

레이들 정련공정에서 V의 분배평형에 관한 연구

김성환* · 유병돈* · 최석우** · 윤덕재**

Distribution Behaviour of V in Ladle Refining Process of Molten Steel

S.W. Kim, B.D. You, S.O. Choi and D.J. Yun

냉간 단조형 비조질강은 열처리 공정을 생략함으로써 제조원가가 절감될 뿐만 아니라, 생산공정이 단순화되어 환경친화적인 철강제품으로 인식되고 있으며 사용량이 증가하고 있다. 냉간 단조형 비조질강 제조기술은 고도의 압연 및 냉각공정 기술을 확립해야 함은 물론이고, 화학성분의 정밀제어 기술도 선행되어야 한다. 냉간 단조형 비조질강의 기본적인 화학성분은 C-Si-Mn-Ti-V-Nb 등으로 구성되며, 불순원소인 P, S 등과 비금속개재물의 저감이 전제되어야 한다.

특히 바나듐(V)은 냉간 단조용 비조질강의 강도와 인성을 동시에 확보하기 위해 첨가되는 주요 합금원소로서, 일반적으로 철강재료 중에 첨가되는 바나듐은 미세한 질화물(VN) 또는 탄화물((FeV)₃C, V₄C₃, VC 등)을 석출시켜 강의 결정립을 미세화하고 균열의 전파를 억제하는 등 기계적 성질을 향상시키고, 열간압연시 미세조직의 균일화 효과가 있어서 특수강 또는 공구강을 제조할 때 중요한 첨가원소로 사용되고 있다. 통상적인 제강조업 조건 하에서는 V 합금성분 조정을 위해 Ferro-V를 첨가하는 것이 일반적이지만, 생산원가가 절감을 위해 제강과정에서 값싼 V 산화물을 투입하여 환원, 회수하는 방법도 시도되고 있다. 슬래그와 용강간의 V의 평형 분배비에 대한 주요 영향 인자로는 슬래그 조성(염기도), 슬래그의 산화도, 온도 등이 고려될 수 있다.

한편, 인(P)은 철강재료의 대표적인 불순원소

로서 가급적 낮은 수준으로 관리해야 할 필요가 있으며, 냉간 단조형 비조질강에 있어서도 예외는 아니다. 그런데, 철강정련과정에서 인(P)과 바나듐(V)은 열역학적으로 매우 유사한 거동을 나타낸다. 즉 용강 중의 [P] 농도와 [V] 농도는 정비례 관계가 성립된다. 그리고 슬래그/용강이 평형상태를 유지할 경우, V의 슬래그/용강간 분배비는 P에 비해 약 10배 이상 높은 것으로 알려져 있다.

따라서 용강의 [V]함량을 높게 유지하는 조건 하에서는 [P]를 제거하는 것이 쉽지 않다. 그러므로 용강의 [V] 함량 조정과정에서 [P] 함량 증가를 억제하기 위한 대책을 수립하기 위해서는 [V]과 [P]의 분배평형에 대한 조업인자들의 영향을 정확하게 이해하고 그에 대한 대책을 수립할 필요가 있다.

본 연구에서는 [V] 첨가강 제조시의 제강조업 조건 설정을 위한 기초자료 확보를 위해, 실험실적 평형실험을 통해 [P]과 [V]의 분배평형에 대한 조업인자들의 영향을 조사하였으며, 주요 연구 내용은 다음과 같다.

- [P] 분배비와 [V] 분배비의 상관관계 조사
- 슬래그 염기도의 영향
- 슬래그 산화도의 영향
- 용강 조성의 영향
- 온도의 영향

* 인하대학교

** 한국생산기술연구원 디지털생산공정팀