

鑄型用珪砂の比表面積と粒形係数の決定

— 通気法によるもの —

藤 本 留 吉

Determination of Specific Surface Area and its' Shape Factor of Silica Sands of Casting Mold

— Permeability Method —

by

Tomeyoshi HUZIMOTO

Meaning of importance of Surface area and its' shape factor of Silica sands is that effectiveness of film thickness of binders is determined in molding sands.

Method of determination of this factor have been several method—permeability or sieve separating etc.,

The author select method of permeability applied P. C. Carman's process. thus, in result, from sepeeific surface area, shape factor C is obtained approximately 1.10~3.16

1 ま え が き

鑄型の造型に利用する砂粒の表面積や粒形係数（形状係数）の重要な理由は、粒結材の皮膜の厚さの効果度が決定される点にある。これは CO_2 プロセスやシュルモールド法、サンドスリング一等造型における重要な考察となる。比表面積を決定する方法には、種々あるが、一般的篩分け法、鹿島氏²⁾の遠心分離法、河野⁴⁾、磯野氏⁵⁾、藤本氏¹³⁾の試みた通気法、光学的方法もあり、また古くから Cox Pentland および Wadell 氏等の研究にも見られるが、後者の場合は、その操作が複雑である。いずれも要点は砂粒の粒形より比表面積を求め、これより粒形係数を求める必要がある。比表面積がわかれば、真球と仮定される粒体の比重 ρ と粒径 d とより理論的比表面積を求め、これの比が粒形係数 C となる。逆言すれば、この理論的比表面積に C を乗ずれば所要の比表面積が得られる。

その後、W. Davies^{3) 6) 7)} と W. J. Rees⁶⁾ 氏が Carman¹⁾ 氏の真球形の粒圧縮体に通気法により、比表面積を求める式を利用して、初めて、鑄物砂の粒形測定が行われた。著者はこの Carman 氏の式を選んで、単一メッシュの砂粒について「砂粒の単一重量における比表面積と同一メッシュ

における球形砂粒の単位重量における理論比表面積との比」を以て、粒形係数を知ることが目的として、粒形を定量的に表現する方法について研究を進め、その結果 C の値が $1.10 \sim 3.16$ にあることが確められた。

2 理論の概要¹¹⁾

2-1 粉粒体の細かさの基礎概念^{8) 9) 10)}

粉体を取扱う場合、当然粉末の特性を定量的に表示しなければならない。一般に粉末の細かさと言う概念は

- (a) 平均粒の大小又は比表面積の大小
- (b) 粒度分布状態
- (c) 粒子の形状

これらが互に関連して、その粉末の性状を決定する。今、粒子の代表的大きさを、直径 d で表わせば、その表面積は d^2 に、体積上は d^3 に比例する。単位質量の粉末の表面積すなわち比表面積は、これを S_w で表せば、

$$S_w = C / \rho \cdot d \quad (1)$$

ここに、 ρ = 密度、 C = 粒形係数

球形の立方体では $\rho \cdot d = 6$ に相当するから $C/6$ は比粒形係数と称することができる。この値は、比表面積比を表わしている。

しかるに、一般の粒子は、不規則な形状であるから、代表径の取り方には種々の形式方法があるが、次に粒子径の定義を参考までに記しておく。本報文はこの定義概念に基礎をおく。

粒子径の定義¹¹⁾

立方体相当径 $\sqrt[3]{V}$

立方体平均径 $\sqrt[3]{l \cdot b \cdot t}$

球相当径 $(6V/\pi)/3$

三軸平均径 $(l+b+t)/3$

グッドマン径 \sqrt{f}

ブライニゲル径 $\sqrt{l \cdot b}$

ここに、 V : 体積

l : 最長径

t : 粒子の高さ

f : 俯瞰面積

b : 最短径

平均粒子径に対しては、算術平均、幾何平均、調和平均……等は周知のものである。

鑄型用珪砂の比表面積と粒形係数の決定

幾何学的粒子の径はすぐわかるが、不規則な粒形においては、単純に表わし得ない。従って、適当な一つの比較基準を定めておくわけである。前記の粒子径定義がその一例である。篩による代表径は、一つの篩目の開き a のふるいを通過し、相隣る開き b の標準篩目を通過しない粒子群の代表径として $(a+b)/2$ 又は $\sqrt{a \cdot b}$ をとる。

2-2 粒形係数の定義

或る粒子群の全表面積を S ，全体積を V ，平均表面積径を \bar{D}_s ，平均体積径を \bar{D}_v とすれば、次の3種を以て粒形係数の定義とする。

$$C_s = S / \sum n_i D_i^2 = S / \bar{D}_s^2 \sum n_i = \text{表面積粒形係数}$$

$$C_v = V / \sum n_i D_i^3 = V / \bar{D}_v^3 \sum n_i = \text{体積粒形係数}$$

$$C = C_s / C_v = \text{比表面積粒形係数}$$

$$\text{球の場合：} C_s = \pi, C_v = \pi/6 \quad \therefore C = 6$$

不規則形粒子：この場合の粒形係数の値は、粒形の定義又は測定法によって異なる。しかし、一般には、 $C_s < \pi$ ， $C_v < \frac{\pi}{6}$ ， $\therefore C > 6$ である。しかして、 C の値は同一物質についても粒径により異なり、粒形の大なる時 C の値は大。小なるに従い一定値に近づくことが多い。

3 実験装置およびその方法

本文は通気法による実験であって、空気透過法による実験である。河野、磯野の装置を参考にした。

(i) 実験装置：学振法制定の通気度試験器①を利用して図3.1の如く第一第二の則水瓶を設け、水を濾過清浄にし、空気除湿のため空気タンク①と試料との間に硫酸液の容器③を設けた。これをさきの通気度試験器（空気タンク）にガラス管で連結するのである。硫酸容器より、試料投入

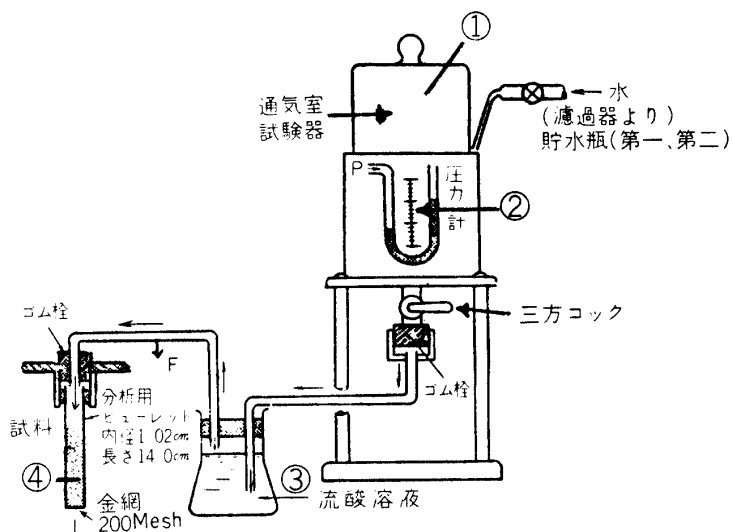


図3.1 通気法による実験装置

- ① 学振法通気度試験器
 - ② 圧力計 (U字管)
 - ③ 硫酸溶液容器
 - ④ 測定ビュレット
- 試料投入，下端に随時マンオメータで通気状況を検する。
 なお③と④の間には，流量計を附設，ガラス管の接合部にはワセリン等で空気漏洩を検する。
 F：流量計

用のビュレットにガラス管で連結する。この時の空気圧力は水柱 10cm, 空気容量は 2,000cm³ である。図中の三方コックの下端に内径 1.00cm, 長さ 14cm のビュレットを取付けてある。ビュレット中に規定の供試珪砂を投入, この先端に 200メッシュの人絹布と, 80メッシュ程度の金網を取付け試料の落下を防止した。又, 硫酸容器とビュレットの間には, 流量計を設け空気の流れが均一に行なわれるか否かを検した。供試材料はよく洗滌し, よく乾燥して, その充填にはよほど影響を受けるので慎重を期し, ビュレットの外側面をゴム槌で軽打した。又通気状況を F の先端に薄紙などをかざして, 考察確めた。粒形の判定は, 各メッシュ毎にタイラー標準篩で15分間篩分け (JISZ 8801-1966) 200 ケ宛採取, 拡大鏡或いは顕微鏡写真機にかけ, 実測による 平均値を試料の直径と見なした。かくして, 試料の重量, 容積, 長さ, 圧力降下, 及び通気時間を実測して, 後に示す Carman¹⁾ 氏の式を用いて, 比表面積を求め, 理論的比表面積との比を取って粒形係数を求めた。

4 供試材および粒形

供試材の各種の鑄物砂の粒度分布, 粒形, 比重, 化学成分等, 物理化学的諸性質を次の 4.1 表 ~ 4.2 表に示す。

4.1 表

	種 類	粒 形	比 重	備 考
国 内	ガ ラ ス 球	真 球	2.56	極く軽い (充填密度 0.162) (日本重化学工業提供) 福井県三国浜産
	シリカバルーン(人工)	〃	0.352(見掛)	
	越 前 砂	多 角	2.68	
国 外	フリマントルサンド	〃	2.64	} 濠州産 (日鉄商事提供)
	フラタリーサンド	〃	2.66	

4.2 表

(a) フリマントルサンド

粒度分布:	粒度(メッシュ)	20	28	35	48	65	<100
	%	1	13.2	30.8	37.8	13.6	3.6
化学成分:	成 分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	I loss
	%	99.76	0.18	0.10	0.04	0.01	0.002

(b) フラタリーサンド

粒度分布:	粒度(メッシュ)	35	48	65	100	150	<150
	%	3	10	28	47	11	1
化学成分:	成 分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	I loss
	%	99.75	0.04	0.12	nil	0.01	0.001

その他K₂O, Na₂O 等痕跡

铸型用珪砂の比表面積と粒形係数の決定

(c) シリカバルーン

粒度分布：	Lot No.	+297 μ	297~149	149~105	-105
	①	3.48	50.3	9.5	5.8
	②	28.3	46.8	14.3	10.6
	③	24.2	58.7	15.8	11.3

化学成分：	成 分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
	%	~77~	~11.5~	~4~	~5~	~1~	~0.7~	~0.3~

(d) 越 前 砂

粒度分布：	粒度(メッシュ)	14	20	28	35	48	65	100	150	200	270	pan
	%	tr	0.3	11.9	16.9	31.1	29.6	6.5	0.5	0.2	0.1	0.1

化学成分：	成 分	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	灼減
	%	80.55	2.18	11.40	0.35	0.49	2.53



写真4. 1 越前砂48 mesh (多角形) 倍率100

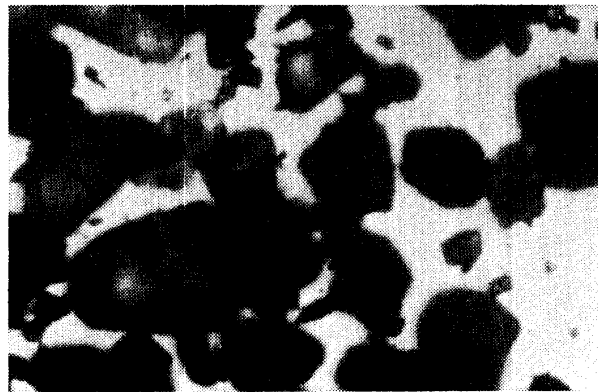


写真4. 2 越前砂100 mesh (多角形) 倍率100



写真4. 3 フリマントルサンド 100 mesh 倍率100 (多角形)



写真4. 4 フリマントルサンド 150 mesh倍率100 (多角形)



写真4. 5 フラタリーサンド 100 mesh 倍率100
(多角形)



写真4. 6 フラタリーサンド 150 mesh 倍率100
(多角形)

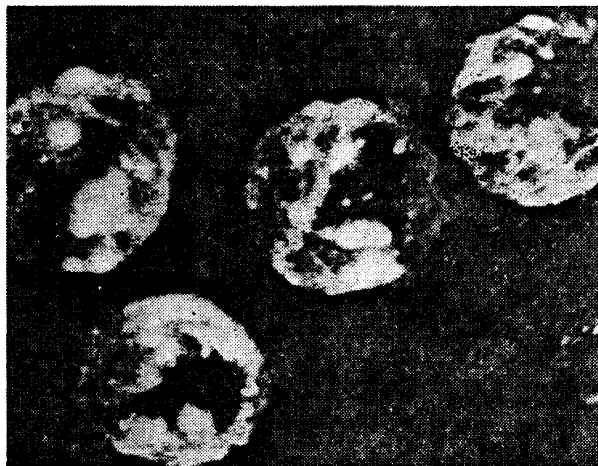


写真4. 7 シリカバールン強化型 (丸) 100~500 μ
(倍率100倍)



写真4. 8 シリカバールン軽量形 (丸) 50~400 μ
(倍率 30倍)

(e) 粒形：粒形はガラス球およびシリカバールの二種が丸球 (Round) であり他の試料料はすべて多角形 (Subangular) であった。

これらの顕微鏡写真を4.1~4.8図に示しておく。

5 計 算 式

実験により得たデータより Carman 氏の式すなわち比表面積を球形粒子よりなる粉末の圧縮体に空気を通過させた場合、気孔率と通気率との関数として、取扱った次の如き式を用いた。

S_w を比表面積として

$$S_w = (\text{常数}) / (\text{嵩比重}) \times \sqrt{(\text{気孔率})^3 / (\text{通気率})} \quad (1)$$

これより

$$S_w = [14 / \rho (1 - \xi)] (\xi^3 / B \cdot \nu)^{1/2} \quad (2)$$

$$B \cdot \nu = V \cdot \eta \cdot L / T \cdot A \cdot \Delta P \quad (3)$$

$$\therefore S_w = [14 / \rho (1 - \xi)] (\xi^3 \cdot T \cdot A \cdot \Delta P / V \cdot \eta \cdot L)^{1/2} \quad (4)$$

ここに S_w = 試料の単位重量の比表面積 (cm^2/g)

$$\xi = \text{気孔率 (圧縮体, ビュレット中の試料)} = 1 - \frac{G/\rho}{v}$$

ρ = 試料の比重 (2.55~2.75)

G = 試料の重量 (g)

B = 通気率

ν = 空気の動学的粘度 (cm^2/sec)

V = 試料を通過した空気量 (cm^3)

T = 空気通過時間 (sec)

η = 空気の粘度 ($\text{g}/\text{cm} \cdot \text{sec}$)

L = 試料 (ビュレット中の) の長さ (cm)

ΔP = 圧力降下 (g/cm^2)

A = ビュレットの断面積 (cm^2)

v = 試料 (ビュレット中の) の体積 = $A \cdot L$ (cm^3)

また空気が試料中を通過する際に生ずる圧力計 (u 字管) の液面差を h とし、式 (4) 中の ΔP との間には次の関係がある。

$\Delta P = \rho_i \cdot h$ (ρ_i は液体の比重) 水は 1, 従って、式 (4) は次の如くに書き換えらる。

$$S_w = \frac{14}{\rho(1-\xi)} \cdot \xi^3 \cdot A \cdot T \cdot \rho_i \cdot h / V \cdot \eta \cdot L)^{1/2} \quad (5)$$

本実験に用いた既知の数値を代入して式 (5) を簡単にすれば、次式を得る。

$$S_w = 14 \frac{v}{G} \left[\left(1 - \frac{G}{v \cdot \rho} \right)^3 \times 2.232 \times \frac{T \cdot h}{L} \right]^{1/2} \quad (6)$$

ここに $V = 2000 \text{cm}^3$, $A = 0.817 \text{cm}^2$, $\eta = 183 \times 10^{-6}$

$\rho_i = 1$ (使用液により変る) 水 1 をとる。

$$\xi = (1 - G / \rho \cdot v) = \left(1 - \frac{G}{2.56v} \right), \rho = 2.56 \sim 2.75 \text{ (珪砂の種類による)}$$

式 (6) により、 G , v , T , h , L を実測して計算すれば容易に S_w の値を求めることができる。

次に理論的比表面積 S_0 は簡単に次式で得られる。真球体を考えて、

$$S_0 = 6\pi d^2 / \pi d^3 \cdot \rho = 6/d \cdot \rho \quad (7)$$

ここに, d = 真球体の平均直径(cm)

ρ = 真球体の真比重

従って, 粒形係数 C の値は次式で表わせる

$$C = S_w / S_0 \text{ または } C = \frac{1}{6} d \cdot \rho \cdot S_w \quad (8)$$

6 実験結果とその考察

表6-1 ガラス球の測定結果 $\rho = 2.56$ $G = 8\text{gr}$

メッシュ番号 通過	メッシュ番号 止	試料の重量 $G(\text{gr})$	試料の体積 $v(\text{cm}^3)$	試料の長さ $L(\text{cm})$	空気の圧力 $\Delta P(\text{mm})$	空気の温度 $(^\circ\text{C})$	空気通過時間 $T(\text{sec})$	比表面積 $S_w(\text{cm}^2/\text{gr})$	試料の平均直径 $d(\text{cm})$	理論表面積 $S_0(\text{cm}^2)$	粒形係数 $C(S_w/S_0)$
3	6	8	6.62	8.1	12.4	11	32.3	14.5	0.393	6.00	2.42
6	8	8	6.13	7.5	24.5	11	34.0	17.5	0.341	6.95	2.52
8	10	8	5.89	7.2	35.5	11	36.4	20.1	0.230	10.25	1.96
10	14	8	5.65	6.9	56.0	11	43.4	25.2	0.147	16.05	1.57
14	20	8	5.60	6.85	74.5	11	56.8	32.0	0.0941	25.00	1.28
20	28	8	5.55	6.80	86.0	10.5	75.8	39.2	0.066	35.8	1.10
28	35	8	5.48	6.70	91.0	10.5	109.7	47.0	0.0524	45.1	1.04
35	48	8	5.40	6.60	96.5	10.5	189.9	61.7	0.0384	61.4	1.01
48	65	8	5.45	6.65	98.5	10.5	453.4	98.2	0.025	94.5	1.04
65	100	8	5.45	6.65	98.5	10.5	659.0	117.2	0.020	117.2	1.00
100	150	8	5.35	6.55	99.0	10.0	976.5	185.09	0.013	182.0	1.02
150	200	8	5.35	6.80	99.0	7.5	985.5	237.12	0.010	235.0	1.01
平均値											1.063

ただし平均値は実用的範囲を考え20メッシュ以下を取って算出した。

図6.1 は真球体と見なされるガラス球の各メッシュに対する C , S_w , S_0 との関係のその必要項目を, それぞれ測定し, 式(6)により得た結果のグラフである。メッシュ No. が増す程, すなわち細粒になる程 C は滑らかに, 遞減している。そして, 粗より細粒に亘り, 或る指数関数の法則に従うグラフのように見える。この粗粒に対する C の大となる原因は, S_0 が一定と見て, 実測 S_w を求むる場合, 粒の平均直径に一つの誤差を生ずるからであろう。ただ, 試料 5g と 8g の場合の C の誤差は少ない。また当然 S_w と C のカーブは反対方向となり, これもある指数関数的変化を示している。表6.1 は,

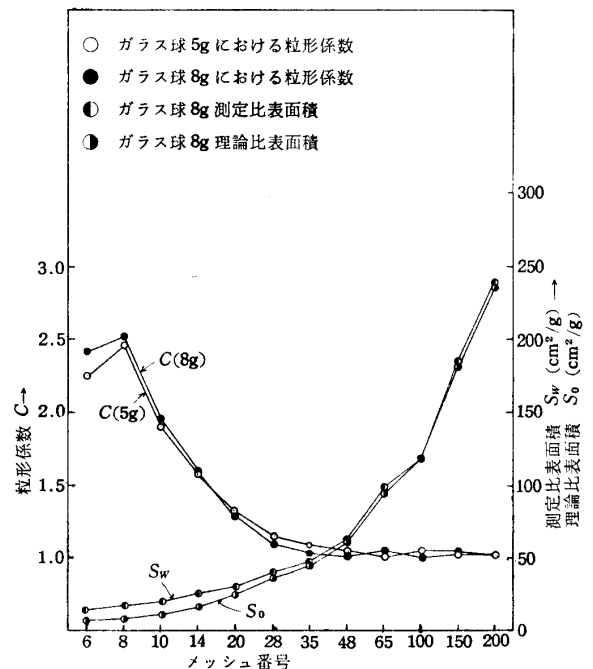


図6-1 ガラス球の比表面積と粒形係数

鑄型用珪砂の比表面積と粒形係数の決定

上記のグラフを作り上げる基盤として、ガラス球に対する各項目の実測値を表記したものである。

表 6-2 越前砂の測定結果 $\rho=2.68$

メッシュ番号		試料の重量	試料の体積	試料の長さ	試料のさ	空気の圧力	空気の温度	空気通過時間	比表面積	試料の平均直径	理論表面積	粒形係数	
通過	止	$G(\text{gr})$	$v(\text{cm}^3)$	$L(\text{cm})$	$\Delta P(\text{mm})$		$(^{\circ}\text{C})$	$T(\text{sec})$	$S_w(\text{cm}^2/\text{gr})$	$d(\text{cm})$	$S_o(\text{cm}^2)$	$C(S_w/S_o)$	
10	14	5	2.53	3.1	98		16.7	73	69.4	0.141	16.05	4.32	
		8	4.09	5.0	98		16.7	90	74.1	0.141	16.05	4.62	
14	20	5	2.53	3.1	98		16.7	90	77.1	0.1003	25.00	3.08	
		8	4.09	5.0	98		16.7	115	71.2	0.1003	25.00	2.85	
20	28	5	2.61	3.2	98		16.7	130	105.8	0.0714	35.8	2.95	
		8	4.25	5.2	98		16.7	165	107.4	0.0714	35.8	3.00	
28	35	5	2.61	3.2	98		17.0	170	121.0	0.0503	45.1	2.68	
		8	4.33	5.3	98		17.0	203	118.5	0.0503	45.1	2.62	
35	48	5	2.70	3.3	98		17.0	263	170.3	0.0355	61.4	2.77	
		8	4.33	5.3	98		17.0	322	149.2	0.0355	61.4	2.43	
平均値												94.1	3.145

ただし平均値はすべて 8g の値をとった。

図 6.2 は粒形が多角形である 越前砂（福井県三国砂産）の各メッシュに対する C , S_w , S_o との関係グラフである。表 6.2 に掲げてある実測値により描いたもの。これを見ると勿論ガラス球（真球に近い）の如く曲線は均等にはならない。しかしその性格は、定性的にも定量的にも同傾向で、細粒になる程 C の値が遞減している。図に見る如く 20 メッシュ附近でやや落ち込んでいる。その前後でやや上昇する。これは決定的なものではなく、測定誤差と見る。しかし磯野氏⁴⁾、河野氏⁵⁾ の報告にも一致する。また、5g と 8g の場合では C には大差はないが S_w と S_o との間の開きが大きい。これは、実験

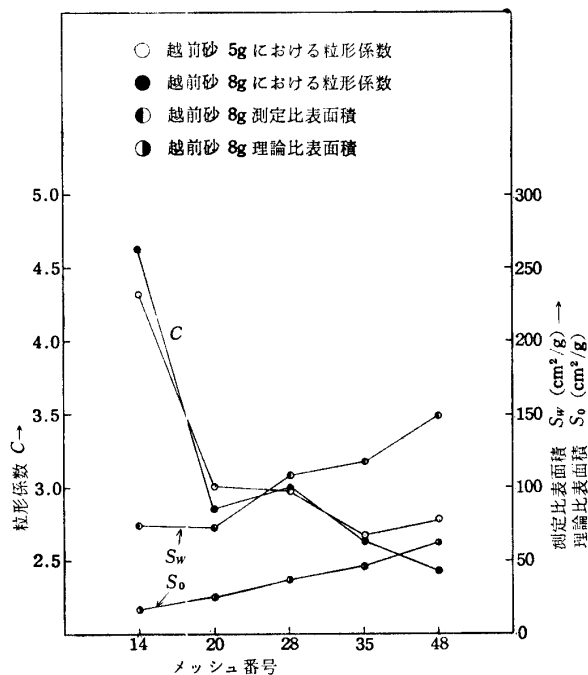


図 6-2 越前砂の比表面積と粒形係数

精度に要因はあると思われるが、さらに粒形が多角形であり、この他に多少ながら不完全多角形の砂粒が混在していたため複雑な要素が入ったものと考ええる。しかし曲線の性格は同傾向である。

このような現象は人造珪砂では余り見られないと思われるが、上記の如き天然産では、経年状況に応じて差異ある粒形となることは已むを得ぬと考える。

次に表 6.3 の実測値により得た図 6.3 はフリマントルサンド（濠洲産）の比表面積と粒形係数を示したグラフである。 C と S_w のカーブは共に今迄の結果と同性格、同傾向を示している。ま

た図6.4は、フラタリーサンド（濠洲産）の C と S_w との関係線図であって、表6.4の実測値

表6-3 フリマントルサンドの測定結果 $\rho=2.64$

メッシュ番号		試料の重量 G (gr)	試料の体積 v (cm ³)	試料の積長 L (cm)	試料のさ ΔP (mm)	空気の圧力 空 気 の 温 度 (°C)	空気通過時間 T (sec)	比表面積 S_w (cm ² /gr)	試料の平均直径 d (cm)	理論表面積 S_o (cm ²)	粒形係数 $C(S_w/S_o)$
通過	止										
20	28	5	2.45	3	98	16.5	122	69.8	0.0714	35.8	1.95
		8	3.92	4.8	98	16.5	180	67.5	0.0714	35.8	1.89
28	35	5	2.45	3	98	16.5	180	85.4	0.0503	45.1	1.89
		8	4.00	4.9	98	16.5	220	83.3	0.0503	45.1	1.85
35	48	5	2.45	3	98	17.0	290	108.8	0.0355	61.4	1.77
		8	4.00	4.9	98	17.0	358	106.3	0.0355	61.4	1.73
48	65	5	／	／	／	／	／	／	0.0251	94.5	1.57
		8	／	／	／	／	／	152.5	0.0251	94.5	1.71
65	100	5	2.53	3.1	98	17.3	480	160.9	0.0178	117.2	1.37
		8	4.09	5.0	98	17.3	1020	198.0	0.0178	117.2	1.69
100	150	5	2.45	3	98	17.3	2400	311.8	0.0127	182.0	1.71
		8	4.00	4.9	98	17.3	4260	366.0	0.0127	182.0	2.09
平 均 値 164.4											1.915

ただし平均値はすべて 8g の値をとった。

65メッシュの比表面積と粒形係数はグラフより推定した。

表6-4 フラタリーサンドの測定結果 $\rho=2.66$

メッシュ番号		試料の重	試料の体積	試料の積長	試料のさ	空気の圧力	空気の温度	空気通過時間	比表面積	試料の平均直径	理論表面積	粒形係数
通過	止	$G(\text{gr})$	$v(\text{cm}^3)$	$L(\text{cm})$	$\Delta P(\text{mm})$		$(^{\circ}\text{C})$	$T(\text{sec})$	$S_w(\text{cm}^2/\text{gr})$	$d(\text{cm})$	$S_o(\text{cm}^2)$	$C(S_w/S_o)$
35	48	5	2.45	3	98		14.6	470	143.2	0.0355	61.4	2.33
		8	4.00	4.9	98		14.6	650	148.1	0.0355	61.4	2.41
48	65	／	／	／	／		／	／	／	0.0251	94.5	1.97
		／	／	／	／		／	／	186.2	0.0251	94.5	2.16
65	100	5	2.45	3	98		14.6	750	189.3	0.0178	117.2	1.62
		8	4.00	4.9	98		14.6	1510	225.7	0.0178	117.2	1.93
100	150	5	2.61	3.2	98		14.6	1640	365.3	0.0127	182.0	2.00
		8	4.17	5.1	98		14.6	2340	338.7	0.0127	182.0	1.86
平 均 値 237.5												2.221

ただし平均値はすべて 8g の値をとった。

65メッシュの比表面積と粒形係数はグラフより推定した。

より得た。やはり上記のものと同性格、同傾向であるが定量的には、これらの場合、なお S_w と S_o との関係に再検討を要するか。

次に極細粒ミクロン級の人工珪砂の供試材について参考までに、通気度実験を行なったが通常の標準試験器では比重が 0.352 という極軽量のため不可能に近い。従って、ガラス球の場合に準拠して、粒形係数 C 、試料平均直径を仮定し、式(7)、(8)より理論比表面積と測定比表面積を

鋳型用珪砂の比表面積と粒形係数の決定

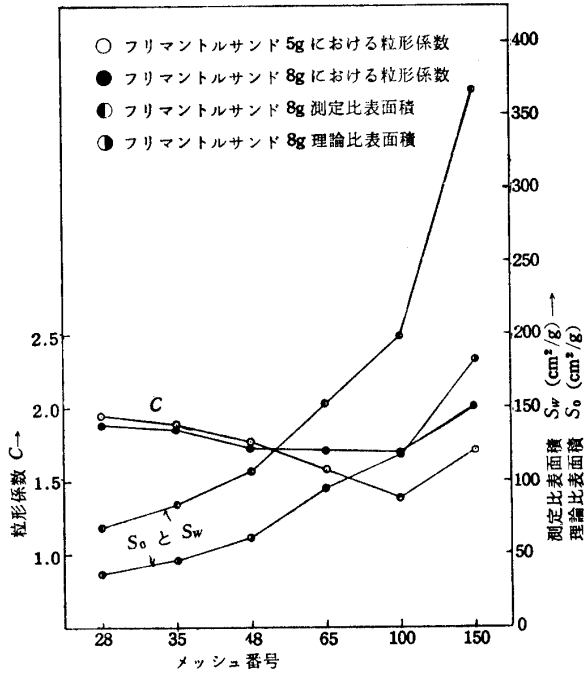


図 6-3 フリマントルサンドの比表面積と粒形係数

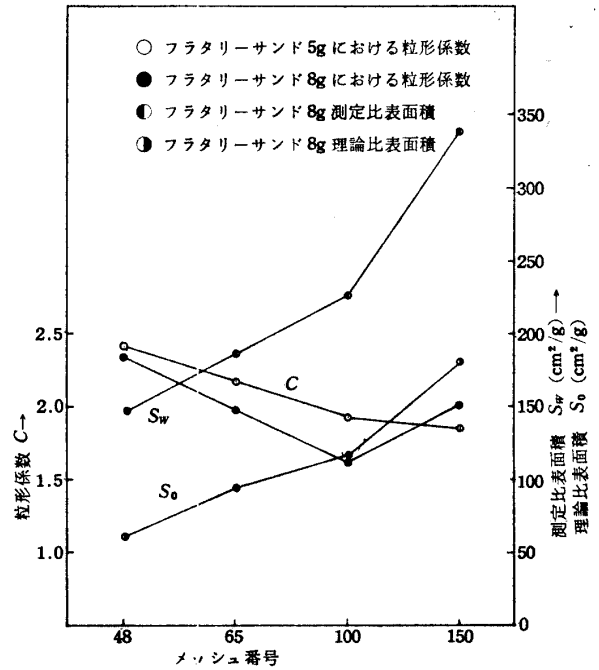


図 6-4 フラタリーサンドの比表面積と粒形係数

表 6-5 シリカバルーンの測定結果 $\rho=0.352$ (近似測定値)

メッシュ番号		試料の重量	試料の量体	試料の積長	試料のさ	空気の圧力	空気の温度	空気通過時間	比表面積	試料の平均直径	理論表面積	粒形係数
通過	止	G (gr)	v (cm ³)	L (cm)	ΔP (mm)	(°C)	T (sec)	S_w (cm ² /gr)	d (cm)	S_o (cm ²)	C (S_w/S_o)	
35	48	0.5	2.86	3.5	98	12.0	380	450.8	0.0384	446.4	1.01	
48	65	／	／	／	／	／	／	713.1	0.025	685.7	1.04	
65	100	0.5	2.45	3.0	98	12.0	1760	859.0	0.020	859.0	1.00	
100	150	0.5	2.12	2.6	98	12.0	1880	1344.9	0.013	1318.6	1.02	
150	200	0.5	1.72	2.1	98	12.0	2240	1731.4	0.010	1714.3	1.01	

平均 1.016

求めた。表 6.5 がその計測値であって、図 6.5 がそのグラフである。

ガラス球のものと同傾向であるが定量的には相当の差異があり、定性的にその傾向のみ知ることができた。

ここで C と S_w と関しての通気度について考察するに次の如くに言える。

(i) 粒形については、丸味の粒形で、すなわち、 C の値の小なるもの程通気性は良好。(真球であるから)

つき固めと粒度の条件が一定である場合は次の如き関係が成り立つ。

(ii) 通気度は C の小なるもの、すなわ

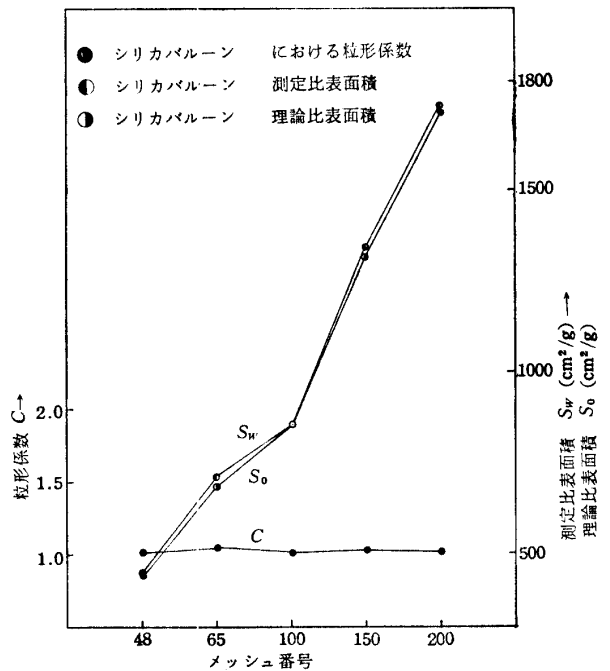


図 6-5 シリカバルーンの比表面積と粒形係数

ち、真球になる程大となる。

(iii) 通気度は、粘結材の全く無い状態の時にその C の影響は大きく現われる。

(iv) 通気度は粘結材の増加につれて、漸次減少すると同時に、その粒形による影響も小となる。鹿島氏²⁾、飯泉氏¹²⁾の $F = K \cdot D^{1.7 \sim 2.0}$ の式 (F =通気度, D =粒の直径) によっても、通気度は、砂粒の平均直径 (単一粒度のとき) の二乗に比例するとある。従って粒度の変化 (大小の相違) は通気度に大きく影響することがわかる。 S_w , C に関係することが証明される。

7 結 言

以上実験の結果をまとめると次のことが解明された。

(1) 本実験の比表面積 S_w と粒形係数 C とは、一応正確であって現場的にも実用的にもその判定には充分かと思われる。

(2) 真球の場合は、 $C=1$ になることは、明白であるが、粒形が丸、やや丸、多角、角の順に従い順次平均の C の値は、大となり、粒度別に見ると、粗粒において大で、中粒においてやや低下し、細粒において上昇気味であるが、最細粒でさらに低下する傾向をたどる。大まかに言って粗粒から細粒へと指数函数的に遞減する。

(3) 砂粒子の粗度の大小の変化は通気度に直接大きく影響することがわかった。これは粗粒の通気度は大、細粒は小であると言う従来の通念を確め得た。

なお数多くの試料について実験すべきであることは理解しているが、一応骨格的大筋は確め得た。本学機械工学科4年葛山邦男、坂井修君の実験援助を謝し、本学河合先生、福井県窯業試験場田中正義課長、および試料提供の日鉄商事 K.K.、日本重化学工業に厚く感謝の意を表するものである。

参 考 文 献

- (1) P. C. Carman : Transaction of the Institution of Chemical Engineers, 15, (1937), p. 150.
- (2) 鹿島次郎 : 鋳物 26 (1954), 9, p. 472.
- (3) W. Davies : Foundry Sand Control (1950), 25.
- (4) 河野, 鈴木 : 鋳物 28 (1956), p.162.
- (5) 磯野好治 : 鋳物 26 (1954), p. 477.
- (6) W. Davies & W. J. Rees : J. Iron Steel Inst. 2, 19, (1944).
W. J. Rees : Foundry Trade Journal. 87, 559, (1949).
- (7) W. Davies : Foundry Sand Control. (1952).
- (8) 亀井三郎 : 化学機械の理論と計算, 産業図書 K K
- (9) 井伊谷, 三輪 : 化学工業通論 II, 朝倉書店
- (10) 鋳物便覧 : 日本鋳物協会
- (11) 窯業ポケットブック : 日本窯業協会
- (12) 飯泉 : 鋳物 24, 8 (1952).
- (13) 藤本 : 新潟大学研究報告 3, (1968).

(著者 機械工学科 昭和49年3月20日受理)