

飽和粘性土の定ひずみ速度圧密試験における圧縮速度の影響

鳥取大学工学部（正） 清水正喜
村本建設株式会社（正）○森岡貴之

1. はじめに

定ひずみ速度圧密試験の結果から推定される試料の圧縮・圧密特性は、圧縮速度の影響を受けることが知られている。本研究では、東京湾で採取された粘土(東京湾泥)を繰り返し再圧密した粘土試料を用いて、圧縮速度を変えて定ひずみ速度圧密試験を行い、JIS の方法¹⁾で決定した試料の圧縮と圧密に関する性質に対する圧縮速度の影響について調べる。また、異なった試料を用いて行われた過去の研究による試験結果と比較し、試料の性質、特にコンシステンシー限界や粒度、およびそれらに関係すると思われる透水性の違いによって圧縮速度の影響がどのように変わるのかを調べる。

2. 試料および試験方法

試料は、東京湾泥を 425 μ mふるいで裏ごししたものを使用した(以後試料Ⅲと呼ぶ)。表-1 に試料の物理的性質を示す。含水比 160 %で十分練り返した後、大型一次元圧密容器で圧密圧力 39.2 kPa まで予圧密した。予圧密後、直径 6 cm、高さ 2 cm の円柱供試体に整形し、荷重増分比 1 で先行圧密圧力 p_0 (=78.5 kPa)まで段階的に載荷した後、9.8 kPa まで除荷した。その後、標準圧密試験または定ひずみ速度圧密試験を行った。定ひずみ速度圧密試験は、4 種類のひずみ速度 $r=0.003, 0.01, 0.3, 0.5$ %/min で行い、供試体上面軸荷重、底面軸荷重、底面間隙水圧、軸変位を測定した。ここでは、上面軸荷重を用いて結果を整理した。

過去の研究で用いられた試料を試料Ⅰ、試料Ⅱと呼ぶ。これらの試料は藤の森粘土とベントナイトの混合試料を今回と同様に予圧密したものである。試料の性質としてコンシステンシーと粒度に着目し、表-1 に示す。

表-1 試料の物理的性質

試料	密度 ρ_s (g/cm ³)	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_P (%)	塑性指数 I_P
I	2.68	106.3	32.9	73.4
Ⅱ	2.77	78.6	26.5	52.1
Ⅲ	2.77	115.0	46.1	68.9

3. 結果と考察

試料Ⅲの結果に基づいて、JIS の方法で決定した圧密係数 c_v に対する圧縮速度の影響について調べる。図-1 に圧密係数 c_v と平均圧密圧力 p_{av} の関係を示す。正規圧密領域において $r=0.01, 0.3, 0.5$ (%/min)のときはほぼ同じ値であり、速度の影響は見られない。最も遅い速度 $r=0.003$ %/min のときは、それより速度の大きい場合とは明らかに異なった傾向を示している。 c_v を求める場合、間隙水圧測定の精度は重要な要素である。 $r=0.003$ %/min のときは、間隙水圧 u_b の変化が微小であり u_b の測定精度の影響が大きくなったためであると考えた。 r が 0.01 %/min 以上になると u_b の変化量が大きくなり u_b の測定精度の影響が小さくなると考えられる。²⁾ 次に、試料の違いによる圧縮速度の影響の程度を比較・検討する。図-2 と図-3 に、3 つの試料に対して、圧縮速度 $r=0.01$ %/min と非常に速い速度 $r=0.5$ %/min で行われた定ひずみ速度圧密試験結果を比較する。

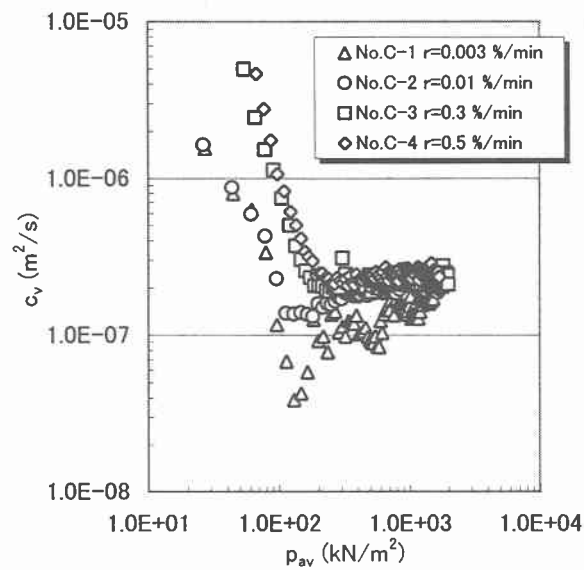


図-1 圧密係数 c_v と平均圧密圧力 p_{av} の関係

$r=0.01\ \%/min$ は、試料の塑性指数 I_P に基づいて JIS で推奨された速度である。

図-2 に 3 つの試料の体積圧縮係数 m_v と平均圧密圧力 p_{av} の関係を示す。まず試料Ⅰに着目すると、 $r=0.01\ \%/min$ と非常に速い速度 $r=0.5\ \%/min$ とでは、圧縮速度の影響が顕著に表れている。同様に試料Ⅱでは試料Ⅰほどではないにしても速度の影響が見て取れる。過去の研究では「高塑性の飽和粘土は低塑性の飽和粘土に比べ、圧縮速度の影響を受けやすい」と言われてきた。塑性指数 I_P は 3 つの試料で比較すると、試料Ⅰが最も大きく、次に試料Ⅲ、最も小さい値なのは試料Ⅱであるので、今回の東京湾泥で行った定ひずみ速度圧密試験結果にも速度の影響が顕著に現れるであろうと予測した。しかし、図-2 の試料Ⅲの結果を見てもわかるように、過圧密領域では過去の試験のように圧縮速度の影響を受けているが、正規圧密領域では圧縮速度の影響はほとんど見られなかった。

図-3 に圧密係数 c_v と平均圧密圧力 p_{av} の関係を示す。 c_v も m_v と同様に、正規圧密領域において圧縮速度の影響が最も顕著に見られるのは試料Ⅰで、次に試料Ⅱ、試料Ⅲは予想に反してほとんど速度の影響は見られなかった。

ここで、透水係数 k に着目してみた。図-4 の標準圧密試験における $k-p_{av}$ 関係において、3 つの試料を比較すると、 k が最も大きいのは試料Ⅲ、次に試料Ⅱ、最も小さな値であるのは試料Ⅰであった。これより k と圧縮速度の影響度の大小を考えると、 k が大きいほど圧縮速度の影響度は小さいといえる。これは、 k が大きければ圧縮速度が速くても試験中の間隙水圧 u_b の上昇が小さくなり、圧縮速度が遅いときの u_b の挙動と類似してくるためである。よって、圧縮速度の影響度は塑性指数 I_P だけではなく透水係数 k も大きく関係していると思われる。

4. 結論

- 1) 圧密係数 c_v は遅い速度のときに圧縮速度の影響が顕著に見られた。速度が遅いときは間隙水圧発生量が小さく、間隙水圧データの信頼性が低いためであると考察した。
- 2) 圧縮速度の影響度は塑性指数 I_P だけではなく透水係数 k の違いによっても異なる。

参考文献

- 1) 地盤工学会：土質試験の方法と解説、土の定ひずみ速度載荷による圧密試験方法、pp.389-414、2000。
- 2) 清水、今村：定ひずみ速度圧密試験における計測データの吟味方法、第 55 回土木学会年次学術講演会Ⅲ-A172、2000。

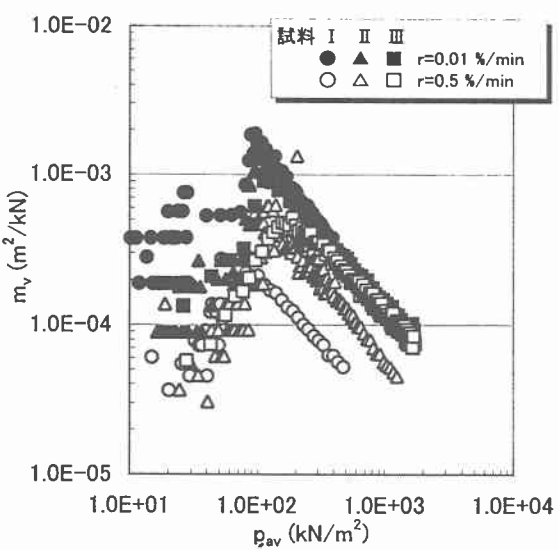


図-2 体積圧縮係数 m_v と平均圧密圧力 p_{av} の関係

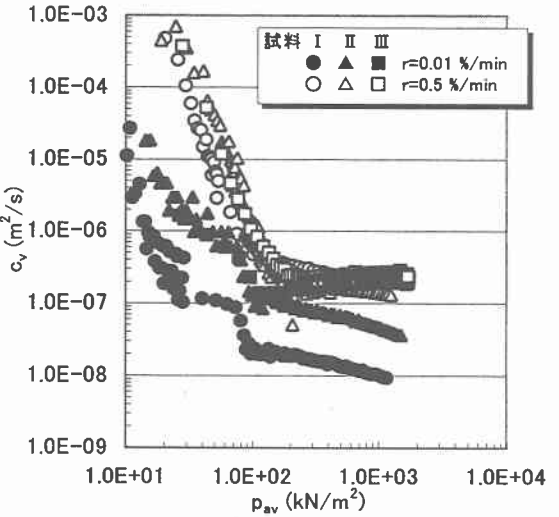


図-3 圧密係数 c_v と平均圧密圧力 p_{av} の関係

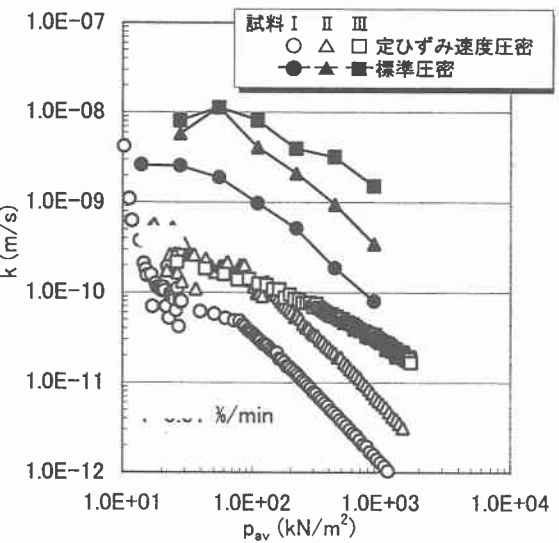


図-4 透水係数 k と平均圧密圧力 p_{av} の関係