

基礎地盤が異なる条件下における落石防護擁壁の耐衝撃挙動

土木研究所寒地土木研究所 正会員○山澤文雄

土木研究所寒地土木研究所 正会員 今野久志

土木研究所寒地土木研究所 正会員 西 弘明

室蘭工業大学大学院 正会員 小室雅人

釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

我が国の海岸線道路沿いには、小規模落石等に対する道路防災施設として、コンクリート製落石防護擁壁(以下、擁壁)が数多く設置されている。本研究では、現行の落石防護擁壁の耐衝撃挙動を把握するために基礎実験を実施した。

2. 実験概要

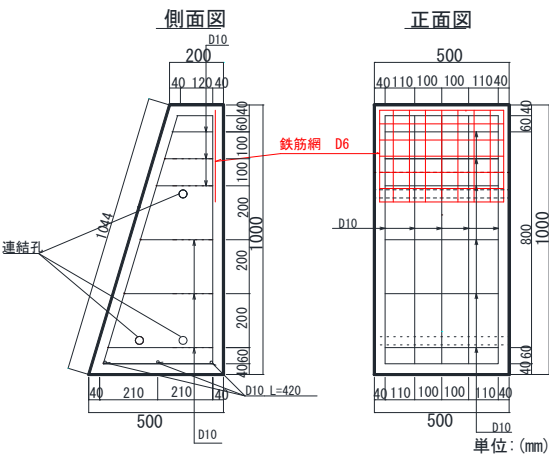
図－1には、実験に用いた擁壁模型の形状寸法、配筋状況を示している。擁壁の形状寸法は、高さ $H = 1.0\text{ m}$ 、天端および基部の壁厚がそれぞれ $B1 = 0.2\text{ m}$ 、 $B2 = 0.5\text{ m}$ 、擁壁背面(重錘衝突面)は鉛直であり、擁壁前面は $1 : 0.3$ の勾配となっている。擁壁の延長は $L = 0.5\text{ m}$ とし、それぞれを $\phi 25\text{ mm}$ の連結ボルト3本で連結し延長を変化できる構造とした。また、回転挙動に着目するため、破壊を生じないように鉄筋コンクリート構造とした。なお、実験時のコンクリートの圧縮強度は 59.3 N/mm^2 であった。

3. 実験方法

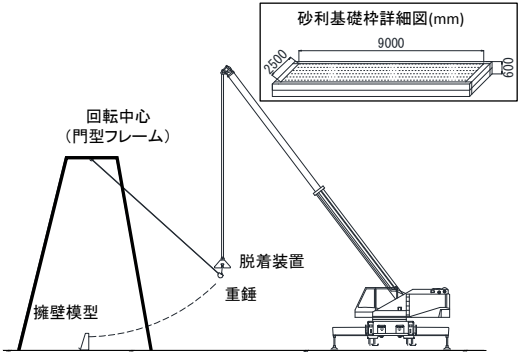
擁壁が剛基礎上に設置されている場合の検証としては、コンクリート基礎での実験を行った。また、現場の基礎条件に対する検証としては、鋼製の枠内に砂利を敷均し、実験を行った。なお、実験は基礎上にストッパーを設けて擁壁の水平移動を拘束している。

図－2には、実験概要図を示す。重錘は直径 30.5 cm 、長さが 24 cm 、衝突部の長さ 12 cm が球状で、質量が 110 kg の鋼製である。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、載荷方法としては、落下高さを徐々に増加させる繰り返し載荷とした。

表－1には実験ケースの一覧を示している。実験ケースは、基礎をコンクリートまたは砂利とした場合に対して、擁壁延長を $L = 0.5\text{ m}$ 、 $L = 1.0\text{ m}$ 、 $L = 1.5\text{ m}$ と変化させた全6ケースであり、重錘の衝突速度を変えて実験を行っている。砂利基礎では、実験を開始する前に簡易動的コーン貫入試験(地盤工学会基準 JGS1433)にて換算 N 値を確認しており、平均換算 N 値は $G50$ の場合には11、 $G100$ 、 $G150$ の場



図－1 擁壁模型の形状寸法・配筋状況



図－2 実験概要図

表－1 実験ケース一覧

ケース名	基礎	擁壁形状寸法(m)			衝突位置	載荷方法	重錘衝突速度(m/s)				
		高さ(H)	上幅(B1)	下幅(B2)				延長(L)			
C50	コンクリート	1.0	0.2	0.5	0.8H	繰り返し	1.3,1.9,2.6,3.1				
C100							3.7,4.3,4.6				
C150							1.7,2.8,3.7,5.1				
G50	砂利						0.5	1.0	0.8H	繰り返し	6.4
											1.9,2.8,4.0,5.5
											7.2,8.5,9.8
1.8,2.6,3.9,4.4											
G100	4.9										
G150	砂利	0.5	1.0	0.8H	繰り返し	2.1,2.9,3.8,5.2					
						6.7,7.9					
G150	砂利					0.5	1.5	0.8H	繰り返し	1.9,2.9,3.8,5.2	
										7.0,8.4,9.5	

※C50 : $v = 4.6\text{ m/s}$ 時転倒, G50 : $v = 4.9\text{ m/s}$ 時転倒

キーワード 落石防護擁壁, 重錘衝突実験, 耐衝撃挙動, コンクリート基礎, 砂利基礎

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 TEL 011-841-1698

合には、それぞれ 13, 17 であった。

4. 実験結果

図-3 には、重錘衝突速度と擁壁の最大回転角との関係を示している。重錘衝突速度が大きくなるにつれて最大回転角は増加していることがわかる。コンクリート基礎と砂利基礎のケースを比較すると、同じ重錘衝突速度では最大回転角が砂利基礎の方がコンクリート基礎よりも若干大きくなる傾向にある。これは、擁壁の回転に伴い擁壁のつま先部の砂利基礎が変形したことによるものと推察される。

図-4 には、各ケースの最大重錘衝撃力と重錘衝突速度の関係を示している。実験結果の最大重錘衝撃力は、重錘加速度に重錘質量を乗じて評価した。図より、重錘衝撃力は基礎の違いによる差は見られず、重錘衝突速度の増加に対して各ケースとも最大重錘衝撃力は増加しているが、C150, G150 の場合には衝突速度が大きくなると増加率は減少する傾向にあることがわかる。これは、実験は繰り返し载荷であるため、衝突部の損傷が影響しているものと考えられる。また、C100, G100 の場合には C50, G50 の場合よりも最大重錘衝撃力が小さくなっている。これは、C100, G100 の場合には、重錘衝突位置が面取りしている擁壁の結合部分となっていることが影響しているものと推察される。

5. 落石対策便覧との比較

現在、落石防護擁壁の設計は、落石対策便覧¹⁾(以下、便覧)に基づき実施されている。便覧における擁壁の設計では、落石と擁壁の衝突を安全側に考え完全弾性衝突と仮定することとなっている。ここでは、衝突直後の擁壁速度に関係する反発係数 e を 1 (完全弾性衝突), 0.5, 0 (完全非弾性衝突) と変化させた場合における擁壁の回転角に関する計算値と各実験結果について比較検討を行った。

図-5 には、擁壁延長毎の重錘衝突速度と最大回転角との関係を実験結果と計算値を併せて示している。なお、計算値は便覧式による計算例²⁾を参考に算出した。C50, G50 の場合には、実験結果の回転角は反発係数 e を 0.5 とした場合の計算値に近い結果となった。また、擁壁延長が長くなるのに従い反発係数 e は 0 に近づく傾向にある。

6. まとめ

本研究では落石防護擁壁の耐衝撃挙動を把握することを目的として、擁壁縮小模型を用いた重錘衝突実験を実施した。本実験の範囲内において、1) 回転角は若干ではあるが、 N 値が小さいほど大きくなる傾向にある。2) 重錘衝撃力は基礎材料に依存しない。3) 擁壁延長が長くなると、便覧での計算値は反発係数 e が 0 (完全非弾性衝突) に近づく傾向にあること、が明らかになった。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：落石対策便覧，2000.6
- 2) 愛媛大学防災情報研究センター・社団法人地盤工学会四国支部：落石対策 Q&A，2009.12

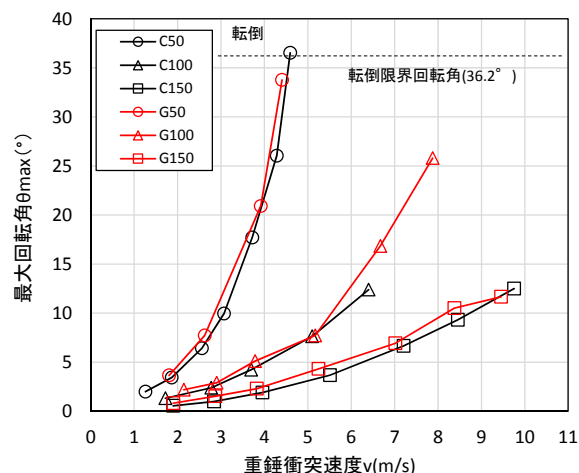


図-3 最大回転角と重錘衝突速度の関係

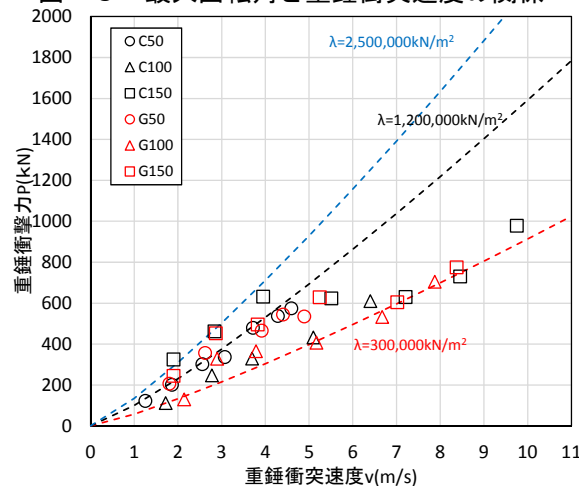


図-4 重錘衝撃力と重錘衝突速度の関係

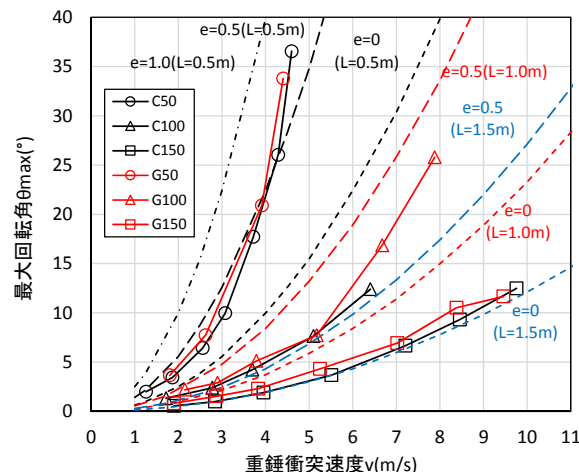


図-5 最大回転角と重錘衝突速度の関係