

# 鑄造の研究 (第3報) 砂型鑄物の湯流れについて\*

大 平 五 郎\*\*

## Gorô Ôhira : Investigation of Casting (3rd Report) ; As to the Flow of Molten Metal in Sand Casting :

This experiment was carried out to see how the molten metal flow and fill the sand mould. Fine wire of high electric resistance was inserted in mould space, and let the metal flow along this wire. The metal flow brings the change of wire resistance which can be recorded on a rotating drum using Braun tube oscillograph. For Al sand casting the results are as follows :

- (1) Velocity of molten Al in sand is a little affected by moisture, and is largest at 9% moistedsand.
- (2) The velocity is largest when casted at 750°.
- (3) In ordinary case, flow of metal is affected by the dimensions of runner and gate.
- (4) Riser leads the metal faster and more uniformly, and without riser, the metal flow is affected by packing of sand.
- (5) Bended runner loses the metal velocity according to its bending angle.

(Received December 10, 1949)

### I. 緒 言

鑄物の湯流れに関してはその因子の一つである銻金の粘性測定より推論するもの<sup>(1)</sup>或ひはこれに表面張力<sup>(2)</sup>表面酸化膜の現象を加味して<sup>(3)</sup>論ずるもの、更に實際的の立場から、渦巻その他一定の鑄型に鑄込んでその流長から決定するもの<sup>(4)</sup>等々あるが、その結果が實際の鑄物製作の場合とは必ずしも一致しない。蓋し湯流れなる現象は多くの因子に影響され、然かもその因子が充分解析され難いことに起因するものと思はれる。そこで本研究においては實際の砂型鑄物の鑄込みに際して銻金が型の中を如何様に充たしてゆくか、どんな速度で流れるかを實驗によつて求めることにその主眼をおいた。猶試料としては前報<sup>(5)</sup>と同様純 Al を使用し、型は生砂型で、その成分粒度等は前に示した通り<sup>(6)</sup>の神奈川砂である。

### II. 測定装置

Fig. 1 において A を鑄込口、BC を鑄物或ひは湯道の

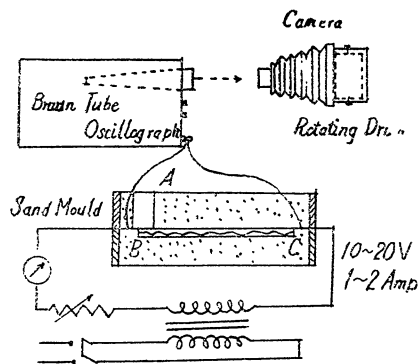


Fig. 1 Apparatus.

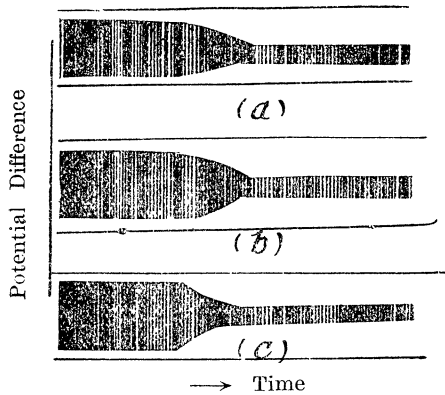
一部とする。今銻金が BC を流れる速度を測定しようとする場合、この位置にニクロム線等の可成り電気抵抗の大きな線を入れておく。但しこの線は湯流れに影響を興へず、且つ銻金がこの位置を充たした時完全にその中に包み込まれるやう細線をコイル状に數回巻いて、これを引き伸ばした状態のものを使用した。この線には始めから弱い電流を通じておき、両端の電位差を記録しておく。銻金がこの部を充たしてゆけばその部分の電気抵抗は變化するから、それに應ずる電位差の變化を時間的に記録すればよい。そこでブラウン管オシログラフを使用した。即ち、この回路には交流の 10~20V, 1~2 amp. の電流を通じておいて BC 兩端の電位差をブラウン管の鉛直方向の振動に連絡し、水平方向の振動を止めてこの縦振動を回轉する圓筒上に寫眞撮影する。銻金が BC 間を流れ、この電気抵抗が變れば、電位差の變化としてそのまゝ圓筒上に記録される。圓筒の回轉は時計仕掛けで速度の調節も出来るが、この研究に當つては 53 mm/sec の回轉速度と一定した。得られた寫眞の數例を示すと Fig. 2 で、これによつて銻金が型内を流れる時間を測定することが出来る。嚴密にいへば、こゝに得られるのは銻金が型の空間全部を充たした時

\*\* 東北大學工學部金屬工學科

\* 昭和 24 年 11 月本會大會に發表名古屋

- (1) P. Oberhoffer u. A. Winner, Stahl u. Eisen, 45 (1925), 969;  
A. Bicas u. F. Sauerwald, Z. anorg chem., 161 (1927), 51;  
C. H. Deschs Foundry Tr. J., 56 (1937), 505;  
森田, 水曜會誌, 11 (1943), 307 他數例.
- (2) A. J. Krynitsky, Metals & Alloys, 4 (1933), 79;  
L. Bircumshow, Phil. Mag., 17(1934), 181;  
F. Sauerwald, Z. anorg. Chem., 223-84.
- (3) A. Portvin et P. Bastien, Compt. rend., 202 (1936), 1072;  
R. Greaves, Iron Steel Inst. Special rep. No. 15 (1936), 5.
- (4) M. Saeger & E. J. Krynitsky, Trans. A. F. A., 38 (1931), 513; J. H. Andrew, R. T. Percival & G. T. C. Bottomley, Iron Steel Inst. Special rep., No. 15(1936), 43;  
齋藤, 林, 京大工學部記要; 2 (1914), 83; (1924), 165;  
澤村, 森田, 本誌, 4 (1940), 376 その他多數.
- (5) 大平, 本誌, 13 (1949), No. 1 p. 40;  
大平, 本誌, B-14 (1950), No. 1. p. 65

間ではなく、その最尖端が達した時間を示すもので、空間が廣ければ鑄金は決して型内空間を一様に充たしてゆく



(a) Ordinary flow.  
(b) Compact packed sand and have no riser.  
(c) Narrow runner.

Fig. 2 Flow of Molten Metal Indicated as Change of Potential Difference.

でなく、周壁と衝突、反射等を繰返して、その模様は甚だ複雑であるが、これについては後報に述べることにする。本研究は主に湯道、堰等断面の狭いものについての実験であるから最尖端の進んだ時間を以て鑄金が型を充たす時間と考へても差支へない。

III. 実験

上述の方法によつて鑄金の流れる速度を測定したが使用した砂型は Fig. 3 の通りで、型枠は上下いづれも高さ

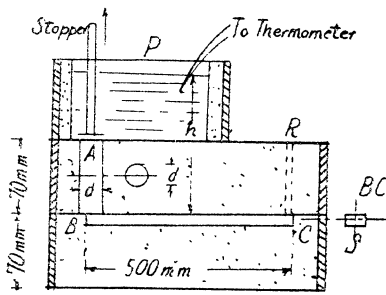


Fig. 3 Sand Mould.

70 mm である。湯口部は丸棒をつかいその直径  $d$  は 25, 40 mm の 2 種類で BC 部は長さ 500 mm, 断面は矩形で大きさ  $S$  は  $10 \times 5, 15 \times 7, 20 \times 10, 30 \times 15$  mm の各種を用ひたが、いづれも長邊が短邊の 2 倍になつてゐる。場合に應じて C には上り R をつける。こゝに BC は鑄物實體部と考えられるが、上り R をつければこゝの空氣が容易に排除されるから今 C に連つて鑄物實體部を假想すれば BC はそのまま湯道或ひは湯道の一部と考へることも可能である。又 P は湯溜りで始め湯口上部をストッパーで押さへ、こゝに鑄金を溜めて温度を測定しながら適當な時期にストッパーを上げる。BC から湯溜上面までの高さ

$h$  は嚴密に一定にし、鑄金が型中を充たしても  $h$  の變化小るやう湯溜は充分大きくとり、又  $S$  の大小によつてもその大きさを適宜加減する。

(i) 砂型の水分と湯流れ速度  $d=40$  mm,  $h=120$  mm,  $S=20 \times 10$  mm で  $750^\circ$  鑄込の場合、砂型の水分を 5~14 に變化させて鑄金が BC 間 500 mm を流れる時間を圖に示すと Fig. 4 になる。水分の多少によつて湯流れ速度に

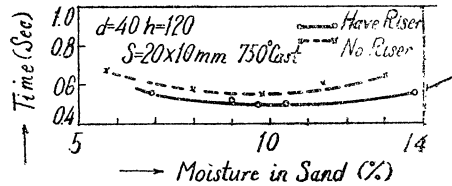


Fig. 4 Flowing Time of 500 mm in Various Moisture Content.

は稍々變化が認められるが、水分 9~10% のところで流速は最も大きい。

猶以後の実験は全て水分 8~10% 附近で行ふものとする。

(ii) 鑄込温度の影響  $d=25$  mm,  $h=120$  mm,  $S=20 \times 10$  mm で鑄込温度を 700, 750, 800,  $850^\circ$  と變化させて 500 mm 流れる時間を測定すると Fig. 5 になる。750° の

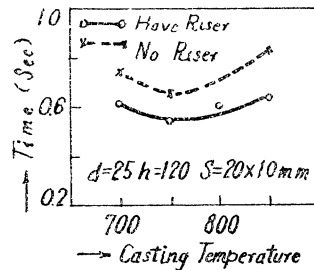


Fig. 5 Flowing Time and Casting Temperature.

ときが流速最も大きい。これは 700° 鑄込みでは鑄金が冷えて流動性が悪くなり、又 800,  $850^\circ$  と高温になるにつれて酸化し易く然かもその酸化物或ひはガス等を鑄金の中を含むからであらう。

(iii) 湯口及び湯道の大きさと湯流れ速度  $d=40$  mm,  $h=120$  mm 鑄込温度  $750^\circ$  として  $S=10 \times 5, 15 \times 7, 20 \times 10, 25 \times 12, 30 \times 25$  mm とした場合 500 mm 流れるに要する時間を示すと Fig. 6 になる。こゝ

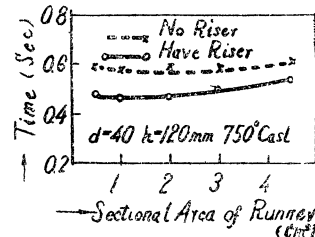


Fig. 6 Flowing Time in Different Runners.

では横軸に湯道の斷面積をとつてゐる。  $d=40$  mm,  $h=200$  mm として鑄込温度  $700^\circ, 750^\circ$  で行つたのが Fig. 7 である。  $d=25$  mm,  $h=120$  mm, 鑄込温度  $700^\circ$  で同様に實驗すると Fig. 8 に

なる。傾向としては始めは湯道が太くなるにつれて流速は大になるが、ある點以上では逆に小になる。湯口の方を今考へないとすれば、始め湯道の細い間は周圍及び鑄金自身の内

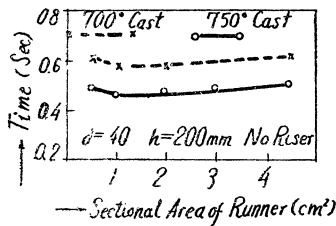


Fig. 7 Flowing Time in Different Runners.

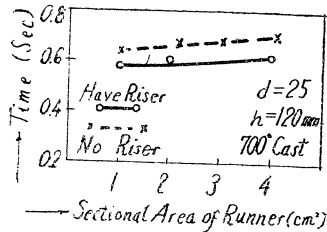


Fig. 8 Flowing Time in Different Runners.

と湯道を流れる銻金の速度は湯口の大きさに支配される。

実際の鑄物では湯口断面は湯道断面の 0.9~1.5 倍程度で、流速は必ず湯口の影響をうけている。Fig. 6, Fig. 7 を比較すれば、落差の違いから期待されるほど流速が変化しないのも、やはり同様な理由による。

(iv) 上りの影響 Fig. 4 ~ Fig. 8 をみて判る通り上りのある場合は、ない場合に比して流速は大きい。これは當然のことで、上りがあれば型内の空気が容易に排除されるから湯は一樣な速度で流れるが、上りがない場合は始め銻金が入った際型内の空気が急熱のため膨張し、銻金は壓力を受けて始め進み難い。然しこの熱空気が砂間を通つて逃げるに及んで銻金は急速に流れる。これは Fig. 2 (b) に示してある。この上りのない場合、始め入り難く段々流速が大なる摸様は寫眞によつて充分確認できるが、その状況は砂のつきかため方によつて甚だしく異り、砂を硬くつめるほどこの傾向は著しい。上りがなくとも砂を充分やわらかにつめれば一樣な速度で Fig. 2 (a) のほりに流れる。

(v) 湯道が曲がつた場合  $d=40\text{ mm}$ ,  $h=120\text{ mm}$ , 鑄込温度  $750^\circ$  と一定して Fig. 9 の如き断面  $20 \times 10\text{ mm}$  で

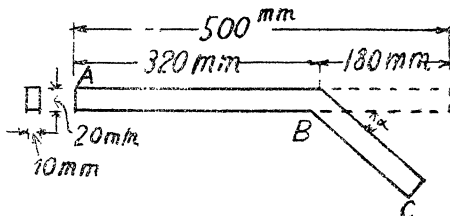


Fig. 9 Bended Runner.

長さ 500 mm の湯道を注入口 (A) から 320 mm の所 (B) で水平面内で種々の角度に曲げて注入口から末端まで湯の達する時間を測定すると Table 1 になる。猶 C には常に上りを立ててある。A から B まで達する時間は全

部抵抗のため速度は遅く、ある太さから先は一定にならなければならない。所がその状態近くになると湯口の大きさによつて流れ込む銻金の量が支配されるので湯道が太くなる程速度は反つて遅くなる。その限界の値は Fig. 6, Fig. 7 では断面積 1~2  $\text{cm}^2$ , Fig. 8 では 1  $\text{cm}^2$  以下の所にある。従つて湯口の断面が湯道の 5~6 倍以下になる

Table 1 Flowing Time in Bended Runner and Speed of Metal after Bending.

Bending angle $\alpha$	0°	30°	45°	60°	90°	120°	135°
Total flowing time (sec)	0.49	0.50	0.50	0.52	0.60	0.60	0.62
Average speed of metal after bending (cm/sec)	102	95	95	86	62	62	58
Speed ratio after bending (average)	100	93	93	84	61	61	57

く同じであるから B で彎曲することによつて流速は Table 1 のやうに變化する。この値は彎曲した後の速度の平均値をとつてあるが、實際寫眞でしらべた結果によると  $\alpha$  が  $90^\circ$  以上の場合は、湯は一瞬 B で停止して然る後 C に向つて流れる。

この平均速度を變向前的の速度と比較すると同じく Table 1 に示した通りである。

(vi) 湯道に分岐ある場合 Fig. 10 の如き湯道を用ひて  $d=40\text{ mm}$ ,

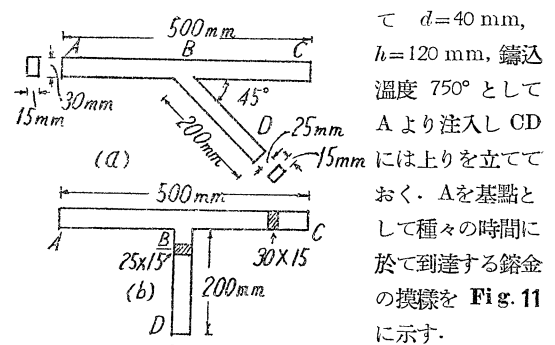


Fig. 10 Branched Runner.

$h=120\text{ mm}$ , 鑄込温度  $750^\circ$  として A より注し CD には上りを立てておく。A を基點として種々の時間に於て到達する銻金の摸様を Fig. 11 に示す。

#### IV. 總括

砂型鑄物に於て銻金が型内を如何に充たしてゆくか、如何なる速度で流

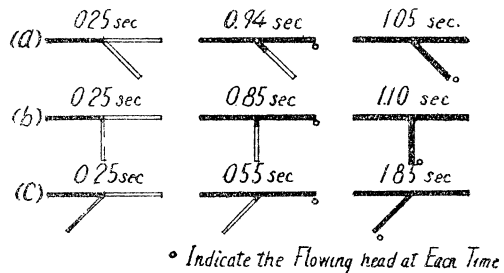


Fig. 11 Flow of Metal at Each Time.

れるかを知るため、豫め型内の空間で後に銻金で充たされる部分に抵抗線を入れておき、その電氣抵抗の變化をブラウン管オシログラフで記録してそれによつて測定を行つた。Al の生型鑄物について研究した結果は次の通りである。

(1) 生型水分の多少は銻金の流速に影響を與へ、水分 9% 附近のとき流速は最大になる。(2) 鑄込温度は  $750^\circ$  の

とき湯れ速度最も大きく、それ以上では温度上昇につれ遅くなる。(3) 湯道断面が湯口断面の  $1/5$  程度以下の場合、湯道の太くなる程流速は始め次第に大きくなり後一定値に達する。然し、實際の鑄造作業ではこの比は  $1/2$  以上なので、流速は湯口の大きさの影響も受ける。(4) 上抵りのないものは、あるものに比して湯流れ速度がおそい。これは鑄込直後に空気壓による抵抗をうけるからで、この抵抗は砂の詰め方によつて可成り變化する。(5) 湯道が彎

曲していれば、その彎曲の角度に應じて鎔金は減速される。(6) 湯道に分岐のあるものについても二、三湯流れの模様を測定した。

本研究は五十嵐教授の懇切なる指導のもとに遂行されたもので同教授に深謝すると共に直接實驗に當つた藤井淨君に感謝する。猶研究費の一部は文部省科學研究費によるものでここに記して感謝の意を表する。