

## 凍害が発生している開水路L型ブロックの注入材充填前後の超音波伝播速度 Ultrasonic Propagation Velocity with or without Injectable Material on L-Shaped Open Channel Block with Frost Damage

○周藤 将司\*, 緒方 英彦\*\*, 石神 暁郎\*\*\*, 金田 敏和\*\*  
SUTO Masashi, OGATA Hidehiko, ISHIGAMI Akio and KANETA Toshikazu

### 1. はじめに

寒冷地における農業水利施設のコンクリート製開水路は、特徴的な凍害劣化形態を示し、表面変状と内部変状の発生形態はそれぞれ異なることが報告されている<sup>1)</sup>。表面変状については、表面からの凍害劣化深さを評価するための既往の研究<sup>2)</sup>があり、超音波試験の表面走査法による推定式として式(1)が示されている。

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

$t$ : 劣化部の厚さ (mm),  $V_d$ : 劣化部の超音波伝播速度 (km/s),  $V_s$ : 健全部の超音波伝播速度 (km/s),  $X_0$ : 直線の傾きが変わる位置 (mm)  
一方、内部変状については、現在のところ評価方法が確立されていない。

そこで本研究では、内部変状の評価方法としての表面走査法の適用性を検討する研究の一環として、内部変状である層状ひび割れが発生している開水路側壁のL型ブロックを対象に、注入材充填前後の超音波伝播速度の傾向の違いについて考察した結果を示す。ここで、注入材の充填は、内部変状である層状ひび割れの範囲の特定、補修・補強を目的として行っており、今回はエポキシ樹脂を用いている。

### 2. 試験概要

本研究で用いたコンクリート製開水路の側壁は、北海道内で昭和40年代に築造されたL型ブロックである。寸法は、側壁天端からハンチ上端までの高さが2,070mm、幅が1,200mmであり、部材厚さが上端130mm、下端150mmである。側壁の内面は、南東向きとなっており凍結融解の作用を受け易い供用環境にある。

L型ブロックの表面走査法による超音波伝播速度の評価は、気中部2箇所、最多頻度水位ライン上1箇所、水中部1箇所の計4箇所において、注入材の充填前と充填後のそれぞれで行った。評価位置の表面状態を表-1に示す。超音波伝播速度を評価するための超音波伝播時間の測定は、振動子周波数54kHz、発・受振子の

表-1 超音波伝播速度の評価位置と表面状態

測線	上端からの距離 (mm)	表面状態
No.1	190	気中部, ひび割れ・多
No.2	390	気中部, ひび割れ・少
No.3	690	最多頻度水位ライン, 骨材露出・有
No.4	975	水中部上部, 骨材露出・有

直径50mmの超音波測定器により行った。表面走査法は、先ず基点となる点に発振子を設置し、次に受振子を基点から水平方向に50mmから500mmまで50mm間隔で移動させて計10点で測定を行った。各測線の位置は、表-1に示すとおりである。

低圧注入器具とグリスガンによる注入材の充填は、各測線間に設けた2点の注入孔からそれぞれ行ったが、実際に行えたのは、No.2とNo.3の間の注入孔だけであった。充填後の超音波伝播時間の測定を行った後には、L型ブロックを切断し内部変状の発生形態の確認をするとともに、注入材充填状況の確認を行った。

### 3. 結果と考察

注入材の充填前後の表面走査法の測定結果を図-1, 2に、超音波伝播速度の算出結果を表-2にそれぞれ示す。

式(1)は $V_s > V_d$ という条件の下で成立する。表面に劣化部がある場合の超音波パルスは、端子間距離を延ばすとやがて劣化部と健全部の縁端を伝播経路とするため、それ以降の端子間距離では伝播経路が同一になり、速度の変化が小さくなるためである。

充填前の測線No.1, 2, 3では、 $V_s < V_d$ となり逆勾配のグラフを示した。緒方らは、内部に層状ひび割れが生じている場合には内部が健全部であるという式(1)の前提条件を満たさないために、逆勾配のグラフからは劣化深さを推定できないとしている<sup>3)</sup>。このことから本試験では、 $V_s < V_d$ となる測線の内部には層状ひび割れが発生している可能性が高い箇所と判

\*鳥取大学大学院連合農学研究科, United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University, \*\*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, \*\*\*土木研究所寒地土木研究所, Civil Engineering Research Institute for Cold Region. 凍害, 表面走査法, 内部変状, 層状ひび割れ

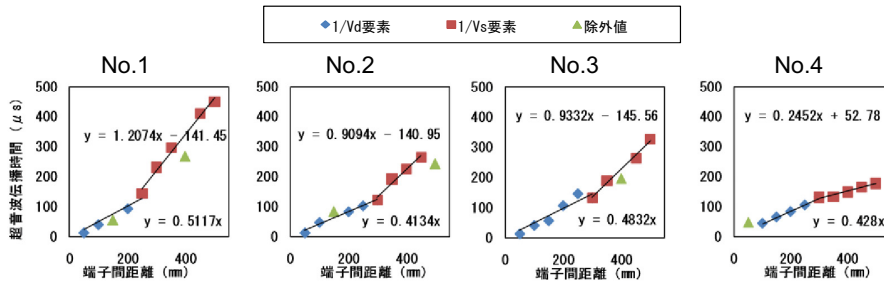


図-1 注入材充填前の表面走査法結果

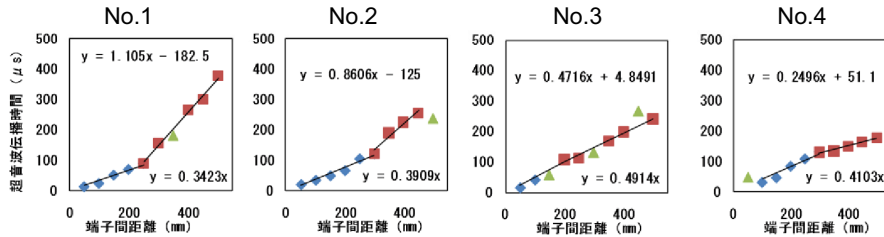


図-2 注入材充填後の表面走査法結果

表面側



背面側

図-3 L型ブロック断面状況

断した。充填後の測定結果においては、No.3 において  $V_s > V_d$  となり関係が逆転し、超音波パルスの伝播に注入材の充填が関与していることが示唆される。

測線 No.2 と No.3 の間の上端からの距離 600mm で切断した L 型ブロックの断面状況を 図-3 に示す。測線 No.3 から 90mm 離れている断面においては、表面側に複数の層状ひび割れが確認されたが、注入材の充填を確認することはできなかった。このことから注入材の充填範囲は、注入孔の近傍に限られていると考えられる。しかし、超音波パルスの伝播は、端子間距離を伸ばす過程で注入材の充填範囲に接することになり、充填前の状態よりも超音波パルスが伝播しやすい状態になったため、充填後は  $V_s > V_d$  になったものと考えられる。

表面走査法により注入材の充填範囲を評価する場合には、発・受振子の測線近傍の充填状況の影響を受け、求められる超音波伝播速度が変わることが、本研究により明らかになった。

#### 4. まとめ

本研究から得られた結果を以下に示す。

(1) 表面走査法の測定結果が  $V_s < V_d$  となる場

表-2 注入材充填前後の超音波伝播速度 (km/s)

No.	注入材充填前		注入材充填後	
	$V_d$	$V_s$	$V_d$	$V_s$
No.1	1.95	0.83	2.92	0.90
No.2	2.42	1.10	2.56	1.16
No.3	2.07	1.07	2.04	2.12
No.4	2.34	4.08	2.44	4.01

合には、側壁内部に内部変状としての層状ひび割れが発生している可能性がある。

(2) 表面走査法の測定結果は、発・受振子の測線近傍に注入材の充填された箇所がある場合には充填前後の  $V_s$  と  $V_d$  の関係が変わる。

#### 参考文献

- 緒方英彦ら：RC 開水路の側壁内部における凍害ひび割れの発生形態，農業農村工学会誌，Vol.78，No.5，pp.29-33，2010
- 遠藤裕丈ら：コンクリートの凍害劣化の簡易診断技術に関する基礎的研究，寒地土木研究所月報，Vol.690，pp.15-22，2010
- 緒方英彦ら：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—，平成 21 年度農業農村工学会大会講演会，pp.517-518，2009