

遠心模型実験装置を用いた切土中の斜面表層ひずみの変化に関する研究

東京都市大学 学生会員 ○中條 優樹
 東京都市大学大学院 学生会員 中根 良太
 (独) 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
 東京都市大学 正会員 伊藤 和也

1. はじめに

斜面掘削工事における斜面崩壊は作業員の命を危険にさらすものである。そこで、掘削による斜面崩壊のメカニズムについての知見を得るため、土槽斜面にセンサーを設置し、遠心模型実験装置を用いて掘削実験を行った。

2. 遠心模型実験

本実験では、労働安全衛生総合研究所が所有する遠心模型実験装置 (JNIOSON Mark-II Centrifuge) ¹⁾ および遠心掘削シミュレーターを用いて実験を行った。土試料は茨城県笠間まさ土を用い、初期含水比 17.3% (最適含水比), 乾燥密度 1.50g/cm³, 湿潤密度 1.76 g/cm³, 間隙比 0.77 になるように作成した。遠心加速度は 50G に設定し、図-1 に示すように、斜面高さ 250mm (12.5m 相当), 幅 250mm, 勾配 30 度で模型を作成した。センサーは、表層ひずみ計 8 個, 加速度計 3 個を図-1 の位置に設置した。50G 到達後、ひずみの初期補正を行い、初期補正時を経過時間 0sec として、掘削開始時刻, 開始地点, 掘削勾配をまとめたものが表-1 である。掘削は図-1 の掘削計画線及び、表-1 に従って行った。本稿では、表層ひずみ計の結果のみを紹介する。

図-2 は表層ひずみの時系列推移を示したグラフである。本実験では第 6 掘削後 (6865sec), 第 8 掘削中 (9145sec), 第 10 掘削後 (11888sec) で斜面崩壊が起きた。それぞれの掘削段階における表層ひずみの変化を図-3 から図-5 に示す。なお、表層ひずみ値のレンジが異なるため、掘削開始時点で補正した。掘削による表層ひずみの変化及び崩壊についてみていくと、図-3 より第 6 掘削によって、全ての表層ひずみが大きく変化した。第 6 掘削では、同じ軌道で 2 回掘削を実施しており、6825 秒付近の変化は、それによるものである。この 2 回目掘削の後、各ひずみ値に大きな変化はみられないが、6865 秒で第 1 崩壊が起きた (写真-1)。図-4 より第 8 掘削中、CH2 の表層ひずみがわずかに変化、それ以外のチャンネルでは変化がほとんど見られないまま第 2 崩壊が起きた (写真-2)。

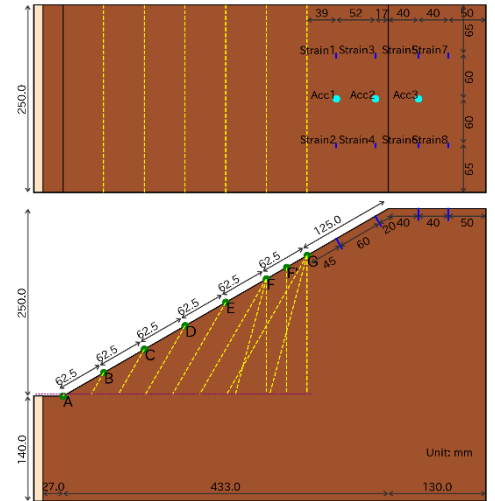


図-1 土槽斜面断面計画図

表-1 掘削詳細

	掘削開始時間(s)	掘削開始地点	掘削勾配(度)
第1掘削	1220	B	60
第2掘削	2100	C	60
第3掘削	3000	D	60
第4掘削	3900	E	60
第5掘削	4800	F	60
第6掘削	6600	F	75
第7掘削	7800	F	75
第8掘削	9120	F	90
第9掘削	10380	G	60
第10掘削	11700	G	75
第11掘削	13200	G	90
第12掘削	13800	G	90
第13掘削	14700	F'	90

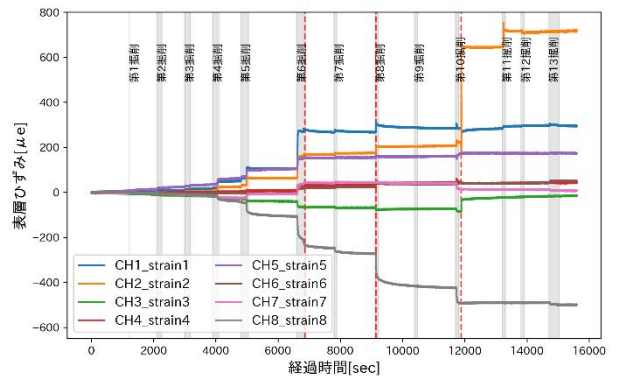


図-2 表層ひずみの時系列変化

キーワード 斜面崩壊, 掘削工事, 労働災害, 遠心模型実験

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1 丁目 28-1 東京都市大学 TEL : 03-5707-0104 E-mail : g1918060@tcu.ac.jp

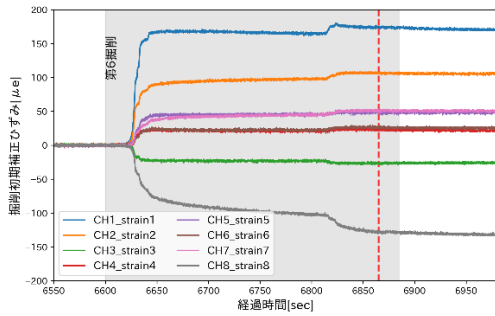


図-3 表層ひずみの時系列変化
(第6掘削, 第1崩壊時付近)



写真-1 第1崩壊後の斜面 (6866sec)

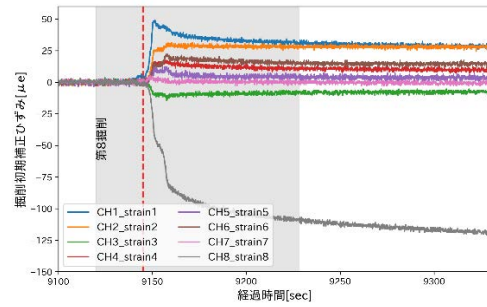


図-4 表層ひずみの時系列変化
(第8掘削, 第2崩壊時付近)



写真-2 第2崩壊後の斜面 (9146sec)

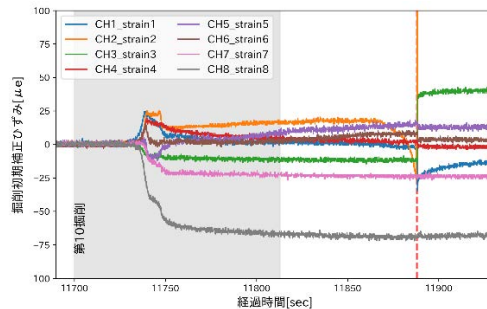


図-5 表層ひずみの時系列変化
(第10掘削, 第3崩壊時付近)



写真-3 第3崩壊後の斜面 (11889sec)

図-5 より第10掘削では掘削の影響により、11740秒付近で表層ひずみが増加し、掘削後しばらく変化は落ち着いた。その後CH2のひずみが急激に変化し、第3崩壊(写真-3)が起きた。労働災害防止の観点からは、特に掘削後に生じた第1崩壊及び第3崩壊の予測が重要である。第1崩壊では、グラフから表層ひずみ値にほとんど変化がないように見え、計測データのグラフを人の目で監視する手法では、異常検知が困難と考えられる。第1崩壊の前に大きな変化を捉えられていない原因として、最も崩壊領域と近接していたCH2でも掘削始点までの斜距離が5.38m相当離れており、本実験条件におけるまさ土の局所的な崩壊を検知できなかったためと考えられる。第3崩壊では、崩壊前に崩壊領域に一番近接したCH2のひずみ値が大きく変化し、異常検知が可能であることが示唆される。

3. まとめ

遠心模型実験により、斜面掘削中および掘削後の表層ひずみの変化を観察した。本実験条件のまさ土斜面は掘削による斜面形状変化によって崩壊するが、その崩壊領域が局所的であった場合、ひずみ計を掘削部分の近傍(本実験では、2.25m)に設置しなくてはならないことが示唆された。しかし、時系列データの異常検知手法によって分析することで、何らかの変化を捉えている可能性もあり、今後の研究課題としたい。

参考文献 1) 伊藤和也, 玉手 聡, 豊澤康男, 堀井宣幸: 新遠心模型実験装置 (NIIS-Mark IICentrifuge) の開発, 産業安全研究所研究報告, NIIS-RR-2005, pp.57-77. 2006.