

ドライ超音波のグラウト充てん状況調査への適用

(株) エッチアンドビーシステム 正会員 ○木下 尚宜
 (株) エッチアンドビーシステム 廣瀬 正行
 (株) エッチアンドビーシステム 張 弘

1. はじめに

筆者らはポストテンション方式のプレストレストコンクリートに用いられるシース内のグラウト充てん状況を、広帯域超音波を用いて非破壊で検知する手法¹⁾を開発してきた。従来から超音波探査に用いられている探触子はグリセリン等の接触媒質を探触子・コンクリート間に塗布する必要がある。接触媒質の塗布やそれに伴う探査面の清掃は測定時間の大半を占めるため、作業効率の観点から接触媒質を用いない超音波探査が望まれていた。近年、接触媒質を用いない超音波探傷器（以降、ドライ超音波とする）が実用化されたため、本器のグラウト充てん状況調査への適用を検討した。

2. 試験体を用いた基礎検討概要

試験体の概要を図-1に示す。試験体はグラウトの充てん度合のみを変えた3体用い、グラウト充てん率はそれぞれ0, 50, 100%とした。弾性波の入力及び受信には、ドライ点接触式、2探触子、各12素子、周波数100kHz、縦波用(M2103, ACS社製)の探触子及び超音波探傷器(A1220, ACS社製)を用いた。

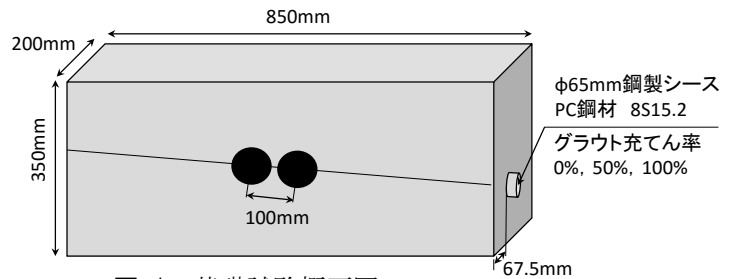


図-1 基礎試験概要図

3. 試験体を用いた基礎検討結果

得られた受信波をウェーブレット変換し、各時刻の最大値が1となるよう正規化したコンター図を図-2に示す。図-2よりグラウトが0及び50%のものは約30kHzにおいて連続したスペクトルピークの起生が明確に確認できる。一方、100%のものは複数のスペクトルピークの起生が確認できる。

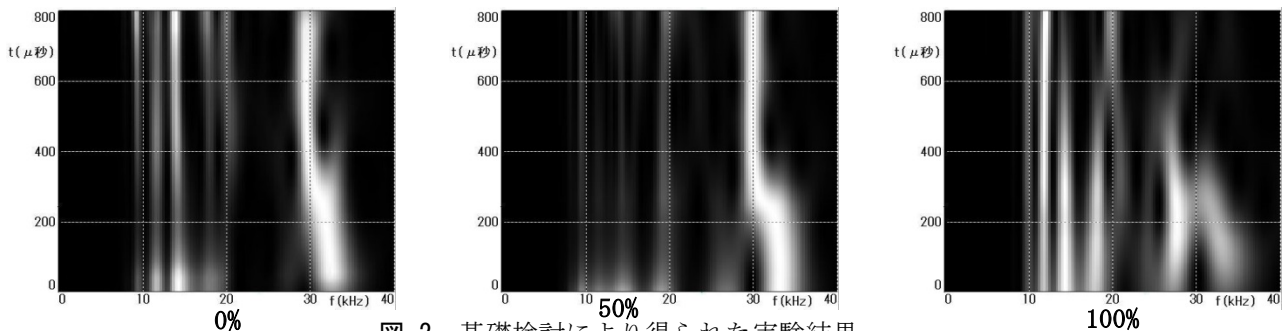


図-2 基礎検討により得られた実験結果

ここでインパクトエコー法によるグラウト充填状況調査の概念を示す²⁾。

$$f_T = 0.96C_p / 2T \quad (1)$$

$$f_{\text{void}} = 0.96C_p / 2d \quad (2)$$

C_p (コンクリート弾性波速度) の実測値を4300m/秒とすると、 $f_{\text{void}}=30.6\text{kHz}$ となり、0及び50%で観測されたピーク周波数と合致する。ただし、インパクトエコー法では部材厚に関する周波数 f_T において大きなスペクトルピークが観測できるとされてい

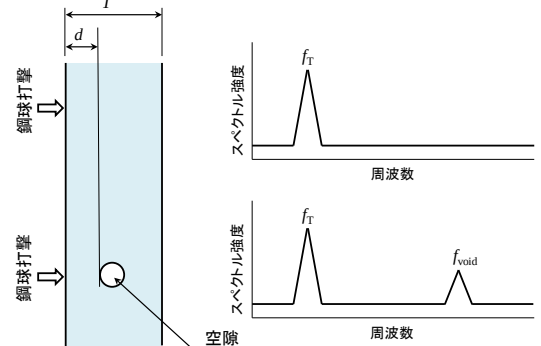


図-3 インパクトエコー法の概念図

キーワード PC, グラウト, 非破壊検査, 超音波, 弾性波, ウェーブレット変換

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 3-17-7 TOKビル 9F (株) エッチアンドビーシステム TEL 03-3377-3031

るが、ドライ超音波では明確な f_T におけるピークは確認できない。これは、ドライ超音波の入力波に含まれる 0～10kHz 程度の低周波帯域の成分波の勢力が小さいためであると考える。

これより、ドライ超音波で得られた受信波をウェーブレット変換したものより、未充てんシースに関する周波数 f_{void} において明確な連続したスペクトルピークを確認したら未充てん又は充てん不足と判断できる。また、インパクトエコー法とは違いドライ超音波において f_T は観測されないが、 f_T は部材断面形状により定まるため換言すればドライ超音波は部材断面形状の影響を受けにくいといえる。

4. 新設橋梁における検討概要

前項の基礎検討結果の妥当性を検証するため、新設橋梁の PCT 桁支間中央付近において下フランジに配されたシースを計測した。下フランジはシース配置が密で部材断面形状の影響を受けるため、一般的なインパクトエコー法での計測は困難である。測定はグラウト未充てん時とグラウト充てん硬化後に同位置で各 1 回行い、同一ケーブルに対して下フランジ側面及び底面の二方向より行った。測定状況を図-4 に示す。

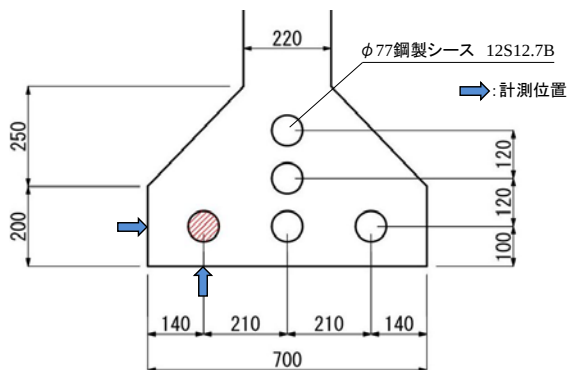


図-4 下フランジ測定状況模式図

5. 新設橋梁における検討結果

受信波よりウェーブレット変換して得られたコンター図を図-5 に示す。いずれの方向の計測においても、グラウト未充てん時には未充てんシースに関する周波数 f_{void} 近傍に連続したスペクトルピークを確認できるが、グラウト充てん後では f_{void} 近傍に連続したスペクトルピークを確認できない。

6. まとめ

ドライ超音波を用いてグラウトの充填状況調査を試みた結果、受信波をウェーブレット変換したものについて、インパクトエコー法における未充てんシースに関する周波数 f_{void} に着目することでグラウトの有無を明瞭に識別できることが確認された。また、PCT 桁下フランジに配されたシースにおいても同様の現象が確認されたことより、本手法は部材断面形状の影響を受けにくいといえる。

今後、シースかぶり深さやシース径において本手法の適用範囲を見極める必要がある。また、ウェーブレット変換で得られたものの無次元体積を用いればプログラム上でグラウトの有無を判定できると考える。そのためには現場で取得したデータの蓄積が必要である。

ドライ超音波法は超音波探傷器が軽量・小型かつ充電式で電源も必要とせず、計測も探触子をコンクリート面に押し当てただけと簡便であることより、現場での測定が非常に容易である。そのため PC 橋梁のグラウト状況を抜き取り検査する一次調査にドライ超音波法は有効であると考えている。

参考文献

- 1) 例えば、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，No.6，pp35-40，2014。
- 2) Sansalone M. J. , Streett W. B. : Impact-Echo, Bullbrier Press, Ithaca, N.Y. 1997.

謝辞 現場計測においては株式会社日本ピーエスに多大なる協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

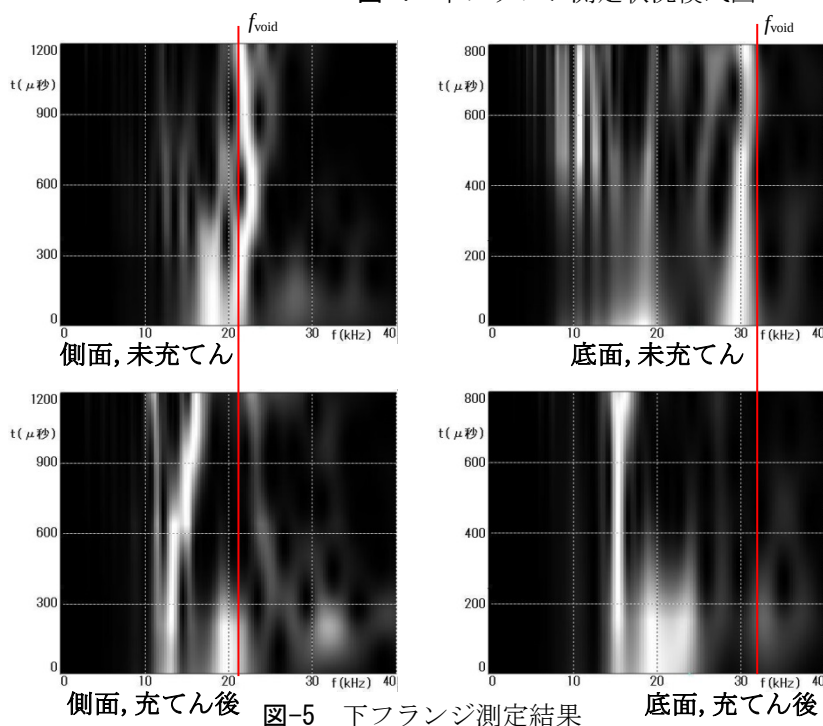


図-5 下フランジ測定結果