

연속주조과정에서의 열유동 및 열응력 해석 기술 개발

조성수* · 신돈수** · 김병조** · 은일상*** · 하성규****

(*한양대학교 대학원 · **두레에어메탈(주) · ***국방과학연구소 · ****한양대학교 기계공학과)

온도에 따라 물성치가 변화하는 재료의 열응력 예측은 연속주조공정에 의한 제품 생산에서 중요하다. 연속주조공정에서 금속이 급속히 냉각됨으로 인하여 응력이 크게 발생될 뿐만 아니라 금속 내부에 크랙이 발생될 수 있으며, 이는 최종제품의 품질에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 연속주조공정에서 양호한 주조제품을 얻기 위해서는 냉각조건 등과 같은, 주조시 수반되는 여러가지 주조결함의 원인을 제어해 주어야 한다.

주조결함에는 주물 주입에 기인하는 결함과 주입 완료 후 응고과정에서 주물의 수축으로 기인하는 결함이 있다. 공기 및 가스의 포집, 개재물의 혼입 등이 전자에 속하며, 응고층 내부의 온도차, 응고수축(solidification shrinkage), 응력변형 등으로 인한 주물변형 및 표면결함 등이 후자에 속한다. 주물의 응고시에 고상화된 영역에서의 온도구배와 시간에 따른 온도변화는 금속내부에서의 열변형으로 인한 열응력을 발생시키고, 이것은 잔류응력이나 크랙 등과 같은 최종제품의 결함의 원인이 될 수 있다.

본 연구는 유한요소법에 근거하여 연속주조과정 해석을 수행하였으며, 연속주조기 주형내부에서의 열전달 해석을 통하여 주물에서의 온도 분포 및 응고 정도를 해석하였다. 그리고 이를 이용하여 열변형을 계산하였으며, 작업조건인 냉각조건과 형상조건인 주형의 축 방향 길이 변화에 따른 영향을 고찰하였다. 그 결과 형상조건의 영향이 작업조건의 영향보다 큼을 알 수 있었다. 그러나 연속주조과정을 통한 주조제품의 보다 정확한 해석을 수행하기 위해서는 주조과정 중 고상 영역에서의 재료 물성치 이력을 포함하는 열응력 해석이 필수적이다. 이러한 해석을 위하여 재료 물성치 모델로서는 visco-plastic을 이용할 것이며, 이를 이용한 연속주조과정의 열응력 해석은 향후 과제로 남아있다.