

III-162 混合土の圧密特性に関する一考察

九州大学 工学部 学○大嶺 聖 同 正 落合 英俊
同 正 林 重徳 同 正 梅崎 健夫

1. まえがき 著者らは、これまで粒径の異なる砂と粘土の混合土の圧密特性を、砂粒子と粘土粒子のそれぞれによって形成される構造骨格と間隙に着目して調べてきた。その結果、砂分含有率が小さいときの粘土粒子の構造骨格は、砂粒子が粘土中に浮いた状態にあると見なすことができ、そのとき圧密特性は粘土の性質に支配されることがわかった¹⁾。一方、シルト分を含む混合土については、シルト粒子の性質についても考慮する必要があると考えられる。本報告では、シルト分を含む砂、シルトおよび粘土の混合土においても、土粒子を物理特性によって砂および粘土の性質を有するものに大別して同様な考え方にに基づき、その圧密特性について検討した。

2. 試料および実験方法 試料は、 $420\mu\text{m}$ 以下の有明粘土($G_s=2.61$)と市販の硅砂($G_s=2.71$)を、次の三つのタイプに粒度調整したものである。①有明粘土と硅砂の混合試料で、粘土分($<5\mu\text{m}$)含有率を全乾燥重量比の75,60,45,30,15,8%に調整した試料、②有明粘土に含まれる粘土分を15%に調整した試料、③粘土分が15%となるように硅砂中のシルト分および砂分に有明粘土を混合した試料。試料の物理的特性を、表-1に示す。このうち5, 6, 8, 9の4つの試料は、非塑性である。また、表中の F_{10} は、後で述べる $10\mu\text{m}$ 以下の粒子の含有率である。供試体は、液性限界の約2倍程度の含水比で練り返した有明粘土に所定量の硅砂を混合して十分攪拌し、供試体作成用モールド内で一次元圧密(圧密圧力 0.5kgf/cm^2)させた試料を、所定の寸法(直径 6cm , 高さ 2cm)に切り出して作成した。実施した試験は、標準圧密試験である。

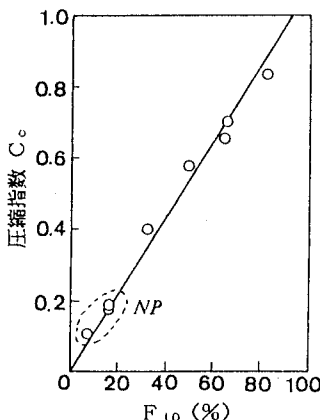
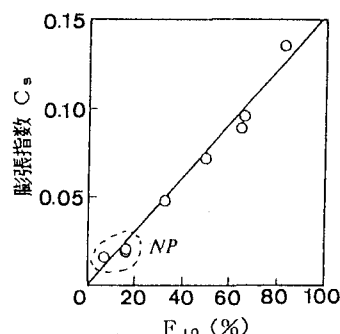
表-1 試料の物理的性質

試料名	粘土 (%)	シルト (%)	砂 (%)	F_{10} (%)	w_L (%)	w_p (%)	I_p
1 有明粘土	75	22	3	83	125.1	45.4	79.7
2	60	23	17	66	98.6	34.0	64.6
3	45	24	31	50	71.7	30.8	40.9
4	30	24	46	33	51.3	23.0	28.3
5	15	25	60	17	—	—	—
6	8	15	83	8	—	—	—
7	15	83	2	65	94.0	47.3	46.7
8	15	5	80	17	—	—	—
9	15	85	0	17	—	—	—

3. 実験結果と考察 本実験で使用した試料のシルト分($5\sim 74\mu\text{m}$)の中で、ある粒径以下のシルト粒子は、粘土粒子と同様の物理特性を有するものと考えられる。そこで、ある粒径以下の粒子含有率と塑性指数との間に線形関係が存在すると見なし、その相関関係を検討した結果、 $10\mu\text{m}$ 以下の含有率 F_{10} の場合、最も顕著な相関関係のあることが明らかとなった²⁾。以下、土粒子の粒径区分を $10\mu\text{m}$ で区分し、シルト分を含む混合土の圧密特性を F_{10} との関係で考察する。

図-1および図-2は、圧縮指数および膨張指数と F_{10} の関係を示したものである。圧縮指数、膨張指数は、いずれについても非塑性の場合を含めて、 F_{10} に比例して増加する。このように、 F_{10} は、混合土の圧密特性と密接な関係がある。

図-3は、正規圧密領域における平均間隙比 $\bar{e}$ と圧密係数 c_v の関係を示したものである。なお、試料5, 6, 8, 9は非塑性であるために、圧密沈下が短時間で終了し、圧密係数 c_v を精度よく求めることが困難であった。そのため、図には、これらの試料についてのデータは除いている。有明粘土に含まれる粘土分を調整

図-1 $C_c \sim F_{10}$ 関係図-2 $C_s \sim F_{10}$ 関係

した試料7は、 F_{10} が65%と大きい粘土分は15%と小さいため、 c_v は比較的大きな値を示すが、これを除くと、 c_v は、いずれの場合とも、間隙比の減少とともに大きくなる。

テルツァーの理論による c_v は m_v と k の関数であり、圧密速度は透水係数 k によって大きく影響を受ける。混合土の透水性は、砂粒子が粘土中に浮いた状態では粘土の性質によって支配されると仮定して、図-4に示すような間隙と $10\mu\text{m}$ 以下の粒子の部分に着目した透水係数 k_c を考える。 k_c は、試料の全断面面積で考えたときの透水係数 k よりも大きく、次式で求めることができる。

$$k_c = A / (A_v + A_{sc}) \times k \quad (1)$$

また、土の透水係数は、間隙によっても変わるので、 $10\mu\text{m}$ 以下の粒子の体積($=V_{sc}$)と間隙部分の体積($=V_v$)に着目したときの間隙比 $e_c (=V_v/V_{sc})$ と透水係数について考える。 e_c は、混合土全体としての間隙比 $e (=V_v/V_s)$ と F_{10} あるいは体積で考えた F_{10}' を用いて、次のように求められる。

$$e_c = [1 + (1/F_{10}' - 1) \cdot G_{sc}/G_{ss}] e = e / F_{10}' \quad (2)$$

上式中の G_{sc} および G_{ss} は、それぞれ混合土中の砂粒子および粘土粒子の比重であるが、ここでは、有明粘土および珪砂の値を用いた。

図-5は、平均間隙比 $\bar{e} (=V_v/V_s)$ と透水係数 $k (=c_v \cdot m_v \cdot \gamma_w)$ の関係を示したものである。いずれの F_{10} においても、 $\bar{e}$ と $\log_{10} k$ には、直線関係が認められるが、同一の k に対して、 $\bar{e}$ は F_{10} の大きなものほど大きな値を示す。一方、図-6は、図-5の $\bar{e}$ と k の関係を、 $\bar{e}_c (=V_v/V_{sc})$ と k_c の関係でまとめたものである。 $\bar{e}_c$ と $\log_{10} k_c$ の関係は、いずれの F_{10} においてもほぼ同一直線上にプロットされる。このように、粘土の性質の卓越する混合土の透水係数は、塑性指数と密接な関係のある土粒子(本研究で用いた試料の場合には、 $10\mu\text{m}$ 以下の粒子)の骨格構造と間隙に着目すれば統一的に表わされる。

図-5は、平均間隙比 $\bar{e} (=V_v/V_s)$ と透水係数 $k (=c_v \cdot m_v \cdot \gamma_w)$ の関係を示したものである。いずれの F_{10} においても、 $\bar{e}$ と $\log_{10} k$ には、直線関係が認められるが、同一の k に対して、 $\bar{e}$ は F_{10} の大きなものほど大きな値を示す。一方、図-6は、図-5の $\bar{e}$ と k の関係を、 $\bar{e}_c (=V_v/V_{sc})$ と k_c の関係でまとめたものである。 $\bar{e}_c$ と $\log_{10} k_c$ の関係は、いずれの F_{10} においてもほぼ同一直線上にプロットされる。このように、粘土の性質の卓越する混合土の透水係数は、塑性指数と密接な関係のある土粒子(本研究で用いた試料の場合には、 $10\mu\text{m}$ 以下の粒子)の骨格構造と間隙に着目すれば統一的に表わされる。

4. まとめ 以上のことから、混合土の圧縮指数、膨張指数および透水係数は、塑性指数と密接な関係のある土粒子を区分し、その骨格構造と間隙に着目することによって、統一的な取り扱いができる。

参考文献 1)大嶺, 落合, 林, 梅崎 (1988): "砂と粘土の混合土の圧縮特性に関する一考察" 九大工学集報 第61巻第6号 2)大嶺他 (1989): "混合土のせん断特性に及ぼす細粒分の影響" 第24回土質工学会研究発表会(投稿中)

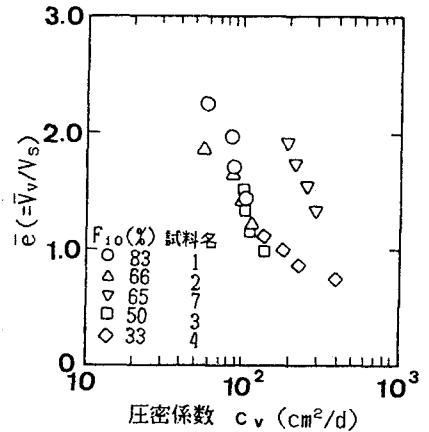


図-3 $\bar{e} \sim c_v$ 関係

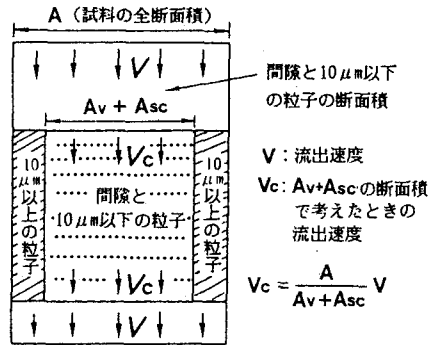


図-4 混合土中の水の流れ

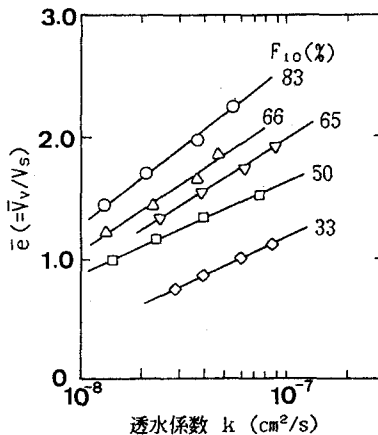


図-5 $\bar{e} \sim k$ 関係

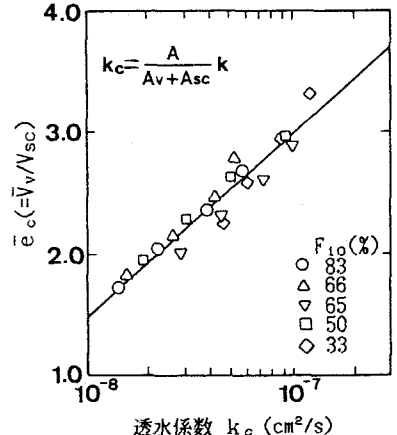


図-6 $\bar{e}_c \sim k_c$ 関係