

九州・沖縄の特殊土の紹介④

—宮崎層群と島尻層群—

Miyazaki Group and Shimajiri Group

澤山重樹 (さわやま しげき)

宮崎県地質調査業協同組合 試験室 室長

宮城敏明 (みやぎ としあき)

㈱沖縄建設技研 技術統括部 部長

1. はじめに

南九州・沖縄には、宮崎層群および島尻層群と称するスレーキングの著しい新生代新第三紀の堆積岩が分布する。宮崎層群は、新生代新第三紀中新世～第四紀更新世の海成堆積物で砂岩と泥岩の互層が特徴的である。一方、島尻層群は新第三紀中新世～鮮新世の海成堆積物で沖縄本島中南部に広く分布し、上位から新里層、与那原層、豊見城層に区分されている。中でも泥岩主体の地層を島尻層泥岩と称している。これらの堆積岩は、乾燥および吸水を繰り返すことによる細粒化が顕著で強度低下も懸念され、豪雨による地すべりや岩盤崩落、盛土の沈下等、建設分野では問題の多い軟岩である。

2. 宮崎層群

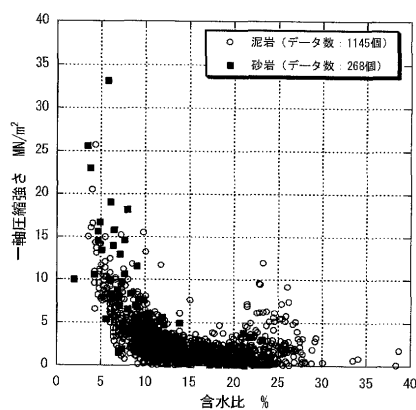
宮崎層群は、砂岩と泥岩の互層が特徴的で特に海岸線ではリズムカルな互層状を呈し“鬼の洗濯岩”(口絵写真—3)とも呼ばれている。宮崎市周辺や南那珂の山地、平野部では基盤をなし構造物の基礎として利用されている。図—1に宮崎層群の泥岩と砂岩の一軸圧縮強さと含水比の関係¹⁾を示すが、泥岩、砂岩ともほぼ同等の強度を有している。図—2に宮崎層群の泥岩と砂岩のスレーキング試験結果²⁾(KODAN110-1985による)を示す。これは、同一試料をそれぞれ5分割して各サイクル数毎にスレーキング率を求めたものである。泥岩では乾湿繰返し回数が1回から2回にかけて急激にスレーキン

グが進行し、3回で90%以上に達するのに対して、砂岩は5サイクルでも3%に留まる。試験に用いた泥岩は、含水比=6.2%、一軸圧縮強さ=約9.0 MN/m²、砂岩は含水比=16.6%、一軸圧縮強さ=約3.5 MN/m²である。宮崎層群の泥岩は、一軸圧縮強さの大小にかかわらず著しいスレーキング性を示すこと等から、斜面の崩壊や法面の後退、落石、盛土の沈下などが問題視されることが多い。

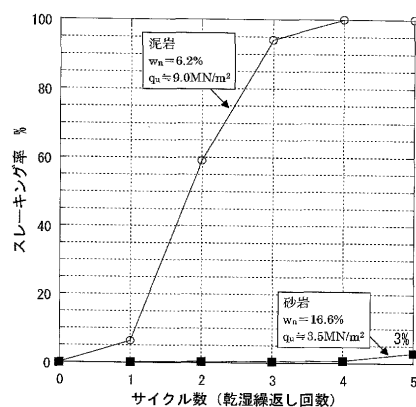
斜面における岩盤崩壊は、砂岩内部の浸透水が直下の泥岩へ供給されて泥岩が軟質化すること等が要因として挙げられる。この軟化現象には、岩石が黄鉄鉱を含む場合、浸透水により黄鉄鉱が酸化して硫酸が生成され、岩石が溶解して強度低下すること等も示唆される³⁾。また、法面ではスレーキングによって斜面の泥岩部がくぼみ、砂岩が突出することで砂岩部の落石が発生し、これが繰り返されることで法面が徐々に後退する。

高さ6 m、幅4 mの角柱状の岩峰側面での測定によると、側面が風雨にさらされて後退する速さは7.7~5.5 cm/1ヶ月との報告がある⁴⁾。また、法面整形による吹付け施工時の新鮮な岩盤が経年変化で粘土化した部分を風化層とした場合、吹付けモルタル背面の風化の速度は、最も遅いもので40 cm/30年、早いもので170 cm/30年程度という報告がある⁵⁾。

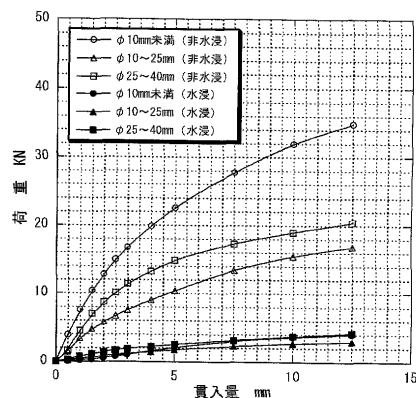
この他、発生頻度の高いのが泥岩ズリを用いた盛土の沈下や変形等である。これは盛土完成後に徐々にスレーキングが進行して土砂化(口絵写真—4)すること等に



図—1 宮崎層群の泥岩と砂岩の一軸圧縮強さと含水比の関係



図—2 宮崎層群の泥岩と砂岩のスレーキング率とサイクル数の関係 (一部加筆)



図—3 締固めた宮崎層群泥岩の荷重と貫入量の関係

よる。図-3に泥岩の締固め試験体による、非水浸および水浸後の荷重と貫入量の関係を示す。これは、所定の粒度に調整した泥岩を4.5 kg ランマーにて67回×3層で締固めて試験体を作成し、同一粒度の試験体を非水浸と水浸に分けてCBR試験による貫入試験を行ったものである。非水浸の場合、最も高い貫入抵抗を示したのは小粒径(φ10 mm 未満)のものであるが、水浸後の貫入抵抗には粒径の違いによる明瞭な差は見られない。つまり、吸水等が懸念される盛土の長期的な強度は、施工時のズリの粒径には関係しないようである。

宮崎層群の泥岩を盛土材料とする場合、スレーキングに伴う強度低下が懸念されるため、固化材を用いた改良が実施されることが多い。しかし、掘削直後(盛土施工時)は岩塊状であることから、事前に適切な固化材添加量を求めるのは困難なことが多い。また、自然斜面や法面の崩壊等に関しても、事前に危険箇所を特定するには困難を要する。

3. 島尻層泥岩

3.1 島尻層泥岩の概要

層厚約2 600 mに達するといわれる島尻層群の路頭部は、その上半部が与那原層である。与那原層は大陸から供給された土砂の細粒分からなる泥岩層である。島尻層群の形成過程で海洋プレート沈み込みにより島弧として隆起その後侵食を受けて現在の地形を形成しているとされている⁶⁾。与那原層は泥岩と位置づけられるものの乾湿作用により容易に細粒化し、軟弱化するなど粒子間の結合力は小さく、固結の程度は低い。また、島弧として隆起した際、高い山が形成されたとされ、与那原層表層部の圧密試験によると降伏圧密圧力は12 MN/m²程度であり、現在過圧密状態(固結粘土層)にあるとみなせる⁷⁾。さらに、地殻変動により大小の断層が形成されている(口絵写真-5)。このような固結度の低さと大小の断層の形成が軟岩としての取り扱いを困難にしている。特に沖縄地方においては、亜熱帯性気候がこれらの現象をより顕著なものにしている⁸⁾。島尻層泥岩の斜面において、台風および梅雨期の集中豪雨により地すべりまたは法面崩壊が多く発生していることが確認されている⁹⁾。なお、島尻層泥岩に関する詳細については参考文献等を参照されたい。

3.2 島尻層泥岩の乾湿劣化と切土法面保護

島尻層群中の与那原層泥岩地山においては、場所によって異なるが、深度2.5 m程度の領域において乾湿劣化が進行するとし、また乾燥が著しい場合においてもスレーキング現象による細粒化はわずかな拘束だけで抑制できるとしている⁸⁾。このことは、植生工法、法砕工およびモルタル吹付け工等の法面保護工は、斜面の劣化を防土する機能は備えていると考えられている⁸⁾。しかしながら、島尻層泥岩には切土を施す以前から潜在的な亀裂等が存在し、亀裂面を通して劣化が急速に進行するこ

とがある。このような場所では切土後の安定は法面保護工のみで確保できない場合があり、事前に切土法面の安定化工法の検討を行うことが重要となる。

3.3 地すべりの危険度評価

地すべり類型区分と不安定斜面の状況把握を行うことにより、地すべり危険斜面における地すべり発生の移動形態を予測する手がかりを得ることができ、対策工事や安定解析が容易になるとしている¹⁰⁾。「初生泥岩地すべり」の代表事例として新川および北丘地すべり、「準初生泥岩地すべり」では安里および仲順地すべりが挙げられる。いずれの地すべりにおいても応力解放の影響により、潜在する地質弱面の緩みへの地下水が侵入し、泥岩の風化が進み、弱面が拡大したと考えられている¹⁰⁾。

4. おわりに

宮崎層群および島尻層泥岩は、共に乾燥と吸水を繰り返すことで細粒化や泥状化を示す堆積岩であり、特に人工斜面では雨水や湧水によって変状や崩壊の危険性が高まる特徴を有する。しかし、調査・設計段階で内部の亀裂や断層、あるいは透水層の有無を把握するのは困難であるため、施工時の安全確保および設計へのフィードバックを目的とした情報化施工を行うとともに、さらには法面完成後の調査・点検および維持管理を含めた予防的な地すべり対策が重要と考えられる。また、盛土に関しては、固化材の適切な添加量の把握のみならず、工事箇所の湧水や集水の有無など、地形および地質的な特徴を勘案した対応が必要である。

参 考 文 献

- 1) 地盤工学会九州支部宮崎地区幹事：宮崎県における岩石および岩盤特性 (Ver.1.02)，地盤工学会九州支部，pp. 29～39，2009。
- 2) 松本 修・瀬崎満弘・澤山重樹・長友貞文：宮崎層群のスレーキング特性とメカニズムに関する研究，平成19年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，土木学会西部支部，pp. 361～362，2008。
- 3) 千木良雅弘：風化と崩壊，近未来社，108 p.，1995。
- 4) 高谷精二・鈴木恵三・野尻正太：泥岩盤の風化速度，めらんじゅ 第16号，宮崎応用地質研究会，27 p.，2005。
- 5) 特殊土地盤の設計・施工に関する研究委員会：九州・沖縄の特殊土地盤の設計と施工，地盤工学会九州支部，261 p.，1995。
- 6) 木崎甲子郎編著：琉球弧の地質誌，沖縄タイムス社，pp. 14～18，pp. 107～108，1985。
- 7) 新城俊也・小宮康明：島尻層泥岩地盤の工学的特性，土と基礎，Vol. 40，No.11，pp.9～14，1992。
- 8) 上原方成・新城俊也・砂川徹男・吉沢光三：沖縄の土と建設工事，土と基礎，Vol. 36，No. 3，pp. 29～36，1988。
- 9) 上原地盤工学研究所すべり・崩壊分科会：島尻泥岩における地すべり・崩壊事例，第16回沖縄地盤工学研究発表会，pp. 47～50，2003。
- 10) 宜保清一・中村真也・木村 匠・陳 伝勝：沖縄，島尻層群泥岩分布地域における初生型地すべりの縦断面形状と発生場の特徴—地すべりの危険度評価に関連して—，日本地すべり学会誌，Vol. 46，No. 3，pp. 22～29，2009。
(原稿受理 2010.2.4)