

大型振動台実験による直立式およびもたれ式蛇籠擁壁の地震時破壊形態の比較

佐賀大学工学部 学生会員 ○松田 衛 佐賀大学 正会員 末次 大輔
 防災科学技術研究所 正会員 中澤 博志 高知大学 正会員 原 忠
 高知大学大学院 学生会員 田所佑理佳 高知大学 学生会員 柴原 隆
 CPC 正会員 西 剛整 エイト日本技術開発 正会員 栗林健太郎

1. はじめに

ネパール国では蛇籠を使った土木構造物が本施工として数多く使用されている。2015年4月25日に発生したネパール・ゴルカ地震, ならびに地震後の豪雨により多くの蛇籠構造物が被害を受け, 特に山間部では斜面崩壊に起因する道路閉塞が多発した。著者らのグループはカトマンズから中国国境を結ぶアラニコ・ハイウェイの蛇籠構造物を対象に地震被害調査を行って蛇籠の積み方や被災形態を整理し, 蛇籠擁壁の地震時安定性の解明や, 統一した施工方法の確立の必要性を示した¹⁾。本研究では蛇籠擁壁の地震時の破壊形態を明らかにすることを目的に, 実物大の蛇籠擁壁の振動破壊実験を行った。本論文では, 直立式3段積み擁壁ともたれ式3段積み擁壁の破壊形態の違いについて述べる。

2. 研究方法

本研究では, 防災科学技術研究所所有の振動台を用いて, 実物大の直立式蛇籠擁壁 (以下, 直立式) ともたれ式蛇籠擁壁 (以下, もたれ式) の地震時破壊形態を比較した。実験には蛇籠網 (1m×1m×1m), 中詰め材 (平均粒径 20cm), まさ土 ($\rho_s=2.66\text{g/cm}^3$, $D_{50}=1.7\text{mm}$, $w=7.5\%$) を使用した。もたれ式は蛇籠を一段毎に 20cm ずつ後方にずらす階段積みである。背後地盤は振動コンパクトを用いて 5 往復の転圧を行った。加振時の蛇籠と地盤挙動を測定するために加速度計と変位計を以下の図-1 に示す位置に設置した。振動台実験の加振条件は加速度の異なる 3Hz の正弦波を 4 段階で入力した。1 回目は 50Gal を目標に加振し, 2 回目は 100Gal, 3 回目は 150Gal, および 4 回目に 200Gal とした。

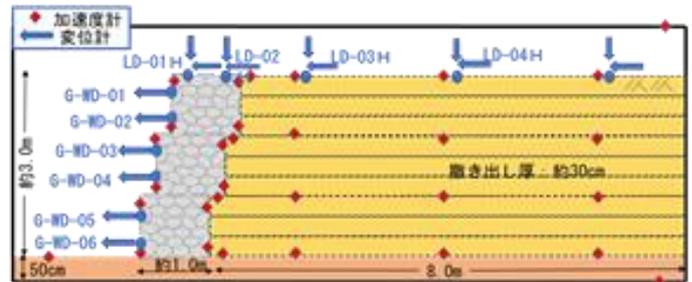
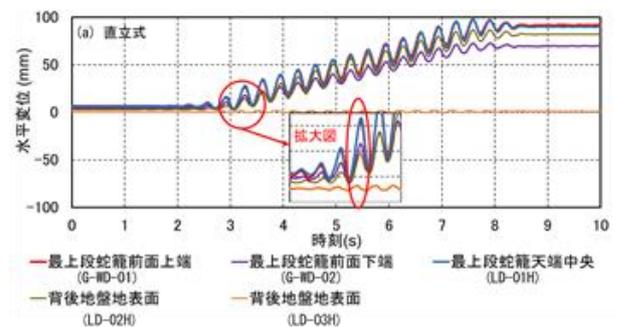


図-1 振動台実験モデル断面図 (もたれ式)

3. 実験結果と考察

(1) 加振時の蛇籠擁壁の動的挙動

100Gal 加振時における直立式ともたれ式の最上段の蛇籠天端と前面の水平変位, ならびに背後地盤表面の水平変位の時刻歴を図-2 に示す。直立式の場合は正の変位が徐々に累積して増加している。このことから蛇籠が傾いて蛇籠近傍の地盤が破壊したことが読み取れる。これは蛇籠擁壁と背後地盤との間に位相差が生じたことが原因と考えられる²⁾。もたれ式の場合でも背後地盤の破壊が生じた。蛇籠擁壁と背後地盤との間で位相差が生じているものの, 直立式に比べて加振中の累積水平変位量は小さいため破壊の規模は小さい。また, もたれ式では最上段の蛇籠天端前方 (LD-01H) が負の方向に変位していることから最上段の蛇籠が水平方向に約 100mm 圧縮していることがわかる。これは最上段の蛇籠が拘束されていないことや, 加振中に崩壊した背後地盤の土塊が蛇籠を前方に向かって押したことが原因として考えられる。



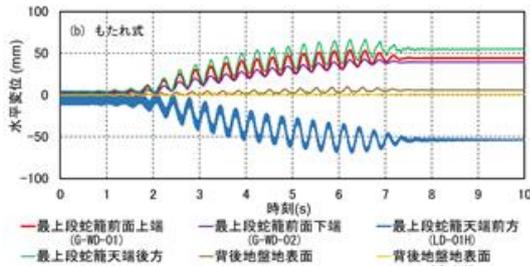


図-2 100Gal 加振時における蛇籠と地盤の水平変位の時刻歴データ

(2) 加振後の蛇籠擁壁の変形と背後地盤の破壊状況

加振終了時の蛇籠前面の水平変位の深度分布を図-3 に示す。もたれ式の場合は 20cm セットバックさせた点をゼロ (原点) として、各加振段階終了時における蛇籠の水平変位量を示している。もたれ式及び直立式ともに上段の蛇籠ほど大きく前方に変位していることが分かる。直立式は 3 段階目加振から擁壁が大きく変位しているが、もたれ式の場合は直立式に比べ擁壁の変位は小さい。最終的には、直立式においては前に倒れこむ形状に変形するが、もたれ式は初期状態よりも前傾するものの、セットバックした状態を維持したことがわかる。

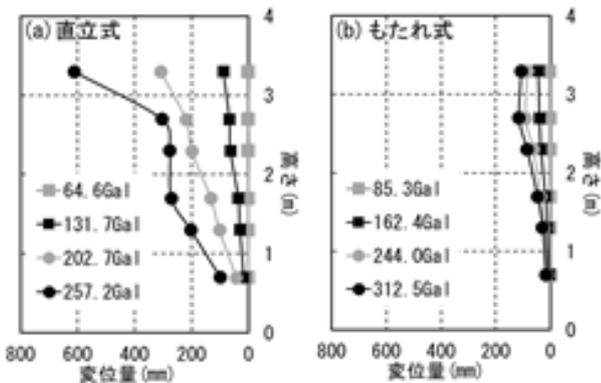


図-3 加振終了時の蛇籠前面の水平変位 (G-WD-01 ~ G-WD-06)

加振終了時の蛇籠擁壁と背後地盤の加振後の断面座標データを図-4 に示す。また、加振終了時の蛇籠擁壁近傍の地盤の崩壊の様子を写真-1 に示す。直立式は蛇籠擁壁と背後地盤との間にクラックが発生して蛇籠擁壁が前面に倒れこみ、背後地盤は広い範囲で大きく沈下していることがわかる。一方、もたれ式の場合もクラックが発生し擁壁背後地盤も沈下しているが、直立式に比べその量は小さい。

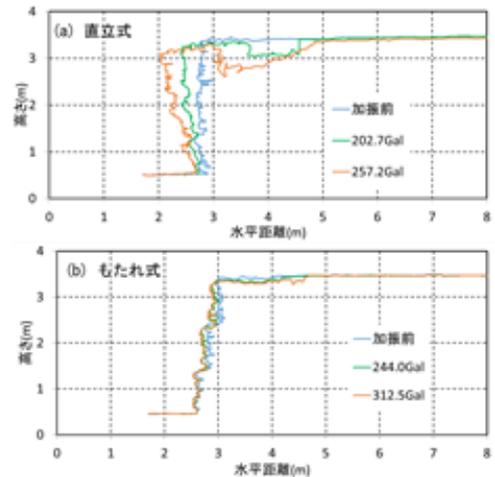


図-4 加振後の断面座標データ



写真-1 加振終了後の蛇籠擁壁近傍の地盤崩壊およびクラック発生箇所 (写真左: 直立式 写真右: もたれ式)

4. まとめ

もたれ式の蛇籠擁壁では、地震時に背後地盤の間に位相差が生じ、擁壁背後地盤においてクラックの発生や沈下が発生するものの、その規模は直立式に比べ小さかった。また、蛇籠擁壁の変形や前傾は極めて小さいことがわかった。よって、蛇籠擁壁はもたれ式にすることによって、地震時の安定性を高めることができるといえる。

謝辞: 本研究は日本学術振興会科学研究費補助金 (基盤 B (一般) 16H04413 および (海外学術調査) 16H05746) により実施されたものです。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 中澤, 他: 2015 年ネパール・ゴルカ地震における蛇籠構造物に関する被害調査～その 2 蛇籠実態調査～, 第 51 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp. 1659-1660, 2016.9.
- 2) 松尾, 他: 振動台実験による直立蛇籠擁壁の地震時破壊形態の解明, 土木学会西部支部研究発表会, pp. 331-332, 2017.3.