非開削で地下を可視化する物理探査
―迅速な探査を可能にする新技術―

キーワード
物理探査，非開削，可視化，地中レーダ探査，空洞，埋設管

斎藤　秀樹
SAITO　Hideki
応用地質㈱
エンジニアリング本部

曽根　好徳
SONE　Yoshinori
応用地質㈱
エンジニアリング本部

1. はじめに

地上から地下の様子を知ることができれば，非開削技術分野のみならず多くの土木・建築工事に有益な情報をもたらすことが可能になる。そのような技術の一つが物理探査である。物理探査とは，様々な物理現象を使って地盤の応答を計測し，地盤の持つ物理的な性質の違いによって地下を可視化するものである。物理探査は，石油資源探査に代表されるように，資源分野で発展してきた歴史を持つ。しかし，我が国の物理探査は，資源分野だけでなく土木分野でも古くから利用され発展してきたという特徴を持つ。そのため我が国では，地下の比較的浅部を対象とした調査においても，物理探査はよく利用されている。

本稿では，非開削掘進技術分野においても物理探査をもっと利用していただくため，物理探査の特徴や適用性について概説するとともに，より効率的な探査を目指した新技術を紹介する。最後に，物理探査の今後の課題についてまとめる。

2. 物理探査の概要

2－1　物理探査の種類

物理探査には，利用する物理現象によって様々な種類がある。ここではそのうちのごく一部ではあるが，代表的な3つの探査手法について，簡単に紹介する。

(1) 地震探査（弾性波探査）

地震波を使って地下構造を調べる手法は，バリエーションが多く，物理探査の中でももっとも広い用途で利用されている。地震波には，実体波と表面波がある。実体波の地層境界での反射や屈折を利用する探査法は，それぞれ，反射法地震探査，屈折法地震探査と呼ばれる。反射法は地層境界などからの反射波の連続性を捉えるのが特徴であり，活断層調査や岩頭線調査などに用いられる。屈折法探査は，土木分野ではもっとも古くから普及した探査法であり，山岳トンネルの事前調査においてトンネル施工基面付近の弾性波速度を求めトンネル設計のための地山強度情報を提供するために利用されたり，ダムや斜面調査において岩盤の風化層厚を求めるために利用されたりしてきた。未固結土質地盤においてはP波を用いた屈折法探査によって，地下水位の推定が可能である。表面波を使う手法は表面波探査と呼ばれる。実用化されたのは十数年前であり，比較的新しい探査法であるが，比較的簡便な測定により地下浅部のS波速度構造を調べることができるため，特に土質地盤での各種調査に広く利用され，急速に普及した。

(2) 電気探査

地表から地中に電流を流し，距離の異なる地点で電位差を測定することにより，地下の電気比抵抗の分布を可視化するのが電気探査である。古くから地下水源調査や温泉調査などに用いられてきた。これは，比抵