ワイヤリング落石防護柵の衝撃応答特性に関する基礎的考察

九州大学大学院	正会員	○福永	一基
九州大学大学院	正会員	園田	佳巨
九州大学大学院	学生会員	尾鼻	秀之
大成建設(株)	正会員	烟	专宏

1. 目的

日本は国土の7割以上が山岳地帯であり、毎年各地で落石などの 斜面災害が多発している. それらの対策として様々な落石防護工が 設置されており,鉄筋コンクリート構造物であるロックシェッドな どが主に普及している.しかしこうした大型の落石防護工では大規 模な落石に対応できる反面建設費用が膨大であるという問題を抱え ている.このような背景から比較的低コストで建設でき、大規模な 落石にも対応可能な高エネルギー吸収型の落石防護柵が欧米より導 入され、国内での実績も増加している. それらの一つであるワイヤ リング落石防護柵を図-1に示す. ワイヤリング落石防護柵は, ワイ ヤリングパネル、ワイヤロープ、支柱などにより構成され、主にワ イヤリングパネルの変形とロープ端に配置されるブレーキシステム により落石エネルギーを吸収する.しかしこうしたネット構造物の 解析手法は未だ確立されておらず、性能照査に関しては実物実験に よってのみ行われているのが現状である. そこで本研究ではワイヤ リング落石防護柵の衝撃挙動を再現できる解析手法の開発を目的と し、その適用性の検討を試みた.

2. 実験概要

図-2 に示す様に、ワイヤリングパネル上下辺水平方向と、ワイヤ リングパネル四隅から鉛直方向にワイヤロープを取り付け、水平に 設置した後、ワイヤリングパネル中央に重錘を自由落下させる実験 を行った.また各ワイヤロープ端部にはブレーキシステムを設置し ている.実験は落下高さの異なる2ケースを行った.実験ケースを 表-1 に示す.

3. 解析条件および解析結果

図-3 に解析モデルを示す. ワイヤリングはモデルの複雑化を避け るために1リングを1粒子で離散化しており,また,ワイヤロープ を粒子で離散化する際は粒子同士がバネでつながっているとみなし て力の伝達を表現している. 表-2 に各部材の材料定数を示す. ここ でスリップ張力は 40kN として解析している. 解析結果として図-4,

図-5 に各ケースの重錘変位応答を示しており、概ね一致していることがわかる.また、エネルギーが大きいほど変位も増大していることが分かる.表-3 に CASE2 のブレーキシステムのスリップ量の解析結果を示す.スリップ量

キーワード ワイヤリング落石防護柵, ブレーキシステム, 全体系モデル

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番地 九州大学 TEL 092-802-3370

図-1 ワイヤリング落石防護柵



表-1 実験ケース

解析 ケース	ネット No.	重錘質量 (kg)	落下高さ (m)	衝突速度 (m/s)	衝突エネルギー (kJ)
CASE1	(1)	810	20	19.80	158. 76
CASE2	(2)		30	24. 25	238. 14



表-2 材料定数

ブレーキのスリップ量(CASE2) 表-3

表-4 解析ケース



は実験値と解析値で大きな相違が生じてしまっているが,水平方向の スリップ量に比べ鉛直方向のスリップ量が大きい傾向に関しては再 現できている.実験値と解析値に相違が生じた理由としては、現実に はスリップする速度が増すにつれて摩擦抵抗も増大する特性につい て,今回用いた完全弾塑性型のバネ特性では表現できないことが原因 ではないかと推測される. そこで、今後はスリップ速度の影響を考慮 したバネ特性を導入する必要があると考える.



スリップ量の時間推移(CASE7)

図-10 次に、図-6に示すように、実際のワイヤリング防護柵の設置状況を 再現するために支柱材を配置し、ワイヤリングパネル四隅から背面方向に支柱上下の位置に展開ロープを設け、さ らに上下ロープを1ヶ所に連結した部分にブレーキシステムを配置したモデルを考えた.解析モデルはワイヤリン グパネル3スパンとし、中央スパン中央部に重錘を衝突させる解析を行った.また、本解析では重錘質量と衝突速 度をパラメータとしており、表-4に解析ケースを示す.図-7に重錘変位応答を、図-8、図-9、図-10にスリップ量 の時間推移を示しているが、衝撃エネルギーが大きいほどスリップ量・重錘変位ともに増大する傾向をつかめてい

る.また、鉛直方向のブレーキシステムほどスリップする結果も得られた.よって全体系に拡張しても1スパンの 場合と概ね近い挙動を示すことがわかった.

4. 結論

1 面のワイヤリングネットに面外・面内方向にワイヤロープおよびブレーキシステムを取り付けた構造物の耐衝 撃性能を本解析手法により概ね予測できること、そして3スパン全体系に拡張しても適用可能であることが確認さ れた.今後は全体系の実験を実施して,実測値との比較を通して本解析手法の適用性を検証していくべきと考える.