

117 傾動軸昇降自動注湯機による湯口系流れに関する研究

Flow of Liquid in Gating System from Auto Pouring Equipment with Quick Up-Down Mechanism of Tilt-center

○ 頃安 貞利 (帝京大・理工)

正 松田 政夫 (松田技術士事務所)

Sadatoshi KOROYASU, Teikyo University, Utsunomiya, Tochigi

Masao MATSUDA, Matsuda Consaltant Engineer Office, Yokohama, Kanagawa

Flow of water in the gating system from the pouring equipment with a quick up-down mechanism of the tilt-center was investigated theoretically and experimentally. The numerical solutions for the liquid level height in the pouring basin was obtained by using the experimental data of flow rate from pouring equipment. And the liquid level height in the pouring basin were measured. The agreement between experimental data and theoretical predictions was fairly good.

Key Words: Pouring Equipment, Liquid Flow, Gating System

1. 緒言

最近の鋳造工場では自動注湯機が多く用いられている。その中でも傾注式自動注湯機は、手動取鍋注湯と比べて注湯初期の流量の立上がりが見えやすく、湯口系を速やかにみることが困難である。本研究では、これらの欠点を軽減するために、傾注式自動注湯機に傾動軸昇降装置を取付する方法を考案し、水を用いた注湯実験により流量特性が著しく改善されることを明らかにした⁽¹⁾。しかしながら、湯口系への液の流出を伴うので、流量特性の改善の湯だまり内液面上昇に対する効果は明かではない。従来、注湯機からの液の流出に関する実験的研究はいくつかあるが⁽¹⁾、湯口系での液流れに関する研究報告はほとんど見あたらない。そこで本研究では、傾動軸昇降機構を有する自動注湯機による水を用いた湯口系モデルへの注湯実験を行い、湯だまり内液面高さの時間的変化を実測し、さらに数値解析結果と比較検討した。

2. 実験装置および方法

図1は、実験で用いた自動注湯機モデルの概略を示したものであり、注湯機本体および流量測定装置を示したものである。注湯方式はチェーン巻上げ方式による傾注式である。傾動の最大角速度は約1deg/sであり、本研究では傾動角速度は0.15deg/sおよび0.30deg/sの2種類とした。また試料流体としては水を用いた。流量測定装置は、一定速度で回転する円盤の周囲に容量約300cm³の48個のプラスチック製容器を配列したものであり、この容器に0.5s間隔で取鍋から流出した水を受止め、流量の時間的変化を求めた。傾動軸の昇降は、直列2段の空気圧シリンダで行った。2段のシリンダのうち、通常は上の段だけを使用する。取鍋の流出の先端には、水との電氣的接触に反応する液面センサが設置されており、傾動によって液面が注湯口の先端に達した瞬間に電磁バルブの動作で傾動軸が下降するようになっている。また下段のシリンダは、注湯開始時に上段のシリンダと同時に動作し、2~3sの短時間後に戻る動作をする。このように下段シリンダの操作を伴わせることによって、注湯開始直後の流量だけをさ

らに大きくすることが可能となる。下段シリンダの動作時間は $t_a=0s$ 、すなわち動作させない場合と、 $t_a=2s$ の2種類とした。また注湯時間は15sとした。

図2は、実験で用いた湯口系モデルを示したもので、アクリル製の円筒形容器の湯だまり、湯口、湯道および堰で構成されている。湯だまり底面には交換可能な湯口絞りを取り付けた。湯口絞りは直径φ11、φ12、φ13mmの3種類を用いた。本実験条件では湯口絞りでの流路抵抗がほぼ支配的となる。湯だまり内液面高さの時間的変化は、湯だまりの下部側面に取付けた内径φ10mmのアクリルパイプの水位計の目盛を読むことによって測定した。測定の時間間隔は1sとした。

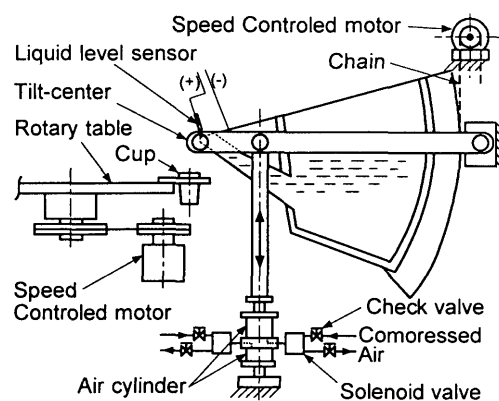


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus.

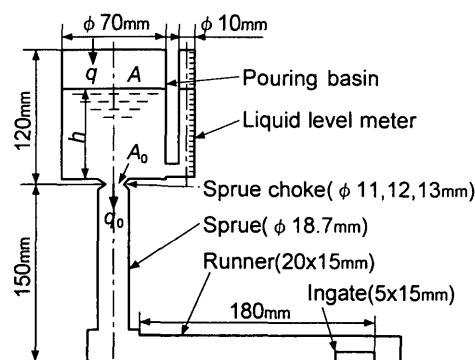


Fig. 2 Schematic diagram of gating system.

3. 基礎式および初期条件

図2に示した減圧系湯口系モデルの場合、容器の下に設けた穴から液の流出として考えることができる。今、断面積 A の湯だまりに流量 q で注湯し、断面積 A_0 の湯口絞りを通して流量 q_0 で湯口へ流出する場合を考える。湯だまり内液面高さ h の時間的变化と A との積 $A(dh/dt)$ が、 q と q_0 との差となるので次式

$$A \frac{dh}{dt} = q - q_0 \quad (1)$$

が成立する。このとき q_0 と h の間に擬定常が成立するとすれば、(1)式中の q_0 はベルヌーイの定理から次式

$$q_0 = A_0 c \sqrt{2gh} \quad (2)$$

で与えられる。ここで c は流量計数を表し、本計算では $c=0.95$ とした。(2)式を(1)式に代入すると次式

$$\frac{dh}{dt} = \frac{q}{A} - \frac{A_0}{A} c \sqrt{2gh} \quad (3)$$

が得られ、 q の時間的变化が既知であれば、初期条件($t=0; h=0$)のもとに h の値を決定することができる。

4. 実験結果および考察

図3は、流量 q の時間的变化の実測値の一例として $\omega=0.15\text{deg/s}$ の場合を示したものであり、下段シリンダの動作時間 t_a をパラメータとして示したものである。 $t_a=0\text{s}$ は下段シリンダの操作を行わない場合に相当する。 $t_a=0, 2\text{s}$ のいずれの場合も注湯開始時の流量の立上がりは急瞬であり、約1~2sで最大流量に達していることが分かる。また、注湯時間の中間の領域では、流量が徐々に減少する一般の鋳型での注湯パターンのうちで最も多い流量パターンとなっている。 $t_a=2\text{s}$ の場合には、流量配分がより鋳込開始直後に集中し、 $t_a=0\text{s}$ の場合と比べて、流量の立上がり時の流量はかなり大きくなっていることが分かる。

図4は、湯だまり内液面高さ h の実測値の一例として $\omega=0.15\text{deg/s}$ の場合を示したものであり、 t_a をパラメータとして示したものである。図中の実線および破線は、それぞれ $t_a=0\text{s}$ および 2s の場合の湯だまり内液面高さの数値解析結果を示したものであり、注湯機からの流量の時間的变化として図3に示した実験結果を用いて算出したものである。

図4から湯口絞りの直径がいずれの場合も下段シリンダの動作時間が $t_a=2\text{s}$ の場合の方が $t_a=0\text{s}$ の場合と比

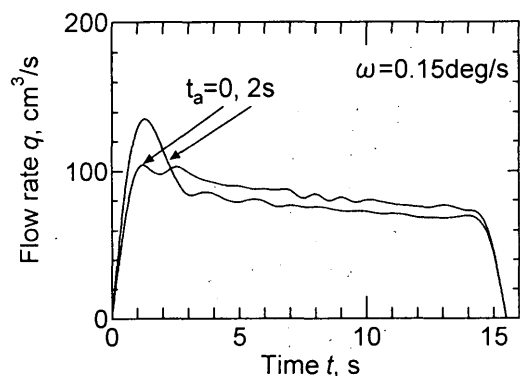


Fig. 3 Flow rate from auto pouring machine with up-down mechanism of tilt-center.

べて注湯開始直後の湯だまり内の液面上昇速度が大きいことが分かる。また、注湯開始から注湯時間の前半の領域では、 $t_a=2\text{s}$ の場合の方が液面高さは大きい、後半の領域では、逆に $t_a=0\text{s}$ の場合の方が大きくなる。これは、図3に示したように $t_a=2\text{s}$ の場合の方が注湯開始直後の流量は大きい、その後は $t_a=0\text{s}$ の方が逆に大きくなるためと考えられる。

また、湯口絞りの直径が $\phi 11\text{mm} \sim \phi 13\text{mm}$ に変化させた場合、注湯開始後の液面の上昇速度はほとんど同じであるが、注湯時間の後半の領域では、湯口絞りの直径が大きい場合の方が、液面高さは小さくなることが分かる。また、湯だまり内液面高さの実測値と数値解析結果とを比較すると、両者は大略一致しているが、実測値の方がやや大きい値であることが分かる。この原因の一つとして、実験で用いた湯口方案模型の湯口絞りより下流の湯道、堰などの管路抵抗の影響が考えられる。

5. 結語

傾動軸昇降機構を有する自動注湯機から注湯した場合の湯だまり内液面高さの時間的变化を水を用いて実測し、さらに液面高さに対する数値解析結果と比較した結果、以下のことが明らかになった。

(1)傾動軸2段昇降操作によって注湯初期流量をさらに大きくした場合、1段操作の場合と比べて湯だまり内液面上昇速度が大きくなる。

(2)湯だまり内液面高さの時間的变化の実測値と数値解析結果と比較したところ、両者は大略一致する。

参考文献

- (1)松田, 頃安: フロック合同講演会'98講演論文集, p.125

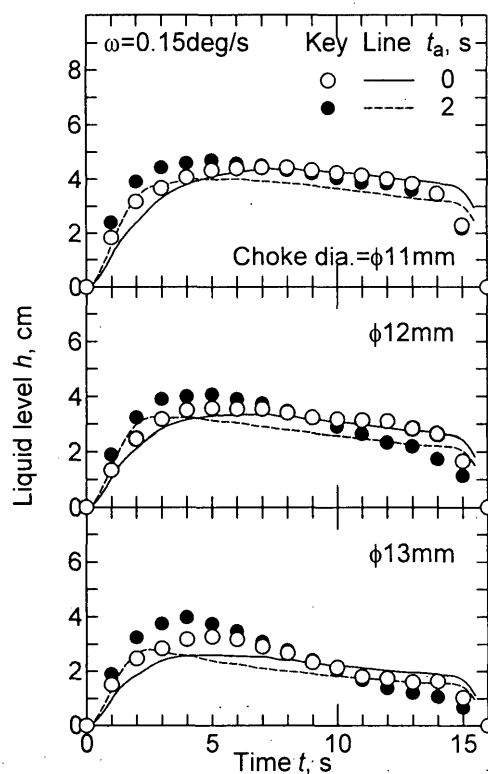


Fig. 4 Comparison of experimental values of liquid level in pouring basin with theoretical predictions.