

γ線調査とボーリング調査を組合せた断層構造把握と道路設計

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

1. はじめに

急峻な山岳部の道路計画における地質構造の把握は、その後の施工や維持管理の段階において重要な要素のひとつとなる。一般には地質踏査・物理探査・ボーリング調査などを行い計画・設計を実施することになるが、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線調査とボーリング調査を組み合わせることによる断層位置の特定と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は、繁茂する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



写真1 γ線計測装置（シンチレーションサーベイメータ）

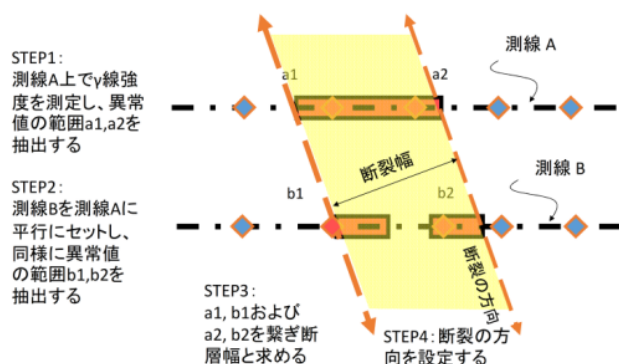


図1 γ線強度の異常値計測による断層・断裂の特定方法

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

本計画地の地層は頁岩優勢同砂岩互層により構成され、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。先行して施工を行っている別工区において切土のり面施工中に断層破碎帯に起因するのり面崩壊が発生しており(写真2)、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であったため、非破壊調査法であるγ線調査法を適用することとした。対象範囲内の地形判読により断層・断裂の位置を推定し、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を示した。



写真2 断層破碎帯に起因するのり面崩壊

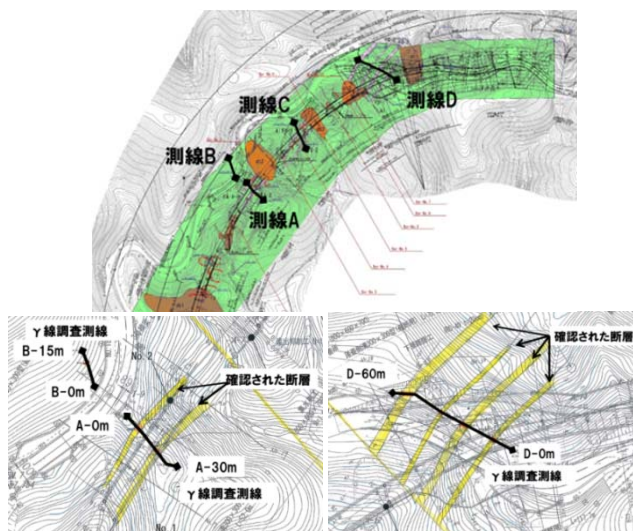


図2 計画平面とγ線調査位置と断層確認位置

γ 線調査結果のうち測線 A, 測線 C および測線 D を図 3 に示した. 断層幅は測線 A で 2.9m および 3.4m, 測線 B で 0.2m (非掲載), 測線 C で 1.8m および 2.1m, 測線 D で 2.7m, 3.6m, 1.1m および 6.0m であった.

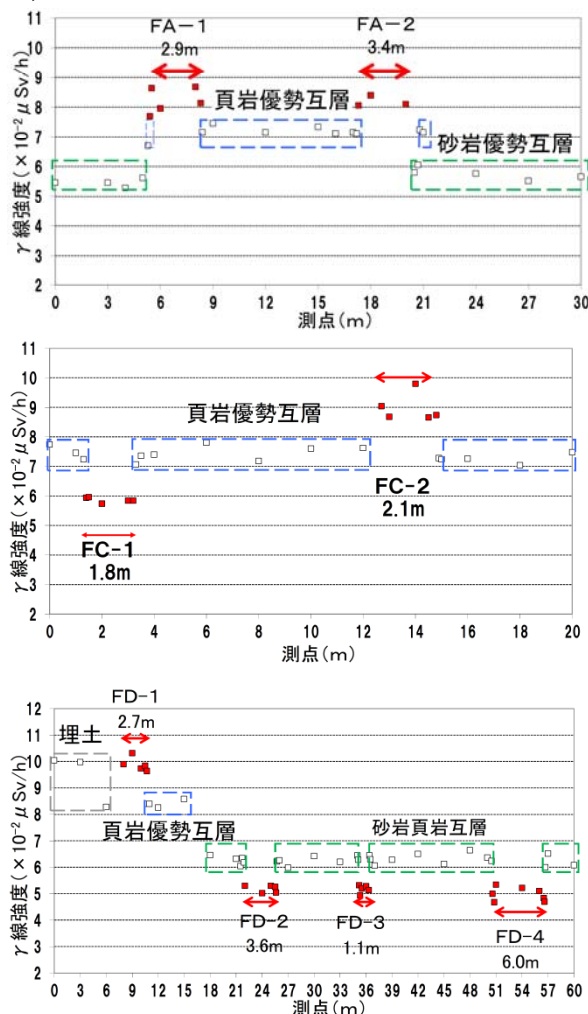


図3 γ 線強度と距離の関係(測線A上, 測線C中, 測線D下)

4. 断層の存在を考慮した設計上の対策方法

当該設計では表層部の変質風化帯(AIw)に加え, 新たに把握された地表面における断層破碎帯と既往のボーリングデータの照合により地盤内の位置を考慮して, 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, 法面内に断層破碎帯(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 $F_s < 1.0$ となる不安定範囲に対して鉄筋挿入工を併用した法枠工を適用することとした.

図 5 は盛土構造物箇所の対策設計を示したものである.

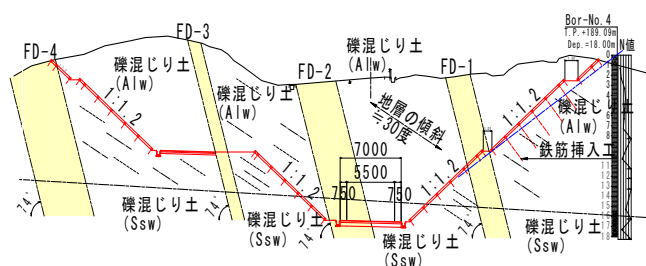


図4 切土法面工計画断面における対策設計

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碎帯(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.

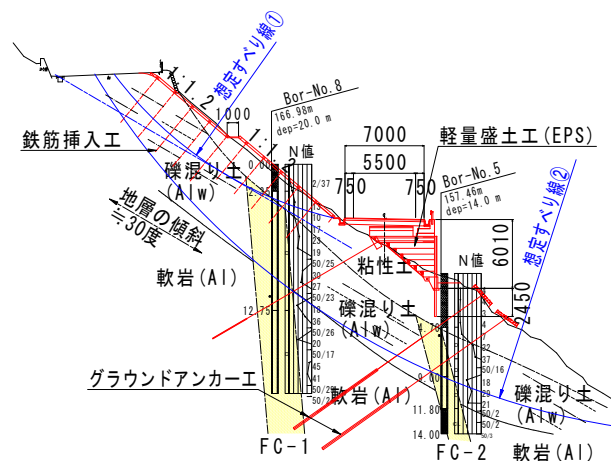


図5 盛土計画断面における対策設計

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碎帯の位置を特定することは基本的には困難である. この状況に対して筆者らは γ 線調査法によれば地表面における断層破碎帯の詳細の位置を特定でき, ボーリングデータと組み合わせることによって地盤内での断層構造の予測が可能であり, 今回対策設計に反映した. この手法は設計計画の段階, 施工時の段階さらには維持管理の段階で断層の影響を評価するうえで有効と考えている. なお, この手法は, 熊本地震で崩壊した補強土壁再構築地山掘削時に実証されている⁴⁾.

謝辞 謝辞 本論文の作成にあたり, 鹿児島県大島支庁瀬戸内事務所からのご協力, また, (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に対し, 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・佐原邦朋・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.