

## 山岳道路盛土の耐震性能評価手法に関する実験的検討

独立行政法人土木研究所 正会員○大川寛

正会員 杉田秀樹

正会員 佐々木哲也 正会員 水橋正典

## 1.はじめに

道路盛土は「道路土工のり面工・斜面安定工指針」によれば、当該盛土の重要性和復旧の難易度に応じて耐震性能を確保することとされている。一方、近年の2004年新潟県中越地震では、特に沢部を横断する山岳盛土で大規模な崩壊が生じ、長期間にわたり道路交通機能が失われた。このため、山岳道路盛土についても耐震性能を確保することが重要である。またレベル2地震動に対しても、土構造物である盛土に変形を一切許容しないことは合理的でないことから、盛土の残留変形量により耐震性能を評価することも求められている。そこで本研究では、別途実施された動的遠心模型実験結果<sup>1)</sup>を対象として、円弧すべり法による安定計算およびニューマーク法による残留変形解析の山岳盛土の耐震性能評価手法としての適用性を検討した。

## 2.動的遠心模型実験結果の概要

検討対象とした実験は、盛土の締固め度、浸透水位、対策工（底面排水層、布団籠）をパラメータとして、遠心加速度 50G 場で実施したものである。盛土は、江戸崎砂（ $D_{50}=0.228\text{mm}$ ， $\rho_s=2.657\text{g/cm}^3$ ，締固め試験による $\rho_{dmax}=1.604\text{g/cm}^3$ ， $F_c=6.9\%$ ）を用い、高さ 300mm（重力場換算 15m）、のり面勾配 1:1.8 の片盛土とした。加振波形は、道路橋示法書<sup>2)</sup>に示されている I 種地盤におけるレベル 2 タイプ 2 地震動を用いた。

図-1 にのり尻沈下量～のり尻水位の関係、図-2 に代表的な盛土の変形状況を示す。なお、のり尻水位は盛土高 1/3 でのり面からの水位とした。以後、寸法は全て重力場換算した値を用いることとする。盛土の締固め度が高ければ盛土内の浸透水位が高くても大規模な崩壊が生じないこと、締固め度が低くても盛土のり尻の浸透水位が低い場合には大規模な崩壊が生じないことが分かる。

## 3.解析条件

模型実験を対象に円弧すべり法による安定計算、Newmark 法による残留変形解析を実施した。解析は模型実験に合わせて、盛土の締固め度、浸透水位をパラメータとして 6 ケース実施した。解析で用いた盛土材（江戸崎砂）の強度定数および入力地震動を表-1、図-3 に示す。盛土材の  $c$ ， $\phi$  は CD 試験の結果を用いた。今回用いた盛土材のせん断挙動には明瞭なピークが見られなかったため、残留強度時の  $c$ ， $\phi$  は考慮していない。また本解析では、表層すべりを考慮せず、盛土天端を通る円弧すべり線を想定した。各ケースの解析モデルを図-4 に示す。

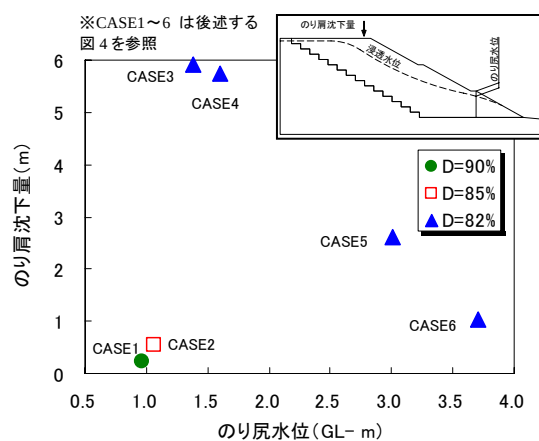


図-1 のり尻沈下量～のり尻水位 (重力場換算)

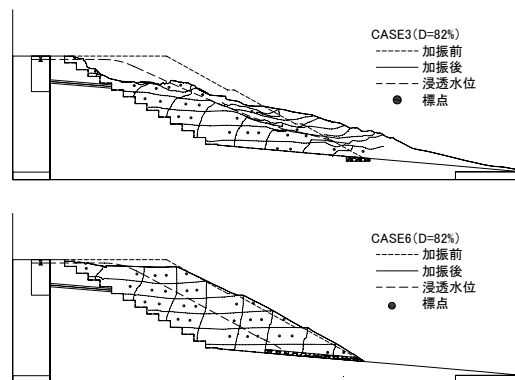


図-2 盛土の変形状況

表-1 土質定数

| 締固め度D (%) | 内部摩擦角 $\phi$ (度) | 粘着力 C ( $\text{kN/m}^2$ ) |
|-----------|------------------|---------------------------|
| 90        | 35.7             | 2.5                       |
| 85        | 33.9             | 1.1                       |
| 82        | 32.8             | 0.26                      |

※CD試験結果

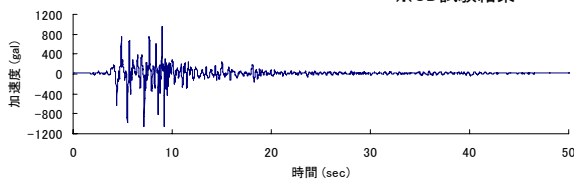


図-3 入力地震波形

キーワード：円弧すべり法 Newmark 法

連絡先：茨城県つくば市南原 1-6 独立行政法人土木研究所 TEL029-879-6771 FAX029-879-6735

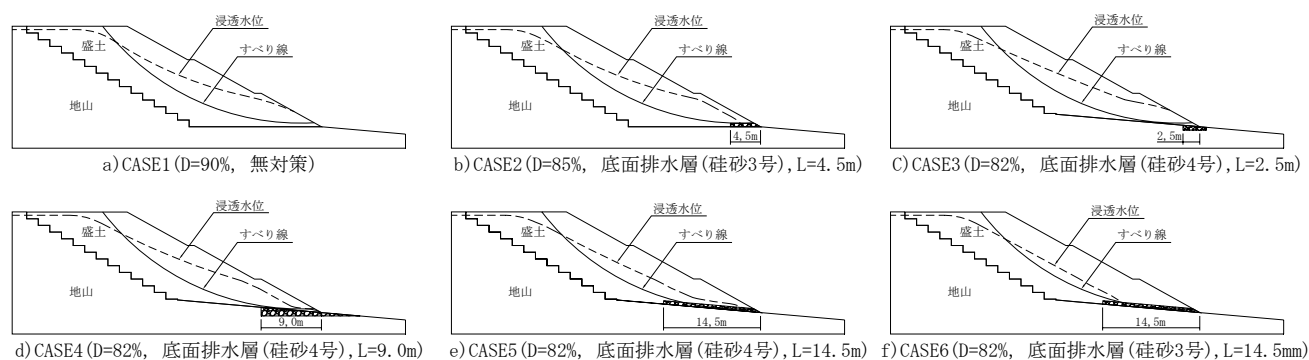


図-4 解析モデル

#### 4.解析結果

円弧すべり法および Newmark 法による解析結果を表-2, 図-5, 図-6 に示す。

図-5 は常時の円弧すべり法の安定計算による最小安全率と模型実験ののり肩沈下量との関係を示している。D=82% のケースを比較すると、浸透水位が高く、安全率が小さくなるにつれ、のり肩沈下量が大きくなる傾向が見られる。D=90%, 85%では、同程度の安全率の D=82%(CASE5)と比べると、のり肩沈下量は小さくなっている。

図-6 は Newmark 法による滑動変位量と模型実験ののり肩沈下量との関係を示している。D=82%で浸透水位が低い CASE5, CASE6 では実験値と解析値で近い値となった。しかし、浸透水位が高い CASE3, CASE4 では解析値が大きく発散する結果となった。また、D=90%, 85%では、実験値よりも解析値のほうが大きな値となった。

各手法による解析の結果、安全率、滑動変位量とも解析値は浸透水位の影響はある程度考慮されているが、締固め度の影響はあまり考慮できないことが分かった。この原因として、盛土材のパラメータとして今回の解析では CD 試験による  $c$ ,  $\phi$  を用いているが、これらの値は締固め度の変化にさほど敏感ではないこと、また実際の盛土の挙動は盛土材の非排水状態での繰返し変形特性に依存するためであると考えられる。

#### 5.まとめ

動的遠心模型実験を対象とした逆解析を行い、円弧すべり法による安定解析および Newmark 法による残留変形解析の適用性を検討した。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 安全率および滑動変位量ともに、浸透水位の影響はある程度考慮できるが、締固め度の影響を考慮することは困難である。
- (2) 締固め度が高いもしくは浸透水位が高いほど、両解析法は安全側の評価となった。

#### 参考文献

- 1)大川寛他(2007)：山岳道路盛土の耐震対策に関する動的遠心模型実験，第 42 回地盤工学研究発表会，投稿中
- 2)(社)日本道路協会(2002)：道路橋示法書 V 耐震設計編

表-2 解析結果一覧

| CASE | 締固め度D (%) | 実験結果          |            | 解析結果  |           |
|------|-----------|---------------|------------|-------|-----------|
|      |           | のり尻水位 (GL- m) | のり肩沈下量 (m) | 最小安全率 | 滑動変位量 (m) |
| 1    | 90        | 0.97          | 0.24       | 1.22  | 1.80      |
| 2    | 85        | 1.06          | 0.55       | 1.13  | 2.92      |
| 3    | 82        | 1.39          | 5.93       | 1.01  | 6.00      |
| 4    | 82        | 1.60          | 5.74       | 1.04  | 6.00      |
| 5    | 82        | 3.01          | 2.60       | 1.18  | 2.06      |
| 6    | 82        | 3.71          | 1.04       | 1.31  | 1.04      |

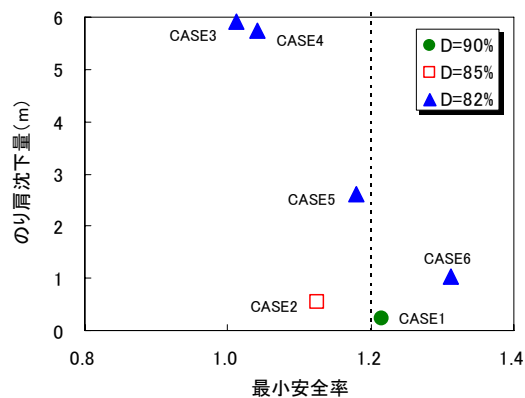


図-5 最小安全率～のり肩沈下量

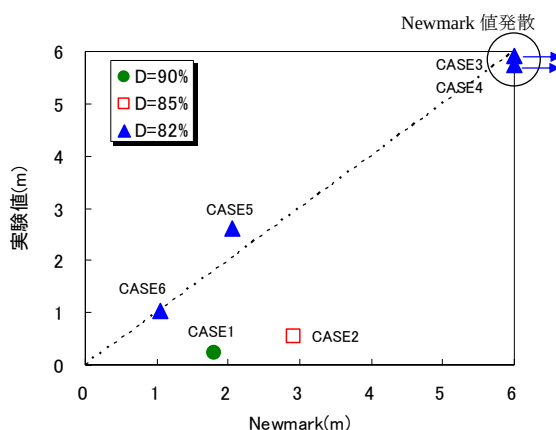


図-6 滑動変位量