

13.3 コンクリート構造物の長寿命化に向けた補修対策技術の確立(2)

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：材料資源研究グループ（新材料）

研究担当者：西崎到、佐々木巖

【要旨】

コンクリートの補修工法には表面被覆、断面修復、およびひび割れ補修などがあるが、当研究チームではこのうちの表面被覆を担当する。表面被覆工法はコンクリート構造物の補修工法の一つとして古くから実施されており、国内の各機関が要求性能や試験方法等を提案している。しかしながら、外見的な健全さを簡単に得られることから安易に適用してしまうこともあり、環境に応じた適用条件や他の補修工法との使い分けなどが定まるとは言えない状況である。さらに、期待した性能が発揮されず早期に再劣化する事例が見られるが、これは現場条件をあまり考慮していない工法選定や施工不備等に起因したものと考えられる。そこで本研究では、コンクリート表面被覆材の要求性能や耐久性の設定とともに、簡易かつ信頼性の高い施工管理を実現するための対応策の確立を目的とした。24年度は、表面被覆工法の施工管理の信頼性向上調査として、前年度に引き続き室内試験による不具合発生事由の検証実験を行った。また、施工条件を変化させた試験体の暴露1年後の追跡調査を行った。あわせて、重要な施工環境因子である構造物周辺の温湿度評価を、測定箇所を追加して観測中である。

キーワード：コンクリート、補修材料、表面被覆材、品質規格、施工条件、再劣化

1. はじめに

コンクリートの補修材策には表面被覆、断面修復、およびひび割れ補修などがある。表面被覆工法はコンクリート構造物の補修工法の一つとして古くから実施されており、国内の各機関が要求性能や試験方法等を提案しているが、統一した基準が確立するまでには至っていない。環境に応じた適用条件や他の補修工法との使い分けなども定まるとは言えない状況であり、基盤技術として設計施工の確立をはかる必要がある。

また、期待した性能が発揮されず早期に再劣化する事例が見られる。これは現場条件をあまり考慮していない工法選定や施工不備等に起因したものと考えられる。

そこで本研究では、コンクリート表面被覆材の要求性能や耐久性の設定とともに、不具合発生要因に注目し、その要因把握と対策としての施工管理方法を提案することを目的としている。24年度は、室内試験による不具合発生要因の影響の検証実験と施工環境の観測を前年度に引き続き行った。

2. 不具合発生要因と施工管理項目

表面被覆に求められる性能と対応する評価項目は、過年度の調査において既往の資料¹⁾をもとに表-1の通り整理されている。

表-1 表面被覆工法の要求性能と評価項目の例

要求性能項目	評価項目の例
遮断性能	防水性、水蒸気透過性 CO ₂ 遮断性、Cl ⁻ 遮断性、O ₂ 遮断性
	耐酸性、耐アルカリ性
接着性能	ひび割れ追従性、施工可能温度
	付着(含浸)性、はく落抵抗性 凍結融解抵抗性、摩耗性、表面水
美観景観	色調変化、光沢変化、異物付着
環境安全	有機溶剤、有害物質

表-2 表面被覆工法の管理対象と項目の例

管理対象	管理項目の例
下地(基板)	下地粗度、微細ひび割れ、被塗面 清浄度、被塗面水分
塗装材料	可使時間、混合比/状態、塗布量
塗布環境	可使時間、養生時間、塗装機材、 気温、湿度、露点温度、風速
維持管理	劣化視認性、旧膜除去、再塗装

この性能要件を達成するための表面被覆工法の管理対象として、主として施工に関する管理項目を表-2の通り整理した。

価として市振(日本海岸)、ならびに低温時の施工や供用条件における評価として小利別における暴露試験を開始した(図-5)。

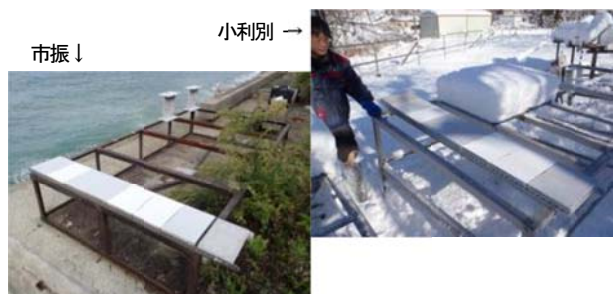


図-3 施工/供用条件の異なる屋外暴露試験

つくば土研構内での1年間の暴露における接着性の変化について、プルオフ接着試験の結果を図-4に、せん断試験の結果を図-5に示す。接着強度は、暴露中に増大することがわかる。その理由としては、樹脂およびセメントの時間経過による硬化反応の進行が挙げられる。ポリマーセメント系の強度増進割合が大きいほか、特に接着強度の大きな供試体はモルタルの凝集破壊で強度値が決まることが多く、基板モルタルの水和反応の進行によるものも大きいと考えられる。素材劣化による硬化もあり得るものの、初期の接着性で評価することは有効であると思われる。

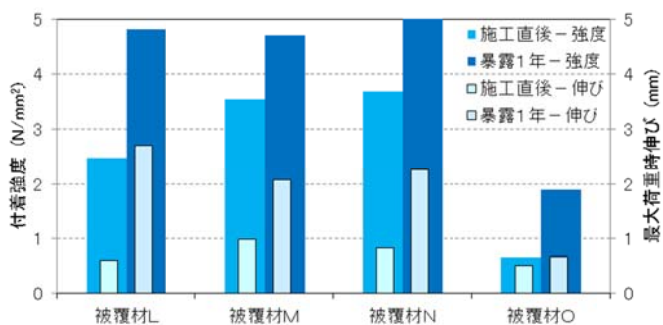


図-4 つくば1年暴露によるプルオフ接着性の変化

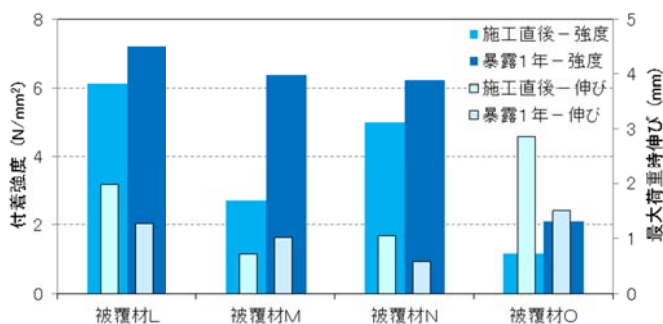


図-5 つくば1年暴露によるせん断接着性の変化

破断伸び(最大荷重時の変位量)は、鉛直(プルオフ)ではいずれも暴露後に増大するものの、せん断試験では低下しているものが多い。表面被覆材の求められる性能は強度指標ではなく変形追従性であることから、実際に生じる被覆層の破損形態等をよく考慮し、接着試験における载荷の方向性や指標項目を再検討する必要があるものと言える。

5. 施工面の温湿度環境の長期観測

これまでの試験から、施工時の温湿度条件により表面被覆の性能が、遮蔽性と付着性ともに損なわれることが確認できたが、実際の施工現場では環境条件は恒温恒湿槽内のように一様ではない。床版裏や地面近傍など、局部的に大きく異なる環境変化をしているものと想像され、施工面全体において適正な性能を確保するためには、実際の構造物の各所において季節ごとの変動を観測し、品質不良防止のために注目すべき箇所や時間帯等の管理指標を明らかにする必要がある。このため、図-6に示す実橋各所において、温湿度の長期観測を実施している。また、土研周辺の渡河橋等に対象箇所を拡大し、水分の影響を観測している。



図-6 実橋におけるコンクリート表面温湿度の長期観測

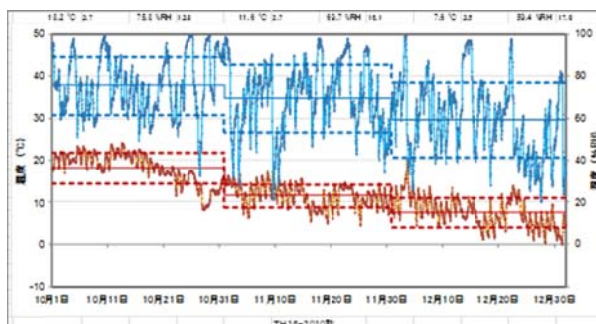


図-7 コンクリート表面の温湿度の機関変動の例

表面被覆の施工環境として特に懸念され施工管理項目として注視すべきことは、工事範囲内で最も低温になる箇所の把握と、構造物躯体が冷えている時間帯に湿潤空

気が流れ込んだ際に生じる被塗面の結露の検知や制御である。降雨との関連、コンクリート面の結露状況、排水設備やジョイント等からの漏水など影響について、さらにデータ収集と分析を続けてゆく必要がある。このため、観測結果を、期間ごとの日変動、昼夜間の温度勾配、箇所毎の差異、それを統計的に評価するための標準偏差等の指標により整理し（図-7）、現場状況の評価記録と、施工可否判断の安全率等の知見として提案することとしている。

6. まとめ

コンクリート構造物の長寿命化のための表面被覆工法の適切な設計施工技術の確立を目的に、性能要件と不具合発生要因について調査した結果をもとに、不具合発生事由の実験的検証と定量評価を行っている。室内試験からは、湿潤や低温時の施工が、硬化被膜の遮蔽性ばかりでなく付着性にも影響を与えることがわかった。

施工条件を変化させた表面被覆試験体の屋外暴露試験については、環境条件を拡大して試験を継続している。暴露1年後の先行評価からは、被覆材の変化の傾向が得られており、今後、施工条件の相違による耐久性への影

響について追跡調査をすすめてゆく。さらに、施工環境として重要となる構造物周辺の温湿度の長期観測結果を整理した。

現場での施工管理を実効あるものにするためには、施工箇所における環境条件を把握し、これに即した管理項目を設定し運用することが求められる。たとえば温湿度については、表面被覆材の施工箇所全面を迅速に判定し、不具合の発生を最小限に抑えられるような面的な手法を確立してゆく必要がある。

今後、性能に影響を与える要因についてさらに実験研究を進めるとともに、施工環境を簡易かつ信頼性の高い方法で管理記録できるような手法について検討を加え提案してゆく予定としている。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー119 表面保護工法設計施工指針(案)，2005
- 2) 佐々木ら：表面保護被覆の水蒸気透過性状と施工時の環境条件の影響、日本材料学会アップグレードシンポジウム、2012.11

ESTABLISHMENT OF REPAIR TECHNOLOGIES TO PROLONG THE SERVICE LIFE OF CONCRETE STRUCTURES

Budget : Grants for operating expenses General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Advanced Materials Research Team

Author : NISHIZAKI Itaru, SASAKI Iwao

Abstract : Surface coating with polymer material is one of the conventional and common repair methods for existing concrete structures. However, performance requirements as well as painting works quality control procedures for the repair materials have not been established as the national technical standards in Japan. One of the purposes of this research project is to develop performance test methods and to identify performance requirements for repair materials and systems of the concrete restoration. In this study, performance requirements and risks of incipient failures and re-deterioration are summarized firstly. Subsequently, because bond strength and barrier performance are important properties, laboratory tests were conducted to clarify the execution quality control factors. From the test results conducted in this fiscal year, temperature and humidity of painting works affect not only the barrier performance but also bond strength. Painting construction environment temperature and humidity, around actual bridges was also summarized widely. In addition, field exposure tests have been carrying out using specimens with various failure conditions to prevent re-deterioration and to achieve enough durability for repaired concrete structures

Key words : Concrete, Repair materials, Surface coating, Quality standard, Painting environment, Re-deterioration