

構造物設計における γ 線探査法を組合せた地質調査の事例

復建調査設計(株)

明大工業(株)

(株)新日本技術コンサルタント

山根健二・濱村和馬

正会員 吉村辰朗・吉田修一

正会員 ○ 永井 溪

1. はじめに

山間部における切盛土の土構造物の設計や橋梁など構造物基礎の設計において、地質構造や基礎地盤特性の適切な把握が重要である。特に、断層破碎帯の存在を事前に把握して設計に反映させることは、施工に地質構造の違いによる対策など工事費の増加を抑制することから適切な地質調査の実施が重要とされる。

一般には弾性波探査やボーリング調査を組み合わせることで全体の地質構造をモデル化することになるが、施工中に想定していなかった断層破碎帯が出現することがあり、断層破碎帯の位置を特定することは難しいとされる。

筆者らは、これまで γ 線探査法とボーリング調査等を組み合わせた地質構造の把握と設計への反映について検討している¹⁾²⁾³⁾。

今回は、山間部における道路設計の計画段階における断層破碎帯の影響について適用事例を報告するとともに調査手順について示す。

調査地付近の地質図・活断層図で断層の方向性を調べ、地形を判読した。特に地形の鞍部に着目してリニアメントを抽出した。図-3は当該調査箇所における調査前に判読したリニアメントであり、 γ 線調査を図中の丸印の鞍部の位置で実施した。



図-3 リニアメント抽出結果

2. γ 線探査法とボーリング調査組合せの方法

地球上の岩盤には自然由来の微弱な放射線（ γ 線・ガンマ線）が放出されている。地殻変動に伴う破断・変形・変質を受けた地質体（破碎帯・変形帯）では、その作用によって物質（地盤・岩盤）の磁性が変化し、 γ 線強度異常値が生じると考えられる⁴⁾。この岩盤表面における γ 線の強度をシンチレーションサーベイメータ（写真1）によって計測し、正常値と異常値の境界を定めることで断層破碎帯の幅を10cmという従来にない高精度で特定し、また、その方向や長さも経験式から決定できることを明らかにしている（図1）。



写真1 γ 線探査器

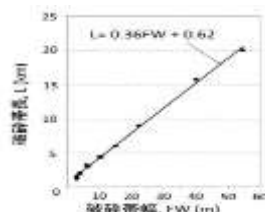


図-1 断層破碎帯幅と長さの関係

この γ 線探査法は地表面における断層破碎帯の位置を特定するものであり、地中の断層の位置を特定することは出来ない。したがって、ボーリング調査や物理探査など地中の調査結果と組み合わせることによって、断層破碎帯の幅と傾斜を特定し、地盤のモデルを構築することになる。

3. リニアメントの抽出

4. γ 線探査

γ 線探査のフローを図-4に示す。まず初めに、地形図から断層破碎帯の影響が予想される線形構造（リニアメント）を抽出する。次に想定される断層破碎帯位置において、道路などからアクセスしやすい位置を選び、地表に土砂堆積物がない尾根部において想定される断層破碎帯を直行する方向に測線Aを設定する。測線上において数m間隔で γ 線強度を測定し、異常強度が測定された場合、正常値と境界を絞り込むため徐々に間隔を

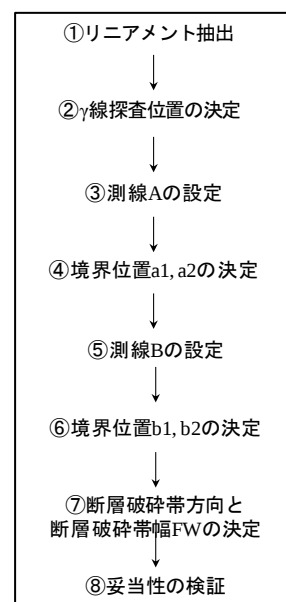


図-4 γ 線探査フロー

狭めて計測し、最終的には10cmの間隔で計測し、境界位置a1, a2を決定する。測線Aに対して平行に測線Bを設定し、同様に境界位置b1, b2を決定する。境界位置a1-b1, a2-b2を結んだ方向

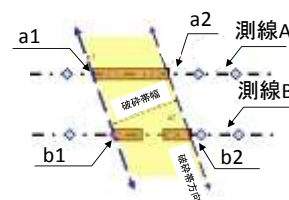


図-5 断層破碎帯方向と幅の決定

が断層破碎帯の走向であり、直行する方向が断層破碎帯幅FWとなる(図-5)。

5. ボーリング調査と組合せた断層破碎帯特性

当該調査箇所は、下位に大野川層群犬飼層、表層部に第四紀の阿蘇4火砕流堆積物が分布している。図-4の γ 線探査フローに従い、尾根部(鞍部)での γ 線測定位置を決めた(図-6)。写真-2に調査状況、図-7に γ 線測定結果を示す。測線距離20.5m~23.2mの間で異常値が見られたため、この区間を破碎帯であると評価した。 γ 線探査法により、当該調査箇所の断層破碎帯は、走向N30°E、破碎帯FW=2.4mであると推定した。また、図-1に示す関係式により、断層長L=1.5kmと算出した。

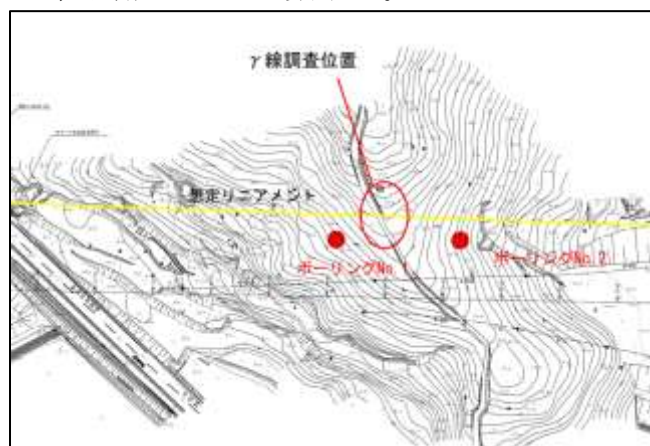


図-6 調査位置図



写真-2 調査状況写真

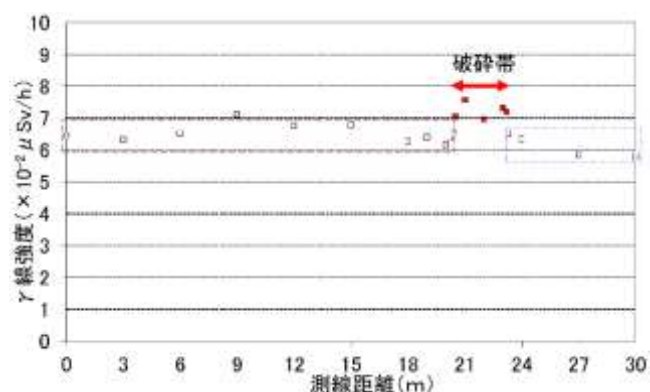


図-7 γ 線測定結果

図-8は既往のボーリング調査結果(図-6)において確認された断層破碎帯の位置と地表面で測定した γ 線探査による断層破碎帯を整理したものである。ボーリングで確認された、断層と想定される部分は、凝灰質の粘土質砂状を呈し、N値は2~23程度を示す。これらを組み合わせると、当該調査箇所の断層破碎帯の傾斜角は約70°と評価できた。また、ここでは切土施工が計画されており、探査の結果では、切土のり面中に断層破碎帯が分布することが想定されることから、事前あるいは事後の対策が必要といえる。

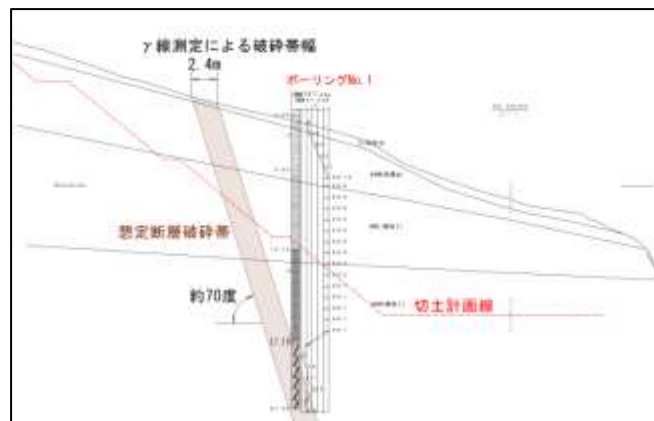


図-8 γ 線探査法とボーリング調査による断層の傾斜状況と土工計画の関係

6. あとがき

道路など土工構造物の計画設計において、地質構造の把握が重要である。特に、断層破碎帯の影響については従来の調査方法では特定が困難であり、施工時に初めて把握される、あるいは施工後の豪雨時に崩壊が発生するなど事後的な対応となり、その対策費用も大きくなるという地質リスクが問題となることが多い。

今回、 γ 線探査法の活用によって断層破碎帯の特性を評価できたことから、計画段階や設計段階での地盤モデルの事前評価や崩壊の予防対策などの活用が有効であると考えており、今後も適用事例を積み重ねていく所存である。

参考文献

- 1) 吉村辰朗・後藤啓治・福田直三 (2009) : 構造物基礎部に存在する破碎帯への放射能探査の適用, 土木学会西部支部研究発表会, I-008, pp.15-16.
- 2) Yoshimura T., Fukuda N., et al (2012) : Importance to evaluate of fault fracture zones for construction of infrastructures in mountain area by γ -ray survey, JS Okinawa 2013, pp.167-172.
- 3) 吉村辰朗・濱村和馬・梅本幸男 (2015) : ボーリングで検出された破碎帯付近での放射線探査の活用, 土木学会西部支部研究発表会, pp.439-440.
- 4) 吉村辰朗・大野正夫 (2012) : 断層破碎帯における帯磁率異常に伴う γ 線量の変化, 物理探査, **63**, pp. 151-160.