

# オンライン実験を用いた埋立人工島の地震時挙動の検討

東北学院大学工学部 正会員 ○山口 晶  
 東北大学大学院工学研究科 正会員 風間 基樹  
 東北大学大学院工学研究科 学生会員 君島 芳友

## 1. 研究の背景と目的

1995年兵庫県南部地震における神戸沖合人工島の地盤被害は、旧海底面を構成する沖積粘土層の圧密度の影響を受けたことが数値計算によって推定されている<sup>1)2)</sup>。本研究では同地震における埋立人工島を対象として、サブストラクチャ・オンライン実験を用いて埋立層-沖積粘土層系地盤の地震時挙動を、粘土層のせん断強度と入力加速度振幅に着目して検討を行った。

## 2. オンライン実験

オンライン実験で用いる要素試験は簡易型単純せん断試験機<sup>3)</sup>を用いた。神戸ポートアイランド(P.I.)アレー観測地点を対象として4質点系にモデル化した地盤の模式図を図-1に示す。地下水位以下のまさ土層を2連の要素試験、地下水位以上のまさ土層と沖積粘土層は双曲線モデルによりオンライン実験を行った。入力した地震加速度は、兵庫県南部地震の際に観測された加速度時刻歴から計算したG.L.-24.5m地点の入射波とした。基盤面では地下逸散減衰を考慮した。積分時間間隔は0.01秒として、第一ステップを線形加速度法、それ以降を中央差分法により計算した。実験に用いたまさ土は、P.I.で採取したまさ土の2mmふるい通過分である。図-2に粒径曲線を示す。表-1に実験条件を示す。入力加速度振幅を変えた条件では、計算した入射波に係数をかけて入力した。

## 3. 実験結果及び考察

図-3に沖積粘土層のせん断強度を変えた条件におけるせん断強度と最大過剰間隙水圧比の関係を、図-4は入力加速度振幅を変えた条件における入力加速度振幅の最大値と最大過剰間隙水圧比の関係を示す。埋立層が全層で液状化するには、粘土層のせん断強度が表-1 実験条件

78kPa以上の条件の場合、入射波が600Gal以上の条件の場合である。図-5、図-6には、各実験における最大せん断応力比の深さ方向分布を示す。埋立層の最大せん断応力比には上限が存在することがわかる。これを埋立層の破壊強度比と定義すると、沖積粘土層の最大せん断応力比が埋立層の破壊強度を越える条件でのみ液状化が生じていることがわかる。

## 4. 結論

本研究から、埋立層では破壊強度比が定義でき、沖積粘土層中に発生する最大せん断応力比

| 実験名                         | せん断強度が異なる条件 |      |      |      |      | 入力加速度振幅が異なる条件 |       |       |       |
|-----------------------------|-------------|------|------|------|------|---------------|-------|-------|-------|
|                             | PI04        | PI08 | PI10 | PI15 | PI22 | PI200         | PI400 | PI600 | PI22B |
| 1層                          | 双曲線モデルによる計算 |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 初期剛性 $G_0$ (MPa)            | 49          |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 基準ひずみ $\gamma_r$ (%)        | 0.03        |      |      |      |      |               |       |       |       |
| $\tau_{fr}$ (kPa)           | 14.7        |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 層厚 (m)                      | 4           |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> ) | 16.7        |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 2層                          | 要素試験        |      |      |      |      |               |       |       |       |
| $K_0$                       | 0.4         |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 層厚 (m)                      | 6.7         |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> ) | 19.6        |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 3層                          | 要素試験        |      |      |      |      |               |       |       |       |
| $K_0$                       | 0.4         |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 層厚 (m)                      | 6.7         |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> ) | 19.6        |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 4層                          | 双曲線モデルによる計算 |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 初期剛性 $G_0$ (MPa)            | 51.8        |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 基準ひずみ $\gamma_r$ (%)        | 0.04        | 0.08 | 0.10 | 0.15 | 0.22 | 0.22          |       |       |       |
| $\tau_{fc}$ (kPa)           | 21          | 41   | 52   | 78   | 114  | 114           |       |       |       |
| 層厚 (m)                      | 7.1         |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> ) | 15.6        |      |      |      |      |               |       |       |       |
| 基準入力加速度<br>に対する倍率           | 1           |      |      |      |      | 0.25          | 0.5   | 0.75  | 1     |
| 使用した試料                      | まさ土 A       |      |      |      |      | まさ土 B         |       |       |       |
| 最大加速度 (Gal)                 | 795         |      |      |      |      | 199           | 396   | 596   | 795   |

キーワード オンライン実験, 1995年兵庫県南部地震, 埋立人工島, 最大せん断応力比  
 連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉06, 東北大学大学院工学研究科地盤研究室, Tel 022-217-7438

がこの値を超える条件でのみ液状化が発生することがわかった。本研究から、このような地盤では、せん断強度等の地層の相互関係を知ることが重要であることが示された。

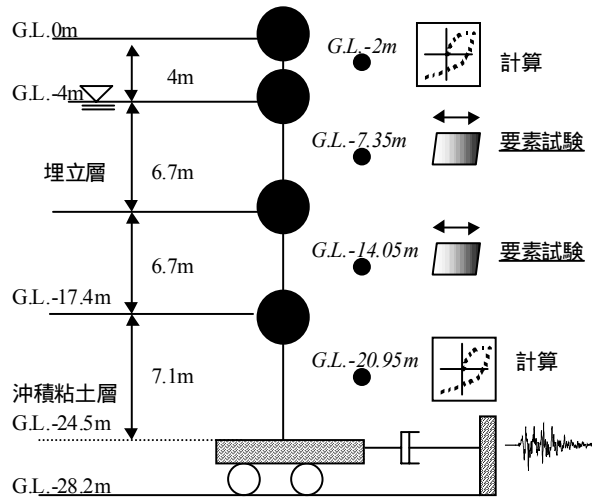


図-1 地盤模式図

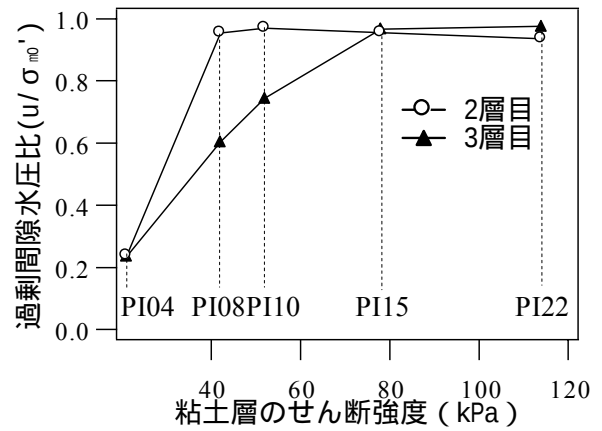


図-3 粘土層のせん断強度と過剰間隙水圧比

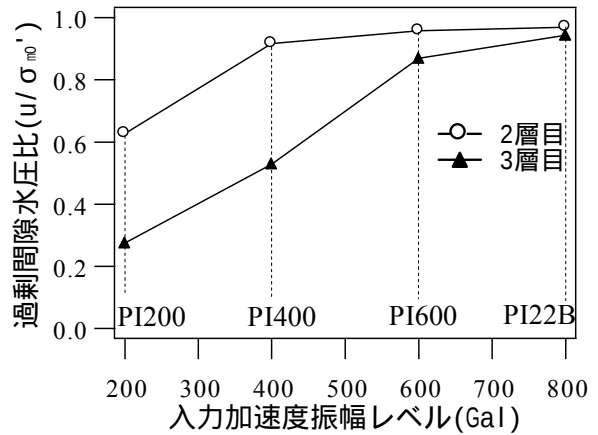
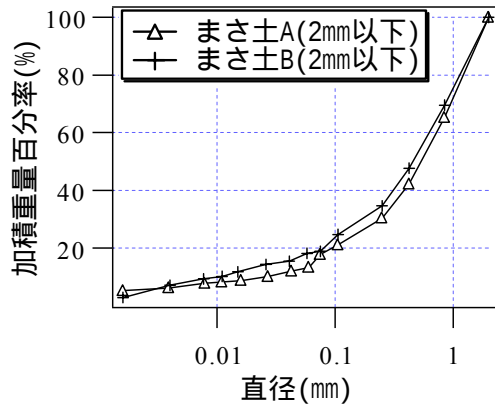


図-4 入力加速度振幅と過剰間隙水圧比

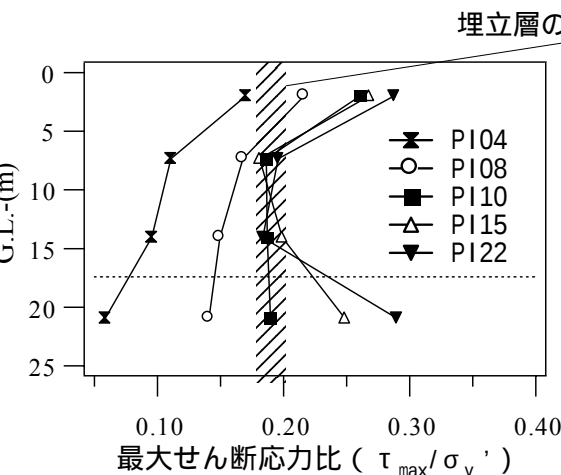


図-5 最大せん断応力比の深さ方向分布

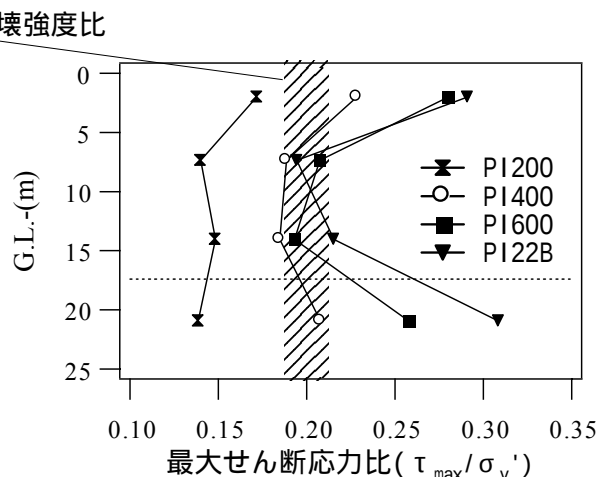


図-6 最大せん断応力比の深さ方向分布

#### 参考文献

- 1) 山口晶, 風間基樹, 柳澤栄司; 不攪乱沖積粘土試料を用いた神戸人工島沖積粘土層の地震時せん断挙動, 第10回日本地震工学シンポジウム論文集 第1分冊, pp.1135-1140, 1998.
- 2) Ohta, H, Hagino, Y., Uda, Y. and Demura, Y.: Seismic amplifying effect of soft clay layers, *Proceedings of the 14th. International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, pp. 859-862, 1997.
- 3) 日下部伸・森尾敏・岡林巧・藤井照久・兵動正幸; 簡易単純せん断試験装置の試作と種々の液状化試験への適用, 土木学会論文集, No.617/ -46, pp299-304, 1999.