過剰間隙水圧が残留する砂質地盤の強度に関する検討

九州大学大学院工学研究院	正会員 善功企
関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所	諸星 一信、小濱 英司、小島 晃、所 雅弘
(財)沿岸技術研究センター	三井 道雅、井上 慎二
復建調査設計株式会社	正会員 藤井 照久、山田 和弘、〇木村 康隆

1. はじめに

東京国際空港では、大規模地震に備え、対象施設の基礎地盤に対する液状化対策を実施している。当該地区 の液状化対象層は、低塑性な細粒分を多く含むため、地震発生後しばらくの間、過剰間隙水圧が残留すること が地震後の水圧消散解析より予想された。そこで本報告では、過剰間隙水圧が残留する砂質土の強度を静的非 排水三軸試験により求めるとともに、同試験結果を用いて、地震発生後に航空機荷重が載荷された状態のすべ り安定検討を実施した結果について、報告するものである。

2. 試験方法

静的非排水三軸試験は、対象土が受けている土被り 圧相当を供試体に等方圧密させた後、非排水状態にて 繰返し載荷を与え、供試体内に過剰間隙水圧を発生さ せた。所定の過剰間隙水圧比に到達した後、非排水状 態にて静的に荷重を加え(CU)、せん断強度を求めた。

試験ケースは、東京国際空港の液状化対象層の地盤 特性の代表値として表-1のように設定した。なおケー スA(緩詰め)は非改良部、ケースB(密詰め)は改 良部を想定したものである。

3. 試験試料および供試体作成方法

試験に供する試料は、東京国際空港内の液状化対象 層で採取した試料(撹乱試料)を用いた。なお供試体 は、粒度調整後に湿潤状態(最適含水比程度)にて突 固め法により作成した。

4. 試験結果

試験結果として、全応力表示によるモールの応力円 を図-1 にそれぞれ示す。せん断強度 τ に着目すると、 緩詰めのケースに対し、密詰めのケースの方が高い強 度を有しており、細粒分含有率の違いによる強度の差 異は明瞭には見られなかった。なお ϕ_{cu} については、 各ケースにおいて、過剰間隙水圧比 Lu が高くなるに従 い ϕ_{cu} が低くなるといった相関が見られた。また粘着 力 c_{cu} については、過剰間隙水圧比に依らず、緩詰め のケースではほぼゼロ、密詰めのケースでは 30kN/m² 程度付加される結果であった。ここで、図-1 内の破壊 線は、表-2 に示すように ϕ_{cu} を過剰間隙水圧比 Lu の 関数として整理した結果である。

表-1 静的非排水三軸試験ケース

	相対 密度 Dr(%)	細粒分 含有率 Fc(%)	過剰間隙水圧比 Lu=⊿u/σc'
ケースA	60	20	0.0, 0.5, 1.0
(緩詰め)		40	0.0, 0.5, 1.0
ケースB	95	20	0.0, 0.5, 0.9
(密詰め) 05	40	0.0、0.5、0.9	

E密圧力:σc'=50,100,200kN/m²

Fc=20%

緩詰め

密詰め Fc=20%



キーワード 締固め工法,静的非排水三軸試験,せん断強度,航空機荷重,すべり安定検討 連絡先 〒101-0032 東京都千代田区岩本町3丁目8-15 復建調査設計株式会社 TEL03-5835-2631 また、静的非排水三軸試験より得られた応力--ひずみ曲線および有効応力経路を図-2に示す。同図より、緩 詰めのケースでは、せん断過程において負のダイレイタンシーが発生する傾向があるのに対し、密詰めのケー スではピーク強度に到達するまで正のダイレイタンシーが発生する傾向が得られた。また、緩詰めのケースで はLuが高くなるとせん断強度がほとんど期待できないのに対し、密詰めのケースでは、Luが高い状態でもせ ん断ひずみとともにせん断強度が増加する傾向にあることが分かる。



上述の静的非排水三軸試験結果を利用し、東京国際空港の地盤をモデルとしたすべり安定検討を実施した。 なお、すべり安定検討において、せん断応力発生時における過剰間隙水圧のモデル化が煩雑であるため、本検 討では全応力法により実施した。

検討断面は東京国際空港のC滑走路平行誘導路とし、同部の主要な液状化対象層(埋土層)の地盤特性より、 Fc=40%の静的非排水三軸試験結果を採用した。航空機荷重は115(kN/m²)[航空機 LA-0、舗装 1m の分散考慮]と 最小安全率 F S MIN = 1.336 した。また検討の対象時期は地震発生3日後とし、対象地震動は八戸波(基盤 円弧の中心 15.00 (m) 15.00 (m)

> 半径 R

水位上

抵抗モーメントMR

15.00 (m)

10586.1(kN+m)

最大加速度 485Gal) とした。



6. おわりに

本検討では、静的非排水三軸試験より、過剰間隙水圧が残留する砂質地盤の強度は過剰間隙水圧比との相関 がある事を確認した。また、東京国際空港の液状化対象層をモデルとし静的非排水三軸試験結果を利用したす べり安定検討の一例より、密な状態の地盤に過剰間隙水圧が残留していても安定性が保たれる結果が得られた。