

崩壊斜面内部の地すべり調査事例

日本地研株式会社 松尾 遼

1. はじめに

本調査地は山口県北東部の山間部に位置しており、「平成 24 年梅雨前線豪雨」に伴い、高さ 100m 以上に達する斜面崩壊が発生した。斜面の下方には旧県道及び二級河川「宇佐川」が位置し、崩壊が拡大することで河川閉塞の恐れがあったため、以降対策が進められている。



写真-1 崩壊斜面全景 (R5.5 撮影)

2. 調査概要

(1) 被災当初の調査状況

被災直後の踏査結果から、当地の地質は周防帯の珪質片岩であった¹⁾。崩壊斜面頂部には複数の滑落崖が認められ、崩壊地内には径数 m 程の岩塊を含む緩み土塊が存在した。このことから、滑落崖付近の緩み土塊が要因となって斜面崩壊を招いたと考えられた。

この崩壊地は断続的な滑動を示し、不安定土塊周辺での調査は危険を伴うため、ボーリング調査は滑落崖の後方 (BP-1) で実施され、斜面内部の地質分布やすべり面は地表踏査や弾性波探査に基づいて推定された。

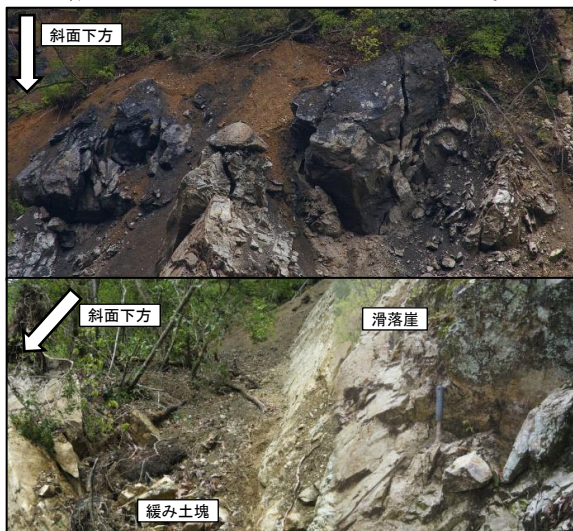


写真-2 被災直後の斜面内部状況 (既往調査)

(2) 本業務の調査内容

排土工が全 9 段中第 5 法面まで完了し、平坦面が造成された。排土工によって一定の安定性が確保されたことから、下方斜面の地すべり滑動を検討するため、法尻 (R4-1) と崖側縁部 (R4-2) の 2 地点で調査ボーリングを実施した。また、掘削時にポアホールカメラ観測を併せて実施し孔内状況を観測した。

3. 調査結果

当初の想定で弾性波探査 (はぎとり法) から R4-1 は GL-6m、R4-2 は GL-11m 程で不動岩盤層に達すると考えられた。しかし、想定以上に地盤の緩みや多亀裂質の岩盤が認められ、R4-2 は開口部が複数確認された。ポアホールでも幅 20~40mm の開口部を確認し、解析の結果 R4-2 の総開口量は 110mm であった。

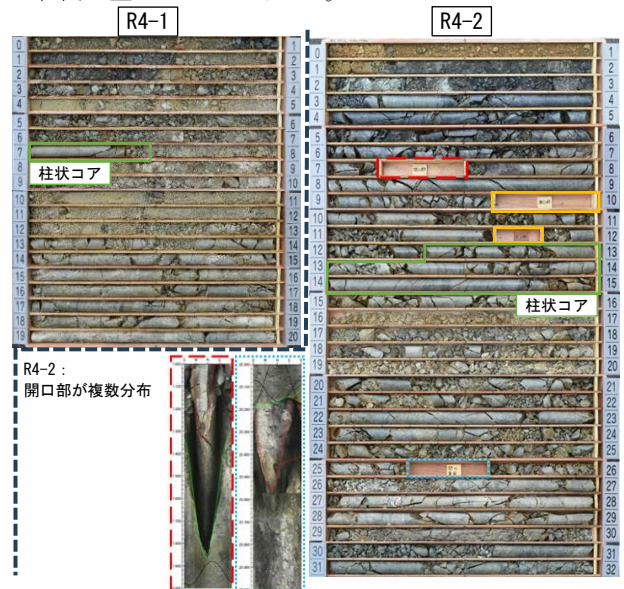


写真-3 コア写真及びポアホール観測写真

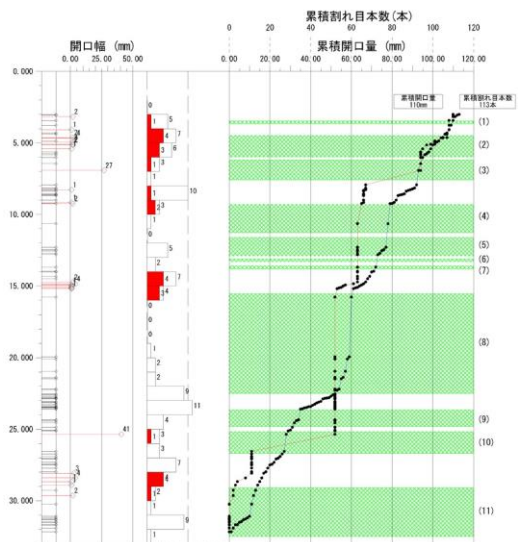


図-1 R4-2 岩盤状態図

4. 考察

当初の推定すべり面は踏査結果とはざとり法解析を用いた弾性波探査結果（実線部）に沿って設定された。一方で、高密度解析（色塗部）では更に深部まで低速度域が分布していた。このことから、既往業務では緩み土塊の分布域を「不明確」とし、ボーリング調査の実施を提案していた。

本調査の結果、はざとり法で推定されたすべり面より深部まで緩み土塊の分布を確認し、推定すべり面は高密度解析結果に近い結果となった。一方で、当初の推定すべり面付近には両地点ともに比較的新鮮硬質な岩質コアが採取されており、緩み土塊中に分布する岩塊の影響を反映したと想定される。

本調査地は応力開放によって緩んだ岩盤を素因とする地すべりであり、その地盤特性が弾性波探査結果に反映されたと考えられる。

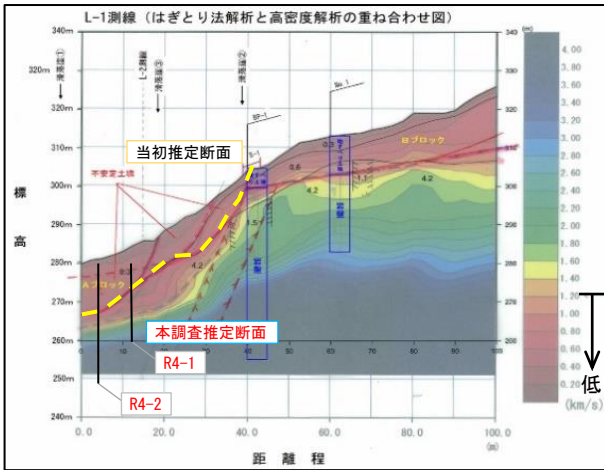


図-2 既往の弾性波探査結果

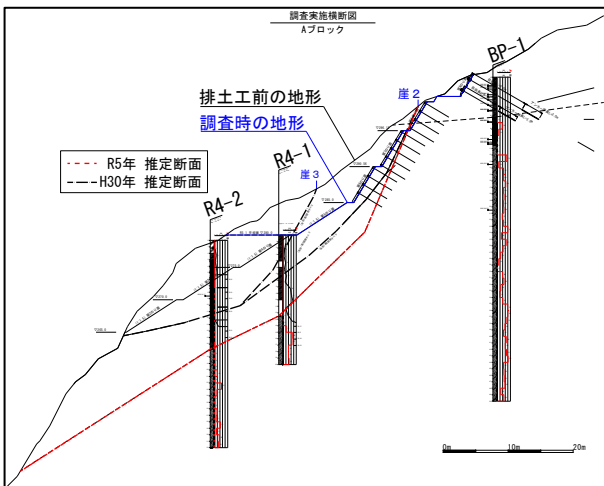


図-3 調査結果断面図

5. まとめ

本調査の推定すべり面は動態観測で累積性的の変動が認められた深度（R4-1：GL-12.5m、R4-2：GL-16.8m）に設定した。本観測では観測期間中の降雨量が少なく滑動性が顕著でなかったことや上部排土工の施工で安定性が増加したことから、その変動量は「変位C」²⁾とブロックの滑動性が低いとされ、すべり面が「潜在」していると考

えた。

当初の推定すべり面では、切土後の安全率が $F_s=1.159$ となり、鉄筋挿入工で補強することで計画安全率 $p, F_s=1.200$ を達成すると見積もられた。本調査で検討したすべり面で安定計算を行った場合、安全率は $F_s=1.084$ となり、追加対策の検討が必要であるとの考えに至った。

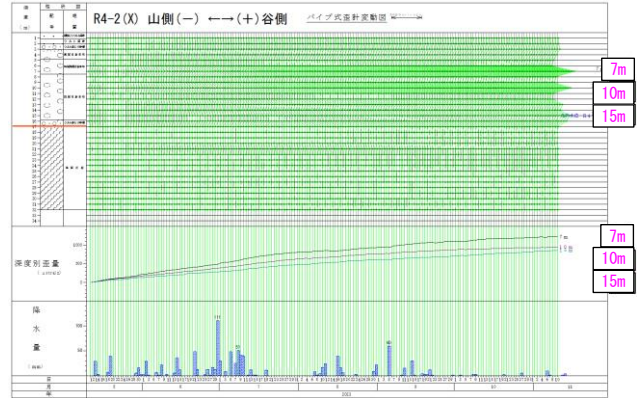


図-4 R4-2パイプ歪計変動図

現在の対策工の計画は、以前の調査結果を基に斜面頂部から排土工+吹付法枠工が計画されている。

調査地には自動観測システムが構築されており、斜面の動態観測は継続的に実施されている。今後の観測結果や排土工の進捗を踏まえて、対策工を再検討するよう提案した。

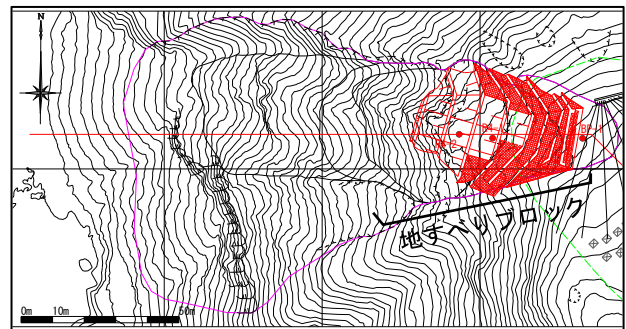


図-5 調査地平面図

6. おわりに

当初、本調査地では弾性波探査と BP-1 孔の調査結果から地質分布が推定されていた。本調査は空洞の有無や多亀裂質な岩盤層の分布等、詳細な地盤情報を得ることができ、現位置でボーリング調査を行う重要性を実感する結果であった。

《引用・参考文献》

- 1) 山口県地質図 第3版 (15万分の1) (2012) : 山口地学会.
- 2) 地すべり観測便覧 (2012) : 社団法人斜面防災対策技術協会, p. 405.