

## (論文内容の要旨)

老朽化した農業水利施設を長寿命化させるための補修工事が全国で行われているが、補修材の中には早期に変状が生じるものがある。このため、実際の水路環境条件で補修材の耐久性を確認し、既存の性能照査方法の妥当性を検証する必要がある。

本論文は、農業用水路の代表的な補修材であるシーリング材とモルタル系補修材の耐久性評価に関して研究を行ったものであり、各章の要旨は以下のとおりである。

第1章では、我が国における農業水利施設の老朽化の進展状況や農業用水路に発生している変状について分析するとともに、農業水利施設や他分野のコンクリート構造物の補修・補強工法に関する動向について述べている。

第2章では、若材齢時に背面水圧が作用する水路用シーリング材の止水性評価について述べている。水路用シーリング材の硬化確認試験と若材齢のシーリング材に背面から水圧を与える耐水圧試験を実施した結果、1成分形シーリング材は硬化速度が遅く、低温条件下でさらに低下することが明らかとなった。また、作用水圧が0.02 MPaより高くなると、1成分形と2成分形シーリング材は、実際の施工現場で確認されたような風船状の膨れや破断が生じて止水性が低下し、長時間作用し続けると膨れは増加することが明らかとなった。

第3章では、水路用シーリング材の長期水中耐久性評価について述べている。最長1年間水中浸漬させたシーリング材を用いて水中耐久性評価試験を行った結果、変成シリコン系は耐水性に劣り、1成分形の変成シリコンとポリウレタンおよび2成分形ポリウレタンは長期間の水中浸漬で接着性が低下することが明らかとなった。また、若材齢で水の影響を受けると引張強度と引張接着強度が低く推移することが明らかとなった。

第4章では、衝撃摩耗に対するモルタル系補修材の耐久性評価について述べている。石礫を模擬した鋼球を落下させる落下衝撃摩耗試験を実施し、モルタル系補修材の衝撃に対する耐摩耗性を評価した。その結果、単体の材料では繊維補強ポリマーセメントモルタル>ポリマーセメントモルタル>コンクリートの順で耐摩耗性に優れていることが明らかとなった。また、母材コンクリートの保護効果が期待できるモルタル系補修材の被覆厚さは30 mm以上必要であることが明らかとなった。

第5章では、石礫による転がり摩耗に対するモルタル系補修材の耐久性評価について述べている。石礫による転がり摩耗を再現できる摩耗試験機を作製し、モルタル系補修材の耐久性を評価した結果、転がり摩耗に対する耐久性は圧縮強度に比例しないことが明らかとなった。一方、コンクリートは粗骨材粒径や圧縮強度が大きいほど転がり摩耗に対する抵抗性が高くなり、転がり摩耗に対する耐久性は圧縮強度に比例することが明らかとなった。また、JIS 規定配合モルタル材の摩耗進行状況は設計基準強度24 N/mm<sup>2</sup>のコンクリートとよく近似していることが明らかとなった。

第6章では、本研究で明らかとなった新知見を要約するとともに、補修・補強工事マニュアルに盛り込むべき新たな性能照査項目や施工管理項目の提案を行っている。

## (論文審査の結果の要旨)

本論文は、農業用水路の代表的な補修材であるシーリング材とモルタル系補修材の耐久性評価に関して、新たな性能評価試験方法や試験装置を考案して試験を行い、実際の施工現場で生じている変状を再現するとともに、従来の試験方法では確認できなかった補修材の耐久性上の問題点を明らかにしている。さらに、研究結果をもとに、新たな性能照査項目を提案している。評価できる主な点は次のとおりである。

(1) 従来の性能評価試験では行われていなかった若材齢時の耐水圧試験を実施し、作用水圧が0.02 MPa より高くなると1成分形と2成分形シーリング材は、風船状の膨れや破断が生じることを明らかにした。この結果を踏まえ、止水性試験における膨れや破断に対する抵抗性を性能照査項目に、施工直後の若材齢時における変状確認を施工管理項目に追加することを提案しており、今後補修・補強工事マニュアルの改定や補修工事時の適切な材料選定に貢献できる点が評価できる。

(2) 従来の性能評価試験では行われていなかった最長1年間水中浸漬させたシーリング材を用いて水中耐久性評価試験を行い、①変成シリコン系は他のシーリング材と比較して耐水性に劣ること、②1成分形の変成シリコンとポリウレタンおよび2成分形ポリウレタンは長期間の水中浸漬で接着性が低下すること、③若材齢時に水の影響を受けると引張強度と引張接着強度が低く推移することを明らかにした。この結果を踏まえ、水中浸漬後の引張接着強度の低下率、破壊形態の変化、質量の減少、浸漬水の変色を性能照査項目に追加することを提案しており、今後補修・補強工事マニュアルの改定や補修工事時の適切な材料選定に貢献できる点が評価できる。

(3) 落下衝撃摩耗試験を実施し、①単体の材料では繊維補強ポリマーセメントモルタル>ポリマーセメントモルタル>コンクリートの順で耐衝撃摩耗性に優れること、②母材コンクリートの保護効果が期待できる補修材の厚さは30 mm 以上必要であることを明らかにした。この結果は、既に補修・補強工事マニュアル(頭首工編)に引用されており、今後補修工事時の適切な材料選定や補修材メーカーの新材料開発に貢献できる点が評価できる。

(4) 新たに転がり摩耗試験機を考案・作製し、モルタル系補修材の耐摩耗性を評価した結果、①細骨材や繊維などの配合量の違いによって摩耗速度は異なり、圧縮強度に比例しないこと、②コンクリートに発生する石礫の転がり摩耗は、JIS 規定配合のモルタル材で評価できることを明らかにした。この成果は、今後補修・補強工事マニュアルの改定や補修工事時の適切な材料選定に貢献できる点が評価できる。さらに、本研究により考案した摩耗試験機と摩耗試験方法は、その新規性から特許出願中であり、今後補修材メーカーによる新材料開発等に活用できる点が評価できる。

よって、本論文は博士(生物資源環境学)の学位論文として価値あるものと認める。なお、令和4年1月24日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。