
トンネル・スノーシェッド 長寿命化修繕計画

【個別施設計画】

当初版	令和2年12月
改訂版	令和5年3月
改訂版	令和7年1月
改訂版	令和7年12月

福島県 喜多方市建設部

— 目 次 —

1. 背景と目的	5
1.1. 背 景	5
1.2. 目 的	5
2. 計画策定	5
2.1. 計画方針	5
2.2. 計画期間	5
3. 〔Ⅰ部〕トンネル編	6
3.1. トンネル概要	6
3.2. 構造物諸元	6
4. 長寿命化計画策定	7
4.1. 長寿命化計画の基本方針	7
4.2. 廃止に関する方針	7
4.3. 個別施設計画の目的	7
4.4. 個別計画策定の効果	7
5. 個別施設計画の策定方針	8
5.1. 個別施設計画	8
5.2. 老朽化対策の基本方針	8
5.3. 新技術等の利活用	8
5.4. 集約・撤去	9
6. トンネル現況	10
6.1. 現況諸元	10
6.2. 漏水諸元	11
7. 補修工法	12
7.1. 補修方針	12
7.2. 対策方針	14
7.3. 補修数量	15
8. 工法概要	16
8.1. 線導水工法	16
8.2. 従来工法	17
8.3. 新技術工法	18
9. 補修費縮減検討	19
9.1. 目 的	19
9.2. 方 法	19
9.3. 条 件	19
9.4. L C C 試算	20
9.5. 補修費縮減	20
9.6. 参考資料	21
10. 〔Ⅱ部〕シェッド編	27
10.1. 向山シェッド概要	27
10.2. 黒岩シェッド概要	28
11. 長寿命化計画策定	29
11.1. 長寿命化計画の基本方針	29

11. 2. 個別施設計画の目的	29
11. 3. 個別計画策定の効果	29
12. 個別施設計画の策定方針	29
12. 1. 個別施設計画	29
12. 2. 老朽化対策の基本方針	30
12. 3. 新技術等の利活用	30
12. 4. 集約・撤去	30
13. 補修数量	31
13. 1. 向山シェッド	31
13. 2. 黒岩シェッド	32
14. 補修工法	33
14. 1. 補修方針	33
14. 2. 向山シェッド補修	35
14. 3. 黒岩シェッド補修	35
14. 4. 補修工法の特徴	36
14. 5. 工法の留意点	38
15. 向山スノーシェッド補修費	42
15. 1. 従来工法	42
15. 1. 1. P C 部補修費	42
15. 1. 2. 鋼製部補修費	43
15. 1. 3. 総補修費	43
16. 黒岩スノーシェッド補修費	44
16. 1. 従来工法	44
16. 1. 1. P C 部補修費	44
16. 1. 2. 総補修費	44
17. 向山スノーシェッド補修費	45
17. 1. 新技術工法	45
17. 1. 1. P C 部補修費	45
17. 1. 2. 鋼製部補修費	46
17. 1. 3. 総補修費	46
18. 黒岩スノーシェッド補修費	47
18. 1. 新技術工法	47
18. 1. 1. P C 部補修費	47
18. 1. 2. 総補修費	47
19. L C C 試算	48
19. 1. 向山 L C C 比較	48
19. 2. 黒岩 L C C 比較	49
19. 3. 全体 L C C 比較	50
19. 1. 参考資料	51

1. 背景と目的

1.1. 背 景

社会資本の道路は、安全・安心な市民生活を営みに直結するものです。道路の機能維持には、道路橋梁、トンネルおよびシェッド等の道路施設があります。

昭和の高度成長期に建設された道路施設は、50 年以上経過し老朽化が社会問題となっています。平成 24 年 12 月中央自動車道笹子トンネルの天井板落下事故は、公共施設の安全確保には維持・管理の重要性を知らせるものでありました。

本市が維持管理する公共施設は、道路橋梁 388 橋、トンネル 1 施設、シェッド 2 施設です。また、少子・高齢化に伴う人口減少、税収減少により公共施設の維持費も減少し、市民生活の安全・安心を確保に対する大きな課題となっています。

1.2. 目 的

この課題には、従来の「事後対処」維持管理から 5 年毎の法定点検結果に基づき、損傷が大きくなる前に修繕する「予防保全」維持管理に移行することが求められています。それにより、老朽化による事故防止や維持管理予算の平準化やコスト縮減の実現を目的とするものです。

2. 計画策定

2.1. 計画方針

公共施設の長寿命化を目的とした計画策定は、「個別施設」策定により実現するものであり、本市における、個別施設計画は、下記 3 施設です。

1. 道路橋梁の個別施設計画
2. トンネルの個別施設計画
3. シェッドの個別施設計画

2.2. 計画期間

計画期間は、下記としました。

1. 道路橋梁は、令和 1 年度(2019 年)から令和 5 年度(2023 年)の 5 ヶ年間
2. トンネルは、令和 3 年度(2021 年)から令和 7 年度(2025 年)の 4 ヶ年間
3. シェッドは、令和 3 年度(2021 年)から令和 7 年度(2025 年)の 4 ヶ年間

3. 〔I部〕トンネル編

3.1. トンネル概要

定 額 種 別		路線番号		トンネル調査書	
その他路線		21083			
路線名	ひざわ湖線	トンネル分類	陸上トンネル	調査工法	ブロック
トンネル系	ひざわ湖トンネル	管理名	喜多方市	所在地	黒塚字平沢山内 1453-19
建設年度	昭和 年 月 日	管理事務所	喜多方市字黒沢水東 7244-2	電話番号	(0241) 22期2111番
延長	174.50	有効高	4.89	他延長	
断面種別	コンクリート	左	右	道路部合計	左
幅員	5.50	左	右	左	右
面積	959.75	左	右	左	右
壁面区分	内装なし	左	右	左	右
内部換気施設	無	照明施設	無	左	右
非常用施設	無	非常警報装置	無	左	右
消防設備	無	その他設備	無	左	右
制限事項	自動車交通不能、通行制限 (付・無)	位置図	S=1:15,000		
制限項目	車種	高さ			
排水施設		側壁			
備考					

3.2. 構造物諸元

工 種 : 陸上トンネル
 車道延長 : 174.50m
 車道幅員 : 5.50m
 車道面積 : 959.75m²
 中央空高 : 4.89m
 壁面区分 : 吹付(内装なし)
 照明施設 : 15.00カ所

○トンネル上半面の諸元算出

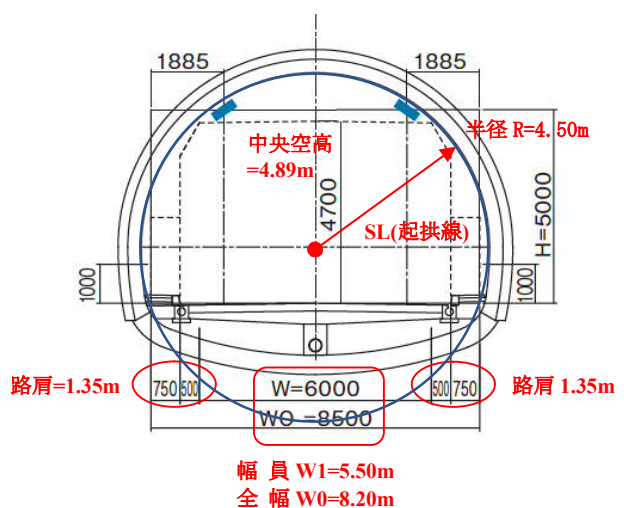
長さ $L = (1/2) \times (\text{周長}) \times (\text{車道延長})$

$$= (1/2) \times (2 \times \pi \times 4.50) = 14.1\text{m}$$

面積 $A = (1/2) \times (\text{周長}) \times (\text{道路延長})$

$$= (1/2) \times (2 \times \pi \times 4.50) \times (174.50) = 2466.9\text{m}^2$$

図表 3.2-1 類似断面参考例



4. 長寿命化計画策定

4.1. 長寿命化計画の基本方針

道路は住民生活に密着しています。道路機能の一部であるトンネル(1施設)は、機能維持に不可欠な施設です。施設の損傷が進行した場合、長期間の通行止めなどの住民生活への影響が懸念されます。そのため、損傷が深刻化してから修繕を行う事後保全から、定期的に点検を実施し損傷が深刻化する前に修繕を行う予防保全へ転換すると共に、トンネル施設の長寿命化計画(個別施設計画)の策定が必要です。

4.2. 廃止に関する方針

(1)経緯

トンネル施設は、1976年(昭和51年)に農林水産省と福島県で日中ダム建設事業の実施に関する協定が結ばれ工事用トンネルとして建設され、1992年(平成4年)の運用開始後に伴い喜多方市管理施設となりました。

(2)利用状況

トンネル施設の利用状況は、福島県が大峠道路管理事務所と日中ダム管理所の通行利用が主であり、山形県側から日中ダム直下流にある温泉施設を利用する方は少数です。

(3)維持管理の縮減

施設利用の低下と迂回路の確保を踏まえ、新技術を活用した点検や補修を実施し、維持管理費の縮減を行います。

4.3. 個別施設計画の目的

トンネルの個別施設計画は、大規模な修繕や修繕ができない状態に至った場合には廃止とします。定期点検による安全性の確保とともに、管理費の縮減、予算の平準化を図りつつトンネル施設を限度まで使用することが個別施設計画の目的です。

4.4. 個別計画策定の効果

長寿命化修繕計画に基づく修繕を実施することで、以下の効果が期待できます。

○健全度の向上

定期点検を実施し現状を把握しながら、適切な修繕を計画的に実施することで、施設の安全性が確保され、道路機能の信頼性が確保できます。

○維持管理費の縮減

事後的な修繕・更新から、予防的な修繕や計画的な架替に移行することで、効果的な維持管理費の縮減が実現されます。

○予算の平準化

修繕・更新に掛かる費用を予測することで、予算の平準化を考慮した修繕計画を策定することが可能となります。

5. 個別施設計画の策定方針

5.1. 個別施設計画

市が維持管理するトンネルの個別施設計画策定方針は、下記に示します。

(1) 施設計画策定の期間

トンネル施設の修繕費を基に、約 30 年間のトンネル個別施設計画を策定します。

(2) 措置の優先順位

措置の優先順位は、健全性、社会的な影響度を総合的な条件を考慮して設定します。

(3) 個別施設計画による効果

事後的な修繕・更新から、損傷が軽微な状態での予防的な修繕や計画的な架替へと移行することで施設の安全性・信頼性を確保し、長期的な維持管理費(LCC)を縮減します。

5.2. 老朽化対策の基本方針

施設の老朽化を踏まえ、基本方針は下記とします。

(1) 維持管理サイクルの構築

定期的な点検・診断によりトンネルの状態を把握し、診断結果や社会的な影響度等により対策の年次計画を策定するとともに、計画に基づく予防的な修繕を行う一連の流れの維持管理サイクルを構築します。

(2) 点検情報の利活用

点検・診断や修繕・更新等の情報は、個別施設計画の策定や橋梁を維持管理していく上で重要な情報であることから、各種関連情報を保存するとともに、様々な場面で利活用します。

5.3. 新技術等の利活用

年々進歩する新技術の進歩を踏まえ、利活用の方針は下記とします。

(1) 新技術等の利活用

厳しい財政状況等を踏まえ、トンネルの維持管理の効率化や費用縮減を図るには新技術・新工法の利活用が必須です。そのためトンネルには、点検時のドローン、赤外線カメラによる精度・効率の向上および補修工事の新技術・新工法を積極的に採用します。

(2) 補修工事等での利活用

トンネルの補修工事に於いて設計段階での新技術・新工法の積極的な利活用を検討し、今後 30 年間で約 120 万円（約 26%）の費用縮減を目指します。

今後 5 年(R6～R10)でのコスト縮減は 20 万円/5 年です。

5.4. 集約・撤去

喜多方市の管理するトンネルで集約・撤去を検討した結果、管理する施設は緊急輸送道路等の重要な路線であるほか、山間部に位置しており、迂回路がない路線であること、隣接する迂回路を通行した場合、約 15 k m（所要時間 20 分）を迂回することとなり、社会活動等に影響を与えるため、集約・撤去を行うことが困難である。

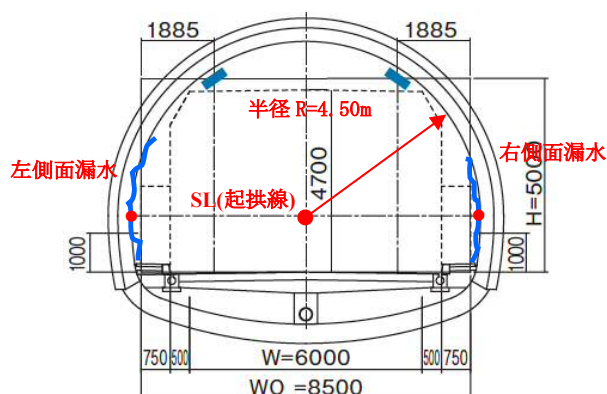
周辺の状況や施設の利用状況を踏まえて、再度検討を行う。

6. トンネル現況

6.1. 現況諸元

車道延長 : 174.50m
 車道幅員 : 5.50m
 車道面積 : 959.75m²
 車道面積 : 959.75m²
 中央空高 : 4.89m
 壁面区分 : 吹付(内装なし)
 照明施設 : 15.00 カ所
 上半面の諸元
 長さL=14.1m
 面積A=2466.9m²

図表 6.1-1 漏水状況図



■点検結果調査 トンネル変状・異常箇所写真位置図

フリガナ	ヒザワコンクリート	路線名	市道ひざわ湖線	管理者名	喜多方市	緊急輸送道路	なし
所在地	自 熱塩加納町熱塩字大湖山 至 熱塩加納町熱塩字大湖山	点検業者・点検者名	那知上一郎・野藤隆之	点検年月日	2016年3月15日	代替路の有無	あり
起点	緯度 37° 45' 16" 経度 139° 54' 17"	変状・異常箇所数合計	トンネル 本体工	調査年月日	調査年月日	トンネルの分類	II
終点	緯度 経度	トンネル 本体工	漏水 II 22箇所 外力 II 4箇所	トンネル毎 の健全性	トンネルの分類	トンネルの健全性	II

写真番号の記載例	写真-【掘工スパン番号】-【変状番号】
写真A1-1	写真A4-1

注1：本位置図は、見下けた状態で記載すること。
 注2：掘工スパン番号は掘削方向目地毎(矢張工法の場合は上半アーチ)の掘削方向目地毎に設定すること。
 注3：写真番号に付する変状番号は、各掘工スパンの変状に対して新たに確認された場合は順次追加していくこと。

※1 トンネル本体工の変状数は、材質劣化、漏水に起因するものは変状単位で、外力に起因するものはスパン単位で計上すること。
 ※2 本体工の変状に対しては、判定区分Ⅱ～Ⅳ(対策実施後のⅠを含む)について記載すること。
 ※3 附属物の異常に対しては、判定区分Ⅳ(対策実施後のⅠを含む)について記載すること。

■点検結果調査 トンネル変状・異常箇所写真位置図

フリガナ	ヒザワコンクリート	路線名	市道ひざわ湖線	管理者名	喜多方市	緊急輸送道路	なし
所在地	自 熱塩加納町熱塩字大湖山 至 熱塩加納町熱塩字大湖山	点検業者・点検者名	那知上一郎・野藤隆之	点検年月日	2016年3月15日	代替路の有無	あり
起点	緯度 37° 45' 16" 経度 139° 54' 17"	変状・異常箇所数合計	トンネル 本体工	調査年月日	調査年月日	トンネルの分類	II
終点	緯度 経度	トンネル 本体工	漏水 II 22箇所 外力 II 4箇所	トンネル毎 の健全性	トンネルの分類	トンネルの健全性	II

写真番号の記載例	写真-【掘工スパン番号】-【変状番号】
写真A1-1	写真A4-1

注1：本位置図は、見下けた状態で記載すること。
 注2：掘工スパン番号は掘削方向目地毎(矢張工法の場合は上半アーチ)の掘削方向目地毎に設定すること。
 注3：写真番号に付する変状番号は、各掘工スパンの変状に対して新たに確認された場合は順次追加していくこと。

※1 トンネル本体工の変状数は、材質劣化、漏水に起因するものは変状単位で、外力に起因するものはスパン単位で計上すること。
 ※2 本体工の変状に対しては、判定区分Ⅱ～Ⅳ(対策実施後のⅠを含む)について記載すること。
 ※3 附属物の異常に対しては、判定区分Ⅳ(対策実施後のⅠを含む)について記載すること。

$$SL(起拱線) = 2 線 \times 174.5m = 349.0 m$$

$$(スパン線) = 15 線 \times 14.1m = 211.5 m$$

$$合計 = 349.0 + 211.5 = 560.5 m$$

6.2. 漏水諸元

図表 6.2-1 漏水諸元表

項 目	単位	左側面	右側面	計	備 考
線漏水	m	75.0	35.0	110.0	
点漏水	箇所	11	5	16	

図表 6.2-2 : 現況漏水状況

【側壁状況】



【舗装面状況】



平成2年度 第建維委-2号
「トンネル・スノーシェッド長寿命化修繕計画策定業務」報告書 P.27

7. 補修工法

7.1. 補修方針

トンネルは、下記の補修方針とします。

(1) 補修区分

- ・コンクリート部材の補修工法

(2) 補修損傷

- ・ひび割れ・漏水

(3) 作業方法

作業方法は、緊急車両、生活維持車両の交通確保のため、高所作業車を使用します。

(4) 補修工法(案)

- ・ひび割れには、従来工法(低圧注入)、新技術工法(表面含浸)
- ・漏水部には、線導水工法

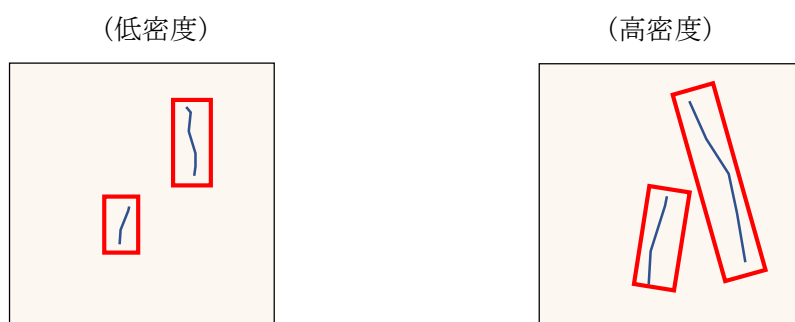
(5) 補修範囲

- ・(低圧注入)工法は、ひび割れ部の延長(m)を補修範囲とします。
- ・(表面含浸)工法は、原則として損傷部を含む部材全面積(m²)を補修範囲とします。
※全面積補修が効果的でない場合には損傷部を含む 30(c m)を補修範囲とします。

(6) 効果範囲例

- ・効果対費用(B/C)を活用するため、「ひび割れ密度」の考え方を採用します。
- ・縦・横 1.0m の範囲にひび割れ 2 本の場合
 低密度：密度 $d_1 = \text{延長 } 0.5(\text{m}) / \text{面積 } 1.0(\text{m}^2) = 0.5(\text{m}/\text{m}^2)$ (計 $0.2 + 0.3 = 0.5\text{m}$)
 高密度：密度 $d_2 = \text{延長 } 1.5(\text{m}) / \text{面積 } 1.0(\text{m}^2) = 1.5(\text{m}/\text{m}^2)$ (計 $0.6 + 0.9 = 1.5\text{m}$)

図表 7.1-1 : 単位面積当りのひび割れ密度概念図



ひび割れ密度の値により、1(m²) 当りでの従来工法と新技術工法に要する補修費の比較を可能となります。

(註釈) 公益社団法人 日本コンクリート工学会「コンクリート診断技術' 13」P.216

(b) 劣化要因および劣化指標

ひび割れの 1(m²) 当りの総延長を「ひび割れ密度」と記載されています。

図表 7.1-2 : ひび割れ密度と補修費の関係表

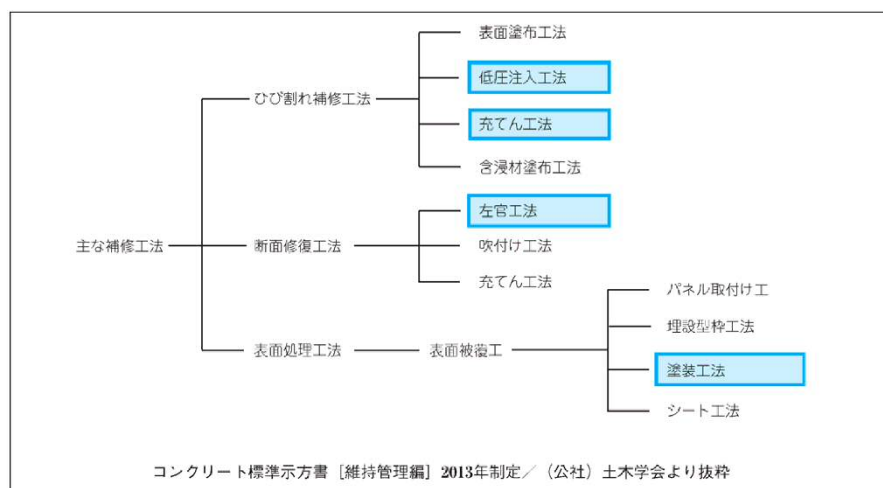
項 目		区 分	施工単価	補修数量	補修金額 (円)	合計補修費(円)
表面 含浸 全面塗	低 密 度	従 来(低圧注入)	10,000(円/m)	0.50m	5,000	9,000
		新技術(表面含浸)	4,000(円/m2)	1.00m2	4,000	
	高 密 度	従 来(低圧注入)	10,000(円/m)	1.50m	15,000	19,000
		新技術(表面含浸)	4,000(円/m2)	1.00m2	4,000	
表面 含浸 部分塗	低 密 度	従 来(低圧注入)	10,000(円/m)	0.50m	5,000	5,600
		新技術(表面含浸)	4,000(円/m2)	0.15m2	600	縮減費 3,400 縮減率 37.8%
	高 密 度	従 来(低圧注入)	10,000(円/m)	1.50m	15,000	16,800
		新技術(表面含浸)	4,000(円/m2)	0.45m2	1,800	縮減費 2,200 縮減率 11.6%

7.2. 対策方針

平成2年度 第建維委-2号「トンネル・スノーシェッド長寿命化修繕計画策定業務」報告書 P.53 で下記の提案されています。

(1) 報告書補修工法

図表 7.2-1 漏水対策工法



(2) 提案補修工法

本、個別施設計画では、漏水量により次の補修工法とします。

○漏水量が多い場合：線導水工法

○漏水量が少ない合：ひび割れ(低圧注入)工法

(3) 従来工法と新技術工法

○線導水工法は、従来工法での対応とします。

○ひび割れ(低圧注入)工法は、表面含浸工法等の新技術で提案されているので
工法比較により決定します。

7.3. 補修数量

(1) 補修数量

図表 7.3-1 補修数量表

項 目	単位	左側面	右側面	計	備 考
線漏水	m	75.0	35.0	110.0	漏水量多い：線導水工法 漏水量少ない：ひび割れ(低圧 注入工法)とする
点漏水	箇所	11	5	16	点漏水の補修はひび割れ(低圧 注入工法)とする

(2) 工法区分表

図表 7.3-2 工法区分表

項 目	単位	左側面(75m)		右側面(35m)		計
		漏水量多い	漏水量少ない	漏水量多い	漏水量少ない	
		線導水工法	ひび割れ(低圧 注入工法)	線導水工法	ひび割れ(低圧 注入工法)	
線漏水	m	25.0	50.0	0.0	35.0	110.0
点漏水	箇所	0	11	0	5	16

(3) 工法集計表

図表 7.3-3 工法延長表

項 目	線 漏 水		点 漏 水	
	漏水量多い	漏水量少ない	漏水量多い	漏水量少ない
	線導水工法	ひび割れ(低圧 注入工法)	線導水工法	ひび割れ(低圧 注入工法)
右側面	0.0	35.0	0.0	5
左側面	25.0	50.0	0.0	11
計	25.0(m)	85.0(m)	0.0(m)	16(箇所)
採用工法	従来工法 25.0(m)	従来工法・新技術工法の比較延長 延長 L (m) = 85.0 + (16 箇所) × (0.5m/箇所) = 93.0(m)		

8. 工法概要

8.1. 線導水工法

(1) 補修工法

トンネル覆工表面に線状、面状に発生している打継目地やひび割れからの漏水を専用の部材により集束して路面や歩道の 排水設備に導く工法です。

(2) 特 徴

- ・ コンクリート打継目地、ひび割れからの漏水を排水設備に導き処理します。
- ・ 漏水による路面の凍結を防止します。
- ・ コンクリート構造物の漏水処理、凍結防止に用います。

(3) 材 料

- ・ 接着剤、エポキシ樹脂系プライマー、導水材(クロロプレンゴム等)、表面仕上げ材

(4) 作業方法

高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8~10m未満

(5) 施工手順

① 墨だし、ハツリ工

打継目地、ひび割れを挟んで墨だしを行いカッター入れを、定めた断面形状にハツリをします。

施工単価 24,000 円/m



② 導水材設置工

ハツリとったコンクリート溝に接着剤を塗布し、ここに導水材を設置します。

施工単価 51,000 円/m



③ 表面仕上げ材塗布工

導水材設置後、表面にプライマーを塗布し、樹脂系仕上げ材で表面を平らにします。

施工単価 18,000 円/m



④ 設置完了

①~③施工単価 93,000 円/m



⑤ 線導水補修費

= 補修長 25.0(m) × 93,000(円/m) = 2,325,000(円/m)

8.2. 従来工法

(1) ひび割れ(低圧注入)工法

参考資料 1. (1) 注入工法の比較検討表 例を参照。

(2) 補修数量

図表 7.3-3 工法延長表より 補修 L (m) = 93.0 (m)

(3) 補修方法

高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8~10m未満

(4) 日当たり作業量

高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8~10m未満

図表 8.2-1 作業日当たり標準作業量

構造物補修工 (ひび割れ補修工 (充てん工法))	① ひび割れ補修工 (充てん工法)		
	数量		作業日当たり標準作業量
	1 構造物当り補修延長	20m未満の場合	13.9 m/日
		20m以上の場合	20.1 m/日
構造物補修工 (ひび割れ補修工 (低圧注入工法))	① ひび割れ補修工 (低圧注入工法)		
	数量		作業日当たり標準作業量
	1 構造物当り補修延長	25m未満の場合	13.4 m/日
		25m以上の場合	25.6 m/日

(出典) : 国土交通省大臣官房技術調査課 「令和4年度作業日当たり標準作業量」 P. 25

作業日数 = (補修 L = 93.0m) / (日当たり標準作業量 25.6m/日) = 3.6 ≒ 4 日

(5) ひび割れ(低圧注入)補修費

・ 補修施工費 = 93.0 (m) × 10,000 (円/m) = 930,000 (円/m)

※補修施工単価 10,000 (円/m) は、道路橋梁の補修値を採用しました。

・ 高所作業車運転費 = 4.0 日 × 54,000 (円/日) = 216,000 (円/m)

・ 補修費合計 = 930,000 + 216,000 = 1,146,000 円 ≒ 114.6 万円

8.3. 新技術工法

(1) 表面含浸工法

参考資料 4. を参照。

(2) 補修数量

補修数量は、「3.1 現況諸元」より下記です。

・ SL(起拱線) = 2 線 $\times$ 174.5m = 349.0 m

・ (スパン線) = 15 線 $\times$ 14.1m = 211.5 m 延長 L = 349.0 + 211.5 = 560.5 m

・ 補修面積 A = (延長 L : 560.5m) $\times$ (幅 B : 0.5m 線中心に左右 0.25m) = 280.2 $\div$ 280 (m²)

※補修幅 0.5m は、線導水補修幅が 0.3mであることを考慮して 0.5m としました。

(3) 補修方法・日当たり作, 業量

・ 高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8~10m 未満

・ 簡易清掃 (0.7 日) $\rightarrow$ 下地処理 (4.1 日) $\rightarrow$ 含浸材塗布 (2.4 日) = 7.2 $\div$ 8 日

図表 8.3-1 作業日当り標準作業量

表22-1 簡易清掃			
区 分	高所作業車	単 位	日当たり標準施工量
簡易清掃	無	m ²	475
	有	m ²	380
	作業高11m未満	m ²	380
	作業高11m以上13m以下	m ²	380

表22-2 下地処理			
区 分	高所作業車	単 位	日当たり標準施工量
下地処理	無	m ²	85
	有	m ²	68
	作業高11m未満	m ²	68
	作業高11m以上13m以下	m ²	68

表22-3 含浸材塗布			
区 分	高所作業車	単 位	日当たり標準施工量
含浸材塗布	無	m ²	145
	有	m ²	116
	作業高11m未満	m ²	116
	作業高11m以上13m以下	m ²	116

(出典) : 一般財団法人 建設物価調査会 「橋梁補修の解説と積載」 P. 440

(5) ひび割れ(低圧注入) 補修費

・ 補修施工費 = 280 (m²) $\times$ 4,500 (円/m²) = 1,260,000 (円)

※補修施工単価 4,500 (円/m²) は、道路橋梁の補修値を採用しました。

・ 高所作業車運転費 = 8.0 日 $\times$ 54,000 (円/日) = 432,000 (円)

・ 補修費合計 = 1,260,000 + 432,000 = 1,692,000 $\div$ 169.2 万円

9. 補修費縮減検討

9.1. 目 的

トンネル補修の補修費は、9.5 補修費縮減での従来工法(114.6 万円)、新技術工法(333.5 万円)と(従来工法は 8.2、新技術工法は 8.3 を参照)であり新技術工法が 218.9 万円の増加ですが、「長寿命化機能」に必要な維持経費から工法選定するのが目的です。

9.2. 方 法

「長寿命化機能」維持経費の比較は、下記項目で工法選定をします。

- ・補修項目：⑥ひび割れの幅 0.2～0.5mm
- ・補修工法：従来工法は「低圧注入工法」、新技術工法は「表面含浸工法」
- ・比較工事費：補修工事費＋高所作業車運転費の直接工事費
- ・試算方法：ライフサイクルコスト(LCC)

9.3. 条 件

(1)機能維持期間：30 年間

(2)低圧注入工法

- ・施工単価：⑥ひび割れ 10,000 円/m
- ・耐用年数：7 年間 (補修箇所 10 年＋新規発生 5 年間)/2=7.5≒7 年
補修箇所の耐用年数 10 年(参考資料 1. 参照)
新規発生の耐用年数 5 年(参考資料 3. 参照)

(3)表面含浸工法(新技術工法：参考資料 4. 参照))

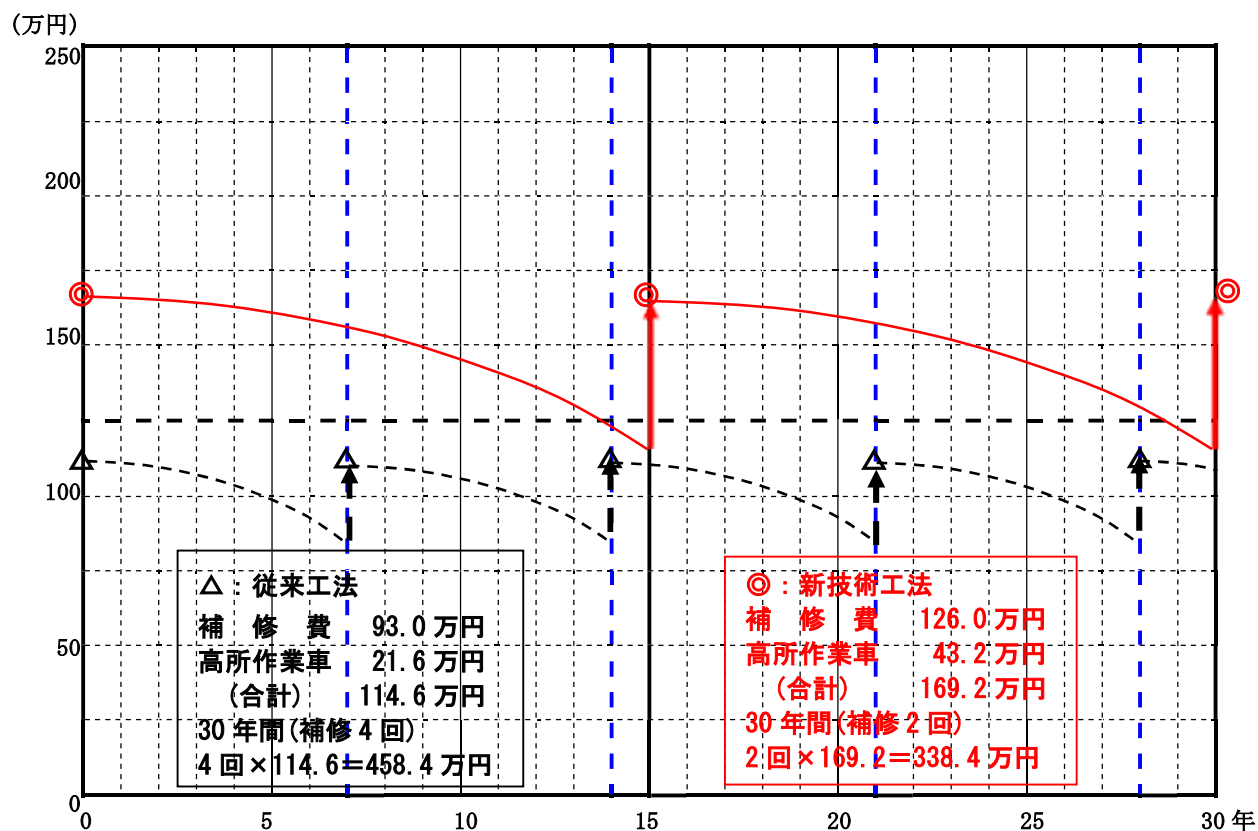
- ・施工単価：4,000 円/m²
- ・耐用年数：15 年間(参考資料 2. 参照)

(4)高所作業車運転費(作業床高 8～10m未満)

- ・施工単価：54,000 円/日
- 低圧注入工法、含浸塗布工法の施工単価は伴に共通です。

9.4. LCC試算

(1) 工法比較



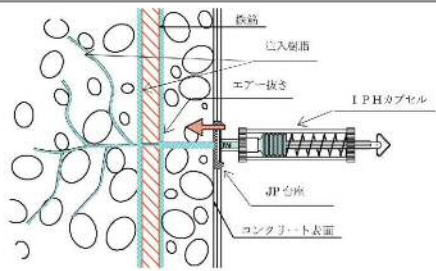
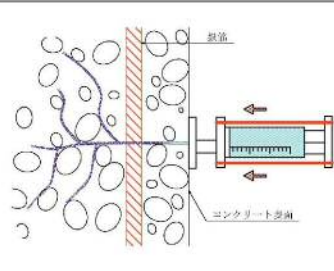
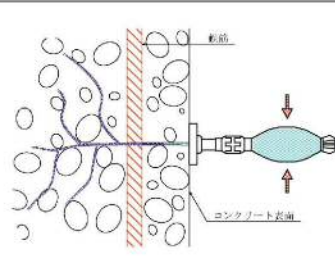
9.5. 補修費縮減

(1) 新技術工法による補修費縮減

項 目	従来工法	新技術工法
補修費	93.0 万円	126.0 万円
高所作業	21.6 万円	43.2 万円
合 計	114.6 万円	169.2 万円
補修回数	4 回	2 回
30 年間 補修費	補修費 = (合計) × 補修回数 = 458.4 万円	補修費 = (合計) × 補修回数 = 338.4 万円
縮減補修費	縮減補修費 = (従来工法 - 新技術工法) 全体補修費 = (458.4 万円) - (338.4 万円) = 120.0 万円	

9.6. 参考資料

参考資料 1. (1) 注入工法の比較検討表 参考例

工法または一般名称			第 1 案 IPH 内圧充填接合補強工法	第 2 案 低圧注入工法（従来工法）	第 3 案 低圧注入工法（従来工法）						
技術評価			旧 NETIS(CG-070007-V)・土木学会技術評価証(第 0020号)・特許(第 5074118 号)								
イメージ図											
概要			コンクリート表面から鉄筋被りまで穿孔し、表面ひび割れ部（開口）をシールした上で注入材をスプリング加圧方式（低圧）でコンクリート内部深くまた、広く浸透させて既存部材の鉄筋付着力の回復により部材耐力を回復・向上させる工法である。 超低粘度で可使時間の長い注入材を低圧力で時間をかけて注入するため、注入箇所周囲の微細な空隙まで注入材が浸透するので、高深度で高充填が可能となり、既存コンクリートの健全化と同時に止水効果、防錆効果等が期待できる。			ひび割れ表面をシールして、専用注入台座と専用注入器（ゴム風船圧力）でエポキシ樹脂をひび割れ内部へ低圧注入する。 樹脂を押込む注入であるため、微細部への浸透が不足					
使用対象			断面修復・劣化部材強化・ひび割れ・浮き・躯体内部のジャンカ・漏水等			ひび割れ・表面劣化部					
主要目的			RC 造コンクリートの耐力及び剛性が向上・ひび割れ注入・止水注入			ひび割れ注入					
注入器具特性	注入器具	加圧方式	スプリング加圧方式			ゴムバンド方式			ゴム膜復元加圧方式		
		加圧概要	スプリングを縮ませて樹脂容器（ジャバラ）をセットし、注入開始時にスプリング操作により穿孔内部の反発エアを外部に排除して注入樹脂の浸透しやすくすることが重要となる。ジャバラ内の注入樹脂の動きを日視管理して加圧硬化養生をエポキシ樹脂系で 24 時間以上、アクリル樹脂系で 1 時間以上を標準としている。			伸ばしたゴムを注入器具に掛け、ゴムの縮む復元力によって加圧する。 エア抜き機能が無く、気泡が先行して浸透阻害要因となる。			注入器内に注入材を充填し、ゴム膜を膨らませ、そのゴムが元に戻るようとする復元力で加圧する。 エア抜き機能が無く気泡が先行する。		
	注入圧力	加圧力	初期圧力 0.06N/mm ² 安定時圧力 0.02N/mm ²			0.4 N/mm ² 以下 0.098 N/mm ² (1kgf/cm ²)			0.4 N/mm ² 以下 0.34 N/mm ² (340kPa)		
		注入深さ・精度	微細部深部にまで確実に注入材が充填されるため、鉄筋周囲の接合密封により付着強度が増強され同時に防錆効果がある。			0.2mm 以下微細部には注入材の充填が不安定である。 ひび割れの表層部を走る傾向がある。			微細部には注入材が充填されない。 ひび割れの表層部を走る傾向がある。		
		加圧圧力の安定性	安定 スプリングはハガネであり、加圧力の変動が少ないため均等な圧力保持			不安定 個々のゴムの復元力が一定でなく、また注入器の使用回数によりゴムが伸びて復元力が徐々に小さくなる。			不安定 注入器具内に充填するエポキシ樹脂量により、注入圧力が変化するため		
	空気混入	樹脂攪拌時の気泡処理	ジャバラの凸部に気泡が残るため充填される注入材に混入しない			空気混入する（防止機構なし）			空気混入する（防止機構なし）		
		注入機器内の残存空気	注入器具及び台座に空気抜き機構あり（特許）			空気混入防止機能はなく、空気を押し込み注入が不安定			混入防止機構はなく、押し込む注入であり空気も入る		
注入器具の再利用			可能（40 回程度）			可能（2～3 回程度）			1 回の注入毎に使い捨て		
注入材	名 称		湿潤用 エポキシ系 E-39611			エポキシ樹脂			エポキシ樹脂		
	注入材の粘度（20℃）		500±200mPa・s			600±100mPa・s			500±200mPa・s		
	注入材の可使時間（20℃）		40～70 分程度			30～40 分程度			30～50 分程度		
施工	コンクリート耐力回復効果		あり（実験評価・論文有り）			—			—		
	漏水部の施工		微細部にまで注入材が充填されるためコンクリート内部の密度が高まり止水対策効果がある。			微細部に注入材が充填されないため漏水対策には効果がない。			微細部には注入材が充填されないため漏水対策には効果がない。		
	耐久性		20 年以上			10 年未満			10 年未満		
	ライフサイクルコスト 30 年		1 回			3 回～4 回			5 回～6 回		
	注入間隔		200mm			300mm			300mm		
経済性	イニシャルコスト（直工）		ひび割れ 1m 当り 12,000 円 → 1,200,000 円/100m 当り			ひび割れ 1m 当り 9,000 円 → 900,000 円/100m 当り			ひび割れ 1m 当り 9,000 円 → 900,000 円/100m 当り		
	ライフサイクルコスト（直工）		30 年間で 1 回 1,200,000 円/100m			30 年間で 3 回計上 9,000 円 ×3＝ 2,700,000 円/100m			30 年間で 5 回計上 9,000 円 ×5＝ 4,500,000 円/100m		
	合 計（直工）		2,400,000 円/100m/30 年			3,600,000 円/100m/30 年			5,400,000 円/100m/30 年		
総合評価			・注入効果が従来工法と比べ十分期待できる。 ・耐久性に優れる。 ・従来工法より経済的である。 ◎			・第 1 案と比べると注入効果が劣る。 ・第 1 案と比べ耐久性に劣る ・経済性で第 1 案に劣る △			・第 1 案と比べると注入効果が劣る。 ・第 1 案と比べ耐久性に劣る ・経済性で第 1 案に劣る △		

(13) 注入止水剤(材) 主要情報一覧表

会社名 (団体)	商品名 (工法名)	組成・材質		注入 方法	性能				設計価格	施工体制	耐用年数	保証 年数	販売開始時期
		系統	主要組成		適用ひび割れ幅	ひび割れ追従性	充填性	可使用時間	硬化時間				
太平洋マテリアル㈱	太平洋スラリー	無機系	超微粒子セメント、 SBR系ポリマーディスパージョン	低圧	(未実施)結果なし (カタクログ表記は0.3mm以上)	(未実施) 結果なし	(NSKS-003 4.5)流下時間1 回目:141秒、2 回目:21.3秒	1時間 (練り混ぜ、 注入)	3日 (練り混ぜ、 注入、治具 撤去)	材料販売	コンクリートと同程度	なし	-
住友大阪セメント㈱	リフレフィルボンド	無機系	超微粒子セメント、 SBR系エマルジョン	低圧	0.05mm以上 (割裂コンクリート 共試験体試験)	データなし	データなし	60分 (<JSCE- F521>20℃)	始発11:20、 終結14:10 (<JSR5201 >20℃)	材料販売	10年	なし	1993年
日鐵セメント㈱	ハイスタッフ	無機系	高炉スラグ超微粒子	低圧	0.05mm以上 (割裂試験体)	データなし	0.05mm以上 (切断面確認)	約1時間 (Pロート試験)	約24時間 (圧縮強度)	材料販売、ライ センストと同程 度	1988年	なし	
全国止水躯体補修 工事協同組合	オーロラB工法 (ひび割れ注入ハイ シエ工法)	無機系	高炉スラグ超微粒子	低圧	0.05mm以上 (割裂試験体ひび 割れ)	無機質で伸縮性 は弾性係数範囲	研摩断面幅0.05 ～0.7mm充填効 果確認 (材料浸透試験 水頭圧H2.7m)	1時間 (配合、練 混、注入試 験)	24時間(配 合、練混、 注入試験)	ライセン ストと同程 度	1990年	なし	
日本TACSS協会	TACSS工法	有機系	疎水性ポリウレタン樹脂	低圧・ 高圧	0.05mm以上	-	加水反応の発泡 圧力により微細 な間隙にも充填 しやすい	主剤と専用 触媒を混合 した後は速 やかに使用 する	5,000～20,000 円/m ³ (材工参考値 格)	責任施工 体制	コンクリートと同程 度	なし	1966年
茶谷産業㈱ (日本セリノール防 水事業協同組合)	TA-2001 (TAPグラウト工法)	有機系	疎水性ポリウレタン樹脂	高圧	特になし	ゲル体になった物の 再膨張はない	高圧注入のため 微細部へも充填 可能	水との接触 反応のため 特定不可	6分～15分	責任施工 体制	-	なし	-
TA-6X (TAPグラウト工法)	有機系	疎水性ポリウレタン樹脂	高圧	特になし	ゲル体になった物の 再膨張はない	高圧注入のため 微細部へも充填 可能	水との接触 反応のため 特定不可	60秒～180 秒	-	責任施工 体制	-	なし	-
日本シーカ㈱	SKグラウトプラグ D/D1注入止水工法	有機系	疎水性ポリウレタン樹脂	低圧・ 高圧	-	-	-	-	-	材料販売	-	-	2003年
ピングラウト協議会	ピングラウト止水工 法 スマート止水工法	有機系	親水性・液型ポリウレ タン樹脂	低圧・ 高圧	0.05mm以上	-	発泡圧力による 充填のため良好	考慮の必要 なし	水との反応 硬化のため 条件による	責任施工 体制	-	-	1985年

(2) 注入工材(エポキシ樹脂) 比較の耐用年数表 参考例

会社名 (団体)	商品名 (工法名)	組成・材質		注入 方法	性能				設計価格	施工体制	耐用年数	保証 年数	販売開始時期
		系統	主要組成		適用ひび割れ幅	ひび割れ追従性	充填性	可使用時間	硬化時間				
東邦化学工業㈱	ハイセルOHシリー ズ	有機系	親水性ポリウレタン樹脂	低圧・ 高圧	-	-	-	-	50秒～50分 (製品番手 により異なる)	材料販売	設定なし	なし	1982年
ショーボンド建設㈱	ショーボンド DDグラウト	有機系	ビスフェノールA型エ ポキシ樹脂系	低圧	-	-	-	-	8,800円/m ³ (材工参考値 格)	責任施工 体制	-	なし	-
日本シーカ㈱	エバーボンドSS# 1 (SKグラウトプラグ SS注入止水工 法)	有機系	エポキシ樹脂系	低圧・ 高圧	0.05mm以上	硬質系のため追 従性はない	ブラグSSの圧力 タンクで圧力管 理と注入量の管 理を行う	120分±10分 (23℃)	24時間 (23℃、300g 混合時)	材料販売	10年以上	なし	2000年
機アイレックス	マクサムJ-700G	有機系	アクリル樹脂系	高圧	0.1mm以上 (割裂試験体ひび 割れ)	伸率最大300%ま で追従 (硬化体の引張実 験)	0.05mm以上の 充填硬化を確認 (材料圧力充填 試験)	2時間 (配合、注入 試験)	6～8時間 (配合、注入 試験)	材工責任 施工	10年	あり (現場 により 異なる)	1998年
全国止水躯体補修 工事協同組合	オーロラD工法 (LASアクリル樹脂 注入工法)	有機系	アクリル樹脂系溶剤タ イプ	高圧	0.1mm以上 (コンクリートコア 状試験体)	有機系ゼリー状 固形物100%追従 性有り	コア供試体割裂 面確認0.1mm以 上	6時間 (硬化剤配合 後)	30～130秒 (ひび割れ 内ゲルタイ ム)	材工責任 施工	原則設備 定期運用 年数と同 程度	なし	1990年
三菱樹脂インフラテック ㈱	MYキーパーST MYキーパーHG	有機系	エチレン酢酸ビニル樹脂系	高圧	データなし	データなし	データなし	データなし	-	材料販売	-	なし	-

【注】
① 注入方法
・ 低圧：低圧注入工法（主軸又はバネの力等で注入する）
・ 高圧：高圧注入工法（機械を用いた高圧で注入する）
② 適用ひび割れ幅
・ 注入施工後にコンクリートを切断して、注入された最も狭いひび割れ幅を表が
③ 選定した商品は、コンクリート構造物からの漏水に対して主に止水する目的で開発されたものを中心に選定した。
したがって、建築補修用注入エポキシ樹脂（JIS A 6024）に適合したものとどの理由だけでは選定していない。

・ 無機系が有機系よりも環境に与える影響は少ないと考えられる
・ 水族館などでは止水剤（材）が魚類に与える影響などを考慮する必要がある

参考資料 2. 表面含浸材の耐用年数

3) 表面含浸工法

コンクリート表面に塗布・含浸させることでコンクリート表層部の劣化因子（水など）の浸透性を抑制するなどの品質改善効果を得る工法である。主な材料の種類にはシラン系とけい酸塩系があり、品質改善のメカニズムや程度が異なる。また、製品によって補修効果を有する成分の含有量なども大きく異なる。このため、目的や用途に適合した性能を有する製品を選定することが重要である。

表面含浸工法は、構造体または部材への水分（およびそれに含まれる塩分）の浸透を抑制することを目的に施工する場合には、雨水や結露といった水が浸入する経路を確実に覆うことが理想である。しかしながら、全ての経路を覆うことは必ずしも容易でない場合も多い（例えば、橋梁下部工構造では、側面は塗布できるが上面は施工が困難な場合が多い）。したがって、適用にあたっては、補修しようとする部材への主要な水分浸入経路や表面含浸工法を適用できる範囲などを総合的に考慮して適否を検討することが求められている。なお、シラン系表面含浸工法では水蒸気による水分排出機能を有するため、施工後の長期変動として内部を乾燥させることも期待できる（**表面被覆・含浸編 2.1 補修に求める性能**を参照）。施工にあたっては、環境に応じて、塗布面に対して乾燥状態を保つ等の適切な処置を施し、含浸性を確保することが重要である。

表面含浸材の耐久性（性能の持続性）に関しては、実環境で 15 年程度の効果が確認された事例もある。また、将来的に再補修する場合、表面含浸材を塗布した面には、含浸層の残存程度にもよるが、塗膜や断面修復材等が付着しにくくなる場合があるため、材料の相性をあらかじめ確認しておく必要がある。このため、含浸材の塗布範囲を記録として保存することが重要である。

塩害対策の場合、外部からの塩分の侵入抑制は可能であるが、既に内部に入った塩分の拡散は防止できないので、内部の塩分量の調査が必要である。

中性化対策の場合、シラン系表面含浸材を塗布して水分の浸入を抑制することで、鋼材の腐食発生を抑制することが期待できる。シラン系表面含浸材を適用したコンクリート構造物にみられる特徴の一つとして、中性化が進行しやすいことがあるが（**表面被覆・含浸編 5.3 点検の項目と方法**を参照）、近年では、中性化による鋼材腐食には水分が必要であることを勘案して評価することが標準となっている。このため、補修箇所の中性化の程度や補修しない状態での含水状態等を調査し、補修を適用可能な範囲等も考慮した上で、シラン系表面含浸材の塗布により期待される吸水抑制の効果を評価するとよい。

凍害対策の場合、スケーリングを抑えるには撥水を持続させるために、紫外線抵抗性の高いシラン系表面含浸材製品の適用や、定期的な再塗布を検討することが望ましい。なお、水が表面に常時滞留しやすく、浸入する場合、疎水化された細孔での未凍結水の流れにくさに起因して水圧が高まり、吸水防止層が凍害に至るおそれがあるため（**表面被覆・含浸編 2.2 表面被覆・含浸材の品質**を参照）、水の供給が止まるとすぐに乾燥が始まるように、水切りなどの水処理の併用も検討するとよい。

アルカリシリカ反応対策の場合、水分の浸入抑制によって進行を抑制することが期待できる。ただし、膨張が収束していない場合は、新たなひび割れから劣化因子が侵入するおそれがあるため、ひび割れ注人の併用も検討するとよい。

（出典）国立研究開発法人土木研究所

「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル 2022 年版 土木研究所資料」P. 29

参考資料 4. 表面含浸材 例

「けい酸塩系コンクリート含浸材(SUPER SHIELD)」NETIS 登録番号：QS-150019-A

長寿命化に対応
コロイド溶液
コンクリート防水・保護材

NETIS登録番号
QS-150019-A

けい酸塩系コンクリート
表面含浸材

SUPER SHIELD

スーパーシールド
鉄筋腐食抑制型

Super Shield®

Super Shield® 髯 スーパーシールド
ケイ酸塩系表面含浸剤メーカー

ごあいさつ

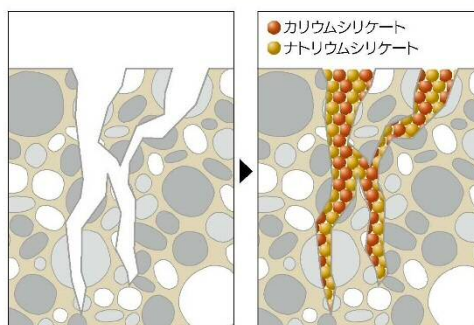
高耐久性といわれてきたコンクリートも、近年では様々な劣化現象によって短期間でその耐久性が失われ、大きな社会問題となっています。そのため、高度成長期時代に整備された公共・民間のコンクリート構造物が大改修時代をむかえており、市場ではコンクリート構造物を長く大切に供用できる技術「長寿命化技術」が注目されています。

最先端ナノ技術『**スーパーシールド**』は、ナトリウムシリケート、カリウムシリケートを主成分としたコロイド溶液タイプの次世代型・高性能コンクリート防水・保護材で、自然環境を守りながら維持管理コストの縮減を可能にするコンクリート長寿命化新技術を提供します。

スーパーシールドは、けい酸塩系の水溶性コンクリート保護材、撥水系コンクリート保護材と比較して優れた耐久性を持ち、これまでの保護材では不可能であった高機能自己修復によって、あらゆる劣化からコンクリートを長く、堅固に、安定して守り続けます。

『スーパーシールド』の特徴

スーパーシールドのコロイド溶液中には、不溶性の強度が硬い一次径1nm～50nmのシリケート（剛性シリカ）が含まれています。塗布施工することで新旧コンクリートに浸透してコンクリートの内在成分と反応し、一次粒子径1nm～50nmが凝集粒子径を最少1nm～最大数百nmまで結合して粒子径を変化させる特長を有しています。そのため新旧コンクリートの有害な毛細孔、微細ひび割れなどに対して、効果的に不溶性の剛性シリカが物理的に充填されコンクリートを緻密にし、新旧コンクリートの耐久性を大きく向上させます。



その他、溶液成分のイオン浸透効果によって、新旧コンクリートの有害な毛細孔、微細ひび割れに沿って深く内部に浸透して、炭酸ガスによる中性化を抑制し、塩化物などによる鉄筋腐食まで抑制します。さらに、自己修復の性能を備えた画期的な次世代型・高性能コンクリート防水・保護材です。

『スーパーシールド』の性能特性と適用対象

性能特性	●中性化抑制 ●塩害抑制 ●凍害抑制 ●鉄筋腐食抑制 ●アル骨材反応抑制 ●防水・止水 ●ひび割れ補修 ●耐摩耗性 ●防汚・防藻
適用対象	●橋梁（地覆、床版） ●橋脚、橋台 ●ダム堤体 ●トンネル（孔壁） ●ボックスカルバート ●港湾施設・構造物 ●河川構造物・護岸 ●用水路、樋管・樋門 ●貯水タンク、地下ピット ●立体駐車場 ●コンクリート二次製品

『スーパーシールド』の浸透プロセス

スーパーシールドは、塗布施工後、薬液の特性と毛細管現象によって、コンクリート表面下約20mm程度まで急速浸透し、28日間(4週)程度で約40mmまで浸透する特徴を持っています。

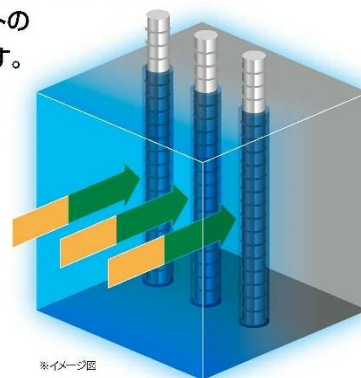
また施工後の暴露状態が継続することで、さらに新旧コンクリートの深部まで浸透していき、内在鉄筋まで保護する特徴も保有しています。



浸透深さ確認試験(参考試験)
乾燥経過による変化位置測定=塗布面:141mm
※試験体と照準試験体の断面図で変化が確認される位置を50μmの顕微鏡(厚み)でスーパーシールドの浸透深さとし、測定した。

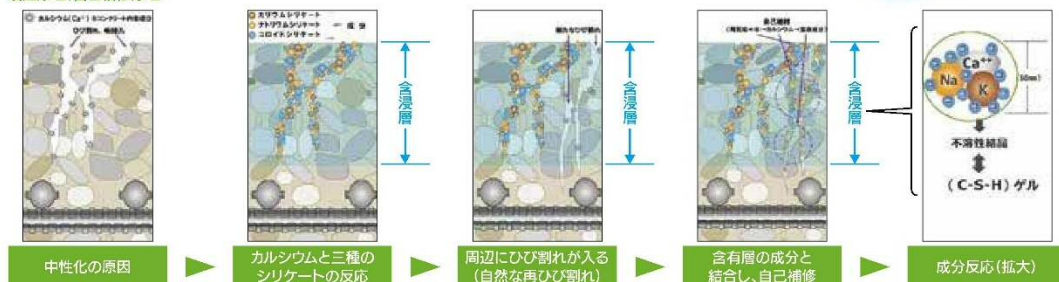


ESEMによる観察写真
5000倍率の顕微鏡



※イメージ図

浸透原理、自己補修原理

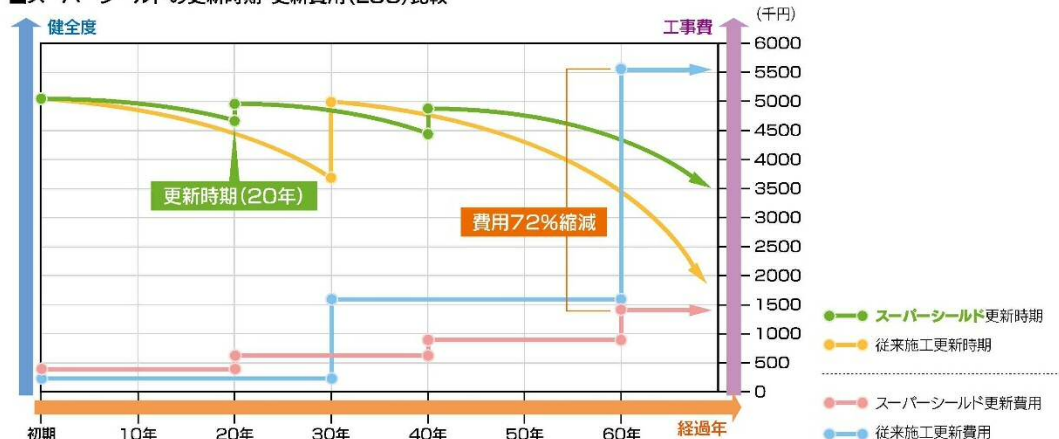


※時間とともにより深くより緊密に充填されます。

『スーパーシールド』の経年費用対効果

ライフサイクルコストを大幅に削減します。

■スーパーシールドの更新時期・更新費用(LCC)比較

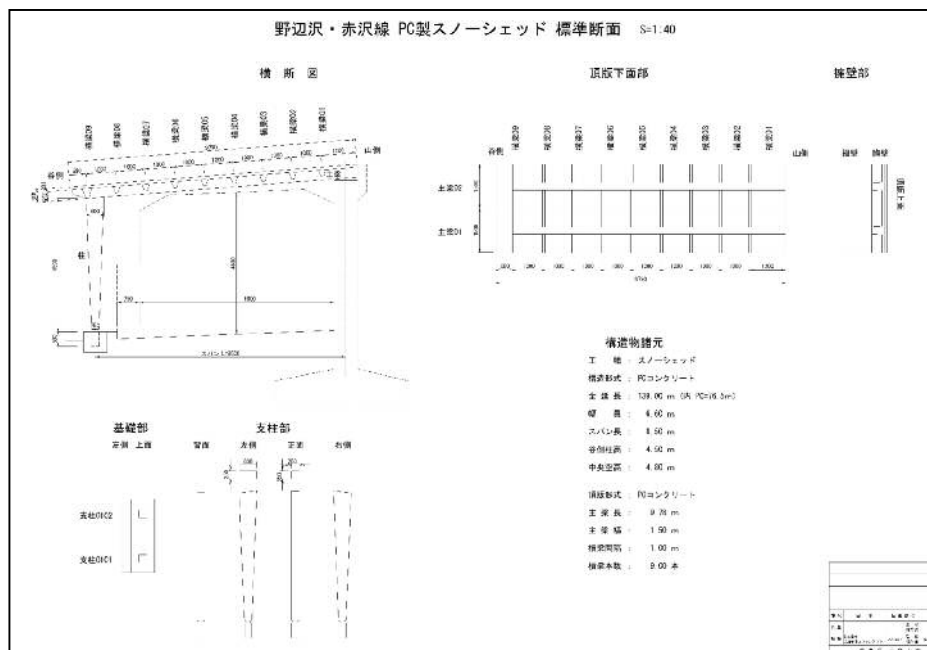


10. 〔Ⅱ部〕 シェッド編

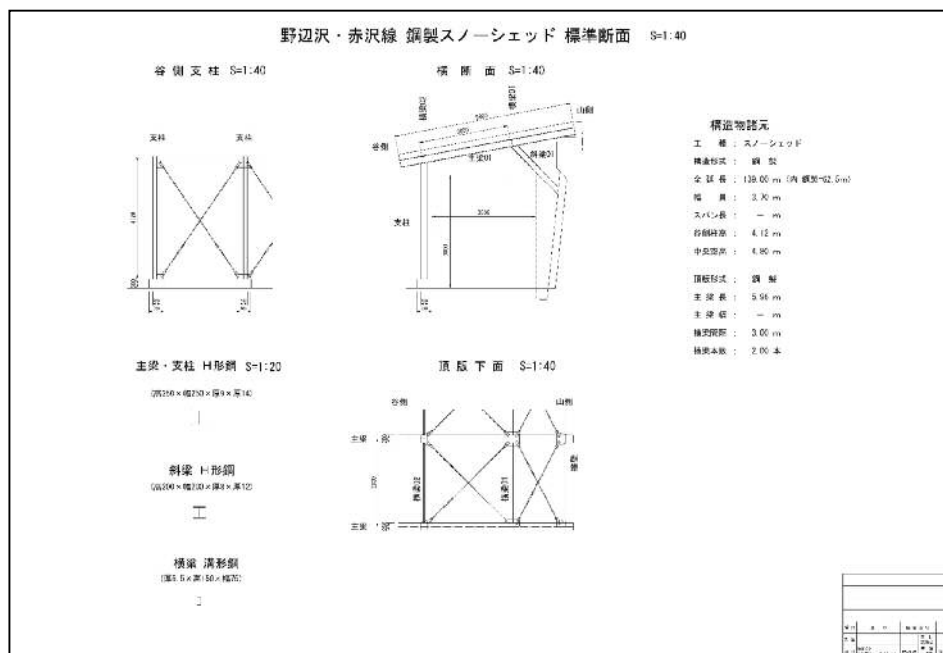
10.1. 向山シェッド概要

- ・所在地 福島県喜多方市熱塩加納町相田字中志田丁地内
- ・形 式 PC 製および鋼製
- ・延 長 76.5m (P C 部)、62.5m (鋼製部) 全延長 139.0m
- ・幅 員 6.6m (P C 部)、 3.7m (鋼製部)

図表 10.1-1 P C 部標準断面図



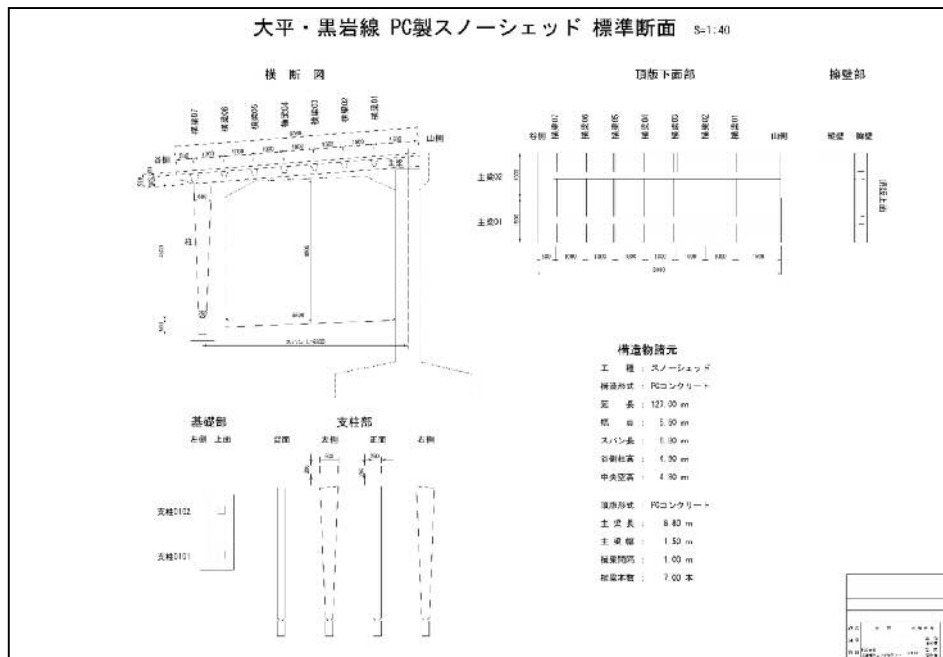
図表 10.1-2 鋼製部標準断面図



10.2. 黒岩シェッド概要

- ・所在地 福島県喜多方市熱塩加納町加納字家ノ前乙地内
- ・形 式 PC 製、
- ・延 長 127.0m
- ・幅 員 5.6m

図表 10.2-1 PC部標準断面図



11. 長寿命化計画策定

11.1. 長寿命化計画の基本方針

道路は住民生活に密着しています。道路機能の一部であるシェッド(2施設)は、機能維持に不可欠な施設です。施設の損傷が進行した場合、長期間の通行止めなどの住民生活への影響が懸念されます。そのため、損傷が深刻化してから修繕を行う事後保全から、定期的に点検を実施し損傷が深刻化する前に修繕を行う予防保全へ転換すると共に、シェッド施設の長寿命化計画(個別施設計画)の策定が必要です。

11.2. 個別施設計画の目的

シェッドの個別施設計画は、施設の老朽化が進行し大規模な修繕が必要になります。更に修繕ができない状態の場合には更新が必要となります。これらの対応には多くの事業費が必要になると共に、長期間の通行止めなどの住民生活への影響が懸念されます。定期点検による施設の維持管理費(LCC)の縮減、予算の平準化を図りつつ安全性・信頼性の確保することが、個別施設計画の目的です。

11.3. 個別計画策定の効果

長寿命化修繕計画に基づく修繕を実施することで、以下の効果が期待できます。

○健全度の向上

定期点検を実施し現状を把握しながら、適切な修繕を計画的に実施することで、施設の安全性が確保され、道路機能施設の信頼性が確保できます。

○維持管理費の縮減

事後的な修繕・更新から、予防的な修繕や計画的な架替にと移行ことで、効果的な維持管理費の縮減が実現されます。

○予算の平準化

修繕・更新に掛かる費用を予測することで、予算の平準化を考慮した修繕計画を策定が可能となります。

12. 個別施設計画の策定方針

12.1. 個別施設計画

市が維持管理するシェッドの個別施設計画策定方針は、下記に示します。

(1)施設計画策定の期間

シェッド施設の修繕費を基に、約30年間のトンネル個別施設計画を策定します。

(2)措置の優先順位

措置の優先順位は、健全性、社会的な影響度を総合的な条件を考慮して設定します。

(3) 個別施設計画による効果

事後的な修繕・更新から、損傷が軽微な状態での予防的な修繕や計画的な架替へと移行することで施設の安全性・信頼性を確保し、長期的な維持管理費(LCC)を縮減します。

12.2. 老朽化対策の基本方針

施設の老朽化を踏まえ、基本方針は下記とします。

(1) 維持管理サイクルの構築

定期的な点検・診断によりシェッドの状態を把握し、診断結果や社会的な影響度等により対策の年次計画を策定するとともに、計画に基づく予防的な修繕を行う一連の流れの維持管理サイクルを構築します。

(2) 点検情報の利活用

点検・診断や修繕・更新等の情報は、個別施設計画の策定や橋梁を維持管理していく上で重要な情報であることから、各種関連情報を保存するとともに、様々な場面で利活用します。

12.3. 新技術等の利活用

年々進歩する新技術の進歩を踏まえ、利活用の方針は下記とします。

(1) 新技術等の利活用

厳しい財政状況等を踏まえ、トンネルの維持管理の効率化や費用縮減を図るには新技術・新工法の利活用が必須です。そのためトンネルには、点検時のドローン、赤外線カメラによる精度・効率の向上および補修工事の新技術・新工法を積極的に採用します。

(2) 補修工事等での利活用

シェッドの補修工事に於いて設計段階での新技術・新工法の積極的な利活用を検討し、今後30年間で補修予定2施設において、約633.4万円(約33.8%)の費用縮減を目指します。

今後5年(R6~R10)でのコスト縮減は105.6万円/5年です。

12.4. 集約・撤去

喜多方市の管理するスノーシェッドで集約・撤去を検討した結果、管理する施設は集落へ通じる重要かつ唯一の路線であるほか、山間部に位置しており、迂回路がない路線であること、撤去した場合には冬期の雪崩により通行止めとなり集落が孤立するなど社会活動等に影響を与えるため、集約・撤去を行うことが困難である。

周辺の状況や施設の利用状況を踏まえて、再度検討を行う。

13. 補修数量

13.1. 向山シェッド

図表 13.1-1 損傷数量表

項 目	単位	数量	備 考
ひび割れ・頂版ひび割れ	m	12.25	頂版、横梁、支柱、擁壁、基礎
防食機能の劣化・腐食	m2	94.00	主梁、横梁、斜梁、支柱、基礎等

図表 13.1-2 P C部損傷

状況写真(損傷状況)
○部材単位の判定区分がⅡ、Ⅲ又はⅣの場合には、直接関連する不具合の写真を記載の
○写真は、不具合の程度が分かるように添付すること。

上部構造本体(壁)【判定区分: Ⅱ】	下部構造(受台)【判定区分: Ⅱ】
(写真7)	(写真8)
下部構造(谷川基礎)【判定区分: Ⅱ】	その他(出入口防護柵)【判定区分: Ⅱ】
(写真9)	(写真10) (写真11)

図表 13.1-3 鋼製部損傷

状況写真(損傷状況)
○部材単位の判定区分がⅡ、Ⅲ又はⅣの場合には、直接関連する不具合の写真を記載の
○写真は、不具合の程度が分かるように添付すること。

上部構造本体(主梁)【判定区分: Ⅱ】	上部構造(横梁)【判定区分: Ⅱ】
(写真1)	(写真2)
上部構造本体(頂版)【判定区分: Ⅱ】	上部構造本体(柱)【判定区分: Ⅱ】
(写真3)	(写真4) (写真5)

(出典) 平成2年度 第建維委-2号

「トンネル・スノーシェッド長寿命化修繕計画策定業務」報告書 P.12～14

13.2. 黒岩シェッド

図表 13.2-1 損傷数量表

項 目	単位	数量	備 考
ひび割れ・頂版ひび割れ	m	32.94	頂版、横梁、支柱、擁壁、基礎

図表 13.2-2 P C部損傷

状況写真(損傷状況)
 ○部材単位の判定区分がⅡ、Ⅲ又はⅣの場合は、直接関連する不具合の写真を記載せよ。
 ○写真は、不具合の程度が分かるように添付すること。

上部橋梁本体(壁)【判定区分: Ⅱ】	下部橋梁(梁台)【判定区分: Ⅰ】
 (写真8)  (写真9)	 (写真10)
下部橋梁(谷川基礎)【判定区分: Ⅲ】	その他(出入口主砂間)【判定区分: Ⅱ】
 (写真11)  (写真12)	 (写真13)

(出典) 平成2年度 第建維委-2号

「トンネル・スノーシェッド長寿命化修繕計画策定業務」報告書P.16

14. 補修工法

14.1. 補修方針

向山、黒岩の両シェッドを補修は、下記の方針とします。

(1) 形式区分

- ・ 向山シェッドは、2 形式(P C 部と鋼製部)であるため、補修工法を区分します。

(2) 補修区分

- ・ P C 部は、コンクリート部材の補修工法
- ・ 鋼製部は、鋼部材の補修工法

(3) 補修損傷

- ・ P C 部は、ひび割れ(頂版、支柱、擁壁、基礎 部)
- ・ 鋼製部は、防食機能の劣化・腐食(主梁、横梁、斜材、支柱 部)

(4) 作業方法

作業方法は、緊急車両、生活維持車両の交通確保のため、高所作業車を使用します。

(5) 補修工法

- ・ P C 部のひび割れには、従来工法(低圧注入)、新技術工法(表面含浸)
- ・ 鋼製部の防食機能の劣化には、従来 (Ra-Ⅲ) 塗装、新技術 (Rc-Ⅰ) 重防食塗装

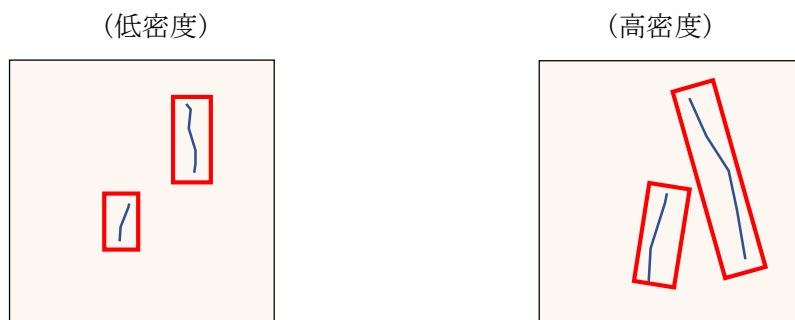
(6) 補修範囲

- ・ (低圧注入) 工法は、ひび割れ部の延長(m)を補修範囲とする。
- ・ (表面含浸) 工法は、原則として損傷部を含む部材全面積(m²)を補修範囲とします。
※全面積補修が効果的でない場合には損傷部を含む 30(c m)を補修範囲とします。

(7) 効果範囲例

- ・ 効果対費用(B/C)を活用するため、「ひび割れ密度」の考え方を採用します。
- ・ 縦・横 1.0m の範囲にひび割れ 2 本の場合
 低密度：密度 $d_1 = \text{延長 } 0.5(\text{m}) / \text{面積 } 1.0(\text{m}^2) = 0.5(\text{m}/\text{m}^2)$ (計 $0.2 + 0.3 = 0.5\text{m}$)
 高密度：密度 $d_2 = \text{延長 } 1.5(\text{m}) / \text{面積 } 1.0(\text{m}^2) = 1.5(\text{m}/\text{m}^2)$ (計 $0.6 + 0.9 = 1.5\text{m}$)

図表 14.1-1 : 単位面積当りのひび割れ密度概念図



ひび割れ密度の値により、1(m²) 当りでの従来工法と新技術工法に要する補修費の比較を可能となります。

(註釈) 公益社団法人 日本コンクリート工学会「コンクリート診断技術' 13」P.216

(b) 劣化要因および劣化指標

ひび割れの 1(m²) 当りの総延長を「ひび割れ密度」と記載されています。

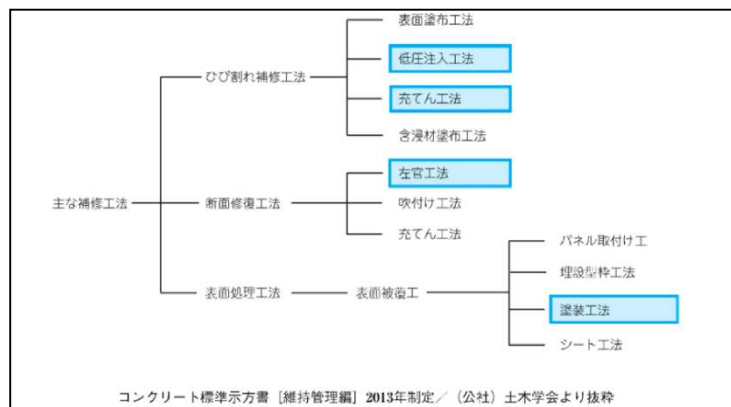
図表 14.1-2 : ひび割れ密度と補修費の関係表

項 目		区 分	施工単価	補修数量	補修金額 (円)	合計補修費(円)
表面 含浸 全面塗	低 密 度	従 来(低圧注入)	10,000(円/m)	0.50m	5,000	9,000
		新技術(表面含浸)	4,000(円/m ²)	1.00m ²	4,000	
	高 密 度	従 来(低圧注入)	10,000(円/m)	1.50m	15,000	19,000
		新技術(表面含浸)	4,000(円/m ²)	1.00m ²	4,000	
表面 含浸 部分塗	低 密 度	従 来(低圧注入)	10,000(円/m)	0.50m	5,000	5,600 縮減費 3,400 縮減率 37.8%
		新技術(表面含浸)	4,000(円/m ²)	0.15m ²	600	
	高 密 度	従 来(低圧注入)	10,000(円/m)	1.50m	15,000	16,800 縮減費 2,200 縮減率 11.6%
		新技術(表面含浸)	4,000(円/m ²)	0.45m ²	1,800	

14.2. 向山シェッド補修

(1) P C部補修

図表 14.2-1 ひび割れ補修工法



(2) 鋼製部補修

図表 14.2-2 防食機能の劣化補修

補修補強工法	概要	対象損傷
①塗装塗替え工法	錆の発生箇所をクレンし、補修塗装を行い、鋼材の腐食を防止、部分的に著しい塗膜劣化の生じている箇所は、部分塗替えを検討	・防食機能の劣化 ・腐食
②当て板補強工法	激しい腐食による鋼部材の減厚が生じた箇所は、腐食箇所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	・腐食による鋼部材の減厚
③溶接補修工法	溶接部に発生したき裂部分を除去し再溶接する。再溶接部の止端部は十分に仕上げを行って疲労強度を向上させる。	・き裂
④ストップホール工法	応急的な対策として用いられる工法で、き裂の先端に丸い孔を削孔し、き裂先端部の応力集中を除去することで、き裂の進展を防止	・き裂
⑤ボルト交換工法	著しく腐食しボルト断面が欠損している場合、ボルトが破断し欠損している場合、遅れ破壊が認められる F11T を使用している場合などにボルトを交換	・ボルトのゆるみ・脱落
⑥部材取替え工法 （一部、全部）	主に二次部材が、腐食などによって損傷し、断面欠損が著しい場合は、損傷した部材全体を取外して新しい部材と取替える。	・腐食による鋼部材の減厚 ・き裂
⑦加熱矯正工法	変形した鋼部材を加熱後、一般にジャッキを用いて変形の大きい箇所から始めて、小さいほうに向かって徐々に矯正し、これを何回も繰り返す。	・変形

（出典）平成 25 年 3 月 福島県橋梁補修調査設計要領（案）P. 85

14.3. 黒岩シェッド補修

(1) P C部補修

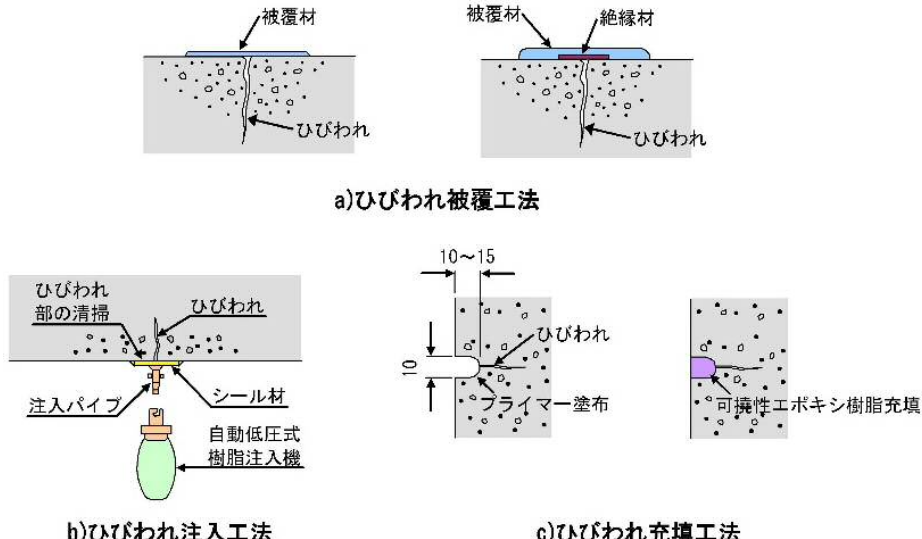
本シェッド補修は、構造形式が同じである「向山シェッド」と同様にします。

※図表 14.1 (5)「補修工法」：ひび割れは従来工法（低圧注入）、新技術工法（表面含浸）

14.4. 補修工法の特徴

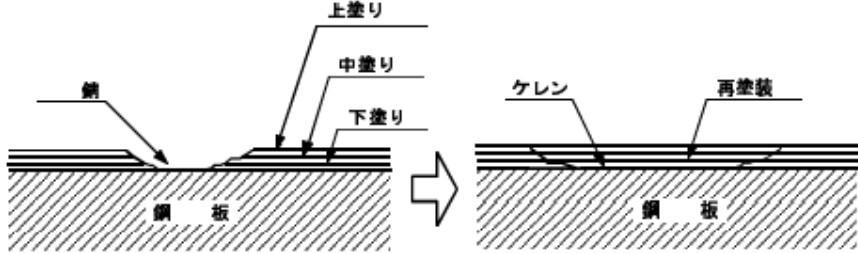
(1) P C 部材補修の特徴

図表 14.4-1 ひび割れ補修工法

工法名	ひびわれ補修工法
対象部材	主桁、床版、下部工躯体
工法概要	・ひびわれ箇所に対し、エポキシ樹脂材、ポリマーセメントなどの補修材料を注入あるいは充填し、水分や塩化物などの浸入を防止する工法 ・中性化や塩害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は、断面修復工法の併用を検討  a)ひびわれ被覆工法 b)ひびわれ注入工法 c)ひびわれ充填工法
要求性能	・ひびわれ部からコンクリート内部への通気および通水を遮断する性能
施工性	・施工が容易で、作業スペースが確保できればすべての部位に適用可能 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷卸しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・進展性ひびわれは、ひびわれの拡大に材料が追従できないため、一般的にひびわれ注人工は適さない。 ・樹脂系の注入材は、漏水の著しい箇所での施工は適さない。 ・5℃以下の低温の場合、エポキシ樹脂が硬化しないため、施工には注意が必要

(2) 鋼部材補修の特徴

図表 14.4-2 塗装塗替工法の特徴

工法名	塗装塗替え工法
対象部材	主桁・主槽、鋼床版、鋼製橋脚、(鋼製支承)
工法概要	・素地調整後、補修塗装を行い、鋼材の腐食を防止 ・部分的に著しい塗膜劣化の生じている箇所は、部分塗替えを検討 
施工性	・施工は、吊足場等の足場施設が必要 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷卸しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・海岸沿岸地域の塩害、重工業地帯の亜硫酸ガスなどの発生箇所のように、周辺環境条件の厳しい箇所では、環境条件に適した重防食塗装を実施することが望ましい。 ・発錆原因の除去対策を行わない場合は、短期間で再劣化するため、適切な対応を検討(例えば、漏水が原因の場合は、止水対策を行った後に塗装工を実施)
使用材料	<Rc-I 塗装系の例> 素地調整:1種ケレン 下 塗:有機ジンクリッチペイント+弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(2層) 中 塗:弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 上 塗:弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗

(出典) 平成 25 年 3 月 福島県橋梁補修調査設計要領(案) P.88

14.5. 工法の留意点

(1) 鋼部材補修の留意点

図表 14.5-1 塗装塗替工法の留意点

頻繁に塗替えを繰り返すことは、不経済になるばかりか、素地調整の騒音等の社会的な影響も大きいことから耐久性に優れる重防食塗装系を採用することを原則とする。

旧塗膜が一般塗装系である A 塗装系、B 塗装系の場合は塗装・防食便覧に示される Rc-I 塗装系に準拠し表 4.23 の使用によることを原則とする。また、C 塗装系又は耐候性鋼材、溶解亜鉛めっき、金属溶射については別途検討が必要である。

また、旧塗膜が鉛系の場合、プラスト廃材受け入れの際に成分検査が必要となるため、十分に注意が必要である。

表 4.23 Rc-I 塗装系（スプレー）¹⁷

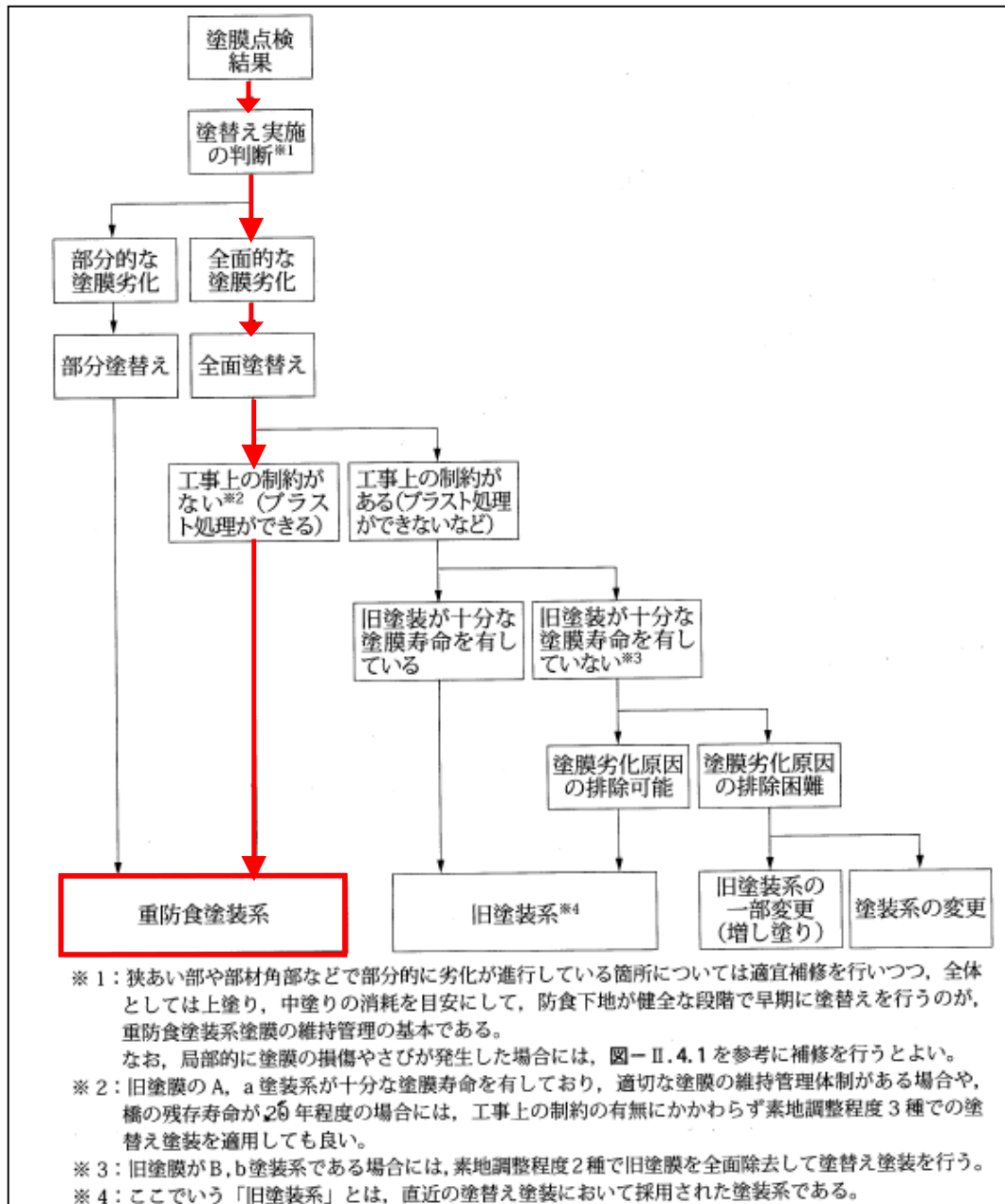
塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔
素地調整	1 種		4 時間以内
下 塗	有機ジンクリッチペイント	600	
下 塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂 塗料下塗	240	1 日～10 日
下 塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂 塗料下塗	240	1 日～10 日
中 塗	弱溶剤形ふっ素樹脂 塗料用中塗	170	1 日～10 日
上 塗	弱溶剤形ふっ素樹脂 塗料上塗	140	1 日～10 日

(出典) 平成 25 年 3 月 福島県橋梁補修調査設計要領(案) P.89

(2) 塗替塗装の選定

塗替塗装に適用する塗装系選定の一般的な手順は、下記検討を行ないました。

図表 14.5-2 塗替塗装の選定手順



(出典) 平成 26 年 3 月 (公社) 日本道路協会 鋼道路橋防食便覧 P. Ⅱ-115

(5) 重防食塗装系

鋼道路橋は、塗膜の暴露される環境が塗替後も変わらないと判断し、従来の塗替塗装は旧塗装と同じ性能を有する塗装系を一般に選定しています。しかし、その後の調査によるとライフサイクルコスト(LCC)、環境対策、景観上の配慮などの観点から、より耐久性の優れた塗装系にする有利かつ合理的と考えられるため、塗替塗装仕様は従来よりも耐久性に優れた**重防食塗装系を基本**としています。

(鋼道路橋防食便覧 P. Ⅱ-114)

図表 14.5-3 架設足場工の選定図

塗装系	Re-I (シンクリッチペイント～フッ素系)	Re-III (変性エポキシ樹脂系)	Ra-III (鉛・クロムフリーさび止めペイント～フタル酸系)	c-1(旧便覧) (変性エポキシ樹脂系)
素地調整	1種	3種	3種	3種
下塗	有機シンクリッチペイント ニッペシンキー8000HB 75μm・600g/㎡	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 (鋼板露出部のみ) ハイボン207アイン (60μm・200g/㎡)	鉛・クロムフリーさび止めペイント (鋼板露出部のみ) 速乾PZヘルゴンエ (35μm・140g/㎡)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 (鋼板露出部のみ) ハイボン207アイン (60μm・240g/㎡)
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 ハイボン207アイン 60μm・240g/㎡	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 ハイボン207アイン 60μm・200g/㎡	鉛・クロムフリーさび止めペイント 速乾PZヘルゴンエ 35μm・140g/㎡	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 ハイボン207アイン 60μm・240g/㎡
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 ハイボン207アイン 60μm・240g/㎡	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 ハイボン207アイン 60μm・200g/㎡	鉛・クロムフリーさび止めペイント 速乾PZヘルゴンエ 35μm・140g/㎡	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 ハイボン207アイン 60μm・240g/㎡
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 デュロン1007アイン中塗 30μm・170g/㎡	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 デュロン1007アイン中塗 30μm・140g/㎡	長油性フタル酸樹脂塗料中塗 CRペイント中塗エ 30μm・120g/㎡	弱溶剤形エポキシ樹脂塗料中塗 ハイボン307アイン中塗 30μm・140g/㎡
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 デュロン1007アイン 25μm・140g/㎡	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 デュロン1007アイン 25μm・120g/㎡	長油性フタル酸樹脂塗料上塗 CRペイント上塗エ 25μm・110g/㎡	弱溶剤形エポキシ樹脂塗料上塗 ハイボン507アイン 25μm・120g/㎡
合計膜厚	250μm	175(235)μm	125(160)μm	175(235)μm
期待耐用年数 (主に防錆性で)	約25～30年	約10～20年 (素地調整程度による)	約5～8年 (素地調整程度による)	約8～12年 (素地調整程度による)
防錆性	◎	○	△	○
耐酸性	○	○	△	○
耐アルカリ性	○	○	×	○
耐候性	◎	◎	△	○
乾燥性	○	○	△	○
環境性 (VOC,重金属フリー)	○	○	○	○
工定数	5工程	5工程	5工程	5工程
塗装方法	エアレスプレー	はけ・ローラー	はけ・ローラー	はけ
塗料コスト	△	△～○	◎	○
ライフサイクルコスト	○	○～△	×	△

【備考】
 ※期待耐用年数は、標準的な環境条件・施工条件を基準としています。
 実際の耐用年数は諸条件の違いにより、大幅に変動します。
 ※錆部については、下地処理後タッチアップ補修塗装を実施してください。
 ※塗料コストは下塗は常備色とし、上塗は淡彩で算出し、評価しました。

(出典) 日本ペイント販売(株) 技術資料

(6) 重防食塗装系耐用年数

(7) 一般塗装系と重防食塗装系の塗装費

図表 14.5-4 一般塗装系と重防食塗装系の耐用年数と塗装費用

塗 装 系	一般塗装系	重防食塗装系
塗膜の構成	長ばく形エッチングプライマー	無機ジンクリッチペイント
	鉛・クロムフリーさび止めペイント	エポキシ樹脂塗料下塗
	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	ふっ素樹脂塗料用中塗
	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	ふっ素樹脂塗料用中塗
一般腐食環境 における耐用年数	8 年	30 年
厳しい腐食環境 における耐用年数	5 年	25 年
新設塗装費用	4,000 円/m ²	8,500 円/m ²
塗替塗装費用	6,000 円/m ² (Ra-Ⅲ塗装系)	8,000 円/m ² (Rc-Ⅲ塗装系)
		13,000 円/m ² (Rc-Ⅰ塗装系)

(出典) 社団法人 日本塗料工業会技術委員会 重防食塗料ガイドブック(第4版)P.155

(8) 塗装系のLCC試算と各防食工法との比較

上図表の耐用年数と塗装費用の値から、構造物の供用年数を30年とした場合の塗装系の新規塗装費用と塗替塗装費の積算塗装費用を計算し、LCCとして試算しました。

例1) 塗替に Ra-Ⅲ塗装系の一般塗装系の一般環境のLCC: 平均年数=(5~8年)=6.5≒7年

LCC=新設塗装費用 4,000 円/m² + 塗替塗装費 6,000 円/m²×n回塗替

=28,000 円/m² (耐用年数: 7年+7年×4回=28年) n=4

厳しい=34,000 円/m² (耐用年数: 5年+5年×5回=30年) n=5

例2) 塗替に Rc-Ⅰ塗装系の重防食塗装系の一般環境のLCC: 平均年数=(25~30年)=25年

LCC=新設塗装費用 8,500 円/m² + 塗替塗装費 13,000 円/m²×n回塗替

=21,500 円/m² (耐用年数: 25年+25年×1回=50年) n=1

15. 向山スノーシェッド補修費

15.1. 従来工法

15.1.1. PC部補修費

(1) ひび割れ(低圧注入)工法

注入工法は、参考資料1(第2案 低圧注入工法より補修費 10,000 円/m)

(2) 補修数量(図表 23.1-1 損傷数量表)

補修延長 $L = 12.25 \div 12.3(\text{m})$

(3) 補修方法

高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8~10m未満

(4) 日当たり作業量

作業日数 = (延長 12.3m) / (日当たり標準作業量 13.4m/日) = 0.91 $\div$ 1 日

図表 25.1.1-1 作業日当たり標準作業量

構造物補修工(ひび割れ補修工(充てん工法))	① ひび割れ補修工(充てん工法)		
	数量		作業日当たり標準作業量
	1 構造物当り補修延べ延長	20m未満の場合	13.9 m/日
		20m以上の場合	20.1 m/日
構造物補修工(ひび割れ補修工(低圧注入工法))	① ひび割れ補修工(低圧注入工法)		
	数量		作業日当たり標準作業量
	1 構造物当り補修延べ延長	25m未満の場合	13.4 m/日
		25m以上の場合	25.6 m/日

(出典)：国土交通省大臣官房技術調査課 「令和4年度作業日当たり標準作業量」P.25

(5) ひび割れ(低圧注入)補修費

・補修施工費 = 12.3(m) $\times$ 10,000(円/m) = 123,000(円)

・高所作業車運転費 = 1.0 日 $\times$ 54,000(円/日) = 54,000(円)

・補修費合計 = 123,000 + 54,000 = 177,000 円 $\div$ 17.7 万円

15.1.2. 鋼製部補修費

(1) 塗替塗装工法：(従来工法)

塗装材：Ra-Ⅲ (鉛・クロム フリーさび止めペイント～フタル酸系)

(2) 補修数量

図表 15.1.2-1 塗替塗装補修面積

項 目	単位	算 式	面積(m2)
主梁	m2	A1=21 本×3 面×(W 0.25m×L 5.96m)	93.9
横梁	m2	A2=20 スパン×2 本×3 面×(H 0.15m×L 2.68m)	40.2
斜梁	m2	A3=21 本×4 面×(W 0.20m×L 2.10m)	35.3
支柱	m2	A4=21 本×4 面×(W 0.25m×H 4.12m)	86.5
計	m2		255.9

(3) 補修方法

高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8～10m未満

(4) 日当たり作業量

作業日数=(面積 A 255.9m2)/(下表の日当り標準作業量)

素地調整(33.7 日)→下塗(4.4 日)→中塗(4.4 日)→上塗(4.4 日)=46.9≒47 日

図表 15.1.2-2 作業日当り標準作業量

表 8-1 小規模現場塗装工歩掛

工 種	日当り施工量 (m ² /日)	編成人員 (人)	諸雑費率 (%)
素地調整工	7.6m ² /日	橋りょう塗装工 4	9
下塗り	58.6m ² /日 (各 1 回塗り当り)	橋りょう塗装工 4	9
中塗り	58.6m ² /日 (各 1 回塗り当り)	橋りょう塗装工 4	9
上塗り	58.6m ² /日 (各 1 回塗り当り)	橋りょう塗装工 4	9

(出典)：一般財団法人 建設物価調査会「橋梁補修の解説と積載」P.387

(5) 塗替塗装(Ra-Ⅲ フタル酸系)補修費

・補修施工費=255.9(m2)×6,000(円/m2)=1,535,400(円)

※補修施工単 6,000(円/m)は、図表 7.5-4 塗装費用を参照

・高所作業車運転費=47.0 日×54,000(円/日)=2,538,000(円)

・補修費合計=1,535,400+2,538,000=4,073,400 円=407.3 万円

15.1.3. 総補修費

総補修費=(PC 部補修費 17.7 万円)+(鋼部材補修費 407.3 万円)=425.0 万円

16. 黒岩スノーシェッド補修費

16.1. 従来工法

16.1.1. PC部補修費

(1) ひび割れ(低圧注入)：(従来工法)

注入工法は、参考資料1(第2案 低圧注入工法より補修費 10,000 円/m)

(2) 補修数量(図表 13.2-1 損傷数量表)

補修延長 $L = 32.94 \div 32.9(\text{m})$

(3) 補修方法

高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8~10m未満

(4) 日当たり作業量

作業日数 = (延長 L 32.9m) / (日当たり標準作業量 25.6m/日) = $1.28 \div 2$ 日

図表 26.1.1-1 作業日当たり標準作業量

構造物補修工(ひび割れ補修工(充てん工法))	① ひび割れ補修工(充てん工法)		
	数量		作業日当たり標準作業量
	1 構造物当り補修延べ延長	20m未満の場合	13.9 m/日
		20m以上の場合	20.1 m/日
構造物補修工(ひび割れ補修工(低圧注入工法))	① ひび割れ補修工(低圧注入工法)		
	数量		作業日当たり標準作業量
	1 構造物当り補修延べ延長	25m未満の場合	13.4 m/日
		25m以上の場合	25.6 m/日

(出典)：国土交通省大臣官房技術調査課 「令和4年度作業日当たり標準作業量」P.25

(5) ひび割れ(低圧注入)補修費

・補修施工費 = $32.9(\text{m}) \times 10,000(\text{円}/\text{m}) = 329,000(\text{円})$

※補修施工単価 10,000(円/m)は、道路橋梁の補修値を採用しました。

・高所作業車運転費 = $2.0 \text{ 日} \times 54,000(\text{円}/\text{日}) = 108,000(\text{円})$

・補修費合計 = $329,000 + 108,000 = 437,000 \text{ 円} \div 43.7 \text{ 万円}$

16.1.2. 総補修費

総補修費 = (ひび割れ：低圧注入工法) = 43.7 万円

17. 向山スノーシェッド補修費

17.1. 新技術工法

17.1.1. PC部補修費

(1) 表面含浸工法：(新技術工法)とします。

(2) 補修数量

図表 27.1.1-1 表面含浸補修面積

項 目	単位	算 式	面積(m2)
頂版下面	m2	A1=	0.0
横 梁	m2	A2=	0.0
支 柱(ひび割れ) 1,3 n=2 本 (PC部 L=0.95m)	m2	A3=含浸幅 W(0.30)×延長 L(0.95)	0.3
擁 壁(ひび割れ) (PC部 L=87.40m)、(鋼部 L=11.20m)	m2	A4=含浸幅 W(0.30)×延長 L(87.40+11.20)	29.6
基 礎(ひび割れ) (PC部 L=12.25m)	m2	A5=含浸幅 W(0.30)×延長 L(12.25)	3.7
計	m2		33.6

(3) 補修方法

高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8~10m未満

(4) 日当たり作業量

作業日数=(面積 A 33.6m2)/(下表の日当たり標準作業量)

簡易清掃(0.1日)→下地処理(0.5日)→含浸材塗布(0.3日)=0.9=1日

図表 27.1.1-2 作業日当たり標準作業量

表22-1 簡易清掃			
区 分	高所作業車	単 位	日当たり標準施工量
簡易清掃	無	m ²	475
	有	作業高11m未満	380
		作業高11m以上13m以下	380
表22-2 下地処理			
区 分	高所作業車	単 位	日当たり標準施工量
下地処理	無	m ²	85
	有	作業高11m未満	68
		作業高11m以上13m以下	68
表22-3 含浸材塗布			
区 分	高所作業車	単 位	日当たり標準施工量
含浸材塗布	無	m ²	145
	有	作業高11m未満	116
		作業高11m以上13m以下	116

(出典)：一般財団法人 建設物価調査会「橋梁補修の解説と積載」P.440

(5) 表面含浸補修費

・補修施工費=33.6(m2)×4,000(円/m2)=134,400(円)

※補修施工単価 4,000(円/m2)は、図表 21.5-4 塗装費より

・高所作業車運転費=1日×54,000(円/日)=54,000(円)

・補修費合計=134,400+54,000=188,400円≒18.8万円

17.1.2. 鋼製部補修費

(1) 塗替塗装工法：(新技術工法)

塗装材：Rc-I (重防食塗装系)とします。

(2) 補修数量 図表 17.1.2-1 表面含浸補修面積

項 目	単位	算 式	面積(m2)
主梁	m2	$A1=21 \text{ 本} \times 3 \text{ 面} \times (W \ 0.25\text{m} \times L \ 5.96\text{m})$	93.9
横梁	m2	$A2=20 \text{ スパン} \times 2 \text{ 本} \times 3 \text{ 面} \times (H \ 0.15\text{m} \times L \ 2.68\text{m})$	40.2
斜梁	m2	$A3=21 \text{ 本} \times 4 \text{ 面} \times (W \ 0.20\text{m} \times L \ 2.10\text{m})$	35.3
支柱	m2	$A4=21 \text{ 本} \times 4 \text{ 面} \times (W \ 0.25\text{m} \times H \ 4.12\text{m})$	86.5
計	m2		255.9

(3) 補修方法

高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8~10m未満

(4) 日当たり作業量

作業日数=(面積 A 255.9m2)/(下表の日当り標準作業量)

素地調整(33.7日)→下塗(4.4日)→中塗(4.4日)→上塗(4.4日)=46.9≒47日

図表 17.1.2-2 作業日当り標準作業量

表8-1 小規模現場塗装工歩掛

工 種	日当り施工量 (m ² /日)	編成人員 (人)		諸経費率 (%)
素地調整工	7.6m ² /日	橋りょう塗装工	4	9
下塗り	58.6m ² /日 (各1回塗り当り)	橋りょう塗装工	4	9
中塗り	58.6m ² /日 (各1回塗り当り)	橋りょう塗装工	4	9
上塗り	58.6m ² /日 (各1回塗り当り)	橋りょう塗装工	4	9

(出典)：一般財団法人 建設物価調査会「橋梁補修の解説と積載」P.387

(5) 重防食塗装費

・塗装施工費=255.9(m2)×13,000(円/m2)=3,326,700(円)

※補修施工単 13,000(円/m)は、図表 21.5-4 塗装費用を参照

・高所作業車運転費=47.0日×54,000(円/日)=2,538,000(円)

・補修費合計=3,326,700+2,538,000=5,864,700円≒586.4万円

17.1.3. 総補修費

総補修費=(表面含浸費 18.8万円)+(重防食塗装費 586.4万円)=605.23万円

18. 黒岩スノーシェッド補修費

18.1. 新技術工法

18.1.1. PC部補修費

(1) 表面含浸工法：(新技術工法)とします。

(2) 補修数量 図表 18.1.1-1 表面含浸補修面積

項 目	単位	算 式	面積(m2)
頂版下面 主梁 16, 67, 82 (PC 部 L=1.20m)	m2	A1=含浸幅 W(0.30)×延長 L(1.20)	0.4
横 梁	m2	A2=	0.0
支 柱(ひび割れ)16 n=1 本 (PC 部 L=0.20)	m2	A3=含浸幅 W(0.30)×延長 L(0.20)	0.1
擁 壁(ひび割れ) (PC 部 L=49.65m)	m2	A4=含浸幅 W(0.30)×延長 L(49.65)	14.9
基 礎(ひび割れ) (PC 部 L=32.94m)	m2	A5=含浸幅 W(0.30)×延長 L(32.94)	9.9
計	m2		25.3

(3) 補修方法

高所作業車(トラック架装リフト車) 作業床高 8~10m未満

(4) 日当たり作業量

作業日数=(面積 25.3m2)/(下表の日当たり標準作業量)

簡易清掃(0.1日)→下地処理(0.4日)→含浸材塗布(0.2日)=0.7=1日

図表 18.1.1-2 作業日当たり標準作業量

区 分	高所作業車	単 位	日当たり標準施工量
簡易清掃	無	m ²	475
	有 作業高11m未満	m ²	380
	有 作業高11m以上13m以下	m ²	380

表22-2 下地処理

区 分	高所作業車	単 位	日当たり標準施工量
下地処理	無	m ²	85
	有 作業高11m未満	m ²	68
	有 作業高11m以上13m以下	m ²	68

表22-3 含浸材塗布

区 分	高所作業車	単 位	日当たり標準施工量
含浸材塗布	無	m ²	145
	有 作業高11m未満	m ²	116
	有 作業高11m以上13m以下	m ²	116

(出典)：一般財団法人 建設物価調査会「橋梁補修の解説と積載」P.440

(5) 表面含浸補修費

・補修施工費=25.3(m2)×4,000(円/m2)=101,200(円)

※補修施工単価 4,000(円/m2)は、図表 14.5-4 塗装費より

・高所作業車運転費=1.0日×54,000(円/日)=54,000(円)

・補修費合計=101,200+54,000=155,200円≒15.5万円

18.1.2. 総補修費

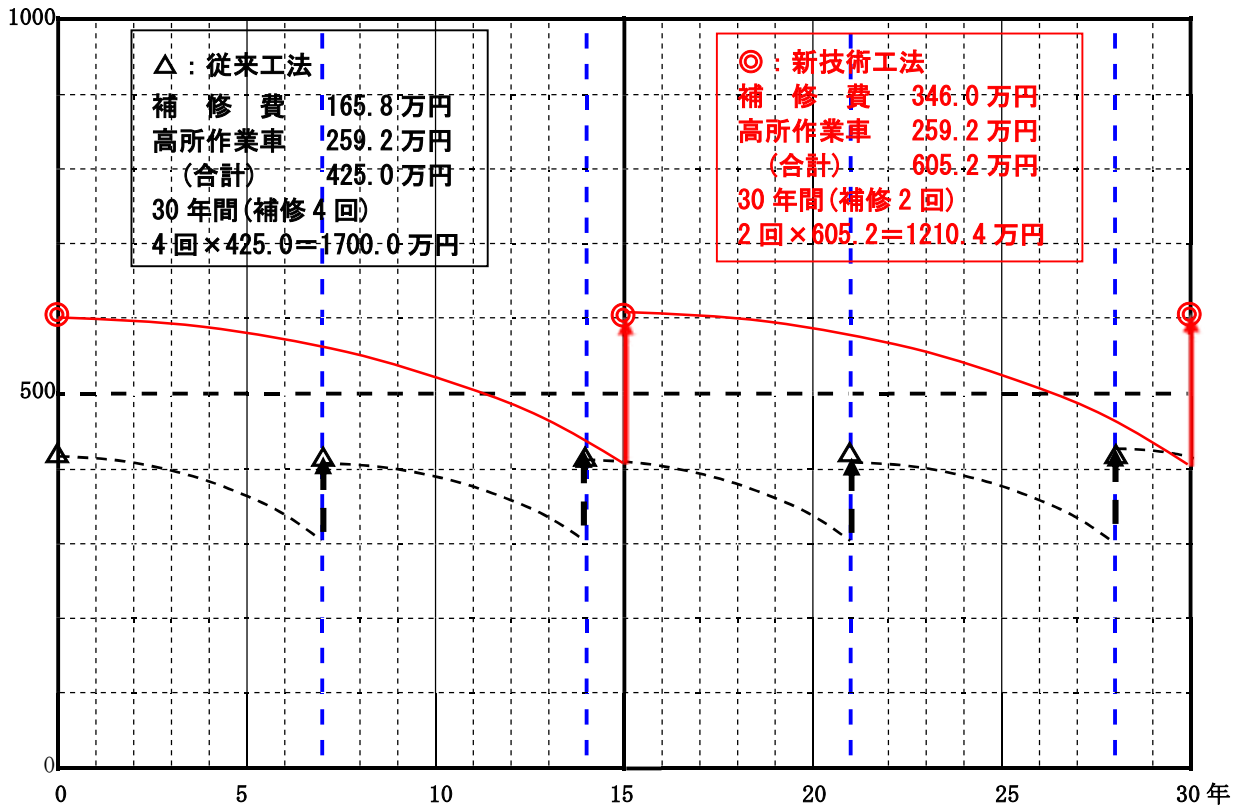
総補修費=(表面含浸費 15.5万円)

19. LCC試算

19.1. 向山LCC比較

(1) 工法比較

(万円)



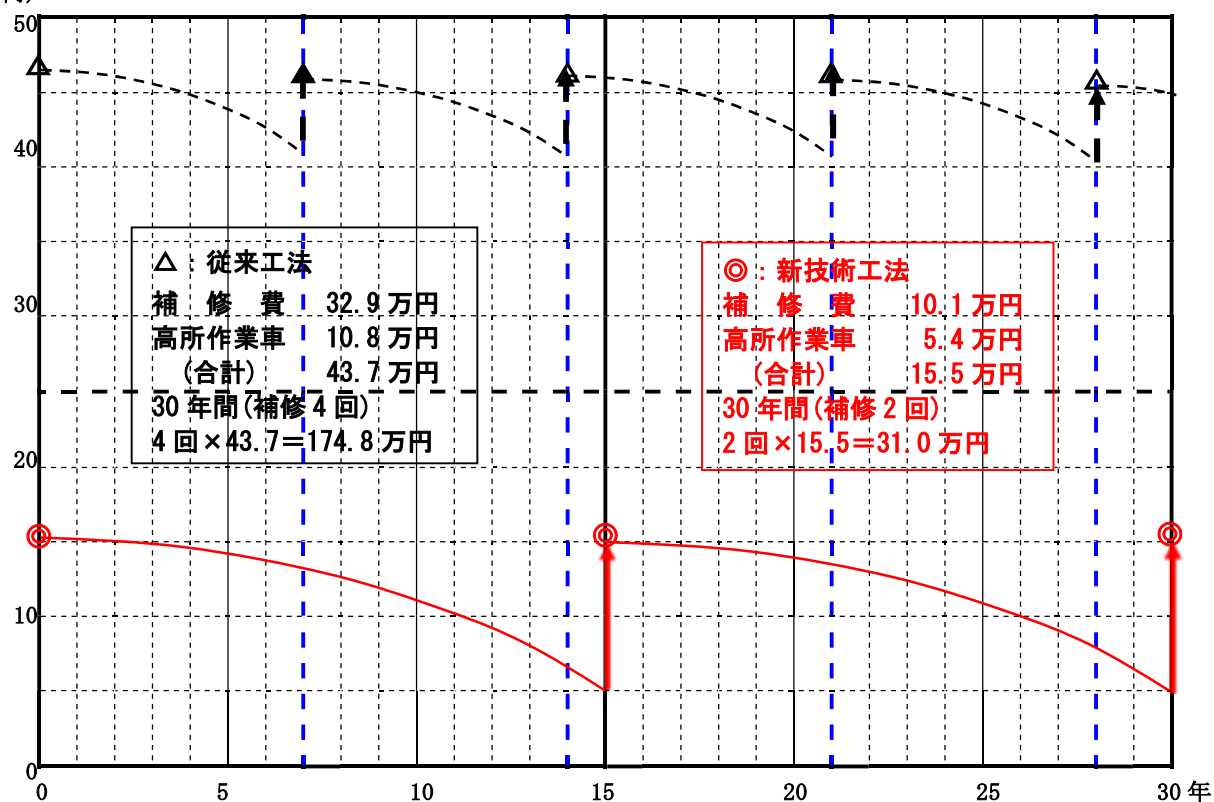
(2) 新技術工法による補修費縮減

項 目	従来工法	新技術工法
補修費	165.8万円	349.0万円
高所作業	259.2万円	259.2万円
合 計	425.0万円	605.2万円
補修回数	4回	2回
30年間 補修費	補修費＝(合計)×補修回数 ＝1700.0万円	補修費＝(合計)×補修回数 ＝1210.4万円
縮減補修費	縮減補修費＝(従来工法－新技術工法)全体補修費 ＝(1700.0万円)－(1210.4万円)＝489.6万円	
補修費評価	初期費用は、従来工法は安価、新技術工法は高価である。 30年間補修費を考慮すると、新技術工法が補修費縮減となります。	

19.2. 黒岩 LCC 比較

(1) 工法比較

(万円)



(2) 新技術工法による補修費縮減

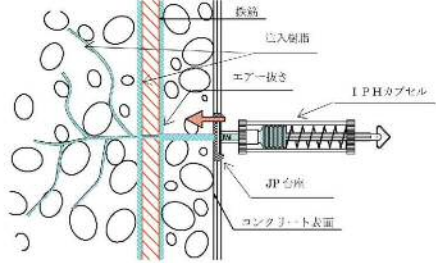
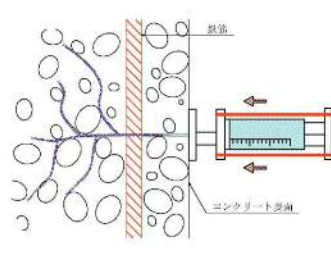
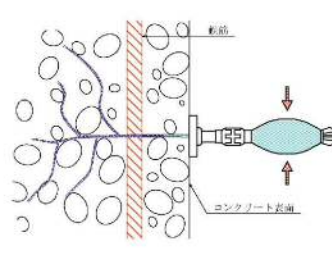
項 目	従来工法	新技術工法
補修費	32.9 万円	10.1 万円
高所作業	10.8 万円	5.4 万円
合 計	43.7 万円	15.5 万円
補修回数	4 回	2 回
30 年間 補修費	補修費 = (合計) × 補修回数 = 174.8 万円	補修費 = (合計) × 補修回数 = 31.0 万円
縮減補修費	縮減補修費 = (従来工法 - 新技術工法) 全体補修費 = (174.8 万円) - (31.0 万円) = 143.8 万円	
補修費評価	初期費用は、従来工法は安価、新技術工法は高価である。 30 年間補修費を考慮すると、新技術工法が補修費縮減となります。	

19.3. 全体 LCC 比較

項 目	向山スノーシェッド		黒岩スノーシェッド	
	従来工法	新技術工法	従来工法	新技術工法
補修費	165.8 万円	349.0 万円	32.9 万円	10.1 万円
高所作業	259.2 万円	259.2 万円	10.8 万円	5.4 万円
合 計	425.0 万円	605.2 万円	43.7 万円	15.5 万円
補修回数	4 回	2 回	4 回	2 回
30 年間 補修費	1700.0 万円	1210.4 万円	174.8 万円	31.0 万円
縮減補修費	489.6 万円		143.8 万円	
	縮減費＝489.6＋143.8＝633.4 万円 縮減率＝{633.4/(1700.0+174.8)}×100＝33.78÷33.8%			
補修費評価	初期費用は、従来工法は安価、新技術工法は高価である。 30 年間補修費を考慮すると、新技術工法が補修費縮減となります。			

19.1. 参考資料

参考資料 1. (1) 注入工法の比較検討表 参考例

工法または一般名称			第1案 IPH 内圧充填接合補強工法	第2案 低圧注入工法（従来工法）	第3案 低圧注入工法（従来工法）		
技術評価			旧 NETIS (CG-070007-V)・土木学会技術評価証(第 0020号)・特許(第 5074118 号)				
イメージ図							
概要			コンクリート表面から鉄筋被りまで穿孔し、表面ひび割れ部（開口）をシールした上で注入材をスプリング加圧方式（低圧）でコンクリート内部深くまた、広く浸透させて既存部材の鉄筋付着力の回復により部材耐力を回復・向上させる工法である。超低粘度で可使時間の長い注入材を低圧力で時間をかけて注入するため、注入箇所周囲の微細な空隙まで注入材が浸透するので、高深度で高充填が可能となり、既存コンクリートの健全化と同時に止水効果、防錆効果等が期待できる。			ひび割れ表面をシールして、専用注入台座と専用注入器（ゴム圧力）でエポキシ樹脂をひび割れ内部へ低圧注入する。樹脂を押込む注入であるため、微細部への浸透が不足	ひび割れ表面をシールして、専用注入器（ゴム風船圧力）でエポキシ樹脂をひび割れ内部へ低圧注入する。樹脂を押込む注入であるため、微細部への浸透が不足
使用対象			断面修復・劣化部材強化・ひび割れ・浮き・躯体内部のジャンカ・漏水等				
主要目的			RC 造コンクリートの耐力及び剛性が向上・ひび割れ注入・止水注入				
注入器具特性	注入器具	加圧方式	スプリング加圧方式				
		加圧概要	スプリングを縮ませて樹脂容器（ジャバラ）をセットし、注入開始時にスプリング操作により穿孔内部の反発エアを外部に排除して注入樹脂の浸透しやすくするが重要となる。ジャバラ内の注入樹脂の動きを日視管理して加圧硬化養生をエポキシ樹脂系で 24 時間以上、アクリル樹脂系で 1 時間以上を標準としている。				
	注入圧力	加圧力	初期圧力 0.06N/mm ² 安定時圧力 0.02N/mm ²				
		注入深さ・精度	微細部深部にまで確実に注入材が充填されるため、鉄筋周囲の接合密封により付着強度が増強され同時に防錆効果がある。				
	空気混入	加圧圧力の安定性	安定 スプリングはハガネであり、加圧力の変動が少ないため均等な圧力保持				
		樹脂攪拌時の気泡処理	ジャバラの凸部に気泡が残るため充填される注入材に混入しない				
		注入機器内の残存空気	注入器具及び台座に空気抜き機構あり（特許）				
注入材	注入器具の再利用		可能（40 回程度）				
	名 称		湿潤用 エポキシ系 E-39611				
	注入材の粘度（20℃）		500±200mPa・s				
	注入材の可使時間（20℃）		40～70 分程度				
施工	コンクリート耐力回復効果		あり（実験評価・論文有り）				
	漏水部の施工		微細部にまで注入材が充填されるためコンクリート内部の密度が高まり止水対策効果がある。				
	耐久性		20 年以上				
	ライフサイクルコスト 30 年		1 回				
	注入間隔		200mm				
経済性	イニシャルコスト（直工）		ひび割れ 1m 当り 12,000 円 → 1,200,000 円/100m 当り				
	ライフサイクルコスト（直工）		30 年間で 1 回 1,200,000 円/100m				
	合 計（直工）		2,400,000 円/100m/30 年				
総合評価			・注入効果が従来工法と比べ十分期待できる。 ・耐久性に優れる。 ・従来工法より経済的である。 ◎			・第1案と比べると注入効果が劣る。 ・第1案と比べ耐久性に劣る ・経済性で第1案に劣る △	・第1案と比べると注入効果が劣る。 ・第1案と比べ耐久性に劣る ・経済性で第1案に劣る △

(13) 注入止水剤(材) 主要情報一覧表

会社名 (団体)	商品名 (工法名)	組成・材質		注入 方法	性能				設計価格	施工体制	耐用年数	保証 年数	販売開始時期
		系統	主要組成		適用ひび割れ幅	ひび割れ追従性	充填性	可使用時間	硬化時間				
太平洋マテリアル㈱	太平洋スラリー	無機系	超微粒子セメント、 SBR系ポリマーディスパージョン	低圧	(未実施)結果なし (カタクログ表記は0.3mm以上)	(未実施) 結果なし	(NSKS-003 4.5)流下時間1 回目:141秒、2 回目:21.3秒	1時間 (練り混ぜ、 注入)	3日 (練り混ぜ、 注入、治具 撤去)	材料販売	コンクリートと同程度	なし	-
住友大阪セメント㈱	リフレフィルボンド	無機系	超微粒子セメント、 SBR系エマルジョン	低圧	0.05mm以上 (割裂コンクリート 共試験体試験)	データなし	データなし	60分 (<JSCE- F521>20℃)	始発11:20、 終結14:10 (<JSR5201 >20℃)	材料販売	10年	なし	1993年
日鐵セメント㈱	ハイスタッフ	無機系	高炉スラグ超微粒子	低圧	0.05mm以上 (割裂試験体)	データなし	0.05mm以上 (切断面確認)	約1時間 (Pロート試験)	約24時間 (圧縮強度)	材料販売、ライ センストと同程 度	1988年	なし	
全国止水躯体補修 工事協同組合	オーロラB工法 (ひび割れ注入ハイ シエ工法)	無機系	高炉スラグ超微粒子	低圧	0.05mm以上 (割裂試験体ひび 割れ)	無機質で伸縮性 は弾性係数範囲	研磨断面幅0.05 ～0.7mm充填効 果確認 (材料浸透試験 水頭圧H2.7m)	1時間 (配合、練 混、注入試 験)	24時間(配 合、練混、 注入試験)	ライセン ストと同程 度	1990年	なし	
日本TACSS協会	TACSS工法	有機系	疎水性ポリウレタン樹脂	低圧・ 高圧	0.05mm以上	-	加水反応の発泡 圧力により微細 な間隙にも充填 しやすい	主剤と専用 触媒を混合 した後は速 やかに使用 する	5,000～20,000 円/m (材工参考値)	責任施工 体制	コンクリートと同程 度	なし	1966年
茶谷産業㈱ (日本セリノール防 水事業協同組合)	TA-2001 (TAPグラウト工法)	有機系	疎水性ポリウレタン樹脂	高圧	特になし	ゲル体になった物の 再膨張はない	高圧注入のため 微細部へも充填 可能	水との接触 反応のため 特定不可	6分～15分	責任施工 体制	-	なし	-
TA-6X (TAPグラウト工法)	有機系	疎水性ポリウレタン樹脂	高圧	特になし	ゲル体になった物の 再膨張はない	高圧注入のため 微細部へも充填 可能	水との接触 反応のため 特定不可	60秒～180 秒	-	責任施工 体制	-	なし	-
日本シーカ㈱	SKグラウトプラグ D/D1注入止水工法	有機系	疎水性ポリウレタン樹脂	低圧・ 高圧	-	-	-	-	-	材料販売	-	-	2003年
ピングラウト協議会	ピングラウト止水工 法 スマート止水工法	有機系	親水性1液型ポリウレ タン樹脂	低圧・ 高圧	0.05mm以上	-	発泡圧力による 充填のため良好	水との反応 硬化のため 条件による	条件により異なる	責任施工 体制	-	-	1985年

(2) 注入工材(エポキシ樹脂) 比較の耐用年数表 参考例

会社名 (団体)	商品名 (工法名)	組成・材質		注入 方法	性能				設計価格	施工体制	耐用年数	保証 年数	販売開始時期
		系統	主要組成		適用ひび割れ幅	ひび割れ追従性	充填性	可使用時間	硬化時間				
東邦化学工業㈱	ハイセルOHシリー ズ	有機系	親水性ポリウレタン樹脂	低圧・ 高圧	-	-	-	-	50秒～50分 (製品番手 により異なる)	材料販売	設定なし	なし	1982年
ショーボンド建設㈱	ショーボンド DDグラウト	有機系	ビスフェノールA型エ ポキシ樹脂系	低圧	-	-	-	-	8,800円/m (材工参考値)	責任施工 体制	-	なし	-
日本シーカ㈱	エバーボンドSS# 1 (SKグラウトプラ グSS注入止水工 法)	有機系	エポキシ樹脂系	低圧・ 高圧	0.05mm以上	硬質系のため追 従性はない	ブラグSSの圧力 タンクで圧力管 理と注入量の管 理を行う	120分±10分 (23℃)	24時間 (23℃、300g 混合時)	材料販売	10年以上	なし	2000年
機アイレックス	マクサムJ-700G	有機系	アクリル樹脂系	高圧	0.1mm以上 (割裂試験体ひび 割れ)	伸率最大300%ま で追従 (硬化体の引張実 験)	0.05mm以上の 充填硬化を確認 (材料圧力充填 試験)	2時間 (配合、注入 試験)	6～8時間 (配合、注入 試験)	材工責任 施工	10年	あり (現場 により 異なる)	1998年
全国止水躯体補修 工事協同組合	オーロラD工法 (LASアクリル樹脂 注入工法)	有機系	アクリル樹脂系溶剤タ イプ	高圧	0.1mm以上 (コンクリートコア 状試験体)	有機系ゼリー状 固形物100%追従 性有り	コア供試体割裂 面確認0.1mm以 上	6時間 (硬化剤配合 後)	30～130秒 (ひび割れ 内ゲルタイ ム)	材工責任 施工	原則設備 定期運用 年数と同 程度	なし	1990年
三菱樹脂インフラテック ㈱	MYキーパーST MYキーパーHG	有機系	エチレン酢酸ビニル樹脂系	高圧	データなし	データなし	データなし	データなし	-	材料販売	-	なし	-

【注】
①注入方法
・低圧：低圧注入工法（手動又はパネの力等で注入する）
・高圧：高圧注入工法（機械を用いた高圧で注入する）
②適用ひび割れ幅
・注入施工後にコンクリートを切断して、注入された最も狭いひび割れ幅を表が
③選定した商品は、コンクリート構造物からの漏水に対して主に止水する目的で開発されたものを中心に選定した。
したがって、建築補修用注入エポキシ樹脂（JIS A 6024）に適合したものとどの理由だけでは選定していない。

・無機系が有機系よりも環境に与える影響は少ないと考えられる
・水膨張などでは止水剤（材）が魚類に与える影響などを考慮する必要がある

参考資料 2. 表面含浸材の耐用年数

3) 表面含浸工法

コンクリート表面に塗布・含浸させることでコンクリート表層部の劣化因子（水など）の浸透性を抑制するなどの品質改善効果を得る工法である。主な材料の種類にはシラン系とけい酸塩系があり、品質改善のメカニズムや程度が異なる。また、製品によって補修効果を有する成分の含有量なども大きく異なる。このため、目的や用途に適合した性能を有する製品を選定することが重要である。

表面含浸工法は、構造体または部材への水分（およびそれに含まれる塩分）の浸透を抑制すること

を目的に施工する場合には、雨水や結露といった水が浸入する経路を確実に覆うことが理想である。しかしながら、全ての経路を覆うことは必ずしも容易でない場合も多い（例えば、橋梁下部工構造では、側面は塗布できるが上面は施工が困難な場合が多い）。したがって、適用にあたっては、補修しようとする部材への主要な水分浸入経路や表面含浸工法を適用できる範囲などを総合的に考慮して適否を検討することが求められている。なお、シラン系表面含浸工法では水蒸気による水分排出機能を有するため、施工後の長期変動として内部を乾燥させることも期待できる（**表面被覆・含浸編 2.1 補修に求める性能**を参照）。施工にあたっては、環境に応じて、塗布面に対して乾燥状態を保つ等の適切な処置を施し、含浸性を確保することが重要である。

表面含浸材の耐久性（性能の持続性）に関しては、実環境で 15 年程度の効果が確認された事例もある。また、将来的に再補修する場合、表面含浸材を塗布した面には、含浸層の残存程度にもよるが、塗膜や断面修復材等が付着しにくくなる場合があるため、材料の相性をあらかじめ確認しておく必要がある。このため、含浸材の塗布範囲を記録として保存することが重要である。

塩害対策の場合、外部からの塩分の侵入抑制は可能であるが、既に内部に入った塩分の拡散は防止できないので、内部の塩分量の調査が必要である。

中性化対策の場合、シラン系表面含浸材を塗布して水分の浸入を抑制することで、鋼材の腐食発生を抑制することが期待できる。シラン系表面含浸材を適用したコンクリート構造物にみられる特徴の一つとして、中性化が進行しやすいことがあるが（**表面被覆・含浸編 5.3 点検の項目と方法**を参照）、近年では、中性化による鋼材腐食には水分が必要であることを勘案して評価することが標準となっている。このため、補修箇所の中性化の程度や補修しない状態での含水状態等を調査し、補修を適用可能な範囲等も考慮した上で、シラン系表面含浸材の塗布により期待される吸水抑制の効果を評価するとよい。

凍害対策の場合、スケーリングを抑えるには撥水を持続させるために、紫外線抵抗性の高いシラン系表面含浸材製品の適用や、定期的な再塗布を検討することが望ましい。なお、水が表面に常時滞留しやすく、浸入する場合、疎水化された細孔での氷凍結水の流れにくさに起因して水圧が高まり、吸水防止層が凍害に至るおそれがあるため（**表面被覆・含浸編 2.2 表面被覆・含浸材の品質**を参照）、水の供給が止まるとすぐに乾燥が始まるように、水切りなどの水処理の併用も検討するとよい。

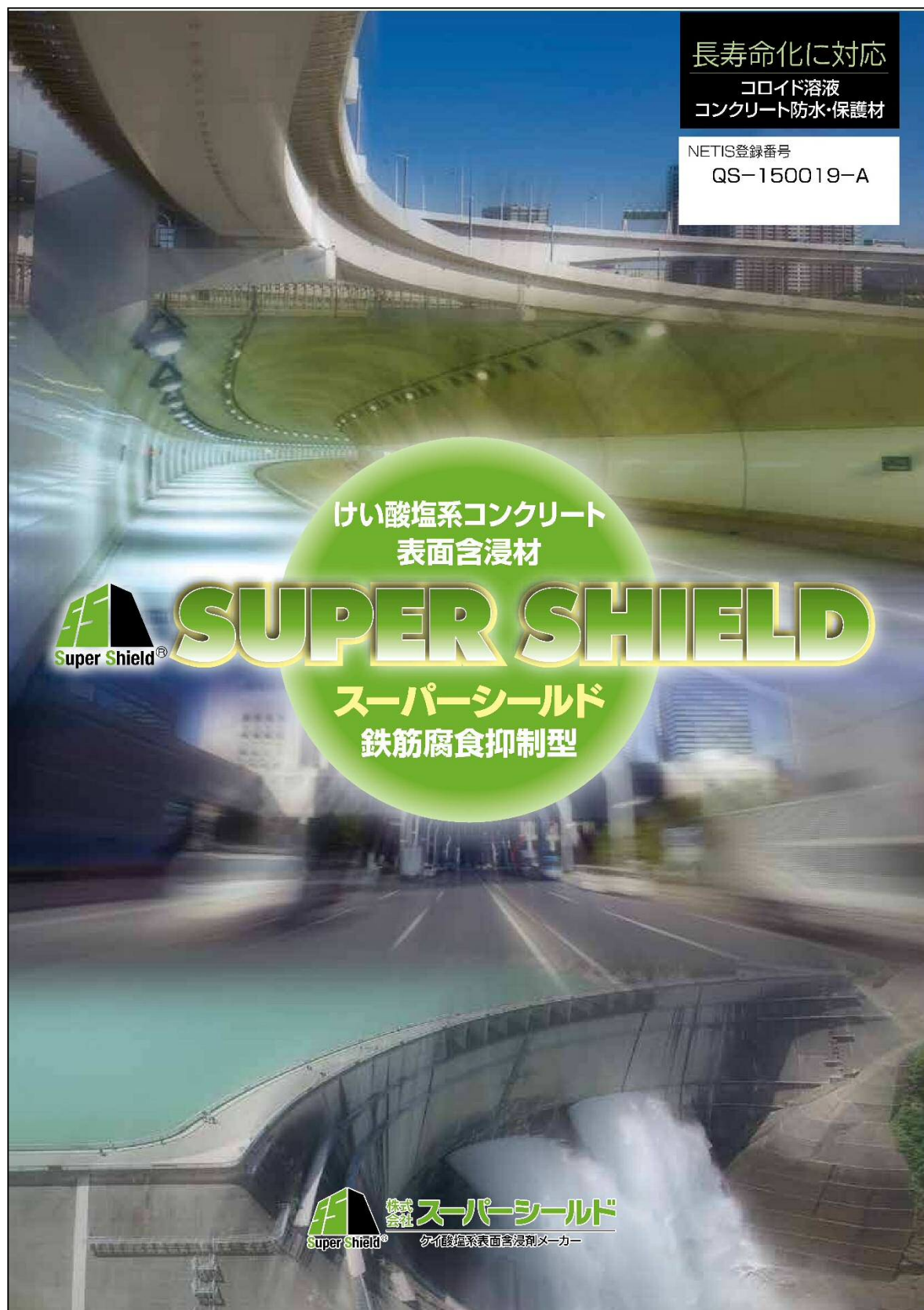
アルカリシリカ反応対策の場合、水分の浸入抑制によって進行を抑制することが期待できる。ただし、膨張が収束していない場合は、新たなひび割れから劣化因子が侵入するおそれがあるため、ひび割れ注入の併用も検討するとよい。

（出典）国立研究開発法人土木研究所

「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル 2022 年版 土木研究所資料」P.29

参考資料 4. 表面含浸材 例

「けい酸塩系コンクリート含浸材(SUPER SHIELD)」NETIS 登録番号：QS-150019-A



長寿命化に対応
コロイド溶液
コンクリート防水・保護材

NETIS登録番号
QS-150019-A

けい酸塩系コンクリート
表面含浸材

SUPER SHIELD

スーパーシールド
鉄筋腐食抑制型

Super Shield®

株式会社 スーパーシールド
けい酸塩系表面含浸剤メーカー

ごあいさつ

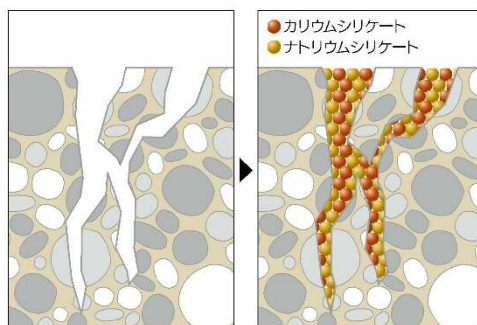
高耐久性といわれてきたコンクリートも、近年では様々な劣化現象によって短期間でその耐久性が失われ、大きな社会問題となっています。そのため、高度成長期時代に整備された公共・民間のコンクリート構造物が大改修時代をむかえており、市場ではコンクリート構造物を長く大切に供用できる技術「長寿命化技術」が注目されています。

最先端ナノ技術『**スーパーシールド**』は、ナトリウムシリケート、カリウムシリケートを主成分としたコロイド溶液タイプの次世代型・高性能コンクリート防水・保護材で、自然環境を守りながら維持管理コストの縮減を可能にするコンクリート長寿命化新技術を提供します。

スーパーシールドは、けい酸塩系の水溶性コンクリート保護材、撥水系コンクリート保護材と比較して優れた耐久性を持ち、これまでの保護材では不可能であった高機能自己修復によって、あらゆる劣化からコンクリートを長く、堅固に、安定して守り続けます。

『スーパーシールド』の特徴

スーパーシールドのコロイド溶液中には、不溶性の強度が硬い一次径1nm～50nmのシリケート（剛性シリカ）が含まれています。塗布施工することで新旧コンクリートに浸透してコンクリートの内在成分と反応し、一次粒子径1nm～50nmが凝集粒子径を最少1nm～最大数百nmまで結合して粒子径を変化させる特長を有しています。そのため新旧コンクリートの有害な毛細孔、微細ひび割れなどに対して、効果的に不溶性の剛性シリカが物理的に充填されコンクリートを緻密にし、新旧コンクリートの耐久性を大きく向上させます。



その他、溶液成分のイオン浸透効果によって、新旧コンクリートの有害な毛細孔、微細ひび割れに沿って深く内部に浸透して、炭酸ガスによる中性化を抑制し、塩化物などによる鉄筋腐食まで抑制します。さらに、自己修復の性能を備えた画期的な次世代型・高性能コンクリート防水・保護材です。

『スーパーシールド』の性能特性と適用対象

性能特性	●中性化抑制 ●塩害抑制 ●凍害抑制 ●鉄筋腐食抑制 ●アル骨材反応抑制 ●防水・止水 ●ひび割れ補修 ●耐摩耗性 ●防汚・防藻
適用対象	●橋梁（地覆、床版） ●橋脚、橋台 ●ダム堤体 ●トンネル（孔壁） ●ボックスカルバート ●港湾施設・構造物 ●河川構造物・護岸 ●用水路、樋管・樋門 ●貯水タンク、地下ピット ●立体駐車場 ●コンクリート二次製品

『スーパーシールド』の浸透プロセス

スーパーシールドは、塗布施工後、薬液の特性と毛細管現象によって、コンクリート表面下約20mm程度まで急速浸透し、28日間(4週)程度で約40mmまで浸透する特徴を持っています。

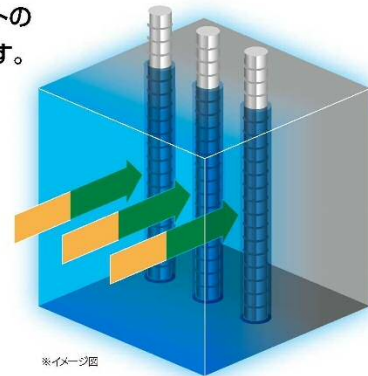
また施工後の暴露状態が継続することで、さらに新旧コンクリートの深部まで浸透していき、内在鉄筋まで保護する特徴も保有しています。



浸透深さ確認試験(参考試験)
乾燥経過による変化位置測定—塗布面より41mm
※試験体と参照試験体の断面で変化が確認される位置を劣化因子の浸透量(厚さ)としてスーパーシールドの浸透深さとした。

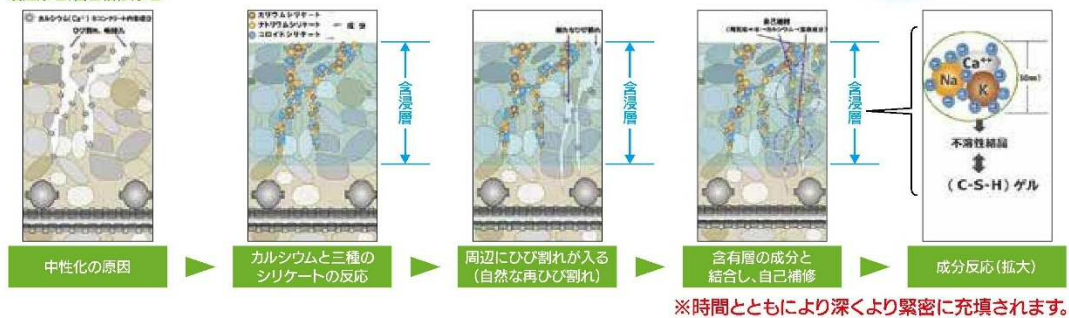


ESEMによる観察写真
5000倍率の観察



※イメージ図

浸透原理、自己補修原理



『スーパーシールド』の経年費用対効果

ライフサイクルコストを大幅に削減します。

■スーパーシールドの更新時期・更新費用(LCC)比較

