

エネルギー吸収型落石防護柵の支柱間隔の性能評価に関する実験的研究

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 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、安全性、経済性および施工性の向上を目的とした研究が多く行われている。本研究は、既往の研究で性能評価を行った支柱間隔 10m<sup>1)</sup>の防護柵の現場適応性向上を目的とし、支柱間隔を5mに縮小し、安全性の評価を行った。

2. 実験概要

(1)実験供試体

本研究に用いた斜面設置型小規模落石防護柵の構造の概要を図-1に示す。防護柵は、支柱、ワイヤロープ、金網、緩衝装置およびアンカー基礎で構成され、金網および部材の塑性変形により、衝撃力をバランスよく吸収する構造となっている。

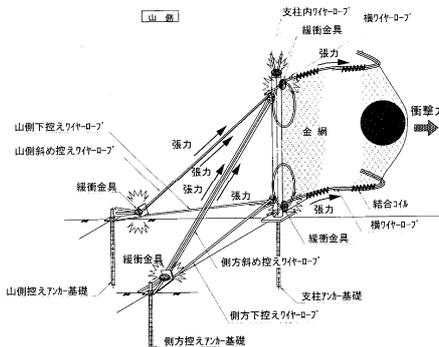


図-1 構造の概要

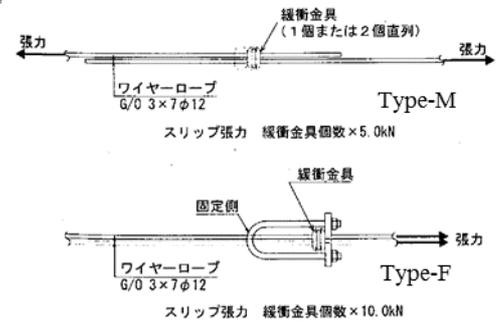


図-2 緩衝装置の概要

緩衝装置は、図-2に示す摩擦摺動型の Type-M と Type-F の2種類であり、Type-M は双方のワイヤロープが逆方向に5kNでスリップする構造となっており、Type-F は10kNで同一方向にスリップする構造となっている。緩衝装置の配置位置を図-3に示す。なお、CASE1,2では、控えロープに緩衝装置 (Type-F) を2個設置したものの、ロープにスリップが見られなかったことから、CASE3,4では、設置数量を1個として改良を行った。

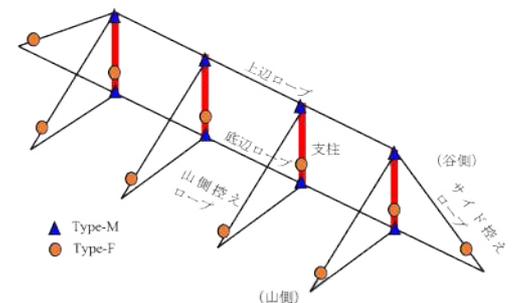


図-3 緩衝装置位置

また、阻止面の金網は、金網の素線切れを防止する観点から、延長方向に支柱間隔の10%の余長を設けている。

(2)実験方法

実験は、2台のクレーンを用いた振り子式とし、防護柵阻止面に垂直となるように離脱させ载荷した。実験ケースを表-1に示す。表中のCASE1,2は、既往の実験で性能評価を行った支柱間隔10m、CASE3,4は支柱間隔5mである。CASE1,2で使用した重錘は4.7kNの球形を用いたものであり、CASE3,4は2kNの多面体を用いることで重錘のエッジ切れの影響を確認した。

表-1 実験ケース

CASE	支柱間隔	柵高	落石E	重錘重量	落下高	衝突位置	衝突高	载荷種別
1	10m	2.0m	50kJ	4.7kN	10.7m	中央スパン 中央	柵高×1/2	初期载荷
2	10m	2.0m	50kJ	4.7kN	10.7m	端部スパン 端部支柱から2m離し	柵高×1/2	繰返载荷
3	5m	2.0m	50kJ	2.0kN	25.0m	中央スパン 中央	柵高×2/3	初期载荷
4	5m	2.0m	50kJ	2.0kN	25.0m	端部スパン 中央	柵高×2/3	繰返载荷

落下高は、入力エネルギー50kJとなるように、10.7m、25mとした。载荷位置は、中央スパンおよび端部スパンとし、CASE3,4では柵上部からの落石乗り越え防止の観点から柵高の2/3とした。

キーワード 落石防護柵, 落石, 衝撃実験, 緩衝装置

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

(3) 測定項目

測定項目は、重錘加速度、ワイヤロープ張力、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。

重錘に取り付けた3軸加速度計(最大容量100g)および棒鋼にひずみゲージを貼付したロードセルは、データロガーにサンプリング間隔2kHzで測定した。ワイヤロープ張力測定位置を図-4に示す。

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、スリップ量を実験後に記録した。金網の最大変形量は、高速ビデオカメラの画像から計測した。

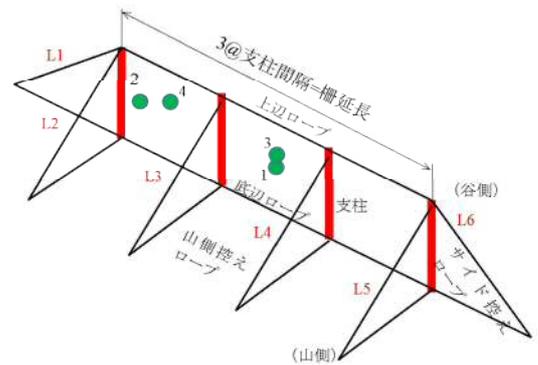


図-4 張力計測位置と重錘位置

3. 実験結果

表-2 実験結果の概要

実験結果の概要を表-2に示し、支柱間隔5mのロープ張力経時変化を図-5に示す。

CASE	重錘捕捉	ワイヤロープ張力 (kN)						緩衝金具の吸収E (kJ)	最大変形量 (m)
		L1	L2	L3	L4	L5	L6		
1	○	12.00	0.00	16.00	12.00	8.00	10.50	22.7	4.2
2	○	15.00	16.00	14.00	0.00	9.00	12.00	14.2	3.4
3	○	7.92	0.30	10.10	10.45	0.93	8.14	15.0	3.3
4	○	7.82	9.26	6.94	1.14	0.77	5.28	13.5	2.8

中央スパンに載荷したCASE3のロープ張力の波形は、衝突後にサイドロープのL1およびL6が立ち上がり、荷重スパンのL3、L4に伝達していることがわかる。

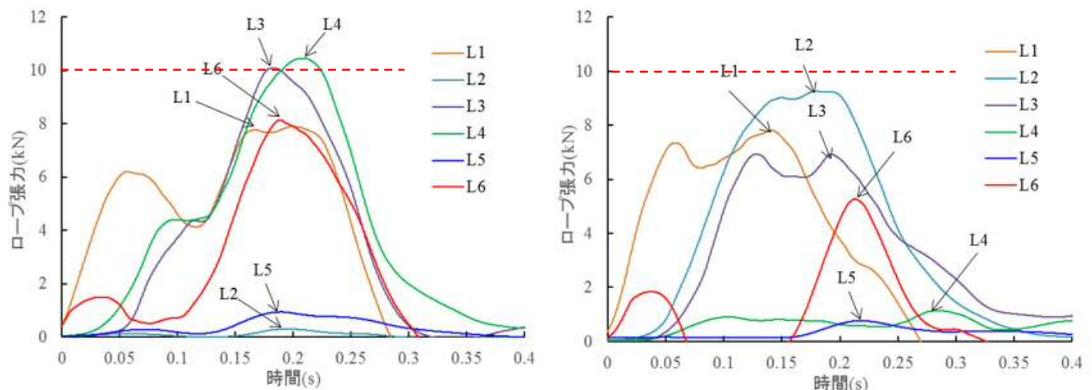


図-5 ロープ張力の経時変化 (左: CASE3 右: CASE4)

アンカーに伝達されるロープ張力の

最大値は、緩衝装置のスリップ荷重と概ね一致しており、緩衝装置の効果を確認できる。

端部スパンに載荷したCASE4のロープ張力の波形は、衝突後にL1が立ち上がりL2およびL3に伝達している。CASE3に比べL6の影響は小さいものの、荷重スパンの控えロープL2,L3で荷重を保持していることがわかる。

スパン10mのCASE1,2とスパン5mのCASE3,4の緩衝装置の吸収エネルギーは、CASE1,2で入力エネルギーの30%~40%、CASE3,4で30%程度となっており、衝突位置とスパン長に優位な差はみられない。これは、上辺・底辺ロープの緩衝装置によりエネルギーを吸収したものと推察され、隣接スパンへの影響が小さい構造といえる。

最大変形量は、支柱間隔10mのCASE1,2で3.4mおよび4.2m、支柱間隔5mのCASE3,4で3.3mおよび2.8mであり、阻止面の金網の面積に比して小さく、支柱間隔5mで支柱間隔10mの70%~80%に低減できる。

4. まとめ

- 1)本防護柵は、落石エネルギー50kJに対して、支柱間隔5m~10mで重錘を捕捉する性能を有している。
- 2)アンカーに伝達されるワイヤロープ張力は、緩衝装置のスリップ張力であり、支柱間隔および衝突位置の影響が小さい構造といえる。
- 3)最大変形量は、支柱間隔5mで支柱間隔10mの70%~80%に低減できることを確認した。

<参考文献>

- 1)小畑康隆, 藤井智弘, 小林俊夫, 野村利充, 吉田博: 緩衝金具を配置したエネルギー吸収型落石防止柵に関する実験的研究, 第5回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集, 2000.6