

砂と粘土の混合割合によるクリープ特性について

福岡大学工学部 正員 村山朔郎 正員 井上 治
駒井建設(株) 正員 飯田若三 大鉄工業(株) 正員 山本正裕

1. まえがき

砂質土と粘性土の分類に関する従来の研究では、それらを混合した混合土についての物理的及び力学的性質に関する各種実験からみた成果⁽¹⁾⁽²⁾の報告が多い。しかし、この両者の区分の境界については、変形特性からみた説明はまだなされていないようである。そこでここでは、土のレオロジー的挙動に注目して、砂と粘土の混合土のクリープ特性により砂質土と粘性土の変形特性を検討し、両者の境界をみいだすことを試みた。

クリープ実験は、三軸試験機の載荷軸にレバー載荷装置を取り付けて、混合割合の異なる各試料の圧密排水クリープ実験を行なった。実験条件は、各混合土とも $(\sigma_1 - \sigma_3)$ ；一定、及び σ_3/σ_1 ；一定とした。この結果より軸方向のひずみを時間の対数 $\log t$ で整理し、二次圧密領域のひずみ速度のこう配 $de/d\log t$ で比較検討した。

2. 試料・実験装置及び実験方法

試料には、豊浦標準砂と市販の藤ノ森粘土を用いた。この砂と粘土を混合し混合割合は重量比で、粘土含有率 (clay content ratio. 以下 CCR と略称。 $CCR = \{C/(S+C)\} \times 100$, C ；粘土の重量, S ；砂の重量) 100, 80, 60, 40, 35, 30, 25, 20, 15 及び 10% の 10 種類の混合土を準備した。これらの物性は

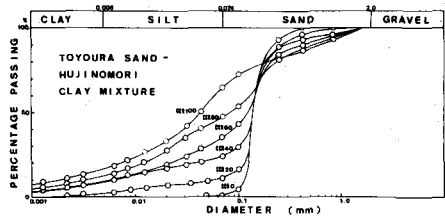


図-1. 粒径加減曲線

図-1, -4 に示し比重は、粘土 2.62, 砂 2.64 である。これら比重より計算した各 CCR の混合土の比重は、実際の各混合土の比重とよく一致した。これらの各試料は、液性限界の求められる試料ではこの限界よりやや多い含水比にしてソイルミキサーを用いて 9 時間練り混ぜた後、大型圧密容器 (直径 25 cm, 高さ 15 cm) に入れ 5.88, 11.76, 24.50, 49.00 kN/m² の 4 段階に分けて荷重増加を行ない、最終荷重段階では 7 日間放置して供試体を製作した。供試体は、直径 3.5 cm, 高さ 3.0 cm に成形しパーボードレインを巻き付け三軸室にセットした。実験手順は、各 CCR の試料とも 49.0 kN/m² で等方圧密を行ない試料飽和の状態を間げき水圧で確認した後 $\sigma_3 = 196 \text{ kN/m}^2$, $(\sigma_1 - \sigma_3) = 24.5 \text{ kN/m}^2$, $(\sigma_3/\sigma_1 = 0.889)$ の条件で圧密排水クリープ実験を行なった。実験では、軸方向変位、体積変化及び間げき水圧を規定した。

3. 実験結果と考察

実験結果は、各 CCR の試料について軸方向ひずみと縦軸に、時間の対数を横軸に取りプロットすれば図-2 となる。柴田⁽³⁾が行なった実験では、 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ が一定であれば σ_3 の大小にかかわらず二次圧密領域での $de/d\log t$ は、ほぼ一定とみなすことができると報告さ

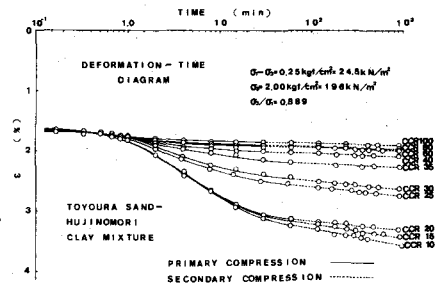


図-2. 軸方向歪一時間対数曲線

れており、また Walker⁽⁴⁾は、拘束圧の影響もみられると述べていることからここではさらに σ_3/σ_1 も一定として $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ が一定、 σ_3/σ_1 が一定の試験を行なった。

故に、二次圧密直線においてひずみ速度のこの配 $d\epsilon/d \log t$ が変化する原因は、各試料における CCR の影響に依存するものと仮定した。そこで、各 CCR 10 種の土に対して二次圧密のこの配 $d\epsilon/d \log t$ を CCR に対して図示すれば図-3 となる。図-3 によれば CCR 40% 以上の領域では、 $d\epsilon/d \log t$ は比較的ゆるやかな傾斜を示し

粘性土であり、 $\text{CCR} 40\%$ 以下の領域では $d\epsilon/d \log t$ はほぼ一定で砂のそれと大差がない。しかし、 $\text{CCR} 40\%$ から $\text{CCR} 30\%$ の間の領域では急激な変化を示す。この更紗より考察すれば、砂と粘土の変形特性は明確な相違を示すことは明かであるが、砂質土と粘性土の間には“わかれぬ”的な中間の混合土の存在がみとめ

られる。これらの混合土の特性も、さらに従来から行なわれてきた更紗法のうち、粒径・液性・塑性及び三軸圧縮試験における応力経路から調べた結果は図-4、5 の通りである。図-4 の粒径組成曲線には、CCR によって急激な変化は認められないが、図-4、5 では CCR 40% 付近で変化する状態が認められる。また、北村・大工⁽⁵⁾ が同じ混合土試料を用いて応力緩和試験を行ない、村山・柴田⁽⁶⁾ が提案した土のシロロジエモデルの弾性定数 E_1 、 E_2 を求めて比較した結果は図-6 の通りで、この曲線からも CCR 30%~CCR 40% 付近で生ずる変化をみる状態が認められた。これよりみれば CCR 40% 以上の場合、砂粒子は粘土組織の中で移動するものと思われる。

4. まとめ

混合土の変形特性（クリープ特性、応力緩和特性）よりみれば、CCR 40% 付近に砂と粘土の中間的な構造配列の混合土が想定され、砂質土性（CCR < 30%）、中間土性（30% < CCR < 40%）、粘性土性（CCR > 40%）の三領域で明確な相違が認められた。

5. 参考文献

- ① 倉田 隆二 砂と粘土の混合土の圧縮特性に関する研究 重機技術報告第 11 巻第 9 号
- ② 北村 隆二 砂と粘土の混合土の圧縮特性に関する研究 重機技術報告第 11 巻第 9 号
- ③ 北村 隆二 砂と粘土の混合土の圧縮特性に関する研究 重機技術報告第 11 巻第 9 号
- ④ Walker, D. K. SECONDARY COMPRESSION IN THE SHEAR OF CLAYS, ASCE SM-1 January, 1969 pp. 167-187
- ⑤ 北村 隆二 砂と粘土の混合土の圧縮特性に関する研究 重機技術報告第 11 巻第 9 号
- ⑥ 村山 繁 粘土のシロロジエモデルの弾性定数 E_1 、 E_2 の求め方について 土木学会論文集第 40 号 (1966)

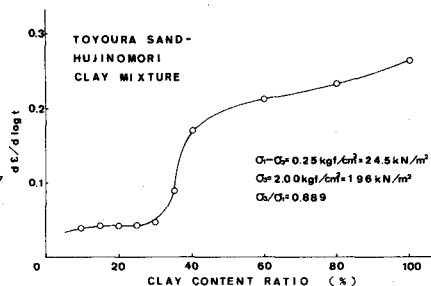


図-3. $d\epsilon/d \log t$ - CCR 曲線

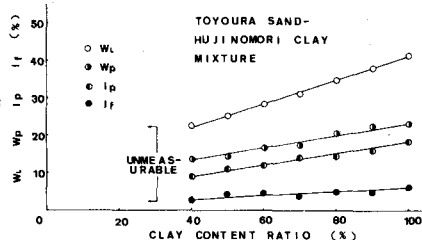


図-4. 各試料の W_L , W_p , I_p , I_i

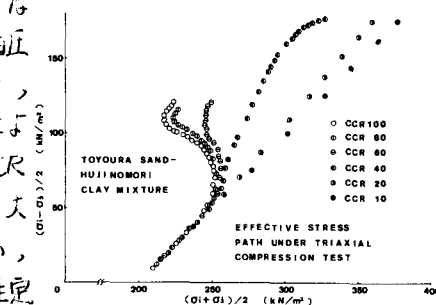


図-5. 各試料の応力経路図

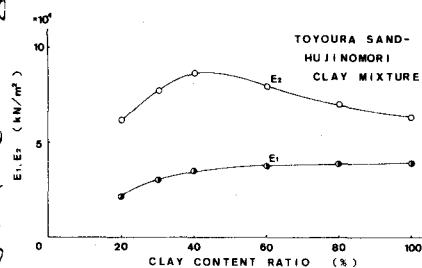


図-6. E_1 , E_2 - CCR 曲線