

多次元方向の変位計測に基づく実大模型斜面の掘削時の不安定度評価

高知大学 正 ○笹原 克夫

東京都市大学 正 伊藤 和也

(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

1. はじめに

斜面掘削工事中の斜面崩壊による労働災害の発生件数は土砂崩壊・落盤による被害者のうち、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⁾。これらの事故を防止するために、掘削中の斜面において変位や変形をモニタリングし、その結果を用いて斜面崩壊を予測する手法の確立が望まれている。しかし斜面の掘削に伴う不安定化を、変位等のモニタリングに基づいて力学的に評価する方法は確立されていない。本研究では実大規模の模型斜面の多段階掘削時における、斜面方向とそれに垂直な方向の2方向の変位を計測し、それに基づいて斜面の不安定度を評価することを試みた。

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3.5 m、幅4 m、勾配30度とし、長さ1.7 m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-1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、地表面の方向及び地表面に垂直方向に6箇所の計12点、伸縮計を2点設置した。法面下部から4m、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2.07m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1.8m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、各段階の掘削終了から次の掘削段階の開始には最低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

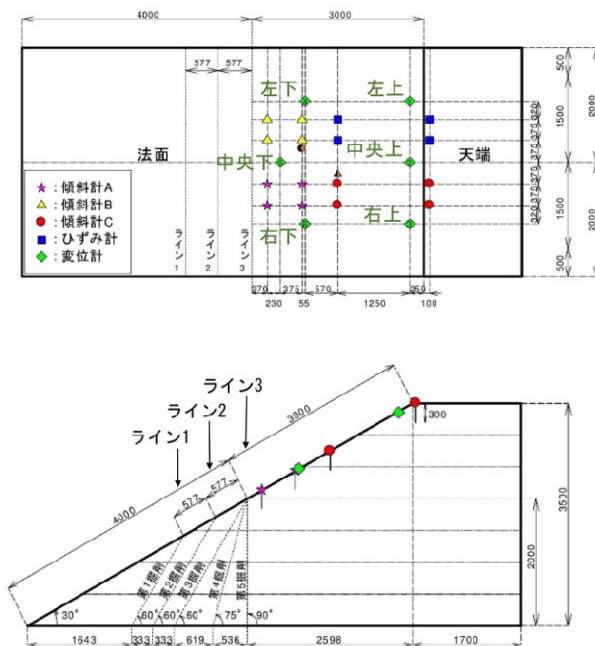


図-1 実大模型斜面の平面図と断面図

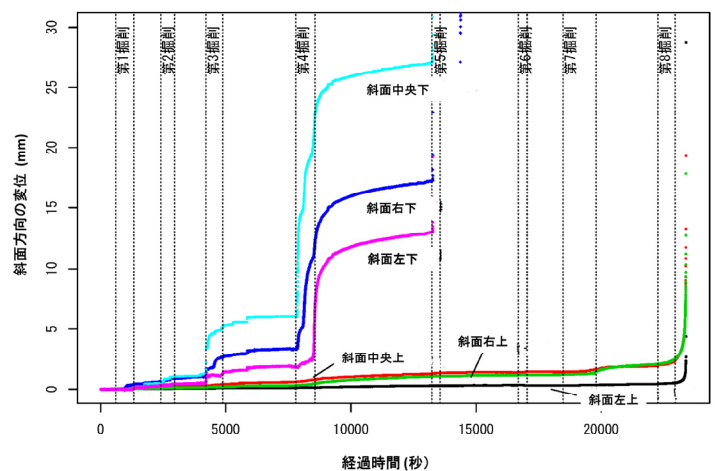


図-2 斜面方向の変位

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 〒783-8502 高知県南国市物部乙200 高知大学教育研究部自然科学系 TEL 088-864-5341

けた。

3. 実験結果

実験結果として地表面方向の変位の経時変化を図-2に示す。斜面下方の変位は第3及び第4掘削の最中に大きく増加し、その後もクリープ的に増加する。そして第5掘削中に崩壊による急増を示した。斜面上部の変位は第4掘削中から微増を開始し、その後徐々に増加する。そして第8掘削により急増を開始し、第8掘削後クリープ的な変形が加速的に増加し、崩壊に至った。その他の実験結果については平岡ら²⁾を参照されたい。

4. 考察

考察については斜面上部の変位のみを対象とする。図-3に地表面方向の変位とそれに垂直な方向の変位の関係を示す。斜面右上と斜面中央上では地表面方向の変位が増加するに連れて、垂直方向の変位も増加するが、増加量が徐々に減少し、一定値に近づくように見える。それに対して斜面左上では地表面方向の変位の増加に比例してそれに垂直な方向の変位が増加する。

ここで地表面方向の変位とそれに垂直な変位の合成変位を図-4のように定義し、合成変位の方角 α に注目する。図-5に地表面方向の変位の増加に伴う合成変位の方角 α の方角を示す。斜面右上及び中央上では変位増加に伴い α は減少し、やがて一定値をとる。また斜面左上では、変位増加に伴い α は増加して、一定値に至る。つまり合成変位の方角 α は斜面方向の変位の増加と共にその変化量は減少し、斜面の破壊時には一定となる。斜面下部の変位についても同様な関係が得られた。この関係を用いると、斜面の崩壊にどれだけ近い状態であるかを推定することができる可能性がある。

5. まとめ

本研究では、実大模型斜面に対して掘削実験を実施し、斜面方向及びそれに垂直な方向の変位を計測した。両者の合成変位を求め、その方向を定義すると、合成変位の方角は、地表面変位増加に伴って、一定値に近づき、斜面の崩壊時には一定となることが判明した。この合成変位の方角を用いて、掘削時の斜面の不安定度が評価できる可能性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.
- 2) 平岡伸隆他：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回年講，III-347，pp.693-694，2016.

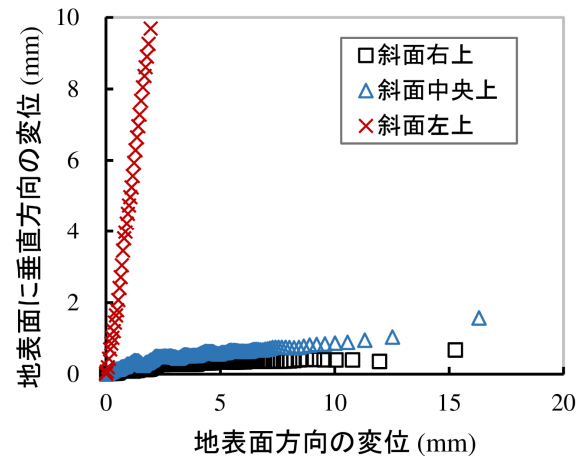


図-3 地表面方向の変位と垂直方向の変位の関係

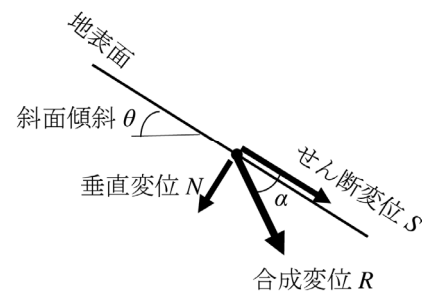


図-4 合成変位の定義

