

立命館大学理工学部 正員 福本 武明

1 まえがき まき土のように脆い粒子から成る粒状体の圧縮特性には粒子破碎の影響が含まれる。その影響がどの程度のものかは、まだ判っていない現状である。そこで本報では、まき土の側方変形拘束状態の圧縮試験によって得られる載荷応力-圧縮ひずみ関係に注目し、そこに内在する粒子破碎の影響量と、これまでに知り得た事項¹⁾と踏まえて推定しようと試みる。

2 従来の研究成果 従来、まき土の締固め特性と透水性に及ぼす粒子破碎の影響について基本的な考察を行ってきた結果、粒子破碎に伴う密度増加が次式で推量できると突き止めた。¹⁾ここに、 ρ_d ：まき土を締固めて得た乾燥密度 (g/cm^3)、 ρ_d' ：まき土と同一物性と有しな

$$\rho_d' = \frac{\rho_d}{1 + 0.19 \left(1 - \frac{\rho_d}{G_s \rho_w}\right) I_s} \quad \dots\dots\dots (1)$$

から粒子破碎と生じない状態得られる仮想上の、つまり“無破碎状態”の乾燥密度 (g/cm^3)、 G_s ：土粒子比重、 I_s ：粒子破碎量^{*}である。式中の ρ_d の代りに同際比 e と

$$e_0 = e + 0.19 e \cdot I_s \quad \dots\dots\dots (2)$$

用いて表現すると(2)式のようになる。(1)、(2)式は、まき土以外の脆い粒状体に対しても成り立つと考えられている。²⁾本報では、上式が側方拘束状態の圧縮試験においても適用可能という前提に立って議論を進める。

3 試料と試験方法 生駒山系まき土を空気乾燥し、ロータツブ型振とう機で篩分け、それを水洗いし絶乾状態にしたのち、図-1に示す初期粒度(タルボット曲線、指数 $n=2.0$ に相当)に調整したものを試料とした。

なお、まき土との比較のために堅固な粒子から成る加古川砂と同様に篩分け・粒度調整して用いた。それらの物理的性質は表-1に示す。なお、表中の ρ_{dmax} と ρ_{dmin} は、土質工学会基準案(JSF規格：T26-81T)³⁾の方法に従って求めた値である。試験は、通常の標準圧密試験機を用い、容器側壁を木槌で打撃する方法によって相対密度 D_r がほぼ20、40、60、80、100%になるように供試

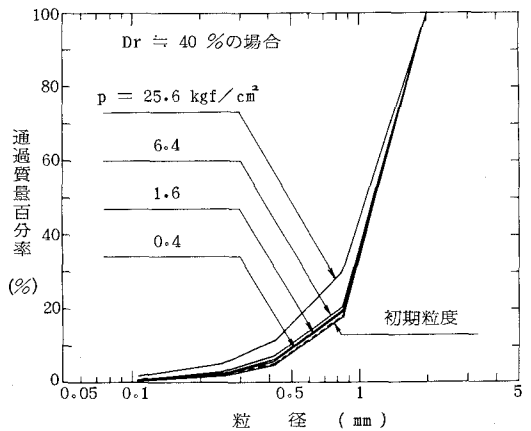


表-1 試料の物理的性質

試 料	土粒子比重 G_s	最大・最小密度 (g/cm^3)	
		ρ_{dmax}	ρ_{dmin}
生駒まき	2.663	1.461	1.205
加古川砂	2.645	1.662	1.412

図-1 試験前・後の粒径加積曲線

体を作製した。載荷応力 p は、最初0.05 kg/cm^2 を加えて初期状態を設定したのち、応力増加率 $\Delta p/p=1$ で段階的に25.6 kg/cm^2 まで載荷した。載荷時間は変形が落ち着くまでとし、圧縮変形量はダイヤルゲージで読み取った。圧縮過程における粒子破碎状況を知らしめるために、今回は $p=0.4, 1.6, 6.4, 25.6 \text{ kg}/\text{cm}^2$ のところで試験を停止し、それぞれそのときの試料を取り出してロータツブ型振とう機により3分間という条件で粒度分析を行なった(結果の一例：図-1参照)。本報で用いる粒子破碎量 I_s は、脚注に式で示してあるが、式中の S_w 、 S_w' 値はそれぞれ粒度分析結果から土粒子を球形と仮定して算定した値であること、及び S_w は試験前の供試体に対し試験後と同じ条件下で粒度分析した結果(図-1中の点線、参照)^{***}から求めた値であることを断わっておきたい。

* $I_s = 10 \log_{10} (S_w' / S_w)$ 、式中 S_w と S_w' はそれぞれ破碎前・後の比表面積 (cm^2/g) である。

*** 試験前の供試体を篩分けると、図-1中の点線で示したように調整時の初期粒度に比べて若干細粒化する。
 I_s の算定には、この点線の方を用いた。

4 応力-ひずみ-粒子破碎の関係 図-2は、まき土と川砂に対する載荷応力 p -圧縮ひずみ ε 関係〔(a), (b)〕と抱き合わせに圧縮過程における粒子破碎量 I_s の測定結果〔(c)図〕を图示したものである。図(2), (b)から、まき土の圧縮ひずみは粒子の堅固な川砂に比べて明らかに大きい。この差の検討が本報の主眼点である。また図(c)からは、川砂の粒子破碎量がまき土のそれと比べて極めて小さく非破碎性材料と見なしてよいこと、及びまき土の粒子破碎量 I_s と載荷応力 p との間に密接な関連があり、今回の試験条件の範囲では次式 $I_s = a \cdot p$ (3) で近似できると、はたとわかる。

5 無破碎状態の応力-ひずみ関係 締め固め試験時に得られた(2)式が圧縮試験時にも成り立つとすれば、圧縮過程における無破碎状態の圧縮ひずみ ε_0 、すなわちまき土と同一物性を有しはから粒子破碎を生じない状態で終るべき仮想上の圧縮ひずみ ε_0 を求めることができる。まず(2)式の関係を書き直せば、次式のようになる。

$$\varepsilon_0 = \varepsilon - 0.19 (n_c - \varepsilon) \cdot I_s \quad \text{..... (4)}$$

式中、 n_c は後試験の初期間隙率、 ε は圧縮ひずみの実測値である。この式を4節で示した実験データに適用して無破碎状態の圧縮ひずみ ε_0 を求め、載荷応力 p に対してプロットすると、図-3が得られる。この ε_0 - p 関係は、堅固な粒子から成る川砂の ε - p 曲線〔図-2 (b)〕と傾向的にもオーダー的にもかなり接近したものにほなる。ただし、や

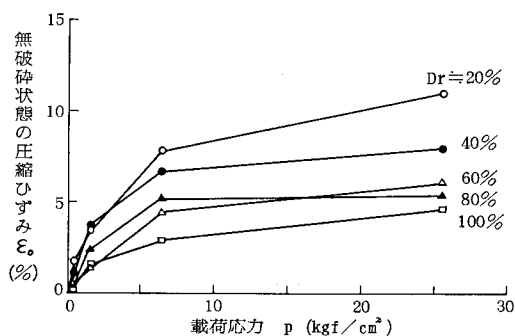


図-3 無破碎状態の応力-ひずみ関係

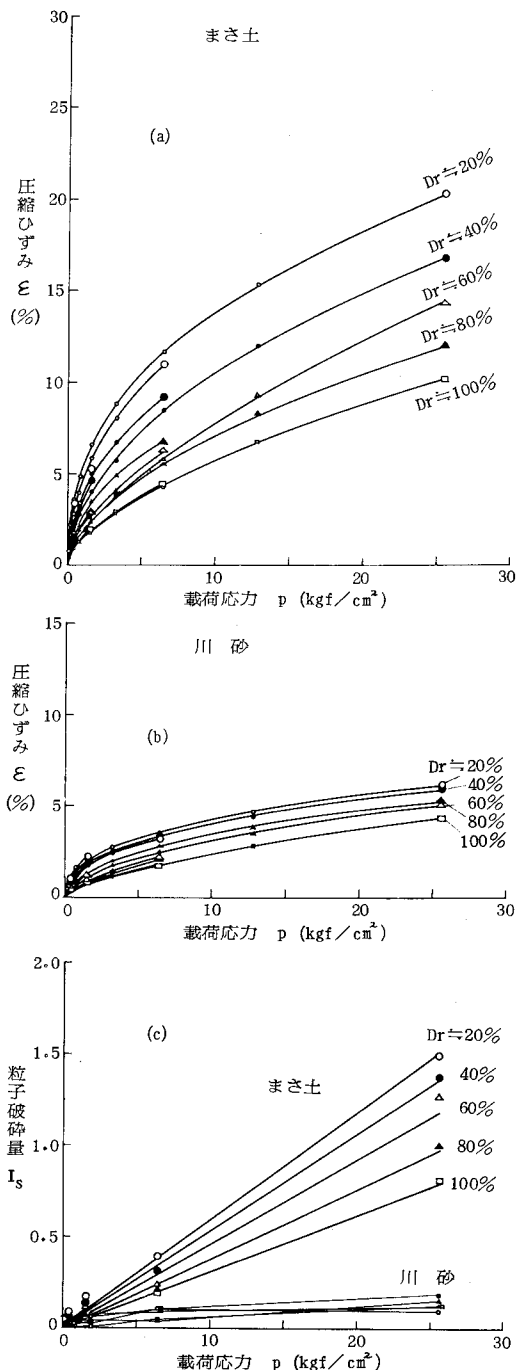


図-2 圧縮試験結果

は詰めものほとんど川砂との隔りが大きくなることに注意を要する。

6 結論 以上により、まき土のような脆い粒状体の圧縮特性に内在する粒子破碎の影響量と、(4)式を用いることによって概略推定できることが判った。参考文献 1) 集約的に福本：マサ土の締め固め特性と透水性に関する基礎的研究，博士論文，1979 2) 福本：もうい粒状体の締め固め特性と透水性に関する考察，第15回土質工学研究発表会，1980 3) 土質学会基盤集：土と基礎，Vol.29, No.8, 1981