

機能性塗料を用いた補修方法の提案

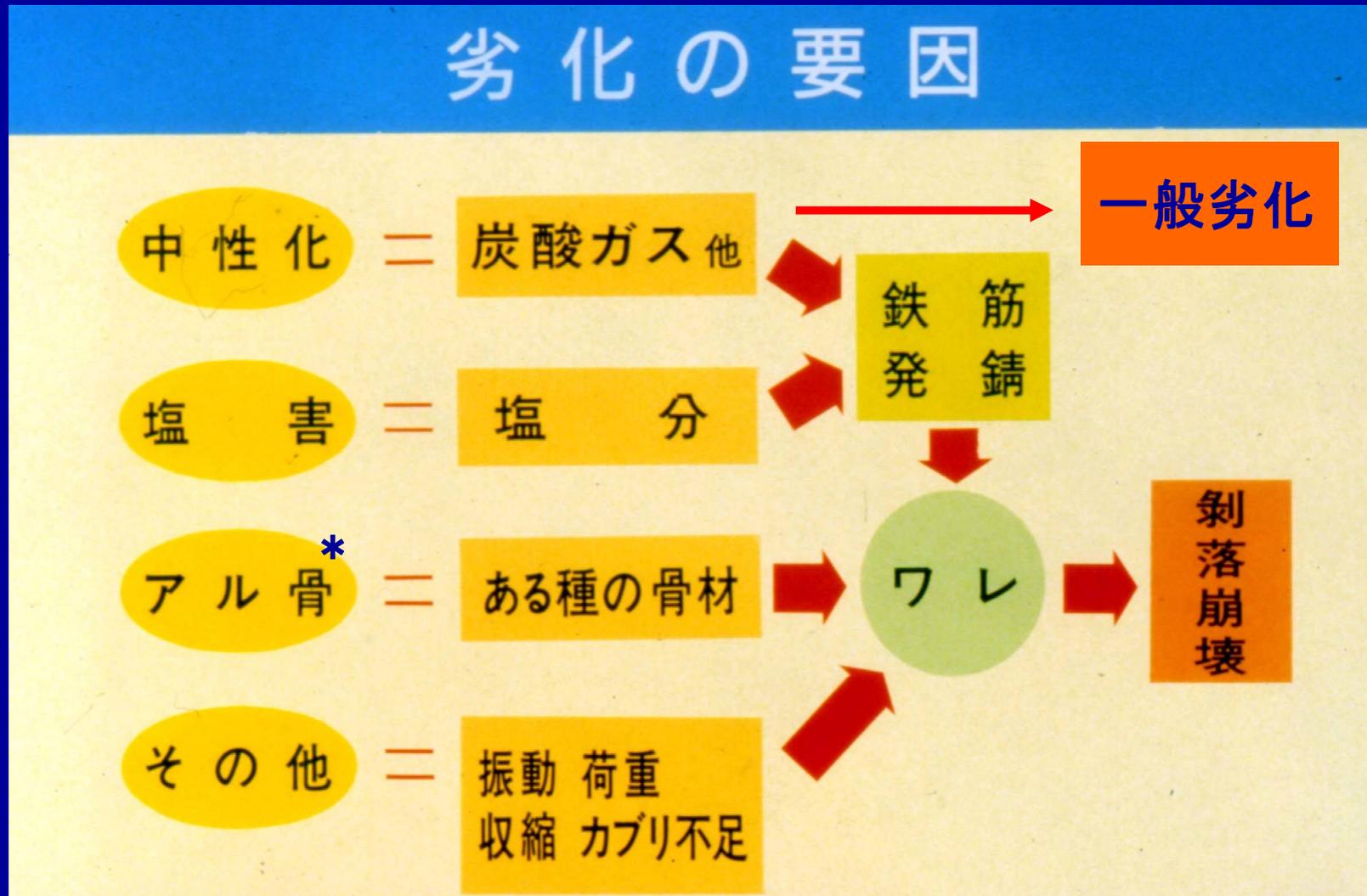
～塗膜型剥落防止工法と表面保護クリヤー工法～

日本ペイント株式会社
顧客推進鉄構グループ
中丸 大輔

塗装の目的

- ① コンクリート構造物の保護
- ② コンクリート構造物の美観付与
- ③ コンクリート構造物の機能性付与

①コンクリート構造物の保護



*アルカリ骨材反応の簡略語

①コンクリート構造物の保護

解説 表4.4.1 表面被覆工法の要求性能と表面被覆材の性能

要求性能		材料およびそのシステムの性能	関連する主要な劣化機構
基本的な性能・施工のし易さ・維持管理のし易さ・環境側面に関する性能	一般	コンクリートとの付着性, 耐アルカリ性, 外観	全ての劣化機構
	施工性	可使時間・可使温度, 養生期間, 塗り重ね, 作業者および周辺環境への配慮	
	耐久性	耐候性, 経時的なコンクリートとの付着性, 経時的な耐アルカリ性, 経時的な劣化を抑制する性能	
	維持管理のし易さ	上塗り性, 再塗装性	
劣化に対する抵抗性		二酸化炭素透過阻止性	中性化
		塩化物イオン透過阻止性	塩害
		透水阻止性	凍害
		酸素透過阻止性	— (鉄筋腐食)
		耐酸性・耐薬品性	化学的侵食
		透湿性	アルカリ骨材反応
		ひび割れ追従性	全ての劣化機構 (必要に応じて)
第三者を保護する性能		はく落防止性	—
防水性		透水阻止性	—

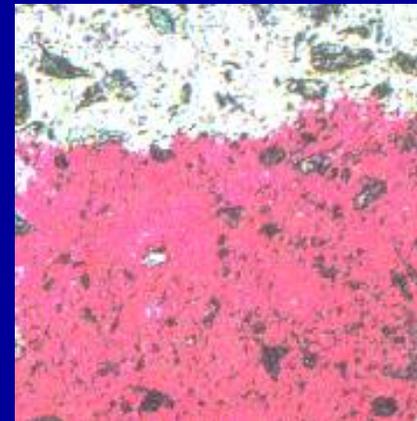
①コンクリート構造物の保護

- 中性化防止

塗膜

大気側

中性化



アルカリ性保持

内部まで中性化進行

※フェノールフタレイン溶液による中性化判定試験

①コンクリート構造物の保護

構造物施工管理要領(NEXCO)
コンクリート塗装材の要求性能

評価項目		NEXCO基準値
塗膜の外観	標準養生後	異常なし
	促進耐候試験後	
	温冷繰返し試験後	
	耐アルカリ性試験後	
しや塩性 (mg/cm ² ・日)		5.0 × 10 ⁻³ 以下
酸素透過阻止性 (mg/cm ² ・日)		5.0 × 10 ⁻² 以下
水蒸気透過阻止性 (mg/cm ² ・日)		5.0以下
中性化阻止性 (mm)		1.0以下
付着性 (MPa)	標準養生後	1.0以上
	促進耐候試験後	
	温冷繰返し試験後	
	耐アルカリ性試験後	
ひびわれ追従性 (mm)	標準養生後 (23°C)	0.4以上
	標準養生後 (-20°C)	0.2以上
	促進耐候性後 (23°C)	

①コンクリート構造物の保護

タフガードNEXCO一般劣化対策仕様

エポキシ系プライマー／エポキシ系パテ／柔軟形エポキシ系中塗／柔軟形ポリウレタン系上塗

・ 適応規格：構造物施工管理要領

工程	塗料名 (一般名称)	目標 膜厚 (μm)	標準 使用量 (kg/m^2)	塗装方法	塗装間隔 (20°C)	シンナー名 (希釈率)
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・その他規定された方法により、段差修正やレイトンス・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。又、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Eプライマー (エポキシ樹脂プライマー)	—	0.10	ローラー、ハケ等	16時間以上 ～ 7日以内	タフガードエポキシシンナー (10～20%)
パテ	タフガードEパテN-2 (エポキシ樹脂パテ)	—	0.50	ヘラ、コテ等	16時間以上 ～ 7日以内	—
中塗	タフガードED中塗N (柔軟形エポキシ樹脂塗料中塗)	120	0.32	ローラー、ハケ等	16時間以上 ～ 7日以内	タフガードエポキシシンナー (0～5%)
上塗	タフガードUD上塗 (柔軟形ポリウレタン樹脂塗料上塗)	30	0.12	ローラー、ハケ等	—	タフガードウレタンシンナー (10～20%)

コンクリート塗装材の特徴

1) プライマー

成分

エポキシ樹脂が多い

目的

コンクリート表層への含侵と補強
コンクリートと被覆材との一体性の確保(密着性)

性状

低粘度、透明、2液型が主流

塗装方法

刷毛、ローラー

コンクリート塗装材の特徴

2) パテ

成分

エポキシ樹脂が多い

目的

コンクリートの表面の巣穴を埋め、平滑にする
(巣穴のままだとピンホールや被覆厚不足に繋がる)

性状

高粘度(粘土状)、2液型が主流、グレー色(塗料液:白、硬化剤:黒)、可使用時間が短い(夏場で20分程度)

塗装方法

ヘラ、コテ

コンクリート塗装材の特徴

3) 中塗り

成分

一般劣化仕様

柔軟型エポキシ樹脂

目的

ひび割れへの追従性
劣化因子の侵入を阻止する

性状

中粘度(厚膜塗装が可能)
2液型が主流、調色可能
可使時間が長い

塗装方法

刷毛、ローラー

剥落防止仕様

エポキシ樹脂、ホリウレタン樹脂、
ウレア樹脂

耐荷性(強靱性)
劣化因子の侵入を阻止する

高粘度(繊維シートを接着)
2液型が主流、調色不可
可使時間が短い(夏場で20分程度)

ヘラ、コテ

コンクリート塗装材の特徴

4) 上塗り

成分

ウレタン樹脂、フッ素樹脂が多い

目的

耐候性、美観性(色、つや)

性状

低粘度、調色可能、2液型が主流

塗装方法

刷毛、ローラー

② コンクリート構造物の美観付与

建設当時色を再現



清洲橋【東京都】 竣工昭和3年3月

- 関東大震災復興シンボルとして計画
- 第一回土木学会推奨土木遺産
- 重要文化財【都道府県の道路橋として初】

② コンクリート構造物の美観付与

提案色



Plan A

③コンクリート構造物の機能性付与

- 剥落防止性能(耐荷性)
 - タフガードQ-R工法
- 視認性
 - タフガードクリヤー工法

剥落防止材の性能(品質)

060831

4. 剥落防止工

橋梁構造物設計要領コンクリート片剥落防止編

4. 1 剥落防止工に要求する性能

:平成18年8月(首都高速道路株式会社)

剥落防止工は以下に示す性能を有していなければならない。

1) 耐荷性

コンクリート片の剥落の実態に応じた強度を有していること。

2) 付着性

既設のコンクリート面との一体性を有していること。

3) 耐久性

長期にわたり、温度や湿度の変化、直射日光の影響に耐えて性能を保持すること。

4) 伸び性能

コンクリート片の剥落に追従して、ある程度の変形性能をもつこと。

5) 火災に対する安全性

トンネル内に適用する場合については、火災の発生に対して十分な安全性があること。

6) 景観

施工後の外観等が周囲の景観と調和すること。

剥落防止材の品質要求は？

- コンクリート片が、剥れ落ちない事！

→ 耐荷性能

- 危険予知(日常点検)が出来ること！

→ 伸び性能

押し抜き試験

- コンクリートとの一体性

→ 付着性能

付着力試験

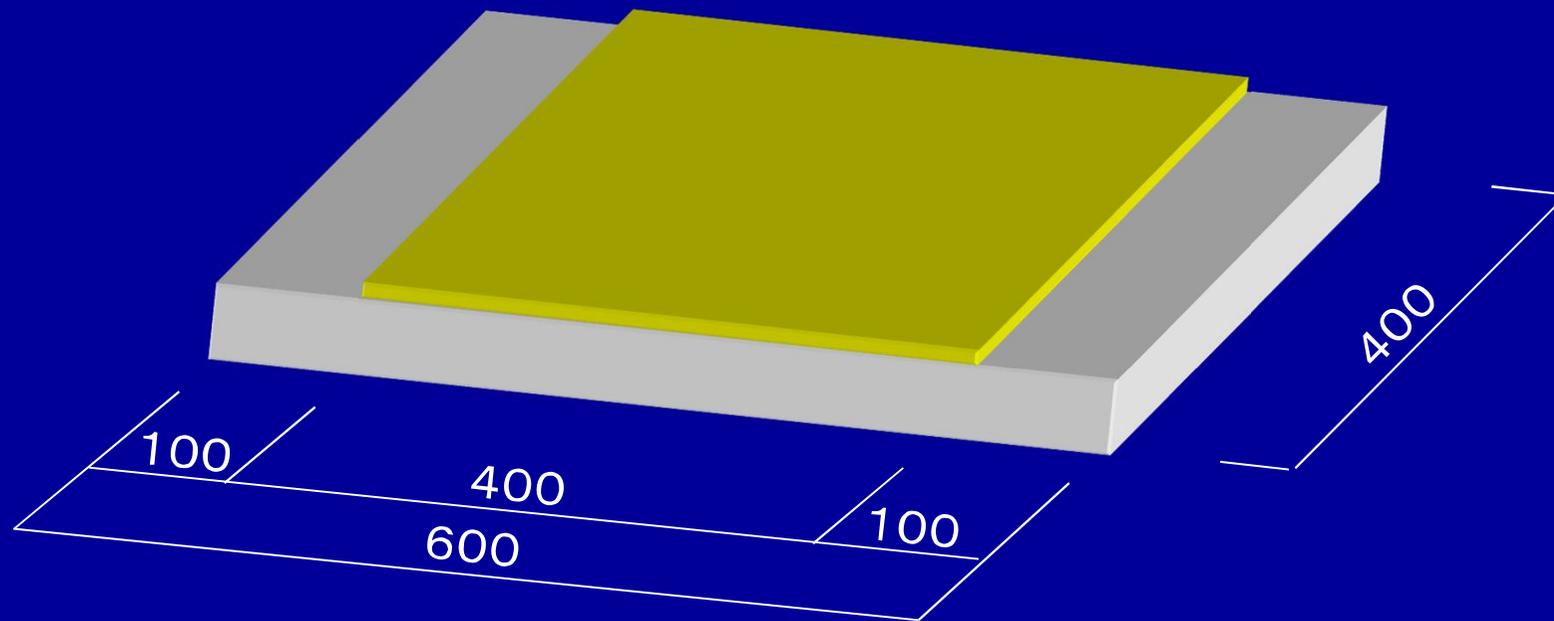
剥落防止材の品質

表-4.1 剥落防止工の評価基準

項目	評価基準		参考
	A種	B種	
耐荷性	φ 10cm 当たりの 押抜き荷重 1.5 kN 以上	φ 10cm 当たりの 押抜き荷重 0.3 kN 以上	参考資料-1-1 (押抜試験)
付着性	標準養生	付着強度 1.5 N/mm ² 以上	参考資料 1-2 (層間付着性試験)
	半水中養生		
	温冷繰返し 養生		
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・屋外暴露(1年間)後に押抜き試験を行い, 必要な押抜き性能を保持していること. ・促進耐侯試験 500時間経過後に光沢保持率が70%以上, 色差/Eが10以内であること. 		参考資料 1-3 (促進曝露試験)
伸び性能	押抜試験で 10mm 以上の変位が確認できること.		参考資料 1-1, 1-3 (押抜試験, 促進曝露試験)
景観	施工後の外観に著しい不連続性などがなく, 周囲と調和すること.		外観目視

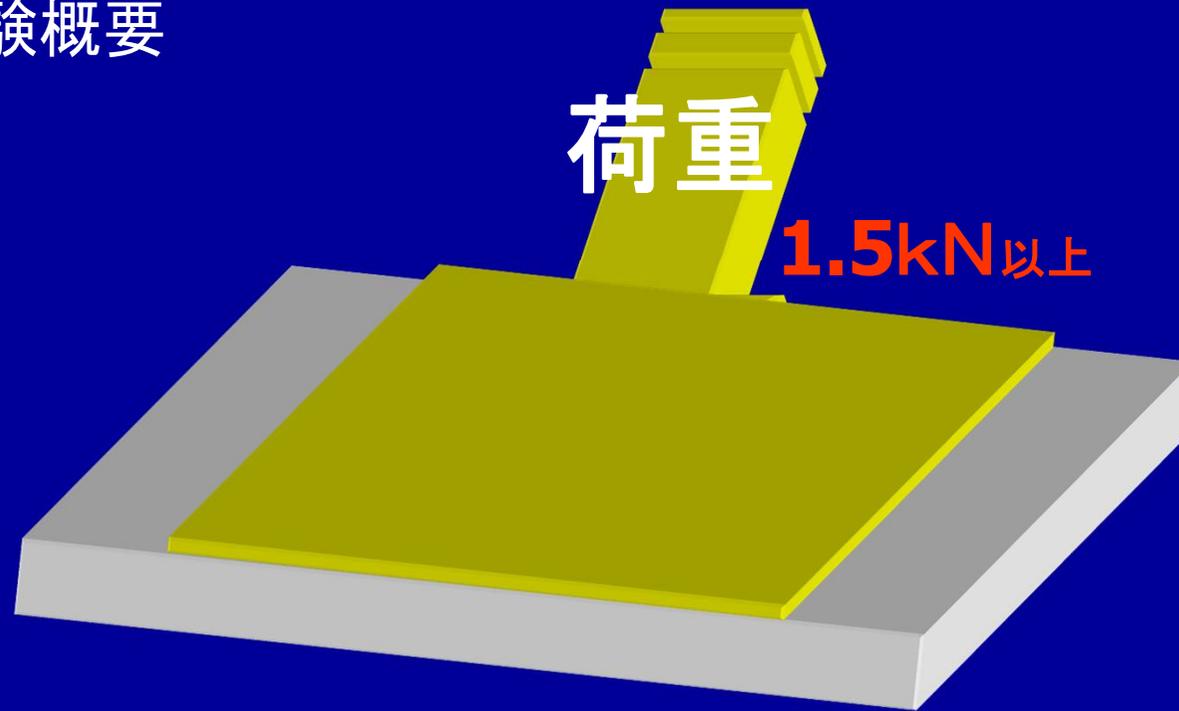
押し抜き試験

- 試験概要



押し抜き試験

- 試験概要

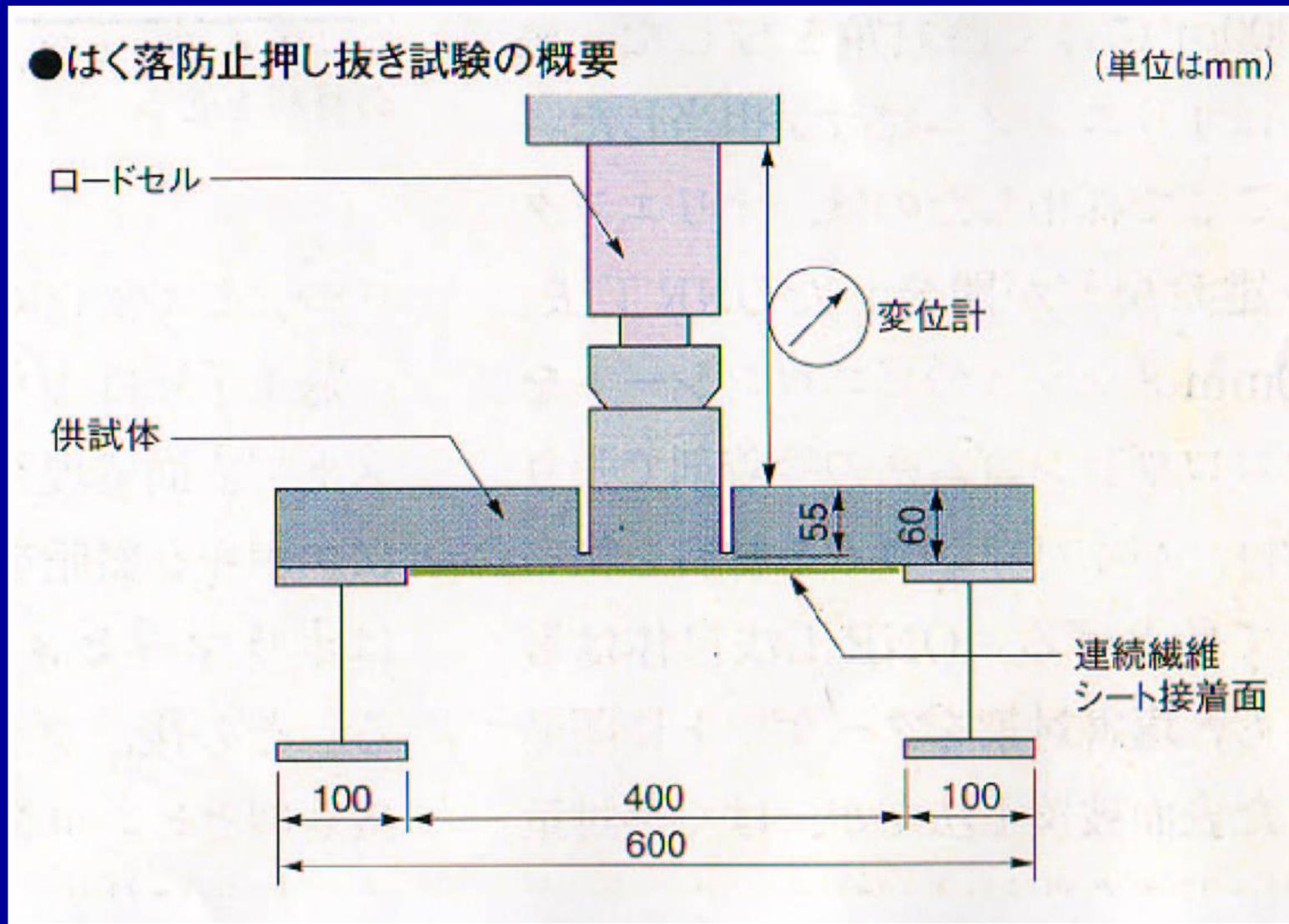


押し抜き試験

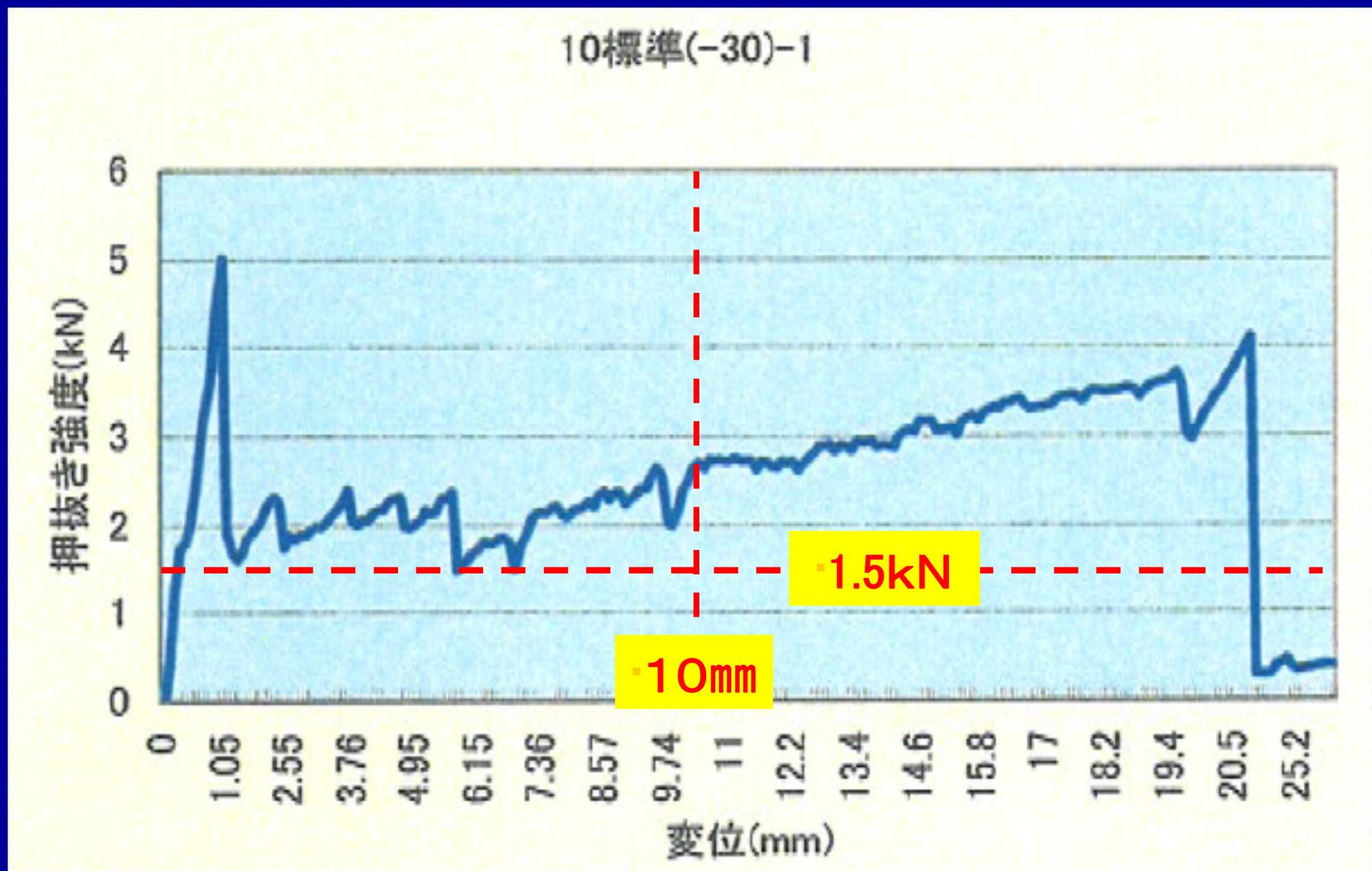
- 試験概要



●剥落防止：押し抜き試験規格 (耐荷性)



はく落防止材の品質基準



剥落防止材の品質

表-4.1 剥落防止工の評価基準

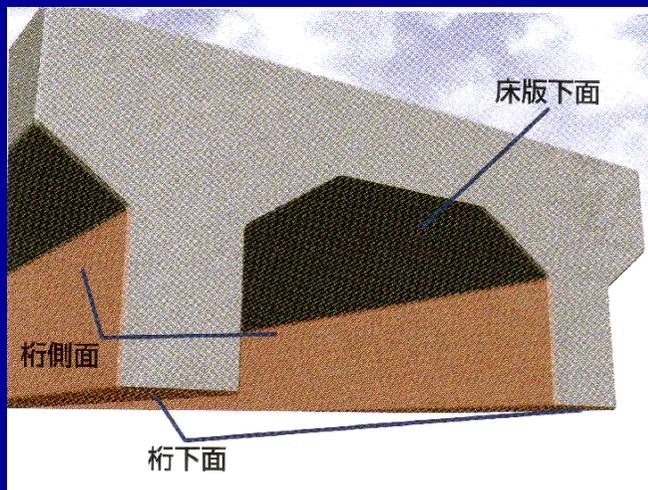
項目	評価基準		参考
	A種	B種	
耐荷性	φ 10cm 当たりの 押抜き荷重 1.5 kN 以上	φ 10cm 当たりの 押抜き荷重 0.3 kN 以上	参考資料-1-1 (押抜試験)
付着性	標準養生	付着強度 1.5 N/mm ² 以上	参考資料 1-2 (層間付着性試験)
	半水中養生		
	温冷繰返し 養生		
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・屋外暴露(1年間)後に押抜き試験を行い, 必要な押抜き性能を保持していること. ・促進耐候試験 500 時間経過後に光沢保持率が 70% 以上, 色差/1E が 10 以内であること. 		参考資料 1-3 (促進曝露試験)
伸び性能	押抜試験で 10mm 以上の変位が確認できること.		参考資料 1-1, 1-3 (押抜試験, 促進曝露試験)
景観	施工後の外観に著しい不連続性などがなく, 周囲と調和すること.		外観目視

・はく落防止の押し塗試験で得られる荷重-変異曲線より、変位が10mm以上の範囲で最大荷重1.5kN以上が得られること

・最大荷重1.5kNは、約50kg程度のコンクリート片のはく落を想定し、安全率を見込んだ値としている

タフガードQ-R工法について

従来工法・・・連続繊維シート工法



①プライマーの塗装



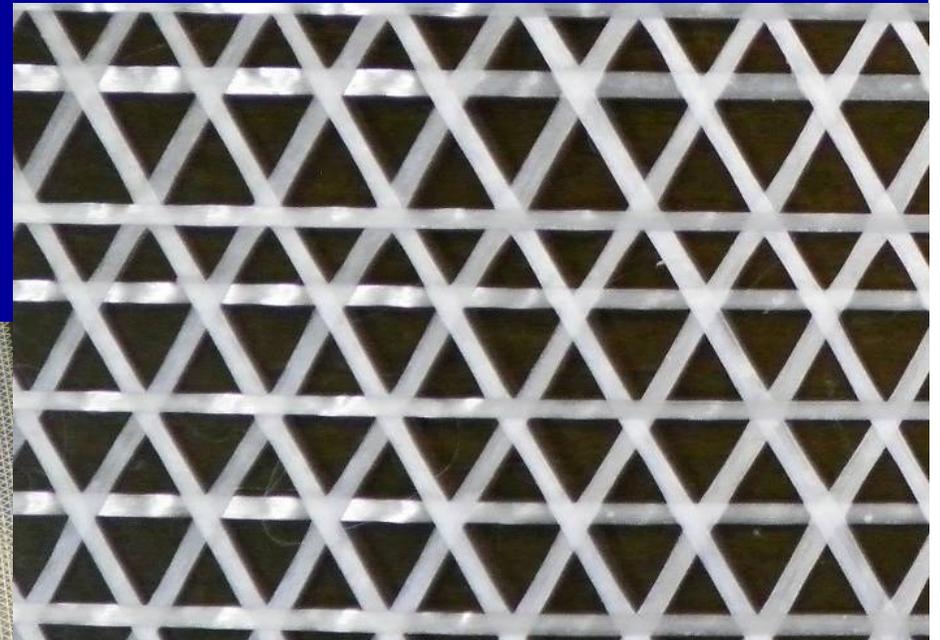
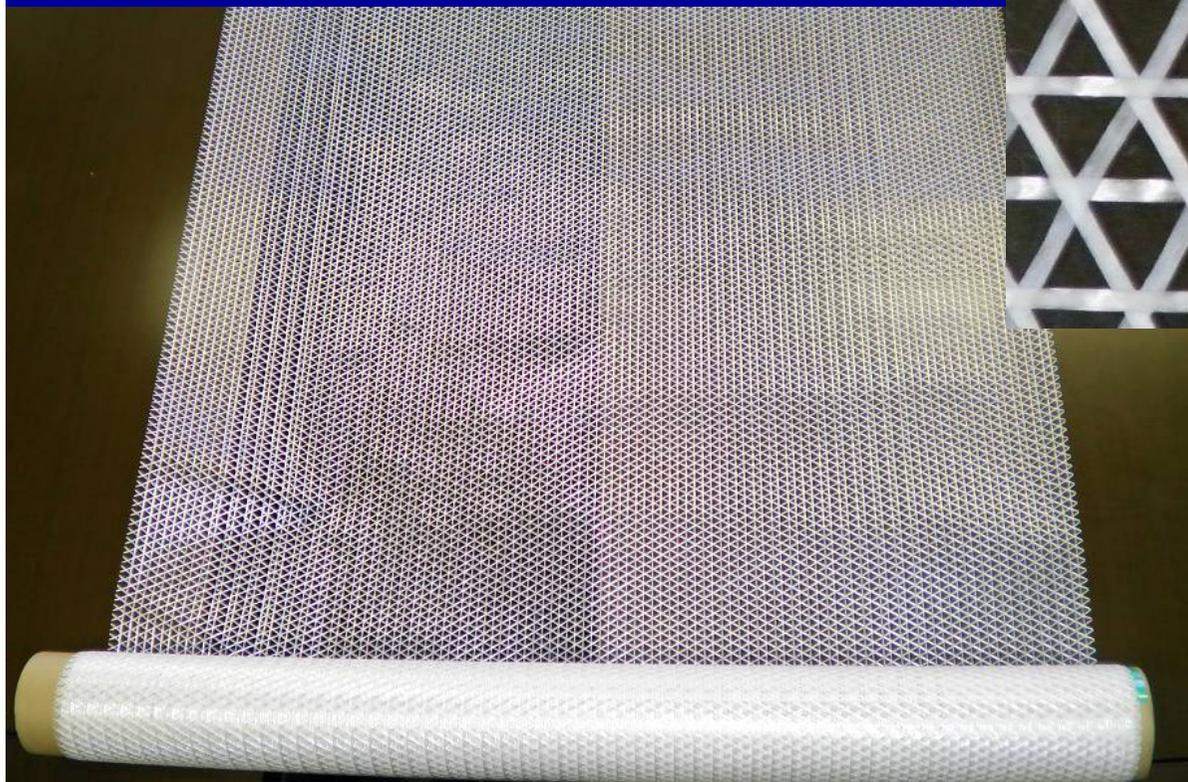
②パテの塗装(不陸調整)



③接着剤の塗装

タフガードQ-R工法について

従来工法・・・連続繊維シート工法



タフガードQ-R工法について

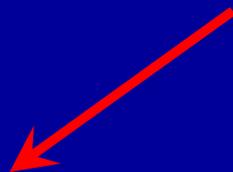
従来工法・・・連続繊維シート工法



④ピニロンメッシュの貼り付け



⑤含浸目詰



⑥中塗の塗装



⑦上塗の塗装

タフガードQ-R工法について

従来工法・・・連続繊維シート工法

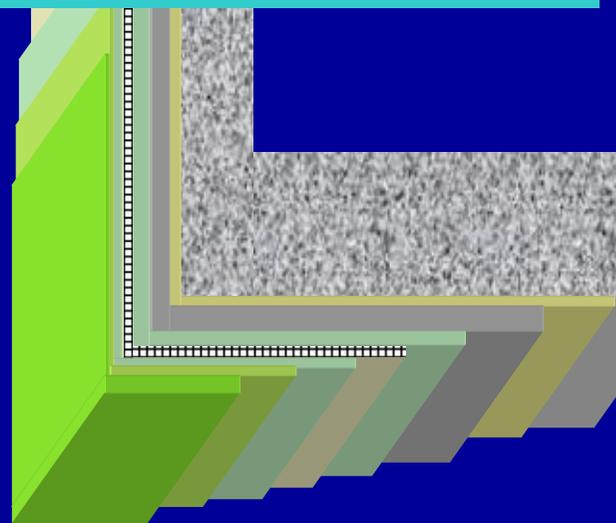
連続繊維シートを有機樹脂で包含・積層する多工程工法

工 程	工 期 (最 短)					
	1日	2日	3日	4日	5日	6日
プライマー	■					
パテ		■				
接着剤			■			
貼付			■			
含浸目詰				■		
中塗り					■	
上塗り						■

●交通規制期間短縮
(工期短縮)

●工事コスト低減

施主ニーズに合致しない



タフガードQ-R工法について

新工法・・・塗布型工法(タフガードQ-R工法)

**工程短縮！
工期短縮！
コストダウン！**

速硬化システム採用！ ⇒ 最短工期 2日！



施工前



施工後

タフガードQ-R工法 標準仕様

工 程	商 品 名 (一般名称)	標準塗布量 (kg/m ²)	膜 厚 (μm)	塗付方法
素地調整	タフガードEWファイラー (エポキシ系ポリマーセメントモルタル)	1.0~2.0	-	コテ
プライマー	タフガードR-Wプライマー (水性エポキシ樹脂系プライマー)	0.04	-	ローラー
中塗	タフガードQ-R (ウレタン/ウレア樹脂)	1.4	1000	コテ
上塗り	タフガードUD上塗り (ウレタン樹脂系上塗り) 又は タフガードFD上塗り (ふっ素樹脂系上塗り)	0.12	30	ローラー

タフガードQ-R工法について



タフガードQ-R工法について

新工法・・・塗布型工法(タフガードQ-R工法)

約30%のコスト低減

工程短縮！
工期短縮！
コストダウン！

Q-R工法

材料＋労務

高所作業車
＋誘導員

高所作業車
＋誘導員

間接工事費
＋現場管理費
＋諸経費

約30%低減

連続繊維
シート工法

材料＋労務

高所作業車
＋誘導員

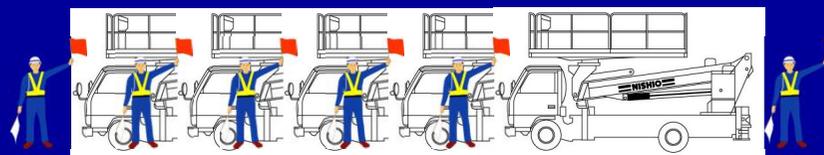
高所作業車
＋誘導員

高所作業車
＋誘導員

高所作業車
＋誘導員

高所作業車
＋誘導員

間接工事費
＋現場管理費
＋諸経費



タフガードQ-R工法の限定条件

- 速硬化システム材料の取り扱い及び
施工条件管理
- 中塗り(Q-R)の膜厚管理

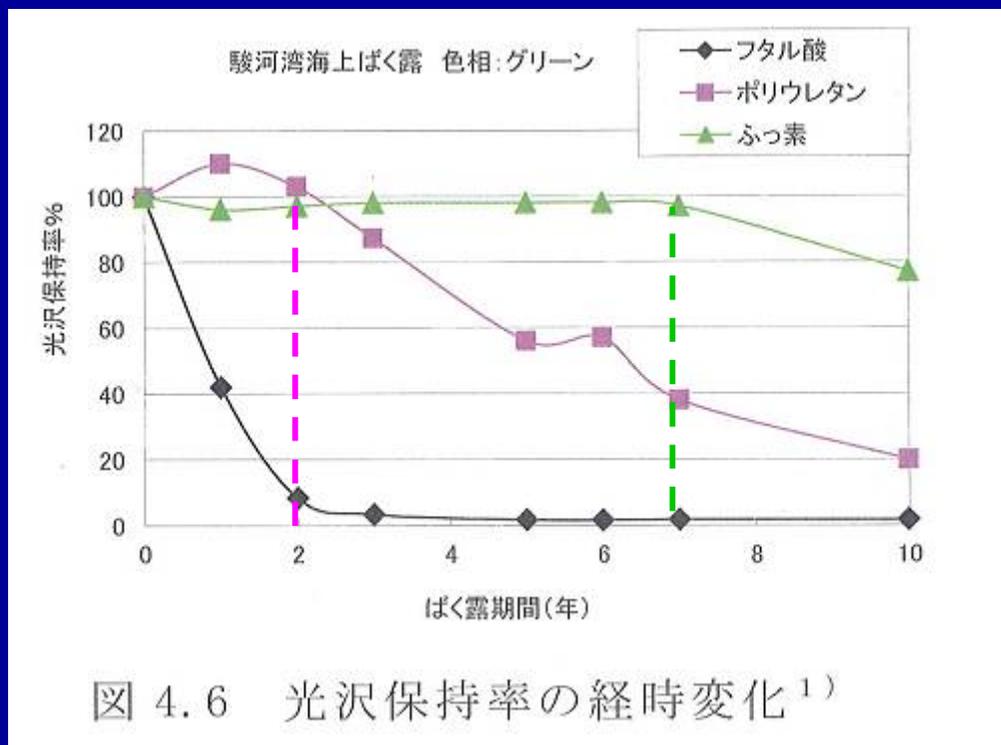


タフガードQ-R工法は
工法協会による責任施工に限定販売

耐久性

上塗材の耐久性(消耗度)

重防食塗料ガイドブック
【社】日本塗料工業会より



消耗・・・光沢低下が始まってから

【誘導期間】

ポリウレタン樹脂塗料上塗・・・2年

ふっ素樹脂上塗・・・7年

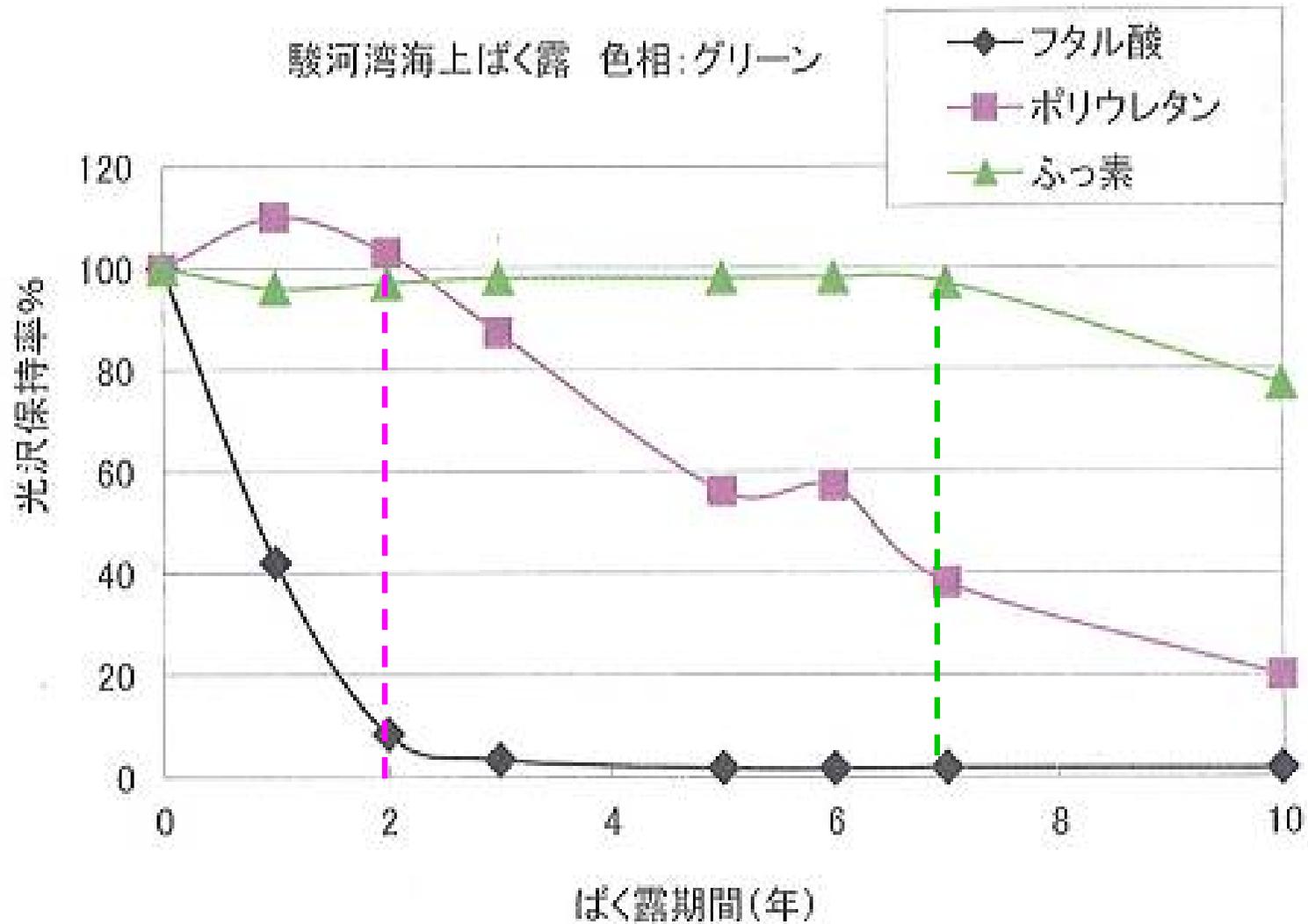


図 4.6 光沢保持率の経時変化¹⁾

耐久性

上塗材の耐久性(消耗度)

重防食塗料ガイドブック
【社】日本塗料工業会より

消耗・・・光沢低下が始まってから

【誘導期間】

ポリウレタン樹脂塗料上塗・・・2年 ぷっ素樹脂上塗・・・7年

消耗速度

ポリウレタン樹脂塗料 上塗 $2\mu\text{m}/\text{年}$

塗膜厚 $30\mu\text{m} \div 2\mu\text{m}/\text{年} = 15\text{年}$

誘導期間2年 + 塗膜消耗15年 = **17年**

ぷっ素樹脂塗料上塗 $0.5\mu\text{m}/\text{年}$

塗膜厚 $30\mu\text{m} \div 0.5\mu\text{m}/\text{年} = 60\text{年}$

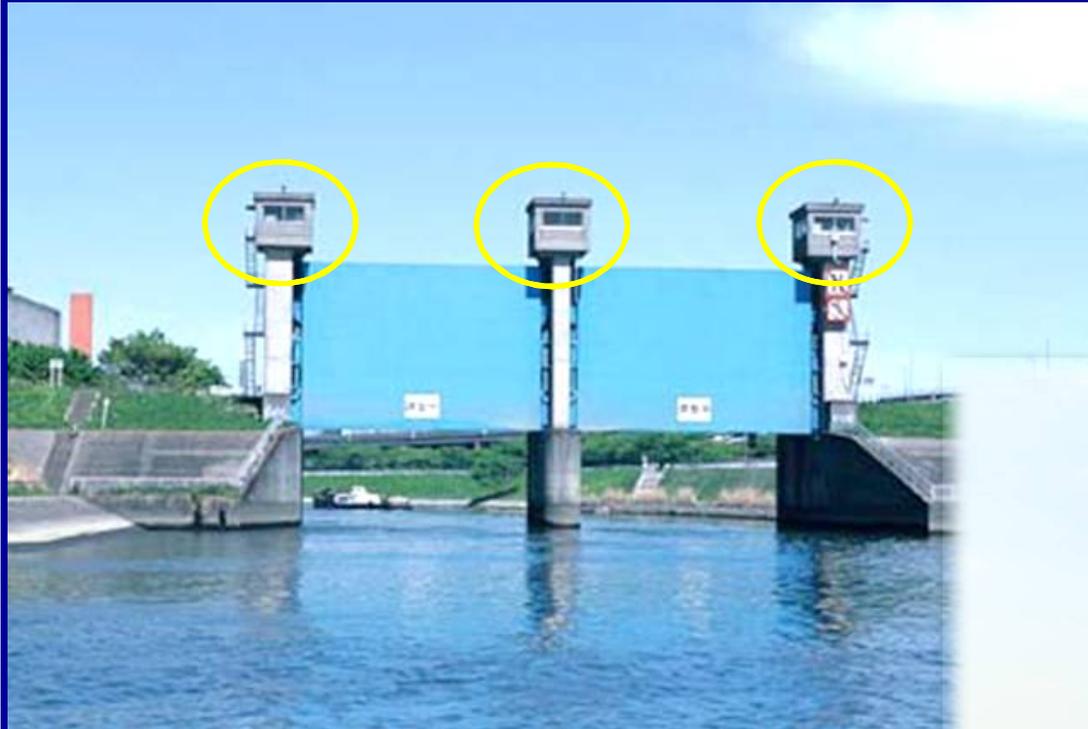
誘導期間7年 + 塗膜消耗60年 = **67年**

上塗がすべてなくなっ
た場合

現場写真

平成15年度岩淵管内維持工事(芝川水門)

2004年3月
施工



現場写真

平成15年度岩淵管内維持工事(芝川水門)



2004年3月施工
【13年経過】



上塗塗膜の消耗を確認

現場写真

西区高島二丁目地内擁壁補修工事

施工後



③コンクリート構造物の機能性付与

- ・剥落防止性能(耐荷性)

 - タフガードQ-R工法

- ・視認性

 - タフガードクリヤー工法

コンクリート保護厚膜柔軟形特殊クリヤー工法 タフガードクリヤー工法



使用推奨事例

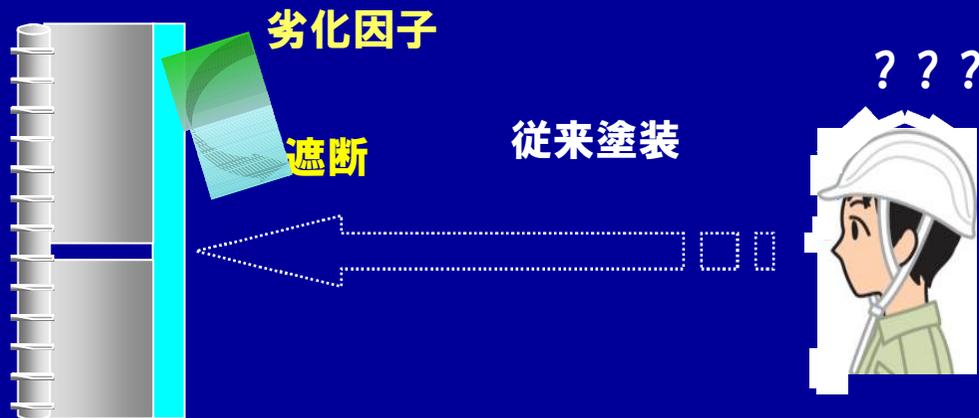
エナメル塗装では、漏水跡等の状況確認は目視でも可能だが、内部の劣化がわからない



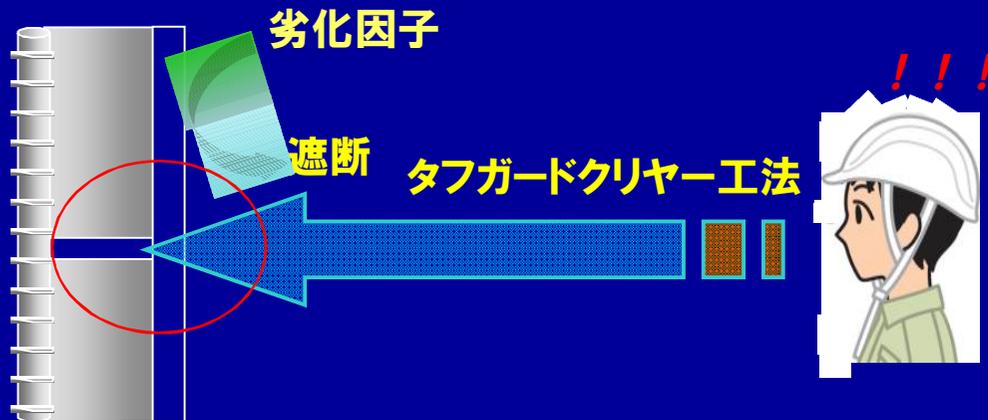
出典:「コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文集(2014年10月)」

「ひびわれが見える」塗料

業界で初めて、塗装後も目視点検が可能で、
長期に保護できるクリアー
タフガードクリアー工法



保護機能 ○
ひび割れ等目視点検 ×



保護機能 ○
ひび割れ等目視点検 ○



タフガードクリヤー工法 仕様

工程	塗料名 (一般名称)	目標 膜厚 (μm)	標準 使用量 (kg/m^2)	塗装方法	塗装間隔 (20°C)
プライマー	タフガードクリヤープライマー (速乾形特殊クリヤープライマー)	—	0.12~ 0.17	はけ ローラー	30分以上 ~ 7日以内
パテ	タフガードクリヤーパテ (柔軟形特殊クリヤーパテ)	—	0.36~ 0.50	コテ ヘラ	16時間以上 ~ 7日以内
上塗	タフガードクリヤー上塗 (柔軟形特殊クリヤー塗料)	750	0.92	コテ ヘラ	—

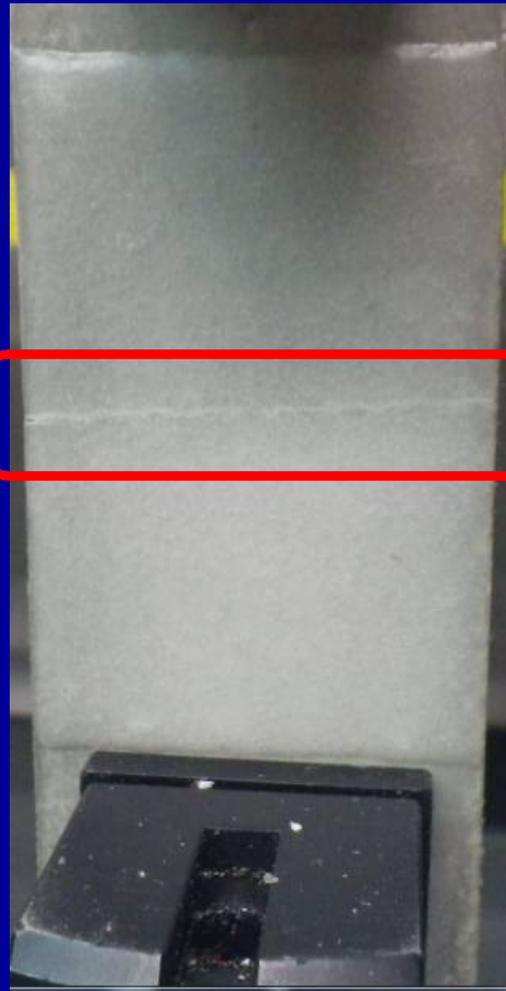
構造物施工管理要領(NEXCO)
 コンクリート塗装材の要求性能

評価項目		結果	NEXCO 基準値
塗膜の外観	標準養生後	異常なし	異常なし
	促進耐候試験後	異常なし	
	温冷繰返し試験後	異常なし	
	耐アルカリ性試験後	異常なし	
しや塩性(mg/cm ² ・日)		0.34 × 10 ⁻³ 以下	5.0 × 10 ⁻³ 以下
酸素透過阻止性(mg/cm ² ・日)		4.7 × 10 ⁻²	5.0 × 10 ⁻² 以下
水蒸気透過阻止性(mg/cm ² ・日)		0.4	5.0以下
中性化阻止性(mm)		0.6	1.0以下
付着性(MPa)	標準養生後	1.72	1.0以上
	促進耐候試験後	1.59	
	温冷繰返し試験後	1.54	
	耐アルカリ性試験後	1.12	
ひびわれ追従性 (mm)	標準養生後(23℃)	0.54	0.4以上
	標準養生後(-20℃)	0.58	0.2以上
	促進耐候性後(23℃)	0.53	

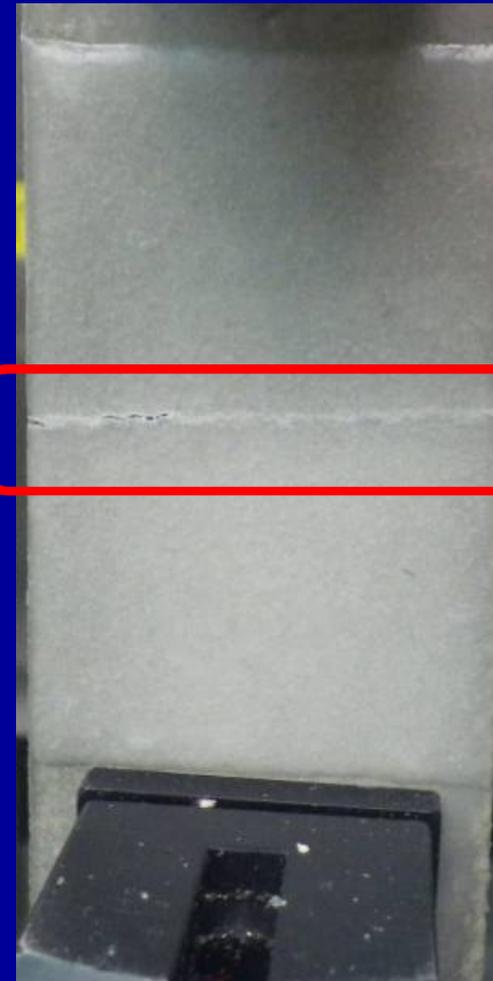
ひび割れ進行の視認性



開始前



0.7mm
ひび割れが白く変化



1.0mm
塗膜破断

1年後経過確認



クラック状況



クラック状況



下地処理



未実施

実施



Basic & New

日本ペイント

- お客様センター
- 東京 03-3740-1120
- 大阪 06-6455-9113

● <http://www.nipponpaint.co.jp>