

音響トモグラフィは、さまざまな用途で数多くの実績をあげています。



【支持層調査】



【支持層調査】



【障害物調査】



【空洞調査】



【資源探査】



【地盤液状化のモニタリング実験】



【幹線道路下部の調査】



【河川下部の調査】



【小型模型土層実験】

計測機器

① データロガー

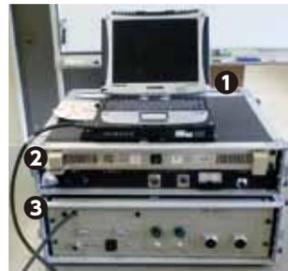
- ・入力24チャンネル
- ・分解能14bit

② 増幅器

- ・出力電圧100V(20kHz以下)
- ・使用可能帯域20Hz~20kHz
- ・電源AC100V、消費電力110W
- ・重量12kg

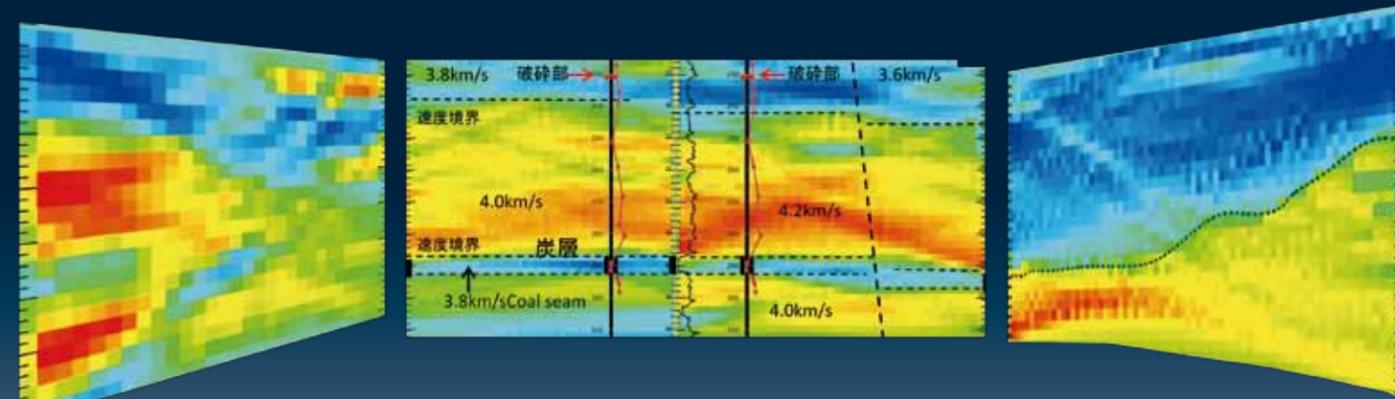
③ 信号フィルター

- ・入力24チャンネル
- ・ゲイン1倍~1000倍
- ・ローカットフィルター
- ・電源DC12V、重量15kg



地盤調査・障害物調査・地盤改良範囲調査

音響トモグラフィ地盤探査



高周波数の音響波を用いて
見えない地下を「見える化」

お問い合わせ先



JFE シビル 株式会社

JFE

<https://www.jfe-civil.com>

社会基盤事業部 音響トモグラフィ部

〒111-0051 東京都台東区蔵前2丁目17-4 JFE蔵前ビル
 TEL: 03-3864-2982 FAX: 03-3864-7319

お客様へのご注意とお願い ●仕様は予告なく変更する場合があります。カタログは平成28年7月現在のものです。
 ●本カタログに記載された性能値等の技術情報は、規格値を除き何ら保証を意味するものではありません。
 ●本カタログに記載の製品は使用目的・使用条件等によっては記載した内容と異なる性能・性質を示すことがあります。
 ●本カタログ記載の技術情報を読んで使用したこと等によって発生した損害につきましては、責任を負いかねますのでご了承ください。

1607N1-2.0UM

NETIS

登録番号

CB-150010-A



JFE シビル 株式会社

音響トモグラフィ地盤探査

音響トモグラフィ地盤探査は、地中を伝播する音波の特性を利用して地中の断面をカメラで撮ったように可視化する技術です。

従来の弾性波探査と同じ縦波を用いますが、周波数が高い音響波を用いるため、音響トモグラフィ地盤探査と呼ばれています。

トモグラフィ Tomographyは、Tomo(切る)+Graph(写真)というラテン語を語源に持つ言葉で、断層写真法と翻訳されます。

現場計測

ボーリング孔に設置した発振器から周波数と振幅を制御した縦波(P波)を発振し、地中を伝播してきた音波を受信器で受信します。

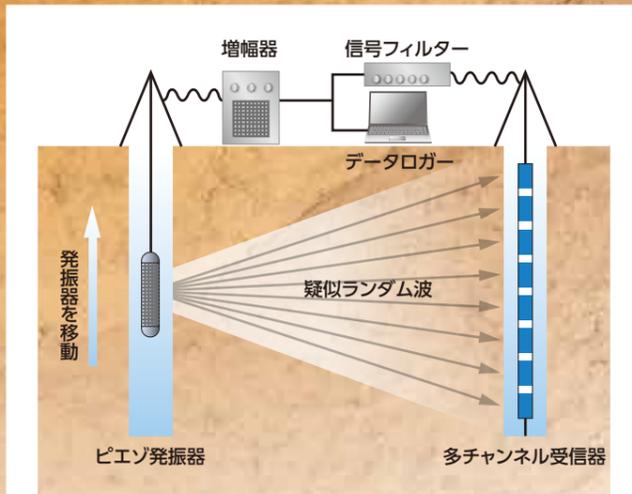


小型発振器 (φ44mm)



大型発振器 (φ88mm)

中型発振器 (φ44mm)



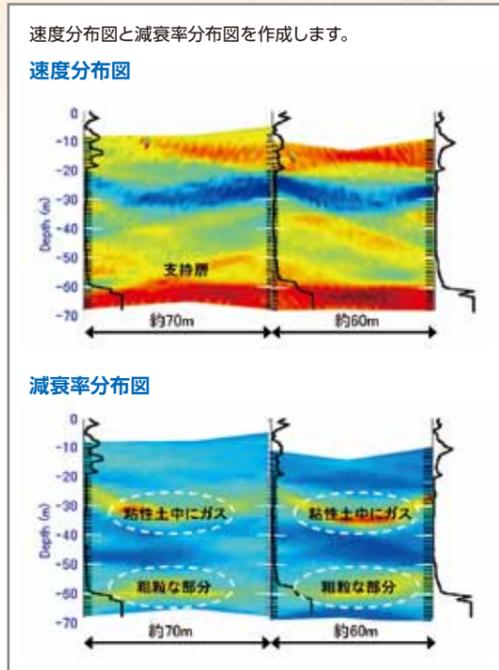
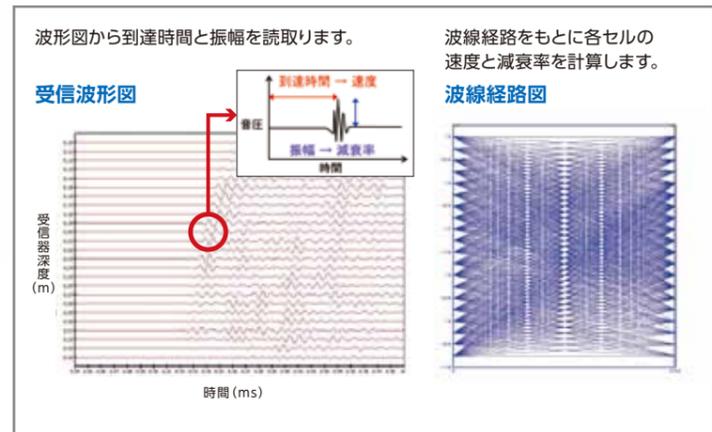
発振側、受信側ともに内径50mmの塩ビ管に挿入して使用します。(小型、中型発振器の場合)



受信器 (φ38mm)

データ解析

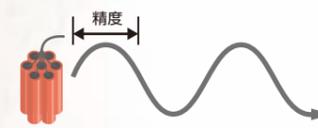
現場で取得したデータを逆計算と呼ばれる手法を用いて解析します。解析結果として「速度」と「減衰率」の2つの情報を得ることができます。



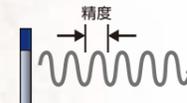
音響トモグラフィ地盤探査の特長

高精度・広範囲で調査ができます

●従来の手法

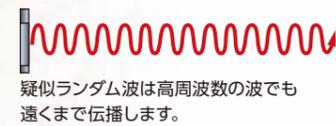


低周波数の波は遠くまで伝播しますが、波長が長く精度は良くありません。



高周波数の波は波長が短く精度は良いですが、減衰が大きく遠くまで伝播しません。

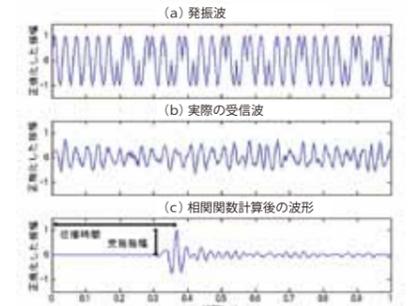
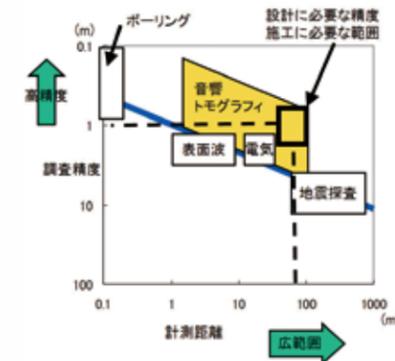
●音響トモグラフィ



疑似ランダム波は高周波数の波でも遠くまで伝播します。

精度を高くするには周波数の高い波を用いる必要がありますが、周波数の高い波は地中での減衰が激しく、遠くまで伝播しないという問題がありました。音響トモグラフィ地盤探査は「疑似ランダム波」という特殊な波を用いることにより、測線長50m~80mで精度1mという高精度な調査が可能となりました。

疑似ランダム波は、海洋のソナー技術に用いられている特殊な連続波です。高周波数の波でも遠くまで伝播し、ノイズの影響を受けにくいという特長があります。



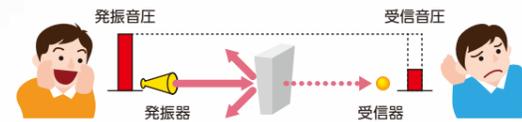
2つの情報を取得できます

従来の物理探査手法は1種類の情報しか取得できませんでした。音響トモグラフィ地盤探査は、「速度」と「減衰率」という2つの情報を取得できるため、2つの異なる側面から地盤を解釈できます。

到達時間から速度を計算し、地盤の固さ、構造を把握できます。



発振音圧と受信音圧の差から音の減衰を計算し、地盤の密度の差、障害物、空洞を把握できます。



速度からわかること

- ・地盤の固さ
- ・地層構造
- ・地層分類

減衰率からわかること

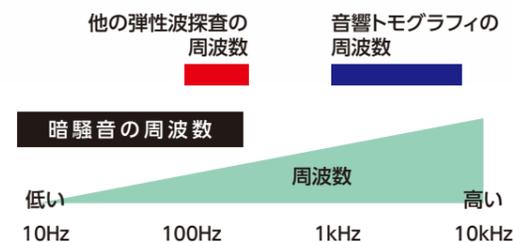
- ・地盤改良範囲
- ・空洞や障害物
- ・岩盤中の亀裂
- ・礫層や転石
- ・地中ガス

減衰が起こる要因

- 散乱減衰
礫や転石、障害物、空洞の把握
- 透過減衰
部分的な不飽和地盤の緩み改良範囲の把握
- 透過減衰
亀裂の有無改良効果の把握

都市部でも調査ができます

音響トモグラフィ地盤探査は、疑似ランダム波を用いていること、使っている周波数が暗騒音の周波数よりも高いことから、ノイズの影響を受けにくく、道路や建物などの構造物下部の調査に用いることができます。



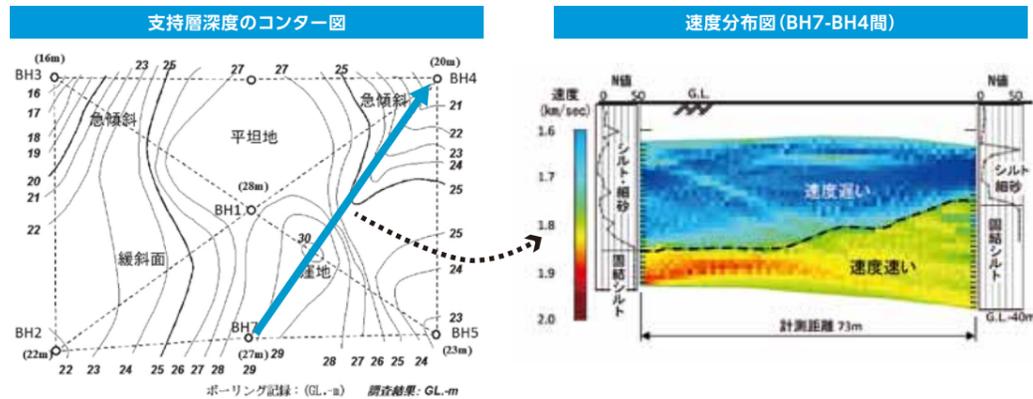
音響トモグラフィ地盤探査は、基礎構造物の支持層を1mの精度*で把握することができます。

*調査精度は地質、地層構造、測線レイアウトなどの影響を受けて低下することがあります。

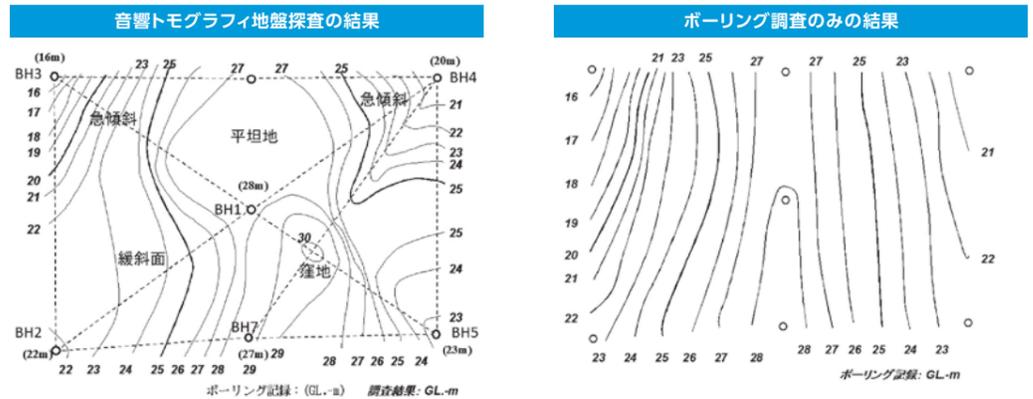
実施例 ① 中部空港立体駐車場建設工事



既製杭の埋込み工法が採用されたため、予め杭長を正確に設計する必要がありました。調査結果から支持層深度のコンター図を作成し、これに基づいて設計施工を行いました。結果として全ての杭を設計通りの深度に打設することができ、効率的な設計と工期の遵守に貢献することができました。



速度分布図とN値の比較から支持層を決め、11測線の結果を基に支持層深度のコンター図を作成し、杭基礎の設計に用いました。ボーリング調査では分からない、窪地、平坦地、緩斜面、急斜面という複雑な地層が現れました。

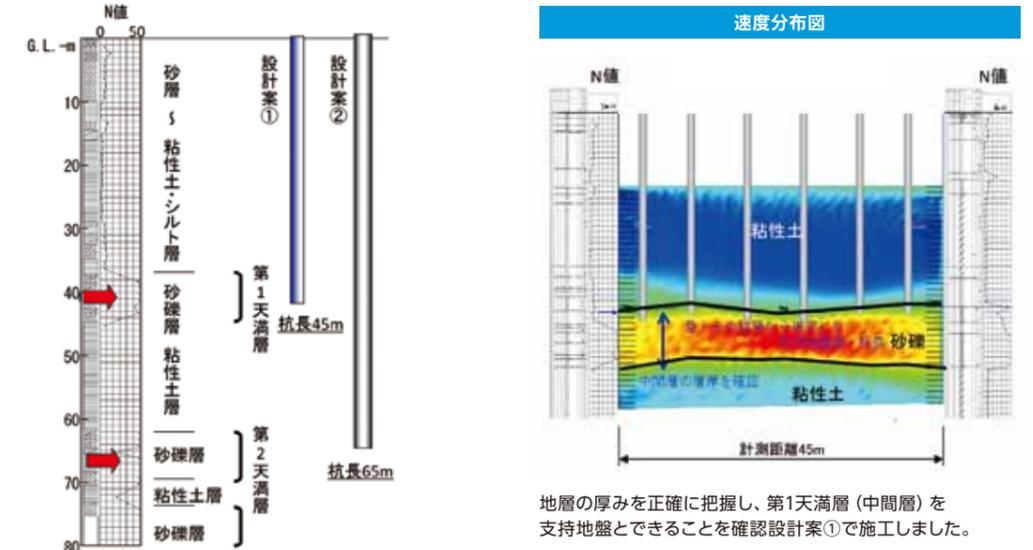


比較のためにボーリング調査の結果のみから支持層深度を推定したところ、単純な地層構造になりました。音響トモグラフィ地盤探査で把握できた窪地や急斜面などでは杭長不足や杭の高止まりが発生した可能性があることがわかります。

実施例 ③ 大阪南港物流倉庫建設工事



建設コストが安い中間層を支持層にする設計案①と、建設コストは高いが安心な基盤を支持層にする設計案②の2つが検討されました。調査の結果、中間層を杭の支持層として良いことがわかりました。これに基づいた設計施工を行うことで大幅な工期短縮とコスト削減を実現できました。

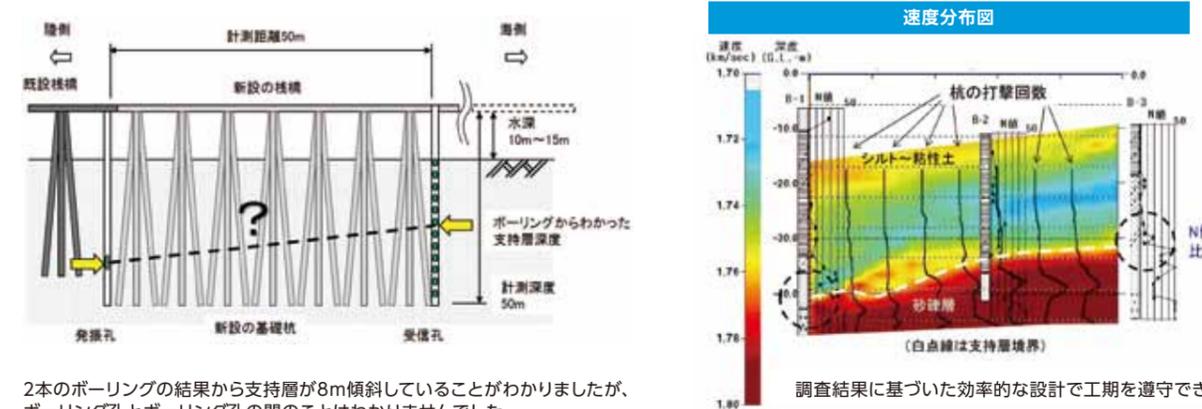


地層の厚みを正確に把握し、第1天満層(中間層)を支持地盤とできることを確認設計案①で施工しました。

実施例 ④ フィリピン マニラ港棧橋延長工事



工事現場は河口付近にあったため、基礎杭の支持層である砂礫層が複雑な構造をしていました。調査結果とN値の比較から支持層の構造を正確に把握でき、効率的な設計と施工を行うことができました。調査結果と杭の施工記録が良く一致しており、調査結果が正しかったことがわかります。

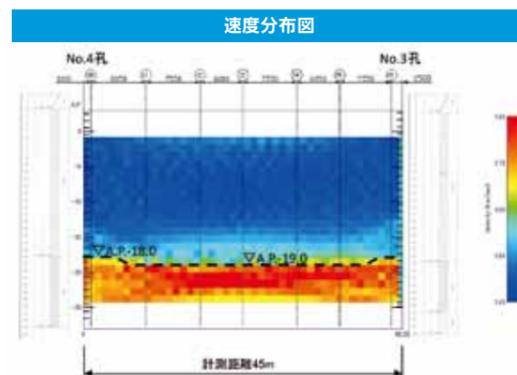


2本のボーリングの結果から支持層が8m傾斜していることがわかりましたが、ボーリング孔とボーリング孔の間のことはわかりませんでした。

調査結果に基づいた効率的な設計で工期を遵守できました。

実施例 ② 集合住宅建設工事

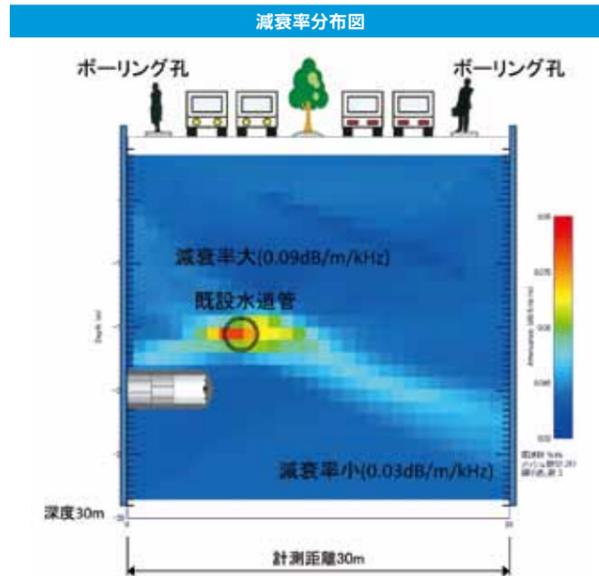
隣接する工区で支持層の不陸が確認されたため調査を行いました。調査結果から支持層がほぼ水平であることがわかり、過剰な安全設計を行うことなく効率的で安全な設計施工を行うことができました。



音響トモグラフィ地盤探査は減衰率を使えるので、 地中障害物や空洞、岩盤中の亀裂、地盤改良の範囲も調べる ことができます。

実施例 ⑤ 地中障害物調査

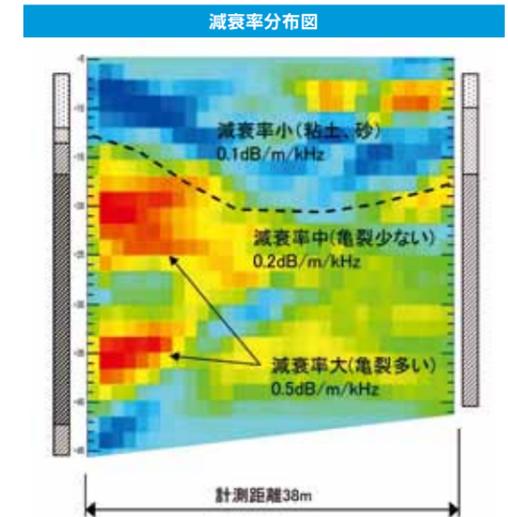
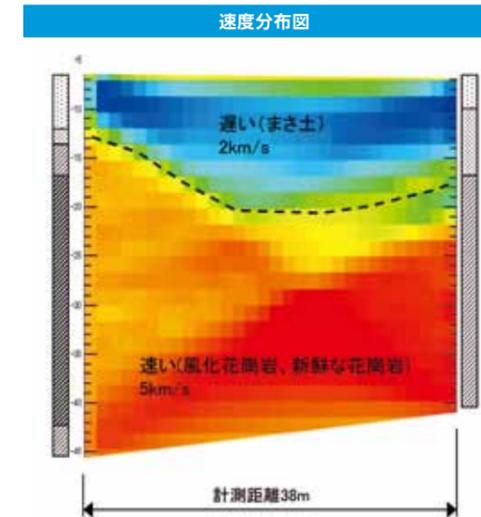
既設水道管の正確な位置情報がなかったため、水道管を新設するためのシールドマシンと既設の水道管が干渉する恐れがありました。調査の結果、既設水道管とシールドマシンとの離隔は1.5mあることがわかり、安心・安全な施工に貢献できました。(図はイメージ図)



既設水道管が幹線道路下にあったため、歩道に設置したボーリング孔を用いて調査を行いました。騒音の影響を受けにくいため、交通規制などを行うことなく日中に作業を行うことができました。

実施例 ⑦ 岩盤中の亀裂調査

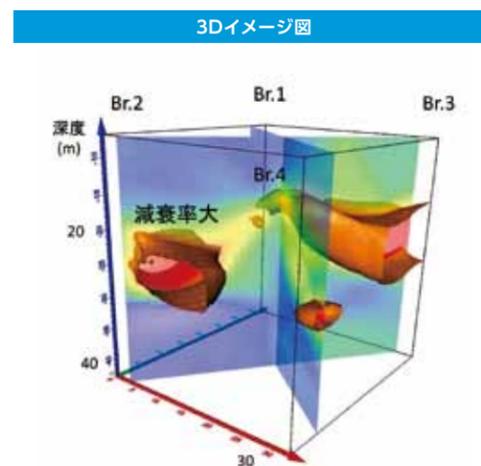
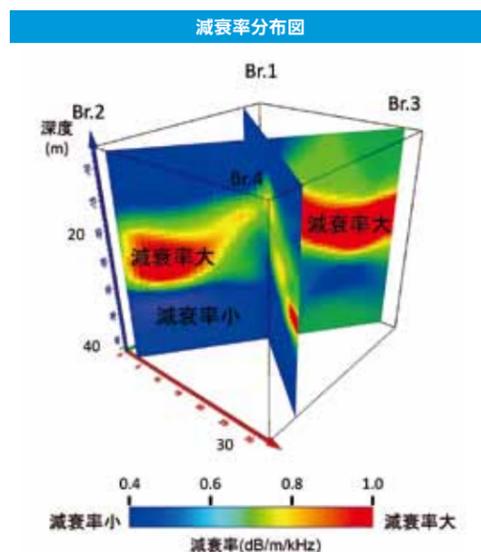
シールドマシンを用いた地下鉄建設工事において、花崗岩内部の亀裂の分布調査を行いました。減衰率分布図から亀裂の分布を把握することができ、安心・安全な施工に貢献できました。



速度分布図から花崗岩とまさ土の境界、花崗岩の風化の程度が把握できました。一方、減衰率分布図から速度分布図ではわからない亀裂の有無が把握できました。

実施例 ⑥ 空洞調査

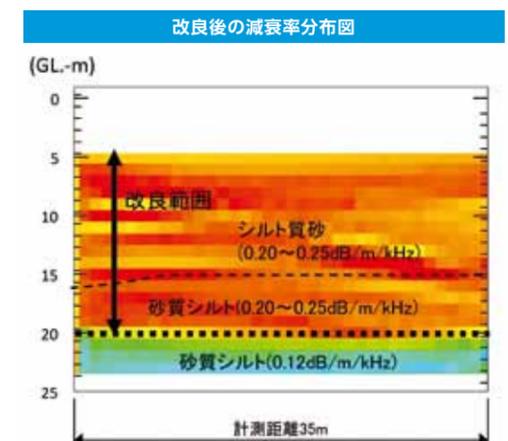
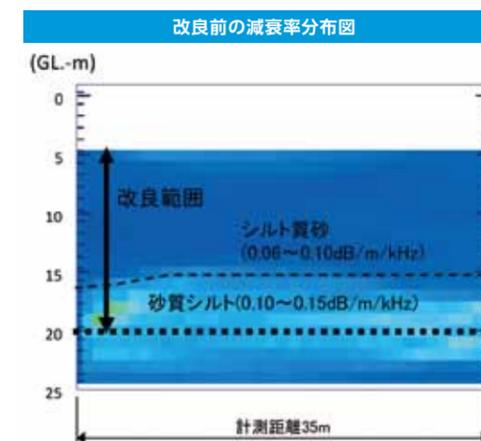
道路橋の橋脚基礎を建設するにあたり、基礎の下部に鉱山跡の空洞があることがわかりました。そこで空洞の位置と広がり調査を行ったところ、高さ10mの大空洞があることがわかりました。調査結果に基づき充填工事を行ない、基礎工事を無事に終えることができました。



現場でのデータ取得とデータ解析は2次元で行いますが、空洞のイメージを把握するために補完により3次元イメージを作成し、近隣への説明に用いて頂きました。

実施例 ⑧ 地盤改良の範囲調査

河川堤防の液状化対策として行われた薬液注入による地盤改良の出来型確認を行いました。薬液の注入前後の減衰率分布図を比較したところ、薬液が計画通りに注入できていることが確認できました。



止水を目的とした薬液注入は地盤強度があまり変化しないため、従来の弾性波探査では出来型確認を行うことは難しいとされてきました。しかし、薬液を注入すると土粒子間の摩擦が大きくなり、薬液の注入前後で減衰率は増加するため、減衰率の変化を調べることで、薬液の注入範囲を把握できます。