

Ⅲ-A91 非塑性シルトの液状化後の体積変化特性に及ぼす初期せん断応力の影響

茨城大学大学院 学生員 ○ 島袋 淳
 茨城大学工学部 正 員 安原一哉
 茨城大学工学部 正 員 村上 哲
 東亜建設工業（株） 川合弘之

1. まえがき

1995年に発生した兵庫県南部地震では、埋立地盤において液状化の被害が顕著にみられた。このような埋立地盤は、一般的に非塑性もしくは低塑性シルトなどの細粒分を含んだ砂質地盤であり、千葉県東方沖地震で液状化するまでは液状化は生じないといわれていた。これまで著者ら¹⁾が行ってきた研究によると、非塑性シルト質土は砂質土と同様に液状化しやすいことがわかっている。しかし、砂の液状化に比べると、液状化のメカニズムはまだ十分明らかにされていない。そこで本研究では、前報告^{1), 2), 3)}に引き続いて、とくに、液状化後の地盤沈下に関係する体積変化特性に及ぼす初期せん断応力の影響についての検討した結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 試料と供試体作成方法：用いた試料は通称DLクレーと呼ばれ、岩石を粉砕して生成したものであり、粒径分布からはシルトに属する。この試料を用いて、表-1に示す最適含水比のもとで締め固め供試体を作成した。このとき、供試体内の密度、含水比分布は均一になるように注意した。また、供試体密度は最大乾燥密度の86%、91%で、供試体寸法は直径5cm、高さ10cmとした。

2.2 繰返し三軸試験：前述した供試体を用いて、図-1に示す方法で等方及び異方圧密後、応力制御で非排水状態で繰返し載荷して液状化させる。その後、過剰間隙水圧を消散させ、ピュレット管より排水量を測定した。なお、繰返し載荷は、周波数0.1Hzとし繰返し回数20回もしくはピーク時の軸ひずみ(最大軸ひずみ)が10%以上生じるまで載荷した。

表-1 DLクレーの性質

密度 ρ (g/cm ³)	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	最適含水比 w_{opt} (%)	塑性 指数	備考
2.53	1.55	21.1	N.P	岩砕 粉末

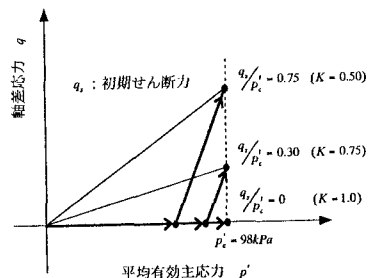


図-1 等方及び異方圧密方法

3. 実験結果

3.1 過剰間隙水圧と体積ひずみの関係：図-2は、繰返し載荷によって生じた過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma'_{3c}$ (σ'_{3c} :側圧)と液状化後の体積ひずみ ε_{vr} の関係を示したものである。この図は、繰返し載荷後の粘性土の体積ひずみは、過剰間隙水圧比と関係づけられる⁴⁾ということから同じ様に整理したものである。この図より過剰間隙水圧比が1.0に達する(液状化)までは初期せん断応力比によらず図中の式でユニークな曲線で表されていることがわかるが、液状化($\Delta u/\sigma'_{3c}=1.0$)後の体積ひずみは、1.5~4.5%と広がっており予測は困難であることがわかる。

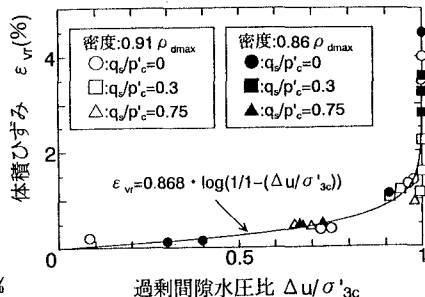


図-2 $\Delta u/\sigma'_{3c} \sim \varepsilon_{vr}$ 関係

キーワード 非塑性シルト 液状化 初期せん断応力 体積ひずみ

〒316 茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL 0294(38)5174 FAX 0294(35)8146

3.2 セン断ひずみと体積ひずみの関係：図-3はピーク時のせん断ひずみ γ_p (=最大軸ひずみ $\times 1.5$)と体積ひずみ ε_{vr} との関係を示したものである。この図より、初期せん断応力の増加に伴いピークせん断ひずみに伴う体積ひずみは低下していることがわかり、図中の各々の実線は式(1)で近似できる。

$$\varepsilon_{vr} = a |\gamma_p|^b \cdots (1)$$

ε_{vr} : 体積ひずみ γ_p : ピークせん断ひずみ

a, b: 試料における実験係数

ここで、(1)式のa, bは図-4のように関係づけられ、この図よりaは初期せん断応力に依存し、bは一定と考えることができる。よって、各初期せん断応力におけるaの近似式は図-4より式(2)のようになる。

$$a = 0.76 (1 - q_s/p'_c)^2 \cdots (2)$$

q_s : 初期せん断応力 p'_c : 平均有効主応力 (98kPa)

以上のことから式(3)が得られ、

$$\varepsilon_{vr} = 0.76 (1 - q_s/p'_c)^2 |\gamma_p|^{0.553} \cdots (3)$$

図-5に実験から得られた ε_{vr} と(3)式から得られた ε_{vr} とを比較したものを示す。この図より、実験値と計算値はほどよく一致しており、ピーク時のせん断ひずみをパラメータとして体積ひずみを(3)式から予測することが可能であることがわかる。

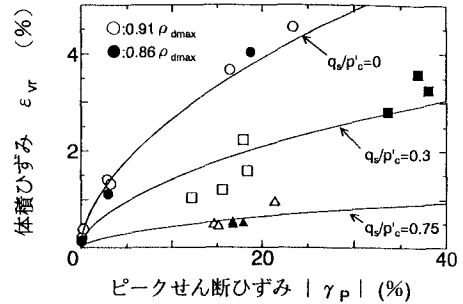


図-3 $\gamma_p \sim \varepsilon_{vr}$ 関係

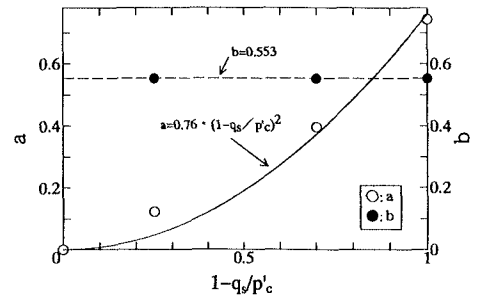


図-4 a, bの算定

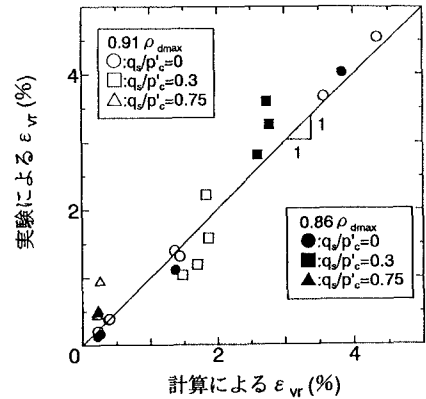


図-5 実験値と計算値の比較

4. まとめ

- (1) 非排水繰返し載荷後の非塑性シルトの体積ひずみは非液化化供試体の場合、初期せん断応力によらず過剰間隙水圧比によってユニークに規定される。
- (2) 一方、液化化供試体の場合、液化化後の体積ひずみは、ピーク時のせん断ひずみの関数で表される。そして、同じせん断ひずみに対する体積ひずみは初期せん断応力が大きくなるほど小さくなる。
- (3) 非塑性シルトの場合、提案した式(3)によりピーク時のせん断ひずみをパラメータとして体積ひずみを予測することが可能である。

参考文献

- 1) 安原ら(1995): 過圧密されたシルト質土の液化化とそれに伴う体積変化, 土木学会第50回年次学術講演会講演概要集, 第Ⅲ部(A), pp508-509.
- 2) 足立ら(1996): 非塑性シルト質土の液化化とそれに伴う体積変化特性, 土木学会論文集No. 535/Ⅲ-34, pp 145-154.
- 3) 島袋ら(1996): 非塑性シルトの繰返し強度に及ぼす初期せん断応力の影響, 土木学会第51回年次学術講演会講演概要集, 第Ⅲ部(A), pp188-189.
- 4) 安原ら(1991): 長期繰返し荷重を受ける乱さない粘土の挙動, 土木学会論文集No. 439/Ⅲ-17, pp9-16.