

衝撃荷重載荷による簡易型落石防護柵の基礎実験

鉄道総研 ○(正)細岡生也 (正)佐溝昌彦
(正)大畑和弘 (正)村石 尚 (正)杉山友康
日亜鋼業株式会社 長谷川真道 前田孝志

1. はじめに

落石対策は鉄道の安全、安定輸送を確保する上で重要である。その対策工として筆者らはワイヤーロープ金網式落石止柵について、従来のひし形金網よりエネルギー吸収率のよい伸長ネットを用いた簡易型落石防護柵¹⁾(以下、防護柵)を開発中である。防護柵の構成部材の衝撃荷重載荷時における挙動を確認するために衝撃荷重載荷試験を実施した。その時の防護柵の控えワイヤーロープ(以下、リテイニングロープ)の挙動について考察した結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 実験方法

図1、表1に実験架台全景、実験架台諸元をそれぞれ示す。この実験架台の上方に設けた上中下の3段のステージから重錘(直径800mm,質量7.15kN,コンクリート製)を転がし、防護柵の中央支間のネット中央部に衝突させることにより衝撃荷重を載荷した²⁾。

(2) 防護柵

防護柵は伸長ネット、緩衝部材、支柱、ワイヤーロープ(JIS G 3525 G/O 6×24 φ10)などで構成されている(図2)。なお、図2中の記号B-01～B-08は緩衝部材およびボルト軸力計の設置位置を表す。防護柵の寸法は、1スパン5mの3スパン(L=15m)、高さ2mである。

(3) 実験ケース

実験ケースについては、表2に示す3ケースを行った。最初にS1S1-Lを行い、その挙動を確認した上で、S1S1-H、S1W1-Mの順に衝撃荷重載荷実験を行った。実験ケースの決定方法は3項で述べる。



図1 実験架台全景

表1 実験架台の諸元

構成部材		・くさび式軽量仮設足場 ・山留材(主にH-200) ・スラブプレート (SP APA32 W=570mm t=3.2mm)
寸法	横幅	約 5.5m
	長さ	約 30m
	高さ	約 16m(最大)
	斜路勾配	約 30°
初動位置 (ステージ)	上段	約 15.3m
	中段	約 11.3m
	下段	約 7.1m

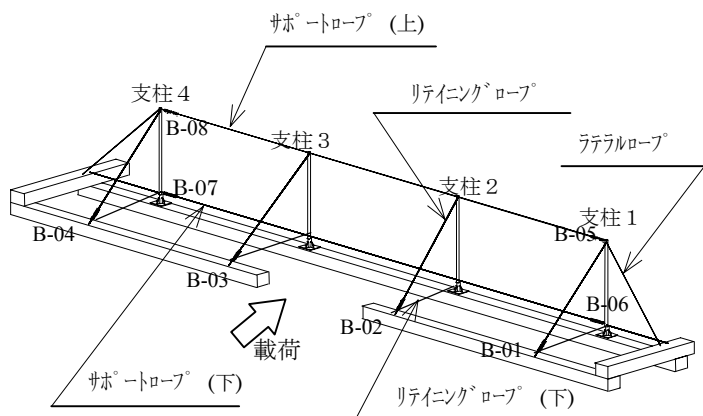


図2 防護柵概略図

表2 実験ケース

ケース名		S1S1-L	S1S1-H	S1W1-M
ワイヤーロープ	サポート(上)	1本	1本	2本
	サポート(下)	1本	1本	1本
	リテイニング	支柱1	1本	1本
		支柱2	1本	2本
		支柱3	1本	2本
		支柱4	1本	1本
	リテイニング(下)	有(各支柱)	有(各支柱)	無し
	ラテラル	1本	1本	1本
緩衝部材		バネ式	8箇所	8箇所
初動位置		ステージ	下段	上段
伸長ネット		軟鋼、目あい30mm、線径2.6mm		
支柱		STK400 φ60.5mm t=3.2mm L=2,300mm		

キーワード：落石／落石防護柵／衝撃荷重／リテイニングロープ

〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 TEL.(042)573-7362 FAX.(042)573-7398

3. 実験結果

(1) SIS1-L (初動位置：下段)

本実験ケースにおける防護柵衝突直前での重錘の水平速度成分から求められた線速度エネルギー(E_v)は29.1kJであった。実験後の各部材の状況は、支柱2,3が荷重载荷方向に傾き、支柱上部のサポートロープ固定治具が下方へスライドした。他の構成部材には目立った損傷がなく、重錘は伸長ネットに捕捉された。本実験で得られた問題点であるサポートロープ(上)固定治具に滑り止めを施し、SIS1-Hを実施した。

(2) SIS1-H (初動位置：上段)

本実験ケースでは $E_v=63.8\text{kJ}$ であった。実験後の各部材の状況は、支柱4ではサポートロープの締結部材の損傷によりサポートロープが外れた。支柱2,3では、支柱が根元で座屈し荷重载荷方向に倒れ、緩衝部材とリテイニングロープが荷重载荷方向へ飛んだ。他の構成部材には目立った損傷がなく、重錘は伸長ネットに捕捉された。本実験では重錘を捕捉できたものの、柵としての構造を維持できなかったことから、支柱2,3のリテイニングロープをそれぞれ2本に増強し、初動位置を中段にしてS1W1-Mを実施した。

(3) S1W1-M (初動位置：中段)

本実験ケースでは $E_v=47.7\text{kJ}$ であった。重錘は伸長ネットに捕捉された。実験後の状況は、支柱1で緩衝部材(B-05)が伸びきったためにサポートロープが外れた。しかし、SIS1-Hとは異なり支柱2,3では緩衝部材とリテイニングロープは外れなかった。他の構成部材には目立った損傷がみられなかった。

(4) リテイニングロープの挙動

図3に支柱2のリテイニングロープの張力の経時変化を示す。速度を計測するための光電センサを通過した時間を0とした。なお、光電センサから防護柵までの到達時間は約0.13~0.2秒である。SIS1-Lでは最大張力が約8kNを計測したが、リテイニングロープおよび緩衝部材に損傷はなかった。しかし、SIS1-Hでは E_v がSIS1-Lの約2倍になり、計測できた最大張力が約10kN示した後、緩衝部材が外れた。S1W1-Mでは支柱2,3にそれぞれ設置した2本のリテイニングロープ(B-02,02')の張力がそれぞれ約7~8kN、合わせて約15kNであったが、リテイニングロープおよび緩衝部材に損傷はなかった。

今回、SIS1-Hにおいてリテイニングロープの張力が約10kNで緩衝部材に限界が現れたためリテイニングロープの補強が必要であるなど、より効率的な構成部材の組み合わせによって、より効果的な柵構造となることが確認できた。

4. おわりに

防護柵に対して衝撃荷重を载荷する高さの違いによる衝撃荷重载荷試験を実施した。今後は、線速度エネルギーや回転エネルギーなど防護柵が吸収できるエネルギーの評価を行い、今回得られた防護柵の基本的な実験結果を基に、より多くのデータ収集を行うとともに、より大きいエネルギーをより効率的な部材で吸収できる新しい防護柵の開発を目指したい。

なお、本実験は国土交通省の補助金による「自然災害制御技術の開発」の一環として進められている。

【参考文献】 1)安藤他：落石防護柵に用いるネットの衝撃载荷時における変形挙動特性，第55回土木学会年次学術講演会，2000.9.， 2)大畑他：簡易型落石防護柵への衝撃荷重载荷実験と変形挙動，第56回土木学会年次学術講演会，2001.10.

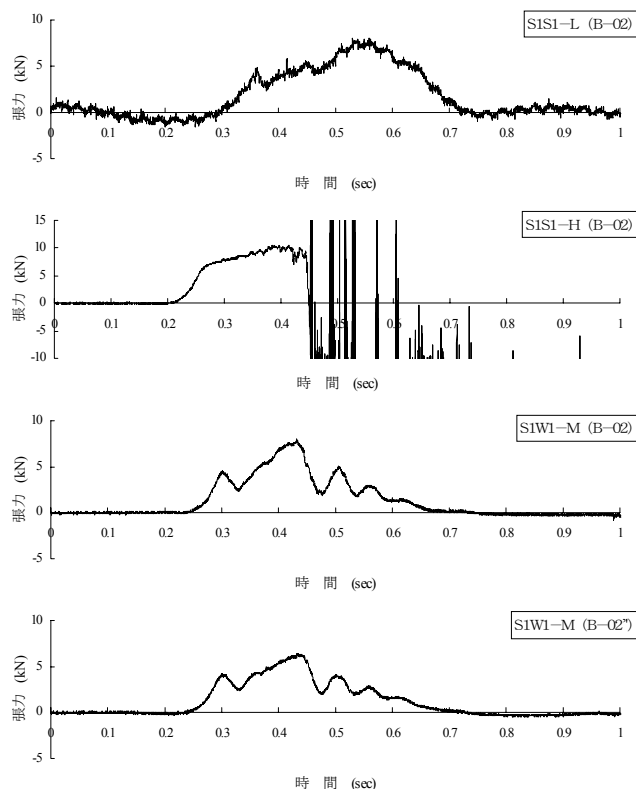


図3 リテイニングロープ張力の経時変化（支柱2）