

機械インピーダンス法による無機系表面被覆材の付着性評価手法の検討

Examination of Adhesion Evaluation Technique of Inorganic Surface Coating Material by Mechanical Impedance Method

○田場一矢^{※1} 石神暁郎^{※1} 山田章^{※1} 中村和正^{※1}

Kazuya Taba, Akio Ishigami, Akira Yamada, Kazumasa Nakamura

1. はじめに

平成 27 年 11 月に改訂された「農業水利施設の長寿命化の手引き」¹⁾(以下、手引き)の中で、長寿命化の対策後 5 年間はモニタリング調査を実施することを標準とすると位置付けられた。手引きの中でモニタリング調査は、目視と打音調査を基本調査として、必要に応じて付着強度試験などの定量的な調査を実施するとされている。付着性は、表面被覆工法の重要な性能のひとつであるものの、その評価手法である付着強度試験は破壊を伴うため多用することは難しい。現在、筆者らは、非破壊調査であり、効率性および客観性の確保が期待できる機械インピーダンス法を用いたモニタリング手法の開発に取り組んでいる^{2),3)}。本稿では、無機系被覆工法で補修されたコンクリート開水路において、無機系表面被覆材とコンクリートとの付着性を機械インピーダンス法により評価する手法について検討した結果を報告する。

2. 機械インピーダンス法の概要

機械インピーダンス法は、加速度計が内蔵されたハンマーで対象物を打撃し、得られた加速度から打撃対象物の弾性的性質を示す指標となる機械インピーダンス Z_R を測定して、コンクリートの圧縮強度を推定するものである。得られる加速度波形の概要を Fig.1 に示す。 Z_R は、加速度の最大値 A_{max} とハンマーが対象物から離れたときの速度 V_R から式(1)により算出され、推定圧縮強度 STR は Z_R から式(2)により算出される。

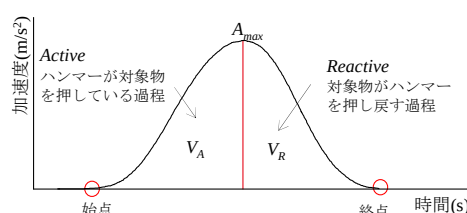


Fig. 1 加速度波形の概要
Outline of acceleration waveform

$$Z_R = (M \times A_{max}) / V_R^{1,2} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$STR = a \times Z_R^3 \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 M はハンマーの質量であり、 a は校正係数である。

積雪寒冷地で補修された開水路では、コンクリート内部や表面被覆材の付着界面近傍に存在する水分により凍結融解が発生する。凍結融解は、コンクリート内部では微細ひび割れを発生させ、付着界面近傍では直接的に付着強度を低下させる。コンクリート内部で発生した微細ひび割れは、水分の凍結による膨張圧などにより累積し、コンクリートの引張強度を低下させ、表面被覆材の付着強度を低下させる。付着強度の低下は、終局的には浮き・剥離になると考えられる。 Z_R は、表面被覆材とコンクリートとの間に発生する浮き・剥離の影響を受ける^{2),3)}ので、 Z_R から算出される STR を指標とすることで、付着性の低下を把握できる可能性が考えられる。

3. 調査対象施設と検討方法の概要

調査対象施設の写真を Fig.2 に、施設の概要を Table 1 に示す。本施設は、北海道に位置する開水路である。本検討では、打音法のハンマーにより浮き・剥離有りと判断された箇所と浮き・剥離無しと判断された箇所のそれぞれで機械インピーダンス法による打撃試験と垂直単軸引張

※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
コンクリート開水路、付着性、機械インピーダンス法



Fig.2 調査対象施設
Investigated facility

試験機による付着強度試験を行い、*STR* と付着強度の関係を調べた。なお、機械インピーダンス法による試験はコンクリートテスター（日東建設社製 CTS-02V4 型）を用い、付着強度試験は単軸垂直引張試験機（サンコーテクノ社製 テクノテスターRT-1000LD II）を用いた。機械インピーダンス法による試験と付着強度試験は、ほぼ同位置で行った。

3. 結果および考察

STR と付着強度の関係を **Fig.3** に示す。**Fig.3** の横軸はコンクリートテスターにより得られた *STR* を示しており、縦軸は単軸垂直引張試験機により得られた最大引張荷重を上部引張用鋼製ジグの面積で除して求めた付着強度を示している。青丸は打音法により浮き・剥離無しと判断された箇所、赤三角は打音法により浮き・剥離有りと判断された箇所である。なお、*STR* は 10 回の打撃試験の平均値であり、付着強度は 1 回の値である。**Fig.3** からは、*STR* が小さい箇所では、付着強度も小さいことから、*STR* を指標とすることで付着性を評価できる可能性が示唆された。浮き・剥離有りと判断された箇所の付着強度試験後の写真を **Fig.4** と **Fig.5** に示す。コンクリート内部および表面被覆材とコンクリートの付着界面で浮き・剥離が確認された。

4. まとめと今後の課題

機械インピーダンス法により得られる *STR* を指標とすることで付着性を評価できる可能性が示唆された。今後、浮き・剥離につながる付着性の低下の兆候を把握するには、データ数を増やし *STR* と付着強度との関係を精査する必要がある。

Table 1 調査対象施設の概要
Outline of investigated facility

用水路名	K幹線用水路
構造形式	RC現場打ちフリーム水路
補修工法の分類	無機系被覆工法
種類	セメントモルタル系
施工年度	平成18年度
補修後供用年数	9年
補修設計厚	5～10mm

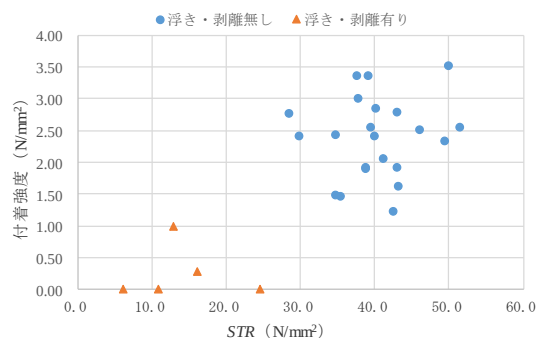


Fig. 3 *STR* と付着強度の関係
Relation between “*STR*” and adhesion strength



Fig.4 コンクリート内部の浮き・剥離
Delamination of inside concrete



Fig.5 界面の浮き・剥離
Delamination of boundary

参考文献 1)農林水産省農村振興局（2015）：農業水利施設の長寿命化のための手引き，6-1-6-22.

2)田場一矢・石神暁郎・横山博之・山田章・中村和正（2015）：機械インピーダンス法による表面被覆材で補修されたコンクリート開水路の浮き・剥離調査，平成 27 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，734-735.

3)田場一矢・石神暁郎・中村和正（2015）：機械インピーダンス法を用いた補修後のコンクリート開水路に発生する浮き・剥離の検出に関する検討，コンクリート工学年次論文集，37（1），1843-1848.