

防衛大学校 (正) 大平至徳

同上 (正) 山口晴幸

同上 (正) 森 茂

表-1

1.はじめに 高压下における砂は粒子破砕という現象を伴うことによって、土要素内の粒子間接触点数の増大を図り、作用応力に抵抗しようとする。当然この粒子破砕は非可逆的なものであるから、破砕応力領域下で示す砂の塑性的特性は、この砂粒子の破砕に主に起因していると言える。ここでは等方応力及びせん断応力作用下で生じる砂の粒子破砕挙動について、粒径分布及び比表面積の変化と塑性仕事との関係から捉えて考察している。

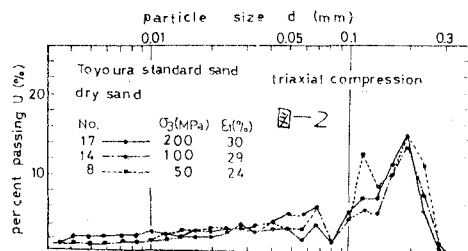
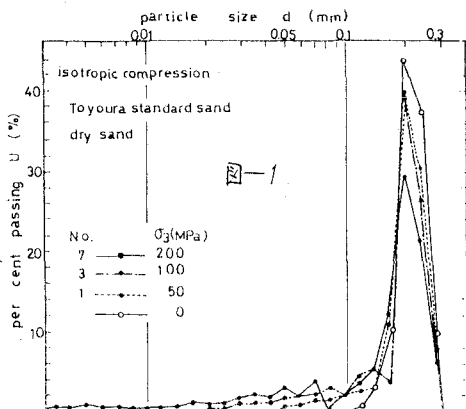
2.実験方法 乾燥した豊浦標準砂を粒径範囲が $0.3\text{mm} \sim 0.075\text{mm}$ の粒子から成るように調整して、密づめ(初期間隙比 $0.60 \sim 0.68$)供試体(径 $35\text{mm} \times$ 高さ 75mm)を製作した。超高压三軸試験装置を用いて、 200MPa に亘る一連の拘束圧での等方圧縮試験と側圧一定圧縮せん断試験(ひずみ速度 $2.1\%/ \text{min}$)との二種類の試験が非排気条件下で行われた。表-1には試験条件が示されている。なお表中の $U(d, 74\mu\text{m})$ の値は後述される破砕によって生じた $74\mu\text{m}$ 以下の粒径粒子の重量百分率を示す。

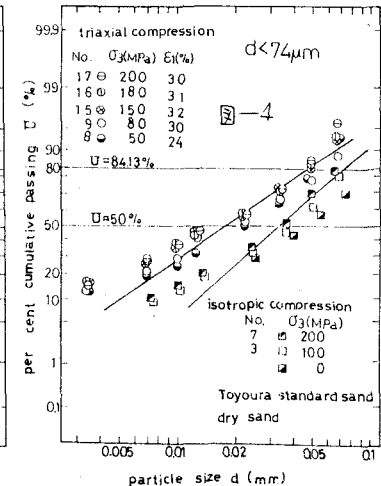
3.実験結果と考察 1)破砕による粒径分布の変化 高压領域に亘る砂の $e \sim \ln p$

曲線は常圧下における粘性土のそれと同様な形状を呈し、粘性土の圧密降伏応力に相当する応力付近から、砂は著しい粒子破砕を伴って圧縮することが Vesic¹⁾ や三浦²⁾ によって報告されている。この応力値は圧縮開始時の間隙比にも左右されるが、等方圧縮下ではおおむね $10 \sim 30\text{MPa}$ とされている。そこで、粒子破砕を生じると当然砂の粒径分布は変化することになる。図-1, 2 はこれを示したものである。等方圧縮下では(図-1)、 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ の粒径粒子の頻度に著しい変化が見られ、 0.2mm 付近の粒子を中心として粒径～頻度曲線が変化してゆく。これは、粒径の大きな粒子ほど粒子間接触点数が少ないために破砕し易く、破砕することによって作用外力が保持されることを意味している。

さらに、せん断応力を受けるときかなり微細な粒子に至るまで破砕が進行し、破壊に至るような大きなせん断変形が与えられると、拘束圧力の大小にかかわらずほぼ同一の粒径分布を呈することが図-1, 2 から分かる。このことは表-1 の中の $U(d, 74\mu\text{m})$ 値からも推測されるように、砂の破砕現象は応力に比例的に進行するのではなく、ある応力・ひずみ域を境として急激に進化することを意味している。そこで図-1, 2 の結果を $74\mu\text{m}$ 以上と以下の2つの粒子群に分けて累積加積曲線を求めると、いずれもそれらは対数正規分布型に近いことを図-3, 4 に示している。注目すべきことは、粒径 $d > 74\mu\text{m}$ の場合、応力・変形量によらずほぼ同一の分布型を取るのに対し、 $d < 74\mu\text{m}$ の場合、等方とせん断応力作用下でその分布型が異なることである。

試験 番号	試 験 No.	側 圧 $\sigma_3(\text{MPa})$	せん断時の ひずみ $\epsilon_1(\%)$	$U(d, 74\mu\text{m})$ (%)
等 方 圧 縮	1	50		6.4
	2	70		9.4
	3	100		14.9
	4	140		19.3
側 圧 一 定 圧 縮 せん 断	5	160		20.6
	6	180		21.4
	7	200		24.8
	8	50	24	48.3
側 圧 一 定 圧 縮 せん 断	9	80	30	51.4
	10	100	5	35.1
	11	100	10	36.4
	12	100	15	37.5
側 圧 一 定 圧 縮 せん 断	13	100	20	49.1
	14	100	29	52.6
	15	150	32	47.6
	16	180	31	54.9
	17	200	30	48.7



$$S_w = \frac{\phi}{\gamma_s d_{50}} \left\{ 2.5 \ln^2 \left(\frac{d_{84.13}}{d_{50}} \right) \right\} \quad \text{--- (1)}$$


(参考文献)

- 1) Vesic et al. (1968); Proc. ASCE, 94, SM3, PP. 661~688
- 2) 三浦哲彦 (1977); 土木学会論文報告集 第202号, PP. 107~118
- 3) 久保輝一郎 (1962); 粉体, 文善

