

Ⅲ-237

締め固めた火山灰質粘性土の動的変形特性

日建設計中瀬土質研究所 正会員 ○ 片桐雅明 斎藤邦夫 角南進
片上典久 小川富美子

1. はじめに

重要な構造物を建設するために、火山灰質粘性土を用いた高盛土を含めた土地造成がしばしば行われる。この場合には、自重による圧密沈下や静的安定性の評価だけではなく、簡易方法による地震時の安定性の検討、さらに動的応答解析も行われている（例えば、新青森空港（工藤ら、1989））。周知のように、地盤の動的応答解析には土質材料の変形特性を用いる必要があるが、それはひずみレベルに依存する非線形の特徴を示す。そこで、本文では火山灰質粘性土による盛土の動的応答解析を念頭に置き、それに必要な不飽和状態の締め固めた火山灰質粘性土の変形係数および減衰係数を実験的に求めたので報告する。その際、完全飽和と見なせる供試体と比較し、変形係数に及ぼす供試体の飽和状態についても検討を行った。

2. 用いた試料および実験方法

用いた試料は、北関東に分布する関東ロームで、その物理的性質は表-1に示すとおりである。

三軸供試体（ $\phi \approx 50$, $L \approx 100$ ）は、4.75mmふるいを通した試料を、鉛直圧1.5kgf/cm²の下で一次元的に2時間圧縮した土塊から切り出した。これら切り出した供試体の間隙比は2.32～2.37の範囲内にあった。また別に行った圧密試験から、この予圧密試料の先行圧密応力は0.9kgf/cm²程度であることを確認している。

動的変形試験（ステージ試験）では、有効拘束圧2.0kgf/cm²の下で軸荷重を周波数0.05Hzのサイン波形で加えた。繰返し載荷は排水および非排水条件の下で1段階11波載荷させ、動的変形特性（等価ヤング率 E_{eq} ・履歴減衰係数 h ）は10波目について整理した。また軸変位はトップキャップに取り付けたターゲットをギャップセンサーを用いて検出した。不飽和供試体は、背圧を加えず、2時間圧密した後すぐに試験に供した。一方、飽和供試体では、2重負圧法を用い、さらに2.0kgf/cm²の背圧を加えた。これらの作業を行った供試体は、最終圧密段階前のB値が0.96以上を示した。

表-1 試料の物理的性質

ρ_s	W_n	$FC(<75\mu m)$	WL	WP	I_p
g/cm ³	%	%	%	%	
2.813	93.4	55.3	98.3	68.4	30

3. 静的非排水圧縮特性

図-1に圧密非排水三軸試験の応力ひずみ-関係を示す。軸ひずみは三軸セル外部に取り付けた変位計によって測定した軸変位を基に算出している。 q_{max} や応力-ひずみ関係の立ち上がり部分の違いなど、供試体の飽和状況に応じてせん断挙動が異なっていることが特徴的である。

4. 動的変形特性

排水および非排水条件下での飽和および不飽和供試体を示した等価ヤング率 E_{eq} と軸ひずみ ϵ_a との関係を図-2に示す。計算上の飽和度は、飽和供試体で99～101%、不飽和供試体で94～96%であった。

全ひずみ領域において、飽和供試体の関係が不飽和供試体のその上部に位置している。この理由は供試体内の空隙がつぶれ、同じ軸応力下でも供試体の圧縮量が増加するためと考えられる。また排水条件下と非排水条件下の結果を比較すると、両供試体とも非排水条件下の関係が上部に位置していることもわかる。こ

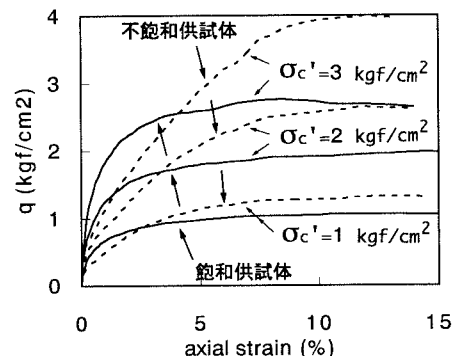


図-1 応力-ひずみ関係に及ぼす飽和度の影響

れも排水条件の方が非排水条件のものよりも変形しやすいと考えるとされる。龍岡ら(1995)は飽和した洪積粘土を用いた排水および非排水繰返し試験を行い、今回の締め固めた火山灰質粘性土の結果と矛盾しない結果を示している。

図-3に 初期等価ヤング率 E_{eq0} で正規化した各ひずみでの等価ヤング率、 E_{eq}/E_{eq0} と ε_a の関係を示す。同図には石原(1976)および龍岡ら(1984)が示した粘性土の関係も併せて描いてある。今回行った締め固めた火山灰質粘性土の関係は、東京湾粘土(龍岡ら, 1984)よりも小さく、石原(1976)が示した範囲内の下限値に近いところに位置した。

図-4に 履歴減衰係数 h と ε_a の関係を示す。同図にも石原(1976)および龍岡ら(1984)の関係も示す。締め固めた火山灰質粘性土の h は通常の粘性土のそれよりも2倍程度大きかった。また不飽和供試体の h は排水・非排水条件下でもほとんど変わらず、非排水条件下の飽和供試体の関係とはほぼ一致した。一方、排水条件下の飽和供試体の h は非排水状態でのそれよりも大きく、間隙水の出入りに伴う抵抗が h に大きく影響しているものと考えられる。このことから、不飽和供試体の h が排水・非排水条件下でも同程度の値を示すのは、非排水状態でも不飽和供試体内での間隙水の移動が排水条件下でのそれと同程度であったためと考察できる。

5. まとめ

締め固めた不飽和火山灰質粘性土の動的変形特性を明らかにするために、飽和供試体のそれおよび既存のデータと比較検討し、以下の知見を得た。

- ① 締め固めた火山灰粘性土の等価ヤング率は飽和粘性土のその下限に位置した。しかしながら、履歴減衰係数は飽和粘土のそれよりも大きい。
- ② 等価ヤング率および履歴減衰係数は飽和度と排水条件に依存する。

今後、飽和度や載荷速度などの実験条件と共に粘性土の塑性指数などにも着目して、火山灰質粘性土の変形特性について考察するつもりである。

[参考文献] (1) 工藤矩彰ら(1989): 4. 東北地方における代表的工事の概要 新青森空港の建設, 土と基礎, Vol. 37, No. 3, pp.75-79. (2) Tatsuoka et al.(1995): Deformation characteristics of soils and soft rocks under monotonic and cyclic loads and their relationships, Proc. of 3rd Int. Conf. on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics (to be published). (3) 石原研而(1976): 土質動力学の基礎, 鹿島出版会 pp.198-200. (4) 龍岡ら(1984): 土質せん断試験機的设计と製作, その6 応力・荷重の制御と測定3, 地質と調査 1984年1月号, pp.56-62.

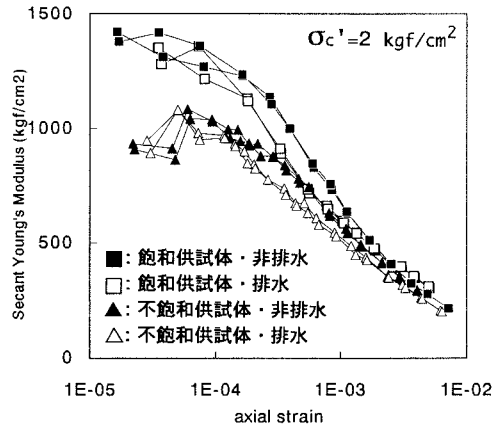


図-2 E_{eq} - ε_a 関係に及ぼす供試体・実験条件の影響

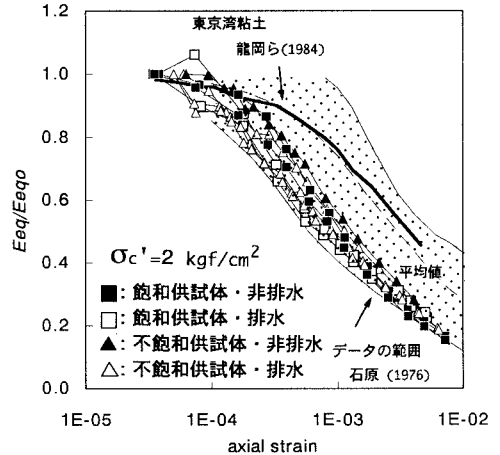


図-3 正規化した等価ヤング率のひずみ依存性

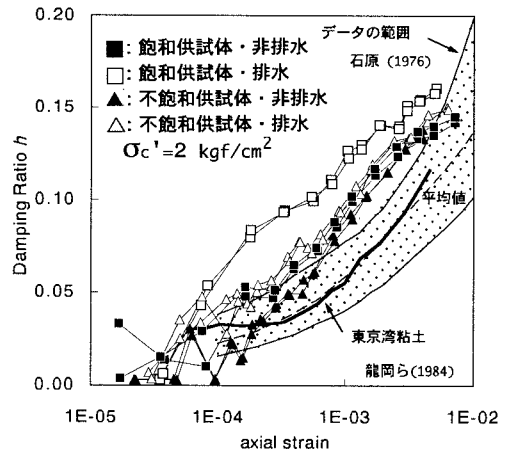


図-4 履歴減衰係数に及ぼす供試体・実験条件の影響