

# シェルモールド法による鋳物の特性

丹 浩 平\* 江 刺 清 夫\*\*

## Properties of Shell Mould Castings

By Kohei Tan and Seifu Esashi  
Taga Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

Shell mould casting is a recent variation of the precision casting. In this paper the writer introduces the process of the casting as well as the merits of the products by this casting method. Also, he describes some of the characteristics of the castings by this method, determined by his experiments, such as the accuracy of dimensions, surface roughness, and mechanical strength, etc., which are summarized as follows:

The dimensional tolerance is  $\pm 0.3\%$  under the best controlled condition, though it slightly varies according to the shape of castings, design of casting, etc. Their surface presents more beautiful appearance than the usual sand mould castings, if good quality silica sand is used under proper moulding condition. Likewise in mechanical strength, it has been proved that the new castings can show far greater impact value.

### 〔I〕 緒 言

シェルモールド法は当初精密鋳造の一方式として出発したが、近年は新しい鋳型の造型方式として広く鋳造の分野に採り入れられつつある。

本法による鋳物製品の特長はいうまでもなく形状、寸法の精密性にあるが、その他従来から広く利用されている砂型鋳物に比し鋳肌外観がすぐれ、他の欠陥の少いことが挙げられている。シェルモールド法が砂型と異なる点はレヂンをボンドとした珪砂をもつて特異な方式で殻状の薄い鋳型すなわちシェルモールドを造型する過程にあり、本法の技術的諸問題はその大部分がここに含まれる。したがってこの過程における種々の条件が鋳物の品質を大きく左右することとなる。

本稿はシェルモールドの造型上の問題は暫らく措き、これによつてえられる鋳造品の特性、特に寸法の精度、鋳肌および砂型鋳物との材質的差異について実験検討した結果を述べたものである。

### 〔II〕 シェルモールド法の概要

#### （1） シェルモールド法の歴史

シェルモールド法は 1944 年ドイツの Johannes Croning により発明せられたので別名 Croning プロセ

ス、略称 C-プロセスと呼ばれている。1947 年米国において始めてその内容が公表され、以来各国の研究が行われて来た。これをいち早く量産化したのは米国であるが、現在ではドイツは勿論他の歐洲諸国でも一様にこれの採り上げ、我国でも漸次普及の段階に移行しつつある現状である。

#### （2） プロセスの内容

本法が従来の砂型と異なる点は薄い殻状の鋳型すなわちシェルモールドを造型することであり、この鋳型の性質が異なる以外は注湯法その他砂型鋳造と大差ない。以下シェルモールド造型および鋳造の工程を簡単に説明する。

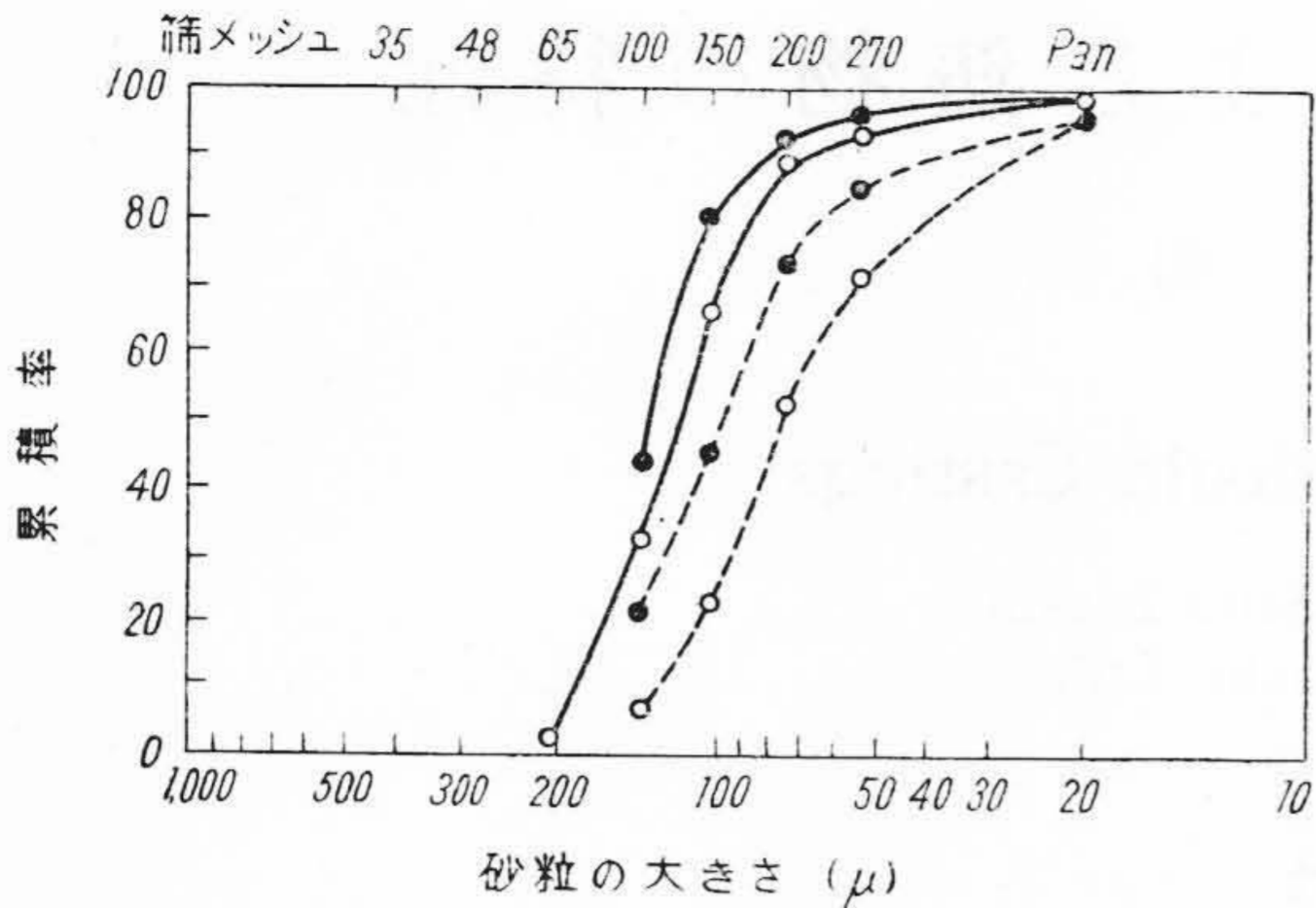
##### （i） シェルモールド材料

材料は珪砂およびバインダーとして主にフェノールレヂン粉末の混合物を使用する。珪砂は珪酸分が高く粘土、有機物その他の不純物を含まないものがよい。粒度は鋳物の要求に応じ異なるが、通常第 1 図のごとき粒度分布のものが使用されている。また砂粒の形状は可及的丸味を帯びたものが作業性および経済性の点ですぐれている。

レヂンはフェノールホルムアルデヒドの微粉末に硬化剤としてヘキサメチレンテトラミン  $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$  を約 10% 加えられたものである。第 1 表はレヂンの諸特性を示す。レヂンは使用される珪砂の粘度に応じ 5~8% 内外加えられ、さらに湿潤剤として 0.1~0.3% のケロシンが加えられる。

\* \*\* 日立製作所多賀工場





第1図 硅砂の粒度累積曲線  
Fig. 1. Cumulative Curve of Silica Sand Grain

第1表 シェルモールド用レジン  
Table 1. Characteristics of Regin for Shell Moulds

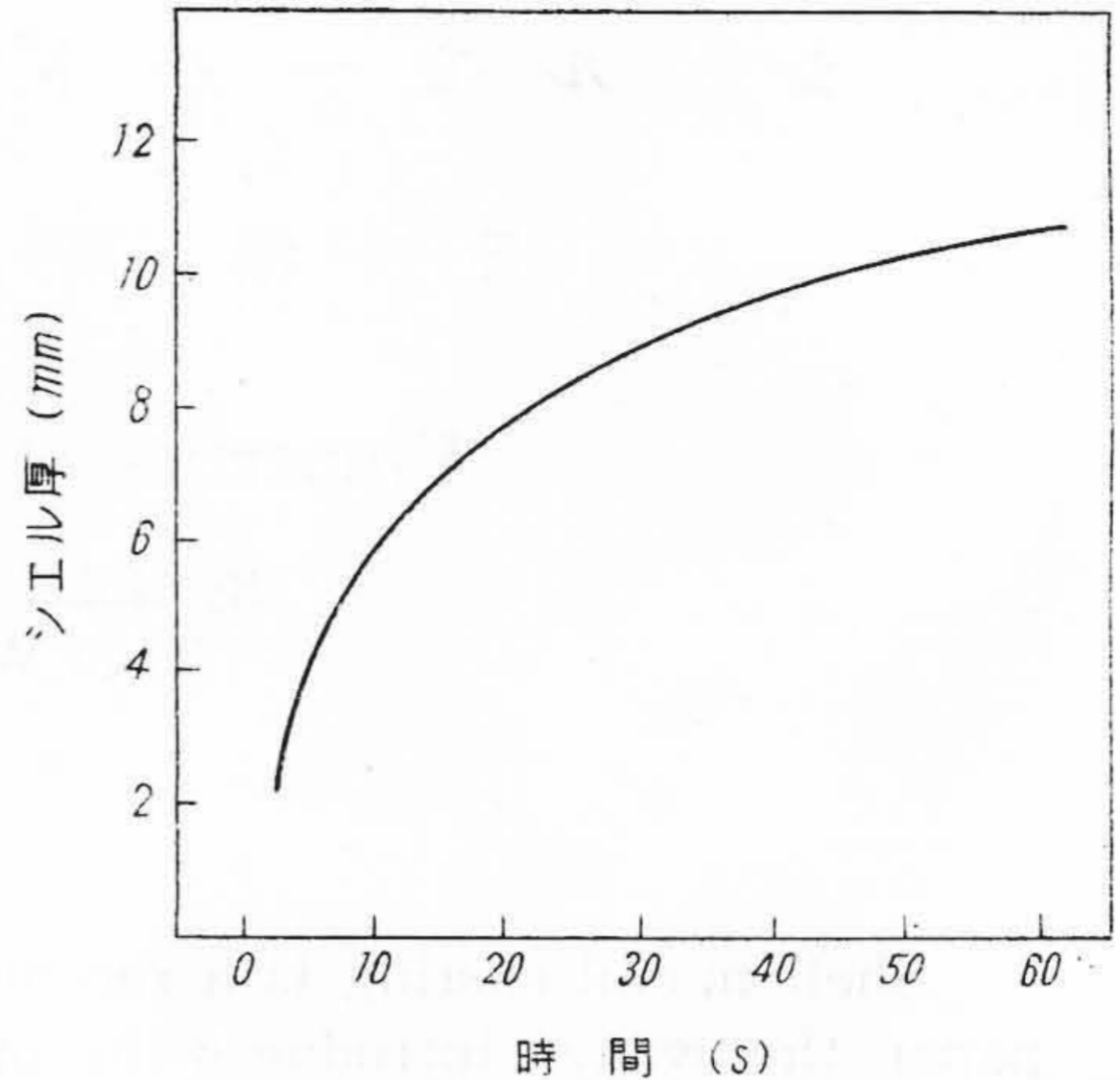
ゲル化時間 (s)	融点 (°C)	流動度 (mm)	灰 (%)	水分 (%)	粒度 (%)
49~68	93~103	16~53	0.04~0.17	0.71~0.99	110メッシュ下 99以上

(ii) 造型および鑄造工程

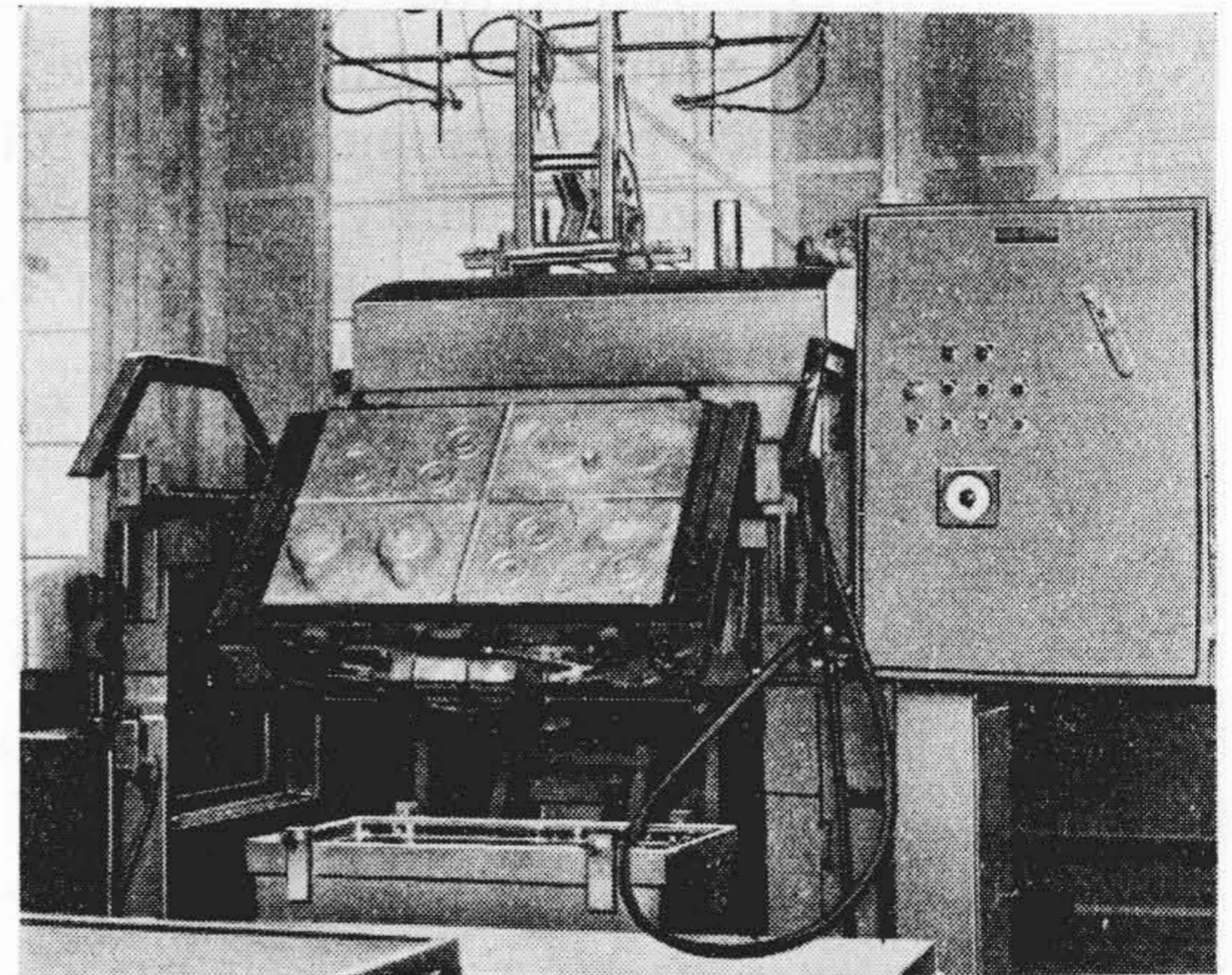
まず前記の材料を回転機構を有するダンプボックスに貯える。つぎにあらかじめ 200~230°C の温度に加熱された金型の表面に珪素樹脂離型剤を塗装しボックス上縁にとりつける。ボックスを 180° 転回し材料を金型上に落下せしめて 10~20 秒保持し、いわゆるコーティングを行う。ふたたびボックスを復位せしめると金型表面には軟化した薄いレジンのシェルが附着する。シェル厚とコーティング時間の関係は第2図のごとくであり、コーティング時間の長短により任意の厚さを有するシェルをうる事ができる。コーティング後金型をボックスからはずし、350~400°C の焼成炉に装入してキュアリングを行いシェルを硬化せしめる。硬化終了せばストリッパーピンを押上げて型を抜くことによりシェルモールドの半片がえられる。

つぎにこれに必要なに応じて中子を装入した後、型合せ面に接着剤を附し組合せた二片のシェルを 1~2 分間加圧接着する。このようにして一組のシェルモールドが完成する。

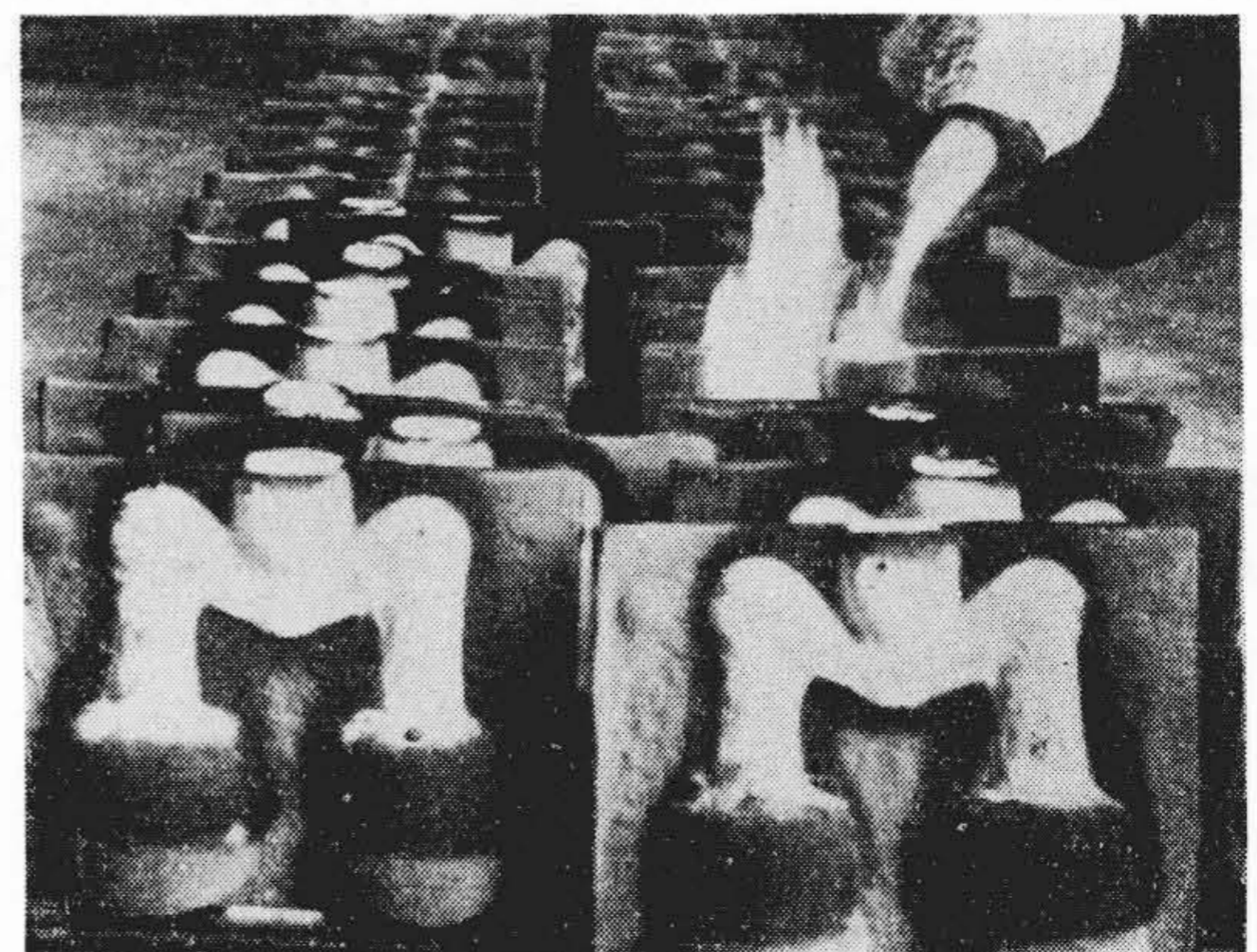
これを床上に直立または水平におき所要の熔湯を注入する。注湯および冷却後の処理は砂型の場合と変りはない。以上のごとくきわめて簡単な造型機構であるため、この機械化および自動化が比較的容易である。第3図は自動造型機による造型、第4図は注湯の状況を示す。



第2図 シェル厚におよぼすコーティング時間の影響  
Fig. 2. Effect of Coating Time on Thickness of Shell Moulds

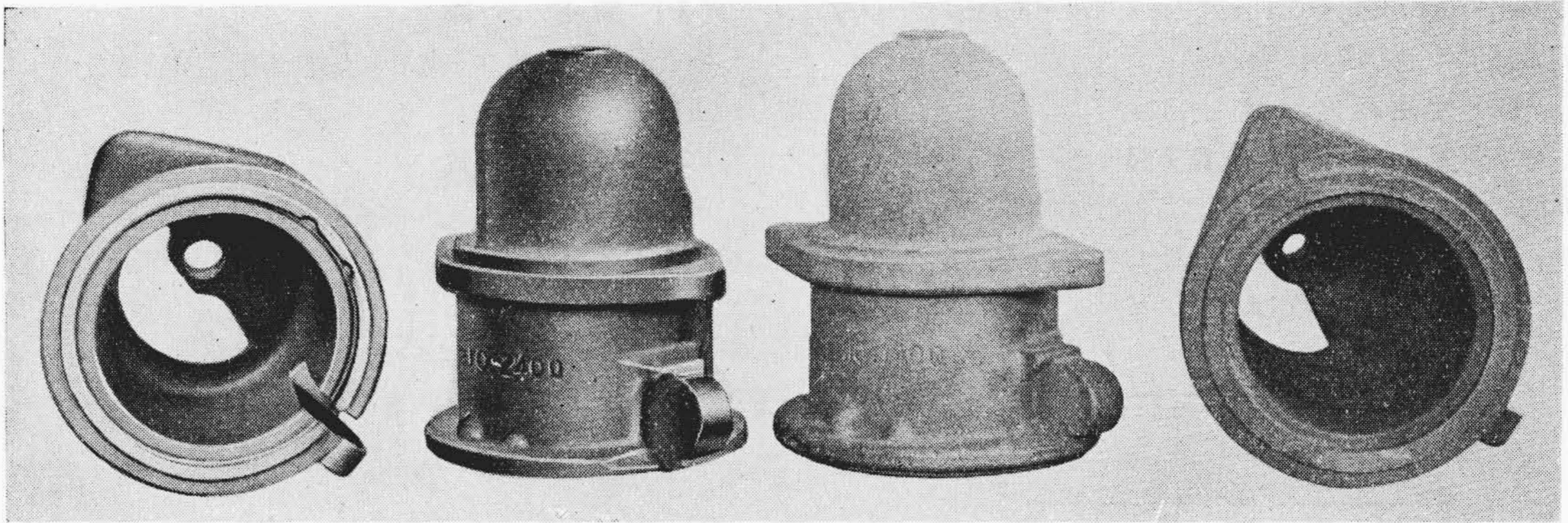


第3図 シェルモールド自動造型機  
Fig. 3. Automatic Shell Moulding Machine



第4図 シェルモールドへの注湯  
Fig. 4. Pouring of Molten Metal into Shell Moulds





第5図 シェルモールドと砂型による鋳鉄鋳物の比較  
左2箇：シェルモールド鋳物 右2箇：砂型鋳物

Fig. 5. Comparison of Gray Iron Castings made from Shell Mould and from Green Sand Mould  
Left Two: Shell Mould Castings Right Two: Sand Mould's

### (3) シェルモールドの特長

シェルモールドは従来の砂型と比較してつぎのごとき特長を有する。

- (i) 寸法が均一かつ安定であり、また形状の細部まで精密に表現する。
- (ii) 薄いために通気性が高く、したがってガスの放散が容易である。
- (iii) 鋳型の重量はこれに相当する砂型の 10% 以下に軽くなるため労力が節減できる。
- (iv) 耐湿度が高いため長期間の保存に耐える。

### (4) 鋳物の特長

- (i) 寸法の精度が高くかつ安定で、一般に  $\pm 0.3\%$  以下の許容公差がえられる。
- (ii) 鋳肌外観がすぐれかつ製品の細部を精密に表現することができる。
- (iii) 型のガス抜が良好なるため、これによる巢その他の内部的欠陥が少い。
- (iv) 寸法精密なるため仕上代の削除ないしは削減を計ることができる。この結果鋳物の単重は軽減されまた機械工場における切削加工費が低減される。第5図は鋳鉄部品の砂型鋳物とこれに相当するシェルモールド鋳物を示している。後者は前者に比しフランジ面および切れ込み部が鋳放しのまま使用せられる結果切削加工費が 54% 低減された一例である。

### (5) シェルモールドの適用される限界

シェルモールドの適用できる限界は、技術的および経済的な二つの観点から求めねばならない。

まず技術的面を述べれば、鋳物の材質は砂型で鋳造できる鋳鉄、鋳鋼、銅合金および軽合金は勿論、特殊鋼に至るまで制限はないが、形状、大きさにはある程度制約



第6図 シェルモールド法による種々の製品  
Fig. 6. Some Products Made from Shell Moulding Process

される。普通 1~3kg 内外の比較的小物品が適切とされているが、筆者らは直径 500mm、重量約 11kg の鋳鉄品（砂型では 15kg）を実施した。さらに大なる製品も当然可能であると考えられる。肉厚は材質により若干異なるが、最小 2mm 程度まで可能であり、形状も砂型で不可能な複雑なものが可能である。

つぎに経済的にはシェルモールドの原料となるレジンが現状ではなお相当に高価であるため、材料費は砂型に比しはるかに高価となる。したがってこの割高を仕上代の削減によつてえられる地金および機械加工の低減費をもつて十分に補うるような製品を対象として選択すべきである。

### [III] 実験の方法

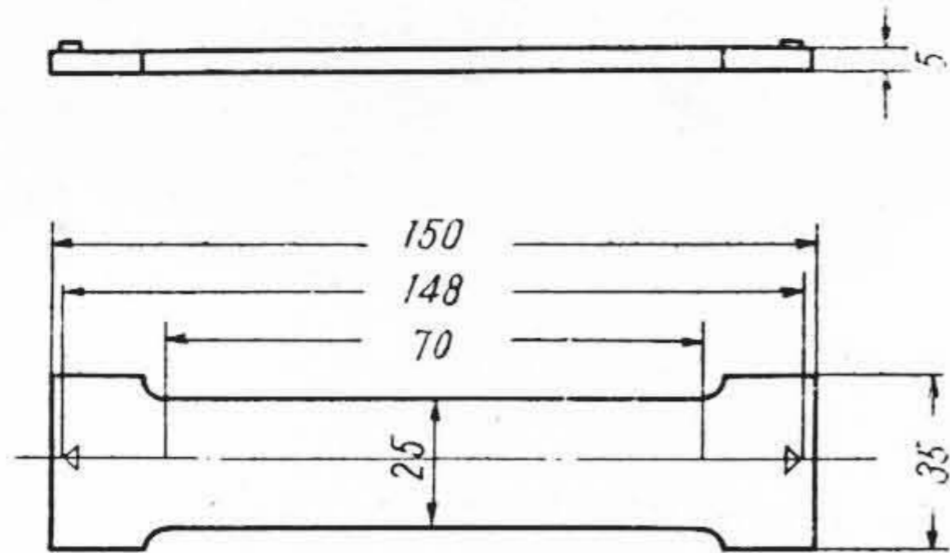
シェルモールド法による鋳造品の特性をあきらかにするため、その寸法精度、鋳肌および砂型鋳物との機械的



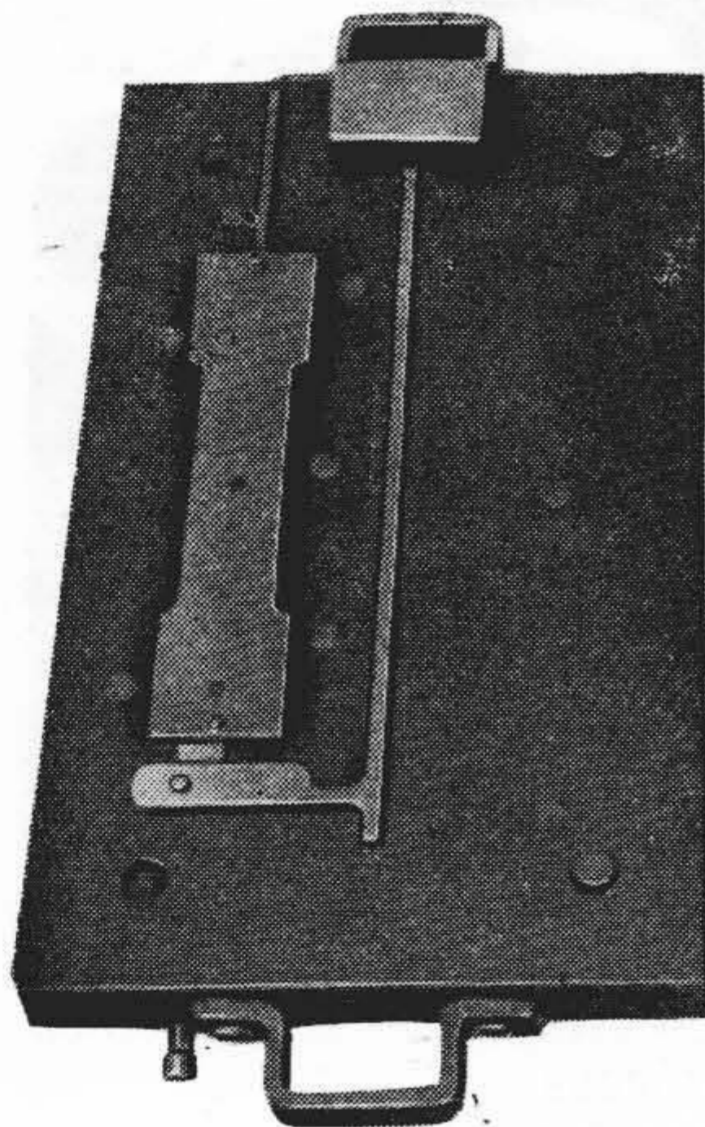
性質の差異に関する二、三の実験的検討を行った。試験の方法はつぎの通りである。

(1) 寸法精度試験

標準試験片の形状寸法を第7図にまたこれの金型を第8図に示した。鑄込まれた熔湯の材質は第2表に示す鑄鉄、砲金およびシルミンの3種である。試片の寸法測定はマイクロメータおよびシリンダーゲージを使用した。



第7図 標準試験片の寸法  
Fig.7. Dimension of Standard Test Bar



第8図  
標準試験片用金型  
Fig.8.  
Pattern for Standard Test Bar

第2表 試験片の組成と鑄込温度  
Table 2. Composition and Casting Temperature of Test Piece

材種	組成 (%)	鑄込温度 (°C)
鑄鉄	T.C. 3.4 Si 2.3 Mn 0.6	1,350
砲金	Sn 10.0 Zn 2.0 Cu 残	1,150
シルミン	Si 12.0 Al 残	700

第3表 機械試験の方法  
Table 3. Method of Mechanical Test

特性	試験片寸法	試験機
抗張力	8号試験片	20t アムスラー万能試験機
抗折力	30mmφ×300mmL	20t アムスラー万能試験機 支点距離 250mm
衝撃力	15mmφ×160ノッチ 20R	松村式繰返衝撃試験機 17.5 kg-cm
硬度		ブリネル硬度計

(2) 鑄肌試験

前と同一の試験片を用い、触針式粗さ試験機をもつて鑄肌粗さを測定した。

(3) 機械的性質

鑄鉄試験片のシェルモールドと砂型との材質的差異を検討するため、おのおのに同一材質の鑄鉄熔湯を鑄込んで 30mmφ×300mmL 大の試験片8種を作成し、これらの抗張力、抗折力、衝撃力および硬度を測定した。この際のシェルモールドはバックングを行わなかつた。各試験に使用した試験片の寸法と試験機は第3表の通りである。

[IV] 結果とその検討

(1) 寸法精度

シェルモールド鑄物の寸法公差は、W. McCulloch<sup>(1)</sup>によれば基準寸法の±0.3%以下の値がえられるといわれている。今前記の150mm長さの試験片用シェルモールドに鑄鉄、砲金、シルミン3種の熔湯を鑄込んで10箇の試験片を作成し、その長さ方向の寸法を測定すると第4表に示す結果をえた。

ここで平均収縮率とは、金型基準寸法に対する試片の寸法の減率を示し、各合金は熔湯から凝固する際にそれぞれ固有の容積変化を行うため、この値もそれぞれ特有の値を示している。この値は一応金型を製作する上の指針となるものであるが、肉厚または形状の極端に異なる製品の場合には同一材質であつてもある程度異つて来ると考えられる。

つぎに寸法の変動すなわち誤差範囲を第4表の不偏分散  $V^2$  から求めればつぎのごとくなる。すなわち A. H. Bowker の表から  $\bar{X} \pm KV$  の範囲に  $r$  なる信頼度で少くとも  $P\%$  含まれるような  $K$  の値を求める。

今  $r=95\%$ ,  $P=99\%$  を採択すれば  $N=10$  において  $K=4.433$  となる。故に第3表の  $V^2$  から各試験片の  $\pm KV$  の値を求めればつぎのごとくなる。

鑄鉄  
 $\pm KV = \pm 4.433 \times \sqrt{36} \times 10^{-2} = \pm 0.27$  (mm)

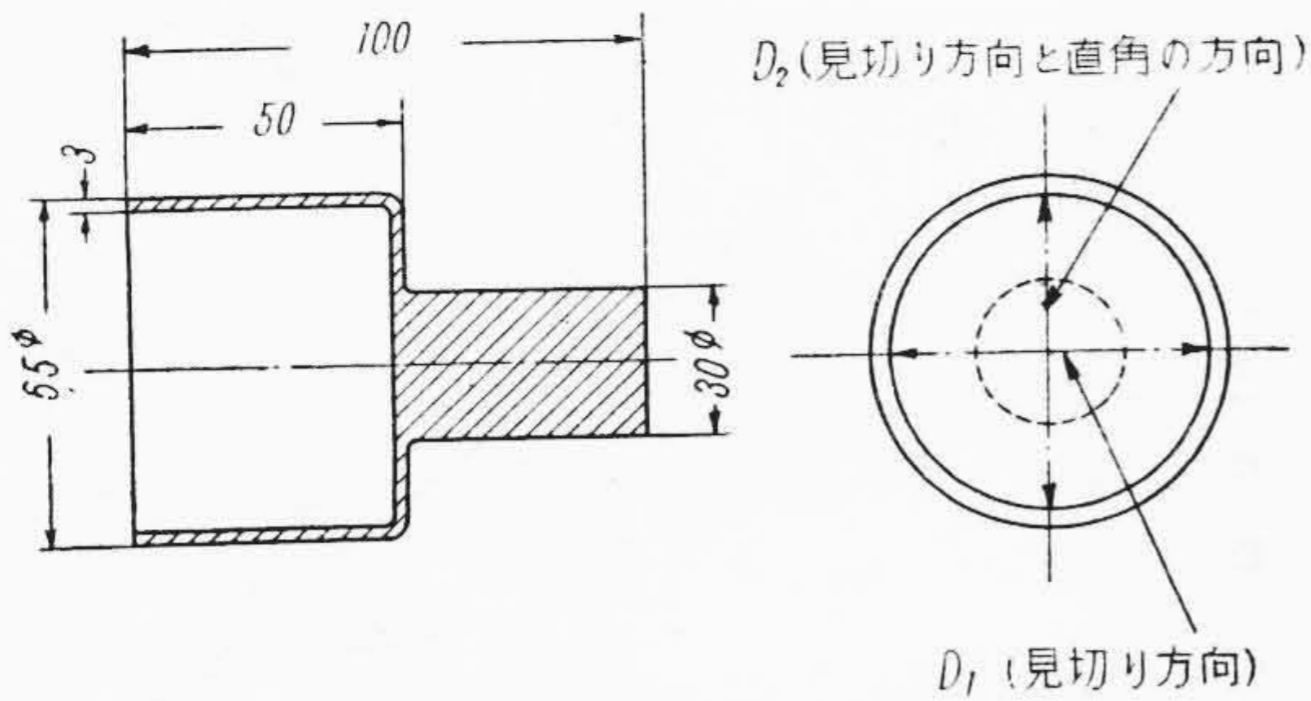
砲金  
 $\pm KV = \pm 4.433 \times \sqrt{8.2} \times 10^{-2} = \pm 0.13$  (mm)

シルミン  
 $\pm KV = \pm 4.433 \times \sqrt{7.3} \times 10^{-2} = \pm 0.12$  (mm)

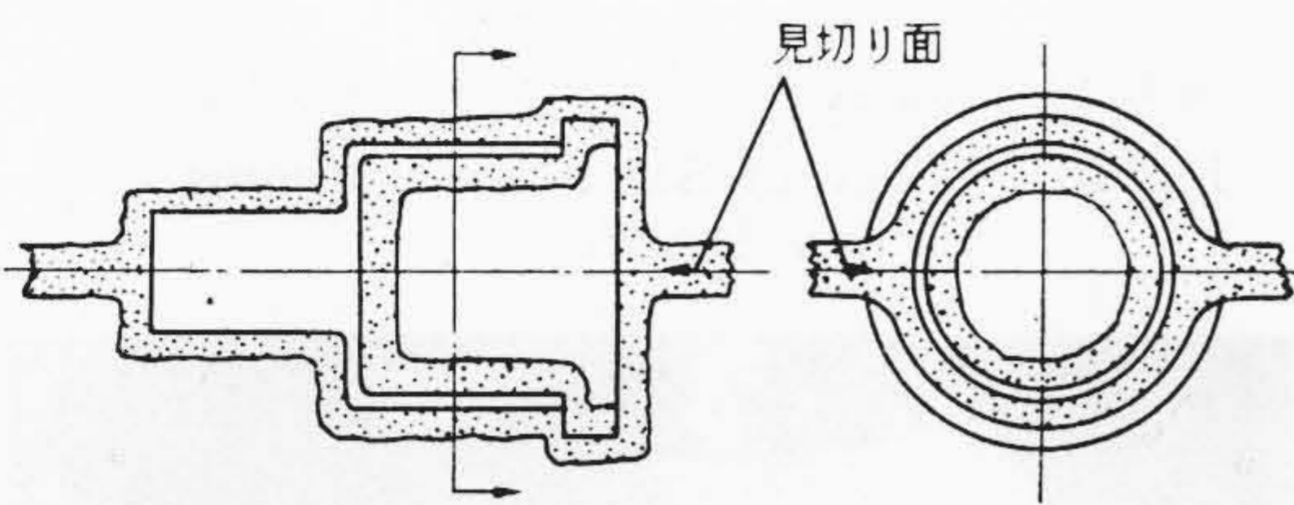
第4表 材種別試験片の寸法公差  
Table 4. Common Allowance according to Different Test Pieces

材種	統計量 試料大いさ $N$	平均値 $\bar{X}_i$ (mm)	不偏分散 $V^2$ (mm)	平均収縮率 $C$
鑄鉄	10	148.08	$36.0 \times 10^{-4}$	$13.0 \times 10^{-3}$
砲金	10	147.96	$8.2 \times 10^{-4}$	$14.0 \times 10^{-3}$
シルミン	10	148.33	$7.3 \times 10^{-4}$	$11.4 \times 10^{-3}$





第9図 鋳鉄鋳物試料  
Fig. 9. Gray Iron Castings used for Experiment



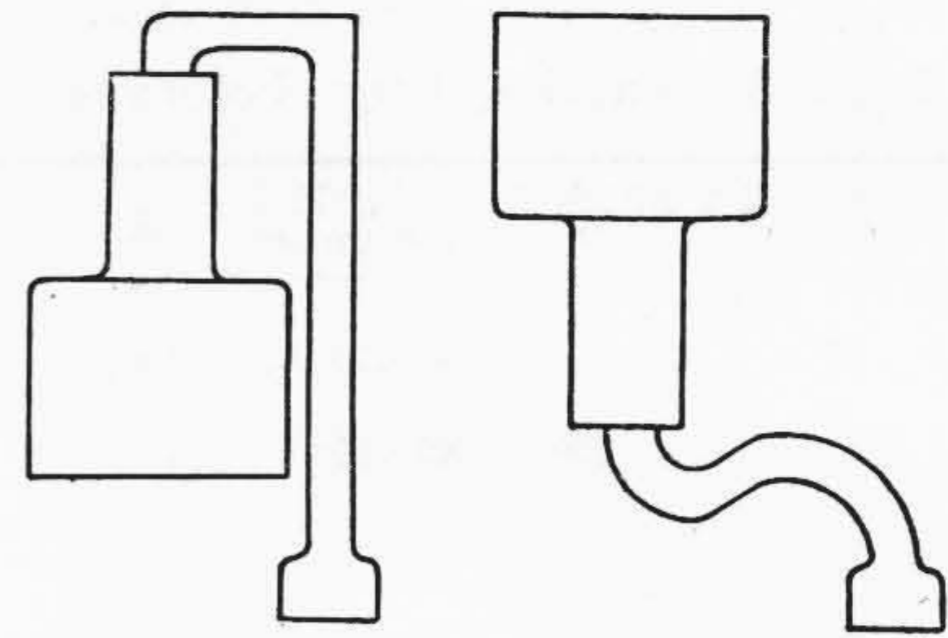
第10図 シェルモールドの方案  
Fig. 10. Design of Shell Mould

すなわちこの値は5%以下の危険率で推定できるところの、99%以上が含まれる許容公差とみなされる。熔融温度の高い鋳鉄が最も大なる誤差を有し、ついで砲金、シルミンと温度の高い順となる。これらの誤差を与える要因としては、おおむねつぎの諸点が考えられる。

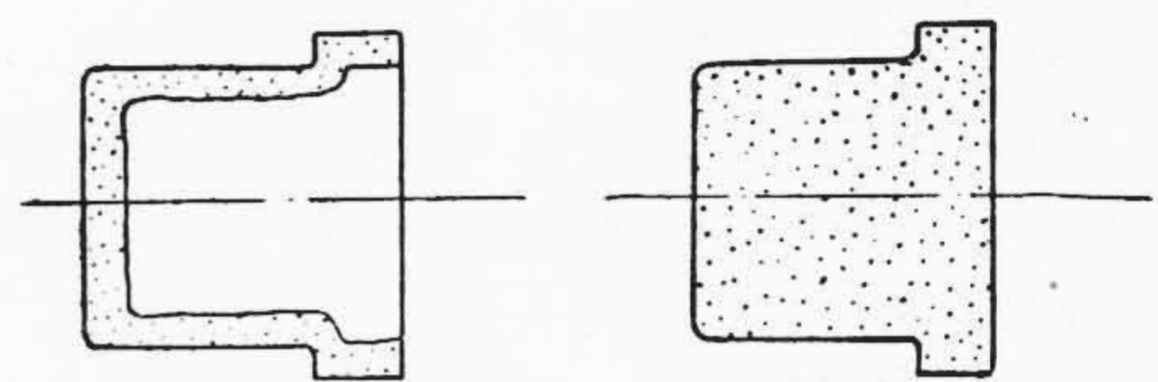
- (1) コーティング時の金型の温度差による金型寸法の変動
- (2) 珪砂およびレジンの変動によるシェルモールドの寸法変動
- (3) 造型時の外力による変形および反り
- (4) 熔湯の材質または温度による変動
- (5) 鋳物形状による凝固収縮の差による変動

これらの中金型の寸法はコーティング温度を一定とすることでほとんど問題なく、モールドは粒度の異なる珪砂および種類の異なるレジンについて実験した結果これらによる誤差もほとんど問題とならない。結局型抜時または後におけるシェルの変型または反りおよび熔湯の熱的条件と鋳物形状に帰因する誤差が残される。今このうちの一部の原因とみられる一つの実験結果についてつぎに述べよう。

第9図のごとき形状の鋳鉄試料を種々の条件において作成した場合の内径寸法をシリンダゲージで測定し、その変動状況を観察した。シェルの様式は第10図のごとく外型を中心で見切り、円筒部分には図のごとくシェル中子を挿入した。中子は円筒状の鋳鉄製コアボックスを以て造型し、中子外径測定の結果楕円は完全に認められなかった。実験条件としてはまず鋳込様式を第11図のご



第11図 注湯法  
左：上方より注入 右：下方より注入  
Fig. 11. Pouring Methods of Molten Metal  
Left: Poured from Top  
Right: Poured from Below



第12図 中子の様式  
左：中空中子 右：充填中子  
Fig. 12. Mode of Cores  
Left: Hollow Core  
Right: Dense Core

第5表 鋳込様式、中子様式の差による内径寸法の変動

Table 5. Variation of Inside Diameter due to Difference in Casting System and Core System

鋳込様式	中子様式	測定方向	試料大きさ N	平均値 X(mm)	不偏分散 V <sup>2</sup> (mm)	K	±KV
P <sub>1</sub> 上方より 鋳込	C <sub>1</sub> 中空	D <sub>1</sub>	20	58.94	119×10 <sup>-4</sup>	3.62	±0.39
		D <sub>2</sub>	20	59.13	33×10 <sup>-4</sup>	3.62	±0.21
	C <sub>2</sub> 充填	D <sub>1</sub>	20	59.12	79×10 <sup>-4</sup>	3.62	±0.32
		D <sub>2</sub>	20	59.19	94×10 <sup>-4</sup>	3.62	±0.35
P <sub>2</sub> 下方より 押上げ	C <sub>1</sub> 中空	D <sub>1</sub>	12	58.85	15×10 <sup>-4</sup>	4.15	±0.16
		D <sub>2</sub>	12	59.03	109×10 <sup>-4</sup>	4.15	±0.43
	C <sub>2</sub> 充填	D <sub>1</sub>	40	58.87	18.5×10 <sup>-4</sup>	3.21	±0.14
		D <sub>2</sub>	40	58.88	12.1×10 <sup>-4</sup>	3.21	±0.11

とく熔湯を上方から注入した場合と、下方から押上げた場合の二法とし、中子は第12図のごとく厚さ約4mmの中空状のものと、砂を充填させたものの2種類を用いた。以上の条件でえられた各試片の内径を第9図に示す見切り方向(D<sub>1</sub>)とこれに直角(D<sub>2</sub>)の方向の二方向を測定した。結果を第5表に示す。かかる場合の内径寸法は、見切方向D<sub>1</sub>が他の方向よりも小となる傾向がある。これはあきらかに熔湯の凝固冷却に際しその熱的条件が見



第6表 見切り方向の寸法公差  
Table 6. Parting Line Tolerance

試料	基準寸法 (mm)	試料大きさ $N$	不偏分散 $V^2$ (mm)	$K$	$\pm KV$ (mm)
A	17.0	20	$97 \times 10^{-4}$	3.615	$\pm 0.36$
B	20.0	250	$45 \times 10^{-4}$	2.788	$\pm 0.19$

切り面により影響を受けて一様な収縮をしないためと考えられる。上の実験によれば、中空の中子を用いた場合は鑄込様式のいかにかわらずあきらかに  $D_1 < D_2$  の傾向がはなはだしい。これに対し中空としない中子を用いた場合は、この差はあきらかに減少し、下方よりの鑄込様式においてはほとんど両者の差が認められず、また変動誤差も他に比してきわめて少い結果となった。

これは中空中子に比してしからざるものは、鑄物の収縮に対する抵抗が大であるため、この際の不均一な収縮をある程度是正するためと考えられる。したがって寸法の高精度を要する場合には、鑄物の形状に応じたところの鑄造条件を十分に検討せねばならない。

以上に挙げた試片の寸法誤差は、鑄物の見切り面に平行なる方向の寸法ないしはこれと全く無関係な中子による誤差であったが、この他に鑄物の方案上避けられない最も大きな誤差原因が存在する。すなわち見切り面に直角の方向の寸法がシェル組合せによつて生ずる誤差である。いま2種の試料についてこの方向の寸法誤差を求めると第6表の結果となる。すなわち基準寸法に対し  $\pm 1 \sim 2\%$  の誤差を生じ、先の実験結果に比し過大な値を示した。したがってかかる誤差を生じないようなシェルの型合せを行うことが重要な技術的問題となってくる。また精度を要する部分はこの種の誤差が生ずるような鑄造方案を避けることが必要である。

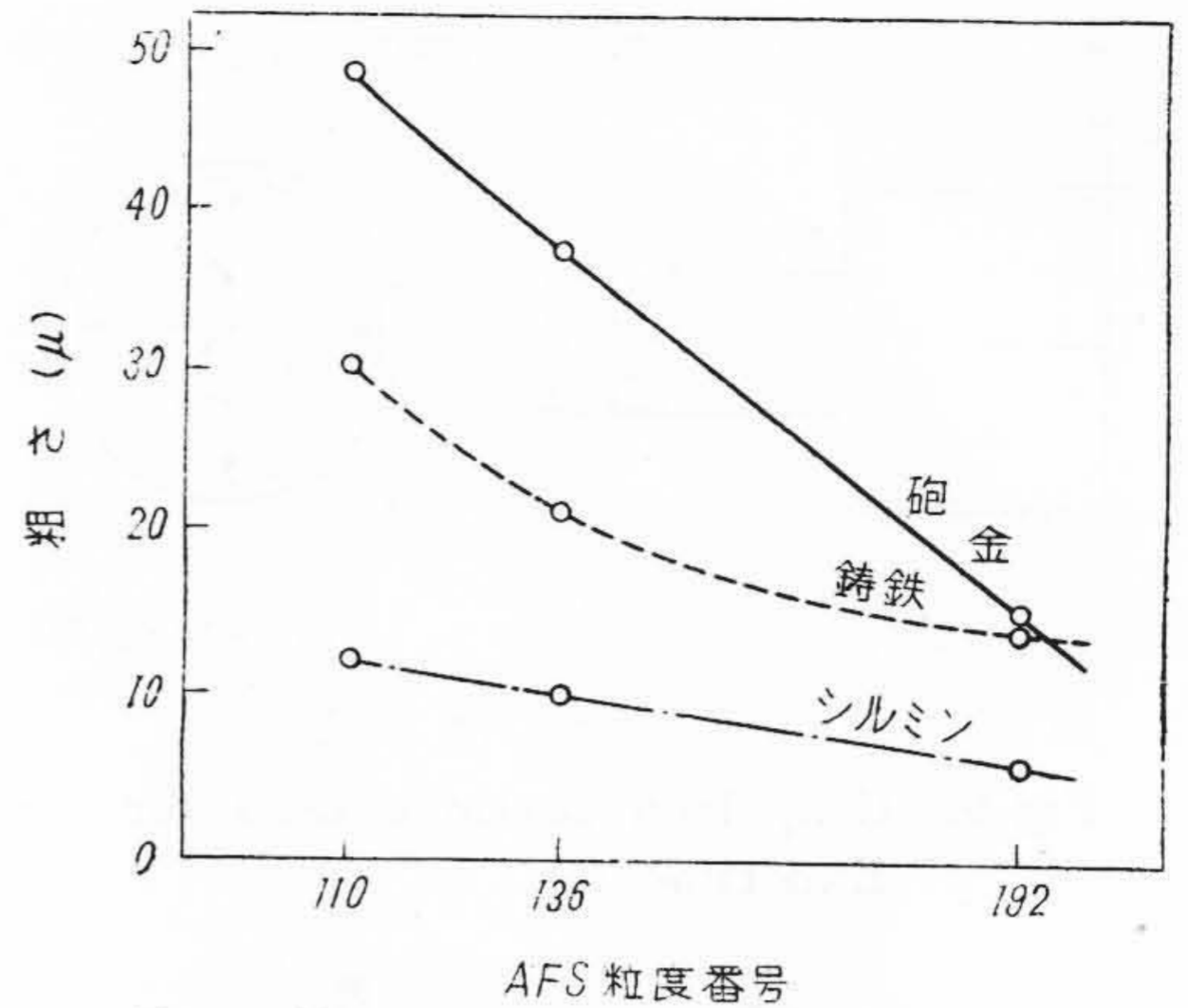
(2) 鑄肌

鑄物の鑄肌の優劣を決定する要素としては、平滑度すなわち粗さと刺し込みや縞状の駄肉などで代表される表面の疵の二つが挙げられる。

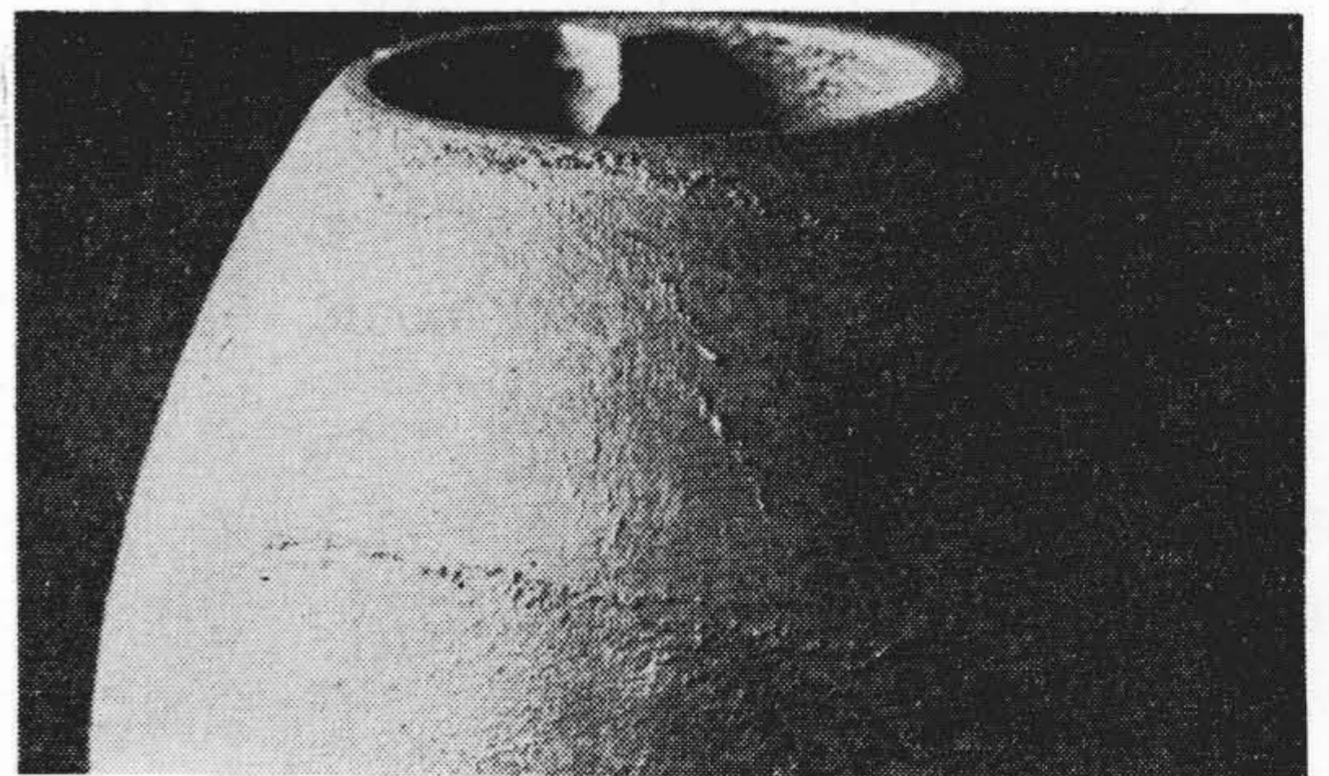
粗さを決定する因子としては

- (1) 珪砂の粒度
- (2) シェル面の粗密度
- (3) 注入される合金の材質および温度
- (4) 製品の肉厚

などが挙げられる。このうち最も大きな因子は珪砂の粒度とシェル面の粗密度である。第13図は粒度の異なる3種の珪砂を用いて、鑄鉄、砲金、シルミンの3種の標準試験片を作成しその表面粗さを測定した結果を示したもので、各合金とも粒度の細かい珪砂を用いるほど粗さは小となる。各合金の材質および鑄込条件は前と同様である。



第13図 鑄肌粗さにおよぼす砂粒度の影響  
Fig.13. Effect of Sand Grain Fineness on Surface Roughness



第14図 縞状裂目を有するシェルに鑄込まれた鑄物の表面欠陥  
Fig.14. Surface Defects of Castings poured in Shells, which have Striped Crack

合金別に見ると比重が大かつ表面張力の小なる砲金が最も粗雑な鑄肌となる。

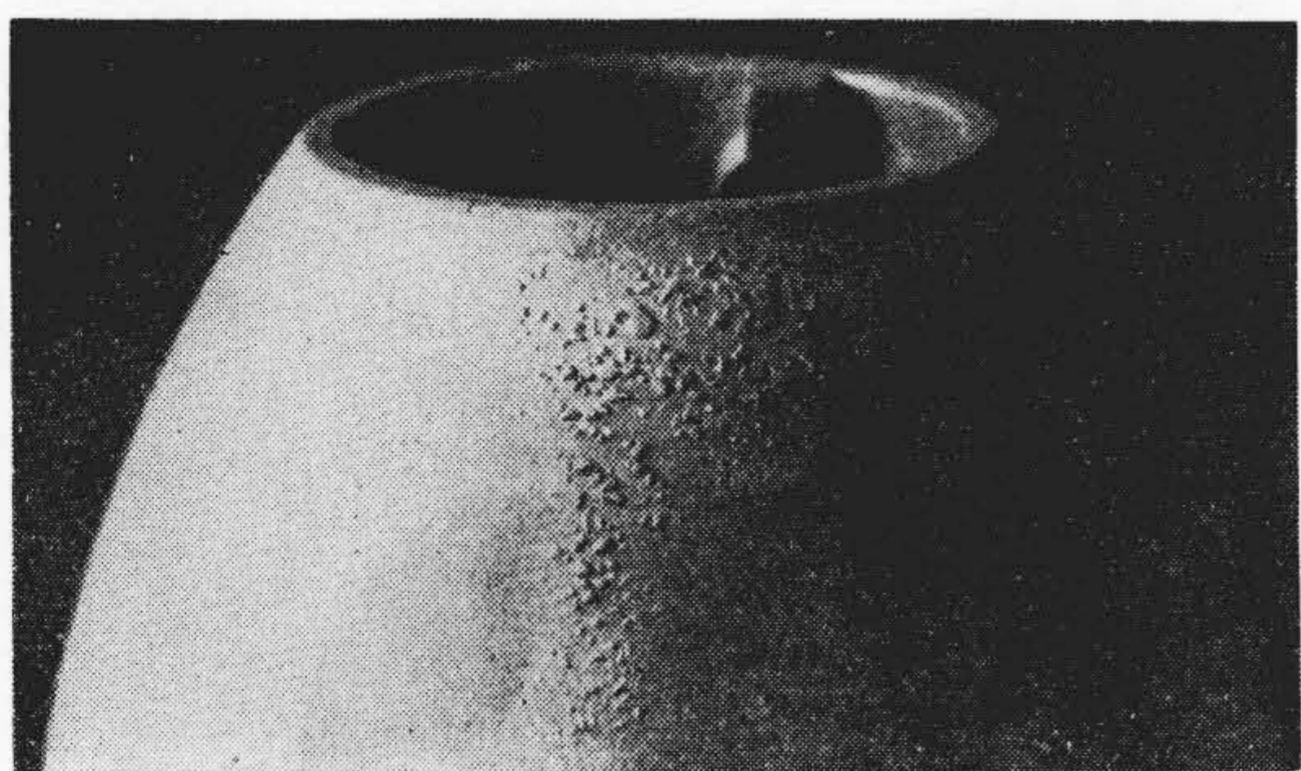
つぎに鑄肌の点で看過できない鑄疵の問題を採り上げると、いまある種の鑄鉄鑄物に発生した3種のシェル特有の表面欠陥を第14図～第16図に示す。第14図は主として鑄物の側面部に発生しやすい縞状の瘻肉で、注湯されるシェル面に皺状の裂目が見られる場合に発生する。これはシェルの外周曲面部が造型のコーティング初期において、軟化したシェル膜が迂りを起すためと考えられ、レジン特性、コーティング温度などの造型条件が適切でないことが原因として挙げられる。第15図は凹部に対する珪砂の充填が不確実なることによつて生ずるもので、ここでは造型条件のほかに材料の流れ特性の不良が原因と考えられる。これを防ぐには流れの良好な珪砂を選択しさらに吸湿などにより流れを損わないような配慮が必要とされる。第16図は極端な「刺し込み」であり熔湯に過熱される肉厚部に発生しやすい。これに対しては特に細粒の珪砂を用いて緻密なシェルを作ることが必要である。





第15図 レジン砂の充填不完全なシェルに  
鋳込まれた鋳物の表面欠陥

Fig.15. Surface Defects of Castings poured  
in Shells, which have Cavity due to  
insuccesfully Moulded of Resin-Sand



第16図 “刺し込み”による鋳物の表面欠陥

Fig.16. Surface Defects of Castings by  
Penetration

第7表は本品の金型温度すなわちコーティング温度とこれら欠陥の割合との関係を調査した結果である。材料は第8表の粒度を持つ珪砂にレジン5%を加えたものを用い、同一のダンプボックスを用いて造型した。注湯された鋳鉄の温度は1,380°Cである。各鋳肌欠陥の割合を大中小の三段階に分類し各3, 2, 1の強度を附し製品10箇の平均欠陥強度数を求めたものである。すなわち充填不完全による欠陥はコーティング温度によつて差異はなく、原料の流れを良好に保持し、ダンプ方法を一定に管理することによつてほぼ完全に除去することができた。これに対し縞状の欠陥および「刺し込み」はコーティング温度の高いほどはなほだしく、220°Cにおいてほぼ防止することをえた。

以上のごとくシェルモールド鋳物はきわめて平滑な鋳肌がえられる反面、選択される原料、造型条件および製品の形状のいかんによつて、かえつてこのために目立つ欠陥を生ずる場合が少くないので、これらの諸点を十分に検討対処せねばならない。

### (3) 機械的性質

シェルモールドに鋳造された鋳物の材質的特長を砂型と比較検討した。すなわち同一組成および同一条件の鋳

第7表 鋳肌欠陥強度数とコーティング温度の関係

Table 7. Relation between the Strength of  
Defect on Casting Surface and the  
Coating Temperature

欠陥名	温度(°C)	220	230	240	250	260	270
縞状の駄肉 $D_1$		0.0	0.4	1.2	1.6	2.2	6.1
充填不完全による $D_2$		0.1	0.2	0.3	0.0	0.2	0.0
刺し込み $D_3$		0.0	0.1	0.7	0.0	0.5	2.6

第8表 珪砂の粒度分布

Table 8. Grain Distribution of Silica Sand

メッシュ	65	100	150	200	270	Pan
篩上 (%)	1.4	27.2	16.7	9.4	19.5	25.1

第9表 シェルモールドと砂型の機械的性質比較

Table 9. Comparison of Mechanical Characteristic of Shell Mould and Sand Mould

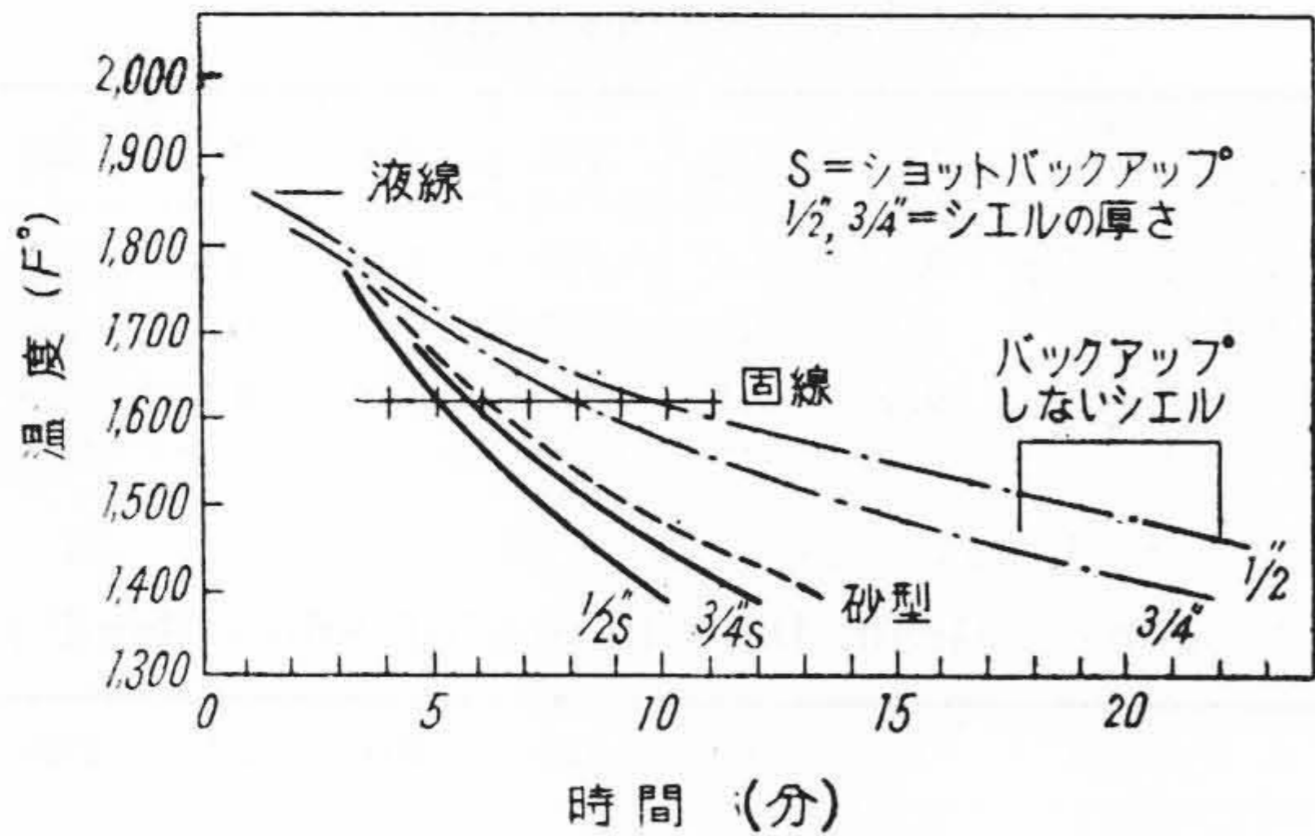
材質番	特性	抗張力 (kg/cm <sup>2</sup> )		抗折荷重 (kg)		繰返衝撃回数 (17.5kg-cm)		ブリネル硬度	
		砂型	シェル	砂型	シェル	砂型	シェル	砂型	シェル
Fc-14	1	14.0	17.5	1,630	1,550	19	63	180	188
	2	14.0	14.7	1,550	1,495	14	27	188	180
	3	15.3	15.3	1,650	1,800	14	33	160	170
	4	15.6	16.7	1,700	1,650	16	62	172	168
	平均	14.8	16.1	1,632	1,624	15.8	46.3	175	177
Fc-19	1	19.5	22.5	2,150	1,900	73	174	174	183
	2	19.3	24.8	2,590	2,690	113	237	183	192
	3	19.3	19.7	2,370	1,980	56	66	176	179
	4	23.0	23.2	2,240	2,150	73	225	196	192
	平均	20.3	22.6	2,338	2,180	78.7	175.5	182	186

鉄熔湯を水分7%の生型およびバックキングしないシェルモールドに注湯し、おのおの30mmφ×300mmL大の試片を作成した。かかる試料をFc-14およびFc-192種の材質について各4種類づつ採取し、抗張力、抗折力、衝撃力および硬度試験を行った。結果を第9表に示す。各結果についてシェルと砂との間の有意差を検定すると、抗折荷重および硬度はほとんど差は認められず、抗張力はFc-14, Fc-19ともシェルの方が砂型よりやや大なる傾向が窺われるが、明確に断定できない。これに対して衝撃値はあきらかに差が認められ、シェルモールドの方が砂型よりも靱性の高いことを示している。

第17図<sup>(4)</sup>(次頁参照)はシェルモールドと砂型に鋳込まれた砲金の凝固過程における温度と時間の関係を示し、これによればシェルを鋼粒でバックキングした場合は砂型よりも冷却が速かであるが、バックキングを行わない場合は逆に砂型よりも冷却が緩慢である。本実験ではバックキングを行わないから砂型に比し徐冷されることとなり、



この場合鑄鉄の冷却速度と強度の関係からして一見矛盾した感を与える。しかしながらその反面シェルモールドでは生型のごとき肉厚の極端な影響すなわち質量効果が



第17図 シェルモールドと砂型に鑄込まれた砲金熔湯の冷却速度

Fig. 17. Cooling Velocity of Molten Gun Metal poured in Shell Moulds and Sand Moulds

少く、内部まで均一な材質がえられるためであるとも考察されるが未だ明確には断定できない。第18図～第21図に Fc-14 および Fc-19 の両者の顕微鏡組織を示した。組織は黒鉛の形状において若干差が認められるが、さほど明確ではない。

またシェルモールドの冷却の緩慢なことは、薄肉の鑄鉄において明瞭に窺われ、すなわち生型では表面が硬化し機械加工に支障をきたす場合が少くないが、シェルモールドではかかる現象が見られない。

[V] 結 言

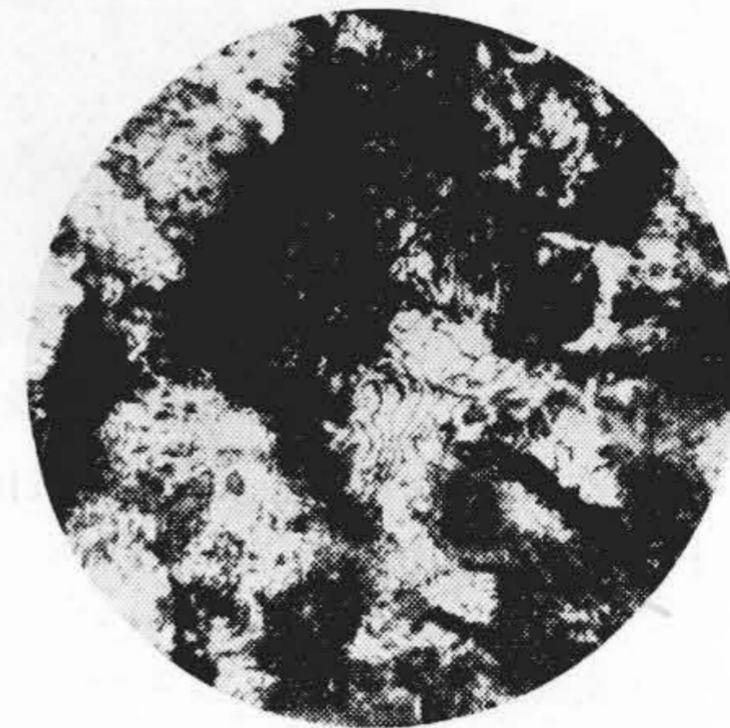
シェルモールド法の概要と鑄物の特性すなわち寸法精度、鑄肌および機械的性質について検討した結果を述べた。以上を要約すればつぎの通りである。

- (1) 鑄物の寸法公差は 150 mm 長さの試験片において鑄鉄 ±0.27 mm, 砲金 ±0.13 mm, シルミン ±0.12 mm 以下であり、一般に基準寸法の ±0.3% 以下



第18図 砂型試験片の顕微鏡組織 ×250  
組成 T.C Si Mn P S  
3.66 2.31 0.60 0.258 0.078

Fig. 18. Microstructure of Gray Iron Test Piece made from Sand Mould ×250  
Composition T.C Si Mn P S  
3.66 2.31 0.60 0.258 0.078



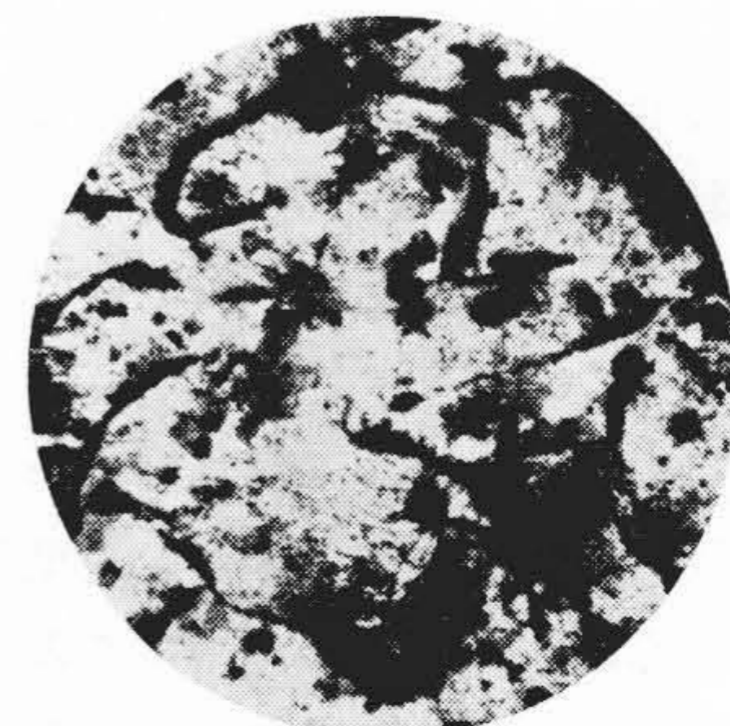
第20図 砂型試験片の顕微鏡組織 ×250  
組成 T.C Si Mn P S  
3.54 1.97 0.61 0.24 0.065

Fig. 20. Microstructure of Gray Iron Test Piece made from Sand Mould ×250  
Composition T.C Si Mn P S  
3.54 1.97 0.61 0.24 0.065



第19図 シェルモールド試験片の顕微鏡組織 ×250  
組成 第18図試片と同じ

Fig. 19. Microstructure of Gray Iron Test Piece made from Shell Mould ×250  
Composition is Similar to Former's



第21図 シェルモールド試験片の顕微鏡組織 ×250  
組成 第20図試片と同じ

Fig. 21. Microstructure of Gray Iron Test Piece made from Shell Mould ×250  
Composition is Similar to Former's



が可能である。ただし型合せによる誤差および鋳物の形状による誤差はさらに大となるから、型の組合せ法および形状による鋳造方案を特に考慮せねばならない。

(2) 鋳肌粗さは主として珪砂の粒度により支配される。細粒の珪砂を用いた場合、鋳鉄、砲金において  $20\mu$  以下、アルミ合金で  $10\mu$  以下の粗さをうる。この他シェルの欠陥による鋳疵が主として側面部に発生し、鋳肌の美観を損う場合が多い。これを防止するためには材料と作業条件を厳密に管理せねばならない。

(3) シェルモールドと砂型に鋳込まれた鋳鉄試料の機械的性質の差異について検討した結果、抗張力、抗折荷重および硬度は両者とも大差ないが、衝撃値はシェルの方がまさる結果となつた。この原因については明確に断定できない。

以上シェルモールド鋳物の特性について述べたが、実際に当つては原料、造型工程および鋳型、湯口方式の諸点において種々の技術的問題が存在する。したがつて真に均一かつすぐれた鋳物製品をうるためには総合的技術を確立しなければならない。

参考文献

- (1) William W. McCulloch: The Foundry, Oct., 1948
- (2) Donner and Kahan: The Foundry, Aug., 1950
- (3) Bernard N. Ames: Foundry Trade Journal, July 2, 1953
- (4) Morey, Bishop and Pellini: Transaction of A.F.S. Vol. 62, 1954
- (5) Powell, Adams and Taylor: Transaction of A.F.S. Vol. 62, 1954



特許の紹介



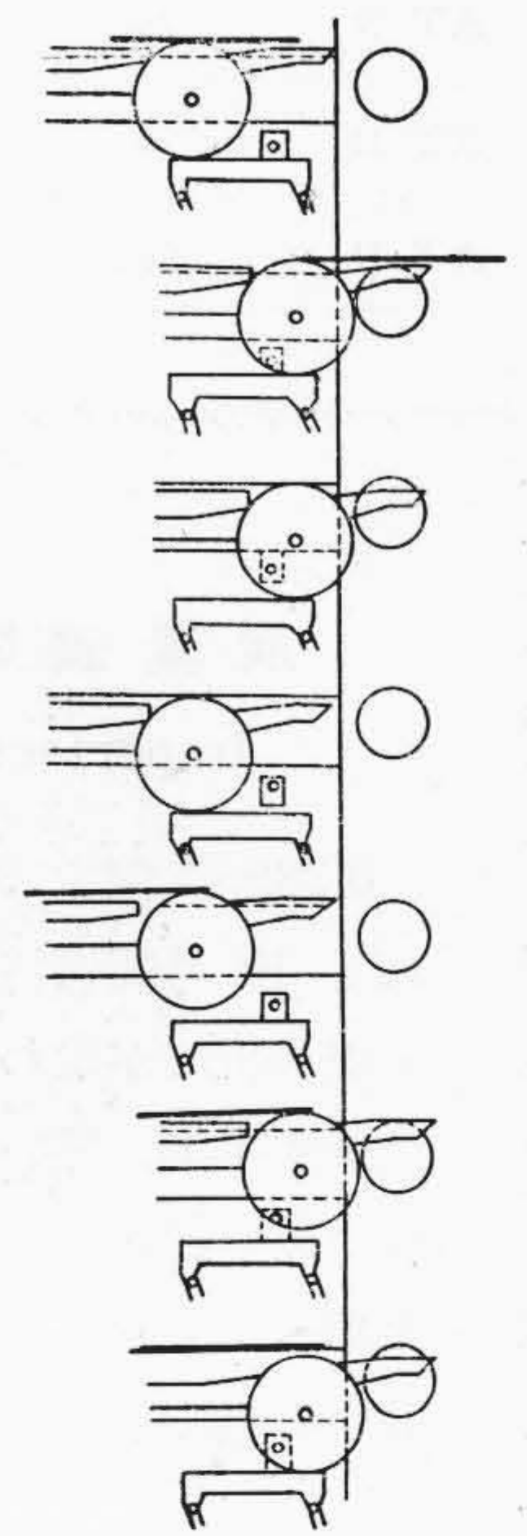
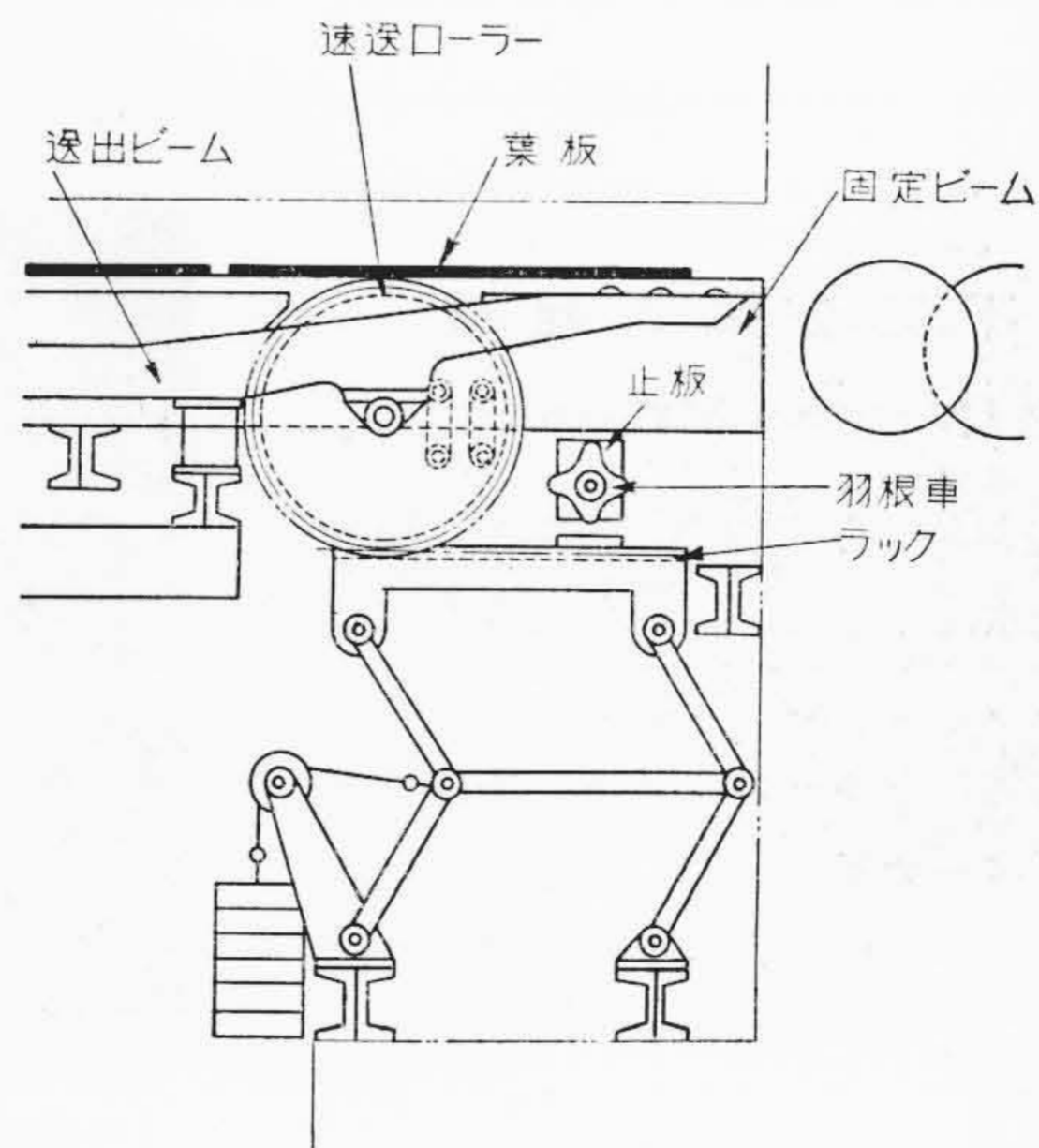
特許第 202949 号

鳩 岡 俊 一

葉板加熱炉における葉板の送出装置

固定ビームと送りビームとを交互にならべ、送りビームを前後上下に矩形に運動せしめて葉板を順次前方に送る装置において一動作で葉板を送出するために送りビームのストロークを葉板の長さには設計上困難である。またこの装置を2台並設したとき葉板が交互に送出されるようにする必要がある。この発明は送りビームの1回置きに運動に連動して1回転し後退の際は空転するようにした速送ローラーを送りビームに取り付け、これによつて葉板を交互に一動作をもつて確実に炉外に送出するようにしたものである。すなわち図においてラックは上下に運動しうるもので、ローラーと噛み合い送りビームの前進によつて送出ローラーを回転させる。ラックの上昇を抑える止板には羽根車を取り付けられており、送りビームが後退する毎に送りビームに設けられたレバーが羽根に当つて羽根車とともに止板を  $180^\circ$  づつ回転させるので、止板の長い方は1回置きに下方にきてラックを抑える。したがつて速送ローラーは1回置きにラックと噛み合つて回転する。なお後退するときは送りビーム自身が下降しているので速送ローラーは逆転するが葉板に接触しない。すなわちこの発明では第2図に示す順序に作動するものであるから、葉板を速送ローラーによつて1動作で確実に加熱炉から送出するので葉板が冷却せずまた傷のつくこ

ともない。しかも2台並設したとき交互に1枚ずつ送出するので作業能率を非常に増進せしめるものである。(高野)



(1)

(2)



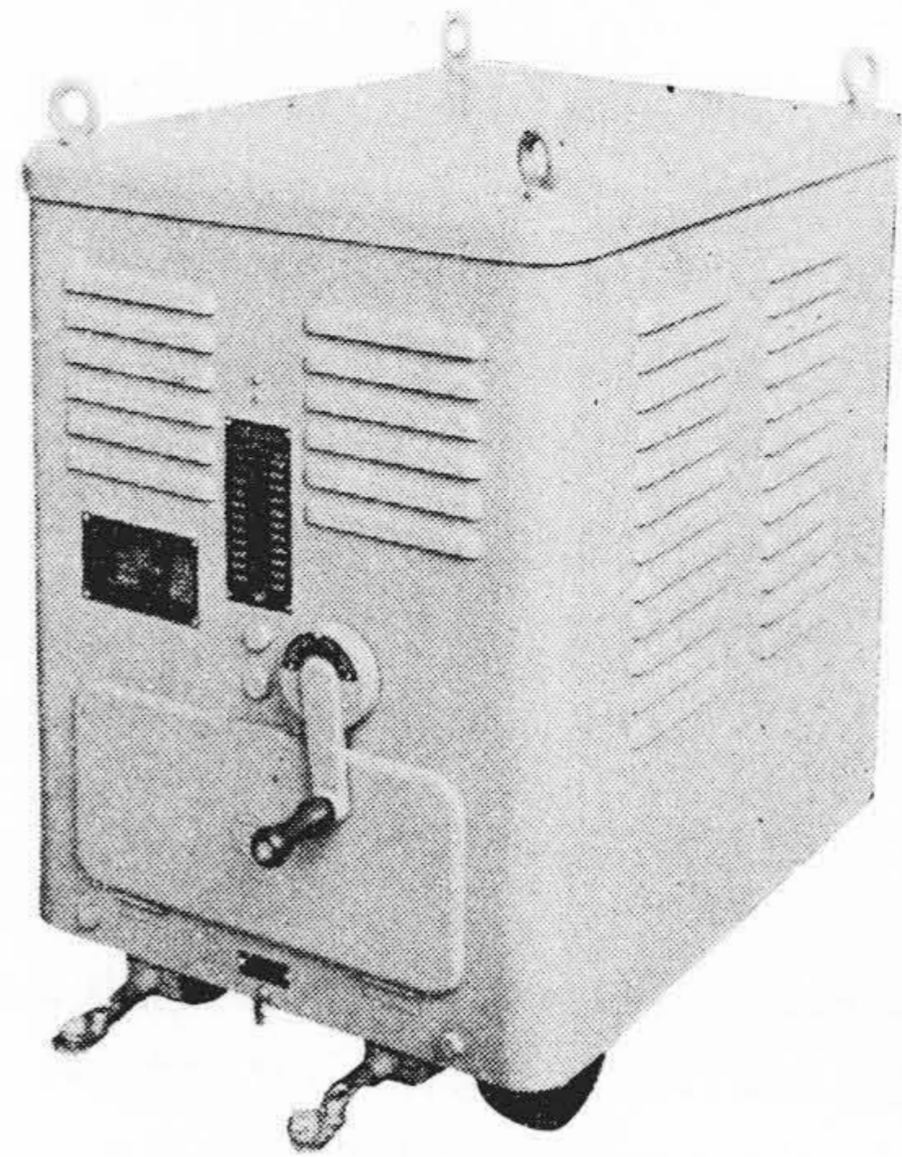
**日立交流アーク溶接機**  
Hitachi A.C. Arc Welders

船舶、橋梁をはじめとする各種の機器構造物に溶接構造が採用され、交流アーク溶接機が広く使用されつゝある。

日立交流アーク溶接機は実用性を主眼としたもので、独特の溶接用変圧器により溶接に好適な特性を具備している。そのおもな特長はつぎの通りである。

- (1) アークが安定で溶接がやりやすい。
- (2) 漏洩磁束による損失が少く効率が良い。
- (3) 振動および音響が少い。
- (4) 取扱いが簡単である。
- (5) 製品が均一である。
- (6) 小型である。

標準の仕様は第1表の通りであるが、船用などの特殊仕様のものも製作している。



第1図 日立交流アーク溶接機 (500 A)  
Fig.1. Hitachi A.C. Arc Welder (500 A)

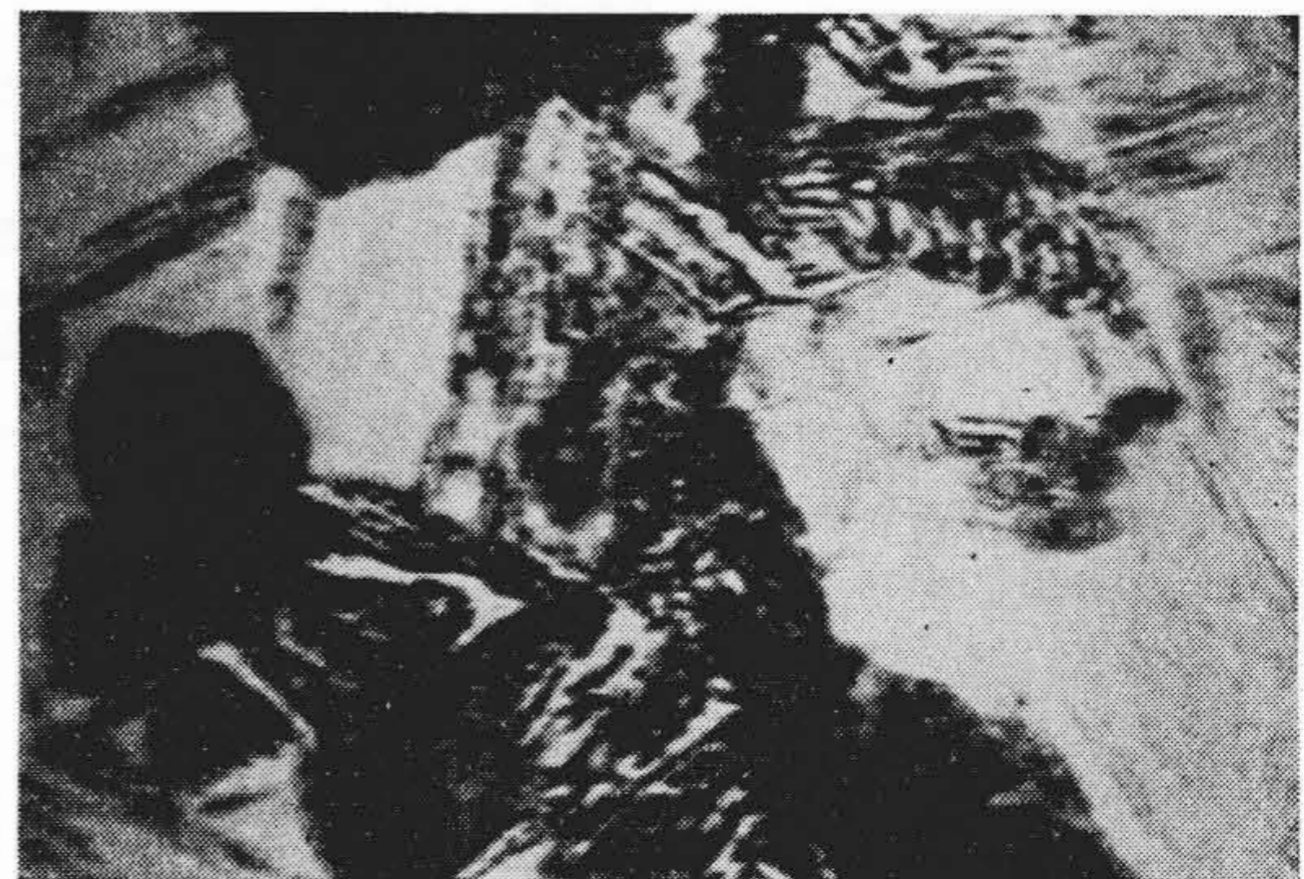
最近交流アーク溶接機が JIS 指定品目に挙げられたが、JIS マーク表示の許可をえている。

第1表 日立交流アーク溶接機標準仕様  
Table 1. Standard Specification of Hitachi A.C. Arc Welders

型式	容量 (A)	電源側				溶接側								重量 (kg)
		電圧 (V)	周波数 (~)	人 力		定格電流 (A)	電流調整 範 囲 (A)	定格 使用率 (%)	定格負荷電圧		無負荷 電 圧 (V)	使用 棒 径 (mmφ)		
				(kVA)	(kW)				アーク 電 圧 (V)	二次導線降下 抵 抗 (V)			リアクタンス (V)	
AT-HE	150	200 ± 20	50 60	約12	約 6	150	150~40	60	30	0	0	90以下	4~2	約120
AT-R	250	200 ± 20	50 60	約20	約10	250	250~50	60	30	0	0	90以下	5~2.6	約210
AT-R	300	200 ± 20	50 60	約25	約15	300	300~60	80	30	12	10 12	90以下	6~3.2	約250
AT-R	500	200 ± 20	50 60	約45	約25	500	500~80	80	30	12	10 12	100以下	8~3.2	約340

**炭素鋼の不完全焼入組織**  
Imperfectly Quenched Structure

0.38% C 鋼を 870 °C から 350 °C の鉛浴に焼入れて 10 秒間保持後水冷すると、写真のような不完全焼入組織が現われる。写真の中で白い基底はマルテンサイト、黒い塊状はトルースタイト、方向性をもつ黒い針状は下部ベーナイト、同じく白い針状は上部ベーナイト、および白い網状はフェライトで、五つの組織があざやかにみとめられる。



炭素鋼の不完全焼入組織ピクリン酸腐蝕 ×1,200  
Imperfectly Quenched Structure Etched  
with Picric Acid ×1,200