

路面下探査車「ロードビジュアライザー」の搭載機器と測定事例

応用地質(株)エンジニアリング本部 正会員 ○前川 聡
 応用地質(株)エンジニアリング本部 正会員 村上弘行

1. はじめに

路面下にある空洞、埋設管、埋設物等を非破壊探査する目的で、一昨年に路面下探査車「ロードビジュアライザー」を開発した。ロードビジュアライザーは高速測定対応の地中レーダ装置を搭載し、一般車両として走行しながら多チャンネルの測定記録を高密度収録することができる。

2. ロードビジュアライザーの搭載機器

ロードビジュアライザーの外観を図-1に、主な搭載機器と性能を表-1に示す。地中レーダ装置にはネットワーク接続された米国GSSI社のSIR-30×2台を使用しており、合計で8台のアンテナ(異なる周波数のアンテナの混在可)を接続できる。SIR-30は32ビットデータを扱っているにも関わらず送信レートが800kHzと高く、1波形を512点でサンプリングするとすれば、時速60km(最大80km)で走行しながら、距離計同期で2cm前後の間隔での波形収録が可能である。このため、一般道路のみならず高速道路においても交通規制を必要とせず、ハンディレーダ探査並の高密度測定ができる。距離計には速度範囲を時速0.3km～100kmに改造した非接触距離計を用いている。アンテナには、深度2～2.5mまでの空洞、埋設管、埋設物を測定するための中心周波数400MHzの送受信アンテナを6台、深度50cm程度までの主に舗装構造を測定するための中心周波数2GHzの送受信アンテナを2台搭載している。また、ポジショニング用にRTK-GPS(VRS方式、サンプリング周波数20Hz)と3台の高感度カメラを搭載している。収録した地中レーダ記録は専用データ処理ソフトにより表示・解析し、空洞、埋設管等を抽出する。この時、取得した位置座標と撮影画像が走行距離にリンクしていることから、該当箇所のを瞬時に求めることが可能である。



図-1 ロードビジュアライザーの外観

表-1 主な搭載機器と性能

項目	搭載機器・性能
地中レーダ測定器	SIR-30×2台(米国GSSI社製) 送信レート800KHz, アンテナ8台接続可能, 32ビットデータを256～16,384点/波形で8台分収録
アンテナ	400MHz×6台, 2GHz×2台(米国GSSI社製)
距離計	速度範囲0.3～100kmの非接触距離計 1cm毎に距離ハルス出力
ポジショニング機器	ネットワーク型RTK-GPS(VRS方式, 20Hz) 高感度カメラ×3台(4分割画面表示)
探査幅	400MHz×6台で2.5m, 2GHzは1台当たり約20cm
探査深度	400MHz: 2～2.5m, 2GHz: 0.5m
波形サンプリング	時速40km走行時: 1.7cm間隔(512点/波形, 8ch) 時速60km走行時: 2.0cm間隔(同上) 時速80km走行時: 2.3cm間隔(同上) 256点/波形では同一間隔で2倍の速度まで適用可能
その他	専用データ処理ソフトにより解析を実施, レーダ記録、位置座標、ビデオ画像が測定距離でリンク

従来使用してきた地中レーダ測定器(GSSI社SIR-20等)は8, 16ビットデータを取り扱っていたが、SIR-30は32ビットデータを扱うために、波形振幅が $-2.1 \times 10^9 \sim 2.1 \times 10^9$ の整数値で表され、測定時に増幅率の設定を必要としない。また僅かな振幅の違いも捉えることができるために、これまでよりも検出性能が向上した。

3. 測定事例

ロードビジュアライザーにより路面下空洞を検出した例を図-2に示す。図は振幅凡例に示すような路面下キーワード 路面下探査車, 空洞, 埋設管, 非破壊測定, 地中レーダ探査, 高密度測定

連絡先 〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町2-61-5 TEL 048-652-49412

の電磁波反射波の振幅分布を表し、横軸は距離で縦軸は地表面から電磁波を放射し、路面下の空洞等で反射して再び地表面に戻るのに要した時間(往復走時)及び電磁波速度を9.49cm/nsと仮定して求めた換算深度を表す。距離796~797m、深度60~70cmに表れている振幅の大きな反射波が空洞からのもので、後日実施したボーリングにより深さ25cmの空洞を確認している。路面下の空洞は周囲よりも振幅が大きく、使用している測定器では主振幅が負極性(黒色)で立ち上がる等の特徴を有する。

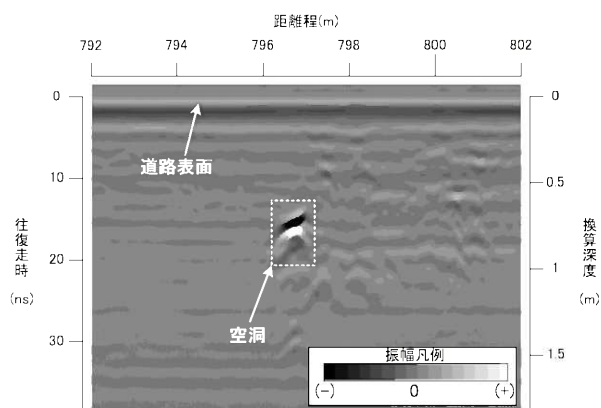


図-2 路面下空洞探査例

次に図-3に埋設管の探査例を、図-4にボックスカルバートの探査例を示す。埋設管探査では深度の異なる複数の横断管を捉えているが、この中には従来困難であった深度2.7mの横断管の反射波も含まれている。また距離471m、473m付近で深度2.7mの横断管に接続している縦断管も捉えている。ボックスカルバート探査では距離4m間に鉄筋が12本ある様子が読み取れる。これらは振幅のダイナミックレンジが広く、測定時に増幅率の設定が不要であること及び距離方向に高密度サンプリングすることの効果が表れたものである。

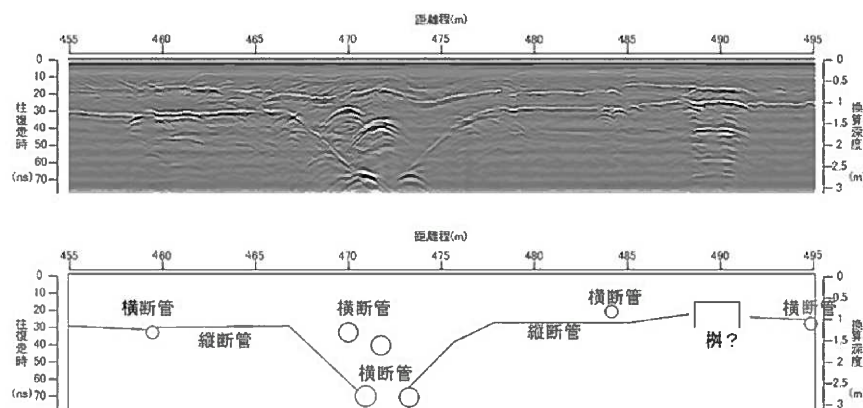


図-3 埋設管探査例

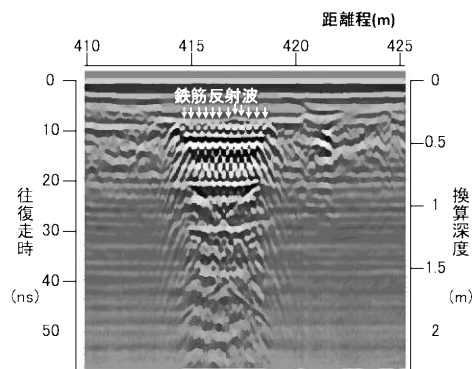


図-4 ボックスカルバート探査例

次に2GHz ホーンアンテナを用いて舗装構成を測定した例を図-5に示す。左側が測定記録、右側がこれから求めた舗装構成である。測定記録には舗装表面、アスコン底面、路盤底面の反射波が表れている。アスコンと路盤とは電磁波速度が異なるために、表面からアスコン底面までの往復走時とアスコン底面から路盤底面までの往復走時を読み取り、その半分に各々13.4cm/ns、9.48cm/nsと速度を仮定して舗装構成を求めた。

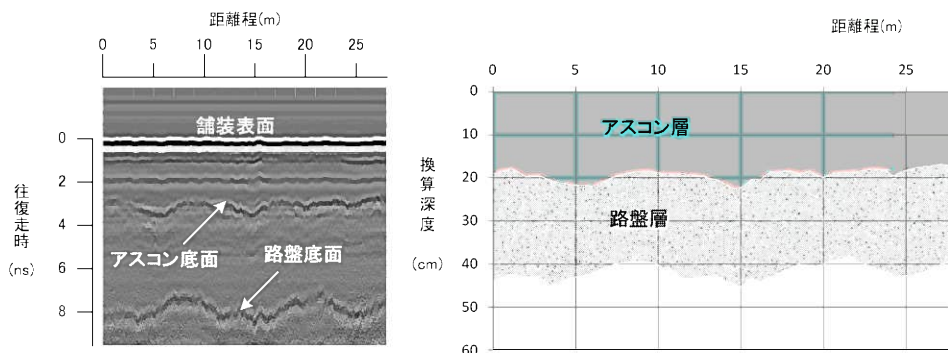


図-5 2GHz ホーンアンテナを使用した舗装構成探

4. まとめと今後の課題

路面下探査車ロードビジュ

アライザーは高速、高密度で地中レーダ記録を収録することが可能で、今回、路面下の空洞、埋設管等の探査に適用した事例を紹介した。今後は適用範囲を拡大するような改良をするとともに、膨大なデータ量を短期間で処理するためのデータ処理ソフトの作成に取り組んで行く所存である。