

## 【技術評価 第 0026 号】

技術名称:「ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術(タフネスコート工法)」

### 評価報告書 序

土木学会技術推進機構が評価を依頼された「ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術(タフネスコート工法)」は、コンクリート構造物の表面に専用のポリウレア樹脂を吹付けることにより、コンクリート構造物に対して、剥落防止、貯水性確保、耐久性向上および耐衝撃性向上を図る技術である。

ポリウレア樹脂は、酸・アルカリに対する化学的抵抗性や、紫外線に対する耐候性が高い等の特徴がある。本技術は、従来防水工法として多くの実績があるものの、十分な活用がなされていなかったポリウレア樹脂の力学特性に着目し、その効果を実験等により検証したものである。

土木学会は、本製品が土木技術の発展に寄与するものと考え、技術評価委員会を設置し、評価項目について評価を実施することとした。技術評価委員会において、依頼者から提出されたタフネスコート工法によりもたらされる機能（剥落防止、貯水性確保、耐久性向上、耐衝撃性向上）の確認および設計・施工マニュアルについて慎重に審議を行い、提出資料の妥当性について確認した。

技術評価委員会は、技術評価の結果を取りまとめた本書によって、ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術(タフネスコート工法)が適切に使用され、コンクリート構造物の長寿命化や維持管理の合理化に寄与することを期待する。

公益社団法人 土木学会 技術推進機構

「ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術  
(タフネスコート工法)」に関する技術評価委員会

委員長 石田 哲也

## 技術評価結果

評価証番号	第 26 号
技術名称	ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術 (タフネスコート工法)
依頼者	タフネスコート技術研究会
委員長	石田 哲也 (東京大学教授)
評価対象概要	<p>タフネスコート工法は、コンクリート構造物の表面に専用のピュアポリウレア樹脂 (以下、タフネスコート) を吹付けることにより、機能保持・向上を必要とされるコンクリート構造物の要求条件に合わせて4つの機能 (効果)、すなわち剥落防止、貯水性確保、耐久性向上及び耐衝撃性向上を個別あるいは同時に発現可能な技術である。</p> <p>ポリウレア樹脂は、酸・アルカリに対する化学的抵抗性、紫外線に対する耐候性が高い等の特徴がある。本技術は従来防水工法として多くの実績があるものの、十分に検証されていなかったポリウレア樹脂の力学特性に着目し、その効果を試験及び解析により検証した。</p> <p>また、施工法としては専用の吹付装置を用いた吹付工法を採用している。タフネスコートの塗布時には、速乾性で施工面でのダレがないこと、早期に強度が発現すること、新設・既設を問わず施工が可能であること等の特徴を有している。</p>
評価結果	<p>技術評価委員会は、評価を依頼された「ポリウレア樹脂を用いたコンクリート構造物の機能保持・向上技術(タフネスコート工法)」に関する評価項目について、厳正かつ慎重に審議して、評価をした。</p> <p>1. タフネスコート工法の4つの機能          本工法について、下記に示す項目について実験結果に基づいた適正な内容であることを確認した。          剥落防止・・・押抜き耐荷力、圧さ時の剥落防止          貯水性確保・・・ひび割れ追従性、水圧に対する抵抗性          耐久性向上・・・塩化物イオン遮断性、凍結融解抵抗性、中性化阻止性、耐酸性 (硫酸)、耐アルカリ性 (水酸化カルシウム)          耐衝撃性向上・・・衝撃力に対する飛散防止、衝撃力に対する抵抗性向上</p> <p>2. 設計・施工マニュアル          本マニュアルはタフネスコート工法を設計・施工する際に用いられる。本マニュアルの設計・施工手法は、実験結果及び試験施工に基づいた適正な内容であることを確認した。</p> <p>3. 本技術を適用する場合の留意事項          (1)既に劣化したコンクリート構造物への適用に関して          タフネスコート工法は構造物の表面にタフネスコートを吹き付けることで機能保持・向上を図る技術である。よって、コンクリート内部における塩化物イオン等の劣化因子により、すでに鋼材腐食に起因するひび割れや浮き・はく離等の劣化が確認された場合、あるいは劣化が予想される場合には、タフネスコート工法の施工前に、別途、対応策を検討する必要がある。対応策の例としては、電気防食工法、脱塩工法等が実用化されている。また、地下構造物のように背面から漏水がある場合には、別途、適切な止水工法、導水工法等を検討する必要がある。</p> <p>(2)設計・施工マニュアル以外の基準の適用に関して          「タフネスコート工法 設計・施工マニュアル」に準拠することにより、規定されるタフネスコートの性能を確保し、確実に設計及び施工を行うことが可能であるが、其々の適用現場において本指針に示されていない事項が発生した場合には、要求性能に応じて既往の設計・施工指針等に照らし合わせて、それらに示された規定に準拠する必要がある。</p>

## コンクリート構造物のパフォーマンスを大幅に向上

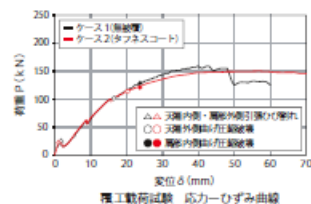
# タフネスコート工法

「タフネスコート工法」は、コンクリート構造物の表面にタフネスコート（ポリウレタン樹脂）を吹付けることにより、構造物に必要な機能を保持し、長寿命化を図る技術です。今後「樹脂被覆コンクリート」として、21世紀におけるリニューアル事業への展開が期待されています。

### ■タフネスコート工法の4つの機能

#### 剥落防止

- タフネスコートを1.5mm吹付けることにより、経年劣化によるコンクリート片の剥落を防止できます。
- トンネル覆工を模した載荷実験では、70mmの大変位に対しても剥落を防止できるとともに、大変形時においても荷重を保持でき、トンネル覆工の安全性を大幅に向上できることを確認しました。
- 実トンネルにおける試験施工では、閉鎖空間でも施工性に優れることおよび十分な附着強度を有することを確認しました。



本室内実験および試験施工は (公財) 鉄道総合技術研究所と共同で実施したものです。

#### 耐久性向上

##### ●耐塩害性

タフネスコートを1mm被覆することで、塩化物イオン透過量は、270日時点で、許容値の1/50~1/500程度となり、コンクリート構造物の塩害に対する抵抗性を大幅に向上できることを確認しました。

試験期間 (日)	塩化物イオン透過量 (mg/cm <sup>2</sup> ・日)	塩化物イオン濃度 (mg/l)
30	許容不測	許容不測
90	1.47×10 <sup>-4</sup>	0.13
120	1.01×10 <sup>-4</sup>	0.12
270	1.92×10 <sup>-4</sup>	0.51

##### ●耐凍害性

凍結融解試験 (JIS A 1148) を実施した結果、タフネスコートを2mm被覆することで、コンクリートの動弾性係数は低下せず、凍害に対する抵抗性を大幅に向上できることを確認しました。



##### ●耐中性化

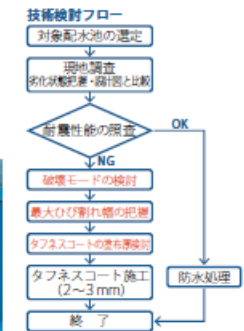
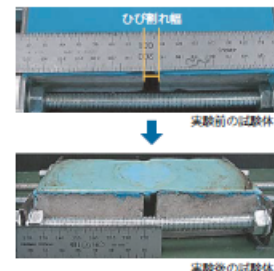
炭酸ガス中中性化試験では、タフネスコートを1mm被覆することで、6ヶ月後の中性化は全く認められず、中性化に対する抵抗性を大幅に向上できることを確認しました。

NO	厚み (mm)	透過量 (cm <sup>3</sup> (m <sup>2</sup> ・24h・atm)	透過係数 (cm <sup>2</sup> ・mm/(m <sup>2</sup> ・24h・atm))
1	0.983	1.160	1.140
2	0.973	1.220	1.190
3	0.990	1.290	1.280
平均	0.983	1.223	1.203



#### 保水性確保

- タフネスコートを2~3mm吹付けることにより、水圧0.3MPa、ひび割れ幅2~10mmの厳しい条件でも漏水がないことを実験により確認しました。
- 大規模地震時に想定される曲げひび割れ (2mm程度) に対して、タフネスコートが追従するため、L2地震時の保水性を確保できます。
- 従来の工法に比べて、経済性、耐久性に優れています。



#### 耐衝撃性向上

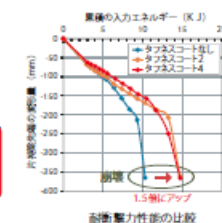
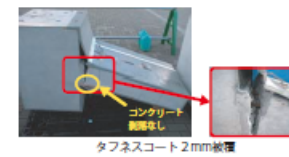
- タフネスコートを2mm吹付けることにより、衝撃力に対して粘り強さを発揮し、部材の断面が破壊した後も形状および耐荷力を保持できます。
- 実大衝撃実験における繰り返し衝撃載荷では、タフネスコート (2~4mm) で被覆することにより、崩壊までの入力エネルギーが約50%増加することを確認しました。
- 圧縮側 (下面側) に発生するひび割れは壁体に留まり、フーチング部へは真横が波及しないことが確認されました。

STEP	標準片厚 (標準: 1トン)		タフネスコート	
	幅寸	荷重限度	なし	2
1	30cm	4.0トン (トレーサージ 設置40mm/40mm厚) (15')	数層コンクリート: 崩壊 荷重限度: 約2cm	崩壊せず
2	5cm	7.5トン (トレーサージ 設置100mm/40mm厚) (15')	崩壊せず	崩壊せず
3	10cm	—	5回目で崩壊	崩壊せず
4	15cm	—	5	3~5回目で崩壊

試験時の場合別のひび割れ状況: ケーシングまで進展 | 試験内に留まる

崩壊までの入力エネルギー (KJ): 全ジョイント | 約30 (1.00倍) | 約150 (1.52倍)

衝撃のイメージ: いきなり崩壊 | ゆっくり崩壊



本実験は別冊大学の指導を受けて実施したものです。

