

電磁探査法を組み合わせたトンネル地山の比抵抗構造と実際の地質状況～北海道東部付加体地域での調査事例～

Correlation case study between geotechnical estimation result by EM methods and tunnel excavation data in east Hokkaido

岡崎 健治 [1]; 伊東 佳彦 [1]; 日外 勝仁 [1]

Kenji Okazaki[1]; Yoshihiko Ito[1]; Katsuhito AGUI[1]

[1] (独) 土木研究所寒地土木研究所

[1] CERI, PWRI

1. はじめに

トンネル建設に先立つ地山の地質評価では、トンネル延長が大きく、土被りの大きな場合、地形の制約、調査能率の低下によって、その精度が低下するなどの課題を有している。

筆者らは、北海道東部の付加体堆積物の分布する山岳地域で建設中のトンネルを対象に空中電磁法とCSAMT法を組み合わせた調査・解析を実施し、同トンネルの地質工学的課題を抽出した。また、その結果をトンネル掘削で判明した地質状況、掘削で生じた問題発生箇所、および施工計測結果と対比し、両手法を組み合わせた方法の延長と土被りの大きいトンネルの地山評価への適用性について検証したので報告する。

2. 調査概要

調査地は、北海道北見市北西部における山岳地帯である。調査対象としたトンネルは、延長4.1km、最大土被り厚さ380mの道路トンネルである。トンネルの地質は、付加体に属する火山砕屑岩や玄武岩などである。また、調査地周辺では、付加体形成時およびその後の構造運動によって形成されたと考えられる断層破砕帯が多数発達している。調査では、このような広域かつ大深度の条件に応じた物理探査手法として、空中電磁法とCSAMT法を選定して実施した。空中電磁法とCSAMT法による比抵抗値を組み合わせてトンネル地山の比抵抗分布を推定した。比抵抗値の組み合わせは、両手法の周波数に応じた見掛け比抵抗曲線をもとにCSAMT法の測定箇所における1次元比抵抗構造を作成した。その1次元比抵抗構造をもとに2次元のトンネル比抵抗分布断面を作成するとともに、逆解析を行いトンネル地山の比抵抗断面を構築した。

3. 調査結果

空中電磁法とCSAMT法による比抵抗値を組み合わせた調査・解析の結果、トンネル掘削位置において、いくつかの低比抵抗部と低～高の比抵抗の混在部が認められた。低比抵抗部は、地山深部と土被りが比較的小さく沢部に位置する区間であった。これらの低比抵抗部では、地質構造運動にともなう岩盤の破碎、粘土化の可能性が考えられ、トンネル施工の際には、変位量の増加や湧水に注意が必要であると推定された。また、低～高の比抵抗の混在部は、地山の深部に認められた。この低～高の比抵抗の混在部では、破碎の進行または断層帯の存在が想定されることから、当区間の施工では変位量の増加や湧水に注意が必要であると推定された。

トンネルの施工では、変位量の増加、吹き付けコンクリートのクラック発生、ロックボルトのプレート変形および湧水がいくつかの箇所で見られた。とくに、低い比抵抗部では、変位量が他の地点よりも大きく、多量の湧水が発生した箇所も存在することが確認された。そのため、ロックボルトの増し打ちや縫い返し（再掘削）などの対策が行われるとともに、支保工も構造的な上位に変更された。また、低～高の比抵抗の混在部では、変位量の増加、吹き付けコンクリートのクラック発生、ロックボルトのプレート変形および湧水が発生した以外に、天端崩落も発生している。この区間は、より亀裂が発達していた区間であり、支保工が構造的上位に3ランク変更された。

以上のように空中電磁法とCSAMT法による比抵抗値を組み合わせた調査・解析により推定した土被りの大きい区間のトンネル施工上の地質的問題箇所とトンネル掘削で生じた問題箇所は、大局的に一致する傾向を確認できた。

4. おわりに

北海道の付加体地域におけるトンネル地山を対象として、空中電磁法とCSAMT法を組み合わせた調査・解析を行った。トンネル掘削で判明した地質状況、掘削で生じた問題発生箇所および施工計測結果と比較検討することで、事前の地山評価における効果と精度を確認することができ、本手法はトンネルの延長ならびに土被りが大きな場合の地質調査手法としての適用が可能であると考えられる。