

川崎製鉄 正会員 石田 昌弘
正会員 原 道彦

1. はじめに

二重鋼矢板壁工法は護岸工法としてすぐれた特徴を有し数多くの実績を持つが、従来の工法は鋼矢板頭部でのみタイをとつているため、軟弱地盤では矢板壁の変形が著しい。そこで、タイを2段および3段に設置した、いわゆる多段タイロッド式二重鋼矢板壁構造について静的および動的模型実験を実施し、タイの効果を重点的にその力学的挙動を把握した。さらに、本構造体を特殊な2次元骨組構造に置換し、中詰め土砂および地盤は弾性バネと考えたモデル解析を実施し、実験値との照査のうえ本解析法の妥当性を検証した。

2. 静的模型実験

2.1 実験概要

実験装置は図-1に示すように試験土槽 ($L2500 \times H1500 \times W1500$) にアルミ製の矢板 ($L1430, 1130 \times W250 \times t5$ の12枚構成) とタイロッド (直径5mm) で構成される二重鋼矢板壁模型を設置した。矢板下端部は支持地盤を想定して突き固めを施した砂上に貫入させた。中詰め土砂および基礎地盤として使用した砂は粒径 $0.2 \sim 2.0 \text{ mm}$ 、含水比 0.0% 、単位体積重量 $\gamma_d = 1.40 \text{ g/cm}^3$ の乾燥砂を使用した。また、中詰め土砂の投入は5層に分割して行い、密度の均一化をはかるため突き棒で同一回数突き固めを施した。水平加力は矢板頭部の腹起しをワイヤーにより引張り、重錘による载荷とした。模型体は、表-1に示すように $B/H = 1.0$ および 2.85 の2種類を採用した。とくに、後者の模型は地震時における盛土区間の補強対策工事に対する本法の適用を目指す実験を対象に選択したものであることを付記する。

2.2 実験結果

図-2に模型Aの静的载荷 (荷重 300 Kg) による矢板変位分布を、表-2に荷重サイクルごとの矢板頭部変位を一括表示した。1段タイロッドの矢板頭部変位を2段および3段のそれと比較すれば、それぞれ $\frac{2}{3}$ および $\frac{1}{2}$ 程度に減少する。これらの比のうち、前者の比 $\frac{2}{3}$ は低载荷重では減少する傾向があるが、後者はほぼ同値を示す。これらからタイロッドの矢板変位に及ぼす効果は非常に大きいことがわかる。一方、模型Bについては2段タイロッドの場合のみ実験を実施したが、それを模型Aと比較したとき前面矢板頭部変位は $\frac{2}{3}$ 程度に減少すること、さらに前面矢板変位と背面のそれを比較したとき $B/H = 1.0$ ではほぼ1に対し、 $B/H = 2.85$ では0.7程度まで背面矢板変位が減少する傾向を示す。図-3は静的载荷 (荷重 300 Kg) による矢板ひずみ分布を示し、同図右側は前面矢板ひずみ、左側は背面矢板ひずみ結果をそれぞれ表わす。前面矢板ひずみはタイロッド本数を増加することにより根入部の矢板ひずみが減少し、空中部のそれが増加する。背面矢板では空中部の最大曲げモーメント発生点が矢板上方へ移動する傾向を示し、これは二

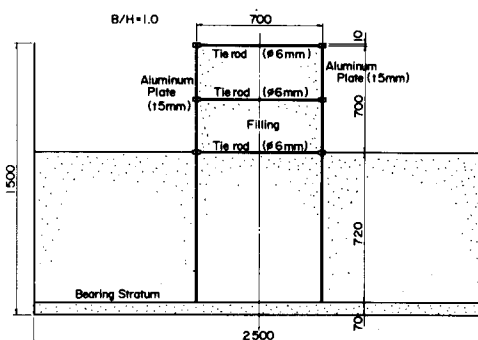


Fig.1 Description of Experiments (Model A)

Table 1 Description of Experiments

Model	B (mm)	H (mm)	D (mm)	B/H	L (mm)
A	700	700	720	1.0	1430
B	1883	659	471	2.86	1130

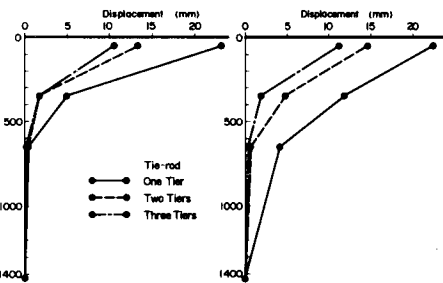


Fig.2 Distribution of Displacement (Model A, Load 300kg)

Table 2 Displacements at Top of Sheet Pile (B/H=1.0, B=700mm)

	Test No.1 One Tier ① (mm)	Test No.2 Two Tiers ② (mm)	Test No.3 Three Tiers ③ (mm)	Ratio ①/②	Ratio ①/③	Ratio ②/③
No.1 Cycle (Max. 60kg)	3.71	1.74	2.07	2.13	1.79	0.84
No.2 Cycle (Max. 100kg)	6.84	3.58	3.33	1.91	2.05	1.08
No.3 Cycle (Max. 150kg)	12.90	7.46	6.04	1.73	2.14	1.04
No.4 Cycle (Max. 200kg)	17.98	10.68	7.55	1.68	2.38	1.41
No.5 Cycle (Max. 250kg)	20.66	13.56	10.45	1.52	1.98	1.30
No.6 Cycle (Max. 300kg)	24.53	15.18	12.13	1.62	2.02	1.25

重鋼矢板壁の壁幅と壁高の比 B/H を大きくした場合、すなわち、
 模型 B ($B/H = 2.85$) の実験結果と類似傾向を示す。図 - 4 はタイロッド張力と水平荷重との関係を例示したものであるが、いずれのケースとも上段タイロッド張力と水平荷重の比は荷重の増大に伴って 1.0 付近に漸近し、水平荷重の大部分は中詰め砂の抵抗を受ける背面矢板の変形を惹起させるために費やされている。
 一方、模型 B のタイロッド張力は上段タイロッドについては上述の模型 A とほぼ同様の傾向を示すが、下段では圧縮ひずみが表われていることが特徴である。

3. 動的模型実験

3.1 実験概要

実験装置は静的模型実験の場合とほぼ同様であるが試験土槽を振動台の上に固定し模型体を設置した。本実験での模型体は A および B であるが、タイロッドは両者とも 2 段のみとした。振動入力としては正弦波 (0.5~50 Hz) およびランダム波 (擬似地震波) を採用し、入力加速度はそれぞれについて 30, 50, 100 および 200 gal とした。振動時の応答量として、矢板ひずみ、矢板変位、タイロッド張力および中詰め砂内の加速度を測定した。

3.2 実験結果

図 - 5 には動的実験結果の一例として変位共振曲線を示す。変位応答量としては両者ほぼ等しいが模型 A の方が若干大きい傾向を示すが他の応答諸量、すなわち、矢板ひずみ、タイロッド張力および中詰め砂内の加速度はいずれも模型 B の方が大きい。これは中詰め砂の振動質量が本構造体に与える影響が大なることを示唆し、とくにタイロッド張力においてその現象は顕著である。また、上述の共振曲線から本構造体の 1 次の共振振動数は模型 A で 1.0 Hz、模型 B で 0.8 程度と判断される。

3.3 解析結果

本構造体を特殊な 2 次元骨組構造に置換し、モデル解析を実施した。すなわち、二重鋼矢板壁および地盤を鉛直および水平方向に適当に分割し質量を節点に集中させ、隣接する質点間を水平方向の伸縮バネと鉛直方向のせん断バネで連結する多質点系せん断型バネマス系に理想化した。対象とした構造体は動的模型実験の模型 B で、1 段タイロッドおよび 2 段タイロッドの場合である。図 - 6 には 2 段タイロッドの固有値、固有モードを示し、図 - 7 は矢板頭部変位の共振曲線である。実験値と解析結果を比較すれば固有値において若干の差はあるもののほぼ妥当な値を示し、変位応答値は完全に一致をみた。タイロッド張力および矢板ひずみについては両者の差は顕著であるが実験値は中詰め砂投入時に発生する応力が残留するため、これらを考慮すればほぼ妥当な値を示した。参考文献 原, 石田, 中尾: 多段タイロッド式二重鋼矢板壁の力学特性, 第 15 回 土質工学研究発表会講演集

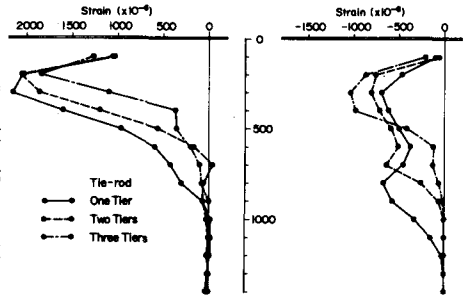


Fig. 3 Distribution of Strain (Model A, Load 300kg)

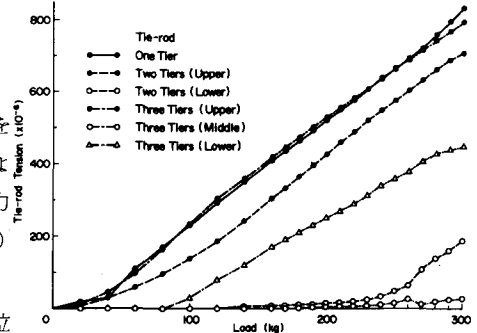


Fig. 4 Tie-rod Tension (Model A, Load 300kg)

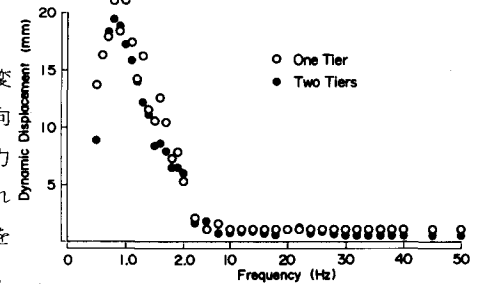


Fig. 5 Resonance Curves of Displacement (Deformeter No.1)

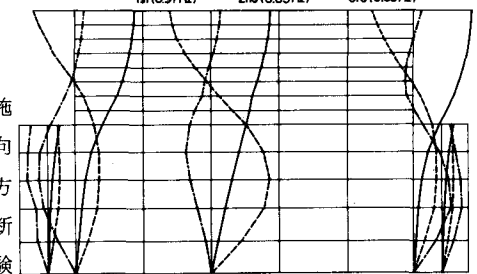


Fig. 6 Mode Shapes (Two Tiers)

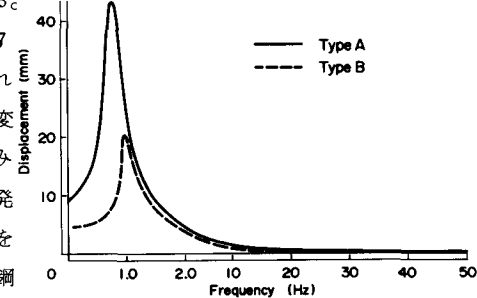


Fig. 7 Resonance Curves of Displacement (by Calculation)