

# 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  
先端材料資源研究センター



# ○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
  - 劣化促進物質の遮蔽
    - 密実なコンクリート
    - 表面被覆、注入/充填
- 新設、補修



# ○耐久性向上・補修対策としての表面被覆工とその課題

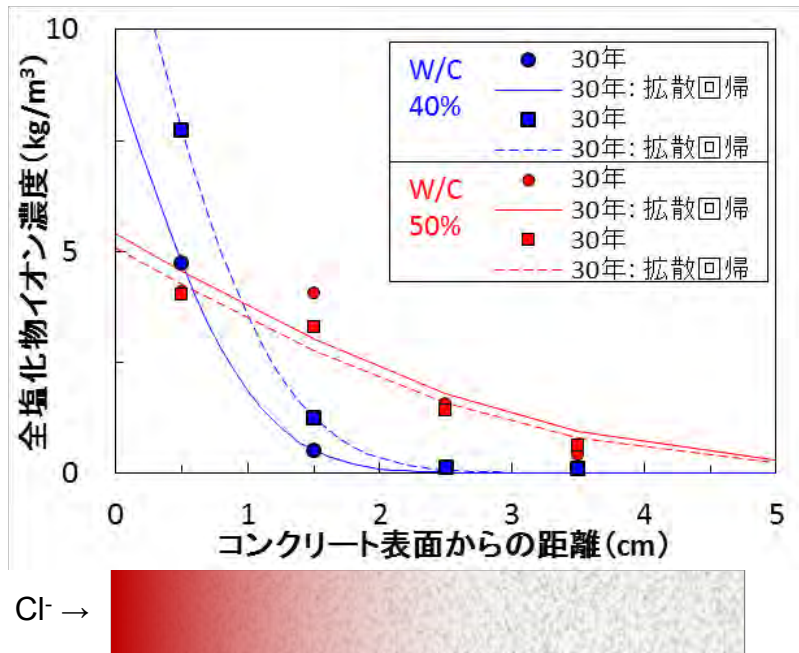
- 目的と性能
  - 劣化促進物質の遮蔽
  - (剥落防止)
  - 景観、美粧



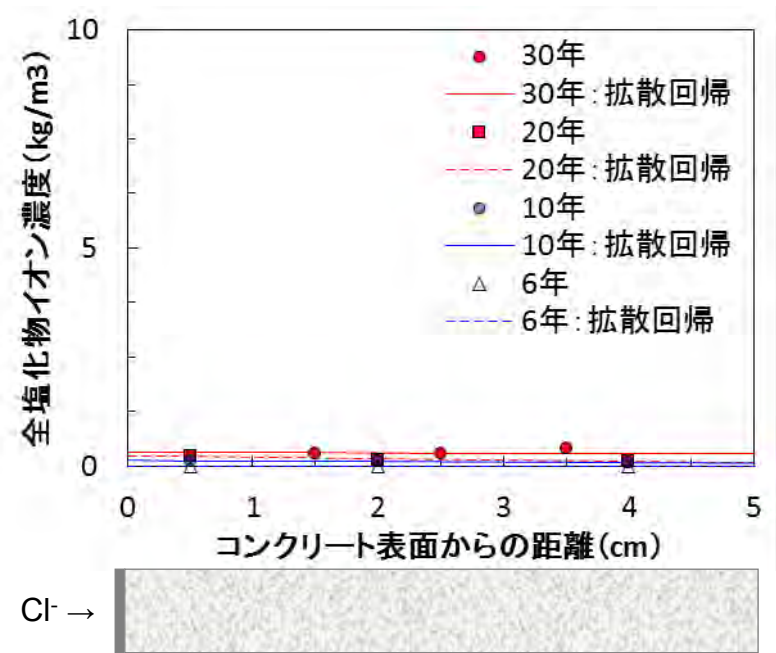
- メリット
  - 劣化促進物質を比較的容易に遮蔽できる
  - 施工後の外観がきれいになる
- 課題
  - コンクリートの目視点検が困難になる
  - 内部の塩や水を封じ込めてしまう
  - ひび割れの進展や滲出物の発見が遅れる

# ○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

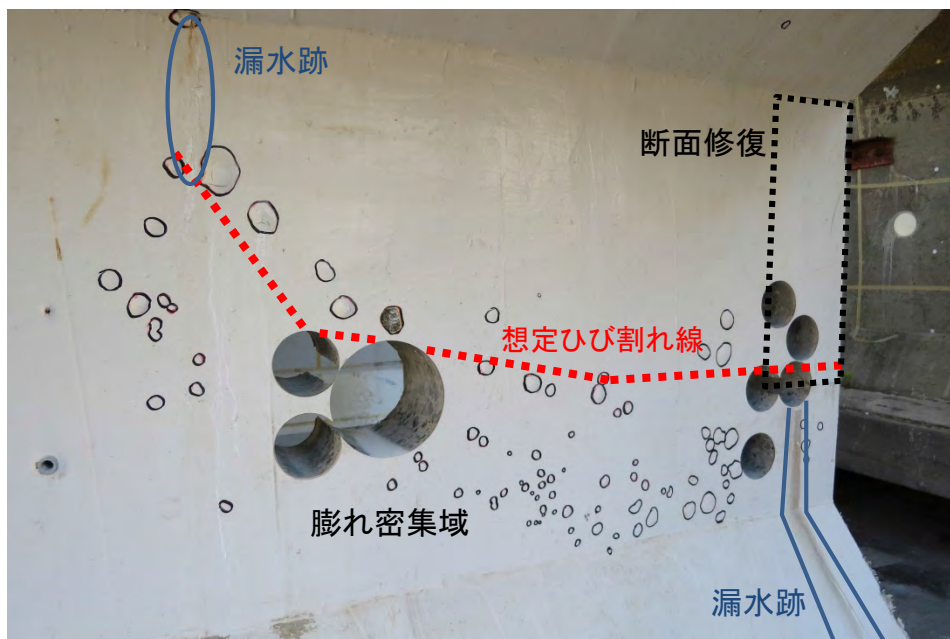


表面被覆(塗装)をすると  
→ 塩分浸透は長期間抑制できる

# ○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

- 被覆内コンクリート損傷の解剖調査例



熊谷慎祐, 櫻庭浩樹, 宮田敦士, 佐々木巖, 西崎到: 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, 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

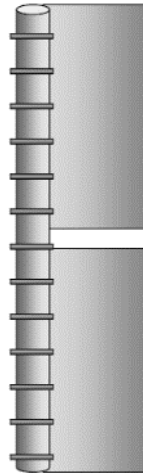
## 内在塩や下地不良による早期再劣化



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: コンクリート構造物の補修に関する研究, PC構造物の戦略的メンテナンスに向けて, 第43回PC技術講習会, 2015

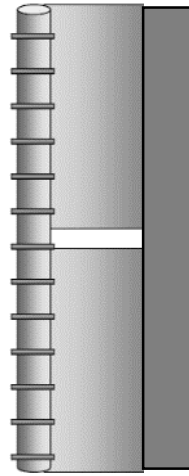
# ○透明な塗膜を実現し目視点検を可能にする

<塗装無し>



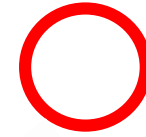
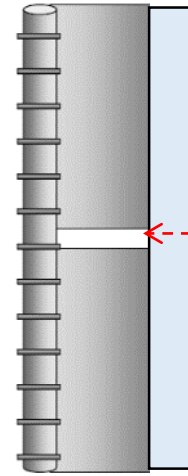
目視点検: ○  
基材保護: ×

<従来エナメル塗装>



目視点検: ×  
基材保護: ○

<透明塗装(開発品)>



目視点検: ○  
基材保護: ○

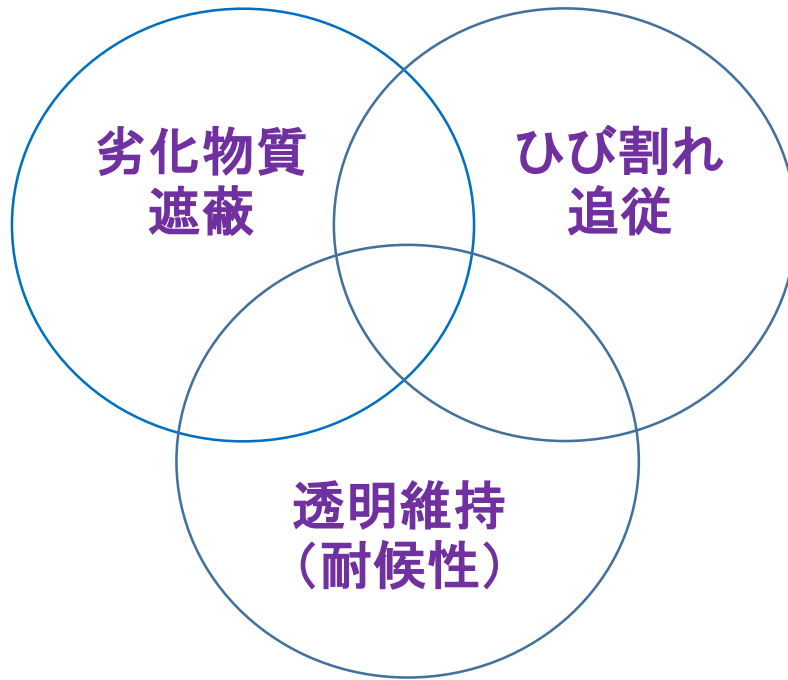
## ○表面保護対策の種類と特徴

	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)	はく落防止 透明	その他(ひび割 れ検知等)
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

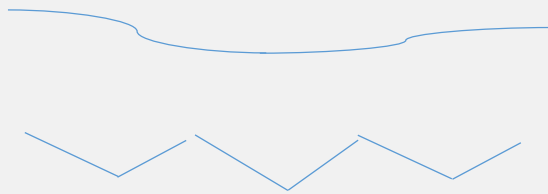
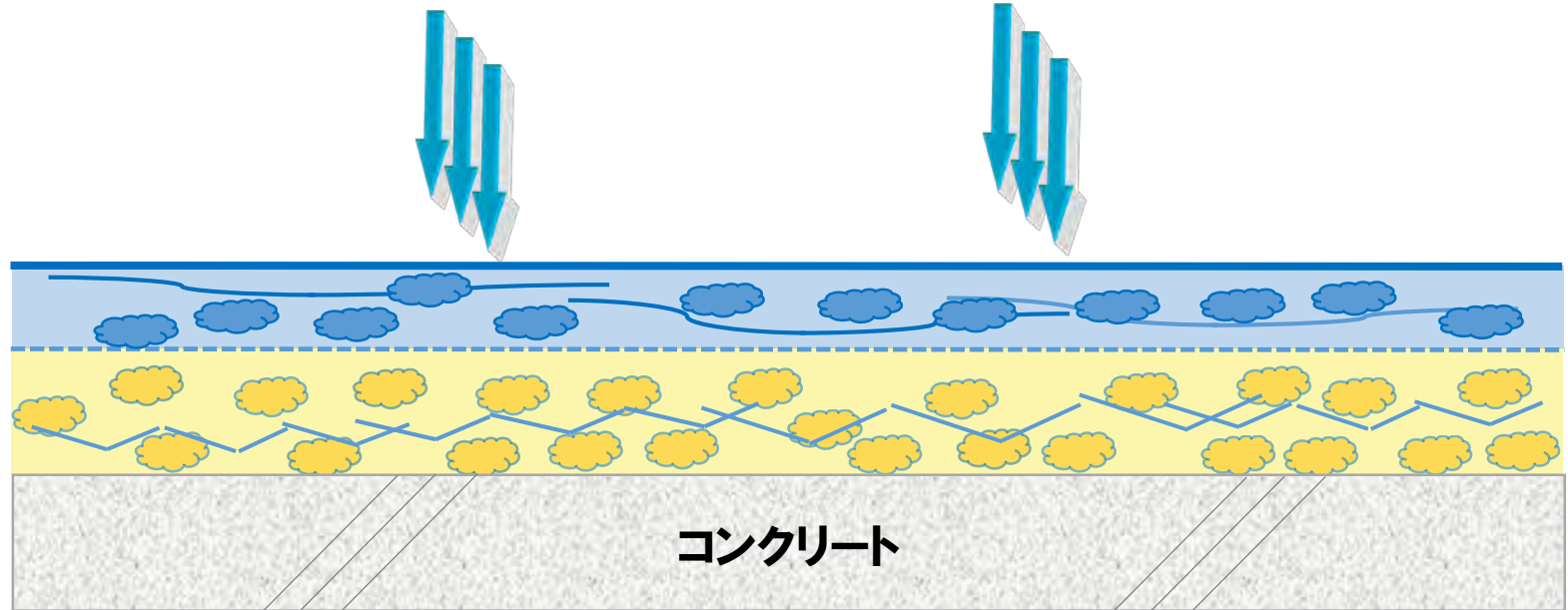


- 腐食促進物質を遮蔽する樹脂および顔料の選定
- コンクリートに発生するひび割れに対する追従性を有する樹脂選定
- 長期にわたり透明を維持する耐候性のよい樹脂の選定

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。

# 従来仕様の遮蔽効果

二酸化炭素、水分、塩分



フッ素樹脂  
(柔軟性、耐候性)

エポキシ樹脂  
(付着性、強靱性)

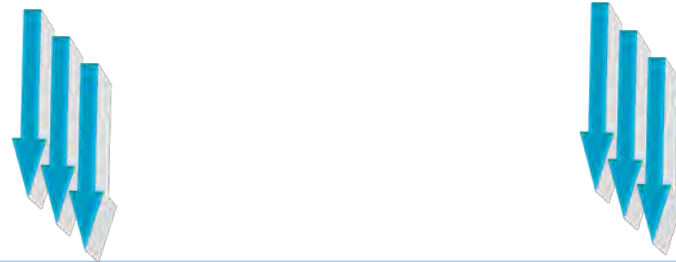


顔料  
(遮蔽性)

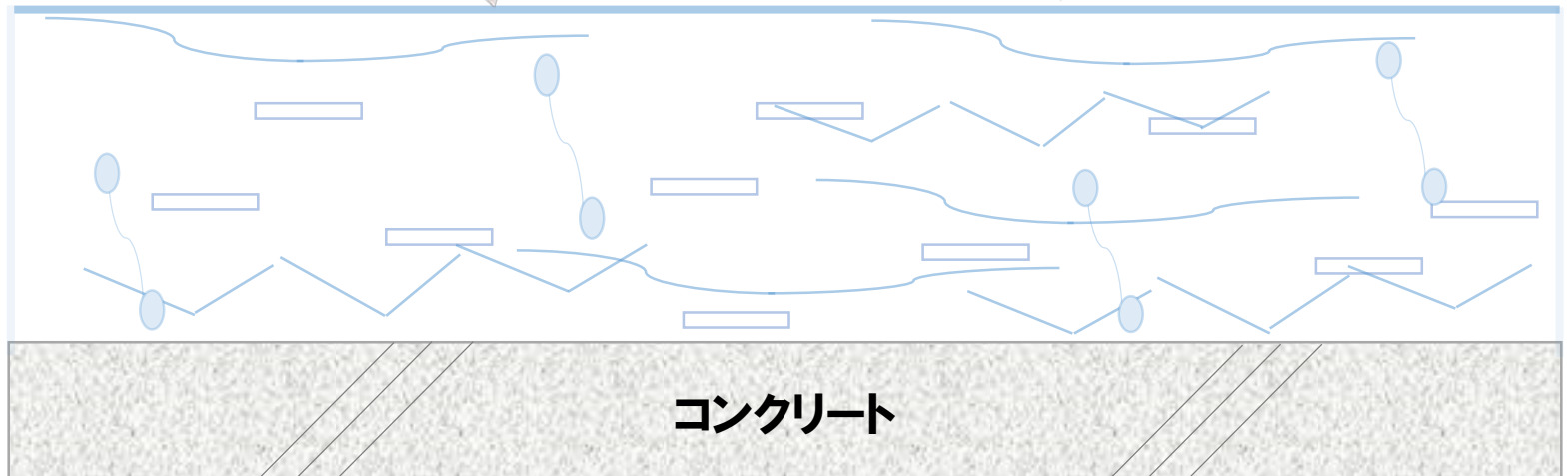


# タフガードクリヤー工法の新技術

二酸化炭素、水分、塩分



タフガード  
クリヤー  
上塗  
750 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)

# ○表面被覆材の基本性能

- 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 が求める品質を満足

●表面被覆材の基本性能の例

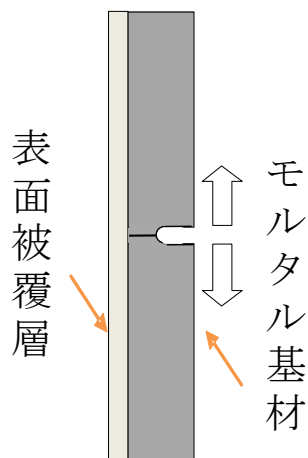
表面被覆材に求める品質\*等の照査

要求性能	照査項目	タフガードクリヤー工法	
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	$1.57 \text{ N/mm}^2$
		促進耐候性試験後	$2.96 \text{ N/mm}^2$
		温冷繰り返し試験後	$1.77 \text{ N/mm}^2$
		耐アルカリ性試験後	$1.68 \text{ N/mm}^2$

\* 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

# ○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	のび(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で破断

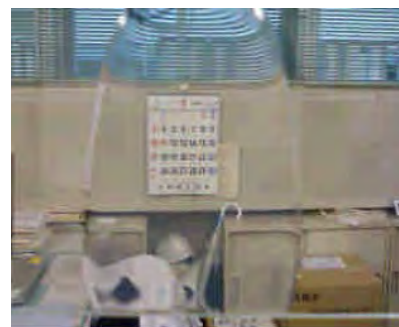
# ○視認性：実際のコンクリート面での塗装状態



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

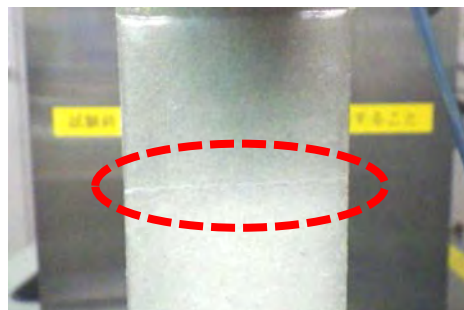
# ○視認性：ひび割れの可視性

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。



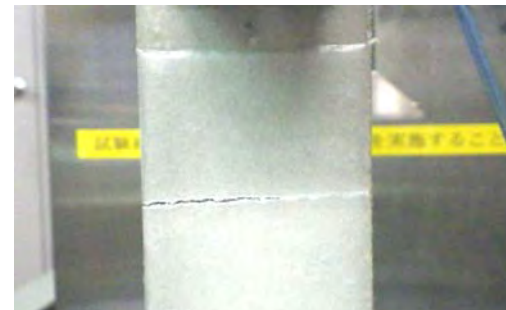
変位:0.0 mm

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



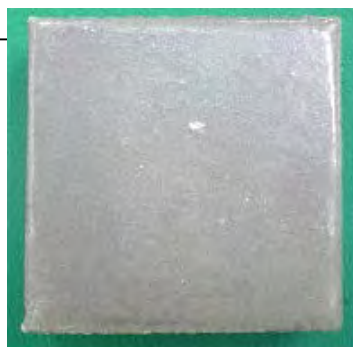
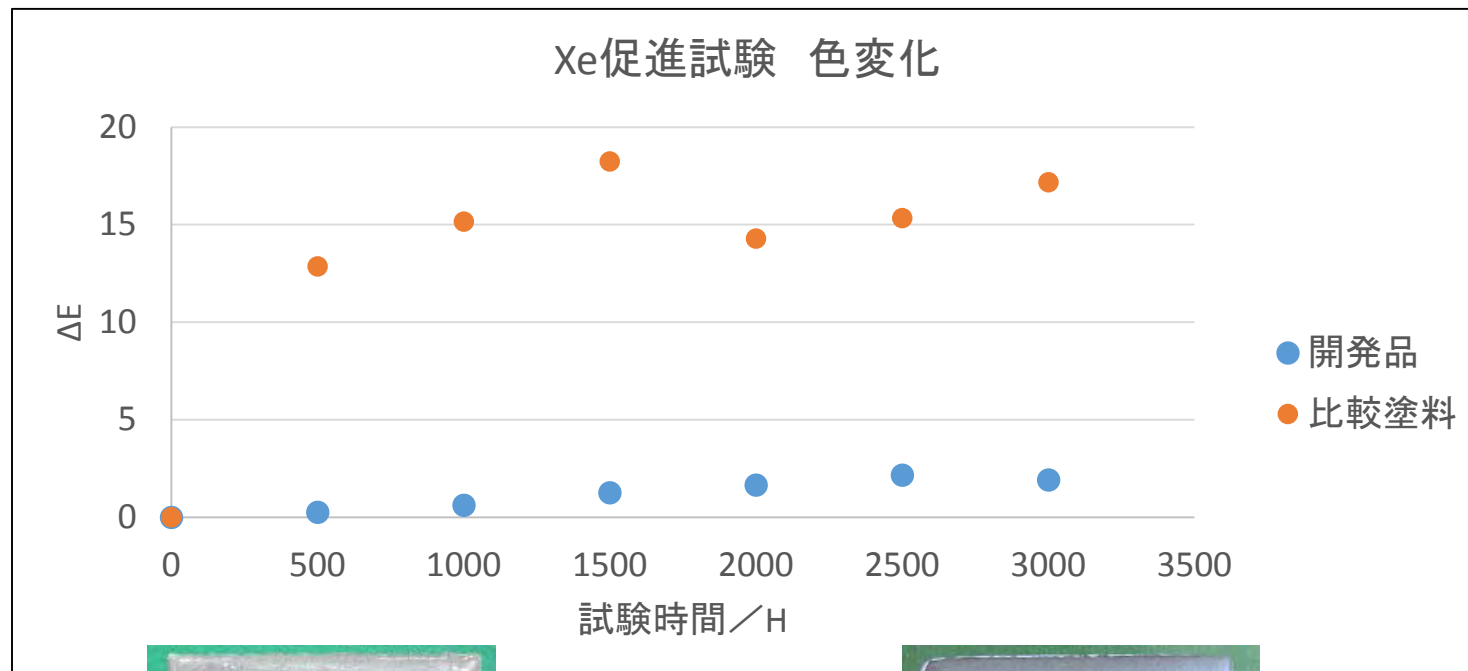
変位:1.0 mm

引張(変位)1.0mm時点  
塗膜が破断

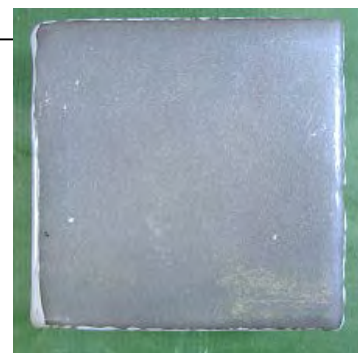
ひび割れを十分目視で確認することができ、クラック追従性があり、透明を維持する樹脂を使用することの効果認められる。  
ひび割れが拡大し、0.7mm(変位)になると塗膜の外観異常(白化)が生じ、ひび割れの点検観察を容易にする効果があります。

# ○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°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。



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。

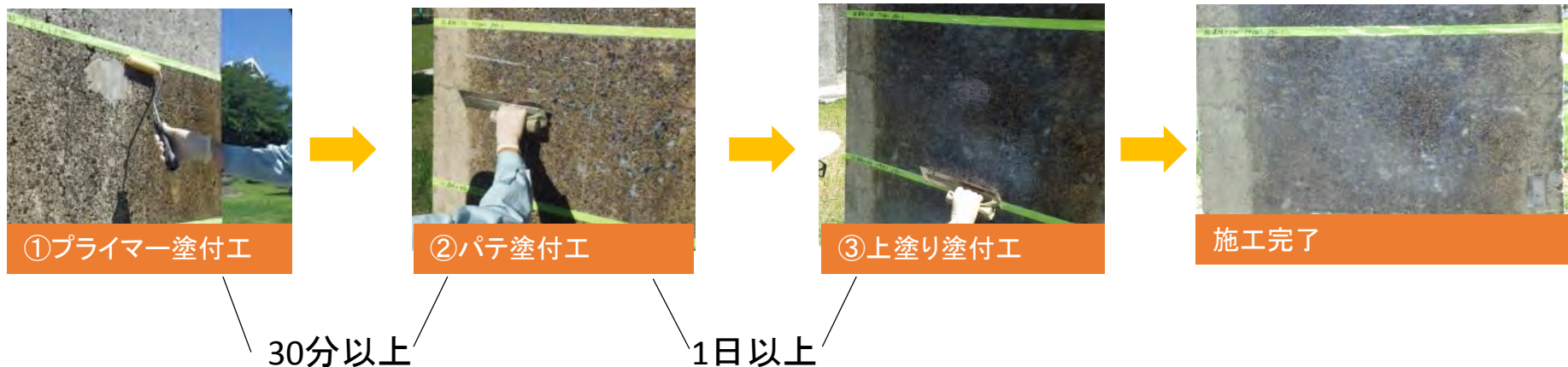
# ○塗装仕様

## 施工工程

工 程	製品名 (一般名称)	使用量 (kg/m <sup>2</sup> )	目標膜厚 (μm)	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	タフガードクリヤープライマー (アクリル樹脂速乾プライマー)	0.12~	—	はけローラー	30分~7日以内
パ テ	タフガードクリヤーパテ (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	タフガードクリヤー上塗 (柔軟形特殊クリアー塗料)	0.92	750	コテヘラ	—

※プライマーおよびパテの使用量は、コンクリートの素地の状態によって大幅に変動します。 ※いずれの工程も無希釈にて塗装ください。

# ○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。



# 道路橋下部工での施工例



# ○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)先端材料・高度化担当

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/>