

エネルギー吸収型落石防護柵の金網設置面積の影響に関する一考察

株式会社プロテックエンジニアリング	正会員	○石井	太一
株式会社プロテックエンジニアリング	正会員	西田	陽一
金沢大学	正会員	榎谷	浩
金沢大学	学生会員	Tran Le	Hoang TRUNG

1. はじめに

近年、落石防護柵は様々な構造形式のものが開発され、多くの研究が行われている。本研究は、エネルギー吸収型落石防護柵の金網の設置面積を変化させ、捕捉性能の影響について評価を行ったものである。

2. 実験概要

(1) 実験供試体

本実験で使用した供試体の概要を図-1に示す。供試体の柵高は2m、支柱間隔は5mとし、3スパンで構成し

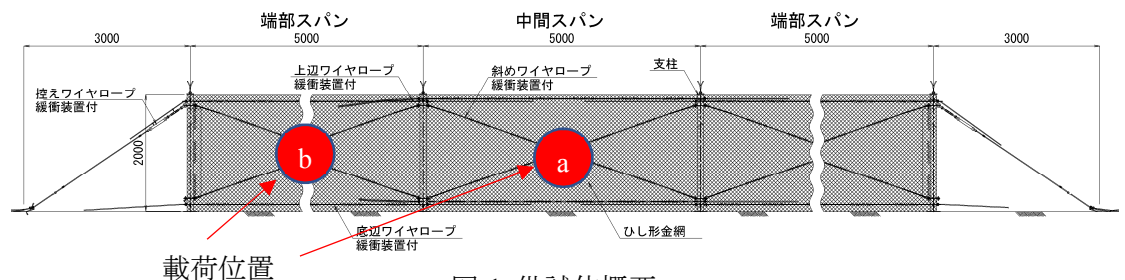


図-1 供試体概要

構造は、支柱 (STK400 φ114.3 t=4.5mm)、ワイヤロープ (3×7 G/O φ12)、ひし形金網 (線径 φ4.0mm 50×50)、緩衝装置 (摩擦摺動型緩衝金具) であり、金網は結合コイルを用いて、ワイヤロープと接続した。

緩衝装置は M-type(5kN)と F-type(10kN)の 2 種類であり、ロープのスリップ張力は、斜めワイヤロープで 5kN(M-type), 上辺・底辺ワイヤロープで 10kN(F-type), 控えワイヤロープで 20kN(F-type $\times 2$)となっている。また、各ロープのスリップ余長は、3m としている。表-1 は、供試体タイプの一覧を示している。

実験供試体の種類は、金網の設置幅の異なる Type A～C の 3 タイプとした。設置範囲に対する金網の割増率は、支柱間隔に対する余長の比として示している。

供試体は、山留材を組み合わせた実験架台に防護面が水平になるように設置し、質量 340kg の多面体 (ETAG027 形状) の重錘を所定の高さまで吊上げ、防護面に対して垂直に自由落下で衝突させた。

(2) 実験ケース・計測項目

表-2 は、実験ケースを示している。重錘衝突時の速度は、25m/s であり運動エネルギーは 106kJ である。載荷位置は、中央スパン(a)と端部スパン(b)の 2 か所とし、衝突高さを 1.0m とした。

測定項目は、重錘加速度、重錘速度、控えロープの張力、ワイヤロープスリップ量および金網の最大変形量である。ワイヤロープのスリップ量は、ロープにマーキングを行い、実験後のスリップ量を測定した。金網の最大変形量および重錘の衝突速度は、高速ビデオカメラを用い画像解析を行った。

キーワード 落石防護柵, 落石, 衝撃実験, 金網

連絡先 〒957-0106 新潟県北蒲原郡聖籠町葦潟 5322-26 (株) プロテックエンジニアリング TEL025-278-1560

表-1 供試体タイプ^o

type	金網設置面積	備考
A	端部スパン10m ² (高さ2m×幅5m) 中央スパン11m ² (高さ2m×幅5.5m)	中央スパンの金網設置幅 を10%割増
B	端部スパン10m ² (高さ2m×幅5m) 中央スパン10m ² (高さ2m×幅5m)	割増無し
C	端部スパン11m ² (高さ2m×幅5.5m) 中央スパン11m ² (高さ2m×幅5.5m)	端部スパン・中央スパンの 金網設置幅を10%割増

表-2 実験ケース

CASE	供試体 Type	載荷 位置	重錘質量	落下高	重錘速度	エネルギー
A-a	A	a	340kg	32m	25m/s	106kJ
A-b	A	b	340kg	32m	25m/s	106kJ
B-a	B	a	340kg	32m	25m/s	106kJ
B-b	B	b	340kg	32m	25m/s	106kJ
C-a	C	a	340kg	32m	25m/s	106kJ
C-b	C	b	340kg	32m	25m/s	106kJ

3. 実験結果

実験結果を表-3 に示し、写真 1 に中央スパンに載荷した実験ケースの変形状況を示す。

緩衝装置による吸収エネルギーは、入力エネルギー106kJ に対して 57%～71%(60kJ～76kJ)であり、金網の変形等による吸収エネルギーは、入力エネルギーから緩衝装置のエネルギー吸収を減じた 29%～43%であるものと考えられる。

重錘の捕捉状況は、Type B を除き捕捉できており、金網の割増のない CASE B-a は、金網の連結部の破断によって重錘が貫通している。写真 2 に CASE B-a の状況を示す。

また、重錘を捕捉した CASE A-a と重錘を捕捉できなかった CASE B-a の緩衝装置の吸収エネルギーは、概ね同じであることから、金網の吸収エネルギーが重錘の捕捉性能に影響があるものといえる。CASE B-b の端部スパンに載荷したときの捕捉状況は、最大変形時までは捕捉できたものの、リバウンドして落下している。このとき、上辺ロープは、余長を超えて緩衝装置から抜けていたことから、上辺ロープのエネルギー分担率が大きくなったものといえる。

一方、金網に余長を設けた Type A, C の供試体は、すべてのケースで重錘を捕捉しており、金網の割増が局所的な破断を抑制してるものと推察できる。

重錘を捕捉した Type A, C の緩衝装置のエネルギー吸収性能の分担比は、中央スパンのみに金網を 10%割増した Type A で載荷位置による影響がみられることに対し、全スパンの金網を 10%割増した Type C のエネルギー吸収比率に優位な差はみられない。これより、金網の設置幅の割増率が変わることによって、緩衝装置のエネルギー吸収比に影響があるものといえる。

防護柵の最大変形量は 3.6m～3.8m であり、載荷位置および金網設置面積の影響は小さい。

4. まとめ

本実験より、次のことがいえる。

- 1)本防護柵は、金網の設置幅を支柱間隔に対して 10%割増することで、金網の局所的な破断を抑制し、エネルギー106kJ の重錘を捕捉することができる。
- 2)緩衝装置のエネルギー吸収比は、金網の設置幅の割増率により、変化することが明らかになった。
- 3)本防護柵の最大変形量は、載荷位置および金網設置面積の影響が小さいものといえる。

表-3 実験結果

CASE	捕捉状況	緩衝装置の吸収エネルギー				最大変形量
		M-type	F-type	エネルギー比率M/F	吸収エネルギー	
A-a	捕捉	7530mm	2250mm	1.67	60kJ	3.7m
		38kJ	23kJ			
A-b	捕捉	6140mm	3420mm	0.90	65kJ	3.6m
		31kJ	34kJ			
B-a	金網の破断で貫通	5030mm	3730mm	0.67	62kJ	計測不可
		25kJ	37kJ			
B-b	最大変形後にリバウンドして落下	5150mm	4550mm	0.57	71kJ	3.8m
		26kJ	46kJ			
C-a	捕捉	6400mm	4350mm	0.74	76kJ	3.7m
		32kJ	44kJ			
C-b	捕捉	5610mm	3830mm	0.73	66kJ	3.6m
		28kJ	38kJ			

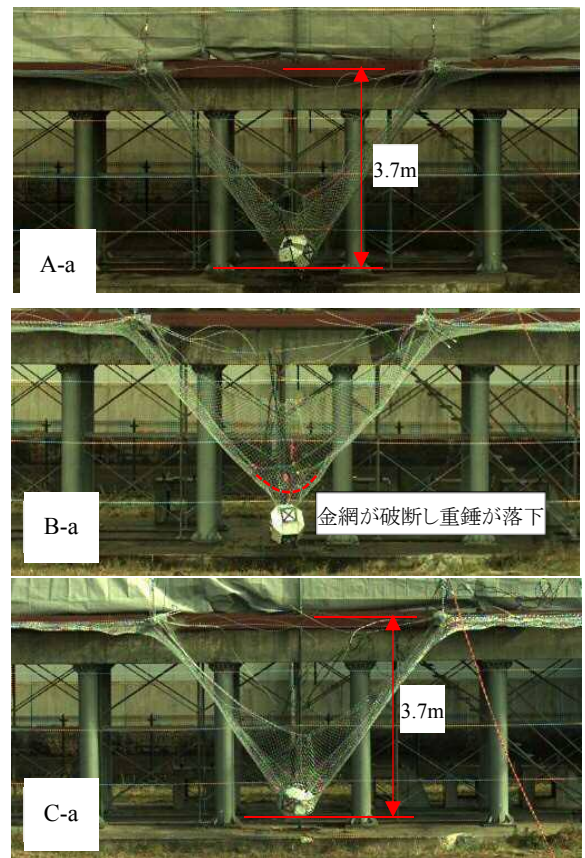


写真 1 変形状況

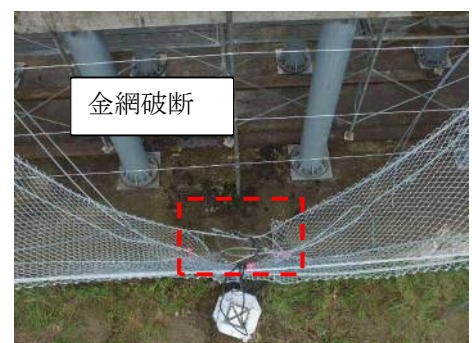


写真 2 CASE B-a 実験後