

# 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維持管理：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、...

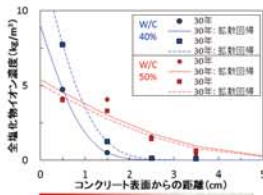
- 対策の基本
  - 鉄筋の腐食抑制
  - 劣化促進物質の遮断
    - 密実なコンクリート
    - 表面被覆、注入/充填

- 新設、補修

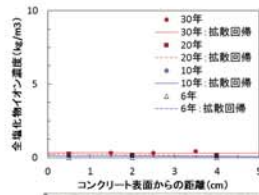


### ○表面被覆による耐久性向上

- 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



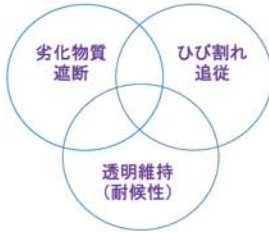
### ○表面保護対策の種類と特徴

	透明表面被覆 (本工法)	従来型(有色) 表面被覆	表面密着 (シラン・けい酸)	透明クロス	その他(ひび割れ補修等)
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～

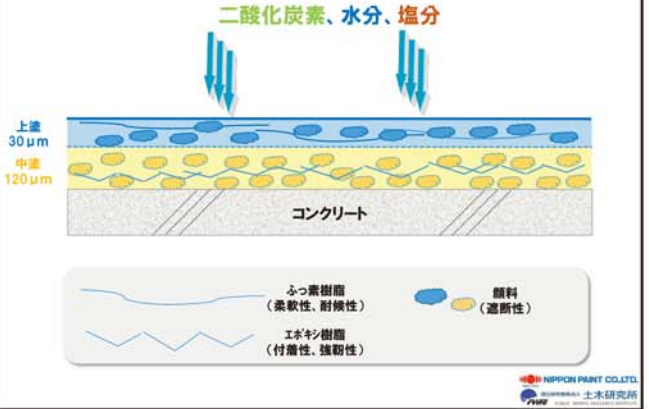
3つのキーとなる要素を塗膜に組み込む必要がある



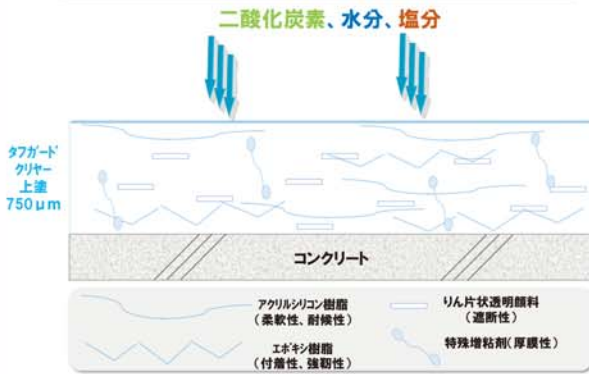
- 腐食促進物質を遮断する樹脂および顔料の選定
- コンクリートに発生するひび割れに対する追従性を有する樹脂選定
- 長期にわたり透明を維持する耐候性のよい樹脂の選定

タフガードクリアー工法の塗膜は、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。

## 従来仕様の遮断効果



## タフガードクリアー工法の新技術



## ○表面被覆材の基本性能

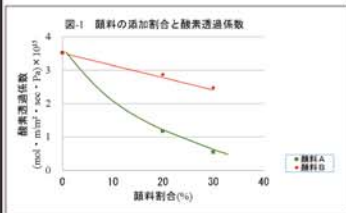
- NEXCOコンクリート表面保護の規格を満足

- 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	【タフガードクリアー工法】
しゃ塩性	しゃ塩性	$0.34 \times 10^{-3} \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$ 以下
酸素透過断定性	酸素透過阻止性	$4.7 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$
水蒸気透過断定性	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	標準養生後 合格 促進耐候性試験後 合格
耐久性	塗膜の健全性	標準養生後 合格 温冷繰り返し試験後 合格 耐アルカリ性試験後 合格 耐湿試験後 合格
	コンクリートとの付着性	標準養生後 1.57 N/mm <sup>2</sup> 促進耐候性試験後 2.96 N/mm <sup>2</sup> 温冷繰り返し試験後 1.77 N/mm <sup>2</sup> 耐アルカリ性試験後 1.68 N/mm <sup>2</sup>

## ○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	$4.7 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$
水蒸気透過断定性	$0.4 \text{ mg/cm}^2 \cdot \text{日}$
中性化阻止性	0.0 mm



- ガス遮断性向上のコンセプト
- 遮断性に優れたエポキシ樹脂の採用
  - 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、タフガードクリアー工法を塗装し、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



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)

### ○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。



引張開始前  
ひびを目視確認が可能



引張(変位)0.7mm時点  
ひびが白く変化

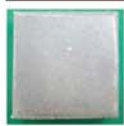
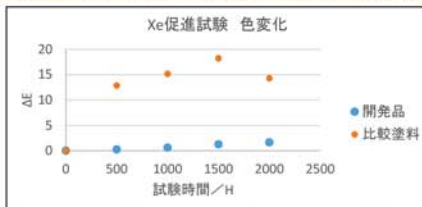


引張(変位)1.0mm時点  
塗膜が破断

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 <sup>2</sup> )	目録膜厚 (μm)	施工方法	塗膜期間 (23℃)
現場調査	サンダーレン・シンナー付き・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・油垢などの異物や脆弱層を除去し、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、埋め戻し等の表面処理や止水、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(テ (柔軟形特殊クリアー(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	-

※アクリル系樹脂の使用量は、コンクリートの基地の状態によって大幅に変動します。 ※いずれの工程も無断にて塗装ください。

### ○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(iMaRRC)  
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/>