

従来型落石防護柵の構造細目に関する実験的検討

(国研) 土木研究所寒地土木研究所

正会員 ○中村 拓郎

正会員 山澤 文雄

正会員 仁平 陽一郎

正会員 畠山 乃

1. はじめに

従来型落石防護柵は、ひし形金網と多段のワイヤロープで構成される阻止面と、H形鋼の支柱を組み合わせた自立支柱式の構造となっており、50～100kJ 程度までの落石エネルギーを有する小規模な落石への対策工として数多く設置されている。著者らの実施した実規模防護柵等を対象とした重錘衝突実験の結果から、重錘を捕捉できたとしても、端末支柱とワイヤロープの接続部の局部損傷、支柱基部の亀裂、間隔保持材の路面側への飛散、阻止面のめくり上り、ワイヤロープの索端金具からの引抜け等の発生が懸念されることを報告している¹⁾。本稿では、それらの損傷に対する対策として構造細目に関する検討を行ったので報告する。

2. 損傷別の予防方法の検討

(1) 端末支柱とワイヤロープ接続部の補強

設計可能吸収エネルギー相当の重錘を防護柵に衝突させた場合であっても、写真-1(a)に示すように、重錘衝突によって端末支柱のウェブ部が索端金具の固定用ナットによって陥没する状態となった。現行の設計法では接合部に関する照査は定められていないものの、端末支柱のウェブには降伏強度以上の応力が発生するという試算結果もある。このような損傷への対策として、ウェブの厚い規格のH形鋼を採用することも考えられるが、材料費に大きく影響する。そこで、端末支柱の外側に補強鋼板を設置した実験を行った結果、写真-1(b)に示すように端末支柱に陥没等の変状は生じないことを確認した。



(a) 補強無し



(b) 補強有り

写真-1 端末支柱外側への補強鋼板の設置



(a) 孔有り



(b) 孔無し

写真-2 吊線用4φ孔による亀裂の誘発

(2) 支柱基部の亀裂予防

中間支柱の基部には、一般に、吊線用の直径4mmの取付け孔が設けられており、重錘衝突によって写真-2(a)に示すような支柱基部の亀裂の発生が確認されている。防護柵では支柱の塑性変形によるエネルギー吸収を見込むため、亀裂が生じることで期待される性能を満足しなくなる恐れがある。一方、吊線用孔を設けていない場合には、写真-2(b)に示すように吊線用孔から誘発された亀裂は生じなかった。防護柵の基部は供用中に腐食しやすく弱部になる可能性もあることから、支柱基部には取付け孔を設けないことが望ましいと考えられる。



(a) 間隔保持材の車道側への飛散



(b) Uボルトの破断

写真-3 間隔保持材の取付け向き



(a) 中央部での捕捉



(b) 端部での捕捉

写真-4 結合コイルによる金網のめくり上がり予防

キーワード 従来型落石防護柵、構造細目、重錘衝突実験、損傷状況

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号

(国研) 土木研究所寒地土木研究所 TEL 011-841-1698

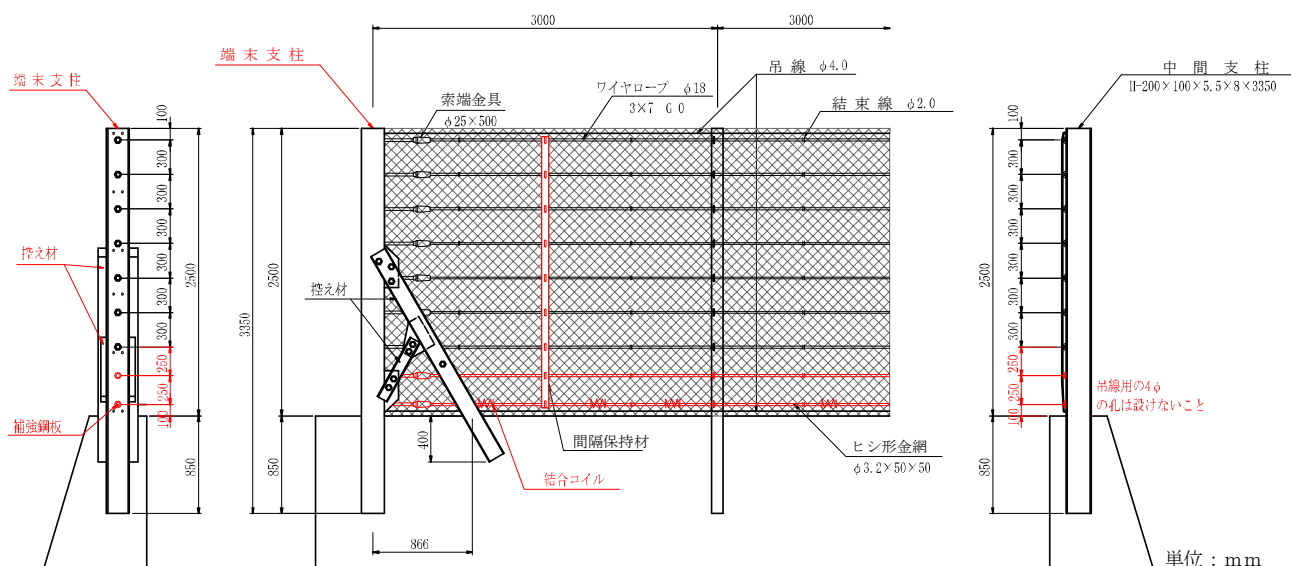


図-1 構造細目を一部変更した従来型落石防護柵（柵高さ2.5mの例）

(3) 間隔保持材の飛散予防

間隔保持材は、落石によるワイヤロープを押し開き金網を突破するような現象への対策として取り付けられる部材であり、一般的には車道側に取り付けられている。実験では、重錘のすり抜けが生じなかった場合であっても、**写真-3**に示すようにワイヤロープの引抜けやUボルトの破断が生じ、結果として間隔保持材が車道側に垂れ下がる結果もあった。このような現象が生じることを予防するためにも、間隔保持材は山側に取り付けることが望ましいと考えられる。

(4) 阻止面のめくり上がり対策

従来型落石防護柵のワイヤロープは、支柱天端から 300mm 間隔で設置されることが一般的であり、柵高さによっては最下段のロープが基礎から 200mm、300mm ほど離れている防護柵も存在する。落石の寸法や作用位置によっては、設計の前提条件である 2 本のワイヤロープが均等に荷重を負担するという前提条件を満たさない恐れがある。落石作用位置が防護柵の下側になることが想定される場合には、最下段のロープの配置にも注意が必要であり、下段側のロープ間隔を狭めて本数を増やすなどの対応が考えられる。また、ひし形金網は、間隔保持材を介してワイヤロープに固定されているため、最下段のワイヤロープ近傍では、阻止面のめくり上りによる小径の落石等の通過も懸念される。実験では、結合コイルを阻止面端部に設置することによって、**写真-4** に示すように、阻止面のめくり上りを防止するだけでなく、阻止面中央と同程度の補足性能となることを確認している。

(5) ワイヤロープの索端金具からの引抜け対策

実規模衝突実験において、索端金具からのワイヤロープのすべり出しや引抜けの発生が確認されている。一軸引張環境下では十分な性能を有することが確認されているが、重錘作用位置が端末支柱に近い場合には、ワイヤロープと端末支柱の接続部に曲げ応力が発生する恐れがある。このため、接続部における曲げ応力の発生を抑制するためには、ワイヤロープと端末支柱の接続方法を改善するか、端末支柱を落石の衝突範囲よりも1スパン以上、外側に離して設置するなどの対策が考えられる。

3. おわりに

今後は、本提案(図-1)について、国土交通省北海道開発局の道路設計要領の改訂部会における協議や、国内の主要メーカー、学識経験者等との意見交換を継続するとともに、施工試験等による更なる検討を進める予定である。なお、本提案による構造細目の変更は、従来型落石防護柵が期待される性能を発揮できる確実性を向上させるための対応であり、防護柵の設計可能吸収エネルギーを増加させる変更ではない点に留意されたい。

参考文献

- 1) 中村拓郎, 今野久志, 安中新太郎: 従来型落石防護柵の損傷状況と構造細目に関する一考察, 第 64 回 (2020 年度) 北海道開発技術研究発表会, pp. 462-467, 2021.2