

蛇籠擁壁の耐震性評価手法の検討 (その3) —再現解析による評価—

エイト日本技術開発 正会員 ○栗林 健太郎
佐賀大学 正会員 末次 大輔
高知大学 学生会員 田所 佑理佳

高知大学 正会員 原 忠
防災科学技術研究所 正会員 中澤 博志
八千代エンジニアリング 正会員 松尾 光流
CPC 正会員 西 剛整

1. はじめに

ネパールにおける擁壁構造物として広く使用されている蛇籠擁壁について、静的荷重に対する変形性能を室内実験および解析により評価した。その1では、蛇籠構造物の中詰め材を模擬した供試体に対して圧密非排水三軸圧縮試験 (CD 試験) を実施し、中詰め材のせん断強度を求めた¹⁾。その2では、実構造物の1/5スケールの模型に対する水平載荷実験を行い、蛇籠同士の緊結や中詰め材の充填密度の違いが変形抵抗に及ぼす影響を評価した²⁾。本報は、2次元有限要素法を用いた蛇籠擁壁の解析モデルを作成し、その2で実施された模型実験結果に対する再現解析を行ったものである。なお、再現解析は模型実験の縮尺を考慮し、1G場における相似則に基づき実構造物相当に置き換えて実施した。

2. 解析モデル

蛇かご擁壁の解析モデルを図1に示す。蛇かご擁壁は、中詰め材や蛇籠網、あるいは上下蛇籠同士がそれぞれ独立した挙動を示すと考えられるため、①中詰め材、②中詰め材-蛇籠網間、③上下蛇籠間、の3か所にジョイント要素を設けた。なお、中詰め材のジョイントは高さ12.5cm×幅25cmのブロックごとに設けた。

中詰め材および蛇籠網の解析物性値を表1に示す。中詰め材の単位体積重量は模型実験における実績値、ヤング率およびポアソン比は別途実施されている中詰め材の一軸圧縮強度試験結果より得られた値の平均値を採用した³⁾。ここで、中詰め材のヤング率については、岩塊の集合体を有限要素にてモデル化していることを加味して一軸圧縮試験結果より得られる平均割線弾性係数の1/3とした。中詰め材のせん断強度は別途実施されている角礫供試体の試験値を用いた¹⁾。蛇籠網は鋼材相当とし、別途実施されている蛇かご擁壁の実大振動台実験での実績値より単位奥行あたりの断面諸元 (金網径φ3.2mm-7本/m) を算出した³⁾。

ジョイント要素の物性値を表2に示す。ジョイント要素は、一定のばね定数を有する線形ばねを基本とし、鉛直方向については圧縮方向にのみ高い剛性が働く衝突ばねを、せん断方向には別途設定される粘着力および内部摩擦角から求められるせん断強度を降伏点としたバイリニア型のばねを考慮した。

作用荷重は、模型実験時に作用させた天端からの上載圧と中段蛇籠側面からの水平載荷圧を考慮した²⁾。荷重値は実構造物スケールに合わせるため模型実験時に作用させた荷重の5倍相当とし、水平載荷圧は25kPaごとに荷重を増加させた。

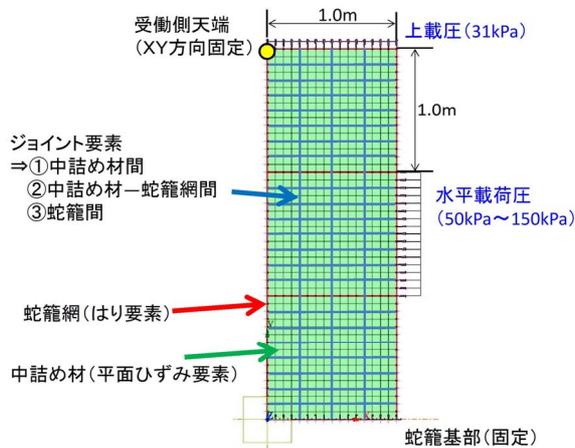


図1 解析モデル図

表1 解析物性値

項目	単位	中詰め材	蛇籠網
		平面ひずみ要素	はり要素
単位体積重量	(kN/m ³)	16	77
ヤング率	(kN/m ²)	15800	2.00 × 10 ⁸
ポアソン比		0.29	0.3
粘着力	(kN/m ²)	0	-
内部摩擦角	(°)	43.5	-
断面積	(m ²)	-	5.63 × 10 ⁻⁵
断面二次モーメント	(m ⁴)	-	5.63 × 10 ⁻¹¹

キーワード 蛇籠、中詰め材、数値解析

連絡先 〒701-1152 岡山県岡山市北区津高 278-1 TEL 086-252-7644

3. 解析結果

解析結果として、代表ケースにおける蛇籠擁壁の変形図を図2に示す。水平載荷圧の増加に伴い、中段蛇籠上下の受動側連結部に開きが生じ、擁壁中央部で最も大きな変形が発生している。

これは、模型実験結果においても同様の挙動が確認できる。また、蛇籠同士の緊結の有無による挙動の違いを再現するため、上下蛇籠間および中詰め材-蛇籠網間に設けているジョイント要素のばね定数を高くすることにより、全体の変形が抑えられた。

各荷重ケースに対する蛇かご擁壁の最大水平変位と水平載荷圧の相関図を図3に示す。比較として、模型実験結果を実構造物スケールに合わせたグラフも同図に示す。蛇籠擁壁に生じる最大水平変位は、作用させた水平載荷圧と概ね比例関係にあり、模型実験結果とも整合が取れている。

4. まとめ

蛇籠擁壁の解析モデルとして、2次元有限要素モデルにジョイント要素を付与し、中詰め材要素の剛性とジョイント要素のばね値を調整することにより、模型実験を精度よく再現できることが分かった。今後は、蛇籠擁壁の振動実験結果など、動的な挙動を再現できる解析モデルについて検討していく。

謝辞：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）によるものです。記して謝意を表します。

表2 ジョイント要素物性値

項目	単位	中詰め材間	中詰め材-蛇籠網	中詰め材-蛇籠網
			蛇籠網間 (緊結なし)	蛇籠網間 (緊結あり)
鉛直方向	ばね定数	(kN/m)	1.00×10^7	1.00×10^8
	初期降伏変位 (引張)	(m)	1.00×10^{10}	1.00×10^{10}
	最大閉塞変位 (圧縮)	(m)	1.00×10^{-4}	1.00×10^{-4}
せん断方向	ばね定数	(kN/m)	1.00×10^7	1.00×10^8
	粘着力	(kN/m ²)	0.0	1.0
	内部摩擦角	(rad)	7.59×10^{-1}	1.00×10^{-4}

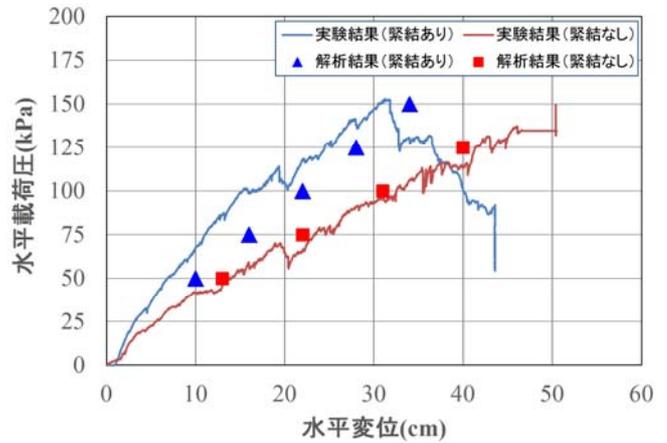


図3 擁壁の水平変位と水平載荷圧の関係 (実験結果は実構造物スケール相当に換算)

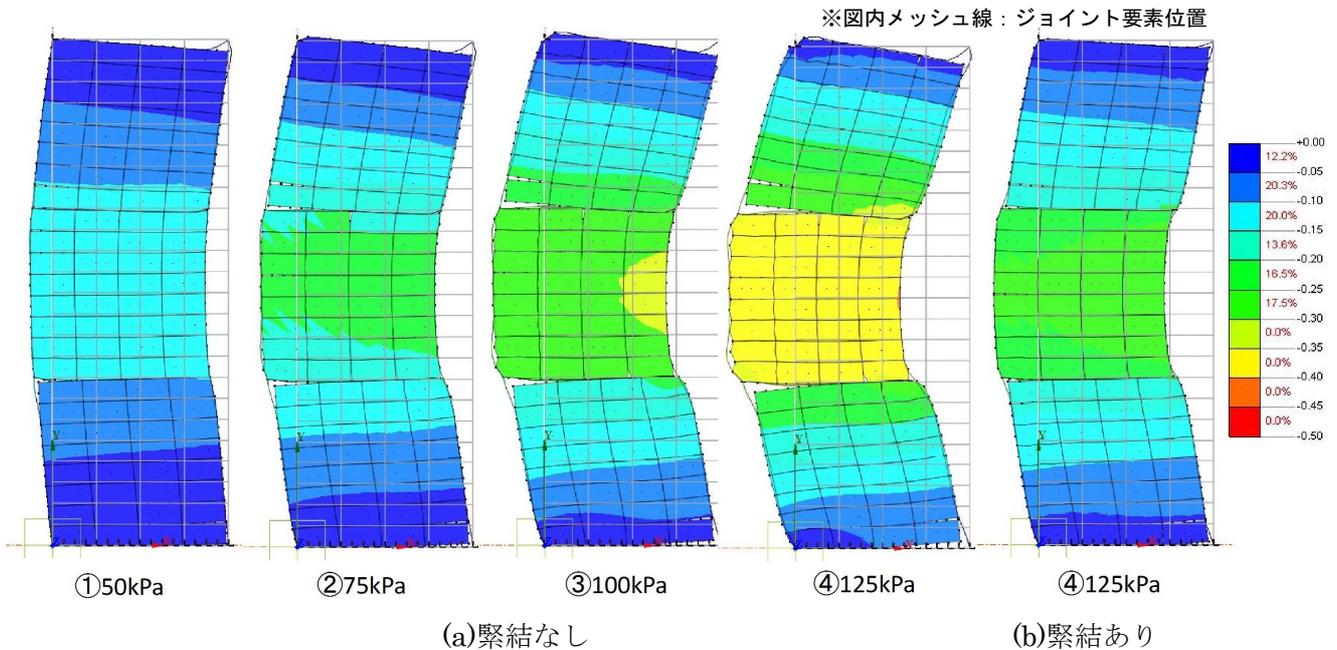


図2 変形図および中詰め材の変位コンター図 (実スケール、単位：m)

参考文献 1) 原ほか：蛇かご擁壁の耐震性評価手法の検討 (その1) -中詰め材の要素試験，第72回土木学会年次学術講演会，(投稿中)，2017.
 2) 末次ほか：蛇かご擁壁の耐震性評価手法の検討 (その2) -蛇籠構造物の模型実験，第72回土木学会年次学術講演会，(投稿中)，2017. 3)
 原ほか：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，(投稿中)，2017.