

矢板式係船岸の変形挙動に及ぼす施工過程の影響（鉛直方向）

港湾空港技術研究所
港湾空港技術研究所
港湾空港技術研究所
横浜港湾空港技術調査事務所
(株) 日本港湾コンサルタント
(株) 日本港湾コンサルタント

正会員

正会員

正会員
正会員

○中村駿太
水谷崇亮
松村 聡
菅原修一
田端優憲
高野向後

1. はじめに

港湾の施設の技術上の基準・同解説（以下、港湾基準）によると、矢板式係船岸を設計する場合には、前面矢板、タイ材および控え工などの構成部材をそれぞれ個別に性能照査することとなっている。このとき、各部材間では荷重が受け渡しされるが、各部材の接続部で発生する変位が各部材間で一致しているとは限らない。このことは、計算された各部材の変位や応力が、実際とは異なる可能性があることを示唆している。また、施工時に関する検討として、タイ材設置前の自立状態の前面矢板に対して性能照査を行うことはあるものの、背後土砂の埋立やタイ材設置の順序を考慮するような施工過程の影響は一般的に考慮されない。しかし、実際は施工過程によって各部材に作用する荷重や発生応力が変化するため、完成時に各部材に残留する変位や応力が異なったものになる。

本研究では、矢板式係船岸の構造全体を一括して解析可能な骨組解析モデルを作成し、背後土砂を段階的に埋め立てた場合について、各部材に発生する変位や応力に及ぼす施工過程の影響を調べた。

2. 解析方法

本研究では、以下の3つの解析モデルを検討した。

Case 1: 仮想ばり法（従来の設計法；図1）

仮想ばり法はタイ材取付点と海底面を支点とし、地表面から海底面まで土圧及び残留水圧が作用する単純ばりと仮想して、矢板の最大曲げモーメント及びタイ材取付点反力を求める方法である。タイ材取付点及び海底面を支点としているため、タイ材取付点及び海底面では変位が発生しない。

Case 2: 骨組解析（岸壁全体をモデル化）

前面矢板、タイ材および控え杭の構造物全体をモデル化した骨組解析を行う。骨組解析に用いた解析ソフトはFORAM8社のFRAME マネージャ ver5である。解析は2次元解析とし、単位断面幅をモデル化して検討を行った。骨組解析では矢板・タイ材・控え杭を梁でモデル化し、前面矢板及び控え杭の周面には水平方向、先端には鉛直と水平方向に地盤ばねを設けた。タイ材については、タイ材の伸縮を示すばねを設けた。水平方向の地盤ばねは港湾基準に基づいて算出した。使用した値を表1に示す。杭下端ばねは杭下端位置の地盤の水平方向ばねと同じ値とした。タイ材のばね値については式（1）から設定した。

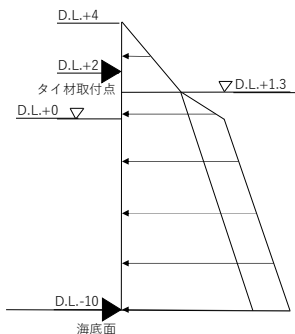


図1 仮想ばり法のイメージ図

表1 地盤ばね算出結果

土層	標高D.L. (m)		N値	横方向地盤反力係数 (kN/m3)	水平方向ばね (kN/m2)	
	上端	下端			矢板 (B=1 m)	控え杭 (B=0.508 m)
Bs2	4	-10	12.6	18900	18900	9601.2
Bs3	-10	-12	9.2	13800	13800	
As2	-12	-13	8.3	12450	12450	6324.6
Ac1	-6	-11.2	2.1	3150		1600.2
Ds1	-13	-20.5	26.2	39300	39300	19964.4

キーワード 矢板式係船岸, 施工段階, 骨組解析

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 / Tel : 046-844-5057

$$kt = \frac{T}{u}, \quad u = \frac{T \times L}{Es \times As} \tag{1}$$

ここで、

kt：タイ材ばね、 T：緊張力

u：変位、 L：タイ材の全長

Es：タイ材のヤング係数、 As：タイ材の断面積

Case 3: 骨組解析（施工過程を考慮したモデル）

Case2 のモデルを応用して、施工過程を考慮した場合の解析を行う．ここでは、前面矢板背後に段階的に土砂を投入した場合の各部材に生じる変位の蓄積を重ね合わせることで、施工完了時の変位を求めることを試みた．解析では土砂投入を2段階に分けて行った．最初に、STEP1として海底面から天端面の1/2まで土砂が投入された場合の解析を行う．前面矢板に作用させる土圧は図2の赤点線部である．次に、STEP2として天端面の1/2から天端面まで土砂が投入された場合の解析を行う．STEP2で前面矢板に作用させる土圧は前面矢板全体に作用する土圧からSTEP1で作用させた土圧を差し引いたものである．STEP2では残留水圧も考慮している．ここでは、STEP1とSTEP2の変位の合計値が最終的な変位であるとした．

3. 解析結果

Case 1～Case 3の水平変位及び最大曲げモーメントの計算結果を表2に、Case 3の変形図を図3に示す．Case 2とCase 3は同じような変形モードであった．矢板中央部の変位に着目すると、いずれのCaseも同じような値になっていることが確認された．最大曲げモーメントに着目すると、Case 2、Case 3に発生する曲げモーメントは小さくなっていることが確認された．Case 2、Case 3ではタイ材取付部と海底面に変位が発生するため、前面矢板に生じる断面力が小さくなったものと考えられる．骨組解析を用いることで構造物全体が変位し、Case 2とCase 3で矢板の変位量に差が生じることが確認された．施工段階を考慮した場合（Case 3）、タイ材取付点周りの変位は大きくなり、海底地盤面付近の変位は小さくなっている．これはSTEP1において控え杭の地盤ばねによる抵抗力が、一部しか発揮されていない状態で矢板が土圧を受けているため、タイ材取付点周りの変位量が大きくなったものと考えられる．

4. おわりに

施工中、矢板にどの程度変位が生じるのか、また、背後土砂の段階的な埋立を考慮した場合、矢板にどの程度変位差が生じるのか簡単な解析により確認した．本来ならば矢板の施工中にどの程度変位が発生するのか事前に検討を行うことが望ましいが、現状は事前検討が行われていない場合が多いと考えられる．静的解析は動的解析と比較して簡単に実施できるため、施工過程を考慮した解析を取り入れることにより、安全に経済的な施設整備が進められるよう引き続き検討を進めたい．

参考文献

1) 港湾の施設の技術上の基準・同解説、公益社団法人 日本港湾協会、2018.

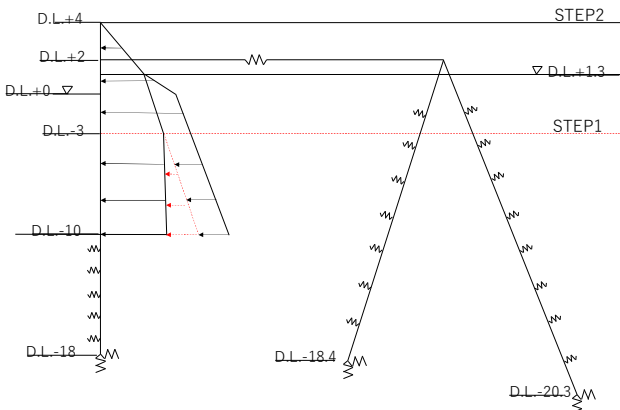


図2 Case3 イメージ図

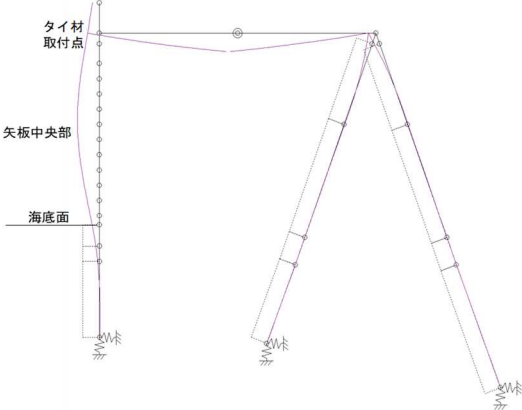


図3 Case3 変形図