

대형 STS 잉곳 주조용 몰드 설계 기술

오상훈¹ · 남궁정² · 김남수[#]

Mold Design for Large STS Ingot

S. H. OH, J. Namkung, N. S. Kim

Abstract

According to industrial development, Ingots are more large and various. In particular large STS ingot, The probability of shrinkage cavity occurrence is higher than carbon steel and alloy steel. To manufacture ultra clean steel the technical development is nearly necessary for example controlling inclusions and total [H]. In this study, after measured the mold temperature and adjusted thermo conductivity of STS steel and compared existing mold to new one with CAE. As a result, the new mold more reduced than existing mold for the probability of shrinkage cavity occurrence.

Key Words : Ultra clean steel, STS, Ingot mold, Defect potential, Shrinkage cavity

1. 서론

오늘날 각종 산업의 발전과 대형화에 더불어 수요자의 다양한 요구에 적극적으로 대응하고 대외 경쟁력을 강화시키기 위한 많은 노력이 산업계뿐만 아니라 다른 많은 분야에서 활발히 진행되고 있다. 국내 자동차, 선박산업용과 같은 대형 부품류의 기계 산업이 국가 전략기간산업으로 대두되면서 철강소재의 청정생산과 1차 소재인 잉곳의 대형화에 많은 관심이 고조되고 있다. 또한 잉곳 대형화와 더불어 전 세계적으로 문제가 되고 있는 환경문제, 에너지 절감문제, 철강 원소재 원가절감 따른 지속 가능한 제조기술로의 구축에 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 대형 부품류에 있어서 제조공정의 단축, 에너지 절약, 생산성 향상 및 환경오염 제거 등은 더욱 중요하기 때문에 청정강(Ultra Clean Steel)과 소재 대형화 합리화에 전 세계 자동차/조선/항공기 업계/풍력 산업 및 기계 산업 분야에서 많은 관심을 보이고 있는 것이 당연하다고 하겠다. 이러한 추세에 발맞추어 현재 선진국에서는 기존생산 방식으로 생산되고 있는

잉곳을 좀 더 향상된 공정 기술개발을 통하여 청정 잉곳으로 대체해 나가고 있으며, 현재 국내에서도 대표적인 철강업계를 중심으로 청정 잉곳 생산을 하고 있으나 아직 개발여건 및 환경이 열악하여 고급 기술개발이 요구된다. 산업 전반에 사용되는 잉곳의 중량의 경우, 작게는 10톤에서 크게는 100톤 이상이 사용되며 잉곳을 단조하여 단독으로 사용하지 않고 여러 소재를 조립하여 선박, 발전 설비 등 대형 완제품을 완성하게 된다. 이런 완제품에서 잉곳 소재 한 개에 불량 발생 할 경우 그 피해는 막대하다. 또한 산업 발전에 따라 잉곳 소재 크기의 대형화뿐만 아니라 잉곳 소재의 종류도 다양해 졌다. 특히 내식성, 내구성이 우수한 STS 잉곳의 경우 일반 탄소강, 합금강과 비교하여 편석이나 수축공 발생 확률이 높다. 30톤 이상의 STS 잉곳을 생산하고 건전한 잉곳을 산업 전반에 공급하기 위해 잉곳의 개재물 제어, 수소 함량 제어 등 고청정 잉곳 제조 기술 개발이 절실히 필요하다. 따라서 본 연구에서는 STS 강의 열전달계수를 측정하여 응고해석에 반영함으로써 우수한 품질의 STS 잉곳을 생산할 수

1. 포스코특수강, 기술연구소

2. 포항산업과학연구원, 부품신소재연구센터

교신저자: 포스코특수강 E-mail: nskim@poscoss.com

있도록 CAE를 통하여 STS강 전용 신규 몰드를 검증하고자 한다.

2. 열전달계수 조정

2.1 STS강의 온도 변화 측정

일반적으로 강은 탄소강, 합금강, STS강 등으로 분류할 수 있는데 위 강종 별로 각각 고유의 열전달계수를 가지고 있다. 주로 탄소강과 합금강 계열은 그 값이 큰 차이를 보이지 않지만 STS강의 경우 기존 합금강의 열전달계수로는 응고해석에 있어 큰 오차를 나타내기 때문에 이번 실험에서 STS강 주조 시 그림 1과 같이 몰드온도변화를 측정하여 실험값과 이론값의 오차를 보완하였다.

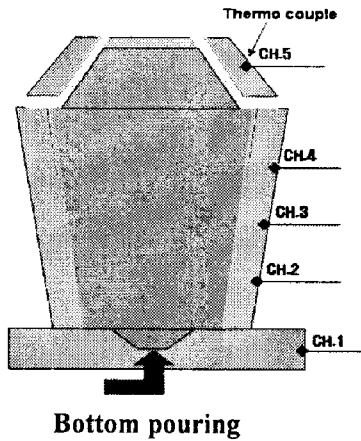
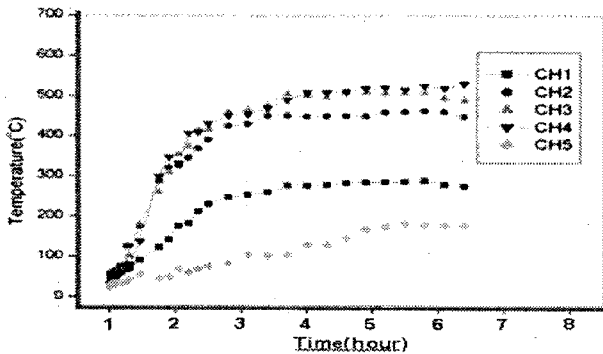


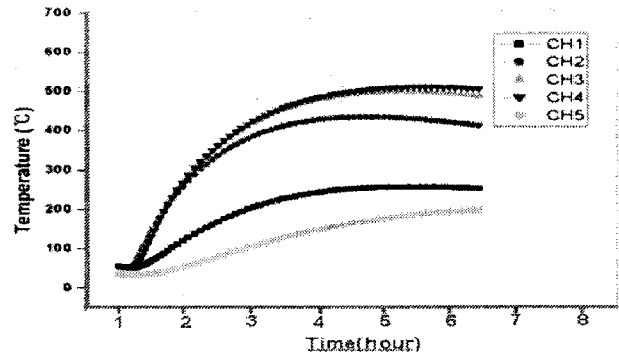
Fig. 1 Position of thermo couple

2.2 온도 변화 비교

당사에서 생산하고 있는 STS304 강종의 몰드 온도변화를 관찰하고 동일한 조건을 바탕으로 전산모사 해석을 실시한 결과 그림 2와 같이 유사한 온도변화를 나타낼 수 있었다.



(A)-Real temperature changes of ingot mold



(B)-Simulative temperature change of ingot mold
Fig. 2 Comparison of real(A) and simulative(B) temperature changes of ingot mold

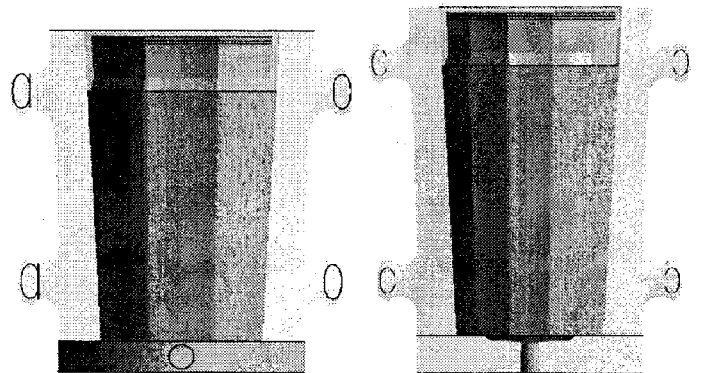
3. 신규 몰드 설계

현재 당사에서 사용중인 몰드는 일반탄소강, 합금강 등의 잉곳에는 품질이 양호하게 나타나지만, STS 잉곳의 경우 불량률이 과다하게 발생되어 STS 잉곳의 품질을 확보할 수 있는 신규몰드의 필요성이 제기되었다. 따라서 본 실험을 통해 열전달계수를 조정하고 그 값을 바탕으로 현재 사용중인 몰드와 기존 몰드 대비 긴 형상을 나타내고 방향성 응고가 기존 대비 더 잘 이루어질 수 있는 신규 몰드를 설계하였다.

Table. 1 Comparison of existing and new mold parameter

구분	고경비	두께비	Corrugate
기존	1	1.1	8
신규	1.2	1.3	12

아래 그림 3은 기존몰드와 신규몰드의 형상을 3D Modeling을 통해 비교한 것이다.



(A)- Existing mold

(B)-New mold

Fig. 3 Comparison of existing and new mold by CAE

4. 응고 해석 결과

3.1 수축결함 비교

현장실험을 통해 열전달계수를 조정하고, 현재 사용중인 몰드와 신규 설계한 20톤급 몰드를 STS 강 중 가장 널리 사용되는 STS304와 STS316으로 전산모사를 통해 수축결함을 비교해 본 결과 그림 4, 5와 같이 기존 몰드에 비해 수축결함 발생 확률이 낮아지는 것을 알 수 있다.

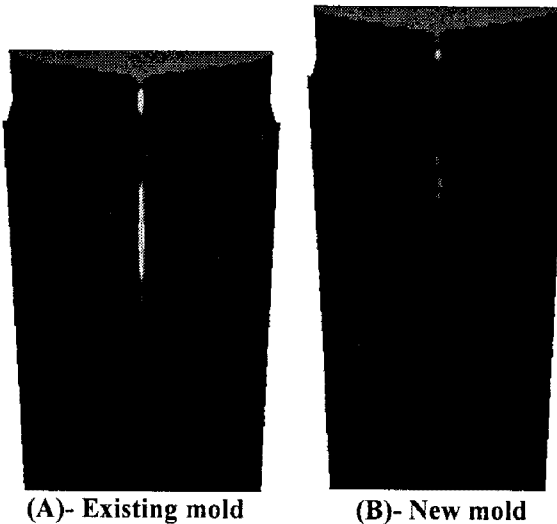


Fig. 4 The shrinkage cavity of STS304 by CAE

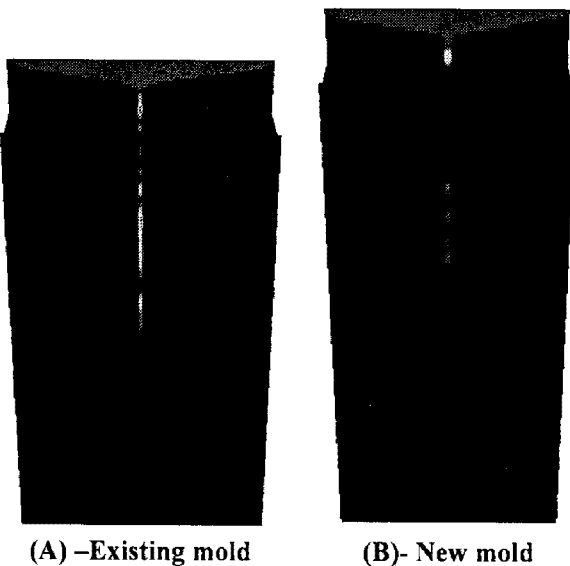


Fig.5 The shrinkage cavity of STS316 by CAE

5. 결론

1. 현장 실험과 해석결과의 온도비교를 통하여 해석경계조건 (열전달 계수, 재료물성, 발열재 경계 조건)을 최적화하였다.
2. 수축결함 비교를 통하여 STS 잉곳에 적합한 수축 결함 파라미터(Feeding Efficiency) 및 Defect Potential값을 최적화하였다.
3. 최적화한 D.P값을 이용하여 기존몰드와 신규몰드에 대해 응고결함예측을 한 결과 기존 대비 신규몰드에서 결함발생확률이 현저히 낮아지는 것을 알 수 있었다.

후 기

본 연구과제 수행에 많은 지원을 해주신 (주)에니캐스팅 관계자 여러분께 감사 드리며, 특히 김성빈 사장님과 윤중목 부장님께 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] A. P. Banks : Solidification technology in the foundry and cast house by Metal Society, 419 (1983)
- [2] G. Fenton : Blast Furn. Steel Plant, 1415 (1957)
- [3] J. G. Emmott : Steel ingot heading practice, (1977), Fosco
- [4] A. W. Brearley and H. Brearley : Ingots and Ingot molds, 89(1918), London, Longmans Green & Co.
- [5] E. Gathmann : Canadian Patent No. 247449 (1925)