

既設の落石防護柵を補強した新しい落石防護柵の実規模実験について

株式会社プロテックエンジニアリング 正会員 西田 陽一

同上 正会員 ○小川 亮

金沢大学 理工研究学域 正会員 梶谷 浩

1. はじめに

我が国では、これまで道路等の小規模な落石対策として H 形鋼を支柱に用い、水平ガードケーブルと金網を防護面に用いた落石防護柵が多く建設されてきた。これらの落石防護柵の多くはコンクリート擁壁上に設置されたものが多く、経済性にも優れた構造であることから防護柵として最も施工延長が長い構造であることが知られている。

しかしながら、防護柵が建設されてから斜面の経年変化等によって柵高が不足することや防護柵の一部が腐食し取り換えが必要な構造も多く見られるようになってきた。

本研究では、このような場合に対する従来からの落石防護柵の柱の一つの補強工法を考案した。そして、補強された柱に、新しいワイヤネットの支持面を設けた供試体を用いて、40kJ～200kJ のエネルギーを持つ重錘の衝突実験を行い、その挙動を調べ、エネルギー吸収性能について実験的に明らかにした。

2. 実験供試体

実験供試体は、3m 間隔で 6 スパン設置した従来型防護柵と同規格の支柱(H200×100×5.5×8 ,H=2m)に補強した柱(φ267.4mm, t=6mm, H=4m)を 6m 間隔の 2 スパン、外辺のワイヤロープ(FC-6×24-φ22mm×2 本)と防護面であるワイヤネット (FC-6×24-φ12mm) で形成されている。

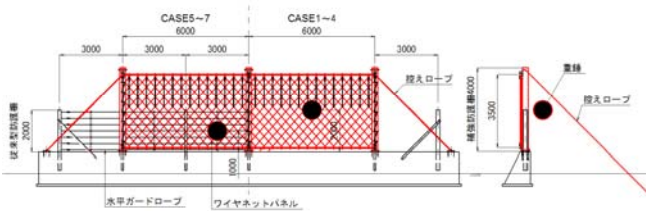


図-1 実験供試体の概要

表-1 実験ケース

実験ケース	重錘 (kN)	高さ (m)	エネルギー (kJ)	載荷面の状態	備考
CASE1	2	20	40	ワイヤネット	単一載荷
CASE2	7	14.3	100	ワイヤネット	漸増載荷
CASE3	7	21.4	150	ワイヤネット	漸増載荷
CASE4	10	20	200	ワイヤネット	単一載荷
CASE5	2	20	40	ワイヤネット +水平ガードロープ	単一載荷
CASE6	4.7	14.3	100	ワイヤネット +水平ガードロープ	単一載荷
CASE7	7	21.4	140	ワイヤネット +水平ガードロープ	単一載荷

支柱の固定は鋼管内部に鉄筋(D16-4 本)を埋め込み、充填コンクリートによる付着接合とし、頭部は縦断方向と横断方向に変位制御用の控えワイヤを設置してアンカーに定着した。防護面のワイヤネットはワイヤロープを 50cm 間隔の目あいで編み込み外辺のワイヤロープに固定されている。なお、ワイヤネットの上辺と縦辺の連結部にはワイヤネットがスライドできる緩衝金具を設置しており、連結部の張力が上辺では 10kN、縦辺では 7.5kN に達するとスリップが生じる。図— 1 に実験供試体の概要を示す。

また、従来防護柵に設置されている水平ガードロープ(3×7-G/O-φ18ctc250)の影響を調べるためにガードロープを設置した供試体とガードロープを設置しない供試体の 2 種類とした。

3. 実験方法

実験は、2 台のクレーンを用いた振り子式載荷とし、重錘は光電スイッチを使用して自動的に離脱させた。重錘は 2kN、7kN および 10kN の 3 種類を入力エネルギーに応じて使用した。表-1 に実験ケースを示す。

計測項目は、重錘加速度(3 軸)、補強支柱頭部の加速度(1 軸×2)、支柱のひずみ、下部工の変位、山側控えアンカー張力、サイドアンカー張力および下部工の変位とした。

Keyword：落石，防護柵，衝撃，実規模実験，吸収エネルギー

連絡先：新潟県北蒲原郡聖籠町大字蓮潟 5322-26 TEL 025-278-1551

4. 実験結果

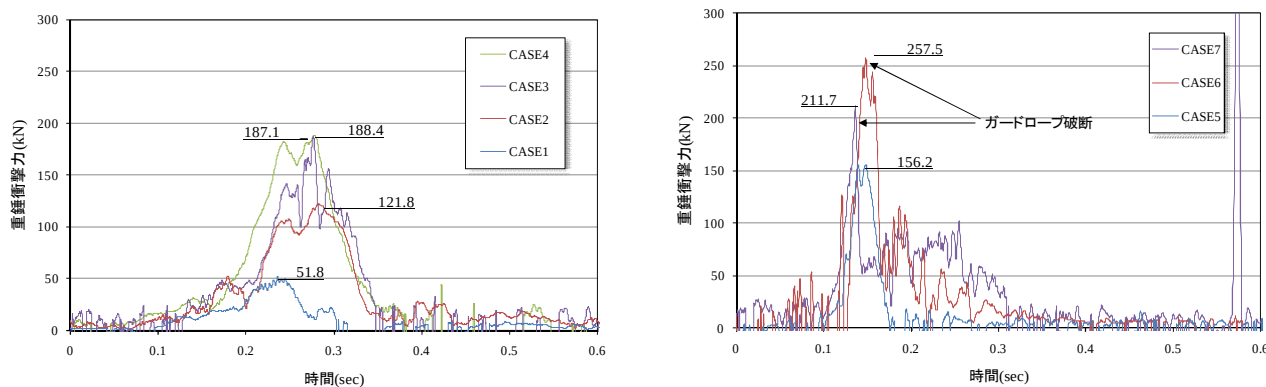


図-2 重錘衝撃力の経時変化

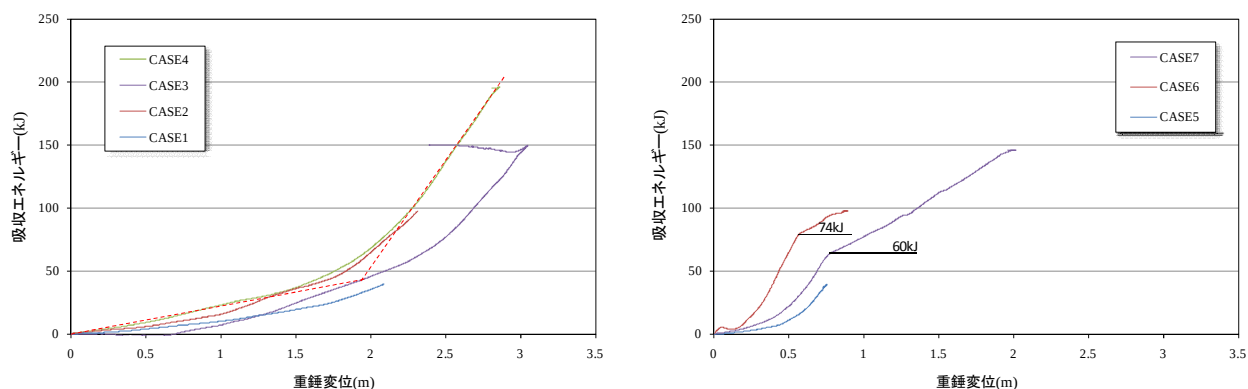


図-3 吸収エネルギーと重錘変位の関係

図-2は、重錘衝撃力の経時変化を示している。ワイヤネットに直接衝突させたCASE1～CASE4の重錘衝撃力の最大値は、CASE1で51.8kN、CASE2で121.8kN、CASE3およびCASE4で188kN程度であった。

また、水平ガードロープとワイヤネットの2重構造の載荷面で衝突させたCASE5～CASE7では、同じ条件のCASE1～CASE3に比べて衝撃力は大きいことがわかる。これは水平ガードロープの衝突面がワイヤネットに比べ剛であるため衝撃力が大きくなったものと考えられる。

CASE5およびCASE6では、重錘衝撃力は、ピークを示した後に0.1sec程度の長さで70kNとなっている。これはガードロープが破断し、重錘が貫通した後にワイヤネットに衝突したためである。

図-3は、重錘加速度を積分して算出した吸収エネルギーと重錘変位の関係を示している。

CASE1～CASE4の吸収エネルギーをみると、重錘変位が1.7m付近までは緩やかにエネルギーを吸収し、その後、吸収エネルギーが急増している。これはネットの初期撓みによる変形と弾性変形による撓みの最大値が1.7m程度であり、そのエネルギー吸収量は約40kJであることがわかる。また最大変位は、入力エネルギー200kJのCASE4で2.9mであった。これらから初期のネットの撓みを小さくすることで、最大変形量を小さくできることも考えられる。

CASE5～CASE7の重錘変位と吸収エネルギーの関係をみると、CASE6で74kJ、CASE7で60kJ付近で変位が急増している。これは水平ガードロープの破断によるものであり、今回の実験に用いた従来型落石防護柵の限界吸収エネルギーに相当すると考えられる。

5. まとめ

今回の実験から、従来の落石防護柵を補強する工法の一つを考案した。そして40kJ～200kJのエネルギーを持つ重錘衝突実験を行い、その挙動を調べエネルギー吸収性能について実験的に明らかにした。