

学位論文審査の結果の要旨

氏名	森 丈 久
審査委員	主 査 長 東 勇 (印) 副 査 服 部 九 二 雄 (印) 副 査 喜 多 威 知 郎 (印) 副 査 石 井 将 幸 (印) 副 査 緒 方 英 彦 (印)
題 目	コンクリート水路の機能診断技術 および簡易補修工法に関する研究
審査結果の要旨	
<p>現在までに国営土地改良事業などにより建設された基幹的な農業水利施設の総資産額は再建設費ベースで約 25 兆円と試算されている。しかし、これらの農業水利施設の大部分は、建設から数十年が経ち、老朽化の進行により更新が必要な時期を迎える施設が増加してきている。一方、農産物価格の低迷による農業経営の悪化や国・地方公共団体の財政上の制約から、施設の更新整備を担う公共事業への投資が抑えられている。また、施設の老朽化に伴い、維持管理に要する費用も年々増加しつつあるとともに、管理組織である土地改良区では、合併や職員の高齢化などにより、従来のような管理水準の維持が困難な状況にある。このような背景の下、膨大な数にのぼる既存施設の有効活用や長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減するための仕組みであるストックマネジメントの手法が導入され、全国で農業水利施設の機能保全対策が実施されている。しかし、ストックマネジメントの実践には、農業水利施設に適した機能診断技術、劣化予測手法、補修・補強工法など様々な技術の研究・開発が必要である。</p> <p>森氏は、農業用コンクリート水路の機能診断技術および簡易補修工法を研究課題として、</p> <ol style="list-style-type: none">1) 農業用コンクリート開水路における変状とその発生原因の分析2) 通水状態における農業用水路トンネルの機能診断技術の開発3) 農業水利施設の劣化予測手法の構築4) 農業用小規模コンクリート開水路の簡易補修工法の開発 <p>の 4 項目に焦点を当てた詳細な検討を行っている。具体的には、以下のとおりである。</p> <p>1) については、農業用コンクリート開水路における主な変状の特徴およびその発生原因について分析し、摩耗による骨材露出や、目地材の劣化・脱落が農業用コンクリート開水路に特徴的な変状であることを明らかにしている。また、農業用コンクリート開水路における変状のうち、地震を原因とする損傷に着目して過去に発生した地震による農業用開水路の被害調査結果を分析し、①砂質土地盤上の水路は液状化による浮上りや不同沈下が多い、②水路脇に高盛土がある場合には、水路側壁の変形や倒壊が発生する、③現場打ちコンクリート開水路では、止水板の影響により目地部コンクリートの剥落などが発生する、④張ブロック水路や柵渠では、ブロックや柵板の崩落、はらみ出しが発生する、という損傷形態を明らかにしている。さらに、地震による水路目地部の損傷メカニズムを解明するため、模擬供試体による破壊試験を行った結果、①目地部が水路縦断方向に圧縮されると止水板も水路躯体内に押し込まれるように圧縮され、止水板端部が水路横断方向に変形しようとする、②このとき、</p>	

止水板端部付近のコンクリートに伸び限界ひずみを超える引張ひずみが発生し、ひび割れが生じる、という損傷メカニズムを明らかにしている。

2) については、通水状態における農業用水路トンネルの変状調査技術として、フロート式画像撮影装置による調査システムを開発し、現場実証試験による性能評価を行っている。その結果、通常のひび割れの場合、幅 2mm 以上のものを検出できる精度があるとともに、トンネル内の有毒ガスの有無など、有人目視調査の事前の安全確認にも活用できることを明らかにしている。なお今後、より安定した画像が得られる姿勢制御技術や流速の影響を受けない画像撮影技術などの研究開発が必要であるとされている。

3) については、農業水利施設について過去に全国的な規模で行われた機能診断の結果をもとにマルコフ連鎖を適用した劣化予測モデルを作成し、作成した劣化予測モデルを用いて、工種区分や施設区分ごとの劣化傾向を分析している。①土木施設については、開水路、パイプライン、水路トンネル、機場、頭首工、水門、ダムの順で劣化が進行しやすい、②機械設備については、ダム、機場、水路、頭首工という順で劣化が進行しやすい傾向にあるが、工種による劣化速度の差は小さく、土木施設と比較して劣化速度が速い、③電気設備については、ダムを除けば劣化度 C（健全な状態）から劣化度 B（劣化が軽微な状態）への推移確率にほとんど差がなく、機械設備と同程度である。劣化度 B から劣化度 A（劣化が著しく進行した状態）への推移確率については、水路と頭首工が他の工種と比較して極端に大きく、劣化が確認された後に短期間で更新される設備が多い、④建屋については、土木施設と類似した劣化傾向を示す、ことを明らかにしている。また、マルコフ連鎖モデルと、二次関数で劣化を表現する単一劣化曲線モデルを比較し、両モデルとも劣化が進むほど劣化の進行が速くなるという同じ劣化傾向を示すことを明らかにしている。

4) については、農業用小規模コンクリート開水路に見られる変状や既存の補修工法について分析し、目地における変状が最も多く、補修には主にセメントモルタル系や樹脂系の補修材が使われていることを明らかにしている。セメントモルタル系補修材による補修箇所では、補修材のひび割れや剥離などの再劣化を生じる場合が多く、補修材が温度変化による目地の伸縮挙動に追従できないことが原因であるとしている。また、樹脂系補修材であるシーリング材による補修箇所においても、ひび割れなどの再劣化が生じる場合があり、原因としては紫外線劣化を推察している。さらに、既存の目地補修工法では、ディスクグラインダーなどによる目地の拡幅が必要になることもあり、施工の簡易性に課題があることを明らかにしている。一方、被覆テープとシーリング材を組合わせた目地の簡易補修工法（接着型テープ工法）を開発し、室内試験および現地実証試験により開発した工法について性能の評価を行っている。その結果、①室内および現地水路における漏水試験でも漏水は確認されず、良好な止水性能を有している、②シーリング材単独の接着力については、ポリウレタン樹脂系シーリング材がシリコン樹脂系シーリング材よりも大きい、③ポリウレタン樹脂系シーリング材を被覆テープで被覆することにより、シーリング材単独の場合よりも接着力が向上する、④ポリウレタン樹脂系シーリング材と被覆テープを組合せた場合、6.92mm の伸び能力がある、⑤補修工事の経験がない農家でも短時間で施工できる簡易性を有している、⑥施工後 2 年を経過しても変状を生じない耐久性を有している、ことを確認している。

膨大な数にのぼる農業水利施設の機能を適切に保全していくための仕組みであるストックマネジメントの実践には、農業水利施設に適した機能診断技術、劣化予測手法、補修・補強工法などの研究・開発が必要であり、それら研究・開発に先鞭を付けた本研究の功績は大きく、再建設費ベースで約 25 兆円と言われる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。