

H 形鋼併用杭付落石防護擁壁の実規模重錘衝突実験について

土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○西 弘明
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 石川 博之
 土木研究所寒地土木研究所 正会員 今野 久志

国土交通省北海道開発局 正会員 岡田 慎哉
 室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光

1. 目的

本研究では、著者らが開発した鋼管基礎杭頭部をRC構造(RC擁壁)で結合する杭付落石防護擁壁に対して、施工性の向上および壁体の縮小化を目的に、RC擁壁内部の鋼管杭をH形鋼に置き換えた構造を提案している。本文は、本構造の耐衝撃挙動の把握のために実施した実規模重錘衝突実験の結果について報告するものである。

2. 実験概要

図-1には、実験に使用したH形鋼併用杭付擁壁の形状寸法を示している。実験に使用したRC擁壁は、高さをH=2.0m、延長をL=4.0mとし、壁厚はH形鋼のサイズによりB=0.60m (H250)および0.55m (H200)の2種類とした。使用した鋼管杭は、直径400mm、板厚9mmである。H形鋼は、杭上端から0.85mまでを中詰めコンクリートとして鋼管杭に根入れしている。実験時のコンクリートの圧縮強度は30.0MPa、使用した鉄筋(SD345)、鋼管杭(SKK400)およびH形鋼の降伏強度はそれぞれ380.0MPa、293.0MPa、293.0 MPa (H200)、293.0 MPa (H250)である。また、RC擁壁には、表層材を15cm厚のRC版、裏層材を50cm厚のEPS材とする二層緩衝構造を設置している。実験は、門型フレームに吊り下げられた質量5ton、直径1mの鋼製重錘をトラッククレーンで所定の高さまで吊り上げ、着脱装置による振り子運動によってRC版の所定の位置に水平衝突させることにより行っている。実験ケースは、表-1に示す全6ケースである。

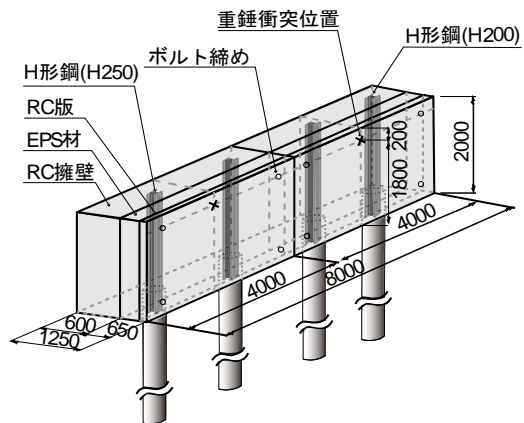


図-1 H 形鋼併用杭付擁壁の形状寸法

表-1 実験ケース一覧

実験ケース	H 形鋼	緩衝構造		重錘重量 (t)	重錘衝突速度 (m/s)	重錘衝突エネルギー (kJ)
		EPS (cm)	RC 版 (cm)			
PH200-E3	H200	50	15	5	3.5	30.6
PH200-E6					5	62.5
PH200-E12					7	122.5
PH250-E3	H250	50	15	5	3.5	30.6
PH250-E6					5	62.5
PH250-E12					7	122.5

3. 実験結果および考察

図-2には、本実験における最大重錘衝撃力と既往の杭付擁壁および重力式擁壁の実験結果¹⁾を、振動便覧式による算定結果とともに示している。図より、H形鋼併用杭付擁壁および杭付擁壁の場合には、 $\lambda = 6,000 \text{ kN/m}^2$ とする振動便覧式による算定値の90%~55%程度の値を示しており、衝突エネルギーが大きくなるほど、両者の比率が小さくなっていることがわかる。これは、杭付擁壁の場合には二層緩衝構造による緩衝効果に加えて、杭の変形によるエネルギー吸収効果により、衝突エネルギーが小さい段階から重錘衝撃力が減少する傾向にあるものと推察される。

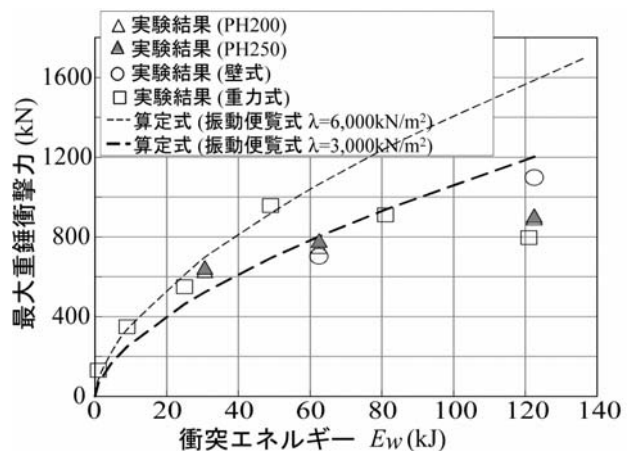


図-2 最大重錘衝撃力と衝突エネルギーの関係

キーワード 杭付落石防護擁壁, H 形鋼, 重錘衝突実験, 耐衝撃挙動

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 (独)土木研究所 寒地土木研究所 TEL 011-841-1698

図-3には、PH250-E6の場合におけるRC擁壁部の変位分布、H形鋼および鋼管杭のひずみ分布を示している。(a)図より、RC擁壁部の変位は荷重直後から地表面より深部位置を中心として擁壁が転倒するような状態に変位が増大し、100ms前後で最大変位応答を示している。(b)図より、H形鋼のひずみ分布は、地表面近傍で最大応答値が発生しており、剛性変化位置に応力が集中する傾向が示されている。(c)図より、鋼管杭のひずみ分布は、深度3m程度の位置を中心として荷重面側および背面側ともほぼ同程度の値で増加し、最大変位発生時と同時刻で深度約1.5mの位置において最大応答値に達している。また、杭の下端2m程度の範囲では、ひずみはほとんど発生していない。

図-4には、RC擁壁の荷重位置および地表面位置の最大変位量、H形鋼軸方向ひずみ、鋼管杭軸方向ひずみの最大値を重錘衝突エネルギー E_w 毎に示している。(a)図より、RC擁壁の最大変位量は E_w の増加に対応してほぼ線形に増加している。また、荷重位置の変位量は、PH250に比較してPH200の場合の方が大きい、地表面の変位量については、PH250に比較してPH200の場合は20%ほど小さい値を示している。(b)図より、H形鋼の最大ひずみ値に着目すると、PH250の場合では弾性限度近傍の値であるが、PH200の場合では E_w の小さいケースにおいても1,600 μ 以上の引張ひずみが発生しており、H形鋼の一部が塑性化していることが示唆される。(c)図より、鋼管杭の軸方向ひずみの最大値も E_w の増加に対応して増加している。PH250-E3に比べてPH200-2の場合は5%ほど小さい値を示しているが、PH200の場合ではH形鋼の塑性化に伴うエネルギー吸収により、杭への作用エネルギーが低減されたことによるものと推察される。また、 $E_w=122.5\text{kJ}$ の場合には2,500 μ 以上の最大ひずみが発生しており、鋼管杭の一部が塑性化していることを暗示している。しかしながら、地盤面位置における残留変位量は最大でも数mm程度と非常に小さく、H形鋼併用杭付擁壁は落石エネルギーの吸収性能に優れた工法であることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究により得られた結果を要約すると、(1)二層緩衝構造を設置したH形鋼併用杭付擁壁に作用する重錘衝撃力は、ラーメの定数を $\lambda=6,000\text{kN/m}^2$ とする振動便覧式による算定値の90%~55%程度の値を示す。(2)二層緩衝構造を設置したH形鋼併用杭付擁壁は、鋼管杭およびH形鋼の一部が塑性化するような落石エネルギーに対しても残留変位量は小さく、落石エネルギーの吸収性能に優れた工法であることが明らかとなった。

参考文献

- 1)岸ら:落石防護擁壁用途二層緩衝構造の伝達衝撃力算定式の定式化, 構造工学論文集, Vol.49A, pp.1289-1298, 2003.3

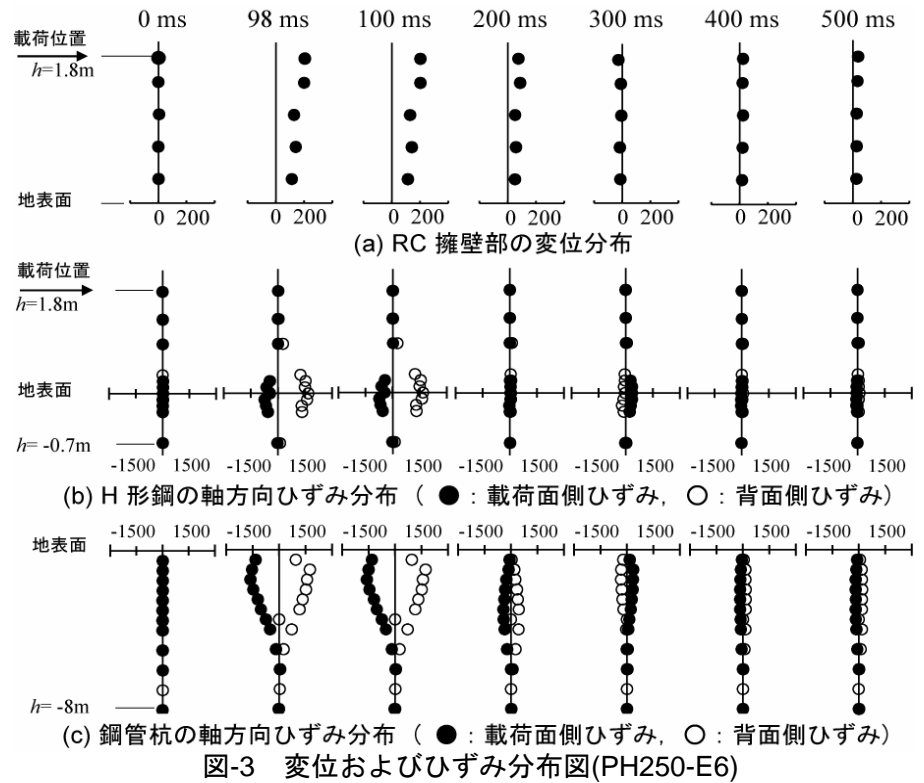


図-3 変位およびひずみ分布図(PH250-E6)

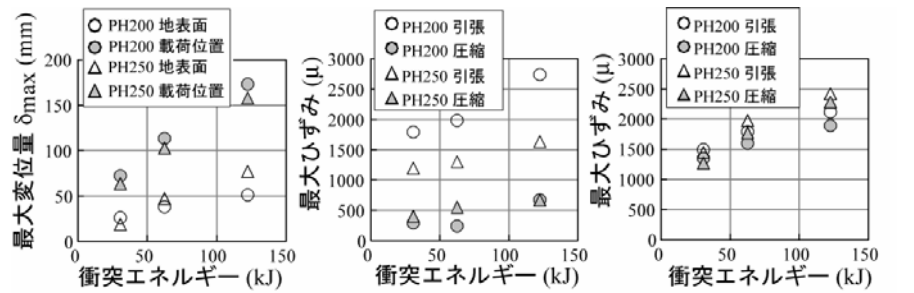


図-4 最大変位・最大ひずみと衝突エネルギー E_w の関係