

遠心模型実験による矢板岸壁前面の深層改良地盤挙動に関する検討

独立行政法人港湾空港技術研究所 国際会員 早野 公敏，北詰 昌樹
株式会社ジオデザイン 正会員 丸山 憲治

1. はじめに 岸壁前面地盤の深層改良による岸壁補強効果を調べるために基礎的な遠心模型実験を実施した．そして改良範囲・深度などについて合理的な設計方法を模索するために岸壁前面の深層改良地盤挙動を調査した．本稿では，その結果について報告する．

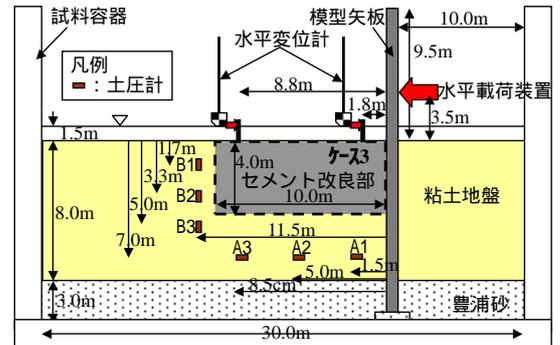
2. 実験ケースと実験方法 実験ケースは表-1 に示す未改良，着底型，浮き型の3ケースである．実験模型の概要を図-1 に示す．表-1，図-1 とともに遠心加速度 50g を考慮したプロトタイプスケールで表示している．図-1(a) はケース 3，(b) はケース 2 の模型を示している．ケース 1 の模型は，ケース 3 で改良体を作製しないで粘土地盤のみのもので，計測器の配置は同じである．図中に示すように，矢板前面の地盤表面 2 箇所の水平変位をレーザー変位計により測定した．また，複数の土圧計を粘土地盤に A: 同じ深度で矢板から水平距離が異なる 3 地点 B: 矢板から同じ水平距離で深度が異なる 3 地点の計 6 地点に設置した．A シリーズの土圧計は鉛直方向を，B シリーズの土圧計は水平方向の土圧を測定するようにセットした．各ケースとも支持地盤には豊浦砂を用い，粘土地盤は過圧密状態とし，カオリン粘土（液性限界 w_L : 59.3%，塑性指数 I_p : 33.0）を $p_c=147\text{kN/m}^2$ で予備圧密して作製した．改良地盤は，所定の範囲の粘土地盤を掘削した後，川崎粘土（液性限界 w_L : 64.8%，塑性指数 I_p : 39.6）と早強ポルトランドセメントを混合したスラリーを打設し，改良体の一軸圧縮強さが約 $q_u=1000\text{kN/m}^2$ になるように設定した．

模型矢板は模型スケールで厚さ 2mm の鋼製で，深度方向に歪みゲージが相対するように両面に貼付している．板の曲げ剛性はプロトタイプスケールに換算すると約 $16800\text{kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$ である．なお，模型矢板の下端での固定は特に行っていない．各実験ケースでは，模型に遠心加速度 50g を加えた後，水平載荷装置を用いて，図-1 のように矢板に水平載荷を行った．水平載荷は図-2 に示すように水平荷重が単調増加する途中で，水平荷重をゼロに戻す 6 回の繰返し載荷をいくつかの荷重レベルで実施した．なお，図-2 はケース 1 の載荷点における矢板の水平荷重～水平変位の関係を示したものである．水平載荷試験中には，載荷点の水平荷重・水平変位に加えて矢板に生じるひずみ，土圧分布，矢板前面の地盤表面の水平変位等を測定した．

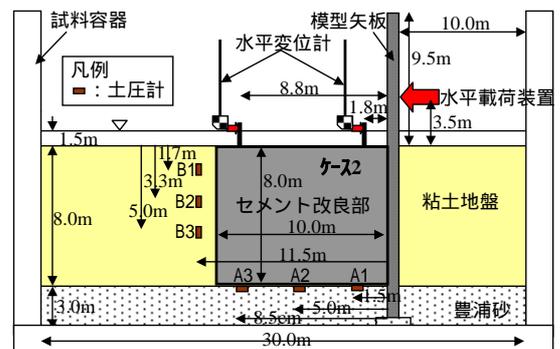
3. 実験結果 水平載荷中に得られたひずみゲージの測定値から文献 1) にならい，曲げモーメント分布を求め，3 次のスプライン関数で補間した後，その曲線を 2 回積分して矢板のたわみ分布を算出した．算出の際には，矢板下端でたわみとたわみ角がそれぞれゼロという境界条件を仮定している．図-3 にそのたわみ分布を示す．水平荷重が約 25kN/m と約 45kN/m のいずれの場合においても，着底型および浮き型の改良は未改良に比較して，

表-1 各実験ケースの改良範囲

実験ケース名	改良形状	改良体寸法		
		長さ(m)	高さ(m)	幅(m)
ケース1	未改良	-	-	-
ケース2	着底型	10	8	10
ケース3	浮き型	10	4	10



(a) ケース 1 およびケース 3 の場合



(b) ケース 2 の場合

図-1 実験模型概要(プロトタイプスケール)

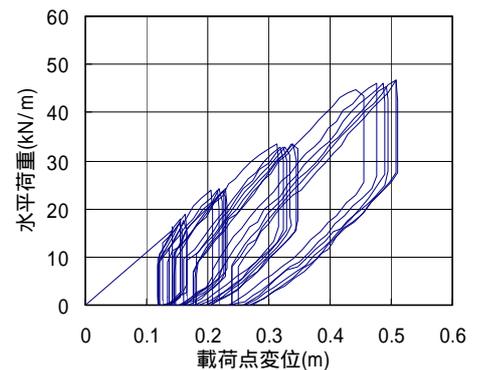


図-2 載荷点における矢板の水平荷重～水平変位の関係(ケース 1)

キーワード 深層混合，岸壁，遠心模型実験

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 (独)港湾空港技術研究所 TEL:046-844-5055 FAX:046-841-8307

矢板のたわみを深度に対しほぼ同様に抑制していることが分かる。

次に各ケースの水平荷重によって生じる矢板前面の地盤表面の水平変位と水平荷重の関係を図-4 に示す。同図には矢板の載荷点変位と水平荷重の関係も示す。また、各ケースの荷重～変位関係が明確になるように図-4 では繰返し載荷部分を除いて表示した。未改良ケース1を見ると、矢板から1.8mの地表面で比較的大きな水平変位が生じていることが分かる。また、矢板から8.8mの地表面ではあまり水平変位が生じていないことが分かる。一方、着底型のケース2および浮き型のケース3を見ると、矢板から1.8mおよび8.8mの地表面で、いずれも載荷点変位に対してほとんど水平変位が生じていないことが分かる。本研究での浮き型改良の場合、周辺地盤の支持力や受働抵抗が十分あったと思われ、矢板の変形抑制効果は着底型とほぼ同程度であったと考えられる。

各ケースのいくつかの水平荷重レベルにおける地盤内の土圧変化を示したものを図-5 に示す。ここで水平載荷直前をゼロとした増分値を示した。ケース1の場合では、矢板からのいずれの水平位置においても鉛直方向（A シリーズ）の土圧変化がほとんど生じていないことが分かる。しかし、水平方向（Bシリーズ）の土圧は水平荷重の増加に伴い徐々に増加していくことが分かる。このことから粘土地盤が水平方向に変位し、大まかにいえば横ずれのようなせん断変形が生じていたことが推察される。次にケース2の場合を見ると、矢板から最も遠い所での鉛直土圧が増加し、最も近い所で減少していることが分かる。水平土圧は水平荷重の増加とともに徐々に増加していくことが分かる。このことから着底型の場合では、改良体自身の変位量が少ない中で、全体的に回転しようとする傾向があったと推察される。ケース3では、水平土圧・鉛直土圧ともに全体的に増加している。水平土圧の増加が着底型より著しいので改良体が剛体として水平に移動しようという傾向と、また矢板に近いところでは鉛直土圧の増加量が小さいので回転しようという傾向があったことを示唆している。前者の傾向に関しては、改良体底面の摩擦力に起因しており、底面が粘土地盤の浮き型の方が砂地盤の着底型より摩擦力が小さかったためと考えられる。

4.まとめ 水平載荷によって生じる矢板および地盤の変位量は未改良で比較的大きく生じ、本実験条件の場合、着底型と浮き型ではかなり小さく、その変位量はほぼ同じであった。また矢板前面の改良体の形状により、土圧分布の変化など地盤挙動が異なることが分かった。

参考文献 1)北詰ら (2003), SCP 改良地盤における水平抵抗性, 港湾空港技術研究所報告, 第42巻第2号, pp.47-71.

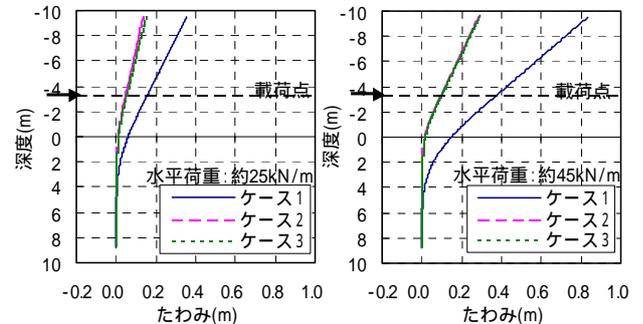


図-3 算定した矢板のたわみ分布の比較

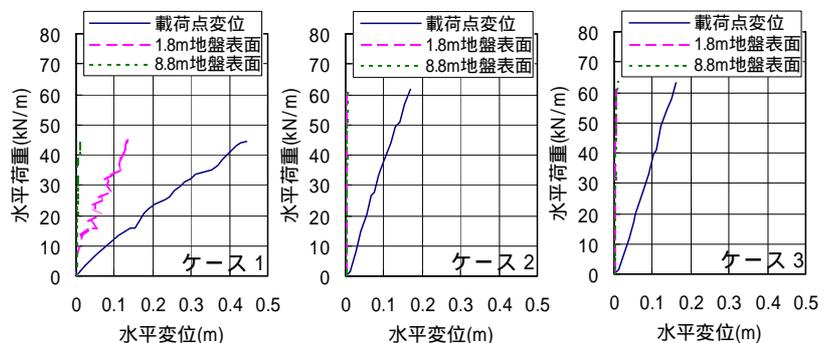


図-4 各ケースの地表面の水平変位（繰返し載荷部分を除く）

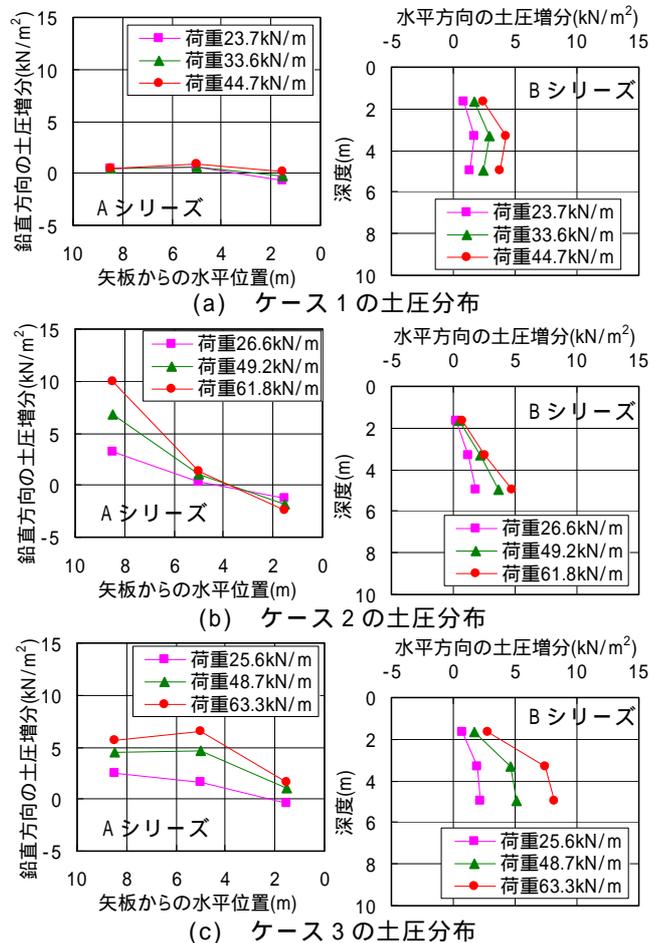


図-5 各ケースの土圧分布