

土工構造物維持管理指針



平成 28 年 3 月

令和 8 年 7 月(改定)

杉並区

目 次

第一章 総 則

1-1	改定について	-----1
1-2	老朽化対策における基本方針	-----3
1-3	新技術等の活用方針	-----7
1-4	費用の縮減に関する具体的な方針	-----10

第二章 トンネル編

2-1	構造物の諸元	-----21
2-2	直近における点検結果及び次回点検年度	-----23
2-3	対策内容及び対策の着手・完了年度と対策に係わる全体概算事業費	-----26
2-4	長寿命化の推進—さらなる効率化、コスト縮減を目指して	-----27

第一章

総則

1-1 改定について

<改定の目的>

杉並区では平成 27 年度にトンネル及び災害時に大きな被害を及ぼす恐れのある法面、擁壁について点検調査を行い、「土工構造物維持管理指針」を策定した。

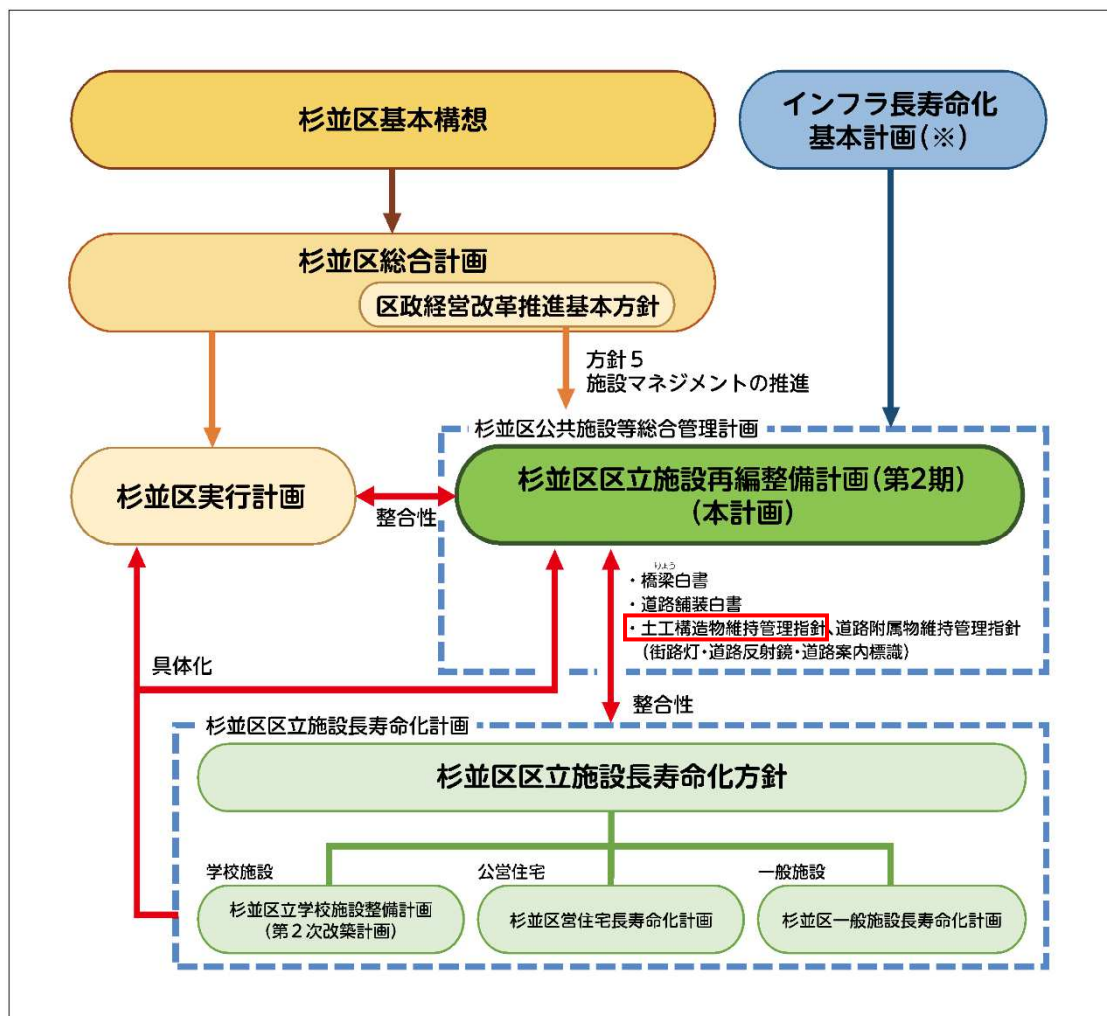
その後、令和 2 年度に国土交通省より「道路メンテナンス事業補助制度」が創設されるなど、インフラ施設の長寿命化を実施する上で新たな視点が示されたことから、令和 4 年度の定期点検の結果に基づき、改定を行うものである。

<国及び区の動向>

- ・平成 25 年 国 「インフラ長寿命化基本計画」策定
地方公共団体に以下 2 点を要請
「行動計画」（インフラ全体の維持管理を進めるための方針）の策定
「個別施設計画」（施設の種類に応じた具体の対応方針）の策定
- ・平成 26 年 国 定期点検に関する省令・告示を公布
5 年に一度のトンネル等の点検実施を義務化
健全性の診断結果を 4 段階に区分
技術的助言として定期点検要領の通知（道路トンネル等）
- ・平成 27 年 区 「土工構造物点検要領」を作成
区 トンネル及び大きな被害を及ぼすおそれがある擁壁、法面を点検調査
- ・平成 28 年 区 「土工構造物維持管理指針」を策定
- ・平成 29 年 国 技術的助言として点検要領の通知（道路土工構造物）
- ・平成 30 年 国 点検要領の適用（道路土工構造物）（国の施設）
- ・令和 2 年 国 「道路メンテナンス事業補助制度」を創設

<指針の位置づけ>

本指針は、図 1-1.1 の通り「杉並区公共施設等総合管理計画」の中の一つとして位置付けられている。また、国の策定要請に基づく、「個別施設毎の長寿命化計画（個別施設計画）」及び「道路メンテナンス事業補助制度要綱」における「長寿命化修繕計画」としても位置付けられている。



※あらゆるインフラの戦略的な維持管理・更新を推進するため、平成25年（2013年）11月に国が策定した計画

図 1-1.1 土工構造物維持管理指針の位置付け

1-2 老朽化対策における基本方針

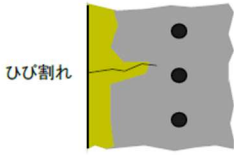
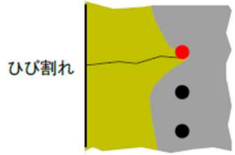
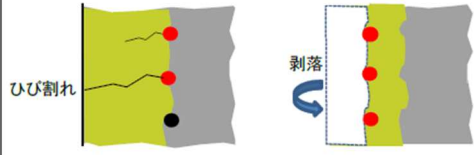
土工構造物の老朽化は、年月の経過に伴って劣化状況が軽度から中度、重度へと進行し、補修を要する範囲も、劣化状況が軽度から中度、重度に変化するにつれて増加していく。杉並区内における土工構造物の多くはコンクリート構造物であるため、コンクリート構造物の劣化度ごとの補修方法を例として表 1-2.1 に示す。また、コンクリート構造物の補修工法の種類及び概念図を図 1-2.1 に示す。

老朽化対策としては、「事後保全型」と「予防保全型」がある。事後保全型では、劣化が中度～重度まで進行してから対策を行うために修繕工事の規模が大きく、劣化原因の調査や適切な補修技術の選定、補修に係る設計にも費用がかかることから修繕等に要する費用は高額となる傾向がある。一方、予防保全型では、劣化が軽度～中度のうちに補修を行うので修繕工事の規模が小さく、修繕等に要する費用は「事後保全型」に比べて少なくて済む。図 1-2.2 には「事後保全型」と「予防保全型」のライフサイクルコストを比較した概念図を示した。

以上より、ライフサイクルコストの縮減及び修繕等に要する費用の平準化を図る観点から、「予防保全型」の維持管理を推し進め、劣化が生じても軽度～中度のうちに補修を行うことを基本方針とする。

ただし、予防保全型維持管理とした場合、今後 10 年間に限ると、「Ⅲ早期措置段階」の施設と「Ⅱ経過観察段階」の施設の両方とも修繕の対象となることから、従来の事後保全型のみの維持管理よりも修繕費用が一時的に多くなることに留意する必要がある。

表 1-2.1 コンクリート構造物の劣化度ごとの補修方法の例

	軽度	中度	重度
劣化状況	【コンクリート】 ・中性化は鉄筋位置まで到達していない。 ・軽微なひび割れが見られる。  ひび割れ 中性化は緩やかに進行 (ひび割れ部は早い)	【コンクリート】 ・中性化が少数の鉄筋位置まで進行している。 ・一部ひび割れが見られる。 【鉄筋】 ・ひび割れから鉄筋腐食による錆汁が見られる。  ひび割れ 中性化の進行	【コンクリート】 ・中性化が半数以上の鉄筋位置まで進行している。 ・(鉄筋腐食による)ひび割れやかぶりコンクリートの剥落が見られる。 【鉄筋】 ・鉄筋腐食が進行し、鉄筋の断面欠損が生じている。  ひび割れ 中性化が半数以上の鉄筋位置まで進行 剥落 鉄筋が腐食し、かぶりコンクリートが剥落(かぶり厚が薄い場合)
主な適用技術	【コンクリート】 ・ひび割れ補修工法(被覆工法、充てん工法)	【コンクリート】 ・ひび割れ補修工法(注入工法、充てん工法) ・表面処理工法(表面被覆工法、表面含浸工法)による中性化抑制 【鉄筋腐食箇所】 ・断面修復工法(左官工法)による鉄筋腐食補修※ ※周辺コンクリートのはつり、欠損したコンクリートの断面修復を含む	【コンクリート】 ・ひび割れ補修工法(注入工法、充てん工法) ・表面処理工法(表面被覆工法、表面含浸工法)による中性化抑制 ・断面修復工法によるコンクリート欠損部の打ち直し ・電気化学的防食工法(再アルカリ化工法) 【鉄筋腐食箇所】 ・断面修復工法(左官工法、吹き付け工法)による鉄筋腐食補修※ ※周辺コンクリートのはつり、欠損したコンクリートの断面修復を含む
補修範囲等(広さ・深さ)の目安	・部分的	・部分的	・基本的に全面 (部分的な場合もある)

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shisetu/027/toushin/1343009.htm

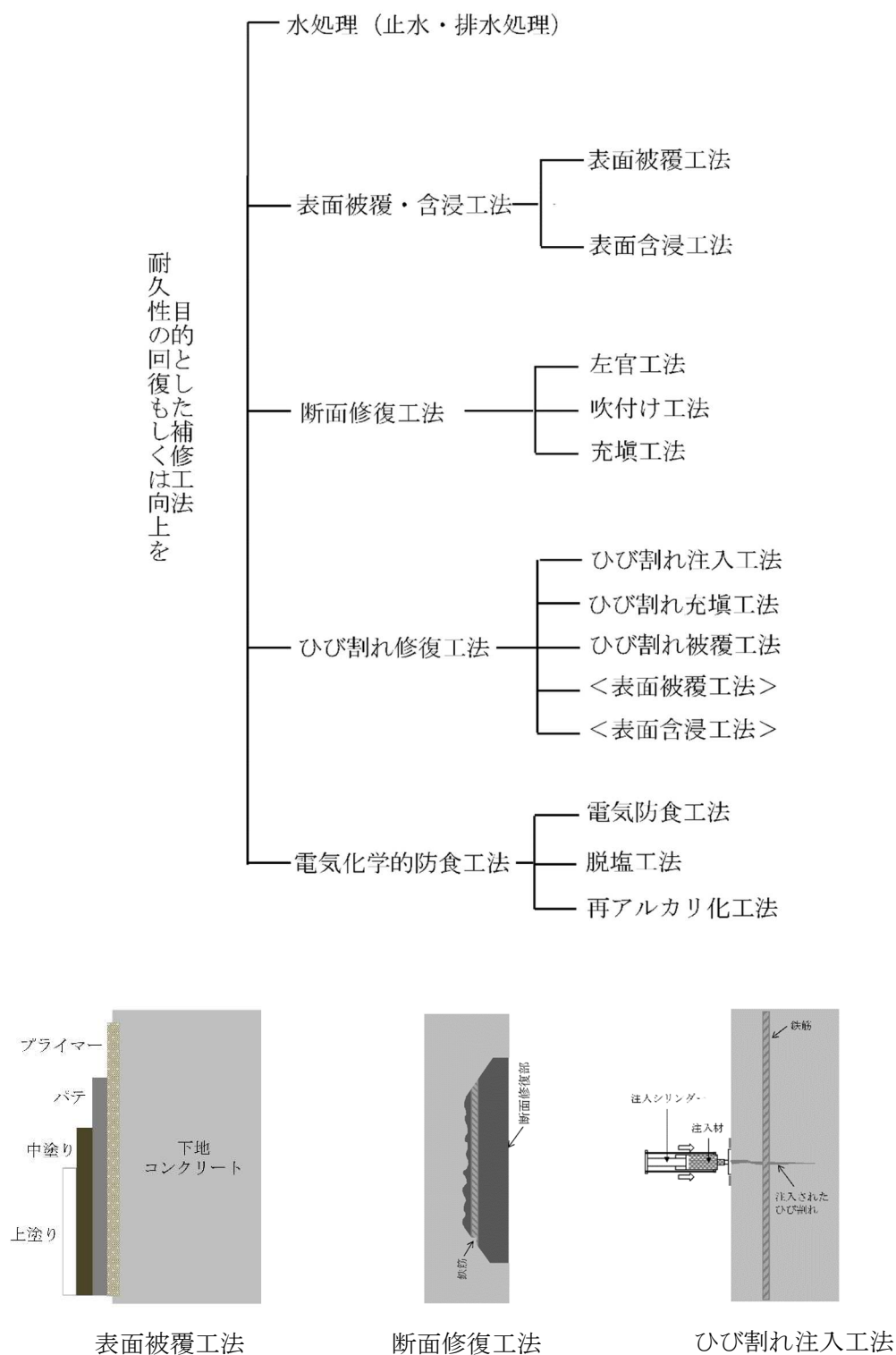


図 1-2.1 コンクリート構造物の補修工法の種類及び概念図
 （「コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(案)」、
 国立研究開発法人 土木研究所、平成 28 年 8 月）

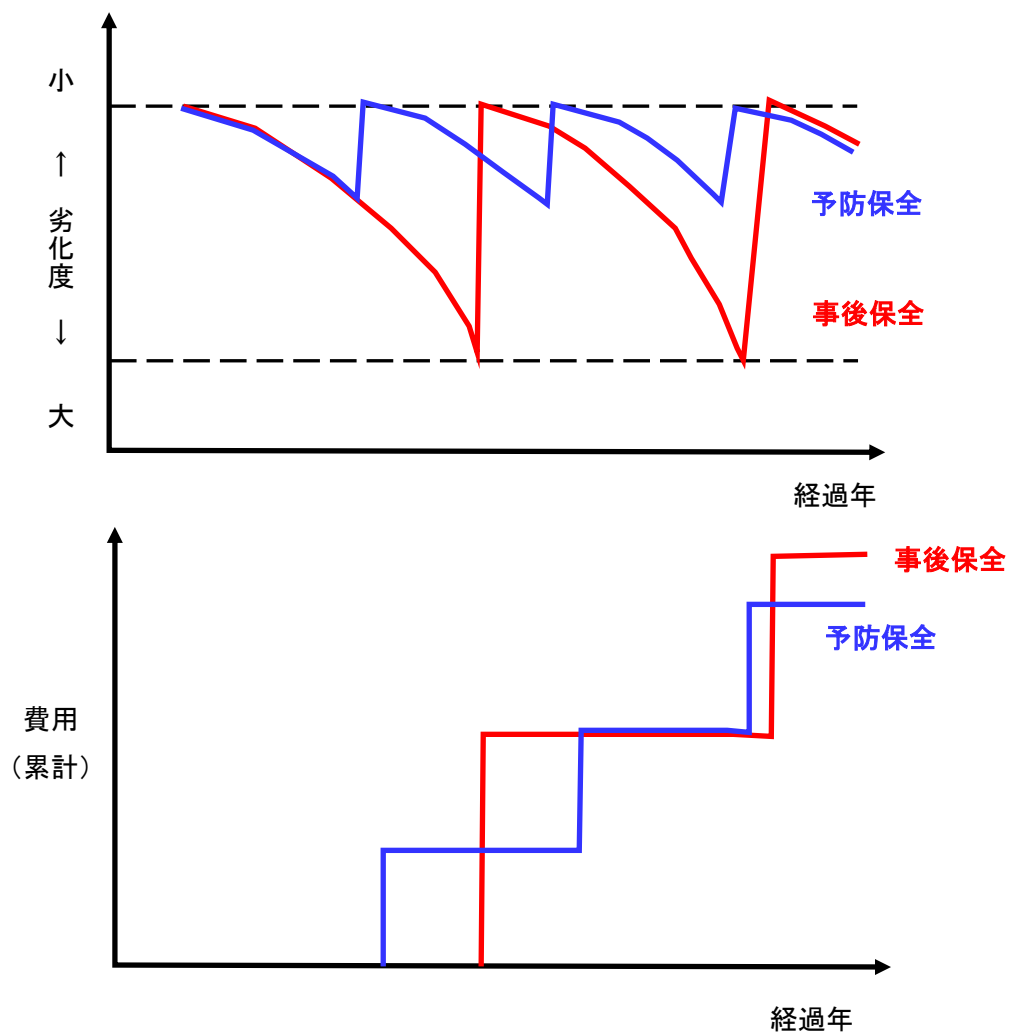


図 1-2.2 ライフサイクルコスト縮減のイメージ

1-3 新技術等の活用方針

土工構造物の老朽化対策におけるコスト縮減や効率化につながるよう、現場条件等により新技術等の活用がなじまない場合を除き、新技術や新たな材料の積極的な活用に努める。

新技術等の活用にあたっては、NETIS（新技術情報提供システム）や「点検支援技術の性能カタログ（国土交通省）」などの情報を参考にしながら、現場条件等を考慮して適切な技術等を選定する。

NETIS の概要を図 1-3.1 に、新技術活用の流れを図 1-3.2 に、新技術の活用事例を図 1-3.3～図 1-3.4 に示す。

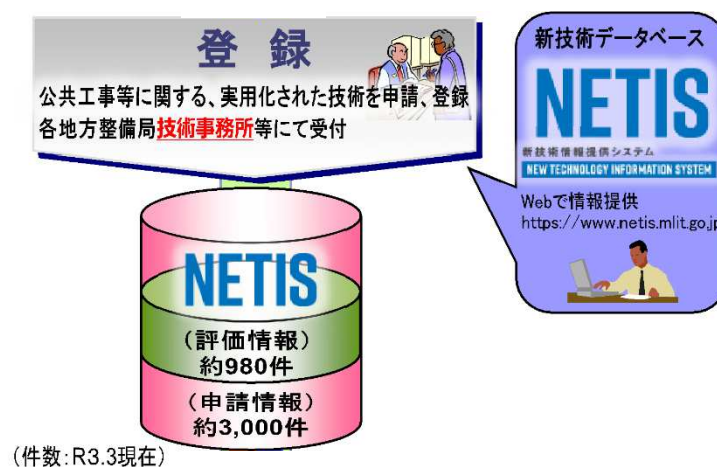


図 1-3.1 NETIS（新技術情報提供システム）

<https://www.ktr.mlit.go.jp/gijyutu/gijyutu00000193.html>

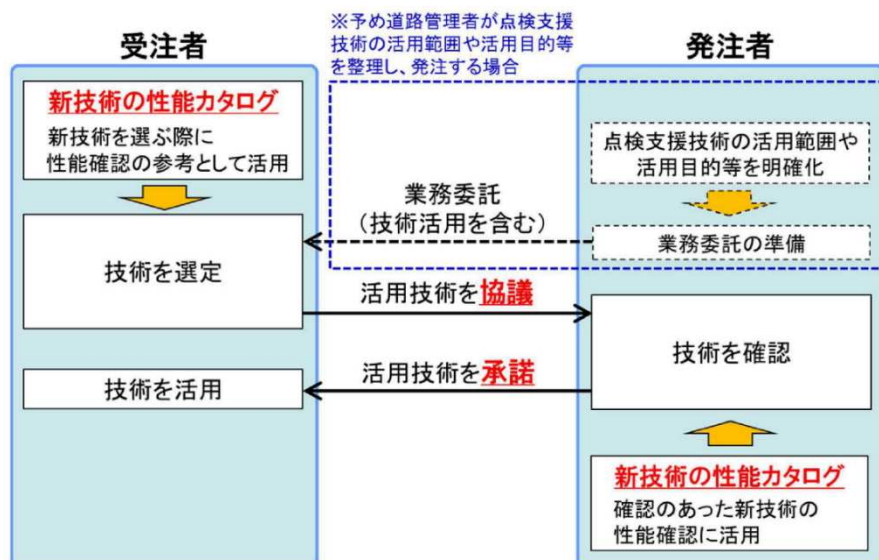
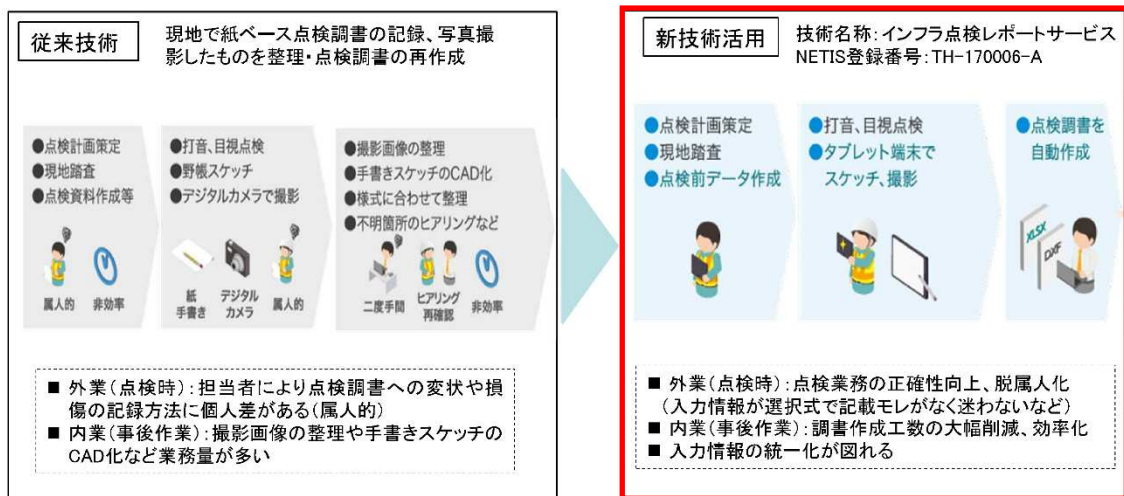


図 1-3.2 新技術活用の流れ

（国土交通省「新技術利用のガイドライン（案）（平成 31 年 2 月）」）



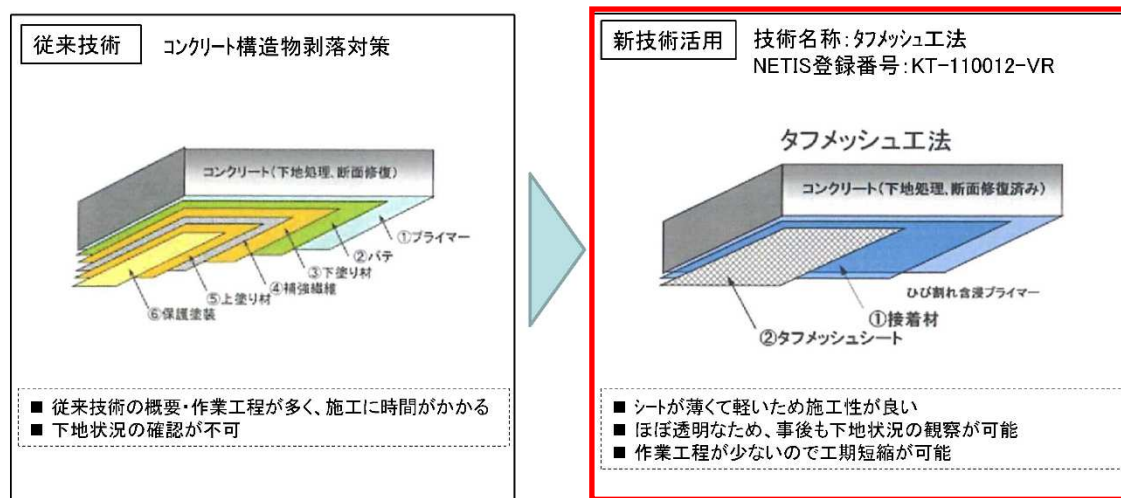
1 箇所あたりの点検費用のコスト比較



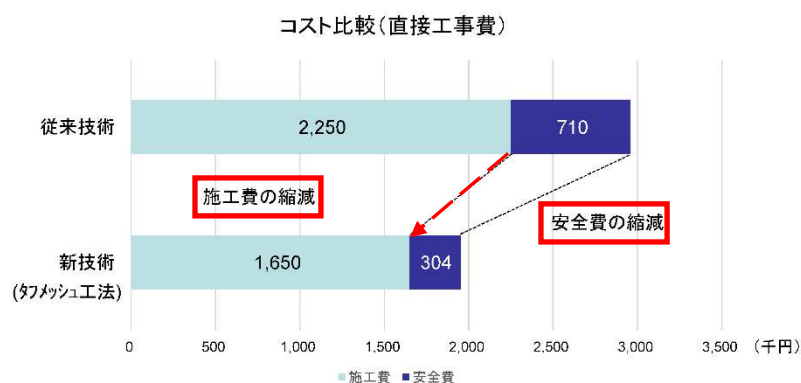
項目	従来技術	新技術	新技術の具体的な効果や活用にあたっての課題
外業	印刷した図面に手書きによる記録	タブレットPCによる点検の記録	点検結果入力時に、変状や記入項目が点検要領に基づいて表示されるため、正確でスピーディーに記録が可能
内業	図面や野帳から点検結果をデータ化	点検結果がデータ化された形で出力できる	タブレットPCから入力された点検結果が調書形式やCAD形式の編集可能なファイルで出力でき、調書作成に要する作業時間を短縮
機械経費	—	3万円/箇所	クラウドサービス契約料が発生(大幅な初期投資なく利用可能)
労務費	約12万円/箇所	約 6万円/箇所	内業時の調書作成の労務が縮減
合計金額	約12万円/箇所	約 9万円/箇所	
工程	4日/箇所(外・内業)	3日/箇所(外・内業)	内業時の調書作成の工程が縮減

図 1-3.3 点検作業における新技術(インフラ構造物の点検効率化システム)の活用事例

<http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen.html>



剥落防止工法(150m²)におけるコスト比較



項目	従来技術	新技術	新技術の具体的な効果や活用にあたっての課題
施工単価	15千円/m ²	11千円/m ²	・ 作業工数が少ない
施工日数 (150m ²)	14日	6日	・ 含浸作業がなく工場でシート1層に成型したものを貼るため簡易
工事金額 (直接工事費)	2,960千円	1,954千円	

図 1-3. 4 はく落対策における新技術の活用事例

<http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen.html>

また、NETIS や点検支援技術の性能カタログ（国土交通省）の HP は下記の通りである。

- ・ NETIS（新技術情報提供システム）

<https://www.netis.mlit.go.jp/NETIS>

- ・ 点検支援技術の性能カタログ（国土交通省）

<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/zenbun.html>

1-4 費用の縮減に関する具体的な方針

5年に一度の定期点検と日常点検、臨時点検を実施し、異常箇所を早期に把握して劣化や損傷が軽微なうちに適切な補修を行う「予防保全型」の維持管理を実施する。これにより、従来の対症療法的な「事後保全型」維持管理よりもライフサイクルコストを縮減する。

例えば、コンクリートの剥落等による欠損箇所に断面修復工を適用する場合、修復する範囲が広いと修繕費が高額となる。そのために、以下に試算するように、劣化が軽度なうちに表面被覆工法等を適用して剥落を未然に防ぐことで修繕費用を縮減することが考えられる。

<試算の例>

「予防保全型」と「事後保全型」の比較例として、長さ10m、高さ2m、厚さ0.3m（6m³）のコンクリート擁壁を想定し、「表面被覆工」と「断面修復工」を比較すると、躯体の約0.6%以上に断面修復工を適用した場合に、事後保全型の方が修繕費は高額となり、予防保全型の方が有利となる（補修工法の単価は巻末の参考資料に基づく）。

- ・ 予防保全型（表面被覆工）：コンクリート表面の全面（24.2m²）に適用した場合

$$5,278(\text{円}) \times 24.2(\text{m}^2) = 127,727(\text{円})$$

- ・ 事後保全型（断面修復工）：1箇所（長さ0.25m×高さ0.25m×厚さ0.05m）として10箇所に適用した場合（躯体体積の約0.5%）

$$4,026,890(\text{円}) \times 0.03125(\text{m}^3) = 125,840(\text{円})$$

- ・ 事後保全型（断面修復工）：1箇所（長さ0.25m×高さ0.25m×厚さ0.05m）として11箇所に適用した場合（躯体体積の約0.6%）

$$4,026,890(\text{円}) \times 0.034375(\text{m}^3) = 138,424(\text{円})$$

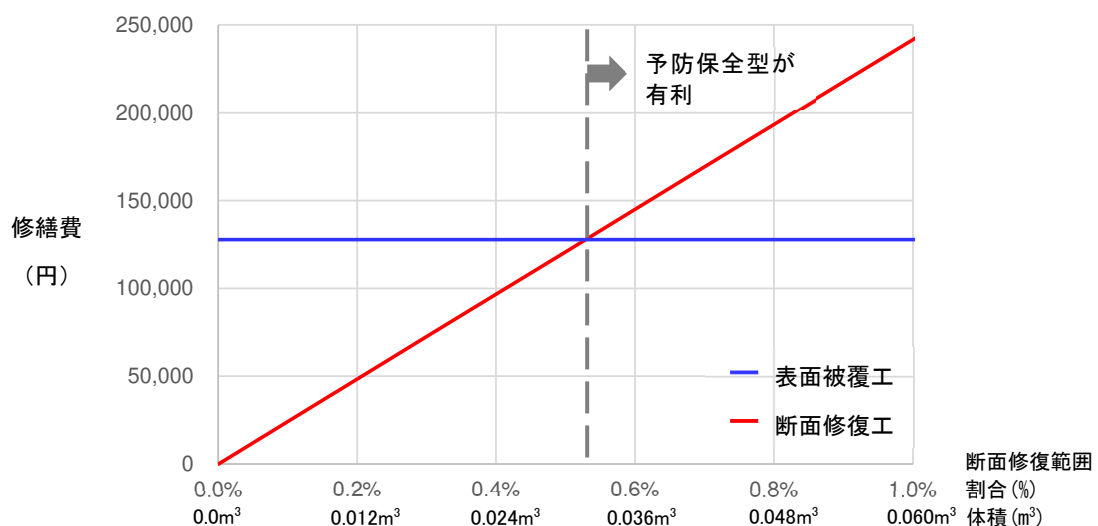


図 1-4.1 コンクリート擁壁の修繕費における
「表面被覆工」と「断面修復工」の比較例

また、予防保全型の補修工法の選定においては、新技術の活用を行うことで、さらなる修繕費を低減する方針とする。以下では、予防保全型の維持管理への適用候補となる補修工法の例を示す。

(1)表面処理工法

コンクリートの表面を保護する表面処理工法の新技術としては、材料に高分子系・ケイ酸質系・シロキサン系を併用することで、透湿性の塗膜（表面被覆）と含浸の機能を併せ持つ工法（アイゾール EX : NETIS 旧 No.CB-030003-VE）がある。これは従来技術の表面被覆工法と表面含浸工法の機能を合わせたものである（図 1-4.2）。

従来技術の表面被覆工法は、樹脂系やポリマーセメントモルタルの塗膜材が用いられるが、塗膜材の塗布回数が多いことから施工に時間がかかる。一方、表面含浸工法は、表層部をケイ酸質系で緻密化させたり、シラン・シロキサン系により撥水効果を付与する工法であり、塗布回数が少なく、工期の短縮が可能である。

新技術の表面処理工法（アイゾール EX）は、高分子系の透湿性の塗膜（表面被覆）で外部からの水分を防ぎつつ躯体内部の湿気を逃がし、ケイ酸質系による緻密化（表面含浸）とシロキサン系による撥水効果（表面含浸）により、安定した劣化抑制効果がある。また、塗布回数が少ないために、工期の短縮を可能にしている。

新技術の表面被覆・含浸工法（アイゾール EX）と従来技術（表面被覆工法）の比較表を表 1-4.2 に、表面含浸工法（ケイ酸質系、シラン・シロキサン系）との比較表を表 1-4.3 に示す。施工単価について、従来技術（表面被覆工法）は、1m²当たり約 8,000～11,000 円であるが、新技術の表面被覆・含浸工法（アイゾール EX）は 1m²当たり 3,000～3,500 円となっている。

高分子系浸透性防水材「アイゾール EX」

登録：No. CB-030003-VE（旧登録）
実績件数： 280件 1,700件 300件

含浸成分と被覆成分の相乗効果で優れた劣化抑制効果を実現（H24年度準推奨技術に選定）

（施工状況）上向き施工でも液だれしにくく、施工が容易

（施工17年後経過） 耐久性の高い被覆材が、長期間に渡り劣化抑制・防汚効果を発揮

新規性	含浸成分を含むハイブリッド型表面被覆工法が、長期に劣化抑制を維持。施工がしやすく、様々な表面保護工法の中でもコストパフォーマンスが高い。	
適用箇所	あらゆるコンクリート製品（構造物）	
開発目標	● 半透明塗膜で無塗布のような仕上がり（調色タイプ有） ● 人や環境に配慮した安全性の高い一液型水性塗料 ● 施工性や品質管理が容易で、完了後の長期安定性が高い	
活用の効果	● 経済性：向上 ● 品質：向上 ● 施工性：向上	● 工程：短縮 ● 安全性：向上 ● 周辺環境への影響：向上
単価	都度見積り	

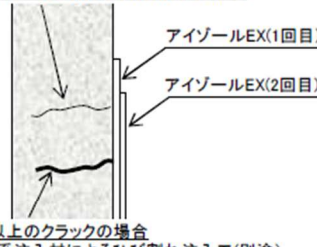
株式会社 アイゾールテクニカ

京都府京都市中京区河原通御池下丸屋町403番地 FIS ビル2F
TEL：075-757-8199 E-Mail：info@isol.co.jp
URL：http://www.isol.co.jp

図 1-4.2 アイゾール EX の概要

https://www.k-mil.net/ebook/book_MiL_NETIS2022_all/book/#target/page_no=218

表 1-4.2 表面被覆・含浸工法の新技術と従来技術（表面被覆工法）の比較表

工法		アイゾールEX(0.25kg/㎡塗布の場合) (高分子系浸透性防水材・浸透・透湿性塗膜形成)	従来技術例 エポキシ樹脂+ポリウレタン樹脂(遮水性塗膜形成)
工法断面図		0.2mm程度のクラックの場合 アイゾールEXの浸透作用による充填  アイゾールEX(1回目) アイゾールEX(2回目) 0.2mm以上のクラックの場合 セメント系注入材によるひび割れ注入工(別途)	0.2mm以下のクラックの場合 充填なし  エポキシ樹脂下塗り 1回 エポキシ樹脂中塗り 2～3回 工法で異なる ポリウレタン樹脂上塗り 2回 工法で異なる 0.2mm以上のクラックの場合 エポキシ系注入材によるひび割れ注入工(別途)
工法の特徴		シリカ成分が躯体に浸透し、空隙を充填することで緻密化するとともに、透湿性、伸び弾性、高耐候性を有する複合成分塗膜が外的劣化要因や水の侵入を防止する。また、一方で躯体内部の湿気を逃がして内部の劣化因子になりうる水分を放出し、劣化の進行を抑制する。また、仕上りはコンクリートの風合いを生かした半透明塗膜で、構造物の景観を損なわない。また着色も可能。	コンクリート表面をエポキシ系樹脂塗料で被覆して外部からの劣化損傷からコンクリートを保護する工法であり、劣化因子の侵入を防止する。
成分		シリカ含むアクリル酸エステル樹脂・その他有効成分	エポキシ樹脂・ポリウレタン樹脂
工程	下塗り材	シリカ含むアクリル酸エステル樹脂・その他有効成分	エポキシ樹脂
	中塗り材	—	エポキシ樹脂
	上塗り材	シリカ含むアクリル酸エステル樹脂・その他有効成分	ポリウレタン樹脂
耐久性		耐候性の高い、特殊アクリル酸エステル樹脂とフッ素樹脂の使用による塗膜が、長期にわたり高い耐候性を維持。	エポキシ樹脂は耐候性に劣るため、ポリウレタン樹脂を上塗りで塗布することで耐候性を維持している。
表面強度		コロイダルシリカが躯体に浸透して空隙を充填することで緻密化するため、表面強度が3～6倍向上する($f_c=30\text{N/mm}^2$ 程度の場合)。	被覆工法のため、表面強度は向上しない。
付着性		透湿性を有する塗膜のため、塗膜の膨れ・はがれがきわめておきにくく、良好な付着性を維持する。	塗膜に透湿性がないため、環境条件によっては、塗膜の膨れ・はがれを起こす場合がある。
ひび割れ追従性		ひび割れ追従性を有する(0.5mm)。	硬化塗膜は工法により異なる。(0.3mm～0.5mm)。
撥水性		変成ポリシロキサンなどの含有により、撥水効果を有する。	撥水効果なし。
防汚性		フッ素樹脂などの含有により、長期にわたり防汚効果を発揮するため、美観の維持に寄与できる。	溶剤系塗膜のため、汚れが付着しやすく、長期経過時に美観を損なう。
施工可能条件		水性材料で、透湿性塗膜のため、下地の含水率に施工が制限されない。(ただし、完全に下地がぬれている場合は不可)	下地の含水率が8%を超える場合は施工できない。
安全性		水性塗料のため、安全で健康被害を起こさず、消防法にも抵触しない。	有機溶剤を使用するため、健康被害への注意が必要である。また引火性があるため、消防法上、保管方法を十分に気をつける必要がある。
実地条件での適用性	工程	施工進度は、1日/100㎡	施工進度は、5～7日/100㎡
	使用性	一液型のため、比較的容易に施工が可能	二液型のため、配合不良による施工不良が生じる場合がある。
	品質管理	単一製品を使用するため、管理が容易。	工程ごとに使用する材料が異なるため、管理に注意が必要。
	施工単価	約3,000～3,500円/㎡	約8,000～11,000円/㎡(工法により異なる)
NETIS No.		CB-030003-V (設計比較対象技術) H24年度 準推奨技術	—

アイゾール EX 工法と従来技術(表面被覆工法)の比較(<https://isol.co.jp/products/isol-ex/downloads/>)

表 1-4.3 表面被覆・含浸工法の新技術と表面含浸工法の比較表

	高分子系浸透性防水材アイゾールEX	ケイ酸質系浸透性防水材	シラン・シロキサン系浸透性吸水防止材
技術概要	透湿性塗膜（塗膜がはがれにくく、塗膜再劣化の恐れが少ない）による外的劣化抑制&防水効果と、コンクリート表面浸透によるコンクリート改質効果をもつ、高機能ハイブリッド型塗料。浸透成分だけでなく、塗膜形成成分を付加することで、他の浸透性材料より、躯体の外的劣化抑制効果、塗布材としての耐久性、耐候性を大きく高めている。	透明もしくは半透明の塗布材で、コンクリート表面の改質を行う。	液体もしくはペースト状の塗布材で、コンクリート表面の撥水（吸水防止効果）を行う。
主要成分	特殊アクリル酸エステル樹脂（表面塗膜防水効果） コロイダルシリカ（ケイ酸質系成分） 変性ポリシロキサン（吸水防止材成分） フッ素樹脂化合物（耐候性および防汚性向上）	ケイ酸質系	シラン・シロキサン系
施工性	ローラー、刷毛などで塗布 下地が完全乾燥していなくても施工可能 塗膜が乾燥すれば（2時間程度）、防水・撥水効果を発揮 水性で非危険物のため、施工が安全	ローラー・刷毛などで塗布 製品により異なるが、下地が乾燥しているほうが浸透しやすい 塗布後に水噴霧などが必要な場合がある 概ね非危険物のため、施工は安全	ローラー・刷毛などで塗布 下地が乾燥していることが絶対条件 塗布後2～7日は水がかからないように養生が必要 無溶剤タイプでも危険物（引火性）に該当するため、保管・施工に注意が必要
メカニズム	コロイダルシリカがコンクリート内の空隙に浸透拡散すると、遊離アルカリ（カルシウムイオンなどの水酸化アルカリ）と反応し、ケイ酸カルシウム水和物を生成する。その後、反応生成物とコロイダルシリカの両者が空隙を充填・緻密化する。（ケイ酸質系浸透性防水材とメカニズムは同じ） 変性ポリシロキサンが躯体表面に撥水効果を施す。（シラン・シロキサン系浸透性吸水防止剤材とメカニズムは同じ） 特殊アクリル酸エステル樹脂が、外部からの水分の浸入を防止し、コンクリート内部からの湿気は逃がす透湿性塗膜を形成する。	コンクリート内部のカルシウムイオンと反応。ケイ酸カルシウムとコロイドケイ酸を生成し、コンクリートの空隙を不溶性結晶体（ガラス物質）で充填・緻密化する。	コンクリートの空隙に浸透し、空隙内部に存在する水分と加水分解反応を起こし、シラノールを形成する。その後、シラノールが網目構造を形成することで撥水する。
透水性	コンクリート表面に形成される塗膜と、コロイダルシリカによる浸透により透水量は0となる。	塗布することで、コンクリート表面が密実化し、無処理のコンクリートに比べ透水量が若干低下する。ただし、透水量が0にはならない。	撥水層の存在により、無処理のコンクリートに比べ、透水量が低下する。ただし、床などの平面に使用した場合、徐々に水が浸透していくなど、透水量が0にはならない。
浸透性	躯体表面から数ミリ程度、コロイダルシリカが浸透する。	浸透性能は製品により差があるが、概ね、躯体表面から数ミリ程度といわれている。	浸透量は、シラン・シロキサンの含有量や、塗布前の躯体の表面性状（密実性）により大きく異なる。コンクリート強度が高い場合、もともと躯体の密実性が高いため、浸透深さは低い。その場合、浸透深さは数ミリ程度である。
撥水性	塗布10年経過時においても撥水性能を維持している。	基本的に空隙を結晶により充填することが目的であり、撥水性能はない。	撥水性能が数年程度といわれ、製品によって性能差がある。
耐劣化性（耐候性）	特殊アクリル酸エステル樹脂とフッ素系樹脂によって形成される塗膜が高い耐候性を有しているため、塗布後10年以上経過においても塗膜の耐久性が保たれている。	コンクリート表面は、経年により炭酸化していくと、充填層も風化・劣化する恐れがある。	シラノールは、紫外線や酸化剤（O ₂ 、Cl ₂ ）によって破壊されるため、数年程度で躯体表面の撥水効果を失う。
中性化抑制効果	コンクリート表面に形成される塗膜とコロイダルシリカの浸透により、無処理の場合に比べて、中性化を1/7～1/10程度に抑制する（促進中性化試験により確認 ※促進材齢4W=0.5mm）。	空隙の充填により若干の抑制効果が認められるものもある。	シラノールの存在により、コンクリート表層部の空隙中の水分量が顕著に低下するため、CO ₂ などのガスが拡散しやすく、無処理の場合に比べて、中性化を促進させる場合がある。
塩害抑制効果	コンクリート表面に形成される塗膜とコロイダルシリカによる浸透により、無処理の場合に比べて、大きく抑制する（土木学会標準試験により、塩分浸透量0mmを確認）。	空隙の充填により若干の抑制効果が認められるものもある。	シラノールにより、塩分浸透を抑制する。
耐汚染性	フッ素系樹脂の有する防汚効果により、塗布時点の意匠性を維持し、長期的にコンクリート表面に汚れが付きにくい。	塗布箇所によっては、白色物質がコンクリート表面に現れる場合があり、まだら模様になる場合がある。	シラノールの分解破壊による電気的反応の影響で、雨だれや大気中のおり、花粉などの汚れが付着しやすくなる場合がある。
その他	土木学会標準による表面被覆材関連性能試験を実施済 塗膜がひび割れ追従性を有する（0.5mm追従）		

アイゾール EX カタログ (<https://isol.co.jp/products/isol-ex/>)

(2) 剥落防止工法

コンクリートの剥落防止工法のうち、連続繊維シートを用いた新技術としては、新素材のバサルト繊維ネット（玄武岩繊維ネット）を用いた工法（BM シート工法）がある。これは、前述した表面被覆・含浸工法の新技術（アイゾール EX）に、BM シートを貼り付ける工法である（図 1-4.3）。

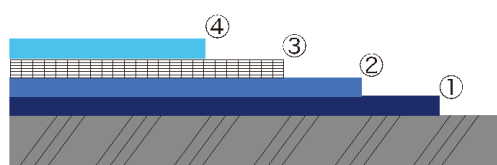
バサルト繊維ネットの特徴として、繊維の交点は樹脂による目止めではなく、一部ガラス繊維を使った平織りとしているため、通常のはさみで切断できることから現場での寸法合わせが容易であり施工性が良い。また、剥落抵抗性については基準値（変位 10mm 以上における最大荷重 1.5kN 以上であること）を満たしている（図 1-4.4）。

BM シート工法は、アイゾール EX と BM シート（バサルト繊維ネット）の 2 種類の材料で行う。BM シートのシート自体は、炭素繊維シート（従来工法）よりも高価であるが（表 1-4.4）、主にエポキシ樹脂を用いる炭素繊維シート接着工法に比べると工程が少ないために、コストの点からも有利であると考えられる。

一方、下地処理を行わない剥落防止工法の例として、ネット工法の場合は、施工は最も簡便であるが、剥落発生の原因を残した工法であるため、施工完了以降の点検・補修時にネットの着脱が必要となり、ライフサイクルコストの観点では不利になると考えられる。

工程および標準使用量

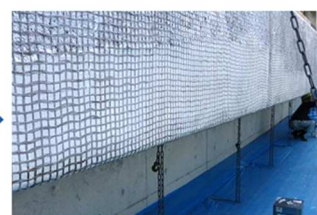
使用材料	標準使用量	工 程
①アイゾールEX	0.15kg/㎡	1層目塗布
②アイゾールEX	0.35kg/㎡	2層目塗布
③BMシート	—	シート貼付
④アイゾールEX	0.35kg/㎡	3層目塗布



剥落防止工施工前



施工



剥落防止工施工後

図 1-4.3 BM シート工法の外観、施工模式図、施工例

<https://www.isol.co.jp/products/bm-sheet/>

BM シート工法カタログ (<https://www.isol.co.jp/products/bm-sheet/downloads/>)

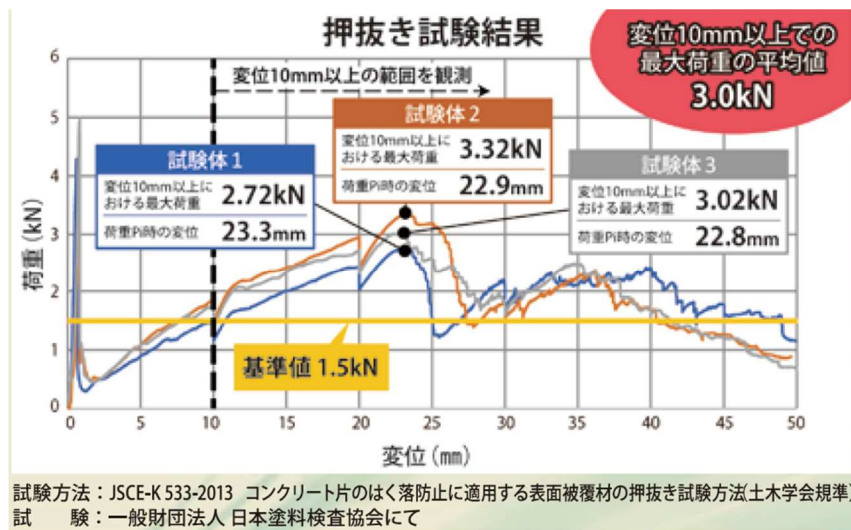


図 1-4. 4 BM シートの剥落抵抗性の評価（押抜き試験）

BM シート工法カタログ (<https://www.isol.co.jp/products/bm-sheet/downloads/>)

表 1-4. 4 材料費の比較

項目	単位	単価
バサルト繊維ネット 取付工	m ²	11,982 円
連続繊維シート 本体貼付	m ²	6,691 円

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/dtIprint?regNo=QS-220003%20>

< 参考資料 >

<https://www.kozobutsu-hozen-journal.net/walks/19092/>

<http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen.html>

(3) 漏水補修工法

漏水補修工法は、打継目やひび割れに注入材を注入することにより止水する工法であり、従来技術では、樹脂系の注入材であるアクリル系やウレタン系等のいずれかの 1 液型が使われている。

樹脂系注入材の新技术としては、複数の樹脂系の混合型が開発されている。例えば、石油樹脂・アクリル系樹脂高圧注入工法（STTG 工法：NETIS 旧 No.KT-140103-A）（図 1-4.5）、2 液混合型注入止水工法（ミクストグラウト：NETIS No.CG-180004-A）、低収縮型止水注入工法（UG-I グラウト工法：NETIS No.KK-200030-A）がある。

従来技術の樹脂系注入材は、急結材としては優れているが、長期耐久性の観点からは、コンクリートとの付着性や伸縮性があまりないために、温度変化や地震等による継ぎ目の変位に追従できないという難点があり、再漏水の原因となっていた。新技术では、注入材に伸びや付着強度に優れた材料を混合することで長期耐久性を向上させている。例えば、STTG 工法の場合を図 1-4.6 及び表 1-4.6 に示す。

また、経済性については、従来技術ではアクリル系の方がウレタン系よりも高い（表 1-4.5）。STTG 工法ではアクリル系とウレタン系の両方を含むことから中間的であり（表 1-4.6）、ミクストグラウトと UG-I グラウト工法はウレタン系よりも安価となっている（表 1-4.7）。

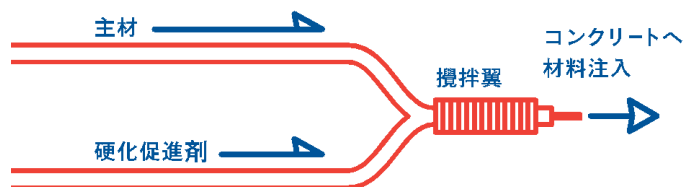
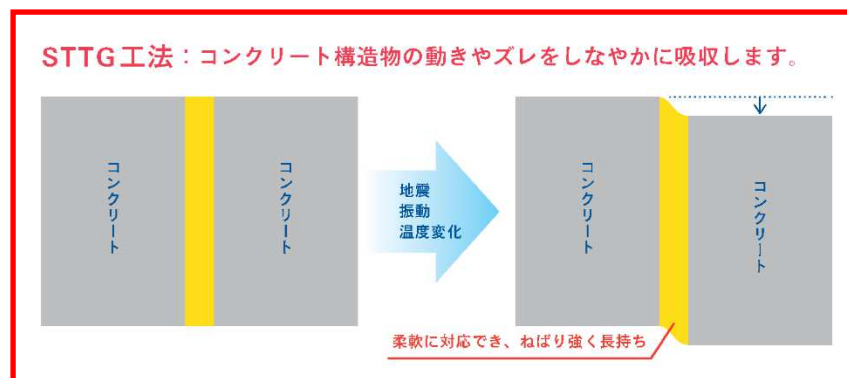


図 1-4.5 STTG 工法の概念図

STTG 工法パンフレット (<https://www.sttg.or.jp/introduction/>)



従来工法：コンクリート構造物の変位に対応しきれないことがあります。



図 1-4.6 STTG 工法と従来工法の長期耐久性の観点での比較
STTG 工法パンフレット (<https://www.sttg.or.jp/introduction/>)

表 1-4.5 従来技術の経済性の例（開口幅 3mm）

工法	単位	概算工事費
アクリル系樹脂ひび割れ注入	m	31,500 円
ウレタン系樹脂ひび割れ注入	m	29,000 円

表 1-4.6 従来技術との比較表

工法名		石油樹脂・アクリル系樹脂 高圧注入工法(STTG工法)	アクリル系高圧注入工法	ウレタン系高圧注入工法
工法概略		伸びや付着性に優れる石油樹脂・アクリル系止水材料に親水性ウレタンプレポリマーを混合し、主材のゲルタイムを要求性能の範囲に早めた。(2液タイプ)	極めて低粘度の親水性高弾性樹脂を高圧で注入し、硬化樹脂の弾性反発と吸水樹脂によりひび割れを閉塞する。(2液タイプ)	ポリイソシアネートが水と接触し、所定の時間経過後に従い、順次反応を始め、最終的に全量がゲル化する。このゲルはほとんど分散材を含んでいない。(1液タイプ)
特徴	主成分	石油樹脂・アクリル樹脂、親水性ウレタンプレポリマー	アクリル樹脂、硬化剤	親水性ウレタンプレポリマー
	充填性	微細クラックへの対応も可能	微細クラックへの対応も可能	微細クラックへの対応も可能
	変位追従性	伸び、付着性に優れ、追従性が高い	高弾性のため伸縮性に対する抵抗性が高い	伸びや付着性がないため、追従性は低い
	耐久性	経年変化はほとんどない	経年変化はほとんどない	伸縮する目地等には追従できない
工程(ウレタン系高圧注入工法での作業時間を1.0とする)		1.5	1.5	1.0
価格		中間	高い	安い

https://www.sttg.or.jp/faq_01/

表 1-4.7 従来技術との比較表

項目	数量	概算工事費
ミクストグラウト	100m	2,090,000 円
1 液型ポリウレタン樹脂 注入工法（従来技術）	100m	3,560,000 円
UG-1 グラウト	30m	617,990 円
1 液型ポリウレタン樹脂 注入工法（従来技術）	30m	779,360 円

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/dtlprint?regNo=CG-180004%20>

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/dtlprint?regNo=KK-200030%20>

(4)モルタル注入工法

モルタル注入工法の新技術としては、既設空石積の隙間や空洞にモルタルを注入する補修・補強工法であるアライード工法（NETIS：CG-120016-VE）がある。この工法は、石と石の隙間から機械式圧力で既設空石積の隙間及び背面空洞にモルタルを注入して一体化させることで、安定性を確保する技術である（図 1-4.7、図 1-4.8）。従来のモルタル補修では、人力での手練りとなり、表層付近の補修に留まるために補修効果が小さい。

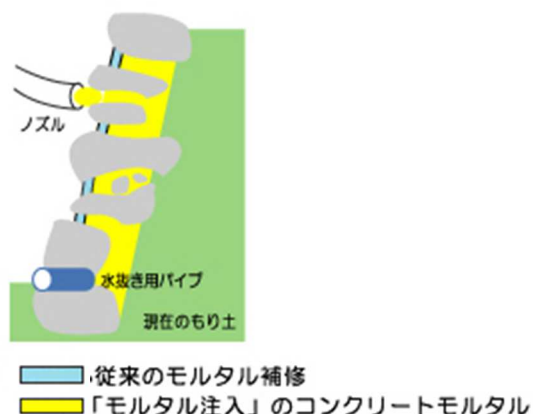


図 1-4.7 アライード工法の概念図

<http://new-arai.jp/morutaru.html>



施工前(背面の空洞化により、倒壊の危険あり)



施工後(石積背面の洗掘防止)

図 1-4.8 アライード工法の施工例

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/dtlprint?regNo=CG-120016%20>

表 1-4.8 新技術の経済性の例（100m²の石積み：法長 2.5m、延長 40m）

工法	数量	概算工事費
モルタル注入工 (アライード工法)	100m ²	1,413,312 円

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/dtlprint?regNo=CG-120016%20>

第二章

トンネル編

2-1 構造物の諸元

杉並区におけるトンネルは「荻窪 5-30（荻窪地下道）」の 1 施設のみである。令和 4 年度の定期点検実施施設の一覧表を示す。

表 2-1.1 令和 4 年度 定期点検実施施設一覧表

施設名	種別	施設延長 (m)	路線名	構造形式	建設年次	健全性区分
1 荻窪 5-30 (荻窪地下道)	トンネル	北側階段部分 27.6 (外側) 16.5 (内側)	特別区道 第2096-1 号路線	カルバート工	1966	Ⅱ：予防保全段階
		カルバート部-1 5.5		カルバート工		Ⅱ：予防保全段階
		シールド部分 19.5		シールドトンネル		Ⅱ：予防保全段階
		カルバート部-2 14.3		カルバート工		Ⅱ：予防保全段階
		南側西口階段部分 20.5		カルバート工	2002	Ⅱ：予防保全段階
		南側東口階段部分 28.5 (外側) 18.5 (内側)		カルバート工		Ⅱ：予防保全段階

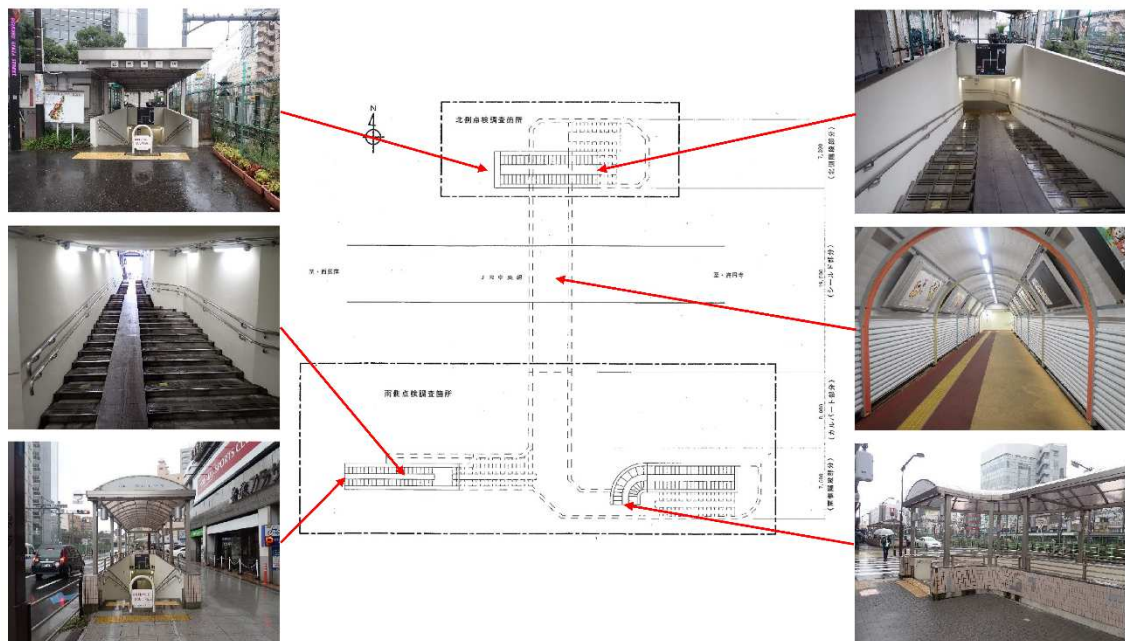


図 2-1.1 荻窪 5-30（荻窪地下道）の概要

荻窪 5-30（荻窪地下道）における直近の定期点検（令和 4 年度）の前回に実施した定期点検の年度は、平成 27 年度となる。平成 27 年度の定期点検後から直近の定期点検の前年度までに補修設計や修繕工事を実施している（表 2-1.2）。

表 2-1.2 平成 27 年度から令和 3 年度までの履歴概要

年度	H27	H28	H29	H30	H31	R2	R3
西暦	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
荻窪地下道	定期点検 健全性評価Ⅲ（早期措置段階） モルタル部に浮き・剥離	修繕工事（モルタル除去） 危険性のあるモルタルを除去	臨時点検 モルタル除去後の変状点検調査	補修設計 ひび割れ補修、断面修復等 コンクリート補修と修景整備等の設計		修繕工事 修繕工事の実施	

2-2 直近における点検結果及び次回点検年度

杉並区内のトンネルについては、定期点検の他に日常点検、臨時点検を行っている。定期点検、日常点検、臨時点検の位置づけは下記の通りである。

<定期点検>

5年に一回の頻度で実施することを基本とする。点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者が行い、日常点検では確認することが難しい施設の詳細部についても近接目視を行うとともに、適宜、打音・触診を行うものとする。

<日常点検>

日常点検は、道路巡回パトロールや業務での移動中に行うものであり、主に目視による範囲内での点検である。異常を発見した時は、必要に応じ、近接目視や打音・触診を行うものとする。（地域住民からの変状箇所等の連絡を含む）

<臨時点検>

突発的に起こる地震や台風等の自然災害発生時において、施設の破損状況等を早急に把握する必要がある場合に限り、実施するものである。

・定期点検において使用する要領・様式について

定期点検で使用する要領・様式については、下記の通りとする。

カルバート構造：「土工構造物点検要領（杉並区）（H27.3）」

シールドトンネル：「道路トンネル定期点検要領（国土交通省 H31.3）」

・直近における定期点検結果（令和4年度）の概要

直近（令和4年度）における荻窪地下道の定期点検結果概要を表2-2.1に示す。主な変状として、カルバート構造の範囲については、階段部における樹脂プレートのうきや、壁面におけるひび割れが認められた。また、シールドトンネルの範囲では、内装板の裏からの漏水・滞水等が認められた。

ただし、定期点検実施時において、シールドトンネルの範囲は内装板がある状態であり、変状の範囲を正確に把握できていないため、令和6年度以降に内装板を外した状態での詳細調査が必要である。

表 2-2.1 直近における定期点検結果の概要

施設名	種別	判定	変状種類
荻窪5-30 (荻窪地下道)	北側階段部分	I	うき・ひび割れ
		II	うき・漏水跡・階段部樹脂プレートとうき
		III	-
	カルバート部-1	I	-
		II	うき・欠損
		III	-
	シールド部分	I	-
		II	漏水・うき・剥離・内装板の鋼材腐食・ひび割れ
		III	-
	カルバート部-2	I	ひび割れ
		II	うき・欠損・滞水・漏水跡
		III	-
	南側西口階段部分	I	ひび割れ・漏水跡
		II	うき・漏水跡・階段部樹脂プレートとうき
		III	-
	南側東口階段部分	I	ひび割れ・漏水跡
		II	うき・漏水跡・階段部樹脂プレートとうき
		III	-

表 2-2.2 点検結果の健全性判定区分

(土工構造物点検要領 平成 27 年 3 月 杉並区 都市整備部)

区分		状態
I	健全	土工構造物の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	土工構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	土工構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	土工構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

表 2-2.3 点検結果の健全性判定区分

(道路トンネル定期点検要領 平成 31 年 3 月 国土交通省 道路局 国道・技術課)

区分		定義
I	健全	道路トンネルの機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路トンネルの機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

・次回以降の定期点検年度（今後 10 年間）

今後 10 年間における定期点検の年度について、次回の年度は令和 9 年度に計画し、その次の年度は令和 14 年度に計画する。

表 2-2.4 次回以降の定期点検計画（今後 10 年間）

年度	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
西暦	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
荻窪地下通路	定期点検					定期点検					定期点検

2-3 対策内容及び対策の着手・完了年度と対策に係わる全体概算事業費

・定期点検費

定期点検費について今後 10 年間に新たなトンネル建設計画がなく、トンネル施設数は変わらないため、直近の点検費と同額と見なした。10 か年の総点検費は約 300 万円となる。

表 2-3.1 定期点検費 (R4～R14)

年度	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
西暦	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
点 検 内 容	定 期 点 検					定 期 点 検					定 期 点 検
点 検 費 用	1,000 千円					1,000 千円					1,000 千円

・修繕費

修繕費については、修繕を次回の定期点検の前年度（令和 8 年度）までに行う計画として、修繕内容（表 2-3.3）と変状範囲から試算した（補修工法の単価は巻末の参考資料に基づく）。10 か年の総修繕費は約 250 万円となる。

表 2-3.2 修繕費

年度	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
西暦	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
修 繕 内 容		シールド部分 詳細調査	補修 設計	修繕工 事						
修 繕 費 用		500 千円	1,000 千円	1,000 千円						

・対策に係る全体概算事業費

10 年間の対策に係る全体対策事業費は上記の通り点検費 300 万円、修繕費 250 万円となり合計約 550 万円を見込んでいる。

表 2-3.3 修繕内容

カルバート部	剝落防止工（うき範囲）、断面修復工（欠損範囲）、ひび割れ注入工（漏水跡） 階段に設置された樹脂プレートの再接着
シールド部	剝落防止工（うき範囲）、断面修復工（剝離範囲）、ひび割れ注入工（ひび割れ）、U カット表面充填（遊離石灰）

2-4 長寿命化の推進—さらなる効率化、コスト縮減を目指して

・トンネルの集約・撤去

杉並区が管理するトンネルについては、JR 中央線の軌道下を横断する「荻窪 5・30（荻窪地下道）」の 1 箇所である。周辺において自転車利用者が JR 中央線を南北に横断できる箇所は当該トンネルのみであり、現時点において歩行者や自転車利用者の確認ができるため、直ちに撤去を行うことは難しい状況である。

一方で、今後の人口動態や交通需要の変化、施設の老朽化の進行を踏まえ、中長期的な視点に立ち、施設のあり方については継続的に検討を行うものとする。令和 9 年度の定期点検結果を踏まえた上で、ライフサイクルコストや安全性、利用実態等を総合的に勘案し、集約化・撤去の検討を行う方針とする。

・効率的な維持管理

効率的な維持管理のためには、画像 AI を活用する点検を導入することが考えられる。

画像 AI を併用した点検手順のイメージを図 2-4.1 に示す。この点検手順では、最初の段階でロボットカメラ等により損傷状況を把握し、画像 AI による損傷抽出を行うことで、近接目視の計画支援を行う。点検員は必要な場合のみ近接目視を実施するので、点検員による点検時間は短縮されることになる。画像 AI による損傷抽出技術の例として、『社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」(NETIS : KT-190025-VR) (点検支援技術性能カタログ (R4.9) : BR010024-V0222)』があり、技術概要を図 2-4.2 に示す。

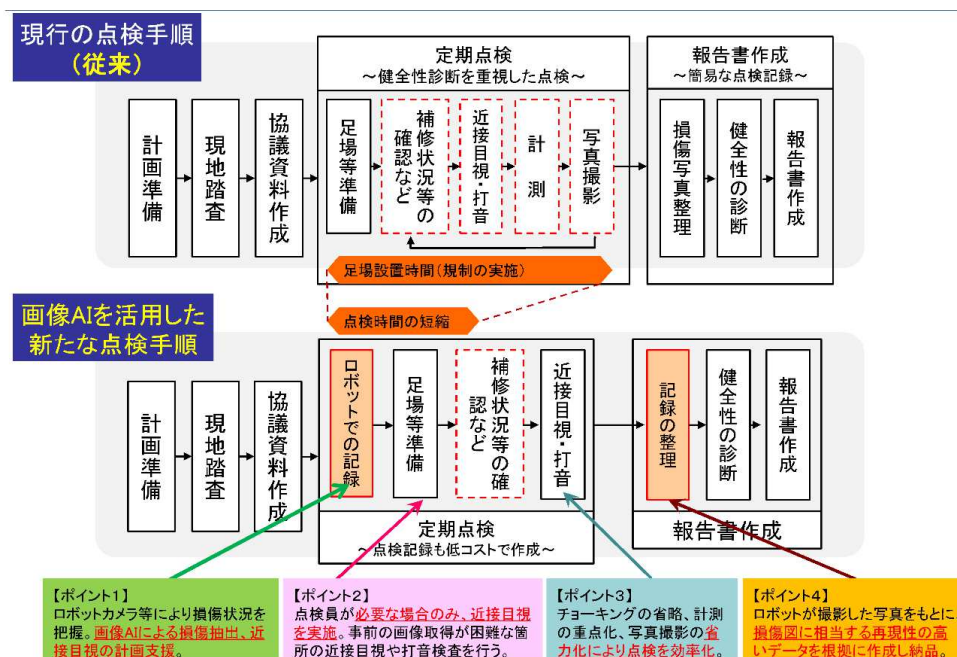


図 2-4.1 画像 AI を併用した点検手順のイメージ（新田、2019）

技術番号	BR010024-V0222		
技術名	社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」		
技術バージョン	Ver1.3	作成:	2022年8月
開発者	富士フイルム株式会社		
連絡先等	TEL: 090-8024-5303	E-mail: infra_service@fujifilm.com	イメージングソリューション事業部 佐藤康平
現有台数・基地	無制限	基地	埼玉県さいたま市
技術概要	本技術は、コンクリート構造物を撮影した写真からコンクリートに発生する「ひびわれの自動検出」と「ひびわれ幅の自動計測」をAIを活用した画像解析で行うシステムである。本技術の活用により従来人手で対応していた検出作業を削減できるため、省力化による施工性の向上及び経済性の向上が図れる。 計測機器による撮影 → 画像処理による合成・損傷検出 → JPG/CAD/EXCELに出力 		
技術区分	対象部位	上部構造(床版等)／下部構造(橋脚、橋台等)／点検施設	
	変状の種類	ひびわれ／剥離・鉄筋露出／漏水・遊離石灰／床版ひびわれ	
	検出原理	画像(静止画)	

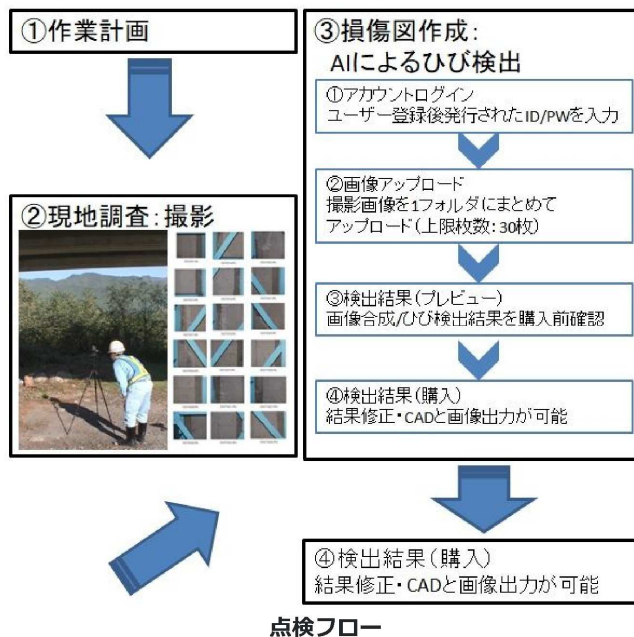


図 2-4. 2 画像 AI による損傷抽出技術の例

<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/zenbun.html>

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/dt/print?regNo=KT-190025%20>

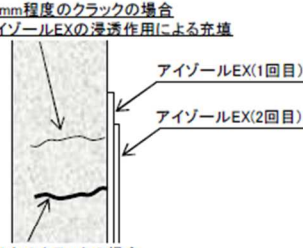
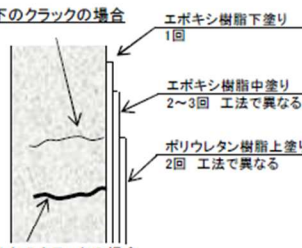
<参考資料>

新田恭士(国立研究開発法人 土木研究所 先端技術チーム 上席研究員)「インフラ維持管理への新技術導入の取り組み」、第 656 回建設技術講習会(島根県松江市)、令和元年 10 月 9 日(水)

・新技術の活用による費用削減目標

令和 9 年度の定期点検の結果を踏まえた上で、令和 14 年度までに「第一章 1-4 費用の削減に関する具体的な方針」にて前述した表面処理工法等の新技術検討結果を適用し費用削減を図る。

表面処理工法(アイゾール EX:NETIS 旧 No.CB-030003-VE)等の新技術を適用した場合、従来工法と比較して㎡あたり約 5,000 円程度の費用削減となり、約 50 万円の費用削減が見込まれる。今後も NETIS 等を活用し、技術動向を踏まえた最適な維持管理手法を採用することで、経済性の向上を図り、合理的な維持管理の実現を目指す。

工法		アイゾールEX(0.25kg/㎡塗布の場合) (高分子系浸透性防水材・浸透+透湿性塗膜形成)	従来技術例 エポキシ樹脂+ポリウレタン樹脂(遮水性塗膜形成)
工法断面図		0.2mm程度のクラックの場合 アイゾールEXの浸透作用による充填  アイゾールEX(1回目) アイゾールEX(2回目) 0.2mm以上のクラックの場合 セメント系注入材によるひび割れ注入工(別塗)	0.2mm以下のクラックの場合 充填なし  エポキシ樹脂下塗り 1回 エポキシ樹脂中塗り 2~3回 工法で異なる ポリウレタン樹脂上塗り 2回 工法で異なる 0.2mm以上のクラックの場合 エポキシ系注入材によるひび割れ注入工(別塗)
工法の特徴		シリカ成分が躯体に浸透し、空隙を充填することで緻密化するとともに、透湿性、伸び弾性、高耐候性を有する複合成分塗膜が外的劣化要因や水の侵入を防止する。また、一方で躯体内部の湿気を逃がして内部の劣化因子になりうる水分を放出し、劣化の進行を抑制する。また、仕上りはコンクリートの風合いを生かした半透明塗膜で、構造物の景観を損なわない。また着色も可能。	コンクリート表面をエポキシ系樹脂塗料で被覆して外部からの劣化損傷からコンクリートを保護する工法であり、劣化因子の侵入を防止する。
工程	成分	シリカ含むアクリル酸エステル樹脂・その他有効成分	エポキシ樹脂・ポリウレタン樹脂
	下塗り材	シリカ含むアクリル酸エステル樹脂・その他有効成分	エポキシ樹脂
	中塗り材	—	エポキシ樹脂
性能	上塗り材	シリカ含むアクリル酸エステル樹脂・その他有効成分	ポリウレタン樹脂
	耐久性	耐候性の高い、特殊アクリル酸エステル樹脂とフッ素樹脂の使用による塗膜が、長期にわたり高い耐候性を維持。	エポキシ樹脂は耐候性に劣るため、ポリウレタン樹脂を上塗りして塗布することで耐候性を維持している。
	表面強度	コロイダルシリカが躯体に浸透して空隙を充填することで緻密化するため、表面強度が3~6%向上する($f_c=30\text{N/mm}^2$ 程度の場合)。	被覆工法のため、表面強度は向上しない。
	付着性	透湿性を有する塗膜のため、塗膜の膨れ・はがれがきわめておきにくく、良好な付着性を維持する。	塗膜に透湿性がないため、環境条件によっては、塗膜の膨れ・はがれを起こす場合がある。
	ひび割れ追従性	ひび割れ追従性を有する(0.5mm)。	硬化塗膜は工法により異なる。(0.3mm~0.5mm)。
	撥水性	変成ポリシロキサンなどの含有により、撥水効果を有する。	撥水効果なし。
	防汚性	フッ素樹脂などの含有により、長期にわたり防汚効果を発揮するため、美観の維持に寄与できる。	溶剤系塗膜のため、汚れが付着しやすく、長期経過時に美観を損なう。
実地条件での適用性	施工可能条件	水性材料で、透湿性塗膜のため、下地の含水率に施工が制限されない。(ただし、完全に下地がぬれている場合は不可)	下地の含水率が8%を超える場合は施工できない。
	安全性	水性塗料のため、安全で健康被害を起こさず、消防法にも抵触しない。	有機溶剤を使用するため、健康被害への注意が必要である。また引火性があるため、消防法上、保管方法を十分に気をつける必要がある。
	工程	施工進度は、1日/100㎡	施工進度は、5~7日/100㎡
	使用性	一液型のため、比較的容易に施工が可能	二液型のため、配合不良による施工不良が生じる場合がある。
	品質管理	単一製品を使用するため、管理が容易。	工程ごとに使用する材料が異なるため、管理に注意が必要。
施工単価		約3,000~3,500円/㎡	約8,000~11,000円/㎡(工法により異なる)
NETIS No.		CB-030003-V (設計比較対象技術) H24年度 準推奨技術	—

アイゾール EX 工法と従来技術 (表面被覆工法) の比較 (<https://isol.co.jp/products/isol-ex/downloads/>)