

(別紙様式第3号)

## 学 位 論 文 要 旨

氏名: 森 丈久

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  
(Studies on Technologies for Function Diagnosis and Simple Repair Methods  
for Concrete Canals)

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・開発が必要である。そこで本研究では、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を行った。本研究により得られた知見を以下のとおり概括する。

第2章では、まず農業用コンクリート開水路における主な変状の特徴について整理し、その発生原因について考察を行った。次に、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、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たところ、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、という損傷形態が明らかとなった。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。その結果、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、止水板端部付近のコンクリートに引張強度を超える引張応力が発生し、ひび割れが生じる、という損傷メカニズムが明らかとなった。

第3章では、通水状態における農業用水路トンネルの変状の調査技術として、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た。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が分かった。一方、①装置が水平方向に回転した場合に変状を見落とす可能性がある、②変状の正確な位置や規模の特定が困難、③速い流下速度では記録画像の分析が困難、④水中部の撮影は流水の透明度に影響されるという課題が明らかとなった。このため、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が今後の課題である。さらに、既存の水中ロボットカメラの性能について検証したところ、透明度の高い流水中では壁面のひび割

れ幅の計測が可能であることを確認できた。しかし、透明度の低い流水中では画像撮影が困難であるため、漏水音探知などの変状探知技術の研究が今後の課題である。

第4章では、まず、道路橋、道路舗装および港湾施設における劣化予測手法の現状を分析したところ、マルコフ連鎖を適用した劣化予測モデルの事例が多いことが分かった。次に、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た。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たところ、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、ダムを除く工種間では、劣化度C（健全な状態）が劣化度B（劣化が軽微な状態）になる劣化速度にほとんど差はない。一方、劣化度Bが劣化度A（劣化が著しく進行した状態）になる劣化速度は、水路と頭首工の電気設備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ことが示唆される、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が明らかとなった。

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たところ、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劣化傾向を示すことが分かった。しかし、マルコフ連鎖モデルについては、個別の施設・部材ごとの予測が困難であるなどの課題があるため、今後、施設・部材ごとの経年的な機能診断データを蓄積し、より精度の高い劣化予測手法を確立する必要がある。

第5章では、まず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たところ、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が分かった。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推察された。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が推察された。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が分かった。

次に、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た。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わせた場合、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が確認された。接着型テープ工法に用いるシーリング材の接着強度に関する要求性能の設定と、現地施工箇所の追跡調査による3～5年の目標耐用年数の検証が、今後の課題である。