

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

佐賀大学工学部	学生会員	○松尾 光流	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	エイト日本技術開発	正会員	栗林健太郎
CPC	正会員	西 剛整	九州大学	正会員	ハダカ ハマナ

1. はじめに

ネパール国では、2015年4月25日のネパール・ゴルカ地震、地震後の豪雨により土木構造物や建築物の多くが被害を受けて山間道路では道路閉塞が多発した。ネパール国では蛇籠を使った土木構造物が多く、今回の地震による蛇籠構造物の被災形態調査が行われた。蛇籠擁壁は主に直立、階段の2種類の積み方があり、はらみ出しで止まっているケースと崩壊に至ったケースが確認されている¹⁾。蛇籠の利用はその施工性や経済性の観点よりネパール国に適した工法であると考えられる。以上から、中詰め材の詰め方や変形メカニズムを考慮した、蛇籠擁壁の適切な設計・施工法の確立が必要と考えた。本研究では、実物大の直立3段積み蛇籠擁壁を大型土槽内に施工し、地震後の破壊形態を明らかにするため、振動実験を実施した。本文では振動台実験の結果について報告する。

2. 振動台実験の概要

本研究では、防災科学技術研究所の大型耐震実験施設を使った振動台実験を実施し、蛇籠擁壁と背後地盤の破壊状況の考察を行った。

実験には蛇籠網 (1m×1m×1m)、蛇籠中詰め石 (平均粒径 20cm)、および蛇籠擁壁背後地盤にまさ土 ($\rho_s=2.66\text{g/cm}^3$, $D_{50}=1.7\text{mm}$, $w=5.2\%$) を使用した。背後地盤は転圧機械 (振動コンパクタ) を用い、転圧回数5回で締固め度 D_r が90%となるよう締固め施工を行った。また、加振時の蛇籠擁壁と背後地盤の動的挙動を計測するため、加速度計と変位計を図-1に示すよう設置した。振動台実験の加振条件は段階的に加速度を増加させることとし、1段回目は正弦波 3Hz、50Gal を目標に加振し (振動台応答値で最大 65Gal)、以降、目標加速度を 100Gal (振動台応答値 132Gal)、150Gal (振動台応答値 203Gal) および最終的に 200Gal (振動台応答値 257Gal) とし、4回の加振を行った。

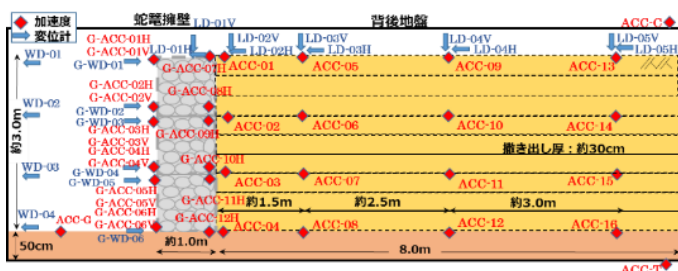


図-1 振動台実験モデル断面

3. 実験結果と考察

(1) 加振時の動的挙動

1段回目の加振では、蛇籠天端の水平変位が最大で4mm弱、蛇籠近傍における背後地盤の水平変位は2mm以下であり、蛇籠から離れた位置では1mm以下で殆ど変形は生じていなかった。

加振2段回目における最上段の蛇籠天端、最上段上面の中心の変位ならびに背後地盤地表面の変位の時刻歴を図-2に示す。蛇籠 (変位計: G-WD-01, LD-01H) ならびに蛇籠背後地盤 (変位計: LD-02H) で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きはじめ、蛇籠近傍の地盤が破壊したことが読み取れる。また、加振直後から、蛇籠より離れた地点の地表面変位 (LD-03H~LD-05H) と蛇籠との間に位相差が生じており、これが地盤の破壊を生じさせた原因と考えられる。

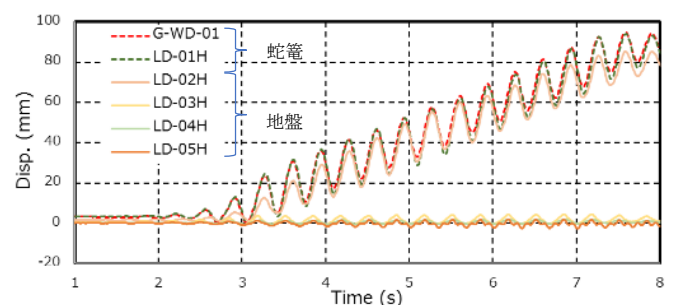


図-2 加振2回目における変位の時刻歴データ

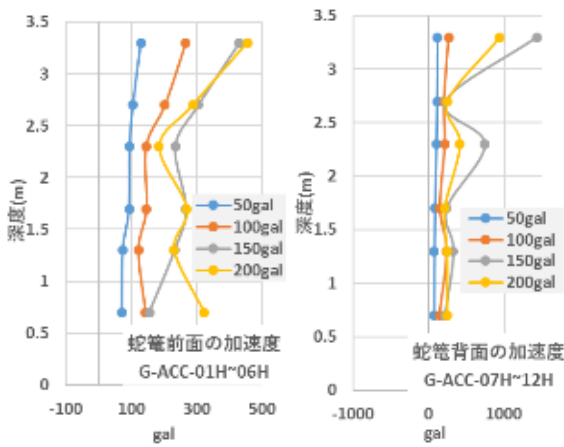


図-3 蛇籠前背面における最大加速度の深度分布図

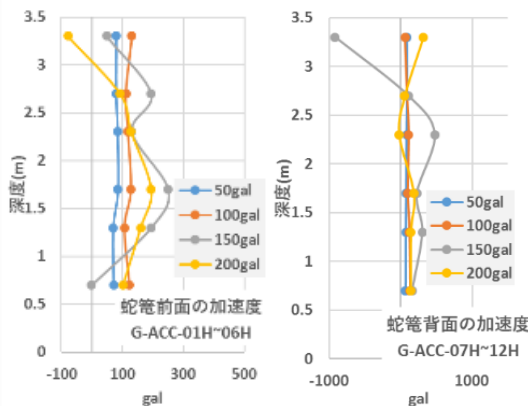


図-4 天端加速度最大時の蛇籠前背面における加速度の深度分布図

蛇籠前面 (G-ACC-01H~G-ACC-06H) ならびに背面 (G-ACC-07H~G-ACC-12H) で生じた最大加速度の深度分布を図-3 に示す。蛇籠背面では、200gal 入力時よりも 150 Gal 入力時が大きな加速度を示している。150Gal 入力時に背後地盤が大きく変形、崩壊した際の土塊による影響が考えられる。

土槽 (天端) で最大加速度が発生した時の蛇籠前面 (G-ACC-01H~G-ACC-06H) ならびに背面 (G-ACC-07H~G-ACC-12H) の加速度分布を図-4 に示す。蛇籠前面と背面で加速度分布の傾向の異なりが見られる。蛇籠のせん断変形に伴う蛇籠中詰め材の移動による影響があったものと推察される。また、天端加速度最大時に蛇籠の加速度が最大値でないのは天端と蛇籠とで位相差が生じたことが原因であると考えられる。

(2) 加振後の蛇籠、背後地盤の変形状況

実験終了後の蛇籠の変形状況を写真-2 に示す。加

振後の蛇籠の変形は 1 段目が 20cm, 2 段目が 10cm ほど潰れていた。傾きは約 18 度傾いていたが崩壊には至らず自立していた。各加振段階における加振終了後の地表面変位を図-5 に示す。150Gal までは、全体的に 2cm 程度の沈下に留まっている。200Gal では、背後地盤が全体的に沈下したが、蛇籠擁壁が前面に大きく変形し、これに伴う背後地盤の崩壊により、蛇籠から 1m 離れた箇所での測定が不能であった。



写真-2 実験後の蛇籠の傾き

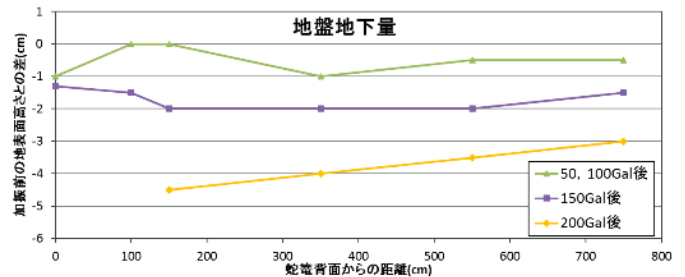


図-5 各加振後における背後地盤沈下量

4. まとめ

直立 3 段の蛇籠擁壁は地震動が大きくなるにつれたわみ、傾斜するが、200Gal までの地震動では崩壊には至らず自立できることが明らかになった。また、背後地盤と蛇籠との位相差により、蛇籠に変形が生じ背後地盤では主働破壊が生じることがわかった。

本研究の一部は、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) によるものである。関係者各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 中澤博志: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, pp. 1659-1660, 2016.