

III-23 粒状材料の粒径と三軸圧縮特性の関係

神戸大学大学院 足立智之
同 馬場大次
神戸大学工学部 正員 野部大蔵

1. 研究の目的と経過

この講演は、れき材やロック材が高压下で示すせん断強さを、通常の小型低圧の三軸圧縮試験機による試験結果から推定する手法を開発する研究の一部である。前回の講演¹⁾では、試料が巨れきではなく小型の三軸試験機に適した粒度分布を持つ場合に、低圧下の試験結果から高压におけるせん断強さを推定する手法を提案した。すなわち、側圧 σ_3 一定で等方圧密CD試験を行なう時、①破壊能力比 $M = \{3(\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma_1 + 2\sigma_3)\}^{1/2}$ とダイレイタンスー指数 $(\sigma_1/\sigma_3)_f$; ただし v は体積圧縮ひずみ, $\varepsilon = \varepsilon_1 - (v/3)$; の間には、試料の初期間隙比 e_0 や σ_3 に無関係に次式が成立すると仮定する。

$$M = -\alpha (\sigma_1/\sigma_3)_f + b \quad \text{----- (1)} \quad \text{ここに、}\alpha, b\text{は試料ごとに決まる定数}$$

②しかも、上式中のダイレイタンスー指数は、試料のロサンゼルスすり減り減量 ($A\%$, ただし、損失重量を測定するふりいば 0.105^{mm}) と σ_3 の関数として次式で与えられる。

$$(\sigma_1/\sigma_3)_f = \alpha \log (\sigma_3/\sigma_0) + \beta \sqrt{A} - \gamma \quad \text{----- (2)} \quad \text{ここに、}\sigma_0 = 1 \text{ kgf/cm}^2$$

α, β, γ は実験定数で、3種類の試料から、それぞれ定数値が計算された。講演時には、この手法の適用例として、三城・山内²⁾の高压三軸圧縮試験結果がうまく推定できることを示した。式(2)の問題点の1つは、当然変数として含まれるであろう初期間隙比 e_0 が、試料の種類不足もあって取込めなかったことであった。

今回の主題は、同一母材から作られた粒度分布の異なる試料のせん断特性である。与えられた試料の最大粒径が試験機の許容値を超える場合、通常とられる手段は、①許容値を超える粒子と取除く、②最大粒径が許容値に一致するような比例粒度分布の試料を作る試料から作る、の2つであるが、本研究の対象は最大粒径が許容値をはるかに超える場合であるから、試料の調整は、②によるを得なかった。

2. 実験

使用した母材は、砂岩を破砕した砕砂と海砂の2種類である。気乾状態の母材を図-1に示すように、それぞれ比例粒度(粒径比約5倍)をなす小粒径試料と大粒径試料に調整した。三軸試験の供試体寸法は、直径35、高さ約75^{mm}である。試料を飽和させ、モールドに3層に分けて入れ、各層ごとに直径20^{mm}、質量120gの棒を落下させて締固めた。締固め回数 N は、砕砂小粒径試料については0~60回とし、他は30回に統一した。図-2は N と e_0 の関係を示し、図-3は $N=30$ における各試料の e_0 のばらつきの中と平均値を示している。図-3では、飽和砕砂の大小両粒径試料の e_0 が等しくなっている。一方、ここでは図を省略したが気乾状態では海砂の大小両粒径試料の $N \sim e_0$ 関係

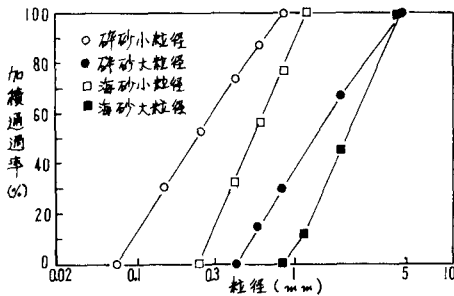


図-1 試験に用いた粒度

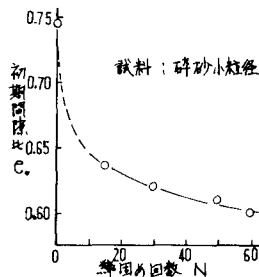


図-2 $e_0 \sim N$

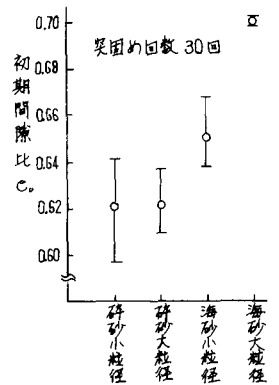


図-3 各試料の初期間隙比測定値の幅と平均値

がNの広い範囲にわたってほとんど等しかった。

三軸圧縮試験はC/D状態とし、等方圧密後、側圧 σ_3 を変えないで1%/minの速さで軸方向圧縮した。図-4は、破壊時のダイレイタンス指数を示している。小粒径の方が膨張しやすいことがわかる。図-5, 6は圧縮強さを示している。大粒径試験料の強さは σ_3 に比例していない。

ロサンゼルスすり減り減量（ただし、 0.105mm ふるい）は、砕砂大粒径試験料1.07%、海砂大粒径試験料2.23%であった。小粒径試験料は、その粒径が損失重量を求めるふるいの目より細かったり、直すぎたりして、合理的な値が得られなかった。

3. 検討

図-7は式(1)の検討である。海砂は試験数が少ないので断言できないが、砕砂では粒径 e_0 の差（図-2）にかかわらず式(1)が成立している。しかし、式(2)については、図-4から明らかのように、同じ母材料であっても足数 μ （傾き）は等しくない。大粒径試験料同士では、たまたま μ が一致したが、その値は前回の報告¹⁾の2倍以上である。また、定数 β 、 γ も前回と一致しなかった。ダイレイタンス指数の要因を e_0 も含めて、また、式(2)の形にとらわれず再検討しなければならない。

このように、式(2)は実用的価値はないが、ともかく大粒径試験料について、図-4とすり減り減量の測定値A(%)から足数値を $\mu=0.64$ 、 $\beta=0.545$ 、 $\gamma=1.25$ と決定し、また図-7から式(1)の定数値を砕砂； $a=0.17$ 、 $b=1.76$ 、海砂； 0.50 、 1.44 と決定して側圧と M ($C'=0$ と仮定する)の関係を求めると、

$$\left. \begin{array}{l} \text{砕砂大粒径} \quad M = 1.88 - 0.11 \log_{10} (\sigma_3 / \sigma_0) \\ \text{海砂大粒径} \quad M = 1.66 - 0.32 \log_{10} (\sigma_3 / \sigma_0) \end{array} \right\} (3), \text{ただし}, \sigma_0 = 1 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{あるいは、砕砂大粒径} \quad (\sigma_1 - \sigma_3)_+ = \frac{1.88 - 0.11 \log_{10} (\sigma_3 / \sigma_0)}{0.373 + 0.037 \log_{10} (\sigma_3 / \sigma_0)} \sigma_3 \quad \text{-----} (4)$$

図-8中の実線は式(3)を、またプロットは図-5, 6に示した実測値（いずれも $C_d=0$ と仮定）を表わしている。
文献 1) 豊部・寺井, 第35回土木学会年次学術講演会, Ⅱ-19, 2) 三浦・山内, 土木学会論文報告集, 260号

