

## 연주기 몰드 전자교반의 적정화 기술개발

포항산업과학연구원 박 언병\*  
나노 프로젝트팀 김 상원

### Development of Optimizing pattern of EMS in Mold for billet caster

RIST E. B. Park\*  
Nanotechnology Project Team S. W. Kim

#### 1. 서론

현재 제철소 연주공장에서 빌렛 연주시, 소단면 고속주조로 주편의 중심부에 결함이 생기기 쉬운 품질상의 문제점을 극복하기 위하여 주형내 및 응고말기 전자교반 장치(M-EMS,F-EMS)를 설치 가동중에 있으나, 실 공정에 있어 주편의 품질에 미치는 전자교반의 영향이 체계적으로 조사 확립되어 있지 않아 빌렛 품질평가가 소홀히 되고 있으며, 강도의 사용제한으로 교반력 증대시 과도한 탕면요동이 발생, 몰드 파우더 용융층 두께의 감소로 표면결합이 증대되고, 용강중 파우더 및 개재물의 혼입이 조장되는 등 주편 내부품질에 문제가 야기되고 있었다.

이에 본 연구에서는 가동 중인 몰드-전자교반장치의 실제 치수와 운용조건을 바탕으로 몰드내의 전자기장 분포 및 탕면 유동에 관한 전산모사를 통하여 전술한 문제점의 원인을 살펴보고자 하였다. 또한 전자교반 일부 지역에 전자기장 최적 차폐 조건을 도출 및 현장 적용하여 탕면이 안정되는 범위 내에서 사용 가능한 최적의 교반조건을 도출하고자 하였다.

#### 2. 실험방법

용강 내에 발생하는 전자기장의 분포는 전자교반장치를 사용하여 생산되는 빌렛의 강종, 용강 가열도, 주속, 장치의 사양(주파수와 투입전류), layout 등을 분석 및 실측한 후 유한요소법에 근거한 Vector Field사의 OPERA-3D program을 이용하여 계산하였다. 모델링이 된 각 영역에 적합한 물질의 특성은 계산의 정확도를 높이기 위하여 각 구성부의 자기특성 및 전기적 특성을 측정하고 그 데이터를 프로그램 입력 data 방식에 맞춰 구성한 후 비선형 해석을 하였다. 전자기력에 의한 교반력 및 교반방향 그리고 주속에 따른 탕면의 형상 예측은 PHOENIX와 자체 개발된 프로그램을 이용하여 계산하였다.

탕면이 최대로 안정되도록 설계된 자기장 스크린을 실공정에 설치한 후, 실제 조업시 탕면의 형상이 주편 표면에 Oscillation Mark로 나타나는 결과와 계산된 탕면 형상을 비교 분석하여 탕면 안정 효과를 확인하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

3상 교류 전원 투입시 몰드내부에서의 전자기력은 시간에 따라 회전하는 형태로 나타나고, 주조방향으로의 전자기력 분포는 전자석 pole중심부에서 극대를 나타내고 탕면과 그 반대쪽으로 갈수록 감소하는 대칭형 포물선 형태를 나타내었다. 이러한 거동은 투입되는 전류가 증가할수록, 일정 전류에서 주파수가 증가할수록, 용강의 전기전도도가 증가할수록 전자기력은 거의 직선적으로 증가하였다. 그리고 몰드내에 발생한 회전력 때문에 주형모서리 부분에서는 회전류의 세기가 약해지게 되며 주형 벽면 가운데 부근에서 회전속도가 최대로 나타나 이 부분의 탕면이 주위보다 낮게 되는 유동특성을 보였다. 회전류의 세기 및 탕면의 형상 변화 정도 등의 유동특성은 전자기력 특성의 변화에 전적으로 의존함을 확인하였다. 사양과 형상을 달리한 다양한 자기장 스크린의 전자기력 및 유동특성을 계산 후 탕면 형상을 편평하게 함과 동시에 교반력의 증대를 가져오는 최적의 자기장 스크린을 설계하였다.

#### 4. 결론

제작된 자기장 스크린을 몰드 냉각용 water jacket에 용접으로 취부시켜 STS 304, SAE 9254 두

강종의 빌렛(150 x 150 mm) 생산에 적용하고 주편의 표면 및 내부 품질을 조사한 결과, 기존의 운용 조건과 비교하여 교반력은 증가하였음에도 불구하고 보다 편평한 탕면 형상이 나타나 자기장 스크린 효과가 증명되었다. 특히 STS 304 및 SAE 9254에서 투입전류를 각각 5 Hz의 210 A, 320 A까지 증가하여도 기존의 운용조건인 150 A, 260 A 투입시보다 동등 이상의 주편 건전성이 얻어졌으며 탕면 형상도 보다 안정적이었다.

### 5. 참고문헌

- 1) I. Suzuki et al : Steelmaking Proceedings, Washington, D.C. TMS-AIME, 63, p. 273 (1980)
- 2) Rikitak : magnetic & Electromagnetic Shielding(1987), Terra Scientific Publishing Co. p. 5-40

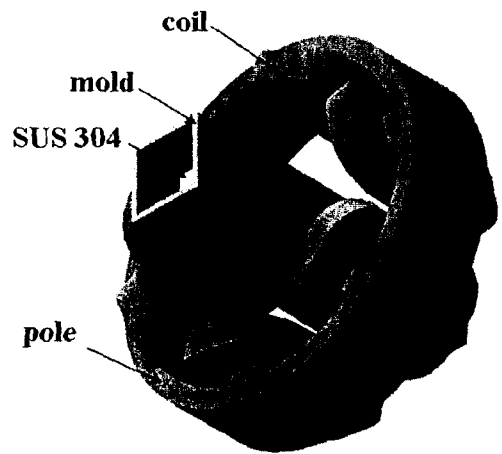


그림 1. 전자교반장치 전산모사용 model

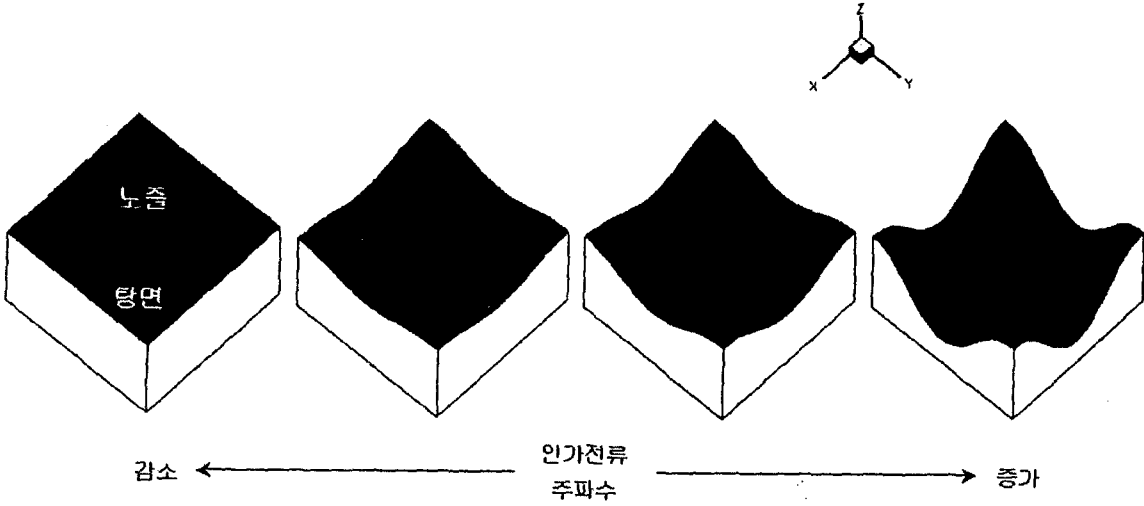


그림 2. 전자교반장치 가동시 주파수 및 전류치 변화에 따른 탕면 형상 변화