

平成 22 年度
土地改良施設総合対策支援事業研修会
～ 簡易補修等の技術力向上対策～
テキスト

平成 22 年 9 月

みどり
全国水土里ネット

(全国土地改良事業団体連合会)

【テキスト目次】

農業水利施設のコンクリート構造物診断と補修	1
(簡易補修等による機能回復手法)	
1．対策検討の流れ	3
2．変状の種類と原因	4
3．簡易補修等による機能回復手法	20
4．簡易補修後の維持管理	39
5．直営施工における化学製品の正しい取扱い方法	40
添付資料	47

農業水利施設の
コンクリート構造物診断と補修
～簡易補修等による機能回復手法～

農業水利施設の コンクリート構造物診断と補修 (簡易補修等による機能回復手法)

土地改良施設機能更新等検討委員会

土地改良施設機能更新検討委員会名簿

	氏名	所属
委員長	森 丈久	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 農村総合研究部 地域資源保全管理研究チーム 上席研究員
委員	阿部 幸継	三祐コンサルタンツ/アセットマネジメント部 部長
委員	上條 達幸	ショーボンド建設/首都圏北陸支社 主幹
委員	笠井 和弘	飛島建設/土木事業本部/土木技術部/設計グループ /コンクリート構造チーム 課長
委員	蛭川 善仁	三祐/開発技術部/取締役開発技術部長
委員	安達 修	全国土地改良事業団体連合会/技術顧問
オブザーバ	山田 淳	農林水産省農村振興局 /整備部/設計課/施工企画調整室 課長補佐
オブザーバ	石井 博紀	農林水産省農村振興局 /整備部/設計課/施工企画調整室 土木積算係長
事務局	白木 哲二	全国土地改良事業団体連合会/技術開発部 部長
事務局	鈴木 孝	全国土地改良事業団体連合会/技術開発部 次長
事務局	古賀 祐治	全国土地改良事業団体連合会/技術開発部 主任

本事業で扱う簡易補修とは...

コンクリート構造物に生じた変状の原因を診断（点検）する。

診断

適切な時期に治療（補修）を行うことで、従前と同程度の機能回復を図り、構造物を長持ちさせることができる。

治療

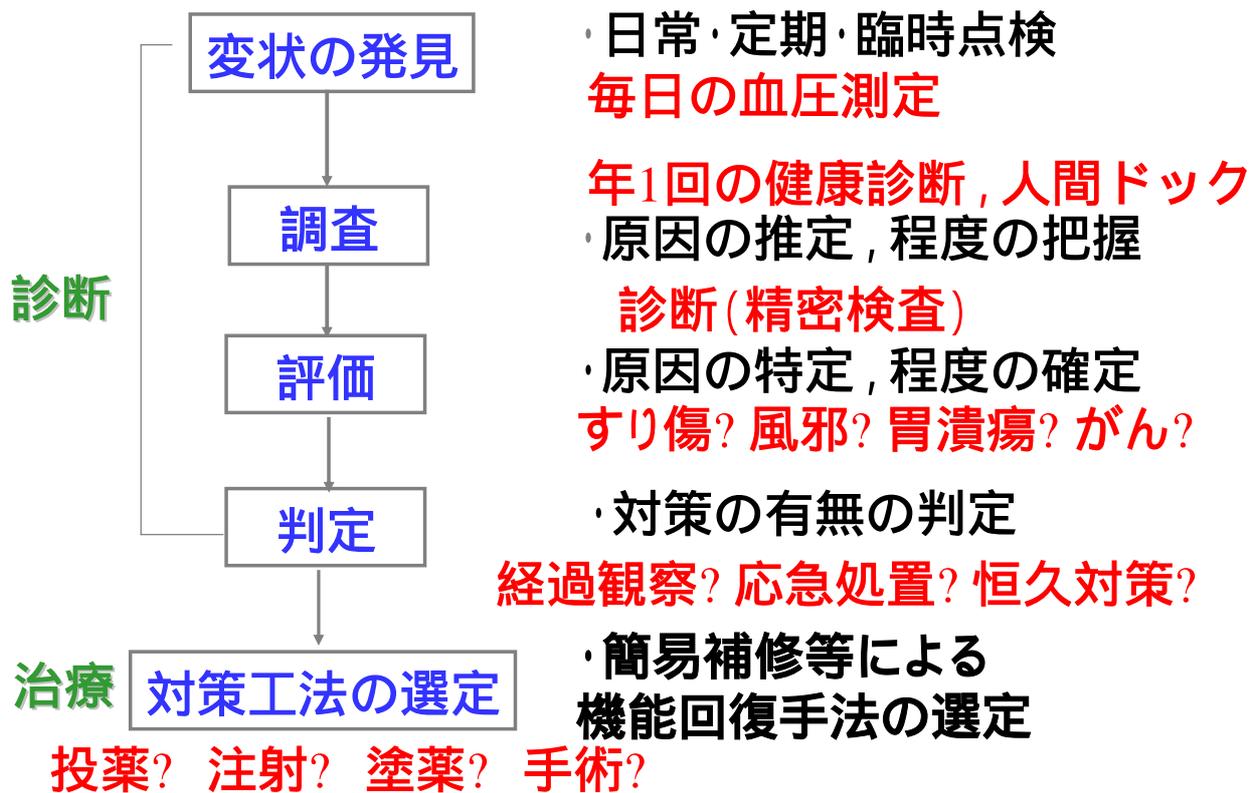
土地改良区等の管理者が、
自らの診断で原因を推定し、
自ら治療方法（補修方法）を決定して、
自らが治療・投薬（施工）する。

3.4で簡易補修の可能性を検討
×で評価

本日の内容

- 1．対策検討の流れ
 - 1.1 点検ポイント（変状の発見）
- 2．変状の種類と原因
 - 2.1 初期欠陥の種類と原因
 - 2.2 劣化の種類と原因
 - 2.3 損傷の種類と原因
- 3．簡易補修等による機能回復手法
 - 3.1 簡易補修の適用範囲
 - 3.2 一般的な補修工法の種類
 - 3.3 補修材料の性質
 - 3.4 変状の原因と種類に応じた補修工法
 - 3.5 簡易補修等による機能回復手法
（簡易補修が可能な工法）
- 4．簡易補修後の維持管理
- 5．直営施工における化学製品の正しい取扱い方法

1. 対策検討の流れ



1.1 点検のポイント(変状の見分け方)

調査対象：構造的機能

変状を発見し、原因(初期欠陥, 劣化, 損傷)を見分ける。

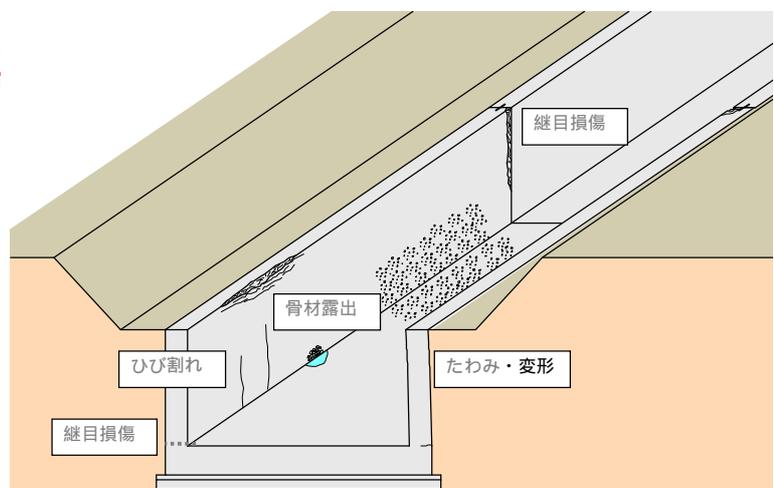
ポイント

特徴的な変状(ひび割れパターンなど)を見逃さない。

2. 変状の種類と原因

変状の種類

- (1) ひび割れ
- (2) 継目(目地)損傷
- (3) すりへり
(骨材露出)
- (4) たわみ・変形
- (5) 二次的変状
(錆汁, 鉄筋露出)
(エフロレッセンス)
(はく離・はく落など)



開水路の変状の例

変状の原因

- 1) 初期欠陥：設計，建設時の施工不良に起因
ひび割れ、豆板、空洞、砂すじ、
コールドジョイント、表面気泡等
- (2) 劣化：使用環境や材料に起因
高血圧，
糖尿病，
老眼など 時間の経過に伴って進行する変状
(凍害, 中性化, 化学的侵食, 塩害, ASR, 摩耗)
ひび割れ、浮き・はく落、錆汁、変色、エフロ
レッセンス、すりへり、骨材露出等
- (3) 損傷：荷重，構造設計，支持条件に起因
骨折など 地震などの短期的負荷によって変化する変状
ひび割れ、たわみ、変形、継目損傷，振動等

ひび割れ発生の原因

大分類	小分類
材料	セメント・骨材
施工	練混ぜ・運搬・打込み・締固め・養生 打継ぎ
	鋼材配置・型枠・支保工等
使用環境	温度・湿度・化学作用
荷重	長期的な荷重・短期的な荷重
構造設計	断面・鋼材量不足
支持条件	構造物の不同沈下・凍上

2.1 初期欠陥の種類と原因

設計, 建設時の施工不良に起因する変状

- (1) ひび割れ
- (2) 豆板(ジャンカ)
- (3) コールドジョイント
- (4) 砂すじ
- (5) 表面気泡

初期欠陥(1) ひび割れ

原因

- A.材料: 乾燥収縮, セメントの水和熱
- B.施工: 締固め不良, 急激な乾燥

変状の特徴

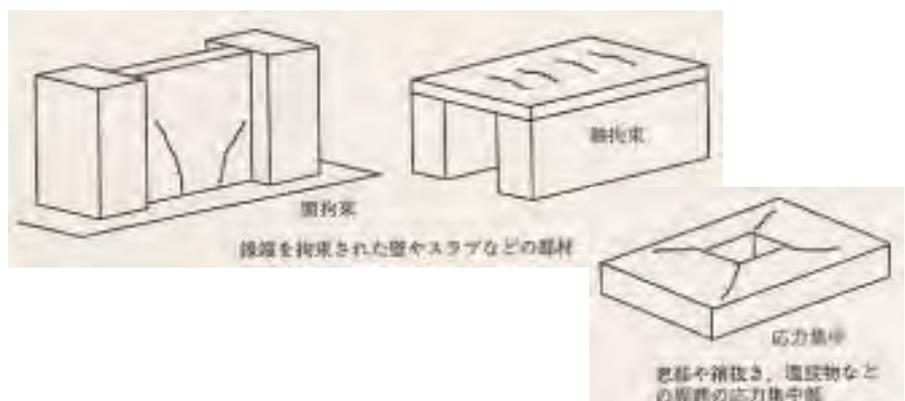
- A.等間隔など規則的なひび割れ

拘束された壁部材, 断面の大きな部材(貫通ひび割れ)

- B.特定箇所での不規則なひび割れ

低下する機能

- (1)中性化が速い
- (2)水密性の低下
(漏水)



初期欠陥(2) 豆板(ジャンカ)

原因
打設時の締固め不良

変状の特徴
粗骨材の露出

低下する機能
(1)中性化が速い
(2)粗度(係数)の上昇
(3)水密性の低下(漏水)



水路トンネル側面



開水路側壁

初期欠陥(3) / コールドジョイント

原因
打重ね時間を過ぎてコンクリートを打設した時、前に打設したコンクリートとの間に生じる不連続面。

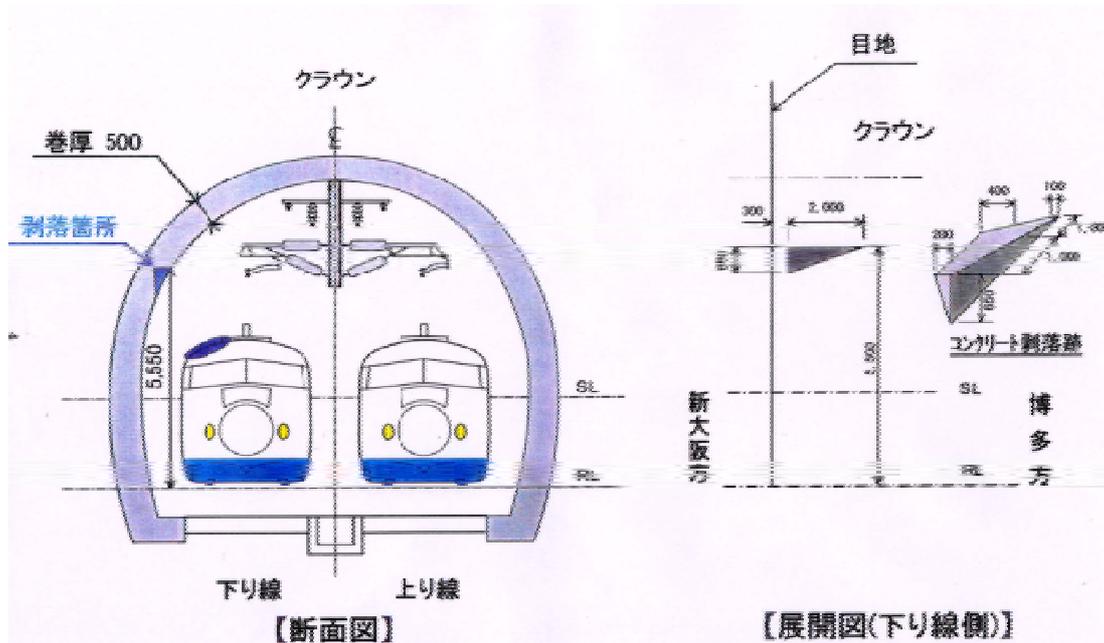
変状の特徴
(1)打継ぎ面のひび割れ
(2)打継ぎ面の骨材露出

低下する機能
(1)中性化が速い
(2)粗度(係数)の上昇
(3)水密性の低下(漏水)

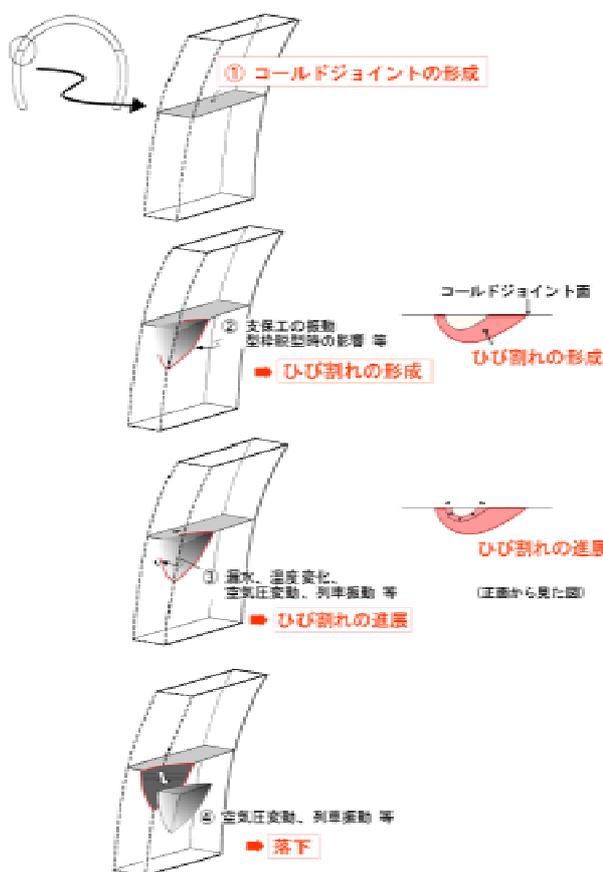


J R西日本（山陽新幹線）で見られた コンクリートの品質不具合事例

平成11年 コンクリート剥落（福岡トンネル）



コンクリート剥落(福岡トンネル)



付図-1 福岡トンネル覆工剥落の原因（想定模式図）

初期欠陥(4) / 砂すじ

原因

コンクリート中の水量が多く、材料分離して上方に移動する際に生じる。

加水の有無に要注意！

変状の特徴

コンクリート表面に、細骨材が縞状に露出する。



低下する機能

- (1)粗度(係数)の上昇
- (2)コンクリート表面の強度が低く、
摩耗に弱い

初期欠陥(5) / 表面気泡

原因:

コンクリート中に巻込まれた気泡がなくなり、表面に残ったもの

加水の有無に要注意！

変状の特徴

あばた面



低下する機能

- (1)粗度(係数)の上昇
- (2)コンクリート表面の強度が低く、
摩耗に弱い

2.2 劣化の種類と原因

時間の経過に伴って進行する変状
で特徴がある

使用環境や材料に起因

- | | |
|-----------|---------------|
| (1) 中性化 | (5) アルカリシリカ反応 |
| (2) 塩害 | ASR |
| (3) 凍害 | (6) すり減り(摩耗) |
| (4) 化学的侵食 | (7) 風化・老化 |

劣化(1) 中性化

原因・メカニズム

- ・大気中の二酸化炭素が コンクリート表面から浸入し、コンクリートのアルカリ性が失われる現象

変状の特徴

RC構造物特有の変状

鉄筋が錆び、鉄筋に沿ったひび割れが発生する。

錆の膨張圧で かぶりコンクリートがはく離・はく落する。

初期欠陥でかぶり厚不足が契機になる場合がある

低下する機能

耐久性



中性化試験

(フェノールフタレイン法)



開水路側壁: 鉄筋露出

劣化(2)塩害

原因・メカニズム

海岸部の構造物に、潮風や波しぶきがかかり、塩分が経年と共にコンクリート内部に浸透し、内部の鋼材が腐食する

農作物に塩害が発生する地域の構造物も要注意である。

変状の特徴

RC構造物特有の変状

鉄筋に沿ったひび割れが発生

錆汁の発生

錆の膨張圧で、かぶりコンクリートがはく離・はく落する

低下する機能

耐久性

安全性能

耐荷性能



劣化(3)凍害

原因・メカニズム

寒冷地域(最低気温が - 2 以下になる地域)でコンクリート中の水分が凍結、融解を繰り返すことで、微細なひび割れや表層部のはく離が発生し、表面からポロポロになる現象

変状の特徴

スケーリング

鱗状の微細なひび割れと表層はく離

ポップアウト

骨材がはじけて円錐状のはく離

低下する機能

耐久性

安全性能

粗度(係数)の上昇

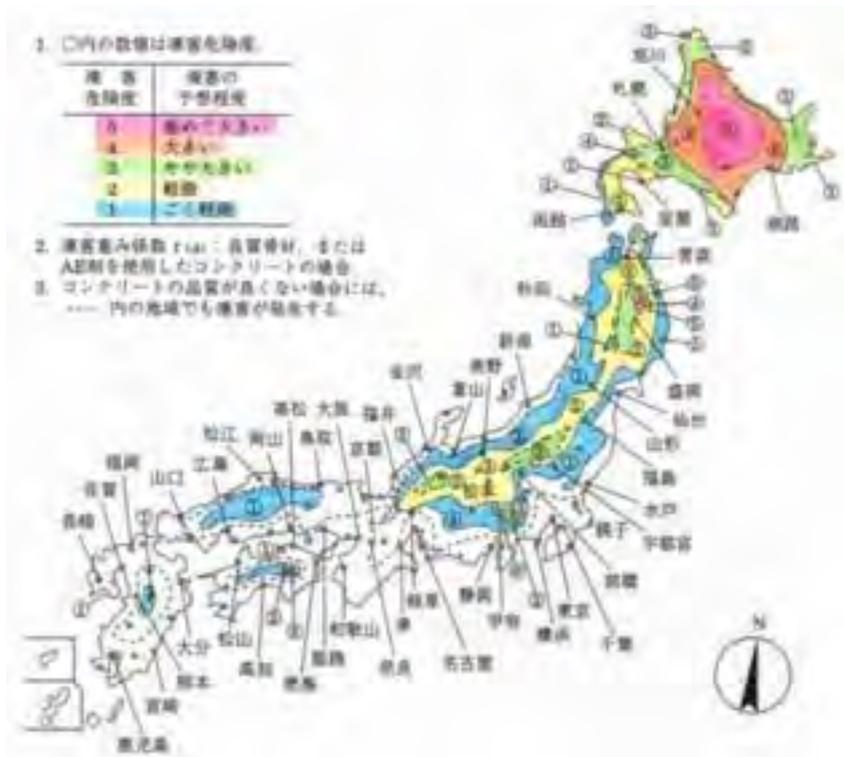


開水路側壁(南面)



壁高欄

凍害危険度の分布図



最低温度

1~2: なし

$T > -2$

3: やや大きい

$-2 \quad T > -5$

4: 大きい

$-5 \quad T > -10$

5: 極めて大きい

$-10 \quad T$

劣化(4) 化学的侵食

原因・メカニズム

温泉地域や下水道施設で、
酸性物質や硫酸イオンが
コンクリートを溶かし、ポロ
ポロになる現象

変状の特徴

表面からの崩壊

低下する機能

耐久性

安全性能

粗度(係数)の上昇



下水道 管渠



堰

劣化(5) アルカリシリカ反応

原因・メカニズム

コンクリート中のアルカリ分と骨材のシリカ鉱物が反応し、シリカゲルを生成する。このゲルが吸水膨張して、ひび割れが発生する

変状の特徴

壁・擁壁等では網状や亀甲状に発生

柱・梁等では鉄筋に沿って軸方向に発生

骨材回りに反応リムが発生

低下する機能

耐久性

安全性能

水密性の低下



排水機場の壁

劣化(6)

摩耗(すりへり)

原因

流水中に含まれる砂礫による摩耗
長期間流水に接触することによるカルシウム化合物の溶脱

変状の特徴

骨材の露出

(モルタル分の流出)

コンクリート表面の凹凸

(骨材自身の摩耗)

低下する機能

粗度(係数)の上昇



開水路壁面



水路 底版部

劣化(7) 風化・老化

これまで説明したような、劣化を促進する因子に関係なく、**通常の使用条件で経年的にコンクリートが変質・劣化**していく現象

卓越する作用	顕在化する変状	低下する機能
微粒子付着	汚れ(変色)	美観
生物付着	汚れ(変色)	美観
水との接触による 成分溶出	汚れ, エフロレッセンス, 強度低下, pH低下	美観, 使用性, 耐荷性

二次的変状(1) / エフロレッセンス

原因

コンクリートの可溶成分が表面に移動し、炭酸ガスの吸収等により析出する
(ひび割れやコールドジョイント等の変状の有無とも関連)

変状の特徴

コンクリート表面に白色の結晶物が析出する(白華)

低下する機能

水密性の低下
中性化が速い



水槽: コールドジョイントから



水槽: セバ孔, 打ち継目から

二次的変状(2) / 錆汁

原因

初期欠陥(かぶり不足),劣化(塩害,中性化)により鋼材が腐食する。

変状の特徴

錆汁の析出

低下する機能

耐荷力

耐久性

重大な損傷につながる場合がある



二次的変状(3) 浮き・はく落

原因

初期欠陥(かぶり不足),劣化(塩害,中性化)により鋼材が腐食し,かぶりコンクリート片が押し出される。

変状の特徴

鉄筋に沿ったひび割れ

鋼材の露出

低下する機能

耐荷力

耐久性

コンクリート片の落下による
第三者被害の恐れがある。



道路橋梁部

2.3 損傷の種類と原因

荷重, 構造設計, 支持条件に起因

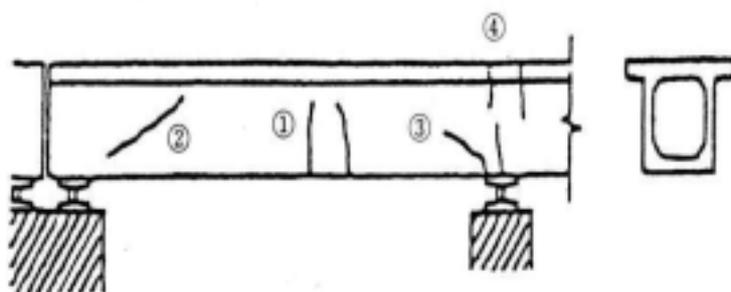
地震などの短期的負荷によって変化する変状

- (1) ひび割れ(構造的)
- (2) たわみ, 変形
- (3) 継目(目地)損傷

損傷(1) ひび割れ(構造的)

RC構造の場合

0.3mmを超える曲げひび割れやせん断ひび割れ()には **要注意**



- ①: 曲げひび割れ, ②: せん断ひび割れ, ③: 支点上の局部応力過大,
- ④: プレストレストの不足や支点沈下の影響



水路橋: せん断力不足

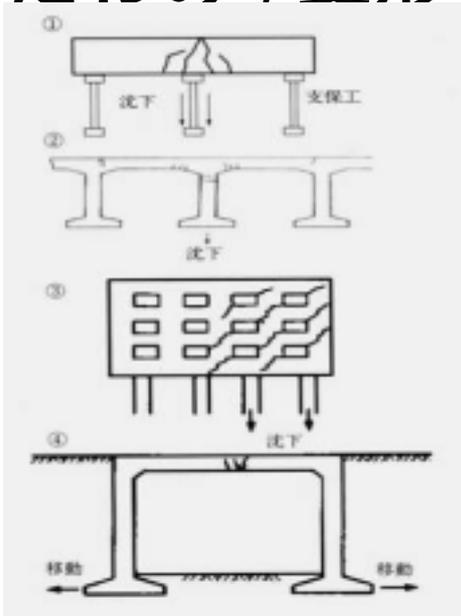
水路トンネルひび割れからの漏水



トンネル肩口の位置で軸方向に伸びているひび割れは**要注意**

覆工背面の空洞や偏圧等が原因と考えられる。

損傷(2) たわみ, 変形



開水路底版(浮力による損傷)



支点の不同沈下によるひび割れ(支持力不足) 開水路側壁(凍上圧の補強対策)

損傷(3)目地損傷 角欠け

$$b = L \times \alpha \times (T_1 - T_0)$$

b: 目地の長さ変化(mm)

$\alpha: 10 \times 10^{-6} /$

コンクリートの熱膨張係数

L: 側壁の長さ(mm)

T_0 : 年間最高気温()および
年間最低気温()

T_1 : 目地設置時の気温()

L=10mの時, $\pm 1\text{mm} / 10$



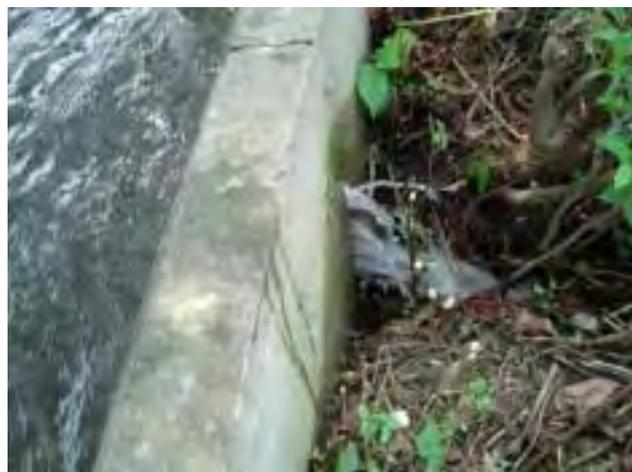
開水路側壁: 長さ変化(膨張)

損傷(3)目地損傷



目地材の脱落

原因: 長さ変化(膨張)



目地からの漏水

原因: 目地材の脱落

損傷(3)目地損傷



目地衝突による躯体の破損

嵩上げ部のひび割れ

打継部からの漏水

原因: 目地位置の間違い

原因: 目地幅の設定間違い

(施工不良)

摩耗(老朽化)

損傷(3)目地損傷

下記既存補修工は1年以内の再損傷事例が多い。

原因: シーリング材の耐久性不足

目地の伸縮に対応できない



シーリング材による施工



表面被覆による施工

3. 簡易補修等による機能回復手法

3.1 簡易補修の適用範囲

適用範囲：ひび割れや目地からの漏水

初期欠陥部，断面欠損部など，

適用外

変状原因や劣化過程の特定が困難な場合

（塩害，凍害，ASR，化学的侵食）

大掛りな仮設，補修機材や

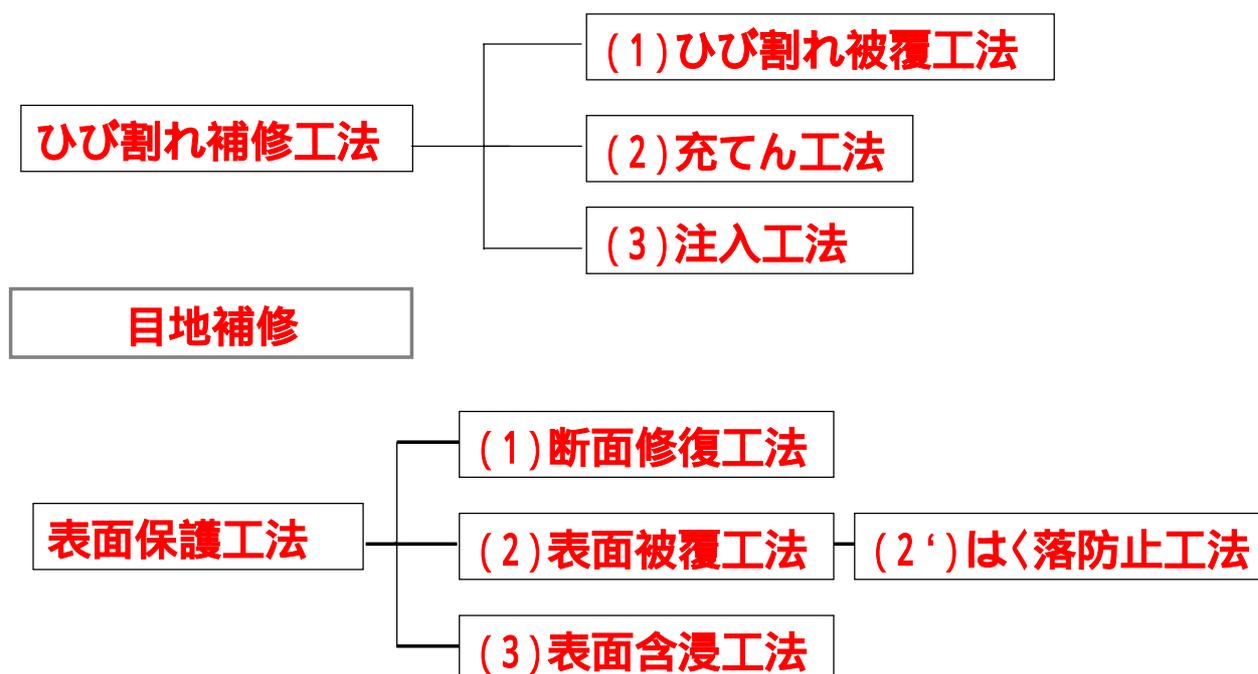
特殊，あるいは危険を伴う工具が必要な場合

（大規模な足場，モルタル吹付け機，超高压WJなど）

補修面積や延長が広範囲となり、

相当の作業日数が必要となる場合

3.2 一般的な補修工法の種類 (簡易補修等による機能回復手法)



3.3 補修材料の性質

比較項目	セメント系	ポリマーセメント系		ポリマー系 (合成樹脂系)
		小	← P/C → 大	
弾性係数	高	←————→		低
曲げ・引張強度	弱	————→		強
付着強度	弱	————→		強
耐湿潤面		←	可 →	材料選定
吸水性	大	←————→		小
熱膨張係数	小	————→		高
価格	低	————→		高

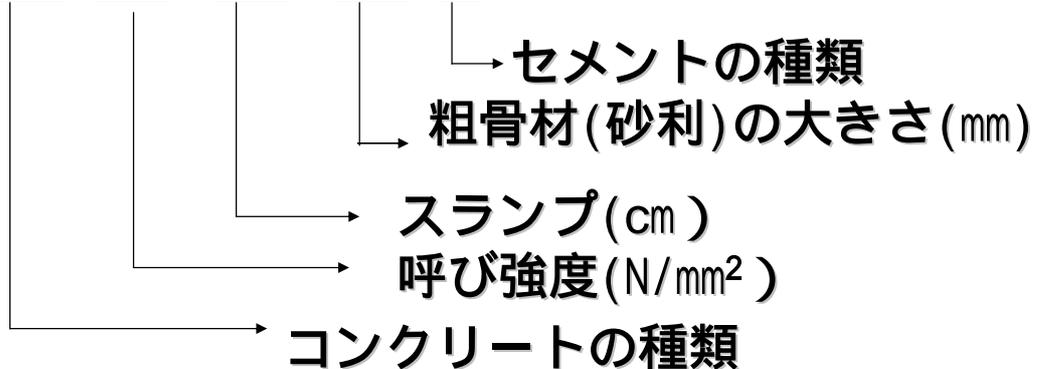
詳細は添付資料-1,2を参照のこと

セメントコンクリートの選び方

まだ固まらないコンクリート

生コン = レディーミクストコンクリート (JIS A 5308)

呼び方: 普通 24 - 12 - 25 N



購入先: JIS認証 かつ (適)マーク工場

練混ぜから1.5時間以内に荷下ろしできること

良いコンクリートをつくるポイント

良いコンクリート = ひび割れのないコンクリート

1. 打設(作業)途中で水を加えない(加水禁止)
2. 良く突き固める
3. 養生中は乾燥させない。

最低5日間は, 散水やスポンジマットで表面を覆う

冬場は, 午前中に作業(打設)を終わる
コンクリート表面を凍らせない

3.4 変状の種類と原因に応じた補修工法

3.4.1 初期欠陥に応じた補修工法

3.4.2 劣化に応じた補修工法

3.4.3 損傷に応じた補修工法

3.4.1 初期欠陥に応じた補修工法

初期欠陥の種類	補修方針	選択可能な補修工法	簡易補修の可能性
ひび割れ	漏水防止	ひび割れ補修工法	
豆板(ジャンカ)	漏水防止 粗度改善	ひび割れ補修工法 断面修復工法	
コールドジョイント	漏水防止 粗度改善	ひび割れ補修工法 断面修復工法	
砂すじ	粗度改善	断面修復工法(素地調整)	
表面気泡	粗度改善	断面修復工法(素地調整)	

3.4.2 劣化に応じた工法選定

種類	補修方針	選択可能な補修工法	簡易補修の可能性
中性化	中性化したコンクリートの除去 補修後のCO ₂ , 水の遮断	断面修復工法 ひび割れ補修 (表面被覆工法)	×
塩害	Cl ⁻ が浸透したコンクリートの除去 補修後のCl ⁻ , 水, 酸素の遮断	断面修復工法 表面被覆工法	×
凍害	劣化したコンクリートの除去 補修後の水の遮断	断面修復工法 表面被覆工法	×
アルカリ シリカ反応 (ASR)	劣化したコンクリートの除去 補修後の水の遮断	断面修復工法 ひび割れ補修 表面被覆工法	×
化学的 侵食	劣化したコンクリートの除去 補修後のコンクリートの防食	断面修復工法 表面被覆工法	×
すり減り (摩耗)	摩耗面の修正 (粗度改善)	断面修復工法 (表面被覆工法)	

: 施工条件によって判断する。

×: 専門家に相談する

3.4.3 損傷に応じた補修工法

損傷の種類	補修方針	選択可能な補修方法	簡易補修の可能性
ひび割れ (構造的)	重大な損傷につながる場合がある 詳細調査を行い補強対策を検討する 専門家に相談する		×
たわみ, 変形			×
継目(目地)損傷	漏水防止	シーリング材の充てん (充てん工法)	
		テープによる補修 (表面被覆工法)	

3.5 簡易補修等による機能回復手法 (簡易補修が可能な工法)

3.5.1 ひび割れ補修工法

- (1) ひび割れ被覆工法
- (2) 充てん工法
- (3) 注入工法

3.5.2 表面保護工法

- (1) 断面修復工法
- (2) 表面被覆工法
- (3) 表面含浸工法

耐久性から見た補修の要否

補修を必要とする ひび割れ幅(mm)	要因	耐久性（鉄筋腐食の環境）			防水性
		厳しい	中間	ゆるやか	-
大		0.4以上	0.4以上	0.6以上	0.2以上
中		0.4以上	0.6以上	0.8以上	
小		0.6以上	0.8以上	1.0以上	

農業水利施設のコンクリート構造物調査・評価・対策工法選定マニュアル
H19.3 農林水産省農村振興局整備部設計課 施工企画調整室

開水路：中間，中 0.6mm以上

頭首工のエプロン：厳しい 0.4mm以上

パイプライン付帯施設，弁，分水工の水槽：0.2mm以上

ひび割れ幅に応じた補修工法の分類

補修目的	ひびわれの現象・原因		ひびわれ幅* (mm)	補修工法**			
				ひび割れ被覆工法	注入工法	充填工法	浸透性防水剤の塗布工法
防水性	鉄筋が腐食していない場合	ひびわれ幅の変動 *** 小	0.2以下	○	△		○
			0.2~1	△	○	○	
		ひびわれ幅の変動 大	0.2以下 0.2~1	△ △	△ ○	○	○
耐久性	鉄筋が腐食していない場合	ひびわれ幅の変動 小	0.2以下	○	△	△	
			0.2~1	△	○	○	
		1以上		△	○		
		ひびわれ幅の変動 大	0.2以下	△	△	△	
			0.2~1	△	○	○	
	1以上		△	○			
鉄筋腐食		-			○		

3.5.1 ひび割れ補修工法 & 目地補修工法

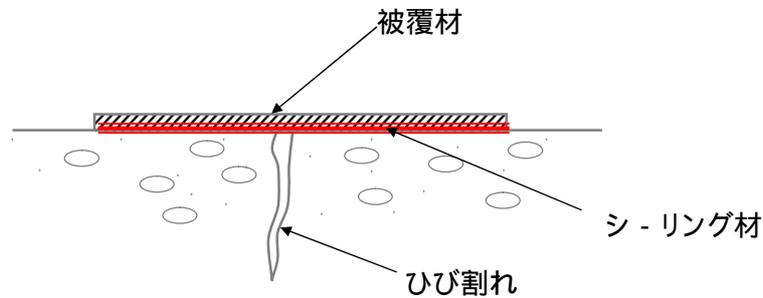
目的: 防水性・耐久性の向上, 躯体の一体化

- (1) ひび割れ被覆工法 (表面塗布工法)
- (2) 注入工法
- (3) 充てん工法

(1) ひび割れ被覆工法

目的: 防水性、耐久性の向上

適用: 微細なひび割れ(0.2mm以下)



ひび割れ被覆工法

↓ ひび割れ幅が0.6mm以上, かつ
ひび割れ追従性が0~1mm程度

テープ貼付け工法の開発

ひび割れ / 目地補修工法 (ひび割れ被覆工法)

特殊フィルムによる補修



【特殊フィルム】



テープ(幅135mm × 長さ10m) 1液型ウレタン系シーリング材

【適用】

下地の凹凸 : 1mm以上, 目地間隔 : 3m未満

目地幅 : 10mm未満, ひび割れ幅 : 1mm未満



ヘラにて均等に塗布



特殊フィルムを接着

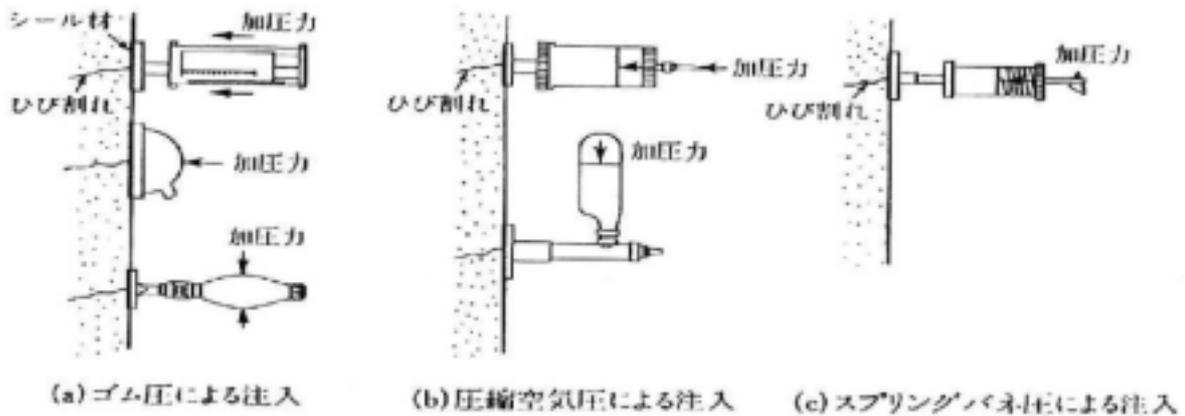


完成

(2) 注入工法

目的: 防水性、耐久性、躯体との一体化

適用: 幅0.2 ~ 1.0mmのひび割れ

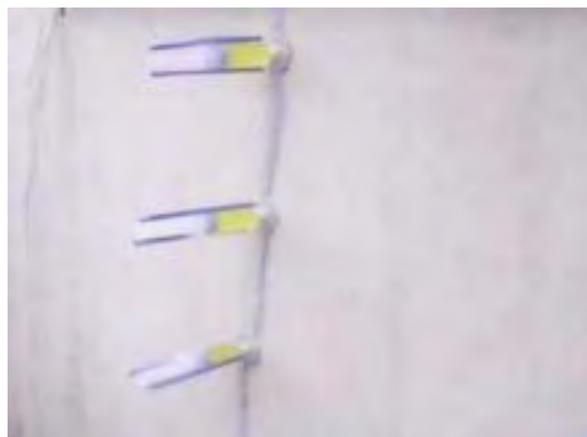


低圧低速注入工法による補修方法の一例

「ピックス工法」(ショーボンド建設)
は、コンクリート構造物のひび割れ補修工法の1つで、ゴムチューブを使用した特殊注入器具によって低圧で時間をかけ、ひび割れの奥深くまで接着材を注入する工法です。注入作業のほとんどをゴムチューブが受け持つ、省力化されたひび割れ補修工法です。



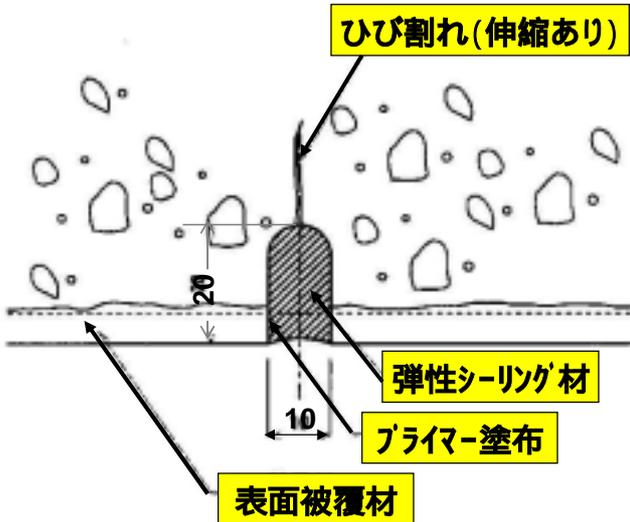
「ボンド シリンダー工法」(コニシ)
は、コンクリートのひび割れへの自動式低圧樹脂注入工法です。注入材のエポキシ樹脂は低粘度・中粘度を使い分け、ひび割れの奥深くまで注入します。



(3) 充てん工法(Uカット工法) 幅0.5mm以上のひび割れ補修方法

概略図

施工概略図および実施例：



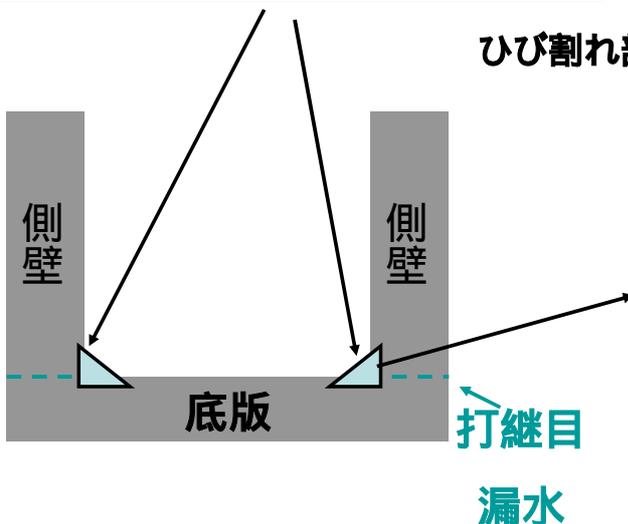
充てん工法 ひび割れ / 目地補修

打継部の脆弱部をはつり、断面修復材(ポリマーセメントなど)で補修する

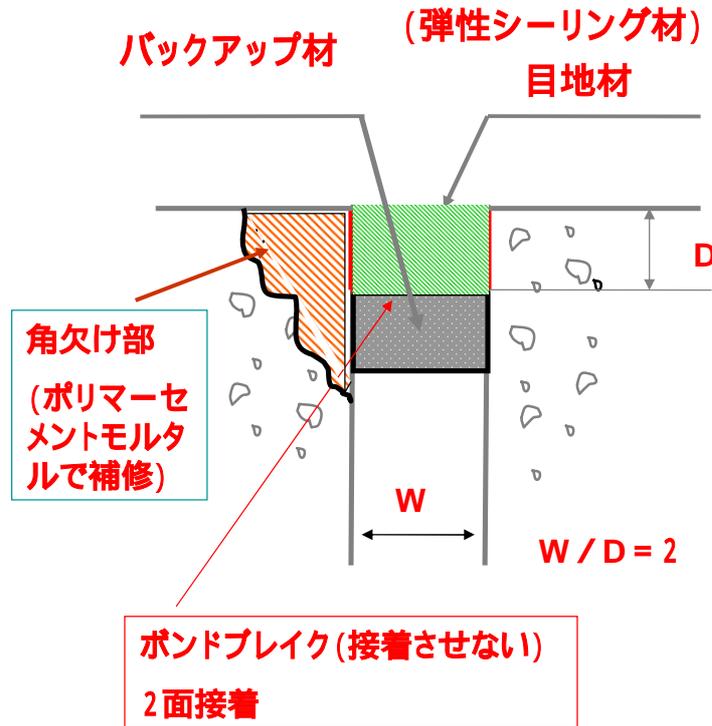


特別教育の受講

ひび割れ部をUカットした後、シーリング材を充てん



目地充てん工法（汎用的な工法）



目地補修工法

弾性シーリング材による補修

(充てん工法)



目地に残った古い目地材をはつき落とす



ヘラで仕上げて完成

ひび割れ / 目地補修工法 (充てん工法)

水中パテによる補修 手で簡単に作業ができ水がある状況でも補修が可能



ひび割れ部をU字カットした後、手でパテを充てんすれば完成



本剤と硬化剤を1:1の割合で混ぜる

目地補修工法

シートによる目地補修 (茨城県、福井県、宮城県にて実施)



目地にシートをかぶせる。その際に、ブチルゴムシールにより構造物に接着させる



シートの両側をアルミフレーム(アンカー止め)で固定し完成



アルミフレームとアンカー

注入材・充てん材の選定

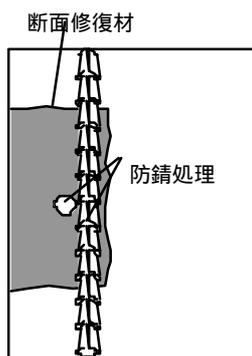
材料の種類 項目	土木補修用 エポキシ樹脂 注入材1種	土木補修用エ ポキシ樹脂注 入材 2種	土木補修用 エポキシ樹脂 注入材 3種	土木補修用 充填材 ポリマーセメント系	土木補修用 充填材 シーラント系
ひび割れ進行区分*1	B		A	B	A, B
ひび割れ幅 (mm)	0.2~5.0			5.0<	
粘 度 (mPas)	1,000以下	4±1 *2	1,000以下	10,000以下	ダレを認めず
可使時間 (分)	30以上	30以上	30以上	30以上	240以上
硬化時間 (時間)	16以内	16以内	24以内	16以内	24以内
硬化収縮 (%)	0.1以下	0.1以下	0.1以下	0.1以下	—
伸び率 (%)	—	50以上	100以上	—	800以上
モルタル付着強さ (乾 燥面)(N/mm ²)	6以上	6以上	6以上	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(%)*3	60以上	60以上	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:チキントロピック係数 2rpm/20rpmの粘度で表す.					
*3:規格に対する百分率					

要注意 (伸びない)

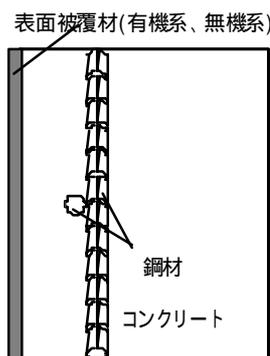
3.5.2 表面保護工法

目的: 耐久性の向上, 劣化の抑制

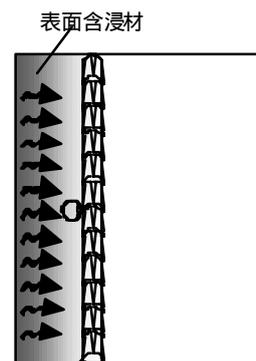
- (1) 断面修復工法
- (2) 表面被覆工法・・・(2')はく落防止工法
- (3) 表面含浸工法



(1) 断面修復工法



(2) 表面被覆工法

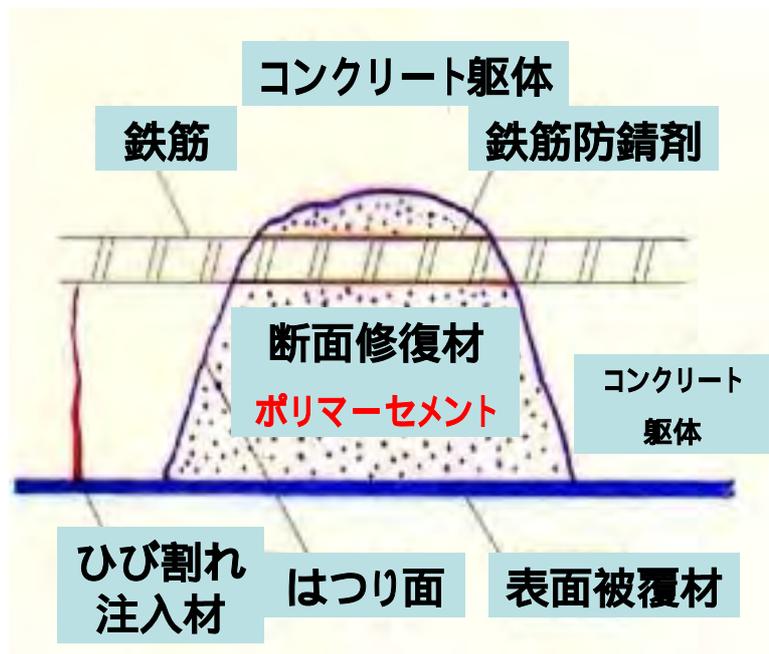


(3) 表面含浸工法

(1) 断面修復工法

目的

劣化により元の断面を喪失した場合の修復、中性化や塩化物イオンなどの劣化因子を含むかぶりコンクリートを撤去した場合のかぶりを確保する。



断面修復材への要求性能

- 躯体コンクリートと同等の性能を有すること。
- 圧縮，引張，曲げ，弾性率，
- 膨張係数，電気抵抗etc.
- 乾燥収縮・硬化収縮が小さいこと。
- 接着強度に優れること。
- 施工性に優れること(施工環境・条件)。

ポリマーセメント

断面修復工法

補修対象:底面,壁面
豆板(ジャンカ)コールドジョイント



プライマーを塗布し
接着性を良くする



プレミックスタイプは
規定量の水を混ぜるだけ
で使用可能



ポリマーセメントモルタルを
左官作業にて壁面に塗る



養生剤を塗布し仕上げる



豆板の補修

(2) 表面被覆工法

目的

表面被覆材により,コンクリート中への塩化物イオン,CO₂,水分など鉄筋に有害な物質の侵入を遮断し,劣化進行を抑制する.

粗度係数を改善する.

耐摩耗性を改善する.

耐久性,美観の向上を図る.



有機系(塗装)



ポリマーセメント系

表面被覆材(塗装)への 要求性能

劣化因子の遮断性(CO₂, O₂, Cl⁻, 水, etc.)

付着性

ひび割れ追従性

耐アルカリ性(耐薬品性)

耐候性

コンクリート専用の表面被覆材を選択する

簡易補修で使用される表面被覆材 の種類と特長

種 類	長 所	短 所
有機系 (塗装)	美観が良い	炎で焦げる 傷がつく
ポリマーセメント系	燃えない 傷つきにくい	左官作業で熟練 がいる
フィルム系 /シート系	部分補修が 簡単	炎で焦げる 傷がつく

有機系表面被覆工法

表面を清掃しプライマーを塗布後、ドライネットを貼る。その上にエポキシ樹脂とトップコートとしてアクリルウレタンを塗布。

エポキシ樹脂とネットによる表面保護
(愛知県にて実施)



ドライネット貼り付け状況



エポキシ樹脂とガラスクロス張りによる目地補修
(愛知県にて実施)

- 清掃
- プライマー塗布
- ドライネット貼り付け
- エポキシ樹脂塗布
- アクリルウレタン塗布

ポリマーセメント系表面保護工法



高圧水で壁面を洗浄し、ゴミやコンクリートの弱い部分を落とす



プライマーを塗布し、接着性を良くする

兵庫県、広島県、大分県では養生剤ではなくコンクリート改質材を使用



ポリマーセメントモルタルを左官作業にて壁面に塗る



仕上げに養生材を塗布

フィルム系表面被覆工法

特殊フィルムによる表面保護

(北海道、茨城県、福井県、宮城県にて実施)



表面を清掃してプライマーを塗布



シート貼り付け



エポキシ樹脂接着剤を塗布



空気を抜き密着させて完成



(2') はく落防止工法

目的

コンクリート片落下による
第三者障害の防止

使用材料

- ネット(ガラス繊維, ビニロン繊維)
- エポキシ樹脂接着剤含浸材
- シートなど



適用部位

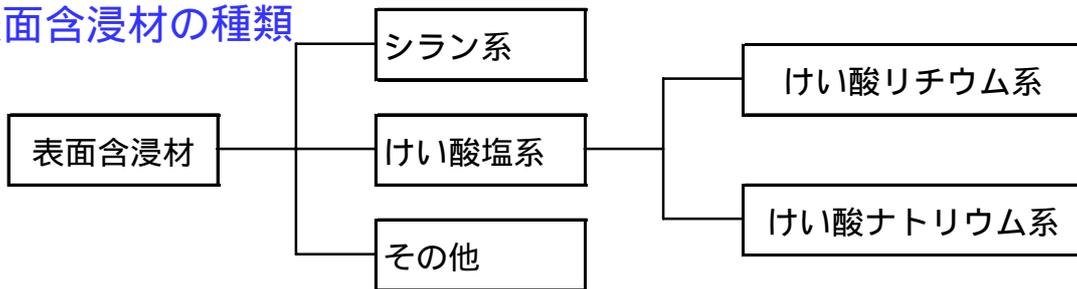
床版水切部, 壁高欄の外側

(3) 表面含浸工法

目的

コンクリート表面から内部へ浸透，含浸させることにより，表層部に撥水性やアルカリ性を付与して，劣化を抑制する。

表面含浸材の種類



表面含浸工法

シラン系表面含浸材



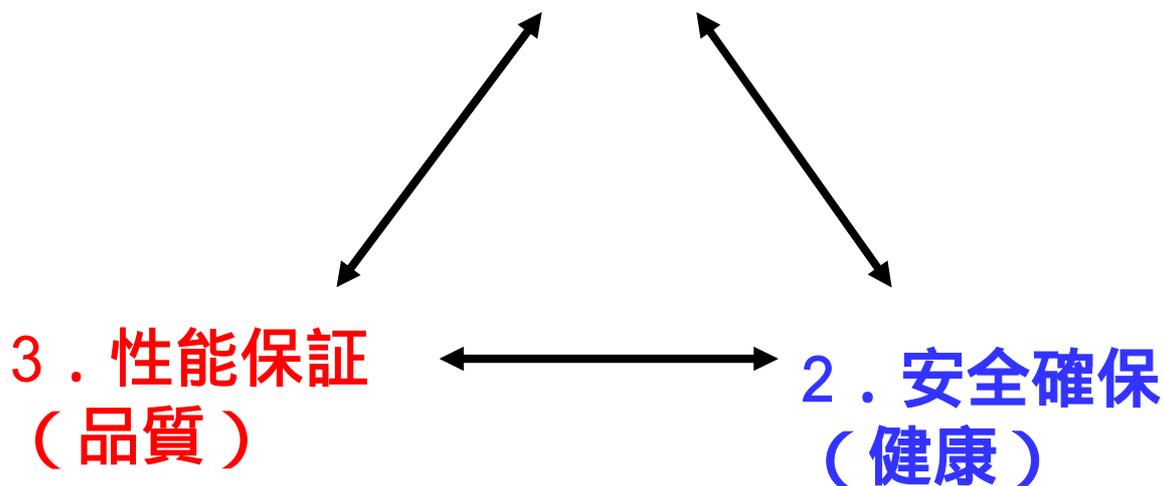
ケイ酸(シリカ)塩系表面含浸材
コンクリート中のカルシウムと結合して硬化することからコンクリート表面の細かいひび割れを補修する



カルシウムと反応させる実験

5. 直営施工における 化学製品の正しい取扱い

1. 相手を知る（化学製品とは）



1. 相手を知る（化学製品とは）

天然にあるもの：水，チツソ，酸素，タンパク質etc.
人工のもの＝主として“石油”から作られもの

良いものと悪いもの？

区別できない

適量を超えた場合に
健康などに影響がある。
ただし、
アレルギー体質の人は、
量には無関係！



身の回りにある化学製品の例

(独)製品評価技術基盤機構HP抜粋

建設業界における化学製品

1. セメント ————— 粉末（吸込み易い）
液状（濡れ易い）

2. 塗料
3. 接着剤
4. シーリング材

液状（濡れ易い）
臭い（蒸気）

化学製品を使用する上で 覚えておきたい記号

1 . MSDS

2 . F

3 . GHS

MSDS (製品安全データシート) Material Safety Data Sheet

製品の身分証明書

- | | |
|----------------------------|----------------|
| 1. 製品名および会社情報
(会社名, 住所) | 9. 物理的および化学的性質 |
| 2. 危険有害性の要約 | 10. 安定性および反応性 |
| 3. 組成および成分情報 | 11. 有害性情報 |
| 4. 応急処置 | 12. 環境影響情報 |
| 5. 火災時の措置 | 13. 廃棄上の注意 |
| 6. 漏出時の措置 | 14. 輸送上の注意 |
| 7. 取扱いおよび保管上の注意 | 15. 適用法令 |
| 8. 暴露防止および保護措置 | 16. その他の情報 |

JIS Z 7250:化学物質等安全データシート(MSDS)
- 第1部:内容および項目の順序

F = ノンホルムアルデヒド
(使用に制限がない)

シックハウス症候群

防腐剤, 塗料溶剤, 接着剤, 防蟻剤

ホルムアルデヒド(発ガン物質)

F, F の場合は,
密閉された空間で使用しない。

要 換気!

GHS Globally Harmonized System 世界調和 システム

+ 注意喚起語

危険(Danger)

警告(Warning)

環境省HPより抜粋



GHSが導入されると、このようなラベル表示がなされます



- 1 [●●●×××
- 2 [Pictograms: Corrosive and Flammable]
- 3 [危険]
- 4 腐食性/引火性の高い液体および蒸気
皮膚及び目への接触を避けること
火気及び発火源に近づけないこと
- 5 [応急処置]
皮膚についた場合は、付着した衣服を脱ぎ、患部を水で洗うこと。
刺激を感じる場合は、患部の影響を仰ぐこと。
目に入った場合は、直ちに流水で少なくとも15分間洗い流し、
医師の影響を仰ぐこと。
- 6 ●●××株式会社 電話 (●●) ●●●-●●●●

- ① 化学品に関する情報—化学物質名、製品名などを記載します。
- ② シンボルマーク—危険有害性の程度を示します。
- ③ 注意喚起語—危険有害性の程度に応じ、「危険」または「警告」といったことばが明記されます。なお、「危険」は「警告」に比べ、より危険有害性のレベルが高い場合に用いられます。
- ④ 危険有害性情報—製品の危険有害性の性質を説明しています。
- ⑤ 注意書き—誤った取り扱いによって生じる被害を防止する措置や応急措置、換気方法などを記載します。
- ⑥ 製造業者または供給業者に関する情報—製造業者または供給業者の名称、住所、電話番号などを記載します。

環境省HPより抜粋

2. 安全を確保の3原則

安全 = 健康

1. カブレ防止

洗顔，手洗い，爪切りの奨励

これまでに，接着剤，塗料などでかぶれたことのある人は，絶対に取り扱わない！

2. 水，火，衝撃はダメ！

3. 保管（決められた数量）

安全・かぶれ防止用の保護具の例



作業服（長袖，長ズボン）



化学防護手袋またはゴム手袋



保護クリーム
（保護具と併用）



ゴーグルタイプ
保護眼鏡



ヘルメット＋
保護面または
帽子



有機溶剤用
防護マスク

保護クリームは治療薬ではありません。
かぶれた後では効果ありません。

3. 性能保証の3原則

1. 配合比を守る

セットで使う，少量の使用は計量する
体重計は使用厳禁

2. よく混ぜる

専用容器，専用攪拌機を使用する
手混ぜは厳禁

3. 異物を入れない

水やシンナーを入れない
結露注意（塗装は特に注意）

参考：維持管理に関する参考文献

1. コンクリート標準示方書「維持管理編」

土木学会

2. コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針 - 2003 - ・ - 2009 -

日本コンクリート工学協会

3. コンクリート診断技術

(コンクリート診断士テキスト)

日本コンクリート工学協会

力を合わせ、きれいな環境
を維持管理しましょう

終

添 付 資 料

有機系材料の得失と主用途

樹脂名	長所	短所	用途
エポキシ樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート、金属、ガラス、木材、プラスチックなど広範囲の材料に対する接着性に優れている ・硬化収縮が少なく、内部応力の原因となるゲル化後の収縮が少ない ・低粘度からパテ状まで、作業に合わせて粘性を変えられることができる ・用途に合わせて硬化物(柔軟～硬質)をつくることができる ・耐水性、耐アルカリ性、耐弱酸性、耐溶剤性に優れている ・電気特性に優れている ・硬化中に揮発物を放出しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐候性に劣る ・耐酸性はビニルエステル樹脂より劣る 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートに発生したひびわれの補修材料 ・ひびわれの注入材と充てん材 ・断面修復材(樹脂モルタル・コンクリート)の結合材 ・防食ライニングのプライマー、パテ、中塗り ・FRP接着工法(炭素繊維やアラミド繊維に含浸する接着剤) ・鋼板接着工法(鋼板とコンクリートの間げき)に注入する接着剤)や、はく落防止工法(ガラス繊維やビロン繊維に含浸する接着剤) ・接着剤(コンクリートの打継ぎ、かさ上げ、アンカーボルトの固定、床版防水)
不飽和ポリエステル樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・粘度が低く、取り扱いやすい ・連鎖的に反応するため硬化速度が速い ・低温(0℃以下)での硬化性が良い ・促進剤の添加量を調節することによって硬化時間の調整が容易にできる ・硬化物は硬く、良好な物理的性質を示す ・耐水性、耐酸性に優れている 	<ul style="list-style-type: none"> ・主剤に対する硬化剤、促進剤の配合比が小さいので計量、混合、かくはんに注意が必要 ・エポキシ樹脂に比べ硬化収縮が大きい ・高温時の可成時間が短い ・空気中の酸素により、硬化が阻害される場合がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐酸ライニング(FRPライニング、フレックライニング) ・樹脂モルタル・コンクリートの結合材
ビニルエステル樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート、金属、プラスチックなどに対する接着性が良好である ・粘度が低く、取り扱いやすい ・連鎖的に反応するため硬化速度が速い ・低温(0℃以下)での硬化性が良い ・促進剤の添加量を調節することによって硬化時間の調整が容易にできる ・硬化物は硬く、良好な物理的性質を示す ・耐酸性はエポキシ樹脂より優れている ・弾性をもち、耐摩耗性に優れている ・低温特性に優れている ・接着性が良好である ・耐食性、耐油性に優れている 	<ul style="list-style-type: none"> ・主剤に対する硬化剤、促進剤の配合比が小さいので計量、混合、かくはんに注意が必要 ・エポキシ樹脂に比べ硬化収縮が大きい ・高温時の可成時間が短い ・空気中の酸素により、硬化が阻害される場合がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐酸ライニング(FRPライニング、フレックライニング) ・耐酸ライニングのプライマー、パテ ・接着剤(アンカーボルトの固定)
ポリウレタン樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・硬化物は硬く、良好な物理的性質を示す ・耐酸性はエポキシ樹脂より優れている ・弾性をもち、耐摩耗性に優れている ・低温特性に優れている ・接着性が良好である ・耐食性、耐油性に優れている 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐酸性はビニルエステル樹脂より、耐アルカリ性はエポキシ樹脂より劣る ・シーリング材として用いる場合、耐熱性や耐候性がシリコーン樹脂より劣る 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれ追従性を重視した表面被覆材(プライマー、中塗り) ・シーリング材(目地材)、止水材、床材、防水材
アクリルウレタン樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・長時間、屋外に暴露されても、ほとんど黄変しない ・長時間、屋外に暴露されても、光沢の低下が小さい ・可成時間が長いわりに乾燥時間が速い ・ほかの樹脂に比べ耐熱性が非常に優れている ・耐薬品性、耐熱性に優れ、摩擦係数が小さい ・はつ水性がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・反応性が低く、完全硬化までの期間が長い ・下地が湿潤している場合、つや落ちやはく離を起こすことがある ・価格が比較的高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・表面被覆材(耐候性を必要とする場合の上塗り)
フッ素樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・伸び特性に優れている ・耐熱性、耐寒性、耐候性に優れている ・電気絶縁性に優れている ・表面張力が小さいため、はつ水性、消泡性、離型性をもっている ・弾性をもち、コンクリートのひびわれに対する追従性に優れている ・耐候性が良好である ・耐オゾン性が良好である ・一液型のため、取り扱いが容易である 	<ul style="list-style-type: none"> ・摩擦係数が小さく、接着しにくい ・高価である 	<ul style="list-style-type: none"> ・表面被覆材(超耐候性を必要とする場合の上塗り)
シリコーン樹脂	<ul style="list-style-type: none"> ・伸び特性に優れている ・耐熱性、耐寒性、耐候性に優れている ・電気絶縁性に優れている ・表面張力が小さいため、はつ水性、消泡性、離型性をもっている ・弾性をもち、コンクリートのひびわれに対する追従性に優れている ・耐候性が良好である ・耐オゾン性が良好である ・一液型のため、取り扱いが容易である 	<ul style="list-style-type: none"> ・硬化した表面に塗料(仕上げ材)が付着しにくい ・周辺部が汚れやすく、表面にホコリがつきやすい ・表面から硬化するため、硬化日数を要する(一成分系) 	<ul style="list-style-type: none"> ・目地材(弾性シーリング材)
アクリルゴム	<ul style="list-style-type: none"> ・伸び特性に優れている ・耐熱性、耐寒性、耐候性に優れている ・電気絶縁性に優れている ・表面張力が小さいため、はつ水性、消泡性、離型性をもっている ・弾性をもち、コンクリートのひびわれに対する追従性に優れている ・耐候性が良好である ・耐オゾン性が良好である ・一液型のため、取り扱いが容易である 	<ul style="list-style-type: none"> ・水分の蒸発によって硬化が進むため、硬化速度は温度と湿度に大きく影響される 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれ追従性を重視した表面被覆材(パテ、中塗り) ・目地材(弾性シーリング材)、防水材
液状ポリブタジエン	<ul style="list-style-type: none"> ・伸び特性に優れている ・接着性に優れている 	<ul style="list-style-type: none"> ・エポキシ樹脂やビニルエステル樹脂に比べ耐薬品性に劣る ・耐候性に劣る 	<ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれ追従性を重視した表面被覆材(中塗り) ・目地材(弾性シーリング材)、弾性接着剤

「これから始めるコンクリート補修講座」(日経コンストラクション)より抜粋

4 . 現況写真

現状（施工前）

撮影：

補修後（補修完成直後）

撮影：

補修後（1年目）

撮影：

補修後（2年目）

撮影：

4 . 現況写真

補修後（3年目）

撮影：

補修箇所の異状（ 年目）

撮影：

補修箇所に異状が見られる場合は、わかる範囲で異状の原因を記入する。
（例・特殊フィルムにより補修をしたが、剥がれ落ちていた。下地処理が十分にされておらず剥がれたものと思われる。