

シートパイル基礎の耐震性に関する模型実験

(株)大林組 正会員 田中 浩一
 (株)大林組 正会員 樋口 俊一
 (株)大林組 正会員 伊藤 政人
 (株)大林組 正会員 平尾 淳一
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 西岡 英俊

1. はじめに

シートパイル基礎とは、直接基礎のフーチング4辺にシートパイルを配置、結合したものである。シートパイルによりフーチング直下地盤の支持力改善と、基礎の転倒および滑動耐力の増加が期待できる。そのため、直接基礎の支持地盤条件を満たさない場合でも直接基礎と同等以上の性能が期待できるため、直接基礎よりも施工性、経済性、環境調和性に優れた基礎形式となる。

本研究ではシートパイル基礎の成立性と、シートパイルの曲げ負担メカニズムを実験的に検討した。

2. 実験方法

試験体ならびに載荷装置を図-1に示す。地盤は礫層と砂層からなり、砂には岐阜珪砂7号 ($D_{50}=0.16\text{mm}$, $D_r=90\%$: $\phi=42.1^\circ$) を用いた。地盤の製作は砂を5回(厚さ20cm)に分けて投入し、模型地盤の D_r が90%になるよう締め固めた。実験は静的載荷実験と、せん断土槽を用いた振動実験(表-1)である。静的載荷実験は油圧ジャッキを用いて単調載荷とした。振動実験の加振波はsin波(最大振幅:20波,テーパ5波)を用いた。加振振動数を定めるため、予め振動台加速度20galでホワイトノイズを与え、基礎-構造全体の固有振動数(直接基礎:5Hz シートパイル基礎:7Hz)、地盤の固有振動数(15Hz)を得た。これより振幅が増加して基礎-構造全体の固有振動数が小さくなくても加振振動数がこれを上回らないよう、加振振動数は加振レベルに応じて直接基礎で3~5Hz, シートパイル基礎で3~6Hzとした。

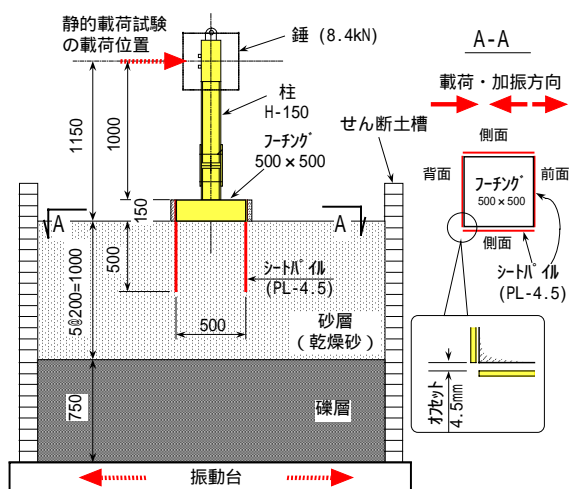


図-1 試験体および載荷装置

表-1 静的載荷実験と振動実験のケース

	直接基礎	シートパイル基礎
静的載荷試験	-	
振動実験	3Hz	
	4Hz	
	5Hz	
	6Hz	-

シートパイルには厚さ4.5mmの鉄板(SS400)を用いた。実大フーチングを5m x 5mとした時、N値30の地盤に型鋼矢板を配置した場合と同等のLを与える厚さとした。なお実物の鋼矢板のような波形形状(凸凹)や継手は設けていない。フーチング側面に配置するシートパイルは、前・背面のシートパイルと干渉しないようオフセットされている(図-1:A-A)。

シートパイルは予め地盤中に埋設しておき、フーチングをシートパイル内にセットする。そしてフーチング下面の土圧計(2点)をモニターして地盤とフーチングの接触を確認後、シートパイルとフーチング側面とをボルトにより接合した。その後上部工死荷重として錘(鉛)をセットした。試験体を含めた死荷重は10.7kNである。これは事前に行った鉛直載荷実験から得た極限支持力の約2%に相当する。

3. 静的実験結果

静的載荷実験で得られた基礎底面中心周りの曲げモーメントと回転角の関係を図-2に示す。作用曲げモーメントには変形

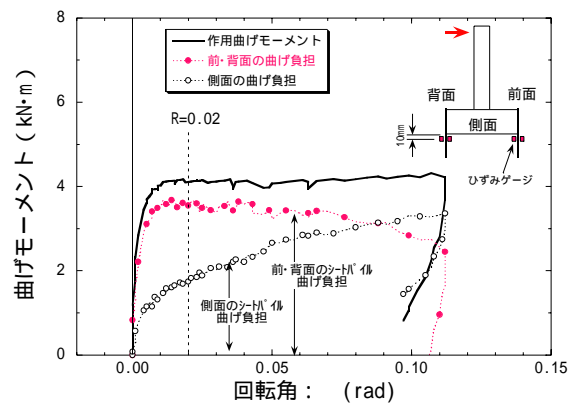


図-2 基礎のM- θ 関係(静的載荷試験)

キ-ワ-ド：直接基礎，鋼矢板，耐震，耐震補強

連絡先：〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 TEL0424-95-0999, FAX0424-95-0903

(P- δ 効果)に伴う曲げモーメントも含まれている。同図に前・背面に配置されたシートパイルの曲げ負担分と、それに側面シートパイルの曲げ負担分も示す。前・背面のシートパイル曲げ負担は、押し込み、引抜き軸力による曲げ抵抗とシートパイル結合部の面外曲げ抵抗からなる。いずれもシートパイル両面に貼付したひずみゲージの値から軸ひずみと曲げひずみを求め、軸力や面外曲げモーメントに換算した。側面シートパイルの面内曲げは3ヶ所のロゼットゲージから鉛直方向応力成分を求め、3点から応力分布を線形で補完し、それを積分する事で面内曲げ負担を求めている。曲げ負担は部材角0.02で前・背面シートパイルが側面シートパイルの2倍を占める結果となった。

4. 振動実験結果

地表面の最大加速度と柱天端の応答加速度の関係を図-3に示す。応答加速度は直接基礎では約180galで降伏するのに対し、シートパイル基礎では約330galで降伏する。この降伏点は静的載荷実験での降伏点に相当する。この事からシートパイルが基礎の曲げ降伏耐力を高めたといえる。

基礎の鉛直ならびに水平方向の残留変位の累積の一例を図-4に、応答回転角の一例を図-5に示す。シートパイルの存在によりいずれの方向に対しても残留変位を抑制し、耐震性能の改善効果が確認できる。

振動実験における曲げ負担の一例を図-6に示す。各シートパイルの曲げ負担は静的載荷実験の場合と同様に算出した。概ね、前・背面シートパイルは側面シートパイルの2倍を占めている。今回の実験では1G場である事、またシートパイルのような凸凹を設けていない事などから、側面シートパイルを拘束する土圧や凸凹によるせん断抵抗が実物の場合よりも小さい。しかしながら、実物の場合には、継手部でのすべりに伴う面内曲げ剛性低下の問題があり、側面での曲げ負担評価はこれらを模擬した実験が必要である。

4. まとめ

シートパイル基礎の成立性を確認するため静的載荷実験、振動実験を行った結果、以下の事が言える。

- (1) シートパイルの配置により、基礎の曲げ耐力の増加、変形抑制効果が期待でき、耐震性が向上する。
- (2) 基礎の曲げ負担は前・背面に配置されたシートパイルが支配的であった。実際の側面シートパイルの寄与の確認は遠心場で行う必要がある。

5. おわりに

今後、設計法の構築に向け、シートパイルの剛性、長さ、継手等の影響を解明する必要がある。なお、本研究は、財団法人鉄道総合技術研究所と(株)大林組による共同研究「シートパイル基礎の支持力および変形性能に関する研究」の成果の一部を取りまとめたものである。

参考文献

1) 西岡英俊, 神田政幸, 村田修, 崎本純治, 伊藤政人: シートパイル基礎の支持力特性に関する模型実験, 第38回地盤工学研究発表会講演集, 地盤工学会, 2003.7 (投稿中)

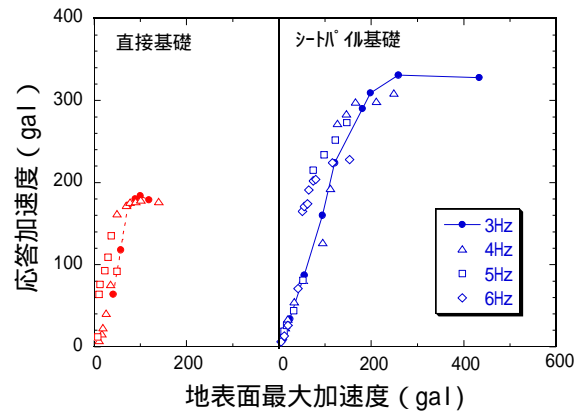


図-3 柱天端の応答加速度

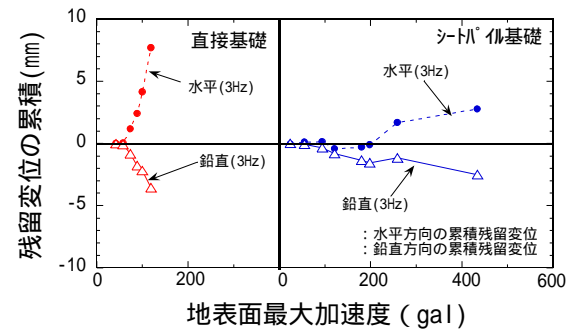


図-4 基礎の残留変位の累積

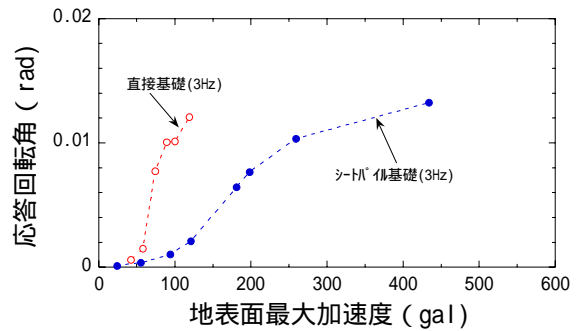


図-5 基礎の応答回転角

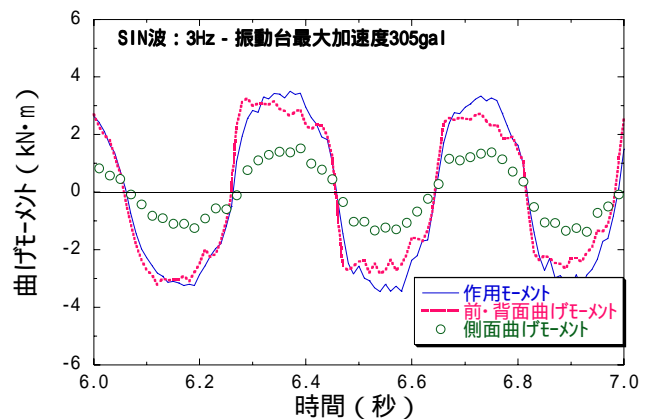


図-6 振動実験におけるシートパイル曲げ負担