

Ⅲ-A78

兵庫県南部地震の地震動波形を受ける密な砂の再液状化特性

東京理科大学大学院

学生会員 夏井裕崇

秋葉孝公 洲崎美咲

基礎地盤コンサルタンツ (株)

正会員 野中毅

東京理科大学

正会員 石原研而 塚本良道

1. まえがき

兵庫県南部地震では、比較的液状化しにくいと考えられていたまさ土埋め立て地盤の液状化が大規模に発生し、港湾施設に甚大な被害をもたらした。このことが契機となって、現在ではまさ土の非排水繰返し三軸試験が液状化判定を目的として幅広く行われている。また、繰返し試験から求められる繰返し強度比と実地盤が受ける不規則せん断応力波形の関係も調べられてきている¹⁾。しかし、阪神地方で再び兵庫県南部地震のような直下型地震が発生した場合、再液状化がどの程度発生するかということは未だ明確にはされていない。そこで本研究では兵庫県南部地震の際に観測された地震動の加速度時刻歴を用いて、三軸不規則波載荷試験を行い、その後再び同じ不規則波を載荷して波形の違いによる再液状化特性の検討を行った。

2. 供試体作成及び試験方法

供試体の寸法は直径 120mm、高さ 240mm であり、豊浦標準砂を用いて空中落下法により相対密度が 80% となるように作成した。炭酸ガスと脱気水を用いて供試体を飽和させ、B 値が 0.96 以上であることを確認した後、所定の拘束圧で等方圧密を行った。

図 1 に兵庫県南部地震の際に 3 カ所のサイトの地表面で観測された地震動の加速度時刻歴を示す。地表面加速度と最大せん断応力における、 $\tau_{max} = (\gamma Z/g) \alpha_{max}$ という関係から、不規則波載荷試験では加速度波形をせん断応力波形として用いた。ここで、 τ_{max} は最大せん断応力、 γ は地盤の単位体積重量、 Z は深度、 g は重力加速度、 α_{max} は地表面加速度である。不規則波載荷試験では最大せん断応力 τ_{max} を有効拘束圧 σ_v' で除したものをせん断応力比として定義し、所定の応力比になるように値を変え、時間スケールを 2 倍にして入力した。また、一回目の載荷が終了した後、初期の

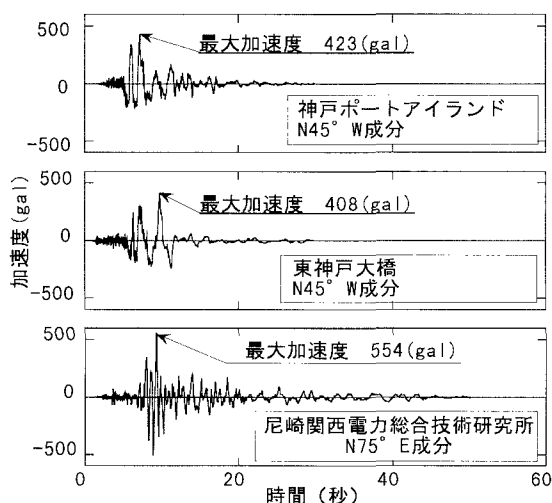


図 1 観測された加速度時刻歴

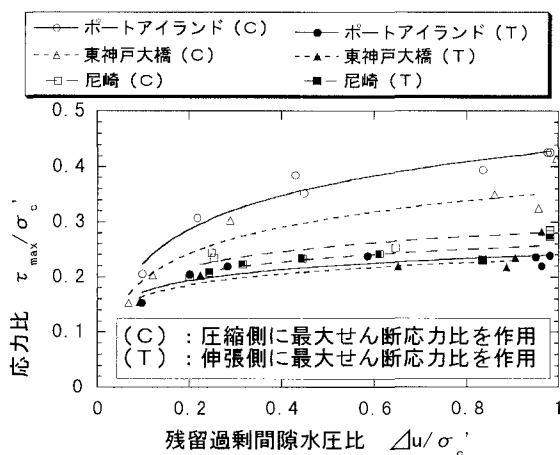


図 2 応力比と残留過剰間隙水圧比の関係

キーワード 三軸不規則波載荷試験 再液状化

〒278-8510 野田市山崎 2641 電話番号 0471-24-1501(内線 4056) FAX0471-23-9766

当方圧と同じ拘束圧で再圧密し、一回目と同じ波形を同じ大きさで載荷した。

3. 試験結果と考察

図2に一回目の載荷から得られた最大せん断応力比と残留過剰間隙水圧比の関係を示す。本試験は三軸試験であるため、各波とも伸張側に最大せん断応力を作用させた実験においては応力比が小さく似たようなカーブを描くが、圧縮側にあるものは応力比が大きく波形による液状化特性の違いが顕著に表れている。尼崎波の圧縮側と伸張側の結果にはほとんど差はないが、ポートアイランド波では圧縮側と伸張側で大きく異なっている。これは、尼崎波はほぼ軸対象なせん断波形であり、圧縮側・伸張側の応力状態に大きな差異がないためと考えられる。逆にポートアイランド波では片側に偏っており、応力状態に著しい差異があったためと考えられる。これらの結果をまとめるために、一回目の載荷を行った結果から各波形について残留過剰間隙水圧比が1となる応力比を圧縮側・伸張側の平均値をとることにより求めた。表1にそれらの値を示す。

図3にそれぞれの波形について再載荷試験を行った結果を示す。過剰間隙水圧があまり発生しない応力比の小さなケースでは過剰間隙水圧が一回目の載荷に比べて低くおさえられていることがわかる。これは、間隙水が一回目の載荷によって上昇した過剰間隙水圧の分だけ再圧密時に排水されたため、より締まった状態になったからであると考えられる。また、完全に液状化に至ったとみられる応力比の大きいケースでは再載荷の場合にも一回目の載荷とほぼ等しい過剰間隙水圧が発生し、再び液状化に至っていることがわかる。これは一回目の液状化に伴って低拘束圧で大ひずみが発生し、土粒子が大きく攪拌されてサンプル作成時と同じ状態で再圧密時に沈殿するという過程を経るためであると考えられる。

4. まとめ

Dr=80%の豊浦標準砂に対して、兵庫県南部地震で観測されたせん断波形を用いた不規則波載荷試験を行い、その後再載荷を行った。本試験により、波形によるせん断応力比の差は認められるが、過剰間隙水圧がわずかに発生するような応力比の小さなせん断波形を受けると地盤は締固まること、完全に液状化に至った地盤はもう一度同じ大きさのせん断波形を受けると再び液状化に至ることが確認された。

<参考文献> (1)H.Nagase, K.Ishihara; "Effects of load irregularity on the cyclic behaviour of sand". Soil Dynamics and Earthquake Eng. 1987,

Vol6, No.4 pp.239-249 (2)安田進; "液状化の評価から対策工まで", 鹿島出版会 (1995)

表1 残留過剰間隙水圧比が1となる応力比の平均値

	(C)	(T)	τ_{max}/σ'_c
ポートアイランド	0.428	0.239	0.334
東神戸大橋	0.354	0.231	0.297
尼崎	0.282	0.258	0.270

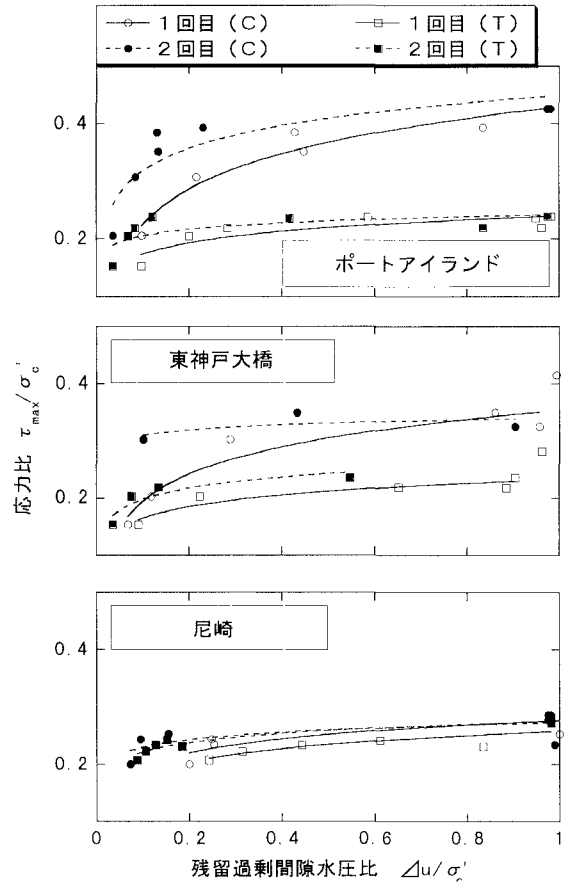


図3 1回目載荷と2回目載荷における応力比と残留過剰間隙水圧比との関係