

高有機質土の非排水繰返し載荷試験と圧密沈下特性

中央大学理工学部土木工学科 正会員 石原 研而 正会員 國生 剛治
学生員 ○星野研一郎 学生員 堤 千花

1 はじめに

高有機質土とは枯死した植物があまり分解されないまま堆積し、その有機物が土の性質に大きな影響を持つ土である。高含水状態で間隙比の大きい高有機質土が地震動を受けると、その力学的性質は大きく変化すると考えられる。しかし高有機質土の動的性質に関する研究は一般的な土質材料に比べ研究例が非常に少なく、沈下や安定問題を解決するための合理的な方法が確立されていない。そこで我々は昨年から地震後の圧密沈下に着目¹⁾し、繰返し載荷の応力比とその後の圧密による体積ひずみとの関係について調べている。

2 試験試料の基本物性

試験に使用した試料は東京都大田区上池台の工事現場から採取した不攪乱試料である。採取深度は地下 3～4m であり、試料の基本物性によって ～ に分けた。各分類の物理・化学特性

表 1 試験試料の物理・化学特性

試料	物理特性					化学特性
	含水比 (%)	土粒子密度 (g/cm ³)	湿潤密度 (g/cm ³)	間隙比	強熱減量率 (%)	分解度 (%)
	242.5～550.8	2.08～2.17	0.98～1.16	4.86～11.75	36.0～40.8	88.1～94.4
	236.0～547.5	1.95～2.05	0.94～1.18	5.16～11.86	48.7～51.7	79.9～83.1
	436.5～504.5	1.76～1.88	0.99～1.07	8.06～9.44	52.6～55.4	51.1～64.2
高有機質土	80～1500	1.3～2.6	0.9～1.2	3～16	20～98	-
沖積粘土	50～80	2.65	1.2～1.8	0.9～3.5	-	-

を一般的な高有機質土、沖積粘土と共に表 1 に示す。ここで強熱減量率は有機物の量を表しており、分解度は有機物の腐植の進み具合を表している。

表 1 から、試料 ～ の物理・化学特性は高有機質土のなかでは一般的な値をとっているが、沖積粘土と比較すると高含水状態で間隙比も大きいことがわかる。また試料 ～ を比較すると、分解の進んでいない腐植物を多く含むものほど土粒子密度が小さく、含水比は大きくなっている。

3 試験方法

採取した不攪乱試料はワイヤーソウ、カッターを併用し、直径 5cm、高さ 10cm の円柱供試体に慎重に成形する。三軸試験機にセットした供試体に炭酸ガスと脱気水を通して B 値 0.95 以上を確認し、有効拘束圧 19.6kPa、背圧 294kPa で等方圧密する。有効拘束圧は圧密試験における圧密降伏応力より 26kPa 程度と考えられるが 19.6kPa とした。これは正規圧密領域まで拘束圧をあげると供試体が大きく変形してしまい試験結果に影響がでてしまうためである。次に地震を想定した様々な応力比の非排水繰返し載荷試験(応力制御・周波数 0.1Hz・繰返し回数 20 波)を行う。繰返し載荷試験の後排水状態にし、初期の拘束圧を変えずに供試体を等方圧密させ、その際生じた排水量から体積ひずみを求める。

4 結果と考察

図 1 に試料 、応力比 (以下 R) = 0.3、0.9 での繰返し載荷の時刻歴を一例として示した。繰返し載荷が加わることによって軸ひずみ、過剰間隙水圧は増加し、繰返し載荷終了後には過剰間隙水圧の残留がみられる。また R が大きくなると繰返し載荷の回数に伴い軸ひずみが成長していることや、過剰間隙水圧からサイクリックモビリティの発生などがわかる。図 2 に実験から得られた応力比 R と体積ひずみ ε_v の関係を示す。図中、各データは分類を記号別に、含水比を色別にして表している。図 2 より R が大きくなるにつれて発生する体積ひずみ (以下 ε_v) が右上がりのカーブを描き上昇していることがわかる。そのうち $R = 0.5$ 以下の範囲では分類による大きな違いはなく同様の傾向を示している。また $R = 0.1$ 以下での ε_v は 0.1% 程度しか発生しておらず、この程度の応力比では沈下被害はほとんど生じないものと考えられる。次に $R = 0.5$ 以上では結果にばらつきがあることがわかる。分類を考慮してグラフをみると同じ R のときに試料 のキーワード 高有機質土 三軸試験 応力比 体積ひずみ 両振幅最大軸ひずみ

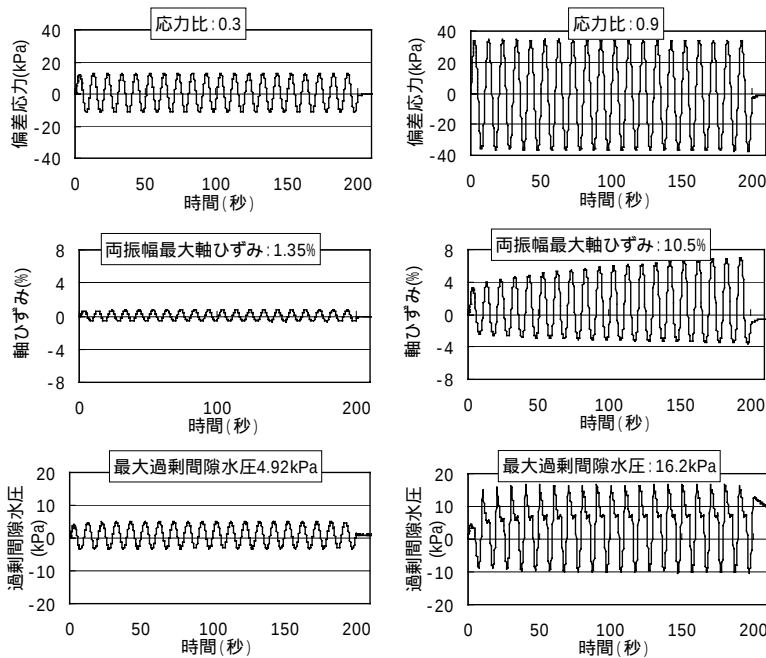


図1 非排水繰り返し載荷の時刻歴

ε_v が最も大きく以下、の順となっている。1つ例外はあるが発生する ε_v は最大で 4.5% 程度である。また、繰り返し載荷時に破壊した供試体も2つあったが、破壊の有無による ε_v の違いは現段階では見られないようである。

体積ひずみ ε_v は繰り返し載荷時の軸ひずみや過剰間隙水圧が原因で生じると考えられる。図3に過剰間隙水圧比(以下 $\Delta u / \sigma'_c$) と ε_v の関係を、図4に両振幅最大軸ひずみ(以下 DA) と ε_v の関係を示す。図3, 図4より、 $\Delta u / \sigma'_c$ 、DA が大きくなるに従って ε_v も大きくなっていることがわかる。しかし図3では $\Delta u / \sigma'_c$ が大きい範囲で ε_v がばらついていているという図2と同様の傾向を示している。従って、 ε_v は過剰間隙水圧の大きさのみで説明できないことがわかる。次に図4によると、DA の増加に伴い ε_v が大きくなり、4.5% 程度で収束している。またその傾向は全ての分類において同様であり、図中の近似曲線で代表できる。非排水試験の場合せん断ひずみは軸ひずみの1.5倍となる。従って ε_v は繰り返し載荷時の最大せん断ひずみの大きさによって決まるものと考えられる。これは繰り返し載荷時の試料の攪乱が、軸ひずみ振幅で表されることを示している。類似した傾向は砂など他の土質にも知られているが、今後 DA の大きな範囲におけるデータ数を増やし、高有機質土についてのこの傾向についてさらに検討していきたい。

5 まとめ

- ・ 高有機質土において、繰り返し載荷試験後に発生する体積ひずみは応力比が 0.1 程度ではほとんど発生せず、応力比の増大とともに大きくなることがわかった。
- ・ また体積ひずみの値は試験中にうける両振幅最大軸ひずみによってほぼ一義的に決まることがわかった。

謝辞 強熱減量率は北海道の基礎地盤コンサルタンツに測定を依頼しました。また、試料採取の際株式会社間組上池台作業所にご協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献 1) 石原研ら、高有機質土の地震時繰り返し載荷による沈下特性、第38回地盤工学研究発表会、pp.172-173, 2003

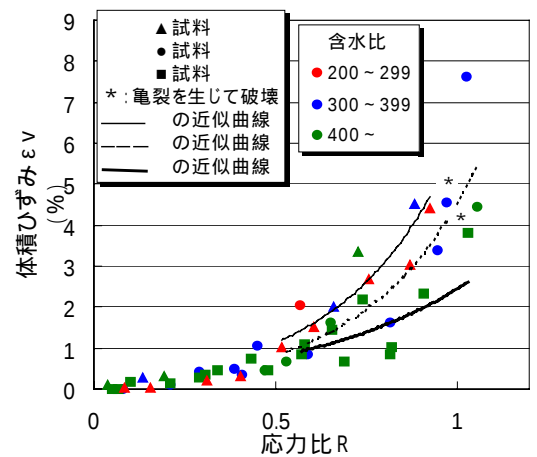


図2 応力比と体積ひずみの関係

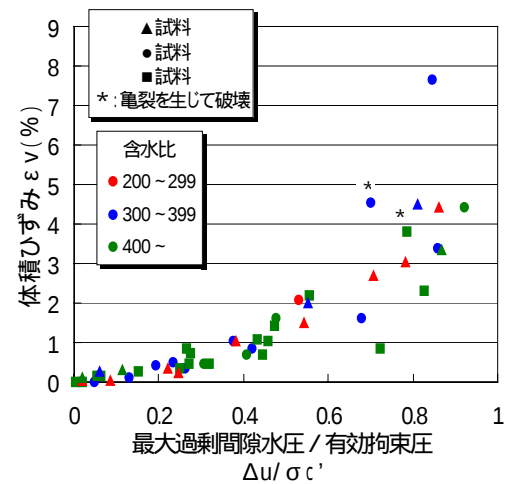


図3 過剰間隙水圧比と体積ひずみの関係

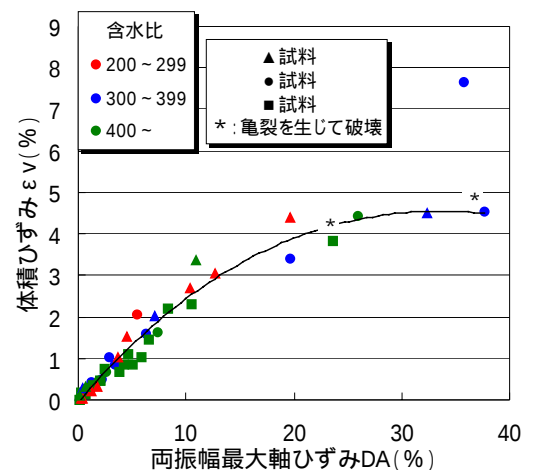


図4 両振幅最大軸ひずみと体積ひずみの関係