

シェルモールド法の研究

千 々 岩 健 児

1. 緒 計

精密鑄造法としての Shell Mold 法の研究は独人 J. Croning の発明 以来多くの人々の注目を集め、戦後米 国で詳しく研究されて実用化された。本方法は次のよう な行程で鑄型を作るものである。

① 珪砂と粘結剤（石炭酸系の合成樹脂を用う）との混 合物を約 200°C に加熱した金型（鑄物の模型を金型で 作る）の上にふりかける。

② 型表面の砂は直ぐ固まるので、一定時間(10~15秒) の後固まっていな砂を取り除く。

③ 金型とその表面に固まった砂型 (Shell) とを 300° ~350°C で焼締め (Curing) する。

(4) Shell を金型から取りはずす。

⑤ 両面の Shell を合わせて補強し、湯を注いで所要 の鑄物を得る。

以上の行程をおこなうに当り作業上のいろいろな要点 がある。本研究はこれらの点について検討したものであ る。

2. 粘結剤に合成樹脂を用いた場合の性質

a. 強 度

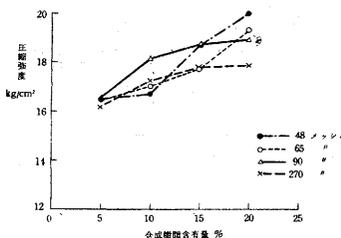
粘結剤としては石炭酸系合成樹脂が用いられるので、 この場合は日本ベークライト製のベークボンド P 36(第 1 表)を使用し、35φ×40 の試験片により圧縮強度を求め

第 1 表 ベークボンドの性質

Melting Point	88~92°C
Flow	35~45mm
Gel Time	55~65sec
Mesh	200mesh 95%through

た。Shell の強度が相当に強くないと湯流れにより、ま た湯圧により破壊する恐れがあるので強度を試験してお く必要がある。合 成樹脂の量を増せば強度は次第に増 すが漸次飽和する 傾向にある。

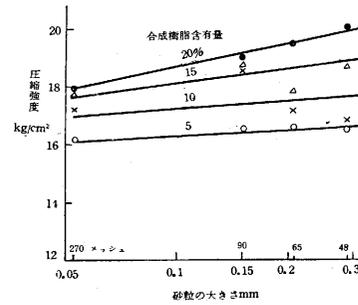
15kg/cm² 程度で あれば満足できる から、粘結剤の量



第 1 図 合成樹脂含有量の影響

は大体 5%以上であればよろしい。(第 1 図)

砂粒の大きさはなるべく細かい方が鑄肌が美しくくな

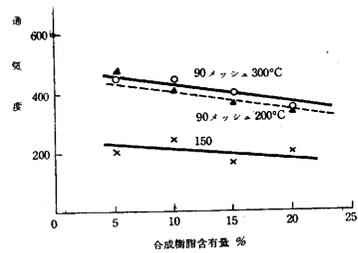


第 2 図 砂粒の大きさの影響

る (1 月号鑄肌 に関する研究参 照) ので精密鑄 造では微粒のも のを用いる。し かし、粒が細か くなると同一強 度をだすために は粘結剤の量を 増さねばならな

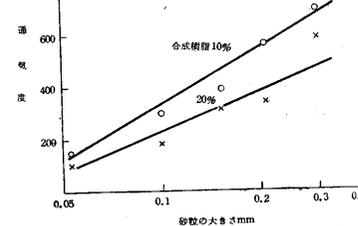
b. 通 気 度

通気度は粘結剤の量並びに加熱条件に関する。第 3



第 3 図 通気度と合成樹脂の量 比べて大きく通気 度φと log x との間には直線関係が成り立つ。(第 4 図)

図に示すように粘 結剤の量による通 気度の変化量は小 さい。加熱条件の 相異による変化も 比較的少ない。砂 粒の大きさ x によ る違いは前二者に

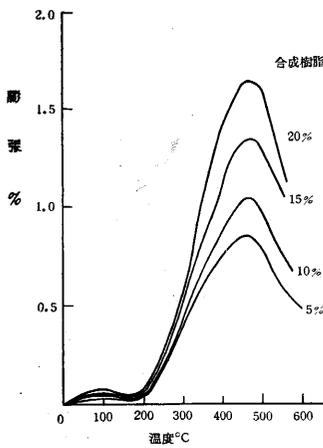


第 4 図 通気度と砂粒の大きさ 膨脹率は合成樹 脂含有量によって 第 5 図のように幾 分違う。樹脂の量 が多い程その値も 大きくなる。170~ 180°C 附近より急 激に膨脹する。こ の膨脹は 500°C 附近迄続くがここで黒くなり粘結力を 殆んど失い、急激に収縮する。

3. 加 熱 条 件

a. 加熱温度と時間

前述のように強度、通気度、ガスの量等は加熱条件に



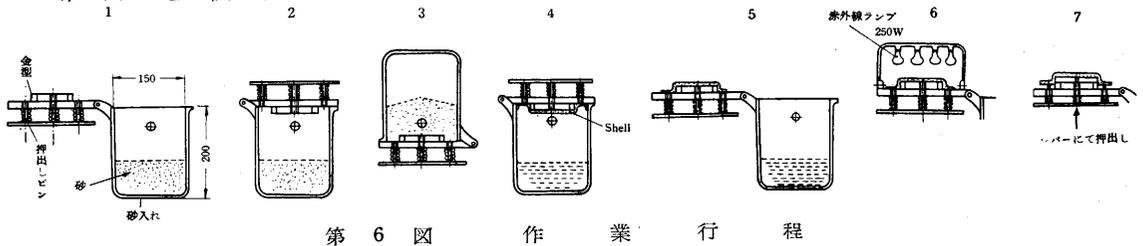
第5図 膨脹率

よって異なる。Shell の場合は金型に接する面から固結するので部分的に性質が違う。Curing によって初めて全体が均一なものとなる。作業上これ等の温度は比較的低温、時間は短いことが望まれる。第6図に示すよう

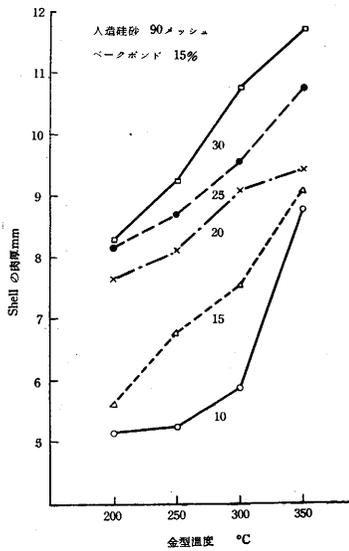
に金型とバケットとを組合わせ全体を回転させてバケット内の砂を金型にふりかける。一定時間の後再び回転させて固着しない砂を取り除く。この方法によって生ずるShellの厚さと温度、時間の関係を求めると第7図が得られる。温度、時間と共にShellの肉厚は増加する。また砂粒の大きさがませばShellの肉厚も増す(第8図)。加熱温度によってShellの色も変わってくる。150°Cでは黄色であるが250°Cで黄褐色、300°Cで褐色、350°Cで濃褐色、それを越せば黒褐色となり鑄肌面の強度が低下する。色は温度判定の目安となる。

b. 鑄型の精度

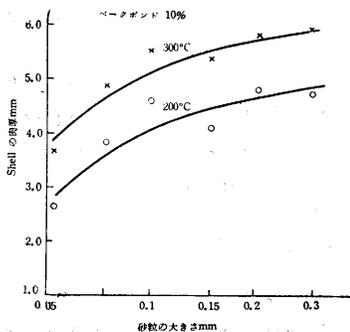
Shellの精度を求めるため第9図の鑄型を用い、山間の直径の変化を調べた。第10図はこの結果である。ペ



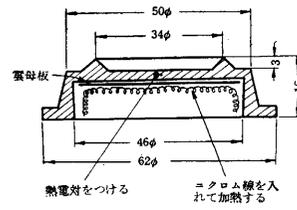
第6図 作業行程



第7図 加熱条件の影響

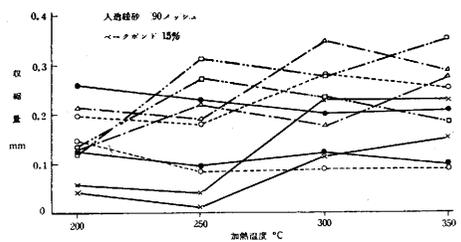


第8図 砂粒の大きさがShell肉厚に及ぼす影響



第9図 実験用金型

ークライトの量が少い程、加熱温度が低い程収縮量が少ない。



第10図 Shellの精度

c. 離型剤

ペークライトは金型に固着して離れなくなるので金型面に離型剤を塗っておく必要がある。A. R. Brown McFarlane 会社製の DC Silicone を使用した。型離れの能力は原液を加熱した型に塗った場合が一番良好であり、常温の型に塗った場合はくっつく。稀釈するにつれて悪くなる。

4. 鑄造品について

50φ×14の円盤と50φ×14の円盤で上面にリング状凸

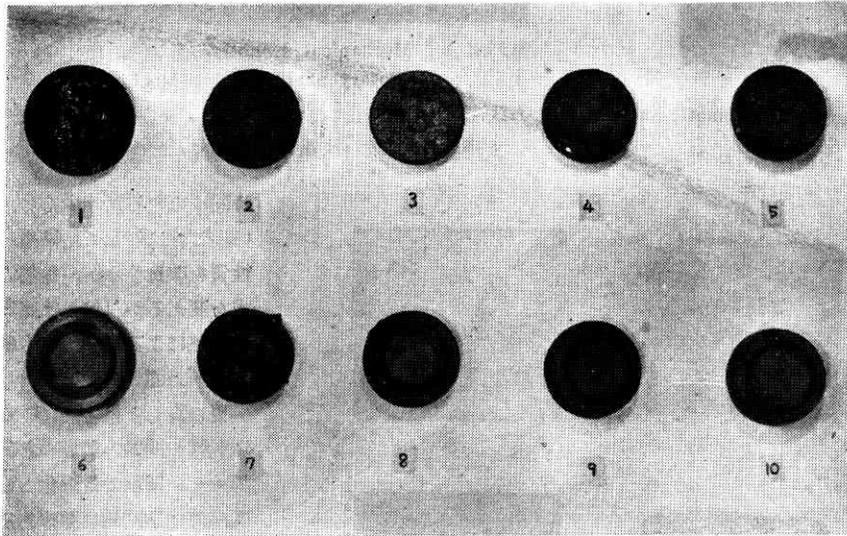
起のあるもの並びに歯車について鑄鉄を鑄込み、製品の鑄肌、寸法精度を測定した。前の二つは上型なしの開放型とし歯車は湯口を設けてある。鑄鉄の成分は第 2 表の通りであり、鑄込み温度は 1350°C である。第 11 図を説明すると、

第 2 表 鑄鉄の成分

C	Si	Mn	P	S
3.71	1.53	0.38	0.16	0.053

①は 50φ×14 の金型であって、これを用いて Shell を作る。

②は現場で実際に用いている鑄物砂で Shell 鑄型と同一寸法の型を作って鑄込んだものであり、ガス発生は少



第 11 図 鑄鉄試片

ないが鑄肌は悪く、角が丸味をおびていて精度はよくない。

③は粘結剤 20%，人造硅砂 48 mesh 型温度 200°C，Baking の時間 20 sec，Curing 200°C，3min のもので、湯を注ぐと内部よりガスが発生し粘結剤がもえる。これは開放型のため空気と触れる時間が長いためと考えられる。後の湯口を設けた歯車の場合はこの現象は見られない。表面はガスのため皺がより鑄肌は非常にきたない。

④は粘結剤 15%，人造硅砂 48 mesh，型温度 200°C，Baking 時間 20 sec Curing 240°C，3 min のものである。粘結剤の量が減ったため③よりガスの量は少ないがやはり皺ができています。切斷してみると内部に巣がある。

⑤は粘結剤を 10% とし ④と同一条件で Shell を作り、それに鑄込んだものである。ガスの量も少なくなり、鑄肌を大分美しくなる。砂粒の大きさが粗いため滑めらかにはならない。

⑥はリングのついた金型(第 9 図)である。黄銅製である。

⑦は粘結剤 15%，人造硅砂 48 mesh，型温度 200°C

Baking 時間 20sec，Curing 200°C 1 min のものである。Curing の温度時間が低く短いためガスの量多く表面に皺を生じている。リングの角が丸まって精度は悪い。

⑧は⑦と同様で Curing 240°C，3 min としたもので鑄肌はやや改良されている。皺も少ない。

⑨粘結剤 10%，人造硅砂 65mesh，型の温度 230°C，覆時間 10sec，Curing 240°C，3 min の条件のものだが鑄肌も比較的良好で、⑩と大差ない。

⑩粘結剤 10% で人造硅砂 90mesh 他は⑨と同一条件のもの、一部焼付きがみられる。ガスの量は少ない。

以上代表的な例を示したが、粘結剤の量は少な過ぎると強度弱くこわれ易い。多いとガスが出るので約 10% 程度がよい。また肉厚も厚すぎるとガスの量がますます適当の強さも必要であるので 4 ~ 6 mm 程度になるよう 10 ~ 15 sec 間接触させる。Curing 温度はガスの点から比較的高い方がよく 300°~350°C を用いる方がよい。

歯車については最適条件に近い状態で鑄込んだ。粘結剤 10%，人造硅砂 90mesh，型温度 250°C，覆時間 10sec，Curing 300°C，

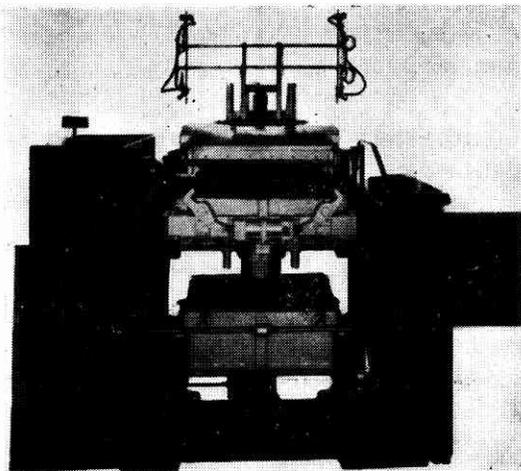
4 min とした。その結果は比較的良好であったが、砂粒が少し粗過ぎ、鑄肌がきたない。

150~200 mesh 程度の砂を用いるべきである(第 12 図)。

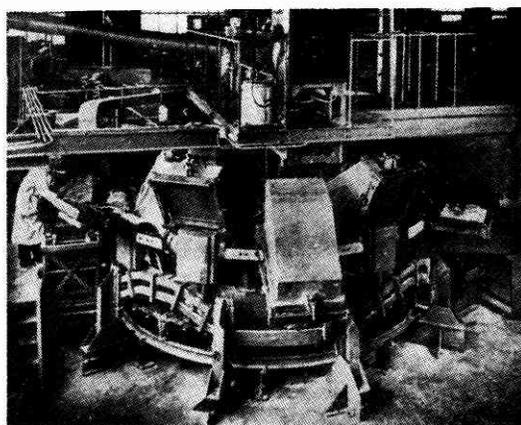
5. Shell Mold 機械

現在いろいろの型式の機械が用いられているが、金型を一個用いるか二個以上使用するかによって機構が違ふ。第 13 図 a は Sutter 会社の Single stage 式のもので前者に属し、①金型に離型剤を噴射する②パケットと金型を密閉して 180° 回転させ砂と合成樹脂混合物を撒布する③再び回転させ団結しない砂をパケット内にもどす④金型と Shell は Curing 用炉内に入れられる⑤押し pin で shell を押し出してとる。これ等の行程を一つの機械で圧搾空気により行うようになっている。第 3 図 b は Mechanical Handling Systems Inc. の Rotary Shell-Molding Machine で回転中に上記諸行程をおこなうようになっている。後者に属する型式である。

この第一の型式で砂を移動させる方式や砂を空気と共に噴射させる方式等も実施されている。現在ではいずれも価格が高いため手動式や半自動式がわが国では喜ばれるようである。筆者の研究室でも純機械的な自動式機械

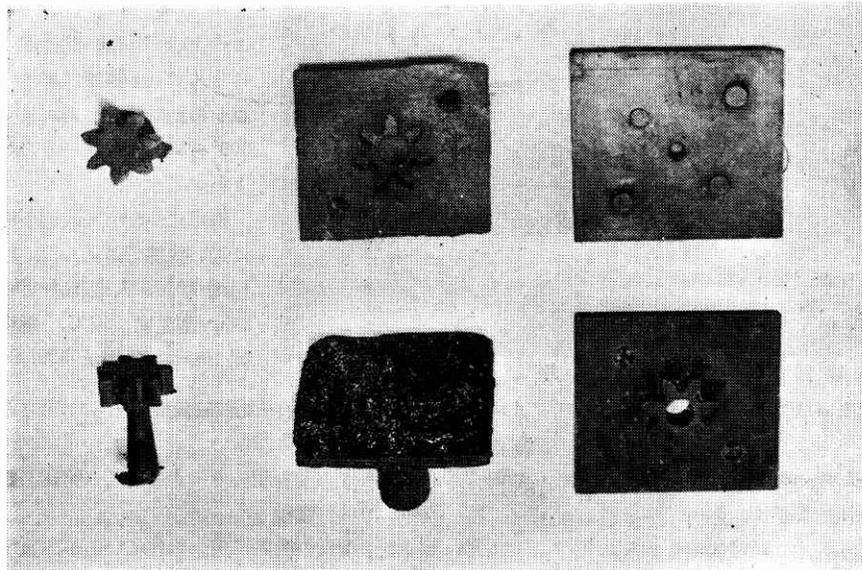


第13図 a. Sutter の Single Stage Automatic Shell-Molding Machine.



第13図 b. Mechanical Handling System Inc. の Rotary Shell Molding Machine

方法が考えられる。この点についても研究の余地がある。大量生産になると Curing の時間が問題になる。この



第12図 歯車 (金型, Shell, 鋳造品)

時間はできるだけ少くしたい。これに対して粘結剤の性質を改良するか、加熱方式を変えるか (例えば高周波加熱による) するのも研究の一方面と考える。

更にもっと根本的に砂の流動性の問題、鋳型の熱伝導率と粘結剤の量固化との関係等は学問的に興味ある問題であり、解決すべく努力しているところである。最後にベークライトを提供された日本ベークライト、硅砂を頂いた瓢産業株式会社に、厚く御礼申しあげる。

(1955. 3. 6)

を設計したので次の機会に報告したいと思っている。

6. 研究すべき問題

この方法はベークライトをB状態からC状態にかえるため加熱せねばならない。従って型として金型を用いる必要がありその製作上の問題がある。最近加熱しなくても固化する樹脂、しかもガス発生少く、通気度良好というのが研究されつつある。この場合には木型も使用でき利用範囲は非常に拡大されることになる。このような粘結剤の研究、その利用法は重要な価値のある研究と考えられる。

次に現方法では砂を型面に落下させて Shell を作っているが、その逆に型を砂面に落下させる方法や, Sandlinger で吹きつける方法 Core Blowing 法を更に利用する

文 献

- N. Bernard "Survey of the Shell-molding of Casting Production" Foundry Trade Journal July 2, 9, 16, 1953.
- Garnet P, Phillips. "Shell Molding at International Harvester Co" Foundry December 1952.
- B. N. Ames, S. B. Douner & N. A. Kahn "The shell molding process its mechanics and application" Foundry, une, 1952.
- „Plastic-bonded shell molds used in new casting Process" Foundry August, 1950.
- M. C. Dixon & R. S. Bushell "The C. Process of Casting" Foundry Trade Journal March 26. 1953