

農業水利施設の改修、補強・補修における施設
の長寿命化、ライフサイクルコスト縮減技術

ハイパーモルタル工法
(高性能モルタルによる水路補修工法)

ライト工業株式会社

目次

1. はじめに
2. 開水路の補修工法の要求性能
3. ハイパーモルタル工法の機能
4. ハイパーモルタル工法の特長
5. まとめ

1. はじめに

農業水利施設における

ストックマネジメントの状況と動向

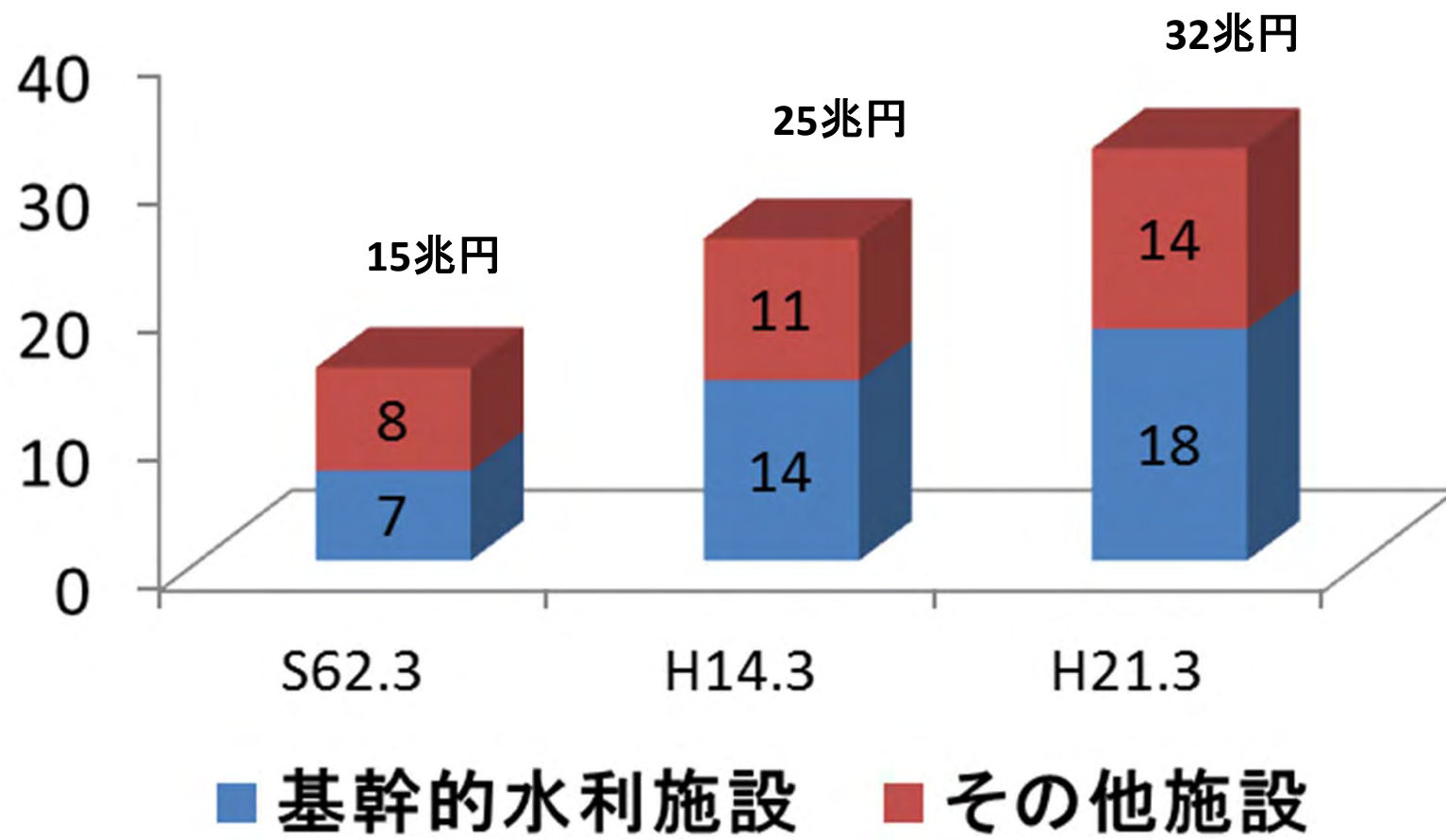
→現在、基幹的農業水利施設は**約7千箇所**

支線水路を含めた用排水路は**約40万km**

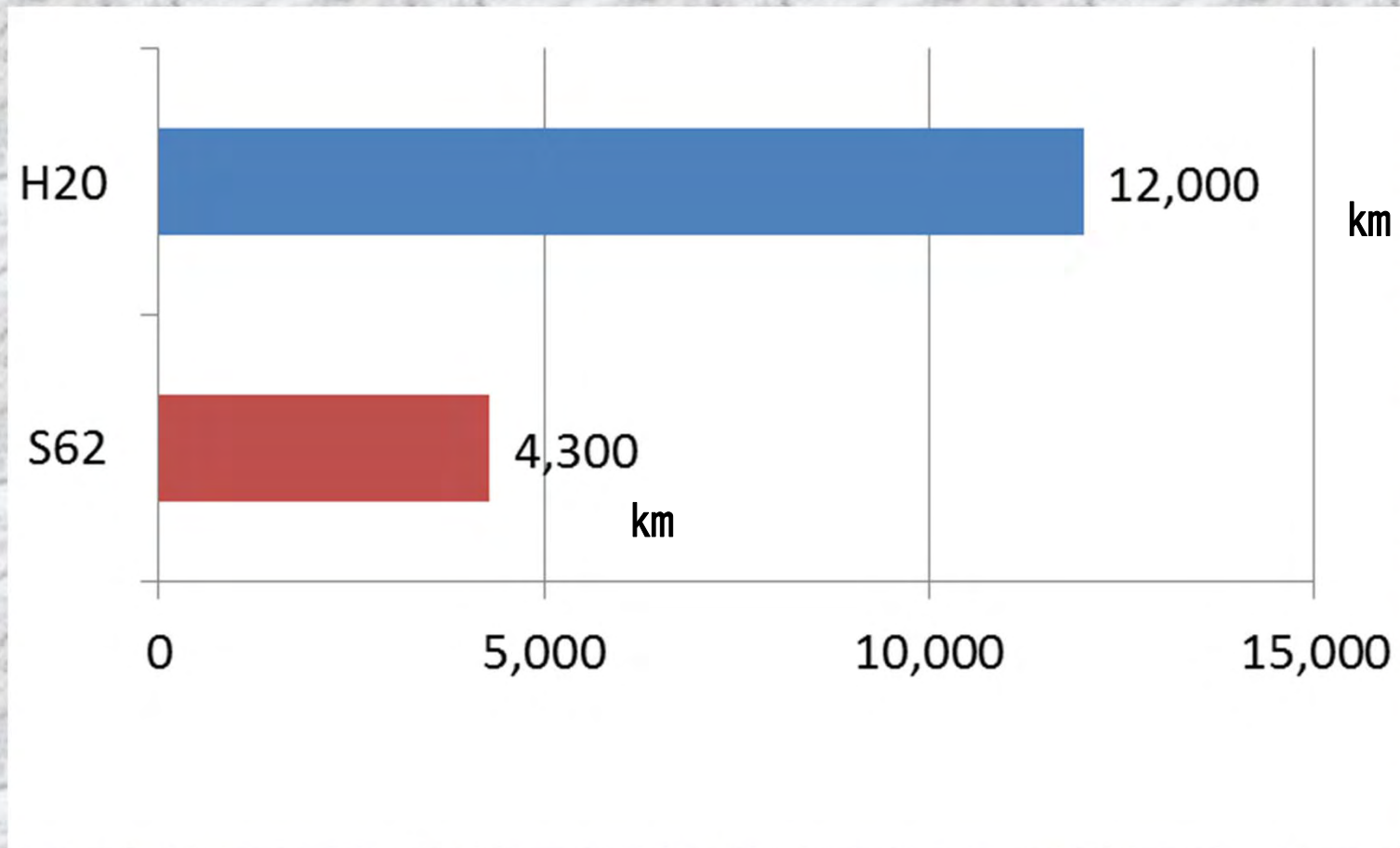
総資産価値**32兆円**(再建設費ベース)

→全面的な改築に代え、機能の監視・診断によるリスク管理を行い、状況に応じた計画的な補修・補強

→施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減



総資産価値推移



耐用年数を超過した水路延長(km)

開水路(暗渠)・トンネルの対策工法

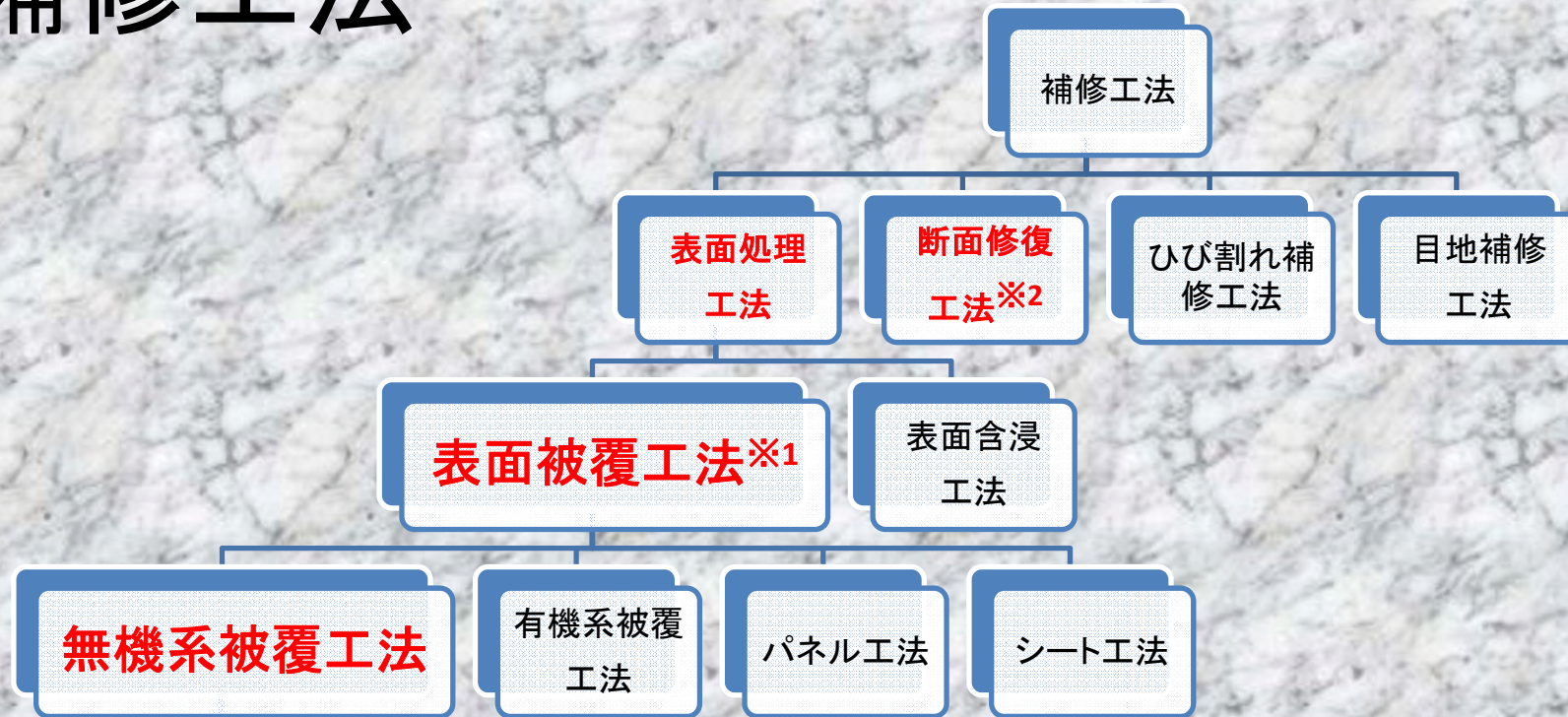
- 補修工法

表面処理工法、断面修復工法、
ひび割れ補修工法、目地補修工法

- 補強工法

接着工法、打換え工法および増厚工法

補修工法



ハイパーモルタル工法

※1表面被覆工法

劣化因子の侵入やコンクリートはく落を抑制または防止する効果を有する被覆をコンクリート構造物の表面に形成させる工法

※2断面修復工法

劣化によってはく落した箇所や、かぶりコンクリートなどのハツリ落とした箇所を、元の形状に修復する工法

2. 開水路の補修工法の要求性能

要求性能項目		表面被覆工法						ひび割れ補修工法		断面修復工法	目地補修工法
		無機系	有機系	パネル		シート		無機系	有機系		
				接着方式	アンカー固定方式	無機系ライニングシート工法	FRPシート工法				
構造機能	中性化抑止性	○	—	—	—	—	—	—	—	□	—
	耐候性	—	○	○	○	—	○	—	—	—	○
	付着性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	耐摩耗性	○	○	○	○	○	○	—	—	□	—
	一体化性	○	—	—	—	—	—	—	—	○	—
	寸法安定性	○	—	—	—	—	—	—	—	○	—
	耐凍害性	□	—	—	—	□	—	—	—	□	—
	ひび割れ追従性	—	○	—	—	—	○	—	○	—	—
水利機能	通水性	□	□	□	□	□	□	—	—	—	—
	止水性	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○

基本的性能(○) : 標準的な工事に共通して求められる性能

個別的な性能(□) : 施工条件や環境条件などにより個々の工事に個別的に求められる性能

付着性

多湿、低温、水没、乾湿・温冷
繰り返しといった諸条件下で躯体
から剥離しない性能

中性化抑止性

二酸化炭素の侵入を遮
断又は抑制する性能

耐摩耗性

流水や混入土砂による摩
耗や衝撃に対する耐性

寸法安定性

硬化する際の長さ変化率が
小さく、安定している性能

耐凍害性

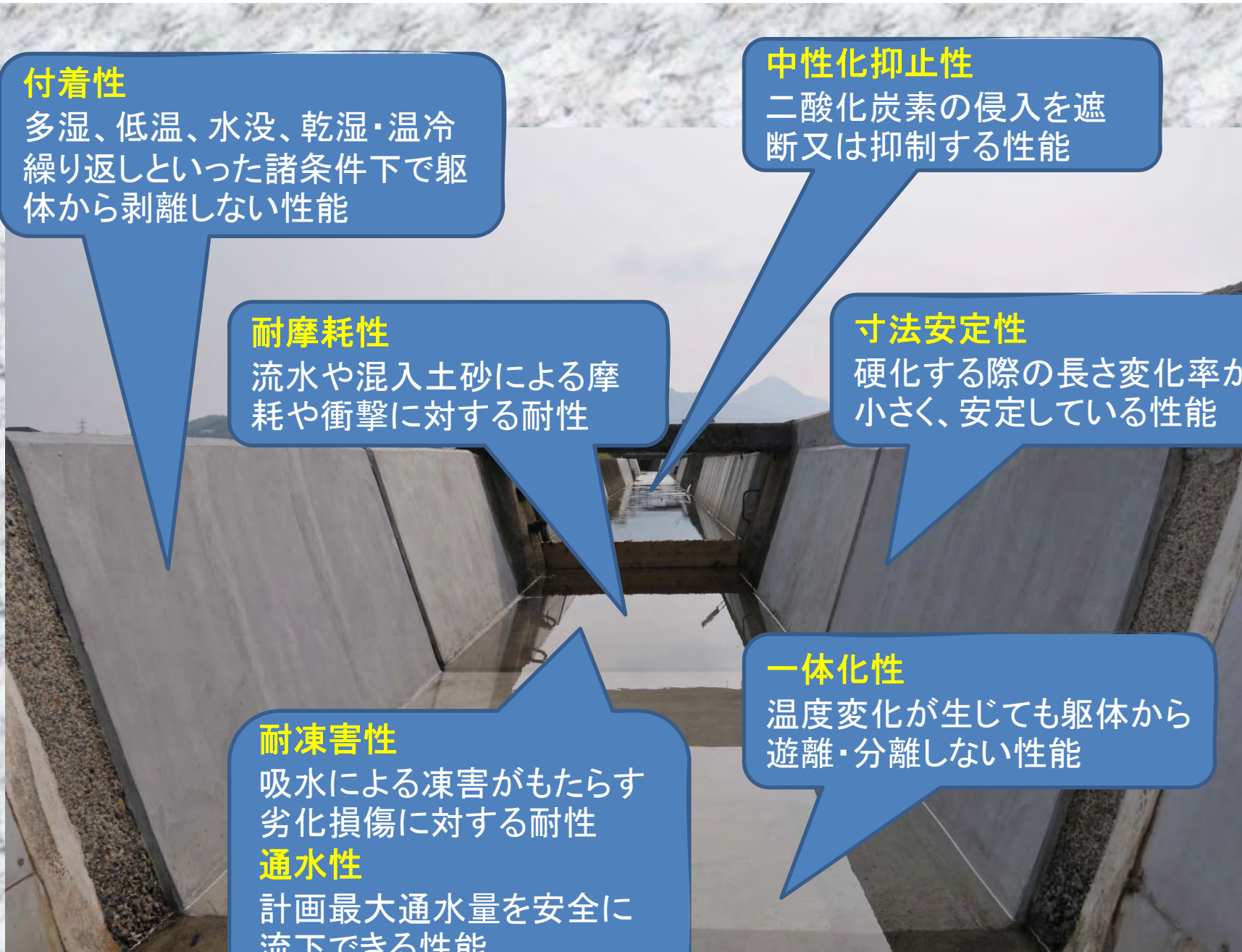
吸水による凍害がもたらす
劣化損傷に対する耐性

通水性

計画最大通水量を安全に
流下できる性能

一体化性

温度変化が生じても躯体から
遊離・分離しない性能



中性化抑止性

- 照査方法→コンクリートの中性化促進試験方法

JIS A 1153

- 品質規格値→中性化深さ**5mm**以下

→被覆厚が一般的**5mm**であるため、自然環境下(二酸化炭素濃度0.034%)で中性化が5mm進行するのに要する期間を20年とした場合の品質規格値

〈中性化速度係数算定式〉

$$A = C / \sqrt{t}$$

A: 中性化速度係数(mm/√年)

C: 中性化深さ(mm) = 中性化促進試験結果による

t: 材齢(年) = 中性化促進試験 促進期間4週 ≒ 0.077年

中性化抑止性

〈算出手順〉

- ①開水路環境下20年間で中性化深さが5mmとなる表面被覆材の自然環境下における中性化速度係数Aを算出
- ②算出した中性化速度Aに対し、促進試験条件に対する補正を行う
- ③補正後の中性化速度係数A'を促進試験条件下の中性化速度係数(品質規格値)とする

→無機系被覆材の設計厚さを5mm、効果が期待される期間を20年と仮定した際の中性化速度係数は**18mm/√年**

$$C = 18 \times \sqrt{0.077 \text{年}} \div 5 \text{mm}$$

(鉄筋コンクリート造構造物の耐久設計施工指針(案)・解説)

(農業水利施設補修工事の品質管理に関する手引き 開水路補修工事の施工手順書 参照)

付着性

- 照査方法→土木学会基準 JSCE-K561
「コンクリート構造物用断面修復材の試験方法(案)」
- 品質規格値
標準条件、多湿条件、低温条件→**1.5N/mm²**
水中条件、温冷繰り返し、乾湿繰り返し→**1.0N/mm²**

耐摩耗性

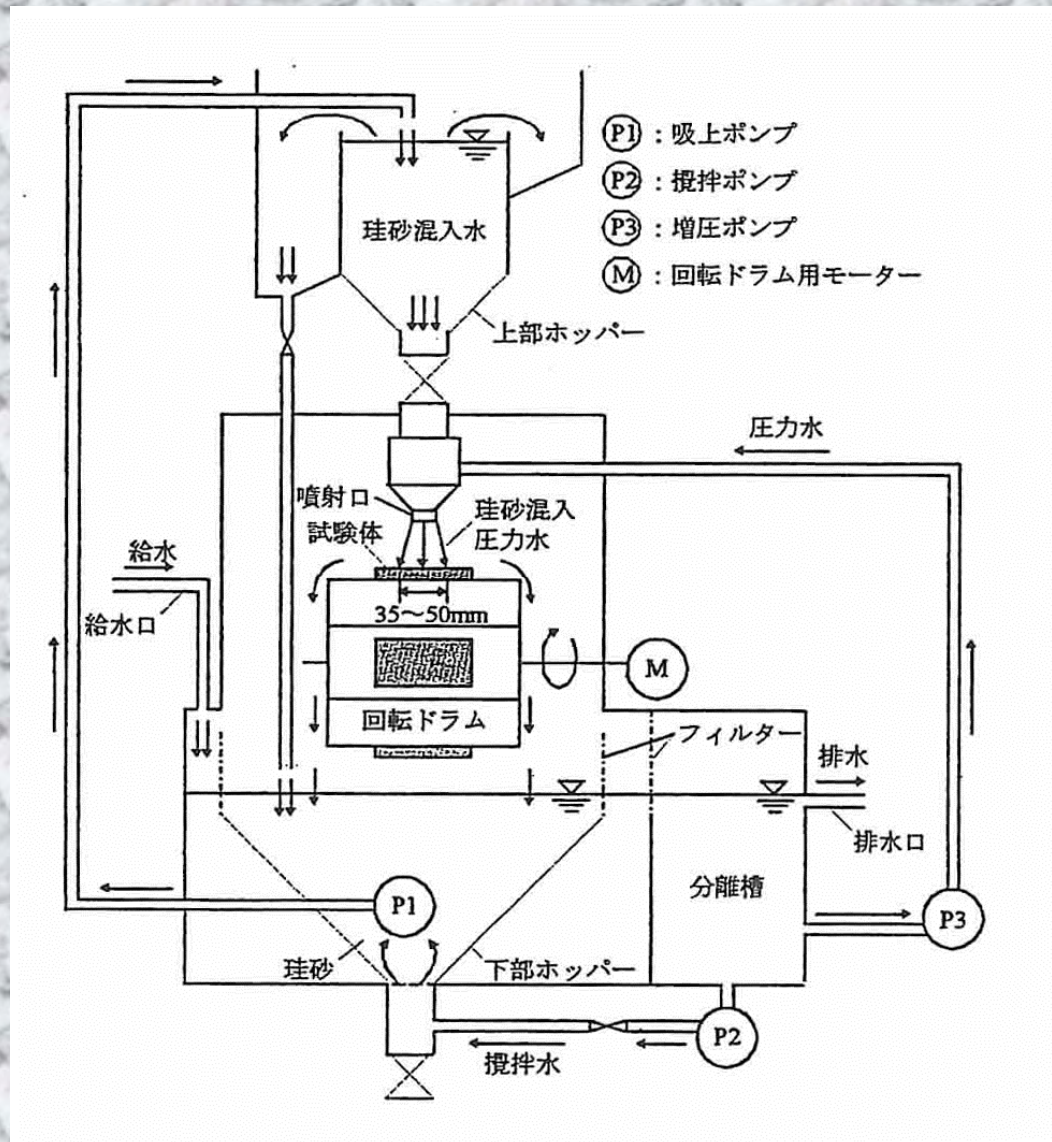
- 照査方法→水砂噴流摩耗試験(島根大学)
実水路における概ね20年間の摩耗深と水砂噴流摩耗試験機の試験(水砂噴流、水圧2MPa) 10時間に相当標準モルタル供試体に対する補修材料の平均摩耗深さ(水砂噴流摩耗試験10時間後)の比を規格値とする
- 品質規格値

材料の種類	標準供試体との比(B/A)
無機系(PCM)	1.5以下
無機系(HPFRCC)	2.5以下
有機系	0.5以下

A: 10時間後の標準試験体の平均摩耗深(mm)

B: 補修材料の平均摩耗深さ(mm)

水砂噴流摩耗試験機模式図



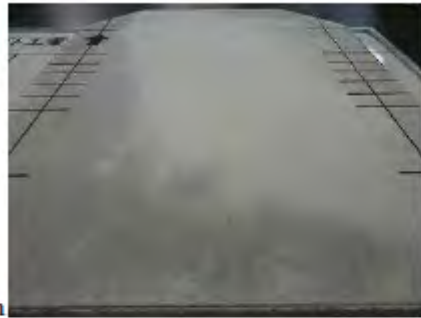
引用:長束 勇ほか 水砂噴流摩耗試験機の試作とその性能評価(2010) 農業農村工学会論文集 78(2)

RP-1 ④

標準供試体

島大 JIS

0h



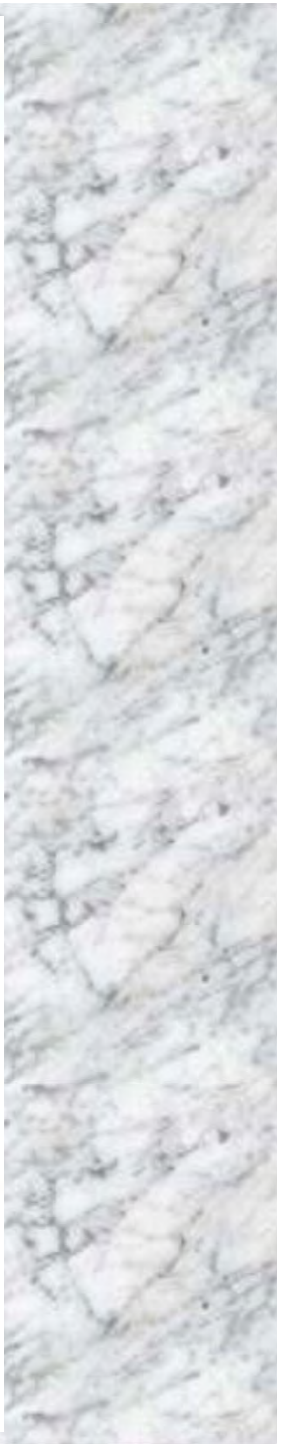
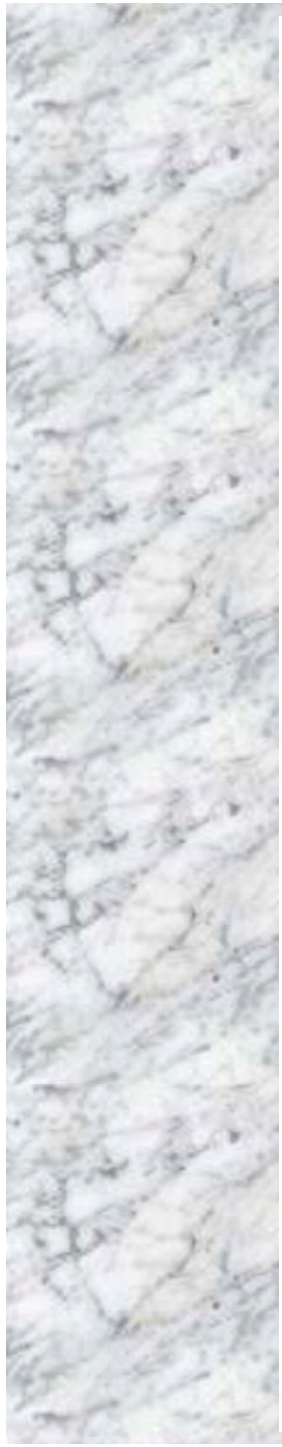
2h



5h



10h



一体化性(圧縮強度)

- 照査方法

→ JSCE-K561「コンクリート構造物用断面修復材の試験方法(案)」

- 品質規格値

→ 標準的な現場打ち鉄筋コンクリート開水路の設計強度

21.0N/mm²以上

寸法安定性(長さ変化率)

- 照査方法

→ JIS A 1129「モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法」

→ 養生方法及び基長測定時期は、試験法432「断面修復用吹付モルタルの試験方法」を採用(詳細な規定がないため)

- 品質規格値

→ 東・中・西日本高速道路株式会社「構造物施工管理要領」

0.05%以下

耐凍害性(個別的性能)

- 照査方法

JIS A 1148「コンクリートの凍結融解試験方法」A法による

- 品質規格値

- ①気象条件として凍結融解がしばしば繰り返される
- ②構造物の露出状態として連続あるいはしばしば水で飽和
- ③断面が薄い場合

相対動弾性係数 **85%以上**

通水性(個別的性能)

- 照査方法

→勾配を設定した等流実験水路を用いて、流量と水深を測定し、マンニングの粗度係数を求めた。

- 品質規格値

→土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」
技術書における粗度係数 n の値

セメント(モルタル)の標準値 **0.013**

3. ハイパーモルタル工法の機能

要求性能項目	品質項目	照査方法	品質規格値(案)	ハイパーモルタル試験値		
基本的性能	中性化抑止性	中性化深さ	JIS A1153(4週間)	5mm以下	1.0mm	
	付着性	付着強度	JSCE K-561 (乾湿・温 冷繰り返し 回数は10 サイクル)	標準条件	1.5N/mm ²	2.33N/mm ²
				多湿条件		1.74N/mm ²
				低温条件		1.57N/mm ²
				水中条件	1.0N/mm ²	3.15N/mm ²
				乾湿繰り返し条件		2.61N/mm ²
				温冷繰り返し条件		2.72N/mm ²
	耐摩耗性	摩耗深さ	表面被覆材の 水砂噴流摩耗試験(案) (材齢28日、10期間経過後)	標準試験体に対する 平均摩耗深さの比が PCM: 1.5以下 HPFRCC: 2.5以下	1.5以下	
	一体化性	圧縮強度	JSCE-K561(28日養生)	21.0N/mm ² 以上	38.1N/mm ²	
	寸法安定性	長さ変化率	JIS A1129	0.05%以下	0.04%	
個別的性能	耐凍害性	相対動弾性係数	JIS A1148 (A法 300サイクル)	85%以上	102%	
	通水性	マンシングの 粗度係数	等流実験水路による (試験値に経年変化値0.002を加える)	0.013以下	0.010	

安全性

- 水道施設の技術的基準を定める省令 (平成12年2月23日厚生省令第15号)による浸出試験
 - 1) JWVA Z 108:2004 7.1.2表層用材料 溶剤を含まない製品
 - 2) JWVA K 143:2004 付属書3による浸出試験

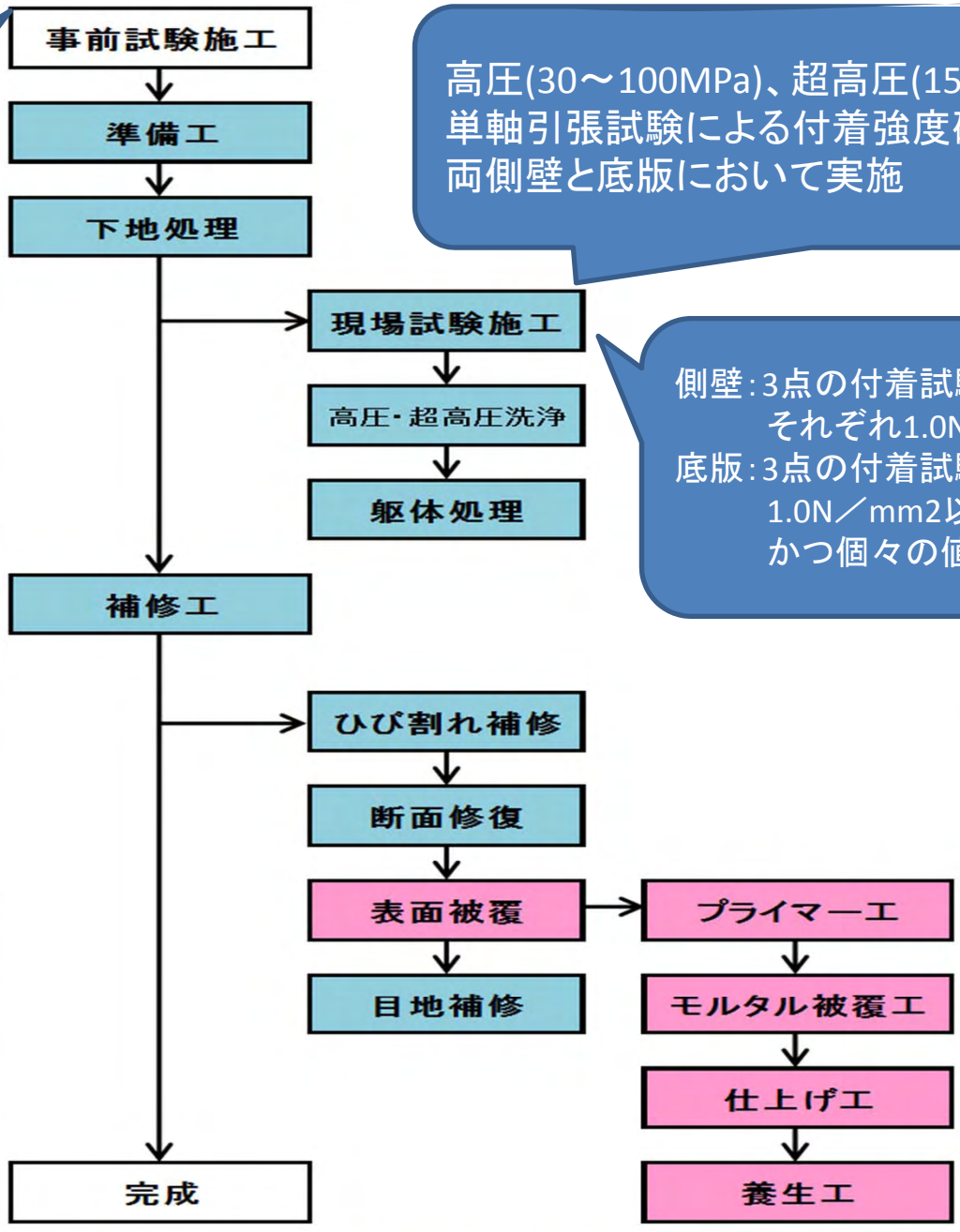
→品質規定適合

- 産業廃棄物24項目溶出試験(金属などを含む産業廃棄物に係わる判定基準)

→定量下限値未満

4. ハイパーモルタル工法の特長

- 本工法は、エポキシ樹脂系プライマー(CE35)、ポリマーセメントモルタル(RP-1)、アクリル樹脂系膜養生材(RPフィニッシャー)の組み合わせによる断面修復・表面被覆工法
- ビニロン短繊維混入しており、靱性を有する
- 耐摩耗性に優れる
- 再乳化型粉末樹脂の添加により、吹付、コテ塗りの作業性を向上
- 一度に30mmまでの厚塗りが可能



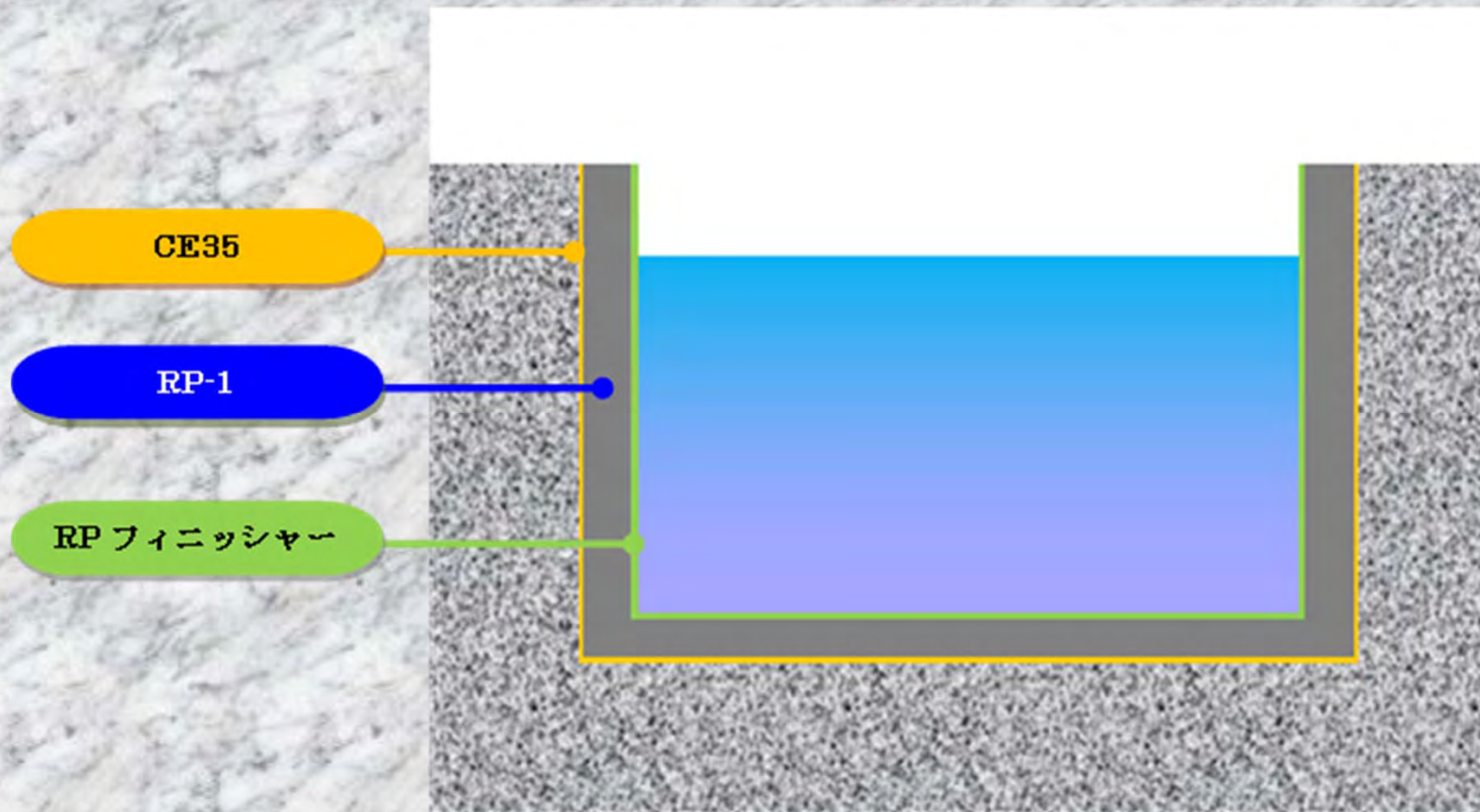
工事発注に先立ち設計の段階でコア抜きなどによる母材の劣化状態を確認し、下地処理の試験施工により下地処理の仕様を決定することが望ましい

高圧(30~100MPa)、超高压(150MPa以上)から3種類単軸引張試験による付着強度確認(1カ所×3点)とし、両側壁と底版において実施

側壁: 3点の付着試験値
それぞれ1.0N/mm²以上
底版: 3点の付着試験平均値
1.0N/mm²以上
かつ個々の値は0.85N/mm²以上

開水路補修施工フロー

基本構造図



現場試験施工



高压洗净工



プライマー塗布工

CE35

(二液性無溶剤型エポキシ樹脂系プライマー)



項目	A(主剤)	B(硬化剤)
主成分	エポキシ樹脂	変性ポリアミドアミン
外観	淡白色液状	褐色液体
荷姿・容量	梱包：12kgセット	
	缶：8kg	缶：4kg
混合比	A：B＝2：1	
可使用時間	Wタイプ(10℃)：70～90分 Sタイプ(20℃)：80～100分	
打ち継ぎ有効時間	3時間以内	
標準使用量	0.3kg/mm ²	

- ・母材へ浸透し、脆弱部を強化
- ・ポリマーセメントモルタルとの接着性向上
- ・打ち継ぎ有効時間が長く、作業性に優れる
- ・使用量が少ない

モルタル被覆工



RP-1 一材型断面修復用ポリマーセメントモルタル

標準配合	項目	RP-1	清水	練り上がり	施工面積
	1袋当たり	1袋 20kg	3.3~3.5L	約11.2L	約1.1m2 (10mm厚)
	1m3当たり	1,800kg (90袋)	306L	約1,000L	約95m2 (10mm厚)

- ・完全一材型のプレミクス製品
- ・ポンプ圧送性に優れる
- ・コテ塗り作業も可能

仕上げ工



RPフィニッシャー
(アクリル樹脂系膜養生材・表面仕上げ補助材)

2倍希釈液塗布時(0.2kg/m²)の水分損失量

項目	養生期間	RPフィニッシャー塗布	未塗布
水分損失量(g/m ²)	72時間養生	0.22	0.53
	14日養生	0.23	0.54
	28日養生	0.24	0.55

- ・アクリル酸モノマーの複数組み合わせにより、耐候性に優れる
- ・モルタル中の水分蒸発を抑制
- ・コテ仕上げを容易にする

5. まとめ

今後の課題

- 水路劣化の簡易な判定手法の開発
- 簡易判定手法を用いた洗浄圧の概定方法検討
- 洗浄圧の違いによる付着強度について
- プライマーの必要性



基礎資料の収集に努め、更なるコスト縮減
長寿命化対策の検討を進める

問い合わせ・連絡先

- ライト工業株式会社 北海道統括支店

〒060-0006

北海道札幌市中央区北六条西18-1-7

TEL:011-631-6486 FAX:011-642-1567

ご清聴ありがとうございました。