

音響トモグラフィを利用した場所打ち杭の施工に伴う地盤挙動の評価

場所打ち杭, 音響トモグラフィ, 現場計測

(財)鉄道総合技術研究所

正会員 澤田 亮

(株)地域地盤環境研究所

正会員 粥川幸司, 早川清

JFE シビル(株)

国際会員 山内淑人

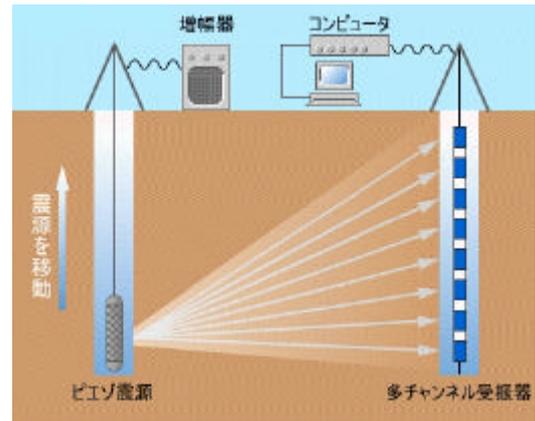
正会員 榎原淳一

1. はじめに

近年の土木工事ににおいては, 都市域の輻輳化にとまぬい, 既存構造物と近接して新設の構造物を施工する事例が増えている. その際, 既設構造物の状態を把握するためには, それ自身の挙動や状態のみならず, 周辺地盤の挙動, 状態を把握することも重要である. そこで, 筆者らは, 場所打ち杭の施工現場を例として, 施工にとまぬい周辺地盤の状態の変化を把握することを目的として, 地盤の可視化技術の一つである音響トモグラフィ測定を行い, 地盤挙動の評価を試みることにした.

2. 音響トモグラフィ地盤調査技術¹⁾

音響トモグラフィは弾性波トモグラフィに分類される技術であるが, 高周波の音響波を「周波数とエネルギーを制御」して発振することに特徴がある. 図-1 に測定概念図を示す. 従来の弾性波を用いた探査では, 高精度な測定に必要な高周波数の波は, 地盤中における減衰が大きいため, 現場測定に適用される範囲が限定的であった. これに対して, 本手法では疑似ランダム波を発振波とすることで, S/N 比 (信号とノイズの比) を飛躍的に改善し, 精度が高く測定距離の長い現場計測を可能としている.

図-1 音響トモグラフィ測定概念図¹⁾

3. 測定の概要

測定の対象とした工事は, 既存の鉄道高架橋構造物に近接して道路橋基礎として場所打ち杭を施工する工事である.

地盤は GL-4m 程度までは N 値 5~20 の礫混じり砂質土で, それ以深は N 値 20~50 の玉石混じり砂質土である. 地下水位は概ね GL-2m 程度である.

場所打ち杭はケーシング掘削にて施工され, 外径 1.0m である. 杭先端深度は GL-12m (杭長 10m), 杭芯と橋脚との離隔は 5m 程度である. 音響トモグラフィ測定の位置に関する状況を写真-1 に示す. 複数の場所打ち杭のうち, 最も既存橋脚に近接して施工される杭を対象とし, 次の目的で測定断面を選定した.

断面 A (ボーリング孔 1~2, 幅 8.46m, 深さ 17m):

杭の周辺地盤の挙動や状態の変化を把握することを目的とし, これを直接測定するために, 杭を含む計測断面を設定する.

断面 B (ボーリング孔 2~3, 幅 7.15m, 深さ 17m):

既存の橋脚に対し, 杭の施工による橋脚周辺地盤への影響の有無を確認することを目的とし, 施工される杭と既設橋脚の間の地盤の挙動や状態の変化を測定する.

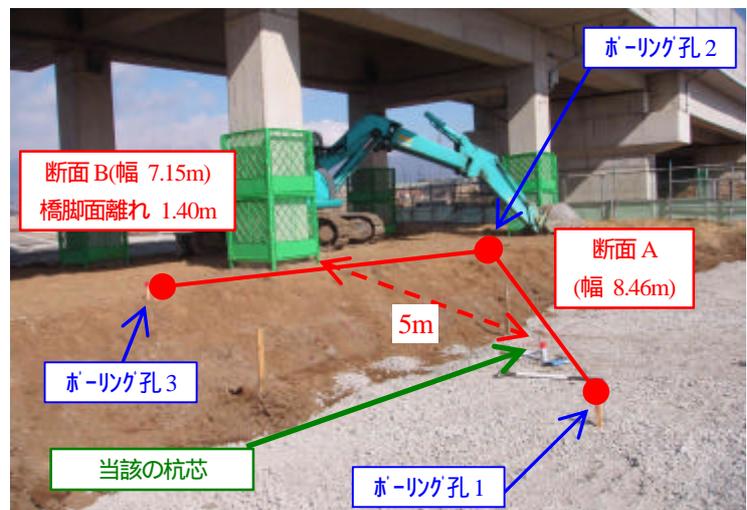


写真-1 現場状況と測定位置

4. 測定結果と考察

音響波の振幅の強弱を表す減衰率に関する測定結果を以下に示す. 図-2 は断面 A の事前, 事後, 図-3 は断面 A の杭先端近傍での事前, 掘削直後, 事後の状態である. 断面 A については, 事前は地盤のみであるが, 杭施工の掘削の直後ではケーシングが, 杭施工の事後ではフレッシュなコンクリート (材齢 6~10 時間程度, 概ね凝結が開始した状態) が断面内に存在することになり, 断面内の状態そのものが変化しているといえる. 図-4 は橋脚に近接した断面 B の事前, 事後の状態を示すもので, 地盤そのものの状態の変化である.

Evaluation of ground behavior by acoustic tomography during construction of Cast-in-place pile;

Ryo Sawada (Railway Technical Research Institute), Koji Kayukawa, Kiyoshi Hayakawa, Yoshito Yamauchi (Geo-Research Institute), Junichi Sakakibara (JFE Civil Engineering & Construction Corporation)

(1)断面 A

断面 A については、事前～事後で大きく相違する結果となった。特に、図-2(b)事後では領域 III の GL 7m 以浅の杭施工域近傍において減衰率が大きくなっていることがわかる。また、図-3 で、(c)事後より(b)直後で減衰が大きくなっている。ケーシング掘削中に減衰率が大きくなった理由としては、ケーシング掘削時の振動により締め固まっていた礫や玉石が緩んだことが想定される。さらに、凝結開始時のコンクリートは液状であり、この中を音響波が伝播する際には、材料の粘性などにより大きく減衰することも想定されるので、(c)事後で減衰率が大きくなったことについては、杭施工にもなう地盤の緩みとフレッシュなコンクリートの存在の 2 つの要因が考えられる。今回の測定結果は両方の要因に起因する地盤の状態の変化を捉えているものと考えられる。

(2)断面 B

減衰率分布においては、特に領域 II, III で減衰率が小さくなっている。これは、伝播する音響波が減衰し難くなったことを示しているものであり、逆に地盤が締め固められた可能性が考えられる。これは、自然地盤であった状態が、ケーシング外周部の地盤のせん断変形により、その周辺の地盤が周りに押しつけられ、地盤の剛性が上がったものと考えられる。

5. おわりに

今回、音響トモグラフィを用いて場所打ち杭施工時の地盤の状態の変化に関する検討を行った。施工中の杭を含む断面 A、ならびに近接する橋脚までの間の断面 B において、杭施工の事前と事後での音響トモグラフィ測定を実施した。ケーシング掘削では、一般に周辺地盤の緩みはほとんどなく微小であるとされているが、音響トモグラフィ測定では、この微小な変化を捉えることができたと考えられる。今後の課題としては、「実際の現象」と測定結果の変化に関する定量的な関係を把握することが挙げられ、今後、さらにデータの蓄積、分析を進めていきたいと考える。

参考文献

1) 榊原 音響トモグラフィによる「地盤の見える化」, 第 42 回地盤工学研究発表会 C-02, pp.51 ~ 52, 2007 年 7 月

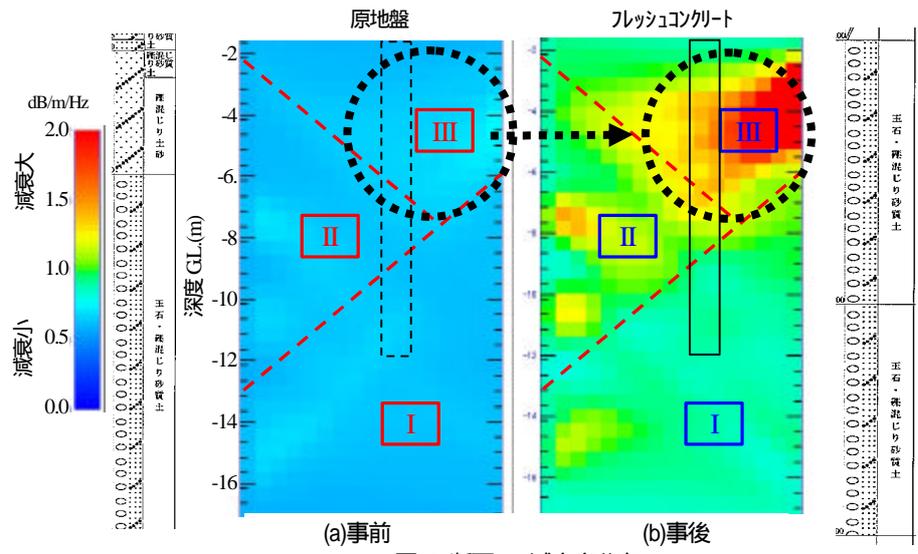


図-2 断面 A 減衰率分布

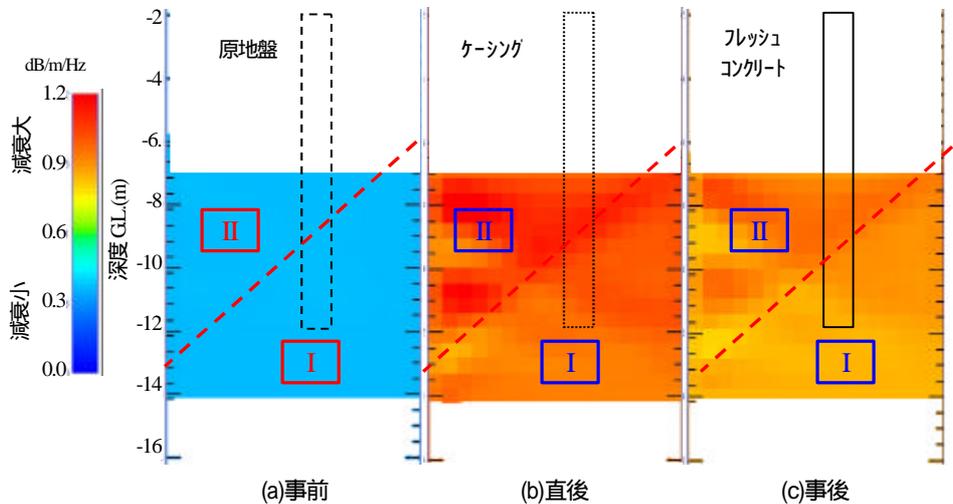


図-3 断面 A 減衰率分布

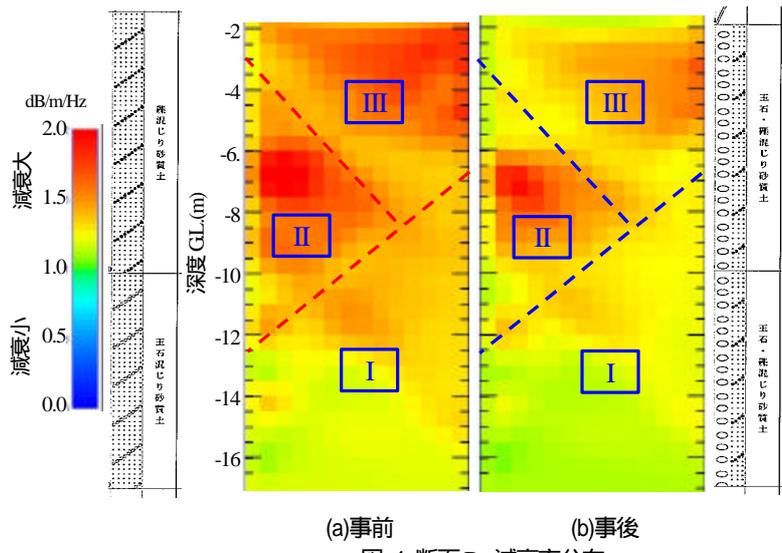


図-4 断面 B 減衰率分布