

緩衝装置を用いたポケット式落石防護網の実規模重錘衝突実験 に関する一考察

A study on full scale weight impact tests of pocket-type rockfall protective nets using shock absorber

難波 正和*, 前川 幸次**, 田島 与典***, 横田 哲也****
Masakazu Namba, Koji Maegawa, Tomonori Tajima, Tetsuya Yokota

* 金沢大学大学院博士後期課程, 自然科学研究科環境科学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

** 工博, 金沢大学教授, 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

*** 博士(工), 支店長, (株) ライテク新潟支店 (〒951-5061 新潟県新潟市中央区西堀通 7 番町)

**** 課長代理, (株) ライテク本社 (〒939-2701 富山県富山市婦中町西本郷)

Key Words: pocket-type rockfall protective net, shock absorber, impact test, rockfall

キーワード: ポケット式落石防護網, 緩衝装置, 衝突実験, 落石

1. はじめに

我が国は降雨・降雪量が多く, 環太平洋地震帯の上に位置しており, 火山活動が活発で世界でも有数の火山国, 地震国である。このように極めて厳しい自然状況下であり, 斜面を抱える道路では, 落石, 雪崩及び崩壊土砂による斜面災害発生リスクが高い。また, 近年では地球温暖化に伴う集中豪雨や頻発する地震等を起因とした斜面災害, 落石災害が増加傾向にあり, 人命はもとより道路交通に対して適切な落石対策を実施することが社会的に重要な課題となっている。

多岐におよぶ落石防護工の一つとして, ポケット式落石防護網がある¹⁾。これは, 斜面中腹から下方を面的に金網で覆い, 上部に落石の入口を設けて落石を受け止め下方へ落とし込み誘導させる工法であり, 経済性や施工性に優れ, 施工実績も多い。その反面, 適用可能な落石エネルギーは 50~150 kJ 程度と小さく, 適用できる箇所が限定される。このような従来型のポケット式落石防護網は, 落石の衝突面を構成する金網および横ワイヤロープの端部を地盤に定着するアンカーへの負担が大きく, 現状ではこれらの部材が弱点となり, 大きな落石エネルギーに対応できない。これは, 西ら²⁾の行った実規模実証実験でも考察されている。それらの問題を克服するため, 近年我が国では, 緩衝装置等を構造体に組み込んで落石エネルギー吸収性能を向上させた, いわゆる高エネルギー吸収型と呼ばれる新しいタイプのポケット式落石防護網が開発されている。また, これら従来型とは異なる新しいタイプのポケット式落石防護網については, 性能確認実験等を行い, その適用範囲を確認した上での採

用が求められる傾向にある。著者らの過去の研究では, 2種類の緩衝装置を用いたポケット式落石防護網について, 自由落下による実物大重錘衝突実験³⁾⁴⁾を行い, その防護性能を確認している。ただし当時の実験では, 実験場所と実験装置の制約等から実構造とは異なる重錘衝突方向であることや自由落下であるため重錘の回転エネルギーが考慮されていないこと等が, 研究課題として残されていた。

このような背景から本研究では, 過去の実験と同構造である2種類の緩衝装置を用いたポケット式落石防護網について, 実際の構造物と同様, 実斜面に設置し, 重錘衝突方向は水平とし¹⁾, かつ回転エネルギーが加わった時のエネルギー吸収性能や落石捕捉挙動を確認し評価することを目的として, 実規模重錘衝突実験を行った。また, 従来のポケット式落石防護網では, 鉄線(線種GS)を線材とした金網(以下, 従来型金網という)を用いており, JIS規格における引張強度基準値は 290~540 N/mm²である。最近では, 引張強度が高い鋼線(線種GF)を線材とした金網(以下, 新型金網という)を用いた落石防護構造物も開発されており, 鋼線での引張強度規格値は概ね 780 N/mm²以上と規定され, 従来の鉄線に比べ高強度である。ここで, 新型金網の引張強度に着目してみると, 静的荷重が作用した場合, 理論的には引張強度が向上すれば, 線径を小さくすることができる。仮に新型金網を用いることが可能となれば, 金網重量の軽量化が図られ, 施工性の向上に寄与できるものと考えられる。このことから, 本実験では新型金網を用いた構造物に対する実規模重錘衝突実験も実施し, 新型金網を用いたポケット式落石防護網の適用性について検証した。

2. 実斜面を用いた実規模重錘衝突実験概要

2.1 実験方法

図-1 は、実験方法を模式的に示している。本実験では、斜面高約 35 m、斜面勾配約 55° の斜面上部に重錘を落下させるための架台を構築し、斜面上端から直高 23 m の中腹部まで斜面掘削を行い、中腹部には重錘の衝突方向を水平にするため高さ 2.0 m の架台が構築されている。

実験は斜面上端の架台に重錘をセットした後、クレーンにより架台端を吊り上げて重錘を転落させ、斜面下端に設置した供試体に衝突させた。

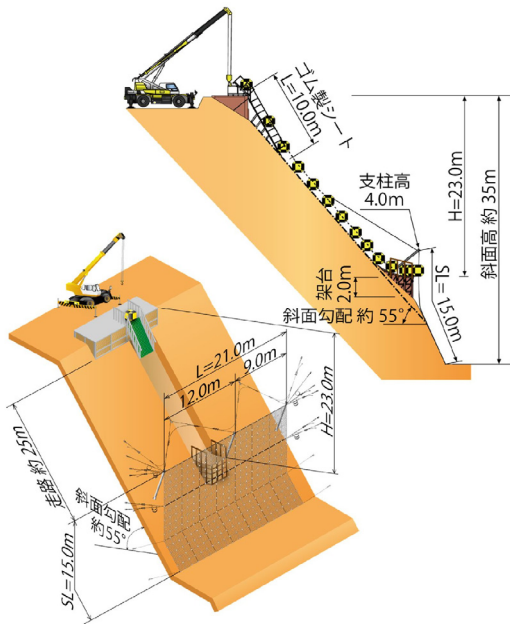


図-1 実験方法模式図

2.2 重錘

表-1 は実験に用いた重錘の質量と寸法を示し、写真-1 は重錘の形状を示している。本実験では、実際の落石と同様の挙動を再現するため、斜面を転がりやすい形状である EOTA が定めるガイドライン ETAG27⁵⁾に規定される重錘形状を採用した。重錘構造は表面を鉄板で覆った鉄筋コンクリート製とし、重錘中心部には三軸加速度計を取り付けるための空間を設けた。また、2.5 ton と 4.2 ton は一体型構造とし、5.2 ton の重錘は搬入性を考慮して上下 2 分割の構造とした。

表-1 重錘の質量と寸法

質量 (ton)	2.5	4.2	5.2
L 寸法(mm)	1120	1328	1408

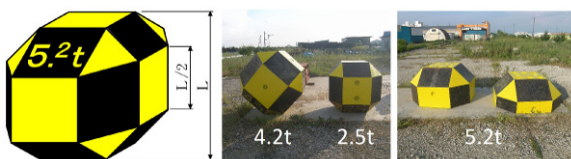
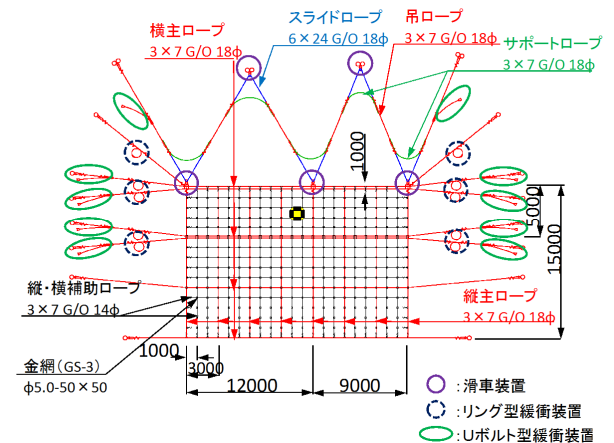
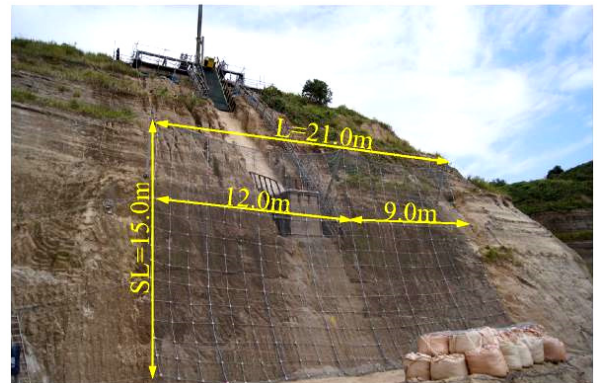


写真-1 重錘の形状

2.3 供試体

図-2 は、実験供試体の形状・寸法を示しており、網高 15.0 m、支柱間隔 12.0 m と 9.0 m の非対称となる 2 スパン、全長 21.0 m とした。本来、本構造体の最大支柱間隔である 12.0 m の 2 スパンで実験を実施することが理想であったが、実験場の制約から、本延長で実験供試体を構築した。重錘の衝突位置は全長の中心 (10.5 m) とし、高さ方向は最上段横主ロープと 2 段目横主ロープの中心 (2.5 m) とした。主要部材は、支柱 (SS400、H-150×150×7×10、支柱高 h=4.0 m)、金網 (GS-3 5.0φ-50×50、GF-2.4 0φ-50×50 の 2 種類)、吊・縦横主ロープ (3×7 G/O 18φ)、縦横主ロープの間に配置した補助ロープ (3×7 G/O 14φ)、滑車装置に取り付けるスライドロープ (6×24 G/O 18φ)、吊ロープ破断時の滑車装置からのすり抜けを防止するためのサポートロープ (3×7 G/O 18φ)、アンカー (D29-3000) 及び緩衝装置 (U ボルト型、リング型の 2 種類)、滑車装置で構成されている。横主ロープ (3×7 G/O 18φ) は 5 m 間隔で配置し、重錘が直接衝突する範囲である最上段と 2 段目については、重錘衝突後の荷重分散や緩衝装置の個数を増やしてエネルギー総吸収量を高めること等を目的として、各々 2 段配置としている。縦主ロープ (3×7 G/O 18φ) は 3 m 間隔で配置し、横・縦主ロープ間に 1.0 m 間隔で補助ロープ (3×7 G/O 14φ) を配置している。



*横主ロープの緩衝装置に U ボルト型、リング型を併設した場合

図-2 実験供試体の形状・寸法

表-2 実験ケースの設定条件

実験 No.	金網		上段：吊・主ロープ 下段：補助ロープ	横主ロープ 緩衝装置	重錘質量 <i>m</i> (ton)	衝突エネルギー <i>E</i> * (kJ)
	形式	規格				
Case1-1	従来型金網	GS-3	3×7 G/O 18 φ 3×7 G/O 14 φ	リング型	2.5	554.5
Case1-2		(亜鉛めっき鉄線)		リング型	4.2	931.5
Case1-3		φ 5.0-50×50		U ボルト, リング型併用	5.2	1153.3
Case2-1	新型金網	GF-2	3×7 G/O 18 φ 3×7 G/O 14 φ	リング型	2.5	554.5
Case2-2		(亜鉛めっき鋼線)		リング型	4.2	931.5
Case2-3		φ 4.0-50×50		リング型	5.2	1153.3

*衝突エネルギーは、落石対策便覧の落石全運動エネルギー式より理論値として算定（回転エネルギーを見込む）

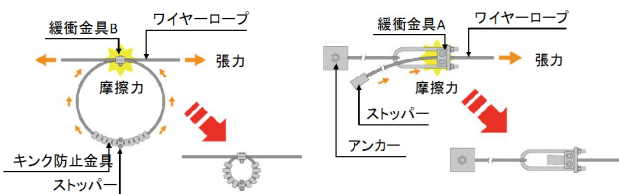
写真-2 は緩衝装置と滑車装置を示している。緩衝装置はUボルト型およびリング型ともに2枚の鋳造板で構成される本体部品でワイヤロープを挟み込み定着する形式である。この緩衝装置は、ワイヤロープに一定以上の張力が作用するとワイヤロープが滑り始め、ワイヤロープ表面と本体部品内面との間に生じる摩擦力によってワイヤロープが制動され、落石エネルギーを吸収する仕組みである^{3),4)}。また、ワイヤロープに作用する張力は、緩衝装置の滑り張力で制御されることからアンカーへの負担も軽減される。緩衝装置の平均滑り張力は、滑り張力試験結果³⁾から、Uボルト型で30 kN（最大滑り張力90 kN程度）、リング型で28 kN（最大滑り張力60 kN程度）である。実験に用いた横ロープの緩衝装置は、落石エネルギーに応じてUボルト型とリング型の併設、あるいはリング型単独配置とした。

滑車装置は、支柱頭部と背面のアンカー位置に設置している。この滑車装置には、両端末をロック加工したス

ライドロープと吊ロープを巻付グリップで接続させて1連としたワイヤロープをW形状に通して連続させている。これは、落石の衝突時に吊ロープの移動を円滑にし、負荷を釣り合わせると同時に、落石の衝撃力を分散させ構造全体で落石エネルギーを吸収する仕組みである。

2.4 計測項目及び計測方法

本実験の計測項目は緩衝装置のスリップ量、ワイヤロープ張力、重錘の加速度と速度及び衝突時の金網変位量とした。緩衝装置のスリップ量は重錘落下後のスリップ量をスケールにて計測した。図-3 はワイヤロープ張力の計測箇所を示している。ワイヤロープ張力は、各種ロープ端部のシャックルに歪ゲージを貼付し、4ゲージ法により測定した。重錘の加速度は重錘中心部の空間に圧電型3軸加速度センサー（MEAS製M-4630、定格1000・5000 m/s²）と記録計（増幅器とキーエンス製NR-2000）を設置し、センサーからの出力を0.5 ms間隔でサンプリングした。重錘の落下から捕捉するまでの挙動については、3方向（正面、左右側面）に配置した高速度カメラ（ディテクト製SportsCorder、200 fps、640×480 pixels、およびカシオ製EX-F1、300 fps、512×384 pixels）を用いて撮影した。衝突時における金網の最大変形量、重錘の線速度及び回転速度は側面から撮影した高速度カメラの画像解析により測定した。



リング型緩衝装置



Uボルト型緩衝装置



滑車装置（支柱部）



滑車装置（アンカー部）

写真-2 緩衝装置・滑車装置

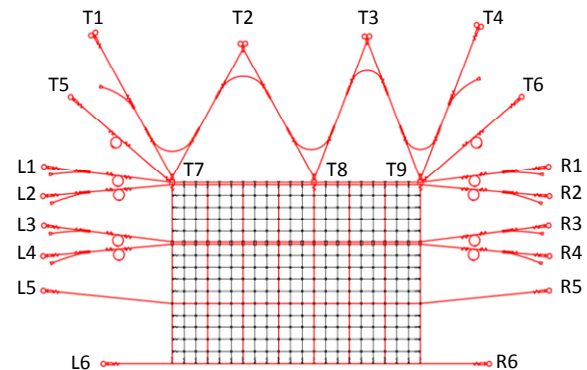


図-3 張力計測箇所図

2.5 実験ケース

表-2 は、実験ケースの設定条件を示している。従来型金網あるいは新型金網を用いた構造体に対して、それ

表-3 実験結果一覧表

実験 No.	理論値	実験値							
	衝突エネルギー Et (kJ)	線速度 V (m/s)	回転速度 ω (rad/s)	横ロープ最大張力 t1 (kN) (発生位置)	吊ロープ最大張力 t2 (kN) (発生位置)	緩衝金具スリップ量 (設定長比率) L (mm)	金網最大変形量*1 δ (mm)	重錘最大合成加速度 α (m/s ²)	重錘最大衝撃力 F (kN)
Case1-1	554.5	14.2	19.0	38.0 (R3)	39.4 (T7)	3220 (25.6%)	2379	500.0	1249.9
Case1-2	931.5	14.6	16.7	26.8 (R4)	56.6 (T7)	7290 (57.9%)	2681	512.4	2151.0
Case1-3	1153.3	15.0	16.0	65.3 (R3)	53.5 (T1)	8190 (41.4%)	2543	642.4	3340.4
Case2-1	554.5	14.6	18.1	44.1 (L5)	53.7 (T8)	3310 (26.3%)	2505	368.4	921.0
Case2-2	931.5	14.2	14.8	39.9 (L5)	71.5 (T1)	10010 (79.4%)	2700	315.7	1326.1
Case2-3	1153.3	14.6	15.2	33.5 (R4)	44.1 (T2)	6800 (54.0%)	2595*2	272.3*3	1416.2*4
Case2-3C	1153.3	14.9	14.3	39.7 (R4)	67.6 (T2)	10210 (81.0%)	2760	230.8	1200.0

実験 No.	重錘捕捉	重錘捕捉状況等
Case1-1	○	衝突から回転停止, 誘導, 捕捉まで良好. 主要部材に損傷無し.
Case1-2	△	衝突から回転停止, 誘導は良好. 捕捉時に重錘抜け出し. 主要部材に損傷無し.
Case1-3	○	衝突から回転停止, 誘導, 捕捉まで良好. 主要部材に損傷無し.
Case2-1	○	衝突から回転停止, 誘導, 捕捉まで良好. 主要部材に損傷無し.
Case2-2	○	衝突から回転停止, 誘導, 捕捉まで良好. 主要部材に損傷無し.
Case2-3	×	交点クリップ締付弱く, 金網を貫通. 金網破損.
Case2-3 C	○	衝突から回転停止, 誘導, 捕捉まで良好. 金網の重錘衝突面に一部局所的な破断有り.

*1 重錘衝突時の金網最大変形量, *2, *3, *4 金網貫通直前の値.

ぞれ衝突エネルギーを3段階に設定した合計6ケースの実験を実施した.

緩衝装置は, 従来型金網を用いた Case1-3 のみ U ボルト型とリング型を横ロープに併設し, その他のケースはリング型のみを設置した. 実験ケースの選定目安とした衝突エネルギー Et は, 落石対策便覧¹⁾に記載される落石の全運動エネルギー式を用いて理論値として算定した. なお, 理論値として算定した衝突エネルギー Et には, 重錘の回転を考慮し, 回転エネルギー係数を見込んでいる. また, 等価摩擦係数¹⁾は, 過去に各地で行われた実験で得られた係数であり, 本実験で用いた重錘が丸状~角状の範囲であり, 斜面走路の凹凸状況は中~大, 走路上には立木がないことから区分 B と仮定し, 0.15 を採用した.

3. 実験結果と考察

3.1 実験結果概要

表-3 は, 実験結果の概要を示している. 新型金網を用いた Case2-3 以外の全ケースにおいて, 主要部材である金網や支柱の破損, ロープの破断およびアンカーの抜け出し等もなく重錘を捕捉した.

Case1-2 については, 金網に衝突してからの停止, 斜面法尻までの誘導まで問題はなかったが, 法尻に到達した後, 重錘が金網から抜け出した. これは設置した金網の全範囲で金網が挙動し, エネルギーを吸収する過程で,

タイミング的に金網下部が浮いた時に重錘が通過したためである. 実用に際して, 網高の調整や金網下部に押さえアンカーを配置することで, 落石の抜け出しを防ぐことは十分可能である.

Case2-3 については, 実験後に縦ロープと横ロープを接続している交点クリップの緩みが確認された. したがって, 重錘衝突部の縦・横ロープの間隔が広がり, 金網のみで重錘を受ける結果となったことで金網を貫通し, 捕捉に至らなかったものと推察する. 本実験ケースでは, 交点クリップの締付作業が適正ではなかったと考えられたため, 交点クリップの締付作業を適正に行い, 再実験 (Case2-3 C) を行った. 再実験の結果, 金網は貫通せずに重錘を捕捉したものの, 金網の衝突面に一部局所的な破断を生じた. このことから, 本実験ケースで付与した衝突エネルギーあるいは衝撃力は, 新型金網を用いた構造体の性能限界に近いと推測される.

また, 本実験では, 重錘は回転運動と跳躍運動を伴いながら斜面を落下し金網に衝突する. 重錘の回転運動は, 衝突面に接した後も暫く継続し, 重錘の回転エネルギーを含む衝突エネルギーが構造体に吸収された後に重錘は回転運動を停止させ, 地山に落下し法尻まで誘導される. これは, 全ての実験ケースで同様の挙動が確認できた. このように回転運動を伴う重錘の挙動は, 鉛直自然落下実験や振り子式実験では再現できず, 実斜面で重錘を転落させる方法特有のものである. 実際の落石は斜面上を

転がり落ちてくるため、本実験で確認された挙動に近いものである。これらのことから、ポケット式落石防護網の防護機能において、落石の回転運動を停止させ、回転運動による摩擦に耐えうる部材や構造を選定することが重要である。

3.2 各種ロープ張力について

図-4は、緩衝装置のUボルト型とリング型を併設した Case1-3 における横主ロープ張力および吊ロープ張力の測定結果を示している。Case1-3 の横主ロープ最大張力は 65.3 kN であり、Uボルト型の最大滑り張力 90 kN 以下であった。リング型のみ設置した他ケースの各張力は、26.8 kN~44.1 kN の範囲と大きなばらつきは見られず、リング型の最大滑り張力 60 kN 以下であった。これらのことから、Uボルト型、リング型ともに緩衝機構が有効に機能し、作用張力は衝突エネルギーの大小に関係なく一定の範囲内にあることを確認することができた。

実験 Case 全ての吊ロープの両端部 (T1, T4) には Uボルト型の緩衝金具が設置してあり、吊ロープは支柱頭部と背面アンカーの滑車装置を介して 1 本のロープで連結された構造である。吊ロープの最大張力は、39.4 kN~71.5 kN の範囲であり、Uボルト型の最大滑り張力値である 90 kN 以下であった。これらのことから、ワイヤロープ張力を抑制させるという緩衝装置の機能について確認することができた。

また、吊ロープの支持点である T2 と T3, T7 と T8 および T9 ではほぼ均等の張力が作用しており、滑車の効果も確認できた。

吊ロープ張力の波形については、横主ロープの張力波

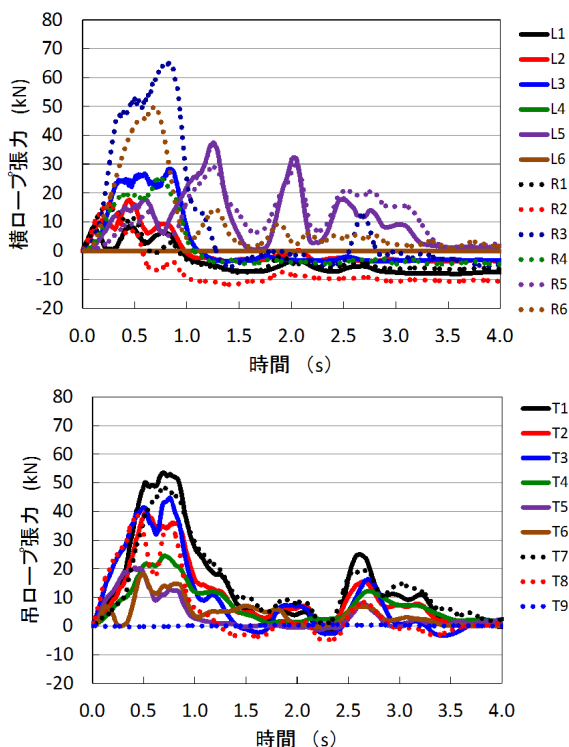


図-4 ロープ張力の経時変化 (Case1-3)

形とは相違し、最大突出時以降の誘導区間での振幅は小さかった。これは、最大突出時までは吊ロープにも荷重が作用するが、その後、重錘が誘導区間へ落下していく過程において、横主ロープの荷重分担が支配的となったことによる。

3.3 衝突時の金網変形量について

写真-3は、最大重錘 5.2t を衝突させた Case1-3 と Case2-3C の重錘衝突時における金網最大変形量を示している。金網最大変形量は Case1-3 で 2.543 m, Case2-3C で 2.760 m であり、横主ロープ間隔 5.0 m に対して 50.9%~55.2% である。

落石対策便覧¹⁾によれば、ポケット式落石防護網の変形量は、金網の遊び等を考慮して横主ロープ間隔の 1/4 (25%) とされている。これに対して本実験の供試体では、概ね 50% 程度の変形量であった。これは横主ロープに配置した緩衝装置のスリップにより、金網の大変形を可能としたものと考えられる。



写真-3 金網最大変形量(左: Case1-3, 右: Case2-3C)

3.4 速度及び衝突エネルギーの実験値について

表-4は、高速度カメラの画像解析により算定した衝突直前の線速度および回転速度、ならびにこれらを基に算定した衝突エネルギーを実験値として示している。線速度は全ケースで 14.2 m/s~15.0 m/s の範囲であり、今回使用した重錘形状寸法と質量の範囲内では大きな速度の違いはない。しかし、回転速度については、重錘 2.5 ton は最大 19.0 rad/s, 重錘 4.2 ton は最大 16.7 rad/s, 重錘 5.2 ton は最大 16.0 rad/s であり、重錘質量すなわち寸法が小さくなれば回転速度が速くなる傾向にある。これは、重錘質量が大きく、重錘形状が自然石のように扁平・不定形でないことから斜面上での跳躍が少なく、転がり落ちる挙動が卓越することに由来している。

本実験における衝突エネルギーの実験値 E_a は、理論値 E_t の 58%~65% であった。これは、実斜面を重錘が転落する際の線速度が理論値で推定した線速度に比べ遅かったため、結果的に線速度エネルギー E_v が小さくなったことが要因である。重錘が斜面を転がる際、地山との間に非弾性衝突(摩擦抵抗)が発生し、線速度は減衰するが、その減衰の度合いは斜面の性状に応じて異なる。本実験の限られたケース数だけで断定することはできないが、実務設計で用いられる落石対策便覧¹⁾で算定される衝突エネルギー E_t には、相応の安全余裕が含まれてい

表-4 速度及び衝突エネルギーの実験値

実験 No.	重錘質量 m (ton)	理論値	実験値					
		衝突 エネルギー E_t (kJ)	線速度 V (m/s)	線速度エネルギー $1/2 \cdot m \cdot V^2$ E_v (kJ)	回転速度 ω (rad/s)	回転エネルギー $1/2 \cdot I^* \cdot \omega^2$ E_r (kJ) (Er/Ev)	衝突エネルギー $E_v + E_r$ E_a (kJ) (Ea/Et)	等価摩擦 係数 μ
Case1-1	2.5	554.5	14.2	252.1	19.0	69.3 (0.27)	321.4 (0.58)	0.79
Case1-2	4.2	931.5	14.6	447.6	16.7	126.6 (0.28)	574.3 (0.62)	0.75
Case1-3	5.2	1153.3	15.0	585.0	16.0	161.5 (0.28)	746.5 (0.65)	0.72
Case2-1	2.5	554.5	14.6	266.5	18.1	62.9 (0.24)	329.4 (0.59)	0.75
Case2-2	4.2	931.5	14.2	423.4	14.8	99.4 (0.23)	522.9 (0.56)	0.79
Case2-3	5.2	1153.3	14.6	554.2	15.2	145.8 (0.26)	700.0 (0.61)	0.75
Case2-3C	5.2	1153.3	14.9	577.2	14.3	129.0 (0.22)	706.3 (0.61)	0.72

*I: 重錘の慣性モーメントであり、ここでは使用した重錘を球形に換算し、球体の慣性モーメント ($2/5 \cdot m \cdot r^2$) で算定した。

るものと考えることができる。

回転エネルギーErについては、線速度エネルギーEvと相反した結果であった。回転エネルギーは、一般的に既往の実験結果¹⁾から線速度エネルギーの10%程度と言われている。これに対して本実験では、線速度エネルギーの22%~28%であり、回転エネルギーの占める割合は大きい結果であった。これは、重錘が回転しやすい形状であったことに起因している。

4. 結論

本研究では、実斜面を用いたポケット式落石防護網の実規模重錘衝突実験を行い、以下のことがわかった。

- (1) 本構造体では、防護面で落石のエネルギーを吸収した後、ポケット部に落とし込み斜面法尻まで誘導させ、最終的に防護網の前面へ抜け出すことなく落石を停止させる一連の捕捉挙動と緩衝装置を用いたポケット式落石防護網の防護性能が確認できた。
- (2) 従来型金網を用いた構造体では、衝突エネルギーの理論値 1150 kJ 程度まで、また新型金網を用いた構造体については、衝突エネルギーの理論値 930 kJ 程度まで対応可能であることが確認できた。
- (3) 実斜面での回転速度は速く、また重錘の回転運動から生じる摩擦力の影響が衝突面に対して大きいことが確認できた。このことから、ポケット式落石防護網の防護機能において、落石の回転エネルギーを停止させるための構造、ならびに回転運動による摩擦力に耐えうる構造を選定することが重要と考える。
- (4) 重錘衝突時における金網最大変形量は、横主ロープ間隔 5.0 m に対して 1/2 (50.0%) 程度であり、緩衝装置のスリップ機構により金網の大変形を可能としている。
- (5) 本実験で与えた重錘衝突エネルギーの範囲内において、Uボルト型あるいはリング型の緩衝装置を設置したワイヤロープの張力は、緩衝装置の最大滑り張力値以下であり、緩衝装置の有効性とエネルギー吸収効果を確認できた。

(6) 実斜面では、鉛直自由落下と違い、斜面の状況が衝突速度に影響する。その結果、理論値として算定した衝突エネルギーに比べ、実験値で得られた衝突エネルギーは最大で65%程度まで低減する。一方、回転速度は一般的な設計値よりも速く、線速度エネルギーに対する比率は、最大28.0%であった。

本実験により、実斜面において緩衝装置を用いたポケット式落石防護網のエネルギー吸収性能や適用範囲を検証することができた。また、対応可能エネルギーは限定されるものの引張強度が高く線径を細径とした新型金網についても、実用化は十分可能であると判断でき、従来型金網と比較して軽量な新型金網を用いることによる施工性の向上が期待できると考える。

今後は、本実験結果を基に、LS-DYNA (非線形構造解析ソフト) を用いて再現モデルを構築し、要素別の可能吸収エネルギーを評価するとともに、合理的な設計手法の確立に向け、研究を進めたい。本研究成果が今後の落石対策に活かされれば幸いである。

参考文献

- 1) 日本道路協会：落石対策便覧，2000.6.
- 2) 西 弘明，今野久志，山口 悟，佐々木哲也，小室雅人：ポケット式落石防護網の実規模実験，土木学会第 68 回年次学術講演会，I-468，2013.9
- 3) 田島与典，前川幸次，岩崎征夫，河上康太：実物大重錘衝突実験による緩衝装置を用いたポケット式落石防護網の評価，土木学会 構造工学論文集，Vol.56A，pp.1088-1100，2010.4.
- 4) 前川幸次，河上康太，田島与典，岩崎征夫：ポケット式落石防護網のシミュレーション解析に関する研究，土木学会 構造工学論文集，Vol.57A，pp.1134-1144，2011.4
- 5) European Organization for Technical Approvals(EOTA)：ETAG27，GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL of FALLING ROCK PROTECTIONKITS，p34，2008.2.