

実大振動台実験による蛇籠擁壁の耐震性評価 その2—挙動と残留変位—

蛇籠擁壁
実大振動台実験
振動特性

高知大学 国際会員 原 忠, 学生会員 ○柴原 隆, 学生会員 田所 佑理佳
防災科学技術研究所 国際会員 中澤 博志, 佐賀大学 国際会員 末次 大輔, 非会員 松田 衛
(株)エイト日本技術開発 正会員 栗林 健太郎, 正会員 木村 瞬
(株)CPC 正会員 西 剛整, (株)大旺新洋 正会員 下村 昭司
(株)松井金網工業 非会員 三好 克明

1.はじめに

ネパール国では、各種の土木インフラに蛇籠が積極的に利用されている。2015年ネパール・ゴルカ地震発生後に蛇籠構造物を対象とした現地調査を実施し、地震による蛇籠の被災形態の現状や、経験的な知見に頼った設計、施工の実態を確認した^{1), 2), 3), 4)}。

筆者らは、開発途上国に適応可能な耐震性に優れた蛇籠擁壁を提案するためネパール国で利用が盛んな直立擁壁について積層構造と耐震性の関係を把握することを目的に実大振動台実験を実施した⁵⁾。その2では、直立一列擁壁(Case1)と直立二列擁壁(Case2)の実大振動台実験結果から地震動に伴う擁壁の挙動とせん断剛性および加振終了後の変形量について比較し、蛇籠擁壁の積層構造の相違が振動特性や加振後の変形に与える影響を評価したので報告する。

2.実験結果

(1) 地震動による蛇籠擁壁と背面土の挙動

図1、図2に模型実験の計測器の設置個所を断面図で示す。その1で示した目標加速度100Galにおいて、いずれのケースも背面土天端にクラックが発生していることを確認した。その段階での各地点の水平変位の時刻歴を示したもののが図3である。この図では、蛇籠擁壁最上部(図1,2中のG-WD-01)、蛇籠擁壁最上部の中心(図1,2中のLD-01H)および背後地盤地表面の水平変位(図1,2中のLD-02H~04H)を示している。Case1では、蛇籠擁壁および蛇籠近傍の背面土で水平変位が前方へ徐々に累積しており、蛇籠が傾き始めたことが確認できる。これは加振直後から蛇籠より離れた地点の地表面変位(図3中のLD-03H~LD-05H)が伸縮側と圧縮側に逆転する180度の波動の位相差が生じ、地盤の滑り破壊を引き起こしたことによると推察される⁶⁾。一方、Case2は蛇籠近傍の背面土(図3中のLD-03H)でクラックが生じたことによる急激な変位の増加が確認できる。またCase1と比較し水平変位の累積は小さく、波動の逆転が見られないことから位相差が生じていないことが確認された。

(2) 蛇籠擁壁のせん断剛性

蛇籠擁壁のせん断剛性率を得るために、実験時の応答加速度からせん断剛応力 τ を求めた。ここでは蛇籠擁壁が剛体を示していると仮定し、下式によりせん断応力を算出した。

$$\tau = \gamma \cdot z \cdot a \quad \cdots (1)$$

ここに、 τ :せん断応力、 γ :蛇籠擁壁の単位体積重量(kN/m^3)、 z :蛇籠擁壁の高さ(m)、 a :蛇籠擁壁天端の加速度計の値(Gal)である。Case1の単位体積重量は全蛇籠単体9個の合計147.61kNから施工後の蛇籠擁壁を累算した寸法9.58m³より15.11kN/m³とし、同様に算出したCase2は15.08kN/m³である。加速度は蛇籠擁壁の天端加速度計から得られた値を代表加速度とし、せん断ひずみ γ は、蛇籠天端付近に設置したワイヤー変

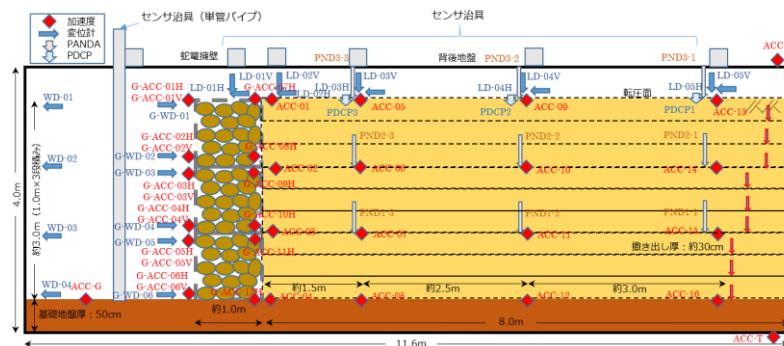


図1 直立一列擁壁の断面図

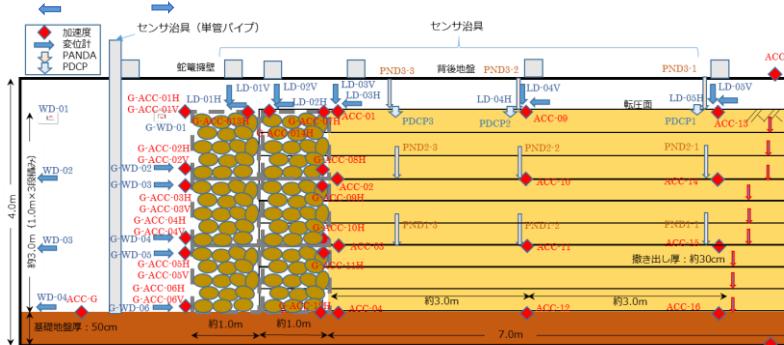


図2 直立二列擁壁の断面図

Evaluation on earthquake resistance for retaining wall using gabions by full scale shaking table tests.
Part2. Confirmation of behavior and residual displacement

Nakazawa Hiroshi, NIED
Hara Tadashi, ZhangHao, TadokoroYurika, ShibaharaRyu, Kouchi University
Suetsugu Daisuke, Matsuda Mamoru, Saga University
Kurabayashi Kentarou, Kimura Shun, Eight-Japan Engineering Consultants Inc.
Nishi Tsuyoshi, Construction project consultants, inc.
Miyoshi Katsuaki, Matsui Wire Netting Industry Co., Ltd.
Shimomura Shouji, Daioh Shinyo Co., Ltd.

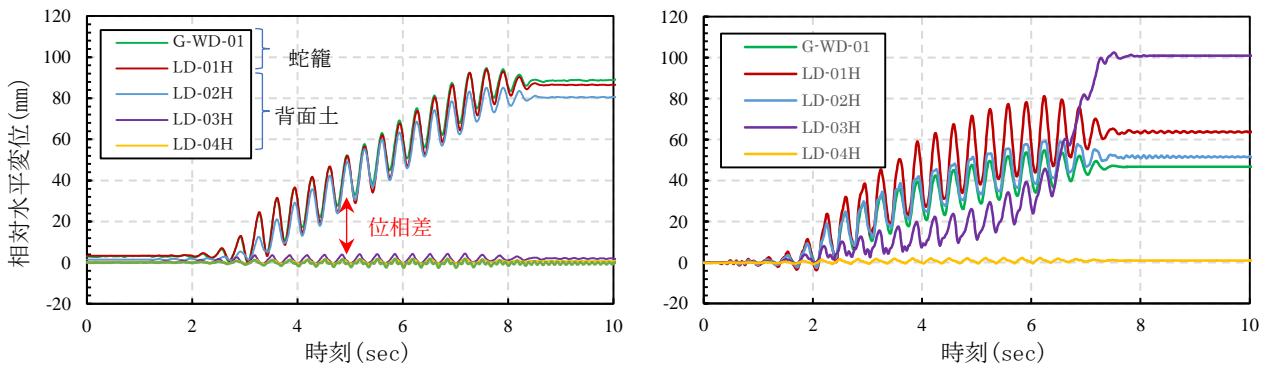


図3 擁壁および背後地盤地表面の水平変位の経時変化（左：Case1, 右：Case2）

位計の値を加振前後に測量した擁壁高さから推定した各加振段階の高さで除して求めた。せん断剛性率 G は各加振の1, 5, 10, 15, 20波目を抽出し、各せん断応力の片振幅を各せん断ひずみの片振幅で除して推定した。

図4に第1加振（目標加速度 50Gal）における20波目までのせん断剛性一片振幅せん断ひずみ曲線を示す。繰返し載荷回数の増加に伴うせん断剛性の低下傾向は両ケースとも概ね類似しているが、載荷初期段階における1, 5波目までのせん断剛性は、Case2 がやや大きくなっていることが確認できる。

(3) 加振後の蛇籠擁壁の残留変位

加振前の蛇籠を原点として、両ケースの背後地盤近傍でクラックおよび崩壊が生じた第2加振後（目標入力加速度 100Gal）と最終加振後（目標入力加速度 200Gal）における擁壁前面の変形の様子を図5に示す。第2加振後では、Case1の前傾が僅かに大きくなっているものの、両ケースの擁壁における前面側への水平変位の差は最大で約40mmと大差はない。最終加振後のCase1では、擁壁近傍1.1mの範囲で背後地盤が崩壊し、これに伴う受働土圧の減少から擁壁天端の水平変位が加振段階毎に進展し780mmに達した⁷⁾。一方、Case2は、擁壁近傍の小規模な崩壊と複数のクラックは見られたが、擁壁天端の水平変位は130mmと約6倍の変形抑制効果が確認された。さらに、18°前傾した⁷⁾ Case1に対して Case2 では3°に抑制され地震動に対する擁壁の安定性が確認された。

3.まとめ

一連の振動台実験結果から直立擁壁の積層数を二列配置することで壁体として重量が増加し、さらに重心が背面部側へ下がったことで地震動に対する抵抗が増加したと推察される。これにより最終加振後における擁壁天端の水平変位は直立二列擁壁が直立一列擁壁に対して、約6倍の変形抑制効果が確認された。引き続きその3では、背面に盛土を有さない蛇籠擁壁に対する振動特性と、背面部圧の影響について静的解析した結果を報告する。

謝辞

本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（基礎研究B（一般）16H04413 および基礎研究B（海外学術調査）16H05746）の助成を受けたものです。関係者各位に謝意を表します。

【参考文献】1)原他：2015年ネバール・ゴルカ地震における蛇籠の利用実態と被害傾向に関する調査～その1調査概要～、第51回地盤工学研究発表会、pp.1657-1658、2016。2)栗林他：2015年ネバール・ゴルカ地震における蛇籠の利用実態と被害傾向に関する調査～その4蛇籠中詰め材の施工方法～、第51回地盤工学研究発表会、pp.1663-1664、2016。3)中澤他：2015年ネバール・ゴルカ地震における蛇籠の利用実態と被害傾向に関する調査～その2蛇籠実体調査～、第51回地盤工学研究発表会、pp.1659-1660、2016。4)末次他：2015年ネバール・ゴルカ地震における蛇籠の利用実態と被害傾向に関する調査～その3蛇籠中詰め材の物理的性質～、第51回地盤工学研究発表会、pp.1661-1662、2016。5)田所他：蛇籠を用いた道路擁壁の耐震性評価に関する実大規模振動台実験（その1）～実験概要～、第52回地盤工学研究発表会、pp.1555-1556、2017。6)末次他：蛇籠を用いた道路擁壁の耐震性評価に関する実大規模振動台実験（その2）～加振実験～、第52回地盤工学研究発表会、pp.1557-1558、2017。7)臼倉他：蛇籠を用いた道路擁壁の耐震性評価に関する実大規模振動台実験（その3）～残留変形の評価～、第52回地盤工学研究発表会、pp.1559-1560、2017。

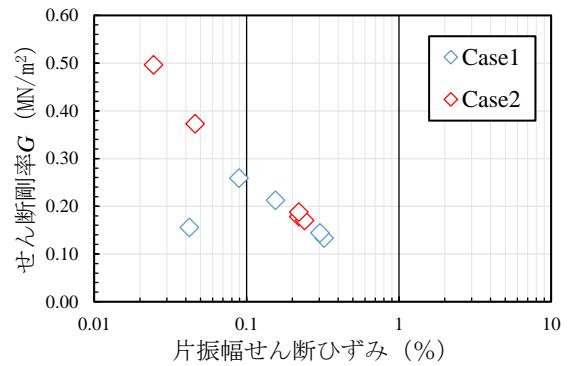


図4 せん断剛性一片振幅せん断ひずみ曲線

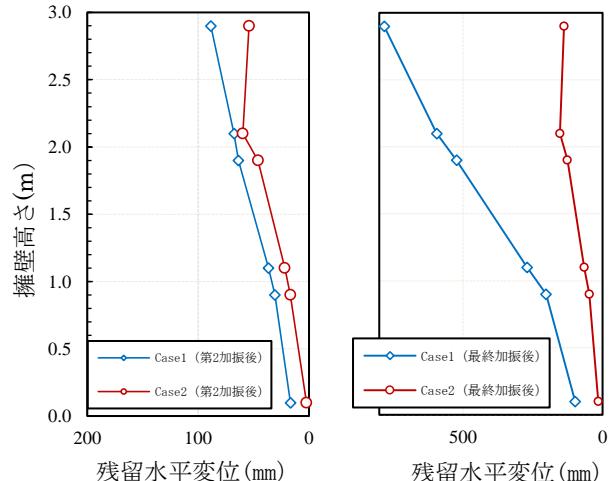


図5 蛇籠擁壁の加振段階による残留変位