

矢板式係船岸を既設前面に新設する場合の設計方法に関する考察

(一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会 正会員 ○及川 森 辰見 ター 相和 明男
 港湾空港技術研究所 正会員 小濱 英司

1. はじめに

近年、船舶の大型化による増深、耐震性能の向上、老朽化への対策などで、既設の係留施設の改良が必要な事例が増加している。そのため、2018年に改訂された「港湾の施設の技術上の基準・同解説」¹⁾では、既存施設の改良設計に関する記載が新たに追加されたが、矢板式係船岸を既設前面に新設する場合の詳細な設計方法については明示されていない。田畑ら²⁾は既存係留施設の改良工法について取りまとめており、既設矢板の前面に矢板を新設することにより、作用する荷重のすべてを新設構造物に負担させる考え方が記載されている。しかし、既設係船岸の構造を無視することの妥当性は不明で、そのことが安全側の検討になるのかは明確にはされていない。既設構造を設計上考慮すればより経済的な設計ができる可能性もあるため、本検討においては既設構造の考慮の有無が設計に及ぼす影響について検討した。

2. 検討内容

検討対象断面図を図-1に示す。既設・新設どちらも控え式鋼管矢板係船岸で、既設・新設矢板の間隔は中心間の距離で1.7mとなっており、鋼管矢板の仕様はそれぞれ以下の通りである。

＜既設＞ $\phi 508 \times t12.7$ (L-T(65型)継手) $\times L=15.0\text{m}$

＜新設＞ $\phi 900 \times t14$ (二建型継手) $\times L=26.5\text{m}$

検討ケースと検討方法・目的を表-1にまとめる。検討にあたっては、鋼材、地盤の剛性はともに線形弾性ととし、永続状態及びL1地震による変動状態に対してフレーム解析を実施した。主働土圧と受働土圧の釣合点(仮想地盤面)まで土圧を作用させ、それ以下を水平方向地盤反力 $k_h=1500\text{N}$ (kN/m^3) とした地盤バネでモデル化した。なお、土圧は既設矢板に、水平方向の地盤反力は新設矢板に作用させることとし、既設矢板下端より下の部分に作用する土圧は新設矢板に直接作用させた。既設・新設の間の中詰め土については弾性係数 $E=2800\text{N}$ (kN/m^2) の奥行1.0m 深さ0.5m 長さ1.7m

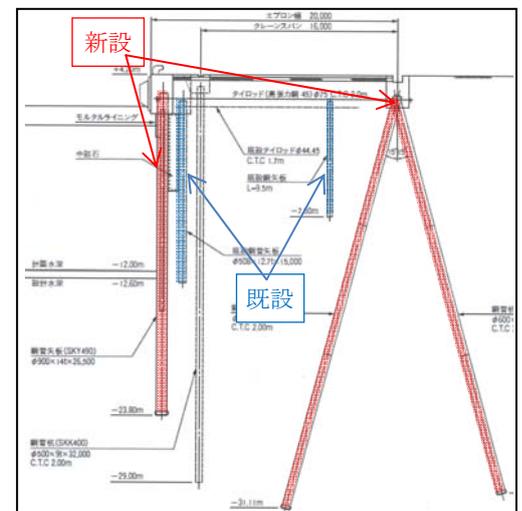


図-1 検討断面図

表-1 検討ケース

名称	検討方法	既設壁体	タイロッド		中詰土	頭部連結	検討目的
			既設	新設			
(0)	新設のみを考慮した仮想ばり法での検討にロウの方法による修正を実施した設計(土圧は海底面以上)	×	×	支持	—	—	フレーム解析との比較
(1)	新設のみを考慮したフレーム解析で、主働・受働の釣合まで土圧を作用	×	×	支持	—	—	(2)~(6)との比較
(2)	中詰土を $N=30$ の地盤バネ相当の仮想弾性部材で考慮(圧縮のみ)	○	支持	支持	$N=30$	×	既設の壁体・タイロッドともに効果がある場合
(3)	中詰土を $N=3$ の地盤バネ相当の仮想弾性部材で考慮(圧縮のみ)	○	支持	支持	$N=3$	×	中詰土の地盤強度による影響を検討
(4)	中詰土を無視	○	支持	支持	×	×	中詰土が効かない場合
(5)	既設タイロッドを無視して、既設の頭部を新設と連結	○	×	支持	$N=3$	○	タイロッド効かない場合の検討
(6)	既設タイロッド・中詰土を無視、既設の頭部を新設と連結	○	×	支持	×	○	既設タイロッド及び中詰土が効かない場合

キーワード 改良設計, 矢板式係船岸, 既設

連絡先: 〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 鋼管杭・鋼矢板技術協会 Tel: 03-3669-2437

の範囲を圧縮力のみを伝達する仮想弾性部材として 0.5m ピッチで配置し、それぞれ既設・本設矢板との接合をピン接合とした。また、既設・新設矢板ともにタイロッド取付点を支持点とした。検討モデルを図-2 に示す。なお、既設のタイロッドが効かない場合に、新設・既設の頭部をコンクリートで連結するケースについても検討した。

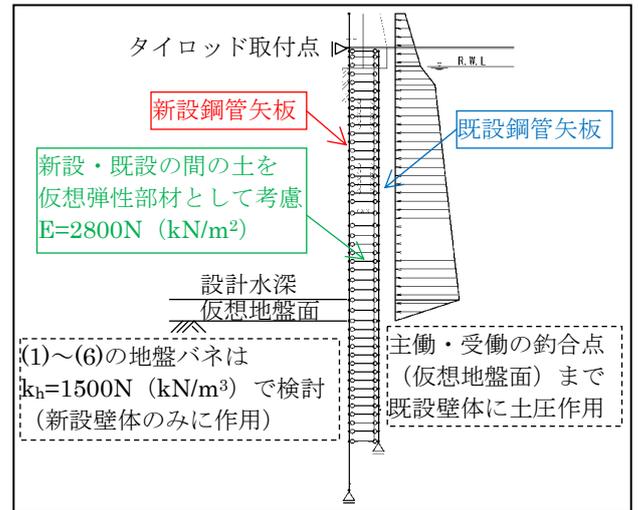


図-2 検討モデル

3. 検討結果

各ケースの最大曲げモーメントとタイロッド反力を表-2 に示す。検討の結果、以下のことが言える。

- ① ケース 1 と 2～4 の比較から、既設壁体及びタイロッドを考慮することで、新設のみでの設計に比べて、新設壁体に発生する曲げモーメントを 14～19%、タイロッド反力を 40%程度低減できた。
- ② ケース 1 と 5・6 の比較から、既設のタイロッドを無視して壁体のみを考慮した場合においても、頭部コンクリートで既設と新設の頭部を連結すれば、新設壁体に発生する曲げモーメントは 12～15%低減できた。ただし、タイロッド反力の低減効果は見られない。
- ③ ケース 2～4 の比較から、新設壁体と既設壁体の中詰土は強度による曲げモーメントの低減量はさほど変わらない（4%程度）。ただし、中詰土の強度が弱いほど曲げモーメント低減効果は低下するため、中詰土による土圧伝達効果は無視する事が最も安全側の検討となる。
- ④ ケース 0 と 1 の比較から、主働・受働の釣り合い点まで土圧を作用させて、それ以下を地盤バネで考慮した場合に算出される最大曲げモーメントは、ロウの修正とさほど変わらなかった（4%程度）。

表-2 壁体に発生する最大曲げモーメントとタイロッド反力の比較

名称	壁体に作用する最大曲げモーメント (kN m/m)				タイロッド反力 (kN/m)			
	永続状態		L1 地震による変動状態		永続状態		L1 地震による変動状態	
	新設	既設	新設	既設	新設	既設	新設	既設
(0)	1557 (1.04)	—	1996 (0.97)	—	347 (0.99)	—	414 (0.96)	—
(1)	1495 (1.00)	—	2053 (1.00)	—	349 (1.00)	—	430 (1.00)	—
(2)	1228 (0.82)	291	1685 (0.82)	405	215 (0.62)	149	269 (0.63)	179
(3)	1244 (0.83)	353	1717 (0.84)	464	207 (0.59)	158	259 (0.60)	189
(4)	1286 (0.86)	445	1762 (0.86)	559	180 (0.52)	186	232 (0.54)	218
(5)	1273 (0.85)	335	1750 (0.85)	440	356 (1.02)	—	439 (1.02)	—
(6)	1309 (0.88)	419	1798 (0.88)	526	356 (1.02)	—	439 (1.02)	—

※ () 内は(1)を基準とした時の割合

4. まとめ

矢板式係船岸を既設前面に新設する場合に、既設構造の考慮の有無が設計に及ぼす影響について検討した結果、以下のことが分かった。

- 新設構造のみを考慮して設計する場合、最大曲げモーメント・タイロッド反力については安全側の設計となる。
- 新設壁体と既設壁体の中の土を仮想弾性部材として、既設構造を考慮してフレーム計算することで、新設のみの設計に比べて、壁体に発生する曲げモーメントを低減できる。

参考文献

- 1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，2018
- 2) 田畑優憲，宮田正史，水谷崇亮，松村聡，鍵本慎太郎，高野向後，岡本渉：既存係留施設の改良工法選定および改良設計に関する基本的な考え方，国土技術政策総合研究所資料，No. 996，2017. 10