

제품생산 시 탈가스 장치를 이용한 품질향상에 관한 연구

강석주^{1*}

¹한국산업인력공단

Degasser for Products Produced Using Research to Improve the Quality

Kang, Seog Joo^{1*}

¹Human Resources Development Service Korea

요약 알루미늄과 알루미늄 합금 제품의 고급화로 완벽한 알루미늄 용탕의 탈 가스 처리가 요구되고 있다. 탈 가스 처리를 위한 기존의 방법을 보면, 알루미늄 용탕 파우더와 약품 공급기로 이젝션하는 방법과 가스 취입 관을 사용하여 아르곤가스와 질소 또는 염소가스를 투입하는 방법 등이 사용되고 있다. 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 치명적인 문제점은 알루미늄 용탕과 약품의 반응으로 인한 많은 양의 찌꺼기의 생성과 더불어 금속의 손실 및 내화재의 수명감소를 야기하는 것이다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 연구에서는 기존에 알루미늄 연속제조를 위해 6단계 공정을 거쳐야 생산이 가능했던 부분을 이번에 개발한 3가지 공정만으로도 생산이 가능하게 알루미늄 연속 주조의 용탕과 탈 가스 장치의 일체화에 통한 기술을 개발에 관한 연구이다.

Abstract Several methods that have been used to manage a degassing process in recent years, such as an injection method that uses aluminum molten metal powder and chemicals, and the input method that supplies argon and nitrogen, or chlorine gas using a gas blow-tube. On the other hand, these methods have some problems, and it is a difficult process to handle pollution due to the production of considerable toxic gases, such as chlorine and fluoride gas, irregular effects, and lowering work efficiency due to the excessive processing time. The problems that are most fatal are the production of considerable sludge due to a reaction of aluminum molten metal with chemicals, loss of metals, and the decreasing life of refractory materials. To solve these problems, this study developed a technology that is related to continuous casting of molten aluminum metal and monolithic degassing apparatus.

Key Word : Aluminum Molten Metal Powder and Chemicals, Degassing Process, Factory, Productivity, Pollution, Temperature Decreasing

1. 서론

비철금속 산업은 반도체, 우주항공, 고속수송기계 등으로 그 영역을 급격하게 넓혀가고 있고, 비철금속산업의 사용처의 확대에 따라 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 기존

의 방법을 보면, 알루미늄 용탕 파우더와 약품 공급기로 이젝션하는 방법과 가스 취입 관을 사용하여 아르곤가스와 질소 또는 염소가스를 투입하는 방법 등이 사용되고 있다[2]. 그러나 이 방법의 문제점은 정리 해 보면 상당히 많다.

많은 문제점을 개선하기 위하여 본 연구에서는 알루미늄 연속 주조의 용탕과 탈 가스 장치의 일체화에 관한 기술을 개발하였다.

*Corresponding Author : Kang, Seog Joo(Human Resources Development Service Korea.)

Tel: +82-10-5450-1419 email: asparas@hanmail.net

Received May 2, 2014

Revised (1st June 5, 2014, 2nd June 27, 2014)

Accepted August 7, 2014

이미 유럽과 여러 나라와 일본에서는 질소나 아르곤 가스를 거품 상태로 분사하여 알루미늄 용탕 중의 수소 가스 제거와 비금속 작업 처리를 동시에 수행할 수 있는 장치를 독자적으로 개발하여 적용하고 있다[2]. 본 연구에서 개발한 탈 가스 장치는 기존의 방법을 개선하고 유럽과 일본에서 적용하는 방법을 배제하는 새로운 방법으로 아르곤 가스, 질소 가스를 사용하여 무연, 무취, 무해로 환경오염을 방지하였다. 개발한 방법은 사전에 약품 처리한 용탕을 사용하므로 가스 발생과 산화로 인한 제품 불량을 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].

2. 설계와 제작

2.1 공정개선

기존의 알루미늄 연속 제조 공정은 6단계를 거쳐야 생산이 가능한 것으로 되어 있다.

이번에 개발한 공정은 3가지 공정만으로도 생산이 가능하게 되었다.

첫 번째 단계 : 원료 투입(인코드, 스크랩)

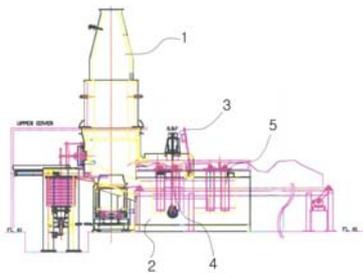
두 번째 단계 : 용해와 탈 가스 및 보온(650℃ ~ 680℃)

세 번째 단계 : 주조(casting)

이와 같이 획기적인 알루미늄 연속 제조 공정을 합리적으로 구성한다[2].

2.2 설비구성

전체 시스템은 다음 Fig. 1과 같이 구성된다.

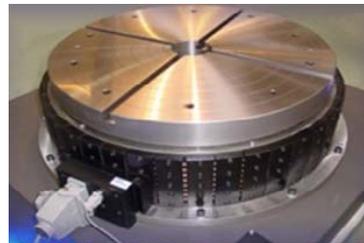


[Fig. 1] Aluminum continuous production unit

Fig. 1에서 ① 용해로 ② 보온로 ③ 모터 ④ 탈 가스 장치 ⑥ 히터이다. 탈 가스 장치는 다음 Fig. 2와 Fig. 3과 같이 서보모터와 일체형으로 구성된다.



[Fig. 2] Degassing device configuration



[Fig. 3] Servo motor integrated device

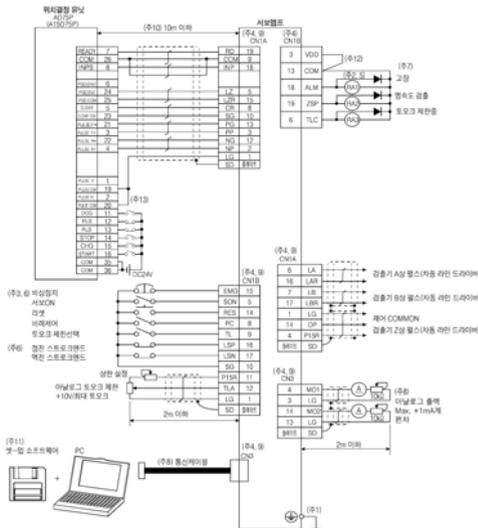
용탕 이동으로 인하여 약 60℃ 정도의 온도 하강이 발생한다. 이것을 보상하기 위한 제어시스템을 운영한다.



[Fig. 4] Operating a control panel

2.3 탈 가스 장치운영

탈 가스 작업은 용탕이 담긴 홀딩 로에서 실시하고, 약 품 공급기를 사용하여 찌꺼기를 분리한다. 이와 더불어 용탕에 포함된 불순물과 부유물을 처리한다. 회전하는 로터를 통하여 아르곤과 질소가스를 투입한다. 로터의 회전 속도와 위치제어 방법은 다음 Fig. 5, 6과 같다.



[Fig. 5] Servo position control module

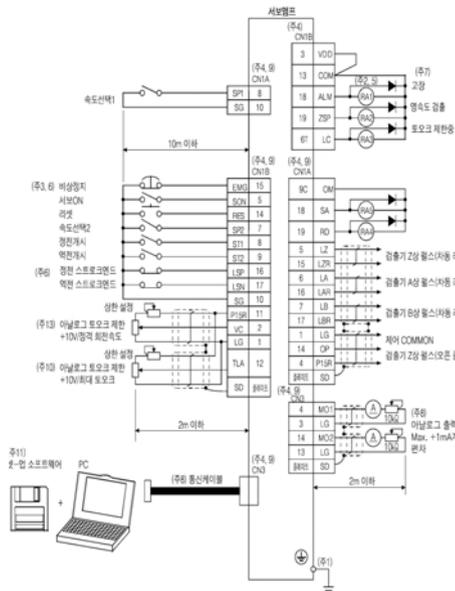
알루미늄 합금의 종류와 용탕의 상태에 따라 아르곤과 질소가스 사용량을 최소한으로 조정한다[3].

3. 효과 분석을 위한 경도 품질 평가

용해공정의 용탕 품질 평가를 객관적으로 하기 위하여 성분과 경도 품질 평가를 하였다. 시편 채취 장소는 울산에 소재한 R회사의 용해로를 선택하였다. 시편을 채취할 때의 용탕 온도는 800(°C)이며 탈 가스 작업 전과 탈 가스 작업 후의 기공을 비교하면 다음 Fig. 6과 같다.



[Fig. 7] Degassing operations before and after the pore inspection
(a) Before degassing (b) After degassing



[Fig. 6] Servo Speed Control Module

Fig. 7을 보면 탈 가스 작업 전, 후 기공 차이가 많은 것을 알 수 있다. 다음은 화학성분과 경도를 검사하기 위하여 2가지 종류의 시편을 채취하였다. 화학성분 검사를 위하여 A시편과 B시편을 각각 2.5(mm) 가공하고, 폴리싱을 한 다음 Table 1과 같이 화학 성분검사를 한다[3]. Table 1을 보면, 탈 가스를 한 A시편과 B시편의 화학 성분이 표준 화학 성분 범위에 들어가므로 양호하다는 것을 알 수 있다[6, 7]. 검사한 결과 본 연구에서 개발한 장치로 탈 가스를 한 A, B시편은 표준 경도에 비하여 월등하다는 판정을 받았다[6,7]. 기타 상세한 강도 데이터는 기업의 노하우에 해당한다. 본 논문에서 강도 데이터도 공개를 생략한다.[8]

[Table 1] Chemical composition of the test results

items	chemical composition (wt.-%)									
	Cu	Si	Fe	Mg	Mn	Zn	Ni	Sn	Al	
standard spec	4.0 ~ 5.0	13.5 ~ 15.5	below 1.3	below 0.5	below 0.5	below 1.0	below 0.5	below 0.3	others	
A	1	4.349	15.058	0.972	0.420	0.323	0.417	0.074	0.012	others
	2	4.469	15.263	1.022	0.476	0.334	0.430	0.080	0.013	others
	3	4.527	15.326	0.977	0.433	0.334	0.438	0.076	0.014	others
	average	4.449	15.216	0.990	0.443	0.330	0.428	0.077	0.013	others
	result	O K	O K	O K	O K	O K	O K	O K	O K	O K
B	4	4.307	14.818	1.0037	0.431	0.326	0.406	0.073	0.008	others
	5	4.366	15.438	1.0434	0.525	0.323	0.415	0.075	0.011	others
	6	4.555	15.319	1.0211	0.452	0.334	0.445	0.077	0.012	others
	average	4.409	15.192	1.023	0.469	0.328	0.422	0.075	0.010	others
	result	O K	O K	O K	O K	O K	O K	O K	O K	O K

[Table 2] Hardness test results

items	unit	A				B			
		1	2	3	4	5	6	7	8
standard spec	HRB	63	62	62	62	63	63	62	65
specimen hardness	HRB	70	70.5	71	72	71.5	70.5	74.5	75.5
result		O K				O K			

4. 결론

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

1) 공정 합리화

일체형으로 구성되어 있으므로 공정 합리화에 기여할 수 있다.

2) 불량률 감소

부유 불순물이 발생되지 않고, 침전 불순물의 혼입을 방지할 수 있다.

3) 에너지 절감

일체형으로 구성되어 있으므로 추가 에너지의 사용을 피할 수 있다.

4) 시설 중복 투자 방지

가스 배출을 위한 별도의 시설 투자가 불필요하게 되었다.

5) 작업 환경 개선

용탕이 실내에서는 거의 노출되지 않으므로 작업 환경을 개선할 수 있게 되었다.

References

- [1] The Korea Development Bank, 『KDB Industrial Report S_J』, 2001.
- [2] Lee, J. H., "Utility Model License : A degassing device applied to continuous aluminum casting", *Application Date: 2001.12.27, Application Number: 21-2001-0040317, Registration Date: 2002.07, Registration Number: 0283614*
- [3] Introduction of heat treatments, Organization of the Japanese Heat Treatment/the Japanese Metal Heat Treatment Association, 1997.
- [4] New edition of the introduction and practice of heat transfers, *DongHae University, Japan*, 1984.
- [5] "Development of an integrated degassing system for aluminum molten metal in continuous casting", *Changwon Polytechnic College, the final report of the project in developments of industrial technologies*, 2003.
- [6] MZ CHEMICAL COMPOSITION OF ALLOYS, MEKHANICHESKIY ZAVOD Ltd, UKRAINE. 2007.
- [7] Lee, J. H., "Development of a monolithic apparatus for degassing aluminum continuous casting molten metal", *A treatise in the Spring Congress in 2004 by KSMTE*; The Korean Society of Machine Tool Engineers, 2004, pp. 115-120.
- [8] S. R. Ahuja, K. D. Hong, K. S. Hong, et al., "The Rapport Multimedia Conferencing System: A Software Overviews", *Proc. of 2nd IEEE Conference on Computer Workstations*, pp. 52-58, March, 1988.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/COMWOR.1988.4800>

강 석 주(kang, seog joo)

[종신회원]



- 1989년 11월 ~ 1991년 3월 : 한국담배인삼공사
- 1996년 12월 ~ 2000년 8월 : 대한상공회의소 교육훈련사업단 교수
- 2000년 9월 ~ 2014년 2월 : 한국산업인력공단 책임연구원
- 2014년 2월 ~ 현재 : 한국산업인력공단 책임전문위원

<관심분야>

인력개발(HRD), 자격, 교육, 직업교육훈련, 출제기준, 금형, 주조, 절삭가공, 소송가공