

小変形バリアの機能と特徴

柔構造物工法研究会 石川芳治 東亜グラウト工業株式会社 ○酒井啓介
東亜グラウト工業株式会社 奥田 峻 室蘭工業大学大学院 小室雅人

1. はじめに

平成 29 年 12 月の落石対策便覧¹⁾の改訂により道路の落石対策施設には道路の建築限界を侵さないように落石を受けた時に低変形量であることが要求されるようになった。そのため、落石衝突時に道路空間の安全性を損なわない、小変形かつ高エネルギー吸収型の落石防護柵の開発が望まれている。

著者らは変形量を抑えた 500kJ 対応の高エネルギー吸収型落石防護柵(以下、小変形バリア)を開発し、実物大実験により性能を検証したので報告する。また、落石対策便覧の改訂に伴い、性能検証を行う際の実験方法について明記されたため、本実験との比較を行ったので併せて報告する。

2. 実物大実験

2.1 試験体の構造

写真-1 に実物大の試験体(柵高 4.0m, 延長 5m×3 スパン=15m)を示す。本試験体は、鋼管の内部に H 形鋼を配置した強化型支柱、それらを繋ぐ上弦材、落石捕捉用のワイヤロープ(φ18mm, 計 14 本配置)とひし形の高強度金網(公称素線引張強度 1,770N/mm²以上, 素線径 φ4.0mm), 衝撃緩衝装置である U ブレーキ(写真-2), およびロープ間のすり抜けを防止する間隔保持材から構成される。なお、支柱基部はコンクリート基礎に埋め込まれた杭式構造となっている。



写真-1 試験体全景



写真-2 U ブレーキ

2.2 実験概要

実験は、スイスの DTC(Dynamic Test Center)にて実施した。重錘衝突時の運動エネルギーが 500kJ 以上となるよう設定し、水平滑走式の実験装置を使用した。重錘は、EOTA規格²⁾に準拠したコンクリート多面体とし、外寸 960mm, 質量 1,499kg である。

測定項目は、重錘に内蔵されている加速度センサによる加速度、高速度カメラにて撮影した連続写真の画像解析による柵変形量、ロープ端部に設置したロードセルによるロープ張力および、実験終了後の目視確認と状況写真撮影による柵の変形状況である。

2.3 実験結果

図-1 に、各種測定値の時刻暦応答波形を示す。図-1(a)より重錘衝突時の加速度から求めた柵の吸収エネルギーは最大 513kJ である。これは開発目標の吸収エネルギーを満足している。図-1(b), 写真-

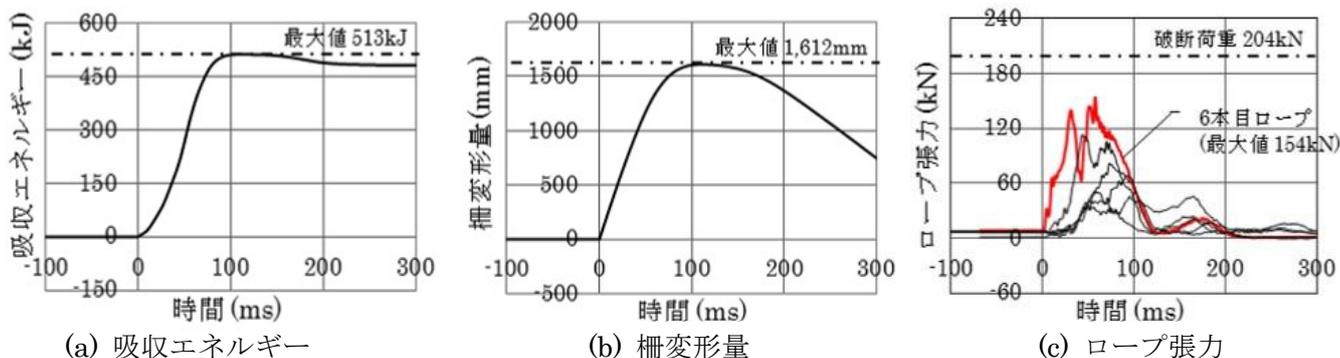
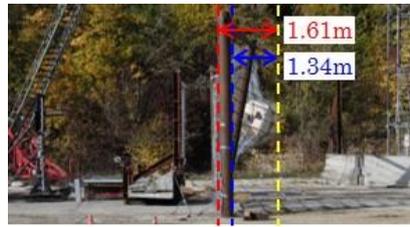


図-1 各種測定値時刻暦応答波形



(a) 重錘衝突時(t=0ms)



(b) 最大変形時(t=111.6ms)



(c) 重錘捕捉後(t=500ms以降)

写真-3 高速度カメラ撮影による連続写真

3(b)より、柵変形量は最大時で1.61m(柵背面から1.34m)程度という結果が得られた。図-1(c)より、最上段のロープから6本目に該当する重錘が直接衝突したロープにおいて最大値154kNを示している。これはロープの破断荷重204kNを下回っている。このことから重錘衝突により、ロープが破断まで至らず、また、実験終了後の目視点検においてもロープの損傷はあるものの、確実に重錘を捕捉している事を確認している(写真-4)。



写真-4 実験後の試験体状況

3. 性能検証方法

表-1に、本実験の性能検証方法と落石対策便覧に記載されている性能検証方法について示す。両者を比較し、落石対策便覧に準拠した方法で性能検証を行っていることを確認した。

表-1 性能検証方法比較(主要項目抜粋)

	落石対策便覧	小変形バリア
実験供試体	3スパン	3スパン
実験方式	斜面滑走式、転落式、振り子式、鉛直落下式など	水平滑走式
重錘形状、材質	形状：多面体 材質：コンクリート(密度2,300~3,000kg/m ³)	形状：多面体 材質：コンクリート(密度約2,600kg/m ³)
衝突速度	25m/s以上	26.2m/s
入射角度	阻止面に対して垂直	阻止面に対してほぼ垂直
重錘衝突位置	水平方向：スパン中央 鉛直方向：鉛直中央高さから最大衝突高さの間	水平方向：スパン中央 鉛直方向：柵高の2/3

4. 小変形バリアの機能と特徴

実物大実験の結果より得られた小変形バリアの機能と特徴は以下の通りである。1)本防護柵は強化型支柱や高強度ネット、衝撃緩衝装置などの部材を使用することにより、500kJ相当の落石を確実に捕捉する事が可能である。2)本防護柵は水平方向柵変形量が1.34mに収まるため、道路脇での落石防護工として適している(落石対策便覧、P174、構造細目の設定③「エネルギー吸収装置や高強度・高たわみ性のネットを用いた落石エネルギーの吸収能力を高めた各種の落石防護柵が用いられているが、これらは落石衝突時に阻止面が大きく突出するので、路側に用いる場合には道路空間の安全性を損なわないことに注意する。」との記載内容に対しても概ね満足する。)

5. おわりに

小変形バリアは今後、数値解析手法³⁾などを用いて性能の向上や改良を重ね、道路機能や人命の安全確保に貢献していきたいと考える。

参考文献

- 1) 落石対策便覧、公益社団法人日本道路協会、2017.12.27
- 2) EOTA, Guideline for European Technical Approval of Falling Rock Protection Kits(ETAG 027), 2008
- 3) 堅田恭輔, 小室雅人, 奥田峻, 酒井啓介, 栗橋祐介: 小変形落石防護柵の動的挙動に関する衝撃応答解析, 土木学会北海道支部論文報告集, 2018.1.27