復工法の特徴】

構造物を健全な状態に回復可能

既存コンクリートの性状に近い

補強（力学的性能向上）も可能

あらゆる劣化原因や劣化の進行過程に
対応が可能

他の補修工法との併用による相乗効果

劣化したコンクリート部分ならびに
腐食した鉄筋部分を除去し、元の状態に回復

無機系材料
／セメントモルタル・ポリマーセメントモルタル

鉄筋量の追加による
構造物の耐荷性や耐震性等の向上

【劣化原因】

中性化, 塩害, 凍害, 化学的腐食, アルカリ骨材反応

【劣化の進行過程】

潜伏期～進展期～加速期～劣化期

表面被覆や電気防食などとの併用実績が多い

断面修復工法の種類と特徴

■左官工法

型枠を設置せずコテ等を用いて断面修復材を塗りつける工法

- 型枠の設置が不要
- 断面修復箇所が小規模や点在している場合に適用（経済的理由）
- 施工方向：全ての方向に（下向き，横向き，上向き）適用可能





断面修復材 (左官工法)



断面修復工法の種類と特徴

■ 充てん工法

型枠を設置し、流動性の高いモルタルやコンクリートを流し込む工法

断面が10cm以上：コンクリート打継ぎ工法，プレパックス工法

断面が5cm程度：モルタル充てん工法

- 大規模（100m²以上）に適用
- 厚い面でも塗り重ねが不要
- 型枠を組むことで、構造体の側面や下面にも施工が可能

【側面充てんの施工】



【下面充てんの施工】



断面修復工法の種類と特徴

■吹付け工法

型枠を設置せず，モルタルやコンクリートを
圧縮空気や遠心力等により施工する工法

- 主に上向きや側面の断面修復に用いられる

湿式吹付け工法

- 吹付け設備が比較的コンパクト
- リバウンドが比較的少ない



乾式吹付け工法

- 施工能力が大きい
- 1層当たりの施工厚さが厚い(10cm以上)
- 長距離圧送が可能



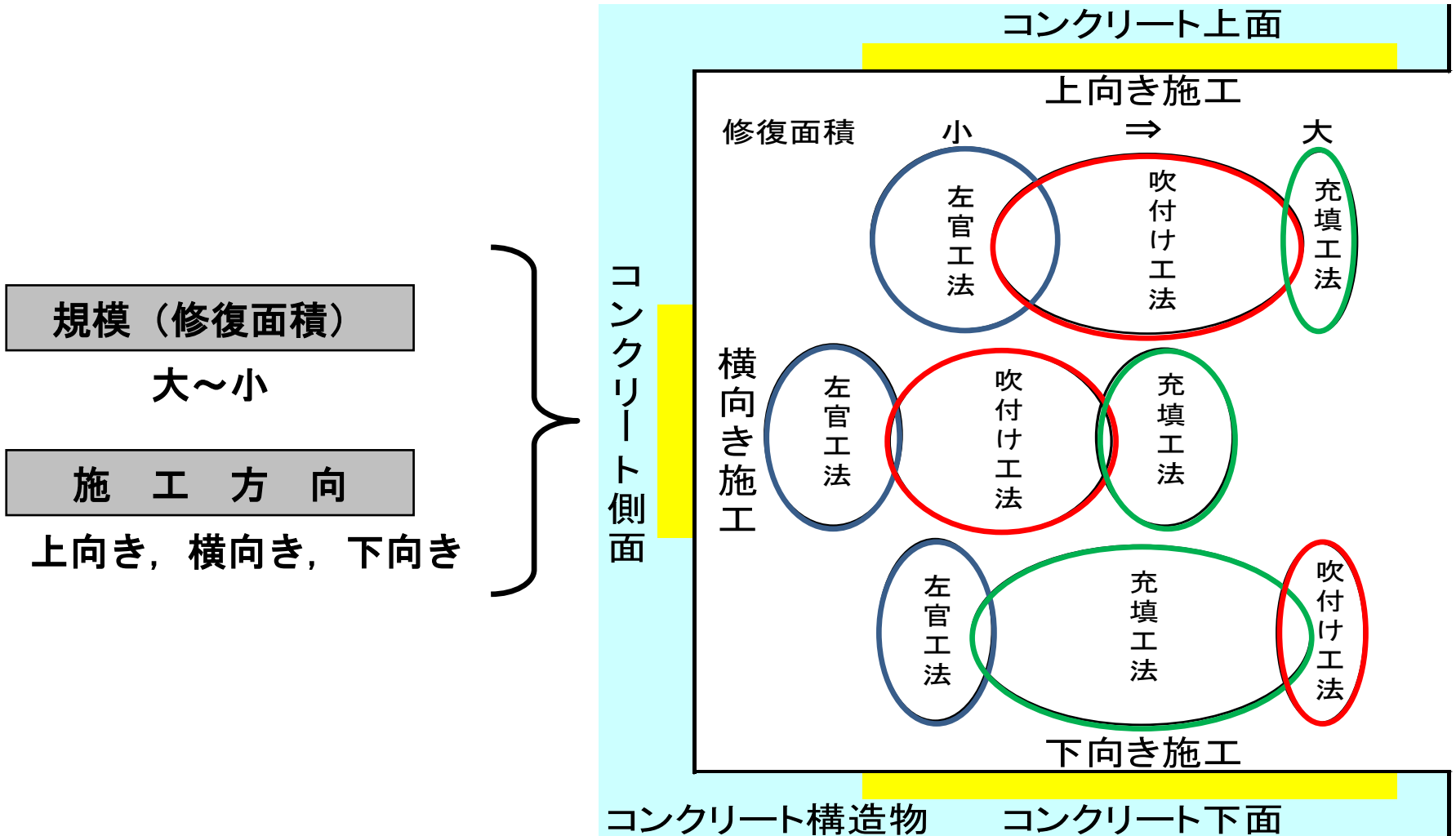


一般社団法人 セメント協会

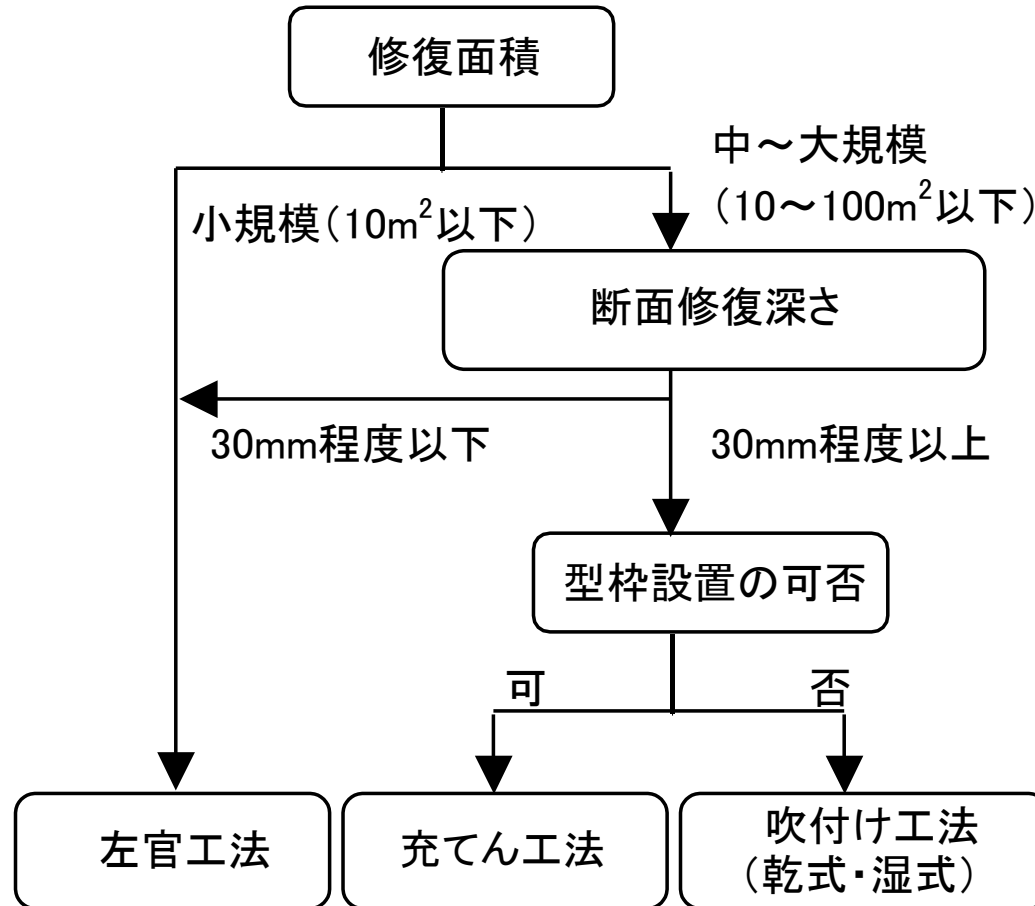
断面修復材 (湿式吹付け工法)



工法の選定例（面積・方向による分類）



工法の選定例（面積・深さ・型枠の有無による分類）



- 構造物の立地条件・環境条件により異なる場合がある
- 1箇所 of 施工面積が小さくても箇所数が多い場合に吹付け工法が選定される場合がある

断面修復工の要求性能(力学的性能)

■ 圧縮強度試験

角柱供試体
(JIS A 1171, JIS R 5201)



角柱供試体の型枠



角柱供試体による測定状況

円柱供試体
(JIS A 1132, JIS A 1108)

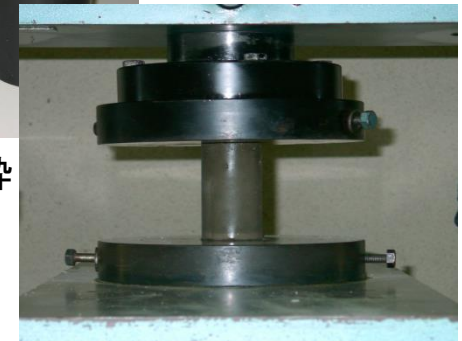


ブリキ製
使い捨て
型枠

鋼製型枠

プラスチッ
ク製
使い捨て型
枠

円柱供試体の型枠



円柱供試体による測定状況

〈評価での留意点〉

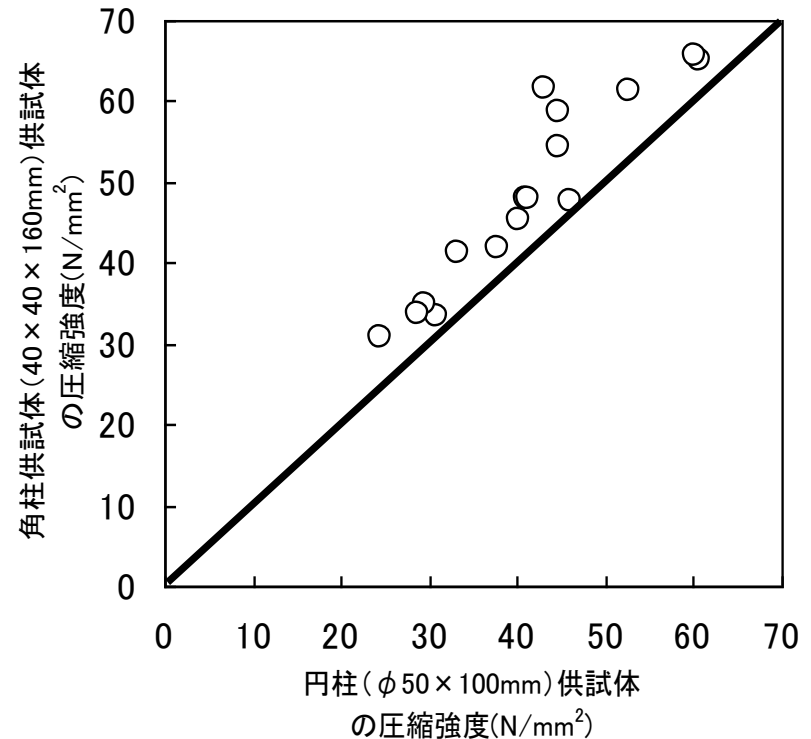
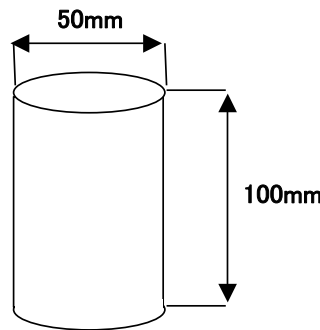
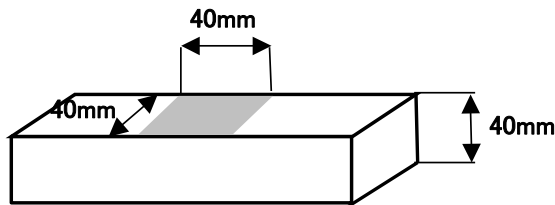
- ・供試体の形状および寸法が異なるため、同一材料を使用しても強度値が異なる。
- ・環境温度によって、強度発現性が異なる(試験室と実現場では強度値が異なる)。

断面修復工の要求性能(力学的性能)

●評価における留意点

供試体の形状および寸法の影響

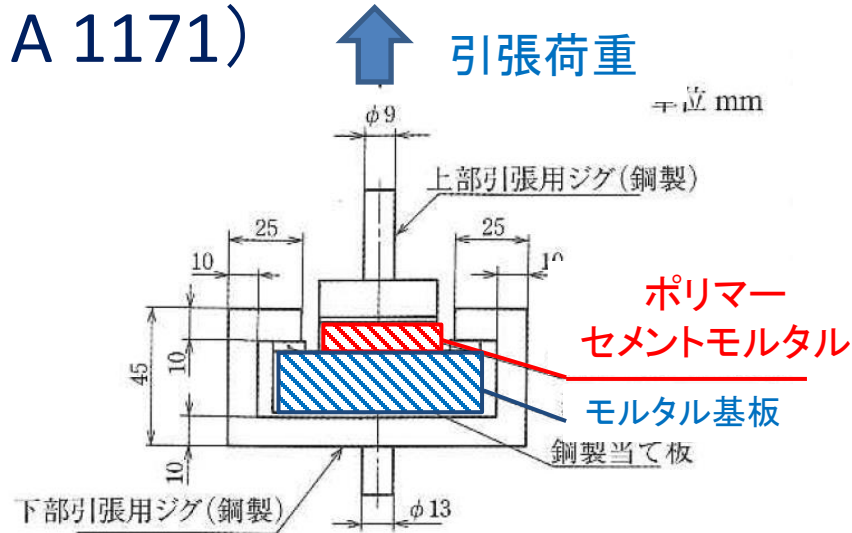
試験方法	供試体寸法 (mm)	H/D	圧縮強度の傾向
JIS R 5201 JIS A 1171	40×40×160の 角柱供試験体	1	円柱供試体より 高い
JIS A 1108	φ50×100の円 柱供試体	2	角柱供試体より 低い



**円柱供試体 (φ5×10cm) は、
角柱供試体と比べ強度が低い傾向**

断面修復工の要求性能(力学的性能)

■ 接着強度試験(JIS A 1171)



■ 接着強度試験(その他の試験方法)



油圧式簡易引張試験機



建研式引張試験機

- 基材にコンクリート平板を使用
- 試験時にカッターで切込みを入れるが、若材齢では接着強度に影響する可能性がある

断面修復工の要求性能(施工性能)

モルタルのフレッシュ性状を確認する試験方法

フロー試験器具



スランプ試験器具



J₁₄ロート試験器具



左官材、吹付け材の施工性能
を主に評価する器具

充てん材の施工性能
を主に評価する器具

現場で試験困難

現場で簡易に試験可能

断面修復材の規格値一例

		東日本旅客鉄道 土木工事標準示方書	NEXCO構造物施工管理要領
			左官工法
硬化時間		1時間以上	
厚塗り性		厚塗り性が良いもの	—
断面修復材の外観		—	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		—	0.05%以下
熱膨張性		—	$2.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下
付着性 (コンクリートとの 接着強さ)	全付着強さ	コンクリートと 断面修復材の 接着強度は $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ 以上	—
	界面付着強さ		—
	湿潤時		コンクリートと 断面修復材の 接着強度は $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ 以上
	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		被覆材との接着性が $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以上	
圧縮強度		$24\text{N}/\text{mm}^2$ 以上	補修設計で定めた 設計基準強度以上であること

* 試験方法などの詳細については、各規格をご参照ください。

各工程における 留意点

施工フロー

コンクリートの劣化の場合

鉄筋腐食に起因する劣化の場合

劣化コンクリートの除去

鉄筋の錆除去

塗布含浸処理および吸水調整処理

鉄筋防錆処理

左官工法

充てん工法

型枠・機材設置

吹付け工法

機材設置

計量と練混ぜ、練り混ぜた材料の品質確認

施工

養生

前処理工

断面修復工

27

前処理工での留意点1

フェザーエッジの発生防止

フェザーエッジ部では断面修復材の厚みが薄くなり、はがれ、ひび割れ等の再劣化を起こしやすい。

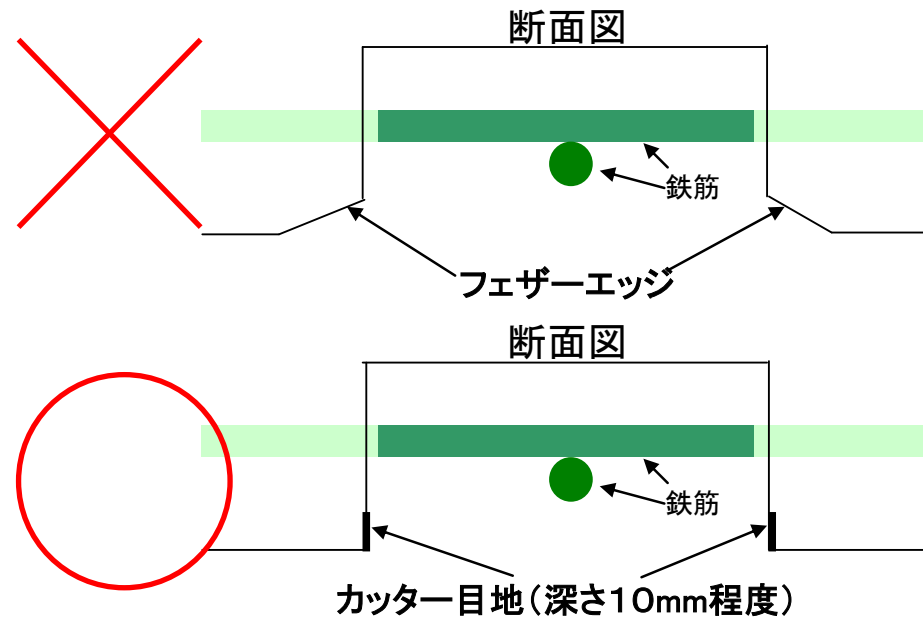


はつり箇所周囲に
10mm程度カッターを入れる

躯体コンクリートと 断面修復材の確実な接着



高圧洗浄等で下地に残るほこり、脆弱部を取り除く



はつり作業により生じる、下地材のほこり等は断面修復材の接着不良の要因となる。

前処理工での留意点2

プライマー材(吸水調整材)、添加材(亜硝酸塩系など) 使用の留意点

断面修復材とプライマーの組合せによっては、接着強度に差が生じる場合がある。



- プライマーは、施工要領書に記載された材料を使用。
- 希釈の有無、塗布量、塗布間隔を確認。

添加材を断面修復材に添加した場合、断面修復材の物性（流動性、凝結時間等）が変化する場合がある。



- 添加材（亜硝酸塩系など）を断面修復材と併用する際は、製造業者に確認。

接着強度試験

前処理工での留意点3

鉄筋の錆除去，防錆処理における留意点

鉄筋とコンクリートの
確実な接着



高圧洗浄でほこりを確実に除去

錆の再発生防止

錆を落とした鉄筋を放置すると，錆が再び生じる



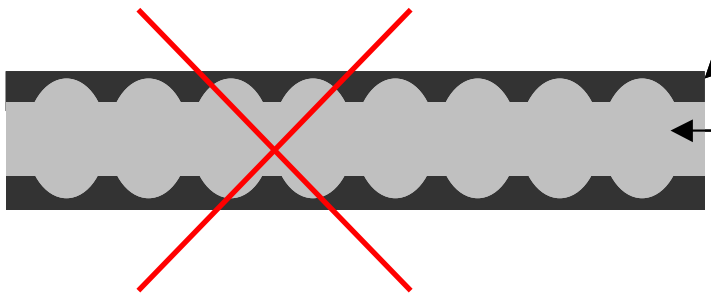
防錆材の塗布は，錆落とし後早めに行い，塗り残しがないように塗布

ポリマーセメント系
防錆材の塗布方法



鉄筋の凹凸が鉄筋防錆材でなくならないように注意して塗布

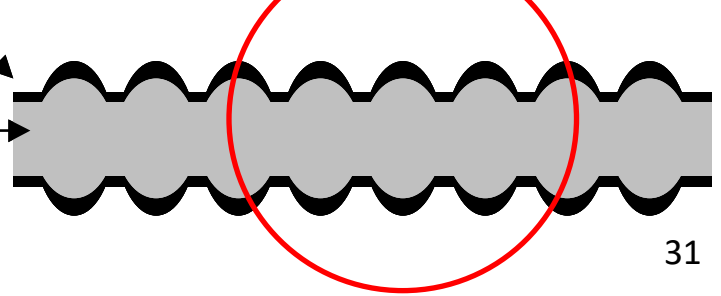
〔悪い 塗布例〕



防錆ペースト

鉄筋

〔良い 塗布例〕



断面修復工での留意点1

●練混ぜ水量が物性に与える影響

指 標	練混ぜ水量の 増加(過剰)	練混ぜ水量の 減少(不足)
流動性	上 昇	低 下
コテ押え	ダ レ	負荷増
吹付け	ダ レ	閉 塞
圧縮・曲げ強度	低 下	上 昇
接着・耐久性	低 下	上 昇※

※状況により低下：締め固め不足が発生した場合



- 練混ぜ水量は、製造業者が定めた範囲内で決定。
- フロー試験等で、材料の適切な硬さを判断する。



練混ぜによる 不具合事例 (モルタルミキサ)

断面修復工での留意点2

●練混ぜ機械が性能に与える影響

アルミ製攪拌羽根のハンドミキサ

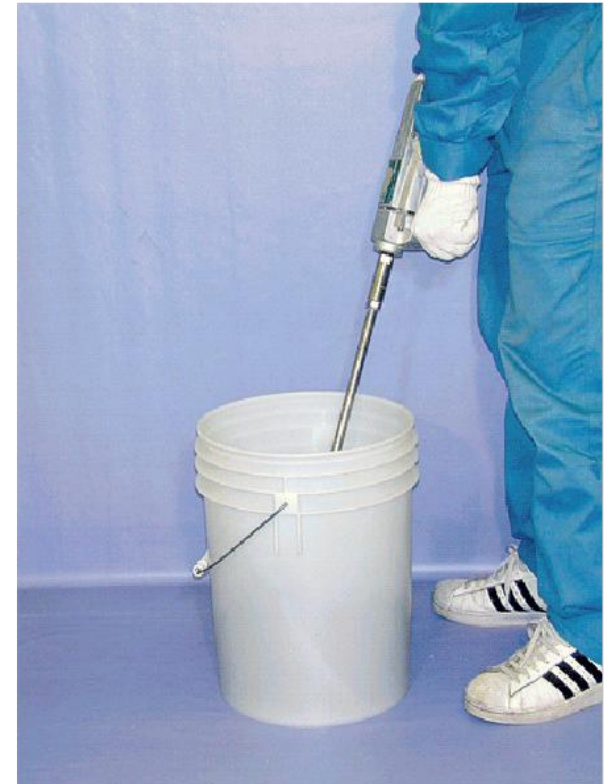
容器や骨材により羽根が削られ、アルミの粉が発生



アルミの粉がセメントのアルカリ成分と反応することで発泡（水素ガスが発生）し、断面修復材が異常膨張を起こし、強度低下を起こす場合がある。



アルミ製攪拌羽根の付いたハンドミキサは使用しない





アルミ製羽根使用 による不具合事例

断面修復工での留意点3

●練混ぜ機械が性能に与える影響

ハンドミキサの羽根の形状

ディスクタイプ



流動性の高い材料に適する
充てん材(グラウト材)向き

カゴタイプ



粘性の高い材料や繊維が入った材料に適する
左官、吹付け材向き

羽根の形状は練り混ぜる材料の種類に合わせ適宜選択



ハンドミキサ による練混ぜ



断面修復工での留意点4

●練混ぜ時間が性能に与える影響

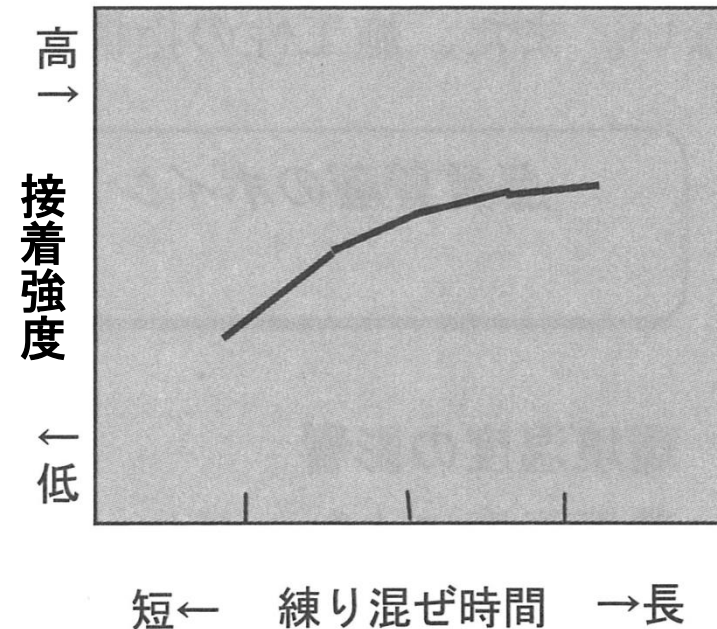
練混ぜ時間が短い場合、
接着強度が低くなる傾向

ポリマーセメントモルタルでは、練混ぜ時間が短いと、ポリマーの性能が発揮されないことがあるため。



所定の性能を発揮させるため
十分な練混ぜが必要

ただし、過剰な練混ぜは、エアの巻き込み等による強度低下をまねく場合もある。



適切な練混ぜ時間を確認

断面修復工での留意点5

●養生方法，冬期・夏期の注意事項

強風・直射日光による乾燥ひび割れ防止

シート養生，養生剤の塗布

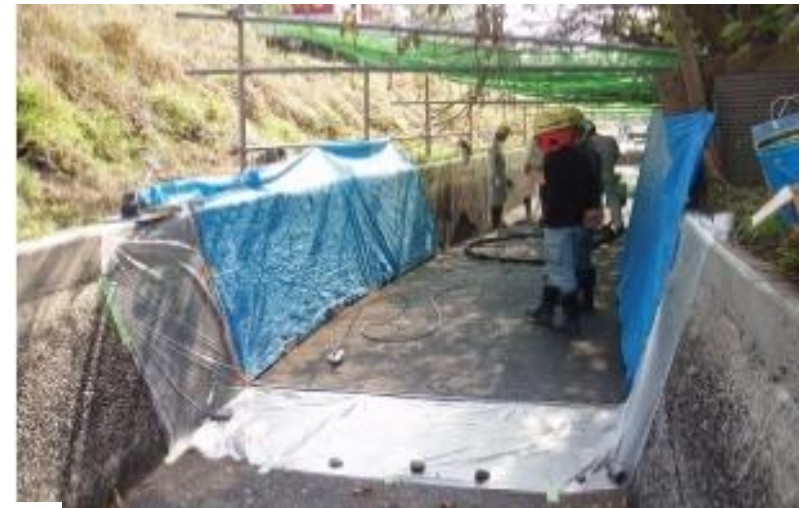
冬期，強度発現前の初期凍害防止

- ・練混ぜ水に温水を使用
- ・シート養生，ヒーター養生

※急結の恐れがあるため水を40℃以上に加熱しない

夏期，高温時の異常凝結防止

- ・練混ぜ水に冷水を使用，冷却



〔シート養生状況〕

施工例のご紹介

■ 施工例(その1) 断面修復工法(左官工法)

劣化したRC構造物(橋梁)の欠損部

〈現場概要〉

- ☆ 高速道路の高架橋の鉄筋腐食による断面欠損。
- ☆ アルカリ性付与材および防錆ペーストを適用。
- ☆ ポリマーセメント系断面修復材(左官工法)で補修。



■ 施工例(その2) 断面修復工法(左官工法)

経年劣化した導水路

〈現場概要〉

- ☆ 磨耗により導水路の躯体コンクリート表面が劣化。
- ☆ 高圧洗浄機により脆弱部を除去し、止水を行った。
- ☆ ポリマーセメント系断面修復材(左官工法)で補修。



補修前状況



補修後状況

■ 施工例(その3) 断面修復工法(充てん工法)

融雪剤で凍害劣化した橋台

〈現場概要〉

- ☆ 東北地方山間部の道路橋台コンクリートが劣化。
- ☆ 融雪剤を含む水が路面から橋台側面に供給され劣化が促進。
- ☆ 高流動ポリマーセメント系断面修復材(充てん工法)で補修。



■ 施工例(その4) 断面修復工法(充てん工法)

化学的腐食により劣化した橋台

〈現場概要〉

- ☆北海道に所在する道路橋の強(pH=1.5)と接触するフーチング部および橋台躯体かぶり部が化学的腐食により劣化。
- ☆耐酸性セメントを用いたコンクリート(充てん工法)で補修。



■ 施工例(その5) 断面修復工法(充てん工法)

塩害により劣化した栈橋

〈現場概要〉

- ☆ 栈橋の橋桁部のコンクリート劣化(塩害)部分をはつきり落とし、鉄筋を露出・防錆処理し、スターラップ筋を交換。
- ☆ 設計荷重増に伴う鉄筋量を増加させた後、充てん工法で補修。

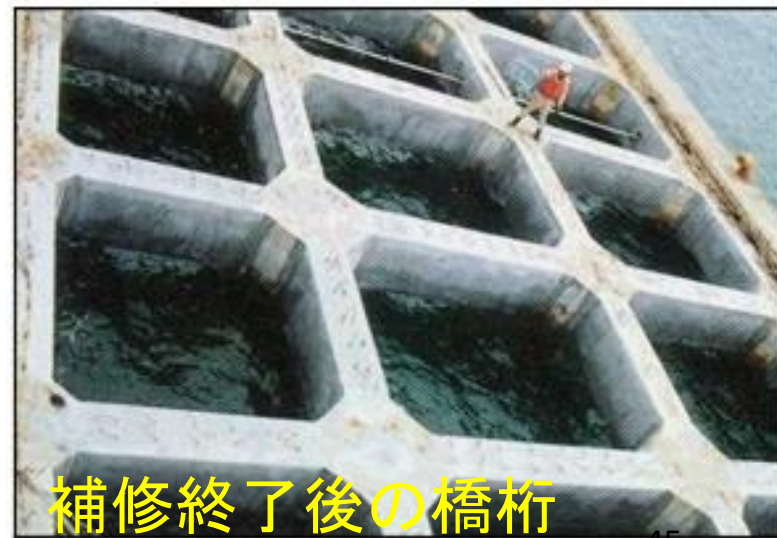
10年経過後の橋桁部の外観



打設状況



補修終了後の橋桁



■施工例(その6) 断面修復工法(湿式吹付け工法)

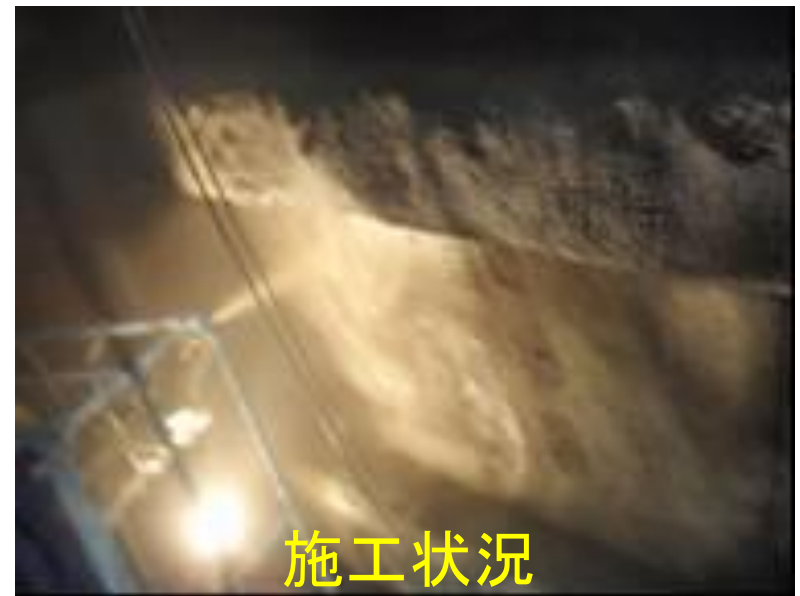
施工規模の大きい建築構造物

〈現場概要〉

☆施工後80年以上経過した大規模建築物

☆中性化等による劣化が進行。

☆炭酸ガスの遮断性に優れるポリマーセメントモルタルで補修。



■ 施工例(その7) 断面修復工法(湿式吹付け工法)

橋脚巻き立てによる耐震補強

〈現場概要〉

☆橋脚の耐震補強工事に、ポリマーセメントモルタルを巻き立てる工法が採用された。

☆湿式吹付け工法用断面修復材(ポリマーセメントモルタル)を使用。



吹付け状況



耐震補強後の橋脚

■ 施工例(その8) 断面修復工法(乾式吹付け工法)

塩害により劣化した道路橋RC床版の下面

〈現場概要〉

- ☆寒冷地にあり、凍結防止剤として塩化カルシウムが散布されていた高架橋の床版端部。
- ☆凍結防止剤による塩害劣化が顕在化。
- ☆長距離圧送が可能な乾式吹付け工法が採用された。

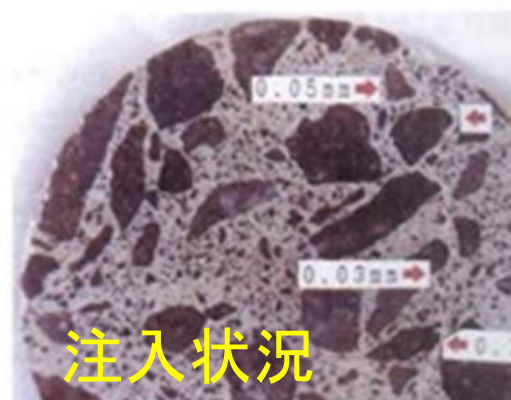


■ 施工例(その9) ひび割れ注入工法

漏水を伴うひび割れが発生したコンクリート壁面

〈現場概要〉

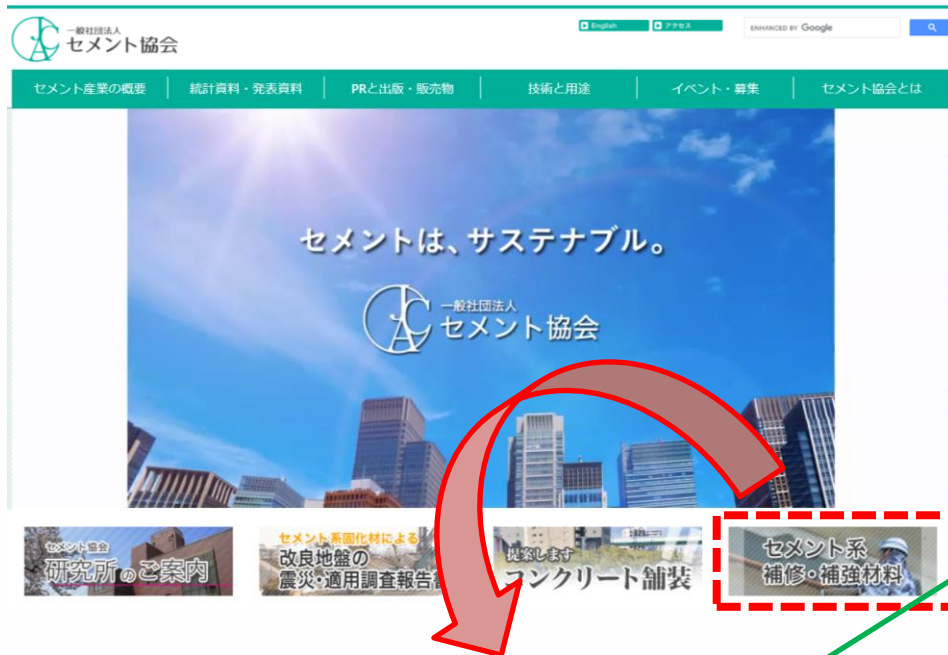
- ☆ダムの取水棟に発生した漏水を伴うひび割れを超微粒子セメントスラリーで補修
- ☆ひび割れ幅0.2~0.4mm、躯体厚さ3.0mの壁面に、手押しポンプで注入材を低圧注入。
- ☆ひび割れ内部の洗浄ののち、セメント比120%の低濃度スラリーを先行注入
- ☆ひび割れ幅によって60~80%の範囲(標準70%)で本注入



技術資料のご紹介

セメント系補修・補強材料のホームページ

【セメント協会ホームページ】



【内
容】

- セメント系補修・補強材料の役割
- 主な補修工法と断面修復工法
- セメント系断面修復材の種類
- **技術資料の紹介**
- 適用事例（準備中）
- セメント系補修・補強材料の構成社

無料でダウンロードできます

セメント系補修・補強材料の
基礎知識 [第2版] の目次



セメント系補修・補強材料の製品紹介



知識の習得、本日の内容の復習にご活用ください 51

動画配信セミナーのご案内

【セメント協会ホームページ】



セメントの備給 次回公表予定：2月25日（金）14：30

新着情報

- 2022/02/03 【お知らせ】 事例から学ぶセメント系材料の基礎知識セミナー（2月17日：大分会場）は、オンライン開催といたします
- 2022/01/27 セメントの備給（1月27日記者会見発表）を更新しました
- 2022/01/27 販売高（隔年）を更新しました
- 2022/01/21 報告書「防災・減災、国土強靱化に資するセメント系固材による地盤改良」を発行しました

新着情報一覧 >

ピックアップ



セミナー・動画配信のご案内



週刊新潮 副会長、舞の海秀平氏と対談
2022年1月15日新春増大号掲載記事



月刊誌セメント・コンクリート創刊900号記念特集

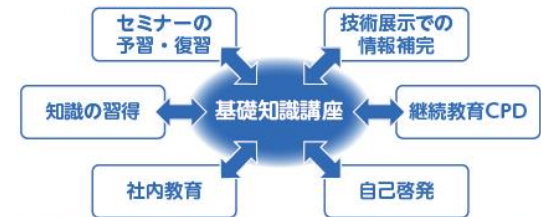
動画配信のご案内 セメント系材料の基礎知識

セメント協会では、セメント系材料であるコンクリート舗装、セメント系固材、セメント系補修材・補強材について、各種リアルセミナーの開催や技術展示会への出展など、幅広く普及活動を展開しております。

このたび、セメント系材料に関する基礎知識講座を開設しました。本講座では、材料の種類や特性、用途など基本的な知識の習得を目的としております（土木学会CPD認定プログラム）。

いつでも、どこでも、なんども、必要な時に役立つ情報を視聴できるように努めてまいります。

是非ともこの機会にご視聴いただきたくお願いいたします。



コンクリート舗装 セメント系固材 セメント系補修材

いますぐクリック! jcafukyu.jp
本講座はテーマごとにシリーズ化いたします
定期的なチェックをお願いいたします

無料

お問合せ先
一般社団法人セメント協会 普及部門
fseminar@jassoc.or.jp

【URL】 <https://jcafukyu.jp>

【講座の内容】

- セメント系補修・補強材料の基礎知識
- コンクリート舗装の基礎知識
- セメント系固材の基礎知識

知識の習得、本日の内容の復習にご活用ください

「廃棄物」と呼ぶか、
「資源」と呼ぶか。
それは未来への選択です。

私たちの暮らしを支え、
生命を守るインフラ。

セメントは、この国のインフラ整備に
欠かせない素材ですが、
単なる建築素材だけではない
役割を担っているのです。

セメントは、製造工程において
実にさまざまな廃棄物・副産物を
代替原料・熱エネルギーとして
有効活用しています。

その量、1年間に約2800万t。
わが国で発生する廃棄物等の
循環利用のうち1割強にあたります。
原料は1450℃という高温で焼かれ、
有害な物質も分解されます。
これだけ大量の廃棄物を処理し、
二次的な廃棄物も出さない
産業は他にありません。

セメントの原料になった瞬間、
「廃棄物」はいなくなります。
セメントをつくることは、
循環型社会という未来を
築くことでもあるのです。

セメントをつくる。
そのとき、
廃棄物は生まれ変わる。

ご清聴有難うございました