

土留め壁の地震応答解析

(株)複合技術研究所 (正) 浦川 智行
 日本鉄道建設公団 (正) 青木一二三
 日本鉄道建設公団 (正) 米澤 豊司

日本鉄道建設公団 (正) 北川 修三
 (財)鉄道総合技術研究所 (正) 館山 勝
 日本鉄道建設公団 (正) 秋田 勝次

1. 概要

従来型の裏込栗石を用いた土留め壁は、裏込栗石の無いものに比べて限界震度が小さく、耐震性能が劣ることが模型実験などにより明らかにされている^{1) 2)}。本解析は新しい土留壁の開発の一環として、実大規模の土留め壁を対象に、土留め壁・地山の地震応答解析を実施して、地山や土留め壁の応答加速度や応力を算定し、実規模における土留め壁の挙動を確認した。

2. 解析条件

解析は、もたれ壁形式の土留め壁(H=7.0m, 背面勾配 1:0.3, 前面勾配 1:0.35)を対象として、対策工条件 4 ケース(図 1)、入力波形 2 ケースの組み合わせの 8 ケースについて行った(表 1)。ケース③、④の、棒状補強材については径 d=6cm, 鉛直間隔 1.5m, 水平間隔 1.0m として、補強材長さを 2 ケースとした。

解析には動的 FEM 解析プログラム MFLUSH を用い、境界条件は、モデルの底面は粘性境界、側面は伝達境界とし、コンクリートと土の接合部(擁壁躯体と背面土の間)にはジョイント要素として、鉄道基礎標準に従い直接基礎の設計地盤反力係数を求め、1/100 倍したものをジョイント要素の剛性として与えた。

擁壁背面土及び裏込栗石の動的変形特性は、電力中央研究所の提案値³⁾の「洪積砂」及び「碎石」を使用した。各入力物性値を表 2 に示す。

以上の条件において解析を行い、裏込栗石の有無、棒状補強材の有無及び棒状補強材の長短について比較を行った。

3. 解析結果

解析結果の一覧を表 3, 最大加速度分布を図 2, 最大変位時の変位を図 3 に示す。

(1) 最大加速度分布について

補強材が無いケース(①,②)は、補強材を配置したケース(③,

④)と比較して、壁天端で約 1.3~1.4 倍、壁下端で約 1.1 倍の加速度応答となった。また、壁天端と壁下端の加速度を比較すると、補強材が無いケースでは約 1.30~1.45 倍に増幅しているが、補強材を配置したケースは約 1.1 倍の増幅であり、応答倍率が低下した。

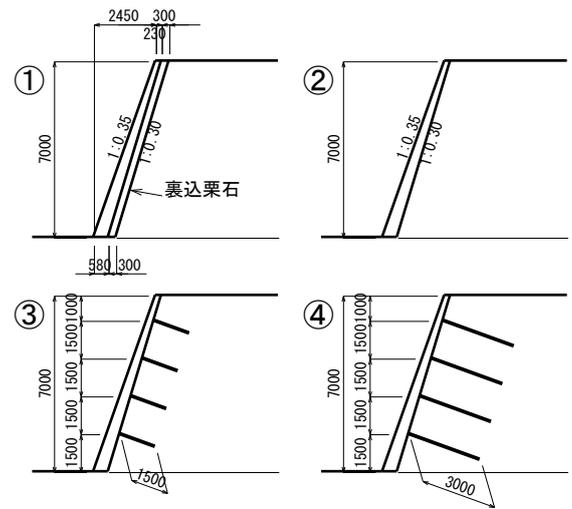


図 1 対策工条件

表 1 解析ケース一覧

解析ケース	対策工条件	入力地震動	
		818gal	409gal
①	従来土留壁(裏込栗石)	○	○
②	壁体+無補強	○	○
③	壁体+短補強材(L=1.5m)	○	○
④	壁体+長補強材(L=3.0m)	○	○

表 2 入力物性値一覧

	N 値	γ (tf/m ³)	G_0 (tf/m ²)	h_{max}	ν	材料特性
地盤	35	2.00	5,200	0.100	0.30	線形 Solid 要素
擁壁背面土	25	1.80	9,700	0.010	0.30	非線形 Solid 要素
割栗石	—	2.00	14,000	0.025	0.30	非線形 Solid 要素
擁壁躯体	—	2.35	583,000	0.050	0.20	線形 Solid 要素
補強材	—	1.80	1,447,000	0.010	0.30	線形 Bar 要素
基盤	—	2.00	14,000	0.010	0.30	粘性境界を設定

キーワード：土留め, 補強土, 地震応答解析, 安全性・信頼性

連絡先：〒107-0052 東京都港区赤坂 6-13-7 (株)複合技術研究所 TEL03-3582-3373, FAX03-3582-3509

図2の最大加速度分布図を見ると、補強材が無いケースは擁壁部分で加速度の増幅が著しいが、補強材を配置したケースは擁壁と背面土が一体となっていることが解る。この増幅の程度については、模型振動実験²⁾の結果と整合しているため、増幅の程度を見るためには本手法は有効である。

(2) 最大変位について

表3の最大変位量は、擁壁天端節点の最大変位時の変位量であるが、補強材が無いケースは、補強材を配置したケースと比較して、約1.3~1.4倍で算定された。しかし、壁体自体の安定を計算すると、水平震度 $K_h=0.42$ 以上で転倒安全率が1を切るため(図4)、実際には補強材が無いケースの場合は壁体自体が転倒することになる。

表3 解析結果一覧

解析ケース	最大加速度(gal)		最大変位量 (cm)
	壁天端	壁下端	
①従来土留め壁	818gal	1280	4.72
②壁体+無補強		880	
③壁体+短補強材		900	
④壁体+長補強材		820	
①従来土留め壁	409gal	600	2.08
②壁体+無補強		590	
③壁体+短補強材		450	
④壁体+長補強材		450	

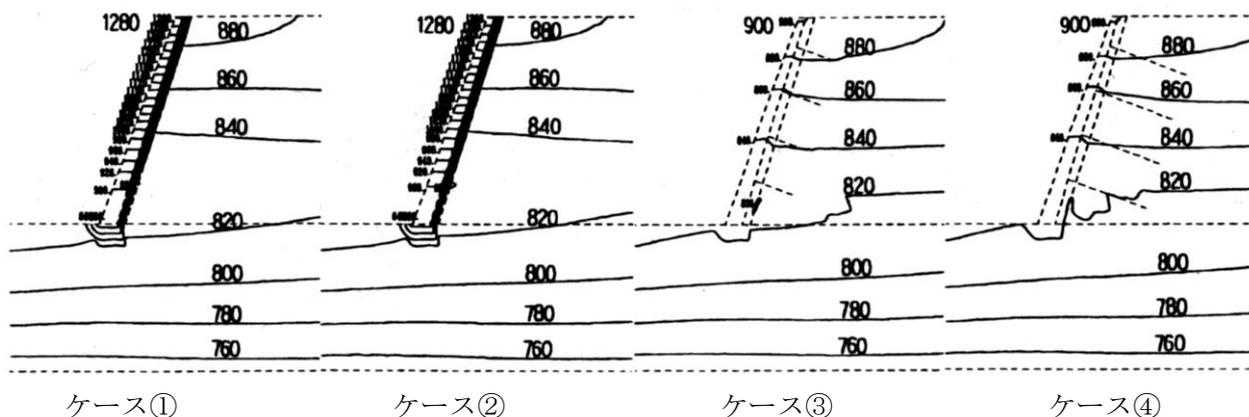


図2 最大加速度分布 (入力加速度 818gal)

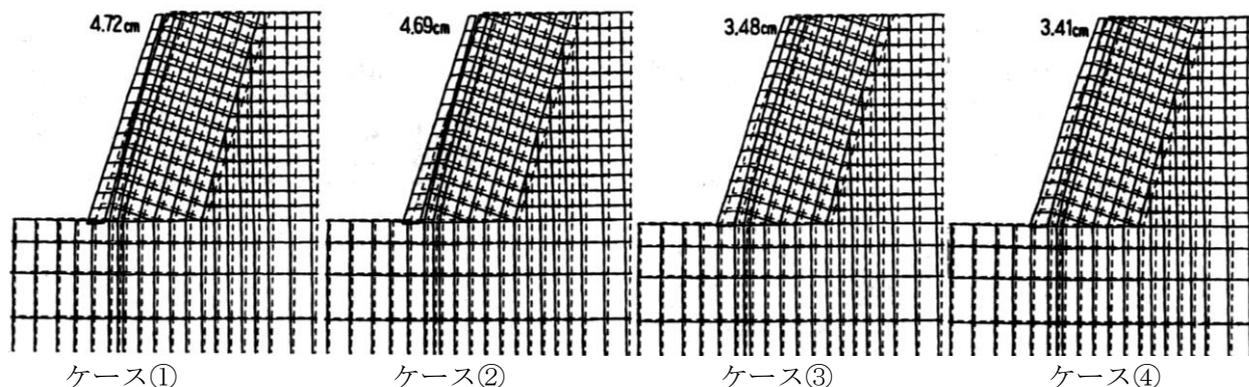


図3 擁壁天端節点最大変位時の変形図 (入力加速度 818gal)

4. まとめ

① 補強材が無いケースと比較して、補強材を配置したケースは加速度の増幅及び変位量のいずれも小さく抑えられ、補強材の打設効果を解析上においても確認できた。

② 裏込栗石の有無及び補強材の長短による差は、模型振動実験においては変形の累積性が計測されたが、本手法においては再現することは困難である。

参考文献

- 1) 米澤・北川・青木・館山・小島・堀井；非自立性地山における土留壁の模型振動実験，第33回地盤工学研究発表会，1998
- 2) 木村・米澤・北川・青木・館山；自立性地山における土留壁の模型振動実験，第33回地盤工学研究発表会，1998
- 3) 国生剛治；土の動的変形特性と地盤の非線形振動応答，電力中央研究所総合報告No.301，p.154，1982

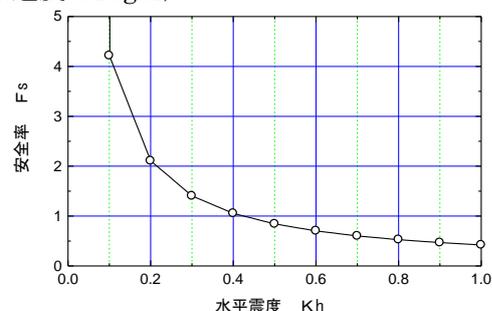


図4 壁体自体の転倒安全率