

九州産業大学大学院 学生員 ○ 前 原 慶 三
九州産業大学工学部 正会員 石 堂 稔
同 上 正会員 関 直 三 郎

1. まなびき 砕砂を締める場合粒子間の角バリに起因する抵抗などのために e_{max} , e_{min} の値も丸味とった砂に対してかなり異なる値を示すことは筆者らも報告したが、それをもとにした資料の整理とすれば、かなり妥当な試験結果の評価をすることが出来る。砕砂についての特性については、ある程度ことは報告とされてゐるが、ここではさらに基本的な性質を調べる一つの過程としてヒズミ特性や ϕ や D_r の関係について述べることにした。

2. 試料および実験方法 試料は福岡県速野郡産道路用砕石を 0.84 mm, 0.42 mm, 0.25 mm, 0.105 mm の各フルイでフルイ、4種類の試料を使用し、所定の含水比にし、約24時間養生し、所定の間隔比になるように直径5.0 cm, 高さ12.0 cmの雙球体にて、締め圧密排気試験で行なった。側圧は (σ_3 , 0.6, 0.9 kg/cm²)、ヒズミ速度は 1 mm/min である。試料の諸特性は表-1 に示すとおりである。

試 料 (mm)	均等係数 C_u	D_{max} (mm)	D_{60} (mm)	e_{max}	e_{min}
粒径 2.00 ~ 0.84	1.52	2.00	1.40	1.25	0.77
0.84 ~ 0.42	1.42	0.84	0.63	1.30	0.78
0.42 ~ 0.25	1.31	0.42	0.32	1.35	0.79
0.25 ~ 0.105	1.54	0.25	0.177	1.43	0.80

表 - 1

3. 実験結果ならびに考察

(a) 応力-ヒズミ 三軸試験による応力-ヒズミを両対数グラフにプロットし、曲線の降伏点を求め図-1に示すように最初の第1降伏点ヒズミを E_{y1} とし、そこまでは弾性域と考え次の第2降伏点を E_{y2} として、 E_{y1} から E_{y2} までを擬似弾性域と考え、破壊ヒズミを E_f とし、 E_{y2} から E_f までを塑性域と考える。図-2は粒径 0.84 ~ 0.42 mm と粒径 0.42 ~ 0.25 mm 試料についての第1降伏点ヒズミと飽和度 S_r との関係を示した図である。側圧 0.3 kg/cm² のときは飽和度に関係なくほぼ一定値の $E_{y1} \approx 0.356\%$ 程度を示す。 $\sigma_3 = 0.6$ kg/cm² において、 $S_r \leq 26\%$ では $E_{y1} \approx 0.380\%$ 、 $\sigma_3 = 0.9$ kg/cm² で、 $S_r \leq 23\%$ の場合は $E_{y1} = 0.398\%$ を示すが、それ以上の飽和度では次第に小さくなり $S_r \geq 35\%$ では $E_{y1} = 0.356\%$ に収束する傾向にある。このことから側圧に関係なく弾性的挙動を示す範囲のヒズミの上限は一定してくることを示してゐる。図-3は粒径 0.84 ~ 0.42 mm, 0.42 ~ 0.25 mm 試料についての第2降伏点 E_{y2} と飽和度との関係を示したものである。側圧の増加に伴い、 E_{y2} は小さくなり、すなわち全般的破壊の傾向を示す。また飽和度が大きくなるに従つていずれの側圧においても E_{y2} は増加し $S_r = 40 \sim 50\%$ 以上では $E_{y2} = 4.5\%$ 程度に

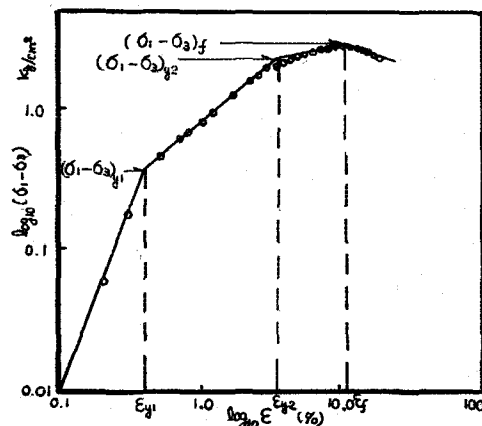


図-1 応力-ヒズミ曲線

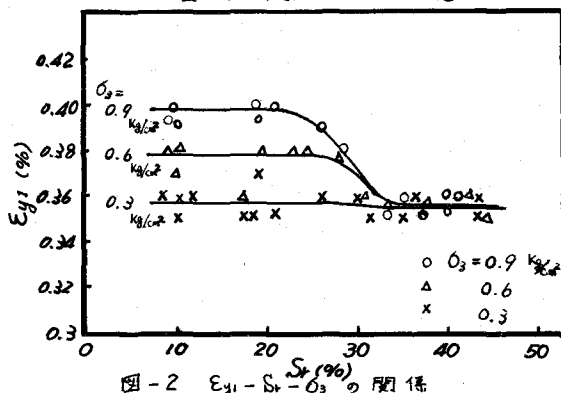


図-2 E_{y1} - S_r - σ_3 の関係

収束する傾向にある。拘束圧が大きくなると予圧密効果が生じることや、粒子間摩擦係数が大きく粒子間の噛み合わせ抵抗も増加して粒子が動きにくくなり、飽和度 S_r が増加してくると潤滑作用効果として粒子間マツツ力の低下やインターロッキング効果が減少し、密づめや拘束圧の高くなる時の特徴に影響を与え、動きやすくなるこがヒズミを大きくする原因と考えられる。図-4は E_{y1} , E_{y2} における $(\sigma_1 - \sigma_3)_{y1}$, $(\sigma_1 - \sigma_3)_{y2}$ と $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ の比の一例を示した。 E_{y2} における値は相対密度、飽和度 S_r の大きさにかわらず 0.9 前後の値を示す。 E_{y1} における値は飽和度が大きくなると漸減し、水の影響を直接受けていることがわかる。

(b) 内部まきつ角

図-5は、相対密度 D_r と内部摩擦角 ϕ の関係を示したものである。実線部分は昭和42年行われた、土質工学会の一斉せん断試験での三軸圧縮試験による内部摩擦角 ϕ と間隙比 e の関係を試験で使った量浦砂 ($e_{max} = 0.97$, $e_{min} = 0.695$) を相対密度 D_r で整理して実線部分で範囲を示した。この図から明らかにように、粒径 0.25 ~ 0.105 mm 試料を除き、一斉せん断試験の三軸試験値の範囲内に入ってくる。このことは、形状、粒度、粒径を考慮した相対密度 D_r を用つ砂全般の内部摩擦角 ϕ の値を一括的に表示することが可能であることが証明される。従って N 値から内部摩擦角 ϕ を算定する場合でも、 N 値から直接内部摩擦角 ϕ を算定するのではなく、相対密度 D_r を介して求めることがより合理的であることがわかる。

4. おわりに

砂のせん断特性の一部について傾向を述べたが、さらに多くの砂の種類、状態について実験を重ねる必要がある。研究を進めている。最後に実験に協力してもらった、卒論生、武田利典君、中山陽之君、植永敏治君、鎌田伸一君の諸君に謝意を表す。

参考文献

- 土質工学会 「土のせん断試験法に関する基礎的研究」
- 石堂 純 「砂の変形特性について」
- 前原、石堂、田中 「砂のせん断特性におよぼす粒径の影響」 1978年土木学会西部支部講演集。

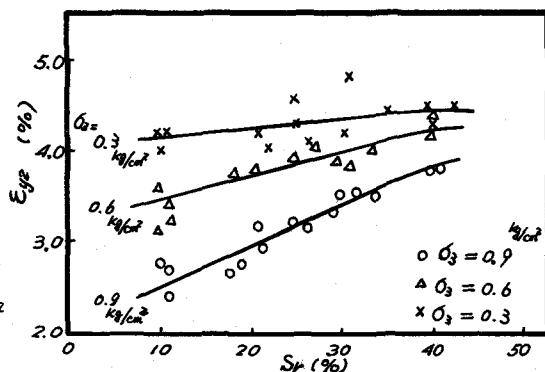


図-3 E_{y2} - S_r - O_3 の関係

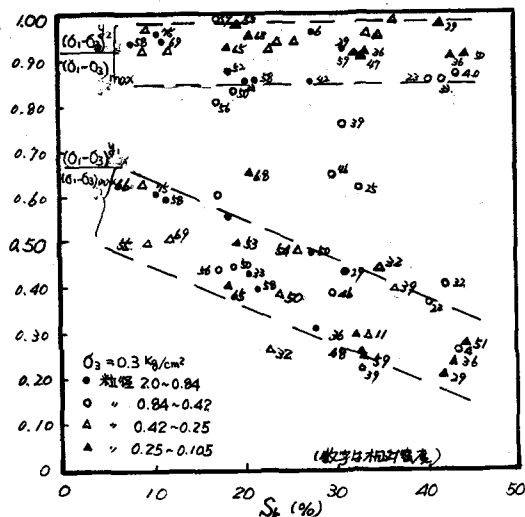


図-4 $\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_{y1}}{(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}}$, $\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_{y2}}{(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}}$ と S_r の関係

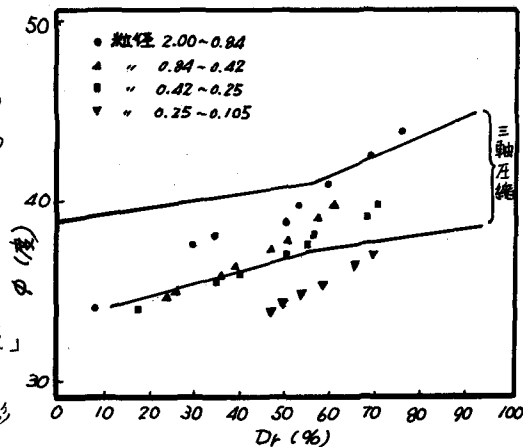


図-5 ϕ と D_r の関係