

(様式第13号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 周藤 将司

題目: 寒冷地のRC開水路側壁における凍害劣化と診断手法に関する研究
(Research on Frost Damage Deterioration and Diagnosis Method of RC Open Channel Sidewall in Cold Region)

.....
現在供用されている構造物には、標準耐用年数を超過して供用されているものが多数存在している。農業水利施設についても同様であり、特に研究対象とした用排水路については、全国で約4万9千kmに及ぶ総延長のうち17%が標準耐用年数を超過しており、現在老朽化のピークを迎えている。現在は、既存の農業水利ストックの機能を効率的に維持することを目的とした機能診断を行い、適切な予防保全対策を行うことが求められている。

本研究で対象とする寒冷地のRC開水路においては、近年、特徴的な凍害による変状が明らかになっている。具体的には、表面変状としてのひび割れと内部変状としてのひび割れの方向が異なるという点である。しかし、現時点では、それらの変状については未解明な点が多く、既往の研究によって明らかになっている変状の発生メカニズムやパターンについて更なる検討が必要とされる。また、変状発生時の力学特性の変化や変状、特に内部変状の診断・評価手法を明確に示すことが、今後のストックマネジメントの進展のためには必要不可欠であると考えられる。

そこで本論文では、寒冷地におけるRC開水路のストックマネジメント、特に機能診断に資することを目的として次の研究を行った。まず、RC開水路側壁の表面変状と内部変状についてそれぞれ調査を行い、両者の関係性について考察した。また、凍害診断の際に用いられる相対動弾性係数とコンクリートの各種力学特性の関係について明らかにした。

次に、内部変状の診断方法として、現地踏査（概査）と現地調査（精査）のそれぞれの段階における調査手法の検討を行った。概査の段階では、目視診断によって表面変状の特徴から内部変状の発生箇所を定性的に明らかにするための診断ポイントを明らかにした。また、精査の段階では、注入工法と超音波法を用いて内部変状の発生箇所をより定量的に評価する手法について検討を行い、層状ひび割れの発生範囲の推定が可能であることを明らかにした。さらに、現地非破壊試験としての共鳴振動法による一次共鳴振動数の測定を小型起振機を用いて行う手法についての検討を行い、その実用性を確認した。その後、現地非破壊試験による動弾性係数の推定のためのフロー図を作成し、そのフロー図に則った測定を行うことでフロー図の妥当性を確認した。

本研究によって得られた知見を以下に概括する。

- (1) 凍害劣化が進行したコンクリートの力学特性と相対動弾性係数について
 - ① 相対動弾性係数と圧縮強度比，静弾性係数比，引張強度比，曲げ強度比は，近似式によって線形関係で示すことが可能である。
 - ② 相対動弾性係数と静弾性係数比，引張強度比，曲げ強度比の相関係数は0.7以上と大きく，強い相関関係を示した。
 - ③ 相対動弾性係数と圧縮強度比の関係については，相関係数が0.5程度に留まった。要因としては，圧縮強度を求める際に使用する降伏応力の値にばらつきが生じることが挙げられる。
- (2) 現地踏査における目視診断による内部変状の評価について
 - ① 表面ひび割れが凹凸の起伏を持って発生している開水路側壁では，表面ひび割れの形態が下に凸の箇所でも内部変状である層状ひび割れが発生している可能性が高い。
 - ② 目視調査による層状ひび割れの発生箇所の定性的診断は，側壁の天端に他よりも著しいスケーリングが発生している箇所，表面ひび割れの形態が下に凸の箇所，降雨の数日後に表面が湿潤している箇所，が複数揃う箇所を踏査により見つけることを行うことができる。
- (3) 現地調査における層状ひび割れの定量的評価について
 - ① 注入材の充填によって内部のひび割れが閉塞した場合，超音波伝播速度の値は注入材充填前と比較して大きくなる傾向を示す。また，超音波伝播速度の変化に着目することで，注入材充填によってひび割れの閉塞が行われているか否かを評価することが可能である。
 - ② 表面走査法による超音波伝播速度の測定では，注入材の充填によって表面部と内部で伝播速度の差が無くなり，ほぼ一定の値を示す。
 - ③ 注入材の充填範囲は上述の傾向の把握によって推定することが可能であり，同時に層状ひび割れの範囲も推定することが可能である。
- (4) 実務として機能診断を行う際の非破壊試験による凍害診断手法について
 - ① 小型起振機を用いた室内試験の結果からは，JIS規格に準じた試験機と同等の一次共鳴振動数の測定が可能であることが確認された。
 - ② 上記(1)の結果を受け，フロー図に則った試験を行ったところ，未劣化の試験体については，動弾性係数の評価を一定の精度で行うことが可能である。
 - ③ 同じ弾性波法である超音波伝播速度を用いた推定値と一次共鳴振動数を用いた推定値を複合することで，さらに精度よく動弾性係数を推定できる可能性があることが示唆された。
 - ④ 劣化の著しい試験体での評価からは精度のよい動弾性係数の推定は行えず，本フローによる検討は凍害劣化の潜伏期・進展期に相当する状態のコンクリートまでが適用範囲であると考えられる。