

알루미늄 연속주조 용탕의 탈 가스 일체화 장치 개발

이 용중⁰, 김 태원, 김 기대, 류 재엽, 이 형우
창원기능대학

Development of a monolithic apparatus for degasing aluminum continuous casting molten metal

Yong-Joong Lee⁰, Tae-Won Kim, Kee-Dae Kim, Jae-Yup Ryu, Hyung-Woo Lee
Chang Won Polytechnic College

Abstract

It is necessary for managing a perfect process for degasing aluminum molten metal according to the increase of a grade of aluminum and its alloy products. There are some methods that have been used to manage a degasing process in recent years, such as an injection method that uses aluminum molten metal powder and chemicals supplier and input method that supplies argon and nitrogen, or chlorine gas by using a gas blow-tube. However, these methods show some problems, and it shows that it is a difficult process to handle, pollution due to the producing a lot of toxic gases like chlorine and fluoride gas, irregular effects, and lowering work efficiency due to the excessive processing time. The problems that are the most fatal are the producing a lot of sludge due to the reaction of aluminum molten metal with chemicals, loss of metals, and decreasing the life of refractory materials.

In order to solve these problems, this paper develops a technology that is related to aluminum continuous casting molten metal and monolithic degasing apparatus. A degasing apparatus developed in this study improved the existing methods and prevented environmental pollution with smokeless, odorless, and harmlessness by using a new method that applies argon and nitrogen gas in which the methods used in the West and Japan are eliminated.

The developed method can significantly reduce product faults that are caused by the production of gas and oxidation because it uses a preprocessed molten metal with chemicals. In addition, the amount of the produced sludge can also be reduced by 60~80% maximum compared with the existing methods. Then, it makes it possible to minimize the loss of metals. Moreover, the molten metal processing and settling time is also shortened by comparing it with the existing methods that are applied by using chemicals. In addition, it does much to improve the workers' health, safety and environment because there is no pollution. The improvement of productivity and prevention effects of disaster from the results of the development can be summarized as follows.

It will contribute to the process rationalization because it does not have any unnecessary processes that the molten metal will be moved to an agitator by using a ladle and returned to process for degasing like the existing process due to the monolithic configuration. There are no floating impurities due to the oxidation caused by the contact with the air as same as the existing process. In addition, it can protect the blending of precipitation impurities. Because it has a monolithic configuration, it can avoid the use of additional energy to compensate the temperature decreasing about 60°C that is caused by the moving of molten metal. It is not necessary to invest an extra facilities in order to discharge the gas generated from a degasing process by using an agitator. The working environment can be improved by the hospitable air in the factory because the molten metal is almost not exposed in the interior of the area.

1. 서 론

비철금속 산업은 기존의 전자, 전기, 자동차, 건설, 철강, 화학, 조선등의 주요기간 산업에서 시작하여 최근에는 반도체, 우주항공, 고속수송기계 등으로 그 영역을 급격하게 넓혀가고 있고, 비철금속산업의 사용처의 확대에 따라 국제 경쟁력을 확보하기 위해서는 생산과정에서 소요되는 에너지의 절감과 불량률의 최소화 및 시설 운용비의 절감을 위한 보다 개선된 소재 생산 공정의 합리화가 절실하게 되었다[1].

최근에는 알루미늄과 알루미늄 합금 제품의 고급화로 완벽한 알루미늄 용탕의 탈 가스 처리가 요구되고 있다. 이러한 탈 가스 처리를 위한 기존의 방법을 보면, 알루미늄 용탕 파우더와 약품 공급기로 인젝션하는 방법과 가스 취입 관을 사용하여 아르곤가스와 질소 또는 염소가스를 투입하는 방법 등이 사용되고 있다[2]. 그러나 이 방법들은 작업도 어렵고, 염소와 불화물질 유해가스가 대단히 많이 발생하여 공해문제를 유발하는 문제점이 있으며 효과도 일정하지 않고, 과도한 처리시간으로 작업능률이 낮아지는 문제점도 있다. 가장 심각하게 생각되는 치명적인 문제점은 알루미늄 용탕과 약품의 반응으로 인한 많은 양의 찌꺼기의 생성과 더불어 금속의 손실 및 내화재의 수명감소를 야기하는 것이다[2].

이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 연구에서는 알루미늄 연속 주조의 용탕과 탈 가스 장치의 일체화에 관한 기술을 개발하였다. 이미 구미 여러 나라와 일본에서는 질소나 아르곤 가스를 거품 상태로 분사하여 알루미늄 용탕 중의 수소가스 제거와 비금속 작업 처리를 동시에 수행할 수 있는 장치를 독자적으로 개발하여 적용하고 있다[2]. 본 연구에서 개발한 탈 가스 장치는 기존의 방법을 개선하고 구미와 일본에서 적용하는 방법을 배제하는 새로운 방법으로 아르곤 가스, 질소가스를 사용하여 무연, 무취, 무해로 환경오염을 방지하였다. 개발한 방법은 사전에 약품 처리한 용탕을 사용하므로 가스 발생과 산화로 인한 제품 불량률을 현저히 줄일 수 있었고, 발생하는 찌꺼기의 양도 기존 방법에 비하여 최대 60~80%

정도 줄여서 금속 손실을 최소화 할 수 있었다. 또 기존의 약품 사용 방법과 비교할 때 용탕 처리 시간과 진정 시간이 단축되었고, 공해 발생이 전혀 없으므로 작업자의 건강 안전과 작업 환경 개선에 기여하게 되었다[3].

현재 우리나라의 비철금속 소요량은 계속 증가하고 있는 추세이며 이에 따른 생산설비도 증설되고 있으며 보다 생산성이 향상된 시설로 대체되고 있다[1]. 따라서 비철금속산업계에서 본 연구 결과를 활용하게 되면, 자동차 산업의 발달과 경량화로 인한 비철 금속산업의 사용처 확대에 따른 변화에 신속하게 대응할 수 있으며 국가 경쟁력 확보에도 기여할 수 있게 되었다.

2. 본 론

2.1. 공정개선

기존의 알루미늄 연속 제조 공정은 다음 그림 1, 2와 같이 반드시 6단계를 거쳐야 생산이 가능한 것으로 되어 있다.

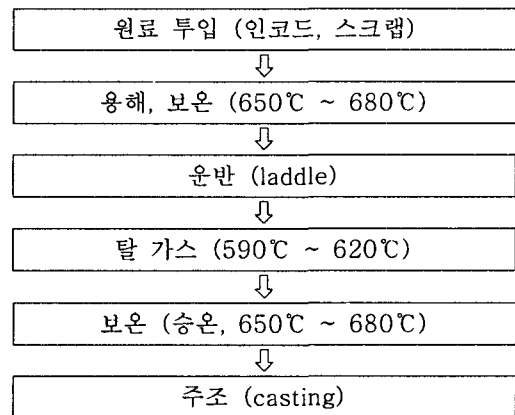


Fig 1. 기존의 알루미늄 연속 제조 공정 순서도

그러나 금번에 개발한 공정은 그림 3, 4와 같이 3가지 공정만으로도 생산이 가능하게 되는 획

기적인 알루미늄 연속 제조 공정의 합리화가 구현되었다[2].

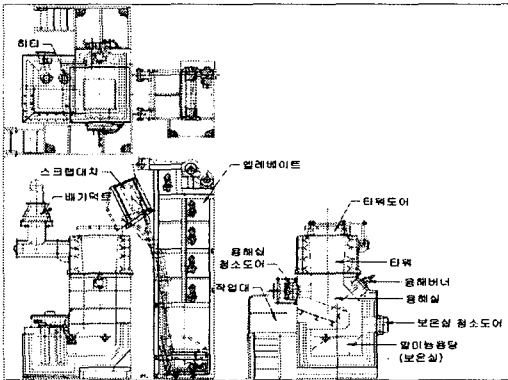


Fig 2. 기존의 알루미늄 연속제조 장치

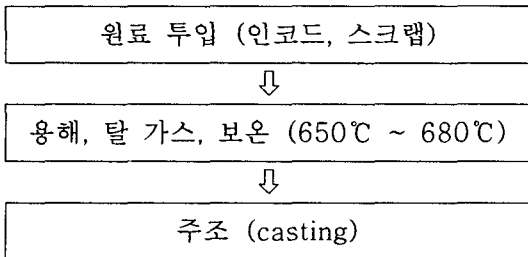


Fig 3. 개선된 알루미늄 연속 제조 공정 순서도

또한, 그림 4의 전체 시스템의 구성 설비는 로 본체, 연소 시스템, 인고트 리턴 스크랩 충전 시스템, 작업 벤치, 후드와 덕트, 제어 파트 등으로 구성된다. 탈 가스 장치가 부착된 일체형으로 구성되어 있으므로 용탕 이동으로 인하여 발생하는 약 60°C 정도의 온도 하강을 보상하기 위한 온도 및 주변 장치의 제어시스템을 설계하고 개발하는 것을 목표로 설정하였다. 이를 위하여 제어 패널과 주변 장치를 운용하는 표준 H/W 모델 선정과 스위치 패키지를 개발하여 적용할 수 있도록 하였다.

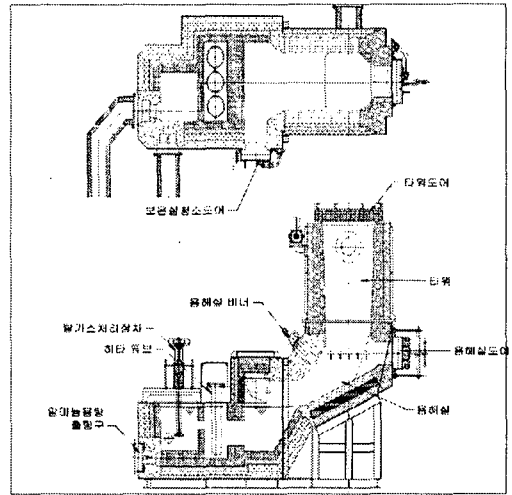


Fig 4. 개선된 알루미늄 연속 제조 장치

2.2. 탈 가스장치

적용 방법은 1개의 로터로 홀딩 로를 통과하는 용탕을 탈 가스 할 수 있도록 제작되었으며 용탕이 담긴 홀딩 로에서 탈 가스 작업을 한다. 용해 실에서는 약품 공급기를 사용하여 찌꺼기 분리와 용탕 중의 불순물과 부유물 처리를 부분적으로 시행하고, 보온 로에서 회전하는 로터를 통하여 AR과 N₂ 가스를 투입하여 원활한 탈 가스 처리와 부유물 처리 작업을 시행하며 알루미늄 합금의 종류와 용탕의 상태에 따라 AR 과 N₂ 가스 사용량을 최소한으로 조정할 수 있도록 하였다[3].

본 연구에서 실제 제작하여 생산 현장에 적용한 설비는 다음 그림 5와 같다. 그림 5의 장치는 알루미늄 용탕의 탈 가스와 비금속 부유물을 제거하기 위하여 설계 제작하였으므로 사용자의 요구 사양을 모두 만족시킬 수 있고, 장치 구성은 기계적 장치, 로터 회전 시스템, 보온 로 시스템과 제어시스템 등으로 구성되어 있다[3].

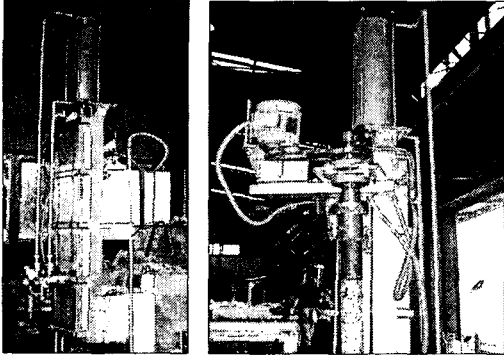


Fig 5. 설치 운영되고 있는 탈 가스 처리장치

2.3. 성분과 경도 품질 평가

알루미늄 연속주조의 용탕과 탈 가스 장치의 일체화로 개선한 용해공정의 용탕 품질 평가를 객관적으로 하기 위하여 성분과 경도 품질 평가를 하였다. 실험 조건을 보면, 시편 채취 장소로 현재 개발 설비가 가동하고 있는 R회사의 용해로를 선택하였고, 채취 위치는 용해로 내의 용탕 수위에서 300mm 아래 부분의 용탕을 채취하였고, 채취할 때의 용탕 온도는 800 ℃이었으며 몰드 냉각은 공냉 방식으로 하였다. 실험에 적용한 몰드 형상은 다음 그림 6과 같다[3].

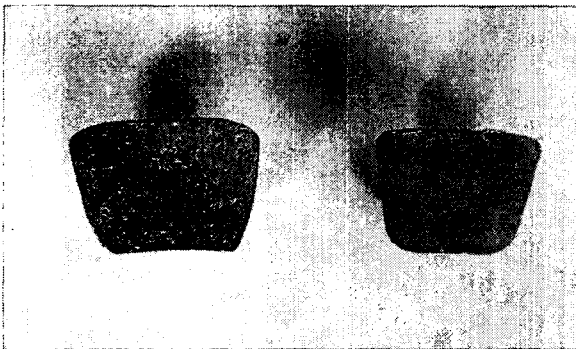


Fig 6. 검사 몰드 시편

시편 검사는 검사 부위를 2.5 mm 가공 후 폴리싱하여 조직을 검사하고, 다시 0.5mm 가공한 다음 성분 검사와 경도 검사를 하였다. 실험 결과와 판정 결과는 다음 표 1과 같다.

구 분	화학성분 (wt %)									
	Cu	Si	Fe	Mg	Mn	Zn	Ni	Sn	Al	
성	표준 SPEC	4.0	13.	1.3	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	그 외
		~ 5.0	~ 15. 5	이 하	이 하	이 하	이 하	이 하	이 하	
분	A 판정	양호	양호	양호	양호	양호	양호	양호	양호	양호
	B 판정	양호	양호	양호	양호	양호	양호	양호	양호	양호
경 도	구 분	A				B				
		1	2	3	4	5	6	7	8	
	표준 SPEC(HRB)									
	소재시편 경도(HRB)									
판 정	양호				양호					

Table 1. 성분과 경도 품질 평가 결과

3. 결 론

개발 결과에 따른 생산성 향상과 재해 방지 효과를 정리하면 다음과 같다.

1) 공정 합리화

일체형으로 구성되어 있으므로 기존 공정처럼 탈 가스를 위하여 래들을 이용하여 용탕을 교반기로 이동하였다가 다시 돌아오는 불필요한 과정이 없으므로 공정 합리화에 기여할 수 있다.

2) 불량률 감소

기존 공정처럼 대기와 접촉으로 인한 산화 현상이 발생되지 않음으로 부유 불순물의 발생되지 않고, 침전 불순물의 혼입을 방지할 수 있다.

3) 에너지 절감

일체형으로 구성되어 있으므로 용탕 이동으로 인하여 발생하는 약 60℃ 정도의 온도 하강을 보상하기 위한 추가 에너지의 사용을 피할 수 있다.

4) 시설 중복 투자 방지

교반기로 탈 가스를 할 때 발생하는 가스 배출을 위한 별도의 시설 투자가 불필요하게 되었다.

5) 작업 환경 개선

용탕이 실내에서는 거의 노출되지 않으므로 공장 실내 공기를 쾌적하게 하므로 작업 환경을 개선 할 수 있게 되었다.

참 고 문 헌

- [1] 한국산업은행, 「KDB 산업리포트」, 2001.
- [2] 이 용중, “실용신안 : 알루미늄 연속 주조에 설치되는 탈가스기”, 출원일 2001.12.27, 출원번호 21-2001-0040317, 등록일 2002.07, 등록번호 제 0283614 호.
- [3] 알루미늄 연속 주조의 용탕과 탈 가스 장치의 일체화에 관한 기술개발, 창원기능대학 산업기술 개발사업 완료보고서. 2003.