

## 無筋コンクリート製落石防護擁壁の耐衝撃挙動に関する基礎的検討

土木研究所寒地土木研究所 正会員○山澤文雄 室蘭工業大学大学院 正会員 小室雅人  
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 今野久志 室蘭工業大学大学院 正会員 栗橋祐介  
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 西 弘明 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光

### 1. はじめに

現行の落石防護擁壁（以下、擁壁）の設計は落石対策便覧<sup>1)</sup>に基づき、擁壁の有効抵抗長を擁壁高さの4倍と仮定している。著者らは、既存の擁壁の合理的な耐衝撃設計法を確立することを目標とした検討<sup>2)</sup>を行っている。本研究では、有効抵抗長を擁壁高さの4倍にした場合の重錘衝突実験を実施した。

### 2. 試験体概要

図-1には、実験に用いた無筋擁壁模型の形状寸法、高速カメラ測定用のターゲット設置位置を示している。擁壁の形状寸法は、実構造で多用されている断面の1/2程度を想定し、高さ  $H=1.0\text{ m}$ 、天端および基部の壁厚をそれぞれ  $B1=0.2\text{ m}$ 、 $B2=0.5\text{ m}$  とし、擁壁背面（重錘衝突面）を鉛直、擁壁前面を1:0.3の勾配としている。擁壁の延長は便覧で規定している有効抵抗長を考慮し、擁壁高さの4倍である  $L=4.0\text{ m}$  とした。なお、実験時のコンクリートの圧縮強度は平均で  $28.2\text{ N/mm}^2$  であった。

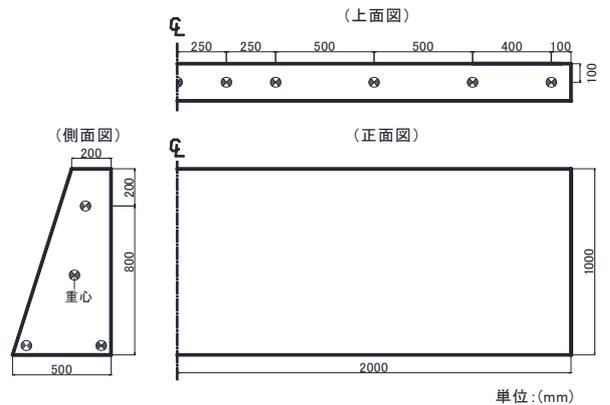


図-1 擁壁模型の形状寸法

### 3. 実験方法

図-2には、実験概要図を示している。衝撃荷重は、門型フレームに吊り下げられた重錘をトラッククレーンで所定の高さまで吊り上げ、脱着装置による振り子運動によって作用させることとした。また、コンクリート基盤上で、擁壁のつま先部にストッパーを設けて水平方向の移動を拘束して実施した。

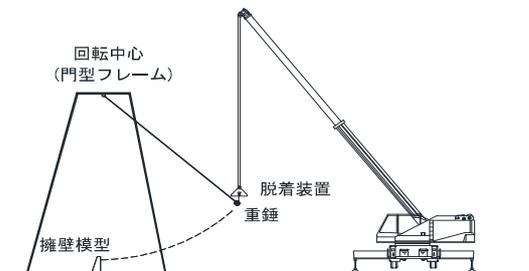


図-2 実験概要図

実験は等価エネルギーにおける動的挙動を検討するため、重錘質量を変化させている。同一質量の重錘に対して、試験体2体の実験を実施している。1体目は目標重錘衝突エネルギー  $E=0.2\text{ kJ}$  から、2体目は目標重錘衝突エネルギー  $E=2.0\text{ kJ}$  として繰返し衝撃载荷を実施した。表-1には、実験ケースの一覧を示している。実験ケース名は、試験体(F:1体目, S:2体目)と重錘質量(1:110kg, 3:309kg, 9:890kg)を示している。重錘衝突位置は、擁壁高さを  $H$  として基部から  $0.8H$  ( $0.8\text{ m}$ ) としている。また、表中には実験時の重錘衝突エネルギーを記している。

表-1 実験ケース一覧

実験ケース	重錘質量 $m$ (kg)	重錘衝突エネルギー $E$ (kJ)					
		0.2	0.5	1.0	1.4	1.9	2.4
F1	110	0.2	0.5	1.0	1.4	1.9	2.4
S1		1.9	2.7				
F3	309	0.2	0.5	1.1	1.5	2.1	2.4
S3		2.2	3.0				
F9	890	0.2	0.5	1.1	1.6	2.3	2.9
S9		2.2	3.5	4.7			

ひび割れ発生・進展     
  押抜き発生

### 4. 実験結果

図-3には、F9 ケースにおける擁壁天端中心点の水平変位分布の経時変化の一例を示している。重錘衝突によって

キーワード 落石防護擁壁, 重錘衝突実験, 耐衝撃挙動, 有効抵抗長

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 土木研究所寒地土木研究所寒地構造チーム TEL011-841-1698

擁壁全体が剛体運動をしている。また、重錘衝突エネルギーが大きいほど天端変位は大きくなり、ひび割れが発生し重錘衝突エネルギーが大きくなると擁壁全体の回転運動に加えて重錘衝突位置を中心とした局所的な変形が示されている。

図-4には、擁壁重心での最大回転角と重錘衝突エネルギーの関係を示している。重錘衝突エネルギー  $E$  は、重錘の衝突速度  $v$  を用いて  $E = mv^2/2$  の式によって求めている。図中に実験時、試験体にひび割れが初めて発生したケースには「ひび割れ発生」の文字を、実験において押抜きを生じたケースには「押抜き」の文字を付した。なお、ひび割れ発生以降の実験においては、押抜きが発生するまでひび割れが進展および新たなひび割れが発生している。

擁壁の最大回転角は重錘衝突エネルギーが大きくなるほど増加している。また、最大回転角の増加率は重錘質量890kgのケースが大きい。ひび割れ発生後も押抜きに至るまでは、最大回転角は重錘衝突エネルギーが大きくなるにつれて増加しているが、擁壁の損傷が大きくなるにつれてその増加率は小さくなる傾向にある。

図-5には、最大重錘衝撃力と重錘衝突エネルギーの関係を示している。擁壁にひび割れが発生するまで、いずれのケースも重錘衝突エネルギーの増加に対して、最大重錘衝撃力は増加している。また、重錘衝突エネルギーに対する最大重錘衝撃力の増加率は、F1・S1に比較してF3・S3とF9・S9の方が大きくなる傾向が示されている。ひび割れの進展後のケースでは、最大重錘衝撃力は減少しており、これはひび割れ等の損傷の影響が大きいものと推察される。

5. まとめ

本研究では、有効抵抗長を擁壁高さの4倍とした場合の重錘衝突実験を実施した。本実験の範囲内において、1) 擁壁挙動は、擁壁全体が剛体的に回転運動する。ひび割れ発生後、重錘衝突速度を漸増していくと衝突点を中心とした局所的な変形が生ずる。2) 最大回転角および重錘衝撃力は、重錘衝突エネルギーの増加に対して増加するが、最大重錘衝撃力にはひび割れ等の損傷が大きく影響する。また、最大回転角は重錘質量が大きいほど増加量が大きい。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：落石対策便覧，2017.12
- 2) 山澤文雄，今野久志，西弘明，小室雅人，岸徳光：落石防護擁壁の耐衝撃挙動に関する重錘衝撃実験，構造工学論文集 Vol.64A,2018.3

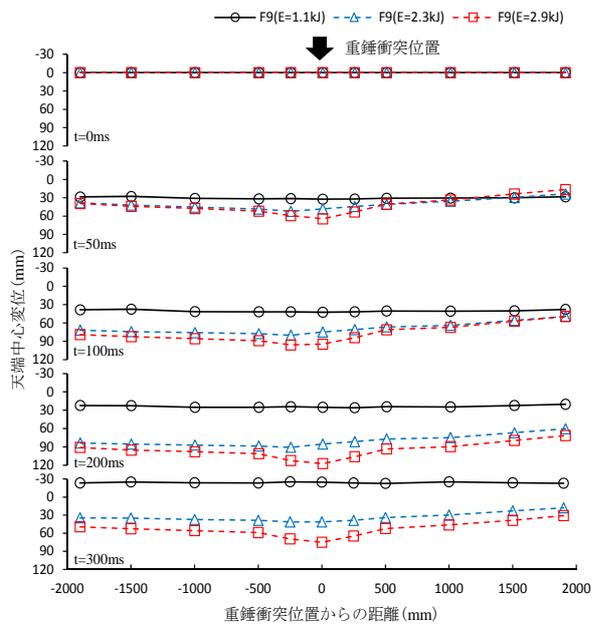


図-3 擁壁天端中心変位の経時変化

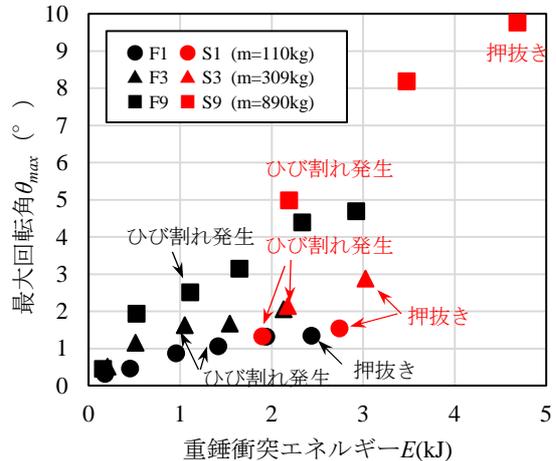


図-4 最大回転角と重錘衝突エネルギーの関係

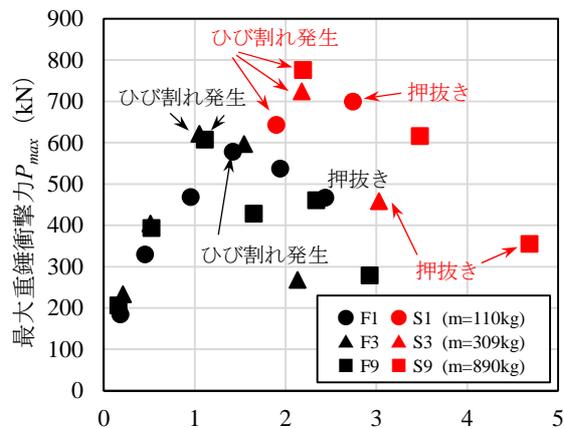


図-5 最大衝撃力と重錘衝突エネルギーの関係