

壁面変形量からみた箱型擁壁の耐震性に関する検討

(株)NOM 正会員 松本 正士 駒延 勝広
 (株)パリティジパング 篠 眞陽
 昭和コンクリート工業(株) 正会員 森 二三人
 昭和コンクリート工業(株) 正会員 東原 健一

1. はじめに

箱型擁壁の耐震性を検討するため、筆者らは遠心力載荷試験装置を用いた振動実験と、二次元弾塑性動的変形解析を行ってきた^{1)、2)、3)}。

本報告では、地震動により壁面に生じる水平変位に着目し、遠心力載荷模型実験結果、二次元弾塑性動的変形解析結果から箱型擁壁の地震時安定性に関する検討を行ったので報告する。

2. 検討方法

検討は遠心力載荷模型実験と、二次元弾塑性動的変形解析の2種類の方法で行った。

一般的に、L1地震動では構造物に壊滅的な変形が生じる可能性は小さく、被災後、構造物の調査、修復を行って供用すると考えられる。一方、L2地震動では地震時に構造物が破壊する可能性が高いと考えられる。そこで、本検討ではL1地震動では加振後の残留変位で、L2地震動では加振時に生じる最大変位で、箱型擁壁の地震時安定性を検証することとした。

1) 遠心力載荷模型実験

実験で対象とした箱型擁壁は、実スケールで壁高14m、壁面勾配が1:0.4~0.6の寺勾配(平均勾配1:0.5)のものとした。箱体、裏込め材、中詰め材、及び背面土などの模型地盤の材料は、相似則を満足するように設定した。実験に用いた模型地盤材料を表1に示す。

実験は遠心加速度40Gまで載荷後、ステップ加振により模型地盤に振動を与え、このときの擁壁の変形状況を確認した。加振ステップと入力地震波を表2に示す。なお、実験方法の詳細は参考文献1)、2)を参照されたい。

2) 二次元弾塑性動的変形解析

検討モデルは実験対象と同じ壁高14m、壁面勾配1:0.4~0.6の寺勾配のものとした。背面土は実験と同様、豊浦砂(砂質

表1 模型地盤材料の物性

部材名	模型地盤材料	備考
箱体	1/40の模型(アルミ製)	鉄筋コンクリート部材
裏込め材 中詰め材	硅砂3号 (Dmax=4.8mm、D50=1.4mm)	S-40以上の 単粒度碎石
背面土	豊浦砂 (Dmax=0.43mm、D50=0.21mm)	t=15.7kN/m ³
	ローム (Dmax=0.11mm、D50=0.046mm)	d=6.3~6.6kN/m ³
基礎地盤	硅砂4号 (Dmax=2.0mm、D50=0.98mm)	堅固な基礎地盤を想定

表2 加振ステップと入力地震波

加振順序	入力波形
STEP	L1_G1波(最大加速度約150gal)
STEP	L2_G1_Spec波 (最大加速度を500galに調整)
STEP	L1_G1波(最大加速度約150gal)
STEP	兵庫県南部地震のN-S成分(神戸波) (最大加速度約800gal)
STEP	Sin波(500gal、1.5Hz、50波加振)

表3 解析に用いた地盤の入力パラメータ

	E _d ¹⁾ (kN/m ²)		G ¹⁾ (kN/m ²)	K ²⁾ (kN/m ²)	t _t (kN/m ³)	c (kN/m ²)	(°)
基礎地盤(硅砂4号)	280000	0.3	108000	235000	17.36 ³⁾	0	35
箱体	22600000	0.2	9410000	12500000	24	1600 ⁴⁾	0
裏込め土(硅砂3号)	616000	0.3	237000	513000	19	0	35
豊浦標準砂	286000	0.3	110000	238000	15.84 ³⁾	0	30
ローム	103000	0.4	37000	173000	12.45 ³⁾	20	20
箱体間のジョイント	-	-	-	-	-	0	35

1)表中の値は各地盤の中間深度の代表値、2)K=2(1+)G/(3(1-2))より算出、3)実験結果の値、4)弾性体と仮定

キーワード：擁壁、耐震、変形、遠心力載荷模型実験、二次元弾塑性動的変形解析

連絡先：〒151-0071 東京都渋谷区本町2-33-20-201 TEL：03-5358-1429

土を想定)とローム(粘性土を想定)の2種類とした。

解析プログラムはSAS2Dを用いた。解析では箱体、裏込め土、背面土、及び基礎地盤は弾塑性のソリッド要素でモデル化した。箱型擁壁の特徴の1つである箱体の上下間の可撓性は、ジョイント要素によりモデル化した。解析に用いた地盤の入力パラメータを表3に示す。なお、入力パラメータのうち、粘着力 c 、せん断抵抗角 ϕ は、豊浦砂、壁高12mでの遠心载荷予備実験を対象に実施した事前解析結果をもとに決定した。

境界条件は、底面は固定とし、側面は水平方向をフリー、鉛直方向を固定とした。入力地震動は表2に示す地震波のうち、L1_G1波とL2_G1_Spec波の2種類を用いた。解析手順は自重応力を計算後、基礎底面の節点に水平方向のみ地震動を入力し、このときの擁壁の変形状況を確認した。解析方法の詳細は参考文献3)を参照されたい。

3. 検討結果

L1地震動により生じた壁面の残留水平変位と壁高との関係を図1に示す。検討では擁壁前面側への変形のみを有効とした。解析結果では豊浦砂、ロームとも擁壁前面側に変形するのに対して、実験結果では擁壁背面側へ変形が卓越し、擁壁が背面側へ倒れ込む傾向が認められ、解析結果と実験結果では異なる変形モードとなった。擁壁に生じる残留変位は豊浦砂で1~2cm程度、ロームで1.5cm程度の結果となり、L1地震動では箱型擁壁にほとんど変形が生じない結果となった。これより、今回の実験、解析結果からL1地震動では箱型擁壁の安定が確保されることがわかった。

図2に、L2地震動により生じた壁面の最大水平変位と壁高との関係を示す。実験では豊浦砂、ロームとも擁壁天端で最大変位を示す結果となった。一方、解析では、豊浦砂の場合は擁壁中央部で、ロームでは擁壁下端より1/3程度の壁高の位置で最大変位を示す結果となり、実験結果とは異なる変形モードとなった。壁面に生じる最大水平変位は、変形モードは異なるが、ロームでは実験で約45cm、解析で約42cmとほぼ同程度となったが、豊浦砂では実験値約17cm、解析値約31cmと、解析結果が実験結果を大きく上回る結果となった。

4. まとめ

地震動により壁面に生じる水平変位に着目し、実験結果、解析結果から箱型擁壁の地震時安定性に関する検討を行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 今回の検討結果ではL1地震動、L2地震動とも、実験結果と解析結果では異なる変形モードとなった。
- 2) L1地震動で箱型擁壁に生じる残留変位は、豊浦砂で1~2cm程度、ロームで約1.5cmと、ほとんど変形が生じない結果となった。
- 3) L2地震動で壁面に生じる最大水平変位は、ロームでは実験値で約45cm、解析値で約42cmとほぼ同程度となるが、豊浦砂では実験値約17cm、解析値約31cmと、解析結果が実験結果を大きく上回った。

参考文献

- 1) 森、篠他2名：柔構造を有する箱型擁壁の耐震性検討(その1：全体計画)、第39回地盤工学研究発表会、2004.7
- 2) 東原、篠他2名：柔構造を有する箱型擁壁の耐震性検討(その2：遠心力载荷模型実験の変位計測結果)、第39回地盤工学研究発表会、2004.7
- 3) 駒延、篠他2名：柔構造を有する箱型擁壁の耐震性検討(その3：変位の解析結果と実験結果の比較)、第39回地盤工学研究発表会、2004.7

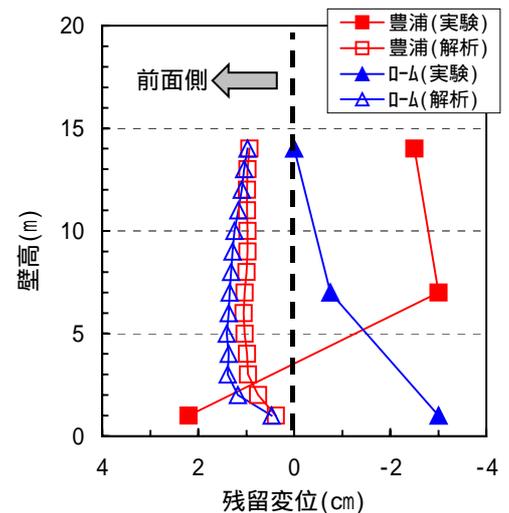


図1 残留変位と壁高の関係(L1地震動)

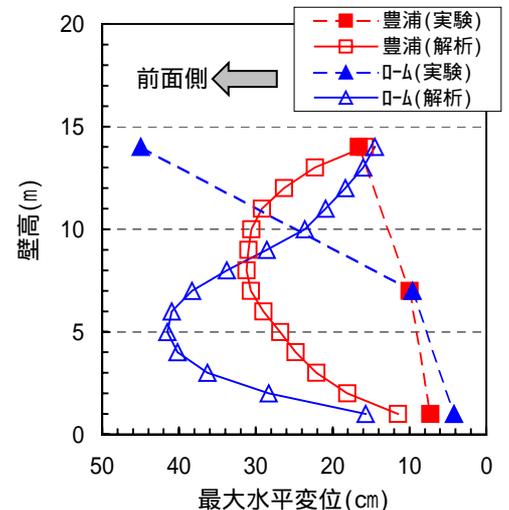


図2 最大変位と壁高の関係(L2地震動)