

ポリウレア樹脂吹付け工法の簡易品質管理法の検討

鉄道総研 正会員 ○水谷 真基 野城 一栄 嶋本 敬介 板谷 創平
清水建設 フェロー会員 興石 正己 三井産資 正会員 井出 一直

1. はじめに

筆者らはポリウレア樹脂による剥落対策工の開発を行っている．大型模型実験では剥落防止性能を確認¹⁾し、現地施工試験では施工性、耐久性（付着強度）を確認²⁾した．ポリウレア樹脂は、ポリイソシアネートとポリアミンとの化学反応によって形成されるウレア結合が主体となった化合物である．実施工においては、上記の剥落防止性能、耐久性、施工性とともに、品質管理が要求される．今回、実施工に際しての品質管理法の検討の一環として、若材齢時の強度に着目した品質管理法の検討を行った．

2. ポリウレア樹脂に求められる力学的性能

トンネル覆工に接着して機能を発揮する剥落対策工において、剥落防止性能項目である耐荷力に影響を与える材料的な要因としては、材料の引張強度および母材との付着強度が挙げられる．一般的なシート系の剥落対策工であれば、工場製品であることから引張強度については、材料が決まればほぼ一定の性能が保証されるため、通常は引張強度の確認を省略し、付着強度を付着試験（建研式引張試験）により確認することにより品質管理が行われている³⁾．一方で、ポリウレア樹脂は現場で衝突混合により生成される材料であるため、付着強度を付着試験で確認する他、引張強度を何らかの方法で確認する必要がある．ここで、筆者らが現在用いている材料では、硬化後、引張強さ 24N/mm^2 、破断時引張伸び 200% が基準値となっている（図-1）．この製品で押し抜き試験と建研式引張試験を別途実施した結果、剥落対策工に定められた NEXCO 基準⁴⁾を満足していることが確認⁵⁾された．以上より、実施工現場において引張強さ 24N/mm^2 、破断時引張伸び 200% を満足することが確認できれば、剥落対策工に求められる力学的特性を一定のレベルで満たすことが期待できると考えられる．こ

こで、課題として、上記数値は硬化後（7 日後）の値であり、品質管理法を現場に適用する際には、これらを簡易に確認できる試験方法を定め、施工時点で硬化後の性能を推定できることが求められる．そこで、筆者らは、現場で適用でき、上記を満たす品質管理法の検討の一環として、後述する各種試験を実施したのでその結果について報告する．

3. ポリウレア樹脂の性能の経時変化

まず、室内試験によりポリウレア樹脂の性能の経時変化を確認した．室内引張試験は、温度が一定の室内において、万能試験機を用いて実施した．ポリプロピレン板に樹脂を所定厚吹付け、その板から剥がしたシート状の樹脂に裁断機を用いてダンベル供試体を作製し、標点を記入した後、引張試験を実施した．破断時引張伸びは供試体の側方にスケールをあて測定した．試験結果を図-2 に示す．養生時間 7 日では引張強度 25.0N/mm^2 、破断時引張伸び 265% となり、基準とする引張強さ 24N/mm^2 、破断時引張伸び 200% を満たしている．なお、この温度が一定である良条件で実施した室内引張試験の結果を簡易試験での目安の値とする．

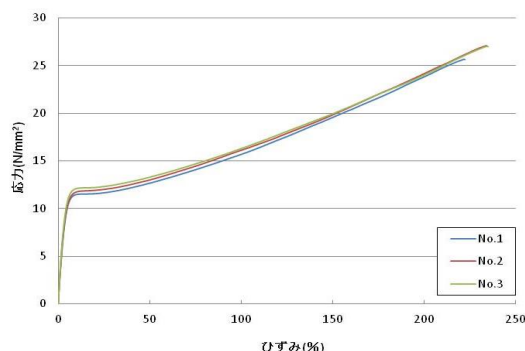


図-1 引張試験の結果例

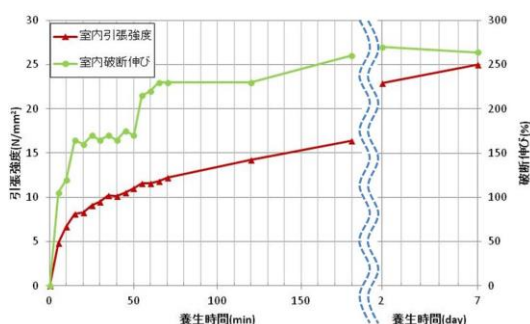


図-2 室内引張試験結果

キーワード 山岳トンネル、覆工、剥落防止対策、ポリウレア樹脂、簡易引張試験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 トンネル研究室 TEL:042-573-7266

4. 実施工現場における簡易引張試験

(1) 簡易試験手法

簡易試験の実施手順を図-3に示す。ダンベルの形にくりぬかれた発泡ポリエチレン製の型を多数用意し、ポリプロピレン板の上に型を設置後、ポリウレタ樹脂を所定厚吹付ける(図-4)。型にテーパが設けられていることにより、型を外すだけでダンベル形供試体が作製できる。この供試体に標点を記入した後、簡易引張試験装置を用いて引張試験を実施した(図-5)。ここで、荷重はばねばかり、破断時引張伸びはスケールで測定した。試験結果より、所定の初期性能を満たせば実施工を開始し、満たさなければ品質不良の原因を究明する手順とした。この簡易試験は型を外すだけでダンベル形が作製でき、吹付けから試験終了まで5分以内で実施できたため環境によるばらつきを小さくできる。また、型抜き作業が不要であるため、実施者による個人差も小さくできる。

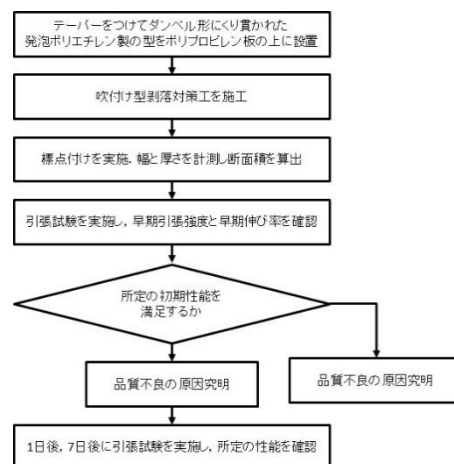


図-3 簡易試験手順

(2) 簡易試験方法による実証試験

提案した簡易試験方法により屋外にて実証試験を行った。試験結果を図-6に示す。室内引張試験と比較して、養生時間90分では供試体の欠損により引張強度、破断時引張伸びともに低い値を示したが、全体的に同様の傾向であるといえる。特に、養生時間5分から50分までの値はほぼ同等である。基準値付近となったのは、破断時引張伸びが養生時間35分、引張強度が養生時間2日であった。

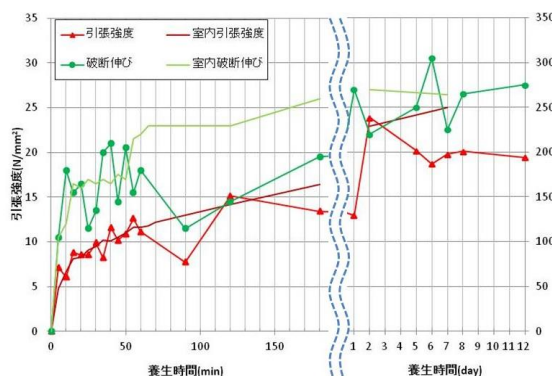


図-6 簡易試験結果

したがって、弱材齢時において室内試験と同等程度の引張物性であるならば、長期物性は基準値付近となり、硬化後の性能を推定できるといえる。

5. まとめ

プラスチックの型と引張試験機を用いた実施工現場向けの簡易な品質管理法を提案した。また、提案した管理法を用いて屋外にて引張試験を行い、室内試験値と比較した結果、養生時間が短い間は、提案法による試験結果は室内試験値による試験結果と同様の傾向を示した。また、吹付けから5分以内での試験実施が可能であった。以上より、本管理法は、硬化後の性能を簡易に推定できる方法であることが確認された。今後さらにデータを蓄積し、本管理法の適用性を検討していく。

参考文献

- 1) 奥石正己, 野城一栄, 井出一直: 構造物の機能保持技術(タネコート)によるトンネル覆工の剥落防止効果, 土木学会年次学術講演会, VI-324, 2015.9
- 2) 伊藤直樹, 野城一栄, 奥石正己, 井出一直: ポリウレタ樹脂を用いた吹付け型剥落対策工の開発, 土木学会年次学術講演会, VI-554, 2016.9
- 3) トンネル安全対策工法研究会: FRPによるトンネル覆工対策マニュアル, 山海堂, 2003
- 4) 東日本・中日本・西日本高速道路株式会社: 構造物施工管理要領, 3-7 剥落防止, 2014.7
- 5) 板谷創平, 野城一栄, 嶋本敬介: 剥落対策工としてのポリウレタ樹脂の性能評価, 土木学会年次学術講演会, IV-620, 2017.9



図-4 吹付け直後



図-5 簡易試験状況