

宮古盛岡横断道路 築川トンネル工事 ～FDEM 探査を用いた切羽前方探査による最適支保パターンの選定～

三井住友建設株式会社

正会員 ○仲 哲路 山田 文孝

非会員 牛田 久雄 長岡 浩康

国土交通省 東北地方整備局 非会員 赤石 広秋

1. はじめに

宮古盛岡横断道路は、岩手県宮古市から盛岡市に至る延長約 100 km の地域高規格道路であり、東日本大震災で被災した沿岸部と内陸部との強力な連携を推進することによる被災地の早期復興支援が期待されている。

築川トンネルは宮古盛岡横断道路のうち、区界道路に位置する全長 1,576m の道路トンネルであり、脆弱な蛇紋岩化帯や湧水を伴う破碎帯が分布すると想定されている。

そこで、電磁波比抵抗 (FDEM) 探査を用いた切羽前方探査を実施し、切羽地質・計測結果と比抵抗分布を比較して地質分布や物性値を推定、3 次元 FEM 予測解析により地山に適した支保パターンを選定した。本稿では、これまで実施した電磁波比抵抗 (FDEM) 探査と 3 次元 FEM 予測解析について報告する。

2. トンネル掘削における問題点

当該トンネルは、古生代デボン紀～石炭紀 (4.2～3 億年前) に形成された日本最古の地質帯を掘進する。地質は潜在亀裂が多い付加体混在岩を主体とし、一部に滑石や葉片状蛇紋岩を挟在する蛇紋岩化帯が分布することから、岩塊の抜け落ち、水による劣化、変形増大が懸念されている (図-1)。

切羽前方の地山状況を的確かつ迅速に予測することは工事の安全性、経済性を確保する上で極めて重要である。従来より切羽前方探査の手法としてドリルジャンボを用いた削孔検層や水平調査ボーリング等様々な手法が採用されているが、施工サイクルへの影響、工事費増等の問題があった。

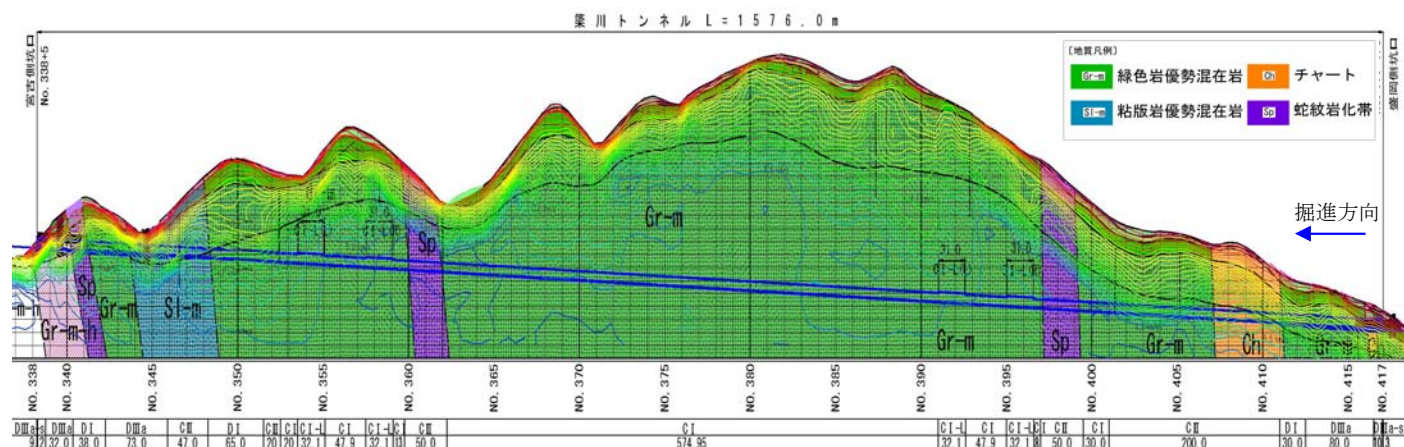


図-1 地質縦断面図

3. 電磁波比抵抗 (FDEM) 探査を用いた切羽前方探査の実施

当該トンネルで採用した FDEM(Frequency Domain Electromagnetic Method)探査は、トンネル切羽面に小型の探査機を設置し、送信コイルに電流を流すことにより磁場を発生させ、磁場応答により非破壊で切羽前方 50m 区間の比抵抗分布を測定し、地山状況を推定するものである (写真-1)。

葉片状蛇紋岩や断層破碎帯・帯水層は、緑色岩やチャートなどの堅岩部よりも低比抵抗のため、本探査により地山脆弱部を事前に把握することとした。探査は、切羽面の SL 付近において 1m 間隔で測点を配置し、1 断面で 39 点の測定とした (写真-2)。探査結果を下図に示す (図-2)。

キーワード FDEM 探査, 3 次元 FEM 予測解析, 蛇紋岩化帯,

連絡先 〒020-0812 岩手県盛岡市川目 6-60-4 三井住友・岩田地崎特定建設工事共同企業体 TEL019-613-2750



写真-1 探査状況



写真-2 探査測点

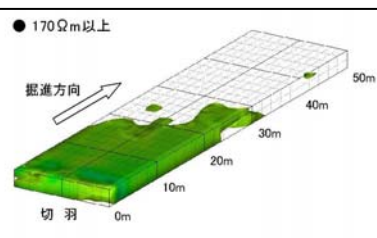
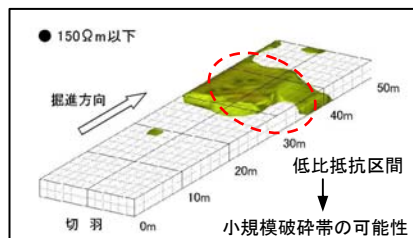


図-2 FDEM 探査結果

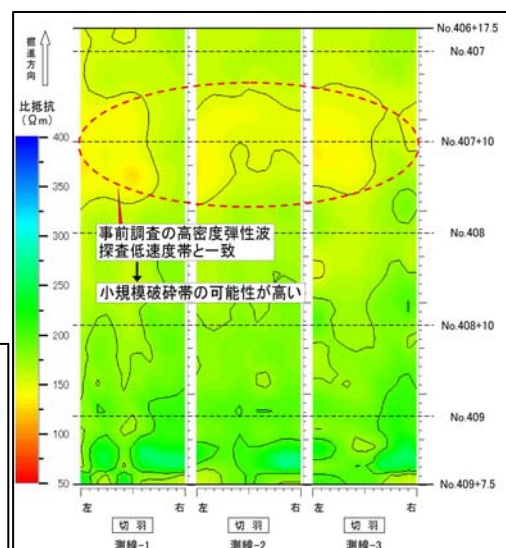


図-2 FDEM 探査結果

探査結果から、前方 30～40m の区間において低比抵抗区間が確認され、事前調査の高密度弾性波速度分布の低速度帯とも一致した。このため、当該区間は亀裂が発達した小規模破砕帯である可能性が高いと想定し、D I パターンの支保を選定した。その後、掘削時の切羽には想定通りの破砕された緑色岩が出現し、探査の有効性が証明された。

4. 3次元 FEM 予測解析の実施

FDEM 探査により以奥の地質を想定すると共に、同地質の既掘削区間の坑内変位量を基にした逆解析により信頼性の高い地山物性値を推定した（表-1）。その物性値を用いて、以降掘削する区間の 3 次元 FEM 解析を行い最適な支保パターンを選定した（図-3, 4）。

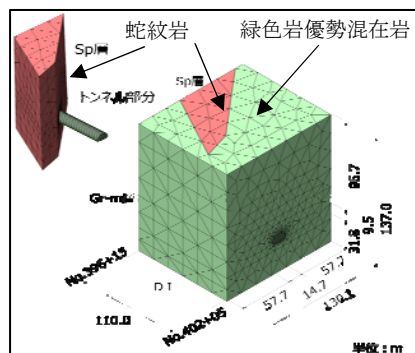


図-3 解析モデル

解析の結果、支保パターンを D I としても、支保部材の健全性、周辺地山の安定性ともに限界に近い状態ではあるが、支保できると考えられた。よって、設計時の支保パターン C II を採用せず、D I を継続し、坑内計測結果に細心の注意を払いながら掘削を行った。

5. おわりに

現在、当トンネルは坑口から約 700m 地点を掘削しており、最大土被り区間（約 180m）に差し掛かかっている。想定以上の湧水が発生している中、今後蛇紋岩化帯の出現等不確定要素が多いことから、FDEM 探査と 3 次元 FEM 解析による事前予測を有効に活用し、安全性と経済性に配慮した施工を行う所存である。

表-1 解析に用いた地山物性値

地山区分	変形係数 (kN/m ²)	f _{test}	v ₀	v _{test}	k	a	C (kN/m ²)	φ (°)	σ _t (kN/m ²)	γ _t (kN/m ³)
Gr-m	1,210,000	0.01	0.30	0.48	6	3	1,000	52	200	27.5
Sp	1,210,000	0.01	0.30	0.48	6	3	4,500	38	900	29.0

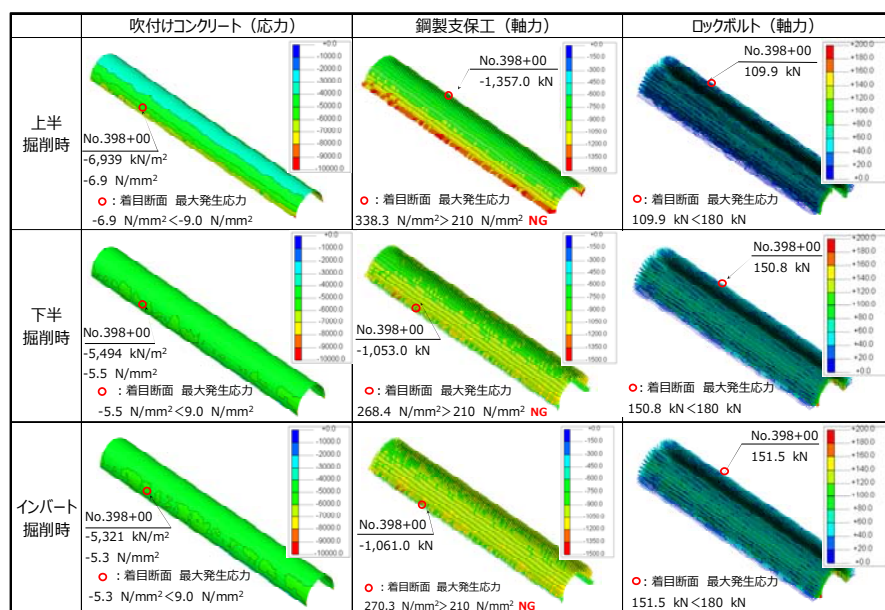


図-4 解析結果