

積雪寒冷地におけるコンクリート施設の凍害・摩耗診断 Frost Damage and Abrasion Diagnosis of Concrete Facilities in Snowy Cold Regions

○石神暁郎^{*1} 西田真弓^{*1} 森 充広^{*2}

ISHIGAMI Akio, NISHIDA Mayumi, MORI Mitsuhiro

1. はじめに

農業水利施設の主要な構成材料であるコンクリートは、時間の経過とともに劣化が進行し、特に積雪寒冷地では凍害劣化が懸念される。凍害劣化が発生したコンクリート施設では、層状ひび割れなどによりその健全性が著しく損なわれることが明らかになっており、また、水利施設に特有の摩耗劣化との併発により、その性能低下が加速される可能性も考えられる (Fig.1 参照)。著者らは、北海道内に位置する複数の頭首工、ならびに開水路を構成するコンクリートにおいて、主に水中に曝されている部位を対象としたコア採取を行い、劣化状況の詳細調査を行った。本報では、その結果の概要を示すとともに、凍害劣化と摩耗劣化との関係について考察する。



エプロンの変状 底板の変状

Fig.1 凍害・摩耗による変状

Deformation by frost damage and abrasion

2. 凍害・摩耗診断の概要

調査対象とした頭首工は、北海道上川地方に位置する S 頭首工、石狩地方に位置する T 頭首工、一方、開水路は、空知地方に位置する N 用水路、上川地方に位置する T 用水路である。いずれの施設においても、供用後 40 年以上が経過しており、主に気中に曝されている部位では凍害劣化が、水中に曝されている部位では摩耗劣化が確認されている (Fig.1 参照)。

本診断では、各施設において採取したコア試験体について、圧縮強度 (JIS A 1107 準拠) および静弾性係数 (JIS A 1149 準拠)、コンクリート表面からの深さ毎の相対動弾性係数、ならびに元素濃度 (JSCE-G 574 準拠) を測定した。相対動弾性係数の測定では、超音波法 (透過法) により深さ毎のコアの直径方向の超音波伝播速度を測定し、得られた伝播速度より、緒方ら¹⁾の研究結果から導き出されている算出式により深さ毎の相対動弾性係数を算出した。なお、算出に必要な健全部の伝播速度は、各施設で得られた最速値とした。

3. 凍害・摩耗診断の結果および考察

圧縮強度および静弾性係数の測定結果を Fig.2 に示す。図中の黒色の実線は、土木学会「コンクリート標準示方書 [設計編]」および日本道路協会「道路橋示方書・同解説」に示される圧縮強度による静弾性係数の設計値、淡灰色の着色範囲は、後者の文献に示されているコンクリートの最低設計基準強度を下回る範囲を明示したものである。S 頭首工では、固定堰・堰体の上流側、可動堰・エプロンの上流側の測定値は、土木学会、日本道路

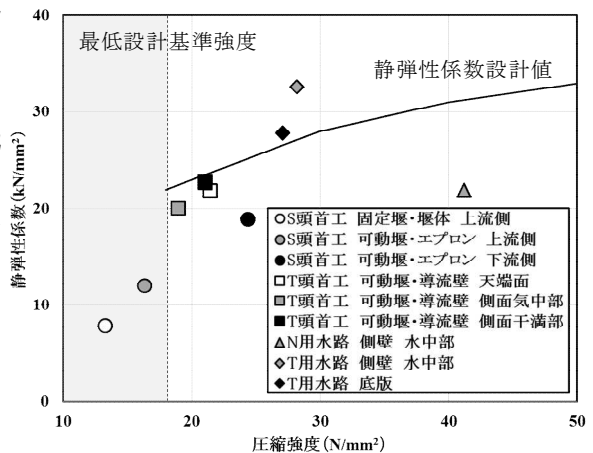


Fig.2 圧縮強度および静弾性係数の測定結果
Compressive strength and static elastic modulus

※1 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 Civil Engineering Research Institute for Cold Region, PWRI

※2 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

コンクリート, 凍害, 摩耗

協会の設計値，基準値に比べ小さかった。一方，可動堰・エプロンの下流側の測定値は，圧縮強度は他の部位に比べ大きかったが，静弾性係数は圧縮強度から推定される値よりも小さかった。可動堰・エプロンの下流側では，すりへり作用による断面欠損が確認されており，圧縮強度が低下したコンクリートが既に消失していた可能性が考えられる。

相対動弾係数の測定結果を Fig.3 に示す。図中では，相対動弾係数 85%未満 60%以上の範囲を淡灰色に，60%未満の範囲を濃灰色に着色して示している。相対動弾係数は，コンクリート表面に近いほど低くなる傾向がみられた。また，水による影響を受け易く，かつ，温度変化が大きい部位ほど，低くなる傾向が確認された。

カルシウム (Ca) 濃度の測定結果を Fig.4 に示す。S 頭首工では，固定堰・堰体の上流側，可動堰・エプロンの上流側で，カルシウム濃度はコンクリート表面に近いほど低くなる傾向がみられた。一方，可動堰・エプロンの下流側では，カルシウム濃度はごく表層においてのみ低下しており，他の部位に比べ総じて高かった。このことから，カルシウム濃度が低下したコンクリートの大部分が既に消失していたことが確認された。また，T 頭首工では，可動堰・導流壁の側面気中部で，ひび割れ近傍でのカルシウム濃度低下が，さらに，T 用水路では，側壁の水中部，底版で，表面近傍での濃度低下が確認された。

4. おわりに

本診断で得られた相対動弾係数の低下範囲とカルシウム濃度の低下範囲はよく符合しており，凍害劣化と摩耗劣化は相互に影響を与え合う関係であることが予想される。凍害劣化が摩耗劣化に与える影響としては，ひび割れの発生，圧縮強度や相対動弾係数の低下による，すりへり抵抗性の低下などが考えられる。一方，摩耗劣化が凍害劣化に与える影響としては，カルシウム成分の溶脱現象に伴う細孔構造の変化による，凍結融解抵抗性の低下などが考えられる。

参考文献

- 1) 緒方英彦・野中資博・藤原貴央・高田龍一・服部九二雄：超音波法によるコンクリート製水路の凍害診断，コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関するシンポジウム論文集，pp.63-70，2006

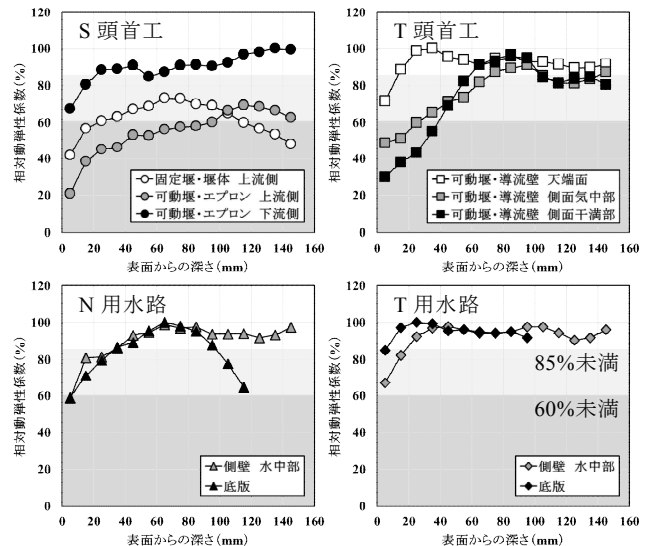


Fig.3 相対動弾係数の測定結果
Measurement results of dynamic elastic modulus

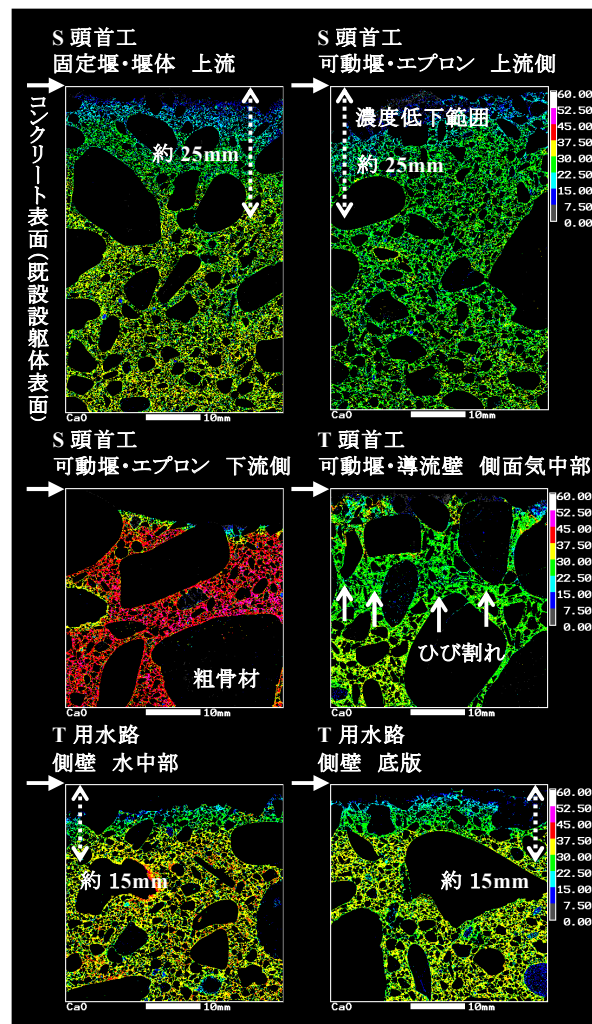


Fig.4 元素濃度 (Ca) の測定結果
Measurement results of elemental concentration (Ca)