

落石防護網に使用するひし形金網の静的載荷実験

土木研究所寒地土木研究所 正会員○西 弘明 土木研究所つくば中央研究所 正会員 加藤 俊二
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 今野 久志 土木研究所寒地土研研究所 正会員 荒木 恒也
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 山口 悟 室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋 祐介

1. はじめに

ポケット式落石防護網は、規模の比較的小さい落石に対して適用される落石対策工の一つであり、ワイヤロープや金網、支柱等の部材で構成される。従来型ポケット式落石防護網のエネルギー吸収機構の解明という観点から行われた検討事例はごく限られており、著者らはその耐衝撃挙動等を把握するための実規模載荷実験を実施してきた^{1,2)}。本稿では、構成部材の一つであるひし形金網のエネルギー吸収量や数値解析における材料構成則等を検討することを目的に実施した、静的載荷実験の概要について報告する。

2. 実験概要

図-1に載荷実験の概要を、写真-1, 2に実験状況および部材の固定状況等を示す。実験は、H形鋼で構成される鋼製枠架台(寸法約6m×6m×3m)に水平に設置した供試体に、トラッククレーンで吊り下げた重錘により静載荷させて実施した。

2.1 供試体概要

表-1に供試体を使用した部材の諸元を示す。金網には、素線径の異なる3種類(3.2, 4.0, 5.0φ)のひし形金網を用いた。また、金網を固定するためのワイヤロープには18φを用いている。架台に3m間隔で設置したワイヤロープ上に、3.6m×3.3mの金網を敷設し、金網とワイヤロープとの交点を約25cm間隔でU字ボルトを用いて固定している。金網の有効載荷面は3.0m×3.0mである。

2.2 実験方法

載荷には、質量10t(直径1.25m、高さ95cm、底部より高さ30cmの範囲が半径1mの球状)の重錘上部に鉛部材を設置し、総質量を約22tに調整して使用している。本実験における測定項目は、重錘吊り下げ用のワイヤロープに取り付けたロードセルによる載荷荷重、架台基部に設置したロードセルによる鉛直方向反力、ワイヤロープ端部のターンバックルに貼付した歪ゲージによるロープ張力、ワイヤ式変位計による金網の鉛直変位である。載荷位置は、金網中央の1箇所とした。なお、ワイヤロープには約10kNの初期張力を導入している。

3. 実験結果

3.1 金網鉛直変位

図-2に、3.2φ金網のケースにおける載荷荷重と金網の鉛直変位の関係を示す。図より、載荷点直下の測定点であるD-4に着目すると、載荷初期(数kN程度まで)においては、荷重の増加に対して変位の増加が大きいが、その後はみかけの剛性が大きくなり、変位増分が徐々に小さくなっていることがわかる。なお、載荷途中ではU字

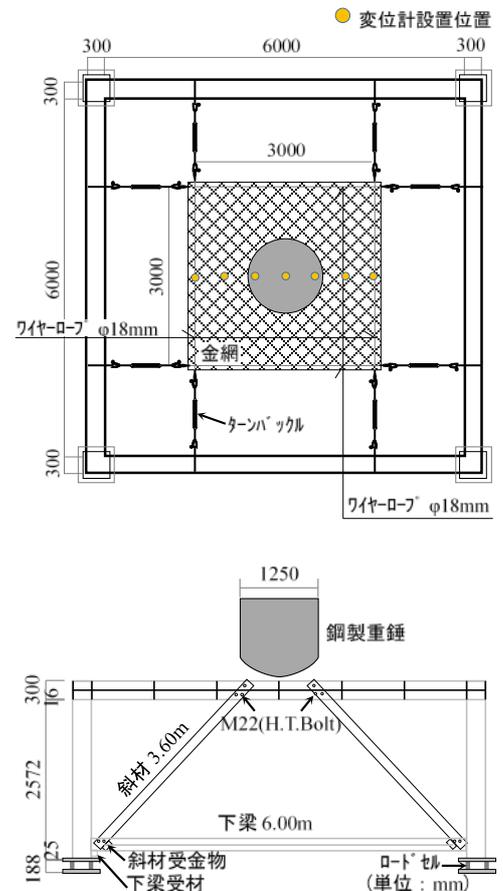


図-1 載荷実験の概要

表-1 使用部材の諸元

材料名	諸元, 部材耐力
ひし形金網	5.0φ×50×50m, 引張強さ:387 N/mm ²
	4.0φ×50×50mm, 引張強さ:389 N/mm ²
	3.2φ×50×50mm, 引張強さ:386 N/mm ²
ワイヤロープ	18φ 3×7G/O 両端アルミロック 破断荷重:206 kN
ターンバックル	両アイ型 1×12 ねじ径 W=1 公称破断荷重:222 kN

キーワード ポケット式落石防護網, 落石対策工, ひし形金網, 静的載荷実験

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 土木研究所寒地土木研究所寒地構造チーム TEL011-841-1698



写真-1 実験状況

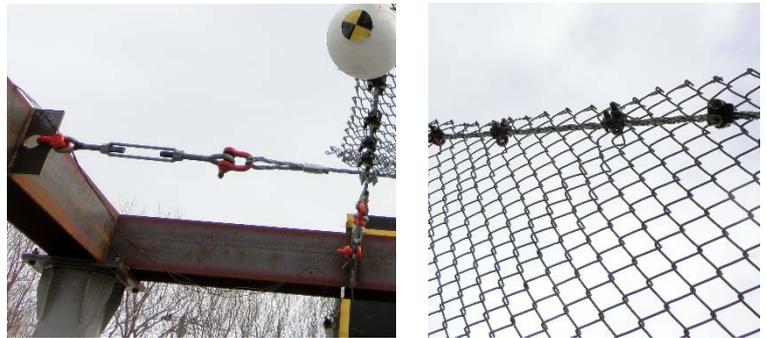


写真-2 ワイヤロープ・金網固定状況

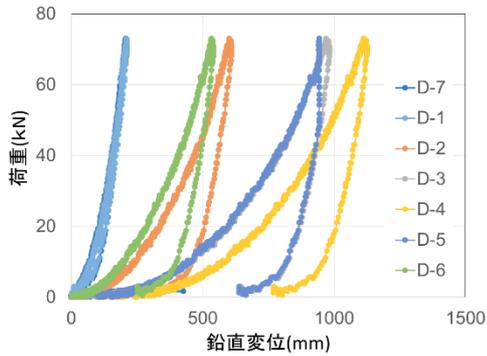


図-2 荷重-変位関係 (3.2φ)

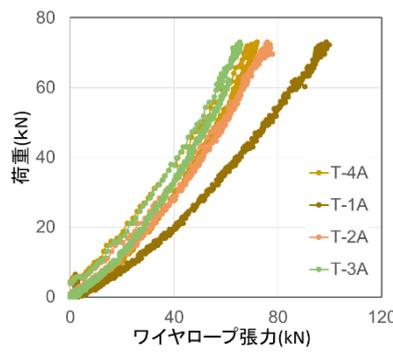


図-3 荷重-ロープ張力関係 (3.2φ)



写真-3 実験終了後の状況

ボルトのすべり等によるものと考えられる荷重の微増減を伴っている。本ケースでは、最大荷重時点で載荷点部近傍における金網に破断等が生じてはいなかったが、金網とワイヤロープの固定部の局所的な変形状況（写真-3）やロープ張力等から判断して、約 75 kN（変位約 1,100 mm）までの載荷とした。この荷重-変位関係から、本実験条件における金網とワイヤロープから構成される構造体の最大荷重作用時点までのエネルギー吸収量は約 20 kJ と算定される。なお、除荷時の残留変位は 750 mm 程度であった。載荷点以外の測定点に着目すると、重錘中心から 1 m 離れた点（D-2, D-6）の鉛直変位は約 500 mm、残留変位は 250 mm 程度であった。一方、ここでは示していないが、金網の素線径が太い場合（φ4.0, φ5.0）には、金網の見かけの剛性が大きくなる傾向にあるが、変形状況については、φ3.2 のケースと類似なものであることを確認している。

3.2 ロープ張力

図-3に、同様に 3.2φ 金網のケースにおける載荷荷重とワイヤロープ張力の関係を示す。なお、各ロープで両端の張力がほぼ等しかったことから、片側の値で代表している。図より、載荷初期（載荷荷重 10~15 kN）には荷重の増加は緩やかであるが、それ以降の荷重とロープ張力はほぼ線形関係にあることがわかる。ロープの最大張力に着目すると、T-1A が 100kN と他の張力に比較して大きな状態となっている。これは、金網の異方性（網目の向き）の影響に加えて、載荷点が T-1 ロープ側に偏心してしまったことによるものと考えられる。ここでは示していないが、他のケースでもロープ張力に対し、この金網の異方性の影響が明確に現れていることを確認している。

4. まとめ

本研究では、落石防護網の構成部材であるひし形金網のエネルギー吸収量や数値解析における材料構成則等を検討することを目的に静載荷実験を実施し、その挙動を把握した。今後は、衝撃実験結果等も踏まえ落石防護網のエネルギー吸収機構について詳細に分析する予定である。

参考文献

- 1) 山口 悟, 今野久志, 西 弘明, 佐々木哲也, 小室雅人: 従来型ポケット式落石防護網の実規模重錘衝突実験, 鋼構造年次論文報告集, 巻 21 巻, 2013 年 11 月
- 2) 山口 悟, 今野久志, 西 弘明, 加藤俊二, 小室雅人: 落石防護網の実規模模型実験, 鋼構造年次論文報告集, 巻 22 巻, 2014 年 11 月