

控え組杭の設置位置をパラメータとした矢板式岸壁の地震時挙動解析

中央復建コンサルタンツ(株) 正会員 尾崎 竜三
 国土技術政策総合研究所 正会員 長尾 毅

1. はじめに

矢板式岸壁の耐震設計は、震度法を用いて部材の応力度照査が行われる¹⁾。しかし、岸壁の供用性を考慮すると、地震動作用後も船舶の接岸が可能なことが要求されるため、変形量についても許容値以下であることが求められるべきであると言える。地震動の作用による岸壁の変形量を低減させる方法として、設計震度を大きくして剛性の大きな矢板壁により変形量を抑える方法と、矢板の主働崩壊の影響を受けにくい背後地盤側へ控え工の設置位置を下げて、地震動作用中に控え工周辺の地盤の拘束状態を低減させないことで変形量を抑える方法が考えられるが、工費の面から控え工の位置を下げる方法が経済的である場合が多いと考えられる。本研究では、地震応答解析を用いて控え組杭の位置を変えた際の矢板式岸壁の変形量および断面力を検討した。

2. 検討手法

検討断面は設計水深として-16.0mを設定し、設計震度0.25で現行設計法により断面の設定を行った。地盤モデルはI~III種地盤として、表-1に示す3ケースを設定した。地盤の固有周期は、それぞれ1.2, 0.8, 0.6秒である。検討断面の概要を図-1に示す。地震応答解析は解析コードFLIP²⁾により検討した。構造部材のモデル化について、矢板壁と控え組杭はトリリニアモデルによる非線形はり要素として扱った。またタイロッドは非線形パネ要素とした。検討にあたり、これまで港湾構造物の耐震設計において用いられることの多い八戸波を2通りに振幅調整して用いた。

現行設計法において控え組杭を有する矢板式岸壁では、組杭の軸方向の抵抗力のみを考慮する場合、組杭の設置位置は矢板壁と海底面が交わる点から引いた矢板の主働崩壊面の後ろに決定される。一方、組杭の軸直角方向の抵抗力も併せて考慮する場合には押込み杭の $1/\beta$ 点から引いた受働崩壊面も考慮して決定される¹⁾。本研究では現行設計法による断面の設定には後者を採用している(図-1)。

控え組杭の設置位置は、現行設計法に基づき海底面から主働崩壊面を考慮した場合(model-0とする)、海底面と矢板下端の中心位置から主働崩壊面を考慮した場合(model-1とする)、矢板下端から主働崩壊面を考慮した場合(model-2とする)の3モデルとする。各モデルの杭頭位置を表-2に示す。

3. 検討結果(変形モードと断面力)

図-2に地盤ケースごとの矢板壁の解析終了時の残留変形図を示す。矢板壁の変形はモデル下端から生じ、海底面とタイロッド取付け点の中程で海側へはらみ出し、岸壁天端に向かって減少する傾向にある。また矢板壁が海底面で固定されているのではなく、地盤とともに海側へ変形しており、現行設計法で想定するモードとは異なる。

控え組杭の設置位置を背後地盤側へ下げた場合には、矢板壁の変形量が低減していることが分かる。これは

表-1 S波速度構造 (単位: m/s)

	case1	case2	case3
埋土上層	120	180	210
埋土下層	120	180	250
原地盤上層	150	190	280
原地盤下層	150	250	450

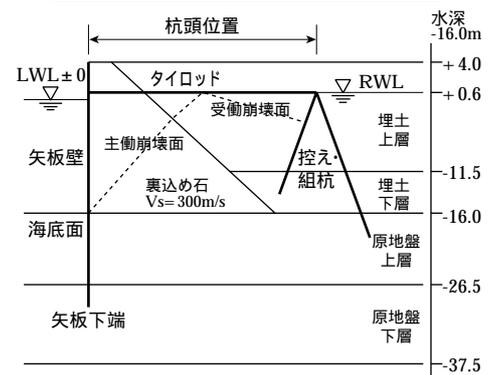


図-1 検討断面の概要

表-2 控え組杭の杭頭位置

地盤ケース	model	杭頭位置 (m)
case1	model-0	36.7
	model-1	49.0
	model-2	61.5
case2	model-0	32.6
	model-1	40.3
	model-2	51.5
case3	model-0	32.6
	model-1	37.5
	model-2	46.6

キーワード 矢板岸壁, 控え組杭, 地震応答解析

連絡先 〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町 2-11 イワサキ第2ビル TEL 03-3669-1630

控え組杭が後ろに設置されるほど、組杭周辺の地盤の拘束状態が低下せずに、組杭がタイロッドを通じて矢板壁の変形を拘束するためであると考えられる。図-3に杭頭位置と天端の変形量の関係を示す。杭頭位置と天端の残留変形量にはほぼ線形関係があることが分かる。

次に断面力について、加振中に矢板壁に発生する最大曲げモーメント M_{max} と矢板壁の降伏モーメント M_y の比 (M_{max}/M_y) と杭頭位置の関係を図-4に示す。矢板壁に発生する断面力は組杭の位置に寄らず、ほぼ同じ値となっていることが分かる。これは、控え組杭周辺の地盤の拘束状態に関わらず、地震動の作用中には構造物が地盤とともに振動しているためと考えられる。また、加振中にタイロッドに発生する最大張力 T_{max} と降伏張力 T_y の比 (T_{max}/T_y) と杭頭位置の関係を図-5に示す。矢板壁の曲げモーメントと異なり、控え組杭の位置が後ろになればなるほど、タイロッド張力は、大きくなることが分かる。組杭の位置が下がることによって組杭周辺の地盤の拘束状態が低下せず、組杭と矢板壁の相対変位により生じるタイロッドの軸ひずみが大きくなるためと考えられる。

検討した加速度振幅では、どのモデルでも加振中に矢板壁が降伏に至ることはなく、控え組杭の位置を下げることによる矢板壁の変形抑止の効果が解析的に確認できたと考えられる。

4. まとめ

本研究では矢板式係船岸をモデル化した2次元の動的解析を実施して、控え組杭の設置位置をパラメータとした矢板壁の挙動を検討した。控え組杭の位置によって矢板壁の変形量は低減できること、矢板壁に発生する曲げモーメントは控え組杭の位置にあまり依存しないこと、さらに、タイロッド張力は控え組杭の位置とほぼ正比例の関係があることを確認した。

参考文献

1)運輸省港湾局監修，日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，1999。
 2)Susumu Iai, Yasuo Matsunaga, Tomohiro Kameoka: Strain Space Plasticity Model for Cyclic Mobility, Report of The Port and Harbour Research Institute, Vol.29, No.4, pp.27-56, 1990

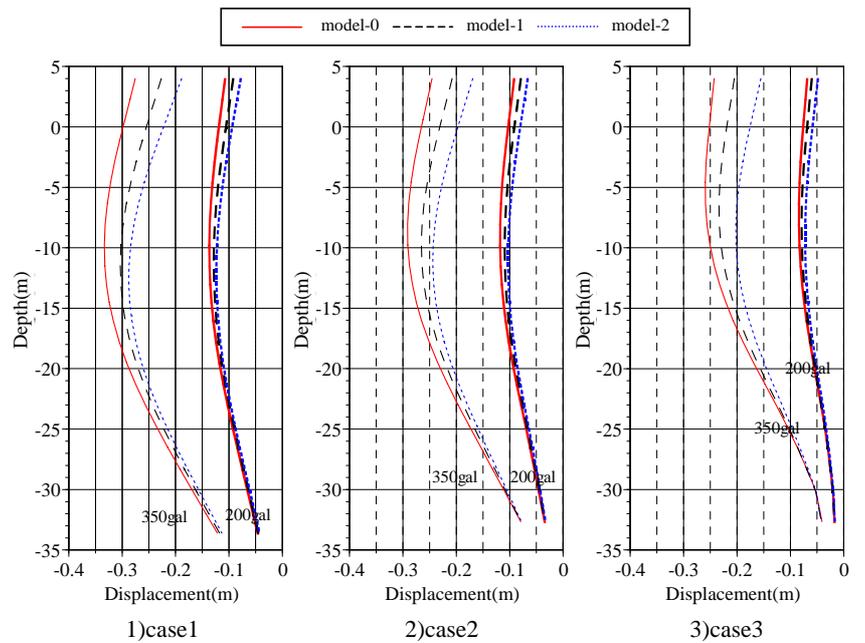


図-2 矢板壁の変形モード

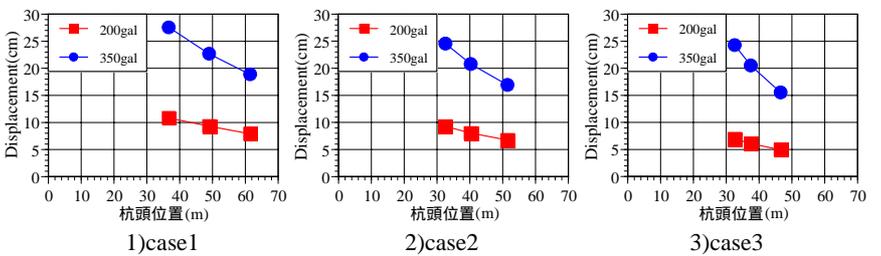


図-3 矢板天端の残留変形量と杭頭位置の関係

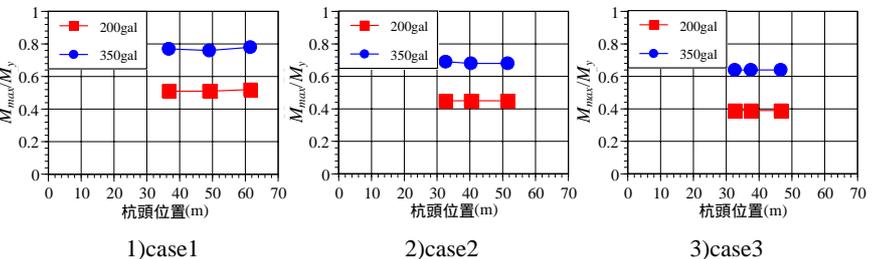


図-4 矢板壁のモーメント比と杭頭位置の関係

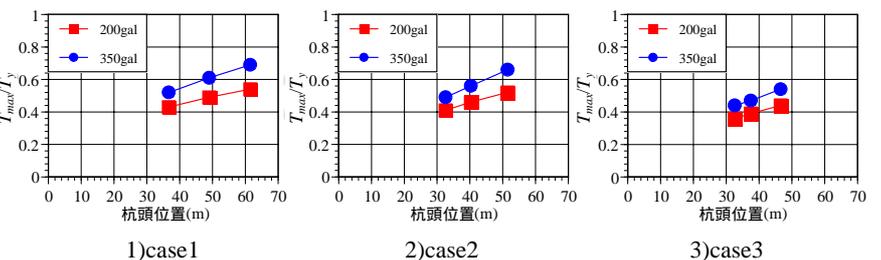


図-5 タイロッド張力比と杭頭位置の関係