

CIM 化に伴う 3 次元地質モデル作成に必要な地山の不連続性の認識

第一復建株式会社 ○ 正会員 吉村辰朗, 照井 剛

1. はじめに

近年の CIM の推進に伴って、3 次元地質モデルを作成する機会が増している。CIM 化の効果としては、①3 次元的な地質構成の可視化、②地質リスクを効果的に抽出できる、③わかりやすい資料の作成に有効等が挙げられている。3 次元地質モデルの作成では、ボーリング (点データ) のみで仮想モデル (連続体) を作成する場合が主であるが、地山には多くの不連続面 (断裂) が存在している。本稿では、ボーリングのみでは捉えがたい「地山の不連続性」が設計する上で問題となった事例を紹介する。

2. 断裂を検出する γ 線探査

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¹⁾。地盤における 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裂帯の幅を 10cm という従来にない高精度で特定する。

3. 日本全国には約 430 万本の断裂が存在する

第四紀以前の地質時代に形成された断層で、断層長が概ね 10km 以上のものを抽出した断層カタログとして「日本の断層マップ」が 2010 年に出版された²⁾。カタログに記載された約 2000 本の断層を対象に断層長を指標として整理した場合、べき乗則という顕著な規則性 ($N = 8,582,625 \times L^{-3}$ N : 断層数 L : 断層長 (km)) を持ち³⁾、この関係式より「日本全国には 4,302,071 本の断層が存在する」ことが推定される (図-1)。小規模断層は通常の広域地質図には記載されていないが、点データであるボーリングに頻繁に検出されることから土木地質で問題となる断層は多数存在すると考えられる。

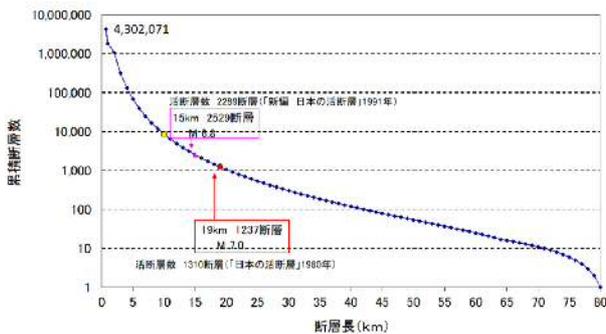


図-1 断層長を指標とした累積断層数

4. 調査事例

4.1 急傾斜地の風化の不連続性

調査地は、東北東-西南西方向に延びる南向きの斜面である。高さは最大 20m 程度、勾配は 30~45° 程度と急峻で、末端の家屋に急崖が迫っている。調査地域に分布する地質は、古第三紀の堆積層で直方層群竹谷層と称され、砂岩と頁岩から構成される。ボーリング調査時には断裂の影響と考えられる低い N 値 (10 前後) が深部にまで多数認められたため、 γ 線探査を実施し断裂分布を把握した (図-2)。

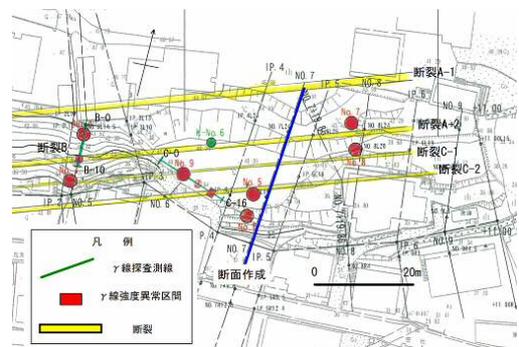


図-2 調査位置図および断裂分布図 (急傾斜地)

NO.7 断面の N 値のみで作成した地山区分を図-3 に示す。図-3 では Bor.No.5 の GL-5m~7m 間の N 値低下を考慮して GL-8m 付近まで「礫混じり土砂」と判断している。図-4 は断裂 (断裂幅: 90cm) を記載した地質横断図である。図-4 より、断裂の影響で N 値が低下したと解釈される。

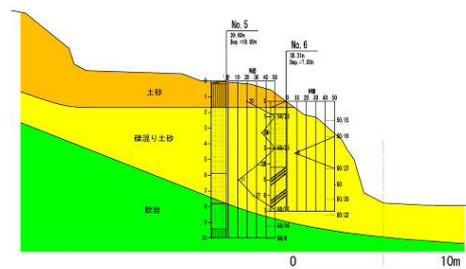


図-3 N 値のみで作成した地山区分図

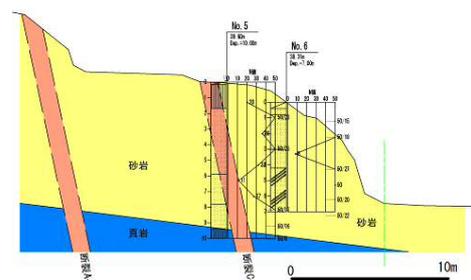


図-4 地質横断図 (NO.7)

断裂の影響を考慮した地山区分図を図-5 に示す。隣接する斜面（モルタル吹付）で実施したボーリング No.9 では表土直下に軟岩が確認されたことから、図-5 に示すように斜面には軟岩が分布すると考えられる。地山区分の違いが斜面対策工の選定に大きく影響した事例である。

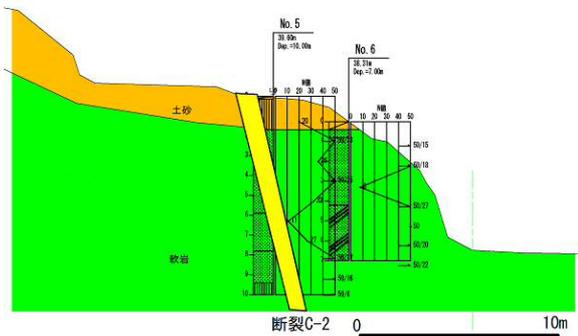


図-5 断裂を考慮した地山区分図

4.2 砂防ダムでの基礎地盤の不連続性

調査地は、珍珠盆地の東方に位置する。調査地付近には、新生代第四紀更新世前期の豊肥火山岩類に相当する耶馬溪層上部層が分布する。耶馬溪層上部層は、火山角礫岩や凝灰角礫岩などの火山碎屑物が固結した岩盤から構成される。調査地には崖錐堆積物の下位に、耶馬溪層上部層に相当する凝灰角礫岩が分布する。図-6 に砂防ダム位置および断裂分布を示した。図-7、図-8 に主堤および副堤の地山区分図を示す。各図では、上図に N 値のみで作成した地山区分図、下図に断裂を考慮した地山区分図を示した。N 値のみで作成した断面（本堤）では基礎地盤（軟岩）が GL-10m に分布し、副堤の右岸側では GL-13m に分布すると想定され事業自体が見直されることとなった。断裂の規模（断裂幅）は 1.0m~4.1m と小規模であるが、ボーリングでの影響区間が大きい「地山の不連続性」を考慮すべきあり、断裂を考慮した場合の基礎地盤は GL-6m 程度であるため、施工は可能と考えられる。

3次元地質解析マニュアル⁴⁾では、「地質情報を扱ううえで、‘地質形成プロセスの不連続性’と、限られた情報に基づく推定作業等をもたらす不確実性は避けられない。（中略）詳細な地質調査を実施して始めて、不確実性の程度と地質リスクは明らかになる」と述べている。3次元地質モ



図-6 調査位置図および断裂分布図（砂防ダム）

デルの確実性を高めるには、地質データ（地質踏査・ボーリング・物理探査等）の量が必要であり、地質機構解析の技術が必須である。

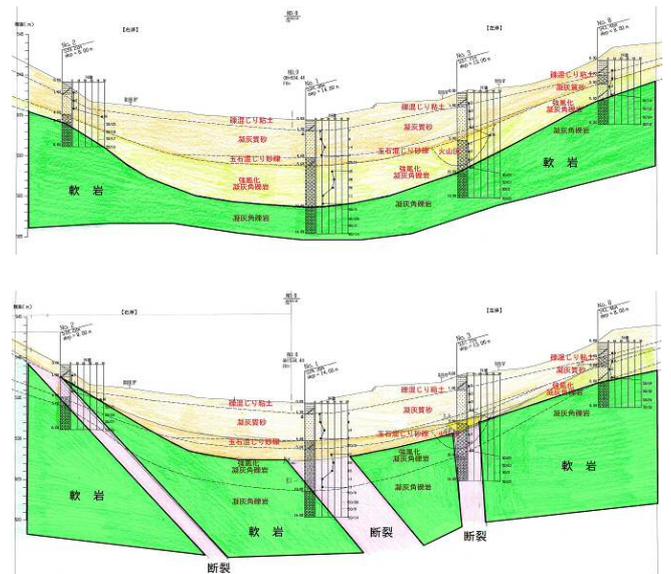


図-7 主堤の地山区分図（上：N 値のみ 下：断裂を考慮）

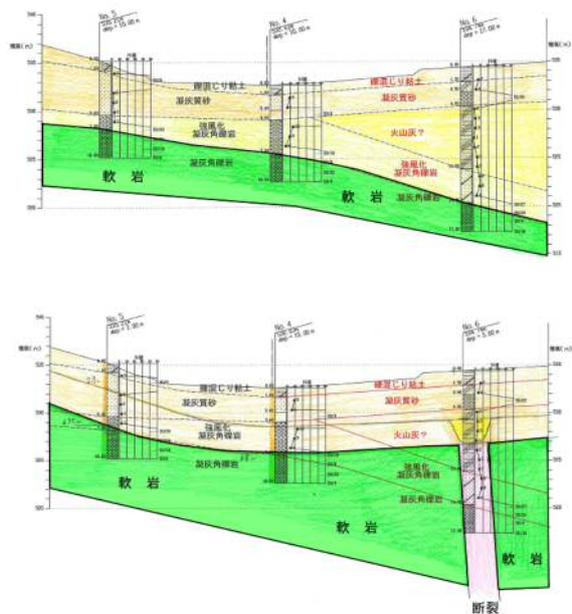


図-8 副堤の地山区分図（上：N 値のみ 下：断裂を考慮）

[参考文献]

- 1) 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.
- 2) 小阪和夫・金折祐司・千木良雅弘・吉田鎮男(2010):日本の断層マップ, 培風館, 239p.
- 3) 吉村辰朗・福山裕樹(2018):断層規模の関係式から導かれる断層形成史, 地形, 39, 4, pp.395-406.
- 4) 3次元地質解析技術コンソーシアム(2019):3次元地質解析マニュアル Ver2.0.