

■探査の概要

高分解能S波浅層反射法弾性波探査は、陸上の表層部30~50m以浅が対象で、弾性波のうちS波を用いて地盤状況を連続的かつ精度よく把握する物理探査の一手法です。反射法地震探査は、海底油田の探査など資源調査法の一つとして発達してきた物理探査技術ですが、高分解能S波浅層反射法探査はこの手法を陸上のごく浅層部に適用するために開発されました。標準型2次元探査の他に、堤防用3次元探査が新たに技術開発されました。

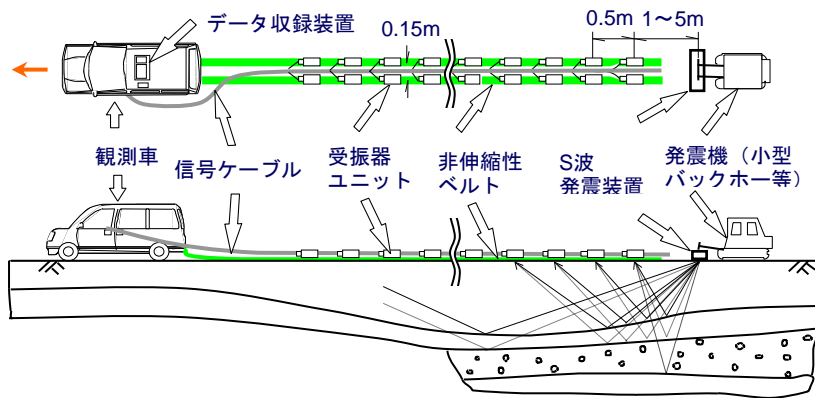
都市土木への適用

- シールドトンネル建設や管渠布設工事における事前・工事中の地盤調査
- やや深い空洞・埋設物の探査
- 土木構造物や建築物の基礎地盤調査

防災分野への適用

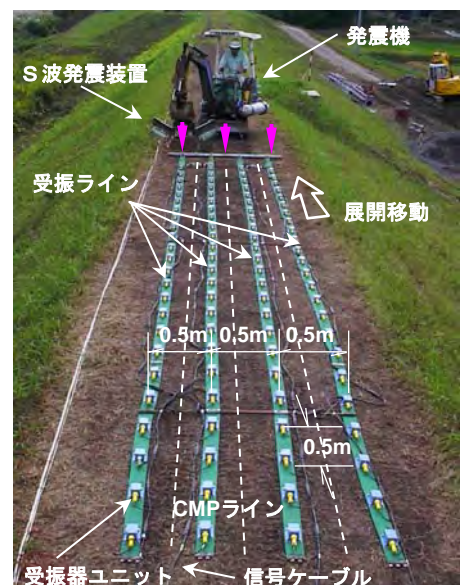
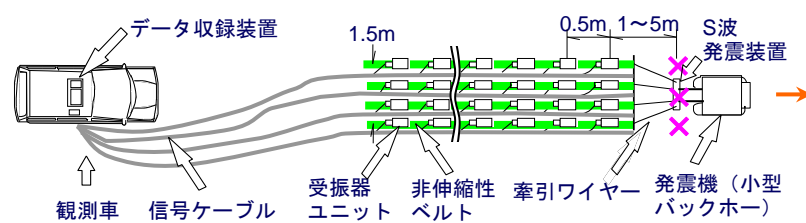
- 活断層調査
- 河川堤防などの弱点部検出調査

■標準型2次元探査



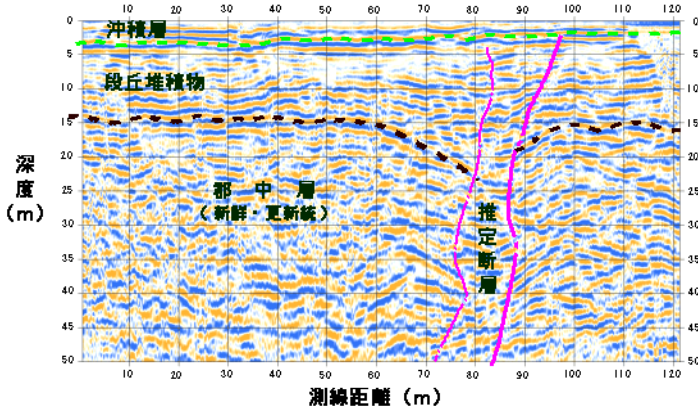
標準型2次元探査では、48個の受振器を0.5m間隔で非伸縮性ベルトに取りつけたストリーマ型の受振装置を用いる。S波の発震は、最後尾の受振器から1~5m後方で行う。ここで地下に発射された波のうち地層境界で反射した波は、上図のように各受振器に到達し、信号ケーブルを介して観測車内のデータ収録装置(48ch)に波形データとして収録される。このような発震点・受振点の位置関係を保ちながら、0.5mまたは1mずつ前進させ同じ作業を繰返すことによりデータ取得を行う。探査深度は地質状況によるが30~50m。1日当たりの作業量は、100~200m程度。

■堤防用3次元探査



堤防用3次元探査は、堤防内部の弱点部を精度良く検出するため、3次元探査手法を導入するとともに、探査装置の高性能で軽量小型化を図った探査手法。深度15~20m以浅を対象。3次元探査であるため、測線横断方向に4本の受振ラインと3箇所を発震点を設け96ch同時データ収録、およびエアハンマーによる自動打撃方式で発震を行う。1日当たりの作業量は70m程度。

標準型 2 次元探査事例

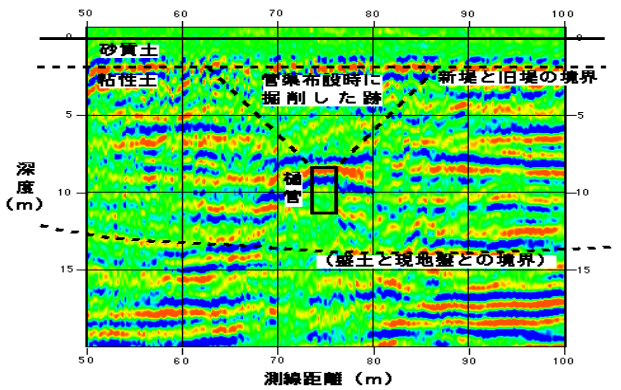


活断層調査探査事例

P 波浅層反射法探査によって明らかにされた、愛媛県伊予市の本郡断層の浅層部における探査事例。この他に、SWS 地震映像法探査、連続波レーダ探査、比抵抗映像法探査等の物理探査が実施されたが、浅層部における断層の明瞭な姿はこの S 波反射法探査によって把握された。

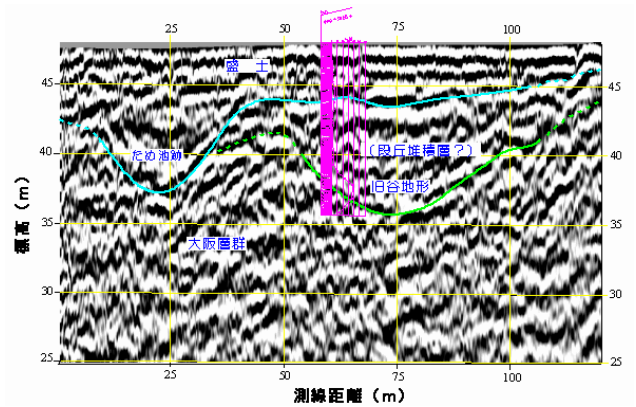
盛土造成地盤の探査事例

ため池や段丘地形を埋め立てて造成された盛土地盤、それらの基盤を成す大阪層群との境界が把握でき、ボーリング調査の補間として有効であった。

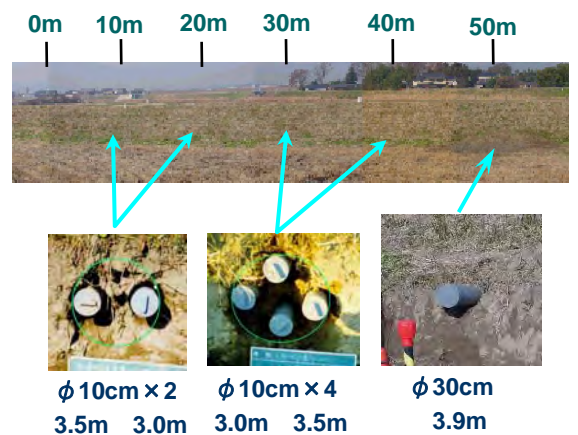
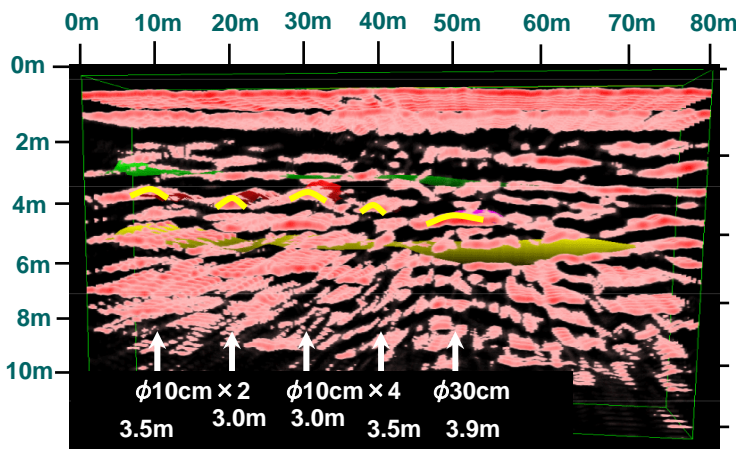


河川堤防の内部状況探査事例

深度 9m に埋設されている幅 1.8m の樋管が、回折波の頂点として把握。反射面の不連続から、樋管設置時の開削のり面跡が推定。新堤の嵩上げは、本樋管撤去工事時の観察により確認。

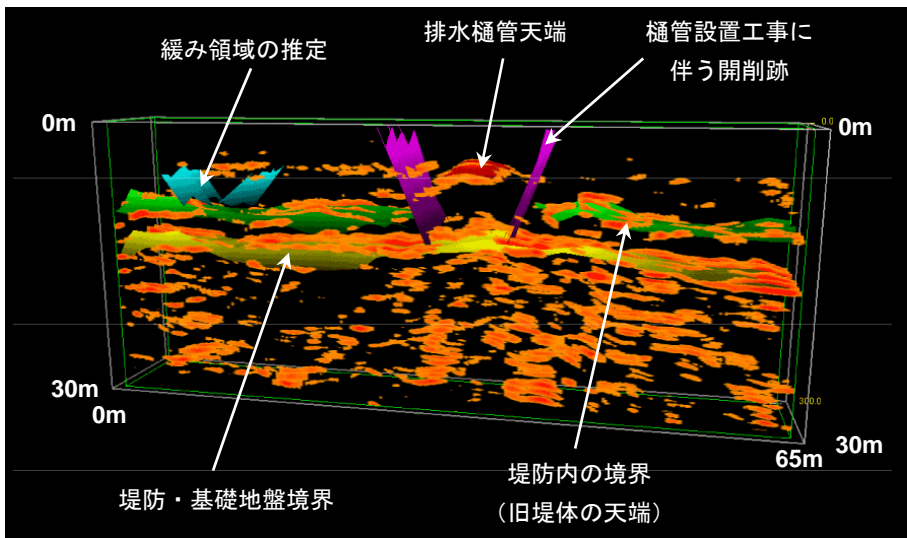


堤防用 3 次元探査事例



擬似空洞検出の 3 次元性能試験探査結果と擬似空洞の設置状況

3 次元探査の性能を調べるため、試験堤防の 5 箇所の擬似空洞を設置した。試験探査の結果、これら擬似空洞の反射イベントが識別できることから、探査可能な空洞の最小サイズは $\phi 30 \sim 50\text{cm}$ 程度(地盤条件の良い場合)と考えられる。

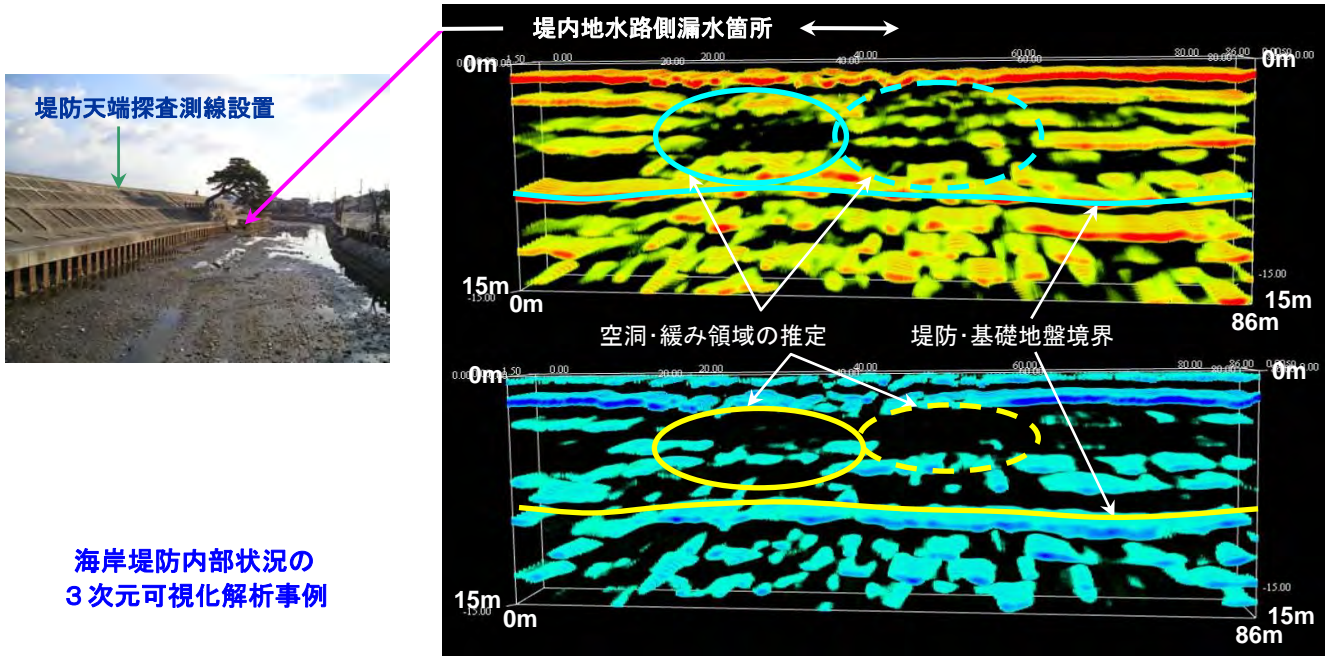


3次元可視化解析

ここに示した解析図では、可視化解析技術のうち、内部を透かして見ることができる透過法を採用。例えば、ある一定の振幅値以下を切取れば、強い反射イベントの広がり等を透視することができる。

河川堤防内部状況の3次元可視化解析事例

深度 6.2m で幅 1m の樋管天端、この樋管設置時の開削跡、堤防盛土内部の異常等（緩み領域、旧堤体）、堤防・基礎地盤境界（基礎地盤の表層部含む）が把握・推定可能であった。比較のため行った 2 次元探査では、このように意味のある反射イベントを識別・抽出することは難しく、3 次元可視化法の優位性が示された。



海岸堤防内部状況の3次元可視化解析事例

問題の海岸堤防は古くて老朽化が著しい。高潮位時には、堤内地側水路の止水矢板が施工されていない箇所に海水の侵入が認められる。この漏水箇所を中心に置いて測線を設定し 3 次元探査を実施した結果、測線の中央部に反射面の異常が認められ空洞あるいは緩み領域と推定した。



96 チャンネル型データ収録装置



データ処理解析・3次元可視化装置

■探査手法の違いによる測定仕様の比較

項 目	標準型 2次元探査	堤防用 3次元探査
ストリーマ型受振装置	受振ライン数 1	受振ライン数 3 (間隔 0.5m)
長さ	23.5m	11.5m (幅 1.5m)
受振点間隔	0.5m	0.5m
受振点数	48	24×4=96
S波発震装置	板叩き	エアハンマーによる自動板叩き
発震点間隔	0.5m または 1m	1m (横断方向に 0.75m, 3点)
最小/最大オフセット距離	1~5m/24.5~28.5m	1~5m/12.5~16.5m
データ収録装置	G-DAPS-light	RAS-96
同時受振チャンネル数	48	96
最小サンプリング間隔	0.5ms	0.25ms
A/D 変換分解能	24bit	24bit
主な適用性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管渠布設工事等における地盤調査 ・ 土木構造物や建築物の基礎地盤調査 ・ 活断層調査 ・ 探査深度 30~50m 	<ul style="list-style-type: none"> ・ やや深い空洞・埋設物の探査 ・ 河川堤防などの弱点部検出調査 ・ 最小識別サイズ (分解能) φ50cm 程度 ・ 探査深度 15~20m

標準型 2次元探査は、2列並走させている受振装置を1列直列型に組替えることにより、受振点数 48 チャンネルから 96 チャンネルに変更することができる。96 チャンネル型では、最大オフセット距離を 48.5~52.5m まで伸ばすことができるので、より深部の地盤状況を得ることが可能になる。

■業務実績

- 平成 11 年 11 月 西松・鴻池・フジタ・金下共同企業体発注
「桂川右岸流域下水道幹線管渠 (雨水北幹線第 1 号管渠) 工事—浅層反射法地震探査—」
- 平成 12 年 3 月 建設省関東技術事務所発注 「平成 11 年度 堤防内空洞探査技術の開発検討業務」
- 平成 13 年 3 月 国土交通省関東技術事務所発注 「平成 12 年度 堤防内空洞探査技術の開発検討業務」
- 平成 14 年 3 月 同事務所発注 「平成 13 年度 堤防内空洞探査手法の適用性に関する調査試験業務」
- 平成 15 年 3 月 同事務所発注 「平成 14 年度 堤防内空洞探査手法の適用性に関する調査試験業務」
- 平成 16 年 3 月 独立行政法人科学技術振興機構・独創モデル化事業採択実施
「堤防等の弱点部検出のための 3次元 S 波反射法探査技術の実用化」
- 平成 16 年 3 月 西松・大豊・森本・白石共同企業体発注
「中之島新線建設工のうち土木工事 (第 6 工区) —S 波浅層反射法探査—」
- 平成 17~21 年 3 月 独立行政法人京都大学工学研究科発注 「(仮) 木津川左岸堤防 3次元 S 波反射法探査」
- 平成 22 年 10 月 奈良県桜井土木事務所 「飛鳥川中小河川改修事業 (都市河川) 設計委託」

建設コンサルタント、地質調査業、測量業、建設業

株式会社キンキ地質センター

ホームページ <http://www.kinki-geo.co.jp>

本 社	〒612-8236 京都市伏見区横大路下三栖里ノ内 33-3	TEL 075-611-5281
名古屋支店	〒466-0005 名古屋市昭和区雪見町 1-14	TEL 052-741-3393
松山支店	〒790-0952 愛媛県松山市朝生田町 7-15-4	TEL 089-921-2530
大阪事務所	〒532-0011 大阪府豊中市上新田 4-8-C1201	TEL 06-6831-0550

奈良事務所 和歌山事務所 滋賀事務所 岐阜事務所
三重営業所 神戸営業所 福知山営業所