

Ⅲ - B 252

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) 北川 修三

日本鉄道建設公団 (正) 青木一二三

(財)鉄道総合技術研究所 (正) 舘山 勝

日本鉄道建設公団 (正) 米澤 豊司

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め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 ($H=7.0\text{m}$, 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 $d=6\text{cm}$, 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「砕石」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 $1.3\sim 1.4$ 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 $1.30\sim 1.45$ 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。

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

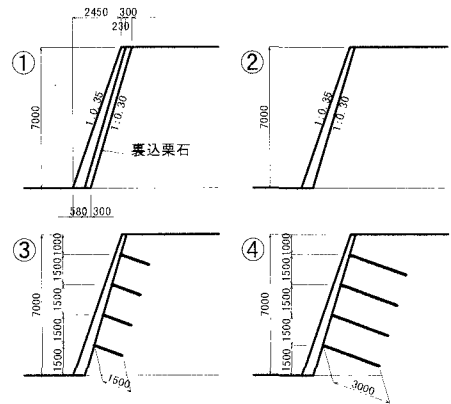


図 1 対策工条件

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 ($L=1.5\text{m}$)	○	○
④	壁体 + 長補強材 ($L=3.0\text{m}$)	○	○

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
基礎	—	2.00	14,000	0.010	0.30	粘性境界を設定

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ので、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	880	4.72
②壁体+無補強		1280	880	4.69
③壁体+短補強材		900	820	3.48
④壁体+長補強材		900	820	3.41
①従来土留め壁	409gal	600	460	2.08
②壁体+無補強		590	450	2.07
③壁体+短補強材		450	405	1.47
④壁体+長補強材		450	405	1.45

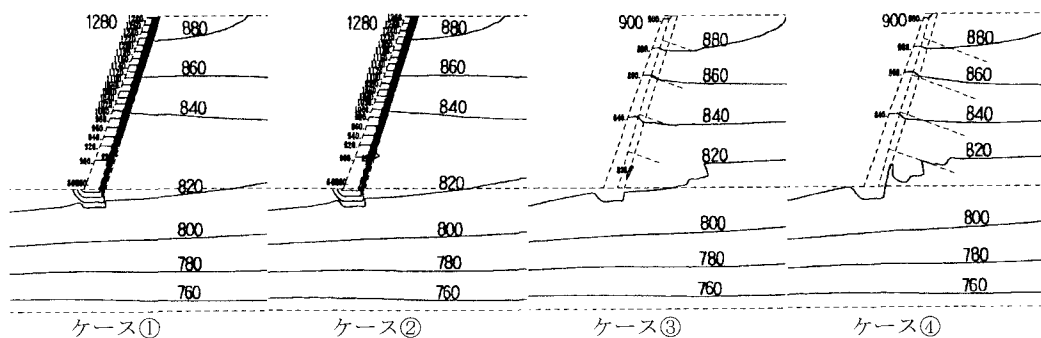


図 2 最大加速度分布（入力加速度 818gal）

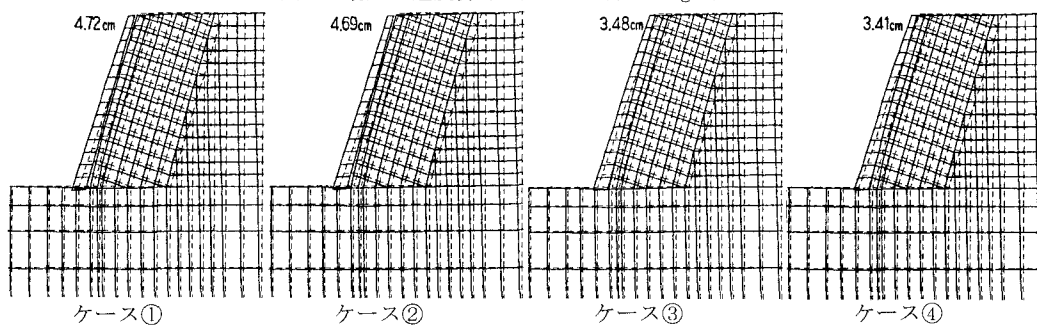


図 3 擁壁天端節点最大変位時の変形図（入力加速度 818gal）

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

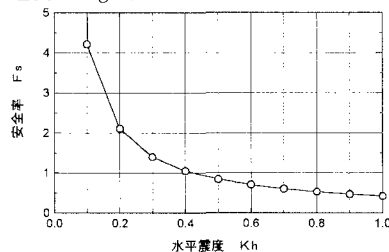


図 4 壁体自体の転倒安全率