

高性能表面被覆工法（KWウレア）

High Performance Coating System for RC Structures (KW urea)

渡邊賢三 坂田昇
牧野秀也¹⁾ 國定誠次郎¹⁾

1. はじめに

コンクリート構造物の延命化には、表面被覆材をはじめとする表面を保護する各種の手法が有効であることが認識され、現在、多くの研究がなされている。また、近年の材料開発によって、様々なコンクリート構造物に適した材料を選択できるようになってきている。特に、施工性、耐久性に優れたポリウレタ系表面被覆材は、広範囲に渡る利用が可能な材料として注目されている。

ポリウレア系表面被覆材は、ポリウレタンと比べて分子レベルの結合力が強い¹⁾ため、形成される塗膜が緻密であり、塩分や二酸化炭素などの物質遮断性に優れる¹⁾。また、吹付け終了から数秒程度で硬化するため、壁面、下面などにも適用可能な優れた施工性を有している。

本報告では、ポリウレア系表面被覆材の性能評価を目的として、塗布方向やコンクリートとノズルまでの距離などの施工条件が、コンクリートとポリウレアとの接着強度に及ぼす影響について検討した。また、性能照査手法の確立に向けて有効なデータを取得することを目的に、表面被覆材として施工後2年を経た、供用中のポリウレアの物性変化について検討した。

II. ポリウレア系表面被覆材の諸性能

1. 材料性能

本報告で検討しているポリウレアの特長及びポリウレタンとの相違について Table 1 に示す。現在、表面被覆材料として広く適用されている材料はポリウレタンやエポキシである。しかし、近年、新しい材料としてポリウレアが開発、適用されるようになってきている。そのポリウレアの特長は、ポリウレタンに比べて樹脂の剛性が高く、優れた物質遮断性を有する点である。これは、ポリウレアの主な結合である、ウレア結合に依存している。さらに、ポリウレア樹脂の具体的な物性値を Table 2 に示す。ポリウレアは 300% 程度の伸び率と低い酸素透過性、各要因に対する形状安定性及び高い耐久性を有する材料である。また、樹脂種類毎の遮塩性を Fig.1 に示す。ほかの樹脂と比較して、ポリウレアの遮塩効果は非常に高いことが分かる。

2. 施工性確認実験

ポリウレタ系表面被覆材の特長の一つとして、施工性が挙げられる。ポリウレタは、専用ノズルにて、高圧の主剤と硬化剤を同時に噴出し、衝突させることで混合、反応する衝突混合型樹脂である。特長として、塗布から数秒で硬化が進むため、鉛直面や下面からの吹付けなども可能な、施工性に優れた材料である。そこで、構造物の壁面、床版上面、床版下面への施工を想定して、吹付け方向の相違がコンクリートとの接着強度に与える影響を評価した。Fig.2に吹付け方向が接着強度に与える影響を示す。引張試験において破壊箇

Table 1 樹脂概要
(Properties of Polyurea and Polyurethane)

項 目	ポリウレア	ポリウレタン
定義及び化学式	アミン基 (R'-NH₂) と イソシアネート (R-N=C=O) の反応生成物 $\text{R}'\text{-N-H} + \text{R}-\text{N}=\text{C}=\text{O} \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}'-\text{N}-\text{C}-\text{N}-\text{R} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array}$	ポリオール (OH基) と イソシアネート (R-N=C=O) の反応生成物 $\text{R}'\text{-O-H} + \text{R}-\text{N}=\text{C}=\text{O} \rightarrow \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}'\text{-O}-\text{C}-\text{N}-\text{R} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array}$
分 類	ウレア結合のみから形成される	ウレタン結合あるいはウレア結合との混合から形成される
物 性	柔・硬（剛性が高く、伸び性能もある）	柔軟（伸び性能に富む）
物質遮断性	高い（基材(RやR')により、親水性・疎水性が変化 するもの総じて高い）	中程度（基材(RやR')により、親水性・疎水性が変化するも の総じて中程度）

Table 2 ポリウレア樹脂の物性値及び特性
(Physical Properties of Polyurea)

引張強さ ²⁾ (N/mm ²)	伸び率 ²⁾ (%)	低温 可撓性 ³⁾	吸水 膨張性 ³⁾	加熱 収縮率 ³⁾	耐アル カリ性 ³⁾	耐塩水性 ³⁾	酸素透過性 ⁴⁾ (g/m ² ・24h)	水蒸気透過性 ⁵⁾ (mg/cm ² ・24h)
21.6	290	問題なし	0.7%	0.0%	問題なし	問題なし	1.3	8.4×10 ⁻³

本報は、土木学会 コンクリート技術シリーズ 59 コンクリートの表面被覆および表面改質に関するシンポジウム論文集 pp.7-12 掲載論文の要約である。

1) 牧野総合研究所

キーワード: 表面被覆, ポリウレア, 耐久性, 防水

所は全てコンクリート母材から破壊した。また、ポリウレアの施工方向が引張接着強度に及ぼす影響は小さく、全ての方向において、規格値 ($1.0\text{N}/\text{mm}^2$)⁶⁾を満足する接着性が得られることが分かる。

3. 耐久性評価 (実構造物調査)

表面被覆材は供用中の環境によって、例えば紫外線による劣化、酸やアルカリによる劣化、疲労による劣化などが生じると推測される。しかしながら、その劣化機構は定量的な評価が十分になされていないため、現状では、表面被覆材について性能照査の考え方を適用することが困難である。ここでは、性能照査手法の確立のためのデータ集積を目的に、新潟県朝日村の奥三面ダムのダム湖転落防護壁に適用し2年が経たポリウレアの耐久性に関する調査を行い、諸物性の変遷について検討した。耐久性の評価は概観調査のほか、JIS A 6301 に準じる測定器を用いて、樹脂硬度を測定し施工直後と比較した。

まず、外観調査の結果、Photo 1 に示すように、著しい変状（ひび割れ、剥離、はがれ）は確認されず、施工直後の美観を維持しており、健全な状況を保持していた。また、Fig.3 に示すように、樹脂硬度は若干低下するものの、2年間の供用における樹脂の物性変化は小さく、ポリウレアが十分な耐久性を有することを確認した。

III. 適用

これまでに本材料をトンネル背面防水、鋼床版の床版防水、鉄道橋床版防水などに適用している。今後は化学的侵食環境の下水道施設、塩害環境の海洋構造物、中性化の影響を受けやすい高欄、または凍害の可能性のある構造物への適用が考えられる。なお、適用に関する注意点として以下のことが挙げられる。ポリウレア自体の耐久性は非常に高いものの、被覆材を押し上げるように通過する水に対しては、母材からポリウレアが浮き上がる可能性がある。この現象は、コンクリート用表面被覆材には避けられない現状であるため、施工に際しては水の移動を勘案し、適用箇所や施工範囲の選定が重要となる。

IV. まとめ

ポリウレアの塗布方向がコンクリートとの接着強度に及ぼす影響は小さく、塗布方向に影響されず優れた接着強度が得られた。また、日射、凍結、降雪などを受ける厳しい環境に施工してから2年を経たポリウレア樹脂の物性変化を評価した結果、樹脂硬度に大きな変化がなく、優れた耐久性を有することを確認した。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート技術シリーズ No. 58; コンクリートの表面被覆および表面改質に関する技術の現状, p.19, 2003.
- 2) JIS A 6021-2000 建築用塗膜防水材 6.3 引張性能, 2000.
- 3) 日本道路協会; 道路橋鉄筋コンクリート床版 防水層設計・施工資料 3.3.2 防水材, 1987.
- 4) JIS K 5400-1990 塗料一般試験方法 8.17 水蒸気透過度, 1990.
- 5) 日本道路公団規格; JHS 417-1999 コンクリート塗装材の品質規格試験方法 4.3 酸素透過阻止性試験, 1999.
- 6) 建設省, 建設省総合技術開発プロジェクトコンクリートの耐久性向上技術の開発, 1989.

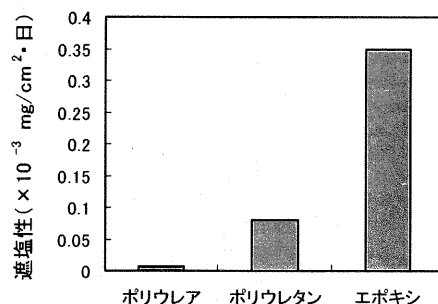


Fig.1 各種表面被覆材の遮塩性
(Properties of Chloride ion Transportations)

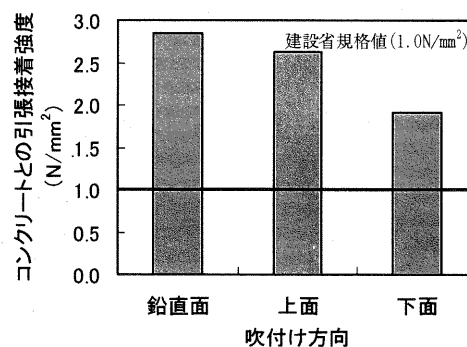


Fig.2 引張接着強度 (塗布方向の影響)
(Results of Tensile Adhesion Strength)

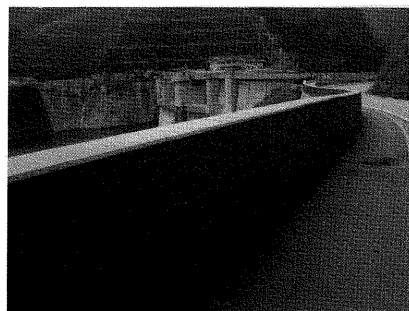


Photo 1 ポリウレアで表面被覆された転落防護壁
(Example of Application)

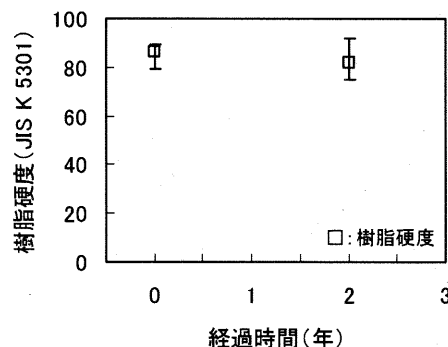


Fig.3 耐久性評価結果
(Results of investigations of durability)