蛇籠擁壁の耐震性に関する実大実験および安定性評価(その1) 一残留変形の概要--

防災科学技術研究所 正会員〇中澤 博志,高知大学 正会員 原 忠,佐賀大学 正会員 末次 大輔 CPC 正会員 西 剛整, 松井金網工業 非会員 三好 克明, 大旺新洋 正会員 下村 昭司 エイト日本技術開発 正会員 臼倉 和也,栗林 健太郎,木村 瞬,高知大学 学生会員 柴原 隆 日特建設 正会員 田所 佑理佳,国交省北陸地方整備局 非会員 松田 衛

1. はじめに

2015 年ネパール・ゴルカ地震では、各種構造物に被害が確認されたが、中山 間地域では蛇籠構造物が高い屈撓性を発揮し、機能を維持した例も確認された 1). そこで、蛇籠構造物被害調査結果 2)に基づき、現地に多く存在する蛇籠を用 いた道路擁壁の耐震性評価のための実大規模振動台実験を3ケース実施した.本 報では、擁壁の残留変形に着目し実験結果概要を述べ、その2において、試行く さび法による安定性評価結果、その3



2. 蛇籠構造物の特徴

蛇籠は、高い屈撓性・透水性、材料 入手,工期や運搬や撤去,自然材料の н2 活用等に優れ、国際的には、土木工事 -

に幅広く利用されている. 図-1 は, 地震後に実施した ネパール・アラニコハイウェイ沿線における現地調査結果

(115ヶ所)を示しているが、約半数は擁壁として蛇籠が 用いられている. また, 図中に, A, B および C と数字が 示されているが、それぞれ、健全(無被害)、孕み出し相 当および崩壊として、蛇籠構造を集計したものである.こ れによると, 擁壁に関し, 原因が明確ではないものの, 半 数以上は孕み出し以上の損傷や被害を受けていることが 分かる. また, その構造は, 幅, 高さおよび奥行きが概ね 100cmの単体を3段積みするケースが最も多かったため, この構造を基本に実大実験計画を行った.

3. 実験条件

表-1 に各実験ケースとその特徴,および図-2 に実験断 面図をそれぞれ示す. Casel が最も被災しやすいケースに 該当する. 使用した土槽は内寸高さ 4.0m. 幅 3.1m および 奥行き 11.5m の箱型であり、その中に、断面直交方向に3 列の壁高 3m の擁壁を施工した.背後地盤は、マサ土 $(D_{max}=19.0$ mm, $D_{50}=1.61$ mm, $U_{c}=19.7$)を概ね $D_{c}=90\%$ 程度を



実施 年度	実験ケース	加振条件	特微	蛇籠擁壁		背後地盤		
				構造	密度	湿潤密度	自然含水比	締固め度
					$\rho(t/m^3)$	$\rho_t (kN/m^3)$	w "(%)	D (%)
H28	Case1	65, 132, 203,	ネパール・アラニコハイウェイで最も多かった	3段直積み	15.80	17.09	5.0	86.4
		257Gal	形式で被災箇所も多数					
H29	Case2	85, 162, 244,	コスト 安ではあるが、耐震性は背後地盤の安定	3段段積み	15.41	18.19	7.5	89.9
		313Gal	性に依存する	(階段状)				
	Case3	83, 151, 249,	コスト 高ではあるが、背後地盤に拘わらず安定	重力式	力式 (2列) 15.08	18.23	6.9	90.5
		302Gal	性が高い	(3段2列)				



A:8 B:8

図-1 蛇籠施設の内訳

A:20 B:27 C:9

A:4 B:4

砂防関連施設.6 斜面崩壞対策.1

水制工 3

図−2 実験断面図

目標に造成し、蛇籠中詰め材は、平均粒径が約18cm、また、岩級区分ではCH(比較程岩質堅硬)に分類される 割栗石を使用した.

加振波は, 漸増部(2s), 定常部(4s)及び漸減部(2s)で構成される 3Hz の正弦波を用い, 表-1 に示す加速度振幅 キーワード 蛇籠擁壁, 実大実験, 残留変形, 3D レーザー測量, サウンディング

連絡先 〒305-0006 茨城県つくば市天王台 3-1 (国研)防災科学技術研究所 TEL029-863-7308 を4段階に分けて加振を行った.加振前後で3Dレーザー測量 および軽量簡易動的貫入試験を実施し,擁壁と背後地盤の損傷 程度の把握を試みた.

4. 実験結果

擁壁および背後地盤の加振時挙動 ^{3)~5)}について概要のみ述 べる.3ケースいずれも、加振とともに擁壁の水平変位が累積 し、背後地盤にクラックが生じる様子が確認された.各ケース の加震時挙動については、Case1 において、4 段階の加振のう ち、2回目の 132Gal 加振時に擁壁背後から 1.1m の地表面に大 きなクラックが生じ、背後地盤の崩壊とともに、擁壁の顕著な 前傾が生じた.Case2 では、2回目の 162Gal 加振時に擁壁から 0.55m の箇所に軽微なクラックが生じ、次の 244Gal 加震時に、 完全に崩壊域となった.Case3 についても Case2 と同様に 2回 目の 151Gal 加振時に擁壁から 0.8m および 1.5m の箇所に軽微 なクラックが生じたが、最終的には 2.7m の範囲でクラックが生じた.

図-3 に 3D レーザー測量結果を蛇籠擁壁前面と上空からのオルソとして示す. 図中,黄色線は蛇籠の加振前の形状,一方,赤色の実線は最終加振後の残留変形の形状を示す.加振後における蛇籠天端の沈下と前面への変形について,Casel が顕著であることがわかる.また,蛇籠の変形量が大きいほど,擁壁背後近傍の 崩壊領域も大きい様子が明瞭に見て取れる.図-4 に蛇籠前面の残留変位の比較を 示す.Casel については 2 段目の蛇籠の変形が著しく,天端で約 80cmの水平変位 が生じているが,前傾したまま擁壁の倒壊はなかった.一方,Case2 および Case3 については,擁壁天端の水平変位が両ケースともに 20cm 未満であり,両者の加 震時における安定メカニズムは異なるものの,Case1 に比べると破局的な変状は

見られなかった.次に、図-2に示す数箇所の軽量簡 易動的貫入試験実施箇所の内,最も擁壁近くで実施 した試験結果について図-5に示す.崩壊領域あるい は主働崩壊範囲内での調査であり,特に,Case1およ びCase3では,加振前後において,GL-1.5m程度の 深度にかけて,動的コーン先端抵抗 q_d の著しい低下 が見られる.一方,Case2については,崩壊領域は僅 かであり,もたれ式であるため,自重等による背後 地盤の破壊の規模や程度は小さく, q_d の低下が見ら れなかったものと推察される.



 (a) Case1
 (b) Case2
 (c) Case3

 図-3
 3D レーザー測量結果







5. まとめ

本報では、3 つの実験ケースの残留変形を主に議論し、Case2 および Case3 について、蛇籠擁壁の変形が小 さいことを示した.その2にて安定性評価結果、その3では Case1 に対する数値解析結果について述べる. 謝辞:本研究は科学研究費補助金(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 成を受け実施した.関係者各位に謝意を表します.

参考文献 1) 原他:2015 年ネパール・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) 中澤他:2015 年ネパール・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 蛇籠実態調査),第 51 回地盤工 学研究発表会, pp.1659-1660,2016.3) 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.1557-1558,2017.3) 松田他: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,土木学会西部支部研究 発表会,Ⅲ-93,2018.5) 柴原他:実大振動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-,第 53 地盤工学研究発表会投稿中,2018.