

蛇籠擁壁における地震・降雨の影響に関する模型実験

防災科学技術研究所 正会員 ○中澤 博志, 石澤 友浩, 檀上 徹, 尾上 修浩
高知大学 正会員 原 忠
宮崎大学 正会員 末次 大輔
CPC 正会員 西 剛整
栗原建材産業 正会員 栗原 裕之

1. 目的

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、中山間地域に多く存在する蛇籠を用いた道路擁壁を始めとする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。蛇籠は高い屈撓性・透水性、材料入手、工期や運搬や撤去の容易さ、自然材料の活用等に優れ、国際的に土木工事に幅広く利用され様々な用途での展開が可能である。一方、蛇籠構造物はコンクリート構造物に比べ、設計法が明確でないのが現状であることから、既往の研究において、耐震性の検証を行い定量的な評価とより効果的な構造形式の提案を行った。しかし、地震はもとより、そもそも集中豪雨などの自然災害の多いネパール国においては斜面崩壊が頻発しており、耐震性を検討する際に降雨の影響についても検討すべき課題と考えられる。本報では、降雨と振動を交互に作用させる模型実験を行い、被害形態への影響の把握を行い報告する。

2. 既往の研究と目的

地震後に実施したアラニコ・ハイウェイを対象とする 115 ヶ所の蛇籠構造物の現地調査結果¹⁾に基づく、擁壁としての利用が約半数を占めていた。その構造は、幅、高さ、奥行きが概ね 100cm の単体を 3 段積みするケースが最も多く、崩壊には至らず孕み出し相当の被害が主であった。写真-1 は擁壁の変状の代表例²⁾を示したものであるが、経年的な降雨の影響に加え地震による複合的な作用の結果と考えられる。また、実大規模模型振動台実験を実施し、現地を意識した蛇籠単体を 3 段積み直立構造とした壁高 3m の擁壁の耐震性の検証と定量的な評価が行われ、変状はしやすいが倒壊には至らないという結論を得た²⁾。これに対し、今回、既往の実大規模模型の 1/5 スケールの蛇籠擁壁モデルを対象に降雨を加えた振動台実験を実施し、降雨・振動の柔所を入れ替え、地震の複合作用の定性的な評価として残留変形の比較を行った。

3. 実験方法

模型実験の概要図および試験体の材料を図-1 および表-1 にそれぞれ示す。長さ 4m、幅 1m、高さ 1.5m の土槽内に、写真-2 に示す H20cm×W20cm×L20cm のサイズのミニチュア蛇籠網に 7 号細礫 (2.5~5.0mm) を中詰め材として用い、土槽内 3 段に積み上げ緊結し、

キーワード 蛇籠, 地震, 降雨, 振動台実験, 残留変形

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 TEL 029-863-7308



写真-1 蛇籠擁壁の変状

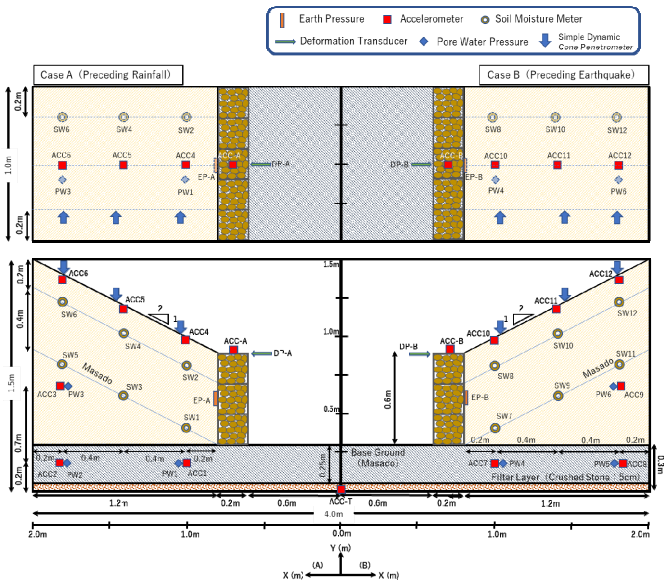


図-1 蛇籠模型

表-1 実験材料の概要

擁壁の材料	擁壁ブロックのサイズ	擁壁材料の密度(t/m³)	背後地盤材料	湿潤密度(t/m³)	w _c (%)
ミニチュア蛇籠網・中詰め石(7号細礫2.5~5.0mm)	H20cm×W20cm×L20cm×12個	1.73	まさ土	1.568	8.87
		1.84		1.572	8.87



写真-2 蛇籠模型



写真-3 降雨実験装置

高さ 60cm の擁壁を構築した。擁壁背後地盤は 2:1 の勾配となるよう、まさ土を密度調整しながら 2 断面造成し、降雨観測用と振動台実験用の各種センサを設置した。

実験ケースを表-2 に示すが、それぞれ外力の順序を変え、Case A は先行降雨+地震、Case B は先行地震+降雨の実験ケースとした。振動台上での降雨散水実験の様子は写真-3 の通りであるが、両ケースにおいて、降雨散水実験と振動台実験（正弦波加振）を実施した。

4. 実験結果

図-2(表-2における4対象)の擁壁天端の水平変位を確認すると、両ケース共に同様な加振時挙動を示している。また、写真-4 は模型の変状の状態であるが、Case A については、加振後に擁壁に大きな変状が生じていたものの自立した状態を保っており、この段階では背後地盤の破壊モードは Case B と同様であったものと考えられる。しかし、加振後、32s 後に、時間遅れでゆっくりとした擁壁の倒壊が確認された。

図-3 は、両ケースの残留変形をそれぞれ示している。先行降雨を受けた Case A は、加振によって最終的に擁壁が倒壊したが、一方、先行地震の作用を受けた Case B では、加振によって擁壁に顕著な変状が生じたものの、その後の降雨によって、さらに変状が進んだものの、倒壊は免れていることを確認した。地震と降雨の順序が異なるだけでも、被害に大きな差が出ている様子が分かる。

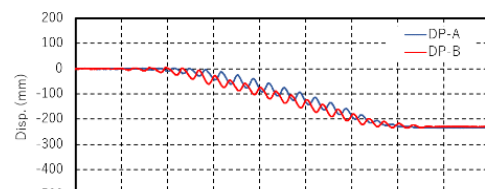
5. まとめ

今回、蛇籠擁壁において地震と降雨による一連の実験から、降雨と加振の順序により擁壁の変形・変状傾向が異なること、および先行降雨後の加振による擁壁の倒壊は、加振によるものではなく加振後しばらくたってから倒壊したことが確認できた。

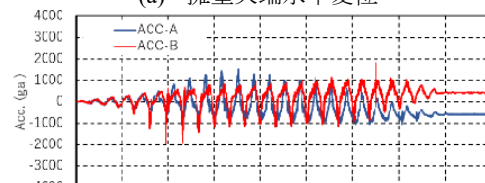
参考文献 1) 原他:2015 年ネパール・ゴルカ地震における蛇籠被害の実態調査と耐震性向上に向けた具体策の検討, 土木学会論文集 A1, Vol.74, No.4, pp.I_586-597, 2018. 2) Nakazawa et al.: Experimental Evaluation on Earthquake-Resistance of Road Retaining Wall Using Gabion, Journal of Disaster Research, Vol.13, No.5, pp.897-916, 2018.

表-1 実験ケース

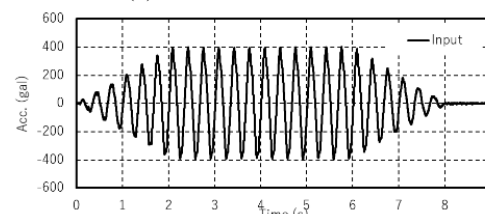
No.	Case A	Case B
1	降雨 10mm/h (20 minutes)	—
2	正弦波加振 100 Gal	—
3	正弦波加振 200 Gal	—
4	正弦波加振 300 Gal	—
5	—	降雨 10mm/h (20 minutes)
6	正弦波加振 100 Gal	—
7	正弦波加振 200 Gal	—
8	正弦波加振 300 Gal	—



(a) 擁壁天端水平変位



(b) 擁壁天端応答加速度



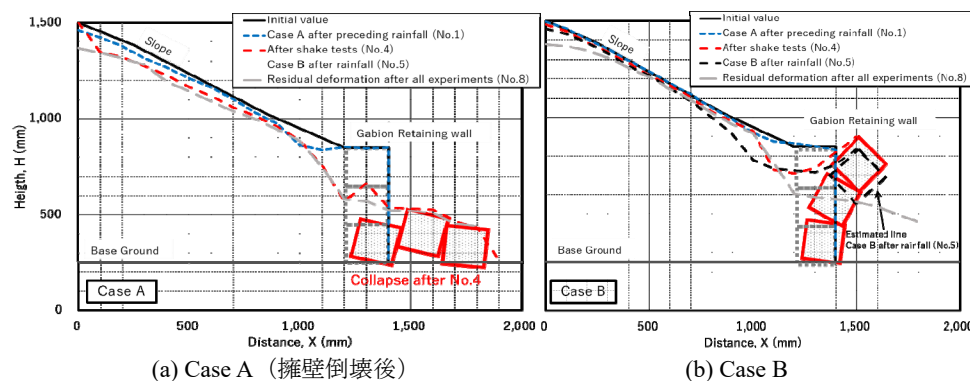
(c) 加振波

図-2 降雨実験装置



(a) Case A (b) Case B

写真-4 No.4 (表-2 参照) 実験直後の様子



(a) Case A (擁壁倒壊後)

(b) Case B

図-3 降雨実験装置