

Ⅲ-6 粘土の圧縮性に及ぼす先行応力の効果

京大防災研究所 正員 柴田 徹
京大大学院 正員 軽部 大蔵

粘土は、過去にうけた応力履歴によって異なった力学特性を示すことがある。例えば、ある条件のもとでは、強度と含水比の間に一義的な関係のあることはよく知られているが同じ含水比のもうでも先行応力の有無により、その強度に差が生じる場合がある。ここでは異方性圧密をうけたような粘土の圧縮性について報告する。

試料と試験法

試験-1では完全に練り返した粘土(含水比75.9%)を用いて次のような過程で試験した。すなわち、三軸試験の液圧 $\sigma_3 = 3.0 \text{ kg/cm}^2$ のもとに等方圧密→正規圧密状態で主応力差($\sigma_1 - \sigma_3$)をふえて異方性圧密→ σ_3 を4.5または 6.0 kg/cm^2 に増加して Q_c -test(同ゲキ水圧測定)。また比較のために、 $\sigma_3 = 3.0 \text{ kg/cm}^2$ で等方圧密→ σ_3 を増加して Q_c -test, も行なった。

試験-2では乱さない粘土試料を用いて等方圧密試料と異方性圧密試料の Q_c -testによる強度比較をしたが、この場合には異方性応力の載荷時間も1~5日の範囲で数種類に変化せしめた。

供試体はいずれも直径3.5 cm, 高さ6.0 cmの円柱形のもので、圧密には paper drain を併用し、 17°C の恒温室中で実施した。試験機は Norwegian Geotech. Inst. triaxial cell を使用した。

試験結果

試験-1: 上述の過程で試験したが、その結果の一部を応力面上に有効応力の軌跡として描くと図-1のようになる。すなわち $\sigma_3 = 3.0 \text{ kg/cm}^2$ で等方圧密した試料を◎印で示した状態で異方性圧密を行なったのち、 σ_3 を4.5, 6.0 kg/cm^2 (図中◎印)に増加して Q_c -testを実施した場合と、 $\sigma_1' = \sigma_2' = \sigma_3'$ 線上で圧密して Q_c -testを実施した場合の有効応力の推移を示したもので、この図には体積変化 $\Delta V/V_0$ (V_0 は初期の体積)の値と破壊包絡線も記入してある。この試験によって明らかになった事項は

i) Q_c -testによる有効応力の軌跡は、いずれも類似であるが、異方性圧密をうけた試料をさらに大きい σ_3 のもとで Q_c -

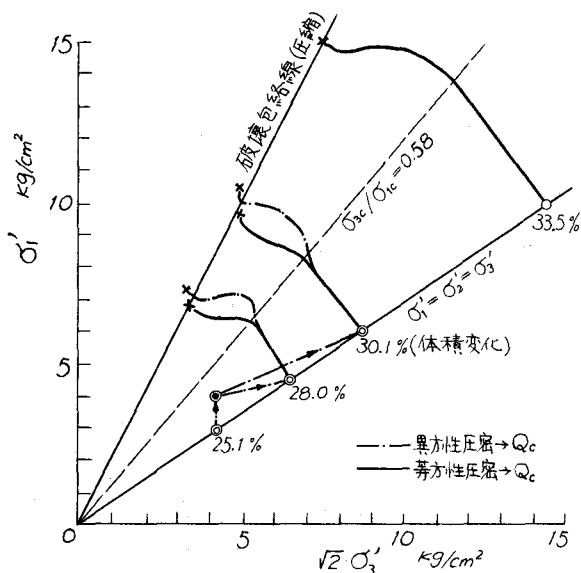


図-1

testするとその軌跡は異なった形をとって dilatancy の相異が現われ、同一含水量における圧縮強度は大きくなる（図-1の破壊包絡線より上にでる）。これは図-2の応力～ヒズミ曲線によっても明らかであり、異方性圧密をうけたもの（実線）はいずれも大きくでている。

ii) 異方性圧密をうけた試料を再び等方圧密すると、含水比（あるいは体積変化）は等方圧密のみの試料と同じ値になる（図-3）。

iii) この粘土では、図-1に示すように、圧密時の主応力比 σ_{3c}/σ_{1c} が 0.58 以上の範囲であれば、有効応力の軌跡が $\sigma'_1 = \sigma'_2 = \sigma'_3$ 線と直角な直線とみてよいので、この応力範囲では dilatancy はゼロであり、含水比（または体積変化）は平均主応力 $[(\sigma'_1 + \sigma'_2 + \sigma'_3)/3]$ に対して一義的にきまる。

試験-2：乱さない粘土試料を等方圧密したものと、上限降伏値よりも小さい主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3) = 0.25 \text{ kg/cm}^2$ を与えながら 1～5 日間異方性圧密したものの圧縮強度を比較すると図-4に示すようになる。すなわち含水比と強度（対数）の関係をみると、異方性圧密をうけた粘土の強度は、含水比が同じであっても、等方圧密粘土に比べて大きく現われている。これは粘土に上限降伏値よりも小さい一定応力のもとでクリープさせると、その強度が増加する現象と類似のものと思われる。

結 論

図-2, 4のデータが示すごとく、異方性圧密をうけた粘土の強度の推移は、載荷応力の大きさと、載荷時間によって変化するので、Taylor (1948) や Karafiath (1959) の方法では解決のつかない rheological な問題である。また図-1にみられる dilatancy の相異については三笠 (1956) や Henkel (1960) の成果を参考に考察を進めたい。

この研究は昭和36年度文部省科学試験研究費によるものの一部である。

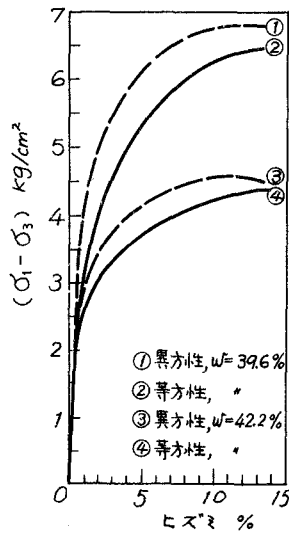


図-2

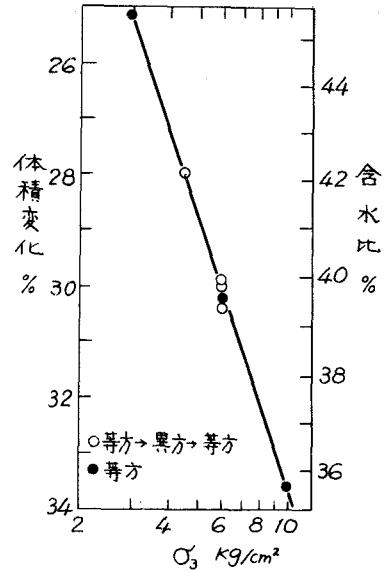


図-3

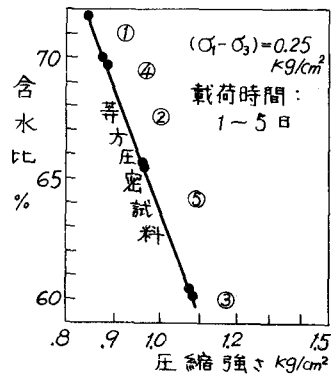


図-4