

地下水の影響を受ける斜面掘削工事の対策について

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
 正会員 吉川 直孝
 東京都市大学 学生会員 帆保 康幸
 正会員 伊藤 和也

1. はじめに

建設工事中の土砂崩壊によって毎年 10 数名の労働者が死亡しており，労働安全行政上，重要な課題となっている．土砂崩壊の主要因となる斜面高さ，斜面勾配，地下水位の有無のうち，地下水の有無と掘削勾配の関係について焦点を当て，実験的考察を行うことによって，施工前，施工中の対策について検討した．

2. 実験概要

実験は実大規模の応力を再現するため遠心力载荷装置を用いて行った．遠心力は 20G に設定し，遠心場において遠隔で地下水位が制御できるように，遠心場地下水変動システムを開発した（図 1）．土槽背面および前面の水位を上下させることで，斜面内の地下水位を制御するものである．土試料は茨城県笠間産マサ土を使用し，最適含水比 17.3% に設定し，乾燥密度 1.50g/cm³（締め固め度 90%）で締め固めた．斜面底部に換算 1.4m の地盤，その上に斜面高さ換算 5m，傾斜角 40°，60°，75°の 3 ケースの斜面を作製した．土槽底部には間隙水圧計を設置し，試験中の圧力水頭を記録した．また，斜面表層には表層ひずみ計を 0.5m，1.5m，2.5m，4.5m の高さに設置した．実験は給水側および排水側の水位を 5cm（換算 1m）に設定し数日間通水させた後，20G の遠心力を载荷しその後，換算 20cm/min の速さで崩壊するまで水位を上昇させた．

3. 実験結果

図 2 に各ケースの崩壊の様子，図 3 に底部に設置した間隙水圧計による圧力水頭の時系列推移を示す．いずれのケースも法先に地下水位が到達すると法先部分の浸透性崩壊が始まり，その後，地下水上昇に合わせて斜面中腹まで崩壊が拡大していく様子が観察された．勾配 40 度斜面は高さ 1.5m 程の一部が崩壊し，そこから水が流出し続けて安定した．勾配 60 度斜面では，高さ 2.5m まで浸透性崩壊が拡大していき，約 20 秒後に法肩から崩壊した．勾配 75 度斜面では，60 度斜面に比べて約 30 秒早く，向かって左側の斜面が高さ 2.5m まで崩壊した．さらに約 20 秒後に斜面左側が法肩まで崩壊し，水位下降中に右側斜面も法肩から崩壊した．

図 4 に表層ひずみ計によって得られたひずみの推移を示す．各ケースともに下

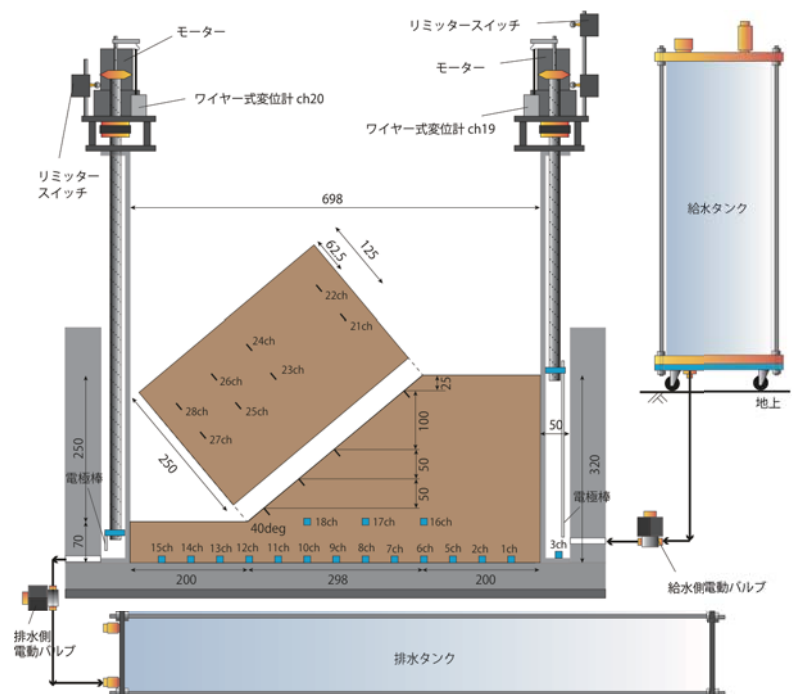
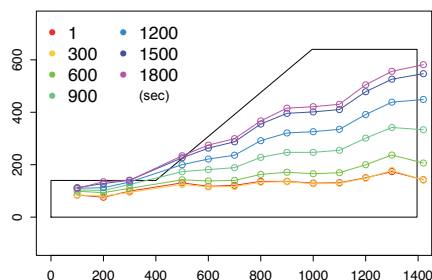
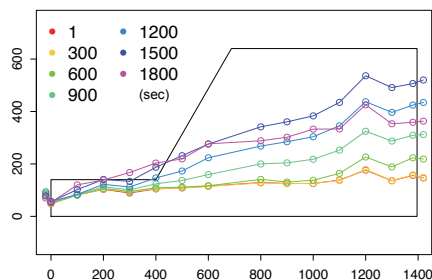
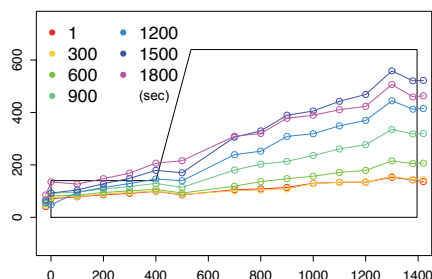


図 1 遠心場地下水変動システムの概略図

キーワード 斜面崩壊，地下水，遠心模型実験，掘削，労働安全

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

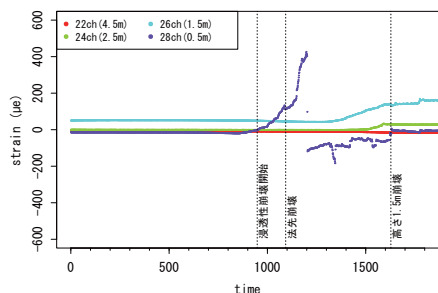
40
度60
度75
度

(a) 1次崩壊

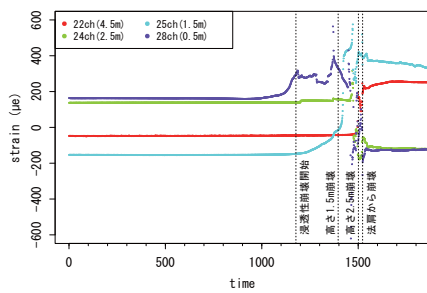
(b) 最終的な崩壊形状

図2 崩壊形状

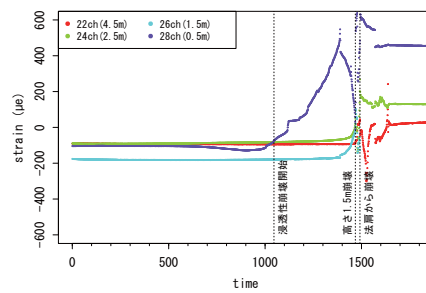
図3 圧力水頭の推移



(a) 勾配 40 度斜面



(b) 勾配 60 度斜面



(c) 勾配 75 度斜面

図4 表層ひずみの時系列推移

段に設置された表層ひずみ計から計測値が上昇していることから、崩壊が法先から進行していったことがわかった。また、各高さにおける崩壊の前に、表層ひずみが上昇していることから、斜面動態モニタリングが崩壊予測に有効であることが示唆された。

4. まとめ

傾斜角が 60 度、75 度の斜面が高さ 5 m の法肩から崩壊したのに対し、40 度斜面は高さ 1.5 m の崩壊に留まった。掘削斜面の設計斜面を緩勾配にすることにより、本質的なリスク低減措置に繋がり、大きな崩壊を防止できる可能性が示唆された。また、本試験条件においては、湧水の有無、法先付近での水位計測、表層ひずみ計測が崩壊の予測として有効であることが確認された。実現場においても安全を考慮した設計、地下水の調査、日常点検、異常時の点検、動態観測によって斜面の弱部を早期発見することが労働安全上において重要と考える。