

水平・鉛直同時加振による L 型擁壁の動的挙動

防衛大学校 正会員 ○篠田 昌弘
防衛大学校 正会員 宮田 喜壽

1. はじめに

一般的に地盤構造物の設計では、鉛直地震動の影響は小さいとして積極的に取り扱われてこなかった。しかしながら、2000 年以降に発生した地震（鳥取県西部地震、新潟県中越自身、岩手・宮城内率地震、東北地方太平洋沖地震、熊本地震等）においては、水平加速度と同等の鉛直加速度が観測されており、地盤構造物の動的挙動に対して、鉛直方向の地震作用の影響を検討する必要がある。本研究では、L 型擁壁に対して水平加速度と鉛直加速度の位相を変化させて、振動台による加振実験を実施して、水平加速度と鉛直加速度の位相差によって、L 型擁壁の変形特性に影響を与えるか調べた。

2. L 型擁壁の加振実験

(1) 実験概要

加振実験に用いた土槽は幅 1000 mm、高さ 750 mm、奥行き 300 mm であり、側面から撮影できるように全面に強化ガラスを使用した。図 1 に示す L 型擁壁（高さ 500 mm、フーチング幅 383mm、奥行き 290mm）を厚さ 50mm の基礎地盤上に設置して、相対密度 90% で背面地盤を作成した。地盤作成には多重ふるい落下装置を用いた。使用した地盤材料は気乾状態の珪砂 6 号（Gs = 2.64, $e_{max} = 0.924$, $e_{min} = 0.588$ ）である。PIV による画像解析のため、白と黒の珪砂を 1:1 の割合で混ぜた。

(2) 加振条件

図 2 に本加振実験で用いた加振波形と対応する慣性力の向きを示す。入力波は正弦波を使用することとして、水平動のみの加振と、水平動と鉛直動を同時に入力する加振とした。最大加速度は水平・鉛直方向とも 800Gal とした。水平動と鉛直動を同時に入力する場合には、位相差を変化させることで、慣性力の向きを制御した。

(3) 試験結果

図 3 に水平方向加振時の L 型擁壁に作用する土圧増分ベクトル、擁壁天端の水平・鉛直加速度時刻歴、L 型擁壁の上下部水平変位の時刻歴を示す。L 型擁壁前面方向に慣性力が作用（B→D）すると、L 型擁壁フーチング底面の土圧が大きく増加して、擁壁天端の水平加速度と水平変位が増加していることが分かる。L 型擁壁

キーワード L 型擁壁, 振動台実験, 位相特性

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 Tel: 046-841-3810

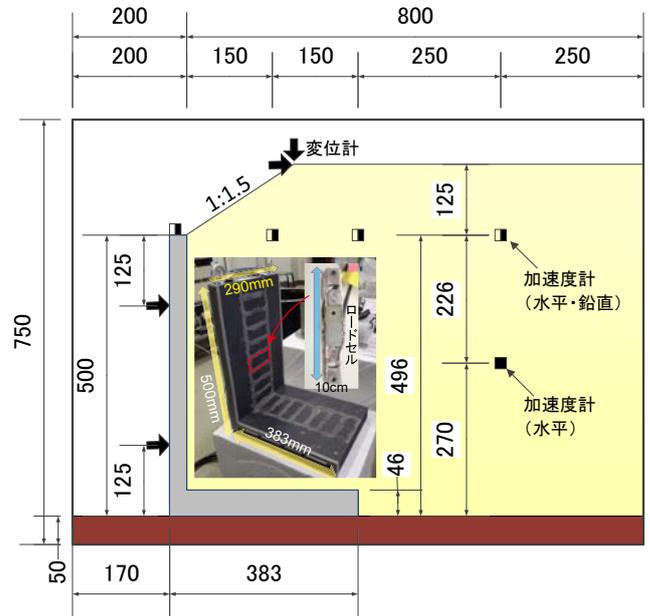


図 1 L 型擁壁模型 (単位:mm)

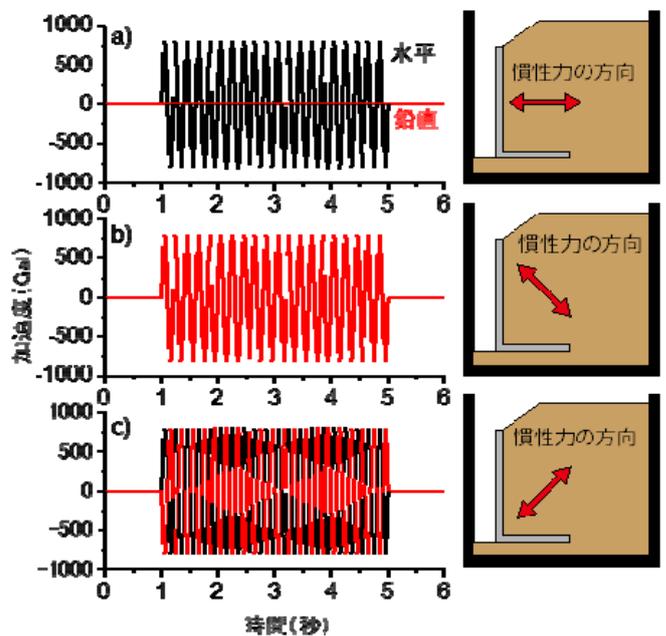


図 2 水平・鉛直方向の加振波と慣性力の向き： a)水平加振のみ, b)同位相, c)逆位相。正弦波の最大加速度 800Gal, 周波数 5Hz, 波数 20 波。

に水平変位が発生し始める時点は、図の B 点付近であり、この辺りから擁壁天端の水平加速度が増加している。擁壁天端の水平加速度は、振動台の水平加速度よりも小さく、地盤の変形に伴い加速度応答が小さくなっている。L 型擁壁の水平変位の時刻歴から、変形モードは転倒モードと滑動モードであることが分かる。

図 4 に水平・鉛直同位相加振時の L 型擁壁に作用する土圧増分ベクトル、擁壁天端の水平・鉛直加速度時刻歴、L 型擁壁の上下部水平変位の時刻歴を示す。L 型擁壁前面斜め上方向に慣性力が作用 (B→D) すると、L 型擁壁フーチング底面の土圧が小さくなり、L 型擁壁の滑動に伴いフーチングつま先部に土圧が集中することが分かる。L 型擁壁天端の加速度は、水平方向加振と同じ傾向にあるが、水平・鉛直同時加振の場合には、擁壁天端の水平方向加速度が大きく減少した。L 型擁壁の水平変位の時刻歴から、L 型擁壁の変形モードは滑動であることが分かる。

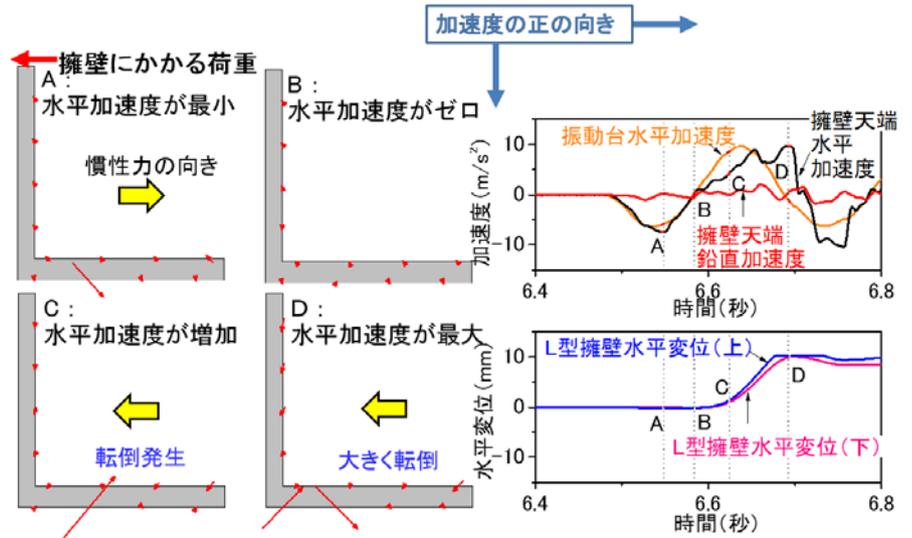


図 3 L 型擁壁模型の動的挙動 (水平方向加振時)

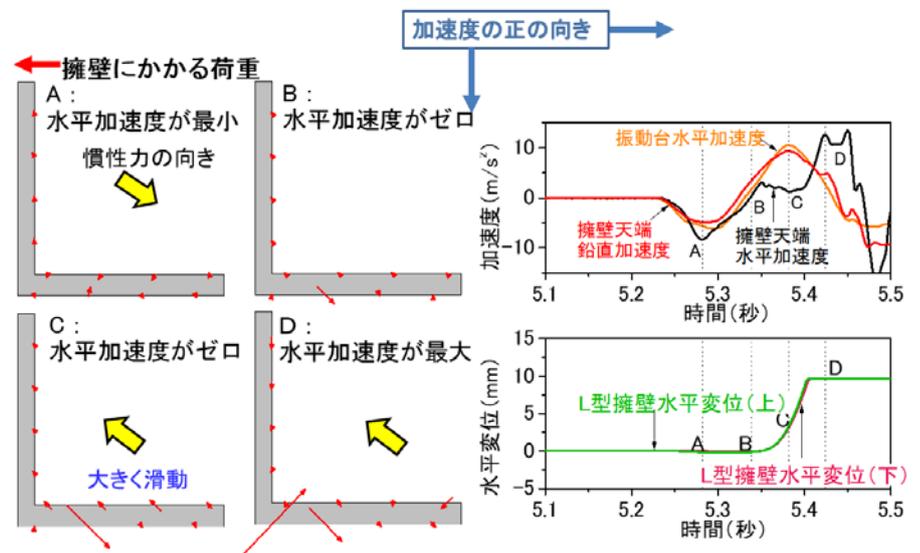


図 4 L 型擁壁模型の動的挙動 (水平・鉛直同位相加振時)

図 5 に L 型擁壁加振時の PIV 解析による速度分布図を示す。L 型擁壁の耐震設計では仮想背面を仮定して力の釣り合いから安定性を照査するが、PIV 解析より仮想背面とすべり線が明確に把握することができた。

3. まとめ

本研究では、L 型擁壁に対して水平加速度と鉛直加速度の位相を変化させて、振動台による加振実験を実施して、水平加速度と鉛直加速度の位相差によって、L 型擁壁の変形特性に影響を与えるか調べた。その結果、水平加速度と鉛直加速度の位相差によって、L 型擁壁の変形モードが異なることが分かった。また、L 型擁壁の加振実験に PIV による画像解析を適用し、L 型擁壁の加振時の挙動を把握できることを示した。今後は、様々な抗土圧構造物や加振波の位相特性を用いた加振実験を実施していく予定である。

謝辞：実験の準備と実施に関しては、防衛大学校学生の筒井健司君に協力を得ました。本研究は JSPS 科研費 17H03309 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

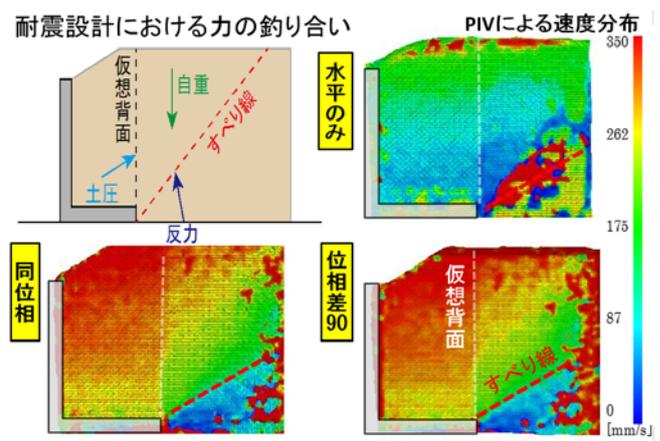


図 5 L 型擁壁加振時の PIV 解析による速度分布