

技術資料

黃銅의 傾斜式重力 金型鑄造에 대하여

金 尚 德*, 慶 信 浩**

Practical Considerations of Brass Gravity Tilt Die Casting

S. D. Kim,* S. H. Kyung**

1. 序 論

지난번의 주조개재자료(1991년 6월 제11권 제3호) “황동의 경사식중력금형주조”에서는 國內水栓金具類 업계가 品質 및 生産性 向上을 위해 과거의 砂型鑄造法에서 탈피하여 金型鑄造工法으로 移行하고 있음을 밝혔으며, 移行中인 金型鑄造工法에서 필요한 기초적 金型技術 사항들을 기술하였다.

今回에는 이들 기초적 사항에 근거하여 실제 金型鑄造를 現場的으로 運營함에 필요한 몇가지 사항들을 金型鑄造 先進國들의 技術資料와 그간의 경험등을 토대로 하여 기술코져 한다.

2. 鑄 入

2.1 주입에 영향을 주는 인자들을 세분하면 다음과 같다.

- A. 정면주입(Frontal Pouring)을 할것인가?
- B. 측면주입(Lateral Pouring)을 할것인가?
- C. 鑄造機의 회전속도
- D. 鑄入方法
- E. 鑄入바가지의 모양과 치수
- F. 용해로에서 용탕을 퍼내는 방법

2.2 주입에 영향을 주는 인자들의 항목별 分析

2.2.1 정면주입(frontal pouring)

A. 정면주입의 工程圖解

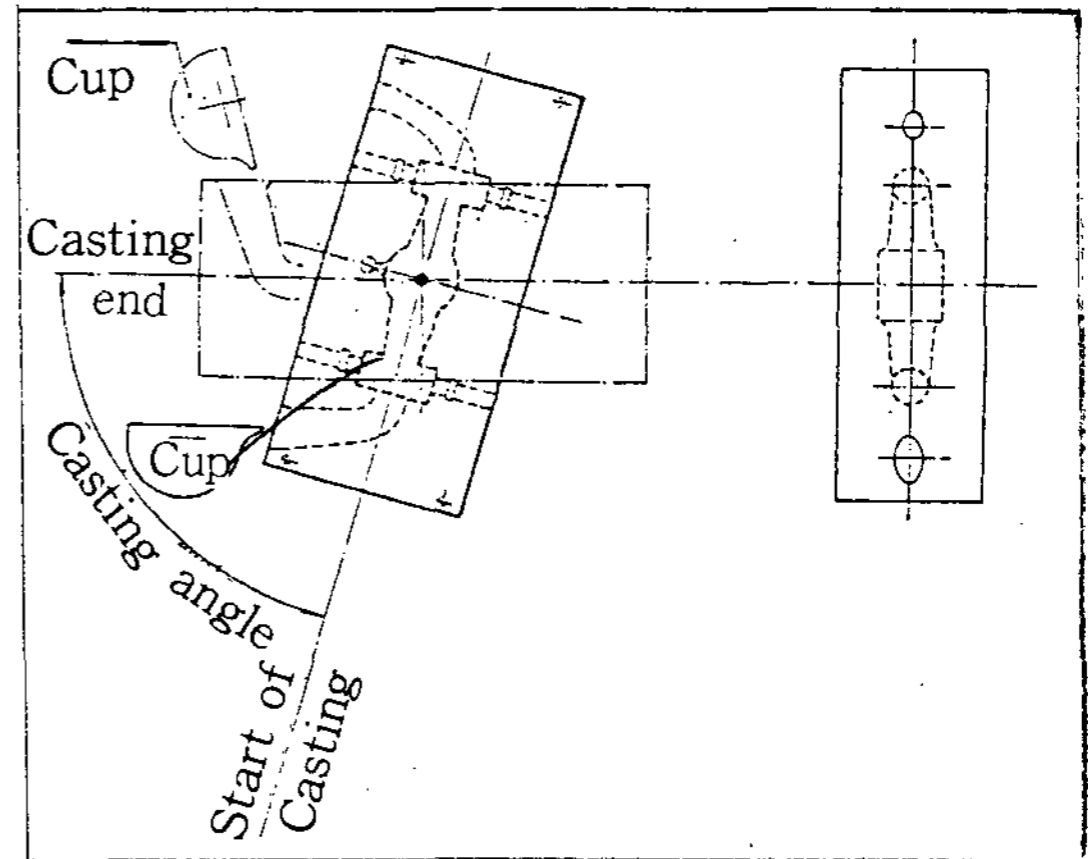


그림 1. 정면주입 공정도

B. 정면주입의 용탕주입상태

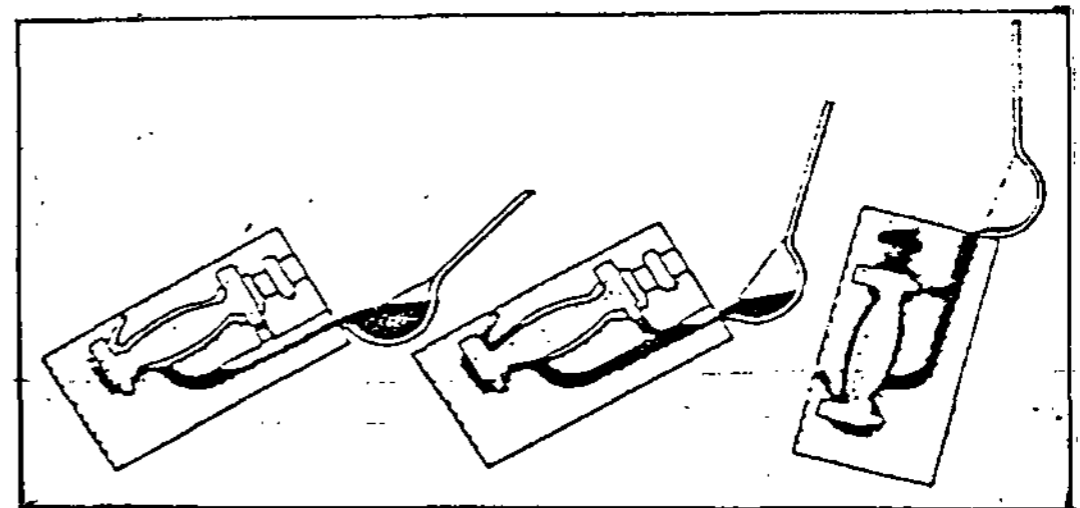


그림 2.

*大林通商(株)

**용화금속(주)

C. 정면주입의 적용부품 예

金型의 길이가 金型의 평균두께에 5~10배 범위가 되는 것은 정면주입이 가능하고, 미려한 제품 표면품질이 요구되는 경우에는 특히 타당하다.

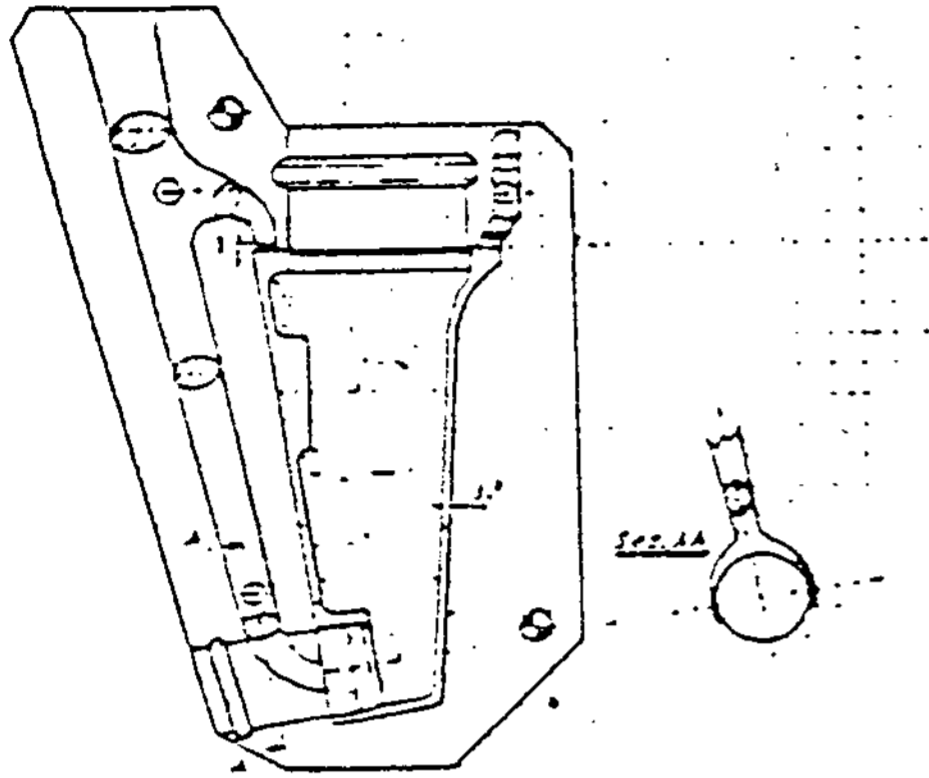


그림 3.

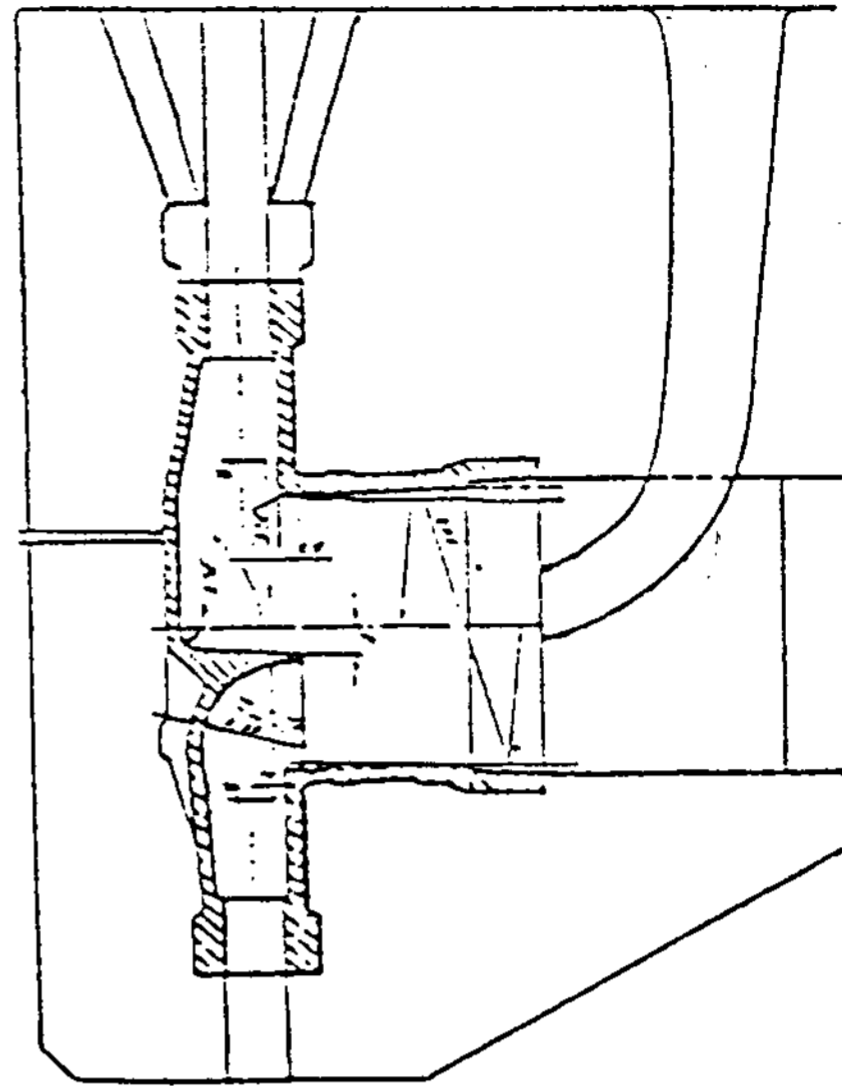


그림 5.

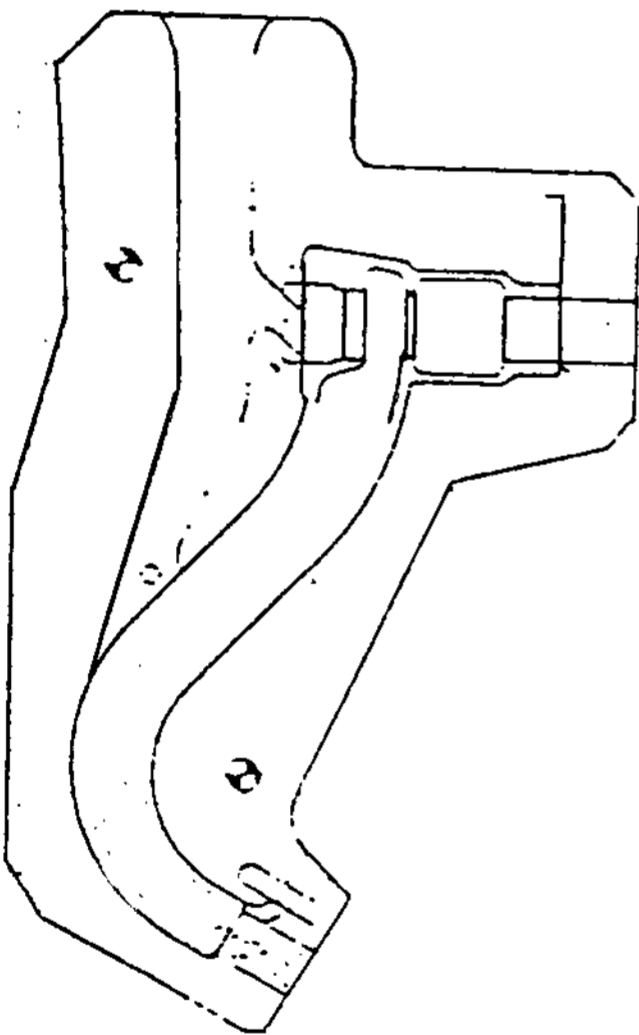


그림 4.

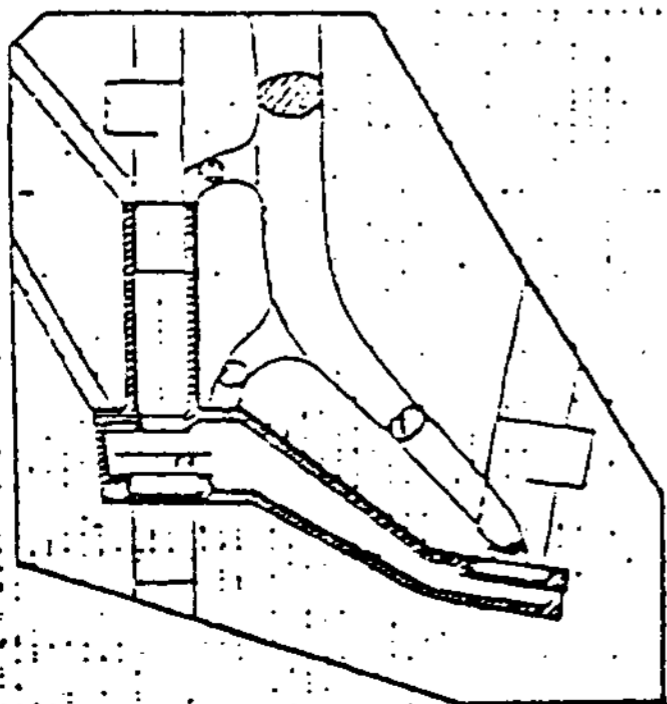


그림 6.

2.2.2 측면주입(Lateral Pouring)

A. 측면주입의 工程圖解

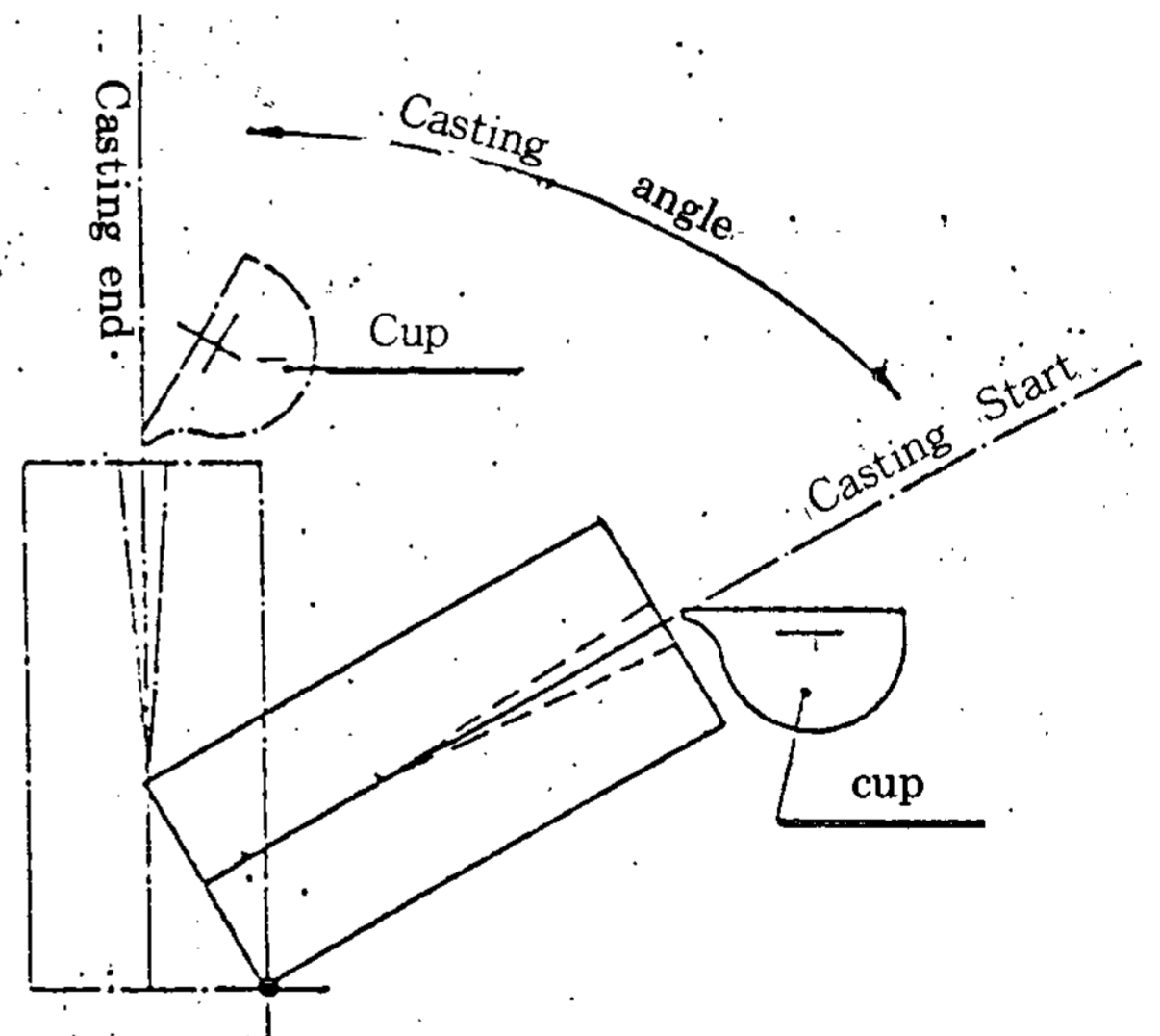
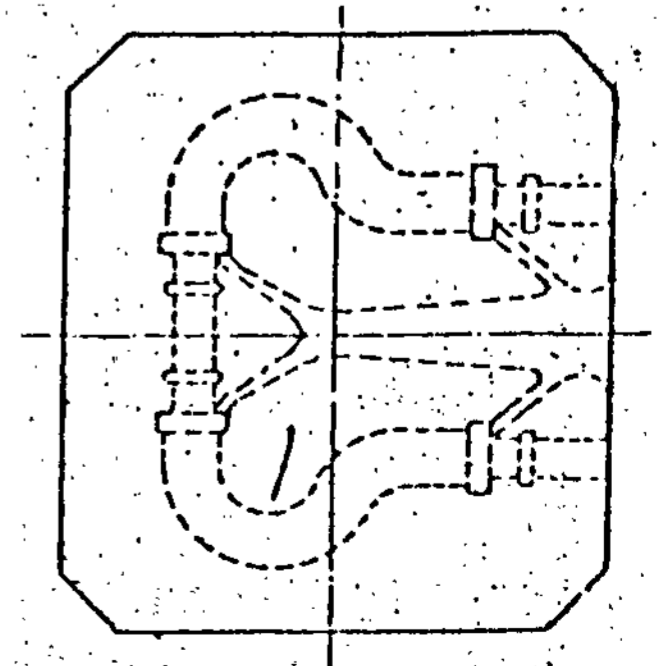


그림 7. 측면주입 공정도



B. 측면주입의 용탕주입 상태

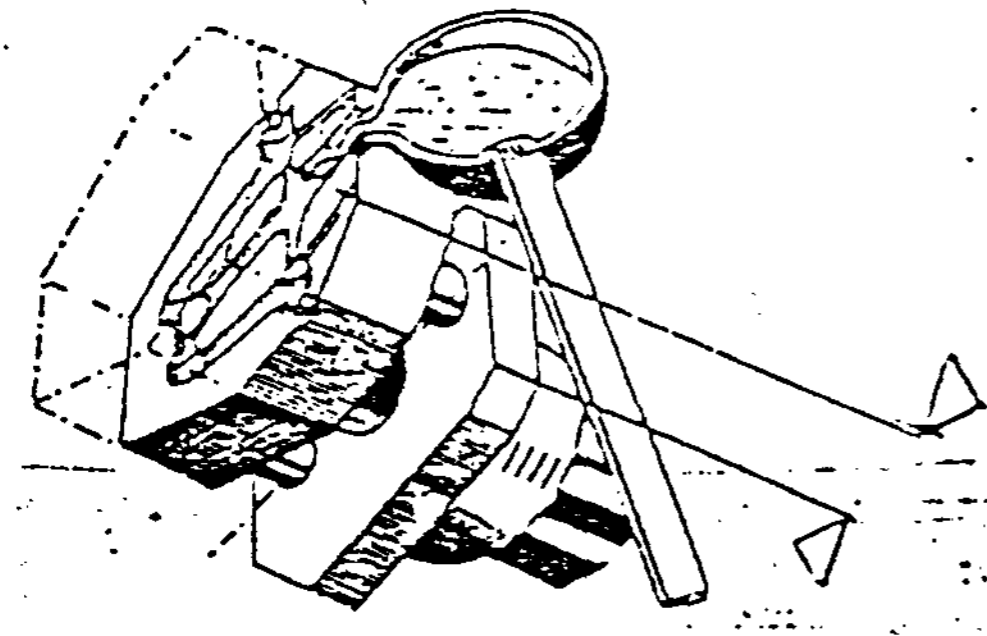


그림 8.

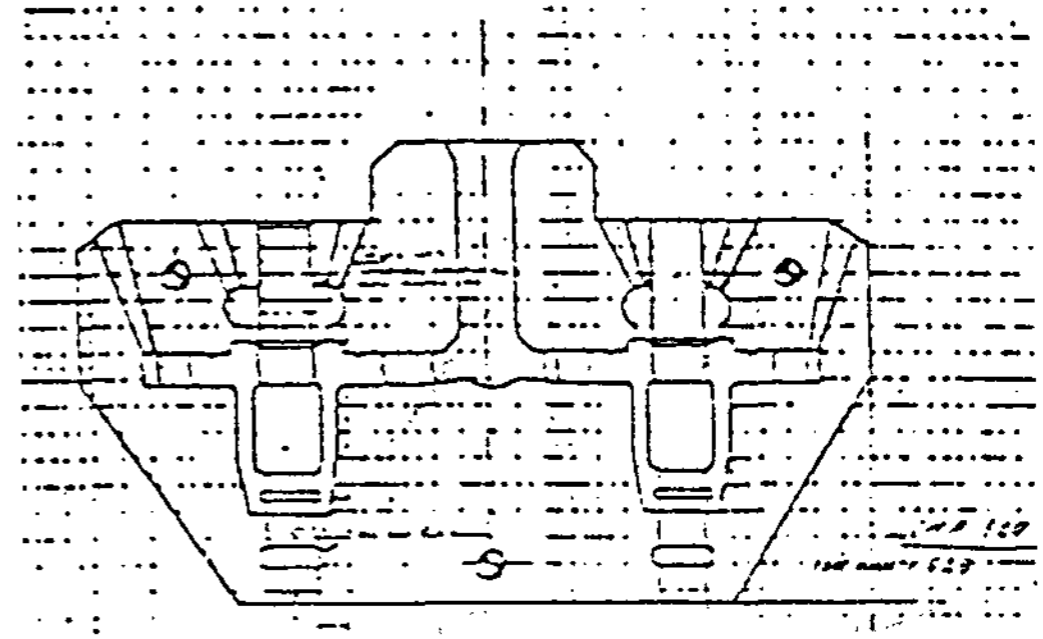


그림 10.

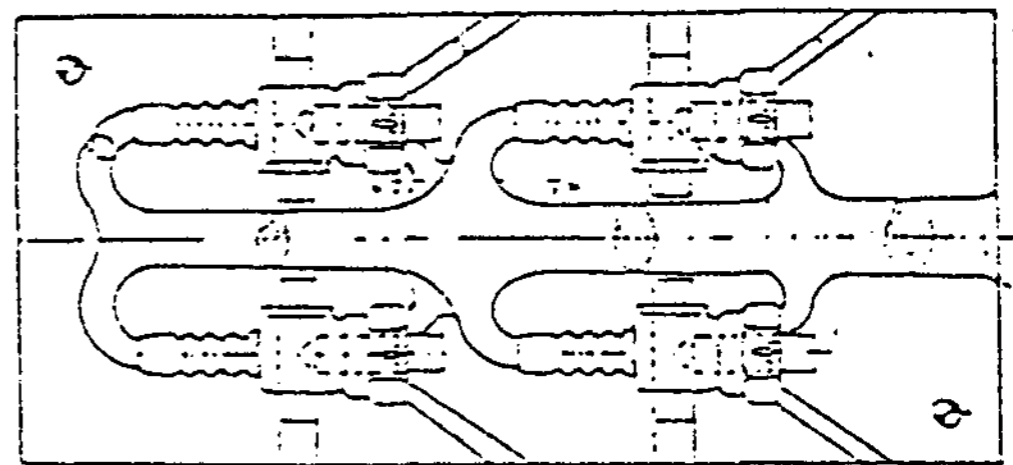


그림 11.

C. 측면주입의 적용부품 예

製品의 길이가 통상 金型의 중간 단면부위 폭 (medium section)과 비슷하면 込數(cavity)를 증가시켜 측면주입을 채용할수 있다. 일반적으로 小形鑄造品의 대량생산에 적합하다.

그러나 정면주입이나 측면주입이나를 선택할때 가장 明心해야 할 주의사항은, 鑄入工程 또는 金型을 용탕으로 충전시키는 단계에서 용탕의 내부 교란이 일어나지 않게 해야만 하는 것이다.

이 사항은 정면주입이나 측면주입이나 共히 마 찬가지이다.

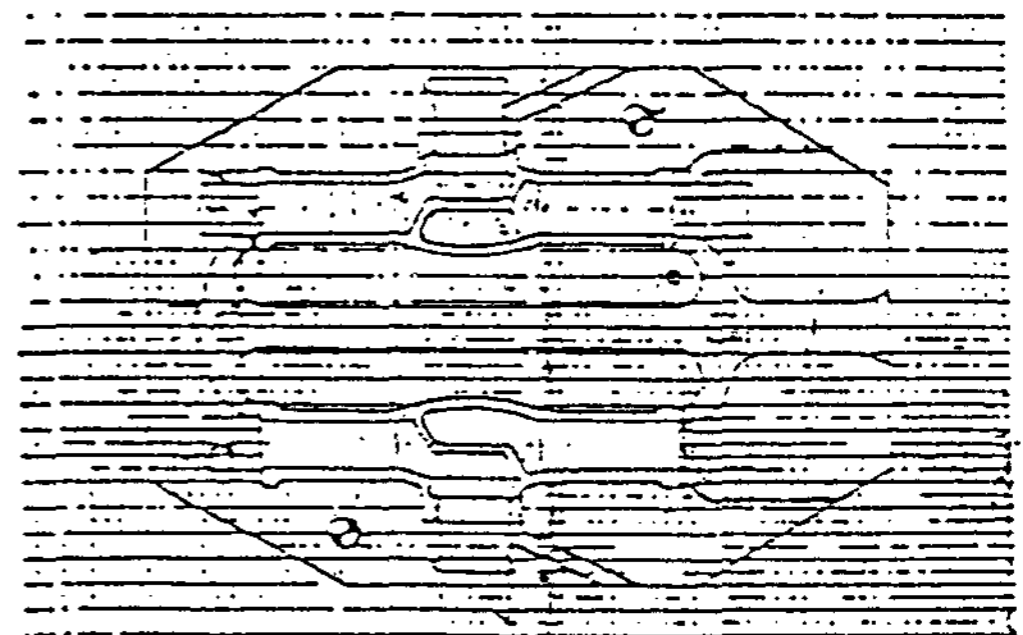


그림 12.

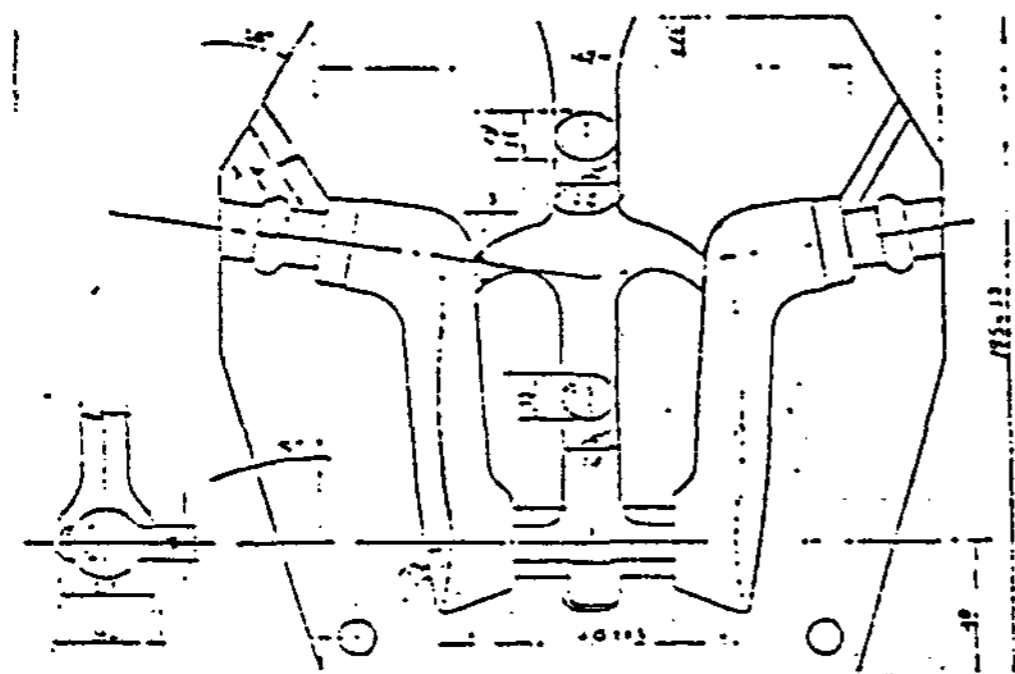


그림 9.

2.2.3 鑄造機의 회전속도

2.2.3.1 주조각도 및 회전속도의 조정

중력식 금형주조기는 제작업체의 제작방법에 따라 구분될수는 있으나, 그의 기본원리는 同一한 것으로 前述한 정면주입 및 측면주입의 工程圖解에서 보는바와 같이 주조시작(Casting Start)에서 주조종료(Casting end)까지의 주조각도(Casting Angle)를 금형주조의 주조방안 이론적 기초근거에 의거 설정하고 다음과 같은 시험과정을 거쳐 최종 설정하게 된다.

- A. 주조기의 회전속도는 기계에 부착되어 있는 유량조절 밸브와 타이머(timer)에 의해서 조정되며, 이 밸브의 조절시에는 금형에 주입된 용탕과 중자간의 반응으로 발생하는 가스가 완전배출될 수 있도록 해야 한다.
- B. 또한 용탕을 금형내에 주입할 때는 어떠한 용탕의 교란도 일어나지 않도록 해야 하며, 주입중 발생하는 기포나 산화불순물 등이 저항없이 배출될수 있는 회전속도가 되게 해야 한다. 그렇지 않으면 제품표면 不良의 原因이 되게 된다. 이상에서 살펴본 바와 같이 주입각도(pouring angle)는 초기 주입공정 중 그리고 주입과정 중 용탕의 교란이 일어나지 않도록 해야 하기 때문에 주의해서 선정해야 한다.
정면주입시는 이 각도가 90°~180°로 조절될 수 있다. 반면 측면주입시에는 이 각도가 기계에 중자를 삽입할 수 있도록 선정된 각도로 제한되게 된다. 그러나 측면주입시에는 금형의 축중심이 아닌 기계의 축회전력을 금형이 갖게된다.

2.2.3.2 주입바가지의 회전속도

주입시 또 한가지 중요한 요소는 작업자가 그의 손으로 준비한 주입용의 용탕을 주입바가지에서 주조기의 회전속도에 따라가며 주입하는 회전주입 방법이다.

이 수동식 주입작업이 제품표면 결함의 원인이 되고, 金型내에서 주입 용탕의 교란의 원인이 되게 된다. 가장 중요한 것은 일단 주입이 시작된 상황과 같은 용탕의 주입속도가 단속되지 말고 주입종료까지 계속되어야 하는 것이다.

2.2.4 鑄入方法

2.2.4.1 주입개요

용해로부터 주입바가지에 용탕을 채운 후 주입바가지의 주둥이를 주입할 금형의 수구에 댄다.

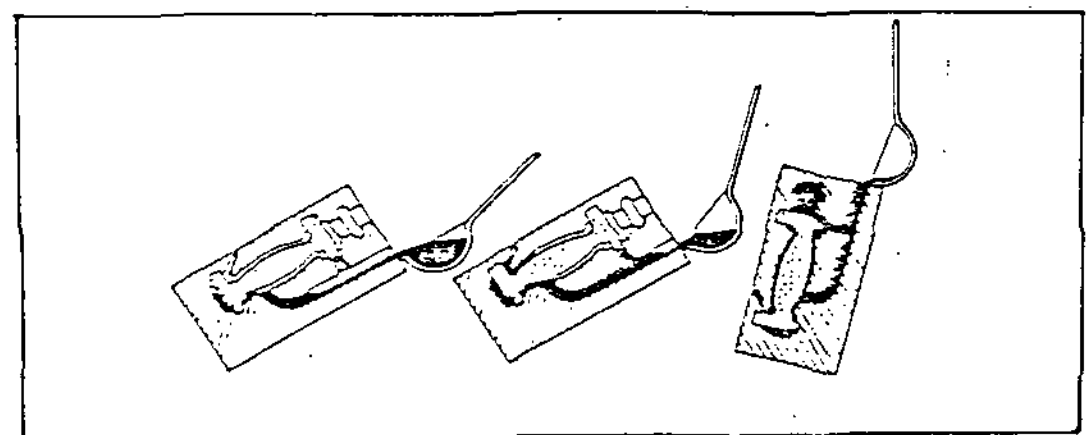
주입을 시작하여 최초의 주입용탕이 탕도의 끝부분에 닿는 순간부터 경사회전을 시작한다.

회전은 이 시점에서 시작하여 주입이 종료될 때까지 계속된다.

2.2.4.2 주입방법의 종류

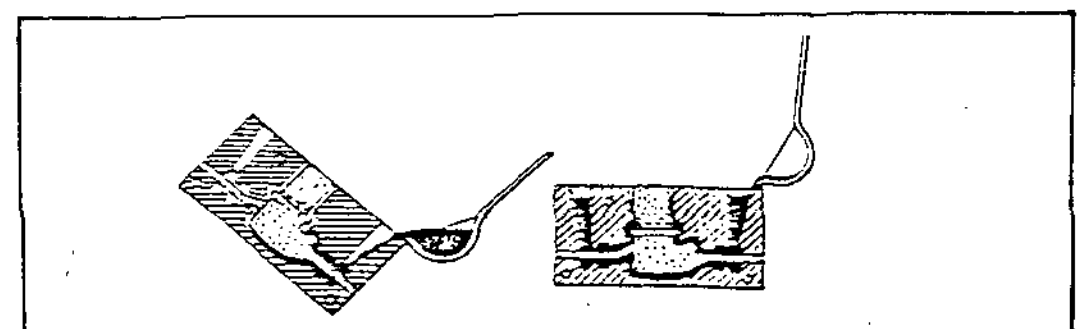
- A. 주입탕도에 용탕을 주입하면 바로 金型을 회전시키는 方法으로 가장 일반적인 方法이다.
Gate pouring 法에서 좋은 결과가 얻어진다.

- B. 용탕을 어느 정도 채우고 金型을 회전시키는 方法(pour to fill and rotate the die)으로 이 주입방법은 드물게 사용되는 方法이지만 특별히 측면주입시에는 필수적으로 적용되는 방법이다.
(A)항과 주입의 가장 큰 차이점은 정지된 金型의 수구 거의 끝부분까지 용탕이 차도록 한후 金型의 회전을 시작시키는 方法이다.
- C. 金型회전을 먼저 시작한 후 주입하는 方法으로 이 方法은 gate pouring 法에서는 자주 사용되는 方法이다. 이 方法은 앞서 얘기한 두가지 方法과는 달리 金型을 먼저 회전시키고 용탕을 주입하므로 용탕이 빨리 주입되게 된다.
- D. Gate pouring과 direct pouring의 비교



Gate pouring

그림 13.



Direct pouring

그림 14.

2.2.5 鑄入바가지와 바가지의 주둥이

2.2.5.1 주입바가지의 모양과 치수

- A. 주입바가지의 모양은 오목한 반원형으로 되어야 하고 金型을 채우기 충분한 양의 용탕을 지닐수 있는 치수를 지녀야 한다. 주입 후에는 10~15%의 잔탕이 주입바가지에 남아 있어야 한다.
이 잔탕은 용해로에서 다시 버려야 하는데 이때 잔탕 버리는 장소는 처음 용탕을 퍼낸 장소와는 다른 곳이어야 한다.

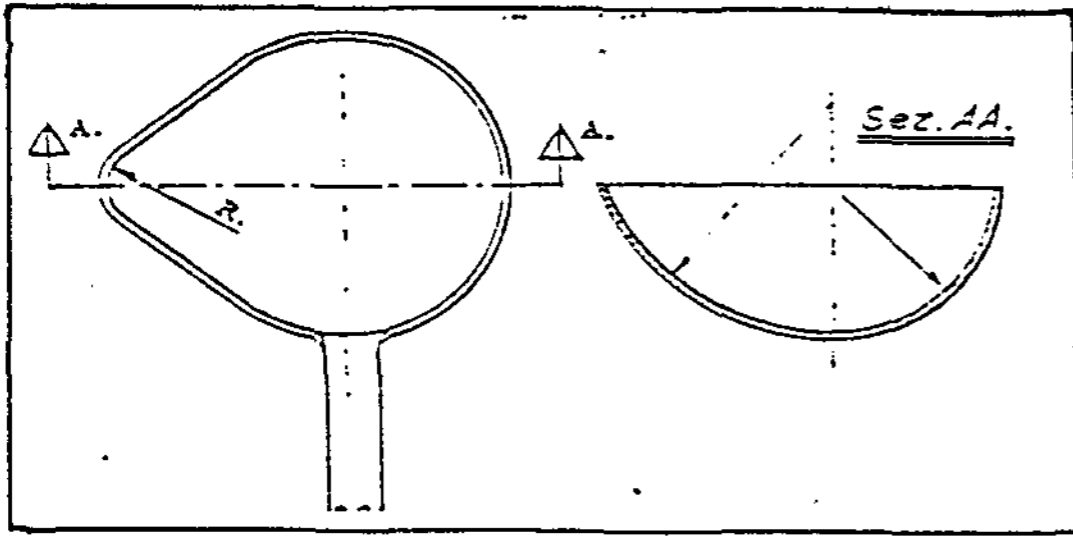


그림 15.

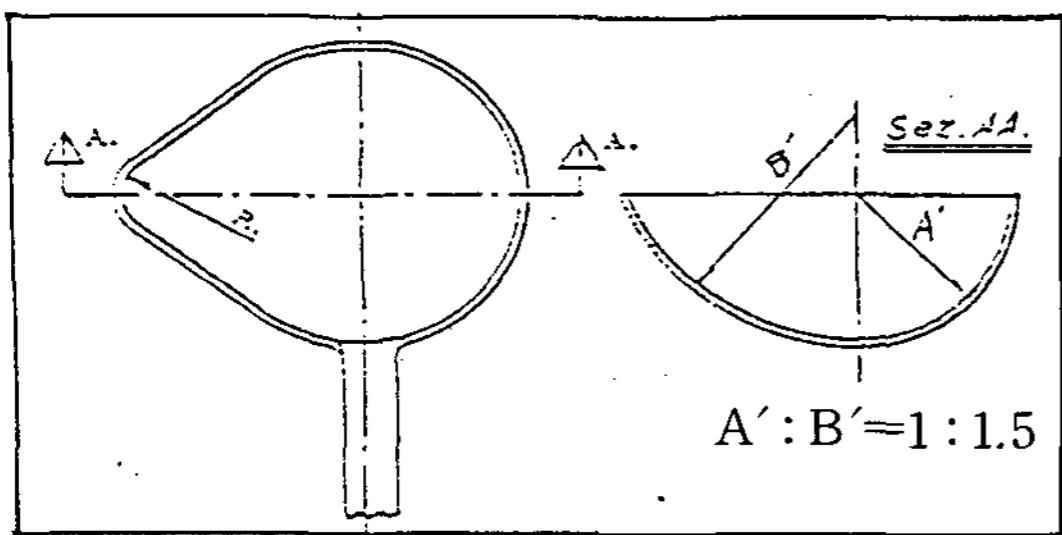


그림 16.

A. 수전금구용 황동의 금형주조에서는 주입바가지를 사용하여 용해로(holding용 채널식 저주파 유도로)에서 용탕을 퍼내는 방법도 매우 중요하다. 특히 용탕을 풀때는 용탕표면에 덮혀있는 아연이나 알루미늄산화물과 같은 찌꺼기가 퍼지지 않도록 해야 한다. 이들 산화물순물들이 금형내에 일단 들어가기만 하면 제거하기가 어려워서 주조제품 표면결함의 요인이 되기 때문이다.

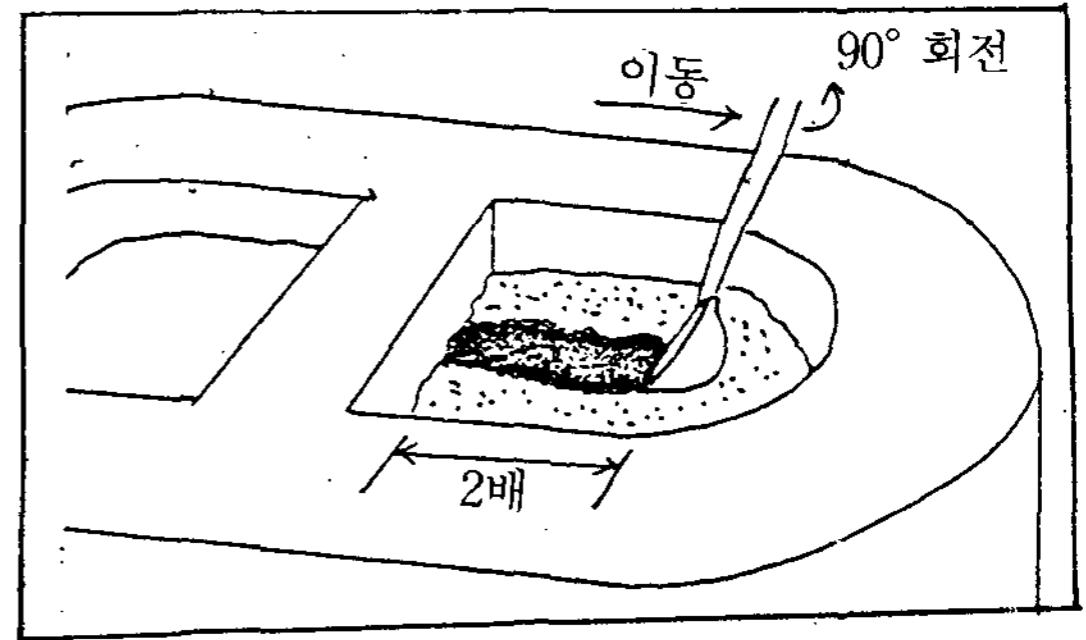


그림 17.

B. 주입바가지는 도형하여 사용하는 것으로 하고 주입 전에 반드시 용해로의 용탕으로 10~15초간 예열하여 사용하고 예열 전에는 반드시 용해로상에 얹어 놓아서 5~10분간 건조 후 사용한다.

2.2.5.2 주입바가지의 주둥이 모양과 치수

A. 주입바가지 주둥이의 이상적인 모양은 上圖와 같다.

B. 주입바가지 주둥이의 치수는 金型주입구의 구멍보다는 약간 작아야 한다.

주입바가지의 타원형상과 주둥이의 모양이 황동주입시 용탕의 알루미늄산화물의 주입바가지에서 금형내로 들어가는 것을 막아준다. 주입바가지의 타원형상은 주입바가지의 용탕이 金型내로 흘러들어갈때 용탕의 교란이 일어나지 않도록 해준다. 주입바가지의 내면에는 사용중 황동의 아연 산화물이 생성되는데 이것들은 주입바가지의 온도관리를 위해서도 중요하므로 그대로 놓아두는 것이 더 좋다.

C. 주입바가지용 재료는 두께 2mm 정도의 일반 강판으로 족하다.

B. 주입바가지의 아랫부분을 슬래그층으로 덮혀 있는 용탕면위에 놓는다. 어느 정도의 불순물과 슬래그층은 용탕이 공기와 접촉하여 산화되는 것을 막아주며 용해로의 열방산도 막아주게 된다.

황동에서의 알루미늄 함량은 0.4~0.7% 정도로 유동성을 향상시키기 위해서 뿐만 아니라, 용탕표면에 알루미늄의 산화막을 형성시키기 위해서도 필요하다.

이 알루미늄의 산화피막은 강한 표면장력을 지녀 아연의 손쉬운 증발을 막아준다.

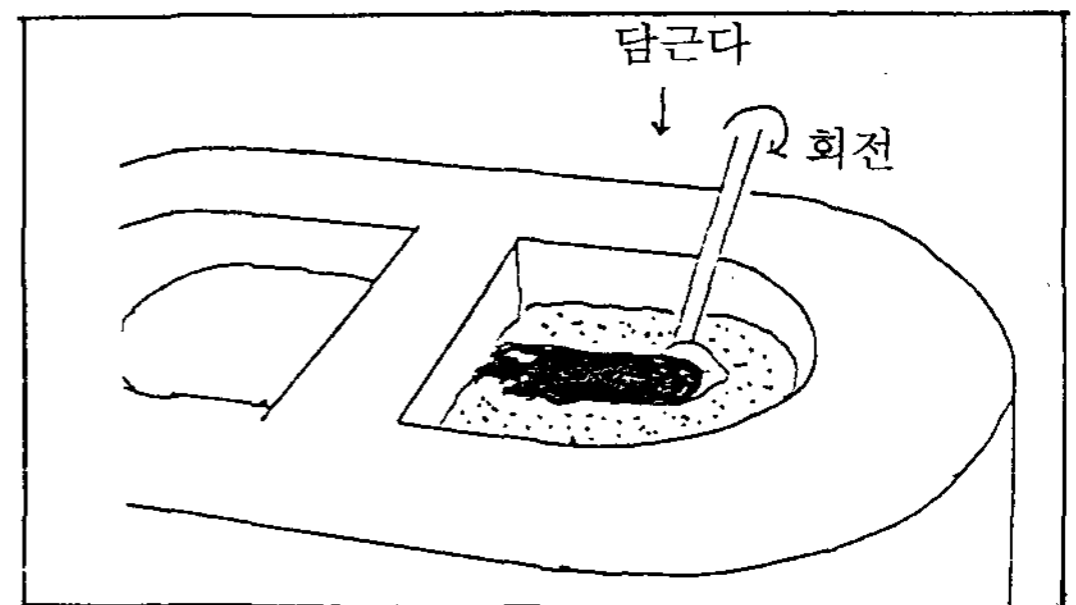


그림 18.

2.2.6 용해로에서 용탕을 퍼내는 方法

C. 주입바가지의 바닥이 용탕표면에 닿게 하고서 주입바가지 주둥이가 있는 쪽으로 주입바가지의 직경의 두배 정도 거리 만큼 용탕면상에서 평형되게 움직인다.

이 작업은 나중에 용탕을 실제로 주입할때 불순물 찌꺼기가 혼입되지 않도록 분리시키는 작업이다. 주입바가지를 90°회전(주둥이가 위로 되게)시켜서 용탕면 밑으로 밀어 넣는다.

그리고 다시 바가지를 반대로 용탕 밑에서 90° 회전시킨다. 그리고 용탕을 퍼낸다.(그림 19)

주입바가지의 주둥이는 절대로 용탕면과 접하지 않게 한다. 용탕면과 접하게 되면 슬래그 및 불순물 찌꺼기가 주둥이 끝에 붙게 되어 주입시 금형내로 그대로 들어가 기 때문이다.

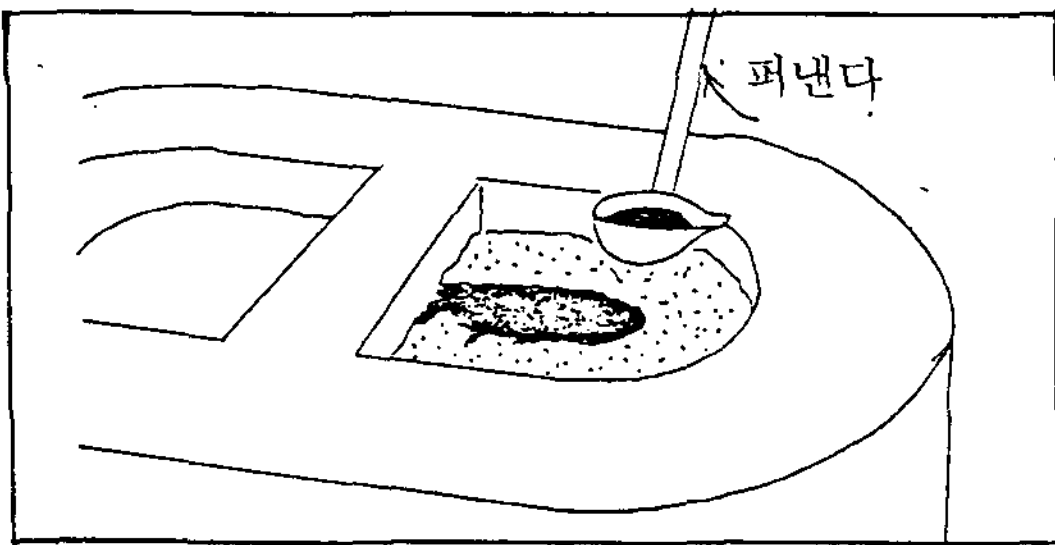


그림 19.

D. 주입바가지를 이동시켜 금형주입구 가까이 가져간 후 금형내 주입을 시작한다. 용해로에서의 용탕 온도는 사용 원재료의 상태에 따라 980℃~1020℃가 되게 하고 용해로에서는 아연 증기가 발생되지 않게 해야한다. 이는 아연의 감량을 나타내기 때문이다. 금형내 실제 주입온도는 980℃이하가 되지 않도록 한다.

3. 金型의 도형

3.1 金型의 도형에 영향을 주는 因子들을 열거하면 다음과 같다.

- A. 흑연도형(graphitization)
- B. 흑연 탱크 온도
- C. 흑연 농도

D. 各 金型 dipping 時間

E. 흑연 탱크의 물과 흑연의 교환

3.1.1 흑연도형(graphitization)

황동을 사용하여 미려한 제품표면을 지닌 水栓 金具를 金型鑄造工法으로 대량생산하는데 가장 경제적인 금형 도형재는 흑연이다. 따라서 대량생산으로 좋은 품질을 얻기 위해서는 금형의 흑연도형공정이 대단히 중요하다. 黃銅이나 銅合金用 주조품은 각 제품에 따라 필요한 작업 cycle을 가지게 된다. 즉 금형을 냉각시키기 위해서는 金型을 물과 흑연욕 속에 담그거나 얇은 흑연피막을 金型에 입히는 것을 말하게 된다. 이 작업이 완전하게 수행되지 않으면 제품의 만족스런 표면상태나 치밀성을 나타내지 못하게 된다. 물과 흑연욕은 기름기가 없는 양호한 분말상의 흑연(탄소함량: 75%이상)을 요구한다. 이 흑연을 대략 부피비율로 15%되게 물과 혼합한다. 이 흑연농도를 부유상태로 유지하기 위해서 전기식 교반기로 혼합을 수행한다. 이것이 곤란할 경우에는 압축공기를 사용한다.

새로히 혼합시킨 욕은 금형이 흑연을 잘 흡수하지 못한다. 이 경우의 혼합욕은 하루종일 교반을 시켜주든가 아니면 물을 가열했다, 냉각시켰다 해야 한다. 또한 새금형도 흑연도형이 잘 이뤄지지 않는다. 따라서 하루나 이틀이 지나서야 미세기공(micro porosities)이 金型面에 형성되어 흑연도형이 쉽게 된다. 金型이 경화 되었거나 표면이 너무 매끄러워도 흑연도형이 잘 이뤄지지 않는다.

흑연의 농도가 너무 낮아도 피복이 잘되지 않고, 제품 생산에 실패하고 제품표면에 거칠음(matte surface)이 발생하게 된다. 흑연농도가 너무 높으면 金型의 피복층이 두꺼워져서 매 5~10쇼트마다 솔로 청소해 주어야 하므로 생산이 지연되게 된다. 흑연이 분명히 부족되게 되면 피복상태가 좋아질때 까지 흑연을 첨가한다. 흑연이 너무 많으면 물과 흑연을 빼내고 깨끗한 물만을 더 첨가한다. 증류수는 필요 없으며 통상의 식수 사용만으로도 가능하다. 주조작업도중에 뜨거운 금형을 흑연조에 담그면 물을 가열시켜 증발이 일어나므로 필요하면 매일 또는 매주 물의 수준을 조절하기 위해서 필요한 량의 흑연을 첨가한다. 흑연탱크의 온도가 60℃를 넘으면 흑연도형이 잘 이뤄지지 않으므로 일반적으로 주조기에 비해서 흑연탱크를 크게 하여 주어야 한다.

그리고 좋은 흑연도형 상태를 얻기 위해서는 金

型的 뜨거운 부분부터 탱크에 들어가게 해서 이것이 가장 늦게 나오도록 조절해야 한다.

金型の 전체부분이 흑연욕 속에 담겨 지도록 해야 하며, 金型の 뒷면을 물수위보다 2~5cm 밑에 있도록 해야 한다. 흑연탱크로 부터 금형이 빠질 때 금형의 cavity내에 흑연물이 고이는 것을 막기 위해서는 金型이 회전되게 함이 바람직하다.

3.1.2 흑연탱크 온도

흑연탱크온도는 대략 40℃ 정도이어야만 한다. 광물질이 없는 물(demineralized water)이 사용되어야 한다. 온도가 과도하게 높으면 dipping 과정중 과도한 물의 증발이 있게 된다. 흑연탱크 온도관리를 위해서는 자동온도 조절장치가 부착된 열교환기의 설치가 바람직하다.

3.1.3 흑연농도

흑연농도는 다음 사항에 의존한다.

- A. 물의 성질(광물질의 多少)
- B. 흑연의 상태
- C. 물과 흑연의 혼합상태

물과 흑연의 혼합물은 탱크내에서 교반기를 利用하여 20°~30℃ 부근에서 계속적으로 교반을 시켜준다. 이렇게 하는 데는 두가지의 目的이 있다. (A)물에 흑연이 최적의 상태로 혼합되게 하며, (B)기계에 미리 설정된 농도의 흑연을 공급하기 위해서 실시하는 것으로 그렇지 않으면 새로운 흑연 농도액을 얻기 위해서 4~5시간이 소요되게 된다. 또한 작업중에는 계속적인 물과 흑연의 증발이 있기 때문에 위와 같은 보상조치가 필요하다.

3.1.4 各 金型の dipping 시간

두개의 金型을 dipping하는데 요구되는 시간은 各各 다르다. 왜냐하면 대체로 주조제품은 오른쪽 金型에 얹혀지게 되므로 이쪽이 결과적으로 더 뜨거워서 다른쪽 보다 dipping시간이 길게 된다.

Dipping은 두가지 기능을 가지고 있다.

첫째기능은 두개의 金型이 同一온도로 되게 하는 것이며 또 하나는 주조과정에 金型上에 얹은

흑연 윤활층이 생기게 하는 것이다. 흑연탱크에서 금형이 바로 나왔을때는, 여기에 주입된 용탕으로 인해 주조품의 표면이나 금형표면에 어떤 白色반점들도 보이지 않는다.

이는 산화아연의 과도한 누적을 의미하는 것으로 이 白色반점은 주조 cycle이 너무 빨랐다든가 그렇지 않으면 흑연농도가 부족됨을 의미하는 것이다. 따라서 위와 같은 현상이 나타날때는, 그리고 金型을 계속 탈거치 않고 사용하기 위해서는 wire-brush를 사용해서 이들 산화아연 누적물을 제거해 주어야 한다. wire-brush가 아니면 sand-blaster 등의 공기 구동 공구를 사용하는 것도 바람직하다.

3.1.5 흑연탱크의 물 및 흑연의 교환

이론적으로는 물은 교환할 필요가 없이 그저 물과 흑연을 보충만 하여 주면 된다.

그러나 실제로는 흑연탱크에 주조공장내의 분진에 의한 불순물, 기계에서 떨어진 윤활용 그리스, 중차에서 떨어진 모래 등으로 오염물이 쌓이게 된다.

모래가 金型에 부착되면, 작업자는 이들을 청소할 시간도 없기 때문에 정기적으로 교환하여 준다.

4. 결 론

이상과 같이 황동을 중력식 금형주조로 생산하는데 필요하다고 생각되는 주입, 금형의 도형을 中心으로 현장적 기술사항을 기술하였다. 수전금 구용 황동주물은 타 주물에 비해 제품표면의 미려성을 갖춰야 하는 품질특성을 지니고 있다. 따라서 타 주물에 비해 섬세한 주입방법의 응용이 필요하며, 밸브류의 작은 주입중량(0.7~1.2kg)으로 타 주물과 구별이 된다.

上記 사항들이 황동의 중력식 금형주조 현장적 운영에 미력하나마나 도움이 되기를 바라며, 次回에는 다른 사항들에 대해 기술코져한다.