U.D.C. 621.742.4

鋳物砂粘結剤の配合比決定に対する統計的研究

山 川 典 宏*

The Statistical Studies on the Determination of the Mixing Ratio of Binder and Sand for Foundry Process

By Norihiro Yamakawa Kasado Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The foundry sand mould has generally the same macroscopic constructions as the porous material. If the porous material is regarded as a bunch of capillaries which are arranged regularly, the macroscopic quantities of porous materials, i.e. the permeability and compressive strength of sand mould, can be expressed in the terms of the microscopic quantities of the foundry sand; that is, the effective size and the thickness of coated binder.

The first half of the article is dedicated to the discussion of the calculating method of these microscopic quantities.

The size and shape of sand grains as a component of porous material are defined by the permeability of the sand layer, one of the macroscopic quantities of foundry sand mould, excepting the effects of apparent density.

The grain size defined here is termed the "effective size" so as to distinguish it from the conventional grain size numbers. The writer has measured this effective size of many sorts of sand and compared it with the A.F.S. grain size distribution curve.

The effectiveness of used binder is measured by the thickness of binder around a grain, and the thickness of coated binder is calculated by the mixing ratio among binder, sand, and the "effective size" of sand grains.

The macroscopic quantities (the permeability and compressive strength of sand) are expressed by a function of these microscopic quantities of sand grains, and they are explained in the paper as experimental equations by using a statistical method.

Finally, the calculating errors caused by using these equations are discussed.

〔I〕緒 言

鋳物砂は粒度と粘結剤の相違によつて性質を種々に変 動させることができる。また最近になつて粒形の影響も 喧伝されているが,鋳物砂の粒度分布と粒形は粘土を含 まない砂に対する一つの特性的微視量として取扱うこと が可能である。

鋳物砂は多孔物質とみなされる。多孔物質についての 理論的取扱いは,古くより規則的毛細管モデルによつて 説明されてきたが^{(1)~(4)}, Scheidegger⁽⁵⁾は 1953 年に 完全無秩序の統計論的取扱いを行つている。筆者は簡単

* 日立製作所笠戸工場

のために毛細管モデルによつて砂の有効粒度を定義し, これによつて粒度分布および粒形を表わす砂の特性的微 視量とした。

さらに配合砂に関しては木下氏⁽⁶⁾は,通気度は粒度に, 抗圧力は粘結剤に依存することを実験的に示している。 また西山,南郷両氏⁽⁷⁾は,実際の砂の構造に関して A, B, C 構造を定義して,粘土が最も粘結力をもつ場合は B構造,(土質力学的に蜂窩構造をなしている)であると しており,さらに粘土に水を加えた粘結剤のみの場合の 粘結力は,水分とその pH によつて大きく変動すること を示している⁽⁸⁾。

また砂の粘結剤の粘結機構に関しても多くの研究があ

1470 昭和30年10月

日 立 評 論

第37卷第10号

り,大別すれば表面張力説⁽⁹⁾,静電引力説⁽¹⁰⁾,およびコ ロイド説⁽¹¹⁾である。

粘結剤についても以上述べたごとく種々の要因につい て考慮しなければならぬが,ここでは簡単のために,砂 粒子の表面を被覆する粘結剤層の厚さを,砂のも一つの 特性として採用することにした。

筆者はこの有効粒度および粘結剤層の厚さで,砂の物 理的性質を説明する実験式を統計的に求めてみた。

〔II〕 鋳物砂の特性的微視量推定の理論

(1) 砂の構造理論と有効粒度

鋳物砂の結合構造に対しては色々の研究がある。 Reitmeister⁽¹²⁾は,砂の構成要素である粘土,石英,水 と空隙の体積比を,種々のつきかため状態において調査 しており,また西山,南郷両氏⁽⁷⁾は,蜂窩構造をなして いる砂が,最も粘結力を持つていることを指摘している。

砂の構造に対する色々の研究と同時に,また砂の構造 形態を多孔物質とみなした場合の物理的性質についての 種々の理論的研究がある。これらは大別して毛細管のモ デルを用いている秩序理論と,完全な不規則のモデルを 用いている統計力学的無秩序理論とである。

前者は本研究に引用したものであり後に詳述する。後



第1図 球体を同一体積の円柱におきかえた模型

Fig. 1. The Model of Sand Grains with Equivalent Volume to Cylinder Blocks



者の統計力学的取扱いについて Scheidegger⁽⁵⁾ は, ア インシュタインの理論による無秩序の統計論を, 多孔物 質中を通る流体の流れに応用した。ここで多孔物質中の 流体の粒子の移動の過程を, 全くストカスティックなも のだとしている点注目すべきである。しかし多孔物体中 のある部分を通る流体の粒子に統計論を応用することは 無理が大きい。そこで Scheidegger は, さらに, 多孔 物体中の任意に選ばれた一地点における流体粒子に統計 論を応用するのではなく, あるブロックの多孔物質をと って, そのアンサンブルとしての有孔部内の流体粒子を 考えている。すなわちここで微視的モデルを捨て, 巨視 的統計量でもつてその多孔物質の性質を表わすことを考 えているわけで, 多孔物質中を通過している流体の粒子 は, その行程のすべての点における変位について全く同 一な全体確率を発見するという結論に達している。

一方規則的毛細管モデルによつて,砂の諸性質を説明 しようという方法がある。

三ケ島,大和田野両氏⁽³⁾は,単一粒度砂について近似 的に球状の砂粒子が,単一立方格子を作ると仮定した。 第1図の模型の球体と,それと同体積の円柱形とを考え て,その球の半径を持つた円柱と,同心のその球と同体 積をもつた円柱の間を流体が流れるとしてつぎの式を導 いている。

$$K = 0.0087 \frac{P^3}{(1-P)^3} (1-P)^{\frac{2}{3}} r^2 \dots (1)$$



- r: 砂球の半径
- また k: A.F.S. 通気度
 - 7: 流体の粘性係数

とすると

K=ηk(2) これらは c.g.s. 単位で表わしてある。通気度を A.F.S.

単位に書きなおすと(1),(2)式より

 $k = 2.842 \times 10^{6} \times \frac{P^{3}}{(1-P)^{3}} (1-P)^{\frac{2}{3}} r^{2} \dots (3)$

となる。(第1図および第2図参照)

(3) 式は、通気度がその粒度と有孔度に支配されてい ることを示している。両氏は実験と比較して良く一致す ることをのべ、さらに(1)式の比例常数は、粒子が丸味 を帯びる程大となることを認めている。

この式はさらに大きな応用面を示していると考えられ る。すなわち砂の空の通気度と有孔度を測定することに よつて,その通過流体の粘性抵抗と等しい粘性抵抗を持 つた粒度を計算によつて求めることができる。均一粒度 の砂から鋳物砂として用いるある範囲内の粒度分布を有 する砂までそれを拡張して,これをその鋳物砂の特性的 微視量として取ることは可能である。この空通気度にお よぼす粒度の影響を,ここで有効粒度と定義した。この 場合有効粒度は次式で与えられる。



- (観音寺砂) Fig. 3. Size Distribution and its Effective
 - Size (Kannonzi sand)



ここで W: 試料重量 g, V: 試料体積 cm³, σ_s : 砂の 真比重 g/cm³ である。

(2) 粘結剤層厚さの推定

鋳物砂の通気度と抗圧力は,砂の粒度および粘結剤の 相違によつて変ることは自明のことであり、前節に砂の 粒度の表示について述べたが, 今一つの因子である粘結 剤は砂の周りにおそらく色々の形や大きさで附着してい るものと想像され,その厚さも種々雑多であろう。しか しその大きなバラッキを示す量をその儘モデルとして取 入れることは困難である。今ここで粘結剤は砂の周りに 均等に分布をしているものと仮定して,その厚さを粘結 剤の結合状態の微視量とすると、粘土(ベントナイト)と 水の混合物を考えた場合つぎの諸式で表わされる。

- A: 配合粘土量
- B: 砂量
- C: 水分量
- r: 砂の有効半径
- r': 粘結剤層の厚さ
- 𝑛: 粘結剤見かけ比重
- 𝔹**: 砂粒の真比重

v': 砂粒1筒に対する粘結剤の配合比

*	粘土の真.	比重を1.	8(12),	粘土とス	にとの	重量比を	4:3
	とすれば	$\sigma_c = 1.5$	とな	る。			
**	$\sigma_{*}=2.65$	とする。					

- 第4図 粒度分布と有効粒度比較図 (野間砂)
- Size Distribution and its Effective Fig. 4. Size (Noma sand)



- 第5図 粒度分布と有效粒度比較図 (島田川砂)
- Size Distribution and its Effective Fig. 5. Size (Shimadagawa-sand)



--- 97 -----



となる。

[III] 鋳物砂特性微視量の推定実験結果

(1) 各種鋳物砂の有効粒度

先の定義からあきらかなるごとく,有効粒度は粒度分



布と粒形の影響を受ける。種々の砂についてその粒度分 布 (A.F.S.) と,有効粒度を測定した結果を第3図~第 5図(前頁参照)に示す。

(2) 砂粒配合による有効粒度の変動

ー種類の砂には一箇の有効粒度が測定される。ある有 効粒度をもつた砂と,他の有効粒度をもつた砂とを混合 することによつて,その合成の有効粒度はその混合比に 比例した平均粒度とどれだけの偏差を示すかを測定して おくと,その合成の粒度は計算によつてあらかじめ知る ことができる。

前節で示した各種の砂を組合せてその粒度の変動を見





- 第6図 島田川砂と観音寺砂の混合による実測有効 粒度の変動
- Fig. 6. The Variation of the Effective Size by Mixing of Shimadagawa Sand and Kannonzi Sand



第7図 島田川砂に知多砂の配合による実測有効 粒度の変動

Fig.7. The Variation of the Effective Size by Mixing of Shimadagawa Sand and Chita Sand

- 川 配合比 知
- 第8図 島田川砂と硅砂の混合による実測有効 粒度の変動
- Fig. 8. The Variation of the Effective Size by Mixing of Shimadagawa Sand and Silica Sand



第9図 知多砂とジルコン砂の混合による有効 実測粒度の変動

Fig. 9. The Variation of the Effective Size by Mixing of Chita Sand and Zircon Sand

--- 98 ----





第10図 偏差 (y) と混合比 (x) との関係 Fig. 10. The Relation between the Deviation (y) and the Mixing Ratio (x)

ると、つぎの第6図~第9図のごとくなる。

またこれらから実測粒度 R_e と、平均粒度 R_m との偏差 ($R_e - R_m$) は、二種の砂の粒度差 ($R_L - R_s$) によつて 変つていることがわかる。ここで R_L は大きい砂の粒度, R_s は小さい砂の粒度である。これから

と置いてこれを偏差とする。偏差 y を混合比 x につい

通気度,抗圧力の管理を行っている。ここで水分,通気度,抗圧力は,鋳物砂の粒度および粘結剤によって変動を示すことは、多くの砂研究者達によって指摘されて来たところである。前節までに秒の粒度の表示および配合砂の合成粒度,および粘結剤の平均の厚さの求め方について述べた。これらを用いて砂の通気度と抗圧力に対する粒度,粒形および粘結剤についての相関を求めた。 鋳物秒の通気度 k,抗圧力 C はつぎのように考えられる。

k = F(R. r'. s)

C = F(R. r'. s)

ここで,つきかため応力 s を一定とすると,この函数の 形について推定を下さねばならないが,鋳物秒として使 われる場合のように,ある限られた範囲の R および r' ならばつぎのようにほぼ平面で回帰させてもよいと考え られる。そこで

 $k = lR + mr' + n \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (9)$

となる。ここに l, m, n, l', m', n' は回帰常数とする。

(1) 重回帰方程式の実験からの推定

前節の考えから, 色々の有効粒度と, 粘結剤量とをも つた砂の通気度および抗圧力を 31 回測定して, その間

てプロットすると第10図をうる。

第10図よりその相関係数を求めて回帰曲線を導く。函数型を二次式とし,

 $y = F(x) = lx^2 + mx + n$

と置いて x² と x の重回帰として l, m, n を求める。
x と y の相関係数の有意性を検定すると、

 $F_0 = rac{r^2 (N-2)}{1-r^2} = 4.02 > F_{90}^2 (0.025) = 3.86$

となり,相関は2.5% 危険率において母相関が認められ, これらから回帰式を求めると,

 $y = -0.542 x^2 + 0.422 x + 0.125$

となる。この結果は第10図中に実線で表わされている。

粒度の大きい砂の有効粒度 R_L と、粒度の小さい砂の 有効粒度 R_s との合成の有効粒度 R_e は、その小さい方 の砂の配合比とそれぞれの有効粒度とよりつぎのごとく なる。

 $R_{e} = R_{L} + (R_{L} - R_{S}) (-x - y)$

 $R_e = R_L + (0.542 x^2 - 1.422 x)$

-0.125 ($R_L - R_S$)(8)

IV 〕 巨視量(通気度,抗圧力)に対する 微視量(有効粒度と粘結剤層厚さ) の重相関

鋳造工場では, 鋳物砂の湿態物理的性質として水分,

の重相関関係を調査した。測定の結果を第1表に示す。

- 第 1 表 実験結果 (通気度と抗圧力と微視量との 関係)
- Table 1. Experimental Data (Mutual Relation between Macro and Microscopic Properties)

N	R	r'	k	С
1	. 266	.006	215	.40
2	.258	.007	191	. 55
3	.258	.005	200	.22
4	. 258	.010	194	.68
5	.178	.019	285	.64
6	.178	.019	559	. 44
7	. 450	.009	204	38
8	. 350	.010	222	.00
9	.350	014	244	.00
10	350	008	253	.16
10	.000	.000	200	.40
11	. 370	.011	260	- 52
12	. 250	.005	200	36
13	.250	.001	171	43
14	. 250	.008	150	. 15
15	.284	005	247	31
16	284	006	216	.51
17	284	007	216	. 55
18	228	.005	166	.00
19	228	.005	120	. 30
20	. 220	.000	112	. 33
20	. 220	.000	115	.73
21	266	007	197	75
22	.226	006	417	25
23	226	004	178	. 20
24	226	.001	402	22
25	226	.005	166	- 25
26	250	.000	212	. 55
20	256	.002	212	27
28	256	.003	244	. 47
20	. 200	.005	200	.10
29	. 200	.005	240	. 32
30	. 200	.006	240	.40
31	.256	.007	207	.46

--- 99 ----

1474 昭和 30 年 10 月 日 立	評論第37卷第10号
第1表の実験結果を相関分析する際に, つぎのように	第2表 通気度回帰に対する分散分析表
座標の変換を行う。 $x = R - 0.306$	Table 2. Analysis of Variance for the Permeability
y = r' - 0.007	変 動 因 自由度 平方和 平均平
Z = k - 231	回
w = C - 0.43	推定の誤差 $(1-r^2)\Sigma z^2$ 28 135500 484
るのおのの相関係数はつぎのごとくなる。	全体 30 231700
$r_{xy} = 0.867$ $r_{xz} = 0.618$	$F_0 = \frac{48100}{4840} = 9.94 \times F_{28}^2(0.01) = 5.45$
$r_{yz} = 0.442$ $r_{wx} = 0.247$ $r_{wy} = 0.604$	第 3 表 抗圧力回帰に対する分散分析表 Table 3. Analysis of Variance for the Compressive Strength
通気度に対する粒度 x と、粘結剤層の厚さ y の重相関	亦 動 因 自由 庶 平 古 和 平 伤 习
系数は,	$\boxed{3} \boxed{3} $
$r_{zxy} = 0.644$	推定の誤差 $(1-r^2) \Sigma w^2$ 28 0.41 0.01
となり、また抗圧力 w に対する粒度 x と、粘結剤層の	全体 30 1.23
$ $	

となり

b' zx, y について

 $r_{wxy} = 0.819$

となる。

つぎに重回帰式は常法により

$$z - z = b'_{zx,y} \sqrt{\frac{\sum z^2}{\sum x^2}} (x - \overline{x}) + b'_{zy,x} \sqrt{\frac{\sum z^2}{\sum y^2}} (y - \overline{y})$$

である。b'_{zx,y}; b'_{zy,x} は z に対する x, y の偏回帰係 数で

$$b'_{zx,y} = 0.644$$

 $b'_{zy,x} = -0.377$
 $b'_{wx,y} = -1.11$
 $b'_{wy,x} = 1.56$

ゆえにこれより

k = 633 R - 8330 r' + 73

C = -0.863 R + 29.4 r' + 0.27

と求められる。

この場合の推定の誤差は

$$e_{k,Rr} = \sqrt{\frac{(1-r_{z,xy})\sum z^2}{n-3}} = 69.8$$

$$e_{C,Rr'} = \sqrt{\frac{(1-r_{w,xy}^2)\sum w^2}{n-3}} = 0.121$$

と求められる。

(2) 回帰式の有意性検定

重回帰に含まれている統計量について,その有意性を 検定した。

まず回帰定数の検定を行うと,通気度についての標準 誤差は

$$\sqrt{\frac{(1-r_{z,xy}^2)}{(1-r_{xy}^2)(n-3)}} = 0.290$$

$$b'_{zy,x}$$
 について
 $t = \frac{0.377}{0.290} = 1.30 < t (0.05) = 2.048$
さらに抗圧力については標準誤差は
 $\sqrt{\frac{(1-r^2_{w,xy})}{(1-r^2_{xy})(n-3)}} = 0.221$
 $b'_{wx,y}$ について
 $t = \frac{1.11}{0.221} = 5.02^{**} > t (0.01) = 2.763$
 $b'_{wy,x}$ について
 $t = \frac{1.56}{0.221} = 7.01^{**} > t (0.01) = 2.763$

 $t = \frac{0.647}{0.290} = 2.23^* > t \ (0.05) = 2.048$

 $F_0 = \frac{0.14}{0.015} = 28.1 \times F_{28}^2(0.01) = 5.45$

となる。さらに回帰式全体としては,回帰による平均平 方が,回帰によつては説明のつかない項の平均平方に比 べて著しく大きいかどうかを,Fを使つて検定した。第 2表および第3表に分散分析表を示す。

(3) 回帰式についての考察

通気度の回帰式は

k = 633 R - 8330 r' + 73

である。つまり有効粒度 0.1mm 上昇することによつ て,通気度は 63 だけ上ることを意味している。有効粒 度が 0.1mm 大きなるということは,A.F.S. 篩にて, ピーク粒度が 65 メッシュから 48 メッシュへの変動にほ ぼ相当している。

また粘結剤の効果はあまり有意性が認められない。



0.001mm の厚さは約8だけ通気度が減少することを示している。0.001mm の厚さは,0.1mm の粒度の秒について約2% ベントナイト量を増したことに相当し,結局通常のベントナイト添加量程度に対してはほとんど影響ないと考えてさしつかえない。

さらに抗圧力の回帰式は

C = -1.877 R + 79.6 r' + 0.41

であり、ここでは有効粒度、粘結剤の厚さの効果はとも に有意である。粒度が 0.1 mm 大きくなることによつて 約 2kg/cm² だけ抗圧力が減少する。これは間接的効果 を示し、粒度が大きくなると、同一粘結剤層厚さでも同 一体積中の粒子の数は少く、したがつて接着面積の減少 によるものと想像される。また同一粒度においても粘結 剤層が厚くなれば、接着面積を増加させて抗圧力は上る。 本実験式によれば 0.001 mm の厚さ増加で抗圧力が 0.79 kg/cm² 増加することになる。

(4) 推定誤差に対する定性的考察

通気度および抗圧力は,その結合状態の砂の構造によ って決定されることは論をまたない。結合構造としてこ ゝで採用した特性は,有効粒度および粘結剤層の厚さで ある。

通気度および抗圧力に対するその他の要因は,この推 定の誤差に対する要因にほかならない。

〔V〕 結 言

以上鋳物砂の諸特性値の統計的な取扱いについて研究 したが,結果を要約するとつぎのごとくである。

(1) 砂の特性的微視量として,有効粒度Rおよび粘 結剤層の厚さr'を,砂の空通気度k,有孔度Pな らびに砂一粒当りの粘結剤体積比係数∝に関して

$$R = 2 \sqrt{3.517 \times 10^{-7} \times k \times \frac{(1-P)^3}{P^3 (1-P)^{\frac{2}{3}}}}$$

 $r'=r\left(\frac{1}{\alpha}-1\right)$

のごとく定義した。

(2) 適当な通気度および抗圧力を持つた砂に対する 粘結剤および砂粒の配合は,

k = 633 R - 8330 r' + 73

C = -1.877 R + 79.6 r' + 0.41

の両式に $k \ge C$ の目標値を入れ $\ge R \ge r'$ が算出 できる。またこのようにしてえられたRをもつ砂 を、それぞれ $R_L \ge R_s$ の二種の砂より配合するに は次式の

$R_e = R_L + (0.542 \, x^2)$

 $-1.422 x - 0.125) (R_L - R_S)$

によつて配合比xを計算することができ,添加する

第一に大きさのバラッキ,第二に粘結剤層の厚さのバ ラッキ (これには粒間のバラッキと,一つの粒について いる厚さのバラッキをも含んでいる。)第三には配列そ のもののバラッキが考えられる。

このうちの第一の大きさのバラッキは,篩による粒度 試験によつてその概略を知ることができる。すなわち粒 度分布形よりσを推定すれば,これがそのバラッキを示 す一つの指数として採用される。

第二の粘結剤層の厚さのバラッキは,粒間のバラッキ, すなわちある粒のまわりについている粘結剤の凸凹によ つて生ずる。

っぎに第三の因子である配列そのもののバラッキがあ る。この研究においては,単一立方格子の排列を仮定し, それによって一つ一つを毛細管と考えて通気度を考察し た。しかし秒の配列の無秩序性についても考察して見る 必要がある。

以上の構造上の誤差のほかに,この実験において一定 化したつもりの因子の実験技術上の誤差があることが考 えられる。 粘結剤は目的の r'を定義の式に入れて w を求めればよい。

本論の結果を,実際の鋳物砂の配合に適用して,鋳造 性能との関係を研究中であるが,その結果についてはあ らためて報告したいと考える。

終りに臨み,本研究に御指導を賜つた九州工大三ケ島 教授,大和田野助教授,日立製作所日立研究所礒野氏に 感謝の意を表する。

参考文献

- (1) Rees: Found Trad. JL. 87, 359 (1949)
- (2) Carman: JL. Soc. Chem. Ind. 57, 225 (1938)
- (3) 三ケ島, 大和田野: 鋳物 24, 11, 1 (1952)
- (4) 礒野: 鋳物 26, 10, 541 (1954)
- (5) Scheidegger: JL. App. Phys. 25, 8, 445(1953)
- (6) 木下: 鋳物 25, 7, 328 (1953)
- (7) 西山, 南郷: 鋳物 26, 4, 186 (1954)
- (8) 西山, 南郷: 末発表
- (9) 三ヶ島, 大和田野: 鋳物 25, 4, 171 (1953)
- (10) Eckert: Gießerei: 39, 20, 529 (1952)
- (11) Clyde, Sanders: Foundry 80, 10, 108(1952)
- (12) Reitmeister: Gießerei: 40, 6, 144 (1953)

1476 201010D 1 DI DI DI DI DI 品 紹 東京電力株式会社新東京火力発電所納

立高圧ポイラ給水ポンプ 日 High-Pressure Multi-Stage Boiler-Feed Pump

最近火力発電所の急速な進歩に伴い, ボイラ給水ポン プに対する要求は非常に高度のものになってきておる が,このポンプは東京電力株式会社新東京火力発電所 66,000kW 発電設備の一部として特に設計製作されたも ので,ボイラ給水ポンプとして温度,圧力のいずれにつ いても本邦における記録品である。日立製作所ではさき に中国電力株式会社小野田火力発電所に750 kW 高圧ボ イラ給水ポンプを納入したが,今回完成したポンプはあ らゆる点でさらに一段と高度のものであつて,その型式 仕様は次の通りである。

型 式 BGM-CH	押込圧力 5 kg/cm ²
吐出口径 150 mm	回 転 数 2,866 rpm
吸込口径 200 mm	給水温度142°C
段 数 11 段	電動機出力 1,000 kW
給水量 160 t/h	速度制御範囲 100~80%
吐出圧力125kg/cm ²	制御方式 流体接手による

このポンプは高圧高温の仕様に対して、もつとも堅牢 安全であるようにバーレル型(円筒型)の外ケーシング と,1段毎に分割された輪切型内ケーシングを具えた二 重ケーシングの多段タービンポンプで,その構造上の特 長をあげるとつぎの通りである。



第1図日立高圧ボイラ給水ポンプ Fig.1. High-Pressure Multi-Stage Boiler Pump



(1) バーレル型の二重ケーシングを採用しているの で,外ケーシングは簡単な円筒型とすることができ,高 温高圧に対してきわめて堅牢である。また内ケーシング の合せ目は高い吐出圧力によつて密着しているので内部 漏洩の心配はない。

(2) 外ケーシングはベースにピンおよびキーを使用 して取付けてあり,高温,高圧の使用に対して自由に膨 脹をゆるす構造になつているので,温度,圧力のいかな る変化に対しても安全である。

(3) 内ケーシングは堅牢な外ケーシングの内部に遊 動自在に取付けられているので,高温,高圧の運転に際 して無理がおこらぬ。

(4) 軸方向推力はバランスデイスクの簡単な構造に より,完全に釣合い,また半径方向推力はタービンポン プ構造により,水力学的に完全に平衡し,安定した運転 を行うことができる。

(5) 二重ケーシング構造であるので, 外ケーシング は取付けられた配管を取外すことなく, 内部ケーシング を分解組立することができる。分解組立は特殊の分解組 立用工具を用いるのできわめて容易である。

またこのポンプは高温の流水にさらされながら高速回 転をするので,高い効率と信頼性のある運転を長年月に わたつて維持するため,材質の選定はきわめて重要な問 題であるので,下記のような考慮が払われておる。

ボイラ給水ポンプ特性曲線 第2図

Fig. 2. Characteristic Curves of High-Pressure Multi-Stage Boiler-Feed Pumps

- 羽根車, 内ケーシングには5% クロームモリブ (1)デン鋳鋼,軸にはモネルメタルを使用している。
- (2) 回転部と固定部の接触する部分は不銹鋼に熱処 理を施して,高い硬度を保ちながら硬度差をつける ことにより, 噛りつきを防止している。
- (3) グランドスリーブは不銹鋼にステライトを表面 肉盛し,摩滅を防いでいる。

ポンプの特性と効率についてはモデルポンプによつて 研究した結果,前述の仕様を満足するだけでなく,ボイ ラ給水ポンプとして要求される各種の条件をすべて満た している。

----- 102 ------

