



# 컴퓨터의 設計 및 게이팅시스템내에서의 金屬流動에 관한 研究

< 1 >

ST. John, G. Davis, G. Magny

[캐나다金屬物理學研究所 鑄造部]

## 一 要 約 一

세인트 베넛트方程式의 限定的인 分子분석에 의한 컴퓨터 설계는 게이팅 장치를 이용한 제1차적인 금속의 표면 자유 流動을 위해서 개발되었다.

이 설계에 의해서 사전에 예기되었던 流動양식은 ①X-레이 螢光放電을 이용해서 조사한 모래로 만든 鑄型내에서의 여러 種類의 金屬의 실질적인 流動현상 그리고 ② 투명한 플라스틱 장치 내에서의 물의 流動현상과 비교 검토되었다. 이 設計는 實驗 관측된 流動양식과 산출된 유동 양식이 순조로운 相關關係를 유지할 때까지 면 밀히 다듬어 졌다.

## 一 序 論 一

溶解된 金屬을 하나의 주조된 틀에 부어넣었을 경우에는 게이팅장치내에 流入되는 첫번째의 액체는 이따금 酸化物, 鑛澤 및 가는 모래등을 동반한다. (앞으로는 廢物이라고 稱한다) 게이팅

장치의 우선적인 목적은 그와 같은 廢物들을 流出장치에 남겨두므로써 오로지 불순물이 없는 金屬만을 鑄型 틀안에 流入시키도록 하는 것이다. 이와같은 사항에 대해서 지금까지 큰 관심들을 기울여 왔다. 그러나 알수 없는 要因은 流出장치가 딱 찻을 때 金屬液體가 형성하는 모양이 어떻게 해서 형성되는가 하는 것이며 또한 이와같은 사항은 廢物제거를 위한 流出장치의 機能을 위해서 무엇보다도 요긴한 영향을 미칠 수가 있다. 한 예를 들면 廢物이 上部의 流出장치 표면에 부착할 수 있도록 하기 위해서 銅板 合金을 위해서 상당히 길고 넓은 流出장치가 사용되고 있다. 그러나 圖面 1에서 표시된바와 같이 溶解된 金屬이 流出장치를 완전히 침투 통과한후라야 비로소 그 流出장치의 上部表面과 接觸할 수 있다면은 그와같은 장치를 流出장치 내에 있는 최초의 金屬이 내포하고 있는 廢物들을 계속 그 유통장치내에 殘留시키기 위해서는 거의 아무런 소용이 없다.

또다른 경우에는 유통장치의 關門넘어까지 연장되는 유통장치를 사용하는 事例를 들 수 있다. 理想的으로는 첫번째의 金屬이 내포되어 유통장치내에 들어온 廢物을 그 유통장치의 外延部가



지 殘留시키는 것이다. 그러나 그 金屬液의 先端을 유통장치의 끝으로부터 反射시켜 게이트내부에 유입시킬 수 있다는 것이 발견되었다. 이렇게 된 후에는 流通장치의 外延部는 廢物留保장치로서는 소용이 없게 된다.

流通장치가 꼭 찻을 경우를 위한 방법에 대해서는 통상적으로 상세하게 알려지지 않고 있다. 이 논고의 主目的은 유통장치 滿載의 指標를 사전에 예보할 수 있게끔 금속이동을 설계하기 위한 것이다. 그 후에는 廢物을 留保하고 있는 제시된 流通장치의 效果를 평가 할 수 있다. 이 장치 설계는 또한 다음과 같이 이용하여야 한다.

亂流상태를 감소시키기 위해서는 큰 橫斷面을 갖추고 있는 게이트와 流通장치는 이른바 壇力을 받지 않는 방법을 제시하도록 이따금 보호를 받고 있다. 게이트가 流通장치의 上部表面과 遊離되지 않는 限 金屬流入適度를 감축하기 위한 이와같은 流通장치의 效果는 이 장치에 廢物이 꼭 찻을 경우에야 비로소 실현된다. 이 설계장치는 제시된 注入速度에 의해서 내부를 꼭 차게 할 수 있는 유통장치 또는 게이트의 최대한의 높이를 산출할 수 있도록 마련하지 않으면 안된다.

아주 높은 流通장치 또는 게이트를 사용하여서는 않된다.

왜냐하면 그것은 鑄物生産高를 감축시킬 뿐이며 또한 그것은 鑄造작업을 위해서 廢物로 말미암은 缺點들을 감소시키기 위해서는 能率의이 못되기 때문이다.

### — 模型의 開發 —

#### — 댐 遮斷을 이용한 해결방법 —

文獻을 조사 연구한 결과에 의하면 컴퓨터에 관한 事前作業에 의해서는 鑄型내에서의 溶解된 金屬의 노출된 통로를 통한 流入을 위한 模型장치는 만들 수 없었다. 그러나 댐 遮斷문제에 대해서는 상당한 연구가 수행되었음을 알 수 있었

다. 이와같은 방법에 의하면 流水가 집중적으로 波紋을 일으키며 이 波紋의 물결은 주로 平擔한 영역을 흐르거나 또는 通路밑으로 흘러 내린다. 溶解된 철강의 게이트 장치를 통한 흐름에 관한 實驗결과에 의하면 水平의인 流通장치를 통해서 흐르고 있는 金屬液體 前面의 모습은 댐 차단에 의해서 형성된 집중적인 波紋과도 恰似하다는 것이 발견되었다. 圖面은 典型的인 溶解된 鑄物 강철의 實例를 보여주고 있다.

집중적인 波紋의 流動에 관한 사전작업은 지금까지 점차적으로 변화하는 一定하지 않은 흐름에 대한 이른바 베르너트方程式을 근거로 수행되었다. 이와같은 사전작업은 壓力이 流體靜力學的이라는 가정하에 수행되었다. 즉, 加速化를 위한 垂直的인 部品은 소용이 없다는 가정이다. 繼續性 및 動作에 관한 方程式은

$$T \frac{C'v}{C't} + \frac{C'(VA)}{C't} - q = 0 \quad (1)$$

$$\frac{1}{g} \frac{C'v}{C't} + \frac{v}{g} \frac{C'v}{C'x} + \frac{C'v}{C'x} - f_0 + f_1 + \frac{(r-Ux)q}{gA} = 0 \quad (2)$$

이다. 이 方程式에서 X는 파문의 前面이동方向의 거리를, t는 시간을, r는 交叉點에서의 흐름의 平均速度를, g는 교차점에서의 흐름의 최대의 깊이를, A는 교차치대를, T는 깊이, y를 위한 교차점의 가장 큰 넓이를, No는 通路底面의 縱的인 斜面을, q는 通路의 單位當길이 마다의 側方流入 現況을(流出에 관한 것은 陰性임)

$U_x$ 는 X方向에서의 流入速度의 平均分力을 그리고 g는 重力에 의한 加速度를 나타내고 있다.

$f_1$ 은 摩擦傾斜를 나타내며  $n^2V[V]R^{4/3}$ 로 규정되고 있다. 이 경우에 n는 人力이 가해지므로 말미암은 거치른 현상에 대한 係數(7, 8)이며 R는 水力學的인 범위를 나타내고 있다. (V.R은 秒當 미-터를 단위로 한 것이다.).

n에 대한 値는 후에 表示될 것이며 그것은 注入된 合金 그리고 注入溫度에 따라서 變化한다. 水力學的인 源泉로서의 n은 제공된 表面



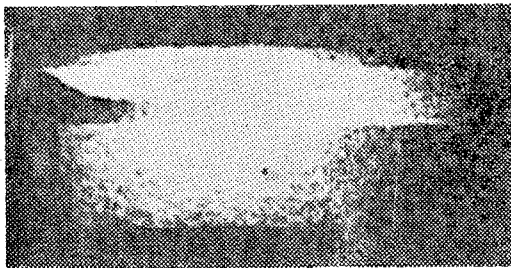
을 위한 넓은 범위의 水量流入과정에서 끊임없이 발견되고 있다는 것이다.

그러나 이것은 表面의 粗惡性뿐만 아니라 液體의 特性에 따라서 결정되지 않으면 안된다. 水力學의인 장치에서는 液體의 特性은 항상 동일하다. 즉, 그것은 周圍의 溫度에서의 水量에 대한 特性을 말하는 것이다. 그런고로 人力의 影響 係數는 表面의 粗惡性에 의해서만 결정되며 그것은 “粗惡性에 대한 係數”라고 일컬어지고 있다. 이것과는 對照的으로 表面의 粗惡性은 모래鑄型인 경우에는 원칙적으로 일정하며 n은 液體의 特性에 따라 變化하며 n은 이와같은 작용에서 底抵係數라고 일컬어지고 있다. 왜냐

하면 그것은 흐름에 대한 固有한 低抗을 나타내기 때문이다.

溶解된 金屬이 처음으로 流通장치내에 들어왔을 경우에는 그것은 큰 垂直的인 加速의 分力을 갖고 있을 것임에 틀림없다. 賽인트 베네프 方程式을 도출하기 위해서 이행된 流體靜力學의인 가정은 이 경우에 効力을 상실하게 된다.

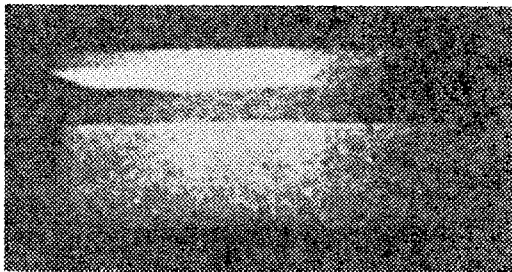
또한 鑄이 遮斷된 후에는 첫번째의 水量이 流入되는 동안에도 垂直的인 加速化 현상이 일어난다. 後者의 경우에는 그와같은 영향은 初期段階에만 적용되는 것이므로 아무러한 큰 誤差는 일어나지 않음이 발견되었다. 이와 類似한 方法으로 아무러한 큰 誤差는 일어나지 않을 것으로



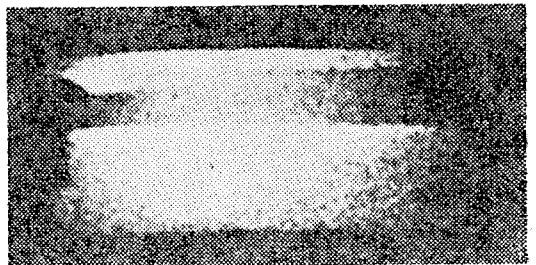
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig.1 X-ray fluorescence images of cast iron entering a runner, showing successive positions of the metal air interface at 0.43 0.67 0.93 and 1.07s after initiation of flow. The sprue well can be seen at the left. The runner was 200mm long 25mm wide and 25mm high Flow rate was 130cm<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Pour temperature was 1400°C.

예측되고 있다.

스트레크오프 및 그의 同僚들에 의한 작업과정에서 그들은 限定性있는 相異한 方法을 採擇하여 집중적인 波紋현상에 대한 模型을 작성하

였다. 한정적인 相異한 方法은 鑄 遮斷모형설계를 위해서 만족스러운 것이다. 왜냐하면, 그의 규모가 크며 또한 주위의 여건들이 複雜하지 않기 때문이다. 限定的인 成分 接近방식이 보다



유통성이 있는 것으로 생각 되었었다. 그러므로 그것은 보다 複雜한 장치인 閉鎖된 도가니로 의 流入을 위해서 보다 適合한 것이다. 콜리와 모인은 세인트 베네프方程式의 限定的인 要素 해결 방법을 발표하였으며 그들은 이것을 흐르는 강물(예를 들면 심한 降雨로 인한 집중적인 파문) 위에서의 流入여건의 변동효과에 대한 모형을 설계하기 위해서 적용하였다. 그들은 교차점에서 的 值數로부터 입수한 모든 成分에 대한 單純한 直線接斥방법을 이용하였다. 예칙과 수정 방법을 이용해서 해결방법을 찾아낼 때까지 작용이 反覆되는 동안 모든 成分에 대한 분석 종합작업이 수행되었다. 이와같은 작업은 설정된 기간마다 수행되었다.

## — 流通장치 充填을 위한 콜리와 모인 방법의 적용 —

### — 底面 —

콜리와 모인의 방법은 흐르는 강물 위에서의 집중적인 波紋을 위해서 작성되었다. 건조한 河床에 대한 땀 遮斷의 경우와 類似한 流通장치를 채우는 문제의 경우 어떤 成分들은 깨끗하나 한편 또 다른 成分들은 이동하는 液體 즉, 空氣점 촉부면을 내포하고 있다. 콜리와 모인의 방법을 이용하기 위해서 流通장치의 비어 있는 底面이 제로 깊이로 液體의 표면이 아무런 방해받지 않고 접촉할 수 있는 곳으로 생각된다.

### — 流入의 條件 —

圖面 2 (a)는 건조한 河床조건을 위해서 위와 같이 수정된 콜리와 모인의 방법이 제시하는 정형적인 모형을 표시하고 있다. 이것의 개괄적인 형상은 圖面 1 (a)에서 볼 수 있는 것과 恰似하다.

그러나 流通장치내로의 流入방법은 땀 遮斷의 경우의 것과는 다르다. 왜냐하면 이 장치내로의 流入형식은 水平的이기 보다 오히려 垂直의이기 때문이다.

溶解된 金屬은 湯口(溶解된 金屬을 鑄型에 유통시키는 通路) 流入口를 통해서 湯口로 흘러들어간다. 그후에 그것은 기운이 약해지며 유통장치내로 흘러들어가기 전에 그 탕구로부터 垂直으로 위로 솟아 오른다. 그리하여 콜리와 모인이 취급한 집중적인 波紋의 문제와는 달리 첫번째 교차점을 통한 첫번째 부분으로의 水平的인 流入은 없다. 그러므로 첫번째 부분으로의 流出 장치는 제거 되었다. 한편 탕구위의 부분에 대한 3개의 부분들이 추가되었다. 이 3개의 部分으로의 流入을 위해서는 方程式 (1)과 (2)에서 q로 표시된 방법이 적용되었다. X方向을 위한 q의 速度分力을 위해서  $U_x$ 가 零으로 설정되었으며 그리하여 流入되는 液體는  $90^\circ$ 에서 처음으로 流通장치 方向으로 흘렀다.

첫번째의 溶解된 金屬은 그 氣力이 약화되어 流通장치로 흘러들어가기 전에 탕구위로 얼마간의 높이로 솟아오르는 것을 발견하였다. 이 방법은 液體가 탕구위로 솟아오르자 마자 流通장치로 흘러들어가기 시작한다고 예측하고 있다. 그러므로 이 金屬의 표면이 약화될 때까지 사용을 중지하지 않으면 안되었었다. 實驗結果에 의하면 液體의 표면이 위로 솟아오르는 높이는 流入量과 탕구의 규모와 聯關性이 있다는 것이다. 이 높이를 추정하기 위해서 流通장치위에 설치된 부분적으로 차 있는 게이트내의 液體의 깊이를 측정하기 위하여 개발된  $h=1.60(Q^2/gb^2)^{1/3} + V^2/2g$ 의 公式를 적용하였다.

이 경우에 Q는 流入 容積을 b는 게이트의 넓이를 V는 위로 솟는 속도를, 그리고 g는 重力에 의한 가속도를 나타내고 있다. 탕구위의 처음의 표면자체의 높이를 h로 표기했다. 만일 算出된 h가 流通장치의 높이보다 높을 경우에는 h는 유통장치의 높이와 동일하게 조정하였다. 첫번째 數次단계에서 反覆되는 과정에서 탕구위의 表面 자체의 높이를 처음에 추정된 높이 즉, h가 正確치 않을 경우에 정확한 值數로 조정하였다.

—계 속—