

超音波法によるコンクリート製開水路の凍害診断に関する研究

— 表面走査法による凍害劣化の評価 —

Frost Damage Diagnosis of Concrete Channel by Ultrasonic Pulse Method
- Estimation of Degradation by Frost Damage using Surface Scanning Method -

○緒方 英彦*, 高田 龍一**, 鈴木 哲也***, 山崎 大輔****, 佐藤 周之*****, 服部 九二雄*
OGATA Hidehiko*, TAKADA Ryuichi**, SUZUKI Tetsuya***, YAMAZAKI Daisuke****, SATO Syushi*****
and HATTORI Kunio*

1. はじめに

コンクリート構造物の凍害は、構造形式、供用される環境条件に応じた特徴があり、農業水利施設の多くの割合を占めるコンクリート製開水路でも、特徴的な凍害が生じる¹⁾。コンクリート製開水路の凍害診断は、この凍害の特徴を認識した上で取り組む必要があり、適正な診断結果を得るためには、発生の特徴を踏まえた診断方法でなければならない。

本文では、遠藤らが提案している超音波の表面走査法による凍害劣化深さ推定方法²⁾を供用中の凍害が生じているコンクリート製開水路に適用し、コンクリート製開水路の凍害劣化の評価を試みた。

2. 現地試験の概要

現地試験は、北海道岩見沢市で供用中の昭和40年頃に建造された凍害が生じているコンクリート製開水路で実施した。写真-1に現地試験を実施したコンクリート製開水路の状態を示す。左岸側は南面にあたり、灌漑期（非凍結期）の通水高さにあたる最多頻度水位よりも上部（以下、気中部）だけに凍害劣化が顕著に見られ、下部（以下、水中部）には凍害劣化が見られない。一方、右岸側は北面にあたり、気中部および水中部のいずれにおいても凍害劣化が見られない。

超音波の表面走査法による凍害劣化の評価は、左岸側の気中部と水中部、右岸側の気中部と水中部の計4箇所で行った。超音波伝播時間の測定は、周波数54kHzのP波用振動子を使用した二探触子法により、発振子を側壁表面に設置した後、受振子を発振子と同一高さで50, 100, 150, 200, 250, 300mmの6段階に移動設置する表面走査法で行った。

現地試験では、超音波の表面走査法を実施した左岸側の気中部と水中部、右岸側の気中部の計3箇所

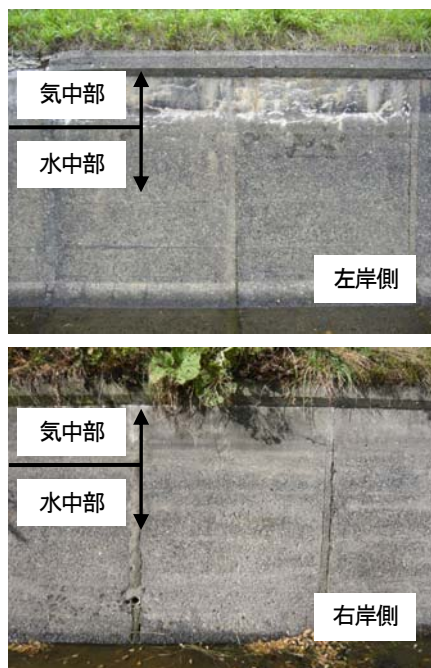


写真-1 現地試験を実施した側壁の状態

において、コアの採取も行った。

3. 超音波の表面走査法による凍害劣化深さの推定

遠藤らは、コンクリートの表層に劣化部が存在する場合、超音波の表面走査法で超音波伝播時間を測定したならば、探子間距離がある以上になると超音波の伝播経路が内部の健全部の縁部に全て一本化され、探子間距離と超音波伝播時間の勾配が変わることを前提とした次式による凍害劣化深さ推定方法を提案している²⁾。

$$t = \frac{X_0}{2} \sqrt{\frac{V_s - V_d}{V_s + V_d}} \quad (1)$$

t : 劣化部の厚さ(mm), V_d : 劣化部の超音波伝播速度 (劣化部の探子間距離と超音波伝播時間の直線の勾配の逆数) (km/s), V_s : 健全部の超音波伝播速度 (健

*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, **松江工業高等専門学校, Matsue National College of Technology, ***日本大学生物資源科学部, College of Bioresource Sciences, Nihon University, ****ショーボンド建設株式会社, SHO-BOND Corporation, *****高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University, コンクリート製開水路, 凍害, 凍害診断, 超音波法

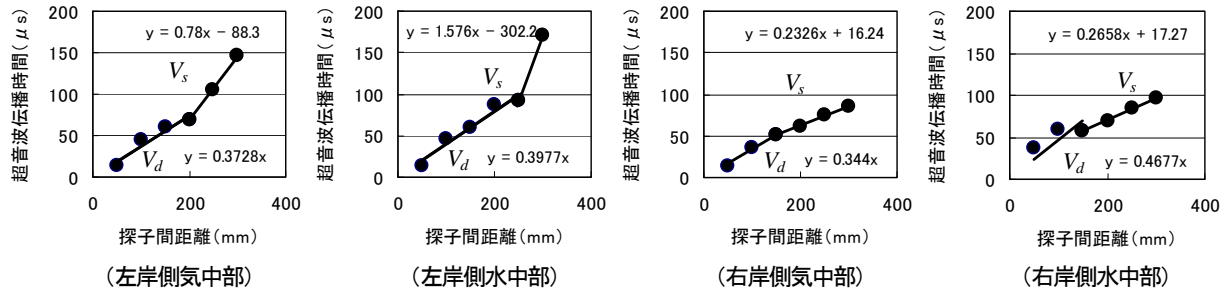


図-1 探子間距離と超音波伝播時間の関係



写真-2 採取コアの状態

全部の探子間距離と超音波伝播時間の直線の勾配の逆数) (km/s), X_0 : 直線の傾向が変わる位置(mm)

4. コンクリート製開水路の凍害劣化の評価

超音波の表面走査法により測定した探子間距離と超音波伝播時間の関係を図-1に示し、凍害劣化深さの推定結果を表-1に示す。また、採取コアの状態を写真-2に示す。

左岸側と右岸側では、 V_d と V_s の傾向が異なり、左岸側の気中部と水中部では、式(1)で前提としている $V_d < V_s$ の関係が成立せず、凍害劣化深さを推定できないことがわかる。一方、右岸側の気中部と水中部では、式(1)により凍害劣化深さを推定することができ、気中部が32.0mm、水中部が22.4mmとなる。

このような結果になる理由は、式(1)による凍害劣化深さ推定方法がコンクリートの表層に劣化部が存在し、内部は健全である状態を想定したものであり、採取コアからわかるように左岸側の気中部と水中部では、内部まで凍害によるひび割れが進行しているからである。ここで、左岸側の水中部は、表面上は凍害劣化が見られないが、採取コアからは内部に凍害によるひび割れが進行していることが確認でき、超音波の表面走査法で推定した V_d と V_s の傾向から、目視では確認できない内部の凍害劣化を評価できることが明らかになった。

表-1 凍害劣化深さの推定結果

位置	X_0 (mm)	V_d (km/s)	V_s (km/s)	t (mm)
左岸側気中部	216.8	2.682	1.282	#NUM!
左岸側水中部	256.5	2.514	0.635	#NUM!
右岸側気中部	145.8	2.907	4.299	32.0
右岸側水中部	85.5	2.138	3.762	22.4

5. まとめ

- (1) 凍害によるひび割れが内部に進行していない場合は、超音波の表面走査法により凍害劣化深さを推定することができる。
- (2) 凍害によるひび割れが内部に進行している場合は、目視で表面の凍害劣化が確認できなくても、超音波の表面走査法で推定した V_d と V_s の傾向($V_d > V_s$)から内部の凍害劣化を評価することができる。

これまでの研究では、最多頻度水位の下部である水中部に凍害劣化は顕著に見られないとしていたが、今回の現地試験を実施した開水路のように背面側に地下水がある場合は、地下水がコンクリート内部に浸透し、飽水度が高くなることで、内部に凍害劣化が進行することがあることを最後に追記しておく。

引用文献 1) 緒方英彦, 高田龍一, 野中資博, 服部九二雄: RC開水路の凍害, 農業農村工学会誌, 76(9), pp.31-34 (2008)
 2) 遠藤裕丈, 田口史雄, 林田宏, 草間祥吾: 非破壊による凍害深さの評価, コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関する委員会報告書・論文集, 日本コンクリート工学協会, pp.293-298 (2008)