

花崗岩地域の斜面崩壊地層の評価方法

(株)荒谷建設コンサルタント 正会員 山下 祐一

1. はじめに

広島県は日本でも斜面崩壊の危険箇所の多い県である。広島県西部（呉～広島～大竹など）の急傾斜地には斜面の上部や下部に人家が近接している箇所が多く、斜面の崩壊対策を早期に実施する必要がある。このような斜面については、地質状況、風化の程度、断層・破砕帯の有無、地下水・湧水の状態、崩壊歴などを調査し、将来の崩壊地層を推定し、斜面の安定解析・対策工の検討を行っている。ここでは、これまで行った調査結果をとりまとめるとともに、実際の崩壊事例と対比しながら、急傾斜地における崩壊地層を予測する調査方法、評価方法について報告するものである。

2. 調査方法

花崗岩地域の斜面崩壊地層を予測するためにこれまで実施した調査方法は、次のとおりである。

- | | | | |
|----------|----------|---------|----------|
| ①地形・地質踏査 | ②ボーリング調査 | ③標準貫入試験 | ④簡易貫入試験 |
| ⑤土質試験 | ⑥弾性波探査 | ⑦電気探査 | ⑧自然放射能探査 |

3. 花崗岩地域の崩壊地層の評価方法

(1) 地形・地質概要

広島県西部の急傾斜地の地形は、勾配 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 、直高 $20\text{m} \sim 50\text{m}$ の斜面が多く、ところどころ急崖を呈するところも認められる。地質的には中生代白亜紀の広島花崗岩類から構成され、一部崖錐堆積層が表層を覆っている。

調査地付近の崩壊地層の厚さは $2 \sim 3\text{m}$ のことが多いが、風化の程度や断層・破砕帯などの地質構造の影響により一様ではない。この地域では、地形・地質条件により2つの代表的な斜面、すなわち表層風化した斜面と、亀裂の多い新鮮岩と風化岩が一緒に認められる斜面に分類できる。

(2) 表層風化斜面について

これは花崗岩が強風化して土砂化したり、崩壊土が堆積して表層に軟弱な地層が分布しているが、深くなるに従い安定した地盤となる斜面である。崩壊地層は表層の軟弱地層であり、このような斜面は広島県西部でもっとも多く認められる。調査方法は、地表踏査により斜面状況を把握した上で、一般的なボーリング調査、標準貫入試験（N値）、簡易貫入試験（Nc値）、弾性波探査（Vp）の採用が有効である。

広島市内の崩壊歴のある斜面の調査事例を図-1に示す。これによると、崩壊地層は崩壊土化した砂質土（まさ土）である。一般的には崩壊土や風化土（まさ土）が崩壊しているケースが多い。将来の崩壊地層としてはN値10前後の風化土、弾性波速度では 0.3km/sec が対象となる。

崩壊地層の予測には簡易貫入試験の利用は多い。Nc値はN値との間に $N_c = (1 \sim 3.3)N$ の一般式がある。花崗岩地層の崩壊地層付近のNc値とN値の関係を図-2に示す。この図によると、 $N_c \text{値} = (1 \sim 1.5)N$ の関係にあると推定される。また、実際の崩壊地層の土質試験結果、粘着力の小さい砂質土では、湿潤密度 $1.6 \sim 1.9$

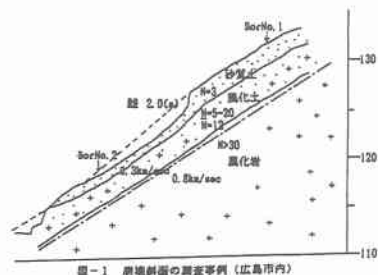


図-1 崩壊斜面の調査事例（広島市内）

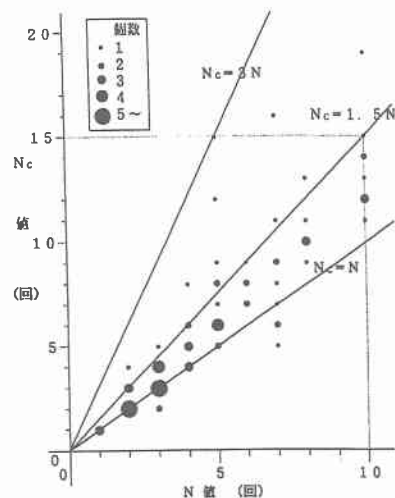


図-2 まさ土地域の表層部のNc-N関係図

kgf/cm³ の範囲で、内部摩擦角 $\phi = 25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ が求められている。

これらの調査結果をまとめると、崩壊地層の簡易な評価方法は次のようになる。

①N値 10未満 ②Nc値 15未満 ③Vp値 0.3~0.4km/sec

(3) 新鮮岩、風化岩存在斜面について

花崗岩地域には、風化岩と亀裂の多い浮石状を示す硬質岩が同一斜面に認められることがある。この場合落石や崩壊の心配がある。落石や崩壊の調査を行う場合、ボーリング調査、N値、Nc値調査では部分的な判断はできるが、斜面全体の危険度判定はできない。ここでは、地表踏査を密に行い、電気探査、放射能探査により調査した結果を報告する。

広島市内の平均勾配45°、直高50mの花崗岩斜面の調査結果を図-3に示す。花崗岩の組織は粗粒～細粒の変化があり、粗粒な岩盤では風化が発達し、一部玉ネギ状に未風化部を残すものの風化岩～風化土状を示している。一方、細粒～中粒花崗岩は風化の程度が低く、硬岩ではあるが、亀裂・節理が発達し、浮石状を呈する箇所も認められた。

電気探査は10mピッチの格子状に配置(53点)し、自然放射能探査は格子に沿って25m間隔で(181点)で実施した。電気探査結果、見掛け比抵抗値が全体に高く、岩盤～空隙の多い地盤であると推定される。地表踏査、電気探査、自然放射能探査結果を岩質によって整理したものを表-1に示す。この結果、当地区では岩質の違いや亀裂の多少などと調査結果が符号している。亀裂の多い硬質岩は大体岩盤としては安定している状況であり、風化土区域も深くなるに従い硬質(高見掛け比抵抗)となり、良好な地盤へ漸移していると判断される。従って、斜面全体としては表層部の対策を考慮するだけでよい結果となった。

4. おわりに

広島県西部の花崗岩地域における崩壊地層の評価方法を、表層風化した斜面と新鮮岩・風化岩存在斜面の2つに分類してとりまとめた。表層風化した斜面は、N値(10未満)、Nc値(15未満)、Vp値(0.3~0.4km/sec)で崩壊地層として評価できることを述べた。また、Nc値とN値の崩壊地層付近の関係を明らかにした。また、崩壊地層の土質特性もまとめた。新鮮岩・風化岩存在斜面については、斜面全体の危険度を判定する必要がある、地表踏査、電気探査及び自然放射能探査を実施した事例を報告し、花崗岩の風化程度、亀裂の様子、落石の危険度の判定例を示した。今後は崩壊地層の評価方法について、さらにデータを収集し、解析方法についても検討し、崩壊地層の評価方法をより定量的なものにすることが課題である。

参考文献

- 1) 地盤工学会：地盤調査方法，1995
- 2) 山下祐一・石川芳治・草野慎一：土石流発生源の崩壊地の土質特性，新砂防，第44巻，第5号，PP19～25，1992

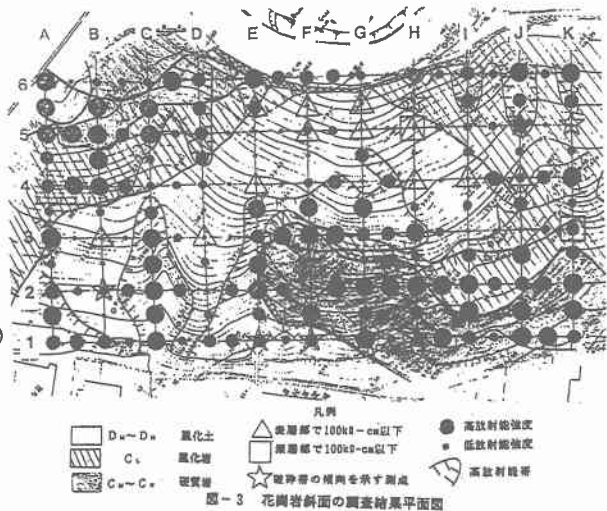


図-3 花崗岩斜面の調査結果平面図

表-1 地表踏査、電気探査、自然放射能探査結果表

岩質	岩質状況	見掛け比抵抗	自然放射能強度	評価
風化土 (まさ)	まさ状 土砂化進む	やや低い所 (50 100kΩ-cm) がある。	一般に低い	風化した軟岩 下部安定岩
風化岩 (+状) CL	未風化部を 玉ネギ状に 残し風化	高い(概ね100kΩ-cm以上)	一般に高い	クラックの発達した岩盤 下部では硬質岩
硬質岩 CM~CN	亀裂発達 一部浮石状	概ね100kΩ-cm以上と高い 破砕帯の傾向の示す地点は 岩質(硬軟)の境界を反映	一般に高いが クラックの密 着している所 は低い	硬質でクラック発達 下部では硬質岩と推定 100kΩ-cm以下はややクラ ッキー