

設置年度の古い孔内傾斜計観測孔の孔内付着物による挿入不能事例

株式会社エイト日本技術開発 室 大作

1. はじめに

本事例は、徳島県西部の地すべり防止区域において、過去に設置された孔内傾斜計の挿入不能原因について考察を行ったものである。対象の地すべりブロックは、斜面上下方向に連なる複合型の地すべりブロックのFブロック群およびGブロック群（図-1）で、ブロック頭部付近に、地すべりに起因する変状が明瞭である。

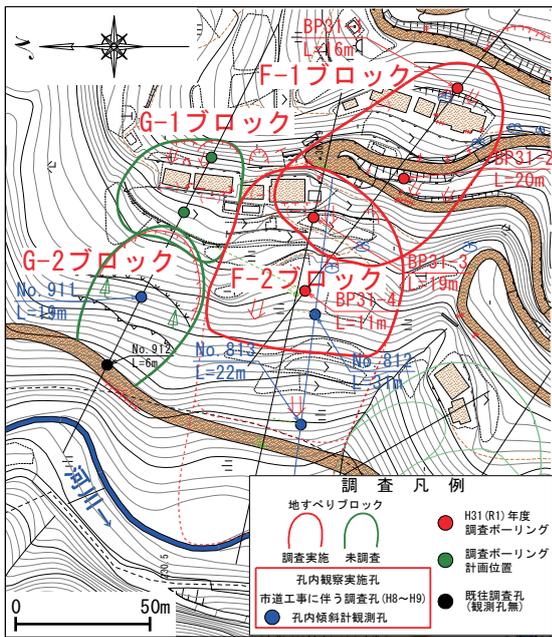


図-1 調査位置平面図

地すべり調査業務では、Fブロック群を対象にした地すべり調査（調査ボーリング、地下水観測、孔内傾斜計観測）と、Gブロック群において、踏査・ブロック設定、近傍の既設観測孔の動態観測を行った。

F、Gブロック群ともに、地すべり調査業務としての詳細調査は未実施であったが、斜面下部の市道新設工事に伴う地質調査でH8～H19年度に調査ボーリングや孔内傾斜計による動態観測が行われており、F、Gブロック下部にH8、H9年度に設置された既設観測孔が残存している。このため、新設孔の動態観測に併せて、①F-2ブロックの末端部より下方斜面での変位の確認（F-1、F-2）を包括するブロックの存在の確認）や、②豪雨を経た後のGブロック群の活動性を把握することを目的として、既設観測孔の動態観測を行った。

観測において傾斜計プローブを挿入したところ、既往調査では地すべり性の変位が確認されていない観測孔や、既往調査で確認された滑動すべり面より深部で挿入不能となったため、挿入不能深度付近の孔内状況の確認を目的として、孔内カメラ（Q スコープ）による孔内観察を実施した。

2. 孔内観察対象孔概要

(1) F-2ブロック

孔内観察対象孔は H8年度に設置された孔内傾斜計観測孔（No. 812（L=31m）、No. 813（L=22m））で、H19年度まで観測が行われていた（図-2）。既往観測時の活動性は低く、斜面中腹部のNo. 812では表層付近のGL-3mで潜在変動程度、斜面下部のNo. 813では変位は認められていない。

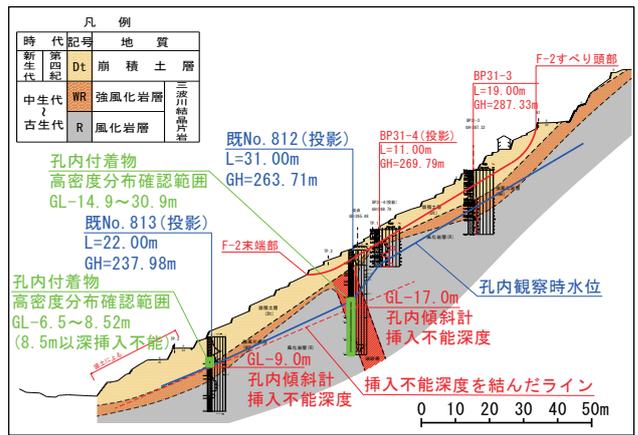


図-2 F-2ブロック断面図

(2) G-2ブロック

孔内観察対象孔は H9年度に設置された孔内傾斜計観測孔（No. 911（L=19m））で、ブロック中腹部に位置し、H18年度まで観測が行われていた（図-3）。既往観測では、すべり面（GL-8.7m）にて潜在変動程度の剪断性変位が確認されているが、以深では変位は認められていない。

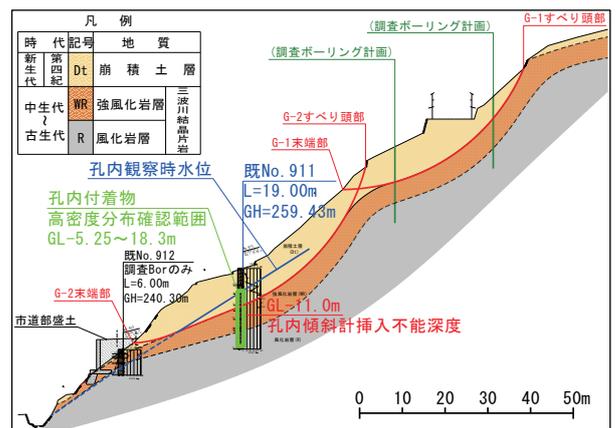


図-3 G-1,G-2ブロック断面図

3. 孔内観察結果

孔内観察の結果、傾斜計挿入不能深度付近に地すべり変位による孔曲がりや肥大による孔壁の狭窄やガイド溝の閉塞によるものと考えられる（図-4）。傾斜計

挿入不能深度付近では付着物の肥大が著しく、孔内カメラ挿入時にやや引っ掛かりはあったが、孔内カメラが小径で短いため、付着物の顕著な F-2ブロック下方の No. 813を除いて、孔底付近まで挿入可能であった。

孔内付着物は、水位付近や、地下水の流入するガイド管の継目・有孔部等で肥大化する傾向がある。形状は鱗状、かさぶた状、瘤状等様々であり、主として白色(他、帯褐色・黒色)を呈する。また、固化した外観のものと同程度程度の弱いものが混在し、脆いものは孔内カメラに接触した程度の衝撃で細かく砕けて水中に分散・沈降する。

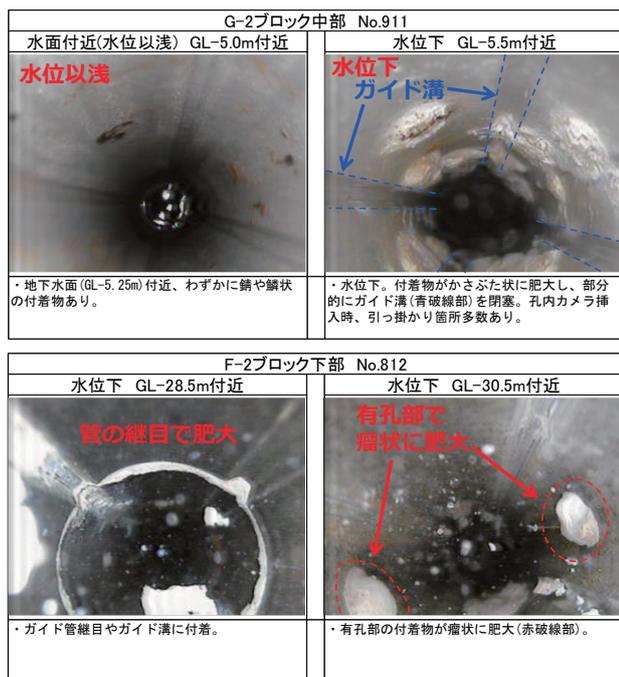


図-4 孔内観察画像(上:No.911、下:No.812)

4. 孔内傾斜計観測結果

最新の観測では、No. 812は既往観測時に変位の確認された浅部 (GL-3m) のすべり面で、新設孔の地すべり変位に連動する様な潜在変動程度の変位が確認されたが、ブロック下方の No. 813では変位は認められなかった。

G-2ブロック中腹部の No. 911では、既往観測時に潜在変動程度の変位が確認されたすべり面 (GL-8.7m) において、最新の観測では地すべり性変位は認められなかった。

孔内観察、孔内傾斜計観測等の地すべり調査結果より、変位状況は下記の様に判断される。

①F-2ブロック

- ・浅部の滑動すべり面において潜在変動程度の変位。H8年以降、孔曲がりを生じる様な著しい変位はない。
- ・ブロック末端部より下方斜面において、H8年以降の観測で活動性を示す様な崩積土すべりは存在しない。

②G-2ブロック

- ・H9年以降、孔曲がりを生じる様な著しい変位はない。

5. 孔内付着物についての考察

孔内付着物は、水位変動に伴う乾湿繰り返しが多い孔内水位付近や有孔部等の地下水流入部付近に多く分布することから、空気中の酸素・二酸化炭素等と地下水中の

溶存成分、または管材・充填材等との化学反応により生成されたものが沈殿・析出した可能性が高いと考えられる。また、固結したものと固結程度の弱いものがあり、形状は様々であるが、これらの差異は成分の違いや生成後の経過年数の違い等に起因するものと考えられる。

本件では、孔内観察で確認された付着物の採取・成分分析や孔内水の水质分析は行っていないため、文献調査により同様の事例がないか確認を行った。文献事例としては、グラウト充填型の観測孔において、観測孔周辺のコンクリートの亀裂を通り pH の高くなった地下水がガイド管のアルミニウムを溶出させ、乾燥による中性化(二酸化炭素との炭酸化反応による pH 低下)で水酸化アルミニウムが析出して閉塞した事例¹⁾がある。文献事例はグラウト充填型であり、設置翌年に閉塞が発生している点等が本件とは異なるが、流入している地下水の pH が元来高い場合は、経年的に水酸化アルミニウムが析出し、徐々に肥大していった可能性も考えられる。また、文献事例では高圧洗浄による付着物の除去が試行され、その後の再測定が可能となっている。

その他、地下水中に Ca、Mg 等が多く含まれる場合、二酸化炭素等と結合して炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、シリカ (SiO₂) 等が析出している可能性がある。これらは非常に硬く難溶性であり、人力での切削除去は難しく、除去薬剤は毒性が高いこと等から、管材や環境面への影響を考慮すると除去は困難であると考えられる。

6. 今後の課題

孔内傾斜計プローブが挿入不能となった場合、孔内カメラによる視認観察を行うことは、変状要因を特定するうえで有用であり、地すべり性の変位か否かを判断する際の重要な判断材料となる。特に、設置年度の古い既設観測孔では、本事例と同様の症状により孔内水位付近で挿入不能となる可能性があり、水位下にすべり面が存在する場合、変位状況の確認が不能となる点が問題となる。

今後の課題として、第一に、同様の事例に関する文献調査や付着物の採取・分析等による孔内付着物の種類の特定、発生要因の推定が挙げられる。除去方法については、環境面や管材への影響に配慮し、付着物の種類に応じた除去方法を検討する必要がある。第二に、付着物の発生した観測孔で除去方法を試行し、除去作業の前後で孔内カメラと孔内傾斜計による観測を行い、測定の有効性を確認する必要がある。今後の地すべり調査業務等に際して試行的に孔内洗浄等を行い、効果判定の結果、測定の有効性が確認されれば、付着物による閉塞への対処法として活用していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 鳴瀬川総合開発工事事務所 調査設計課 沢田 健, 中正 裕史, 澤 駿人:「地すべり調査で実施される孔内傾斜計の観測について」,平成30年度 国土交通省 東北地方整備局 管内業務発表会, 発表論文 2018.6.25