

γ線調査によりモデル化した地質構造の道路設計への適用

(株)新日本技術コンサルタント 正会員 ○上野竜哉・西内浩二
非会員 小倉直之・杉野貴洋・中島 溪・平田洋士
第一復建(株) 正会員 吉村辰朗

1. はじめに

山岳部の道路計画において地質構造の把握はその後の施工や維持管理の段階において重要な要素となる。一般には地質踏査・物理探査・ボーリング調査などを行って計画・設計を行うことになるが、断層・断裂など詳細な地質構造の把握は困難であり、施工段階や供用後の維持管理において斜面崩壊など問題が発生することがある。この問題に対して、吉村・福田らはγ線調査技術によるインフラ整備¹⁾や防災関係^{2,3)}に適用している。本論文では、γ線調査この手法を用いて道路設計に活用した事例を報告する。

2. γ線調査法

山間部における断層や断裂など地質的弱線の把握は、山間部の植生や崩積土の堆積などによって直接把握することは困難である。そのため、小さな断層や伏在断層の把握はほとんど不可能な状況である。このような状況の下で共著者の吉村は、岩石に含まれる自然放射線の強度をシンチレーションサーベイメータ (TCS-172B, アロカ社製, 写真1) を用いて断層・断裂の存在を特定する方法を図1のように開発し適用している。すなわち、①地形判読に

よって断層・断裂の存在を推定する。②尾根部や崩積土が堆積していない地山露頭において測線を設定し、測線上において1~2m間隔でγ線強度を計測する。③γ線強度の異常値が生じた場合測定間隔を狭め、最終的には10cm間隔で境界a1を特定する。④もう一方の境界a2を特定する。⑤並行する測線で同様に計測しb1, b2を特定する。⑥a1, b1およびa2, b2を結ぶことによって断層・断裂幅およびその方向を特定する。

3. 道路計画地の地形地質の概要とγ線調査

計画地の地層は頁岩優勢同砂岩互層により構成される。地層は西向き斜面に対して流れ目構造となっている。地質構造活動や風化作用によって表層8m~10m厚の風化帯(Alw)が確認されている。道路事業の別工区において切土のり面に断層破碎帯に起因するのり面崩壊があり、隣接する当該地においても断層の影響が想定された。従来の調査法では断層位置の特定が困難なため非破壊調査法であるγ線調査法を適用することとした。対象範囲内で地形判読の結果、測線A(15m)、測線B(15m)、測線C(20m)、測線D(60m)の4測線でγ線調査を実施した。図2に調査位置と特定された断層位置(A, B, C)を代表として示した。



写真1 γ線計測装置 (シンチレーションサーベイメータ)

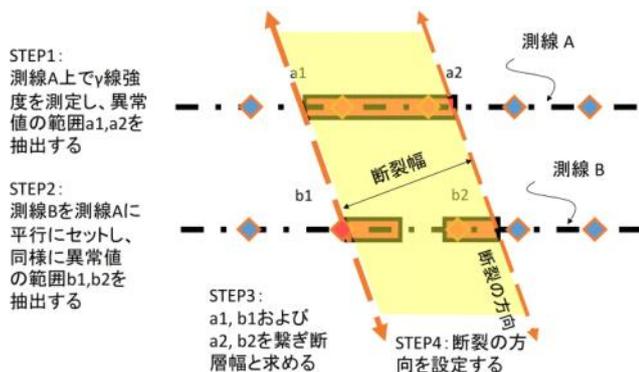


図1 γ線強度の異常値計測による断層・断裂の特定方法

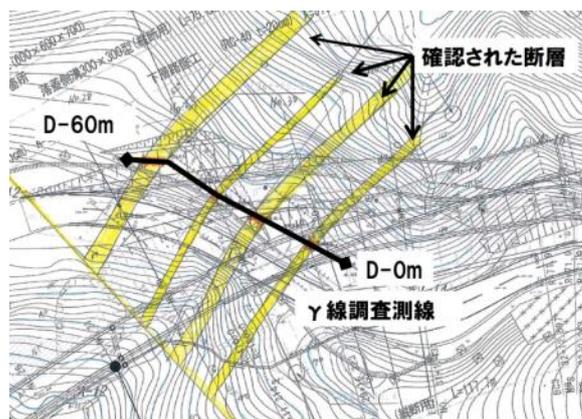
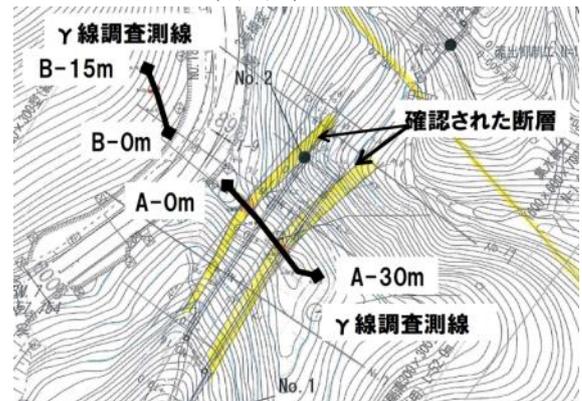


図2 計画平面とγ線調査による断層位置(上 A, 下 D)

キーワード：山岳道路，設計，γ線調査，断層，のり面安定

〒890-0034 鹿児島市田上 8-24-21 (株)新日本技術コンサルタント TEL099(281)9143 FAX099(281)2417

写真2はA測線におけるγ線調査の状況である。代表として測線Cおよび測線Dのγ線調査結果を図3に示した。



写真2 測線Aにおけるγ線調査状況

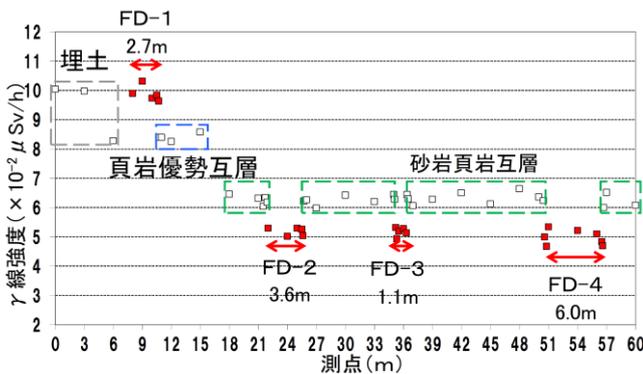
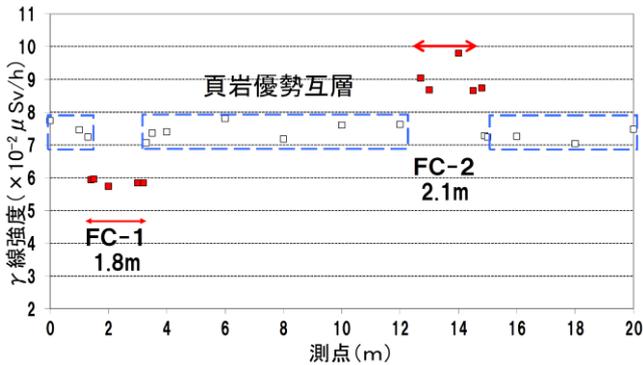


図3 γ線強度と距離との関係(測線C(上)測線D(下))

4. 断層の存在を考慮した設計上の対策方法

当初設計では表層部の変質風化帯(AIw)に加え、新たに把握された断層破砕帯の具体的位置を考慮して、以下のように事前に対策設計に反映することができた。

図4はAIw層における当初設計の切土法面勾配 1:1.2 に対し、法面内に断層破砕帯(測線Dに相当)が位置することが明らかになった。したがって安定解析によって安全率Fs<1.0となる不安定範囲に対して鉄筋挿入工を併用した法砕工を適用することとした。



図4 切土法面工計画断面における対策設計

図5は盛土構造物箇所の対策設計を示したものである。すなわち当初から変動性の高いAIw層上の盛土構造物を施工する場合、すべり安定が問題であり当初は発泡スチロールを用いた軽量盛土工法を選定していた。しかしながら、基礎地盤内に断層破砕帯(測線C)が存在することが明らかとなったため、盛土本体の軽量化のみでは安定性の確保が困難であることが判明した。追加対策として抑止アンカー工を追加計画し対応した。

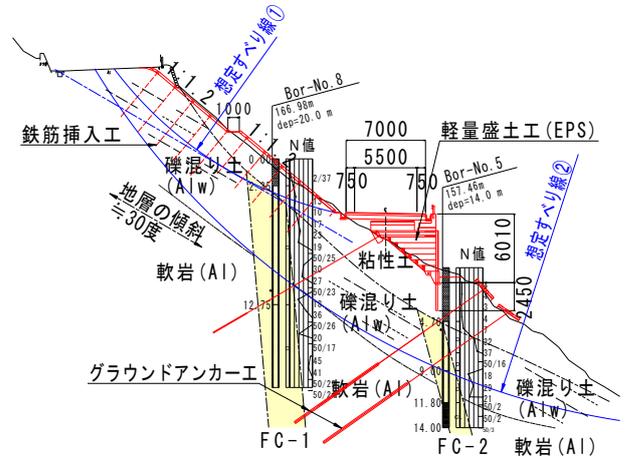


図5 盛土計画断面における対策設計

5. あとがき

一般に山岳部の道路を計画する際、物理探査やボーリング調査を実施し、地質構造をモデル化したうえで設計を行うことになるが、点的調査、線的調査から断層破砕帯位置の特定は基本的には困難である。そのような状況に対してγ線調査法によれば断層破砕帯の詳細の位置を予測できる。この予測結果の妥当性は、熊本地震で崩壊した補強土壁の再構築時の地山掘削時に実証されている⁴⁾。今回の設計では、特定された断層破砕帯の位置情報を考慮して対策工の検討に反映した事例を紹介した。

謝辞：本論文の作成のなかで(株)新日本技術コンサルタント技術顧問福田直三氏のアドバイスを得た。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) T. Yoshimura, N. Fukuda et al. (2013): Importance to evaluate of fault zones for construction of infrastructures in mountain area by γ-ray survey, 7th Int. Symp. Problem Soils and Environment in Asia (JS OKINAWA), pp.167-172.
- 2) 福田直三・吉村辰朗ほか(2017)：熊本地震高野台地すべりにおける地質的弱線の影響の可能性調査，土木学会西部支部研究発表会，III-048，pp.347-348.
- 3) 吉村辰朗・福田直三(2018)：地質的断裂に起因する斜面崩壊のγ線測定による事例的考察，第61回地盤工学シンポジウム
- 4) 吉村辰朗・福田直三・末次大輔・佐原邦明・佐藤秀文・平江文武(2018)：2016熊本地震で崩壊した補強土壁の詳細調査(その1)-γ線探査-，第53回地盤工学研究発表会，pp.1545-1546.