

飽和粘性土の体積フリープと間げき圧係数Bについて

京都大学工学部 正会員 大西有三
 熊谷組 正会員 北 健二
 京都大学大学院 学生員 山中義之

1. まえがき

飽和粘性土と等方圧密した場合、一次圧密にひきつづいて体積フリープがあらわれるが、体積フリープが顕著になりはじめたところから、間げき圧係数 B が1にならない現象がみられた。本研究では、深草粘土の体積フリープが間げき圧係数 B に与える影響について実験を行ない、 B の低下の原因を明らかにする。

2. 実験試料、実験方法

実験に用いた試料は深草粘土（シルト質粘土ローム）であり、その物理特性は、 $G_s=271$ 、 $IL=45.5\%$ 、 $PL=22.4\%$ 、 $PI=23.1\%$ 、砂分12%、シルト分64%、粘土分24%である。

体積フリープのようすを調べるため、試料を三軸室内で長期間圧密し、排水量を計測した。また B の計測に際しては、非排水状態で周圧を増減し、間げき水圧の変化を計測した。

3. 実験結果

深草粘土の等方圧密排水量-時間曲線を図-1に示す。一次圧密終了後数百分で体積フリープが顕著になるようすが図-1からよみとれる。図-1に示される最終点以後の排水量については、排水系内に発生した気泡のため計測不可能となつたため、実験を中止した。体積フリープによる間げき比の変化は、 $\Delta e_c \approx 0.04$ であり、一次圧密による $\Delta e_p \approx 0.25$ の約 $\frac{1}{6}$ の値である。

さて、飽和土においては、間げき圧係数 B は1に等しいはずである。ところが、長期間の圧密後などに $B < 1$ となる現象がみられた。間げき圧係数 B に関する試験の結果をまとめると次のようになる。

(1) 有効圧密圧力 $0.5 \sim 3.0 \text{ kg/cm}^2$ ($B.P. = 1.0 \text{ kg/cm}^2$) で24時間圧密した後、周圧増分 $\Delta \sigma_3 > 0$ を与えると $B \approx 1$ であつた。

(2) $B.P. = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ を与えて24時間圧密した後、周圧を 0.5 kg/cm^2 減少させると $B \approx 0.7$ となつた。これは周圧の減少によつて間げき水中の空気が気泡となつてあらわれたためであると考えられる。 $B.P. = 2.0 \text{ kg/cm}^2$ を与えた場合や、せん断によつて間げき水圧が高くなつていゝ場合には $B \approx 1$ であつた。

(3) (1)と同じ条件で等方圧密を続けると、圧密期間が長くなり、排水量が増加するにしろ、 B は低下していきつた。

(4) $B \approx 1$ の場合、間げき水圧増分 Δu の計測値は数秒～1分以内で一定になるが、 $B < 1$ の場合には、 Δu が一定になるのに1時間以上かかる場合がある。

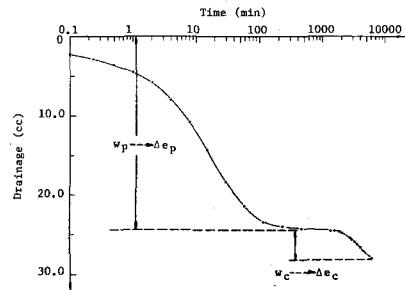


図-1 等方圧密排水量-時間曲線

(5) $B < 1$ の場合について、 $\Delta\sigma_3$ を与えて ΔU の計測値が安定したのち、 ΔU の計測値に等しいだけのバックプレッシャーを与えて排水ストップを開いたが、排水、吸水は起こらなかった。すなわち、 ΔU の計測に問題はないといえる。

上記(3)のようすを図-2に示すが、この図から圧密日数の増加につれて間げき比が減少し、 B が低下してゆくようすがわかる。

さて、間げき圧係数 B は、Skemptonによつて次式で表わされる¹⁾

$$B = \frac{1}{1 + n \frac{m_f}{m_v}}$$

ここで n : 間げき率、 m_f : 流体相の圧縮率 ($1/kq/cm^2$)、 m_v : 構造骨格の圧縮率 ($1/kq/cm^2$) である。飽和工においては、 $m_f = m_w$ (水の圧縮率) であり、 $m_f \ll m_v$ であることから $B \approx 1$ となる。試験結果から、 $m_v \approx 0.06$ (圧密初期) ~ 0.02 (圧密進行後) の値が得られ、また n

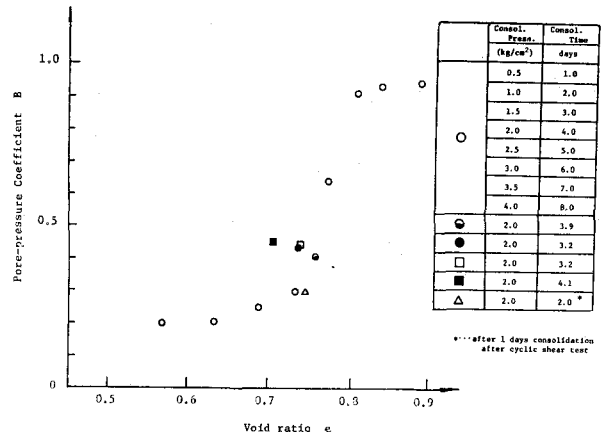


図-2 間げき比 e と B の関係

$= 0.38 \sim 0.50$ であつた。ここで、 $m_f = m_w = 4.9 \times 10^{-5}$ として計算すると $B = 1$ となり、 $B < 1$ になる原因については、直接計測していない m_f の値を m_w と等しいと考えるところに問題があると思われる。

ヘンリーの法則では、水中に溶解する空気の体積は圧力に無関係に水の体積に比例する。体積フリーアによる、間げき水の排出が起こり、その体積が減少すると、間げき水内に溶解していた空気が気泡となり、現われはじめる。この気泡はたとへば少量であっても m_f に大きい影響を与え、 m_v と同オーダーの値にまで増大させる原因となっていると考えられる。すなわち、間げき内は非圧縮性の水ではなく、空気と水の混合した圧縮性の流体で満たされている (不飽和化) と考えられる。飽和度が B に大きく影響を与えることは、Blackによつて詳しく述べられている²⁾

4. まとめ

粘性土を長期間等方圧密すると体積フリーアが顕著になり、間げき水の体積が減少して気泡が発生し、不飽和化をまねく。この際 $B < 1$ となり、非排水状態での周圧増分とそれによる間げき水圧増分との関係があまりいいものになる。 $B = 1$ を保つためには、試験の期間をできる限り短くすることが必要であるが、高いバックプレッシャーを与えることによつて長期間にわたつて高い飽和度を保つことができ、 $B \approx 1$ を保つことができる。

最後に、本研究を行なうにあたり御指導下さつた、京都大学工学部 赤井浩一教授に深く感謝します。

(参考文献) 1) Skempton, A.W.: "The pore-pressure coefficients A and B", *Geotechnique* 4, Vol. 4, pp. 143-147, 1954. 2) Black, D.K. & K.L. Lee: "Saturating laboratory samples by back pressure", *Jnl. of Soil Mech. & Fdns. Div., ASCE*, Vol. 99, No. SM-1, pp. 75-93, 1973