

鋼製・PE シースを用いたポストテンション方式 PC 桁における 広帯域超音波法(WUT)の反射波特性

山口大学大学院 学生会員 ○切川雅斗
(株)日本ピーエス 迫 美乃
(株)エッチアンドビーシステム 正会員 木下尚宣
(株)日本ピーエス 正会員 山田浩司 福島邦治
山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

広帯域超音波法(WUT)は非破壊検査方法(NDT)のひとつであり、ポストテンション方式 PC 橋のシース内におけるグラウトの充填調査に用いられる技術である。WUTは他のNDTと比べて深いかぶり厚のPC部材に対しても適用可能であり、比較的容易に操作可能な計測システムである。WUTの構成機器を図-1に示す。

現在、ポストテンション方式PC桁には、一般に鋼製またはポリエチレン製(PE)のシースが用いられている。

これまで鋼製シースを用いた橋梁におけるWUT計測実験は行われているが、PEシースを対象にした事例の数は限られている。本研究は、WUTにおける鋼製シースおよびPEシースからの反射波特性を調べるため、鋼製シース・PEシースを用いた建設中の橋梁においてWUT計測実験を行った。



図-1 WUT構成機器

2. 計測方法

既往の研究¹⁾より、超音波帯域の弾性波は直進方向に強く伝播することが確認されている。本実験では、反射した弾性波を最も大きく捉えるため、図-2のようにコンクリート表面のシース直上に探触子を近接配置して計測を行った。本研究では、鋼製シースが設置された橋梁をA橋、PEシースが設置された橋梁をB橋とする。A橋・B橋ともに一般的にWUTで用いる周波数解析に加え、時系列データ(電圧値)を用いた解析を行った。



図-2 計測方法

3. 解析方法および条件

本研究では、探触子から導入される弾性波が図-3のように伝播し、シース奥側相当から反射した波が受信されるまでの時間を用いた。以降は「反射波到達時間」と称す。周波数解析では、反射波到達時間までの時系列波形を、矩形窓を用いて周波数変換する。また、時系列データを用いた解析方法においては、計測した電圧値変化を反射波到達時間まで時間積分する。この積分値を「積分電圧値」とする。また、A橋およびB橋の解析条件を表-1に示す。

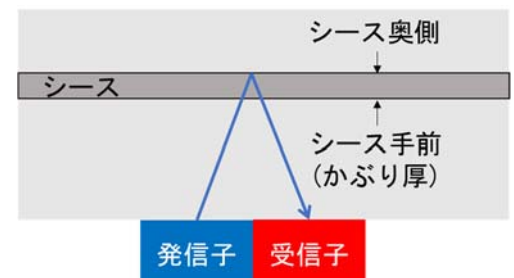


図-3 弾性波の伝播

4. 実験結果

4.1 周波数解析

WUTでは、卓越周波数(ピーク値)が高周波帯域にあれば「充填不良」、低周波帯域にあれば「充填」と判別している。A橋の周波数解析結果を図-4に示す。このグラウト未充填・充填シースからの反

キーワード 広帯域超音波法, 非破壊検査, ポストテンション方式PC, 鋼製シース, PEシース

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 TEL 0836-85-9306

表-1 解析条件

計測条件	A 橋 (鋼製シース)	B 橋 (PE シース)
探触子間隔(mm)	97	97
弾性波速度(m/s)	4740	4773
かぶり厚(mm)	75	67.5
探触子径(mm)	76	76
シース外径(mm)	77	74
ウェブ厚(mm)	220	200
サンプリング 周波数(MHz)	10	10
反射波到達時間(μs)	67.3	62.7

射波において、充填シースが未充填シースよりも高い卓越周波数がみられる。B 橋の周波数解析結果を図-5 に示す。B 橋における卓越周波数は、未充填では 63kHz、充填では 66kHz となり、充填と未充填において有意な差異はみられない。探触子を近接配置した場合、周波数解析では、A 橋・B 橋のどちらも充填・未充填シースに明瞭な差が得られず、周波数解析による評価方法では適切な評価が困難であった。

4.2 時系列データを用いた解析

A・B 橋における時系列データ(電圧値)の解析結果を図-6 に示す。積分電圧値においては、A・B 橋のいずれにおいても、未充填シースの方がグラウト充填シースよりも大きな値が得られた。これは、コンクリートやグラウトは音響インピーダンスが $800 \times 10^3 \sim 1,000 \times 10^3 \text{kg/m}^2\text{s}$ 程度に対して空気は $500 \text{kg/m}^2\text{s}$ 以下と著しく小さく、音響インピーダンス差が大きい境界面で波の反射率が大きくなるためである²⁾。この結果から、時系列データを用いた解析方法では、鋼製シース・PE シースによらず、充填・未充填の判別に有用な差異が得られることが分かった。これより、時系列データ(電圧値)を用いる評価方法は、周波数解析に比べグラウト充填状況を適切に推定できる可能性が窺えた。

5. まとめ

本研究で得られた主な知見を以下に記す。

- 反射波のピーク周波数を用いた評価方法では、鋼製・PE シースの種類によらずグラウト充填の判定が困難な場合がある。
- 時系列データを用いたグラウト評価方法では、鋼製シース・PE シースともに弾性波の特徴を反映し、充填と未充填において判別に有用な差異が得られる。
- 時系列解析は、周波数解析と比較してグラウト充填状況を適切に推定できる可能性が高い。

謝辞：本研究を進めるにあたり、株式会社エッチアンドビーシステムの原 幹夫氏、濱岡弘二博士、株式会社日本ピーエスの天谷公彦博士に御助言・御協力頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 木下尚宜, 迫 美乃, 福島邦治, 原 幹夫, 吉武 勇：広帯域超音波法におけるコンクリート中を伝播する弾性波の特性に関する基礎的検討, 土木学会論文集, 掲載決定。
- 2) 長岡洋介：振動と波 5.1 次元の波 §5.3 波のエネルギーとインピーダンス, p.129, 裳華房, 2006。

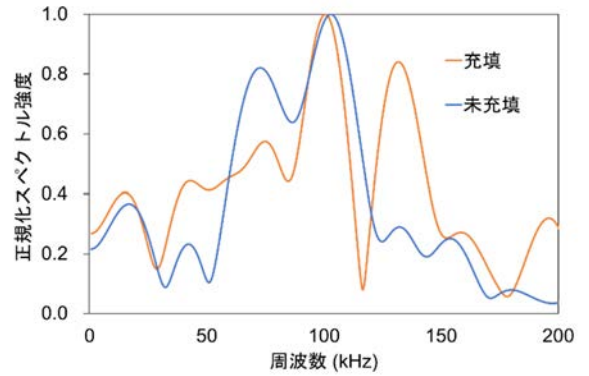


図-4 A 橋の周波数解析

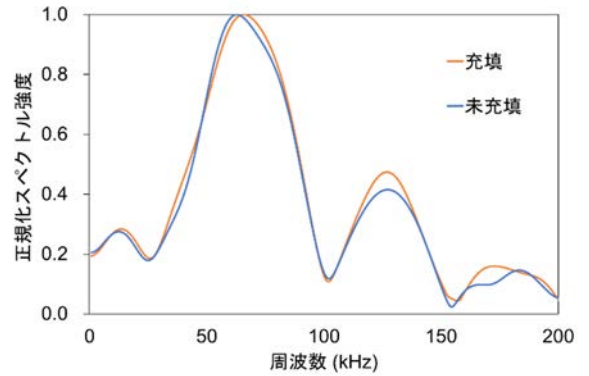


図-5 B 橋の周波数解析

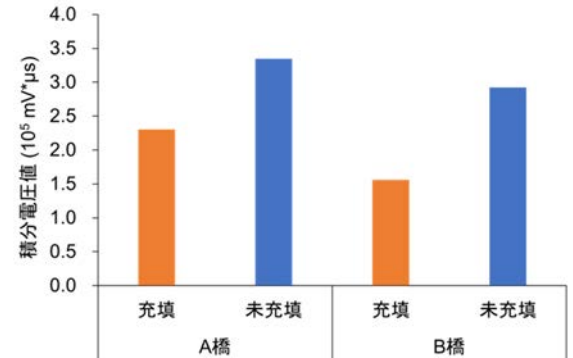


図-6 A 橋および B 橋の時系列解析