

# ハーフプレキャスト擁壁を用いた落石防護柵の静的载荷実験と結果

第一コンサルタント 正会員 右城猛 第一コンサルタント 正会員 片山直道  
○第一コンサルタント 正会員 吉田萌 創友 正会員 宮崎洋一 松井建材 森有央

## 1. 概要

国土の約 70%を山地が占める日本の道路は、山肌を縫うように整備がされてきたため、落石被害が多く発生している。そのため、道路交通の安全性を確保するには落石対策は必要不可欠となっている。しかしながら、中山間地域の道路では幅員が狭く通行止め規制による施工が必要となることなどの課題があり、落石防護施設の整備が進んでいないのが現状である。そうした状況を踏まえ、筆者らは交通規制期間の縮小のため施工の省力化を目的とし、プレキャスト型枠「RS ウォール」にコンクリートを打設したハーフプレキャスト重力式擁壁を基礎とした落石防護柵の実用化に向けた実験を行った。

本論文では、ハーフプレキャスト擁壁を用いた落石防護柵の実物大実験の概要及び実験結果について報告する。

## 2. 構造概要

### 2. 1 落石防護柵の概要

実験に用いた落石防護柵は、柵高 3m、柵全長 9m、支柱間隔 3m の朝日スチール工業製 SG-K3000-10 である。使用材料は、中間支柱 H-200×100(SS400)、端末支柱 H-175×175、ワイヤロープφ18(3×7G/O)、金網φ3.2×50によって構成されている。

### 2. 2 擁壁の概要

擁壁は高さ 1.5m、長さ 10m、天端幅 0.5m、底版幅 1.25m、前面 5 分勾配である。擁壁の下面には幅 1.45m、長さ 10.2m、厚さ 0.1m の均しコンクリートを打設している。擁壁内部には、水平に D19×9m を 4 本、鉛直方向に D16×1m を 15 本の異形棒鋼を補強筋として配置した。擁壁の施工は、プレキャストコンクリート型枠 RS ウォールの内部に生コンクリート( $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$ )を打設した。

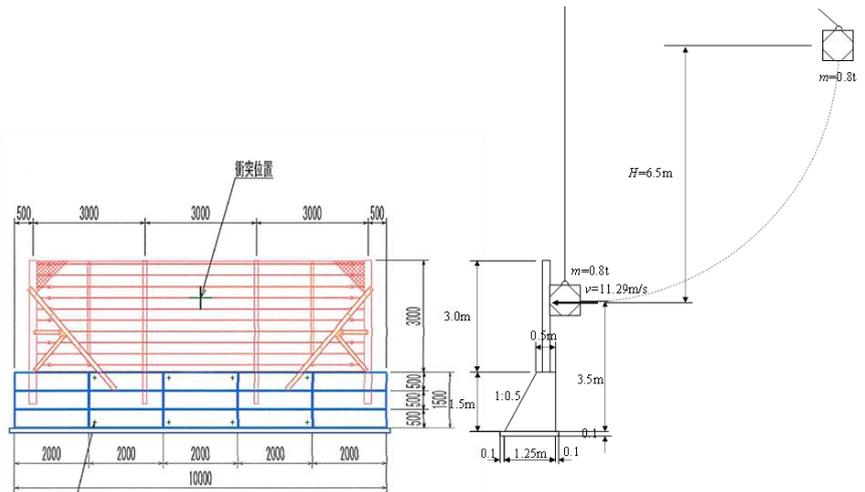


図-1 実験装置概略図

## 3. 実験方法

実験に用いた重錘は、コンクリート製の SAEFL<sup>2)</sup> 型多面体で重さは 0.8t である。クレーンで吊り下げ、落差 6.5m の高さから振り子方式で防護柵の阻止面(ケース 1)、あるいは擁壁面(ケース 2)に垂直に衝突させた。ケース 1、ケース 2 とも衝突速度は  $v=11.3\text{m/s}$ 、運動エネルギーは 51.0kJ である。

衝突位置は、ケース 1 は防護柵の中央の付け根から 2m の高さ、ケース 2 は擁壁の中央の下端から 1.1m の高さとした。擁壁の水平変位及び回転角は、レーザー変位計および加速度計で測定した値から求めた。

## 4. 実験結果

### 4. 1 実験ケース 1

重錘は衝突後 0.3m 跳ね返った。反発係数は  $e=0.21$  と推定される。重錘の衝突により金網は塑性変形し 2 本の中間支柱は根元付近で座屈変形した。支柱は  $8.5^\circ$  と  $9.5^\circ$  傾斜した。擁壁は重錘の衝突により均しコンクリートと一体的につま先中心の回転運動をした。レーザー変位計で測定した変位から推定すると、擁壁の回転角度は  $0.3^\circ$ 、かかとは 6.5mm 持ち上がったと推定される。実験後、防護柵支柱の押し抜きせん断破壊や擁壁に

損傷は見られなかった。

#### 4. 2 実験ケース 2

重錘は衝突後 0.5m 跳ね返った。反発係数は  $e=0.28$  と推定される。擁壁は重錘の衝突により均しコンクリートと一体的につま先中心の回転運動をした。写真から判読すると、かかとの上昇はケース 1 の 2 分の 1 程度であり、回転角は  $0.15^\circ$  程度と推定される。実験後重錘が衝突した Rs プレキャスト型枠には損傷等の変状は見られなかった。重錘は、衝突時の衝撃力によって破損した。

### 5. 実験結果の考察

#### 5. 1 実験ケース 1

- ①重錘衝突時に擁壁が回転運動したことから、防護柵に  $P=81\text{kN}$  以上の重錘衝撃力が作用したと考えられる。
- ②中間支柱 2 本の降伏荷重は  $42.5\text{kN}$  であることから、 $38.5\text{kN}$  以上の力が端末支柱に伝達し、防護柵全体で  $81\text{kN}$  以上の衝撃力を受け止めたと考えられる。
- ③擁壁の回転角  $0.3^\circ$  から、 $2.3\text{kJ}$  のエネルギーが擁壁に伝達したと考えられる。
- ④防護柵全体の吸収エネルギーは  $51.0-2.3=48.7\text{kJ}$  と推定される。なお、落石対策便覧式で防護柵の吸収エネルギーを算定すると  $41.5\text{kJ}$  である。ただし支柱の吸収エネルギーは実測の変形角を用いて算定した。

#### 5. 2 実験ケース 2

- ①重錘衝突時に擁壁が回転運動したことから擁壁に  $P=234\text{kN}$  以上の重錘衝撃力が作用したと考えられる。
- ②擁壁の回転角  $0.15^\circ$  から、擁壁の回転運動に関与したエネルギーは  $6.4\text{kJ}$  程度と推定される。
- ③ $51.0-6.4=44.6\text{kJ}$  のエネルギーは、重錘の破損や擁壁の微細なクラック等によって吸収されたものと考えられる。

### 6. 今後の課題

現行の落石対策便覧に則った設計手法では、落石荷重を 2 本の中間支柱で受け止め、擁壁に作用する荷重は支柱の降伏荷重 2 本分とされている。今回の実験結果から推定すると、重錘の衝突荷重は端部支柱にも伝達しており擁壁に作用する荷重は端部支柱が受ける荷重を考慮する必要があると考えられる。今回の実験結果を踏まえ、より実際の挙動に近く安全な設計が行えるよう、設計手法について検討を行うことが今後の課題である。

### 7. おわりに

今回の実験結果から、ハーフプレキャスト擁壁で構築された落石防護柵は場所打ち擁壁と同等の性能を要するものと考えられ、落石防護柵基礎として十分に有効であると考えられる。ハーフプレキャスト擁壁を基礎とした場合、作業工程は従来工法と比べ 2 割以上省略できることから、省力化が期待でき今後の普及により落石対策数多く実施されるよう尽力していきたい。

また、今回の実験結果から得られた課題に対し、実験結果だけでなくこれまでの落石発生現場で確認された損傷状況を踏まえた検討を行い、実際の挙動により近く、安心・安全な設計が行えるよう新たな設計手法について検討を行っていきたい。

### 参考文献

- 1) 落石対策便覧 平成 29 年 12 月 公益社団法人 日本道路協会
- 2) SAEFL : Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape

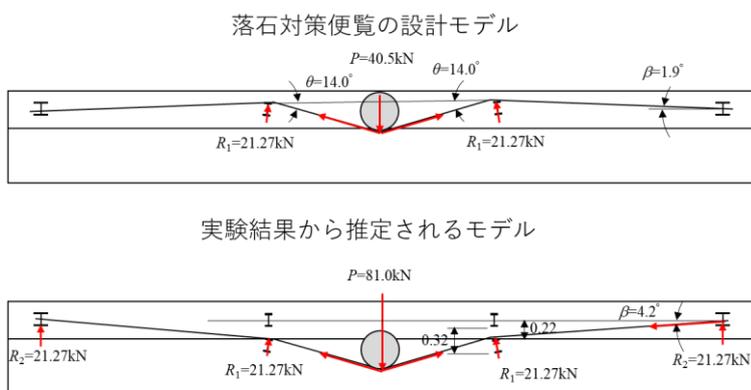


図-2 設計モデルと推定モデル