

天端補強された盛土の加速度応答分布と耐震性向上

大阪大学大学院 学生員 ○谷村 浩輔
 大阪大学大学院 正会員 小田 和広
 大阪大学大学院 正会員 常田 賢一
 大阪大学大学院 学生員 都間 英俊

1. はじめに

2004年新潟県中越地震では、多数の道路盛土が被害を被り、交通手段としての道路機能が失われた。その結果、数多くの集落が孤立することとなり、緊急対応だけでなく、復旧・復興においても障害となった。新潟県中越地方だけでなく、道路が重要なライフラインでありながらそれらがネットワークとして整備されていない地域は数多い。このような地域では、地震時においても道路機能を劣化させることはあっても、喪失させることはあってはならない。ところで、近年の緊縮財政下においては、盛土の耐震性を向上させる効率的かつ効果的な工法の開発が望まれる。筆者らは、そのための工法の原理を既にいくつか提案している^{1),2)}。本研究では、車道部の耐震性向上を目的とした盛土天端付近の補強効果について、筆者らが提案する弾塑性極限解析手法³⁾によって検討する。

2. 数値解析の概要

本研究では、筆者らが提案している弾塑性有限要素法に基づく極限解析法を用いた³⁾。図-1は解析モデルと境界条件を示している。本モデルは、盛土の動的安定挙動に関する遠心模型実験⁴⁾に基づいている。但し、遠心模型そのものを対象とするのではなく、そのプロトタイプを対象とした。そのため、盛土の高さは9m、天端幅は6m、および底面の幅は19.5mとなった。境界条件に関しては盛土中心軸では水平方向のみ拘束し、盛土底面では水平と鉛直の両方向を拘束している。図-1中の天端付近の茶色部分は補強した領域を示している。補強した領域は弾性体としてモデル化した。補強体の弾性係数は盛土本体の100倍とした。今回は天端全域を補強し、その厚さが54cmのケースで検討を行う。表-1は解析パラメータを示している。盛土本体の c と ϕ については、無補の強盛土に対する遠心模型実験で得られたすべり破壊モードを適切に再現するものを用いた³⁾。

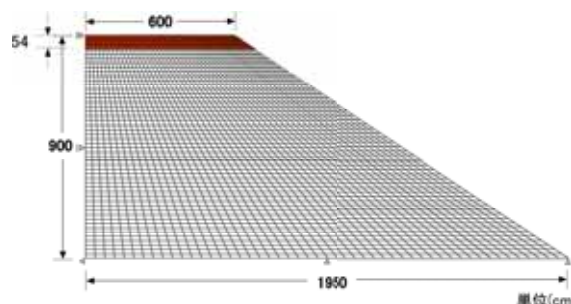


図-1 解析モデルと境界条件

表-1 解析パラメータ

	γ_t	E_0	ν	c	ϕ
盛土本体	16	2.50×10^4	0.333	7.3	36.3
補強体	16	2.50×10^6	0.333		

γ_t (kN/m³): 湿潤単位体積重量 E_0 (kN/m²): 弾性係数

ν : ポアソン比 c (kN/m²): 粘着力 ϕ (deg): 内部摩擦角

解析では、まず、初期状態を決定するために自重解析を行う。その後、盛土内の加速度応答パターンを仮定し、その応答パターンに応じて水平方向に加速度を与える。そして、盛土全体の変位を制御しながら水平加速度を増加させることにより盛土の崩壊の限界震度と最終的な変形状を得る³⁾。なお、本解析手法により、盛土の動的安定挙動に関する遠心模型実験における終局変形状態を再現できることがわかっている³⁾。

3. 加速度応答パターンの決定

本論文では、盛土天端を補強した際の盛土内の加速度応答パターンを動的解析を通じて求めた⁵⁾。図-2は動的解析における解析モデルを示している。解析は無補強(左)と補強(右)の2つのケースについて行った。図-2では紙面の都合上それぞれのモデルの半分を取り出し、それらをつなげて表している。解析には二次元動的キーワード 道路盛土, 地震, 数値計算, 耐震, すべり破壊

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL06-6879-7627

解析プログラム UWLC を用いた。境界条件に関して、盛土底面では水平と鉛直の両方向を拘束している。

図-3 は盛土内の高さ方向における加速度応答の変化を示している。無補強と天端補強したものを比較すると、両方とも加速度応答は高さ方向にほぼ線形に増加している。また、両者にはほとんど差がない。このことから、盛土の高さ方向に比例して加速度が単調に増加する一次元震度分布を入力の際の応答パターンとして適用し、弾塑性極限解析を適用した。但し、天端における震度と底面におけるそれとの比は 1.5 とした。

4. 解析結果

表-2は限界震度に及ぼす盛土内の加速度分布の影響を示している。無補強と補強の場合ともに、一様震度分布を適用するより一次元震度分布を適用させた方が限界震度(K_h)は小さくなっている。図-4は一様震度分布を適用した場合での最終段階でのせん断ひずみ分布を、図-5は一次元震度分布を適用した場合でのそれを示している。図-4と図-5を比較すると、ほぼ同様の傾向を示している。すなわち、破壊モードには、盛土内加速度分布はほとんど影響を及ぼさないことが示唆される。

5. まとめ

本論文の主な知見をまとめれば以下の通りである。

1)盛土天端を補強した際の加速度応答分布は無補強のそれとそれほど変わらない。2)盛土内の加速度応答パターンを考慮すると加速度が一様に分布しているケースより限界震度(K_h)は小さくなる。3)盛土内の加速度応答パターンを考慮してもすべり線的位置については、加速度が一様に分布しているケースとそれほど変化はない。

謝辞

本研究では、国土交通省道路局「道路政策の質の向上に資す技術研究開発」の研究助成を得て実施されたものである。

参考文献

1)谷村他：弾塑性極限解析による道路盛土の地震時安定に関する研究，第12回日本地震工学シンポジウム論文集，pp.734-737，2006. 11. 2)江川他：2006,道路盛土の地震時すべり安定性・沈下特性の評価およびすべり破壊制御に関する検討，第12回日本地震工学シンポジウム論文集，pp.582-585，2006. 11. 3)谷村他：道路盛土の震時性能評価に対する弾塑性極限解析手法の適用性，第41回地盤工学研究発表会，pp1279-1280 2006. 7. 4)吉野他：道路盛土の滑り破壊に関する模型実験，第41回地盤工学研究発表会，pp2087-2088. 2006. 7. 5)都間他：応答加速度分布に及ぼす盛土の幾何学的形状の影響に関する解析的研究，土木学会地震工学論文集，Vol.29，2007.8(投稿中)

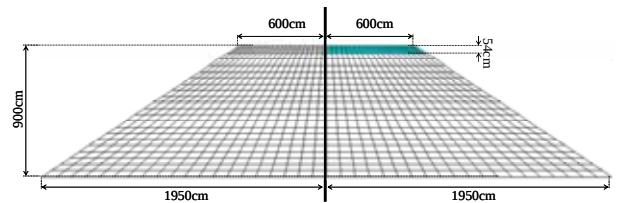


図-2 動的解析における解析モデル

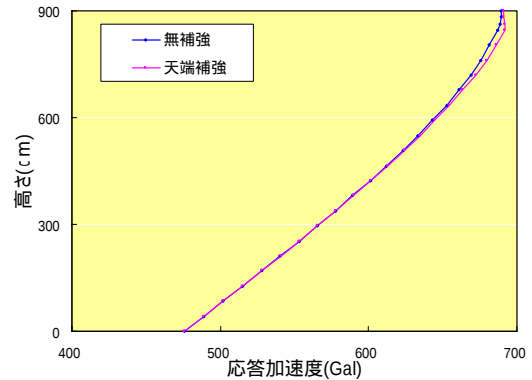


図-3 盛土内加速度応答の高さ変化

表-2 限界震度(K_h)

	無補強	天端補強
一様震度分布	0.150	0.179
一次元震度分布	0.113	0.153

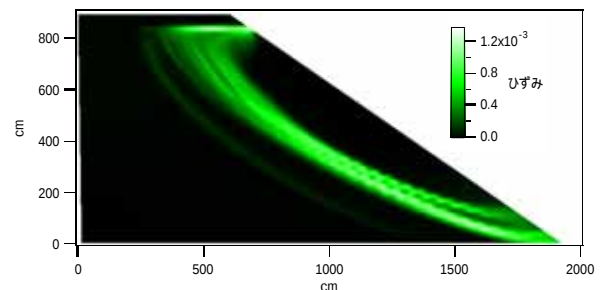


図-4 最終段階でのせん断ひずみ(一様震度分布)

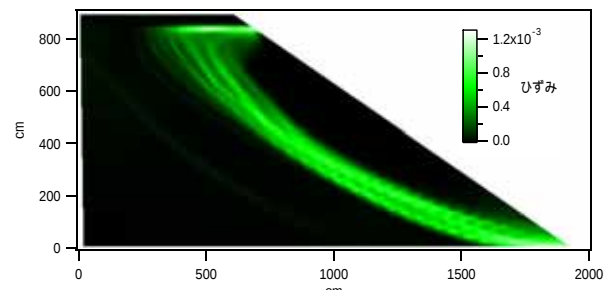


図-5 最終段階でのせん断ひずみ(一次元震度分布)