

川崎製鉄(株)土木開発室 正夏 近藤伸治
 〇中川宏夫
 鋼構研究所 三好弘高

1.はじめに 鋼矢板を2列に打込み、中詰を行った後、矢板頭部をタイロッドなどで結合する二重鋼矢板構造物は、従来から仮締切りや簡易防波堤に使用されており、今後ますます建造されていくことが予想されるが、本構造物は水平外力が作用したときの力学的挙動は未だ説明されておらず、適切な設計法がみあたらないのが実情である。かゝる現状にかんがみ、本研究では体系的アプローチの第1歩として、矢板間隔ならびに中詰砂の締固め状態をパラメータとした模型実験によって、二重鋼矢板構造物の水平抵抗力、矢板の曲げモーメントなどの力学的挙動を把握し、合理的設計法を確立するための基礎資料を得ることとした。

2.実験内容 実験槽には図1に示すような鋼製箱型槽を用いた。矢板模型には板厚6mm、長さ153cmの鋼板を使用した。槽側面の影響を消去するための板を3分割し、中央にセットした幅60cmの矢板模型を測定対象とした。矢板下端はピン支持とし、頭部は直径4mmのタイロッドで結合した。また矢板の変形はダイヤルゲージ(1/100mm)を、曲げ応力およびタイロッド張力はひずみゲージを用いてそれぞれ測定し、実験砂としては茨城県高萩地方で採取した粒径2mm以下の乾燥砂を用いた。本実験は表1のごとく種類行ったが、パラメータとして選定した矢板間隔Bは50, 70, 90cmに、締固め状態はホッパーから砂を自由落下させた後、タンパーによる締固め、バイレターによる締固め、締固めを行なわないもの3通りに変化した。実験手順はつぎの通りである。まず矢板模型を所定の位置にセットして二重壁を構成し、仮固定材を取付け、実験砂を槽内に搬入して層厚20cmごとに締固めながら実験地盤を造成した。港湾構造物を想定して外面高は海底面まで、内面高は頭部までとした。載荷には前倒(載荷側)頭部に取付けた直径1.2mmのピアノ線とスフリュージャッキで引張る手法を採用し、荷重検出にはアルゼンクワングを用いた。また、載荷終了後は30秒ごとに荷重値を読み、その値が1分間に $\frac{1}{1000} \frac{\text{mm}}{\text{cm}^2}$ 以下になった時点をリリゼーション終了時とみなして測定を開始した。

3.結果と考察

3.1 中詰終了時の土圧係数 矢板の曲げひずみから得た最大曲げモーメントを利用し、土圧分布を三角形と仮定して算出した土圧係数を示すと表2の通りである。同表より本実験ではタンパーで締固めた場合を除き、中詰終了時の土圧係数は主動土圧係数の110~120%で、矢板間隔による差異は小さいという結果が得られた。

3.2 荷重と変位の関係 水平荷重Pと頭部水平変位 δ との関係を対数表示すると、図2のごとく2つの遷移点を有する折線で近似しうることが明確となる。この第1遷移点は矢板または中詰砂の塑性化開始点と考えられるが、本実験に因る限り、矢板部材は弾性内にあることが確認されており、したがって、中詰砂の塑性化に起因する遷移点であるとみなし得る。さらに第2遷移点は中詰砂の塑性化が進行し、矢板変形が急増することによりあらたに搬入部地盤反力が増大したために発生したものと考えられるが、本実験では第2遷移点発生時の中詰砂の挙動を明確に把握することが困難であったため、今後さらに詳細を検討を要すると思われる。これらの遷移荷重 P_1, P_2 と B/H_0 (B :矢板間隔, H_0 :壁高)および砂の密度 $\gamma(\text{g/cm}^3)$ との関係を図3, 4に示し、さらに北島氏理論によって計算した中詰砂の

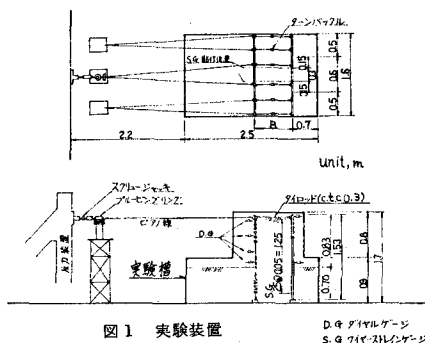


図1 実験装置

表1 実験の種類

実験NO	略号	壁厚 (mm)	壁高 (cm)	間隔 (cm)	締固め 方法	土圧係数 (γ/cm^3)	変位 (mm)	土圧 (kg/cm^2)
1	B70H	6	700	800	自由落下	1.40	34°20'	0.10
2	B70V	6	700	800	バイレター	1.48	35°20'	0.25
3	B70T	6	700	800	タンパー	1.63	38°10'	1.50
4	B50V	6	500	800	バイレター	1.49	35°40'	0.25
5	B90V	6	900	800	バイレター	1.50	35°50'	0.25

Y: 密度
 P: 内野豊隆
 E: 庄瀬源三郎

表2 中詰終了時の土圧

実験 NO	中詰土圧係数	主動土圧係数
1	0.29	0.25
2	0.26	0.22
3	1.16	0.20
4	0.24	0.22
5	0.27	0.22

極限水平抵抗力 P_{or} (岩盤上のセル構造物を対象としたもの) を併記した。 P_{or}

図3から、 P_1 は $B/H_0 < 0.9$ では B/H_0 による差異が比較的小さく、 $B/H_0 \geq 0.9$ で増加する傾向がみられること、および P_2 は P_1 よりも B/H_0 による影響が著しいことが明確となった。一方図4から、 P_1, P_2 は γ による影響を大きく受け、とくに $\gamma \approx 1.5 \text{ g/cm}^3$ では著しく増加することが明確となった。また、これら遷移荷重が前述の P_{or} に比べて小さい値を示していることから考察すると、二重鋼矢板構造では矢板のたわみ性が大きいために中詰砂の局部的な塑性化が著しく、セル構造とは異なる挙動を示すものと考えられる。

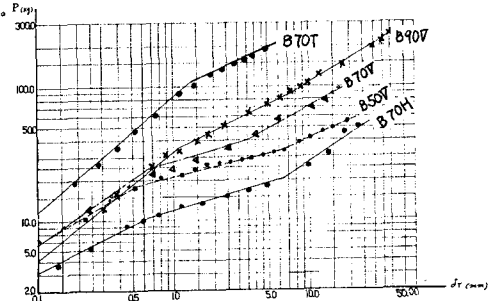


図2 荷重と変位の関係

3.3 曲げモーメントおよび土圧分布 曲げモーメントおよび土圧分布の1例を図5に示したが、図中斜線部は中詰砂時の土圧による影響を消去した両分布図である。これらの図をもとに水平荷重 P による本構型体の挙動を検討した結果、前側矢板では矢板の変形によって曲げモーメントや土圧が減少する傾向を示しているが、その根入部や後側矢板では比較的杭の場合の分布に類似していると考えられ、定性的には前側矢板は地上突出杭に、後側矢板は地中杭に近似しうるものと思われる。

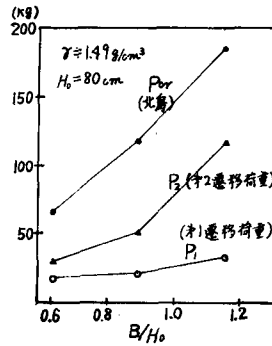


図3 矢板間隔の影響

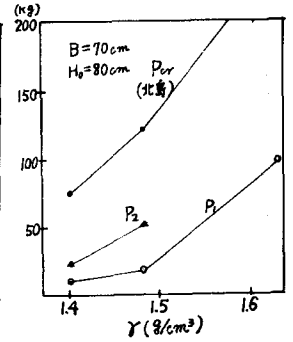


図4 砂の密度の影響

4. まとめ

比較的反りみ性が大きく、根入水を有する二重鋼矢板構造物の模型実験を行い、その力学的挙動についていくつかの検討を行ったが、これらをまとめるとつぎの通りである。

- (1) とくに過大な締固めを行った場合を除き、中詰終了時の土圧係数は主働土圧係数の110~120%であった。
- (2) 二重鋼矢板構造物の水平外力に対する挙動が本実験ではセル構造物と比較的異なる挙動を示すことが明らかとなったが、これは二重鋼矢板構造における矢板のたわみ性が大きいために中詰砂の局部的な塑性化が著しいこと、中詰砂の抵抗力が減少した後も根入部地盤反力による抵抗力が期待されることなどに基因すると考えられる。
- (3) 二重鋼矢板構造における前側および後側矢板の挙動は、定性的にはそれぞれ地上突出杭、地中杭に近似しうるものと思われる。

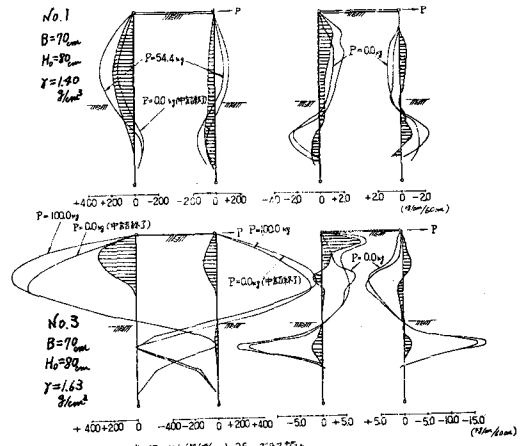


図5 曲げモーメント分布と土圧分布

おわりに本研究全般にわたって懇切に御指導いただいた運輸省港湾技術研究所土質部基礎工研究室沢口室長、同設計基準部設計基準課中山課長、同土質部基礎工研究室高橋技官に深く感謝の意を表します。

主な参考文献；北島昭一 セルの安定性に関する研究，運輸技術研究所報告，第12巻，3号，1962