

タフガードクリヤー工法

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
日本ペイント 株式会社



○コンクリート構造物の劣化と防食/補修

- ・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、、、

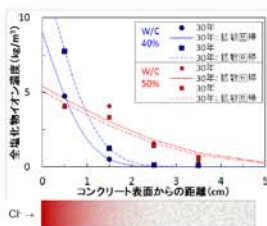
- ・対策の基本
 - ・鉄筋の腐食抑制
 - ・劣化促進物質の遮断
 - ・密実なコンクリート
 - ・表面被覆、注入/充填

- ・新設、補修

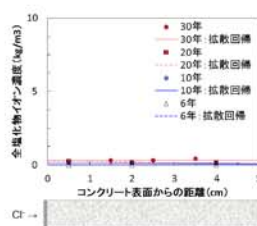


○表面被覆による耐久性向上

- ・30年間の海洋飛沫帯暴露-駿河海岸
- ・塩分の浸透



無塗装コンクリート (W/C40%) への
塩分浸透



表面被覆(塗装)をすると
→ 塩分浸透は長期間抑制できる

○耐久性向上・補修対策としての表面被覆工とその課題

- ・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
 - ・劣化促進物質を比較的容易に遮断できる
 - ・施工後の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

○表面被覆にからむコンクリート構造物の不具合

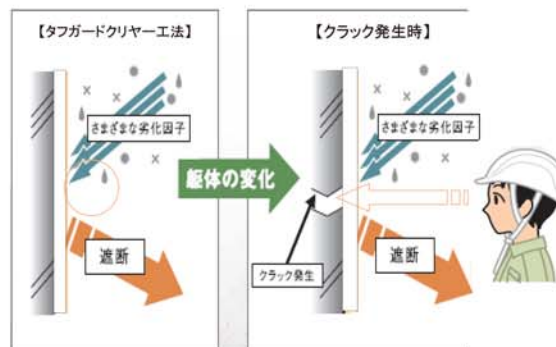
表面被覆内部でのコンクリート劣化の進行

内在塩や下地不良による早期再劣化

- ・被覆内コンクリート損傷の解剖調査例



○透明な塗膜を実現し目視点検を可能にする



○表面保護対策の種類と特徴

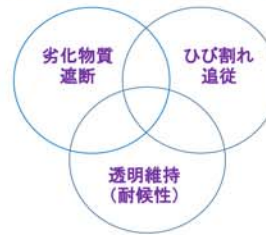
	透明表面保護 (本工法)	従来型(有色) 表面保護	表面含浸 (シラン/けい酸)	透明クロス	その他(ひび割 れ抑制等)
劣化防止性能(特に ひび割れある場合)	○	○	△	○	△
剥落防止	△	△	×	○	×
施工のし易さ	優	良	優	可	
点検・維持管理	優	可	優	優	優
コスト	良	良	優	可	

(○:機能を有する △:条件によっては有効 ×:機能を有さない)



○透明なコンクリート保護材料の要素技術 ～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



- 腐食促進物質を遮断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

タフガードクリヤー工法の塗膜は、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。

○塗膜の特徴 ～3つのキー要素の組み込み方～

・腐食性物質の遮断性

- バリア効果を有する顔料を採用
- 一般的に遮蔽に優位であるエポキシ系樹脂を活用

・ひび割れ追従性

- ゴム弾性に優れたアクリルシリコン系樹脂を配合

・長期にわたる透明性

- 耐候性に悪影響を及ぼさない特殊なエポキシ樹脂や耐候性のよいアクリル系樹脂を採用

上記をバランスをとって配合に生かすことで、目的のコンクリート躯体を保護するための、透明な塗膜を形成することができる。

○表面被覆材の基本性能

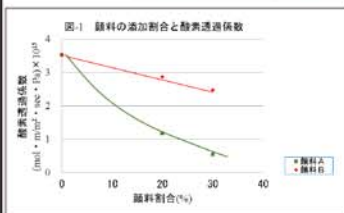
・NEXCOコンクリート 表面保護の規格を 満足

- 劣化促進物質遮蔽性
- コンクリート付着性
- 変形追従性
- それらの耐久性

要求性能	調査項目	タフガードクリヤー工法
しゃ塩性	しゃ塩性	$0.34 \times 10^{-3} \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$ 以下
酸素遮断性	酸素透過阻止性	$4.7 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$
水蒸気遮断性	水蒸気透過阻止性	$0.4 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$
中性化阻止性	中性化阻止性	0.0 mm
柔軟性	ひび割れ追従性	標準養生後(常温時) 0.65 mm 標準養生後(低温時) 0.62 mm
		促進耐候性後 0.56 mm
		標準養生後 合格 促進耐候性試験後 合格 温冷繰り返し試験後 合格 耐アルカリ性試験後 合格
耐久性	耐湿試験後	合格
		標準養生後 1.57 N/mm ²
	コンクリートとの付着性	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

○劣化促進物質の遮断性

試験項目	結果
しゃ塩性	$0.34 \times 10^{-3} \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$ 以下
酸素透過阻止性	$4.7 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$
水蒸気遮断性	$0.4 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$
中性化阻止性	0.0 mm



ガス遮断性向上のコンセプト
①遮断性に優れたエポキシ樹脂の採用
②ガスバリア性能を有する顔料の採用
⇒図に示すように適正な顔料を選択することで、ガスバリア性(酸素透過阻止性)が向上

○ひび割れ追従性

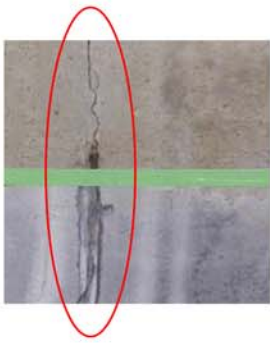
試験方法：ひび割れの入ったモルタル板に、タフガードクリヤー工法を塗装し、塗膜を形成。28日間、23℃で乾燥させた塗膜を標準状態とし、標準状態の膜を23℃でひび割れ追従性を試験(常温試験)、標準状態の膜を-20℃で試験(低温試験)、標準状態の膜にキセノンランプを700時間照射後23℃で試験(促進耐候性試験)の3水準を実施した。(JSCE-K 532-2010に拠る)



条件	ひび(最大荷重時)
常温試験	0.65mm
低温試験	0.62mm
促進耐候性試験	0.56mm

いずれの条件でも0.4mm以上の伸びがあり、コンクリート躯体の保護に有効塗膜は約1mmで遮断

○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)

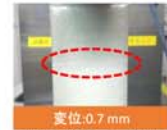
無塗装面

○視認性：ひび割れの可視性

試験方法：ひび割れの入ったモルタル板に、タフガードクリアー工法を塗装し、塗膜を形成。7日間室温(23℃)で乾燥させた塗膜を、引っ張り試験機で両端を引っ張り、その時の塗膜状態の変化を観察した。



引っ張り開始前
ひびを目視確認が可能



引っ張り(変位)0.7mm時点
ひびが白く変化

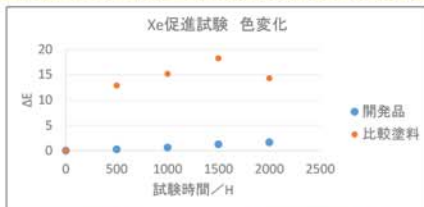


引っ張り(変位)1.0mm時点
塗膜が破断

ひび割れを十分目視で確認することができ、クラック追従性があり、透明を維持する樹脂を使用することの効果認められる。ひび割れが拡大し、0.7mm(変位)になると塗膜の外観異常(白化)が生じ、ひび割れの点検観察を容易にする効果があります。

○視認性：耐候性

試験方法：7×7 ISOモルタルに各仕様を塗装し、23℃50%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。



初期



促進耐候性試験2000H後

⇒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。

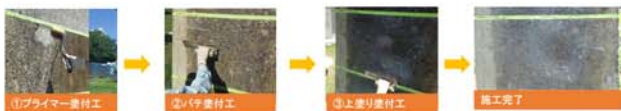
○塗装仕様

施工工程

工 程	製品名 (一般名称)	使用量 (kg/m ²)	目録膜厚 (μm)	施工方法	塗装期間 (23℃)
準備作業	サンダーレン・シンナー抜き・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・油分などの異物や乾膜を除去し、施工に適した状態にする。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、埋め戻し等の前処理や止水、漏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 (アクリル樹脂塗料プライマー)	0.12~	-	はけローラー	30分~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)	0.36	-	コテヘラ	16時間から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)	0.92	750	コテヘラ	-

※A1付おまひび割れの使用量は、コンクリートの露地の状態によって大幅に変動します。 正しい工程も無断にて変更ください。

○塗装工程の実例



2日間で塗装が完了します。

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。

○問い合わせ先

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