

重錘衝突による RC 製落石防護擁壁の耐衝撃性実験

(株)構研エンジニアリング ○正員 川瀬 良司
 北海道開発土木研究所 正員 池田 憲二 正員 今野 久志
 室 蘭 工 業 大 学 正員 岸 徳光

1. はじめに

山岳道路脇には、小規模落石等の防災対策の 1 つとして落石防護擁壁が設置されている。落石防護擁壁には通常重力式の無筋コンクリート製擁壁が用いられている。

著者らの過去の実験的研究¹⁾によれば、落石防護擁壁は重錘の衝突によって転倒等の安定を失う前に、曲げやせん断ひび割れの発生とともに天端部がブロック化して大きく剥落することが明らかになっている。

本研究では、これらの状況を踏まえ、重力式落石防護擁壁に RC 構造を適用した場合の耐衝撃性を把握することを目的として重錘衝突実験を実施し、無筋コンクリート製の場合と比較する形で検討を行った。測定項目は重錘衝撃力波形、擁壁各点の変位であり、実験終了時のひび割れ分布も観察している。

2. 実験概要

2.1 実験方法 落石防護擁壁（以下擁壁）は一般的に良質な支持層に根入れされていることから、実験では擁壁の転倒および損傷のみに着目することとし、コンクリート基礎上に段差を設けて水平移動を拘束することとした。重錘は、円柱状で載荷部が球状の鋼製重錘（9.8, 19.6kN 用：直径 1000mm）を使用した。衝撃力は重錘を振り子運動によって衝突させ作用させることとした。本研究では、まず各予備試験体を用いた繰り返し載荷実験によって終局時の載荷速度を把握し、その衝突速度と同一の速度による単一載荷実験を行い、比較検討を行うこととした。なお、繰り返し載荷実験は最初の衝突速度を 1m/s とし、その後擁壁が終局に至るまで 1m/s ずつ速度を漸増させて繰り返し実験の行うものである。写真-1 には実験風景を示している。図-1 には、本実験におけるレーザー式変位計の設置位置を示している。

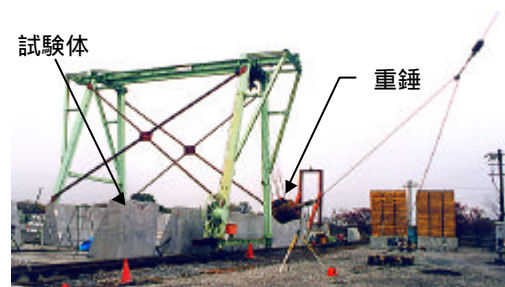


写真-1 実験風景

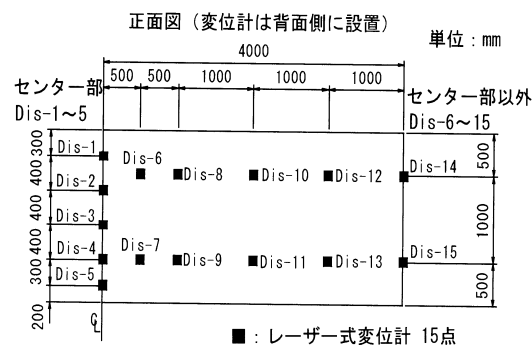


図-1 変位計設置位置

2.2 実験ケース 擁壁の断面形状は、擁壁高さを $H=2.0\text{m}$ 、天端および基部の壁厚をそれぞれ 0.4m、1.0m とし、擁壁延長は設計時と同様に $L=2.0\text{m}$ にする場合と、実施工時と同様に $L=8.0\text{m}$ の場合を設定した。表-1 には、実験ケースの一覧を示している。なお、重錘衝突位置は全て基部から $0.9H=1.8\text{m}$ の点である。実験時のコンクリートの力学特性は、平均圧縮強度が無筋コンクリートの場合が $f'_c=18.7\text{MPa}$ 、RC の場合が $f'_c=26.4\text{MPa}$ である。また、RC 構造の鉄筋量は、コンクリート断面に対して 0.2% 程度とし、SD345D16 を幅、高さ方向に 300mm ピッチに配筋している。図-2 には幅 $L=8\text{m}$ の場合における RC 構造の配筋詳細図を示している。

表-1 実験ケース

実験ケース	構造形式	擁壁幅 (m)	載荷方法	重錘重量 (kN)	衝突速度 (m/s)
C-L2-S1-V5	無筋	2.0	単一	9.8	5.0
RC-L2-S2-V5	RC	2.0	単一	19.6	5.0
C-L8-S2-V4	無筋	8.0	単一	20.6	4.0
RC-L8-S2-V6	RC	8.0	単一	21.6	6.0

3. 実験結果

3.1 重錘衝撃力波形の比較 図-3 に無筋コンクリート製と RC 製の幅 $L=8\text{m}$ の場合における重錘衝撃力波形を示す。

キーワード: 落石防護擁壁, 耐衝撃性, 重錘衝突実験

連絡 先: 〒065-8510 北海道札幌市東区北 18 条東 17 丁目 1-1, Tel: 011(780)2813, Fax: 011(785)1501

ただし、重錘衝撃力波形は 0.5msec 矩形移動平均の処理を施したものである。また、重錘衝撃力は重錘加速度に重錘重量を乗じて評価している。表-1 より終局時の重錘衝突速度を調べる。RC 製の場合が無筋コンクリート製の場合よりエネルギー的に 2.25 倍の耐力の向上を期待できることがわかる。これに対して、図-3 より RC 製の場合における最大重錘衝撃力は、無筋コンクリート製の場合に比べて 1.25 倍の増加となっている。また荷重継続時間も 5msec 程度伸びており、RC 製の場合にはひび割れが発生するものの鉄筋を配筋することによって衝撃力が緩和され靱性に富んだ構造に改善されることがわかる。

3.2 衝突エネルギーと重錘衝撃力の関係 図-4 には衝突エネルギーと最大重錘衝撃力の関係を示している。なお、重錘衝突エネルギー E は、重錘の重量 M 、衝突速度 V を用いて $E = MV^2/2$ より算定している。図より、終局時の衝突エネルギーは無筋コンクリート製、RC 製の順に大きく、RC 製の耐力向上効果は擁壁幅にかかわらず 2 倍程度となっている。また、無筋コンクリート製、RC 製問わず擁壁幅が大きい場合 (L8) が小さい場合 (L2) に比較して終局時の衝突エネルギーの大きいことがわかる。これより、擁壁幅が大きい場合には、幅方向の広がりによる二次元効果を期待できることがわかる。その程度は 1.3 ~ 1.4 倍程度である。

3.3 衝突エネルギーと最大変位の関係 図-5 は重錘衝突エネルギーと背面における最大変位の関係を示す。最大変位は、衝突中心位置にある天端付近のレーザー変位計測定値を示している。図より、擁壁幅が $L=2m$ の場合には、無筋コンクリート、RC 製にかかわらず大きい値となっていることより、いずれの場合も擁壁が回転していることを暗示している。無筋コンクリート製と RC 製で比較すると、RC 製の場合には衝突エネルギーが無筋の場合の 2 倍であるのに対して、3.6 倍程度の変位量を示している。一方、擁壁幅 $L=8m$ の場合には、無筋コンクリート、RC 製の場合とも 10mm 以下となっており、全体系の自重によって回転が 1/10 以下に抑制されていることがわかる。これは、それぞれの構造形式においても局所的な損傷によって終局に至っていることを暗示している。

4. まとめ

本実験では RC 製落石防護擁壁の耐衝撃性を検討するために、無筋コンクリート製とともに重錘衝突実験を実施し、比較検討を行った。本研究で得られた結果を要約すると、

- (1) RC 製は、無筋コンクリート製に比べて重錘衝突エネルギーに対して 2 倍程度の耐衝撃性の向上が期待できる。
- (2) 擁壁幅を擁壁高さの 4 倍とし、実施工と同様の幅とする場合には、終局時の衝撃エネルギーが増加するのに対し、最大変位量が 1/10 以下に減少し、載荷点近傍の損傷によって終局に至る。

参考文献

- 1) 岸 徳光, 佐藤昌志, 今野久志, 松岡健一: 落石防護擁壁模型の重錘衝突実験と数値的検討, 構造工学論文集, pp. 1677-1688, 1999

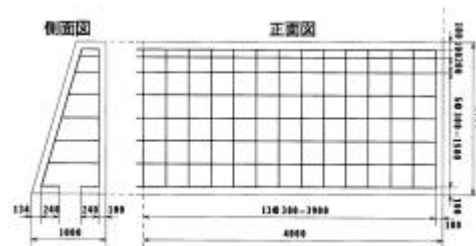
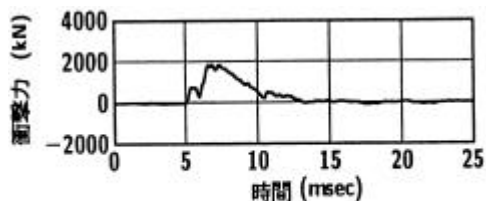
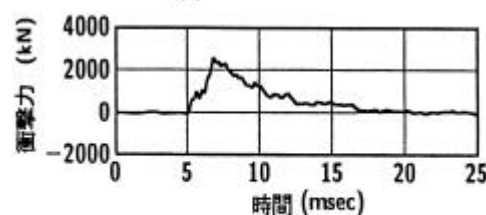


図-2 配筋図



(a) C-L8-S2-V4



(b) RC-L8-S2-V6

図-3 重錘衝撃力波形

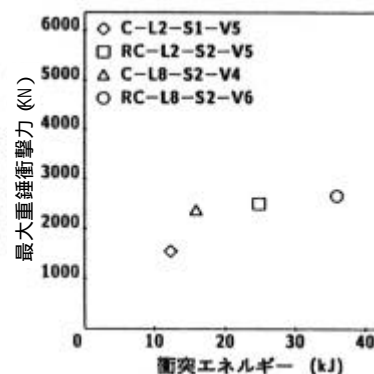


図-4 重錘エネルギーと最大重錘衝撃力

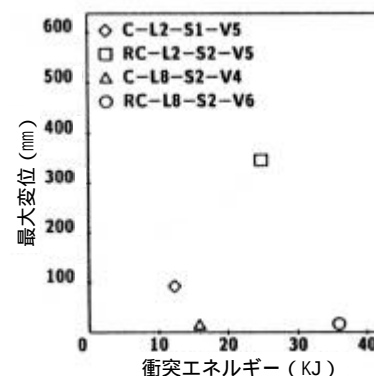


図-5 衝突エネルギーと最大変位