地震動に対する斜面崩壊範囲の評価手法に関する研究

長崎大学大学院 ○学生会員 中本雅也 長崎大学大学院 フェロー会員 蒋 宇静
長崎大学大学院 正会員 杉本知史 長崎大学大学院 正会員 李 博
長崎大学大学院 学生会員 東 幸宏

1.はじめに

昨年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震では土構造物などの地盤被害が広範囲にわたって明らかになり、東北地方に甚大な被害を与えた。また新潟県中越地震や岩手・宮城内陸地震等のように、山地や丘陵地で大きな地震が起きると多数の斜面崩壊が発生する。地震に伴う斜面崩壊の多くは、揺れの大きい範囲で集中的に発生し、人命の損失、施設の倒壊やライフラインの寸断など地域社会に深刻なダメージを与える。そのため、地震動が斜面に与える影響を評価する必要がある。

そこで、本研究では、数値解析により地震動による斜面崩壊に対してすべり面を確認することで、崩壊範囲の評価手法を検討することを目的とする。

2.振動解析の概要

今回、有限差分法解析手法により振動解析を行う。本解析手法では、図-1 に示すような単純斜面のモデルを用いる。法肩と法面中央の 2 か所に変位測定点を設けた。解析に用いる入力パラメータは表-1 に示す。今回は振動数を一定にし、振幅を変化させることにより、加速度を変化させる。振幅 0.40m/secでは最大加速度 500galに相当する。図-2 に入力地震動を示す。入力波形は速度で入力することから正弦波$v=A\sin(2\pi ft)$を時間で微分した、$a=2\pi f A\cos(2\pi ft)$とする。

解析手順として、自重解析による初期応力状態の後、最大加速度 250、500gal(最大振幅 0.4、0.2m/sec)、振動数 2.0Hz の地震動をモデル底面に与えた。地震動を 5 秒間与え続け、加振後、さらに 5 秒間観測する。解析ケースは表-2 に示すように、法面勾配 α を 30°、40°、振幅を 0.20、0.40m/sec とした、計 4 ケースを本解析で行う。

斜面の変形を観察することにより、崩壊発生の有無、崩壊位置・範囲の変動の有無を考察する。

3.解析結果・考察

3.1 せん断ひずみ

図-3 に解析結果を示す。図-3 は振動を与えて 10 秒後の最大せん断ひずみの分布図である。振幅が大きい、つまり最大加速度が大きい Case3、4 では振幅の小さい Case1、2 に比べてせん断ひずみが大きく生じていることがわかる。また Case1 のみ法尻でのせん断ひずみが最大せん断ひずみではないことがわかる。Case1～Case4 いずれも明らかにすべり面とみられる位置を確認することができた。

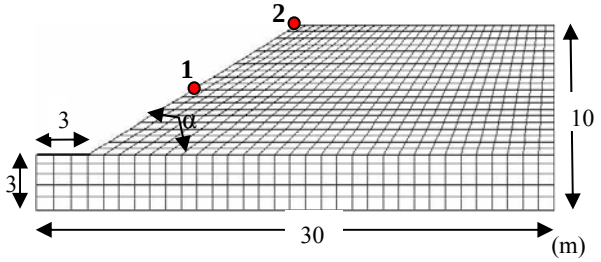


図-1 解析モデル

表-1 入力パラメータ

項目		値
密度 ρ	(g/cm^3)	2.20
変形係数	(MPa)	500
ポアソン比 v	(-)	0.4
粘着力 c	(MPa)	0.01
摩擦角 ϕ	(deg)	30.0
振幅 A	(m/sec)	0.40
振動数 f	(Hz)	2.0
加振時間	(sec)	5.0

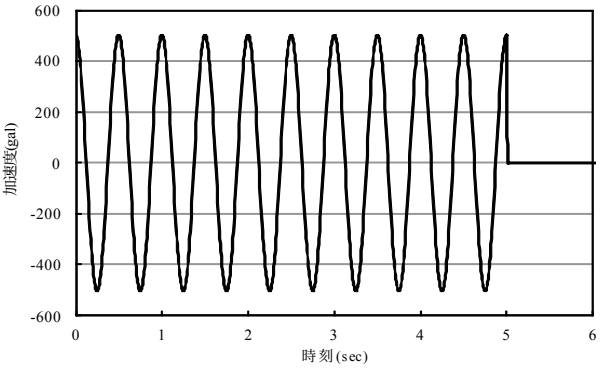
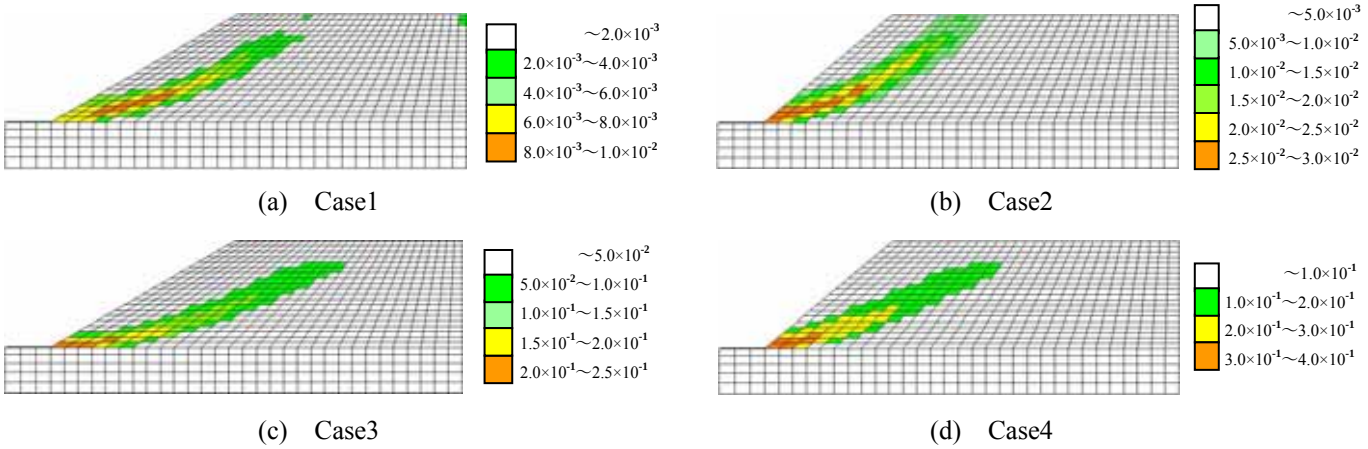


図-2 入力地震動

表-2 解析ケース

法面勾配(°) / 振幅(m/sec)	30	40
0.20	Case1	Case2
0.40	Case3	Case4



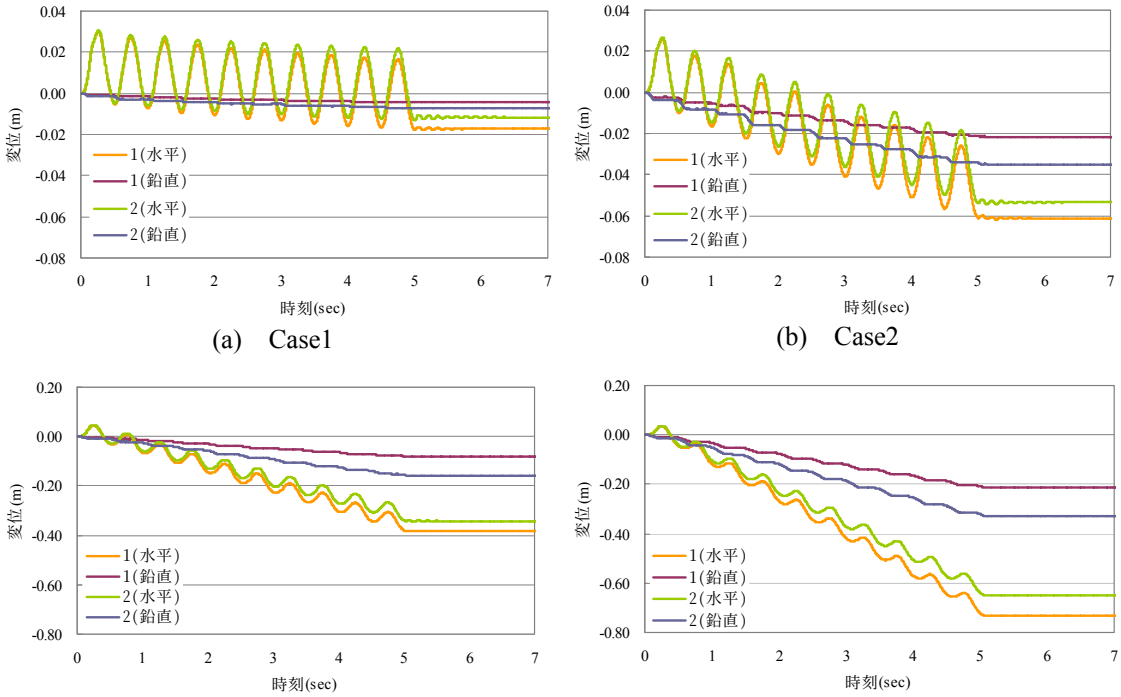
(a)　Case1　　(b)　Case2

(c)　Case3　　(d)　Case4

図-3　最大せん断ひずみ分布図

3.2 法肩・法面中央の変位

図-4 に法肩・法面中央の変位を示し、図-5 には法肩・法面中央の最大変位量を示す。図-4 では、振動しながら変位が増大していることがわかる。これは、振動によって斜面の崩壊が進行していることを示している。振幅(最大加速度)が等しい Case1 と Case2、Case3 と Case4 をそれぞれ比較すると、法面勾配の大きいケースで変位の増大量が大きい。これは急斜面ほど振動の影響を受けやすく、斜面が崩壊しやすい。さらに斜面崩壊量が多くなると考えられる。図-4 全体を見ると、いずれのケースでも測定点 1 の水平変位、つまり法面中央の水平変位が最も変位量が大きい。鉛直変位を見てみると、測定点 2、つまり法肩の鉛直変位のほうが法面中央よりも変位が大きいことが分かる。最も変位量が大きい法面中央の水平変位は図-5 より 0.73m とわかるので、より斜面崩壊の危険性が高いと推測される。



(a)　Case1　　(b)　Case2

(c)　Case3　　(d)　Case4

図-4　法肩・法面中央の変位

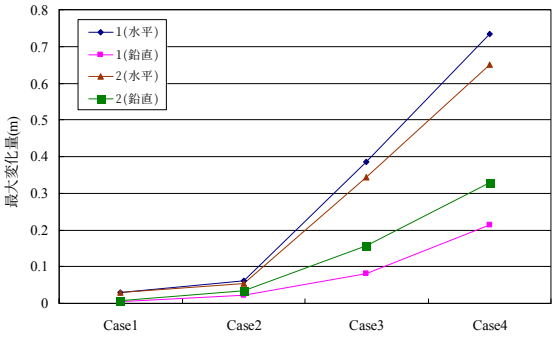


図-5　法肩・法面中央の最大変位量

4.おわりに

振動解析を行うことにより、すべり面を確認することができ、崩壊範囲を予測できる可能性を示した。今後は、室内模型実験を実施して本解析手法の妥当性を検証するとともに実際の斜面に適用していく。

【参考文献】

中川光男・蒋宇静：大変形解析を用いた斜面の崩壊予測，第 35 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，pp.109-114，2006