

# 地すべり地における比抵抗断面法と各種物理探査の調査事例について

復建調査設計(株) ○中井 真司  
植田 哲司  
仁科 利晴

はじめに

地すべり地の地下構造は複雑であり、その地質状況、地下水状況、破碎帯の分布等を把握する目的で従来より電気探査・弾性波探査・地温探査・放射能探査等の各種物理探査が実施されている。近年、物理探査技術（特に電算機を利用した解析技術）の進歩により精度の高い解析が可能となり、新しい探査方法が提唱されている。今回は、広島県内のY地区において、比抵抗断面法による電気探査を実施した。ここでは、同時に実施した自然放射能探査、地温探査結果を踏まえて調査事例を紹介する。

調査地周辺の地質は、古生代の粘板岩および砂岩からなり、白亜紀後期の花崗岩の進入の影響を受けホルンフェルス化している。物理探査に先立って実施したボーリング調査においても、粘板岩および砂岩が確認された。表層よりGL-5~10m程度は、著しく風化・変質している状況がみられた。

## 1. 探査原理および方法

探査は、図-1に示す10×20mの格子(A~N, 1~8)を設定し、比抵抗断面法はNo.4測線に沿うX測線、G~H測線に沿うY測線にて実施し、自然放射能探査および地温探査は格子の交点にて実施した。

### ①比抵抗断面法

比抵抗断面法は、従来の水平探査法を連続的に実施し、電算機による解析（連続一次元解析・アルファセンター法解析・FEM解析）により真の電気比抵抗の分布状況を2次元的に解析するものである。今回の測定では電極配置は2極法とした。測定にあたっては測線を設定し、測線上に定間隔で電極棒を打設し、ケーブルを接続する。ケーブルはスイッチボックスを介して測定機に接続し、端子の切り替えにより連続的に測定する。

今回の測定条件は以下の通りである。

< X測線 >

< Y測線 >

測線延長：188m 測線延長：130m

電位電極：4.0m間隔 電位電極：2.5m間隔

電流電極：4.0m間隔 電流電極：2.5m間隔

測定深度：40m 測定深度：25m

### ②自然放射能探査

岩石や鉱物には僅かではあるが天然放射性同位元素が含まれている。自然放射能探査は、これらの元素が放出するγ線をシンチレーションサーベイメーターにて検出し、その強度を測定するものである。地すべり

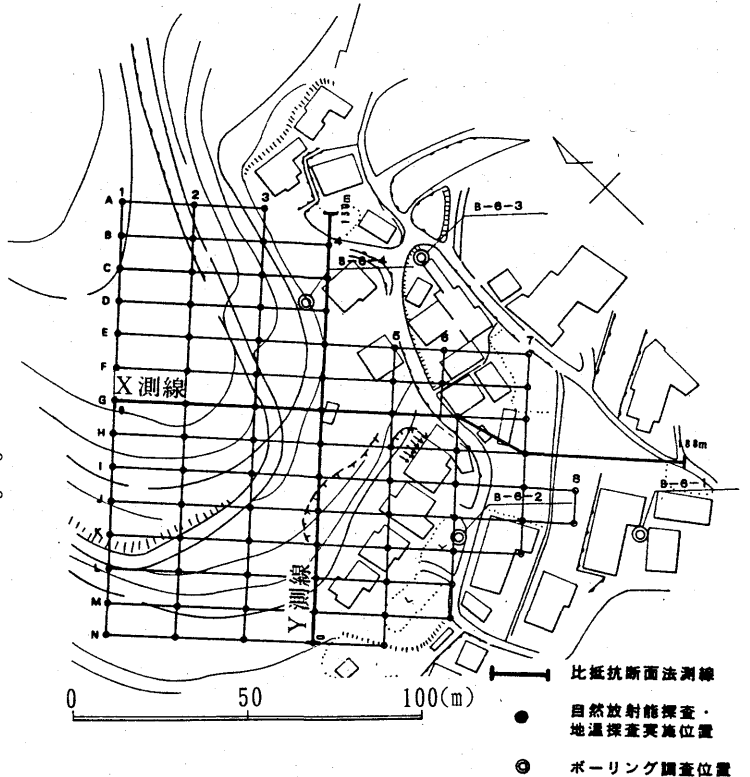


図-1 調査位置平面図

地における同調査の目的は地表面下の亀裂の存在が推定される場合、ならびに多数の小破碎部および断層破碎帯が存在するときに実施し、これらの規模・連続性を調査してその分布を明らかにすることである<sup>1)</sup>。

同一地質・同一条件のもとで測定を行った場合、 $\gamma$ 線強度は測定対象層固有の値を示し、地盤破碎部では異常値が出現するといわれている<sup>2)</sup>。そこで、当区域の固有値分布範囲から外れた値を異常値とし解析を行った。

### ③地温探査

地温探査は、調査地内の地下水流動状況を把握する目的で、1 m深の地温を測定した。一般に夏期は流動地下水温が相対的に低いことから、地下水脈の存在する周辺は低温になり、流速が極めて遅いか流脈の存在しない箇所は、平常1 m深地温に近い値で検出される。

## 2. 各探査の測定結果

### ①比抵抗断面法

比抵抗断面法により得られた比抵抗断面図を図-2、比抵抗平面図を図-3に示す。

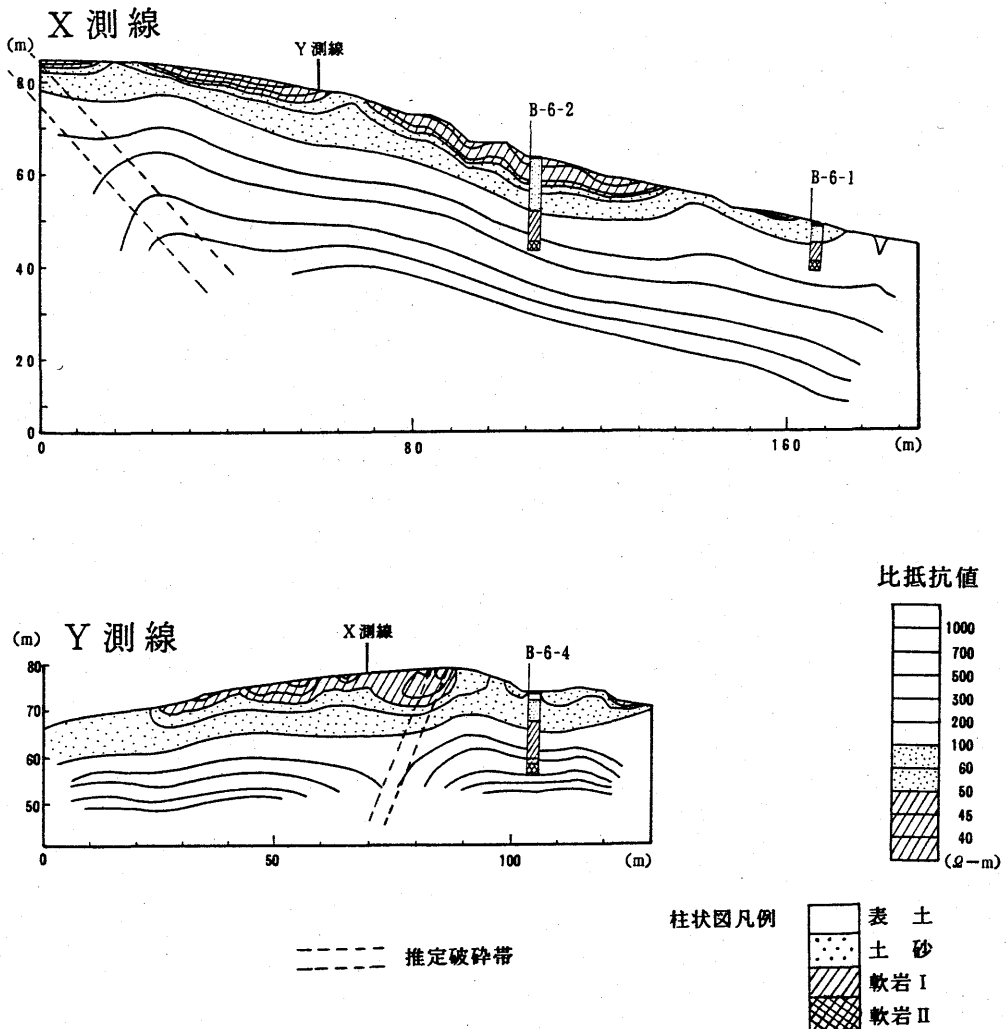


図-2 比抵抗断面図

この結果を、ボーリング調査結果と照合していくと次のようなことがいえる。

- a) いずれの測線も、概ね深度に伴って比抵抗値は高くなる傾向がある。これは当地区の基盤岩の風化状況を反映するものと考えられる。
- b) ボーリング結果との対比によると、100Ω-mより低い値を示す部分が土砂状に強風化している部分に相当する。
- c) 表層よりGL-5m程度までの浅層部においては、概ね比抵抗値は100Ω-mより低い値を示すが、細分すると50Ω-m未満と50~100Ω-mの比抵抗帯に2分できる。
- d) X測線の始点付近およびY測線の83~88m区間においては、地下深部に至る低比抵抗ゾーンが検出されており、この区間には断層破碎帯が存在する可能性がある。

### ② 自然放射能探査

自然放射能探査結果図を図-4に示す。異常値はE-W~NW-SE方向に配列する。この異常値は、地表を通過する破碎帯および地すべりに起因するクラック・破碎部等を示していると考えられる。

### ③ 地温探査結果

地温探査結果図を図-5に示す。平均地温は28.8°Cであり、27.8°C未満を低温部、29.8°C以上を高温部とした。今回の地温探査は真夏の炎天下で実施したものであり低温部は地下水流動の可能性の高い地点であると解釈できる。低温部の分布および周辺の地形から地下水は北-南および北西-南東方向に流動していることがうかがえる。高温部における2箇所のボーリング孔の地下水位は低く、GL-17.8m(B-6-2)、15.2m(B-6-4)となっている。

### 3. 考察

各々の探査結果より以下のことが考察される。

- a) 比抵抗断面法により推定した断層破碎帯上で、自然放射能探査においても異常値帯を検出している。このことから、この部分においては放射能探査で検出した異常値帯は破碎帯の影響によるものと考えられる。
- b) 比抵抗断面法により得られた浅層の50~100Ω-mの比抵抗帯(相対的に高くなっている箇所)は、放射能探査における異常値帯とほぼ整合し

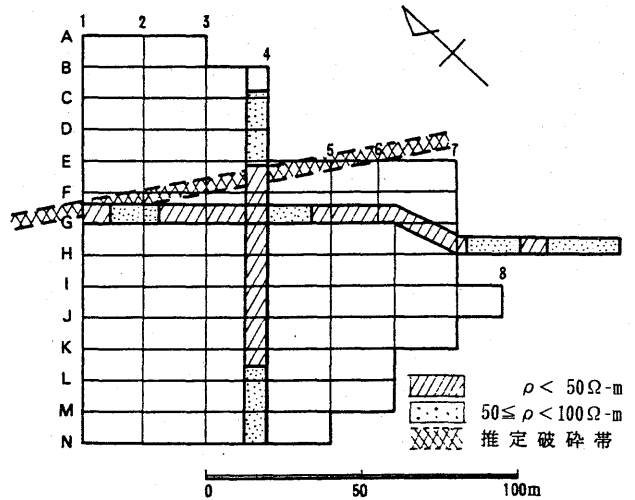


図-3 比抵抗平面図

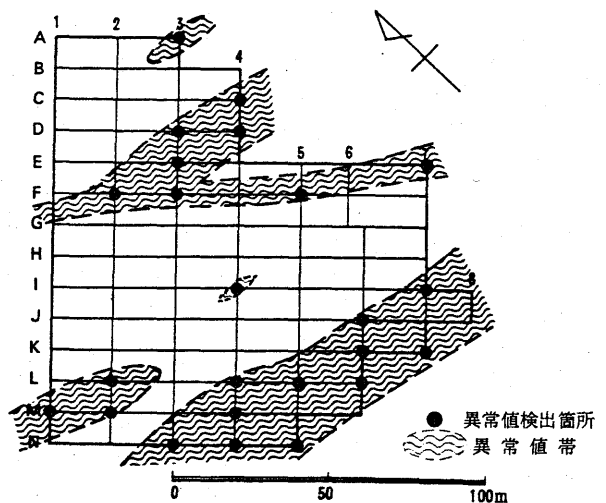


図-4 自然放射能探査結果図

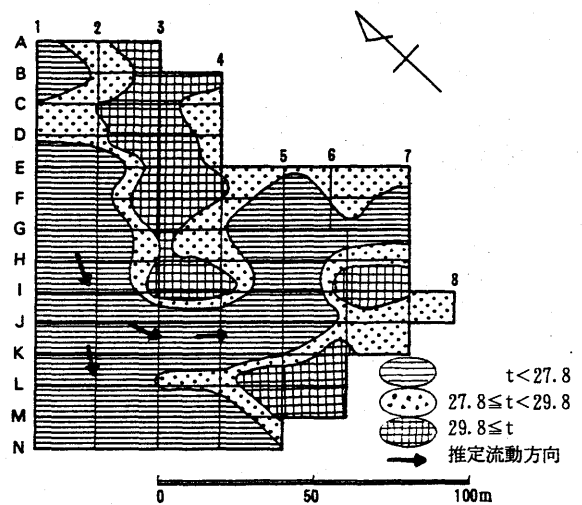


図-5 地温探査結果図

ている。

c)ボーリング結果および調査地の微地形（滑落崖・小崩壊・土塊の押し等）より推定すると、比抵抗断面法により得られた浅層の50Ω-m未満の比抵抗帯のうちX測線の25～133m間、Y測線の25～89m間のは、地すべり土塊を表している可能性がある。

以上のことをもとに、地すべりブロック推定図（図-6）を作成した。破線で囲ったブロックは比抵抗断面法の浅層部の結果、断層破碎帯の影響、地形状況から推測した潜在的な地すべりブロックである。このうち、実線で囲ったブロックは、調査地内の滑落崖、小崩壊、土塊の押し状況から推定した最近活動した形跡のあるブロックである。地すべりブロックの境界付近では、①周辺に比べ浅層部の比抵抗値がやや高い、②自然放射能探査の異常値帯となっている箇所が多い、等の特徴がみられる。このことは地すべり活動に起因する、クラック（引張・圧縮）、小破碎を反映しているか、地すべりの素因となっている地質構造を捕らえているかに起因するものと思われる。

地温探査において確認した地下水脈のうち北西-南東のものは、この地すべりブロックに地下水を供給している可能性が高い。

## 5. まとめ

今回の探査事例から比抵抗断面法と他の物理探査およびボーリング調査を併用することにより、地すべり地の地下構造の推定、地すべりブロックの推定を行うことが可能であることがわかった。しかしながら、今回の調査では比抵抗断面法から直接的に地下水の状況を把握することができなかった。これは、①当地区においては帯水層と強風化土の間に明瞭な電気的な差異がなかったこと、②測線が直交する2本のみであったため比抵抗値の平面的分布を十分に捕らえることができなかったこと、に起因すると思われる。従って、地すべり地の地下水状況を調査する際は、平行な数本の測線とそれに直交する複数の測線を設定すること等から比抵抗値分布を平面的に捕らえ、他の物理探査（たとえば地温探査）と併用することが望ましい。

比抵抗値は基盤岩の性質、地盤状況等により大きく左右されるものであるので、計画の段階で十分に踏査等を行い調査地の状況を十分に把握した上で探査・解析を行う必要がある。

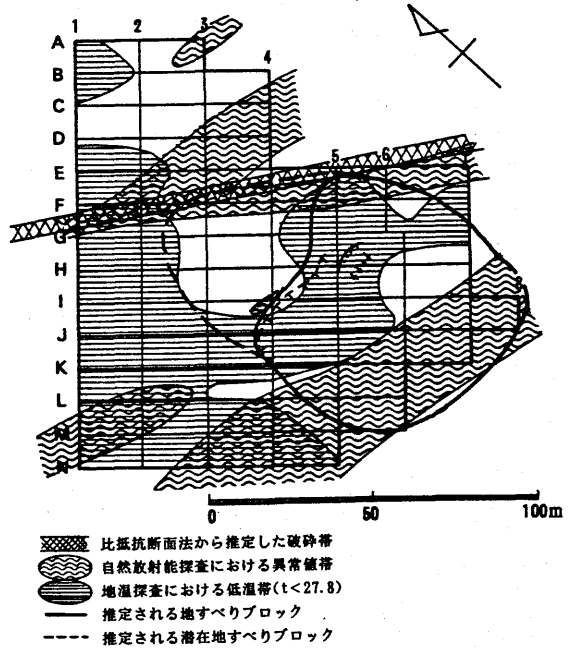


図-6 地すべりブロック推定図

## 【引用文献】

- 1) 藤原明敏著：地すべり調査と解析，理工図書，1970
- 2) 吉村辰朗(1992)：活断層調査のためのγ線測定法，活断層研究，Vol.10，PP.72～82