

遠心模型振動実験による『2段タイ材地下施工法』の適用性確認

(株)大林組 正会員 ○三城 健一 正会員 樋口 俊一 正会員 野田 和久

1. はじめに

船舶の大型化に伴う岸壁の大水深化や耐震性能強化などが求められる中、岸壁の供用を妨げず、かつ経済的な補強工法として、「2段タイ材地下施工法」を開発した。本報ではその開発過程において、当工法の補強効果を確認するため実施した遠心模型振動実験について報告する。

2. 2段タイ材地下施工法とは

2段タイ材地下施工法は、図-1に示すように、供用中の控え式矢板岸壁のエプロン背後より、海中部に新たなタイ材を取付けることによって、新旧2段のタイ材で将来の増加外力に抵抗する工法である。

遠心模型振動実験では、前面矢板の発生曲げモーメントや既設タイ材の発生張力を抑制できることを確認するとともに、新旧のタイ材が負担する断面力分担を把握した。

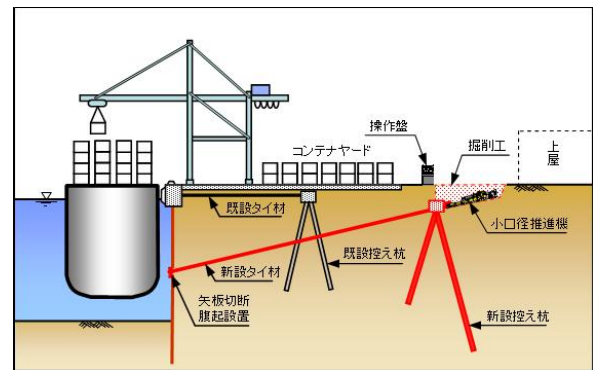


図-1 2段タイ材地下施工法の概要

3. 遠心力载荷実験装置を用いた振動実験

実験土槽には、長さ 1900mm×幅 800mm×深さ 700mm の鋼製剛土槽を使用し、模型の寸法縮尺は 1/30 とした。今回検討対象とした控え式矢板岸壁と補強構造およびその模型の概要を表-1 に示す。土槽の中心に仕切り壁を設置し、無補強断面と補強断面について同時に実験を行い、結果を比較することで補強効果を確認した。

地盤は液状化を起こさない様な砂質土地盤とし、地盤材料には硅砂 4 号を用いて密度 2.0g/cm³ の地盤を作成した。計測項目は岸壁背面及び海底面の地表面鉛直変位量、矢板の曲げひずみ、タイ材及び控え杭の軸ひずみの他、図-2 に示す計測器配置図のように、加速度、間隙水圧、土圧、矢板天端及び矢板海底面位置の水平変位量とした。なお、矢板の曲げひずみを計測するひずみ計は、無補強断面で深度方向に 9 箇所、補強断面で深度方向に 10 箇所取り付けた。

また、振動実験に使用した入力地震波は、対象地で想定されるレベル 2 地震波と、平成 19 年岩手宮城内陸地震において仙台塩釜港高松埠頭で観測された波形(図-3)とした。

表-1 構造物模型概要

構造物	実物	模型
既設	矢板 鋼矢板 V 型 (t=24.3mm)	波型鋼板 t=0.8mm
	控え工 H鋼杭@1.5m 388×402×15×15	板杭@50mm 前:8×10 後:13×13
	タイ材 タイロッドφ42 @1.5m	φ3mm鋼棒 @50mm
新設	控え工 H鋼杭@1.5m 400×400×13×21	板杭@50mm 前:10×10 後:14×14
	タイ材 タイロッドTR-180 @1.5m	φ3mm鋼棒 @50mm

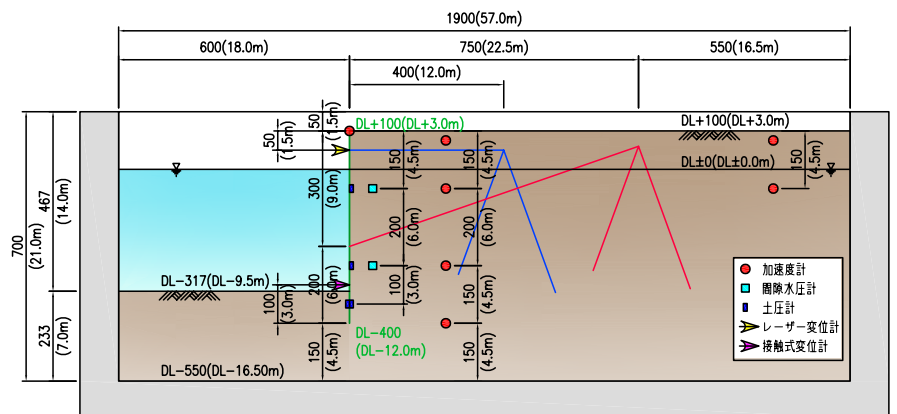


図-2 計測器配置図(補強断面)

キーワード 2段タイ材地下施工法, 遠心模型振動実験, 控え式矢板岸壁, リニューアル, 耐震補強
 連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 海洋土木技術部 TEL03-5769-1314

実験手順は、あらかじめ地盤中に設置している新設タイ材の端部（控え杭側）を緩めた状態で遠心載荷を行って補強前の断面の常時応力状態を再現し、一旦遠心力を解放して新設タイ材の端部を固定し、再度遠心載荷することで実際の施工手順を模擬した初期条件を再現した。

実験ケースは、補強後の断面の常時応力状態を含め、入力波の最大振幅を 100gal, 200gal, 300gal, 600gal（実物換算値）に調整して振動させたケースの 5 ケースとし、それぞれについて無補強断面における結果との比較を行った。以後の数値はいずれも実物換算値とする。なお、紙面の都合により、ここでは観測波の最大振幅を 200gal として入力した実験結果について紹介する。

4. 実験結果

図-4 に、矢板の最大発生曲げモーメント深度分布図を示す。無補強断面では極大値が DL-5m 付近で発生し、値は 547kNm/m であったのに対し、補強断面では新設タイ材を DL-6m に設置したことによって取付点の変曲点となり、極大値は DL-3m 付近で発生し、その大きさは 261kNm/m であった。また、同深度の発生曲げモーメントの時刻歴を図-5 に示す。比較しやすい様に加振前の値を 0 としてプロットしているが、加振によって海側にはらむように発生した曲げが、加振後においても残留することが確認できる。さらに、補強によって最大値、残留値のいずれにおいても発生量が抑制できることが確認できる。

新旧 2 段のタイ材に発生した張力の最大値を表-2 に示す。無補強断面において 261kN となる既設タイ材の最大発生張力が、補強によって 180kN と約 7 割に低減された。また、このとき新設タイ材には 256kN と、既設タイ材の約 1.4 倍の最大張力が発生することが確認できた。なお、補強断面における新旧タイ材の張力の合計は 436kN となり、無補強断面における既設タイ材の張力の約 1.7 倍となっているが、この差は矢板の変位を拘束していることと相関していると考えられる。また、矢板背面の新設タイ材取付点付近に設置した土圧計の値も補強断面の方が大きい値となっており、整合が取れる結果となった。

既設タイ材取付点位置と海底面位置で計測した前面矢板の水平変位量を図-6 に示す。作図上両計測点を直線で結んでいるが、補強によって全体的に変位量を抑制できており、特に新設タイ材の拘束によって海底面位置の変位抑制効果があることが確認できた。

5. まとめ

遠心模型振動実験を行った結果、新設タイ材取付点を最大モーメント付近とすることにより、想定した耐震補強効果が発揮できることが確認できた。

謝辞：(独)港湾空港技術研究所の菊池喜昭氏、菅野高弘氏には、本実験の実施にあたり適切なアドバイスを頂きました。ここに記し謝意を表します。

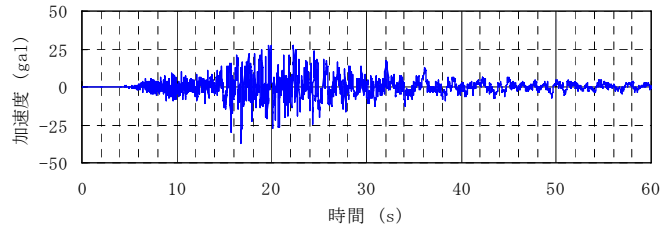


図-3 入力地震波形（岩手宮城内陸地震観測波）

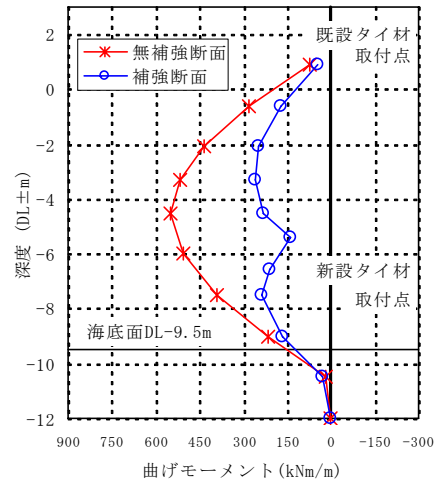


図-4 曲げモーメント分布図

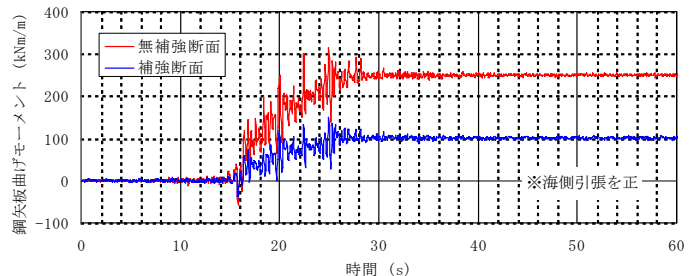


図-5 発生曲げモーメント時刻歴（加振時増分のみ）

表-2 タイ材発生張力

	無補強断面	補強断面	備考
既設タイ材張力	261kN	180kN	補強により約7割に低減
新設タイ材張力	—	256kN	既設タイ材張力の1.4倍

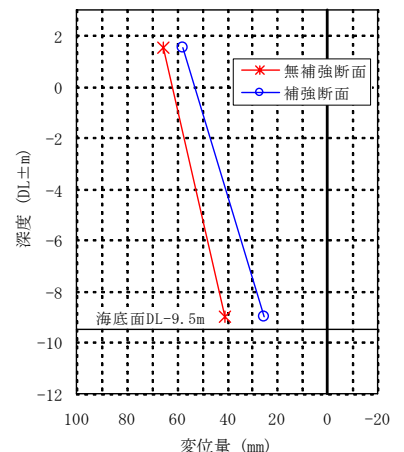


図-6 前面矢板水平変位量