

仮設時に使用可能な地山補強と計測に関する実大規模崩壊実験

独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所 正会員 ○平岡 伸隆, 吉川 直孝
 日鐵住金建材株式会社 正会員 副田 尚輝, 東京都市大学 正会員 伊藤 和也
 高知大学 正会員 笹原 克夫, 埼玉大学 正会員 内村 太郎
 曙ブレーキ工業(株) 正会員 芳賀 博文, 中央開発(株) 正会員 王 林
 国土防災技術(株) 土佐 信一, (株) オサシ・テクノス 板山 達至

1. はじめに

日本における土砂崩壊による労働災害の死亡者数は年間 10～20 名に上り、死亡災害に至る可能性が高く、労働安全行政として重大な課題となっている。厚生労働省は斜面掘削工事における土砂災害防止対策として「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン」を平成 27 年 6 月 29 日に発出している。この中で工事中の安全性の検討に際してのハード対策の一例として、仮設的な簡易法面工やモニタリングと組み合わせた施工方法が挙げられている。本研究では、具体的な工法の提案や有効性の検討を目的として、仮設補強工やモニタリング機器が設置された実大規模模型斜面の掘削実験を実施した。

2. 実験概要

仮設補強土工を施した実大規模模型斜面に計測機器を設置し、ドラグ・ショベルによって掘削した時の変状を確認した。図-1 に実大斜面の断面図、図-2 に計器の設置図を示す。試料は関東ロームを用い、斜面作製直後の湿潤密度 1.00 g/cm^3 、含水比は 86.9%であった。仮設補強土工は杭長 1 m、径 48 mm のアンカー材と幅 260mm の帯状法面材を使用した。アンカー材は杭頭を叩いたエネルギーを回転力に変えて簡単に挿入できるようにしている。アンカー材を叩き込みにより挿入し、6 箇所アンカー挿入地点を格子状に帯状法面材で連結させ、重なった箇所を固定板で抑えた。モルタルの充填は必要なく、あくまで仮設使用を念頭においた工法である。計測機器は変位計を斜面平行方向と垂直方向に 6 箇所 12 点、伸縮計 2 点、表層ひずみ計 4 点、傾斜計 12 点に設置し、アンカー材および帯状法面材にはひずみゲージを貼った。本稿では、変位計の計測結果を用いて考察する。

掘削は 5 段階を想定していたが、第 4 掘削で崩壊が発生し、崩積土の除去掘削として 2 段階追加し、計 6 段階実施した。第 1 掘削はライン 1 から 60 度、第 2 掘削はライン 2 から 60 度、第 3 掘削はライン 3 から 60 度、第 4 掘削はライン 3 から 75 度で掘削した。各掘削は開始時間に 30 分～120 分のインターバルを設けている。なお、斜面幅 4 m に対し、バケット幅が 1.8 m であったため、一段階の掘削で中央、左、右の 3 回に分けて掘削した。

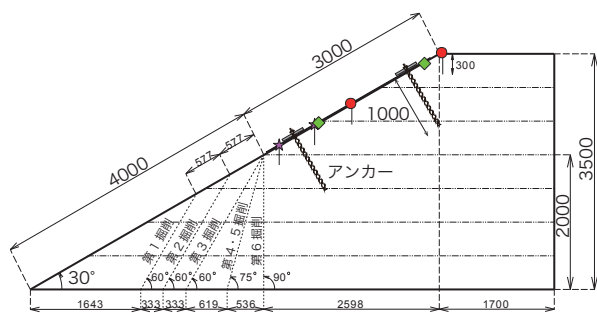


図-1 斜面断面図

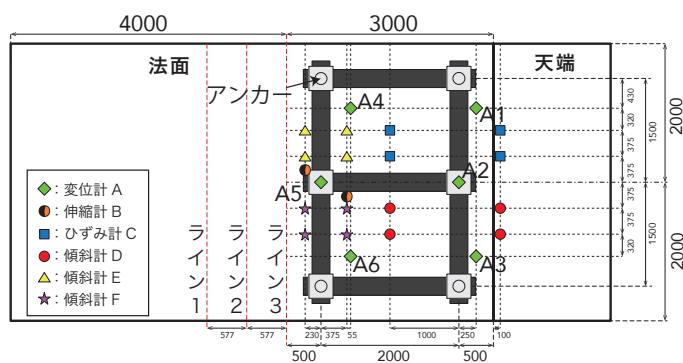
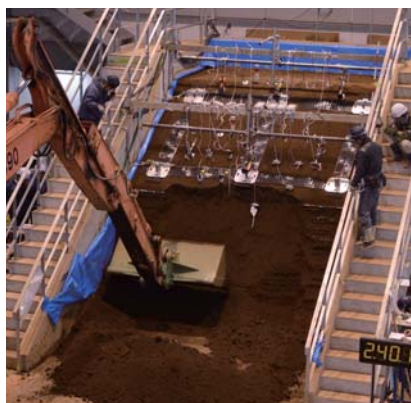


図-2 対策工および計測機器の設置図

キーワード 掘削, 地表面変位, 斜面崩壊, 仮設盛土補強工, 労働災害, モニタリング

連絡先 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6 (独) 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所 TEL:042-491-4512



第4掘削中の崩壊



第4掘削後の崩壊



第6掘削後の崩壊

図-3 崩壊時の斜面

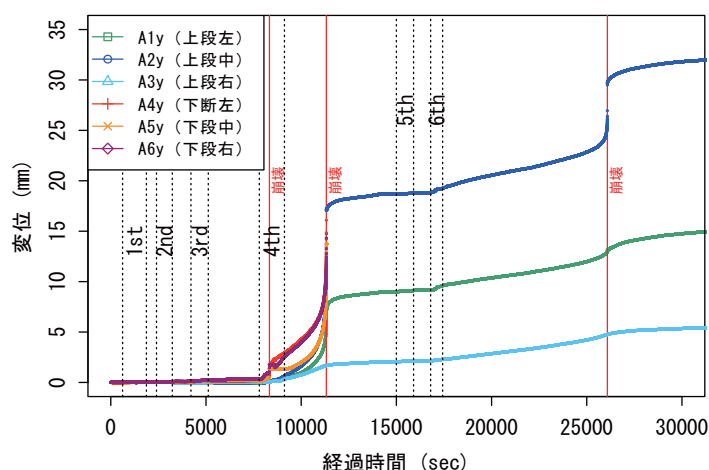


図-4 斜面平行方向の変位計による計測結果

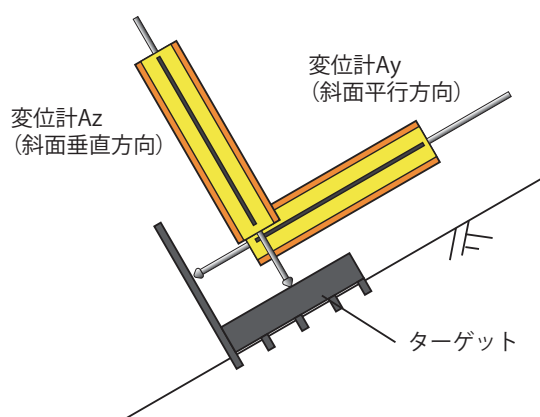


図-5 変位計の設置方法

3. 実験結果

図-3に各崩壊時の斜面の様子を示す。掘削実験の結果、第4掘削中に小崩壊が発生したが、そのまま掘削を続け、ライン3より75度に掘削した。第4掘削終了から約46分後に、法肩から1.5 mを残して崩壊した。引き続き、第5掘削ではこの崩壊の崩積土を改めてライン3より75度で掘削し、第6掘削ではライン3から90度掘削した。第6掘削終了時点で、各計測機器の計測値が上昇していたため、これ以上の掘削を中止し、斜面を観察したところ、第6掘削終了から約2時間24分後に斜面右上部がアンカー材付近を起点に崩壊した。

図-4に変位計による斜面平行方向の計測結果を示す。変位計A2およびA4はアンカー材の杭頭に、それ以外は斜面表層にターゲットを設置しており、斜面平行方向と垂直方向を計測している(図-5)。第4掘削後の崩壊も第6掘削後の崩壊も計測値が上昇し、クリープ変形の第3次クリープ段階に入って崩壊している様子が確認できる。また、平岡ら¹⁾が実施した無対策時の斜面掘削実験ではクリープ変形が確認できる状態は掘削終了後約7分間であるのに対し、本実験ではそれぞれ46分、2時間24分と大幅に長く、これを基に退避判定を行えば、作業員が退避するのに十分な時間が確保されているものと考えられる。

4. まとめ

本実験条件においては仮設補強土工により、斜面の脆性的な破壊を防ぎ、クリープ変形時間を引き延ばす効果があったと考えられる。さらにモニタリングと併用することで、危険度予測による退避判定時間を確保できる可能性を示唆した。今後、異なる地質での検証や、仮設補強工の改良、各計測機器での崩壊予測方法の具体化を図る。

参考文献 1) 平岡伸隆, 吉川直孝ら, 実大模型斜面を用いた斜面掘削工事による崩壊形態に関する研究, 土木学会第71回年次学術講演会, III-347, pp.693-694, 2016.