

### 3.3.9 地盤の三次元挙動評価技術の開発(その1)

#### 目次

##### (1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 5ヵ年の年次実施計画
- (e) 平成14年度業務目的

##### (2) 平成14年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
  - 1) 地盤-杭-構造物系の動的相互作用に関する実験的研究
  - 2) 地盤-構造物系の三次元大変形挙動の設計用簡便法開発のための基礎的検討
- (c) 業務の成果
  - 1) 地盤-杭-構造物系の動的相互作用に関する実験的研究
  - 2) 地盤-構造物系の三次元大変形挙動の設計用簡便法開発のための基礎的検討
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願, ソフトウエア開発, 仕様・標準等の策定

##### (3) 平成15年度業務計画案

- (a) 液状化地盤の地盤-構造物系に関する実験的研究
- (b) 地盤-構造物系の三次元大変形挙動の設計用簡便法開発のための基礎的検討

## (1) 業務の内容

(a) 業務題目 地盤の三次元挙動評価技術の開発（その1）

(b) 担当者

所属	役職	氏名
東京工業大学 大学院理工学研究科建築学専攻	教授 大学院生	時松孝次 鈴木比呂子

(c) 業務の目的

地震時に建物基礎に生じる被害を想定し対策を行うためには、三次元挙動時の地盤-基礎-構造物の動的相互作用を明らかにする必要がある。そこで、三次元入力場での地盤と構造物の大変形挙動と破壊メカニズムを支配する土圧特性、地盤反力特性、地盤変位と上部構造物慣性力の相互作用の把握に焦点をあてた遠心振動実験、大型振動台実験を実施し、これらの結果に基づいて、基礎の設計用簡便法を開発する。提案した設計用簡便法を用いて前述の実験結果の数値シミュレーションを行い、その妥当性を検証する。また、平成17年に完成する三次元大型振動台E-ディフェンスでの地盤-構造物系振動実験結果の評価技術を構築する。

(d) 5ヶ年計画の年次実施計画

1) 平成14年度：

非液状化地盤の基礎-構造物系の大型振動実験を実施する。

地盤変形と上部構造物慣性力が杭応力に与える影響を把握する。

構造物固有周期が動的相互作用に与える影響を把握する。

大変形時の挙動を予測する設計用簡便法を開発する。

2) 平成15年度：

液状化地盤の基礎-構造物系の大型振動実験を実施する。

液状化が地盤-基礎-構造物系の動的相互作用に与える影響を把握する。

3.3.1「地盤 杭基礎 構造物の三次元非線形動的相互作用の実験」の実験結果より2次元入力が杭の変形・破壊モードに与える影響を評価する。

前年度に引き続き、大変形時の挙動を予測する設計用簡便法を開発する。

3) 平成16年度：

側方流動地盤の大型振動実験を実施する。

側方流動による地盤大変形が杭の変形・破壊モードに与える影響を評価する。

前年度に引き続き、2次元入力が杭の変形・破壊モードに与える影響を評価する。

前年度に引き続き、大変形時の挙動を予測する設計用簡便法を開発する。

4) 平成17年度：

地盤-基礎-構造物系の遠心振動実験を実施する。

載荷速度、杭径、透水係数が地盤反力特性に与える影響を評価する

3.3.1「地盤 杭基礎 構造物の三次元非線形動的相互作用の実験」の実験結果より三次元入力が入杭の変形・破壊モードに与える影響を評価する。前年度に引き続き、大変形時の挙動を予測する設計用簡便法を開発する。実験結果の数値シミュレーションにより、設計用簡便法の妥当性を検証する。

5) 平成 18 年度 :

設計用簡便法の E-ディフェンスでの大型土槽実験の適用性を検証する。

設計用簡便法の実際の建物での適用性を検証する。

研究の総括をする。

(e) 平成 14 年度の業務目的

1) 地盤-杭-構造物系の動的相互作用に関する実験的研究

根入れの有無、上部構造物の有無、上部構造物固有周期をパラメータとした非液状化地盤の杭-構造物系の大型振動実験を実施し、パラメータの違いが地盤-杭-構造物系の動的相互作用および杭応力に与える影響を検討する。

2) 地盤-構造物系の三次元大変形挙動の設計用簡便法開発のための基礎的検討

杭応力の簡易算定手法開発に向けて、大型振動実験結果より、地盤変位と構造物慣性力が杭応力に与える影響について検討する。

## (2) 平成 14 年度の成果

### (a) 業務の要約

#### 1) 地盤-杭-構造物系の動的相互作用に関する実験的研究

地震時の動的相互作用を明らかにするため、非液化化地盤の基礎-構造物系の大型振動実験を行った。実験は上部構造物の有無、上部構造物の固有周期、基礎部の根入れの有無をパラメータとして実施した。実験より、上部構造物固有周期と地盤固有周期の組み合わせによって地盤変形と構造物慣性力の作用の組み合わせが異なり、杭の変位・応力に違いが生じることを示した。

#### 2) 地盤-構造物系の三次元大変形挙動の設計用簡便法開発のための基礎的検討

振動実験結果をもとに地盤変位と構造物慣性力のどちらか一方が作用する時の杭応力深度分布を単純和または二乗和平方根で重ね合わせることで杭応力の最大値を簡易的に推定し、実験の傾向を概ね再現できることを示した。以上のように振動実験より地盤-基礎-構造物系の動的相互作用を定量的に評価することで、地震時の基礎に働く応力の算定および設計用簡便法の開発の可能性を示した。

### (b) 業務の実施方法

#### 1) 地盤-杭-構造物系の動的相互作用に関する実験的研究

##### 非液化化地盤の杭-構造物系振動実験

振動実験は、防災科学技術研究所の大型振動台上に設置された大型せん断土槽に地盤-杭-構造物模型を設置して行った。写真 1,2 に、大型せん断土槽および試験体、図 1,2 に地盤-杭-構造物模型を示す。地盤は日光珪砂 5号で作成し、高さは 4.0m または 4.5m である。杭は鋼管杭(杭径=16.52cm, 肉厚=0.37cm)4本を用い、杭頭は基礎に剛接合、杭先端は土槽底面にピン接合とする。実験は、図 1 に示す根入れの有無、構造物の有無、構造物固有周期をパラメータとした 6 ケースである。なお、実験中のセンサー配置は図 2 および表 1 に示す通りであり、全センサー数は 245 点である。

実験は 6 ケースに対し、杭頭起振機実験、振動台実験を実施した。杭頭起振実験は SIN 波のスウィープ加振を行った。振動台実験は図 3 に示す臨海波、エルセントロ波の最大加速度を調節し、表 2 に記載した順に入力した。実験結果より、地盤変形、上部構造物慣性力が杭応力に与える影響を検討した。

表 1 センサー測定点

	振動台	土槽	地盤	杭	基礎	構造物
ひずみ	-	-	-	176	-	-
加速度 水平	1	-	21	16	3	3
水平直交	1	-	-	-	1	1
鉛直	1	-	-	-	2	2
変位 水平	-	9	-	-	2	2
鉛直	-	-	-	-	2	2

表 2 実施実験

実験ケース	入力条件
B1	エルセントロ波(30Gal, 120Gal, 240Gal), 臨海波(30Gal, 120Gal, 240Gal)
BS	エルセントロ波(30Gal, 120Gal, 240Gal), 臨海波(30Gal, 120Gal, 240Gal)
BL	エルセントロ波(30Gal, 120Gal, 240Gal), 臨海波(30Gal, 120Gal, 240Gal)
A1	エルセントロ波(30Gal, 120Gal, 240Gal), 臨海波(30Gal, 120Gal, 240Gal)
AL	エルセントロ波(30Gal, 120Gal, 240Gal), 臨海波(30Gal, 120Gal, 240Gal)
AS	エルセントロ波(30Gal, 120Gal, 240Gal), 臨海波(30Gal, 120Gal, 240Gal, 480Gal, 900Gal)



写真 1 大型せん断土槽



(a) 構造物質点



(b) 基礎および構造物模型



(b) 杭模型

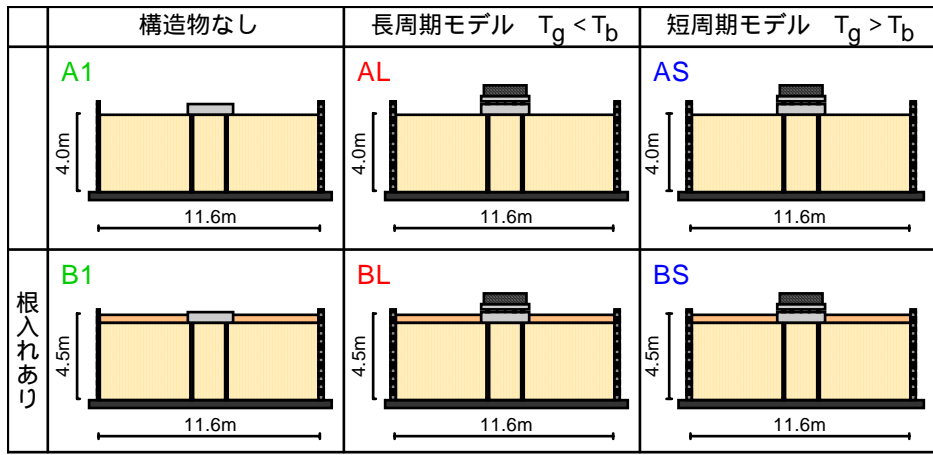


(d) 杭先端



(e) 杭頭

写真 2 試験体



$T_g$  : 地盤固有周期  $T_b$  : 構造物固有周期

図 1 非液状化振動実験

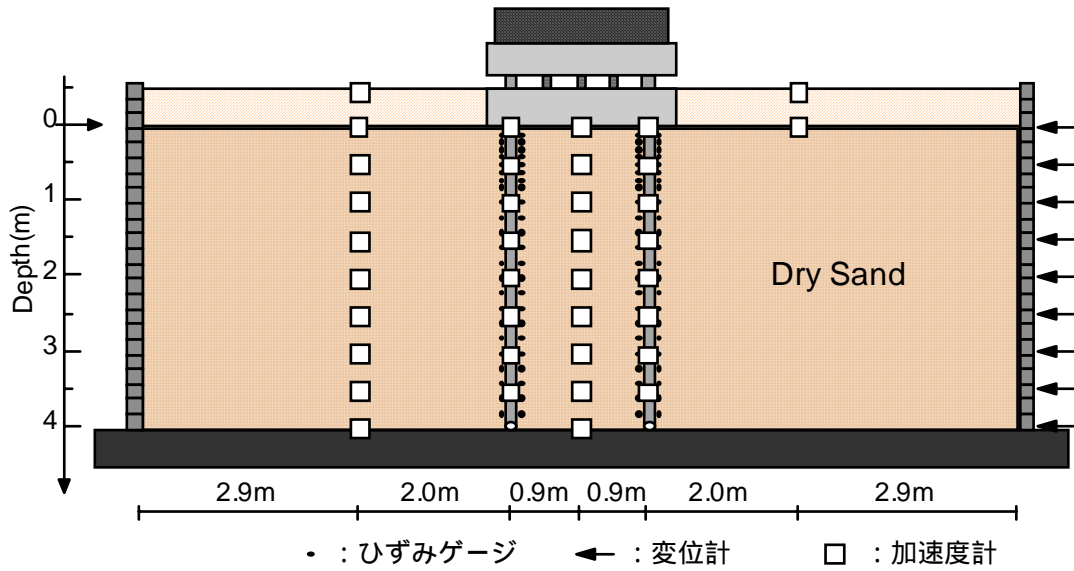


図 2 非液状化地盤-杭-構造物模型

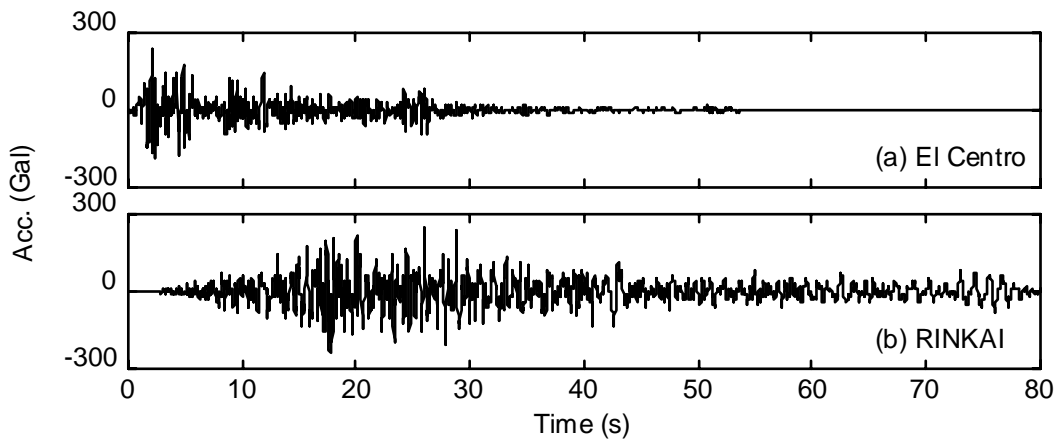
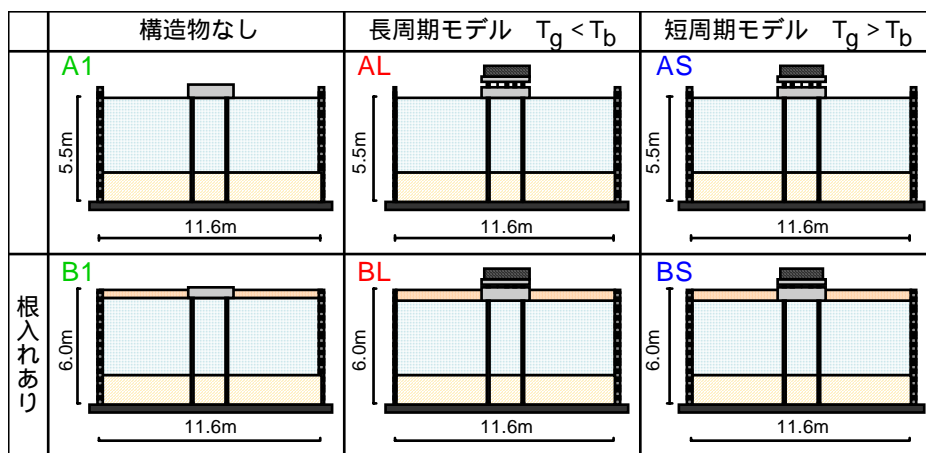


図 3 入力波形

2) 地盤-構造物系の三次元大変形挙動の設計用簡便法開発のための基礎的検討

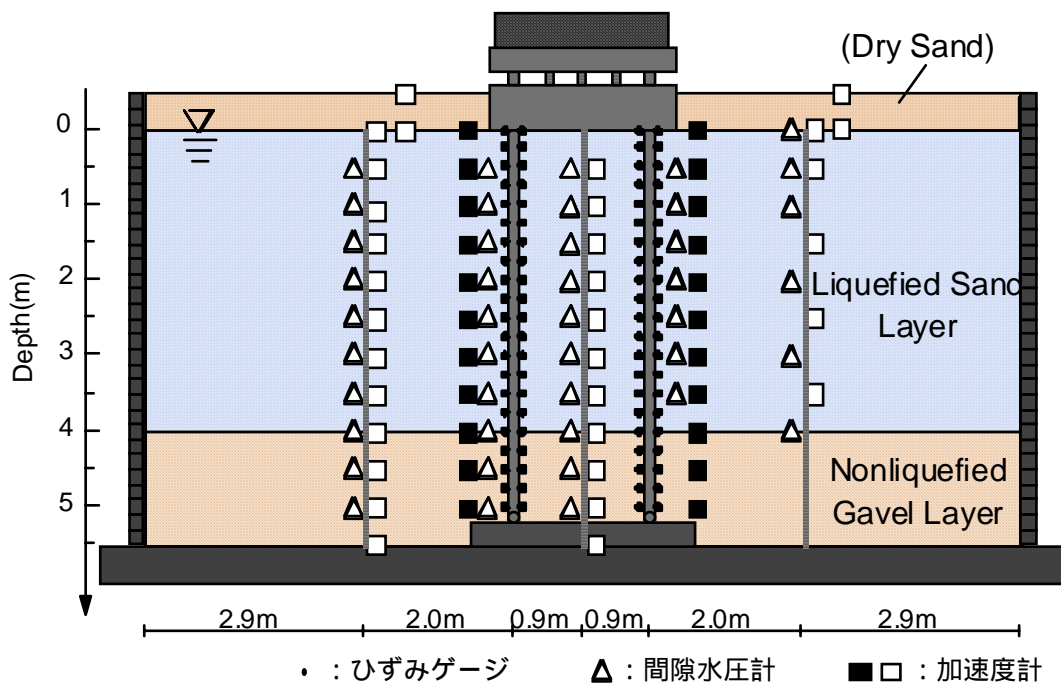
三次元大変形挙動の設計用簡便法開発のため、地盤変位と構造物慣性力が杭応力に与える影響を検討した。検討対象は、先に述べた本年度の実験と、以下に概要を示す1999年に実施した液状化地盤-杭-構造物の振動実験<sup>1)</sup>である。

図4,5に実験ケース、地盤-杭-構造物模型を示す。実験ケースは、根入れの有無、構造物の有無、構造物固有周期をパラメータとした6ケースである。地盤は、高さ6.0mまたは5.5mで、礫1.5m、飽和砂4.0m、乾燥砂(Bタイプのみ)0.5mで構成される。杭は鋼管杭(杭径=16.52cm,肉厚=0.37cm)4本を用い、杭頭は基礎に剛接合、杭先端は土槽底面にピン接合である。なお、実験の間、加速度、変位、間隙水圧、曲げ歪みが測定されている。本研究における検討対象は、図4に示すB1、BLに臨海波の最大値を240Galに調節して入力したものである。



$T_g$  : 液状化前地盤固有周期  $T_b$  : 構造物固有周期

図4 液状化地盤振動実験



● : ひずみゲージ      △ : 間隙水圧計      ■ □ : 加速度計

図5 液状化地盤-杭-構造物模型



(c) 業務の成果

1) 地盤-杭-構造物系の動的相互作用に関する実験的研究

以下では6タイプの実験ケース(B1、BS、BL、A1、AS、AL)に対し臨海波の最大値を240Galに調節して入力した例を示す。図6に、根入れのあるB1、BS、BLの地盤、基礎、構造物の加速度と杭頭モーメントの時刻歴を示す。B1、BS、BLの地盤、基礎、構造物の加速度レベルは同程度であり、実験ケースによる大きな違いは見られない。一方、構造物のあるBSの杭頭モーメントの最大値は、基礎のみのB1の値の2倍程度であるのに対し、BLの杭頭モーメント最大値はB1と同程度である。以上より、杭頭モーメントには構造物の有無や加速度レベル以外の要因が影響していることがわかる。

図7~9に、B1、BS、BLの杭頭モーメント、表層地盤変位、構造物加速度が最大になる時の杭モーメント(a)、地盤および杭変位深度分布(b)(c)(d)を示す。(b)(c)(d)中の矢印は構造物慣性力の大きさを表し、構造物慣性力は基礎および構造物の加速度から算出したものである。図7(a)~9(a)のモーメント深度分布より、いずれのケースにおいても、杭頭モーメント、表層地盤変位、構造物加速度が最大になる時に生じるモーメントの値に大きな差は見られない。その時の杭変形について、図7よりB1の(b)(c)の変位深度分布は同じ形状を示す。杭は地盤に追従して変形し、両者の相対変位は小さくなる。図8よりBSの

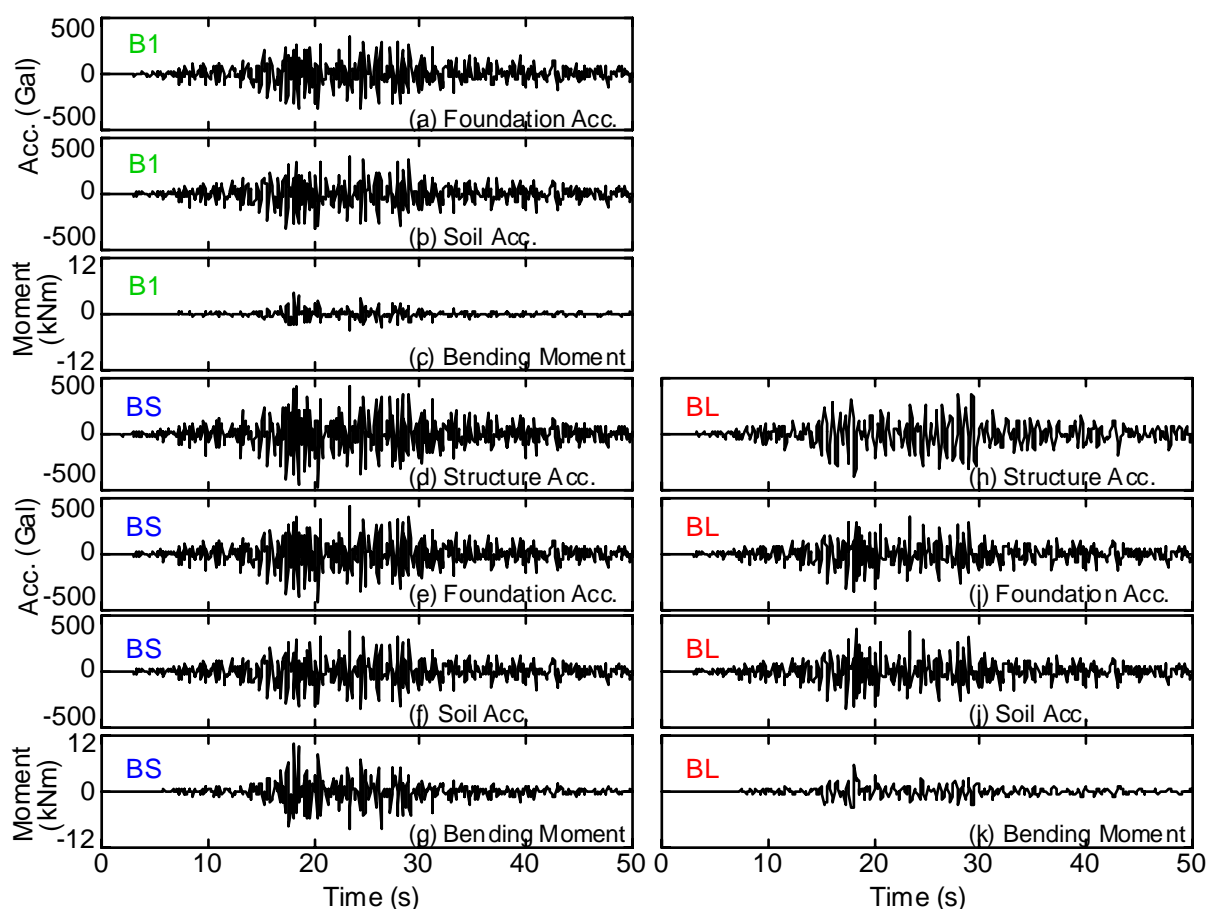


図6 非液状化振動実験 B1、BS、BLの加速度、モーメント深度分布

(b)(c)(d)の変位深度分布は同じ形状を示す。杭は構造物慣性力が加わることによって杭頭で大きく変形し、地表付近の相対変位が大きくなる。図9よりBLの(b)(c)(d)の変位深度分布形状は異なる形状を示す。地盤変位が大きい時(c)は構造物慣性力が小さく、杭は地盤に追従して変形する。一方、構造物加速度が大きい時(d)は地盤変位が小さく、杭は地表付近でのみ変形している。以上より、BSとBLでは地盤変位と構造物慣性力の作用の組み合わせが異なることがわかる。

根入れの影響について検討するため、図10に根入れのないA1、AS、ALの地盤、基礎、構造物の加速度と杭頭モーメントの時刻歴を示す。A1、ALの基礎および構造物の加速度は地盤の加速度と同程度である。一方、ASの基礎、構造物の加速度は地盤の加速度の2倍程度になる。また、A1の杭頭モーメントは極めて小さく、A1、AL、ASの順に値が大きくなる。

図11~13に、A1、AS、ALの杭頭モーメント、表層地盤変位、構造物加速度が最大になる時の杭モーメント(a)、地盤および杭変位深度分布(b)(c)(d)を示す。図11より、A1の(b)(c)はほぼ同じ形状を示し、杭は地盤に追従して変形している。この時生じるモーメントは同程度である。図12より、ASの(b)(c)(d)はほぼ同じ形状を示し、杭は構造物慣性力によって杭頭で大きく変形する。この時生じるモーメントは同程度である。図13より、ALの(b)(d)と(c)は異なる形状を示す。(b)(d)では構造物慣性力に対して地盤変位が逆向きに作用するし、杭は地表で大きく変形している。一方、(c)では構造物慣性力が地盤変位に対して同じ向きで作用するもののその値は小さく、杭は地盤に追従して変形している。この時生じるモーメントは(b)(d)と比較して(c)の値は半分程度になる。以上より、根入れがある場合と同様に根入れが無い場合においても、実験ケースによって地盤変位と構造物慣性力の作用の組み合わせが異なることが確認できる。

さらに、根入れがあるB1、BS、BLと比較すると、根入れがないA1、AS、ALでは、構造物慣性が小さい場合(生じない場合)は、大きい地盤変位が生じててもモーメントは小さくなる。一方、構造物慣性力が大きい場合は、モーメントは大きくなる。これは、根入れが無いことによって、地盤変形による地盤からの荷重を受ける面が相対的に小さくなりモーメントの増大が抑えられるのに対し、構造物慣性力に抵抗する基礎周辺の押さえがなくなりモーメントが増大するためと考えられる。

次に、構造物固有周期が地盤変位と構造物慣性力の組み合わせに与える影響を検討するために、図14に、BS、BL、AS、ALの両者の関係を示す。BS、ASでは両者の位相がほぼ同じであるのに対し、BL、ALでは両者の位相がずれる。また、ASの構造物慣性力はBSと比較して大きくなるのに対し、ALの構造物慣性力はBLと同程度である。次に、図15に、BS、BL、AS、ALの入力動、地盤、基礎、構造物の加速度フーリエスペクトルを示す。BS、ASでは地盤、基礎、構造物が同じ周期にピークを持つのに対し、BL、ALでは地盤および基礎が構造物と異なる周期にピークを持つ。以上のことから、構造物固有周期が地盤固有周期

より短い BS、AS では地盤変位と構造物慣性力の影響が同時に大きくなるのに対し、構造物固有周期が地盤固有周期より長い BL、AL では地盤変位と構造物慣性力の影響が同時には大きくなることが確認できる。また、AS の基礎、構造物の地盤に対する加速度増幅は、BS と比較して大きくなる。一方、AL の基礎、構造物の地盤に対する加速度増幅は、BL と同程度である。以上のことより、構造物と地盤が同時に動く場合は根入れによる基礎周辺の押さえがないと基礎の加速度が大きくなるのに対し、構造物と地盤が同時に動かない場合は根入れの有無によらず基礎の加速度が抑えられることがわかる。

以上に示す傾向は他の入力においても確認できた。図 16～25 に、エルセントロ波 240Gal 入力に対して同様の検討を行った例を示す。

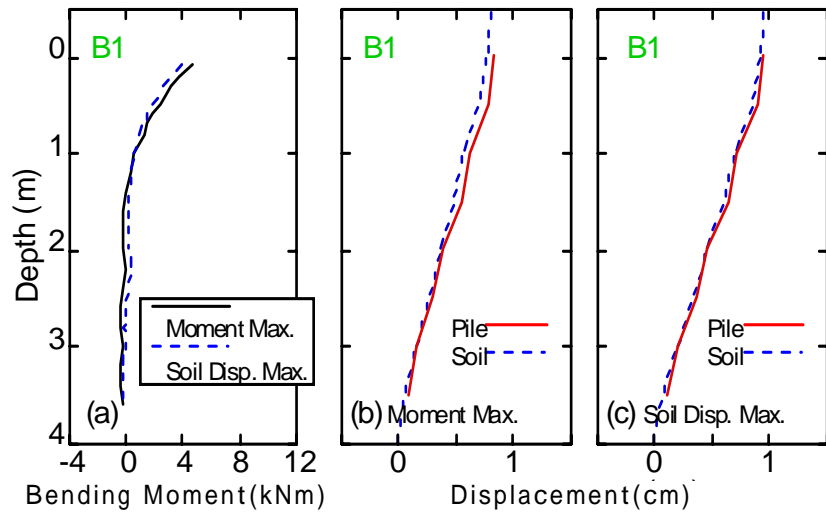


図 7 非液状化振動実験 B1 のモーメント、変位深度分布

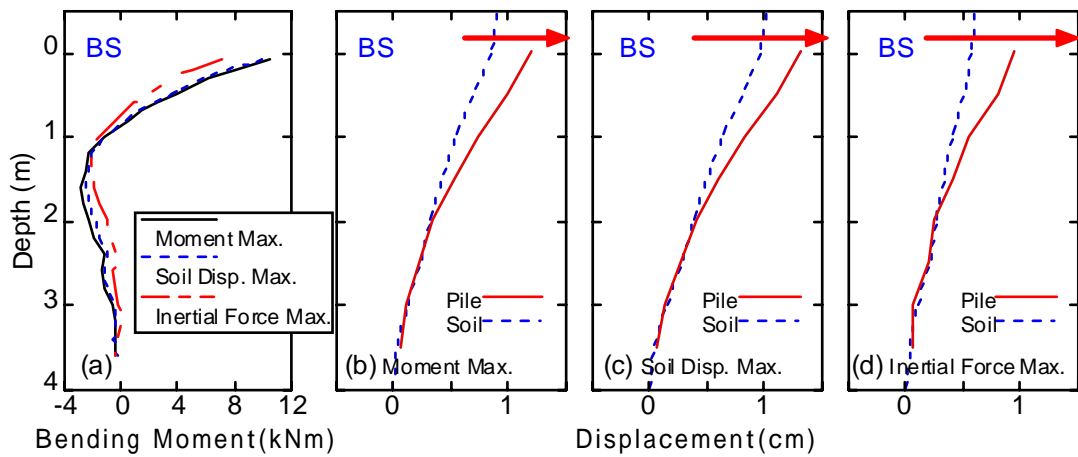


図 8 非液状化振動実験 BS のモーメント、変位深度分布

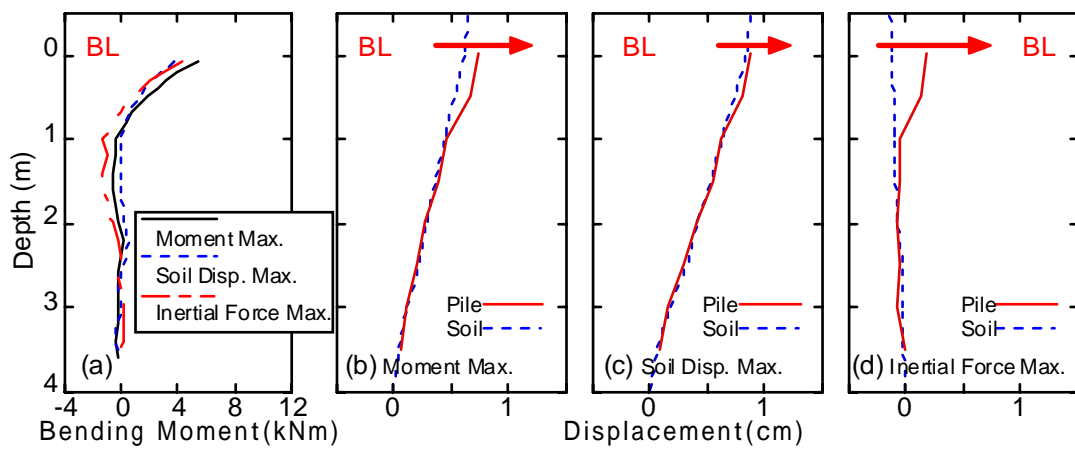


図 9 非液状化振動実験 BL のモーメント、変位深度分布

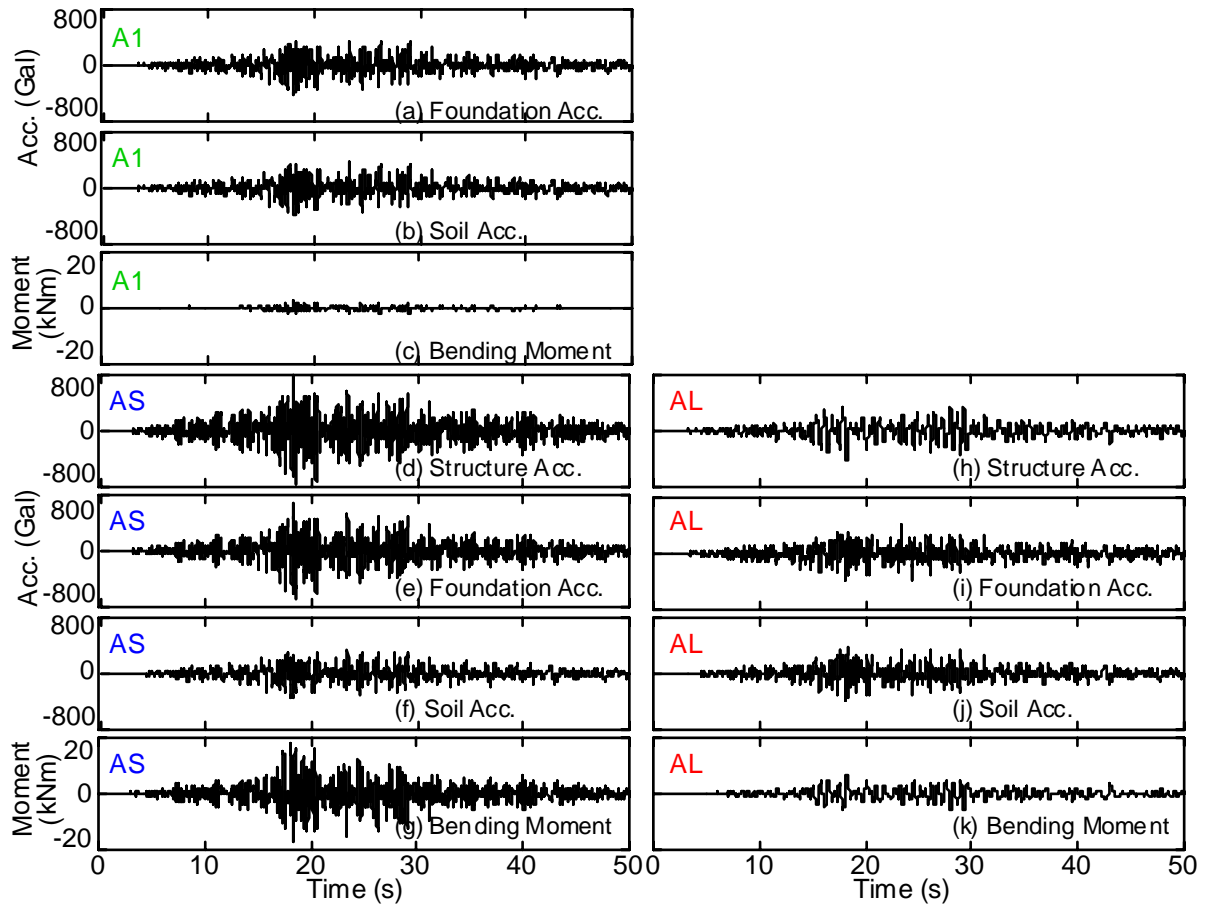


図 10 非液状化振動実験 A1、AS、AL の加速度、モーメント深度分布

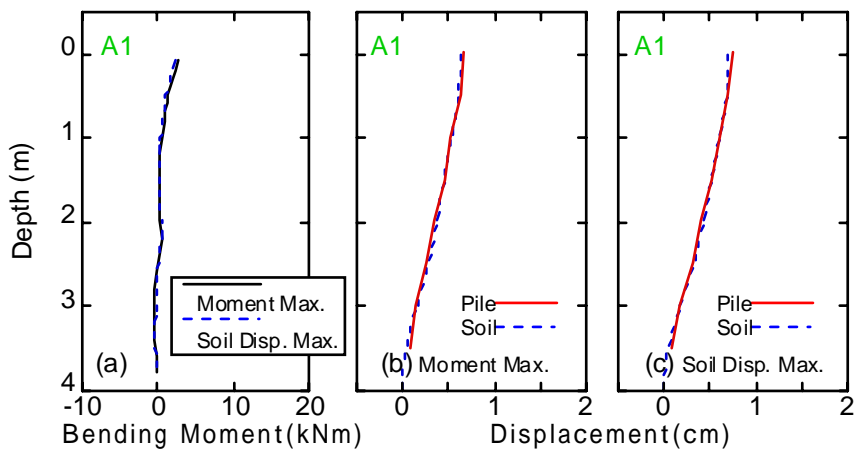


図 11 非液状化振動実験 A1 のモーメント、変位深度分布

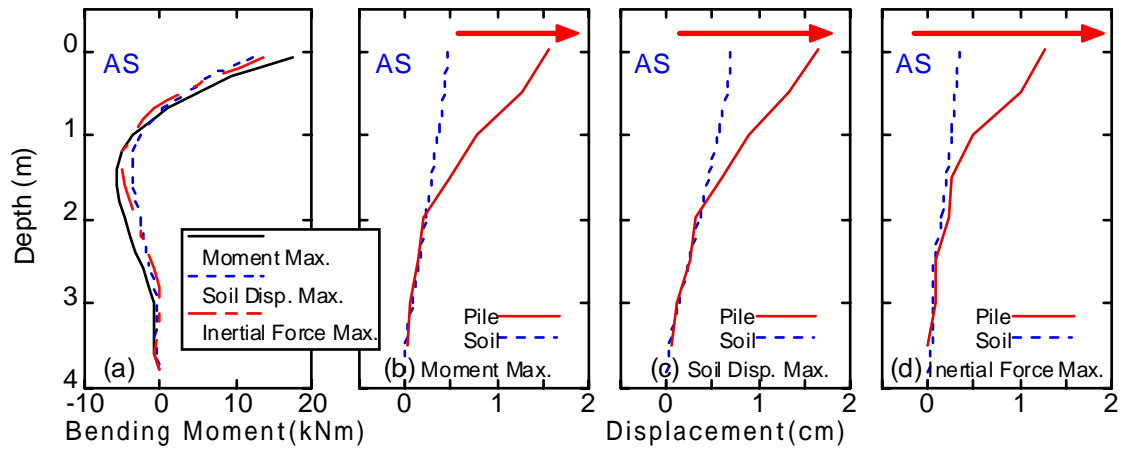


図 12 非液状化振動実験 AS のモーメント、変位深度分布

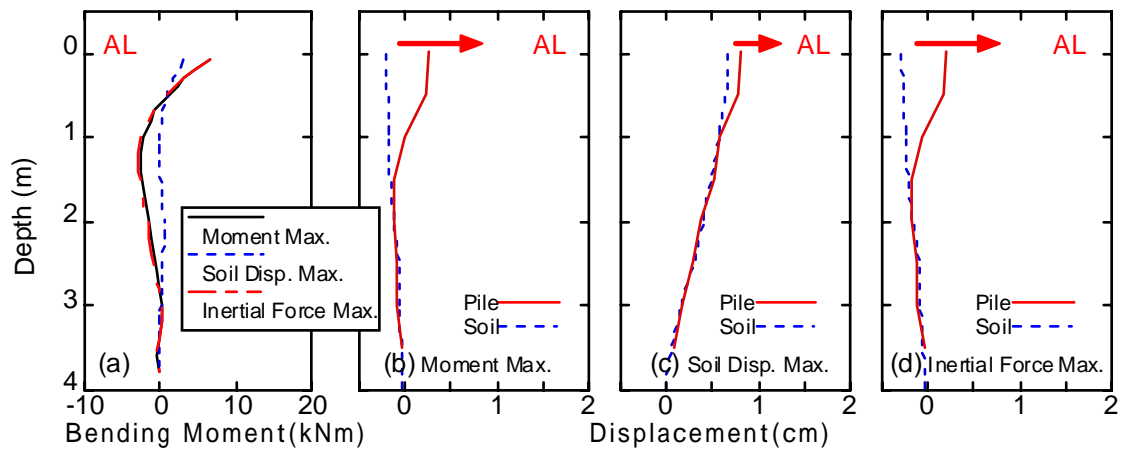


図 13 非液状化振動実験 AL のモーメント、変位深度分布

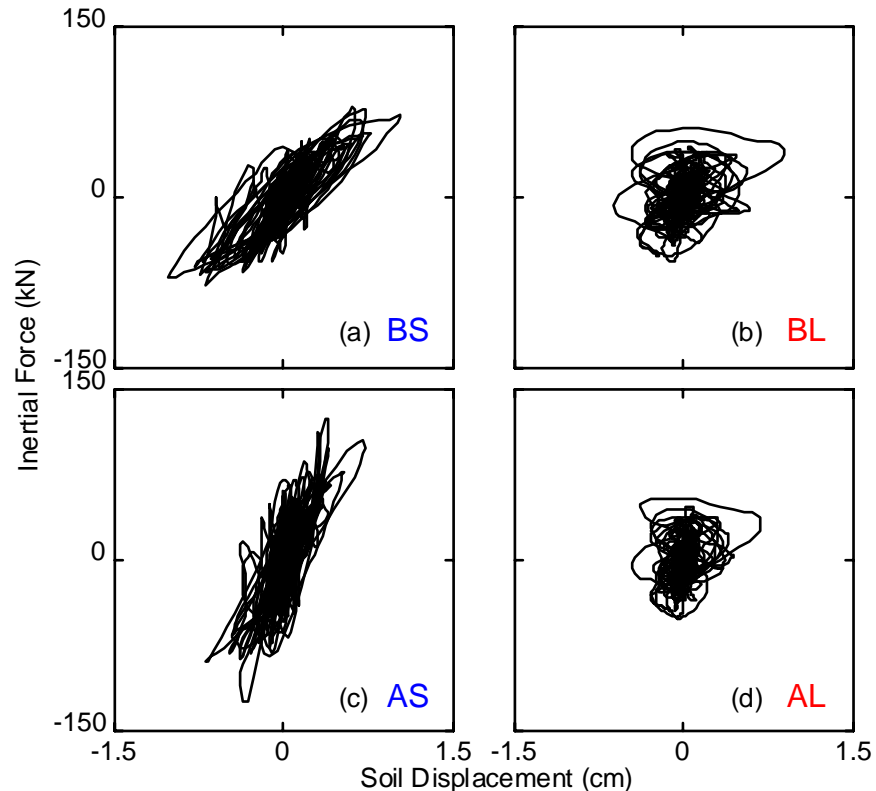


図 14 地盤変位と構造物慣性力の関係

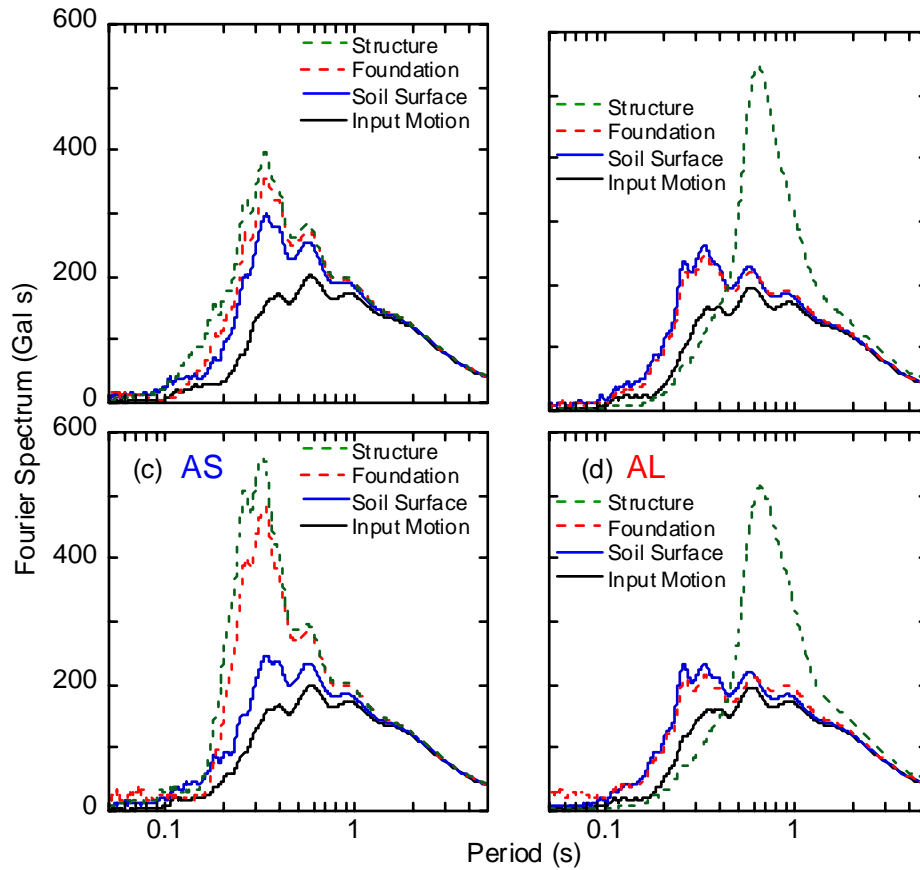


図 15 加速度フーリエスペクトル

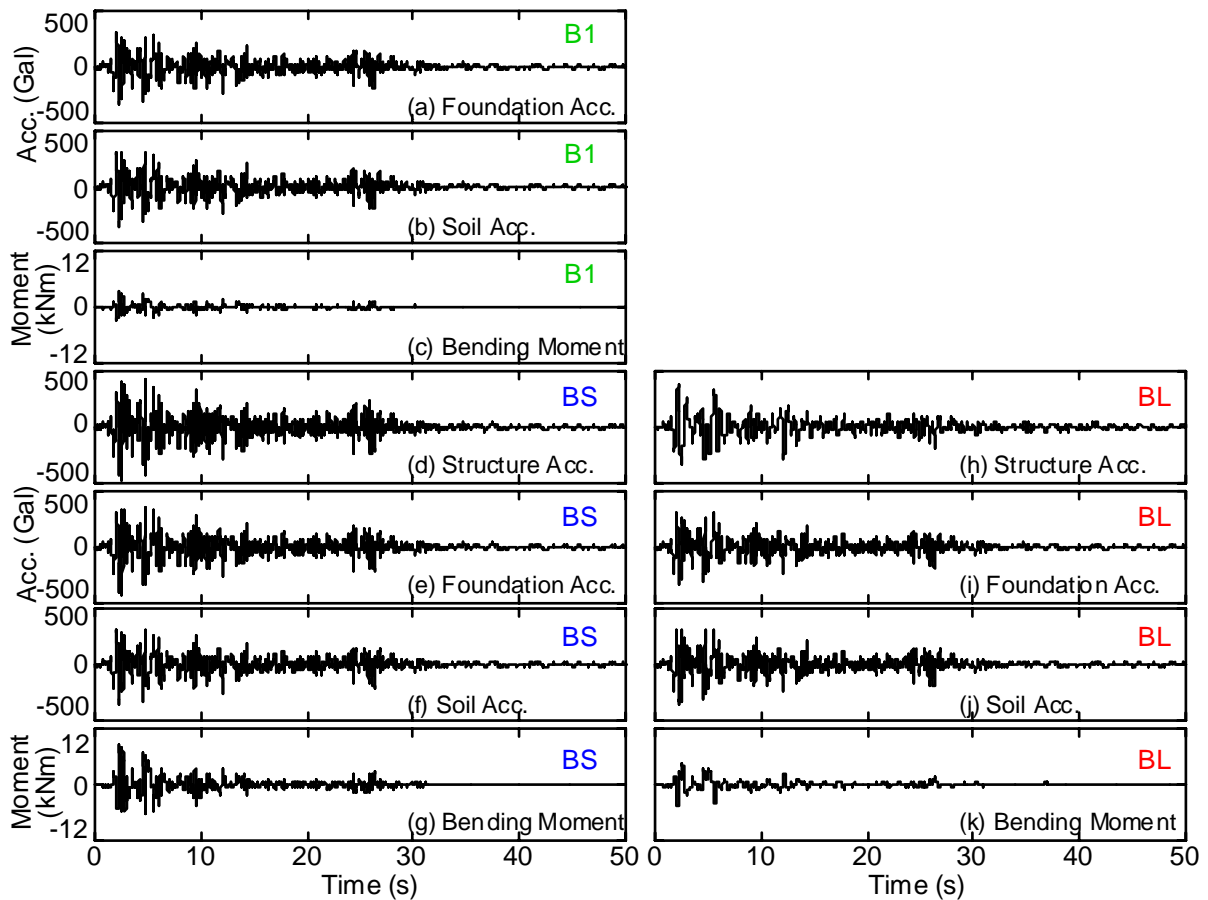


図 16 エルセントロ波入力 B1、BS、BL の時刻歴

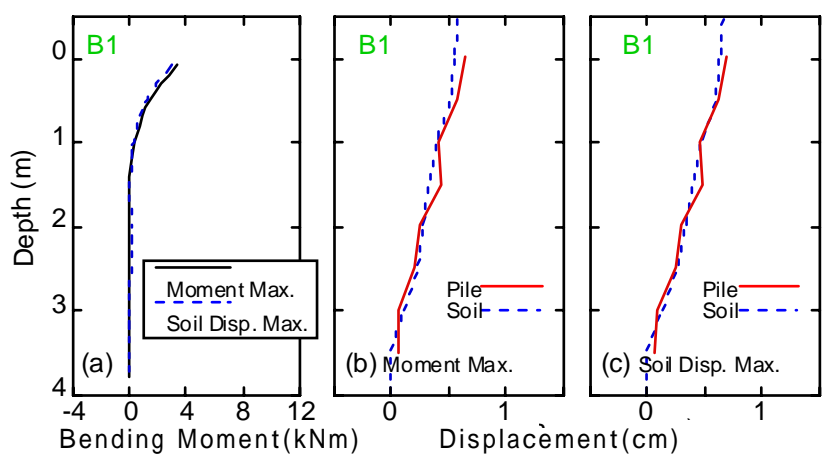


図 17 エルセントロ波入力 B1 の深度分布

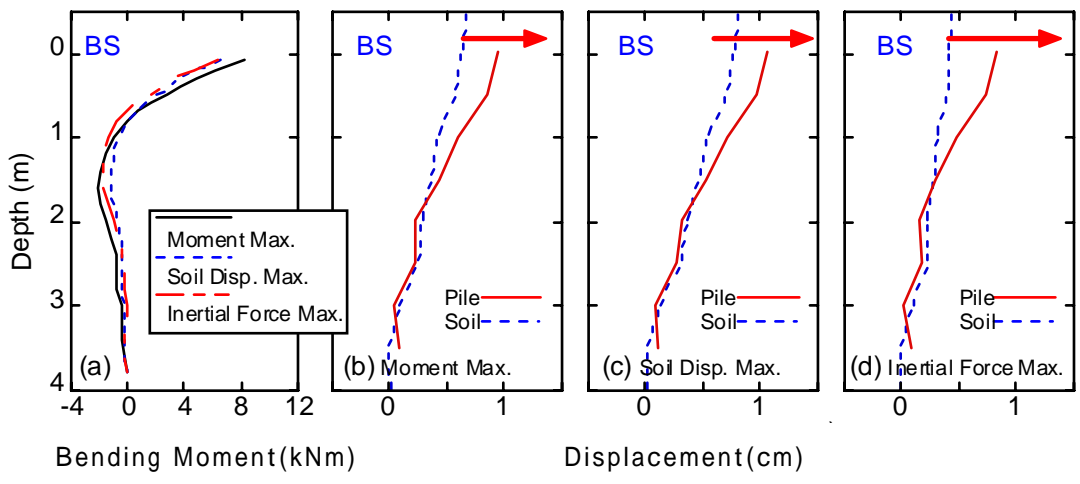


図 18 エルセントロ波入力 BS の深度分布

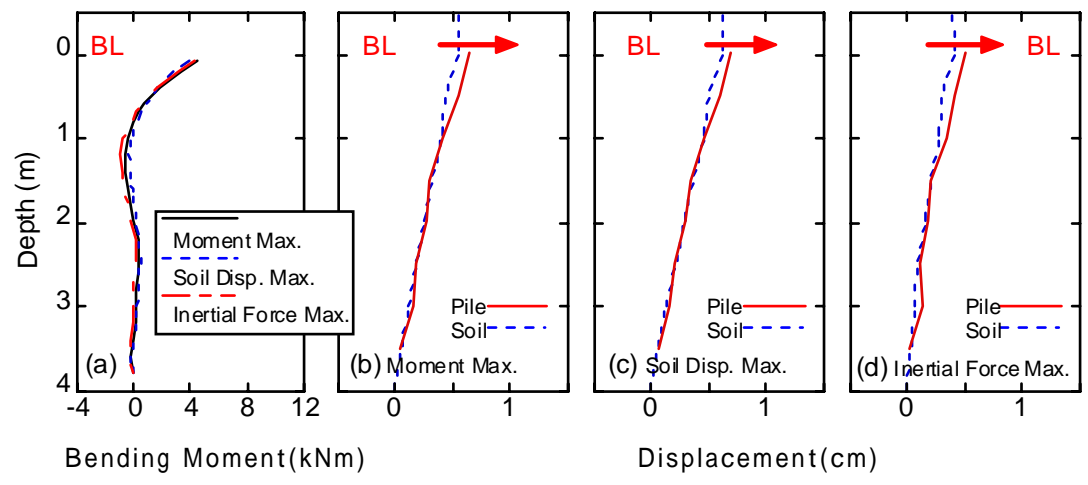


図 19 エルセントロ波入力 BL の深度分布



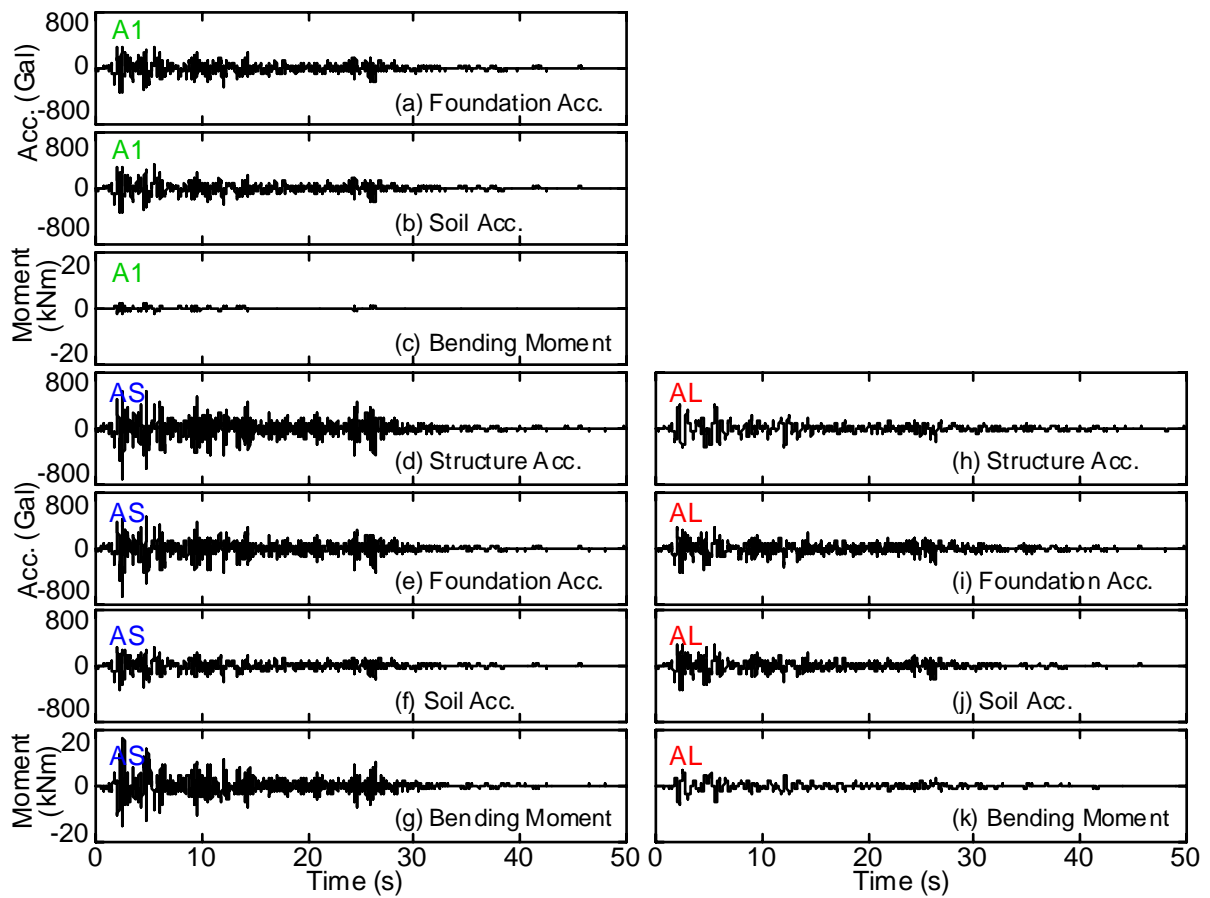


図 20 エルセントロ波入力 A1、AS、AL の時刻歴

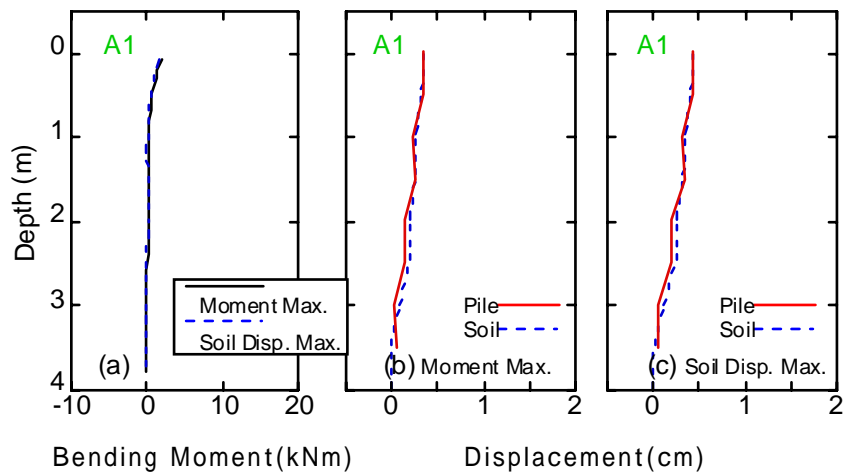


図 21 エルセントロ波入力 A1 の深度分布

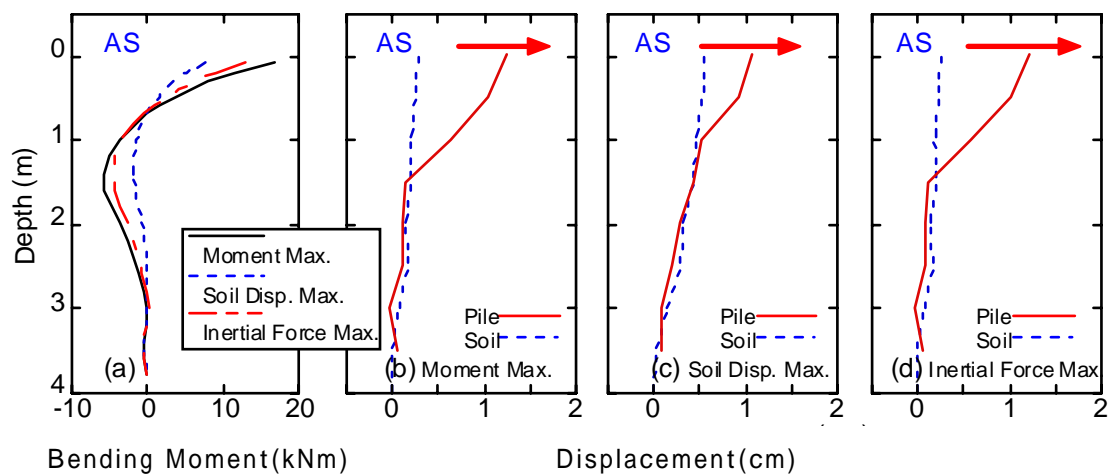


図 22 エルセントロ波入力 AS の深度分布

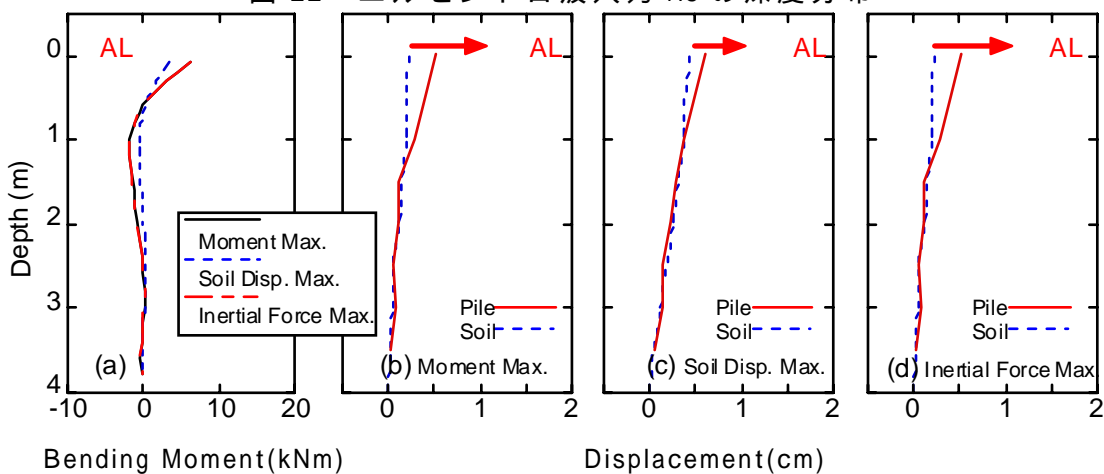


図 23 エルセントロ波入力 AL の深度分布

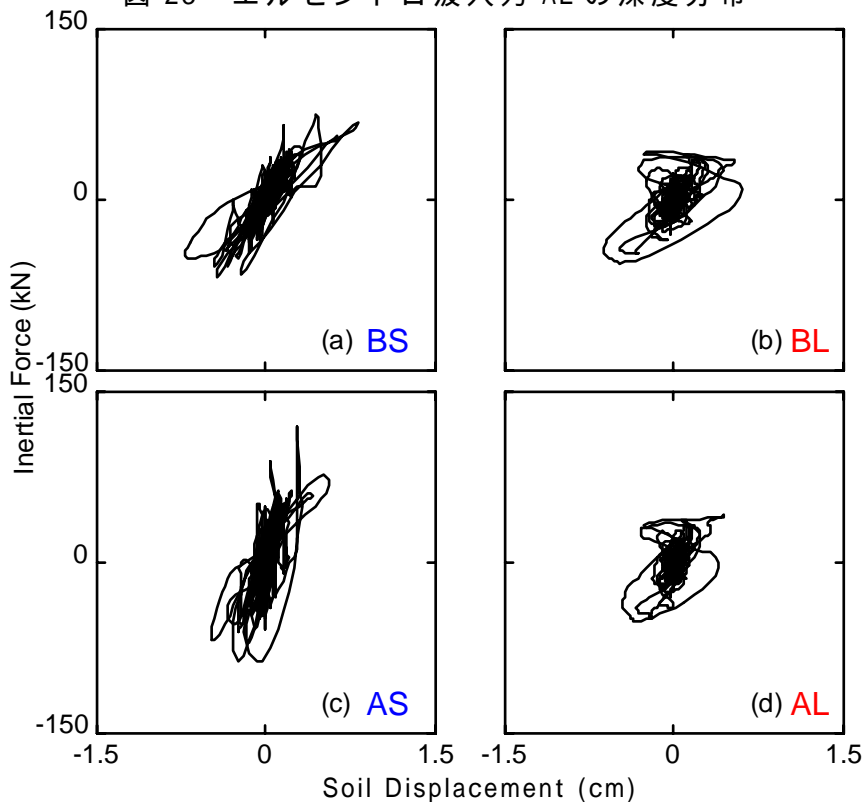


図 24 エルセントロ波入力地盤変位と構造物慣性力の関係

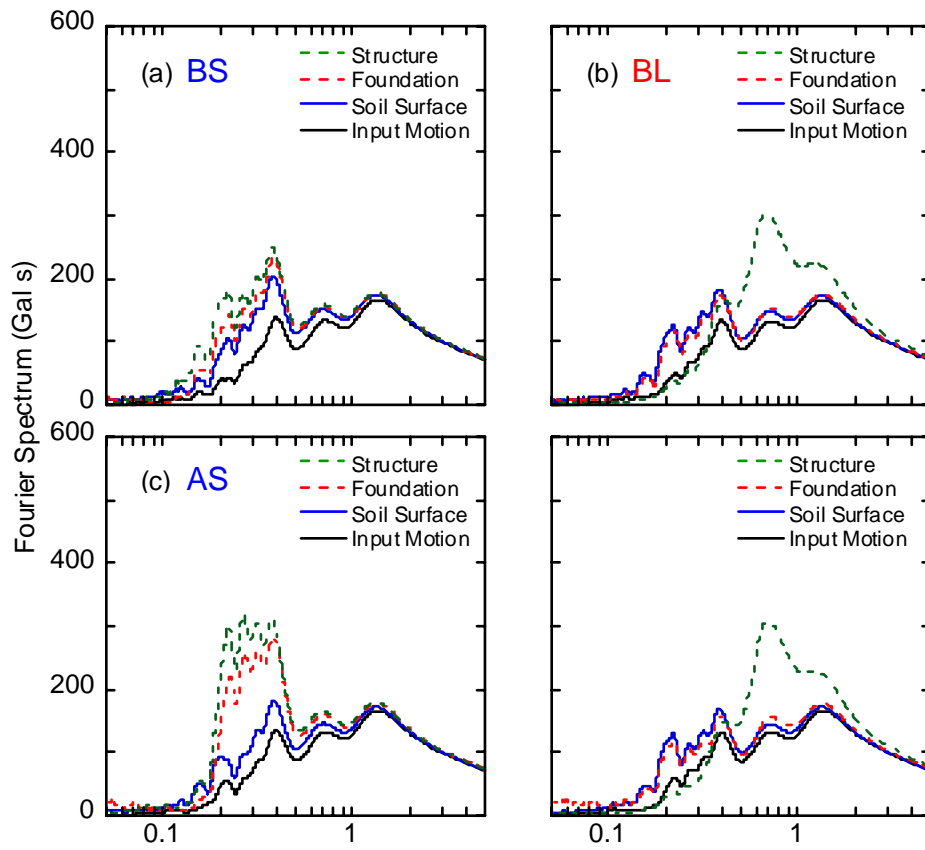


図 25 エルセントロ波入力加速度フーリエスペクトル

## 2) 地盤-構造物系の三次元大変形挙動の設計用簡便法のための基礎的検討

### 液状化地盤の杭-構造物系振動実験

1)と同様の検討を1999年に実施した液状化振動実験結果<sup>1)</sup>に対して行った。図26に、B1、BLの構造物慣性力、地盤変位、杭頭モーメント、間隙水圧比の時刻歴を示す。地盤の間隙水圧は10秒程度から上昇し、15~20秒で1に達する。また、液状化後の地盤変位は大きくなる。液状化前のBLの杭頭モーメントは、B1と同程度である。このことは、非液状化地盤振動実験で見られた傾向と一致する。液状化後のBLの杭頭モーメントはB1より大きくなる。図27に、B1、BLについて、間隙水圧上昇前(0-10s)、上昇中(10-20s)、上昇後(20-50s)の杭モーメント最大値の深度分布を示す。杭頭モーメント時刻歴(図26(b)(f))に対応して、時間の経過とともにBLのモーメントが大きくなり、液状化後はB1の値の2倍程度になるのが確認できる。以上より、液状化前後でBLの杭頭モーメントの傾向が異なることがわかる。

そこで、BLの地盤変位と構造物慣性力の関係を検討するために、図28に両者の関係を時間ごとに示す。図中の印は0.5秒間ごとの杭頭モーメントが最大になる点である。液状化前の杭頭モーメントは地盤変位と構造物慣性力のどちらか一方が大きくなる点、液状化後の杭頭モーメントは両者が同時に大きくなる点で増大する。このことは、液状化によって地盤固有周期が長周期化したためと考えられる。すなわち、液状化前の地盤固有周期は構造物固有周期より短く地盤変位と構造物慣性力の影響が同時には大きくならないのに対し、液状化後の地盤固有周期は構造物固有周期より長く両者の影響が同時に大きくなる。

以上より、液状化の有無にかかわらず地盤固有周期と構造物固有周期の大小関係によって地盤変位と構造物慣性力の作用の組み合わせが異なることが確認できる。

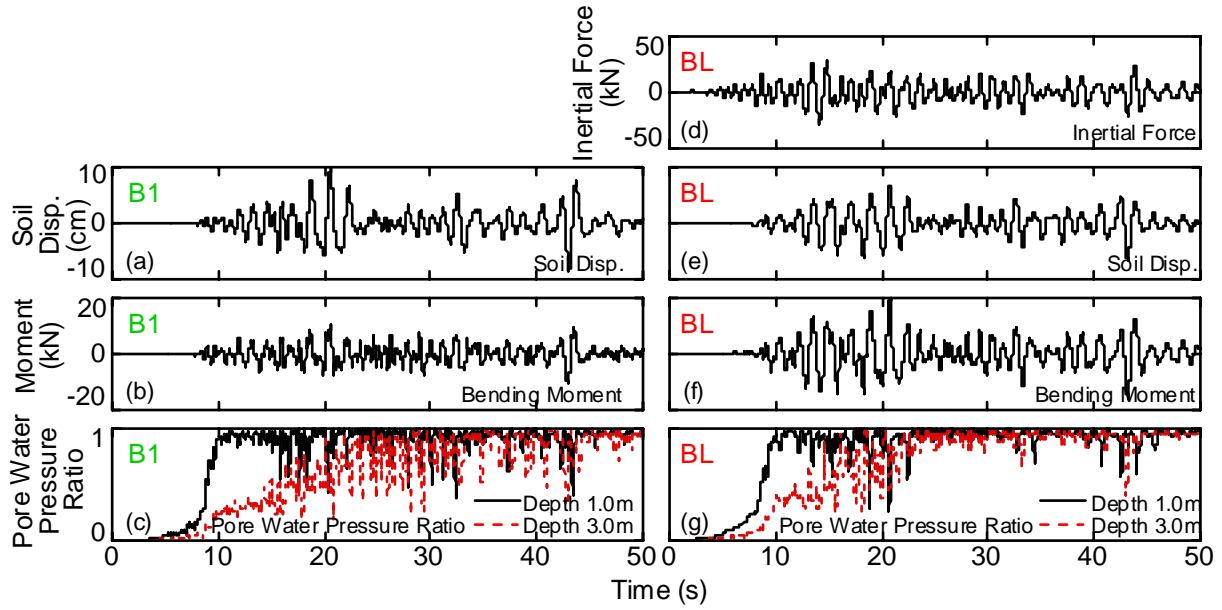


図 26 液状化振動実験構造物慣性力,地盤変位,モーメント,間隙水圧比の時刻歴

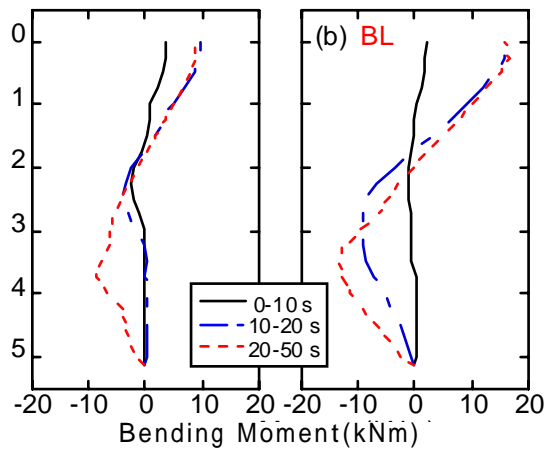


図 27 液状化振動実験の杭モーメント深度分布

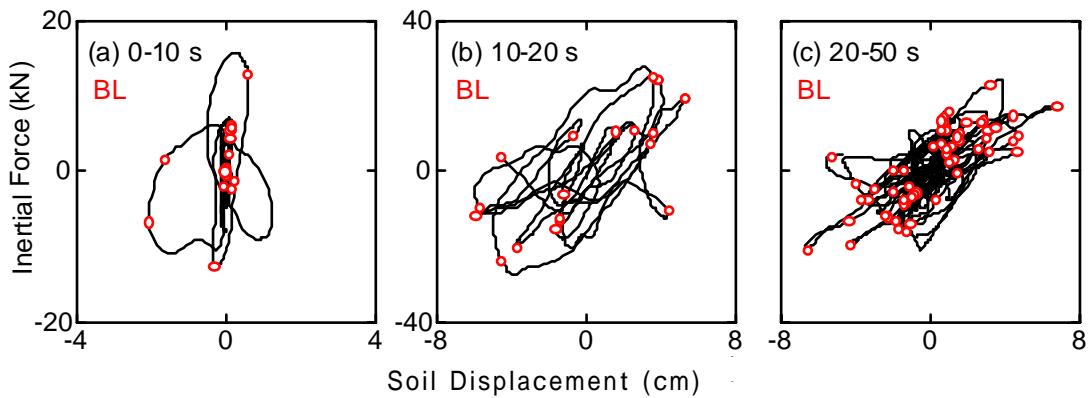


図 28 液状化振動実験の地盤変位と構造物慣性力の関係

### 杭応力の簡易的推定

杭には、図 29 に示すように構造物慣性力による杭頭水平力と地盤変形による分布荷重が作用する。両者が杭に作用するときの応力は、一方のみが作用するときの応力分布の単純和または二乗和平方根で重ね合わせることが提案される<sup>2)</sup>。

そこで、非液状化地盤振動実験、液状化地盤振動実験について、実験結果より地盤変位 ( $D$ ) または構造物慣性力 ( $I$ ) の一方が作用するときの杭のモーメント深度分布  $M_D$ 、 $M_I$  を取り出し、地盤変位  $D_{\max}$  と構造物慣性力  $I_{\max}$  を用いて補正した後、モーメント深度分布  $M_{\max}$  を次式により推定する。

$$M_{\max} = M_D \frac{D_{\max}}{D} + M_I \frac{I_{\max}}{I} \quad (1)$$

$$M_{\max} = \sqrt{\left( M_D \frac{D_{\max}}{D} \right)^2 + \left( M_I \frac{I_{\max}}{I} \right)^2} \quad (2)$$

ここで、 $D_{\max}$ 、 $I_{\max}$  は各実験で得られた最大値とした。(1)、(2)式によって推定されるモーメント  $M_{\max}$  を実験で測定したモーメント最大値と比較した。

図 30 に、非液状化地盤振動実験の根入れがある場合について、地盤変位、構造物慣性力のどちらか一方が作用するときの杭モーメント深度分布  $M_D$ 、 $M_I$ 、図 31 に、1)式(単純和)または(2)式(二乗和平方根)による BS、BL の推定モーメントを実測モーメントと比較して示す。また、図 32 に根入れがない場合の  $M_D$ 、 $M_I$ 、図 33 に AS、AL の推定モーメントを実測モーメントと比較して示す。BS、AS の測定値は(1)式による推定値と一致する。一方、BL、AL の測定値は(2)式による推定値と一致する傾向がある。このことは、BS、AS では地盤変位と構造物慣性力の影響が同時に大きくなるのに対し、BL、AL では両者の影響が同時には大きくなならないことと対応している。次に、エルセントロ波入力の場合について、推定モーメントを実測モーメントと比較して図 34、35 に示す。図より、臨海波を入力した場合と同様に、BS、AS では単純和、BL、AL では二乗和平方根による杭応力が有効であることが確認できる。

液状化地盤振動実験 BL について、同様に杭応力重ね合わせの手法が有効であるか確認するために、図 36 に地盤変位、構造物慣性力のどちらか一方が作用するときの杭モーメント深度分布  $M_D$ 、 $M_I$ 、図 37 に(1)式または(2)式による推定モーメントを実測モーメントと比較して示す。図 37 より、測定値は(1)式による推定値とよく対応している。以上より、液状化地盤においても、杭モーメント深度分布を重ね合わせることにより実験での最大値を算定することが可能であることがわかる。

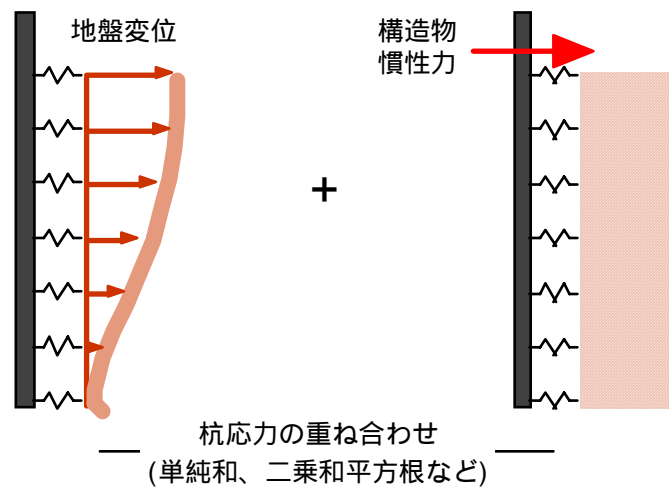


図 29 杭応力の重ね合わせ

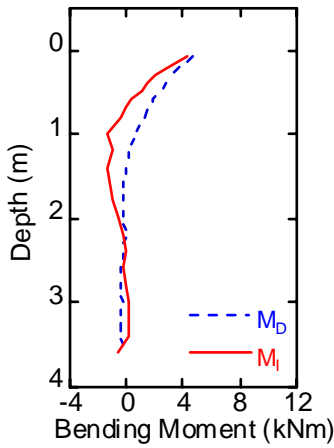


図 30 非液状化振動実験  $M_i, M_D$  (根入れあり)

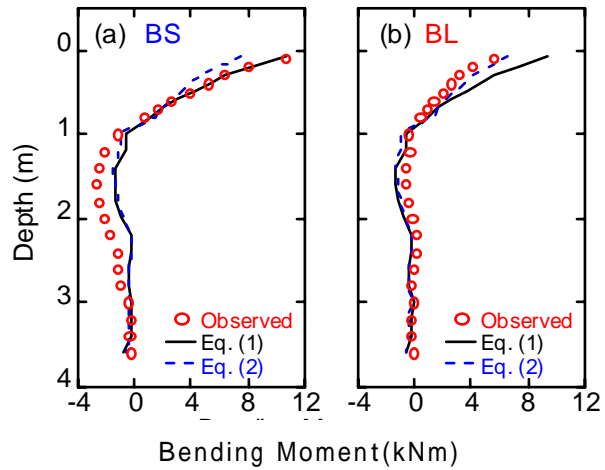


図 31 非液状化振動実験 BS, BL の推定モーメント

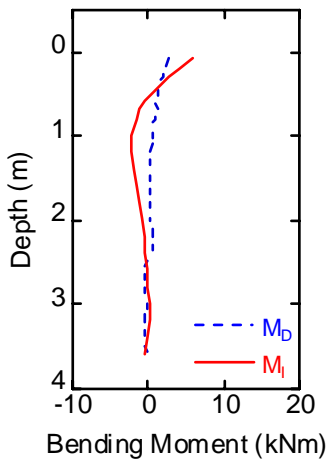


図 32 非液状化振動実験  $M_i, M_D$  (根入れなし)

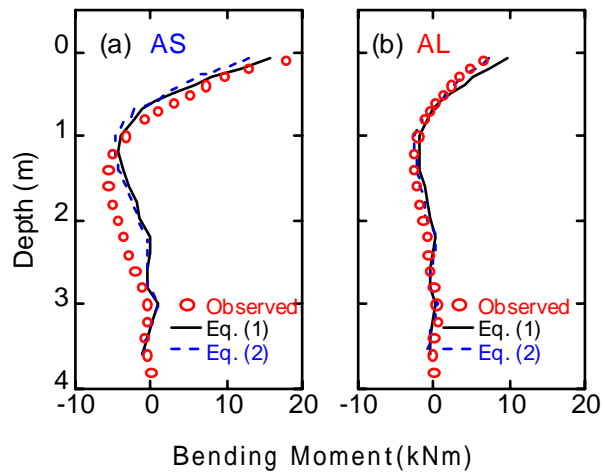


図 33 非液状化振動実験 AS, AL の推定モーメント

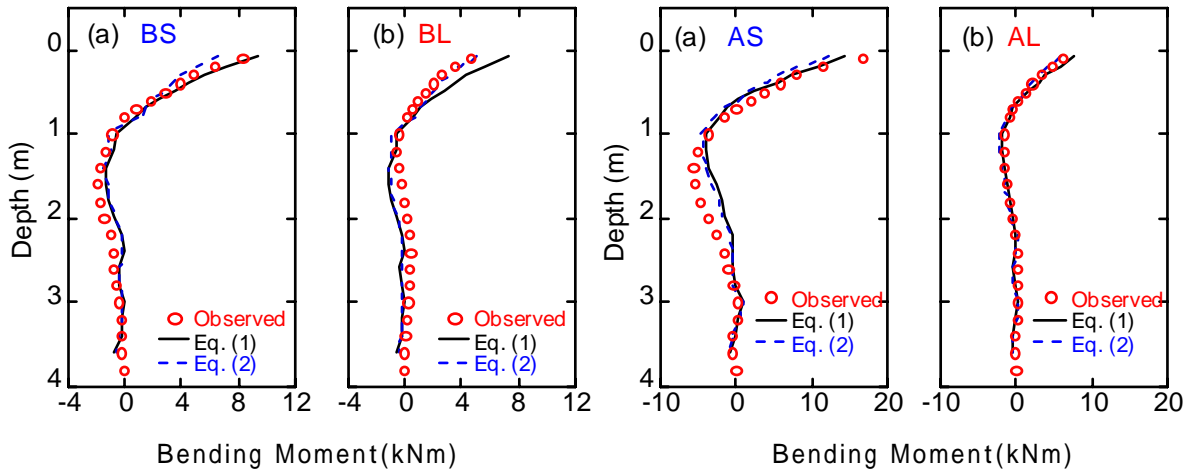


図 34 エルセントロ波入力 BS、BL の推定モーメント

図 35 エルセントロ波入力 AS、AL の推定モーメント

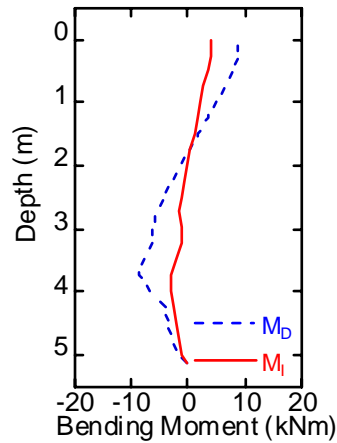


図 36 液状化振動実験  $M_0$ 、 $M_1$

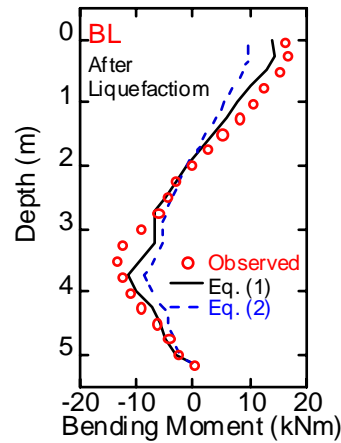


図 37 液状化地盤の推定モーメント

(d) 結論ならびに今後の課題

1) 地盤-杭-構造物系の動的相互作用に関する実験的研究

地盤-杭-構造物系振動実験とその検討より、次のことを明らかにした。構造物固有周期によって、地盤変位と構造物慣性力の作用の組み合わせが異なる。構造物固有周期が地盤固有周期より短い場合は地盤変位と慣性力の影響が同時に大きくなる。構造物固有周期が地盤固有周期より長い場合は、両者の影響は同時には大きくならない。

今後は、さらに、杭径、地盤の透水係数などのパラメータが地盤-基礎-構造物系動的相互作用に及ぼす影響を明らかにするとともに、鉛直または水平 2 方向入力時について、これらの入力が入杭の変形・破壊モードに与える影響について検討する。

2) 地盤-構造物系の三次元大変形挙動の設計用簡便法のための基礎的検討

過去に実施した液状化地盤-杭-構造物系振動実験の結果より、液状化地盤においても 1) に示す傾向を確認できた。また、非液状化振動実験および液状化地盤振動実験について、実験結果より地盤変位または構造物慣性力が単独で作用



するときのモーメント深度分布を単純和または二乗和平方根で重ね合わせることで、両者が作用する時のモーメント深度分布の傾向を再現できることを示した。

今後は、本年度の成果と次年度以降の他のパラメータや 2 方向入力、3 方向入力の影響に関する検討をもとに簡便に杭応力を算定する手法を提案する。さらに、振動実験結果をシュミレーションすることで提案手法の妥当性を検証する。

(e) 引用文献

- 1) 田村修次、土屋富男、鈴木康嗣、藤井俊二、佐伯英一郎、時松孝次：大型せん断土槽を用いた鋼管杭の液状化実験(その 1 概要)、第 35 回地盤工学研究発表会、Vol. 2、pp. 1907-1908、2000.6
- 2) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針、pp. 262-296、2001.10

(f) 成果の論文発表・口頭発表

1) 論文発表

著者	題名	発表先	発表年月日
なし			

2) 口頭発表、その他

発表者	題名	発表先、主催、発表場所	発表年月日
古挽翠 時松孝次 鈴木比呂子 佐藤正義	大型振動実験に基づく地盤-杭-構造物系の動的相互作用評価(その 1: 乾燥地盤)	第 38 回 地盤工学研究発表会 地盤工学会 秋田	2003 年 7 月 (発表予定)
鈴木比呂子 時松孝次	大型振動実験に基づく地盤-杭-構造物系の動的相互作用評価(その 2: 液状化地盤)	第 38 回 地盤工学研究発表会 地盤工学会 秋田	2003 年 7 月 (発表予定)
古挽翠 鈴木比呂子 時松孝次	大型せん断土槽実験における地盤-杭-構造物系動的相互作用が杭応力に与える影響	2003 年度 日本建築学会大会 日本建築学会 東海	2003 年 9 月 (発表予定)
鈴木比呂子 時松孝次	応答変位法による地盤-杭-構造物系振動実験の杭応力評価	2003 年度 日本建築学会大会 日本建築学会 東海	2003 年 9 月 (発表予定)

(g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

## 2) ソフトウェア開発

名称	機能
なし	

## 3) 仕様・標準等の策定

なし

### (3) 平成 15 年度業務計画案

#### (a) 液状化地盤の地盤-構造物系に関する実験的研究

##### 1) 実施方法

防災科学技術研究所の大型せん断土槽を用いて、液状化地盤の基礎-構造物系の振動実験を実施する。実験は、上部構造物固有周期をパラメータとし、また、杭径を 1999 年、2002 年の地盤-基礎-構造物系振動実験で使用したものと異なるものとする。

##### 2) 目標とする成果

液状化地盤の基礎-構造物系の振動実験より、上部構造と地盤の固有周期の関係ならびに杭の剛性および径が地盤-杭-構造物の動的相互作用に与える影響を評価する。さらに、過去に実施した実験と比較することで、構造物固有周期と杭剛性の組み合わせによる変形モードの違いを把握し、液状化時およびその時の地盤変形に対して有利となる基礎-構造物の組み合わせについて検討する。

#### (b) 地盤-構造物系の三次元大変形挙動の設計用簡便法開発のための基礎的検討

##### 1) 実施方法

3.3.1 のテーマ(地盤-杭基礎-構造物の三次元非線形動的相互作用の実験)の実験結果などより、鉛直入力および水平 2 方向入力が杭の変形・破壊モードに与える影響を評価する。さらに、(a)液状化地盤の地盤-構造物系に関する実験的研究の成果とその考察を踏まえて、設計用簡便法を提案するとともに、実験結果をシュミレーションすることでその妥当性を検討する。

##### 2) 目標とする成果

鉛直入力および水平 2 方向入力が杭の変形・破壊モードに与える影響を把握する。また、前年度の成果および(a)の成果をもとに、杭応力算定のための簡便法を提案する。