

学位論文審査の結果の要旨

氏名	上野和広
審査委員	主査 長束 勇 (印) 副査 石井 将幸 (印) 副査 緒方 英彦 (印) 副査 服部 九二雄 (印) 副査 野中 資博 (印)
題目	農業水利施設の補修後における 再劣化防止に関する研究
審査結果の要旨 (2,000字以内)	
<p>農業水利施設の機能を維持・発展させるための適時・適切な補修・補強に関する設計・施工技術の体系的整備への取り組みが本格化してから、数年が経とうとしている。この間、農業水利コンクリート構造物の劣化の現状調査や補修・補強の実態調査の結果を踏まえて、現況構造物の躯体を活用した補修・補強工法における新工法開発は大きな進展がみられる。しかし、表面被覆工法や断面修復工法で補修された農業水利施設では、既設躯体に存在するひび割れの幅の変動や流水および混入土砂によるエロージョン摩耗によって補修した箇所の再劣化の発生が見られる。そこで、本研究ではこうした補修工法の再劣化防止を目的として、</p> <ol style="list-style-type: none">① コンクリート水路に発生したひび割れの幅の変動特性の解明② 流水環境下における摩耗作用の評価方法の確立③ 試験施工による各種補修工法の特性の把握④ 複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料 (HPFRCC) の表面遮水材料への利用の可能性の4項目に着目した詳細な調査・室内試験・現地試験を行っている。その結果、ひび割れ上に適用された補修材料がひび割れ幅の変動によって割れや膨れを生じないための要求変形性能の明確化、農業水利施設における摩耗の進行を予測する手法の提案、コンクリートの諸特性と摩耗性状の関係の解明、農業水利施設に適用される補修工法における主材料の有機・無機別および形態別の改善方向の提案、HPFRCC にひび割れが生じた場合における水密性保持性能、HPFRCC の耐摩耗性、HPFRCC に含まれる繊維の紫外線劣化に対する耐性の解明など、補修工法施工後の再劣化防止対策のための貴重な知見が示されている。具体的には、以下のとおりである。 <p>①については、補修材料に要求される変形性能や、ひび割れ幅の変動がひび割れ幅の測定や機能診断に与える影響を明らかにすることを目的とし、農業用水路を対象としてひび割れ幅の変動量調査を実施している。日変動量調査の結果、長く薄いコンクリート版からなる農業用水路では、短期的な温度の日変化によってひび割れ幅が変動することを確認し、その変動量は躯体表面温度と明確な規則性があることを明らかにしている。また、ひび割れ幅の日変動幅は、鉄筋コンクリート水路における使用限界状態としての許容ひび割れ幅 0.4mm と比較して非常に大きく、その変動を考慮した機能診断手法を確立する必要があるとの観点から、躯体表面温度の履歴を考慮した日変動量の推定式を提案している。一方、年変動量調査では、ひび割れ幅および目地幅の変動が躯体表面温度よりも外気温の変化に応じて生じることを明らかにしている。さらに、日変動量調</p>	

査および年変動量調査結果からひび割れ幅の変動割合を求め（日変動量調査：M水路最大45.9%、H水路最大24.3%、年変動量調査：M水路最大88.0%、H水路最大162.8%）、補修材料が再劣化を生じないための要求変形性能を明らかにしている。

②については、農業水利施設で生じるエロージョン摩耗を適切に擬似可能な摩耗試験機を開発し、摩耗の進行予測および耐摩耗性の評価手法を確立するための検討を行っている。水に珪砂を混入した状態で供試体へ噴射する機能を有した摩耗試験機（水砂噴流摩耗試験機）は、コンクリート水利構造物に特有なモルタル部分が先行して摩耗する現象を疑似可能であることを示し、その摩耗作用はキャビテーションによるものではなく珪砂によるすり磨き作用および衝撃摩耗作用によるものが支配的であることを明らかにしている。一方、耐摩耗性の評価で一般に多用されているテーバー式摩耗試験機と水砂噴流摩耗試験機による摩耗特性を比較し、両摩耗試験機では材料によって耐摩耗性の評価が異なること、テーバー式摩耗試験機では流水環境下における摩耗の評価を適切に行えないことを明らかにしている。また、水砂噴流摩耗試験機の促進速度について実材齢供試体を採取して検討し、評価量に摩耗深さをを用いた場合と表面粗さをを用いた場合の農業水利施設に対する摩耗の進行予測を可能にしている。さらに、水砂噴流摩耗試験機を用いてコンクリートの諸特性と摩耗性状の関係について検討し、コンクリートの表層であるスキン層では摩耗の進行が速いこと、コンクリートの強度特性が高いほど耐摩耗性に優れること、打設時に生じる粗骨材分布の偏りによって耐摩耗性が異なることを明らかにしている。

③については、試験施工が行われた農業用水路において調査した結果、有機系工法では低コスト化（シート）、施工厚の抑制および充填方法の改善（パネル）、ひび割れ追従性の改善および膨れの改善（塗膜）などの必要性を明らかにし、無機系工法では施工厚の抑制および充填方法の改善（パネル）、ひび割れ追従性の改善（左官）などの必要性を明らかにしている。

④については、農業水利施設の補修材料に適用可能と考えられるHPFRCCを評価している。ひび割れを生じさせたHPFRCCを用いて透水試験を行い、ひび割れ分散性の発揮によって微細なひび割れが多数発生するHPFRCCはひび割れからの漏水量を大きく低減すること、ひび割れ幅が小さい場合には徐々に漏水量が低減し自己修復性を有することを示し、ひび割れ幅抑制効果を持つHPFRCCの優位性を明らかにしている。また、HPFRCCの紫外線劣化について検討し、促進劣化試験前後において引張強度の変化は小さく、引張終局ひずみおよび靱性度は60%~70%低下することを示している。しかし、促進劣化試験後の引張終局ひずみがHPFRCC単体での引張破壊試験で示す値からわずかに低下した程度であることから、この性能低下は促進劣化試験前の引張破壊試験において繊維の滑りが生じていたことが原因であるとしている。一方、水砂噴流摩耗試験機の促進速度を用いて摩耗の進行を予測し、HPFRCCは40年で約10mmの摩耗を生じることから、摩耗が促進される環境下でHPFRCCを適用する場合は、その再劣化対策が必要であること明らかにしている。

以上の研究内容は、今後の農業水利施設のストックマネジメントに大きく寄与するものと期待される。したがって、本論文が学位論文として十分な価値を有するものと判定できる。