

マサ土の破砕性について(3)

立命館大学 正員 福本武明

1 まえがき 前報では粒子破砕量に関する一つの表現法を提示しその有用性について述べたが、今回は突固めによってえられた乾燥密度のうちで土粒子の破砕による密度増分がどの程度と占めるかに焦点を絞って検討したので報告する。なお、ここでは絶乾状態のマサ土を対象に考えることにする。

2 粒子破砕に起因する密度増分についての一考察 マサ土のような破砕性土の場合、締固め試験の結果えられた乾燥密度 γ_d には、最小密度 γ_{dmin} および土粒子の再配列による密度分のほかに土粒子の破砕による密度増分が含まれる(図-1参照)。その部分と明快に分離して示すことができれば、単に現象の解釈にとどまらず施工(管理)上からもきわめて好都合である。いま、もつともゆるく詰まった状態の空気間ギャ率と $v_{a\max}$ とし、 v_a と $v_{a\max}$ の比と Da と

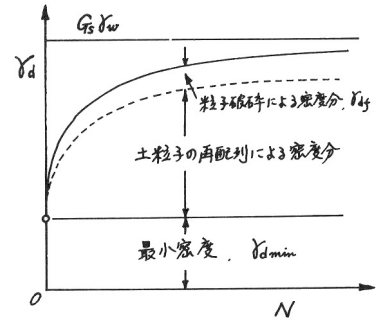


図-1 説明図

ついて突固め回数 N との関係と調べると、図-2に示すように両対数紙上で直線となる。このことから、

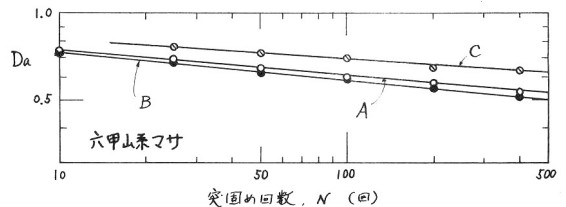


図-2 $Da \sim N$ 関係

$$Da = \frac{v_a}{v_{a\max}} = \frac{G_s \gamma_w - \gamma_d}{G_s \gamma_w - \gamma_{dmin}} = \left(\frac{N}{C} + 1 \right)^{-\beta} \quad (1)$$

式中、 G_s は土粒子比重、 γ_w は水の単位重量、 C と β は実験定数である。なお、図-2の

ような関係はマサ土に限らず一般の土の場合でも成り立つと思われる。¹⁾ (1)式を変形して、

$$\gamma_d = \gamma_{dmin} + (\gamma_{dmax} - \gamma_{dmin}) \left[1 - \left(\frac{N}{C} + 1 \right)^{-\beta} \right] + (G_s \gamma_w - \gamma_{dmax}) \left[1 - \left(\frac{N}{C} + 1 \right)^{-\beta} \right] \quad (2)$$

ただし、 γ_{dmax} は粒度変化のない状態での最大突固め到達密度である。ここで、もし突固めによって増加した密度分のうちで粒子破砕に起因する部分の占める割合が N の大小によらず常に一定で、 $N \rightarrow \infty$ の究極状態での割合に等しいと仮定すると、(2)式の右辺はそれぞれ、第一項が最小密度、第二項が土粒子の再配列による密度分、そして第三項が粒子破砕による密度増加分と見なすことができる。したがって、粒子破砕による密度増加量 γ_{df} は結局、つぎのように表現される。

$$\gamma_{df} = f (G_s \gamma_w - \gamma_{dmax}) \left[1 - \left(\frac{N}{C} + 1 \right)^{-\beta} \right] \quad (3) \quad \text{ただし、} f = \frac{\gamma_{d\infty} - \gamma_{dmax}}{G_s \gamma_w - \gamma_{dmax}} \quad (4)$$

(3)式にパラメータ f を導入したのは、突固めによる土粒子の破砕には限度があり $N \rightarrow \infty$ で $\gamma_d \rightarrow G_s \gamma_w$ とおきより $\gamma_d \rightarrow \gamma_{d\infty} (< G_s \gamma_w, \text{const.})$ とおくほうが合理的と思われるからである。なお、(3)、(4)式の意味については図-3と参照されたい。

3 (3) 式の検証 非破砕性土として不本意ながら河

川砂を用い、マサ土との比較実験によって左辺の γ_{df} と見積もることとする。両材料と同一粒度に調整したのち締固め試験を行ない、同一実固めエネルギーの下で測定した乾燥密度と比較するのであるが、その際、両材料は元来、粒質や粒子特性に大きな差異があるので水と補正して用いる必要がある。筆者は最小密度

の状態における両者の物理的性質と考慮して、一般マサ土と同じ物性ともちながら常用の実固めエネルギーのもとでは粒子破砕を生じない場合に相当する密度 γ'_d と、 $\gamma'_d = \gamma_{ds} \cdot (\gamma_{dmin} / \gamma_{dsmin})$ で算定することにした。ここに、 γ_{ds} は砂の乾燥密度、 γ_{dsmin} は砂の最小密度である。したがって、 γ_{df} は同じ実固めエネルギー下でのマサ土の γ_d とこの γ'_d の差をとって推測できることになる。こうして求めた γ_{df} の測定値は、図-4中の○印で示

している。一方、(3) 式の右边については、すでに図-2で各マサ土試料に対する土質定数 C 、 β が求められているので、 $f(G_s \gamma_w - \gamma_{dmax})$ の値が決まれば、(3) 式の表現で良いかどうかかわかり。そこで、砂といえども高い実固めエネルギーのもとでは粒子破砕が起こることなどを勘案して、 $N \leq 50$ 回のときの γ_{df} の測定値を(3)式に適用して $f(G_s \gamma_w - \gamma_{dmax})$ と逆算し、その平均値をもって改めて(3)式より γ_{df} を計算した。図-4中の実線は、この計算値と連ねた線である。図から、常用の実固めエ

ネルギーの範囲では(3)式の表現で不自然さを感じないように思われる。なお、同図中の数字はマサ土試料の各実固め回数時(非繰返し法)での粒子破砕量 SI ²⁾ と、そして下欄の $(SI)_s$ は砂試料と繰返し使用(10, 25, 50, 100, 200回)した後の破砕量を示しており、これによって砂粒子がマサ土粒子に比して非常に破砕されにくいことが理解される。

4 あとがき 粒子破砕に起因する密度増加について巨視的立場から考察し、(3) 式のような表現とえら。この式は、河川砂とマサ土の比較実験による検証の結果、少なくとも常用の実固めエネルギーの範囲では実験の傾向とよく一致することが確かめられた。なお、仮定上および試験法上に不完全なところがあると思われ、さうにより方向へと模索してゆきたい。また、含水状態のマサ土については今後の課題である。

参考文献 1) 渡辺, 久野: 土の実固めに対する特性および乾燥密度曲線の実験式, 土木学会誌, Vol. 38, No. 5, 1952 2) 福本: 粒子破砕量の表現法に関する一考察, 第6回土質工学研究発表会講演集, 1971

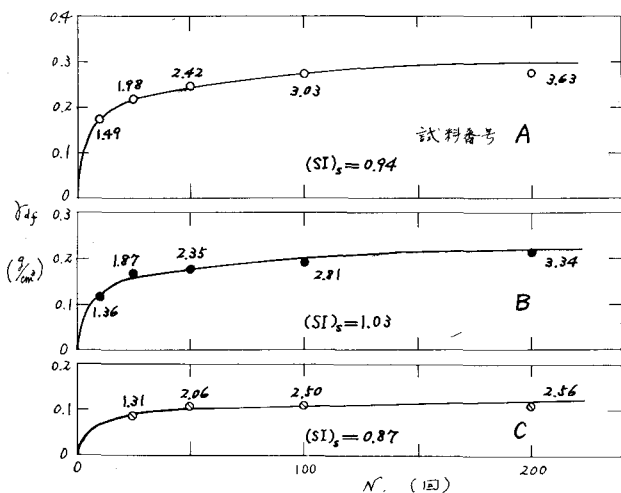
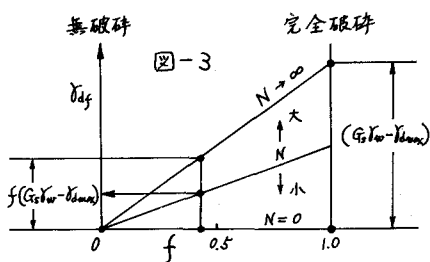


図-4 試料の $\gamma_{df} \sim N$ 関係