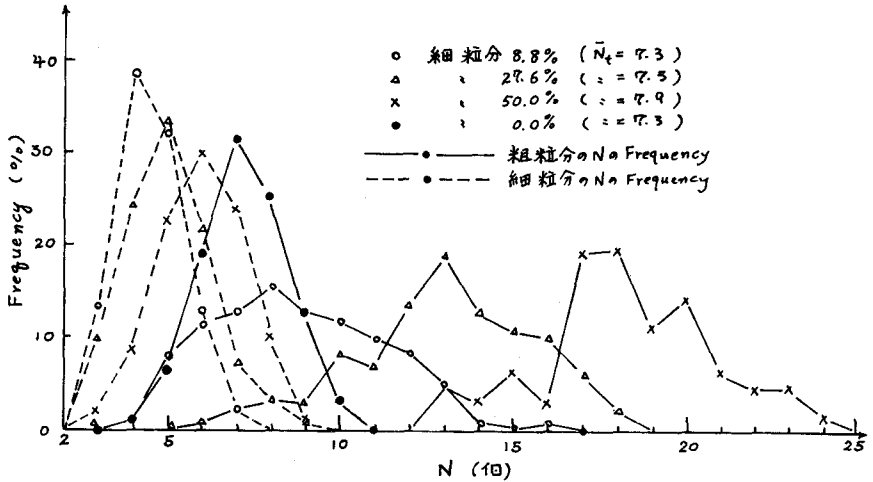
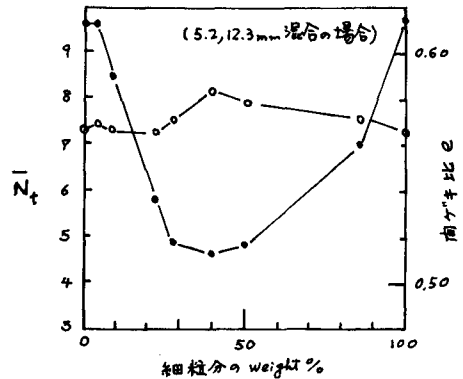
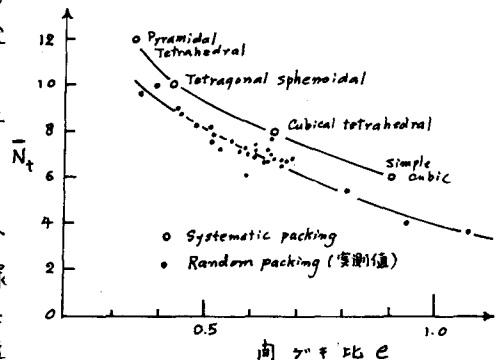


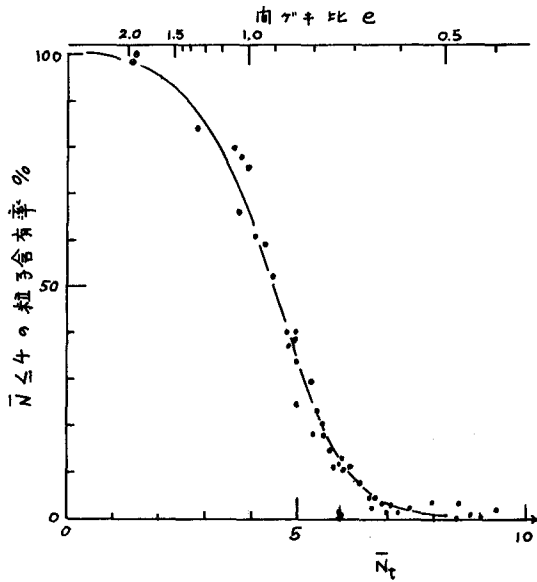
1 はじめに：同一

の砂では、密度が大きいほど内部マツ角は大きい。しかし粒度組成が異なれば、密度と内部マツ角との間に単純な相関関係は求め難い。この研究は、密度の真の意味を究明すべく、密度と粒度組成、密度と強度特性などの関連性を微視的観点から検討しようとするものである。

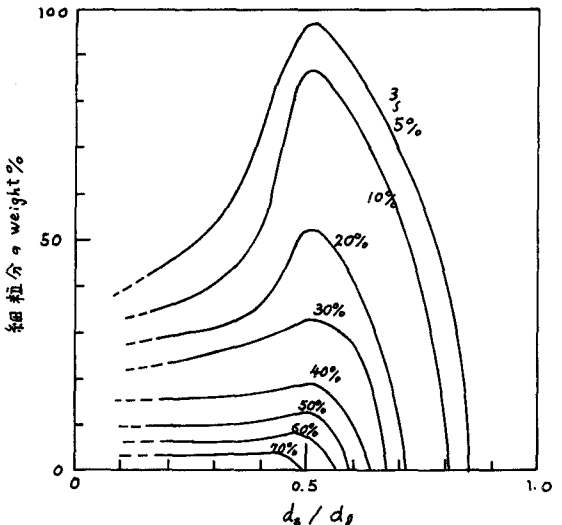
2 実験及び結果：砂のような粒状体の強度は、外力に対する粒子群の安定性によるはずである。従来、粒子群の安定性は粒状体の密度 (or 相対密度) だけで評価されてきた。しかし著者は、粒子群の安定性の検討には密度のみでは不十分であると考え、粒子接点数 N に着目して研究を進めた。実験は、直径 $d = 5.2, 12.3, 16.4, 24.7 \text{ mm}$ のガラス玉による2粒径の混合体を用いて行なった。2粒径の混合体の中で大きい粒子の直径を d_s 、小さい粒子の直径を d_f とし、 $d_s/d_f = 0.21, 0.32, 0.42, 0.5, 0.66, 0.75$ の混合体についてそれぞれ実験した。各混合体を $175 \times 200 \text{ mm}$ のモールドに所定の割合で充填し、これを墨汁の入っている容器にひたした後、ひきあげる。すると墨汁の大部分は自由落下によりモールド外に流出するが、 λ スカスの作用で一部は粒子間接点に残る。それを十分に乾燥すると、墨汁は同心円状に固直し、接点の位置およびその数を十分な精度で読みとることができる。

図・1 に、 $5.2, 12.3 \text{ mm}$ のガラス玉 ($d_s/d_f = 0.42$) と $0:100, 8.8:91.2, 27.6:72.4, 50:50$ の割合で混合した場合を例として、粒子接点数 N の頻度分布図を示す。ただし破線および実線はそれぞれ $d_s = 5.2 \text{ mm}, d_f = 12.3 \text{ mm}$ のガラス玉の頻度分布図を示している。 N の頻度分布から、平均粒子接点数 $\bar{N}_t$ を計算する。図・2 に細粒分の weight 比による $\bar{N}_t$ の変化

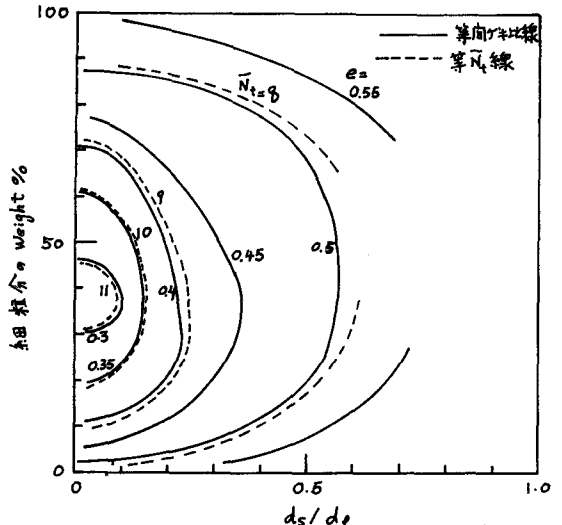
図・1 N の頻度分布図 ($5.2, 12.3 \text{ mm}$ 混合の場合)図・2 細粒分含有率による $\bar{N}_t$ の変化図・3 $\bar{N}_t \sim e$ の相関図



図・5 $N \leq 4$ 粒子の含有率(等径球の場合)



図・4 $N \leq 4$ 粒子の含有率



図・6 等間ゲキ比線と等 $\bar{N}_t$ 線

及び間ゲキ比の変化を示す。細粒分の weight % が 40% 近傍で間ゲキ比は最小となり、最大の $\bar{N}_t$ が観測される。図・3は、平均粒子接点数 $\bar{N}_t$ と間ゲキ比との良い相関を示したものである。等径球の systematic packing における $\bar{N}_t \sim e$ 関係も含めて図示した。random packing の関係線は、等径球の systematic packing のそれとほぼ平行することは注目してよい。図・3によれば、間ゲキ比は平均粒子接点数と等価であることを意味し、粒子集合体の外力に対する安定性の指標として重要である。図・1に示す N の頻度分布図から明らかなように、平均粒子接点数 $\bar{N}_t$ は 7.3~7.9 の比較的狭い範囲にあるが、 N の分布の範囲は各配合によって大変異なる。すなわち、間ゲキ比 (or $\bar{N}_t$) によって粒子集合体の安定性を論ずれば、片手落ちの議論となる。実際、ガラス球の三軸試験によれば、粒状体の強度を説明する上で、 N の平均値 $\bar{N}_t$ のみならず、 N の分散も重要であることが示された。

図・4は、細粒径の粒子で $N \leq 4$ とする極めて不安定な粒子の weight % を、細粒分の weight % を縦軸とし d_s/d_l を横軸とする図上にプロットしたものである。2 粒子径の混合メカニズムについて興味深い結果を与えている。すなわち $d_s/d_l = 0.5$ とする配合は、 $N \leq 4$ の粒子を多く含有し、均一で安定な配合を困難なものにしている。図・5は、均一径の配合における $N \leq 4$ の粒子含有率と $\bar{N}_t$ の関係を示している。 $\bar{N}_t$ に対応する間ゲキ比も横軸として同時に示した。この図は、 $\bar{N}_t = 6.5$ より小さい (すなわち $e > 0.70$) 領域で、 $N \leq 4$ の粒子数が飛躍的に増加し、粒子集合体として極めて不安定となることを示している。図・6には、細粒分の weight % と d_s/d_l 図上に、最小間ゲキ比の状態、集合体の場合における等間ゲキ比線及び等 $\bar{N}_t$ 線を示している。

$d = 0.16, 0.38, 0.65, 1.2 \text{ mm}$ のガラス玉の 2 粒径混合体を用いた三軸圧縮試験の結果と上述のランダムな packing mechanism とを比較検討した所、粒状体の mass としての安定性は、 $\bar{N}_t$ と N の分散とで統一的に説明できる。講演時に発表する。