

港湾地帯における空洞化点検に有効な新技術の紹介
(地中レーダー、連続波レーダー)

平成19年7月27日
川崎地質株式会社

1

はじめに

港湾地帯は、潮の干満による土砂の流出や、流出しやすい浚渫砂の利用（高透水性のため細粒土の流失が大きい）等、立地上・建設上の要因が強く影響して非常に空洞が発生しやすい環境です。

このような環境の中、高精度で空洞を発見できる技術や、空洞化原因の究明が迅速に行える調査技術は港湾を維持管理する上で重要なテーマであると考えています。

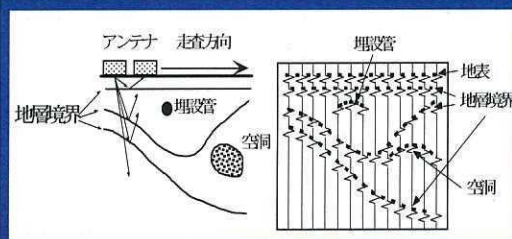
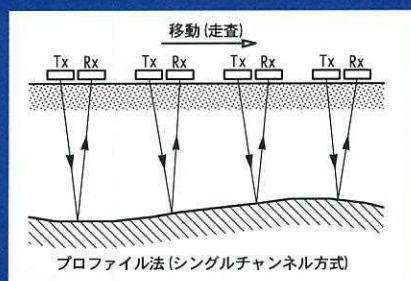
そこで本発表の場を借り、空洞を的確に探査できる探査技術や、空洞化の根源となる吸い出しポイントの発見に有効な新しい探査技術を紹介させていただきます。

地中レーダ探査（空洞化探査技術）

探査の概要

電磁波を地中に送信し、地層や空洞等の地質が変化する境界面で発生する反射波を計測する。その反射波を計測した長さ分並べ、連続性や深度変化から地盤構造を推定する方法。

波長の短い電磁波を用いるため、分解能力が非常に高い技術である。ただし探査できる深度が非常に浅いため（地下2～3m）、浅部の空洞や埋設物の調査が主体となる。探査原理としては魚群探知機とほぼ同様であり、音波の代わりに地中にも伝わる電磁波を利用している。



地中レーダ探査のイメージ

目的別探査装置

4



路面下空洞調査



水路(樋管)内空洞調査



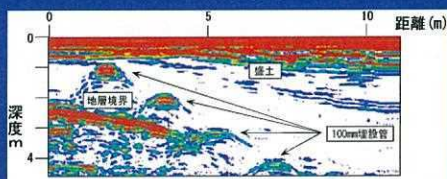
トンネル空洞調査



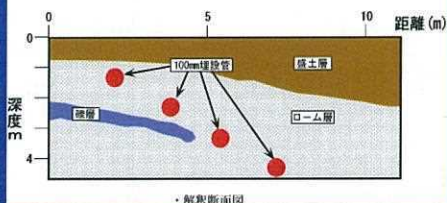
港湾施設内空洞調査

地中レーダ探査事例① (埋設物、埋設物周辺空洞)

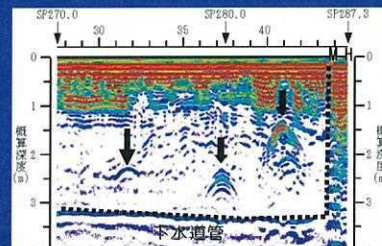
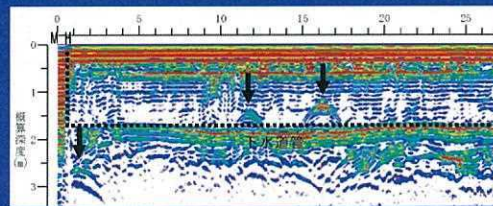
5



・レーダ探査記録画像

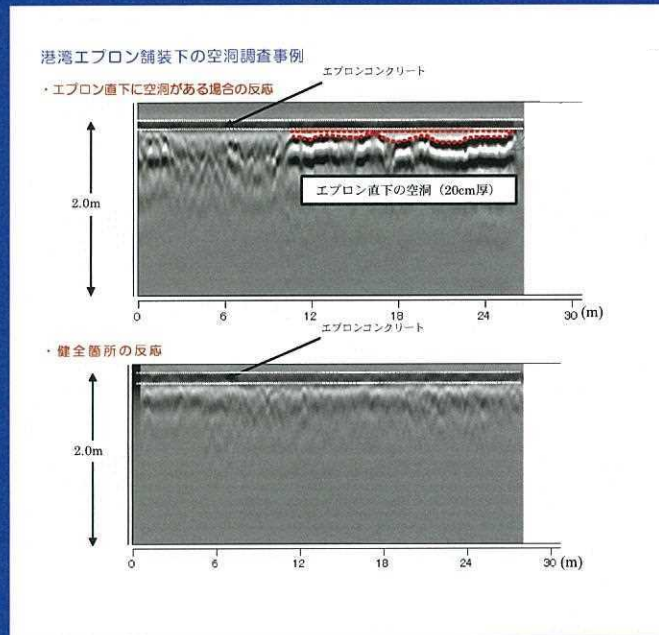


・解釈断面図



地中レーダ探査事例② (エプロン下空洞)

6

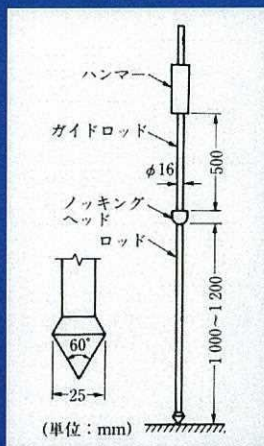


空洞確認調査(簡易貫入試験)

7

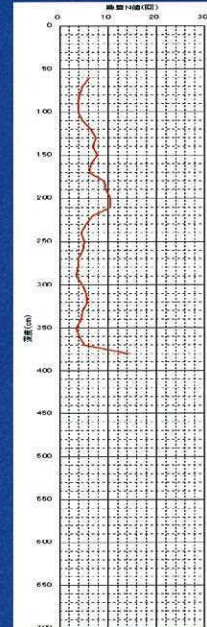
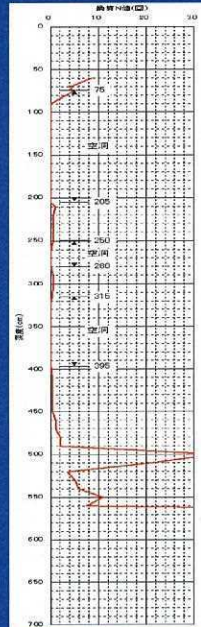
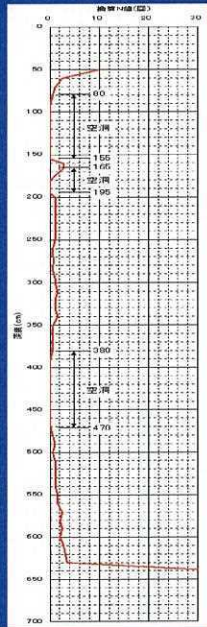
ロッド先端にコーンを取り付け、ロッド上部にノッキングヘッド、ガイドロッド、ハンマーを取り付ける。その後、試験機を鉛直に保持し、ハンマーを50cmの高さから自由落下させ、10cm観入させるのに必要な打撃回数Ndを計測する。予定深度に達したか、10回の打撃による貫入量が2cm未満になるまで測定を繰り返す。

空洞部では自沈するため、Nd値は0となる。土壌においては硬軟に応じたNd値が取得されるため、緩み領域や土質判別にも適用できる。ボーリング調査における標準貫入試験とほぼ同様の評価基準で扱える簡易調査手法である。



空洞確認調査(簡易貫入試験事例)

8

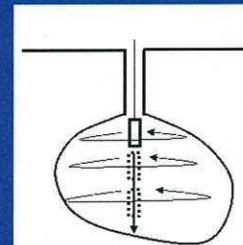


空洞規模の測距技術

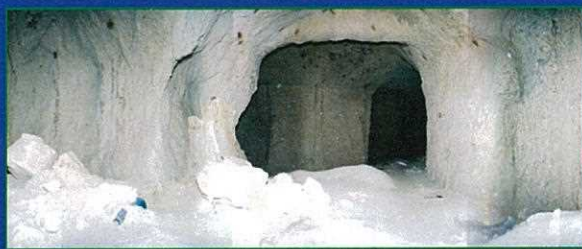
9

空洞カメラやレーザー測距センサーを一体化させた孔内用空洞測距システム。ハロゲン光量により遠方までの空洞撮影や、最大で30m程度までの距離まで測距できる。

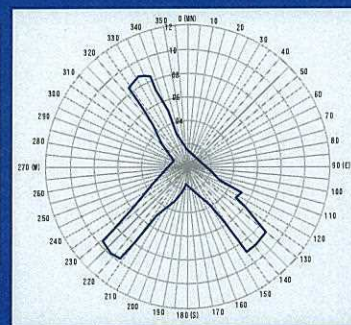
水中においても測距センサーを音響センサーに変更することにより対応可能。



●システム



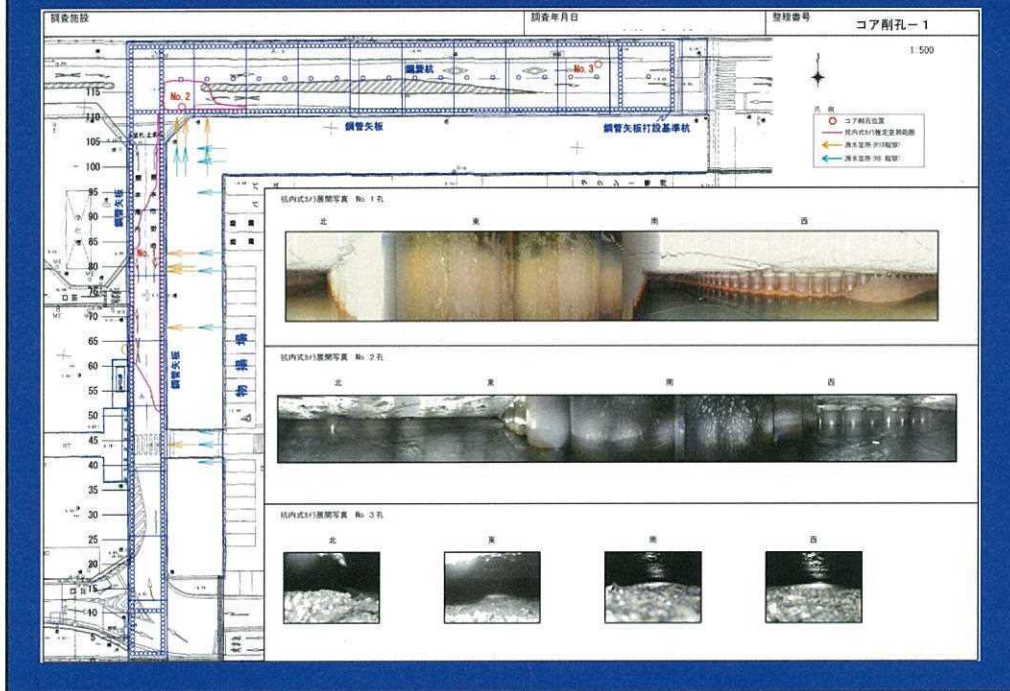
●空洞内撮影結果(防空壕)



●空洞規模(平面スライス)

港湾地帯における測距事例（エプロンコンクリート下に発達した大規模空洞）

10



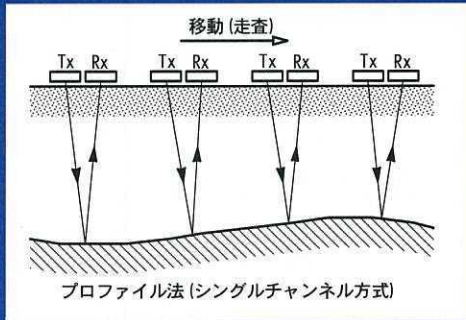
11

連続波レーダ探査（深部空洞、吸い出しポイント）

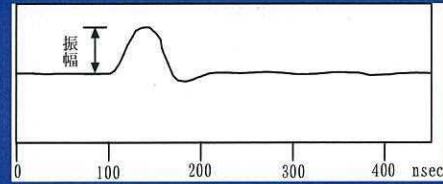
探査の概要

12

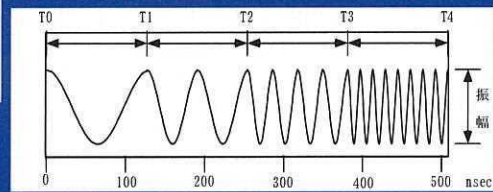
パルスレーダ探査とほぼ同様の手法であるが、探査できる深度が格段に大きい。これは瞬間波であるパルス波を送信する方式から連続波方式に変更した効果である。最大で地下10m程度までの探査が可能になっており、空洞や埋設物ばかりでなく、土質構造等の地盤構造調査にも適用可能となった。



連続波レーダ探査のイメージ



パルス波



連続波

探査装置

13



探査機器一式



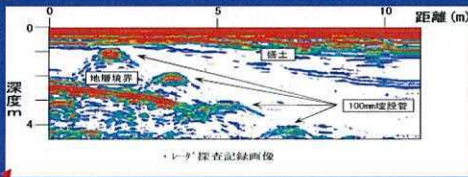
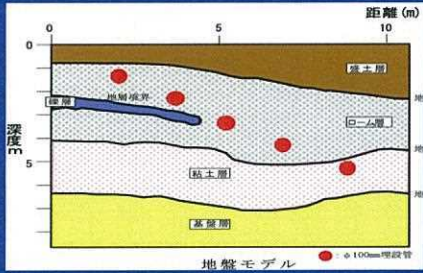
吹き付け法面における地盤構造探査



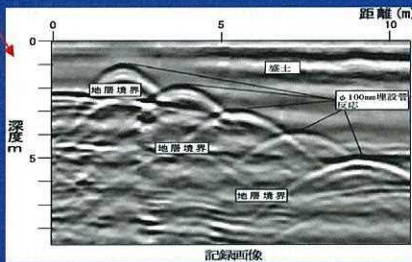
河川堤防における堤体構造調査

連続波レーダとパルスレーダ探査の比較

14



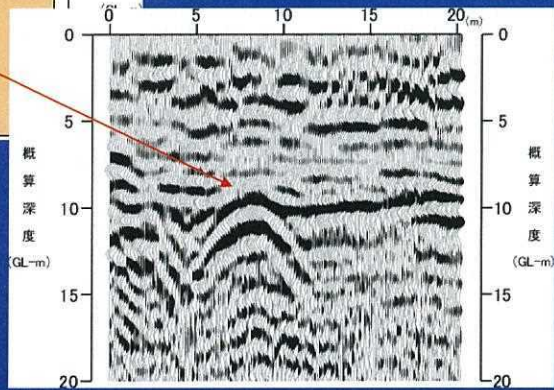
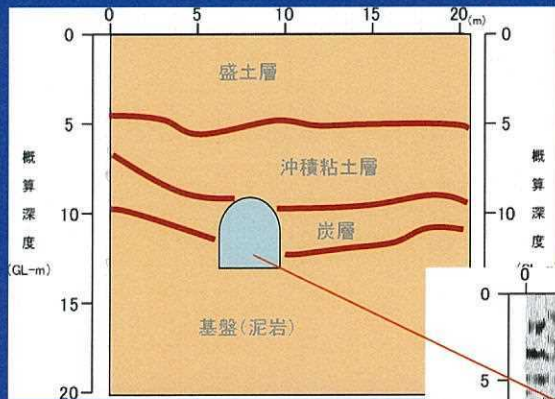
●パルスレーダ結果



●連続波レーダ結果

連続波レーダ探査結果 (深部空洞)

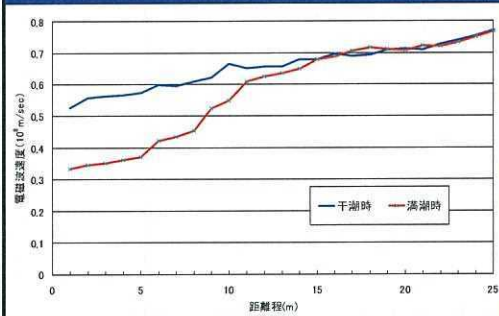
15



電磁波速度値と潮位変化の関係（吸い出し発生箇所）

以下のグラフは、干潮時と満潮時に分けて電磁波速度を横断方向で計測した事例であり、左が吸い出し発生箇所、右は健全部における計測結果である。特に吸い出し発生箇所においては、潮位変化に伴う速度低下が顕著である。

吸い出し発生箇所



健全部

