

落石防護網の実規模衝撃載荷実験

土木研究所寒地土木研究所 正会員 今野 久志

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 西 弘明

室蘭工業大学大学院 正会員 小室 雅人

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

本研究では、落石防護工の一つである従来型のポケット式落石防護網について、荷重作用時における落石防護網の構成部材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規模試験体を用いた静載荷実験および衝撃荷重載荷実験を実施しており、本論文では衝撃載荷実験の概要について報告する。

2. 実験概要

図1には落石防護網試験体の形状寸法を、写真1には重錘落下衝撃実験の状況を示している。実験は、掘込式の試験ヤード外周に配置したH形鋼の鋼製枠架台に落石防護網試験体を水平に設置し、トラッククレーンで所定の高さに吊り上げた重錘を自由落下衝突させることにより実施した。

試験体の形状寸法は、過去に実施した衝撃載荷実験¹⁾と同一としており、金網高10m、金網幅15mである。金網には菱形金網5.0φ×50×50mm、縦・横ロープには18φ、縦補助ロープには14φを用いている。縦(補助)ロープの間隔は3.0(1.5)m、横ロープの間隔は5.0mとしている。ロープの各交点にはクロスクリップを、ロープと金網の結合には結合コイルを使用している。縦・横ロープの端部処理は、一般に巻付グリッが用いられているが、本実験では両端をロック加工とした。縦補助ロープについては、端部を1.5m程度折り返し、ワイヤクリップを用いて固定した。また、ロープ端部と鋼製枠架台との連結にはターンバックルを使用している。衝撃載荷には、質量1t(直径50cm、高さ61cm、底部より高さ6cmの範囲が半球状)の重錘を使用している。本実験における測定項目は、重錘に取り付けた加速度計による重錘衝撃力、縦・横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、高速度カメラ撮影による金網の重錘載荷点直下の鉛直変位量である。各センサーの応答波形は、データレコーダにてサンプリングタイム1msで一括収録を行っている。実験は表1に示す計6ケースを実施した。載荷位置は、落石対策便覧²⁾に示されている作用位置(縦位置：横ロープ間中央、横位置：縦補助ロープ上)を基本ケースとして設定している。ロープの初期張力については、試験体設置後の張力を基準とし、各実験ケース終了後にはロープの位置および張力の調整を行っている。

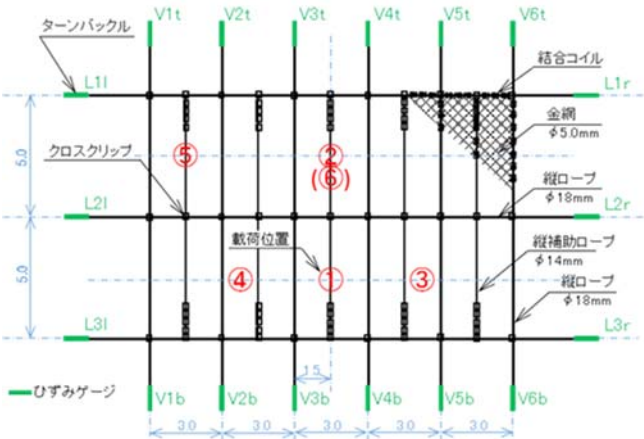


図1 落石防護網実験試験体の形状寸法

表1 実験ケース一覧

実験ケース	重錘質量(t)	落下高(m)	載荷位置	備考
D1-w5.0	1.0	5.0	① 補助	連続載荷
D1-w7.5		7.5	② ロープ上	
D2-n5.0		5.0	③ 金網上	中央スパン 金網交換後 連続載荷
D2-n7.5		7.5	④ 金網上	
D3-w5.0		5.0	⑤ 補助	
D1-w10.0		10.0	⑥ ロープ上	

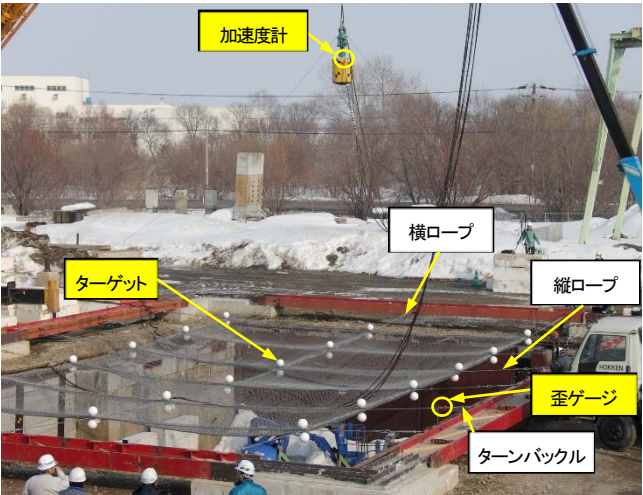


写真1 重錘落下衝撃実験の状況

キーワード ポケット式落石防護網, 実規模実験, 衝撃載荷実験, 菱形金網

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 TEL : 011-841-1698

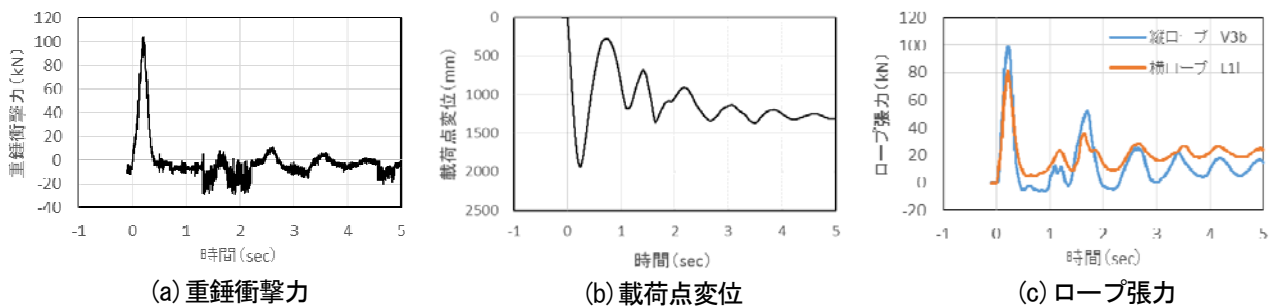


図2 各種時刻歴応答波形 (D1-w7.5)

3. 実験結果

3. 1 各種応答波形

図2(a)～(c)には、一例として実験ケース D1-w7.5 における重錘衝撃力波形、载荷点変位波形およびロープ張力波形を示している。その他の実験ケースにおいてもほぼ同様の時刻歴応答波形性状を示していることを確認している。(a)図より、重錘衝撃力波形は継続時間が0.4sec程度の三角形状の波形性状を示しており最大重錘衝撃力は100kN程度である。(b)図より、载荷点変位は重錘衝突後急激に増加し0.23sec後に最大変位1.94mに達した後、リバウンドしながら上下動を繰り返し最終的に1.3m程度の残留変位が発生している。高速度カメラによる画像観察により重錘はリバウンドにより0.46secで金網と分離し、1.29秒後に再度金網と接触している。また、実験ケース D1-w5.0 および D1-w10.0 の载荷点最大変位は、それぞれ1.80mおよび2.06mであり入力エネルギーの増加に対応した変位量が計測されている。(c)図には、縦・横ロープにおいて最大張力を示したセンサーの時刻歴応答波形を示している。両ロープ張力波形は、载荷点変位に対応した波形性状を示しており、鉛直下方への载荷点変位ピーク発生時点において各ロープ張力においてもピーク値が示されている。最大張力に関しては縦ロープの方が大きいものの残留値については横ロープの方が大きくなっている。

3. 2 ロープ張力

図3、4には、1本の縦または横ロープの両端において計測された最大張力の平均値とロープ位置の関係を示している。図中の凡例は、例えば V1t と V1b の平均値を示すロープ位置を V1a と表示している。なお、1本のロープの両端部においてはほぼ同様の波形性状およびピーク値を示すことを確認している。図3より、縦補助ロープ上に载荷した実験ケース D1-w5.0/7.5/10.0 および D3-w5.0 では、载荷位置両側の縦ロープにおいてほぼ同程度の大きな張力が発生しており、载荷位置から離れるに従って張力が大きく減少する状況が示されている。金網上に载荷した実験ケース D2-n5.0/7.5 においては载荷位置直近の縦ロープにおいて大きな張力が発生し、载荷位置から離れるに従って張力は減少している。同一条件の载荷位置には、入力エネルギーの増加に対応してロープ張力も増加する傾向が示されている。図4より、横ロープ張力は载荷位置に対して自由端側の横ロープ張力が最も大きく示され、逆側に向かってほぼ線形にロープ張力が減少する傾向が示されている。

4. まとめ

本研究では、従来型ポケット式落石防護網の構成部材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衝撃载荷実験を実施した。今後は、異なる条件下での追加実験を実施するとともに、数値解析的検討を実施して落石防護網のエネルギー吸収機構等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) 社団法人日本道路協会: 落石対策便覧, 2000年6月

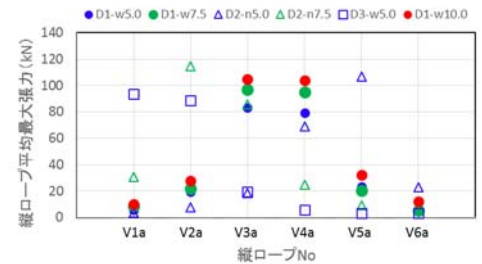


図3 縦ロープ平均最大張力

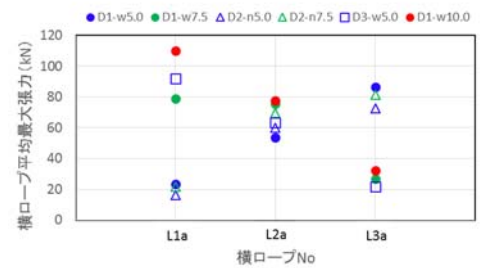


図4 横ロープ平均最大張力