

川崎製鉄株式会社 正会員 高橋千代丸
 同上 ○正会員 石田昌弘
 同上 正会員 三好弘高

1. まえがき

鋼矢板を2列に打設し、その間に土砂を中詰めする2重壁鋼矢板工法は、構造物の占有面積を縮小でき、止水性に富むなど護岸工法としてすぐれた特徴を有するにもかかわらず、未だ設計法が確立されていない。このため類似形態の岩盤上のセルを対象とする北島の理論やタイロッド式鋼矢板護岸の設計法を準用の上、断面諸元を決定しているのが実情である。しかし、このような設計法の準用のみでは永久構造物としての信頼性に乏しく、そのため、仮設構造物としての観念から脱脚していないと言っても過言ではなく、適確な設計法の確立にははる多くの解明すべき課題が残されている。一般に矢板に作用する土圧は剛体壁を対象としたクーロンやランキン土圧のように土の物理的特性のみで一義的に決定されるものではなく、壁そのものの変形特性にも大きく支配されるから、厳密には常時においても変形の問題とされており、難解は工学分野の1つになっている。まして、2重壁鋼矢板工法のように、変形に富む2列の矢板壁の間に中詰土砂を投入した合成構造物では地震時の挙動に関し、概念的にすら考察される例は見当らない。このため、筆者らは本工法の動的挙動に関する知見をうるため、掃切リタイプ（背面土砂なし）と護岸タイプ（背面土砂あり）の模型体を用いて振動実験を実施したので報告する。

2. 実験概要

本実験では矢壁型構造物の特性を比較的容易に見現しうるといわれている Rowe の理論を用いて次元解析を行ない、さらに相似律の緩和を伴用して模型構造物の設計を行なった。基礎構造物の模型実験で常に問題となる模型地盤の材料として、粒径 $0.2 \sim 2.0 \text{ mm}$ 、含水比 0.0% の乾燥砂を用いた。また、矢板間隔 B と壁高 H は使用する振動台（テーブル寸法 $2,000 \times 3,000 \text{ mm}$ 、加振力 7.5 ton-G ）や砂槽（ $2500 \times 1500 \times \text{高さ} 1500 \text{ mm}$ ）の容量と東京湾ドライドック仮掃切りや新堀港仮掃切工などの実施例を考慮し、 $H = 700 \text{ mm}$ 、 $B = 350 \text{ mm}$ および 700 mm とした。さらに模型矢板は $3.0 \sim 8.0 \text{ mm}$ の Al 板を使用した。これは質量係数 $w (= W/H^2)$ およびたわみ指数 $\rho (= H^4/EI)$ と Al 板の厚さとの関係を勘案すると厚さが $3.0 \sim 8.0 \text{ mm}$ のとき実験例に近似したおおよそ ρ の値がえられるからである。模型体の概略を Fig. 1 に示す。掃切リタイプおよび護岸タイプの模型実験体は、Table 1 に示すように矢板間隔 B と壁高 H との比 B/H および矢板剛性 EI を主なパラメーターとする8種類である。同表に示す模型矢板の剛性は予備実験により求めた値であり、砂の単位体積重量 $\gamma_d (\text{g/cm}^3)$ およびせん断弾性係数 $G_s (\text{kg/cm}^2)$ は静時的な測定値である。砂槽を振動台にホルトで固定したのち、一定の落下高（ 200 cm ）で砂槽内に乾燥砂を投入し、入力加速度 400 gal 、振動周波数 $5 \sim 40 \text{ Hz}$ 、10 分間の掃切時間から6回繰返し加振して強固な基盤を作製した。ついで基盤上に模型体を組立てた後、厚さ 400 mm の表層

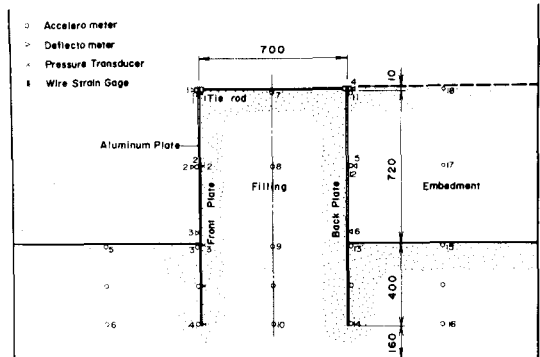


Fig. 1 General view of experiments

Table 1 Description of experiments

B/H	1.0				0.5			
Plates thickness(mm)	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	5.0	6.0	8.0
$\rho (= \frac{H^4}{EI})$	904.0	382.0	196.0	113.0	47.6	196.0	113.0	47.6
$\gamma_d (\text{g/cm}^3)$	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
$G_s (\text{kg/cm}^2)$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

地盤を設けて実験との対応に努めた。なお、刷堀内の加速度計は砂の比重とほぼ同程度になるよう、加速度計をエポキシ樹脂で作った直方体容器に入れ、単位体積重量を地盤のそれと全く等しい 1.4 g/cm^3 とすると共に、容器外側に刷粒子を接着剤で貼付し、乾燥砂の振動性状に合わせた。加振入力としては正弦波入力とランダム波入力の2種類とした。正弦波入力については媒介となる刷層の状態が著しく変化し、本来の実験目的を満足させなくなる場合が多いので、紙テープリーダを通して約20波の正弦波を与え、各周波数ともそれぞれ最初から4~20波の範囲を測定対象に選び、入力加速度は50, 100および200 gal とした。ランダム波入力についてはホワイトノイズ入力と擬似地震波入力の2種類とし、それぞれ入力加速度を前者についてはその平均値を約150 gal、後者については最大入力レベルを約130 gal にした。なお、測定諸量は矢板のひずみ、振動土圧、矢板変位、タイロッド張力、矢板応答加速度および地盤応答加速度とし、測定用ピックアップの配置を Fig. 1 に示した。

3. 実験結果とその考察

矢板に発生する曲げひずみ分布の1例として、仮締切タイプの板厚6.0mm, $B/H=1.0$ の実験結果を Fig. 2 に示す。同図の左側に共振時の矢板ひずみ分布、右側に残留ひずみ分布をそれぞれ示した。同様に矢板変位を Fig. 3 に示す。矢板の曲げモーメントおよび変位は振動時の周期的変化量は小さく、これに対し残留値は非常に大きい。これは本工法がたわみ性壁体であるため、剛性壁体に作用する中詰砂や背面砂の土圧性状とは異なっているためであると推定される。さらに残留曲げモーメント分布の第1曲げモーメント零点の位置は振動の繰返し回数増加に伴い、下方に移動する傾向があるが、Fig. 3の残留変位分布から明らかのように矢板が中詰砂により振動時に徐々に外側へ押し出されたためである。この傾向は他の板厚についても同様の傾向を示した。前面矢板に作用する土圧について、振動時の変動と振動後の残留値の分布を Fig. 4 に示す。同図から前面矢板に作用する土圧は中詰終了後および加振初期段階では矢板のたわみ性が大きいので、壁高中央部の残留土圧は相対変位の小さいタイロッド取付点や海底面付近に比べて小さいが、振動の繰返し回数増加に伴い、矢板壁の変位が平均化してくるので、壁高に関係なくほぼ一様に分布する傾向を示す。従来のタイロッド式矢板壁の設計法の考え方が適用できる締切りタイプのみにについて、静的実験結果と本実験結果とを比較対照したのが Fig. 5 である。同図は土圧合力を常時ではクーロンの土圧式、地震時で振動一周期の公式を適用し、土圧分布を長方形と仮定して、矢板曲げモーメント、矢板変位、土圧およびタイロッド張力を算出した。同図よりつぎのことが判明した。最大曲げモーメントは矢板剛性にかかわらず、実験値は設計値の安全側に近似する。タイロッド張力の残留値は実験値が設計値を下廻るが振動中の変化量は比較的大きく、残留値にこの値を加算した最大張力は現行設計値にほぼ近似する。最大変位は矢板剛性による影響の度合いが大きく、板厚5.0mmおよび6.0mmでは実験値が設計値を大きく上廻るが矢板剛性の大きい板厚8.0mmでは設計値に近い値を示す。土圧は実験値が設計値を下廻るが、これは現行設計式が剛体壁に作用する土圧を対象としているためである。最後に、本実験に対し終始適切な御指導をいただいた運輸省港湾技術研究所 荒井秀夫室長および研究室の諸賢に対し、深く感謝します。

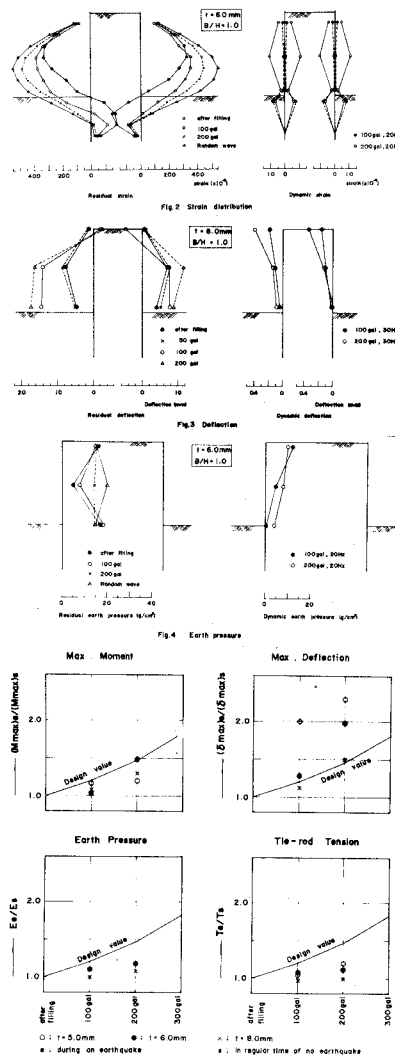


Fig 5 Comparison of the experimental results with design value