

老朽化した吹付モルタル法面の調査事例

株式会社東建ジオテック ○愛甲健太, 堀田政則

1. はじめに

調査地は、山口県内にある浄水場の配水池取付道に面した切土法面である。当該法面には広範囲にモルタル吹付工が施工されており、老朽化に伴う法面表層の不安定化が懸念されていた。そこで今回、吹付モルタル法面の健全度を評価するために各種調査を実施した。

また、当該法面内ではかつて局所的な崩壊が発生し、崩壊箇所上方で鉛直ボーリングが実施され、その結果によると、今後大規模な崩壊が発生する可能性がある旨指摘されていた。そこで地表踏査および水平ボーリング調査を行い、大規模崩壊発生の可能性について検討した。



写真-1 調査対象法面

2. 吹付モルタル法面の健全度評価

当該吹付モルタル法面（約6000m²）は、施工後40年程度経過しており（詳細な施工時期は不明）、老朽化に伴う変状が確認されていた。そこで、法面の健全度評価を目的とした各種調査（目視による変状調査、熱赤外線映像調査、打音調査、穿孔・コア抜き調査）を実施した。

(1) 変状調査

吹付モルタル法面に認められる変状について、目視による調査を行った。今回は吹付モルタル法面を32分割し、ひび割れ（クラック）、モルタルの浮き・剥落、湧水について記載を行った。ここで、ひび割れについては、幅（5段階区分）と延長、浮きについては延長、剥落については大きさ、吹付厚、地山との間隙、地山の土質・地質に着目した。



写真-2 吹付モルタル法面の変状

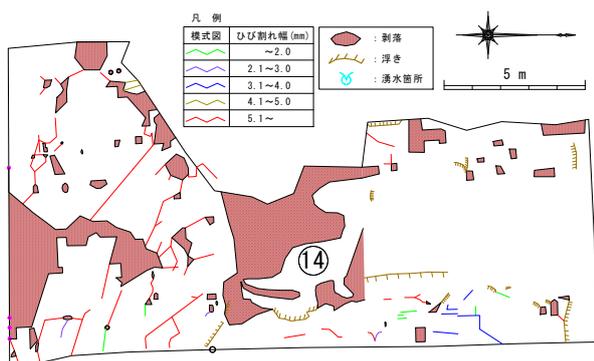


図-1 法面変状調査結果図の一部分(展開図番号 14)

変状調査の結果、ひび割れは法面全域において確認され、そのほとんどが開口しており、開口幅は5mmを超えているものが多く認められた。また、モルタルの浮きについては、ひび割れ沿い、剥落の周辺、小段肩付近に認められた。剥落はひび割れと同様、法面全域に認められたが、特に2段目法面においては広範囲に及ぶ剥落が認められた（図-1）。湧水については、法尻部において常時湧水が2箇所、降雨時湧水が1箇所確認された。

(2) 熱赤外線映像調査

熱赤外線映像調査は、赤外線サーモグラフィ装置を用いて法面の温度変化を測定、可視化することにより行うものである。吹付背後に空洞化箇所があった場合、吹付と地山との間に空気の層があるため、健全箇所と比べて、高温時（日中）と低温時（夜間）の温度変化が大きくなる。この温度差を利用して、吹付背後の空洞化箇所を間接的に抽出した。

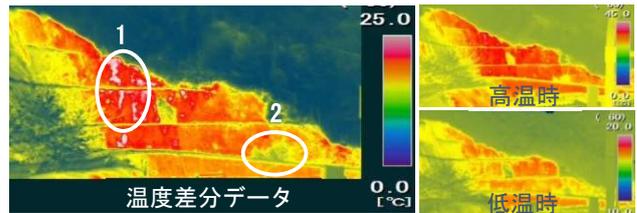


図-2 熱赤外線映像調査結果

図-2は、高温時（日中）と低温時（夜間）の温度差が最も大きい南向き法面の温度変化図である。この中で、白丸1の部分には、周辺に比べて特に温度差が著しい箇所として抽出された。このことから、この箇所では吹付背後が空洞化している可能性があると考えられた。これとは逆に、白丸2は、周辺と比べて温度差が小さい結果となった。これは、同箇所では湧水が確認されていることから、周辺が湿潤状態となっていることに起因するものと考えられた。

(3) 打音調査

吹付背後の空洞箇所を直接的に抽出するため、法面全域で打音調査を実施した。その結果、打音不良箇所が広く分布していることが明らかとなり、モルタルと地山との密着性が低下した箇所が法面全域に及んでいるものと判断された。

(4) 穿孔・コア抜き調査

吹付厚およびモルタルと地山との密着性を確認するため、コア抜き調査を11箇所で行った。その結果、吹付厚は最低30mm、最大90mm、平均43mmであった。設計吹付厚は不明であるが、半数以上が40mm以下と薄い結果となった。背面空洞厚は0~30mmで、平均12mmであった。空洞がなく、密着しているものは半数に満たない4箇所であった。

(5) 吹付モルタル法面の健全度について

各調査結果を総合して、吹付モルタル法面の健全度を評価した。健全度は A (健全)、B (軽微な低下)、C (低下)、D (著しく低下)、E (危険) の5段階に区分した。その結果、ほぼ全ての区域で健全度 C~E に判定され、吹付モルタル法面の健全度は低いと判断された。

3. 地質性状に基づく大規模崩壊の可能性について

当該法面内では、かつて集中豪雨による局所的な崩壊が発生し、崩壊後に地表踏査と鉛直ボーリング調査が行われ、崩壊原因についての考察がされている。これによると、崩壊は「①花崗岩およびこれに貫入した石英斑岩の境界付近の脆弱化、②大量降雨時における石英斑岩亀裂内の水位の上昇、③脆弱部の緩み」により発生した可能性があるとして推察されており、今後大規模崩壊が発生する可能性があるとして指摘されていた。しかし既存の鉛直ボーリングでは石英斑岩の詳細な分布性状や周辺地山との接触部の状況、地下水状況は不明であり、これらを解明することが今後の課題であった。そこで、地表踏査および水平ボーリング調査を実施した。

(1) 地表踏査結果

周辺の地質は岩国岩体とよばれる広島型花崗岩からなり、後背の丘陵地には玖珂層群の泥質岩が分布している。今回の地表踏査によれば、当該法面には粗粒花崗岩が広く分布し、この花崗岩に石英斑岩の岩脈が複雑に貫入しているものと考えられた。花崗岩は全体的に風化し脆く、部分的に垂直性の細かい節理が発達していた。

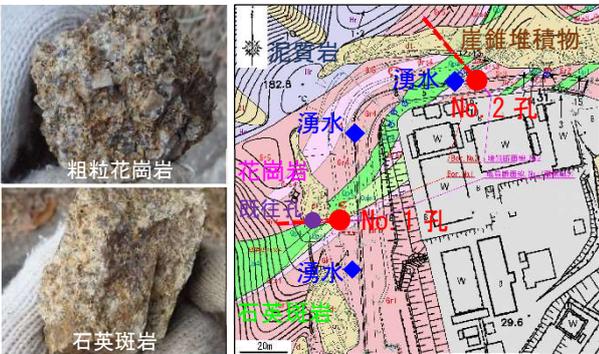


写真-3 岩石写真

図-3 模式地質平面図

(2) ボーリング調査結果

今回の地表踏査および過年度調査（崩壊箇所上方での鉛直ボーリング）により確認された貫入岩（石英斑岩）の分布状況・性状および基盤岩である花崗岩との接触部の性状を確認するため、図-3に示す2箇所（No.1、No.2）で水平方向のオールコアボーリングを実施した。削孔角度は上向き5°程度とし、削孔完了後はストレーナ加工した排水効率の高い二重式排水管を保孔管として孔内に挿入し、地下水の排出状況を確認した。以下に各孔の調査結果を示す。

No.1孔（L=23.00m）は、敷地西側法面の旧崩壊斜面内上部（モルタル吹付工で復旧）で実施した。その結果、表層~17.25m間は石英斑岩で、それより奥は花崗岩の分布が見られたが、両者の境界付近に脆弱部は確認されなかつ

た。地下水については、削孔中に湧水は見られなかったが、保孔管挿入後は僅かな地下水の排出が確認された。



写真-4 No.1 孔コア写真(深度 16.00~18.00m)

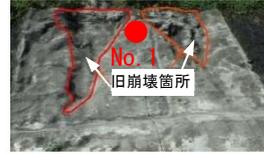


写真-5 No.1 孔掘削箇所



写真-6 No.1 孔地下水排出状況

No.2孔（L=29.00m）は、敷地北側法面の常時湧水箇所付近の法尻部で実施した。その結果、表層~3.90mまで花崗岩、それより奥は石英斑岩と花崗岩が互層状に分布し、それらは法面に対し受け盤構造であることが確認された。地下水については、削孔中（2.8m）に湧水が認められ、4m付近削孔中に湧水量が増加した。その後も湧水が認められ、保孔管挿入後も地下水の排出が確認された。削孔中の湧水確認後には、それまで見られていた法面からの常時湧水が枯渇した。



写真-7 No.2 孔コア写真(深度 3.00~5.00m)

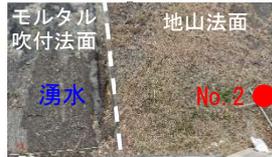


写真-8 No.2 孔掘削箇所



写真-9 No.2 孔地下水排出状況

(3) 大規模崩壊の可能性について

No.1孔では、花崗岩と石英斑岩の境界付近に脆弱部は確認されず、かつ地下水は豊富ではないと考えられたことから、旧崩壊部を含む敷地西側斜面においては今後大規模な崩壊が起こる可能性は低いと考えられた。

一方No.2孔では、地下水は認められるものの、互層状をなす花崗岩と石英斑岩は法面に対し受け盤となっている。従って、敷地北側法面においても、大規模な崩壊が発生する可能性は低いと考えられた。

4. おわりに

吹付モルタル法面の健全度評価にあたっては、今回は直接的な調査手法（目視による変状確認、打音調査、コア抜き）に加え、間接的な調査手法（熱赤外線映像調査）も採用した。このように複数の調査手法を採用することは、調査精度の向上に非常に有効であったと考えられる。また、大規模崩壊についての検証にあたっては、安定上の問題となる貫入岩（石英斑岩）について、おおまかな貫入角度（広角度）や方向を地表踏査により想定し、これを踏まえた地質調査手法（水平ボーリング）を採用することで、精度よく法面の地質構造を解明することが可能となった。さらに工夫した点として、水平ボーリング孔に保孔管を設置した。これにより局所的ながら地下水の排出を促し、わずかながら法面の安定度向上に寄与することができたものと考えられる。