

P23. 八甲田トンネルにおける IP 法電気探査の再解析結果と施工実績との対比

Comparison with the Re-analysis Results and Construction Results of the Electric Prospecting Using Induced Polarization Method in Hakkoda Tunnel

○赤澤正彦（鉄道・運輸機構），川越健，太田岳洋（鉄道総研）

Masahiko Akasawa, Takeshi Kawagoe, Takehiro Ohta

1. はじめに

山岳トンネル建設において，自然由来の有害物質（重金属類等）の存在はルート選定時の考慮対象となるほか，その対策を効率的に行うには物質の種類，分布状況，賦存量などをルート決定直後の早い段階で的確に把握することが重要である．現在，主に資源探査の分野で用いられている IP 法電気探査（強制分極法）はそれに対する有用な手法の一つとして考えられる．そこで，本研究は東北新幹線八甲田トンネルで実施した IP 法電気探査の結果について再解析を行い，施工実績と比較することで今後の自然由来有害物質調査に活用できるような知見を得ることを目的として実施した．

2. IP 法 3 次元解析結果とトンネル切羽試料分析結果との対比

IP 法とは岩盤に異なる周波数の矩形波電流を流し，電位差の変化を測定する方法で，硫化鉱物を含む鉱床や鉱化帯の探査に有効であり，八甲田トンネルでは昭和 55 年度に測線 6 本，総延長 11.6km（測点間隔 100m）が実施された¹⁾．当時の解析法は測線断面毎に比抵抗値と FE 値（周波数領域 IP 法で定義される IP 効果を表す量）の 2 次元モデルを設定し，その計算値が実測値に合うよう試行錯誤的にモデルを修正していくフォワード法による 2 次元解析であった．

今回は，新たに東西方向の 5 測線のデータを統合し，インバージョン法による 3 次元解析を行った．これは計算値と実測値の誤差が最小となるよう 3 次元モデル（比抵抗値と FE 値）を自動的に修正する方法である．

その結果，得られた 3 次元モデルから算出した八甲田トンネルの標高レベル（標高 170m）の FE 値（%）および比抵抗値（ Ω -m）の平面分布をそれぞれ図-1 および図-2 に示す．両図には八甲田トンネル切羽試料の元素分析による硫黄（S）含有量（wt%）と唐川調査坑から掘削された水平ボーリング（掘進長 480m）のコアの S 含有量を重ねて示す．また，周辺に分布する旧鉱山（和銅鉱山，大森鉱山および冷沢鉱山）の坑口の位置を★印で示した．

図-1 では FE 値の高い濃色のエリアと S 含有量の高い部分（2%以上は濃い灰色，5%以上は黒），図-2 では比抵抗値の低い濃色のエリアと S 含有量の高い部分とは良い相関がみられ，IP 法による高 S 含有量部検

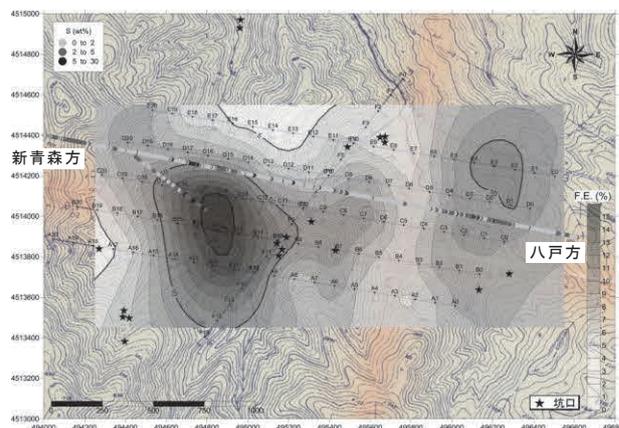


図-1 FE 分布図（標高 170m レベル）

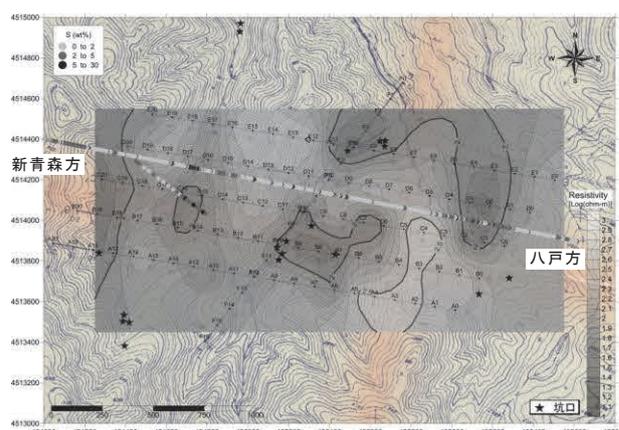


図-2 比抵抗分布図（標高 170m レベル）

出の可能性を示している．また，測線周囲に分布する旧鉱山の坑口は標高 250～500m の地表に位置し，標高 170m のトンネルレベルの物性値と比較すると概ね低比抵抗領域，高い FE 値を示す領域に位置する．

次に，IP 法 3 次元モデルが解析された 647km200m～649km500m 区間において，地質断面と比抵抗値，FE 値，メタルファクタ（=FE 値/比抵抗値）およびトンネル切羽から採取した岩石試料の元素分析による硫黄と重金属（Pb, As, Cd）の含有量，X 線回折分析（XRD）による変質程度（粘土鉱物）と鉱化程度（黄鉄鉱）を対比した結果を図-3 に示す．

硫黄および重金属の含有量が多い区間は比抵抗値が低く，FE 値が高い，すなわちメタルファクタが高い傾向が認められる．そこで，S の含有量と比抵抗値，FE 値およびメタルファクタを重ね合わせたものを図

ー4 に示す。S の含有量と比抵抗値および FE 値には良い相関がみられ、また比抵抗値と FE 値の比であるメタルファクタと S の含有量の傾向も相関性が認められる。トンネル切羽から採取した岩石試料の分析値と IP 法の解析結果はその分解能が大きく異なるため、それらの値を直接比較することは困難であるが、IP 法により解析された物性値（比抵抗値と FE 値）をもとに S の含有量のある程度推定できる可能性が示唆された。IP 法の空間分解能は測定仕様（測点間隔、測線間隔）によるが、本ケースの場合（測点間隔 100m）では、400~500m 幅で S の含有量の変化が捉えられているものと考えられる。また、同様に変質程度（セリサイト、緑泥石およびカオリンの頻度）、鉍化程度（黄鉄鉍の頻度）と比抵抗値、FE 値を対比した結果を図-5 に示す。変質鉍物が多い区間では比抵抗値が低く、黄鉄鉍が多い区間は FE 値が高い傾向が認められる。

3. おわりに

IP 法は重金属を含む鉍化帯の把握に有効である可能性が示された。なお、IP 法で得られる物性値は比抵抗値と IP 値（周波数領域法では FE 値、時間領域法では充電率）である。これらは粘土鉍物や金属鉍物の含有量だけでなく、土質・岩石の種類、間隙率と飽和度、間隙水の比抵抗等により変化するので、解釈には他の情報と併せて判断することが必要であることから、それらの影響については今後検討したい。

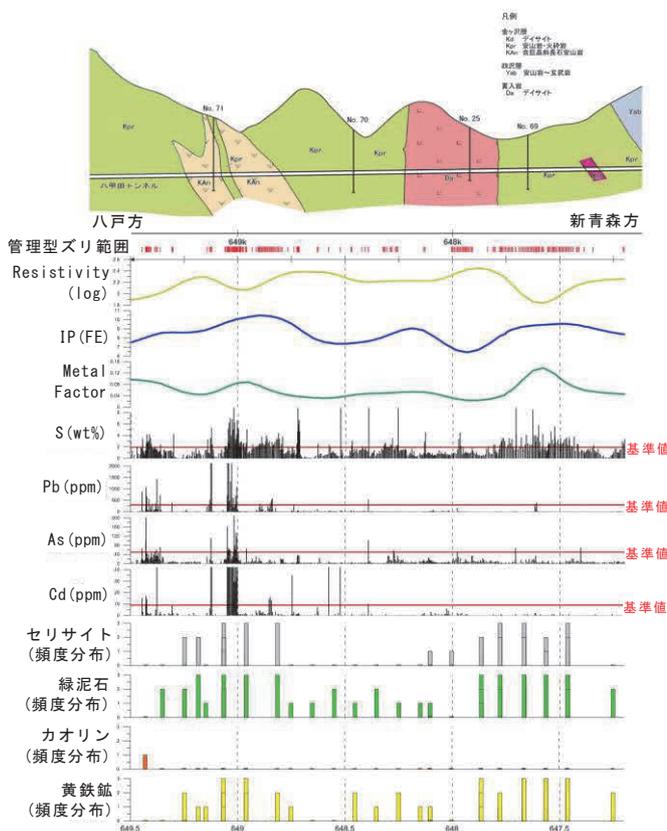


図-3 IP 法結果と管理元素・変質鉍物の対比

謝辞

本研究の実施にあたっては、JX 日鉱日石探開株式会社の菊地良弘氏（現）一般財団法人国際資源開発研修センター）および藤川修氏に多大なるご協力を頂いた。ここに感謝の意を表する。

文献

- 1) 服部修一・太田岳洋・菊地良弘（2002）：八甲田トンネルにおける鉍化変質岩の産状と調査方法について、物理探査，Vol.55，No.6，pp.359-371.

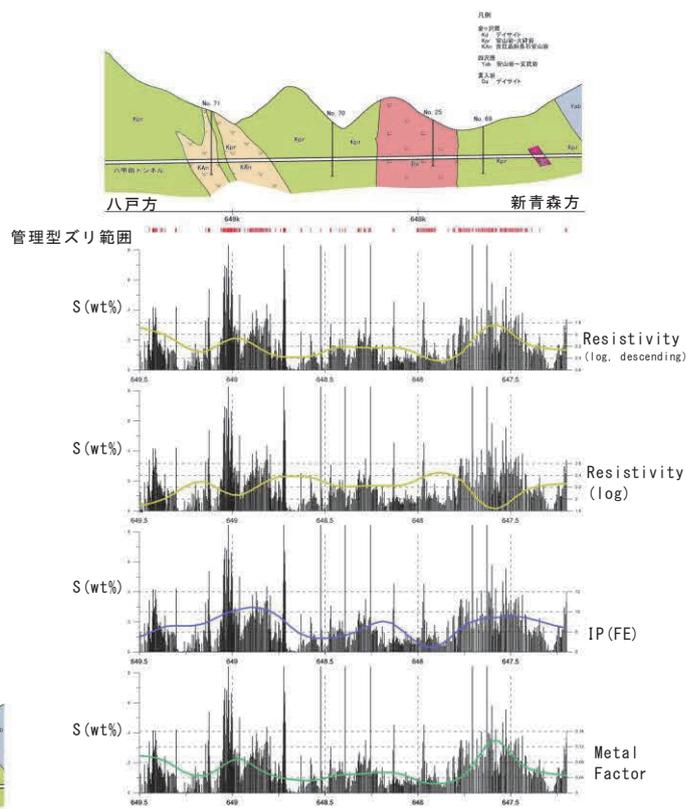


図-4 S 含有量と比抵抗値、FE 値、メタルファクタの対比

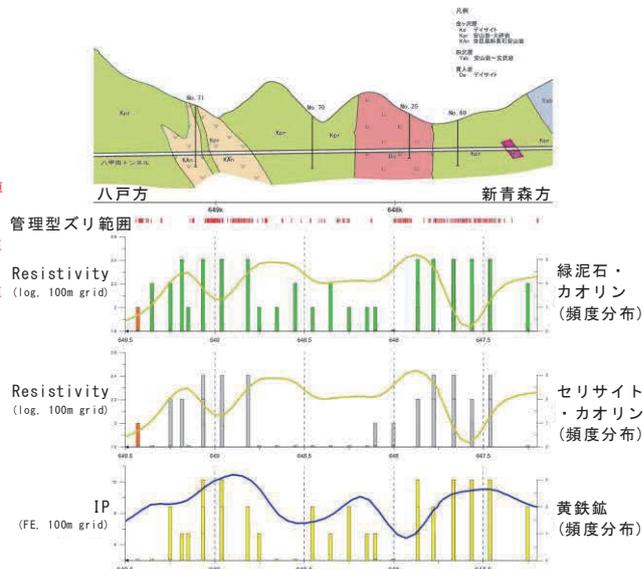


図-5 比抵抗値、FE 値と変質・鉍化程度の対比