

石炭を含む堆積岩を用いた盛土の変状事例

株式会社宇部建設コンサルタント 松原 友輝

1. はじめに

令和3年7月静岡県熱海市で発生した盛土崩壊に伴う土石流災害を受け、既存盛土の安全性確保が国の重要課題となっている。今年の5月には盛土規制法が施行されたが、その内容の一部に「盛土等を行うエリアの地形・地質等に応じて、災害防止のために必要な許可基準を設定する」とあり、盛土の安全上、地質が重要なファクターであることが示されている。

本発表では、石炭を含む堆積岩分布域における宅地造成地の盛土の変状について、スレーキング性の高い材料が用いられた可能性をふまえて、ボーリング調査・検討を行った事例を紹介する。

2. 地形地質概要

(1) 地形概要

当該地は標高約20m程度の丘陵地に造成された住宅地である。過去の航空写真を写真-1に示す。過去の航空写真より、当該地は1962年の時点では造成は行われておらず、調査地周辺では沢地形が発達していたことがわかる(写真-1左)。一方で、1984年の時点では造成が進んでおり、丘陵地全体が宅地になり、沢地形の一部はため池として利用されていることがわかる(写真-1右)。

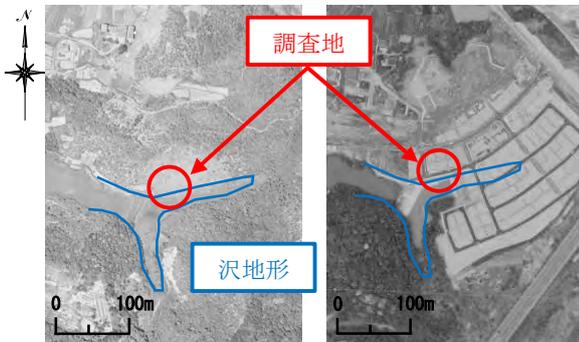


写真-1 過去の航空写真(左:1962年 右:1984年)¹⁾

(2) 地質概要

当該地の地質は、山口県地質図(2012)²⁾によると、新生代古第三紀の宇部層群のうち宇部夾炭層が分布している。宇部層群が堆積した地域は、植物化石の検討から、亜熱帯の陸成～浅海環境であったと推定される。宇部夾炭層は主に砂岩泥岩互層からなり、約130mの層厚の中に8枚の炭層が層厚30～150cmで含まれている。

3. 変状状況

当該地では、2010年ごろには舗装や側溝の亀裂および沈下が確認されている。亀裂にはひび割れシール材で補修を施すなどの対策を講じてきたが、2020年に沈下が顕

著になったことを受けて、翌年の2021年にオーバーレイ工法により補修を行った。しかし、補修からわずか1週間程度で舗装面に新たな亀裂が生じた。

補修後の亀裂の状況を写真-2に示す。亀裂は道路、側溝および住宅の塀などにおいて、道路縦断方向に広がって発生していた(写真-2)。舗装では最大で5cm程度の沈下が確認された。また、宅地内では駐車場に設置されたマンホール周辺のコンクリートにおいて、沈下とともにため池側への水平方向の移動も確認された。加えて、ため池側面の法面に施工されている法枠に若干の押し出しが確認された。

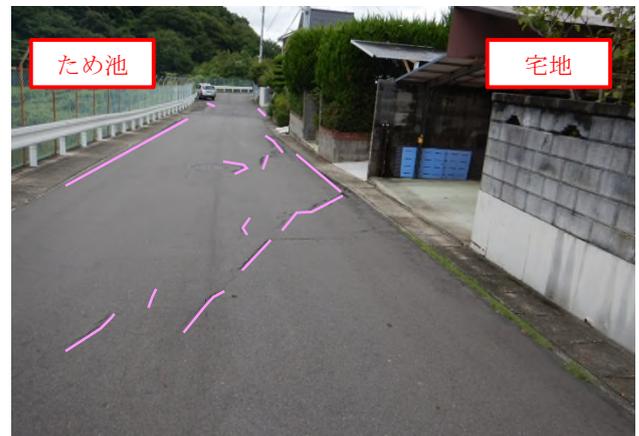


写真-2 調査地の変状状況

4. ボーリング調査

当初、沈下だけでなく水平方向の移動や法枠の押し出しなどの変状や補修後も繰り返し発生していること、加えて集水地形であったことなどから、変状原因は地下水に影響された盛土の円弧すべりであると想定し、ボーリング調査を行った。

調査ボーリングは最も変状が大きい測線において、道路上と道台擁壁基礎付近の2箇所で行った。調査ボーリング位置を図-1に示す。



図-1 調査ボーリング位置図¹⁾

ボーリング調査の結果、Bor. No. 1の盛土内部において、路面直下 (GL-1.2~1.8m) と基盤岩との境界付近 (GL-4.0~4.2m) で、高含水で著しく軟弱な部分が確認された。特に路面直下の軟弱部はコア形状をなさないほど異常な高含水で、標準貫入試験時にはハンマーが自沈し、N値は0であった (写真-3)。Bor. No. 2でも同様に、基盤岩との境界付近 (GL-1.5~2.0m) で、高含水の軟弱部が確認された (写真-4)。

基盤岩は泥岩優勢の砂岩泥岩互層が確認された。盛土との境界付近は風化を受けて粘性土状を呈すも、境界から約2m以深ではハンマー打撃で金属音を発する硬さとなる。



写真-3 ボーリングコア写真 (Bor. No. 1)

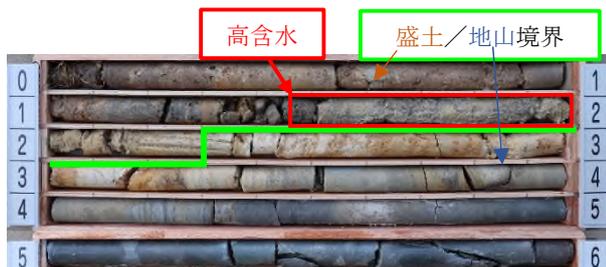


写真-4 ボーリングコア写真 (Bor. No. 2)

また、砂岩泥岩互層は炭質の薄層を全体的に薄く挟在していた。石炭は細孔構造を呈しており、水を吸収しやすい性質があるため、スレーキングを起こしやすいとされている。スレーキングとは、岩石が乾燥と湿潤による水分変化を受けると収縮膨張現象が発生し、鉱物粒子間の結合力が失われて次第に崩壊する現象である。当該地の盛土は発生土を利用している可能性があり、盛土内で高含水となっている箇所では、スレーキングにより非常に脆弱化し、コア形状をなしていないと考えられる。

5. 変状原因および対策

Bor. No. 1のコア状況より、盛土材の不良による沈下の可能性も考えられたため、円弧すべり性の崩壊と盛土材の沈下の両方の面から対策の検討を行った。図-2に地質想定断面図を示す。切土盛土境界は、ボーリング調査結果および既往施工図面を参考にした。

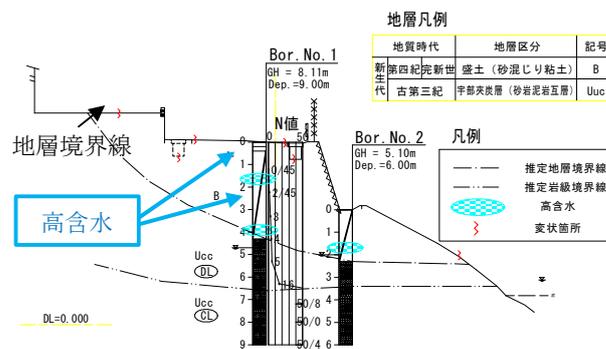


図-2 地質想定断面図

当該地では水路が変状に伴って破損しており、路面直下に存在する高含水の軟弱部は、水路から流入した水の影響によるものと想定した。そこで応急対策として、水路内の水を変状箇所に入らないようにするために、上流側に集水柵を設置し、そこからため池へコルゲート管で排水させる対策を実施した。また、円弧すべりの変状に対しては、孔内傾斜計による観測を行い、変位が確認された場合は追加で対策を行うことを提案した。

応急対策施工後、約1年間監視を行った。その間、累積雨量120mm程度の降雨を観測したが、路面および孔内傾斜計に変位は確認されなかった。日雨量数mm程度の少雨の際に応急対策の効果を確認したところ、コルゲート管から毎分30リットル程度の排水が確認され、水路には降雨量に対してかなり多くの水が流れていたことが判明した。

以上のことから、当該地における近年の路面の変状は、円弧すべりの変状ではなく、盛土材にスレーキング性の強い炭質分を含む材料を使用したことによる、盛土の脆弱化が原因であったと考えられる。

6. まとめ

昔の盛土は現地発生土について特に調査を行わず、そのまま利用している可能性が疑われる。そのため、既設盛土の安全性の評価を行う際は、分布地質にも留意することが望ましい。また、新規の盛土材については、盛土発生材の地質に留意し、必要に応じて盛土材のスレーキング性を確認することが望ましい。

石炭のような全国的にも一部の地域でしか確認されない地質については、安全性や基準について参考書に明確な記載がない場合が多い。そのため、地質技術者が安全性を見極めることが重要になる。

《引用・参考文献》

- 1) 国土院地形図 (に加筆), (最終閲覧日2023年5月14日)
- 2) 山口県地質図第3版 (15万分の1) 説明書: 山口県地学会 (2012), pp. 91