

静的繰返し三軸試験における飽和粘土の排水変形特性

広島大学 工学部 正会員 吉國 洋
 広島大学 工学部 正会員 森脇 武夫
 広島大学 大学院 学生員 ○西浦 正幸
 不動建設(株) 正会員 新川 直利

1. まえがき

地盤の変形や破壊を予測するためには、外力とそれによって生じる変形との応答関係を表した構成式が必要である。現在提案されている土の構成式の多くは、弾塑性理論に基づき、等方圧密された正規圧密粘土に対するもので、これらのモデルを異方圧密粘土に適用すると様々な問題が生じる。そこで、本研究ではより完全な土の構成式を構築するために、飽和粘土の変形特性を特に応力履歴の面から明らかにするために、応力比を一定に保って異方圧縮を行った後、応力比一定、または、平均有効応力および主応力差一定で所定の応力間で除荷、載荷を繰返し排水三軸試験を行った。

2. 試験方法

試験に用いた試料は広島粘土(沖積粘土)で 0.5 kgf/cm^2 (49 kPa)の鉛直圧密圧力を加えて約2週間一次元圧密を行ったものである。その物理的性質を表-1に示す。この試料を直径35mm、高さ80mmの円柱形に成形し、特殊三軸試験装置を用いて、排水状態で間隙水圧が十分消散できるようなゆっくりとした載荷速度で繰返し載荷試験を行った。応力経路は図-1に示す。

3. 試験結果及び考察

Case-1~4の応力比一定での繰返し載荷時の体積ひずみ v -平均有効応力 p の関係について述べる。各ケースとも繰返し載荷にともなってヒステリシスループを描きながら、体積ひずみが蓄積されているが、その中で傾向が顕著に現れているCase-1の体積ひずみ v -平均有効応力 p の関係を図-2に示す。この図から明らかにように繰返し回

表-1 広島粘土の物理的性質

液性限界 L.L.(%)	塑性限界 P.L.(%)	塑性指数 P.I.(%)	比重 Gs	三角座標による分類
116.5	45.4	71.1	2.623	シルト質粘土

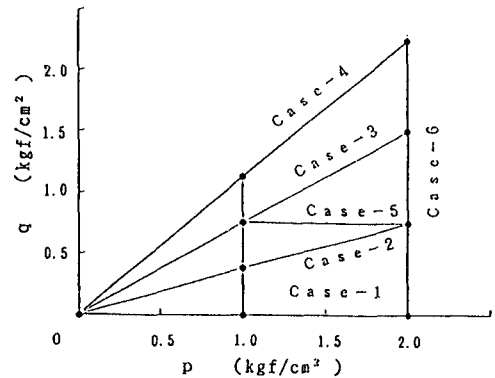


図-1 応力経路

数が増えるにしたがって、一回の除荷~再載荷過程で蓄積される体積ひずみの量が減少していくのが分かる。また、図は省略するが、体積ひずみの蓄積量を応力比の違いによって比較してみると、応力比が大きいほど体積ひずみの蓄積量も大きくなっている。これらのことは、上のような粒状体の体積ひずみの発生および蓄積という現象は、平均有効応力 p のみに起因しているだけでなく、主応力差にも影響されていることを物語っている。次に、応力比が一定の場合のせん断ひずみ γ -主応力差 q の関係について述べる。Case-1は主応力差が0なのでせん断ひずみは、ほとんど発生しない。そこでこのケースは別とすると、各ケースとも繰返し載荷にともなってヒステリシスループを描きながら、せん断ひずみが蓄積しているが、体積ひずみのように明確ではない。図-3にCase-4のせん断ひずみ γ -主応力差 q の関係を示す。せん断ひずみにおいても繰返し回数が増えるにしたがって、一回の繰返し載荷での蓄積量が減少していく傾向が読み取れ

る。図は省略するが、応力比の違いによる影響を見ると、応力比が小さいときの除荷過程では、せん断ひずみの一部は回復して減少するが、応力比が大きくなると除荷過程においてもせん断ひずみは回復せずに増加する傾向が見られる。

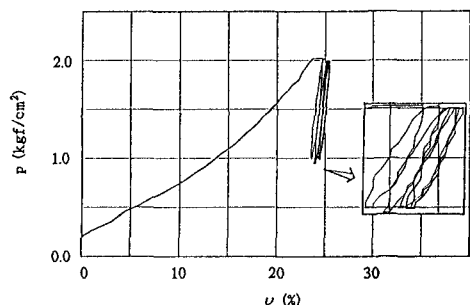


図-2 ν - p 関係 Case-1

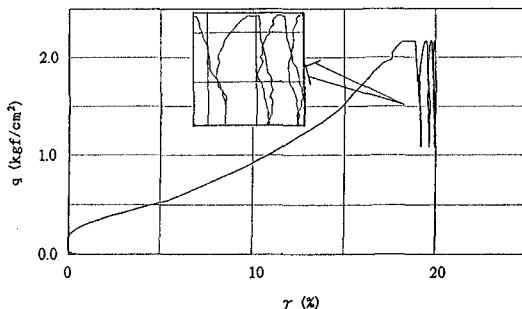


図-3 γ - q 関係 Case-4

次に、Case-5の主応力差 q が一定で平均有効応力 p が変化する場合について述べる。応力比 q/p －せん断ひずみ γ の関係を、図-4に示す。この図から、せん断ひずみは主応力差が一定でも応力比の変化とともに増減することが分かる。また、図は省略するが、この場合の体積ひずみ ν －平均有効応力 p の関係は、応力比が一定のケースと同様にヒステリシスループを描きながら体積ひずみが増加しているが、このケースでは、繰返しの載荷－除荷過程が進むにつれて体積ひずみの蓄積量が減少する様子が他のケースより顕著に現れている。

最後にCase-6の平均有効応力 p が一定で主応力差 q が変化する場合について述べる。図-5は応力比 q/p －体積ひずみ ν の関係を示したものであるが、この図より、繰返し載荷に伴う体積ひずみ、この場合はダイレイタンス量となるが、その蓄積はほとんど認められなかった。また、図は省略するが、この場合のせん断ひずみ γ －主応力差 q の関係については、繰返し載荷に伴うせん断ひずみの蓄積はほとんど認められない。このことと、前述のCase-5の結果を考え合わせると、応力比が変化する場合のせん断ひずみは主応力差よりもむしろ平均有効応力に大きく影響されることが分かった。

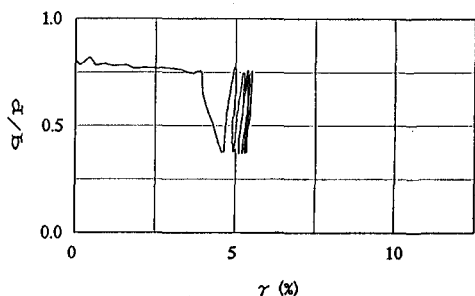


図-4 q/p - γ 関係 Case-5

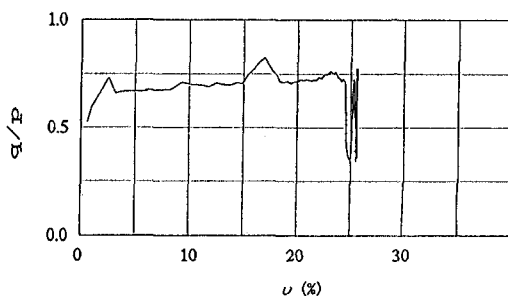


図-5 q/p - ν 関係 Case-6

4. まとめ

- 1) 繰返し載荷によってひずみが蓄積するが、その蓄積量は繰返しが進むにつれて減少する。
- 2) 応力比が一定の場合、応力比が大きくなると除荷過程においてもせん断ひずみは減少せずに増加する。
- 3) 応力比が変化する場合、繰返し載荷時のひずみの蓄積は、平均有効応力に強く依存する。
- 4) 以上のような繰返し載荷時の挙動は、降伏曲面内を等方弾性と仮定した従来の弾塑性モデルでは、説明できない。