

吸水による粒子強度の低下

立命館大学理工学部 福本 武明

1 まえがき 材質の異なる粒状体の粒子強度を、既報⁽¹⁾⁽²⁾で述べた方法に従って測定した。ところが、今回これらの実測データを統合し、それに基づいて主として吸水による強度低下の状況を調べたので、ここに報告する。

2 研究経緯 粒状体の構成粒子には強いものもあれば弱いものもある。その強度分布を明確にすることは、粒子集合体の力学を考えてゆく上で基本的に重要なことと思われ。特に、土や土壌の力学特性は、外力に対する応答が単にその堆積状態（空隙とその分布、等）に依存するだけでなく、骨組を形成する粒子自身の崩壊にも大きく関与する。その故、土の粒状体の強度発現機構や変形特性を理解するためには、粒子強度に関する認識は欠かせないものとなる。ところが、粒子強度を測定する適切な方法が見当たらない。諸文献を調べてみると、直接測定としては点載荷圧試験による方法や同種の岩石から切取って整形した試験片による方法などがあり、また間接測定としては既に規格化されている破砕試験やすりへり抵抗試験による方法などがあるが、これらの中で個々の非整形粒子の強度と実際の堆積時に作用するであろう荷重状態に比較的近い状態で測定したい、という要望に沿う試験法として点載荷法が挙げられよう。しかし、これとて土の分野で扱う相対的に小さな粒子の場合には（コンクリート用の粗骨材などの場合と違って）、測定に若干難があるように思われる。そこで、筆者は簡易単軸圧縮装置⁽¹⁾を用いて、その台座上に粒子を1個ずつ無理なく置き、所定の載荷速度（13.6 mm/min）で圧縮する方法を採った。図-1は、このような方法で測定した結果の一例である。また、図-2は破壊荷重測定時に観察される粒子の破壊形態（表-1参照）をパーセント表示したもので、図

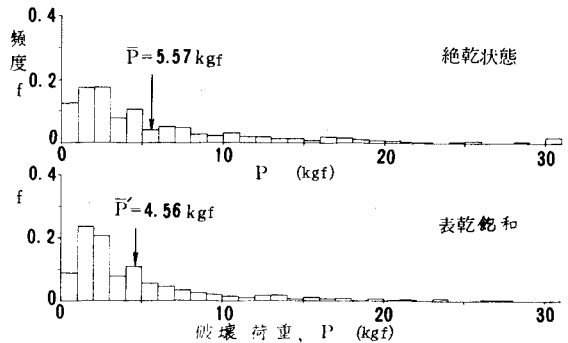


図-1 粒子強度分布の一例（試料：A）

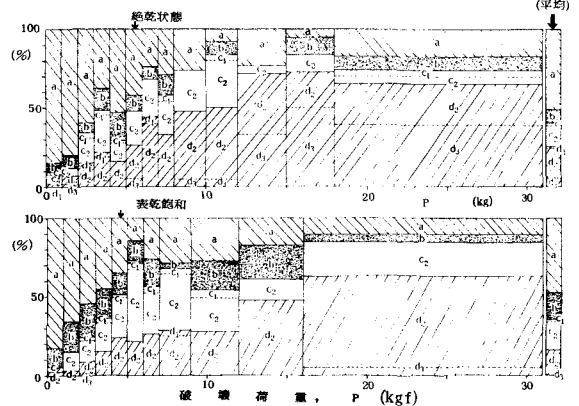


図-2 圧縮破壊時の粒子破砕状況（試料：A）

表-1 粒子の破壊形態の分類

略称	破壊形態
a	角取れ
b	半割れ
c ₁	数個に分割（ほぼ等径に分割）
c ₂	〃（大小に分割）
d ₁	多数に分割（ほぼ等径に分割）
d ₂	〃（大小に分割）
d ₃	〃（多数の細粒に分割）

Fukumoto, Takeaki

* 台座上で粒子を転がして、静止した状態のまま軸中にに据えて圧縮する。

図-1の強度分布と対比させて描いている。今回、上記の方法で得た一連の実験結果を集めて検討すれば、測定法そのものの妥当性も自ずと確かめられるのではないかと考えられる。
 3 結果と考察 表-2に示す合計10種の粒状体(4.76~4.00 mm)に対して、それぞれ乾燥・表乾飽和の2状態で測

表-2 試料の物理的性質

試料		測定値			計算値*		
		真比重 G_s (粉水)	顆粒比重 G_{sd}	吸水率 w_{ab} (%)	かさ比重 G_b	粒子内 空隙率 e_p	粒子内 空隙率 n_p (%)
オ シ 土	A	2.717	2.486	3.58	2.400	0.132	11.7
	B	2.708	2.506	2.98	2.433	0.113	10.2
	C	2.735	2.526	2.99	2.453	0.115	10.3
	D	2.677	2.461	4.18	2.362	0.133	11.8
	E	2.709	2.508	2.62	2.444	0.108	9.8
	F	2.705	2.531	2.50	2.469	0.096	8.7
川砂		2.776	2.620	1.64	2.578	0.077	7.1
しらす		2.523	1.343	72.62	0.778	2.243	69.2
スラグ		3.191	2.523	8.77	2.320	0.374	27.3
コークス		1.931	1.542	20.98	1.275	0.515	34.0

$$* G_b = \frac{G_{sd}}{1 + w_{ab}}, \quad e_p = \frac{G_s}{G_b} - 1, \quad n_p = 1 - \frac{G_b}{G_s}$$

定した平均破壊荷重(図-1中の $\bar{P}$, $\bar{P}'$ 参照)と、吸水率(表-2)に対してプロットすれば、図-3が得られる。図から明らかになるように、強度の序列は川砂・スラグ・コークス・オシ土・しらすという風に大体常識的な順となっており、また、いずれの試料も吸水による強度低下という熟知の事実を示している。なお、粒子強度の分布型(図-1参照)と破壊時の粒子破砕状況(図-2参照)については、いずれの試料の場合も吸水による変化が殆ど認められない。図-4は、突固め後の試料(オシ土A, D)に対して粒子強度を測定した例であるが、突固め後は粒子は以前よりも堅固になるから吸水率は小さく強度は大きくなる、という大方の予想をはっきり裏付ける結果を示している。図-5は、吸水による強度の低下率 $\left[\bar{P} - \bar{P}' \right] / \bar{P} \times 100 (\%)$ と粒子内部の空隙率 n_p (表-2参照)との関係を示したものである。両者の関連性については、今回の実験の範囲では明確なことは何も言えない。

4 あとがき 吸水により粒子強度は低下するが分布型は変わらない等の事柄が判明した。

参考文献 1) 福本(1974): 粒子特性に関する考察, 土谷潤西支部年次講演 2) 福本(1977): 粒子強度に関する考察, 土谷潤西支部年次講演

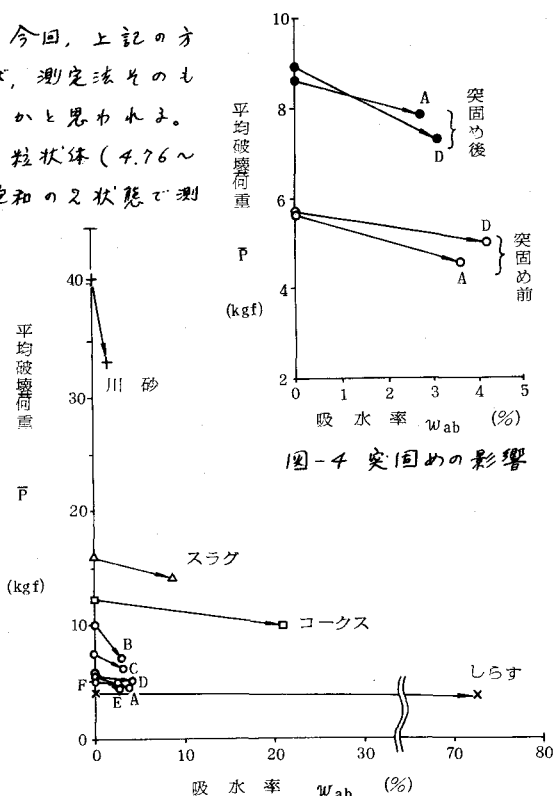


図-3 吸水による強度低下

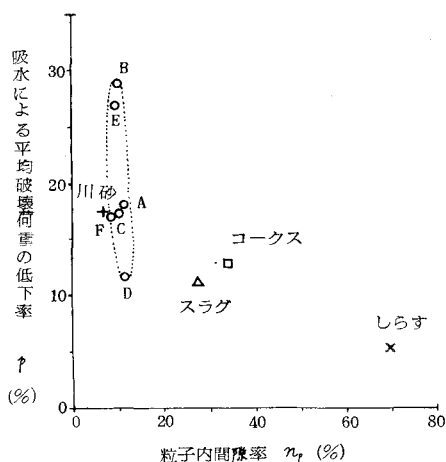


図-5 強度低下率と粒子内空隙率の関係