

神戸大学都市安全研究センター 正会員 ○長尾 毅
 神戸大学工学部市民工学科 佐藤 俊

1. 研究の目的

港湾構造物の係留施設のうち、栈橋は杭頭の剛性を高くしたうえで背後の土留めとは地震時にも荷重伝達が行われない前提で設計が行われるが、実際には土留めが海側に変形すると栈橋上部工に荷重が伝達される場合がある。杭頭剛性の設定や土留めとの境界条件は、設計の現場では他の条件を検討することなく一般的な条件が設定されるが、これらの条件を変えた場合の耐震性について検討された事例は皆無である。このため本研究では、栈橋の杭頭剛性や土留めとの境界条件が栈橋の耐震性能に及ぼす影響を解析的に検討した。

2. 検討方法

非線形有限要素解析コード FLIP¹⁾を用いて栈橋の地震応答を評価した(図-1)。杭頭剛性の影響を検討するため杭と上部工の接合条件を剛結合とピン結合の2種類設定し、栈橋と土留めの境界条件としてフリー(渡版無)、栈橋と土留めの距離が一定値以下となると荷重伝達が行われる条件(渡版接触)、栈橋と土留めを渡版により結合した条件(渡版結合)の3種類を設定した。地盤条件は臨海部の一般的な条件を考慮したうえで固有周期や増幅倍率に差が生じるように設定した。図-2に表層地盤の周波数伝達関数を示す。杭剛性は表-1に示すように杭頭の剛性が大きい条件1ケースと、剛性を深度方向に一定とした条件2ケースを設定した。地震波形は1968年十勝沖地震の八戸波と1995年兵庫県南部地震の神戸波とした。

3. 検討結果

(1)杭頭剛性の影響 断面力に関しては塑性モーメントに対する杭に生じる曲げモーメントの比をモーメント比と定義し、その最大値を条件別に整理した(図-3)。杭の健全性については、渡版無では剛結合とピン結合は同程度か、ややピン結合の方が曲げモーメントが大きいケースがある。渡版接触ではピン結合の方が曲げモーメントは大きい、渡版結合では、ピン結合の方が曲げモーメントは小さい傾向が見られた。残留変位に対しては、ピン結合の方が大きい傾向が見られた。

(2)栈橋と土留めの境界条件の影響 杭の健全性に対しては、渡版無、渡版接触では同程度かまたは渡版接触の方がピン結合において曲げモーメントが大きい。一方渡版結合では曲げモーメントが小さい傾向が見ら

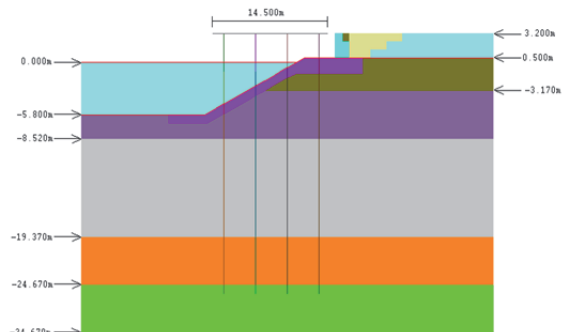


図-1 解析モデル

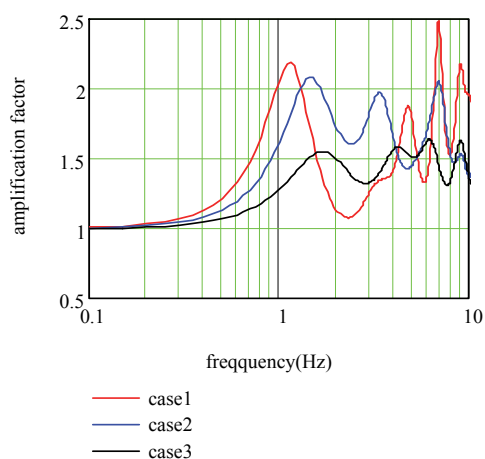


図-2 地盤条件

表-1 杭の諸元 単位: mm

	case1		case2		case3	
	直径	肉厚	直径	肉厚	直径	肉厚
重防部分	600	33.7	580	12.7	558	12.7
水中・土中	558	12.7	580	12.7	558	12.7

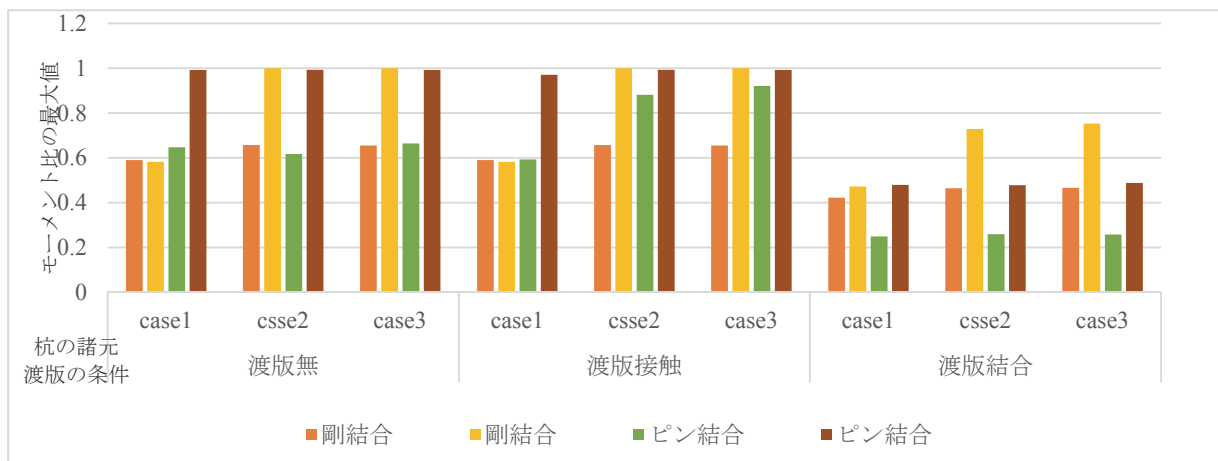


図-3 モーメント比最大値の例（神戸波，地盤 case3）

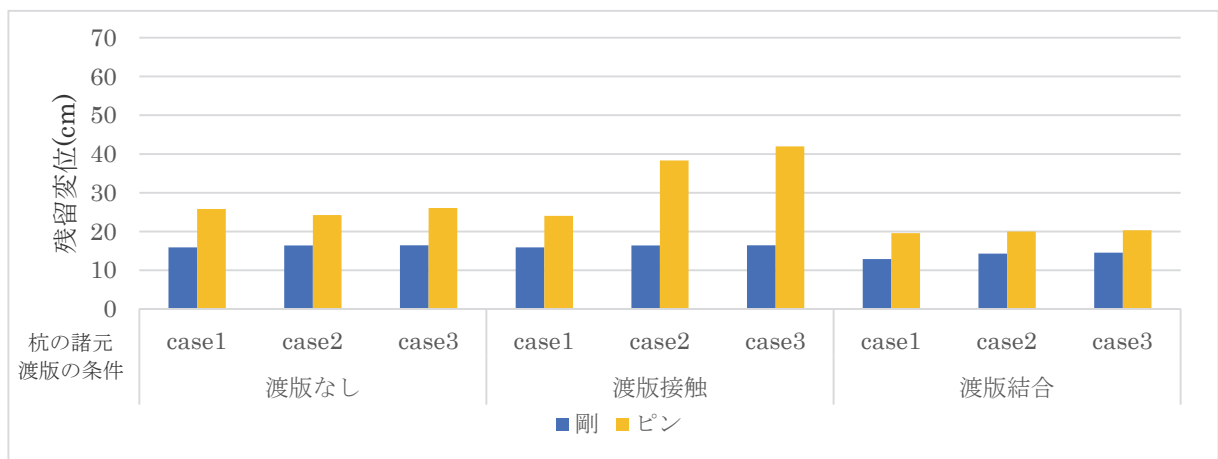


図-4 残留変位の例（神戸波，地盤 case3）

れた。残留変位（図-4）に対しては，どの条件においても剛結合の場合あまり変化ないが，ピン結合の場合は渡版接触が大きい傾向にあった。渡版結合は渡版無と同等かやや小さい傾向が見られた。

(3)以上をまとめると，渡版無及び渡版接触の条件では，杭頭剛性は高いほうが概ね有利であった。一方，渡版結合の条件においては，残留変位はピン結合の方が大きいものの，曲げモーメントはピン結合の方が小さくなり，残留変位の制約が厳しくない条件下においては，ピン結合の方が有利である。今回の条件では残留変位を別にすればピン結合で渡版結合の条件が最も有利である。このように，条件によっては杭頭剛性と土留めとの境界条件を一般的なものから変化させるほうが有利となる場合があることが分かった。

参考文献

1) Iai, S., Matsunaga, Y. and Kameoka, T. : Strain Space

Plasticity Model for Cyclic Mobility, Report of The Port and Harbor Research Institute, Vol.29, No.4, pp.27-56, 1990

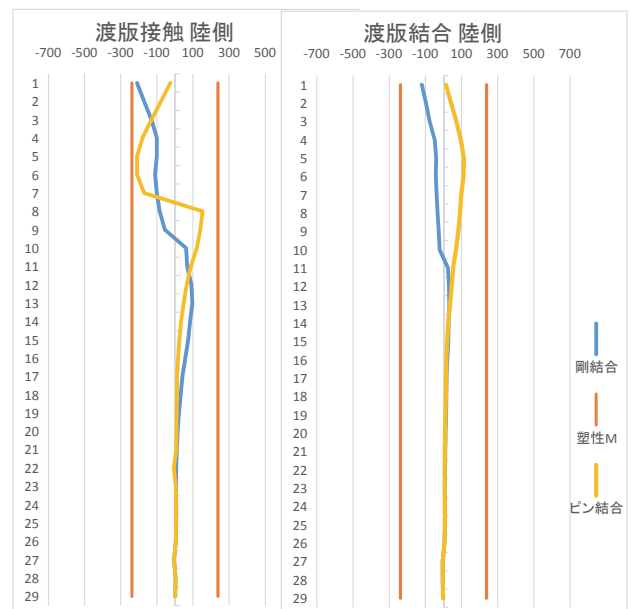


図-5 杭の曲げモーメント深度分布例