

「OYOフェア2019」参加報告

鈴木 敬一

SUZUKI Keiichi

川崎地質(株)

本誌編集委員／地下探査技術委員



2019年10月10、11日の2日間、秋葉原駅前にあるUDXビルにおいてOYOフェア2019が開催された。今年は「3D for Innovation～三次元化技術でつながる新たな革新～」と題して、①インフラ・メンテナンス、②防災・減災、③資源・エネルギー、④環境の4つの分野の展示と、8つのセミナーが行われた。

最初に目を引かれたのが「三次元探査検定センター」についての展示である。このセンターは、つくば市にある研究開発センターの敷地内にある。路面下探査技術の開発のために設置された施設であり、路面下探査技術の評価に使うことを目的としている。筆者は日本非開削技術協会の地下探査技術委員会にも所属しているため、路面下空洞探査は直接関係がある。

路面下探査とは、道路下に敷設されているインフラ施設、例えば下水道管の老朽化などにより、地盤内部に空洞が発生し、陥没事故などを未然に防ぐための探査手法のことである。主に地中レーダと呼ばれる地下に電磁波を放射して、空洞や埋設管などからの反射波を捉えることにより、地下を可視化する手法である。英語ではGround Penetrating RadarであるからGPRと表記することもある。車両に搭載する、あるいは牽引式の装置が一般的である。空洞や埋設管の探査では、得られた画像データから空洞や埋設管を推定するが、これが常に100%の確率で推定できるわけではない。その理由の一つに空洞の形状がいつも一定ではないことがあげられる。三次元探査検定センターでは、空洞を模した発泡スチロールをターゲットにして、それらの大きさや深さを変えて埋設してある。ここで地中レーダによりデータを取得すれば、その性能を評価することができる。空洞だけでなく、塩ビ管やヒューム管などの埋設管や、コンクリート片、あるいは不発弾を模した鉄製の模型も埋設してある。ヒューム管などは、探査測線に対して直交だけでなく、様々な角度で斜交する配置もある。地中レーダによる探査の対象物について、材質・深さ・大きさ・配置の仕方についてあらゆる場面を想定している。さらに、土壌水分計な



▲ OYO フェア2019のパンフレット表紙写真



▲ 入り口にて



▲ 会場内の様子



▲ 三次元探査検定センター



▲ 三次元物理探査

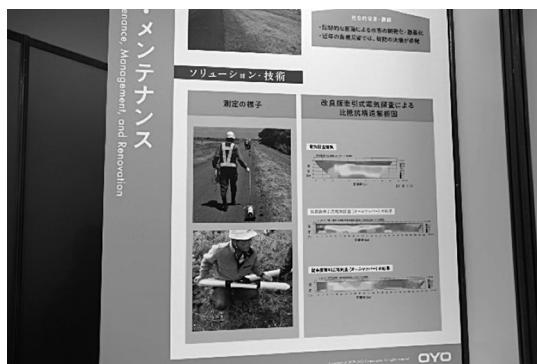
ども設置され、探査したときの地盤の状況も把握することができる。地下の電磁波の伝搬速度は、土壌水分によって大きく異なることが知られており、探査結果の解釈には電磁波伝搬速度の見積が重要であるため、このようなデータも提供してもらえるのはありがたいことである。

地下探査技術委員会では、「非開削地下探査技術適用の手引き（案）」を作成し、平成28年3月に発刊したが、この手引きを今後改訂するとなると、探査事例を示すのに格好のデータが取得できると感じた。このセンターは有料ではあるが、低価格で利用することができる。

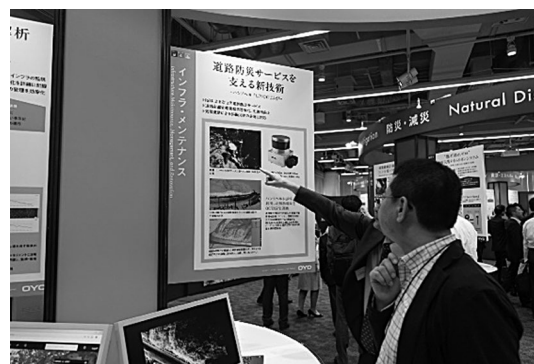
昨年に引き続き、三次元微動トモグラフィには力を入れている様子が見て取れる。これまで微動を用いた探査では一次元が一般的で、二次元の探査までが行われてきた。三次元微動トモグラフィは、センサを三次

元的に配置し、CMP 重合法と呼ばれる反射法地震探査や表面波探査で使われる手法を応用することで三次元に成功したものである。微動探査は、常に生じている地面の振動特性が、地下の地震波せん断速度（いわゆるS波速度）の構造によって異なる性質を利用したものである。地表に設置した地震計で微動を測定し、その周波数特性、特に分散性といわれる周波数によってS波速度が異なる性質から、地下構造を逆算するというものである。S波速度が毎秒300mより大きい地盤は工学的基盤と呼ばれ、耐震設計などに利用される重要なパラメータである（ただし、分野によって基準の値は異なり、毎秒300～700mと幅がある）。これが三次元的に推定できれば、より安全な構造物を設計することができる。

三次元微動アレイだけでなく、表面波探査や地中レーダの三次元化についても展示されていた。



▲ 牽引式電気探査装置



▲ ハンドヘルド型レーザプロファイラ

地中レーダ探査装置や自立型電気探査装置、海底微動アレイ探査、UAV（ドローン）探査あるいは樹木診断用レーダやコンクリートの健全性を調べるための定量化打音ハンマーなどは昨年同様の展示であった。

電気探査には長大な河川堤防の健全性を効率良く探査する手法として牽引式電気探査が従来あったが、今年はその改良版の紹介がなされていた。改良点としては、探査深度の延長と浅部の高解像度化である。台風19号の甚大な被害からもわかるように河川堤防の内部構造を把握することは年々重要性を増してきている。それに応えるように改良が加えられたものであろう。従来のものと改良型の探査結果の比較が展示されているが、確かに改良型は解像度が向上し、堤体の内部構造のコントラストも明瞭になっている。

このほかに印象に残ったのはハンドヘルド型のレーザプロファイラ（LP）である。LPはレーザを照射して、反射の位置を点群データとして三次元のマッピングを行う技術であり、これまでヘリコプターやUAVに搭載して使われてきた。今回の展示では人間が歩いてデータを取得する方法である。UAVなどでは上から下に向かって計測するため、切り立った崖やオーバーハングした地形のところではデータが取得できなかった。人間が歩くことにより下からデータを取得するため、オーバーハングした地形のデータも取得することができる。

ICT/IoT技術を活用した装置としては、「クリノポール」と命名された簡易的な傾斜計が興味深い。クリノは傾斜、ポールは棒であるから。機能そのものの名称でわかりやすい。地面に突き刺すだけなので、地すべりの広範囲な監視には適していると思われる。また、河川の増水や越流を検知する「冠すいっち」というもの



▲ クリノポール

のもある。恐らく「冠水」にかけた洒落であろう。

「アッシュモニタ」という火山灰の監視システムはユニークである。火山灰の降灰をモニタリングする装置であるが、降った火山灰を漏斗状のもので集め、それを横から動画で撮影して監視するものである。

また火災の避難計画を検討するための数値シミュレーションの紹介もあった。数値モデルを与えて、延焼のシミュレーションを行うものである。2016年の糸魚川の大規模火災のときのデータから、ほぼ実際の延焼を再現できたということである。

その他にも岩石コアサンプルの超音波速度を簡便に測定できるソニックビューアや波戸ハンドヘルド型の蛍光X線分析装置などもユニークである。

既存技術としては傾斜計の改良版である、フレキシブル傾斜計がある。これは従来の傾斜計を途中で折れ曲がるようにしたことにより、大変形が生じたとき



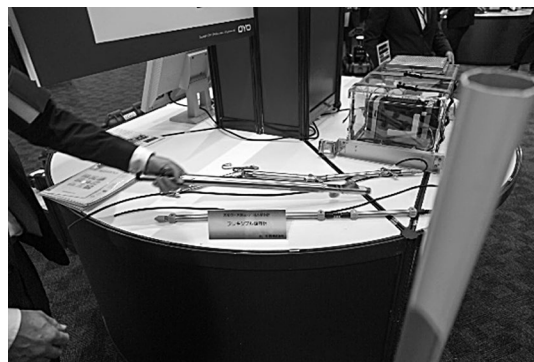
▲ アッシュモニタ



▲ 大規模火災避難計画用延焼シミュレーション



▲ ソニックビューア



▲ フレキシブル傾斜計



▲ ハンドヘルド蛍光X線分析装置



▲ 三次元電気探査結果とBIM/CIMの融合

の観測孔にも追従できるものである。また従来の三次元電気探査結果をBIM/CIM（Building Information Modeling/ Construction Information Modeling）に組み込むことにより、地すべり面を三次元的に推定し、対策工法を的確に行うための基礎資料の高精度化を図っている。

最後の展示に8Kテレビによる露頭の映像の紹介があった。さすがに8Kだと思わせるのは、砂岩と泥岩の互層の露頭であったが、それらが質感までわかるほどの解像度であった。同じ泥岩でも黒色と白色が1mm程度で互層しているのがはっきりと見て取れる。地質学的な議論をするときに、現地に行かなくても行った

のと同じ感覚で露頭を観察できる気がする。

毎年行われているOYOフェアであるが、毎回多岐にわたる分野とそれに対応した新技術の展示には興味を掻き立てられる。ただ、あまりにも展示内容が多岐にわたるために散漫な印象を与えるのが残念である。特に環境分野の展示ではそれを強く感じた。いずれにしても毎回刺激を受けることは間違いない。このような企画を毎年実施できる企業としての体力と、技術者の心意気なしにはできないと思われ、主催側のご苦労は並大抵ではないことが想像できる。参加の経験のない方には、ぜひ来年の参加をお勧めしたい。