

Ⅲ-A418

水平荷重を受ける組杭の挙動（その1、実験概要と結果）

運輸省港湾技術研究所 菊池喜昭

同 上 大岡秀哉

東亜建設工業株式会社 田口博文

1. はじめに

タイロッド式矢板壁の控えとしての組杭（図-1に概念図を示す）の設計では、杭の曲げ抵抗を期待せず、外力を各杭の軸力に分解して設計している¹⁾。実際には、組杭は軸力だけで抵抗するのではなく、軸直角方向の抵抗も期待できると考えられる。本研究では、組杭のこのような特性を考慮した合理的な設計法の開発のために、組杭を含む一連の模型実験を行った。本文では、そのうち傾斜角が $\pm 20^\circ$ （交角 40° ）の組杭の挙動について報告する。

2. 実験の概要

実験土槽は、縦 $6\text{m} \times$ 横 $3\text{m} \times$ 深さ 3m である。地盤材料は、浅間山砂（ $\rho_s=2.746\text{g/cm}^3$, $\rho_{d\max}=1.681\text{g/cm}^3$, $\rho_{d\min}=1.336\text{g/cm}^3$ ）を使用した。模型杭は、曲げひずみおよび軸ひずみが計測できるように、アルミニウム角パイプ（ $\text{H}30\text{mm} \times \text{B}60\text{mm} \times \text{t}2\text{mm}$, $\text{EA}=2.65 \times 10^6\text{kgf}$, $\text{EI}=4.08 \times 10^6\text{kgf} \cdot \text{cm}^2$, 杭長 $2,600\text{mm}$ ）を使用した。ひずみゲージは幅 60mm の面に表裏1枚ずつ深度方向に17箇所貼付し、模型杭全周面をエポキシ系樹脂でコーティングした。

図-2に示すように直杭および斜杭・組杭（傾斜角 $\pm 20^\circ$ ）を所定の位置に設置した。図中の in-batter 杭とは、水平外力が作用するとき引き抜ける杭のことを、out-batter 杭とは押し込まれる杭のことをいう。また、交角固定組杭は in-batter 杭と out-batter 杭の杭結合部分を剛結した組杭、交角自由組杭は頭部をヒンジ結合した組杭である。下層地盤は支持地盤として、振動プレートを用いて締め固めて作成した（層厚 35cm , 含水比 8% , $\text{Dr}=67\%$ ）。特に、out-batter 杭の杭先端については、杭が容易に押込まれることのないように処理をした。上層地盤は地盤の密度が均一になるように、ホッパーに入れた気乾状態の砂を口径 38mm のホースから高さ 100cm で空中落下させて作成した（層厚 236cm , $\text{Dr}=56\%$ ）。この時、斜杭の下側・組杭の杭間については、杭に曲げが生じないように特別に配慮した。

図-3に各実験の载荷のイメージを示す。同じ土槽で11個の実験をすることにより、相互比較が可能となるように配慮した。

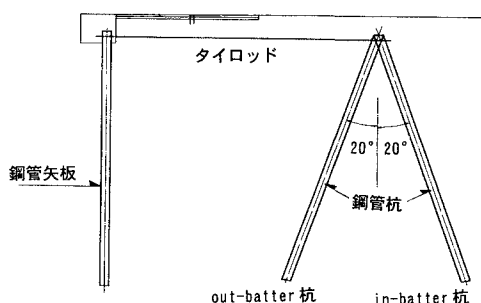
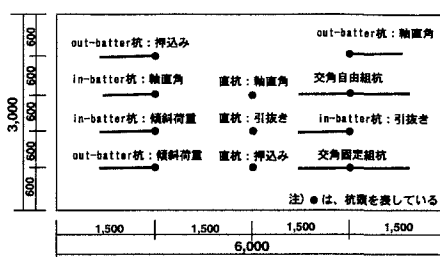
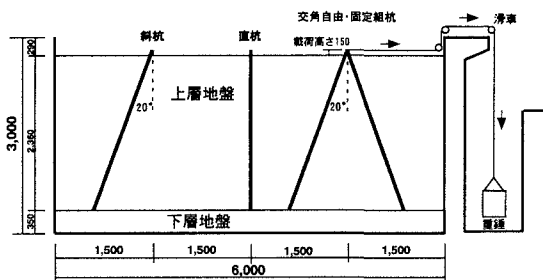


図-1 組杭の概念図



(a) 平面図



(b) 断面図

図-2 杭設置状況図

キーワード：組杭、模型実験、水平载荷試験、分担率

連絡先：運輸省港湾技術研究所 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 Tel 0468-44-5024

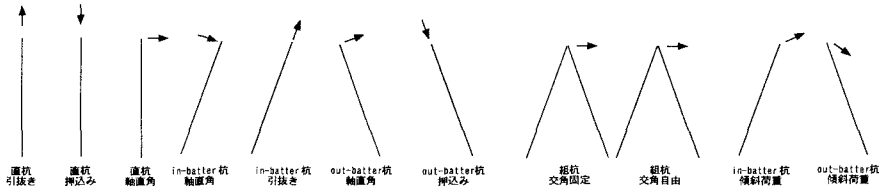


図-3 各実験の荷重イメージ図

実験は 2 シリーズ行い、主なパラメータは斜杭の傾斜角($\pm 10^\circ$, $\pm 20^\circ$)としている。組杭の水平荷重試験は、重錘荷重により静的に行った。荷重は、荷重制御の段階荷重とした。荷重保持時間は変位が止まるまでとした。変位が止まることの確認が困難な場合には、荷重保持時間を 10 分とした。計測項目は、荷重荷重、杭頭変位、杭頭たわみ角および杭に生じるひずみとした。組杭に働く軸力と軸直角方向力は、杭に生じたひずみから求めた。

3. 組杭の実験結果

図-4 に交角固定条件と交角自由条件での組杭の水平荷重—水平変位関係を示す。A 点は in-batter 杭の引抜時、B 点は out-batter 杭の降伏時、C 点は in-batter 杭の降伏時、E 点は out-batter 杭の座屈時をそれぞれ示している。なお、D 点は交角固定の out-batter 杭の第 2 降伏時を示す。A 点で in-batter 杭が引抜けるまでは、杭頭の条件によらず杭頭の水平変位剛性が高い。杭が引抜けると変位剛性は急激に低下するが、その後杭の曲げで持つようになるため抵抗力は増加する。図-4 に示した交角固定と自由を比較すると、全体的に交角の条件の違いがほとんどないようである。ただし、B, C, E などの杭体の降伏に関係する水平変位量を見ると常に交角自由の方が小さな変位となっている。図-5 に交角自由組杭、図-6 に交角固定組杭の分担率—荷重関係を示す。なお、除荷過程はプロットしていない。分担率とは、荷重の水平成分に対する杭に作用する軸直角方向力の水平成分の割合のことである²⁾。交角自由組杭では、分担率は引抜け時までは小さくほぼ一定であるが、引抜けると急激に大きくなり、その後は直線的に増加している。交角固定組杭では、引抜け時までは交角自由と同じ傾向であるが、引きぬけた直後の分担率が交角自由組杭の場合より大きく急増し、その後は一定になる傾向を示している。

このように、杭頭部の結合条件が違う場合は、水平荷重—水平変位関係にあまり差が見られないが、杭体の降伏と分担率の傾向には違いがあることがわかった。

最後に本実験について協力していただいた(有)泉エンジニアリングの森脇康夫氏に感謝いたします。

【参考文献】1)瀬川、内田、片山：組杭の設計法について(その 2) 頭部をヒンジ結合された組杭の設計法、港湾技研資料 No.110, pp.3-14, 1970. 2)沢口正俊：組グイの水平抵抗に関する実験的研究、港湾技研報告, 1970.

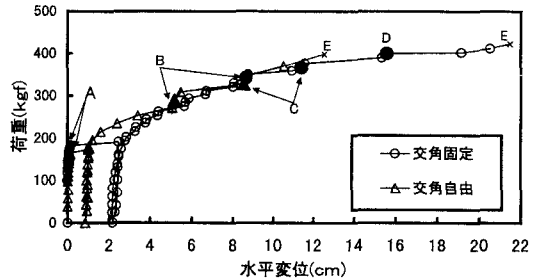


図-4 組杭の水平荷重—水平変位関係

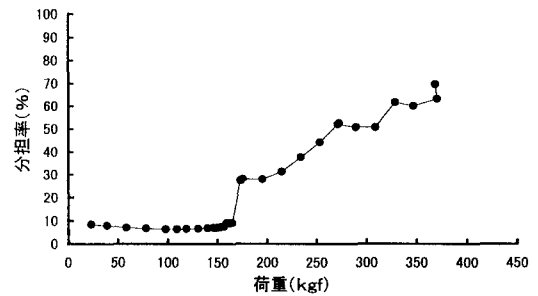


図-5 交角自由組杭の分担率—荷重関係

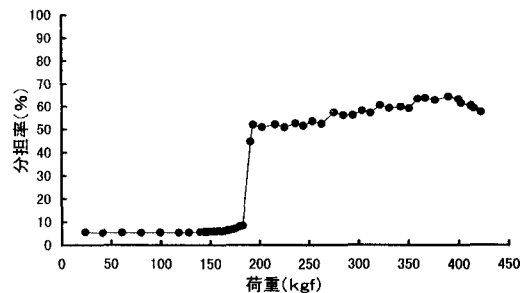


図-6 交角固定組杭の分担率—荷重関係