大型パネルを用いた補強土壁の動的挙動に関する重力場振動台実験

九州工業大学工学部　学生会員　○田中　俊輔　竹下　英幸
九州工業大学工学部　正会員　　廣岡　明彦　永瀬　英生
ヒロセ株式会社　正会員　　佐原　邦朋

1. はじめに

補強土工法の 1 つであるテールアルメ工法は，その大きな特徴として工期が短く，経済的に高壁の構造が可能でかつ耐震性に優れている． 近年，パネル一枚の面積を通常の約 1.5 倍にする大型パネル工法が，従来に比べ工期の大幅な短縮を実現し経済性を高め，かつ施工性にも優れた新技術として導入され始めている．しかし，この大型パネル工法の通常パネル工法に対する優位性の確定は，まだ同じ高さの補強土壁に対する工費や施工スピードの段階に留まり，通常の安定性に関しては施工実績とともに着実に現場レベルで検証が進んでいるものの，両工法による補強土壁の耐震性能に関する詳しい比較は十分実施・検討されていない．そこで本研究では，通常パネル工法と大型パネル工法で補強土壁の模型地盤を作製し，重力場振動台実験を行い，加速度応答や水平変位について地震時挙動の比較を行う．

2. 実験システム

模型の作製には井合の相似則を適用し，模型の縮尺は 1/15 とした．模型壁は全体で，通常パネル工法が，高さ 400mm，幅 400mm，大型パネル工法が，高さ 400mm，幅 360mm である．また，パネル一枚の大きさは通常パネルが 100mm×100mm，大型パネルが 180mm×80mm である．システム内には，加速度計を 5 つ，レーザー変位計を 2 つ配置した．また，模型での鋼製補強材（ストリップ）は，実物換算で設計を実施して長さを決定し，ポリネットロールをストリップと同様な摩擦力を発揮する幅に換算して使用した．模型裏込め地盤は，気乾状態の豊浦砂を用いて，通常パネル工法では 9 層，大型パネル工法では 11 層に分けて作製した．地盤作製の進行に伴い，補強材を予め結合した分割壁を積み重ね，分割壁と分割壁の間にはスポンジを入れ，1mm の隙間を設け，裏込めは，その相対密度を約 80%と設定し，空中落下法により補強材を敷き込みながら行った．また，奥行き方向の分割壁と分割壁の隙間も 1mm とした．分割壁を鉛直方向に通常パネル工法で 4 段，大型パネル工法で 5 段積み重ね完成とした．各加振実験は正弦波を入力して実施し，入力加速度振幅 50gal で周波数を 4，8，12，16，20Hz と変えるスイープ加振を行い，その後，周波数 8Hz で入力加速度振幅を 50，100，150，250，300，400，500gal まで変えるステップ加振に移行した．図 1，図 2 に各パネルでの補強土壁正面図を，図 3 に測定機器の設置場所を示した実験システム図を示す．また，正面図の赤点はレーザー変位計の測定位置である．

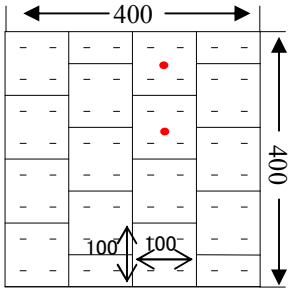


図 1 補強土壁正面図（通常パネル）

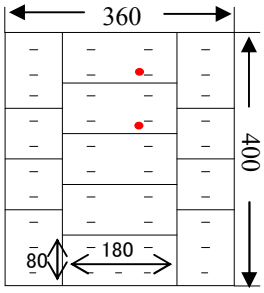


図 2 補強土壁正面図（大型パネル）

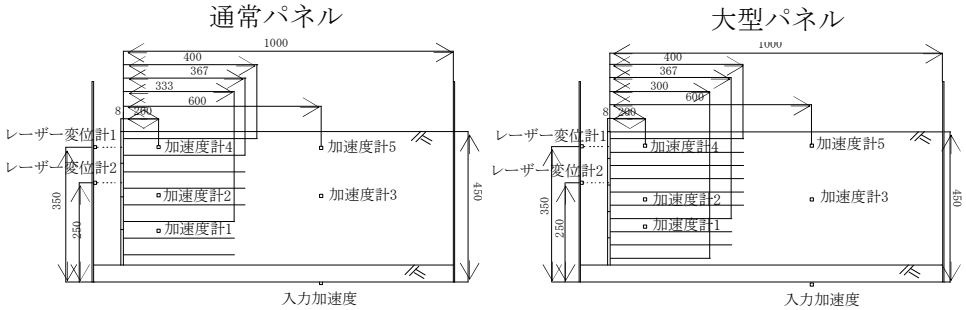


図 3　実験システム図

3. 実験結果及び考察

図 4 にスイープ加振実験の結果を示す．ここで，図 4 は加速度計の中で補強土壁に近く，地盤上部に埋設された加速度計 4 で測定された応答倍率（応答加速度振幅/入

キーワード　補強土壁工法，加振実験，大型パネル
連絡先　　〒804-8550　福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1　九州工業大学　地盤工学研究室　Tel　093-884-3113

力加速度振幅）を，周波数(Hz)について整理したものである．前述のような一連の加振実験の結果を比較すると，実施した周波数範囲では通常パネル工法と大型パネル工法で差異がなく，入力波周波数が8Hz の時この応答値がともに最大であったことより，補強土壁と裏込め土からなるこの系の固有振動数は両者とも 8Hz 近傍であり，周波数に対する振動特性は通常パネルと大型パネルでほぼ同様であると考えられる．図 5 に通常パネル工法と大型パネル工法のステップ加振における加速度計 4 で測定された加速度応答倍率を比較した図を示す．また，ここでは入力加速度振幅(gal)について整理した．図 5 より，通常パネル工法と大型パネル工法はほぼ同じ応答倍率の値をとることが分かる．このことから，通常パネル工法と大型パネル工法は，かなり大きな入力加速度振幅(500gal)に対してまで，ほぼ同じ振動特性を示すものであることが窺える．更に，図 6 に 8Hz，500gal での入力加速度と応答加速度（加速度計 4）によるリサージュ図を示す．これより，入力加速度に対し応答加速度は位相の遅れを伴いながら増幅していること，通常パネルと大型パネルの挙動がほぼ同様でありパネルの大きさによる違いは生じていないことがわかる．図 7 に実験で得られた各レーザー変位計で測定された残留変位を示す．図 7 は縦軸に壁面高さ（mm），横軸に残留変位(mm)をとり整理したものである．ここで，加速度が 150gal までは変位量がほぼ 0 であったため 200gal～500gal までの値を示す．図 7 より，両パネルに観察される分布形状は大きな違いは見られなかった．また加振後の補強土壁の累積変位量を比較すると，補強土壁上部の値，補強土壁中央部での値ともに 0.2mm 程大型パネルの方が変位していた．これは，計測位置の高さは同一でも，通常パネルは鉛直方向に 4 枚，大型パネルは鉛直方向に 5 枚とパネルの積み重ね数が異なっているために，パネルでの相対的な計測位置が異なるので，その影響が計測値に表れたものと考えられる．加振後の補強土壁の水平変位を観測するために土槽前面にアクリルシートを取り付け，加振前と加振後の補強土壁の位置をプロットした．その結果を図 8 として示す．これによると，通常パネル工法と大型パネル工法で発生する補強土壁の水平変位の絶対量に大きな差は生じないが，補強土壁の変形形状に若干違いがあった．通常パネル工法は上部から 5cm の所で最も変位が大きく，それに対して大型パネル工法は，補強土壁頂部で最大値を示した．これも，両者でパネルの積み重ね数が異なることの影響であろう．

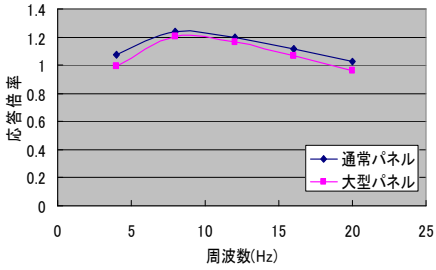


図 4　スイープ加振比較（加速度計 4）

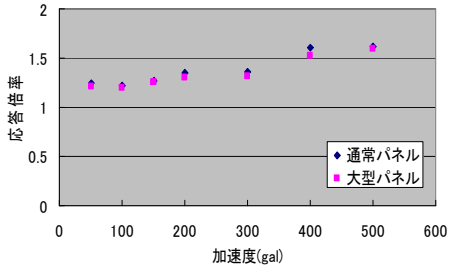
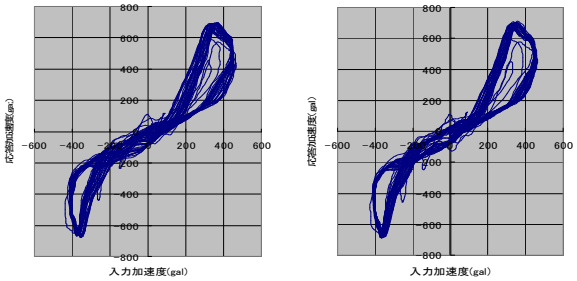


図 5　ステップ加振比較 （加速度計 4）



通常パネル　　大型パネル

図 6 リサージュ図（加速度計 4 VS 入力）

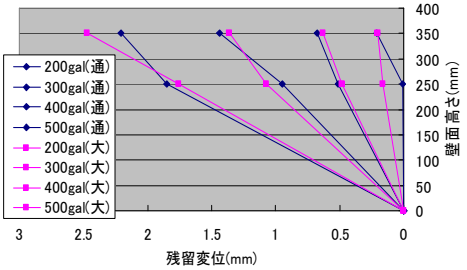


図 7　各ステップで生じた壁面水平変位

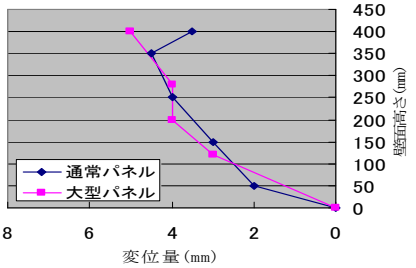


図 8 補強土壁変位（アクリルシート）

4.まとめ

- 入力加速度振幅 500gal にて加振した場合，天端では 750gal 以上までの増幅が観察された．しかし，補強壁は両工法ともほぼ原形を保ち安定していた． 両工法とも変位量は高さの 2.4%程度で、出来形基準の 3%以内に十分納まっている．
- 通常パネルと大型パネルは，かなり大きな入力加速度振幅(500gal)に対してまで，同じ振動特性を示す．通常パネルより大型パネルは鉛直方向にパネルの枚数は増えたが，それにより耐震性能に差は生じなかった．