

# 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

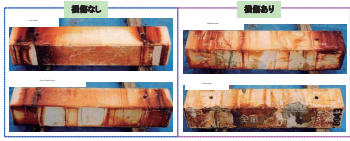
- ・新設、補修



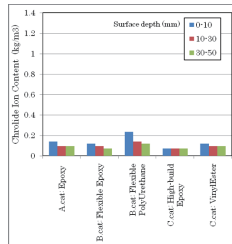
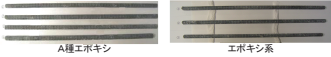
### ○表面被覆による耐久性向上

- ・20年間の海洋飛沫帯暴露
- ・塗膜の外観
- ・塩分の浸透

表面被覆（錆色は暴露固定治具によるもので、内部鉄筋腐食ではない）



内部鉄筋：（塗膜損傷供試体を含め）腐食なし



塩害対策指針を満足する被覆材  
→ 塩分浸透はこくわずか

### ○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
  - ・劣化促進物質の遮断
  - ・（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

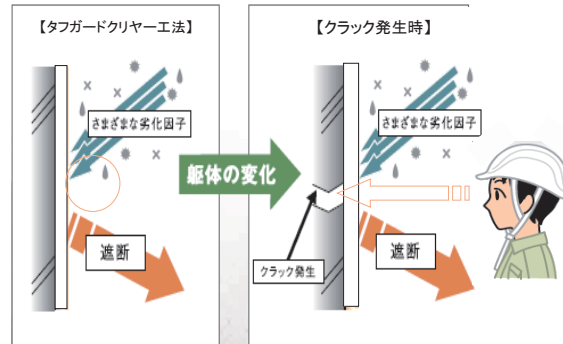
表面被覆内部でのコンクリート劣化の進行

内在塩や地下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



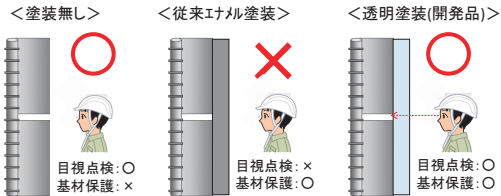
### ○透明な塗膜を実現し目視点検を可能にする



## ○表面保護対策の種類と特徴

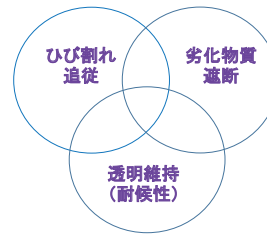
	透明表面被覆 (本工法)	従来型(有色) 表面被覆	表面含浸 (シラン・けい酸)	透明クロス	その他(ひび割 れ抑制等)
劣化防止性能(特に ひび割れある場合)	○	○	△	○	△
剥落防止	△	△	×	○	×
施工のし易さ	優	良	優	可	
点検・維持管理	優	可	優	優	優
コスト	良	良	優	可	

(○: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



- 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
- 腐食促進物質を遮断する樹脂および顔料の選定
- 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～

### • 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

### • 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

### • 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

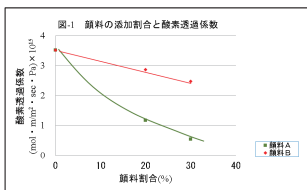
- NEXCOコンクリート表面保護の規格を満足

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 × 10 <sup>-3</sup> mg/cm <sup>2</sup> ・日
酸素遮断性	酸素透過阻止性	4.7 × 10 <sup>-2</sup> mg/cm <sup>2</sup> ・日
水蒸気遮断性	水蒸気透過阻止性	0.4 mg/cm <sup>2</sup> ・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
	塗膜の健全性	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 耐塩試験後 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>

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

## ○劣化促進物質の遮断性

試験項目	結果
しゃ塩性	0.34 × 10 <sup>-3</sup> mg/cm <sup>2</sup> ・日 以下
酸素透過阻止性	4.7 × 10 <sup>-2</sup> mg/cm <sup>2</sup> ・日
水蒸気遮断性	0.4 mg/cm <sup>2</sup> ・日
中性化阻止性	0.0 mm



### ガス遮断性向上のコンセプト

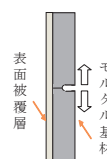
①遮断性に優れたエポキシ樹脂の採用

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
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、コンクリート躯体を保護に有効

○視認性：実際のコンクリート面での塗装状態



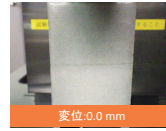
塗装面

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

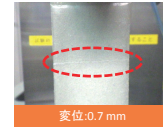
○視認性：ひび割れの可視性

試験方法：ひび割れの入ったモルタル板に、タフガードクリヤー工法を塗装し、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。



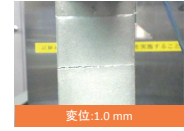
変位:0.0 mm

引張開始前  
ひびを目視確認が可能



変位:0.7 mm

引張(変位)0.7mm時点  
ひびが白く変化

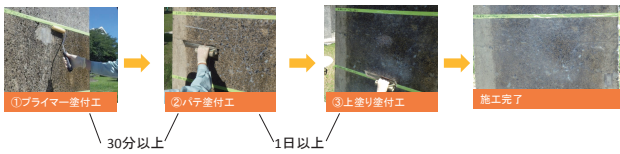


変位:1.0 mm

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。

○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(IaRRC)  
TEL 029-879-6763  
〒305-8516 茨城県つくば市大宇南原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  
TEL 03-3740-1220  
FAX 03-3740-1255  
URL <https://www.nipponpaint.co.jp/>