

Ⅲ-A171

擁壁の耐震性に関する動的遠心模型実験（その1）

建設省土木研究所 正会員 斉藤 由紀子

〃 正会員 松尾 修

〃 正会員 堤 達也

1. はじめに

兵庫県南部地震を受けて各種土木構造物の耐震設計法の見直しが行われているが、土留構造物においても大規模地震時における耐震性の評価が課題となっている。本報では、重力式擁壁の動的遠心模型実験を行い、地震時における挙動について検討を行ったので報告する。

2. 実験方法

本実験は土木研究所に新しく導入された大型動的遠心力载荷試験装置¹⁾を用いて行った。実験模型断面および実験ケース一覧をそれぞれ図-1、表-1に示す。実験は擁壁の高さ（遠心加速度）、地盤の密度、入力波形、加振方法を変化させて計6ケース行った。模型は幅150cm、高さ50cm、奥行き30cmの箱形土槽の中に気乾状態の豊浦砂を空中落下させることにより作成した。まず、所定の密度の支持地盤（層厚10cm）を作成し、擁壁模型を設置後、支持地盤と同様の方法および密度で盛土を盛り立てた。また、地盤の作成とともに所定の位置に加速度計を配置し、片側の地盤側面に色砂を用いたメッシュを作成した。加振は所定の遠心場で正弦波あるいは地震波を用いて段階的に加速度を上げて行った。なお、ケース6については最初から大きな加速度を入力し、すべり面を発生させた。図-2(a)、(b)はそれぞれケース3、4で用いた地震波であり、卓越周波数が60Hz（実物換算2Hz）になるように時間軸を調整している。(a)は兵庫県南部地震の際、神戸海洋気象台で観測されたN-S成分の波形（以下、神戸波）、(b)は十勝沖地震余震の際、青森港で観測されたE-W成分の波形（以下、青森波）である。一般に神戸波は衝撃型地震波、青森波は振動型地震波に分類される。計測項目は、擁壁模型および地盤の加速度、擁壁模型の水平・鉛直変位量、裏込め地盤の沈下量、擁壁模型底面および背面に作用する土圧である。土圧の測定には2方向ロードセルを用い、擁壁の壁面に対して鉛直およびせん断方向の荷重を地盤作成時から測定した。また、各加振後には模型の変形状況のスケッチを行った。

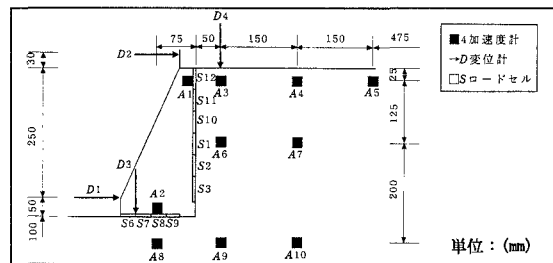


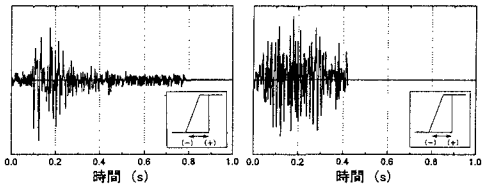
図-1 実験模型断面

表-1 実験ケース一覧

ケース	擁壁高さ*	地盤密度	入力波形*	加振方法	遠心加速度
1	9m	82%	sin2Hz、30波	段階	30G
2	〃	61%	〃	〃	〃
3	〃	82%	神戸波（衝撃型）	〃	〃
4	〃	83%	青森波（振動型）	〃	〃
5	18m	84%	sin2Hz、30波	〃	60G
6	9m	83%	〃	一回	30G

*：実物換算値

ケース6については最初から大きな加速度を入力し、すべり面を発生させた。図-2(a)、(b)はそれぞれケース3、4で用いた地震波であり、卓越周波数が60Hz（実物換算2Hz）になるように時間軸を調整している。(a)は兵庫県南部地震の際、神戸海洋気象台で観測されたN-S成分の波形（以下、神戸波）、(b)は十勝沖地震余震の際、青森港で観測されたE-W成分の波形（以下、青森波）である。一般に神戸波は衝撃型地震波、青森波は振動型地震波に分類される。計測項目は、擁壁模型および地盤の加速度、擁壁模型の水平・鉛直変位量、裏込め地盤の沈下量、擁壁模型底面および背面に作用する土圧である。土圧の測定には2方向ロードセルを用い、擁壁の壁面に対して鉛直およびせん断方向の荷重を地盤作成時から測定した。また、各加振後には模型の変形状況のスケッチを行った。



(a) 神戸波（Case3） (b) 青森波（Case4）

図-2 入力波形

3. 実験結果

ケース1の模型の変形状況を図-3に示す。ケース1は加振加速度299galですべり面が発生した。その後、加振段階が進むにしたがって擁壁模型が前面に滑動、傾斜し、裏込め地盤がくさび状に落ち込む様子が見られた。図-3中には土槽側面で観察されたすべり面と裏込め地盤上面で観察された土槽内部のもっとも深いすべり面および

キーワード：重力式擁壁、遠心模型実験、地震

連絡先：〒305-0804 つくば市旭1番地, Tel 0298-64-4969, Fax 0298-64-2576

よび物部・岡部式から求めたすべり面を示している。物部・岡部式は水平震度が0.3の場合を示しており、ケース1に限っては土槽内部のすべり面角度とほぼ一致している。他のケースについては一般に物部・岡部式で求めた角度より実験で観察された角度の方が急であった。また、すべり面は加振段階が進んでいくとはじめより深い位置に新たに形成されていく傾向が見られた。

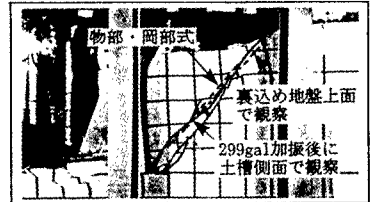


図-3 模型の変形状況 (case1)

加振加速度と擁壁上部の水平変位量の関係を図-4に示す。ここでの加振加速度は正弦波の場合は平均値を、地震波の場合は台加速度が裏込め地盤へ向かう方向の最大値をとっている。また、水平変位量は各加振段階での増分値であり擁壁の高さで除して正規化して表している。正弦波で段階加振したケース1, 2, 5はいずれも300gal程度ですべり面が発生しており、壁面の変位もすべり面の発生を境に大きくなっていることが分かる。一方、地震波で加振したケース3, 4は壁面の変位が少しずつ累積しており、ケース3は542galで、ケース4は497galですべり面が発生したあとも急激な変位の増加は見られなかった。神戸波を用いたケース3と青森波を用いたケース4を比較すると、衝撃型の神戸波の方が変位は小さかった。また、正弦波ではじめから大きい加速度を入力したケース6は段階加振したケース1とほぼ同ライン上に位置しており、このことから段階加振による密度増加および累積変位に伴う変形量への影響は小さいと思われる。

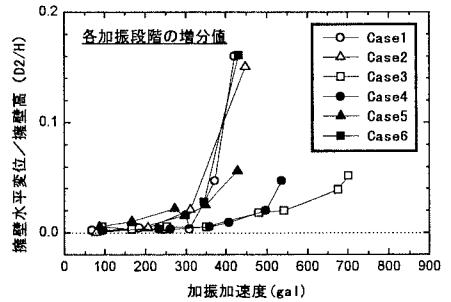


図-4 加振加速度と擁壁上部の水平変位量

ケース1の加振中の土圧分布を図-5に示す。(a)は各加振段階での最大値、(b)は残留値を示す。図-5(b)より加振前は壁面下段の値が計算値（主働土圧）よりかなり小さく、擁壁の変形が進行しない小さい加速度レベルでは漸増成分は増加しないことが分かる。加振段階が進み、擁壁の変位が大きくなりすべり面が発生

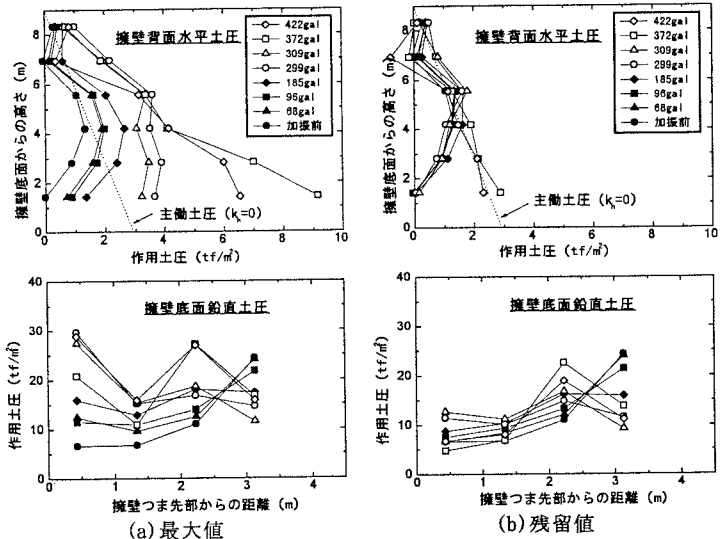


図-5 加振中の土圧分布 (Case1)

するとかかと部分の残留値は急激に増加して、背面側の土圧分布は計算値（主働土圧）に近づいている。図-5(a)より最大値は加振が進むにつれて大きくなっていることから、加振加速度が大きくなると振動成分が増加していくことが分かる。この傾向は、擁壁下段ほど大きくなっている。また、擁壁底面については加振前はかかと部分に近いほど大きい土圧が作用していたが、加振段階が進むにつれて残留値はばらつきは大きいものの横並びになっている。一方、最大値は加振段階が進むにつれてつま先部分に近いほど大きくなっており、振動成分が増加していることが分かる。これらの傾向は他のケースでも見られた。また、擁壁背面および底面に作用するせん断方向土圧はケースごとのばらつきはあるものの加振段階が進むにしたがって振動成分が増加する傾向は鉛直方向の場合と同じであった。

参考文献：1) Matsuo, O. et al.: The dynamic geotechnical centrifuge at PWRI, CENTRIFUGE 98, 投稿中。