

広帯域超音波法（WUT）を用いた PC グラウト充填探査の基本特性と精度向上

(株)日本ピーエス 正会員 ○福島 邦治  
 (株)日本ピーエス 正会員 山田 浩司  
 (株)エッチアンドビーシステム 正会員 木下 尚宜  
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

PC 桁主ケーブルのグラウト充填調査技術として用いられている広帯域超音波法(以下, WUT)は, 供用中の橋梁や新設橋梁での調査事例が多数あるものの, 既報では 330 箇所のグラウト充填判定に対して 150 箇所ですグラウト充填判定不能があったことが報告されている<sup>1)</sup>. これは WUT の充填判定が経験則に基づいて行われていることが一因と考えられる. 本研究では, 実橋梁を用いて WUT の基本特性を調査し, さらに充填調査の精度向上を目的としてグラウト充填判定方法および評価方法について検討した.

2. 使用機器および測定条件

本研究の WUT は, 直径 76mm の発信および受信探触子, 探触子用の接触媒質, 超音波発生装置およびパソコンと専用解析ソフトから構成される. 表-1 に装置の仕様を, 写真-1 に測定機器の写真を示す.

表-1 広帯域超音波装置の仕様

探傷周波数範囲	2.5kHz~1,000 kHz
探触子印加電圧	1~500V
増幅度	20~60dB
時間軸サンプリング数	4000 点
パワーサプライ	AC100V
本体外觀寸法	W200mm×D230mm×H72mm, 2.8kg
受信・発信探触子	D76 圧電素子, 外形 D95mm×H60mm

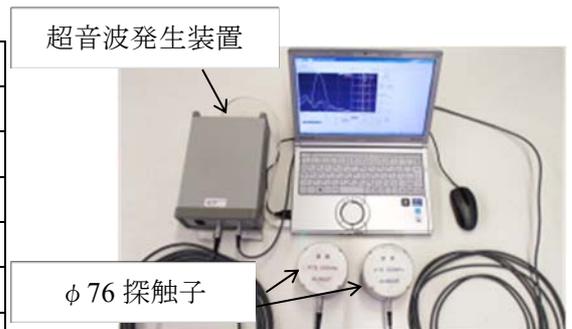


写真-1 広帯域超音波測定機器

3. 実験方法

本実験では, 桁長 26.7m のポストテンション T 桁の実橋梁を使用した. 側面図および断面図を図-1 に示す.

3.1. 基本特性の調査

WUT を用いたグラウト充填調査では, 受信子と発信子の 2 つの探触子を使用する. 探触子間隔が電圧値に与える影響を把握するため, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6500mm と探触子間隔を変えながら超音波伝搬範囲の検討を行った.

3.2. グラウト充填判定方法と評価方法に対する検討

現在, WUT を用いたグラウト充填調査では, 1 回の計測に対して 4 点の計測を行い, 得られた受信波を加算して解析する加算平均が用いられている. 本実験では, 測点数の相違が充填判定に与える影響を検討するた

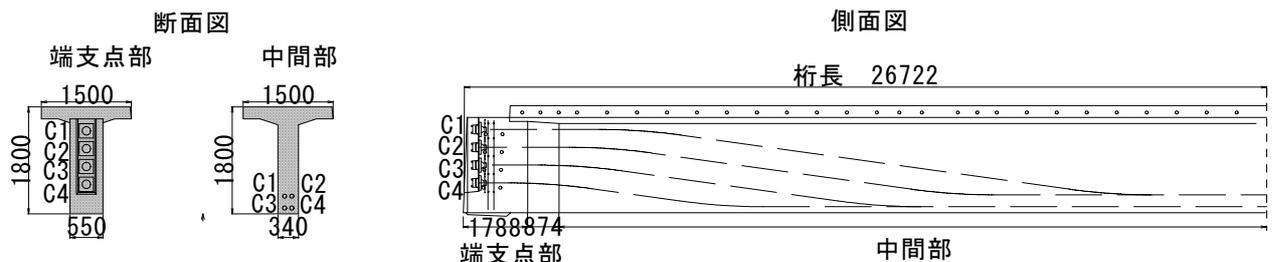


図-1 供試体側面図および断面図

キーワード 非破壊検査, 広帯域超音波法 (WUT), PC グラウト充填調査, 充填判定方法

連絡先 〒812-0024 福岡県福岡市博多区網場町 2-2 福岡第一ビル 6 階 TEL : 092-262-5120

め、加算平均回数を1点~6点と変化させ、実際の充填状況との比較を行った。C1 ケーブルを対象としてグラウト充填前（以下、IG）、同充填後（以下、CG）における各13点の連続計測を実施した。本実験では通常の周波数スペクトル成分波形での判定に代え、40kHzを閾値とし、スペクトルの最大値が40kHz以上を未充填、40kHz以下を未充填として評価した。また、超音波は、異なる物質の界面で大きく反射する性質があるが、従来の充填判定では、周波数成分のみに着目してきた。周波数成分のみに着目した充填判定では、低周波と高周波成分が混在した場合、充填判定できないおそれがある。本検討では、各点で得られた受信波のシース相当位置に着目し、受信波の最も大きな（相対）電圧値を  $V_{max}$  とし、そこから最も変化量大きい値を最小電圧値  $V_{min}$  として各測点の周波数との関係性を検討した。概念図を図-2に示す。

4. 結果と考察

探触子間隔を変化させた実験結果を図-3に示す。得られた（相対）電圧値は最小間隔500mmで6604.9、最大間隔6500mmで143.7となった。得られる電圧値が小さい場合は、充填、未充填の差が明確化できないため、かぶり厚に応じた適切な探触子間隔で調査を行うことが望ましい。次に、加算平均回数を変化させて計測したIGに対する未充填検出割合とCGにおける充填検出割合（以下、検出率）を図-4に示す。IGでは点数が増加するにもなって検出率が低下する傾向、CGでは点数増加にもなって検出率が減少する傾向となった。CGでは、5点加算平均での検出率が88.9%と最も高い値を示した。加算点数を増加させることで、骨材やシース継ぎ目などからの高周波域の波（妨害波）が減衰し、低周波数の領域が卓越したと考えられる。また、各測点の  $V_{max}$  と  $V_{min}$  の差と周波数の関係を図-5に示す。得られた最大周波数によらず、IGの  $V_{max}$  と  $V_{min}$  の電圧差はCGよりも大きな結果となった。これはIGではシース空隙部で反射波の位相が大きく変化し、高い電圧差が生じたためと考えられる。この結果は、周波数成分のみでの充填判定が行えなかった場合、電圧値によって判定が補完できる可能性を示唆したものである。

5. まとめ

- (1) 探触子間隔を500~6500mmと広げるほど得られる電圧値が小さくなることを確認した。
- (2) 実橋梁を用いて充填判定に用いる加算平均回数を変化させたところ、5点加算平均による検出率が88.9%と最も高い値を示した。
- (3) 最大周波数の値によらず、未充填時の最大電圧値と最小電圧値の差が充填時よりも大きい傾向にあったことから、得られた電圧値によってグラウト充填判定ができる可能性が示唆された。

参考文献

1) 濱岡弘二, 青木圭一, 原 幹夫, 木下尚宜: 広帯域超音波法を用いたPCグラウトの充填調査, プレストレストコンクリート, Vol.56, pp.35-40, 2014.

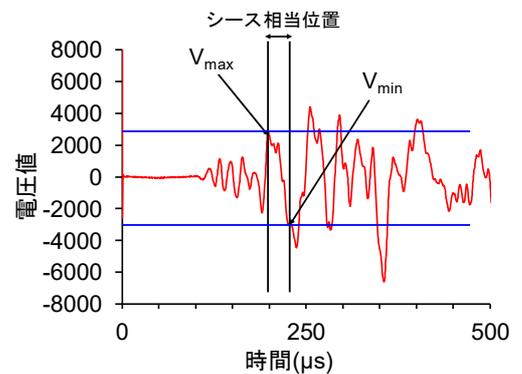


図-2 相対電圧値  $V_{max}$ ・ $V_{min}$  の抽出概念

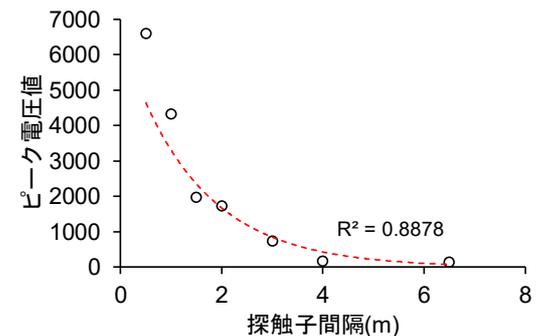


図-3 探触子間隔とピーク電圧値

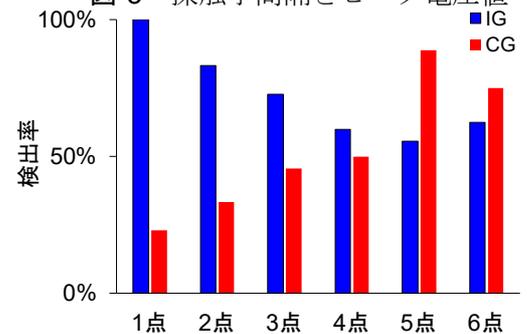


図-4 各加算点の検出率 (間隔 500mm)

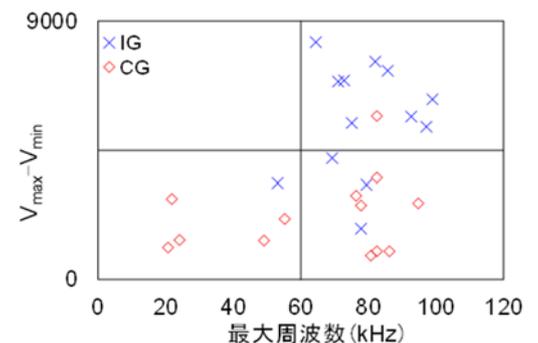


図-5 電圧差と最大周波数