

Ⅲ-29 L型擁壁の地震時挙動の振動台実験による検討

愛媛大学工学部 学生員○井上 朋則

愛媛大学工学部 正会員 二神 治

愛媛大学工学部 正会員 岡村 未対

愛媛大学工学部 船津 真弥

1. はじめに

片持ちばり擁壁であるL型擁壁は小規模な土留めにしばしば用いられている。その特徴としては水平外力を受けることで擁壁上部ほど大きくたわみ、縦壁基部にモーメント荷重が集中することが挙げられる。2004年10月23日に発生した新潟中越地震では複数の地点においてL型擁壁の崩壊が確認された(写真-1)。そこで本研究では地震時にL型擁壁に作用する土圧を実験的に検討した。

2. 実験装置

本研究では地震時の土圧を計測するため振動台による模型実験を行った。模型L型擁壁はアルミ製で、たて壁高さ30cm、底板長さ22cm、厚さ2mmである。比較のためアクリル製の重力式擁壁を用いた実験も行った。乾燥状態の珪砂5号を空中落下にて敷き詰め、相対密度約80%の密な地盤を作成した。一面せん断試験の結果、ピーク時および残留時の摩擦角はそれぞれ $\phi_p=52.66^\circ$ 、 $\phi_r=39.61^\circ$ であった。計測器は土圧計、加速度計、レーザー変位計、ひずみゲージを使用した。擁壁と実験装置の概要、各計測器の位置を図-1に示す。

土槽の側面はアクリル板であり、色砂を敷くことによりすべり線を確認できるようにしている。擁壁は砂との接面にサンドペーパーを貼り表面を粗とし、土槽との接面には砂の漏れ出しを防ぐためにスポンジを貼った。土圧計は擁壁に5つ設置し土圧分布を計測した。加速度計は振動台、擁壁、地盤内の計7ヶ所に設置し、擁壁の上部と下部の水平変位はレーザー変位計を用いて計測した。L型擁壁にはひずみゲージを貼付し、基部のひずみも測定した。なお、ノイズを処理するために土圧計の計測データにはローパスフィルターをかけた。

L型擁壁は2回の加振を行った。まず周波数5Hz、加速度振幅350galの正弦波で加振を行い、その後7Hz、900galの加振を行った。重力式擁壁については、まず3Hz、150galで加振し、その後徐々に周波数と加振度振幅を上げながら、擁壁が大きく滑動するまで計7回加振した。最後の加振では周波数と加速度振幅は5.66Hzと450galであった。

3. 実験結果及び考察

L型擁壁模型の計測値の時刻歴の一部を図-2に、7Hz加振後の模型の状況を写真-2に示す。写真-2より、たて壁は大きくたわみ、すべり線が擁壁天端から約20cmの位置まで入っていることがわかる。7Hz加振終了後には擁壁天端は35mm以上と大きく水平変位しており、土圧、水平変位、ひずみはともに残留していた。そのことから加振終了後においても擁壁は主働くさびによって土圧を受け続けていることがわかる。

図-3は加振による水平方向の加速度と重力加速度の比で定義される水平震度を横軸に、すべり面より上



写真-1 崩壊したL型擁壁 (新)

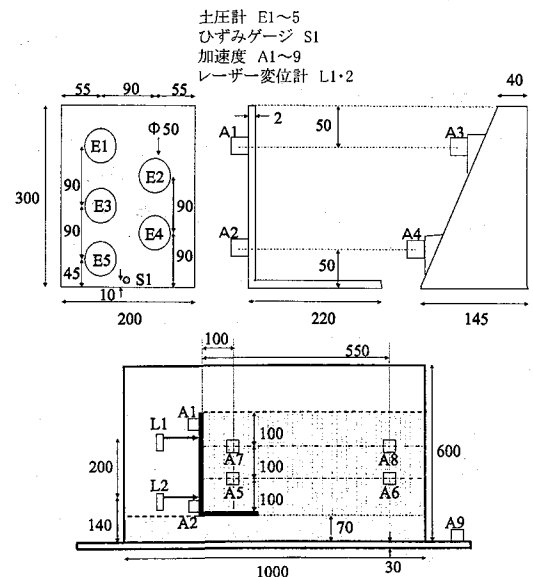


図-1 擁壁・実験装置概要

部で計測した土圧を土被り圧で除すことで得られた土圧係数の平均値を縦軸としてデータをプロットしたものである。また、図には重力式擁壁の水平変位もあわせて示してある。

重力式擁壁は水平震度が0から0.3までの間、水平変位はほとんどなく、土圧は増加している。水平震度が0.3を超えたあたりから水平変位は急増し、土圧係数はほぼ一定値となっている。この現象は擁壁に作用する水平方向の力のつり合いを考えることにより説明ができる。すなわち、図-4に示すように重力式擁壁に作用する力は縦壁が受ける土圧、底版の摩擦力、擁壁の慣性力の3つであり、摩擦力が慣性力と土圧の合力とつり合いの状態であれば擁壁は静止し、慣性力と土圧が増加し最大発揮しうる摩擦力を上回ると擁壁は滑動し、加振する震度がそれ以上増加しても土圧は増加せず、むしろ慣性力が増加する分だけ減少する。

これに対しL型擁壁は水平震度の増加に伴い土圧も増加している。また、図-2より水平震度が増加しても擁壁底面の水平変位はほとんどない。これは重力式擁壁と違いL型擁壁は縦壁がたわむことにより復元力が発生するためである。つまり、今回の実験のように底面でのすべりが発生しなければ、擁壁が弾性的な挙動をするかぎり土圧は増加する。したがって写真-1のように根入れされているなど、底板の水平変位が生じない場合には、地震による強い加振を受けるとL型擁壁には大きな土圧が作用し、破壊に至るものと考えられる。

4. まとめ

今回の実験ではL型擁壁は底面での滑動は生じなかったが、重力式擁壁のように滑動が生じればたて壁に作用する土圧は頭打ちになり、逆に滑動が生じなければ大地震時には非常に大きな土圧が作用することがわかる。

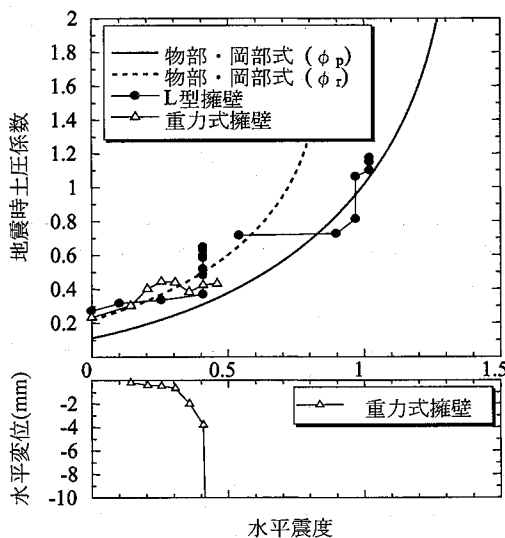


図-3 地震時土圧係数

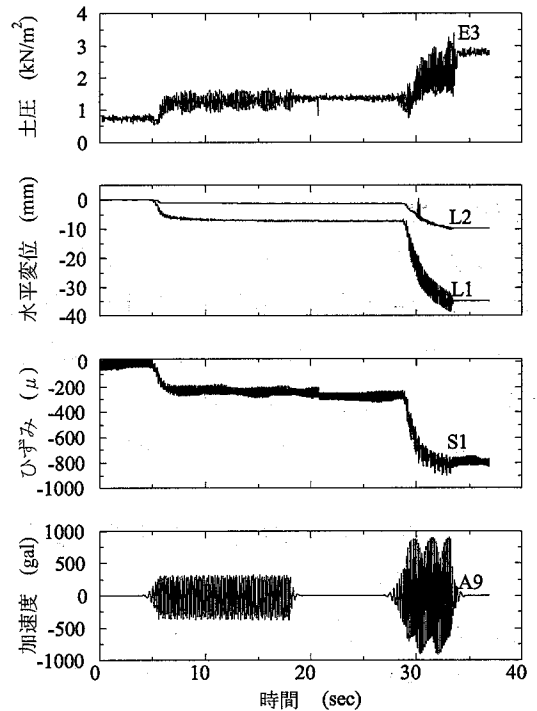


図-2 L型擁壁振動台実験時刻歴

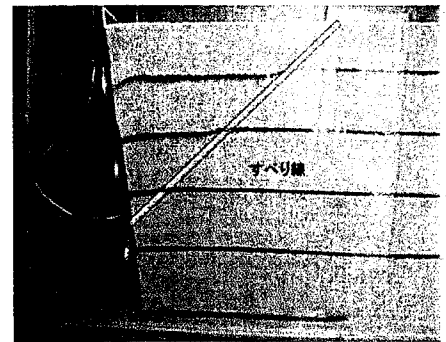


写真-2 7Hz加振後土槽側面

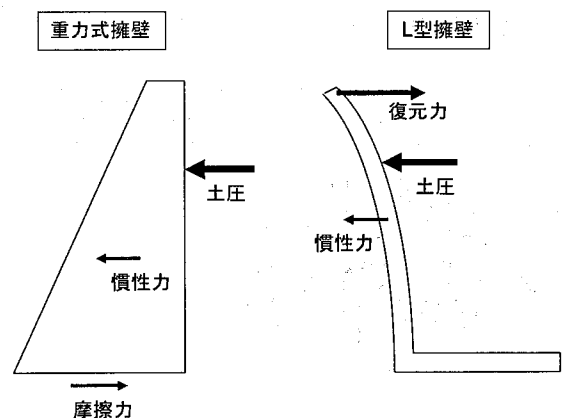


図-4 加振時擁壁に作用する水平方向の力