

宮城県のしらす地盤における切土法面保護工の設計・施工について

株式会社 テクノ長谷 島田 一男・渡邊 律・○齋藤 賢一

1. はじめに

宮城県の北西部に位置している本施工地には、“しらす”からなる丘陵地が分布しており、頂部平坦地は水田として利用されている。新設道路の建設に伴い、丘陵地の斜面の一部を掘削したところ、多量の湧水(パイピング)が生じ一部の法面は崩壊した。今後さらに続く下段部掘削時に湧水による崩壊が発生した場合、最上段まで及ぶ可能性があり、その被害は大きく、復旧に多大な費用を要する。そこで本施工地の地下水状況を把握し湧水対策の基礎資料とするために地下水調査を実施した。

本文は、これらの調査結果をふまえ、湧水処理の対策と工事の施工計画について検討した事例を紹介する。

2. 崩壊地の地質及び工事概要

本施工地は、標高約180m前後の低平な頂部をもつ丘陵地からなっており、地盤構成は、新第三紀の砂岩・泥岩を基盤とし、その上位に切土面の対象土質となるしらす及び砂礫層が覆っている。このしらすの下部は固結度が高く硬質な岩盤となっているが、上部は固結度が低く細粒質で水に対し非常に弱い性質を示す。

また一部の切土法面にはパイピング(地中浸食)現象によるものと考えられる小さな水穴も多数確認されている。

本工事は、平成5年4月に開始され路線延長L≒1,500mの内、切土区間はL≒200mとなっており、最大切土高さH≒18m、切土勾配1:1.0で計画されている。施工は、掘削が上部から2段目の法面まで終了したところ、湧水によるガリ浸食および法面崩壊が発生し工事が中断した。

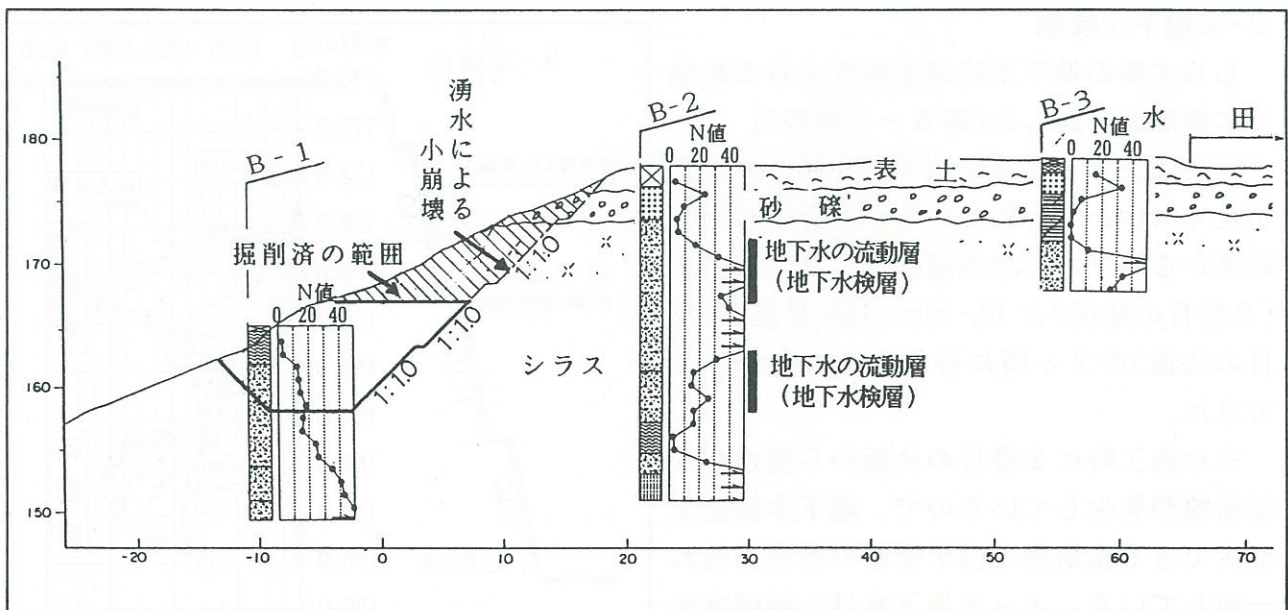


図2-1 地質想定断面図

3. 地下水調査

崩壊の原因は地下水で、水処理に対する検討が必要となることから地下水の流動帯や、降雨及び水田との関係を推定するために、①地下水位観測、②地下水検層、③減水深測定を実施した。

3-1 地下水位観測

法面に生じた湧水と降雨との関係を調査するため自記水位計を設置し、地下水位観測を実施した(図3-1参照)。

- 観測期間中の降水量は少なかったが地下水位変動は3.0mと大きな変動量を示す。
- 降水量と地下水位の相関はそれほど認められない。
- 地下水位変動は急激で約2.0m上昇し、当初の水位に回復したのに要した時間は2時間程度の短時間である。

以上から、地下水位の急激な変動は、水田や灌漑用水(土側溝)の影響を大きく受けているためと推定される。

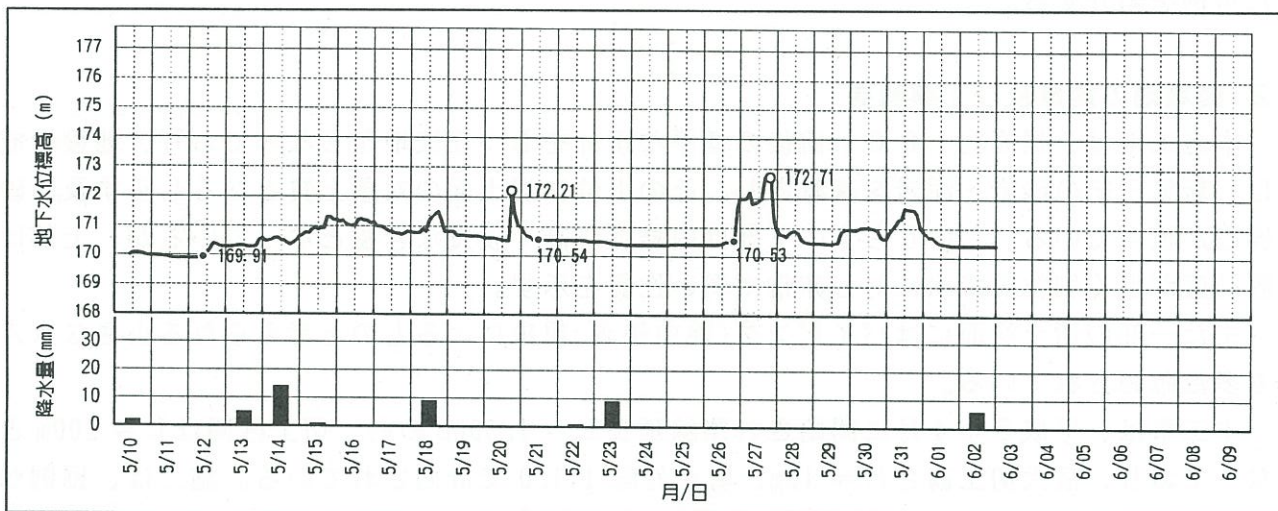


図3-1 地下水位変動図

3-2 地下水検層

しらす層の地下水状況を推定するため地下水検層を実施した(図3-2参照)。

一般に、しらす層の地下水検層は再現性が良くないと言われているが、今回の測定結果から地下水の流動層は地下水位面付近(2段目の法面)とGL-14m~18m付近(4段目の法面)の2ヶ所に存在することが推定できた。

また施工時に2段目の法面から湧水し法面崩壊が発生しているため、地下水検層で推定できる流動層と湧水位置の標高が概ね一致している。よって地下水は、ほぼ水平な勾配で流動していると判断できる。

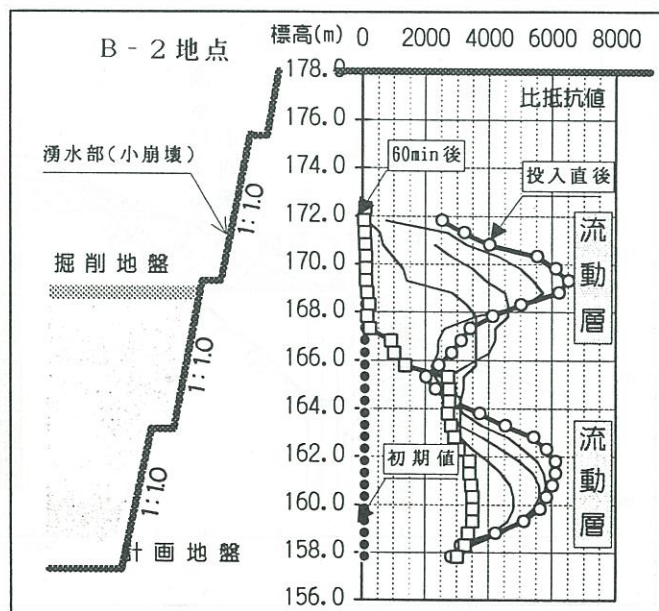


図3-2 地下水検層結果

3-3 減水深測定

法面に生じた湧水と水田との関係を調査するため水田の減水深測定を実施した。

一般の水田における減水深の値は通常 20~30mm/day と言われているが、当地区の水田で測定された減水深は 200mm/day の値を示し、一般の水田に比べ異常とも思えるほどの、いわゆる“ざる田”で地下水の供給源になっていると考えられる。

4. まとめ

地質調査及び地下水調査の結果をまとめるとつぎの通りである。

- 切土法面の土質は、未固結のしらすで水に対して非常に弱い性質のものである。
- 湧水が認められなくても雨水によるガリ浸食等に対し早急な対処が必要である。
- 地下水の流動層は 2ヶ所で顕著となっており未工事部にも存在している。
- 地下水の動流勾配は地山と平行ではなく、ほぼ水平な勾配で法面に流出しており今後の掘削時の湧水位置を（標高・法面）概ね推定することができる。
- 湧水の原因は、降雨による浸透水も考慮されるが、むしろ水田や土側溝からもたらされる灌漑用水の浸透水が地下水の供給源となっている。
- 法面の湧水は水田に何らかの対策を講じない限り、今後も続くものと判断される。

5. 対策及び施工計画

5-1 対策工

対策工は、対象土質が“しらす”のため降雨に対する法面保護が必要なことと、常に供給されるであろう地下水をいかに有効に処理できるかが重要となる。

対策工は、地下水処理を主眼として、①地下水位低下工法(水平ボーリング・集水井)、②地下水遮断工法(柱列壁・締切り矢板・グラウト)、③法面保護工法(砕石マット・法枠)の3案から選定した。①地下水位低下工法は、水平ボーリングの施工孔が水みちとなり細粒のしらす吸出された場合、施工孔が空洞化し“シラス・ドリーネ”と称されるような陥没に至る恐れがある。また②地下水遮断工法は、完全に遮水できれば確実な工法であるが施工範囲(深度及び延長)が広く、さらにガリ浸食の対策も必要となり不経済になった。③法面保護工法は、吸出防止材+砕石マット+法枠工を組み合わせることによって、地下水圧を開放しながら、ガリ浸食の防止・土砂(しらす)の流出防止・法面の小崩壊を抑止できる。さらに法面の状態を常に目視で確認できることや将来の維持管理にも速やかに対応できる利点があると判断され対策工法を③法面保護工法とした。

5-2 施工計画

地下水調査の結果、工事に伴う掘削時に湧水の出現標高(法面)を図5-1のように推測することができた。しかし対象法面に対し調査地点は数点であり実際の工事では推定していない法面からの湧水も考えておく必要がある。また、地盤状況や湧水量によっても崩壊の規模が異なるため対策工も現場で対処する必要がある。したがって対策工を、切土法面の湧水の有無によって評価し、施工計画のフローチャート(図5-2)を作成し工事を実施した。

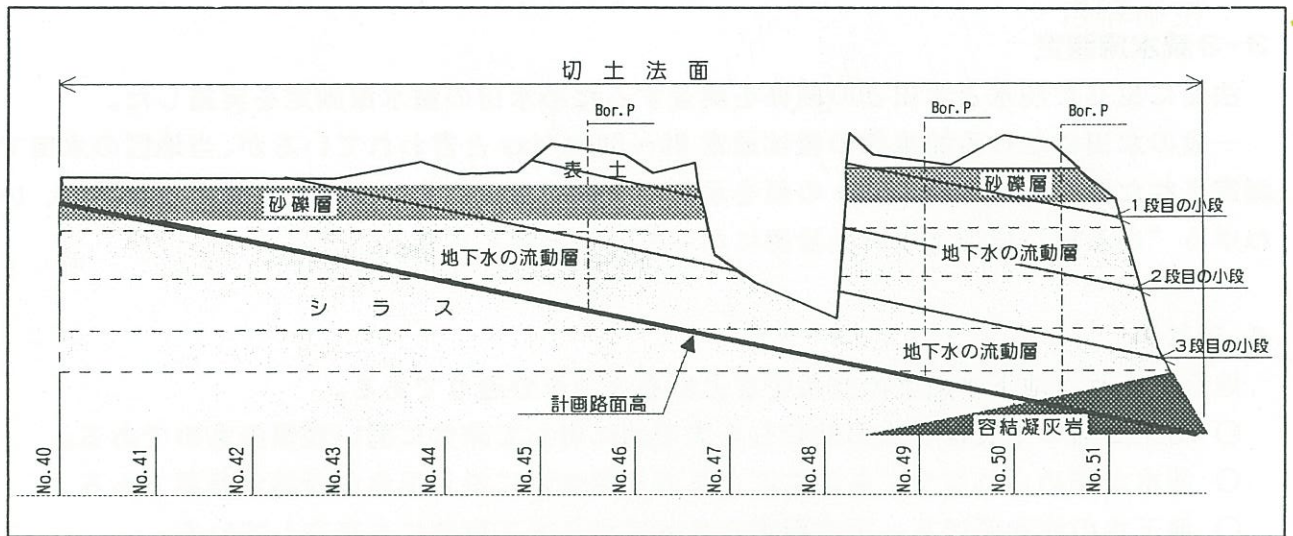


図5-1 湧水位置想定縦断面図

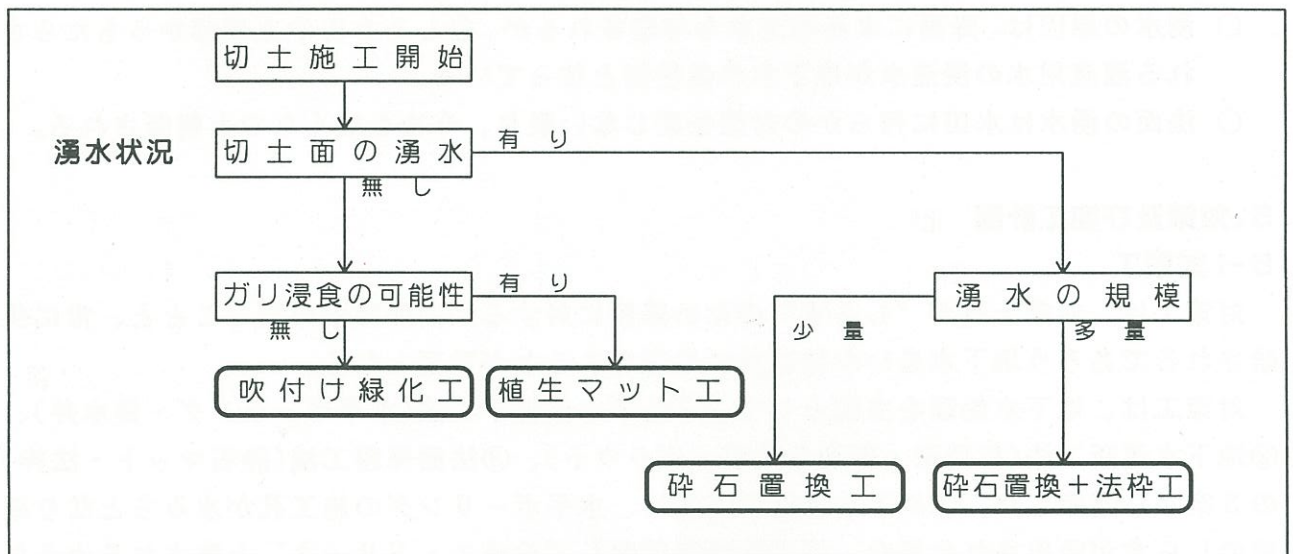


図5-2 法面保護工の施工計画フローチャート

6. あとがき

平成8年には、最下段の切土工事が完了し多少の湧水は認められたものの当初懸念されていた湧水による法面崩壊は発生しなかった。また法面保護工法を設置した法面には現在も継続して湧水が認められているが2年目を経過した現在、法面に変状は認められていない。このことから今回提案した対策工は有効であることが確認されている。

最後に、今後、災害の発生するような大規模の台風や集中豪雨と水田の代かき期が一致した場合等、地下水がどのように影響するのか今後とも調査を継続し、原設計と施工結果の妥当性を確認する必要があると考えている。

《参考文献》

- 1) シラス地帯の切土面からのパイピング 土質工学会研究討論会講演習 1993
- 2) シラスの特性と問題点 土と基礎 Vol, 23-2 1975
- 3) シラスの浸食とパイピング現象の問題点 土と基礎 Vol, 23-2 1975