

## 崩壊土砂用防護柵に対する重錘衝突実験（その1）

ゼニス羽田株式会社 正会員 ○二見 豪  
 ゼニス羽田株式会社 正会員 手嶋 良祐  
 ゼニス羽田株式会社 正会員 福永 一基

### 1. はじめに

平成29年12月の「落石対策便覧：日本道路協会」の改訂に伴い、落石防護柵に対する性能設計の枠組みが示され、H鋼を支柱材とし、横ワイヤとひし形金網を組み合わせたいわゆる「一般的な落石防護柵」以外の落石防護柵については実物実験による性能照査が必須となった。一方、崩壊土砂に対する防護施設として従来から用いられているコンクリート擁壁の他に、近年では対策設備設置場所が狭隘であるなどといった理由からワイヤロープ式の防護柵を崩壊土砂対策として使用する事例が増加している。この崩壊土砂用防護柵は、崩壊土砂による衝突荷重及び堆積荷重に耐えうように高強度の支柱が使用されており、一般的な落石防護柵とは異なる。しかし設計時には、崩壊土砂だけでなく落石防護柵としての兼用を求められることが多いため崩壊土砂対策を主目的とするものの、落石対策としても使用するためには落石荷重に対する検討が必要となる。ワイヤロープの弾性伸びにより落石エネルギーの吸収を行うことは「一般的な落石防護柵」と同様ではあるが、支柱構造が異なるため、上述の通り落石対策便覧の規定で実物による性能確認が必要となる。崩壊土砂用防護柵の実物に対して重錘衝突実験を実施した結果を報告する。

### 2. 実験供試体

本実験に使用した供試体の概要を図-1 および表-1 に示す。主要材料である支柱は、構造用鋼管（STK400-φ267.4mm、鋼管厚12.7mm）の内部に異形棒鋼（SD345-D38）を円周状に9本均等配置し、さらに設計基準強度 $\sigma=50.0\text{N/mm}^2$ のコンクリートを充填したコンクリート充填鋼管を用いており、静的曲げ試験により得られた塑性抵抗曲げモーメントは $M_u=750.0\text{kN}\cdot\text{m}$ である。ワイヤロープには構造用ワイヤロープ（7×19-φ18.0mm）を用いており、破断強度は $P=201.0\text{kN}$ である。阻止面には素線強度が $\sigma=780.0\text{N/mm}^2$ 以上の亜鉛めっき鋼線を使用した目合い50mmのひし形金網を用いている。

またワイヤロープは支柱に巻き付けて環状

とし、ワイヤロープの重合箇所はワイヤロープ端部にネジを圧着加工することによりターンバックルで連結固定している（図-2）。その他の構成材料として支柱頭部間隔を保持するために構造用鋼管（STK400-φ114.3mm、鋼管厚6.0mm）を、ワイヤロープの間隔保持材としてφ9.0mmのチェーンを用いている。



図-1 供試体設置概要



図-2 ワイヤの連結固定

表-1 供試体概要

主部材	形状寸法	強度特性等
支柱	STK400-φ267.4mm, t12.7mm コンクリート充填, D38×9	塑性抵抗曲げモーメント $M_u=750.0\text{kN}\cdot\text{m}$ (実験値)
ワイヤロープ	7×19-φ18.0mm	破断強度 $P=201.0\text{kN}$ (JIS G 3549 : ST1470)
ひし形金網	φ5.0mm×50mm	素線強度 $\sigma=780\text{N/mm}^2$ 以上 (JIS G 3548 : SWGF-1)

キーワード 落石防護柵 実物実験 崩壊土砂防護柵 落石エネルギー吸収

連絡先 〒102-0083 東京都千代田区麴町5-7-2 ゼニス羽田(株) TEL03-3556-0470

### 3. 実験方法および条件

「落石対策便覧」に規定される性能照査実験条件の一つである重錘の衝突速度を25.0m/s以上とするために、本実験では確実に衝突速度が得られる方法として、**図-3**に示すように支柱基礎にコンクリート基礎を用いることで供試体を水平方向に架設し、重錘を自由落下させ供試体へ衝突させる実験方法を採用した。コンクリート基礎は実験時に移動等により重錘の衝突エネルギーを吸収しないよう強固なものとした。なお組立後の基礎ブロック1組の質量は約80tである。

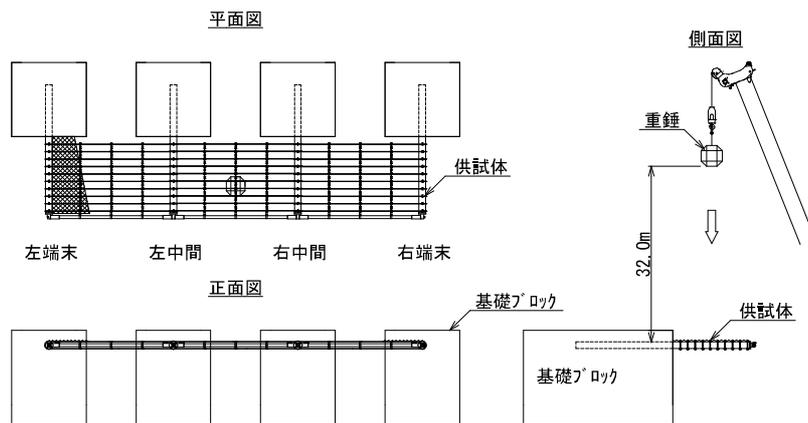


図-3 実験条件

重錘は1辺約750mm、密度2350kg/m<sup>3</sup>のコンクリート多面体（EOTA準拠）とし、クレーンで供試体上方より落下させた。本実験の実験条件一覧を**表-2**に示す。重錘の衝突位置は中間スパンの中央部とし、柵高方向には柵高の2/3位置である地上より2.0mの位置となるように設定した。

表-2 実験条件一覧

柵高	スパン間隔	スパン数	重錘質量	重錘落下高	重錘衝突速度	重錘衝突エネルギー
3.0m	5.0m	3スパン	0.66t	32.0m	25.0m/s	207kJ

### 4. 実験結果

重錘は阻止面衝突後、大きくリバウンドし地面へと落下した。阻止面であるひし形金網やワイヤロープおよび支柱に大きな損傷は無く、ほぼ弾性変形に近い応答であったと考えられる。**図-4**には重錘に取付けた加速度計のデータから得られた重錘変位量を示した。最大変位は約1.2mでこの変位量を考慮すると214kJの衝突エネルギーを吸収したことになり、落石対策便覧の規定による性能照査を満足したものと言える。また重錘がリバウンド後に防護柵を飛び越える現象がみられたが、実際の施工とは設置が異なり、重力方向が異なるための運動であり、落石の捕捉性能には問題ないと考えられる。また実験時の基礎ブロックの挙動を確認するために、重錘衝突時の基礎ブロックの変位を変位計により測定を行っている。測定結果から重錘衝突時に最大5mm程度の振動を計測したが、実験終了後の基礎ブロックに移動はなく、基礎ブロックの振動変位によるエネルギー吸収は実験規模に対して無視できる程度のものであると考えられるので、実験方法としてのコンクリートブロックによる基礎構造は性能照査に用いる有効な方法と思われる。

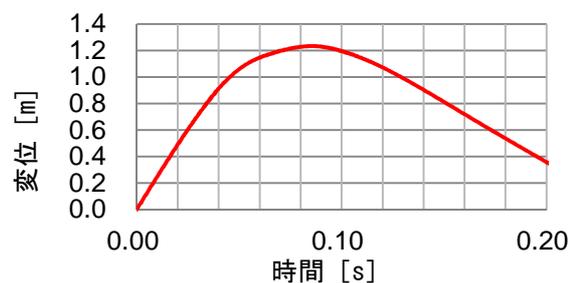


図-4 重錘変位

### 5. まとめ

崩壊土砂用防護柵に対して落石衝突の性能確認を行うため「落石対策便覧」に規定される性能照査実験条件で重錘衝突実験を実施し、捕捉性能を確認した。阻止面であるひし形金網、ワイヤロープおよび支柱に大きな損傷は無く重錘捕捉性能が確認できた。次報告ではワイヤ張力および支柱転倒角度より吸収エネルギーを算出し、重錘衝突エネルギーとの比較を行う。