

Ⅲ－33

1995年兵庫県南部地震における神戸ポートアイランド  
沖積粘土層の動的変形挙動の再現

東北大学○学生員 山口 晶  
東北大学 正会員 柳沢 栄司  
東北大学 正会員 風間 基樹

1. はじめに

1995年1月17日兵庫県南部地震が発生した。この地震において、埋立て人工島である神戸ポートアイランド（神戸PI）では、大規模な液状化被害が発生した。また、この地震において神戸PIでは鉛直アレーによる強震データが取得された。神戸PIにおける地震動の検討をする上ではまさ土層の液状化を含む挙動と同時に、その下層に位置する沖積粘土層及び洪積粘土層の変形挙動を知ることも重要である。本研究では沖積粘土層に着目しNGI型単純せん断試験による神戸PI沖積粘土層の兵庫県南部地震の際の変形挙動の再現を試みたのでここに報告する。

2. 実験方法

図-1は神戸PIの地盤構成を示しているが、ここで対象とする地盤は、第2番目と第3番目の地震計にはさまれた沖積粘土である。試料は六甲アイランドでシンウォールサンプリングによりGL-23m～-26.80m地点から採取された沖積粘土の不攪乱試料である。この試料の層は神戸PIの沖積粘土層と続いているものであり、その成因はほぼ等しいと考えられる。物理特性は表-1に示した。圧密試験からは圧密降伏応力 $0.6\text{kg}/\text{cm}^2$ を得ており、圧密が十分進んでいない粘土である。NGI型単純せん断試験に入力した波形は、文献1)2)に従って-20m地点の鉛直アレー観測記録から求めた本震の時刻歴

表-1試料の物理特性

単位体積重量	1.482kg/cm <sup>2</sup>
含水比	95.35%
飽和度	100.5%
先行圧密荷重	0.6kg/cm <sup>2</sup>

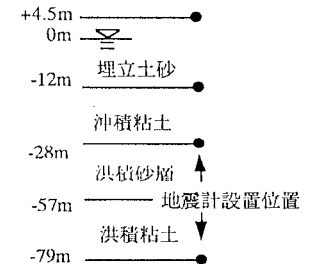


図-1 神戸PI地層構成

である。この応力時刻歴は実際の載荷速度、実際の応力比で入力した。神戸PIの-20m地点の鉛直応力は各層の単位体積重量から $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$ と決定した。圧密容器で予圧密した後、セル内で所定の拘束圧をかけ非排水繰り返しせん断試験を行った。供試体の大きさは直径7cm、高さ3cmである。

3. 実験結果

本研究の目的は神戸PI地盤の兵庫県南部地震における動的変形挙動を鉛直アレーによるものと繰り返し動的単純せん断試験によるものと比較することにある。図-2は鉛直アレーと単純せん断試験の結果を比較したものである。最大ひずみ前は両者の差が2倍以下であるのに対して最大ひずみの値は3～4倍単純せん断試験によるひずみの方が大きいことがわかる。また、単純せん断試験による残留ひずみは0.3%となった。この値を沖積粘土層全体の水平残留変位に換算すると4.8cmとなる。間隙水圧の上昇は、繰り返しせん断中は初期有効応力との比にして5%を越えず、大きいものではない。（ただし繰り返しせん断後3時間において間隙水圧を測定したところ20%まで上昇した。）同図右側の応力-ひずみ関係をみると単純せん断試験の剛性は鉛直アレーデータからの剛性より小さいことがわかる。次に、応力-ひずみループの時間変化を示したのが図-3である。4秒付近から剛性は半分くらいに低下している。また、図-5は各ループからせん断剛性を計算したものである。求め方は図-4に示すようにループを長方形で囲み頂点から頂点へひいた線の傾きと定義した。時間は各時間の中間をとった。剛性の変化のパターンは非常に良い類似性がみられる。沖積粘土も地震時に剛性が半分程度になるような非線形挙動をしたといえる。なお、間隙水圧の影響の比較のために排水条件で同様の実験を行ったところ、非排水条件で行った実験結果と大差はなかった。

4. あとがき

NGI型単純せん断試験による神戸PIの沖積粘土層の変形挙動の再現を試みた最大ひずみにかんしては両者に大きな違いが認められた。今後は、せん断応力比の違い、載荷速度の違い、鉛直応力の違い等実験条件変えて、試験機の特性を考慮しつつさらに検討する予定である。

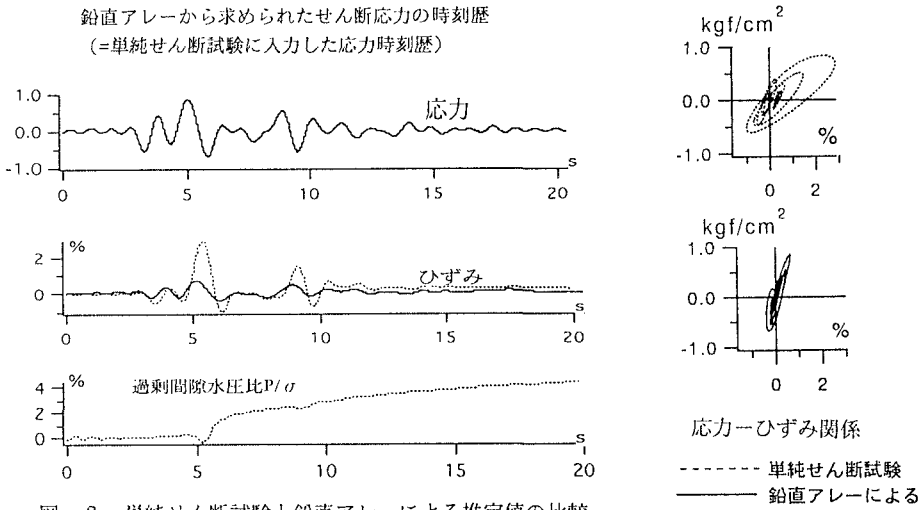


図-2 単純せん断試験と鉛直アレーによる推定値の比較

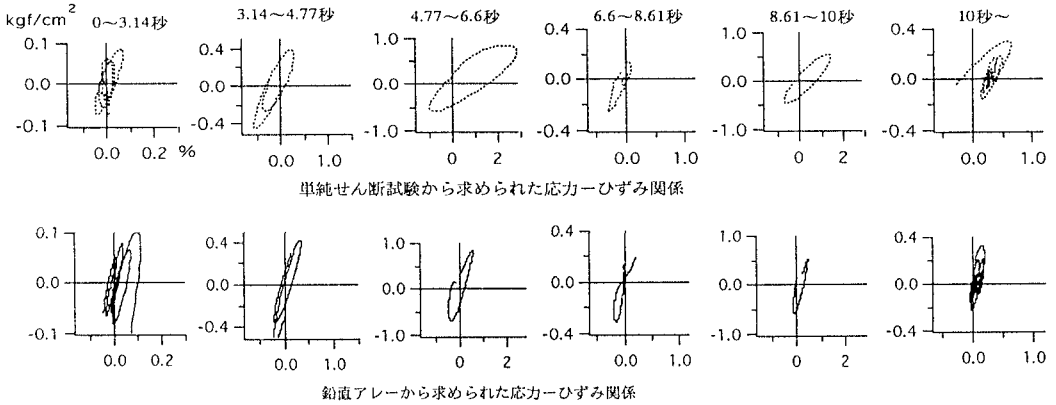


図-3 単純せん断試験及び鉛直アレーから求めたせん断剛性の時間変化

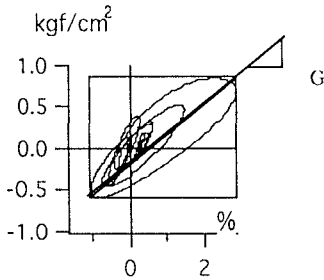


図-4 剛性の計算法

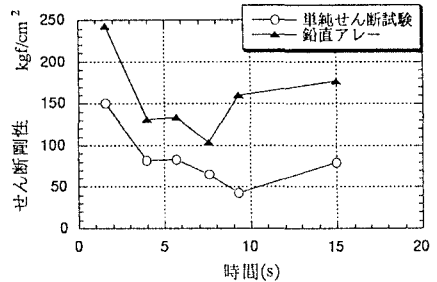


図-5 せん断剛性の比較

参考文献 1) 風間基樹・豊田浩史・東畑郁生・柳沢栄司：遠心振動実験から求めた地盤の動的変形特性と増幅特性 土木学会論文集Ⅲ部門、1996.3 2) 風間基樹・柳沢栄司・稲富隆昌・菅野高弘・稲垣紘史：アレー観測記録から推定した神戸ポートアイランドの地盤の応力-ひずみ関係、土木学会論文集Ⅲ部門、投稿中 3) 土質工学会編 土質試験の方法と解説