

軟弱地盤上の控え杭-矢板式係船岸の遠心载荷模型実験

(独)水産総合研究センター 正会員 大槻正紀, 佐伯公康
千葉工業大学 黒田耕造, 鋤持 智

はじめに 軟弱な粘性土が堆積している沿岸域で, 控え杭-矢板式係船岸を採用する場合, 経済的に有利であるが, 天端での大きな水平変位が懸念される。本研究は, 軟弱地盤上の控え杭-矢板式係船岸に対し, 控え杭の位置, タイロッドの段数を変えて模型実験を行い, その変形挙動と安定性の検討を行ったものである。

試料, 試験装置及び試験方法 試験に使用した土試料はカオリンで, $\rho_s = 26.4 \text{ kN/m}^3$, $w_L = 69.4\%$, $I_p = 39.7$, $D_{50} = 2.5 \mu\text{m}$ である。

遠心载荷装置は, 最大遠心加速度 150 G (G : 重力加速度), 有効回転半径 3.0 m , 最大载荷重量 5 kN である。模型土槽 ($W50 \text{ cm}$, $H40 \text{ cm}$, $D20 \text{ cm}$) は鋼製で, 前面にアクリル板($t50 \text{ mm}$)を, 背面及び底面に土圧計及び水圧計を取り付け, 底面に排水孔を有している。

図1に, 土槽の断面を模式的に示す。模型地盤の作成方法及び地盤

強度の測定方法などは文献¹⁾と同じである。100 Gで模型地盤を自重圧密した後, 図1に示したように, 土槽中央にりん青銅製の矢板模型 ($W19.6 \text{ cm}$, $H30.5 \text{ cm}$, $t0.6 \text{ mm}$, ヤング率 $E = 9.1$

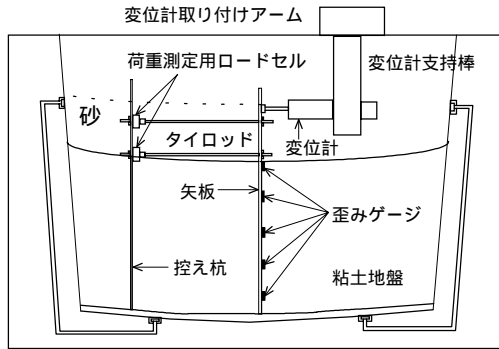


図1 土槽断面の模式図

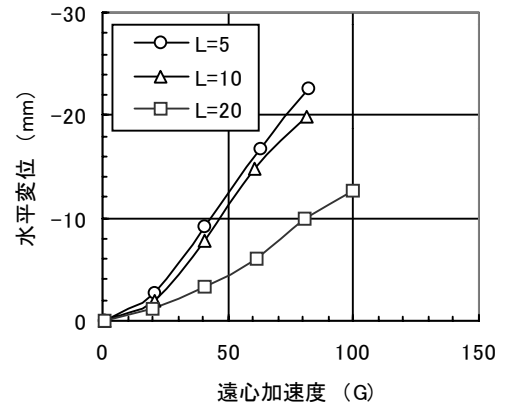
$\times 10^7 \text{ kN/m}^2$)を, また, これより所定の水平距離だけ離れた位置に2本のりん青銅製の控え杭 ($W3.1 \text{ cm}$, $H31.9 \text{ cm}$, $t0.6 \text{ mm}$)を打設し, 両者の間をタイロッド ($\phi 5 \text{ mm}$)で片側をねじ止する形で連結した。なお, 上段及び下段のタイロッドは, それぞれ矢板の上端より

試験番号	矢板と控え杭の距離 $L(\text{cm})$	タイロッドの段数	タイロッドの総本数
1	5	1	2
2	10	1	2
3	20	1	2
4	5	2	4
5	10	2	4
6	20	2	4

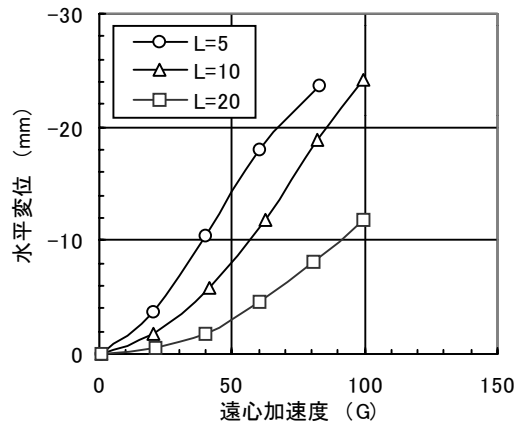
注) 裏込め土の高さはすべて6cm

り 6.3 cm 及び 11.1 cm に取り付けた。矢板の中央には曲げひずみ測定のため, 矢板の下端より 4.8 cm 間隔で5個のひずみゲージを貼付した。また, タイロッドの張力を2個のロードセル (容量 1 kN)で, 矢板背面の盛土表面と同じ高さの矢板の水平変位を2個の変位計 (容量 25 mm)で測定した。

矢板の背面に乾燥砂 (乾燥密度約 1.43 g/cm^3)を高さ 6 cm まで投入し, 盛土荷重とした。载荷試験としては, 矢板背面に盛土した模型地盤に対し, 遠心加速度を $20, 40, 60, 80, 100 \text{ G}$ と 20 G ずつ増加し, 各遠心加速度で 10 分間一定



(a) タイロッドが1段の場合



(b) タイロッドが2段の場合

図2 水平変位と遠心加速度の関係

キーワード: 軟弱地盤、矢板式係船岸、遠心载荷試験、側方変形、タイロッド張力

連絡先住所: 茨城県鹿島郡波崎町海老台 水産工学研究所 Tel.0479-44-5940 Fax.0479-44-1875

に保持した後、回転を停止して地盤の変形状態の写真撮影と沈下性状の計測を行い、つぎの遠心加速度に移行した。

試験結果 表 1 に、行った 6 種類の試験の概要を示す。

図 2(a), (b) に、それぞれタイロッドが 1 段（上段のみ）及び 2 段の場合に対し、各段階の遠心加速度を 10 分間保持後の盛土表面付近の矢板の水平変位と遠心加速度の関係を示す。図より、 L が大きい程、矢板の水平変位（絶対値）は小さくなっている。軟弱地盤

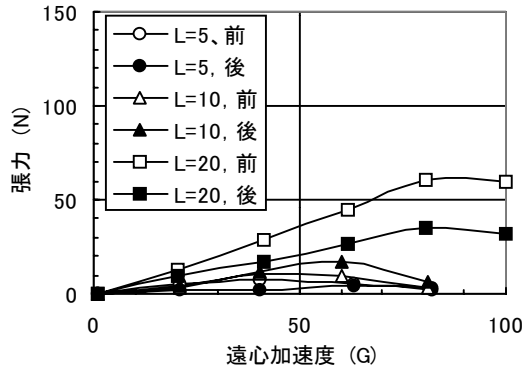
では盛土荷重により矢板背面の地盤は側方変形を生じるが、流動域は矢板背面のすべり線と矢板の間の塑性域と考えられる。 $L = 20$ cm でタイロッドが 1 段の場合、写真よりすべり線と粘土地盤表面の交点から矢板までの水平距離は約 14 cm (< 20 cm) であった。

図 3 に、タイロッドの張力と遠心加速度の関係を示す。同図(a)のタイロッドが 1 段の場合、タイロッドの張力は L が増加するに従い増加しており、控え杭の拘束効果が増している。同図(b)のタイロッドが 2 段の場合、 L が増加するに従い、下段のタイロッドの張力は増加し、1 段の場合よりも大きな張力を発揮している。他方、上段のタイロッドの張力はゼロまたは負になっている。これは、2 段のタイロッドが同じ控え杭に取り付けられているため、下段のタイロッドの張力により、これより上の控え杭部はほぼ同じ傾きで強制的に変形させられることによると考えられる。

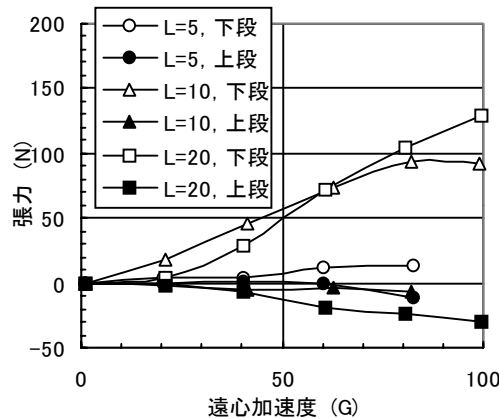
図 4(a), (b) に、それぞれタイロッドが 1 段の場合と 2 段の場合の曲げひずみより計算した遠心加速度 80 G での矢板の変形状態を示す。計算では、曲げひずみを 4 次のスプライン関数で近似し、5 ヶ所の測定点の曲げひずみの測定値が計算値に一致し、矢板下端の水平変位がゼロ、盛土表面付近の矢板の水平変位の測定値が計算値に一致するように決定した。同図(a)より、 $L = 5, 10$ cm の場合、矢板の上部は地盤及び盛土の側方変位に従い側方変形している。一方、 $L = 20$ cm の場合、矢板の水平変位は上部で矢板背面方向に反転しており、タイロッドが有効に働いていることを示している。同図(b)で $L = 5, 10$ cm の場合、矢板は地盤の側方流動モードで側方変形している。一方、 $L = 20$ cm の場合、下段のタイロッド付近で矢板の水平変位が小さくなっており、その拘束効果を示している。ただし、これより上部では盛土の側方変形と同じ方向に変形しており、上段のタイロッドの拘束効果がないことを裏付けている。

謝辞：日ごろ御指導いただいている 千葉工業大学 清水英治教授、渡邊勉教授、小宮一仁助教授に深謝の意を表します。また、実験の補助を頂いた 長岡技術科学大学 安齋勝君、千葉工業大学 斉藤祐哉君に深謝の意を表します。

参考文献：1) 佐伯ら：第 35 回地盤工学研究発表会講演集，pp.1719 - 1720，2000。

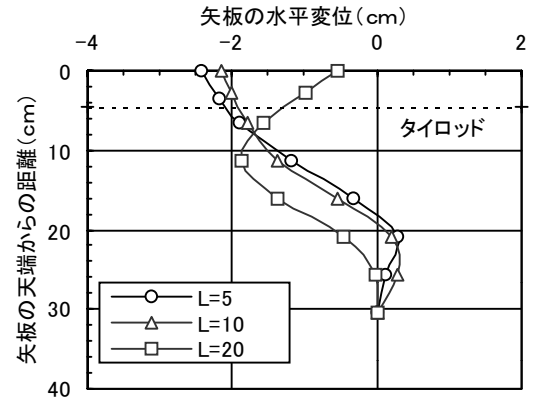


(a) タイロッドが 1 段の場合

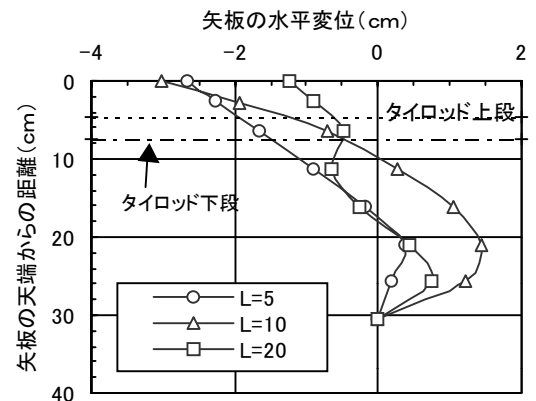


(b) タイロッドが 2 段の場合

図 3 タイロッドの張力と遠心加速度



(a) タイロッドが 1 段の場合



(b) タイロッドが 2 段の場合

図 4 矢板の変形状態