

コンクリート用の透明な表面被覆と 視認性評価方法

コンクリート素地の視認性が確保される表面被覆工法



国立研究開発法人 土木研究所

先端材料資源研究センター

総括主任研究員 佐々木 巖

- 維持管理時代にむけたコンクリート構造物の補修技術
- 5年毎点検と直接近接目視の義務化
- コンクリート構造物の劣化損傷
 - 塩害、ASR、凍害、中性化、化学物質、、、
- 対策の基本
 - 鉄筋の腐食抑制
 - 劣化促進物質の遮蔽
 - 密実なコンクリート
 - 表面被覆、注入/充填
 - 新設、補修



- 目的と性能

- 劣化促進物質の遮蔽
- (剥落防止)
- 景観、美粧

- メリット

- 劣化促進物質の遮蔽
- 外観がきれいになる

- 課題

- コンクリートの目視点検が困難になる
- 内部の塩や水を封じ込めてしまう
- ひび割れの進展や滲出物の発見が遅れる

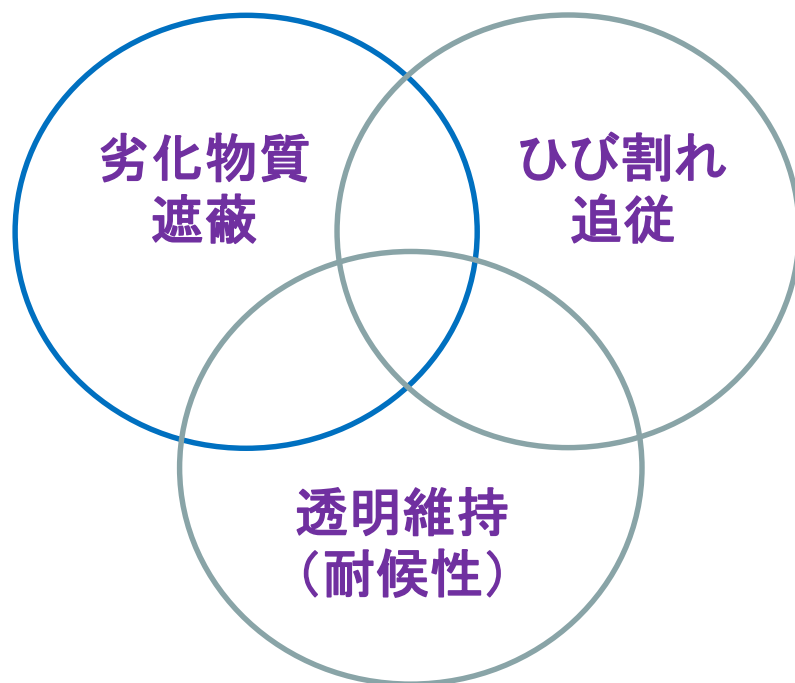
表面被覆内部でのコンクリート劣化の進行
(被覆内コンクリート損傷の解剖調査例)



表面被覆工および断面修復工による補修を施したコンクリート構造物の再劣化: 熊谷慎祐, 櫻庭浩樹, 宮田敦士, 佐々木徹, 西崎到, コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード 論文報告集, 日本材料学会, 2014

～開発の視点～

3つのキーとなる要素を塗膜に組み込む必要がある



- 腐食促進物質を遮蔽する樹脂および顔料の選定
- コンクリートに発生するひび割れに対する追従性を有する樹脂選定
- 長期にわたり透明を維持する耐候性のよい樹脂の選定

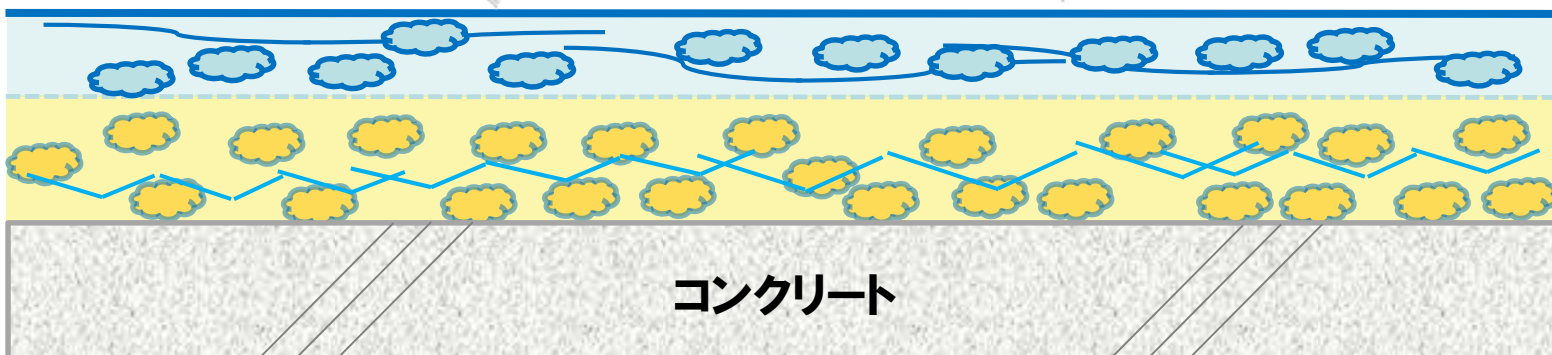
本工法の透明な塗膜は、相反する事象に対しても最適なバランスをとり、必要とする膜性能を確立。

従来型有色被覆の遮蔽効果

水分、塩分、二酸化炭素



上塗
30 μm
中塗
120 μm



コンクリート



ふっ素樹脂
(柔軟性、耐候性)

エポキシ樹脂
(付着性、強靱性)

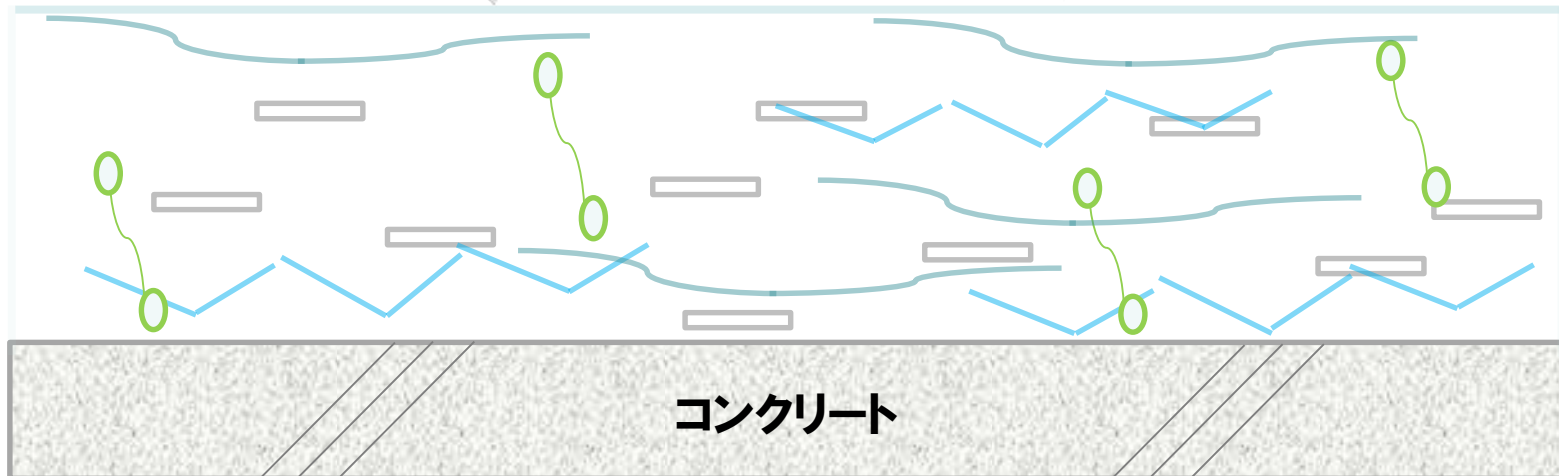
顔料
(遮蔽性)

透明な本工法被覆の材料新技術

水分、塩分、二酸化炭素



クリアー上塗
700 μm
and/or
クリアーパテ
500 μm



アクリルシリコン樹脂
(柔軟性、耐候性)

りん片状透明顔料
(遮蔽性)

エポキシ樹脂
(付着性、強靱性)

特殊増粘剤(厚膜性)

- コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(案):表面被覆・含浸工法編
- NEXCO構造物施工管理要領:コンクリート塗装材
- 鋼道路橋防食便覧:CC-B品質規定 などが求める品質を満足

●表面被覆材の基本性能の例 表面被覆材に求める品質*等の照査

要求性能	照査項目	本工法	
塩化物イオン遮蔽性	塩化物イオン透過量	$0.34 \times 10^{-3} \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$ 以下	
酸素遮蔽性	酸素透過量	$4.7 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$	
水蒸気遮蔽性	透湿量	$0.4 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$	
二酸化炭素遮蔽性	中性化深さ	0.0 mm	
ひび割れ追従性	塗膜の伸び	標準養生後(20°C)	0.65 mm
		標準養生後(-20°C)	0.62 mm
		促進耐候性後	0.56 mm
付着性	付着強さ	標準養生後	1.57 N/mm^2
		促進耐候性試験後	2.96 N/mm^2
		温冷繰り返し試験後	1.77 N/mm^2
		耐アルカリ性試験後	1.68 N/mm^2

* 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(案) 表面被覆・含浸工法編 ほか

○視認性 : 実際のコンクリート面での塗装状態



塗装面

ひび割れがあるところに塗装して塗膜を形成。
塗装面においてもひび割れが目視で十分わかる。
(施工前よりも視認性が向上)

無塗装面



被覆膜を通して背後の情景を視認可能



○視認性：透明な表面保護材料の定量的評価指標

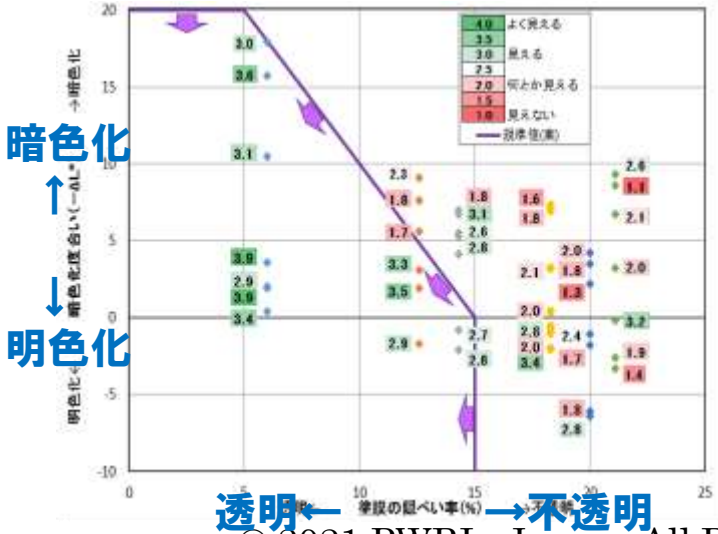


・ひび割れ視認性の主観評価(被験者28名)と、測定機器による定量的試験値の関連付け



・視認性の定量的評価方法
→ 塗膜の隠ぺい度試験を応用した試験基準の提案

「コンクリート表面の視認性に関する表面被覆材の評価方法(案)」の検討



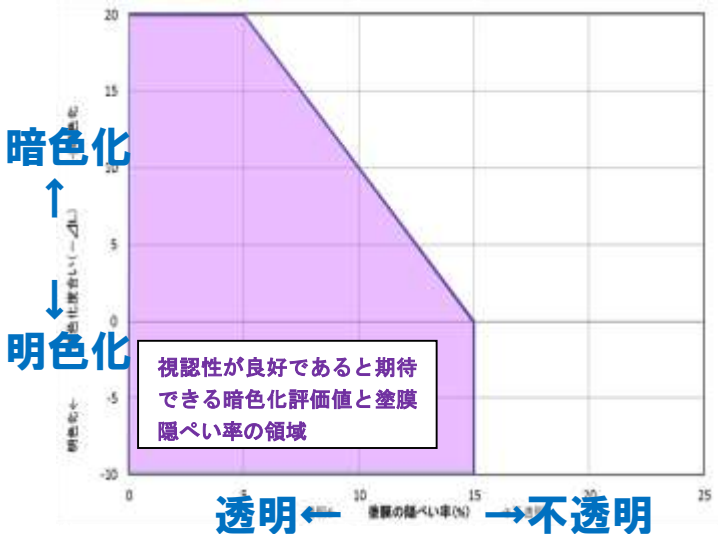
透明 ← 隠ぺい率 (%) → 不透明



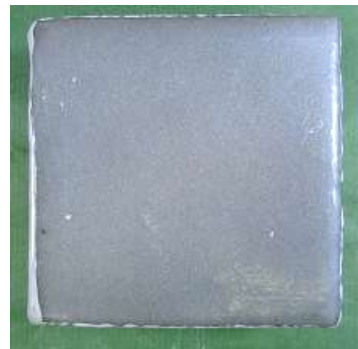
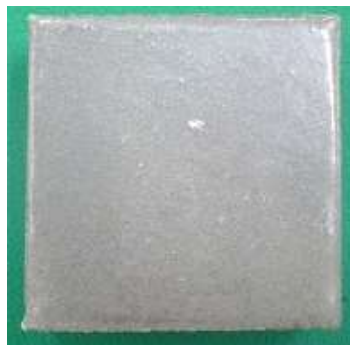
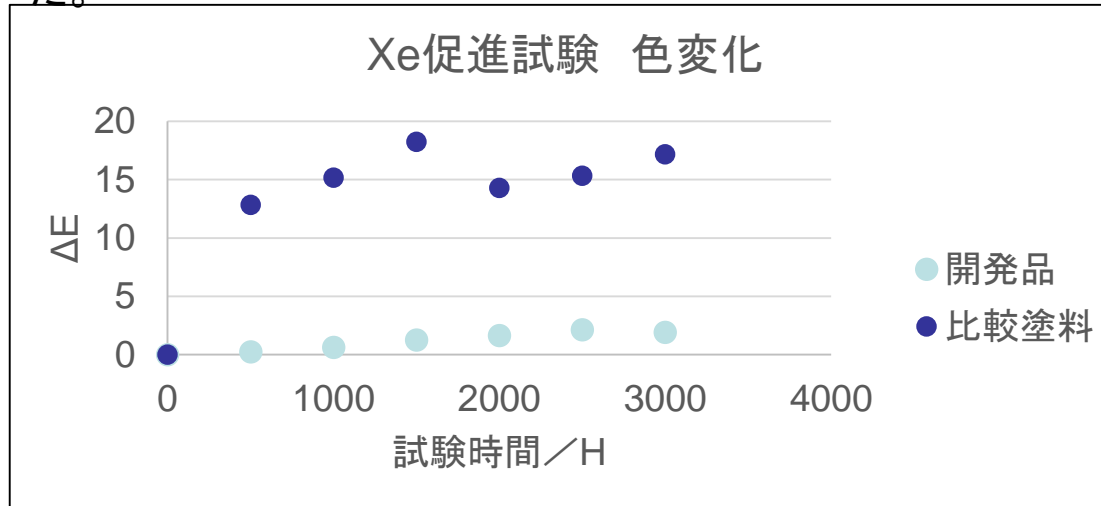
- 土研資料 第4387号
- 「コンクリート表面の視認性に関する表面被覆材の評価方法(案)」を策定
- 土木研究所の [HPからダウンロードできます。](#)
 - Topページ → iMaRRCの活動 → 近年の主な研究成果
 - <https://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/tech-info.html>

• 視認性の定量的評価方法
→ 塗膜の隠ぺい度試験を応用した
試験基準の提案

「コンクリート表面の視認性に関する表面被覆材の評価方法(案)」の判定図



試験方法 : 7×7 ISOモルタルに各仕様を塗装し、23°C50%RHで28日養生したものを、JIS K 5600-7-7(キセノンランプ法)にて促進試験後、2000Hまで500H刻みで色相を測定した。



屋外暴露による耐久性評価



⇒促進耐候性試験後も大きな色変化がなく、視認性を維持できている。

- 特徴 —
- ◆ 鋼道路橋防食便覧CC-B品質規定に適合
 - ◆ 施工後も、躯体の視認性を維持
 - ◆ 2工程・最短1日で施工可能

■ 標準塗装仕様【便覧CC-B品質規定合格仕様】

工程	製品名(一般名称)	使用量(kg/m ² /回)	塗装回数	目標厚膜(μm/回)	施工方法	塗装間隔(23℃)
系地調整	サンダーケレン・シンナー拭き・ブラシやエアブロー、その他規定された工法により、段差修正やレイタンス・塩分・油脂分などの異物や脆弱層を除去し、施工にできた状態にする。 また、欠損部、鉄筋露出部や漏水がある場合は別途鉄筋防錆、埋め戻し等の断面修復や止水、導水処理を事前に実施する。					
プライマー	タフガードクリアープライマー (速乾形特殊クリアープライマー)	0.12~0.17 ^{#1}	新設1~ ^{#2} 改修2~ ^{#2}	—	はけ ローラー	30分以上 7日以内
上塗り	タフガードクリアーパテ (柔軟形特殊クリアーパテ)	0.60~0.74 ^{#3}	1	500 ^{#4}	砂骨ローラー ^{#5} コテ・ヘラ	—

- 塗装仕様 —
- 1層目 タフガードクリアープライマー
(0.12kg/m²・はけ)
 - 2層目 タフガードクリアーパテ
(0.60kg/m²・へら)

■ 作業工程



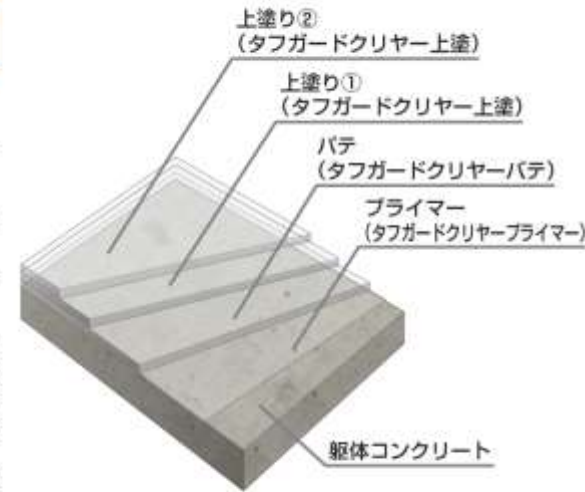
最短1日で塗装完了

従来工法では4日間かかっていましたが、工程短縮が可能となります。



■ 標準塗装仕様【NEXCO一般劣化対策仕様】

工程	製品名 (一般名称)	使用量 (kg/m ² /回)	塗装 回数	目標厚膜 (μm/回)	施工 方法	塗装間隔 (23℃)
素地調整	サンダーケレン・シンナー拭き・ブラシやエアブロー、その他規定された工法により、段差修正やレイタンス・塩分・油脂分などの異物や脆弱層を除去し、施工にてきた状態にする。また、欠損部、鉄筋露出部や滲水がある場合は別途鉄筋防錆、埋め戻し等の断面修復や止水、導水処理を事前に実施する。					
プライマー	タフガードクリアープライマー (速乾形特殊クリアープライマー)	※1 0.12~0.17	新設1~ ^{※2} 改修2~ ^{※2}	—	はけ ローラー	30分以上 7日以内
パテ	タフガードクリアーパテ (柔軟形特殊クリアーパテ)	※3 0.36~0.50	1	—	コテ ヘラ	16時間以上 5日以内
上塗り	タフガードクリアー上塗り (柔軟形特殊クリアー塗料)	0.46	2	350 ^{※4}	コテ ヘラ	16時間以上 5日以内



工程図

- ※1 プライマーの使用量はコンクリート素地の状態によって大幅に変動し、場合により設定使用量を超えることがあります。
- ※2 吸い込みがほとんどない新設基材の場合は1回塗装でも対応可能ですが、吸い込みの多い改修時は2回以上の塗装が目安となります。プライマー塗装後の状態により視認性に大きな影響を与えますので、指触で成膜を確認できるまで十分な塗装回数を確保してください。コンクリート素地の凹凸が大きくて判断が難しい場合は霧吹きで水を吹きかけ、水をはじかずに濡れ色になった場合は再度塗装してください。また、水を吹きかけて判断した場合は、付着した水を十分にふき取った後、23℃×30分以上の間隔を空けてから再塗装してください。
- ※3 パテの使用量はコンクリート素地の状態によって大幅に変動します。巣穴等でパテの使用量が0.5kg/m²を超えた場合、膜厚に比例して視認性が低下します(躯体の保護性能には問題ありません)。素地のひび割れ、巣穴などの深さが5mmを超える等凹凸などが著しい場合やパテの過積厚が予測される場合は、プライマー塗装前に補修材にて修復を行ってください。
- ※4 膜厚は使用量塗布時の参考値です。
注) 防錆と視認性確保のため、過積厚にならない様にご注意ください。
注) 躯体の色相が黒っぽい場合や施工環境により、塗膜本来の色相(白色系クリアー)が目立つことがあります。
注) 足場・養生躯体などによりごみ・ほこりが発生しやすい環境になる場合は、仕上げ工程後、養生間隔を空けて該当作業を実施することを推奨します。目安の養生間隔は5日以上(5℃)、3日以上(23℃)、2日以上(30℃)です。

■ 作業工程



※別途 素地調整

従来工法では4日間かかっていましたが、工程短縮が可能となります。

○道路橋下部工での施工例

◎2019年 中国地区



◎2018年 関東地区



側径間：表面被覆工



道路上空：剥落防止工

◎2018年 中国地区、

関東地区



鉄道橋高欄



道路橋(補修箇所が多い)



◎2019年 中国地区

県歴史重要文化財の道路橋

コンクリートローゼ橋 施工面積:800m²



• コンクリート素地の視認性が確保される表面被覆工法

○仕様体系

- ・防食便覧CC-B品質規定 2工程(最短1日施工)
- ・NEXCO一般劣化対策仕様 4工程(最短3日施工)

○NETIS: No.KT-170015A

国立研究開発法人 土木研究所

先端材料資源研究センター(iMaRRC)先端材料・高度化担当

〒305-8516 茨城県つくば市大字南原1番地6 TEL 029-879-6763

URL <http://www.pwri.go.jp/>

日本ペイント株式会社

顧客営業部 第二営業グループ

〒140-8677 東京都品川区南品川4-7-16 TEL:03-3740-1220

技術本部 鉄構塗料技術部 設計グループ

〒140-8675 東京都品川区南品川4-1-15 TEL:03-3740-1141

URL <https://www.nipponpaint.co.jp/>