

従来型落石防護柵の落石すり抜け現象に関する実験的研究

土木研究所寒地土木研究所	正会員	○今野久志	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	寺澤貴裕	室蘭工業大学大学院	正会員	栗橋祐介
土木研究所寒地土木研究所	正会員	西 弘明	室蘭工業大学	フェロー	岸 徳光

1. はじめに

本研究では、比較的小規模な落石に対する落石防護施設として採用されている従来型落石防護柵に関して、落石がワイヤロープ間よりすり抜けることを抑制するための間隔保持材の設置効果、金網の落石捕捉性能や貫通現象を把握するための基礎的な検討として重錘落下衝撃実験を実施した。

2. 実験概要

図-1には、試験体および試験体設置用の鋼製枠架台の形状寸法を示している。試験体は、柵高 2m の従来型落石防護柵の基本構造に合わせて、30cm 間隔に設置した 7 本のワイヤロープ（初期張力 5kN 程度）と素線径 3.2mm のひし形金網および間隔保持材（幅 65mm、厚さ 4.5mm）より構成されている。表-1には、実験ケース一覧を示している。実験は、2 種類の重錘を用いて、重錘衝突位置を中央部と端部の 2 種類とし、落下高を変化させて実施した。実験ケース名は、重錘材質（C：コンクリート製、S：鋼製）、重錘の落下高（H + m）、重錘衝突位置（図-1の L 側または R 側 + 重錘が接触するワイヤロープのロードセル番号（上から順に 1～7））を示している。

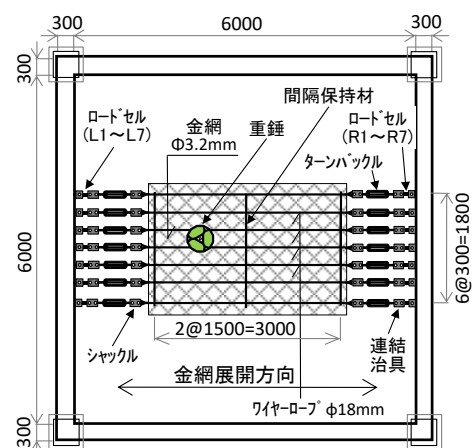


図-1 試験体の形状寸法

表-1 実験ケース一覧と実験結果

実験 ケース名	重錘材質	質量 (kg)	衝突 位置	落下高 (m)	衝突E (kJ)	実験結果	
						ロープ	金網
C-H25-L45	コンクリート	100	中央	25.0	24.5	○	○
C-H30-L34	コンクリート	100	中央	30.0	29.4	×	×
C-H5-L67	コンクリート	100	端	5.0	4.9	○	○
C-H7.5-R12	コンクリート	100	端	7.5	7.4	○	○
C-H10-R67	コンクリート	100	端	10.0	9.8	×	×
S-H10-L34	鋼	110	中央	10.0	10.8	×	○
S-H15-R34	鋼	110	中央	15.0	16.2	×	○
S-H20-L45	鋼	110	中央	20.0	21.6	×	×
S-H2.5-R67	鋼	110	端	2.5	2.7	×	○
S-H5-L67	鋼	110	端	5.0	5.4	×	×

※ ○: 捕捉、×: 非捕捉

コンクリート製多面体重錘の場合には、重錘形状よりワイヤロープが 50cm 程度（ロープ間隔の 1.4 倍）、また先端が半球状の鋼製重錘では 30.5cm 水平方向に押し広げられた場合に、重錘はワイヤロープをすり抜けることになる。

3. 実験結果および考察

表-1の右欄には、実験結果を、写真-1には、実験後の試験体状況の代表例を示している。

写真(a)～(c)は、コンクリート製重錘を使用した場合の結果を示している。重錘衝突位置が中央部で落下高の異なる

(a)C-H25-L45 および(b)C-H30-L34 について見ると、(a)では重錘はワイヤロープ上に捕捉されているものの、(b)では重錘はワイヤロープおよび金網をすり抜けている状況が示されている。この結果は過年度にワイヤロープ 4 本を使用した同種の実験結果とほぼ整合している。次に、重錘衝突位置が端部の(c)C-H10-R67 について見ると、重錘はワイヤロープをすり抜け金網端部より落下しそうな状況となっており、ガイドロープが無ければ重錘は完全に金網より落下していたものと想定される。以上より、重錘衝突位置が中央部の場合には、重錘はある程度の衝突エネルギーまでは捕捉されるものの、衝突エネルギーが増加することですり抜けが発生する場合のあること、重錘衝突位置が端部の場合には、中央部の場合の 1/3 程度の衝突エネルギーでワイヤロープからのすり抜けが発生することがわかった。

写真(d)～(f)は鋼製重錘を使用した場合の結果を示している。いずれの実験結果も、重錘の直径がワイヤロープ間隔と同程度であることから、重錘はワイヤロープよりすり抜けが発生している。重錘衝突位置が中央部

キーワード 従来型落石防護柵、間隔保持材、落石すり抜け、ワイヤロープ、重錘落下衝撃実験

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



(a) C-H25-L45 (R : ○、N : ○)



(b) C-H30-L34 (R : ×、N : ×)



(c) C-H10-R67 (R : ×、N : ×)



(d) S-H15-R34 (R : ×、N : ○)



(e) S-H20-L45 (R : ×、N : ×)



(f) S-H5-L67 (R : ×、N : ×)

※ R : ワイヤロープ, N : 金網, ○ : 捕捉, × : 非補足

写真－1 実験後の試験体状況

で落下高の異なる(d)S-H15-R34 および(e)S-H20-L45 について見ると, (d)では重錘が金網に捕捉された後, 試験体のリバウンドによりワイヤロープより上方に飛び出し, 写真に示すように衝突位置の左側のロープ間に静止した. 重錘衝突位置の金網は, 重錘と同様の形状で残留変位が発生しているものの破網はしていない. 落下高が $H=20\text{m}$ である(e)では, 重錘が金網を貫通し下方に落下した. 落石対策便覧²⁾では, 従来型落石防護柵の設計において, 金網の可能吸収エネルギーを一律 25kJ としているが, 本実験の重錘衝突エネルギーが 21.6kJ であることから, 重錘径等の条件によっては金網の実際の可能吸収エネルギーは設計で想定している値よりも小さい可能性があることがわかった. 次に, 重錘衝突位置が端部の(f)S-H5-L67 について見ると, 金網端部はワイヤロープと連結されていないことから重錘は金網側面より脱落下方に落下している. 以上より, 重錘径がワイヤロープ間隔と同程度の場合において, 重錘衝突位置が中央部の場合には, 重錘はワイヤロープをすり抜け金網によって衝突エネルギーを吸収するものの, 可能吸収エネルギーは設計で想定している値よりも小さくなる可能性があること, 重錘衝突位置が端部の場合には, 中央部の場合よりも小さい衝突エネルギーで金網より脱落する場合のあることがわかった.

2 種類の重錘を使用した実験結果より, 端部衝突時の重錘捕捉性能を向上させるためには, ワイヤロープと金網との連結方法に関して検討することが必要であることが明らかとなった.

4. まとめ

本実験の範囲内で得られた結果は以下のとおりである.

- 1) 間隔保持材を設置した場合においても, 重錘の衝突エネルギーが増加することで重錘のすり抜けが発生する場合がある.
- 2) 重錘径が小さい場合には, 金網の可能吸収エネルギーは設計で想定している値より小さい可能性がある.
- 3) 端部衝突時の重錘捕捉性能を向上させるためには, ワイヤロープと金網との連結方法に関して検討することが必要である.

参考文献

- 1) 今野久志、荒木恒也、西弘明、小室雅人、岸徳光：従来型落石防護柵の落石すり抜けに関する重錘落下衝撃実験、土木学会北海道支部論文報告集、第 73 号、2017.2
- 2) 日本道路協会：落石対策便覧、2017.12