

蛇籠金網の中詰め材拘束効果に対する解析的評価

(株)CPC 正会員 ○西 剛整

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

佐賀大学 正会員 末次 大輔

栗原建材産業(株) 正会員 栗原 裕之

1. はじめに

蛇籠擁壁の特性として、柔構造であることから高い屈撓性を有し、地震による強震動に対しても倒壊しにくい構造を有することがネパール国での調査や振動台実験の結果として報告されている¹⁾²⁾。この特性には、蛇籠を構成する金網による拘束効果が寄与していることが想定される。中澤らは、この金網の特性を評価するための引張試験を行っており、それぞれの形状による強度-変形性に対して考察を行っている³⁾。本報では、これらの特性による蛇籠金網の拘束効果を評価することを目的として、まずネパール国で見られた亀甲型の金網を対象とし、金網の配置方向の適正に対する解析的検討を行った結果を示す。

2. 解析条件

ネパール国の蛇籠は、高さ 1.0m、幅 2.0m、奥行き幅 1.0m のものが多く、そのほとんどは亀甲型の金網を用いている。ここで、図-1 に示すように亀甲金網のより線方向を縦方向にしたものを縦配置、それに直交する方向を鉛直面においたものを横配置とすると、ネパール国の現地では鉛直方向に対して縦配置がほとんどであるが、一部横配置のものも見られた(図-2 参照)。本報では、この配置条件の差による挙動の差異を解析的に確認するものとした。

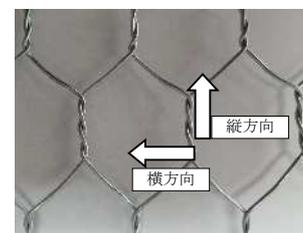


図-1 金網の配置方向の定義

図-2 に解析メッシュを示す。この図では、解析の全体モデルと金網モデルを示した。モデルサイズは 1.0m×1.0m×1.0m とした。モデルは中詰め材(立体ソリッド)と金網(三次元梁)より成り、両者は節点を共有する。金網は図-2 中に示す形状であり、縦部材となるより線は剛性を 2 倍にした。この図では縦方向配置ケースのモデルを示した。金網には枠材として金網と同じ特性を有する鋼線を配置したが、比較のために枠材のないものも解析を行った。

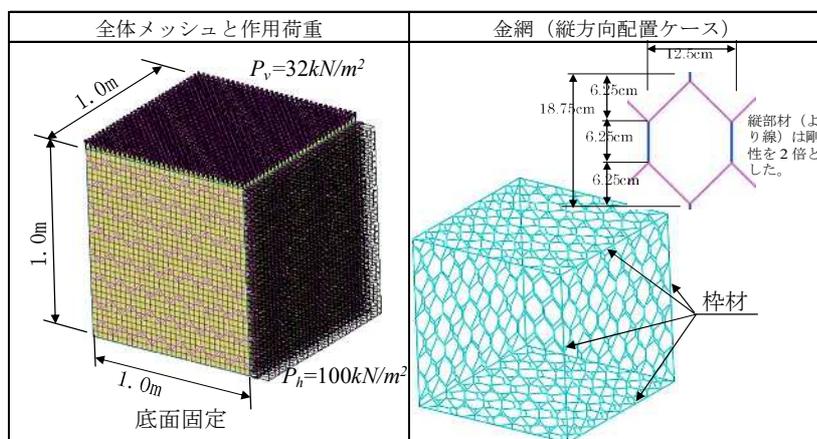


図-2 解析モデル

部材の特性を表-1 に示す。金網はφ3.2mm の鋼線としたが、圧縮側には座屈による剛性低下を考慮し、ヤング率が引張側の 1/1000 となる非線形部材とした。中詰め材は線形材料としたが、その単位体積重量及びヤング率は、文献²⁾及びそこで用いられた中詰め材の相似粒度材による三軸圧縮試験結果⁴⁾を参考に、表-1 に示す通り設定した。ポアソン比は、ダイレイタンス特性を考慮してやや大きめの値を採用した。

解析モデルの境界条件は、底面のみ固定とした。また、作用荷重は 3 段積みの最下段を想定し、最初のステップで自重及び蛇籠 2 段分の鉛直荷重 $16.0 \times 2 = 32.0 \text{ kN/m}^2$ を与えて次のステップで水平荷重 ($= 100 \text{ kN/m}^2$) を作用させるステップ解析とした。

表-1 解析に用いた部材特性

材料	金網の特性			
	項目	値	単位	
金網	径	0.0032	m	
	断面積	8.04248E-06	m ²	
	断面二次モーメント	5.14719E-12	m ⁴	
	ねじりモーメント	1.02944E-11	m ⁴	
	ヤング率	引張側	2.00E+08	kN/m ²
		圧縮側	2.00E+05	kN/m ²
	ポアソン比	0.30		
	単位体積重量	77.00	kN/m ³	
中詰め材	ヤング率	5,000	kN/m ²	
	ポアソン比	0.45		
	単位体積重量	16.00	kN/m ³	

キーワード 蛇籠擁壁、三次元解析、金網

連絡先 〒169-0075 東京都新宿区高田馬場 4-40-11 (株)CPC 東京支社 T E L 03-5337-4061

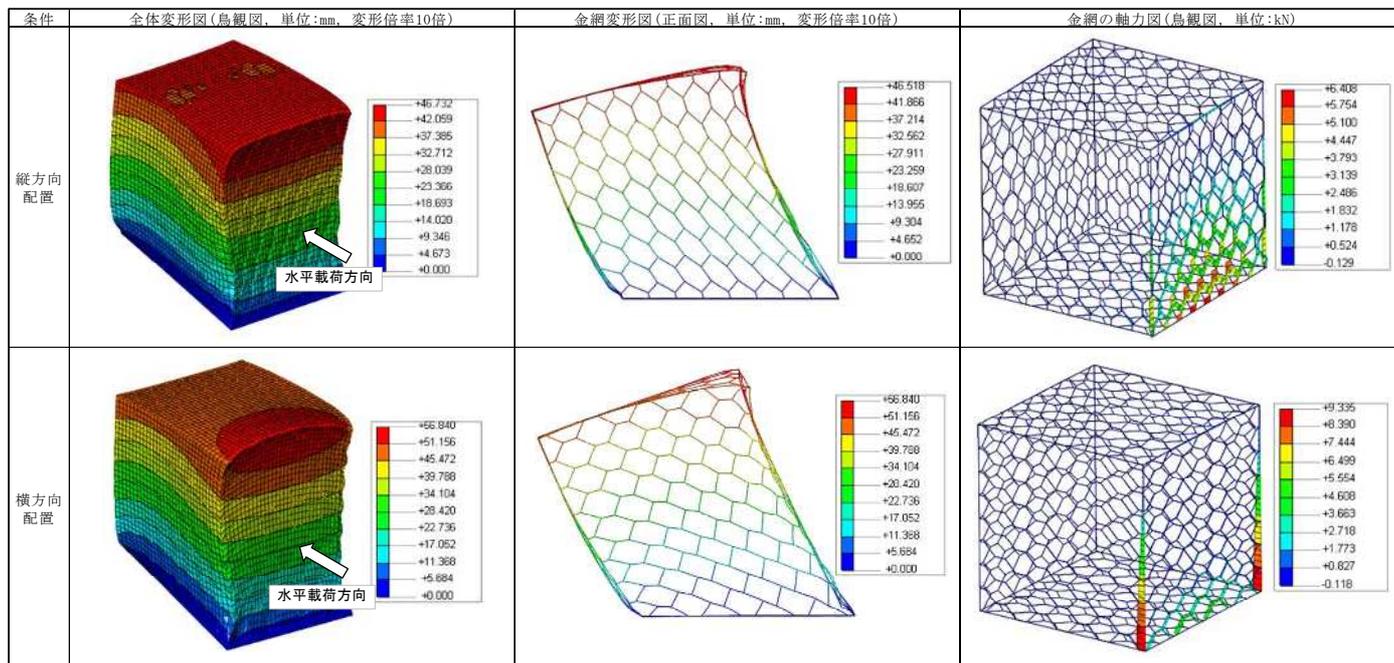


図-3 解析結果（枠材あり）

3. 解析結果

表-2 最大変形量と金網の軸力

図-3 に解析結果として、全体変形図（鳥観図）、蛇籠鋼線の変形図（正面図）、枠材を含む金網の軸力図を示した。また、解析の結果をまとめたものが表-2 である。表-2 では金網をモデル化していないケース及び枠材のないケースについても示した。枠材ありのケースについて、最大変位で見ると金網を配置することにより金網なしのケースよりも小さくなっており、金網の効果が窺える。また、縦方向配置の方が横方向配置ケースよりも明らかに変形量は小さくなっており、縦方向配置の方が中詰め材の拘束効果は高くなっているといえる。中澤らの引張試験では縦方向の方が変形剛性は大きくなっており³⁾、金網の変形性が拘束効果に影響を及ぼしていることが窺える。

配置方向	枠材	最大変形量 (mm)	金網の最大軸力 (kN)
金網なし	—	75.1	—
縦方向	あり	46.7	6.41
	なし	49.2	6.97
横方向	あり	56.8	9.34
	なし	65.2	5.95

枠材の有無で比較すると、いずれの配置条件でも枠材を設置することで最大変形量は低減しており、枠材の効果が窺える。また、枠材の配置による効果は横方向配置のケースで特に大きく、縦方向配置でも枠材の有無による変形量の差は2.5mm であるのに対して、横方向配置では8.4mm の低減となる。

図-3 では金網の軸力図も示しており、表-2 ではその最大値を示した。表-2 で金網の最大軸力を枠材の有無についてみると、縦方向配置では大差なく枠材ありの方が若干小さくなっている。これは、枠材により金網に作用する力の一部を負担し、作用力が分散されたことによる。一方、横方向配置の条件では金網に作用する軸力は大きくなっているが、この最大作用力は枠材に対するものである。図-3 の軸力図を配置方向で比較すると、縦方向配置では金網全体に分散して発生しており、特に剛性の大きいより線部で大きい。対して、横方向配置では枠材に大きな力が集中しており、金網に生じる軸力は下側の一部を除いて全体に小さい。よって、縦方向配置にしたほうが作用力は分散され、中詰め材の拘束効果は大きくなるといえる。

4. おわりに

本報では、ネパール国で見られる亀甲型の金網を有する蛇籠に対し、金網の配置方向に対する影響を解析的に検討した。結果として、縦配置にしたほうが拘束効果は高くなることが示された。今後はわが国で用いられる菱形金網に対する検討を行うとともに、二次元解析により蛇籠擁壁の安定性を評価するために、蛇籠金網の中詰め材に対する拘束効果を二次元的に表現する方法を検討予定である。

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) H.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. 3)中澤他：蛇籠金網の引張強度特性に関する基礎的検討，土木学会第74 回年次学術講演集(第三部門)，pp.487-488, 2019. 4) 原他：室内試験による蛇籠擁壁の耐震性評価（その1）－中詰め材のせん断特性－，第53 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp.1795-1796, 2018.