

軟弱地盤上の矢板式係船岸の設計法の開発

独立行政法人水産総合研究センター
水産工学研究所 水産土木工学部 漁港施設研究室
坪田幸雄・佐伯公康・大槇正紀（前）

平成13～14年度

緒言

軟弱地盤上に重力式の漁港構造物を整備すると地盤改良などの対策が必要となり、多大の建設費がかかる。このため、コスト縮減が図れる矢板式係船岸を考える。ただし軟弱地盤上の矢板式係船岸は、上端付近で大きな側方変形の発生が危惧される。このような問題を解決するため、室内遠心载荷模型実験及び数値シミュレーションにより、矢板、タイロッド、控え杭の条件の相違が、軟弱地盤上の矢板式係船岸の変形挙動に及ぼす影響を明らかにするとともに、地盤反力法などの比較的容易に利用できる手法を用いた軟弱地盤上の矢板式係船岸の設計法の開発を行う。（図1参照）

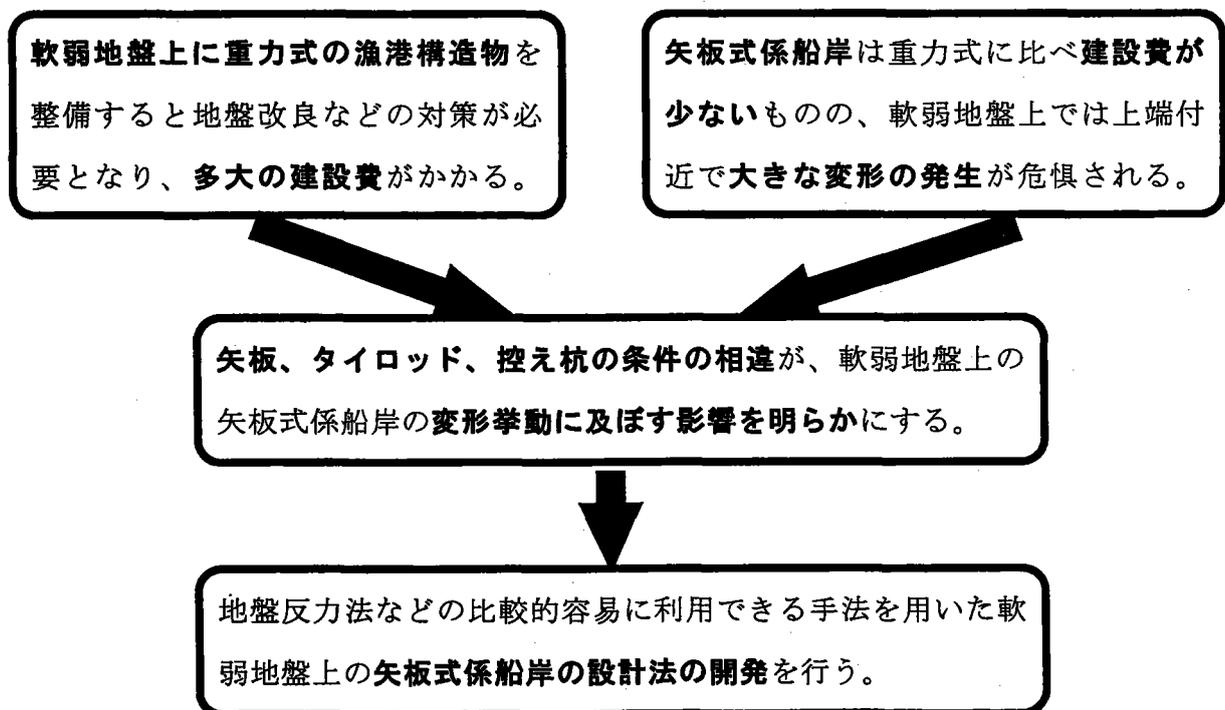


図1 調査のねらい

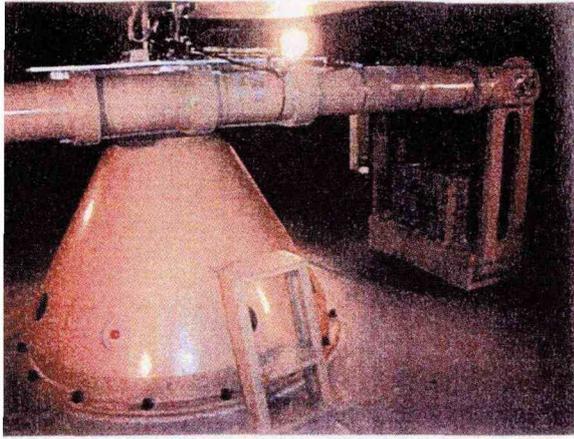


写真1 遠心载荷装置

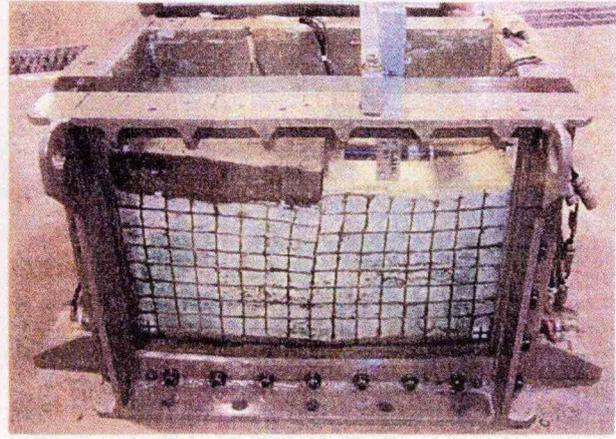


写真2 模型地盤

表1 遠心载荷模型実験の実験条件

タイロッドの段数	1, 2, 3 段
矢板と控え杭の距離	5, 10, 20 cm
矢板の厚さ	0.3, 0.6, 1.0 mm
控え杭の幅	5
タイロッドの設置高さ	上端から 4.5, 7.5, 10.5 cm

2. 数値シミュレーション

地盤を関口・太田の弾・粘塑性の構造骨格と、非圧縮性の間隙水よりなる2相系材料とし、矢板、控え杭及びタイロッドは線形弾性体のビーム要素とした。また、矢板、控え杭、タイロッドと地盤の間にはジョイント要素を挿入した。解析は、平面ひずみ条件の下に、有限要素法により行なった。解析の条件は、①タイロッドが1～3段の場合、②矢板と控え杭の水平距離を変えた場合、③矢板の前面の捨石マウンドがある場合と、ない場合、について矢板背面の地盤表面に作用する一様分布の载荷圧を一定速度（1 kPa/day）で増加させることにより行なった。（図3、表2、3参照）

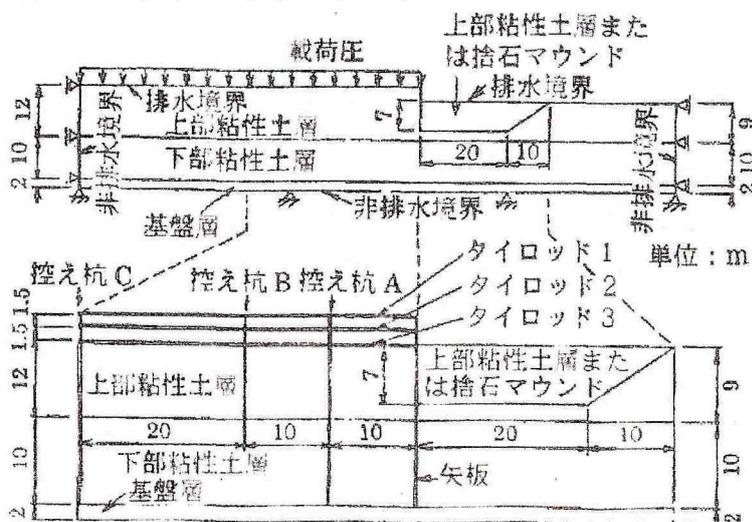


図3 数値シミュレーションに用いた地盤断面

表2 数値シミュレーションに用いた土質定数

パラメーター		上部粘性土層	下部粘性土層	捨石マウンド	基盤層
ヤング率	$E(\text{MPa})$	-	-	-	9.80
ポアソン比	ν	0.0	0.0	0.30	0.33
湿潤密度	$\rho(\text{t/m}^3)$	1.600	1.600	1.600	1.800
限界状態パラメーター	M	1.484	1.484	1.735	-
圧縮指数	λ	0.173	0.173	8.315×10^{-3}	-
膨張指数	κ	0.027	0.027	2.810×10^{-3}	-
初期含水比	e_0	1.200	1.200	0.480	-
異方向パラメーター	η_0	0.315	0.315	0.407	-
初期体積ひずみ速度	v_0 (1/day)	10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}	-
2次圧縮指数	α	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	-
透水係数	k (m/day)	4.32×10^{-4}	8.64×10^{-5}	8.64×10^{-4}	-

表3 数値シミュレーションの解析条件

タイロッドの段数	1, 2, 3 段
矢板と控え杭の距離	10, 20, 40 m
矢板前面の捨石マウンド	有り、無し

調査結果

1. タイロッドの設置位置の影響

図4, 5に、タイロッドが1段の場合について、タイロッド設置位置をパラメータにして、タイロッド張力および天端付近の矢板の水平変位と遠心加速度の関係を示す。図4より、タイロッド設置位置が上段より下段の方が、タイロッドの張力が大きくなることがわかる。また、図5より、上段より下段の方が、天端付近の矢板の水平変位が小さくなることがわかる。

図6に、タイロッドが1段の場合について、タイロッド設置位置をパラメータにして、遠心加速度が60Gの場合の地盤中の矢板の水平変位の分布を示す。図より、タイロッド設置位置が上段より下段の方が、地盤中の矢板の水平変位が全体的に小さくなっていることがわかる。

これらのことから、タイロッドは上段よりも下段に設置した方が、控え杭及び矢板を拘束する効果が増大することがわかる。

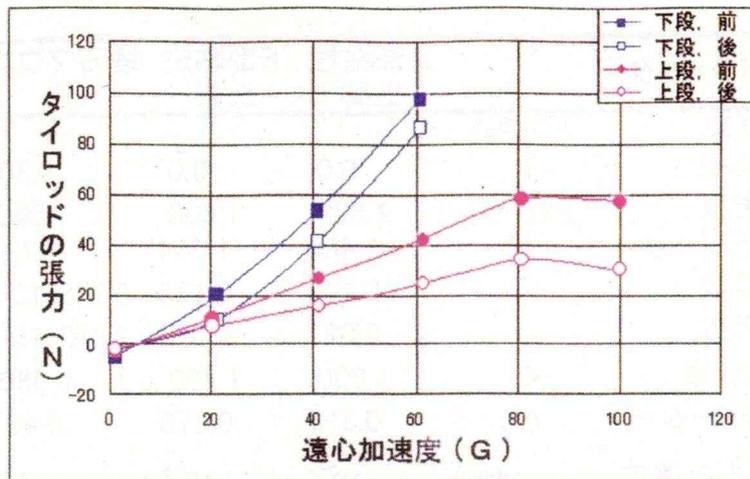


図4 タイロッド設置位置と張力

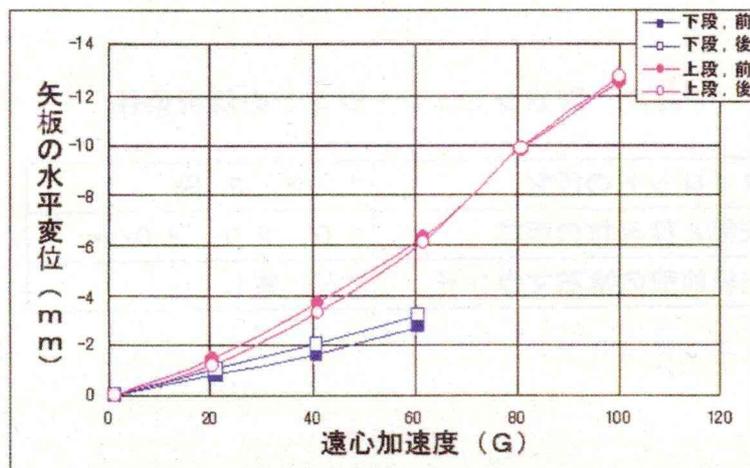


図5 タイロッド設置位置と天端付近の矢板水平変位

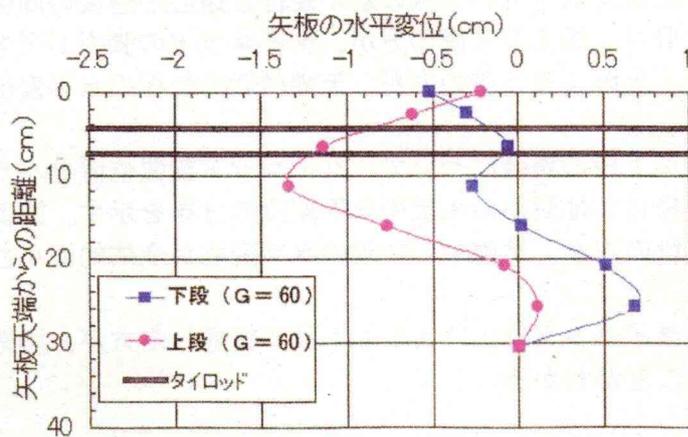


図6 タイロッド設置位置と地盤中の矢板の水平変位

2. 控え杭の幅の影響

図7, 8に、タイロッドが1段の場合について、タイロッドの幅をパラメータにして、タイロッド張力および天端付近の矢板の水平変位と遠心加速度の関係を示す。図7より、タイロッドの幅が広がるに伴い、タイロッドの張力が大きくなる。また、図8より、タイロッドの幅が広がるに伴い、天端付近の矢板の水平変位が小さくなる。

図9に、タイロッドが1段の場合について、タイロッドの幅をパラメータにして、遠心加速度が60Gの場合の地盤中の矢板の水平変位を示す。図より、タイロッドの幅が広がるに伴い、地盤中の矢板の水平変位が全体的に小さくなっている。

これらのことから、タイロッドの幅を広くすることにより、控え杭及び矢板を拘束する効果が増大することがわかる。

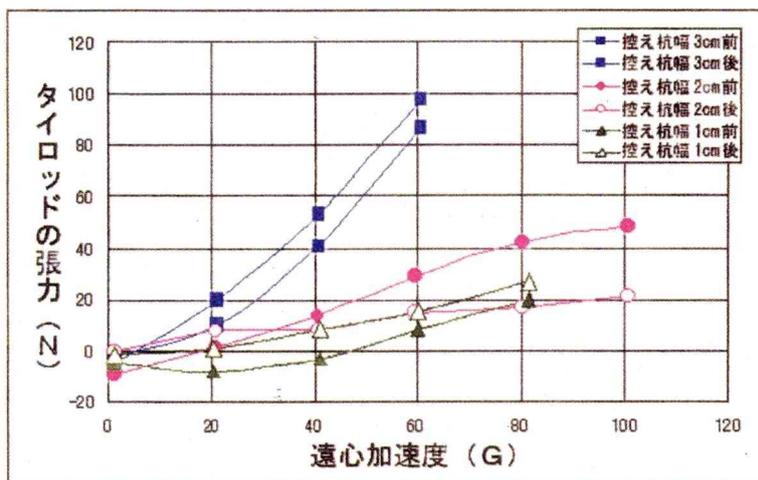


図7 控え杭の幅とタイロッドの張力

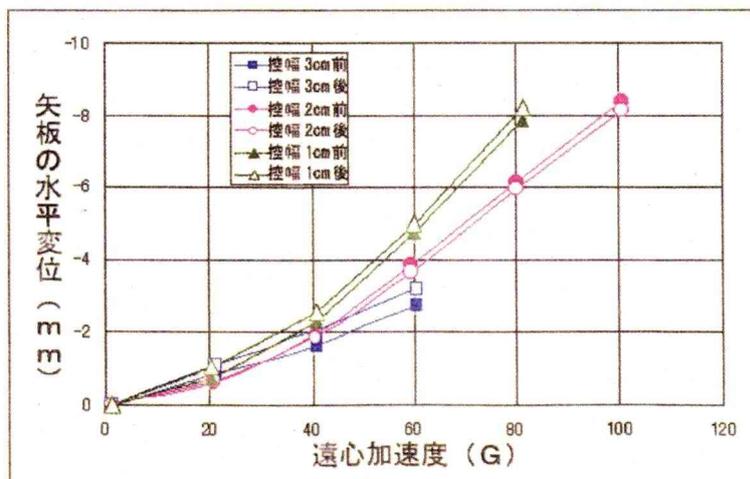


図8 控え杭の幅と天端付近の矢板水平変位

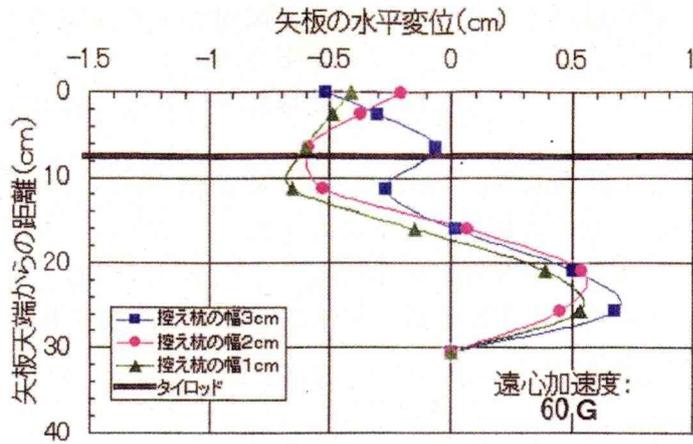


図9 控え杭の幅と地盤中の矢板の水平変位

3. 矢板の厚さの影響

図10に、タイロッドが2段の場合について、矢板の厚さをパラメータにして、タイロッド張力と遠心加速度の関係を示す。図より、矢板の厚さが厚くなっても、タイロッドの張力はほとんど変わらないことがわかる。

図11に、タイロッドが2段の場合について、矢板の厚さをパラメータにして、遠心加速度が60Gの場合の地盤中の矢板の水平変位を示す。図より、矢板の厚さが厚くなっても、天端付近の矢板の水平変位はほとんど抑制されないことがわかる。一方、地盤の中部及び下部では、矢板の厚さが厚くなることにより、水平変位がある程度減少することがわかる。また、図示はしていないが、矢板の厚さが厚くなることにより、矢板の最大曲げモーメントも減少する。

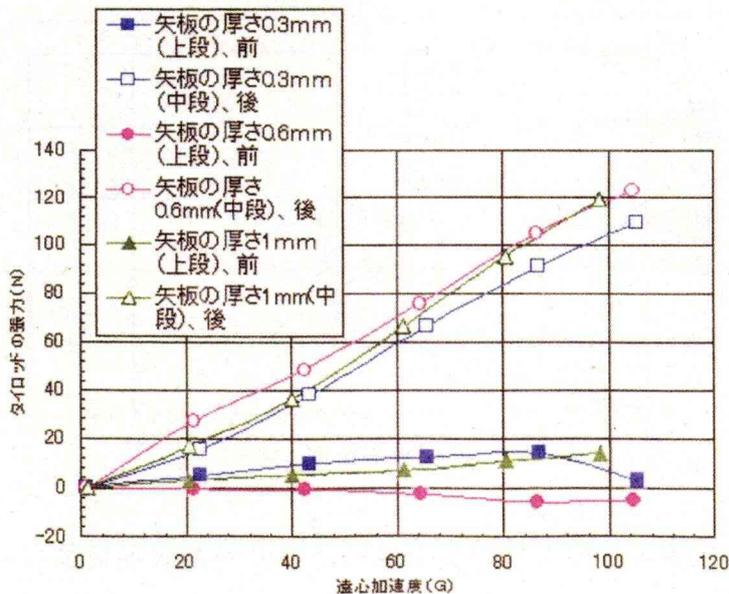


図10 矢板の厚さとタイロッドの張力

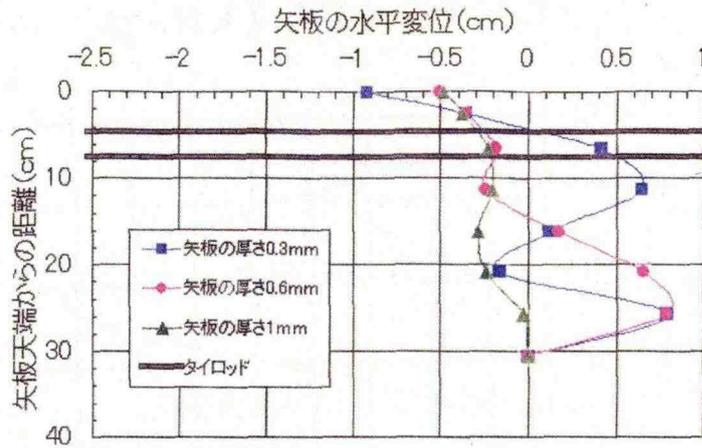


図 1 1 矢板の厚さと地盤中の矢板の水平変位

4. 捨石マウンドの影響

捨石マウンドの有無が矢板の挙動に及ぼす影響は、数値シミュレーションにより検討した。

図 1 2 に、控え杭がない場合の載荷圧と矢板天端の水平変位の関係を示す。図より、捨石マウンドがない場合、矢板の水平変位が非常に大きくなっていることがわかる。

図 1 3 に、載荷圧が 40 kPa の場合の矢板の曲げモーメントの深度方向分布を示す。図より、捨石マウンドがあることにより、矢板の最大曲げモーメントが大きく減少することがわかる。

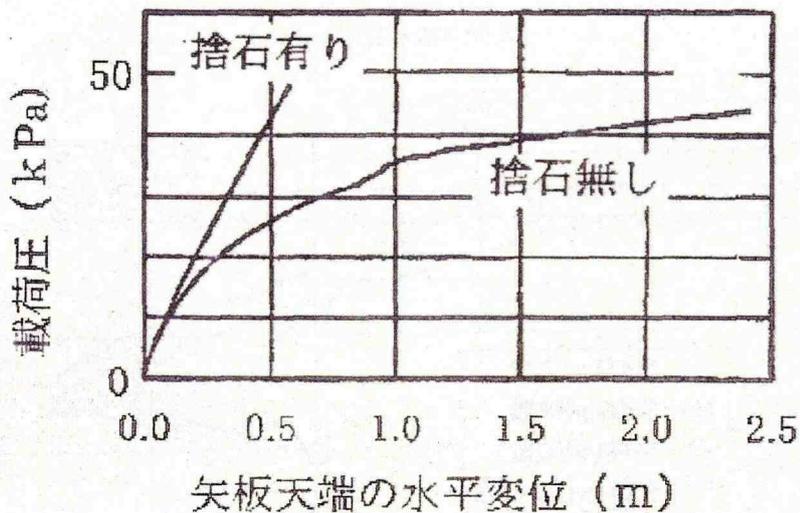


図 1 2 捨石マウンドの有無と矢板の水平変位

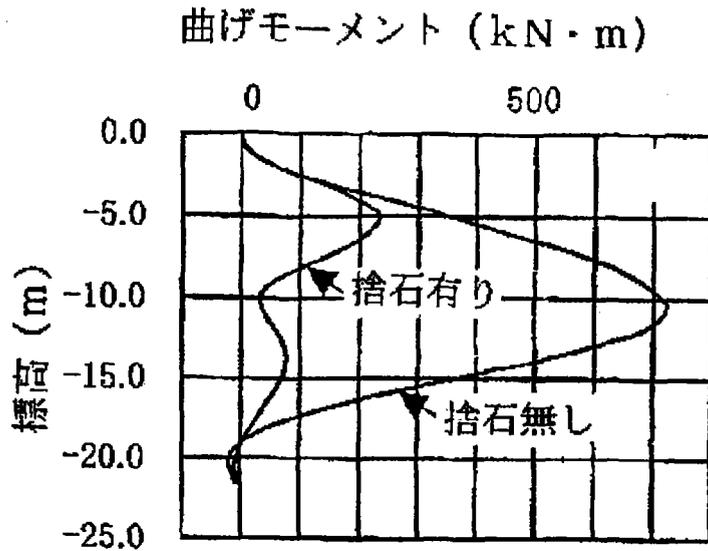


図 1 3 捨石マウンドの有無と曲げモーメントの深度分布

5. タイロッドの段数の影響

図 1 4, 1 5 に、遠心加速度が 6 0 G の場合について、タイロッドの段数をパラメータにして、矢板の水平変位及び矢板の曲げモーメントの深度方向分布を示す。図より、タイロッドの段数の増加に伴い、天端付近の水平変位、地盤中の水平変位及び矢板に発生する曲げモーメントが減少することがわかる。なお、図示はしていないが、タイロッドの段数の増加に伴い、タイロッドの平均的な張力は増加し、矢板に発生する荷重は減少することもわかった。

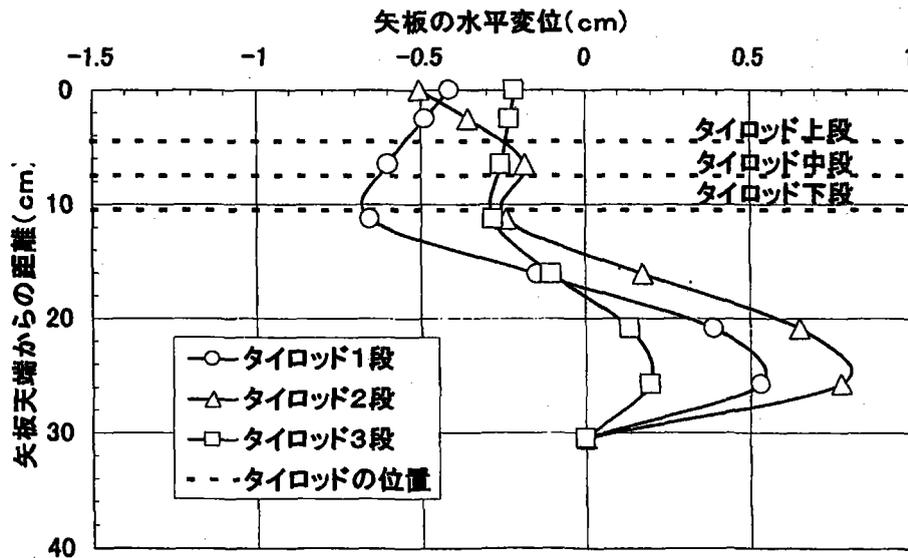


図 1 4 タイロッドの段数と矢板の水平変位の深度分布 (6 0 G)

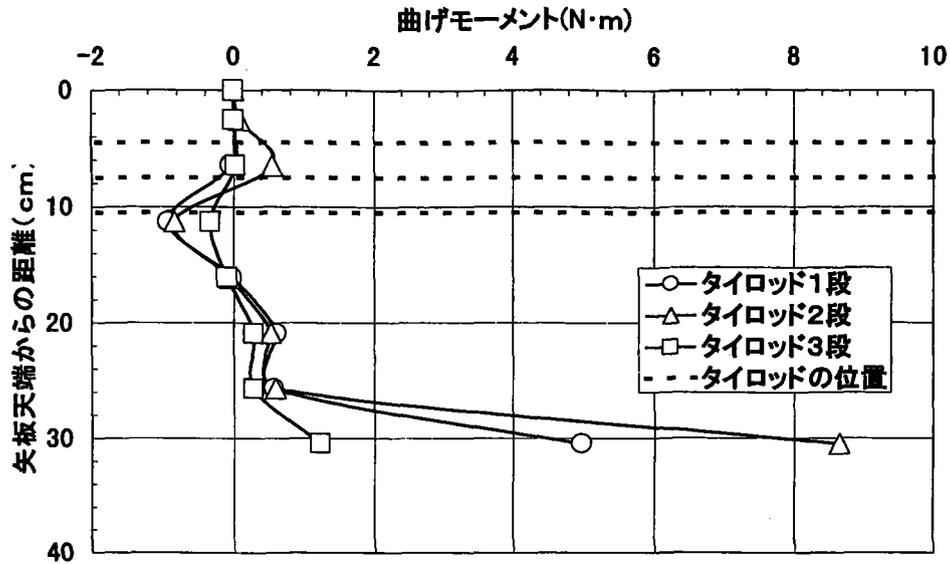


図15 タイロッドの段数と矢板の曲げモーメントの深度分布 (60G)

6. 矢板と控え杭の距離の影響

図16, 17に、タイロッドが2段の場合について、矢板と控え杭の距離Lをパラメータにして、タイロッドの張力と加速度、及び矢板の水平変位の深度方向分布を示す。図より、矢板と控え杭の距離Lの増加に伴い、タイロッドの張力が増大し、天端付近の水平変位、地盤中の水平変位が減少することがわかる。

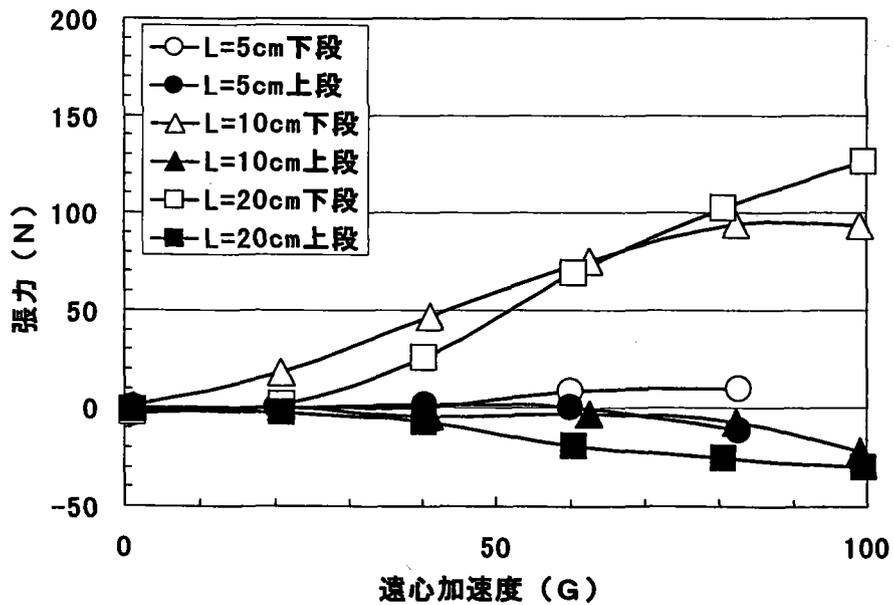


図16 矢板と控え杭の距離とタイロッドの張力

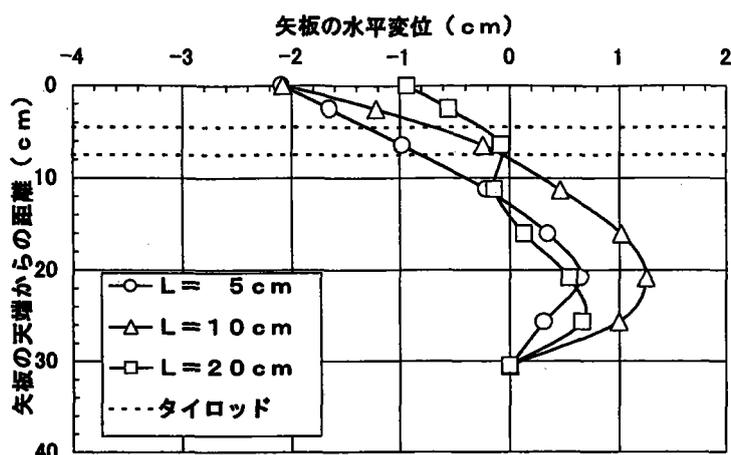


図 17 矢板と控え杭の距離と矢板の水平変位の深度分布 (60 G)

考察

以上のことをまとめると、次のことが明らかになった。

1) タイロッドは天端付近に取り付けるより下の位置に取り付けた方が、タイロッドの張力が増大し、控え杭及び矢板を拘束する効果が増大し、天端付近の水平変位は減少する。

2) 控え杭の幅を広くすることにより、タイロッドの張力が増大し、控え杭及び矢板を拘束する効果が増大し、天端付近の水平変位及び地盤中の水平変位は減少する。

3) 矢板の厚さを厚くしても、タイロッドの張力には変化はなく、矢板の天端付近の水平変位を抑制することはできないが、矢板の中部及び下部の水平変位及び矢板の最大曲げモーメントは減少する。

4) 矢板前面に捨石マウンドがある場合、天端付近の水平変位は減少し、矢板に発生する曲げモーメントも減少する。

5) タイロッドの段数の増加に伴い、タイロッドの平均的な張力は増加し、タイロッドの拘束効果が大きくなり、天端付近の水平変位、地盤中の水平変位及び矢板に発生する荷重、曲げモーメントは減少する。

6) 矢板と控え杭の距離の増加に伴い、タイロッドの張力が増大し、控え杭及び矢板を拘束する効果が増大し、天端付近の水平変位及び地盤中の水平変位は減少する。

すなわち、タイロッドの段数、矢板と控え杭の水平距離などを種々に変えた室内遠心載荷模型実験、数値シミュレーションにより検討した結果、タイロッドの段数の増加、及び矢板と控え杭の距離の増加が、矢板の水平変位、分布荷重、曲げモーメントの抑制に効果的に作用することが明らかになった。

摘要

①軟弱地盤上の矢板式係船岸の設計法として、比較的容易に利用できる手法を開発するまでには至らなかった。

②多段タイロッドを有する矢板式係船岸の有効性が示唆されたことにより、建設コスト縮減に配慮して軟弱地盤上に係船岸を整備する場合の技術資料として利用できる。

印刷予定価格計算書

局 名	No.
国際部	216

平成 16年 2月 24日

品 名	国際コメ年PR用ポスター										
仕 様	オフセット A1 片面 マットコート93.5kg										
数 量	300枚			納 期	平成 16年 3月 19日						
区 分	内 容			数 量	単 価	金 額					
製 版	表紙				頁		0				
	裏表紙裏						0				
	並組					×	0				
	表混組	A3	4		7480	×	29920				
	表組						0				
	デザイン						0				
	組版					×	0				
							0				
	色分解	A3	2	点	7220	×	14440				
	トレース										
	カメラ		数量	色数枚		割引					
		A1	1	×	4	18000	×	57600			
				×			×	0			
				×			×	0			
	刷版		版数	色数枚		割引					
	A1	1	×	4	2200	×	8800				
			×			×	0				
			×			×	0				
印		版数	通し数	単価	刷色数	割引					
	A1	1	4100	×	1.00	×	13120				
				×		×	0				
				×		×	0				
刷											
用		部数	枚数	ヤレ	連						
	マット93.5k	300	×	1	×	1.130	÷	1	339.00000	23.70	8034
			×		×		÷	1	0.00000		0
			×		×		÷	1	0.00000		0
			×		×		÷	1	0.00000		0
紙											
製 本	化粧断ち		部数	単価	割引						
		300	3.68	×	0.80		883				
					×	1.00	0				
					×		0				
小 計								¥132,797			
諸 経 費								17% ¥22,575			
合 計								¥155,372			
消費税込み								5% ¥163,140			