

柔軟型はく落防止工法の実暴露による耐久性評価

ユニシ株式会社 正会員 ○堀井 久一
 ユニシ株式会社 正会員 熊谷 慎祐
 ユニシ株式会社 正会員 尾藤 陽介

1. 目的

橋梁などのコンクリート構造物は、塩分などの外的劣化因子や地震時の外力により劣化を生じることがある。劣化のひとつであるひび割れの進行は、コンクリート片のはく落につながることもあり、はく落事故は第三者影響度が高いため、その防止を目的にはく落防止工法が広く行われている。はく落防止工法では、連続繊維シートをエポキシ樹脂系接着剤で含浸接着することが一般的であったが、最近では、柔軟型のポリウレア樹脂を用いたはく落防止工法を開発した。エポキシ樹脂によるはく落防止工法は長い施工実績があり、実暴露による耐久性評価の事例¹⁾もあるが、ポリウレア樹脂の実暴露による耐久性評価は示されていない。また、実暴露によるはく落防止性能への影響を評価した事例もない。そのため、変性ポリウレア樹脂を用いたはく落防止工法の実暴露後の耐久性評価として、押抜き試験によるはく落防止性能の評価結果について報告する。

2. 試験体概要

変性ポリウレア樹脂を用いた柔軟型はく落防止工法の使用材料、標準施工仕様を表-1、図-1に示す。

試験体は、コンクリート製平板(300×300×60mm、JIS A 5371)の型枠底面を施工面とし、施工面裏側の中央にφ100mmで、施工面から約5mm残すようにコア抜きを行い下地とした。下地表面をディスクサンダーにて研磨した後に清掃し、図-1に示した施工仕様に従いはく落防止層を施工して押抜き試験体とした。施工は300×300mm全面とするが、押抜き試験時の下部支点を考慮し、繊維シートは長軸垂直方向の長さを260mmとした。

表-1. 柔軟型はく落防止工法の使用材料

工種	使用材料	特徴
プライマー	エポキシ樹脂	1液湿気硬化型、無溶剤形
含浸接着樹脂	変性ポリウレア樹脂	2液反応硬化型、無溶剤形
繊維シート	ビニロン繊維	3軸ネット、目合10mm
仕上げ材	アクリルウレタン樹脂	2液反応硬化型、溶剤形

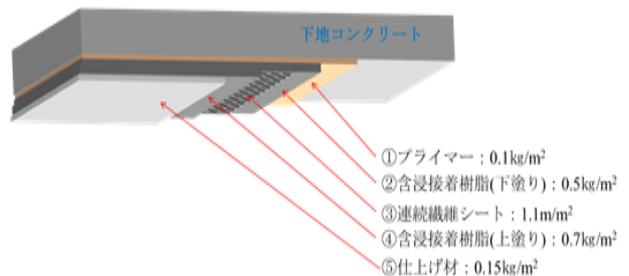


図-1. 柔軟型はく落防止工法の標準施工仕様

3. 実暴露

押抜き試験体の暴露は、埼玉県さいたま市、北海道北見市と沖縄県糸満市での暴露を実施しており、各暴露条件を表-2に示す。寒冷環境と温暖環境の暴露状況を写真-1、2に示す。

寒冷環境の暴露試験体は、凍害による下地コンクリートの劣化による試験体の破壊を考慮し、暴露前に側面と裏面に超低粘度エポキシ樹脂を塗布した。

4. 押抜き試験

各暴露場所に所定期間暴露した試験体を23°C 48時間以上放置した後、JSCE-K 533に従い押抜き試験を実施した。下部支点間は280mmとし、繊維シートから約10mm外側となるように試験体を治具に設置した。

表-2. 暴露条件

	一般環境	寒冷環境	温暖環境
試験体作製	2010年3月	2013年10月	2013年12月
暴露場所	埼玉県さいたま市	北海道北見市	沖縄県糸満市
暴露期間	2010年3月～2015年3月	2013年11月～2016年11月	2014年1月～2017年1月
暴露状況	アスファルト面 平置き	砂利面 角度約45度 (南向き)	2階建てRCの屋上 (海から約300m) 平置き



写真-1. 北見市

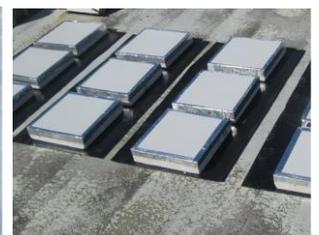


写真-2. 糸満市

キーワード はく落防止, ポリウレア, 耐久性, 実暴露, 押抜き試験, 表面保護

連絡先 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 2-3 ユニシ株式会社 東京本社 TEL 03-5259-2144

各試験体の暴露期間は、埼玉の暴露試験体が3年と5年の2水準で、北見と沖縄の試験体が3年の1水準とした。

押抜き試験の試験結果を表-3に示す。押抜き試験の最大荷重はいずれも1.5kNを大きく上回っており、優れたはく落防止性能を維持していることを確認した。また、最大荷重時の変位も20mm程度となっており、十分な変形性能を維持していることを確認した。

埼玉の暴露試験体の押抜き試験の荷重-変位曲線を図-2に示す。荷重-変位曲線の15mm変位までの勾配は、暴露前後の試験体ともに同じ傾向となっている。変性ポリウレタ樹脂は、柔軟で強靱な塗膜であることが特長であり、繊維シートをしっかりと定着しながらも繊維シートを切断することなく抜け出すことにより高いはく落防止性能を有している。その性能は、暴露後も大きく変化していないことが確認できる。しかし、5年暴露試験体は、他の試験体に比べて15mmを超えてからの勾配はゆるくなっており、はく落防止層から繊維シートが抜け出しやすくなっている。強靱さが低下する傾向にあることが懸念されるが、最大荷重の大きな低下もなく、最大荷重時の変位に大きな差がないことからはく落防止性能に影響を与える劣化は生じていないものと思われる。しかし、今後も継続的な調査が必要である。

各環境での3年暴露試験体の押抜き試験の荷重-変位曲線を図-3に、北見と沖縄での3年暴露試験体の破壊状態を写真-3、4に示す。押抜き初期の荷重の上がり方は、いずれも同じ傾向を示しており、暴露の影響による変化はあまり生じていないものと思われる。しかし、沖縄3年暴露試験体は、変位20mmの前に最大荷重となり、その後繊維シートが徐々に切断していき、荷重が大きく低下した。写真-3と4を比べると、沖縄3年暴露試験体は繊維シートが抜け出した箇所が狭いことから、繊維シートが含浸接着樹脂から抜け出しにくくなったためであると考えられる。含浸接着樹脂が硬くなり始めていることが懸念される。

5. まとめ

変性ポリウレタ樹脂を用いた柔軟型はく落防止工法は、埼玉での5年暴露後、北見や沖縄での3年暴露後でも高いはく落防止性能を維持していることが確認できた。しかし、埼玉での5年暴露や沖縄での3年暴露の試験結果では、押抜き試験の荷重-変位曲線に変化の兆候が見られており、さらに長期的な評価を継続していく必要がある。

参考文献 1) 尾藤陽介, 堀井久一: ひび割れ注入に用いるエポキシ樹脂の耐久性評価, 土木学会第70回年次学術講演会, V-002, 平成27年9月

表-3. 押抜き試験の試験結果

暴露場所	最大荷重 (kN) / (最大荷重時の変位)		
	暴露前	暴露期間	
		3年	5年
埼玉	2.71 (23.2mm)	2.94 (24.2mm)	2.57 (26.0mm)
北見	—	2.86 (26.6mm)	—
沖縄	—	2.38 (19.1mm)	—

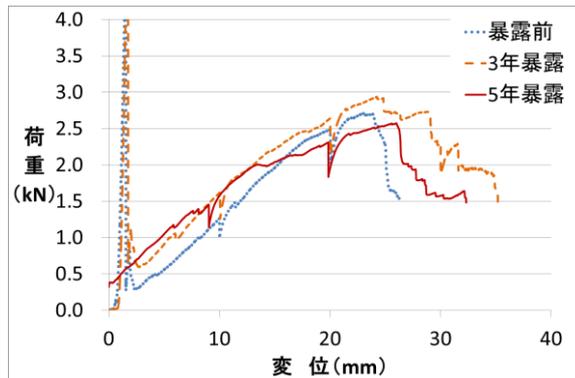


図-2. 一般環境の暴露試験体の押抜き試験結果

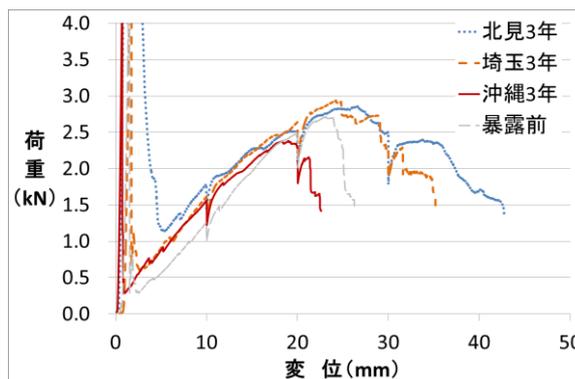


図-3. 各環境での3年暴露試験体の押抜き試験結果

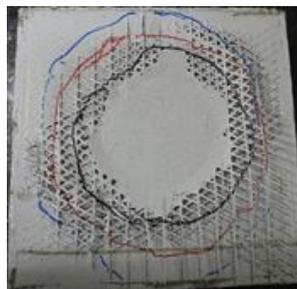


写真-3. 北見3年

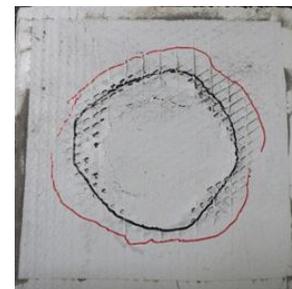


写真-4. 沖縄3年