ポケット式落石防護網の実規模実験

土木研究所寒地土木研究所　正会員○西　弘明　　土木研究所つくば中央研究所　正会員　佐々木哲也
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　山口　悟

１．はじめに

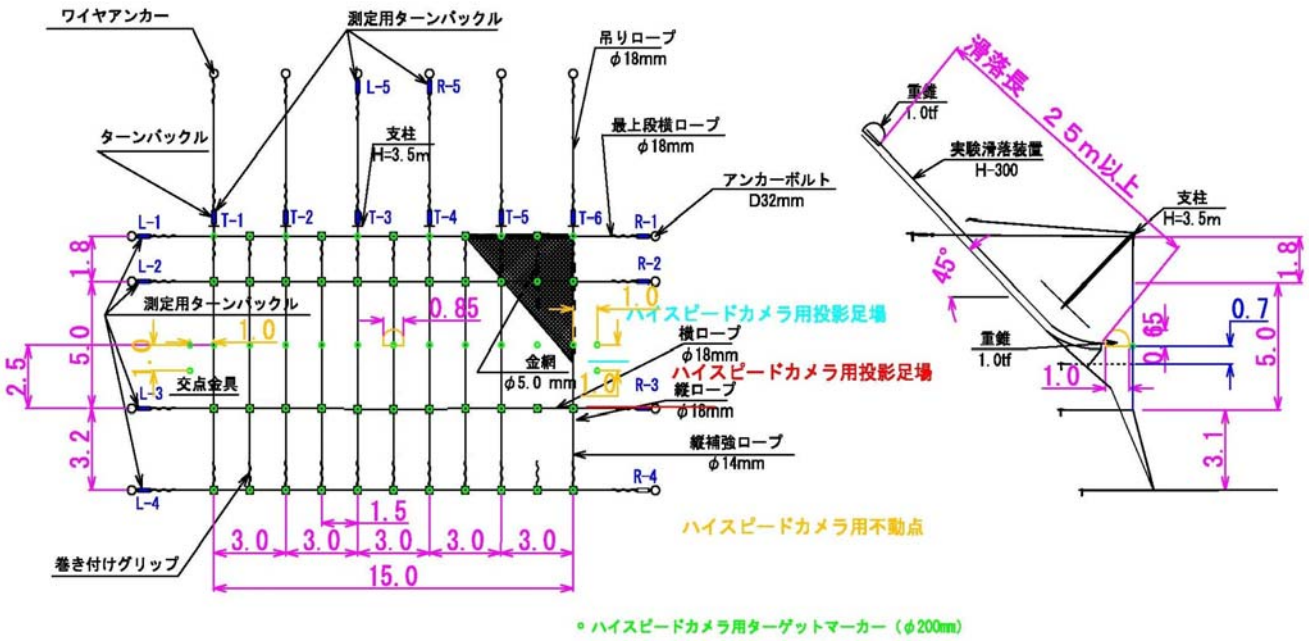
落石対策工の一つに，吊ロープや支柱，金網，ワイヤーロープ等の部材を組み合わせたポケット式落石防護網がある．近年，緩衝装置等を組み込んだ高エネルギー吸収型と呼ばれる落石防護網が開発され，経済性や適用範囲の広さから，現場適用事例が増えている.しかしながら，それらの性能評価については統一的な指標がなく，従来型との性能比較も曖昧で安全余裕度等も不明確である．そこで，著者らは従来型も含めて，落石対策工として求められる機能を明確にするとともに，性能照査技術の確立に向けた研究を進めている．

本研究では，従来型のポケット式落石防護網について，耐衝撃挙動やエネルギー吸収機構等を詳細に検討するための基礎資料を得ることを目的として，実規模の重錘衝突実験を実施した．

２．実験概要

図－１に実験供試体の正面図及び側面図を，写真－１には実験状況を示す．実験は傾斜角度約 45° の重錘滑落装置(H-300)に，所定の高さで設置した重錘を滑落させて，供試体に衝突させ実施した．

表－１に供試体の設計条件を示す．表に示すように，落石対策便覧 [1)]における設計法により，落石の衝突前後のエネルギー差 E_L を考慮し各部材の諸元を決定した．供試体の形状寸法は，金網高 10m，金網幅 15m，支柱高 3.5m，支柱間隔 3m である．金網は菱形金網 5.0φ×50×50mm，吊りロープ及び縦・横ロープは 18φ，アンカーボルトは D32(M30)×1000 である．縦ロープの間隔は 1.5m，横ロープの間隔は 5.0m を基本に考えたが，重錘衝突の設定位置と重錘滑落装置の高さの関係から，図に示すように変則的な配置としている．横ロープの端部処理には，一般に採用されている巻付グリップを用いたが，巻付グリップの引き抜けを防止するためワイヤクリップを併用した．また，巻付グリップとアンカーボルトの連結には，ターンバックル及び取付け金具を使用している．重錘の質量は 1.0t，形状は幅 95m×高さ 75cm×長さ 95cm であり，衝突部が球面形状となって



図－１　ポケット式落石防護網実験供試体の正面図及び側面図

キーワード　ポケット式落石防護網，実規模実験，重錘衝突実験
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　ＴＥＬ011-841-1698

表－１　供試体の設計条件

	(kJ)	諸元	安全率
落石持込エネルギー: E_W	150.10	W=1t, H=17m, θ =45° μ =0.1	-
吸収可能エネルギー: E_T	151.26	E_N+E_R+E_P+E_{ER}+E_L	E_T >E_W
菱形金網: E_N	61.49	5.0φ×50×50mm	2.24>1.0
横ロープ: E_R	14.78	18φ3×7G/O	1.88<2.0
支柱(ピン構造): E_P	0.00	-	-
吊りロープ: E_{ER}	0.71	18φ 3×7G/O	4.68>3.0
エネルギー差: E_L	74.28	-	-
横ロープ端部アンカー		D32(M30)×1000	1.33>1.0

写真－１　実験状況

表－２　実験ケースと実験結果の概要

ケース名	H(m)	Ewd(kJ) (設計)	Ewe(kJ) (計測)	実験結果	備考
No.1-1	6.0	53	50.1	重錘衝突部の金網の塑性変形	
No.1-2	12.0	106	95.1	3 段目横ロープ左側の取付け金具の破断	金網再利用
No.1-3	6.0	53	48.5	3 段目横ロープ左側のアンカーボルトの破断	取付け金具なし 金網再利用
No.2-1	6.0	53	44.7	4 段目横ロープ右側のアンカーボルトの破断	金網交換
No.2-2	18.0	159	142.0	3 段目横ロープ右側のアンカーボルトの引抜	金網再利用

いる．測定項目は，ロープ端部のターンバックルに貼付した歪ゲージによるロープ張力，高速度カメラによる二次元及び三次元変位等である．表－２に実験ケースの一覧を示す．落下条件は落石持込みエネルギーE_Wが，エネルギー差E_Lを除く可能吸収エネルギーを下回る落下高さ H=6m を基準として設定した．

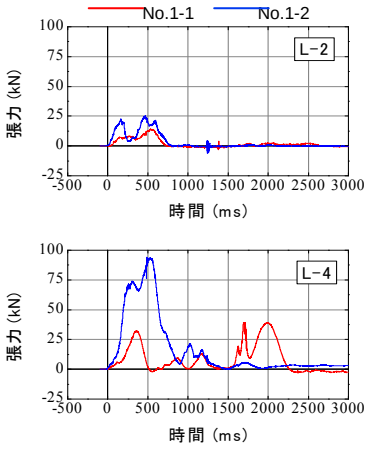
３．実験結果

表－２に実験結果の概要を，写真－２に実験後の横ワイヤー端部及びアンカー破断部の状況を示す．重錘は想定どおり，2 段目と 3 段目横ロープのほぼ中間位置に衝突し，最大変位は3段目ロープ位置近傍で発生している．

最初の No.1-1(H=6m)では，重錘衝突部近傍の金網に若干の塑性変形が生じている程度であった．また，このケースを除き，横ロープ端部の取付け金具やアンカーボルト部で破断等が生じている．No.1-3 では，落下高さ H=6m の条件でアンカーボルトの破断が生じているが，これは直前の No.1-2 において当該ボルトのネジ部に損傷が生じていたことが原因と考えられる．

図－２に，No.1-1(赤線)と 1-2(青線)におけるロープ張力の時系列波形の一例を示す．L-2 は重錘衝突点の直上(二段目)の横ロープの左端，L-4 は最下段(四段目)の横ロープ左端における張力である．ロープ張力には No.1-1 の L-4 を除き，500ms 経過までに二つのピークがあることがわかる．L-4 におけるそれぞれのピークは L-2 に比較して，100ms 程度遅れて発生している．また，アンカーボルト等に破断の生じなかった No.1-1 の L-4 においては，重錘が地面に着地する直前(約 1700ms)に最大の張力が発生している．

写真－２　実験後状況



図－２　横ロープ張力

４．まとめ

本研究では，従来型のポケット式落石防護網の耐衝撃挙動に着目し，実規模の重錘衝突実験を実施した．今後は，異なる条件下での追加実験を実施するとともに，実験結果を踏まえ落石防護網のエネルギー吸収機構等について詳細に分析する予定である．

参考文献

1)　社団法人日本道路協会：落石対策便覧，2000 年 6 月