

非破壊探査手法を用いたグラウンドアンカー法面の状態評価 グラウンドアンカー工の維持管理の高度化・効率化に向けて

State evaluation of ground anchor slope using non-destructive exploration method
Toward increased sophistication and efficiency of maintenance for ground anchor construction

(電力技術研究所 土木G)

(Civil Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

法面の安定性を確保するために施工利用されているグラウンドアンカー工の維持管理の高度化・効率化に向けて、非破壊試験法である地中レーダ探査と表面波探査結果を基に、施工地盤の状態に起因するアンカー鋼材の腐食可能性の評価方法について検討した。

Based on the results of ground penetrating radar exploration and surface wave exploration, both of which are non-destructive test methods, we reviewed a method for evaluating the possibility of anchor steel corrosion due to the condition of the construction ground. These efforts are aimed at increasing the sophistication and efficiency of maintenance for ground anchor used to ensure the stability of a slope.

1 はじめに

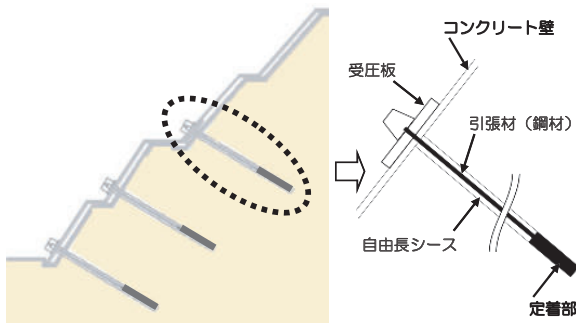
電力施設等の近接法面では、法面の安定性を確保するためにグラウンドアンカー工（以下、アンカー）が施工されている。これは、地中にセメント系充填剤で造成する定着部と地表面の構造物を高強度の引張材（鋼材）を連結させ、緊張力を利用して法面を安定させる工法である。鋼材部分は地中の水分による腐食を防ぐために防食構造となっているが、周辺地盤の腐食に関する状態を把握しておくことは、アンカーの維持管理の高度化・効率化において有効であると考えられる。

そこで、地盤の含水比や強度を評価する非破壊試験方法である地中レーダ探査と表面波探査を用いた現地試験を行って、鋼材の腐食可能性評価方法について検討した。



第2図 調査対象法面

等）が異なる面や物体からの反射波を捉えることにより、地盤の含水比等の性質の違いを把握できる方法である。得られる電磁波速度と含水比には、負の相関があることが知られている。



第1図 グラウンドアンカー施工例



第3図 地中レーダ探査状況

2 現地試験

(1) 調査対象法面

第2図に調査対象法面を示す。幅は約70m、高さは約15mで、小段1段の高さは約7mである。花崗岩質の切土法面であり、表層は風化したまさら土で深部は硬質の花崗岩で構成されている。試験は小段のA列、B列部分で行い、内部の地盤の評価は図中の赤線で示す範囲を対象とした

(2) 地中レーダ探査

第3図に示す装置を用いて、地中に5～160MHzの周波数の電波を照射し、地盤内の電気的特性（導電率

(3) 表面波探査

表面波探査は、第4図に示すようにかげや等を用いて地表で鉛直振動を与え、受信側のセンサーで捉えた表面波（レイリー波）の伝播速度から実体波のS波速度を解析する弾性波探査の一種で、地盤の強度等の違いを把握できる方法である。表面波の波長は地表面で最も短く、深部になるほど長くなる特性を有している。この波長ごとの伝播速度を解析することで、地盤のS波速度構造を求めることが可能である。S波速度と地盤強度には、正の相関関係がある。



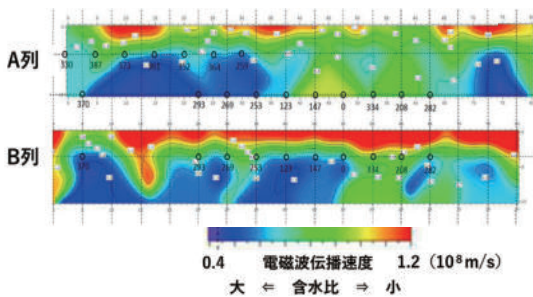
第4図 表面波探査状況

3 現地試験結果

(1) 地中レーダ探査による結果

地中レーダ探査結果を第5図に示す。A列、B列とも調査幅（横軸）は約70m、地表面から深さ（縦軸）約10mまでの電磁波速度の分布を示している。電磁波速度の範囲は $0.4 \sim 1.2 \times 10^8 \text{m/s}$ であり、平均値及び標準偏差は、それぞれ $0.79 \times 10^8 \text{m/s}$ 、 $0.22 \times 10^8 \text{m/s}$ であった。

A列において、深部の左半分と右端部には、電磁波速度が遅く（青色部）、含水比が大きい領域があることがわかった。一方、地表面部には電磁波速度が速く（赤色部）、含水比が比較的小さい領域があるが、これには、小段表面の敷コンクリート（厚さ40cm）の影響があると思われる。また、下段のB列では、A列と同様の分布傾向が確認できた。

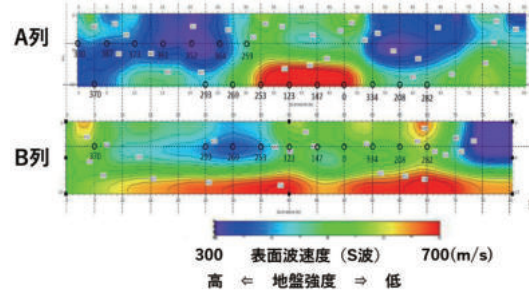


第5図 地中レーダ探査結果

(2) 表面波探査による結果

表面波探査結果を第6図に示す。A列、B列とも、地中レーダ探査と同様に地表面から深さ10mまでのS波速度の分布を示している。S波速度の範囲は、 $300 \sim 700 \text{m/s}$ であり、平均値及び標準偏差は、それぞれ 486m/s 、 113m/s であった。

A列において、深部の中央部にはS波速度が速く（赤色部）、地盤強度が高い領域があることがわかった。一方、上部の左右方向には、S波速度が遅く（青色部）、地盤強度が低い領域が確認できた。またB列では、深部全体に亘ってS波速度が速く、地盤強度の高い領域があることと、上部にはA列程ではないがS波速度の遅く、地盤強度の低い領域があることが確認できた。

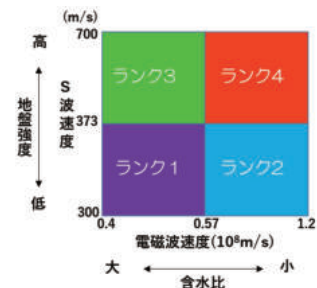


第6図 表面波探査結果

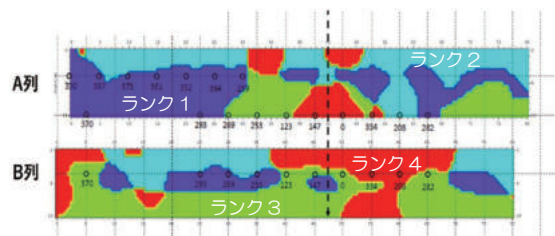
4 腐食可能性に関する評価

アンカーの引張材（鋼材）の腐食は、被覆防食部分等が周辺地盤の変形に追従できずに生じるひび割れ部分に生じ易い。このため地盤の強度が低く変形し易い箇所で、かつ鋼材の腐食の原因となる水分の多い含水比が高い箇所で発生しやすいと考えられる。そこで、S波速度と電磁波速度に閾値を設定し、4ランクに分類した（第7図）。各軸の閾値は、平均速度から標準偏差値分を引いた値で設定した。ランク1は、地中の水分が多くて地盤強度が弱い領域であり、相対的に引張材の腐食可能性が最も高い領域である。

第8図にA、B列の地盤ごとにランク評価した結果を示す。腐食の可能性の高いランク1に該当する領域は、A列の左側に集中していることがわかった。このランク1（紫色）の領域に設置されているグラウンドアンカーの変化に注視した維持管理が、効率的と考える。



第7図 S波速度、電磁波速度によるランク分け



第8図 ランク評価結果

5 まとめ

本検討により、グラウンドアンカー法面の状態評価として、地中レーダ探査、表面波探査の結果を用いた引張材の腐食可能性評価方法を提案した。今後は、アンカー本体の健全度評価も組み合わせて、維持管理の高度化・効率化に関する検討を実施していきたい。



執筆／福田 栄