既設落石防護柵の維持管理の課題と補修補強方法の検討

岩手大学　○松嶋秀士・井良沢道也
（株）寒河江測量設計事務所　堀　和彦

1. はじめに

わが国における落石対策は，昭和 34 年にスタートした道路整備 5 ヵ年計画によって，道路の新設および改良が進み，山間部の道路側が斜面の場合には落石対策用のワイヤロープ金網式落石防護柵（以下，既設落石防護柵）が設置されてきた。これらの既設落石防護柵は，設計寿命に近いものも多く，落石危険地帯では，今後 5 ～ 10 年の間に一斉に更新を余儀なくされると想定される。また，国の施策であるインフラ長寿命化基本計画（平成 25 年 11 月 29 日）においては，インフラの安全性の向上と効率的な維持管理を実現することとされている。このようなことから，既設構造物の補強工法などが必要となってきた。

2. 落石防護柵の維持管理の現状と課題

道路災害（事故）における落石の割合（図 - 1）は，4 番目に多く対策が必要と考えられる。落石対策便覧 [1]の制定が昭和 58 年であり，それ以前に設置されたものは基準がなく落石の飛び越えや損傷が見受けられる。平成 29 年度の一般道路事業費の内，トンネルや橋梁を除くその他の修繕費が 4%しかなく，その中で落石防護柵に割り当てられる予算は限られている。また，国土交通省における道路構造物の定期点検要領に落石防護柵の項目はなく，点検方法の確立と，橋梁点検と同様にコスト及び判断する技術者不足が課題であると考えられる [3]。

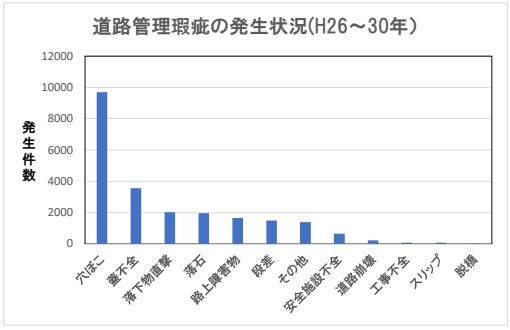


図 - 1　事故態様別発生状況 [2]

3. 既設落石防護柵における補強工法の検討

落石防護柵の維持管理・修繕に関しては予算の関係もあり，対策の優先順位はどうしても後になってしまう現状が考えられる。そこで，コストをかけず短工期で対策できる補強工法を開発したので紹介する。

3. 1　工法の概要

H 鋼を用いた落石防護柵の問題点として，H 鋼の断面性能問題がある。強軸方向に対し弱軸方向の断面性能が 1/5 程度で，落石の衝撃力により，ねじれ座屈を起こし，急激に耐力を失う（図 - 2）。そこで，ねじれ座屈を抑える仕組みとして，支柱基部にねじれを拘束する部材と支柱上部に支柱同士を 2 本のバーでつなぐ構造にすることにより，ねじれ座屈を抑えることができると考えた（図 - 3）。

図 - 2　支柱のねじれ座屈事例

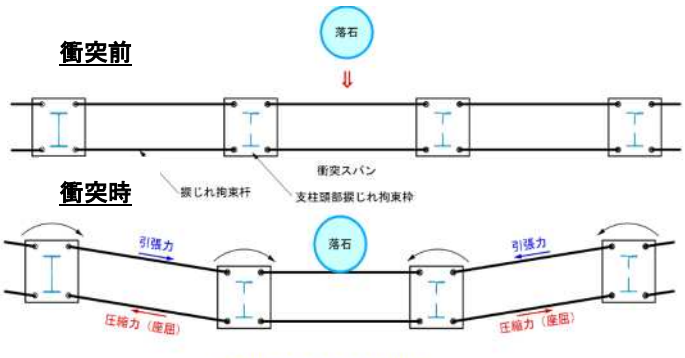


図 - 3　ねじれ座屈補強の仕組み

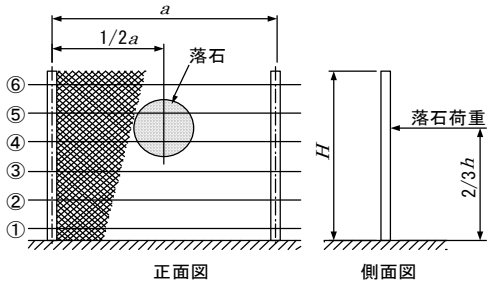
3. 2　実験方法について

重錘鉛直落下実験は，架台に防護柵スパン 3m を 5 スパン，柵高 H=2.0m の支柱 6 本を水平に取付け，その上にワイヤロープと金網を設置する（図 - 4）。

そして，既存防護柵に 0.65t の重錘を 7.85m の高さから落下させた，重錘エネルギーが 50.0kJ，緩衝

金具を有する補強防護柵に 0.78t の重錘を高さ 13.07m から落下させた 100.0kJ の 2 ケースについて比較検討を行う。この時，エネルギーロスを極力少なくするため，重錘をクレーンで鉛直に吊り上げ，落石作用位置となる支柱固定端から 2/3 の位置（図 - 4 の④と⑤付近）に落下させた。

測定項目は，重錘の加速度，ワイヤ張力および高速度カメラによる支柱頭部の変位である。



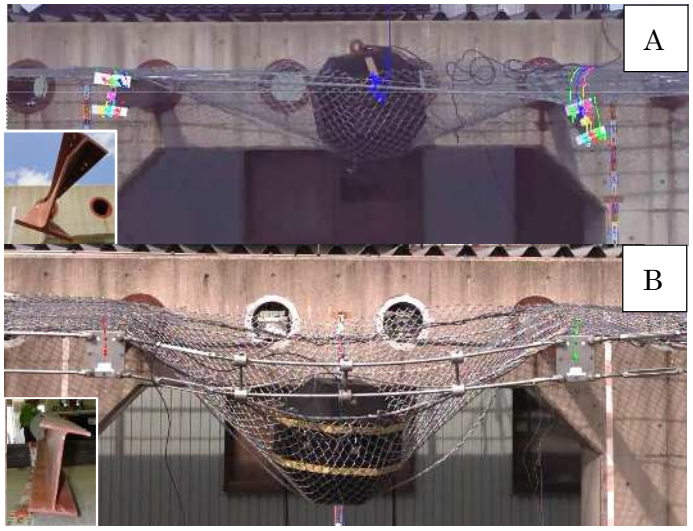
図−4　落石防護柵の落石作用位置

3．3　実験の結果

3．3．1　支柱の変形

図−5A は，既存防護柵に 50kJ の重錘を落下させた場合の衝突スパンの両側の支柱の変形を，図−5B は補強防護柵に 100kJ の重錘を落下させた場合の変形を示している。

この変形状況より，既存防護柵は重錘落下により，支柱が回転すると同時に，支柱下端が座屈し，重錘衝突スパンの両側の支柱先端が広がることが分かる。一方，補強防護柵の重錘衝突スパン両側の支柱は回転することなく，鉛直下方に変形している。これにより，支柱下端の座屈変形も小さく，耐力が増加していると考えられる。



図−5　支柱の変形状況

3．3．2　ワイヤ張力について

重錘の落下位置は，ワイヤロープ 4 本目と 5 本目の間（前出図-4 の④，⑤）であり，それぞれのワイヤロープ張力の実験結果を図 - 6 に示す。既存防護柵では，5 本目が破断しており，計測したワイヤ張力も破断強度を超えている。これに対し，補強防護柵では，緩衝金具を有しており，重錘エネルギーが 100kJ であるにもかかわらず，すべてのワイヤロープの張力は，30kN にとどまり，張力がワイヤロープの広い範囲に分散していることが分かった。

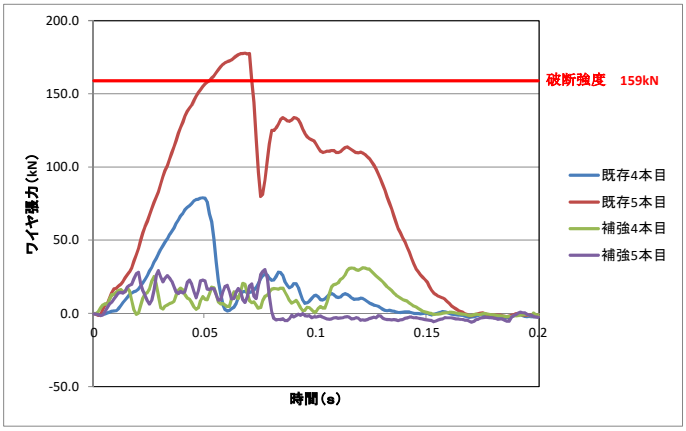


図 - 6　ワイヤ張力の経時変化

4．まとめ

実験の結果より，既設の落石防護柵に簡単な補強部材を追加することで，約 2 倍の落石吸収可能エネルギーが見込まれ，コストをかけず短工期で維持管理が実現でき，さらに安全性の向上を図ることが期待できると考えられる。

文献

1) 日本道路協会：落石対策便覧／社団法人日本道路協会，2017.12.
2) 平成 30 年度道路管理統計／国土交通省，2020.2.
3) 第 9 回道路技術小委員会配布資料／国土交通省社会資本整備審議会，2018.11.
4) 松嶋秀士,吉田博他，既設 H 鋼式落石防護柵の補強に関する研究，第 11 回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム,(38)_1-6