

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

(独) 労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 正 ○平岡 伸隆, 正 吉川 直孝, 正 玉手 聡
 東京都市大学 正 伊藤 和也, 高知大学 正 笹原 克夫
 東京大学 正 内村 太郎, 日鐵住金建材(株) 正 岩佐 直人
 曙ブレーキ工業(株) 正 芳賀 博文, 中央開発(株) 正 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
 (株) フジケンエンジニアリング 深井 義広

1. はじめに

土砂崩壊・落盤による労働災害の死亡者数は、1980年代の70名前後から減少しているものの、現在でも毎年15～20名が被災している。このうち斜面掘削工事の斜面崩壊による労働災害が約半数を占め、労働安全行政における重要なテーマといえる¹⁾。厚生労働省では、斜面掘削工事における土砂崩壊防止対策として労働基準局安全衛生部安全課長通達「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(基安安発 0629 第1号)」を平成27年6月29日に発出した。このガイドラインでは、発注者、調査・設計者、施工者が斜面崩壊の危険性に関する情報を共有し、発注者が発注等にあたって実施する事項、施工者が斜面の状況の「点検」及びその結果に基づく措置等を指示している。本研究では、実大模型斜面による崩壊実験を行い、斜面掘削工事における点検等の課題を調査した。

2. 実験概要

実大模型斜面を作製し、ドラグショベルによる掘削実験を実施した。模型斜面は高さ3.5m、幅4m、勾配30度とし、長さ1.7mの天端を与えた(図1)。試料は関東ロームを用い、盛土作製直後の含水比は88%、湿潤密度0.98 g/cm³であった。図2に計器の設置位置を示す。計測機器は地中ひずみ計を4点、傾斜計を12点、変位計を斜面地表面に対して水平方向と垂直方向に6箇所12点、伸縮計を2点設置した。法面下部から4000mm、斜面高さ2mラインを掘削時の崩壊予想線とし、3段階の掘削ラインを設けた。掘削はライン1から60度(第1掘削)、ライン2から60度(第2掘削)、ライン3から60度(第3掘削)、ライン3から75度(第4掘削)、ライン3から90度(第5掘削)の5回を実施した。なお、第5掘削後、斜面法肩から斜面方向2070mm下方で崩壊が発生した。本実験ではさらに崩積土を掘削した場合についても計測を実施し、その後の3段階、計8段階の掘削を実施した。なお、ドラグショベルのバケット幅が1800mmであったため、1段階の掘削に対し、中央、左、右の3度の掘削を実施した。また、掘削開始から次の開始には最低30分のインターバルを設け、計器に反応がみられた第3掘削と第4掘削間は60分、第4掘削と第5掘削間は90分の間隔を設けた。

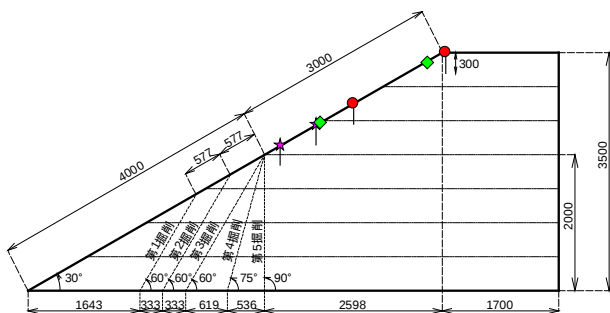


図1 実大模型の断面図

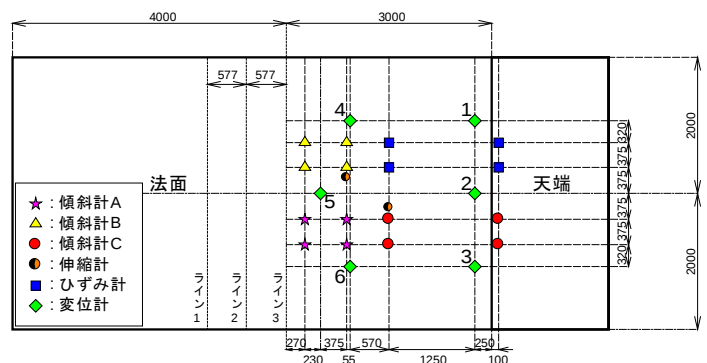


図2 計測機器の設置位置(斜面投影図)

キーワード 斜面掘削, 斜面崩壊, 労働災害, 地表面変位, 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

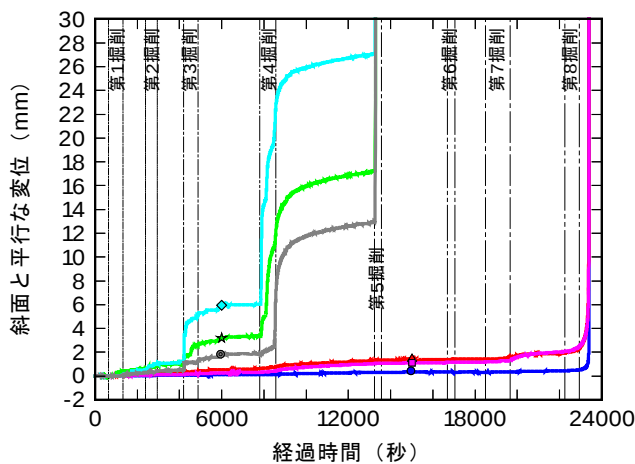


図3 斜面水平方向の変位の時系列変化

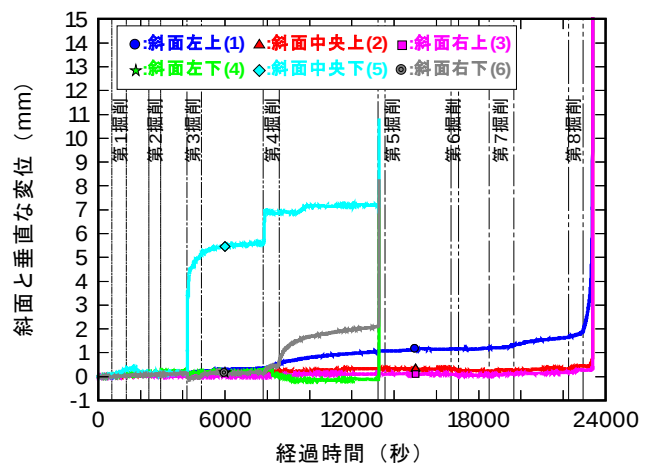
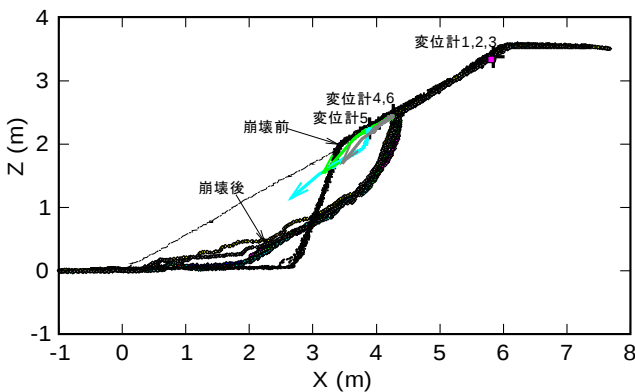
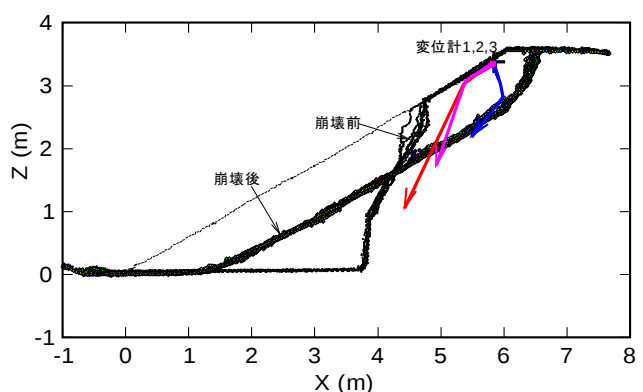


図4 斜面垂直方向の変位の時系列変化

図5 第5掘削後の崩壊断面と変位の軌跡
(変位は30倍表示)図6 第7掘削後の崩壊断面と変位の軌跡
(変位は30倍表示)

3. 実験結果

本稿では、様々な計測結果のうち、変位計の測定結果に絞って検討を行う。変位計の計測結果のうち斜面水平方向を図3、斜面垂直方向を図4に示す。下段に設置された変位計4～6では、掘削中に大きな変位が生じ、その後、収束するという挙動が繰返し観測された。また、掘削が進むにつれて掘削中の変位量は増え、不安定化していることが確認できる。第5掘削中に掘削上部が崩壊した(図5)。一方で、上段に設置された変位計1～3は、第1～5掘削段階においてわずかな変位は確認できるものの、ほとんど変形していない。本実験では、さらなる復旧工事を想定し、第5掘削中の崩壊によって生じた崩積土の除去についても引続き実験した。第6掘削は約30度の傾斜角で溜まった崩積土を、地表から1mを起点に斜面角38度になるように掘削した。さらに第7掘削では、第5掘削によって生じた崩壊の源頭部から60度で掘削したところ、斜面左側に小崩落が発生した。この間、変位計はわずかに反応しているものの、崩壊前の下段に設置された変位計の増加量と比べ、掘削中の変位増加はほとんど確認されない。最後に第8掘削では、第7掘削後の斜面を地表から1mで90度掘削した。掘削直後は目視ではほとんど変状は確認されなかったが、その後、計測器の結果よりクリープ変形が確認され、変位が急速に上昇し、第8掘削から約19分後に崩壊した(図6)。

4. まとめ

本研究では、実大模型に対して掘削実験を実施し、掘削中および掘削後の変位を計測した。その結果、掘削中での崩落と、掘削後しばらくしてから崩壊する2つの現象が確認された。前者の場合には、掘削開始時および掘削中に掘削面上部の地表面変位に変化が確認され、後者の場合には、掘削後にクリープ現象を伴った微量な変形の進行を捉えた。今後、この2つの崩壊現象について、ハード・ソフトの両面からの対策を検討する必要があることが示唆された。

参考文献

- 1) 建設業労働災害防止協会:斜面掘削工事における土砂崩壊災害防止対策マニュアル, p.1, 2015.