

Ⅲ－36

ハイブリッドオンライン実験による 地震動履歴を受けた地盤の圧密沈下挙動

東北学院大学 学生員 ○菊地聖和 成田彩 田口真
正会員 飛田善雄 山口晶

1. はじめに

本研究では粘性土地盤が地震動を受けた際の地震動後の圧密沈下挙動について、ハイブリッドオンライン実験を用いて検討を行なった。

2. ハイブリッドオンライン実験

本実験で想定した地盤を図-1に示す。粘性土地盤上に岸壁等が存在する場合を想定した。岸壁の単位体積重量は 19.6kN/m^3 、粘性土の単位体積重量は 15.7kN/m^3 とした。粘性土層下部に入力した地震加速度時刻歴は兵庫県南部地震において神戸ポートアイランドで観測された波から計算した¹⁾入射波（以下PI波、最大加速度 542Gal ）と三陸はるか沖地震において大船渡で観測された波から計算した入射波¹⁾（以下SAN波、最大加速度 730Gal ）の 5Hz 以下の成分を用いた。それぞれの入力地震加速度時刻歴を図-2に示す。表-1に実験条件を示す。各実験とも、非排水で加震実験後に排水して排水量を計測する実験を5回繰り返した。

ハイブリッドオンライン実験を行なうにあたり、粘土層 5m をモデル化して要素試験を行なった。使用した試験は簡易型単純せん断試験である。要素試験で行なう際の想定した深度は入力基盤面から 2.5m の位置とした。このときの垂直応力は 73.5kPa 、側圧は 34.3kPa とした。供試体としてカオリン粘土を用いている。

3. 実験結果及び考察

図-3に加震回数と地表面の最大加速度の関係を示す。各実験とも繰返し回数が大きいと最大加速度が増加している。図-4に加震回数と最大ひずみを示す。各実験とも加震を繰り返すとせん断ひずみが $0.2\sim 0.8\%$ 程度減少している。図-5に加震回数と体積ひずみを示す。回数の増加に伴って体積ひずみは減少している。

図-6に地表面の最大加速度と供試体の間隙比の関係を示す。どの実験においても間隙比の減少に伴って最大加速度が増加している。図-7に最大せん断ひずみと供試体の間隙比の関係を示す。この図から間隙比の減少に対して、せん断ひずみの減少は 0.2% 程度と大きくない。図-8に加震後の体積ひずみと供試体の間隙比の関係を示す。供試体の間隙比の減少とともに体積ひずみが減少している。

これらの実験から、繰返しによって間隙比が減少すると、地表面最大加速度が増加し、体積ひずみも少なくなることがわかった。ただし、最大せん断ひずみの減少は大きくない。

図-9に実験に用いたカオリン粘土とPI10、SAN10のオンライン試験終了後の標準圧密試験結果を示す。この図を見ると、履歴を受けた粘土の圧密降伏応力が見かけ上、増加している。この試験結果から、それぞれの圧密降伏応力は、PI10では 215kPa 、SAN10では 117kPa となっている。

以上の実験から、繰返して地震動を受ける地盤の地表面の最大加速度応答は大きくなることがわかった。これは、圧密により、間隙比が減少したため、粘性土の剛性が増大したためと、正のダイレイタンスーが発揮されたためである。

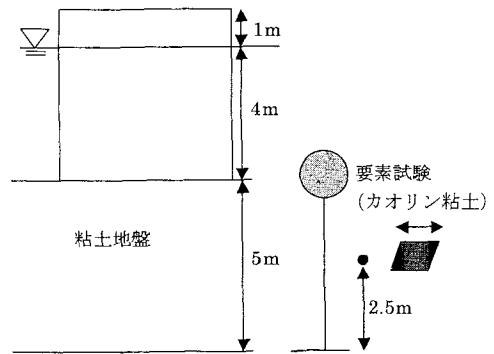


図-1 実験手順の模式図

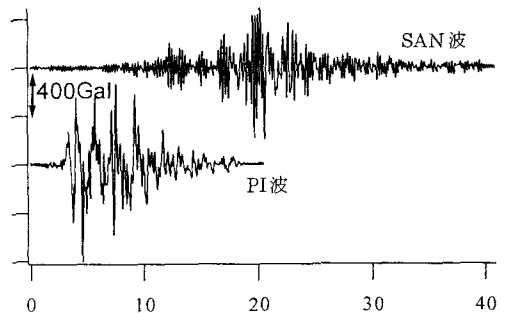


図-2 入力加速度時刻歴

表-1 実験条件

実験名	PI05	PI075	PI10	SAN10	SAN20
入力波	PI波	PI波	PI波	SAN波	SAN波
係数	0.5	0.75	1.0	1.0	2.0
加震回数	5回	5回	5回	5回	5回
試料	カオリン粘土				

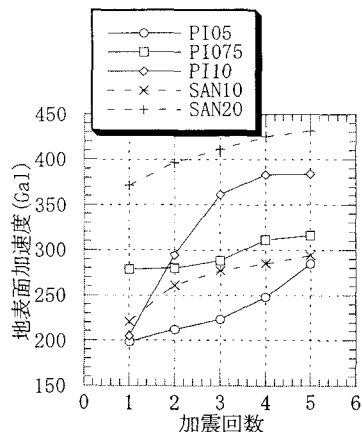


図-3 加震回数と地表面最大加速度

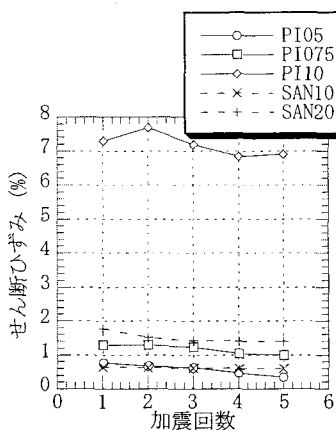


図-4 加震回数と最大ひずみ

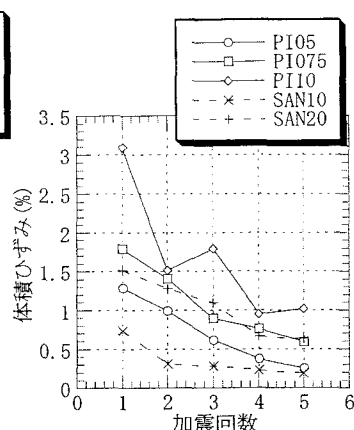


図-5 加震回数と体積ひずみ

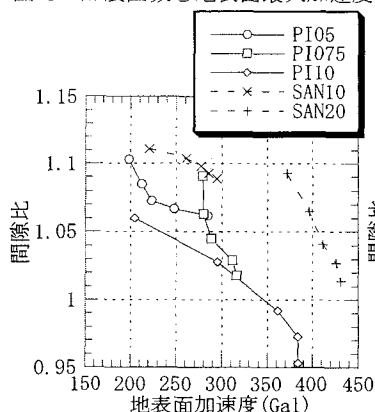


図-6 地表面の最大加速度と間隙比

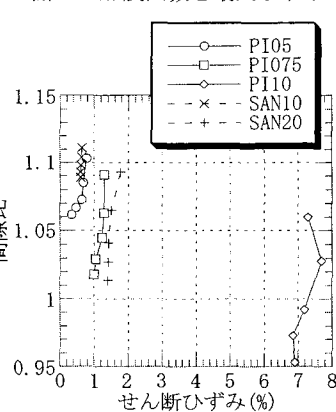


図-7 最大せん断ひずみと間隙比

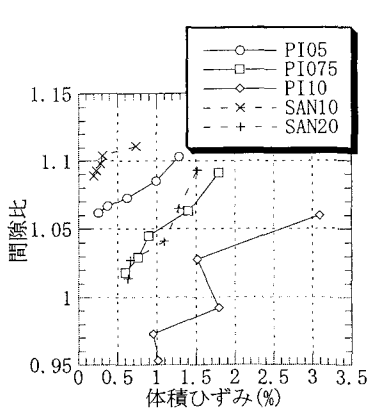


図-8 体積ひずみと間隙比

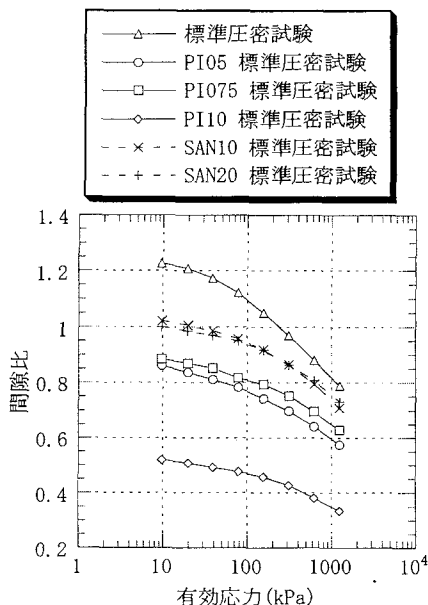


図-9 標準圧密試験結果

と考えられる。また、圧密沈下によるせん断ひずみの減少は1%以下であった。履歴を多く受け、体積ひずみが発生しても地盤のせん断ひずみ量はかわらない可能性がある。

また、地震動履歴を受けた粘性土は見かけ上圧密降伏応力が大きくなるのがわかる。これは地震動により圧密沈下することによって間隙比が減少したためである。自然地盤の圧密降伏応力が必ずしも過去に受けた最大の有効上載圧を示すとは限らないことがわかる。

4. 終わりに

粘性土地盤の最大加速度、沈下量は地震履歴の種類によるが、間隙比の影響を強く受けることがわかった。また、最大せん断ひずみ量と間隙比の関係は大きくなかった。今後は自然圧密粘土とせん断による圧密沈下した粘土の構造や地震応答の違いを検討する予定である。また、自然粘土地盤のセメンテーションが地震応答に与える影響についても検討する必要がある。尚、PI10の圧密試験結果の間隙比が小さすぎるため、再実験を行なっているところである。

参考文献 1) 風間基樹, 鈴木崇弘, 柳澤栄司: 地盤に入力された累積損失エネルギーの評価法と液状化予測への適用, 土木学会論文集, No. 631/III-48, pp.161-177, 1999.