Newmark 法によるジオテキスタイル補強土壁地震時変形量予測法

○独立行政法人土木研究所	正会員	石原	雅規
同上	正会員	斉藤田	自紀子
同上	正会員	松尾	修
同上	正会員	田村	敬一

1. 概要

土木構造物で導入が進められている限界状態設計法においては、変形量の照査が重要な照査項目となる。このため、ジオテキスタイル補強土壁に関しても地震時変形量を簡易に予測する手法が必要とされている。本研究では、 壁面分割型のジオテキスタイル補強土壁に関する模型振動台実験を対象として、Newmark 法をベースとする手法 により地震時変形量の解析を試みたので報告する。

2. 対象とした実験の概要

入力加速度波形、補強材敷設長、盛土高さ、壁面勾配 に着目し、ジオテキスタイル補強土壁の模型振動台実験 を実施した¹⁾。図1に示すように、模型は、長さ4m× 高さ2m×奥行き1mの鋼製箱型土槽内に作成した。支 持地盤に砂質シルト、盛土には豊浦砂、補強材にはジオ グリッドを用いた。平均的な盛土の密度は、15kN/m³ であった。本研究で解析対象としたケースの実験条件を 表1にまとめる。加振は、段階的に最大加速度を大きく していった。Case1の最大加速度 440gal 加振後の変形 状況を図2に示す。



図 1. Case1(基本ケース)

表 1.	実験条件
X 1.	天顺不口

Case	補強材長さ	高さ	壁面勾配	入力波形
1	0.40m	1.0m	垂直	正弦波 5Hz20 波
2	0.70m	1.0m	垂直	正弦波 5Hz20 波
3	0.56m	1.4m	垂直	正弦波 5Hz20 波
4	0.40m	1.0m	垂直	神戸波 1.5Hz 卓越
6	0.40m	1.0m	傾斜	正弦波 5Hz20 波
7	0.40m	1.0m	垂直	神戸波 5Hz 卓越
9	0.40m	1.0m	垂直	青森波

*色をつけた欄は、Case1(基本ケース)と異なる条件。

*Case5,8は壁面一体型で、今回解析対象としなかったため省略。



図 2. 最大加速度 440gal 加振後の Case1(基本ケース)の 変形状況

3. 予測法について

図 3a)に分割型の壁面工を有するジオテキスタイル補強土壁の地震時変形を模式的に示す。本手法では、このような変形を、図 3b)に示すように、各分割壁の間において水平に滑動するものとして表現した。各滑動面での変位 量を求める際には、着目する滑動面より上の補強領域が剛体であると仮定した。また、図4に示すように各剛体に 作用する力を、自重、慣性力、地震時背面土圧および剛体底面に作用する水平力・鉛直力とすると、着目する剛体 に関する水平方向の運動方程式は、次式となる。

$$M_i \ddot{x}_i = -M_i \ddot{X}_0 + P_i \cos \delta - T_i$$

また、剛体底面に作用する水平力 T_i の最大値 T_{imax} は、補強領域の土のせん断抵抗角 ϕ を考慮し次式により求めた。

キーワード	補強土、地震時変形量、Newmark 法	
連絡先	〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6	(独)土木研究所耐震研究グループ TEL 029-879-6771



 $T_{i_{\max}} = N_i \cdot \tan \phi$

滑り特性は剛完全塑性で、慣性力と地震時背面土圧の水平 成分 $(-M_i \ddot{X}_0 + P_i \cos \delta)$ が水平力の最大値 T_{imax} を上回ったと き滑動しはじめることとなる。また、地震時背面土圧は、道 路橋示方書(修正物部岡部式)に準拠して求めた。加振開始 から入力加速度終了時まで十分に短い時間ステップ Δt ごと に、上記運動方程式を解き、加速度 $\ddot{x}_i \delta$ 、さらに Newmark の β 法により変位 $x_i \delta$ 求めた。このようにして求めた各滑動 面での水平変位量を図 3b)に示すように重ね合わせること により補強土領域全体の変形量を求めた。

4. 解析結果

上記手法により振動台実 験(Case1~4,6,7,9)の解析 を行った。滑動変位は残留強 度時に多く生じるものと考 え、補強領域の土のせん断抵 抗角 φ は、豊浦砂の残留状態 における一般的な内部摩擦 角 35°を用いた。また、地



図 5. 解析による最大加速度 440gal 加振後の変形形状(Case1)

震時背面土圧は、水平(δ=0°)に作用するものとした。 解析における変形形状を図5に例示する。本手法では、実 験で観察された中央部がはらみ出すような変形形状は再現 できないものの、補強領域下部に変形が集中するという傾 向は一致した。図6に最大変位と最大入力加速度の関係を 示す。多くの実験ケースで最大変位と最大入力加速度の関係を 示す。多くの実験ケースで最大変位と最大入力加速度の関係 係が実験と解析でほぼ一致した。しかし、解析での最大変 位は補強土壁の最上部で生じるが、実験では中央部で生じ ている。平均的な変位量を比較した場合には、解析がより 安全側になるものと考えられる。

5.まとめ

本研究で試みた手法により多くの実験ケースの変形量を 比較的高い精度で再現することができた。本手法は補強土 壁の地震時変形量予測に有効であると考えられる。

参考文献

1)土木研究所資料第 3635 号、補強土壁の耐震性に関する振動台実験、建設省土木研究所、1999



図 4. 着目する剛体に作用する力



図 6. 最大変位量と加速度の関係