飽和度及び密度の違いが砂質土の残留変形強度特性に及ぼす影響

東京理科ス	大学大学院	学生会員	中村	昌司	東京理科大学	正会員	石原	研而
東北電力(株)	(元東京理科	 大学大学院)	菅野	,剛	東京理科大学	正会員	塚本	良道
ケミカルグラウ	ト(株) (元勇	東京理科大学)	大均	冢 寛	基礎地盤コンサルタンツ(株)	正会員	中澤	博志

1.はじめに

1995年の兵庫県南部地震を契機に、設計指針に用いられる地震力は大きくなる傾向にある。これにより、さらな る経済的、合理的な設計が求められるようになり、より正確な原地盤での動的性質の評価が必要とされている。そ の中で近年、斜面の地震時安定性を評価する方法として、従来のすべり破壊に対する安全率によって評価する方法 から残留変形又は残留変位によって評価する方法へと代わりつつある。そこで本研究では、不飽和状態にあり自重 により初期せん断応力を受ける傾斜盛土内の土要素を想定し、異方圧密非排水不規則波載荷三軸試験を行い、飽和 度及び密度の違いが砂質土の残留変形強度特性に及ぼす影響を把握することを目的とした。

2.実験概要

実験には、神奈川県横浜市扇島の地下LNG タンクの盛土材料であ る扇島砂を試料として用いた。図-1 に物性値と粒径加積曲線を示 す。また図-2 に扇島砂の締固め曲線を示す。なお地盤工学会で規 定された試験方法による締固め曲線(Ec=548.8kJ/m³)と、実際に供 試体作製に用いるモールドを用いて締固めエネルギーを小さくし て得られる締固め曲線(Ec=17.8kJ/m³)を併記している。本研究では 後者の締固め曲線を採用し、異方圧密後の間隙比が e=0.750 で飽和 度が Sr=50%,75%,100%となる 3 ケース、また異方圧密後の間隙比が e=0.630 で飽和度が Sr=75% となる 1 ケース、計4 ケースの実験を 行った。実験の流れは、【 所定の間隙比と飽和度になるよう湿潤 締固め法により直径 120mm、高さ 240mm の円柱供試体を作製する。

供試体に拘束圧 98kPa を与え等方圧密を行う。 斜面傾斜 10° を想定し、Kc=0.7(Kc= 3/1)に相当する初期せん断応力 42kPa を軸方向に与え異方圧密を行う。 不規則波を用いた動的荷重の載 荷を非排水状態で行う。 供試体から過剰間隙水の排水をし、再圧 密を行う。】の順である。

動的荷重の載荷で用いた不規則波形は、2001 年芸予地震により 観測された呉地震波形を使用した。実験を行う際には地震動波形の 大きさを変えて実験を行った。ここで、不規則波形の大きさを表現 するのに、不規則波中の最大せん断応力を有効拘束圧で正規化した 応力比を使用した。つまり、この応力比を変化させた実験シリーズ を行った。また不規則波中の最大せん断応力が供試体の圧縮方向に 作用するのと伸張方向に作用するのとでは供試体の挙動が異なっ てくるため、不規則波形の正負を反転させることにより、圧縮載荷 と伸張載荷の双方の実験を行った。またデータの整理には、この圧 縮載荷と伸張載荷の結果の平均を取ることとした。



図-1 試料物性値と粒径加積曲線



キーワード 不飽和土、異方圧密、三軸試験、残留強度特性、残留変形特性 連絡先 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 理工学部 土木工学科 土質研究室 TEL04-7124-1501

3.実験結果及び考察

3-1 飽和度及び密度の違いが砂質土の残留強度特性に及ぼす影響

拘束圧を 。'=98kPaとし、異方圧密終了時に得られる初期鉛直軸方向応 力と残留軸ひずみをそれぞれ _{s、 re}'とし、非排水不規則波動載荷時お よび終了時における最大軸方向応力と残留軸ひずみをそれぞれ。 re と し、(_______、+____)/ ____、'を動的せん断強度比と定義し、図-3に(_____+___)/ 。'と re'+ reの関係を示す。この図では、飽和度と密度を変化させた 4 種類のデータを掲載しているが、いずれも同様な傾向を示し、飽和度の低 下または密度の増加により強度が上昇していることがわかる。図-4に図-3 に示したデータについて、 re=5%時の動的応力を Sr=100%で e=0.750 の 供試体の動的応力で正規化した値を、飽和度に対してプロットした図を示 す。ここで、同一飽和度(75%)で密度が増加するときよりも、同一密度 (e=0.750)で飽和度が低下するときの方が、強度増加率は、より大きくなる ことがわかる。

3-2 飽和度及び密度の違いが砂質土の残留変形特性に及ぼす影響

まず、載荷中に生じる体積ひずみ、について述べる。図-5に、全実験ケ ースにおける最大せん断ひずみ max と非排水不規則波動載荷中に生じる体 積ひずみ、の関係を示す。これは、不飽和供試体のため、非排水載荷中に も体積変化が生じるためである。間隙比が一定のとき、飽和度が低いほど 体積ひずみが大きく生じる傾向となった。これは、空気の圧縮性が非常に 高いためであると考えられる。飽和度が一定のとき、間隙比の違いが体積 ひずみの発生過程に与える影響は認められるものの、最終的な体積ひずみ の発生量への影響は、顕著には見られなかった。図-6に、 max と非排水不 規則波動載荷中に生じる体積ひずみ、と非排水不規則波動載荷後に供試 体からの排水により生じる体積ひずみの和である総残留体積ひずみ "の 関係を示す。ここで、同一密度(e=0.750)の3ケースの残留体積ひずみ が一定値に収束していることから、残留体積ひずみ 、は密度にのみ依存し 1 飽和度の影響が小さいことがわかる。また Sr=75% で e=0.630 の実験ケース と他の3ケースとを比べると、残留体積ひずみ いは前者のほうが、密度の 違いの影響により小さくなることがわかる。

4.まとめ

同一飽和度で密度が増加するときよりも、同一密度で飽和度が低下する ときのほうが、動的強度の増加が大きい。



____ (%) Maximum Shear Strain 図-6 最大せん断ひずみと残留体積ひずみの関係

0

非排水不規則波動載荷中に生じる不飽和供試体の体積ひずみ、は、飽和度が低いほど大きくなる傾向にある。非 排水不規則波動載荷中と載荷後の供試体からの排水にともなう体積ひずみを足し合わせた総残留体積ひずみ 🔐 は、同一密度であると飽和度の変化によらず、一定値に収束した。また、飽和度が一定で密度が増加すると、残 留体積ひずみ ,,は小さくなることが確認できた。

【謝辞】本研究の遂行にあたり、東京ガス後藤貞雄氏・中野正文氏の協力を得たので、謝意を表します。

【参考文献】

1) 菅野・石原・塚本・中澤(2002)「地震動不規則波を受ける異方圧密土の残留変形強度特性」,第37回地盤工学研究会発表会, pp555-556. 2)J.L.H.Grozic, P.K.Robertson, and N.R.Morgenstern(2000)" Cyclic liquefaction of loose gassy sand", Canadian Geotechnical Journal, Vol..37, pp.847-856. 3)田中・吉見・時松(1987)「飽和度が砂の繰返しせん断強度に与える影響」,第22回土質工学研究発表会, pp.569-570.

-164-