

豪雨災害による斜面崩壊に対する初動対応

西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社	正会員	○伊藤 博信
西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社	正会員	内田 純二
西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社	正会員	藤田 大介

1. 目的

四国では平成 30 年の 7 月に大規模な豪雨災害を経験した。この豪雨は高速道路のり面においても、斜面崩壊などの被害をもたらしている。本稿では、豪雨により発生した斜面災害を振り返るとともに、斜面災害発生直後の対応における問題点とその解決策の一つである簡易動的コーン貫入試験孔を利用したパイプひずみ計観測の事例を報告する。

2. 平成 30 年度に発生した斜面崩壊

平成 30 年度に四国の高速道路切土のり面で発生した崩壊は、崩壊深さが GL-10m 以下の比較的小規模な表層で発生しており、また、誘因は降雨が斜面に浸透することによる地下水位の上昇がほとんどであり、災害は降雨時に発生している。

3. 災害発生後の対応

災害発生後には、早急な道路開放に向けた仮設工の検討と施工により通行車両の安全を確保したうえで、本復旧施工のための詳細調査や対策工検討を行う。高速道路の切土のり面では、災害発生直後から通行車両の安全確保、早急な道路開放を最優先とした仮設工を施工することから問題が生じる。

3.1 災害時の課題

災害発生直後には大型土のうによる仮設の抑え盛土を施工する。また、誘因のほとんどが降雨の浸透であり、浸透を抑制するシート養生も施工する。そのことから、その後に行う詳細調査により設置するボーリング調査孔を利用した孔内傾斜計や水位観測においては変動を把握できないことが多く、崩壊深度は地表踏査で確認する崩壊範囲とボーリングコア観察によるコアのキレツや酸化等の変質程度、色調等から変動深度を推定しているものがほとんどである。また、崩壊深度は推定であることから、深めで規模の大きい崩壊深さを選定する傾向にある。



写真 1. 崩壊後の仮設工

3.2 課題に対する解決策

仮設工の施工により、ボーリング調査孔を利用した観測では、変動深度や降雨時の水位が把握できないことから、災害発生直後に簡易動的コーン貫入試験を実施して、その試験孔を利用して、迅速に設置可能なパイプひずみ計と水位観測孔を設置して、仮設工の設置前に変動深度、降雨時水位の把握することを計画した。

4. 簡易動的コーン貫入試験

簡易動的コーン貫入試験は、図に示す試験器具を用いて $5 \pm 0.05 \text{ kg}$ のハンマーを $500 \pm 10 \text{ mm}$ の高さから手動で自由落下させて、先端のコーンが 10 cm 貫入するのにかかった打撃回数 N_d 値を測定するものである。試験により求める N_d 値は、様々な土質定数に換算できる N 値と相関がある。したがって、本試験を実施することにより、崩壊土砂層厚や土の締り具合が把握できるほか、せん断定数である粘着力 c や内部摩擦角 ϕ などを推定して、仮設工の設計にも活用可能となる。

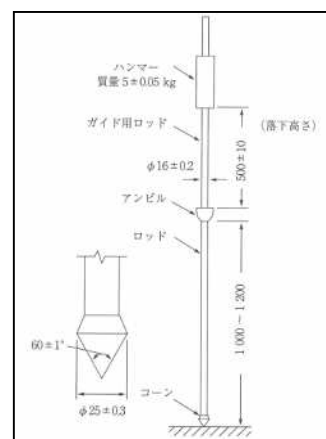


図 1. 簡易動的コーン貫入試験※1

キーワード 豪雨災害, 斜面崩壊, 簡易動的コーン貫入試験

連絡先〒760-0072 香川県高松市花園町三丁目 1 番 1 号 西日本高速道路エンジニアリング四国（株） TEL 087-834-2413

5. パイプひずみ計設置

今回は簡易動的コーン貫入試験の試験孔にパイプひずみ計を埋設することから、VP13 塩ビ管にストレインゲージを取り付けた極細パイプひずみ計を設置して試験的に計測を実施した。計測は扇状地堆積物の礫層で崩壊が発生したのり面を対象とした(図2、写真2.3参照)。

対象のり面は3段の切土のり面であり災害時にはのり面全体を包括する崩壊が発生して、シート養生や大型土のうによる抑え盛土も設置した(写真1.参照)。仮設工完了後の降雨時に最上段のり面において小崩壊が発生したことから、その小崩壊を対象に簡易動的コーン貫入試験を実施して、その試験孔に極細パイプひずみ計を2基設置した。簡易動的コーン貫入試験の試験深度は2孔ともGL-2.00mまでとし、2mのパイプひずみ計を設置する予定であったが、下段のR1-H1孔ではGL-1.40mで、上段のR1-H2孔ではGL-1.75mで高止まりし孔底まで挿入することができなかった。簡易動的コーン貫入試験の先端コーンの径が $\phi 25 \pm 3\text{mm}$ に対し、極細パイプひずみ計の最大径は $\phi 24\text{mm}$ であり、試験孔へのパイプひずみ計設置は可能であると想定していたが、対象地盤が礫地盤であり試験後に孔壁で礫の押出し等が発生して、高止まりを生じたと考える。

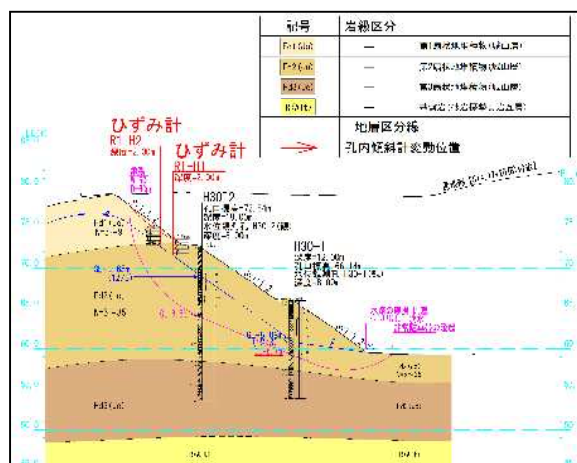


図2.対象のり面 断面図



写真2.極細パイプひずみ計



写真3. $\phi 24\text{mm}$

6. パイプひずみ計観測結果

観測は2019年10月25日の設置以降、2020年1月14日、2020年1月28日の2回観測を実施している。

観測結果からは、グラウトを実施していないことからひずみ計が地山と密着せずにゆらいだと思われる変位の増減があるものの、上段のR1-H2孔では地表面付近で $2500\mu\text{strain}$ を超過する値を観測した(図3参照)。

7. おわりに

試験的に実施した観測では地表面付近において、地山の変動と思われる変位を観測した。しかしながら、変位量は増減して誤差を含み、変位速度の把握はできないと判断できるが、変動深度の把握を目的とした場合には有効であると考えられる。

今後の展望として、3時間程度で硬化が発現する超即効性セメントを使用したグラウトの試験施工による変位量精度の確保。簡易動的コーン貫入試験の計測後に一回り大きな先端コーンによる拡孔(リーミング)後にパイプひずみ計を挿入する高止まり対策の試みや、今回は検証を実施していない試験孔を利用

した水位観測孔の検証。また、LPWA(省電力広域無線通信 Sigfox 等)と Iot 技術を活用して、電源の確保ができない災害現場にも活用可能なパイプひずみ計の常時観測システムの確立等へ向けて発展させていく予定である。

参考文献

- ・参考文献※1: (公) 地盤工学会, H28 3, 地盤調査の方法と解説, P.318

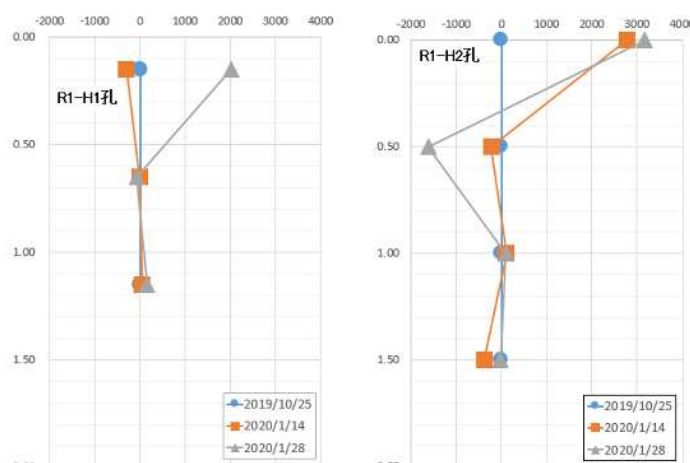


図3.パイプひずみ計観測結果