軽量混合処理土を裏込めに用いた根入れの浅い控え組杭式矢板岸壁の耐震性

西松建設技術研究所　正会員　○今村眞一郎　SGM 軽量土工法協会　正会員　山村和弘
東亜建設工業　正会員　岸　真裕　SGM 軽量土工法協会　正会員　坂之井秀輝
港湾空港技術研究所　正会員　渡部要一

１．はじめに

近年，効率的な輸送を目的とした大型船舶の入港に対応するため，岸壁の増深が必要とされている．本報告では大型船舶の着岸のために矢板式岸壁の海底地盤の掘下げを行う場合を想定し，裏込めに軽量混合処理土を用いた根入れの浅い控え組杭式矢板岸壁を対象に，軽量土による耐震補強効果について検討した．

２．実験概要

実験は，**図-1**に示す幅600mm，高さ500mm，奥行き200mm（内寸法）の鋼製剛性容器を用いて，前面矢板の根入れ長2.5m，岸壁高さ10m(水深8m)とする控え組杭式矢板岸壁を想定した1/50縮尺モデルによる遠心模型振動実験を行った．模型矢板には厚さ2mmのステンレス板，タイロッドには直径2mmのステンレス丸棒を使用し，腹起し材を取り付けた矢板とタイロッド（奥行き方向に100m間隔）とはナットで締結した．実際の控え組杭は2本の斜杭で構成され，根入れ長も深く剛性も高いことから，常時および地震時における組杭による変形抑制効果は極めて高いものと考えられ，タイロッドの陸側端部を荷重計を介して土槽壁に直接固定することで組杭モデルの単純化を図り，かつ張力を計測した．模型地盤は豊浦砂を用いて作製した相対密度D_r=80%の飽和砂地盤とし，軽量土は熊本港浚渫粘土(w_L=85.9%，I_p=44)を原料とする単位体積重量11kN/m^3，一軸圧縮強度q_u=209kPaの気泡混合処理土とした．実験は未改良ケース(Case1)と改良ケース(Case2)の計2ケースを実施し，100Gal，200Gal，300Galの3ステージで，2Hzの正弦波を20波ずつ加振した．

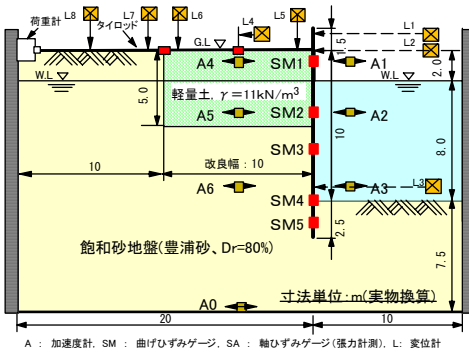

図-1　実験概要図

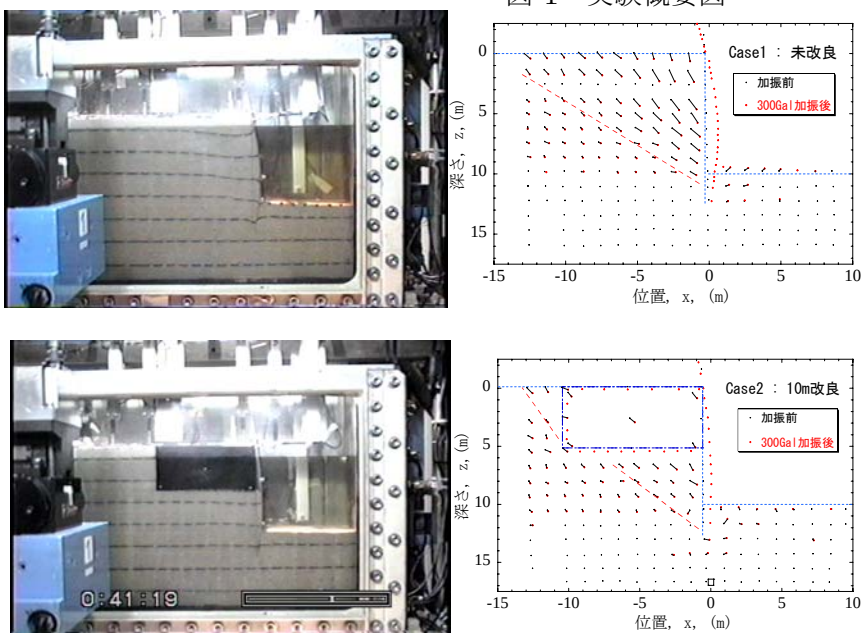

図-2　300Gal 加振直後の矢板周辺地盤の状況および変位ベクトル図

３．実験結果

3ステージで行われた300Gal加振直後における模型地盤の写真と変位ベクトル図を**図-2**に示した．なお，変位ベクトル図については，矢板を基準として海底面側10mと背面側15mの範囲を示した．未改良のCase1では，背面地盤には海底面付近の高さを通過点とする大規模な主働崩壊が生じており，前面矢板は大きくはらみだしている．一方，軽量土を用いたCase2では，軽量土の背後の地盤と軽量土の前面側直下に小規模な主働破壊領域が確認される程度であり，矢板の変位もCase1の場合に比べて30%程度小さくなっている．また，背面地盤に設置した変位計の計測値から算出した沈下分に相当する体積は，Case2ではCase1より40%程度減少しており，軽量土による沈下抑制効果も認められる．**図-3**に，加振ステージ毎の

キーワード　軽量土，地震，矢板壁
連絡先　〒243-0303　神奈川県愛甲郡愛川町中津 4054　西松建設愛川衝撃振動研究所　TEL:046-285-7101

矢板の累積変形図を示す. 計測点が３点と少ないため，**図-2** で見られた矢板の最大変位とその発生位置を定量的に捉えることまではできなかったが, 矢板全体の変形傾向は加振レベルの増加につれて大きく変形する弓なりの変形モードであり, その大きさは Case2 の方がかなり小さい. この変形の傾向は，**図-4** に示した加振終了直後（20 波目）の前面矢板の曲げモーメント分布図からよくわかる. なお, 矢板がはらみ出す時の曲げモーメントを正とし, 実測値を高次式で近似した回帰曲線も図中に示した. 両ケースともに曲げモーメント分布は, 十分な根入れ長がある場合にみられる典型的な逆 S 字型の曲げモーメントとは異なり, 矢板中央部付近で応力が卓越した逆 C 字形状となっている. 各加振レベルで Case2 の最大曲げモーメントが Case1 よりも約 30%低減しており，Case1 では 200Gal で曲げ応力が許容応力(270MN/m^2)を超えたのに対し, Case2 では 300Gal でも許容応力値を超えることはなかった．以上から，軽量土により矢板の負荷が著しく軽減されているといえる．一方，**図-5** に示すタイロッドの張力(2 本の平均値)は，加振レベルに比例するように増大し，最大値および加振終了時は両ケースともほぼ同じ値を示している．加振中の張力の変動量に着目すると，Case2 の方が最小値が小さいため，Case1 より Case2 の方が変動幅が大きく，軽量土による効果が見られない．Case2 では軽量土の剛体的な水平振動によって張力の変動幅が増大するのに対し，Case1 では矢板の変形に伴うタイロッド端部の傾斜によって生じる曲げひずみの影響が現れていることに加え, 矢板前面の海底地盤の受働破壊によって，本来タイロッドに作用するはずの張力が減少したことも原因と考えられる．しかしながら，タイロッドの張力は 2 ケースともに許容値以下であった．最後に，既報[1)]で検討した根入れ長 7m を有し控え矢板の根入れ長が異なる 2 つの遠心モデルと併せ，最大曲げモーメント（絶対値）を比較したものを**図-6** に示す．図の横軸にはケース名，改良幅（深さ 5m）および根入れ長を，縦軸に加速度毎の最大曲げモーメントを示している．根入れ長や控え矢板の仕様が異なる場合でも，いずれも軽量土による背面地盤の変形抑制効果と背面土圧の低減効果[1)]によって, 最大曲げモーメントを約 30～40%低減できることがわかる．

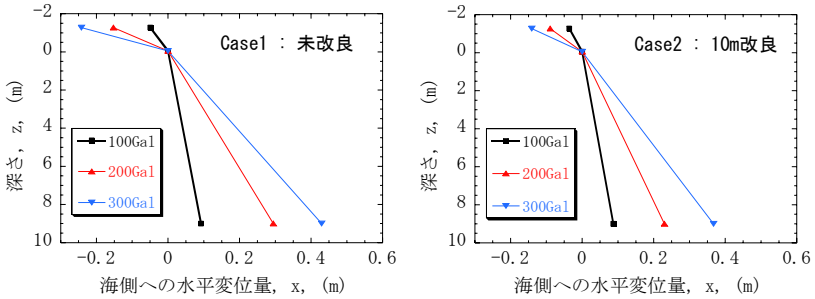

図-3　300Gal 加振後の矢板側面の累積変形図

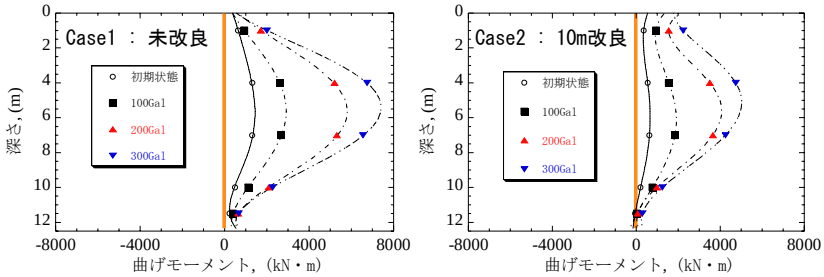

図-4　加振レベル毎の曲げモーメント分布

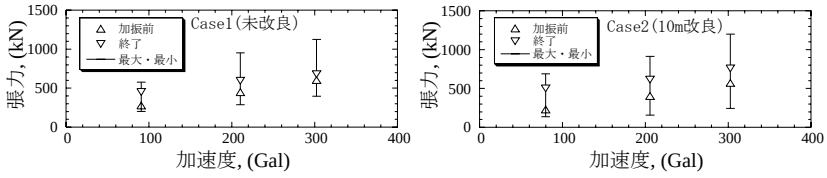

図-5　加振レベル毎の張力の最大・最小分布

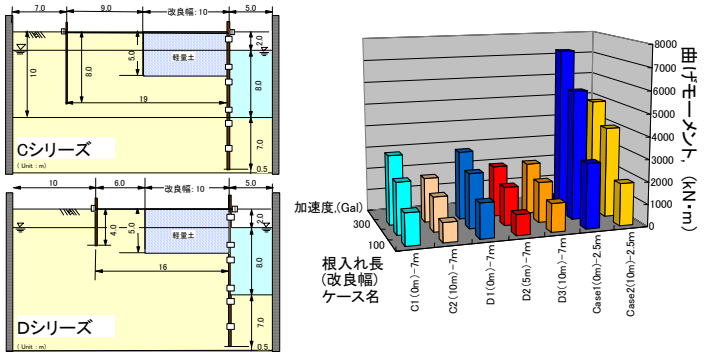

図-6　矢板モデル[1)]とケース別の最大曲げモーメント

4．おわりに

根入れ不足となる既設矢板護岸の背面地盤の一部を SGM 軽量土に置き換えることにより，矢板の変形，応力および背面地盤の沈下に関して耐震補強効果があることを遠心模型実験によって確認することができた．

[参考文献]　今村眞一郎，加藤繁幸，山村和弘，小竹 望，渡部要一(2004)：軽量混合処理土を用いた控え矢板式護岸の耐震性に関する遠心模型振動実験，第39回地盤工学研究発表会，pp. 1635-1636.