

주조용 용액 온도저감 방지를 위한 레이들 장치 Ladle Apparatus for Preventing Temperature Reduction of Casting Solution

*이양창¹, #이준성², 홍희특³, 박동근³, 최윤종², 최기석³

*Y.C. Lee¹, #J.S. Lee(jslee1@kgu.ac.kr)², H.R. Hong³, D.K. Park³, Y.J. Choi², G.S. Choi³

¹대림대학 기계과, ²경기대학교 기계시스템공학과, ³경기대학교 대학원 기계공학과

Key words :Ladle, Rotor, Die Casting, Sleeve, Cavity

1. 서론

알루미늄을 이용한 용해 및 주조방법에서 Ladle(레이들)의 보온성 유지가 중요시되고 있다. 알루미늄 부품의 약 40%가 원재료 Ingot(주괴)을 용해 후 주형에 주탕하여 성형하는 주조법에 의해 생산되고 있으며, 이 중 다이캐스팅 주조법은 생산성과 치수 안정성 면에서 탁월한 장점이 있어서 기계장치 부품제조에 널리 사용되고 있다.

대형 용탕의 경우는 레이들 구조가 보온장치를 설치할 수 있는 구조로 변경 가능하므로 다양한 장치가 개발, 적용되고 있다[1-3]. 그러나 소량의 알루미늄 다이캐스팅에서는 작은 용량의 알루미늄 용탕을 이동하기 위해 작은 구조의 레이들을 사용하고 있다. 따라서 이러한 구조의 래들에 담겨져 이동되는 용액은 냉각이 빠르게 일어나, 사전에 용해로에서 200~300℃가량 높게 가열하고 있다.

주조기의 혁신은 물론 용탕관리도 매우 중요하다. 특히, 소량의 알루미늄 용액을 이동할 경우 열전도가 매우 빠르기 때문에 주입구까의 거리가 매우 짧아야 한다.

이동중에 온도변화가 많이 일어날 수 있으므로 여기서 주입과 유동이 원활한 온도를 유지하기 위해 용탕에서 온도를 필요이상으로 올려 에너지 손실이 많이 일어나고 있다. 본 연구에서는 이를 개선하기 위해 소형 레이들의 온도유지를 위해 개선된 구조의 레이들을 개발하기 위한 기본 연구이다.

2. 주조방법 및 소형레이들 구조

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 수직형 다이캐스팅 머신에서 사용될 소형 Ladle의 보온 및 온도유지를 위한 구조개선과 그에 따른 열전도 해석을 수행하고자 한다. 그림에서와 같이 소형 Ladle이 용해로에서 고온(약 800℃)의 알루미늄 용액을 받아서

수직형 주조기의 주입구에 주입하는 작업방법이다. 이 과정에서 용해된 알루미늄 온도가 약 200℃ 이상 급격히 떨어진다. 따라서 이를 개선하기 위한 Ladle 구조의 변경과 열전도 해석을 수행하여 최적화 해석을 수행하고자 한다.

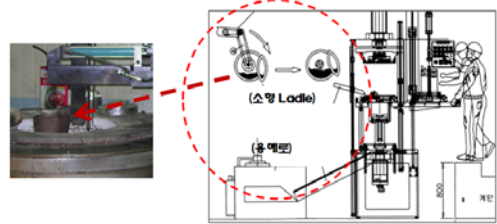


Fig. 1 Small ladle and casting method

3. 소형 레이들 구조 및 재료 물성치

Fig. 2에서 나타낸 것처럼 소형레이들에 니크롬선을 일정한 간격을 유지하여 설치한 다음 레이들의 재질과 동일한 덮개를 씌우는 구조이다. 그리고 사용 시에는 레이들의 이형재와 기타 작업조건을 그대로 적용할 수 있는 구조이다.

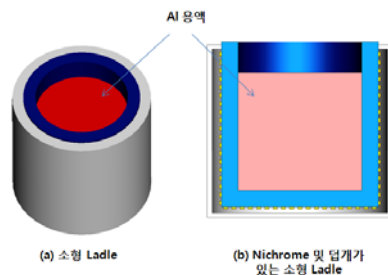


Fig. 2 Structure of small ladle

이를 해석하기 위해서는 Table 1의 각 재질별 물성치를 사용하였으며, 해석은 래들의 열전도에 따른 알루미늄 용액의 온도저하를 시간에 따라 변화를 분석하고, 공기와 접촉하는 조건으로 해석하여 용액의 온도저하 속도와 온도를 분석한다. 그리고 온도저하를 최소화하기 위해 본 연구에서 제시한 구조에서 니크롬선에 필요한 온도로 가열하여 알루미늄 용액의 온도저하를 최소화 하고자 한다.

Table.1 Material property

	Ladle	Nichrome Wire	Casting Solution	Air
Density[kg/m ³]	7850	8900	2689	1.1614
Thermal Conductivity [W/m°C]	60.5	90	237.5	0.26
Specific Heat[J/kg°C]	434	444	951	1007

4. 해석 결과

열전도 해석을 위해 Fig. 3과 같은 경계조건을 설정하였다. 해석을 위해 소형 레이들과 공기층을 함께 모델링하였고, 대칭조건을 이용하여 전체의 1/4만 모델링하였다.

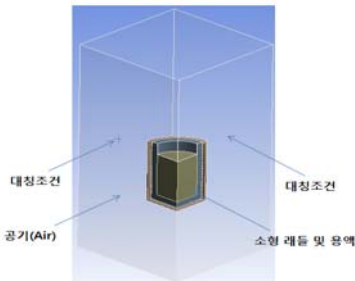


Fig. 3 Boundary condition of heat transfer analysis

그리고 해석은 소형레이들의 니크롬선에 온도를 가열하지 않은 상태에서 알루미늄 용액의 온도 변화를 실질적인 작업현상과 어느 정도 근접하는지 확인하였고, 본 연구에서는 알루미늄 용액의 온도와 유사한 온도를 설정하여 열전도해석을 하였으며, 용액의 공기와 맞닿는 용액의 표면과 용액의 바닥면의 과도상태를 해석하였다. 여기서 공기의 유전율은 5W/m²로 하였다. 또한 레이들이 용탕

에서 용액을 받아 주입구까지 이동하는데 약 20s로 하여 해석하였다.

소형 레이들에 니크롬선을 적용하지 않은 구조에 대한 온도분포 해석결과는 Fig. 4와 같다. 약 1초 이내에 240°C 가량 급감하는 것을 알 수 있었다. 이는 실질적으로 작업현장에서 200°C 가량 변화하는 것과 거의 같았다. 레이들에 니크롬선을 적용한 경우의 해석결과는 Fig. 5와 같으며 온도변화는 20s 동안 서서히 변화하여 약 10°C의 작은 변화만 있었다.

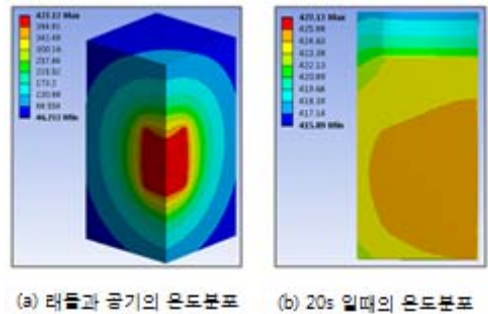


Fig. 4 Heat transfer analysis without nichrome wire

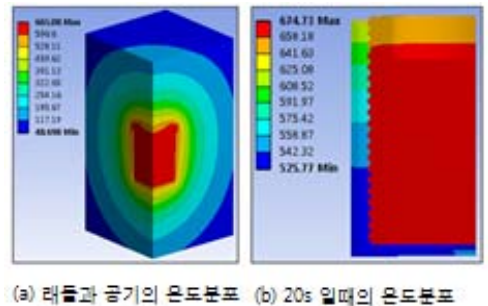


Fig. 5 Heat transfer analysis with nichrome wire

5. 결론

본 해석으로 통하여 소형 레이들의 온도관리와 용액의 온도변화를 예측할 수 있었다. 특히, 알루미늄 용해온도인 660°C 이상의 온도를 충분히 유지할 수 있다는 결과를 얻은 것은 주조제품의 밀도를 99%이상 높일 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌 [생략]