

砂や礫のような粗粒土からなる盛土や地盤の工学的性質を判断する場合、盛土の締固めの様子や地盤の形成の過程が密度に影響するので土の間隙の大きさを知る必要がある。しかし、砂や礫の粒子の形や粒子配合が粗粒土の間隙比を大きく支配することから、単に間隙比を知っただけではその土が密な状態にあるのか、ゆるい状態にあるのかを示すことができない。したがって、たとえ間隙比が同じでも、砂や礫は異った安定性をもつことになる。粗粒土の安定性は相対密度 D_r や締固め度 C_f を用いて管理される。 D_r や C_f はよく知られているように、それぞれ式(1)式(2)のように定義されている：

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \times 100 = \frac{\gamma_{d\max} \gamma_d - \gamma_{d\min} \gamma_d}{\gamma_d \gamma_{d\max} - \gamma_{d\min} \gamma_d} \times 100 \quad (1)$$

$$C_f = \frac{1 + e_{\min}}{1 + e} \times 100 = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d\max}} \times 100 \quad (2)$$

$e_{\max}$: 最もゆるい状態の間隙比, $e_{\min}$: 最も密な状態の間隙比, e : 与えられた状態の間隙比, $\gamma_{d\max}$: 最も密な状態の乾燥単位重量, $\gamma_{d\min}$: 最もゆるい状態の乾燥単位重量, γ_d : 与えられた状態の乾燥単位重量

D_r が与えられた時に C_f を求めるには式(3)のようになる。

$$C_f = \frac{1}{r - \frac{D_r}{100}(r-1)} \times 100 \quad (3) \quad D_r = \frac{r - \frac{100}{C_f}}{r-1} \times 100 \quad (4)$$

また、反対に C_f を与えて D_r を求めるには式(4)のようになる。ここで、式(3)、式(4)の中の r は式(5)のように与えられる。

$$r = \frac{1 + e_{\max}}{1 + e_{\min}} = \frac{\gamma_{d\max}}{\gamma_{d\min}} \quad (5)$$

$e_{\min}$ や $e_{\max}$ は粒子の形状や粒度配合のような粒子物性によって決まるので、式(5)の r はやはり粒子の物性によって定まる量である。 r の値は、ある容器に材料を最も密な状態に詰めた場合の高さに対する同じ容器に材料を最もゆるく詰めた場合の高さの比として求まる。式(5)を用いて変形すると

$$r-1 = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{1 + e_{\min}} \quad (6)$$

式(6)の右辺は材料が最もゆるい状態から最も密な状態に移行する場合に観測される体積ひずみであり、材料の相対的な締め易さの示標となるものと考えられる。したがって、式(5)の r も材料の相対的な締め易さの尺度であると考えられる。

粒子形状や粒子配合などの粒子物性によって定まるパラメーター r の値を指定すると、式(3)から D_r に対する C_f の関係をえる。これを図化したのが図-1である。以上が筆者が今までに述べてきたことである。^{1), 2)}

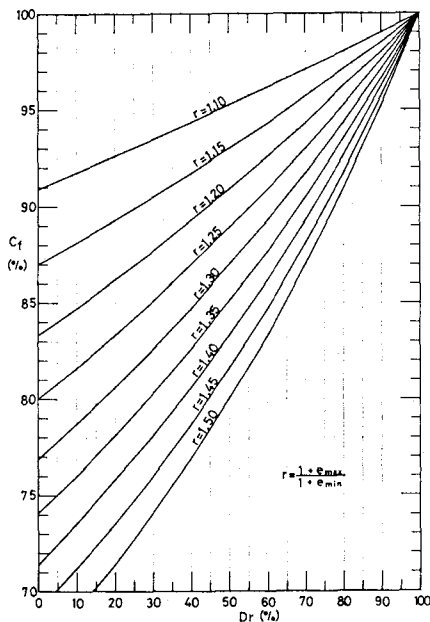


図-1 (2)から)

砂や礫について行なわれた数多くの資料から、最小密度つまり最大間隙比の状態は C_f にして 80% 程度のところであるといわれている。この経験的事実は、実際の材料について γ が 1.25 程度のものが多いことを示すものである。このことは、図-5 でもそうになっている。図-2 は γ がラウンドネス R (丸味度) とどのような関係にあるかを均等粒径の材料につき調べたものである。全体的にみるとラウンドネス R と γ との間には良好な相関性がありラウンドネス R が大きくなると、 γ の値が小さくなる傾向にある。均等係数 U_c と γ との関係を図-3, 4 に書いてある。その他の資料と合わせて考えると、 γ は U_c があまり影響しないが、あるいは U_c が大きくなると γ は若干減少する傾向にある。図-5 では、 e_{min} が増加すると全体として γ は増大する傾向にあることが分かる。

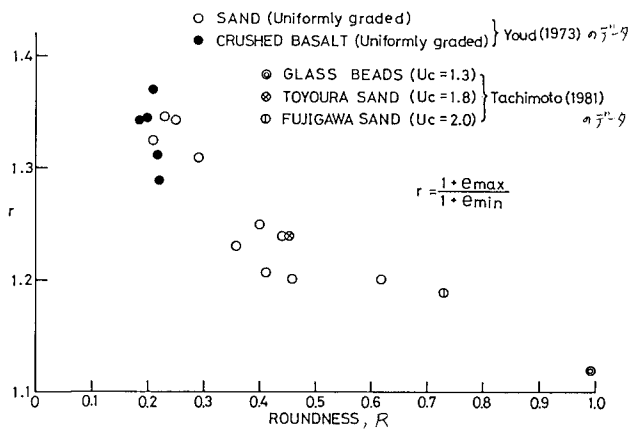


図-2

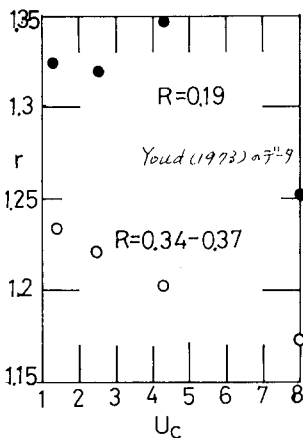


図-3 (1) から

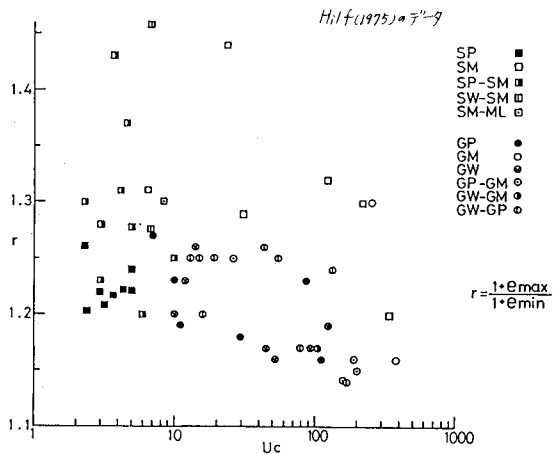


図-4

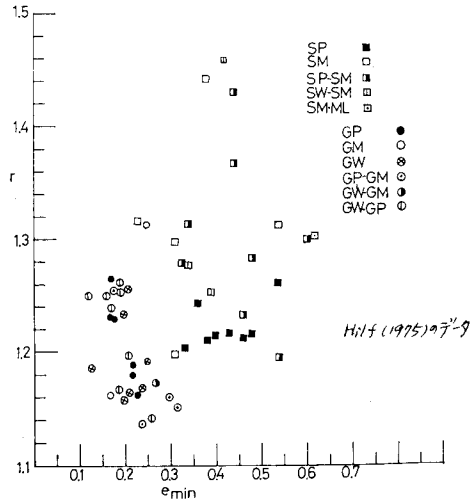


図-5 (2) から

- 1) 砂の相対密度と工学的性質に関するシンポジウム論文集 (1981). 工環学会, pp.99-104
 2) 第37回年次学術講演会講演概要集, 第3部 (1982), pp.33-34
 Yould, T. L. (1973): ASTM STP 523, pp.98-112 ; Hilf (1975): Fang & Winterkorn "Foundation Engineering Handbook", Van Nostrand Reinhold, 1975 ; Tachimoto (1981): 立元勉 (1981) 砂の相対密度と工学的性質に関するシンポジウム論文集, 工環学会, pp.71-78