

주조용 마그네슘합금의 제조 기술



김 경 현

(KIMM 재료기술연구부)

- '74 울산대학교 재료공학과(학사)
- '89 경북대학교 금속공학과(석사)
- '84-'85 독일 연방재료연구소 (BAM)
- '79-현재 한국기계연구원 선임연구원



이 정 무

(KIMM 재료기술연구부)

- '89 서울대학교 금속공학과(학사)
- '91 서울대학교 금속공학과(석사)
- '91-현재 한국기계연구원 연구원



김 동 극

(서울엔지니어링 (주))

- '87 한양대학교 기계공학과(학사)
- '87-현재 서울엔지니어링 (주) 기술연구소 과장

V. M. Levedev

- '65-현재 러시아 항공재료 연구소 (VIAM) 알루미늄, 마그네슘합금 연구부장

I. J. Mukhina

- '67-현재 러시아 항공재료 연구소 (VIAM) 마그네슘합금 연구실장

1. 머리말

마그네슘합금은 비중이 1.75 정도로 알루미늄 합금의 약 2/3정도이며 비강도와 고온 강도가 높고 가공성이 우수하다. 그러나 마그네슘합금은 부식저항성이 낮아 사용에 한계가 있었다. 근래에 들어 마그네슘 합금에 대한 새로운 합금 개발, 진보된 용해 기술 개발 등으로 내식성이나 고온 특성 등의 제반 특성이 향상된 소재를 제조하여 항공, 우주산업을 비롯하여 자동차 산업 분야에 이용이 확대되고 있으며[1] 또한 최근에는 전자파에 대한 차폐성과, 내충격이 우수하여 전자 부품 및 컴퓨터 부품 등으로의 사용도[2] 기대되고 있다.

마그네슘합금 제조에서 가장 중요한 기술에는 용해시 SF₆+CO₂의 혼합가스로 용탕의 산화를 방지하는 기술, 내식성 향상을 위하여 고순도합금을 용해하는 기술 및 개량처리를 하여 입자를 미세화시키는 기술 등이 있다. 주조용 마그네슘 합금은 크게 Mg-Al계 합금과 Mg-Zr계 합금으로 나누어지는데, 입자미세화처리는 합금계에 따라 달라진다. 즉 AZ91 합금과 같은 Mg-Al계 합금은 C₂Cl₆로 개량처리하거나 고온에서 급냉시키는 방법 등으로 입자를 미세화시킨다. 반면 Mg-Zr합금계에서는 Zr이 입자미세화에 큰 효과를 가지고 있으나 Zr을 첨가시키는 것 자체에 상당한 기술이 필요하다.

본 고에서는 주조용 합금인 Mg-Al합금계와 Mg-Zr합금계를 SF₆+CO₂의 보호 가스를 사용하는 Fluxless법으로 용해 및 주조하여 제조하는 방법을 소개하고자한다.

2. Mg-Al합금의 제조

표 1은 상용 Mg-Al계 합금의 조성 및 기계적 성질을 나타낸 표이다. 이중 AZ91은 가장 널리 사용되는 합금으로, 입계반응에 의해 α -Mg 고용체와 $Mg_{17}Al_{12}$ 의 조성을 갖는 β 석출상이 lamellar 형태로 적층된 것이 특징이다[3]. AZ91합금은 강도가 높을 뿐 아니라 주조성이 뛰어나기 때문에 다이캐스팅 주조합금으로도 적합한 합금이며 사형주조와 금형 주조에서는 높은 인장 및 항복강도를 나타내며 내압용 재료로 널리 사용되어 왔다. 그리고 고순도 합금인 AZ91HP 합금은 내식성이 우수하고 고온특성이 양호하여 약 120℃까지 사용되는 부품에 주로 응용되어 왔다[4]. 그림 1은 AZ91합금으로 제조된 Sikorsky CH53E의 Rotor transmission case이다.

여기서는 AZ91합금을 Fluxless법으로 용해 및 주조하여 제조하는 방법에 대하여 기술하고 Flux법으로 제조한 합금과의 특성을 비교하였다.

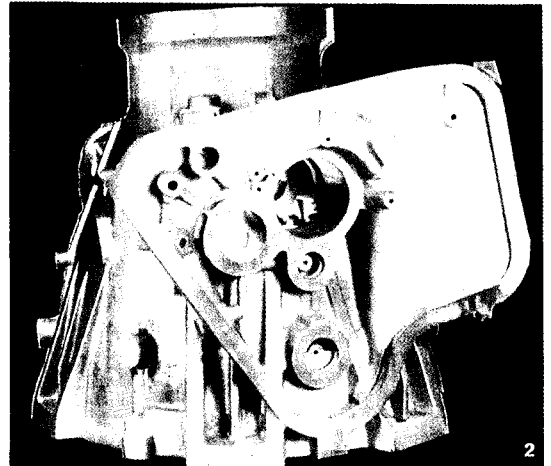


그림 1. AZ91합금으로 제조된 Rotor transmission case

2.1 용해 및 주조

(1) 마그네슘 합금 용해용 도가니, 용해도구들은 용해시 고용이 되지 않는 철로 제작하며 사용하기전 충분히 예열시키고 녹을 제거한다.

표 1. 상용 Mg-Al 합금계의 조성 및 기계적 성질

합금명	조성(wt.%)				열처리 상태	기계적 성질		
	Al	Zn	Mn	Others		인장강도 (Kg/mm ²)	항복강도 (Kg/mm ²)	연신율 (%)
AM100A	10.0	-	<0.1	-	F	15	8.5	2
					T4	28	9	10
					T6	28	11	4
AZ63A	6.0	3.0	0.15	-	F	20	10	6
					T4	28	10	12
					T6	28	13	5
AZ81A	8.0	0.7	0.13	-	T4	28	10	12
AZ91C	9.0	0.7	0.13	-	F	17	10	2
					T4	28	10	11
					T6	28	13	5
AZ92A	9.0	2.0	0.10	-	F	17	10	2
					T4	28	10	10
					T6	28	15	2
AS21	1.7	-	0.4	1.1Si	F	24	13	9
AE42	4.0	-	-	2.0 RE	F	25	11	17

(2) 도가니에 마그네슘 합금 주괴를 장입한 후 서서히 가열시키며 용해되기 시작할 때부터 0.15% SF₆+5% CO₂ 비율로 도가니에 취입하면서 용해시킨다. 용해가 시작되어 용락이 되면 예열한 주괴를 장입한다.

(3) 용해가 끝나면 용탕 온도를 770°C로 가열한 후 730°C로 냉각시키고 C₂Cl₆ 정제를 용탕 무게의 0.11% 정도 투입하여 개량처리한다.

(4) C₂Cl₆로 개량처리 시킨 후 개량처리 유무를 확인하기 위해 시험편의 단면을 확인한다. 단면을 관찰하여 개량처리가 부족하다고 판단되면 개량처리제를 추가로 투입할 수도 있다. 개량처리제중 C가 개량처리 역할을 하는데, C₂Cl₆ 이외에 사용 가능한 개량처리제로는 MgCO₃, CaCO₃, C 및 CO₂ 등이 있다. C₂Cl₆ 개량처리제 사용시 마그네슘 합금에 염소성분이 잔존하게 되어 내식성이 저하될 우려가 있다. 이 외에 개량처리 방법으로 800°C에서 25-30 분 유지하는 방법도 있으나 연료비 증가와 산화의 위험이 따른다.

(5) 용탕내 비금속 개재물을 제거하거나 탈가스 처리를 하기 위해 고순도 Ar가스를 용탕내 투입하는데, 고순도의 주괴를 사용하는 경우 생략해도 좋다.

(6) 개량처리 시킨 후 15분 정도 진정시킨 다음 용탕 온도 715°C에서 주형에 주입시킨다.

2.2 개량처리효과

그림 2는 C₂Cl₆에 의한 개량처리전·후 그리고 개량처리후 도가니 바닥부분에서 채취한 시험편 파단면의 조직이다. 개량처리하지 않은 것은 파단면이 조대하고 거친 양상을 보이나 C₂Cl₆로 개량처리한 시험편은 미세한 파단면을 보여주고 있다.

또한 C₂Cl₆로 개량처리한 후 도가니의 밑바닥 부분에서 채취한 시험편의 파단면은 조직이 조대할 뿐 아니라 불순물들이 관찰되므로 통상 도가니의 밑바닥 부분의 용탕 15%는 사용하지 않고 버린다.

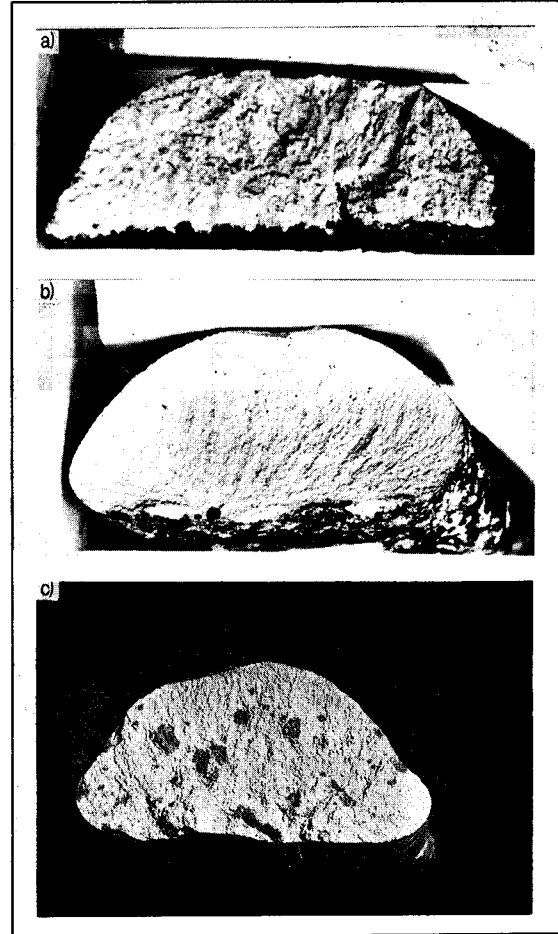


그림 2. 개량처리 유무에 따른 시료의 파단면 사진
a) 개량처리전 b) 개량처리후
c) 도가니 바닥부

2.3 제조방법에 따른 마그네슘합금내 수소 가스량

그림 3은 마그네슘합금내 수소가스량을 비교하기 위하여 Flux에 의한 탈가스법과 0.5%SF₆+air 및 0.5%SF₆+CO₂+air에 의한 Fluxless용해법과 서로 다른 개량처리제를 사용하여 제조한 AZ91마그네슘 합금내의 수소 함유량을 측정하여 비교한 것이다. Flux법으로 용해할 경우 Magnesite로 개량처리되는데, 이 경우 수소 가스의 함량은 28.5cc/100g.Mg로서 0.5%SF₆+air 용해법과 fluoroplastic

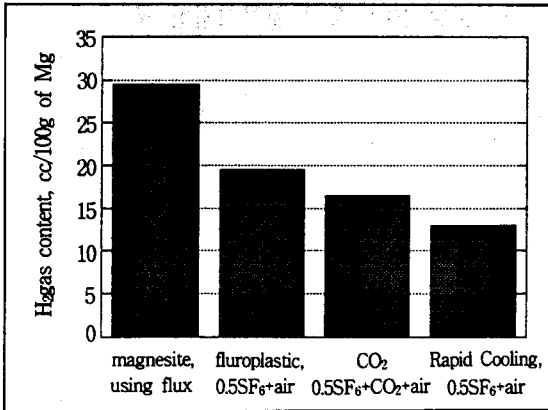


그림 3. 용해법과 개량처리제에 따른 합금내 수소 가스 함유량 비교

로 개량 처리한 것, 그리고 0.5%SF₆+CO₂+air에 의한 용해법과 CO₂로 개량처리한 것보다 효과가 떨어진다. 또한 0.5%SF₆+air에 의한 Fluxless용해법에서도 급냉시키는 개량처리법이 가장 효과적이다[5].

2.4 용해법에 따른 합금의 순도

고순도합금인 AZ91E합금을 Flux와 Fluxless용해법으로 제조한 시료의 불순물을 조사하였는데, 그 결과는 표 2와 같다. Fluxless용해법으로 용해

한 시료의 염소 성분은 0.0006%로 Flux법으로 용해한 시료의 염소성분 0.005% 보다 10배 정도 순도가 우수하다. 그밖에 Fe, Si, Cu와 같은 불순물의 함량도 Fluxless법으로 용해한 합금에서 낮게 검출된다. Fe, Cu 등의 원소는 내식특성에 유해한 영향을 미치기 때문에 이들 원소의 함량을 낮게 관리하는 것이 필요하다.

그리고 Fluxless용해법으로 제조한 시험편의 산화 개재물 함량은 0.2mm²/cm² 로 Flux법으로 용해한 시험편 0.3mm²/cm² 보다 개재물이 50% 정도 적다.

2.5 내식성

AZ91 합금은 다이 캐스팅에 의해 많이 사용되고 있다. 다이 캐스팅은 고속, 고압에 의해 제조되므로 제품내부에 가스에 의한 기포결함들을 피할 수가 없다. 이러한 기포결함들은 용체화 처리시 표면으로 확산되어 나타나므로 T4 나 T6 열처리하는 불가능하다. 따라서 내부의 응력을 제거하여 치수 안정성을 향상시키기 위한 응력제거 열처리를 수행하게 된다.

그림 4는 개개의 응력제거 열처리온도에서 20시간 유지후 부식성시험 결과이다. 부식시험은 ASTM B-117로 수행하였으며 35℃의 5% NaCl

표 2. 용해 방법에 따른 불순물 및 개재물의 함량 비교

Quality index	Unit of measurement	Melting method		Quality estimation	
		under flux	without flux		
Chlorine content	%	0.006	0.0005-0.0006	10 times smaller	
Harmful impurities	Fe	0.01-0.02	0.005-0.016		
	Si	0.02-0.2	0.01-0.2		
	Cu	0.01-0.02	0.008-0.016		
Hydrogen content	cm ³ /100g	as-cast	18	11	by 30% less
		T6	22	15.6	
Presence of oxide inclusions	mm ² /cm ²	0.3	0.2	by 30% less	

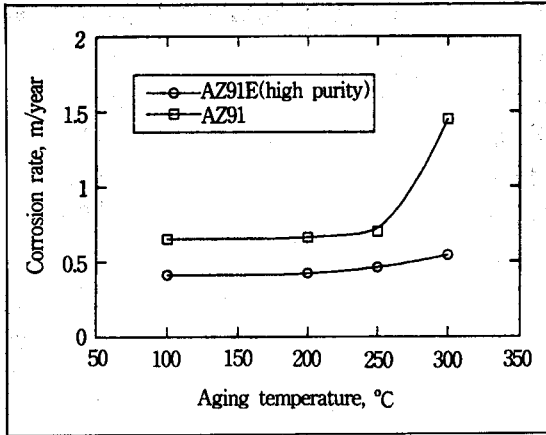


그림 4. 응력제거 열처리 온도에 따른 부식성 비교

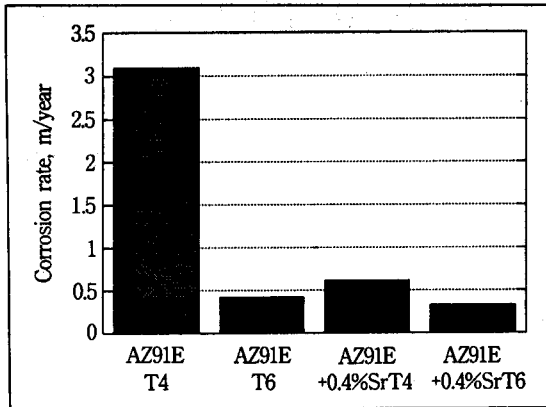


그림 5. 열처리와 Sr첨가에 따른 부식성 비교

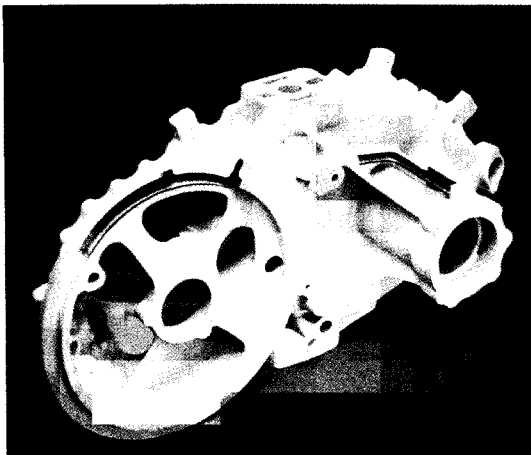


그림 6. ZE41합금으로 제조된 엔진기어 박스

수용액으로 10일 동안 분무시험한 후 중량 감소를 측정하였다. 고순도합금인 AZ91E 합금의 경우 응력제거 열처리 온도 증가에 따라 내식성이 서서히 감소하고 있다. 고순도가 아닌 AZ91합금의 경우 부식성이 서서히 증가하다가 응력 제거 열처리 온도가 300°C 이상에서는 급격히 부식성이 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 고순도 합금은 고순도가 아닌 합금에 비하여 내식성이 아주 우수한 것을 알 수 있는데, 이것은 마그네슘합금중 Fe, Ni, Cu와 같은 불순물 함유량이 적은 고순도 합금이 내식성이 그만큼 우수하다는 것을 나타낸다.

AZ91E 합금에서 T4와 T6 열처리에 따른 부식 시험결과를 그림 5에 나타내었다. 고순도합금인 AZ91E 합금을 T6 열처리한 시험편은 0.42m/year로서 T4 열처리한 시험편 3.1m/year 보다 내식성이 우수하다. 이것은 T6 열처리에 의해 고용된 Mg₁₇Al₁₂ 상들이 입계와 입내에 미세하게 석출되기 때문이다[6]. 또한 같은 T4 처리한 AZ91E 합금이라도 Sr을 미량 첨가한 것은 0.61m/year 으로서 첨가하지 않은 시험편보다 내식성이 현저하게 향상됨을 알 수가 있으며 Sr을 첨가한 AZ91E T6 합금 시험편의 부식성은 매우 우수하다.

3. Mg-Zr합금

Mg합금에 Zr을 소량만 첨가하여도 주상정 조직과 조대한 조직이 미세한 조직으로 바뀐다. Mg-Zr계 합금의 대표적인 것은 Mg-Zn-Zr계 합금으로서 이중에서 가공성을 향상시킨 1 - 3%의 저 Zn합금과 고강도로써 주조, 가공성 양용인 4 - 6 %의 고Zn합금이 있다. Mg합금에서 Zr을 첨가하면 조직이 미세화되어 강도와 연신율이 증가하며 재결정온도를 상승시켜 재결정입도를 미세하게 하는 효과가 있다[7],[8]. 대표적인 Mg-Zr합금의 조성 및 기계적 성질을 표 3에 나타내었다. 그림6은 ZE41합금으로 제조한 엔진 기어 박스이다.

여기서는 Mg-Zr합금을 Fluxless법으로 제조하는 방법에 대하여 기술하겠다.

표 3. 상용 Mg-Zr 합금계의 조성 및 기계적 성질

합금명	조성(wt.%)				열처리 상태	기계적 성질		
	Zn	RE	Zr	Others		인장강도 (Kg/mm ²)	항복강도 (Kg/mm ²)	연신율 (%)
ZK51A	4.6	-	0.70	-	T5	24	14	5
ZK61A	6.0	-	0.70	-	T5	27	18	5
					T6	27	18	5
ZE41A	4.2	1.2	0.70	-	T5	21	14	3.5
ZE63A	5.7	2.5	0.70	-	T6	30	19	10
QE22A	-	2.0	0.60	2.5 Ag	T6	25	18	2
EZ33A	2.7	3.3	0.60	-	T5	14	10	2
WE43	-	3.0	0.5	4.0 Y	F	23	18	2
WE54	-	3.5	0.5	5.25 Y	F	28	20	2

3.1 Zr의 입자 미세화

(1) Zr의 입자 미세화 기구

용융 Mg에서 Zr의 고용한은 800°C에서 약 0.7%이며 온도가 증가하여도 고용한은 조금밖에 증가하지 않는다. 그리고 Mg의 용점에서는 고용한이 0.5% 정도로 감소한다.

Zr의 입자미세화 효과는 Zr이 부화된 입자의 석출에 기인하는 것으로 생각되는데, 용탕이 냉각될 때 석출되는 입자들이 핵생성제 역할을 한다. Zr이 효과적으로 작용하기 위해서는 다음의 사항들이 제대로 이루어져야 한다.

- 용탕중의 Zr이 Mg에 고용되어 있어야 한다.
- 고용될 수 있는 최대한의 Zr을 첨가하여야 가장 효과적으로 입자를 미세화시킬 수 있다.
- 용탕의 온도 제어가 필수적이다.

(2) 입자미세화를 방해하는 원소

Zr은 다른 원소들과 쉽게 결합하여 화합물을 형성하는데, 이들은 Mg에서 불용성 화합물로 존재한다. 화합물이 된 Zr은 입자미세화에 효과도 없으므로 화합물 형성을 최소화시켜야 한다.

유해한 원소로는 Al, Si, Mn, Fe, H 등이 있다. Al, Si, Mn 등을 피하기 위해서는 Al합금을 함유한 혼합 스크랩, sand에 오염된 스크랩, 도가니 등의 오염을 피해야 한다. Al은 자기 무게의 20배 가량의 Zr과 결합하여 불용성 화합물을 형성하므로 Al이 조금만 들어가도 Mg-Zr의 용탕을 못쓰게 만든다.

Fe은 용탕의 온도가 아주 높은 경우에만 어려움을 야기시킨다. 820°C가 허용 가능한 최대 온도이며 이 온도 이하에서 Mg-Zr 용탕에 미치는 영향은 크지 않다.

용탕에서 수분을 피할 수 있으면 H의 결합은 그다지 심각한 문제를 야기시키지 않는다.

(3) Zr 초과 첨가의 필요성

0.7%의 Zr을 첨가할 경우 고용되어 남아있는 Zr은 약 0.5% 가량이다. 따라서 우수한 특성을 얻기 위해서는 더 많은 Zr을 첨가하여야 한다. 또한 앞에서 설명한 것처럼 용탕에서 Zr을 손실시키는 여러 인자가 있으므로 과잉의 Zr을 첨가하여 용탕을 처리하는 동안 손실을 보전하고 최대의 Zr의 존재할 수 있도록 해야 한다.

3.2 용해 설비

오염을 방지하기 위하여 Mg-Zr합금에 사용하는 도가니, 열전대, 그 외 도구들은 Al을 함유한 합금에서 사용하는 것과 분리하여 보관해야 한다.

(1) 爐와 도가니

Mg-Zr용 爐와 도가니는 다른 Mg계 합금에서 사용하는 것과 동일하다. 爐 제작시, 도가니를 바닥보다 약간 높게 설치하면 용해 작업이 편리하고 안전해진다. 爐에서 합금화 작업시 용융금속의 온도가 수 분 동안 안정하게 유지될 수 있어야 한다. Mg-Zr 합금에는 내화재 도가니나 흑연도가니보다 연강이나 주강으로 제조된 도가니를 사용하는 것이 좋다.

(2) 열전대

Mg-Zr 합금 용탕을 다룰 때 정확한 열전대를 사용하는 것은 아주 중요하다. 열전대는 용탕이 들어있는 도가니에 직접 넣어 사용할 수 있는 것이 좋다. 그러나 그것이 불가능하면 반응이 빠른 것을 사용하여야 한다. 열전대가 용탕이 아닌 도가니 밑바닥에 놓이지 않게 주의해야 한다.

(3) 교반기

Zr모합금이 Mg에 잘 섞일 수 있도록 교반기를 설치할 필요가 있다.

(4) 도가니 뚜껑

보호가스를 도가니에 유지시키기 위해 연강으로 제조한 도가니 뚜껑이 필요하다. 도가니 뚜껑은 장입, 합금화, 시편채취, 출탕시에 필요하다. 뚜껑의 고정부위로 가스공급 파이프와 열전대가 들어갈 수 있게 하는 것이 좋다.

(5) 보호가스 계측기 및 분배기

계측기는 광범위한 속도 구간에서 사용가능하며 일정한 양의 가스를 공급할 수 있어야 한다. 높은 유속과 낮은 유속을 제각기 제어할 수 있는 단순한 조절기를 부착하는 것이 좋다. 분배기는 이동루트를 통하여 도가니뿐만 아니라 드로스 용기, 출탕구 등에까지 일정한 유속으로 보호가스를 공급할 수 있어야 한다.

3.3 용해 및 주조

Flux를 사용하지 않고 CO₂에 SF₆가 1.5-2% 함유된 가스를 사용하여 산화나 화재를 방지하며 Mg-Zr합금을 용해, 합금화, 주조할 수 있다.

(1) 장 입

Flux가 없으므로 반응에 의한 회토류금속의 손실은 거의 없으며, 산화로 인한 손실 등을 보상하기 위해 경화제를 첨가한다. Flux가 없으므로 도가니 밑바닥에 퇴적되는 층이 현저히 작아진다. 그 결과 출탕 후 잔탕을 제거할 필요가 없으며, 다음 주조 준비를 바로 할 수 있다. 잔탕은 세 번 정도까지 사용할 수 있으며 그 후에는 잔탕을 주괴로 부어내고 도가니를 세척해야 한다.

(2) 용 해

가스 보호를 효과적으로 하기 위해 용융금속에서 도가니 윗부분까지 최소한 200mm 정도의 여유공간을 두어야 한다. 필요한 보호가스의 유속은 용탕 표면적과 작업조건에 따라 달라지는데, 표 4에 적당한 유속을 나타냈다. 가능하면 많은 양의 스크랩과 주괴를 도가니 뚜껑으로 장입하고 보호

표 4. 적절한 보호 가스의 유속

도가니직경	용탕유동이 없을 때 (용해/유지)-낮은 유속		용탕유동이 있을 때 (합금첨가/출탕)-높은 유속	
	SF ₆ (cc/min)	CO ₂ (l/min)	SF ₆ (cc/min)	CO ₂ (l/min)
30 cm	60	3.5	200	10
50 cm	60	3.5	550	30
75 cm	90	5.0	900	50

가스를 낮은 유속으로 적당히 흘린다.

용해시 부식이나 산화가 된 스크랩을 사용하는 경우 유속을 보통때 보다 50% 정도 더 크게 한다. 그러나 아주 더러운 스크랩을 사용하는 경우 용해중 발생하는 산화를 조절할 수 없기 때문에 Fluxless법으로 재용해하기 힘들다. 그런 스크랩은 모아서 일단 Flux법으로 주괴를 만든 뒤 이 주괴로 Fluxless법을 사용하여 다시 용해한다.

용해가 시작되면 장입할 다른 합금들을 예열한 후 도가니 뚜껑으로 장입한다. 뚜껑부가 열려 있는 동안에는 산화나 화재를 방지하기 위해 유속을 약간 더 높인다. 완전히 용해되면, 열전대를 집어넣고, 용탕이 교반 온도에 도달하면 유속을 낮게 유지시킨다.

(3) 교 반

용탕을 교반하기 전 교반기를 붉게 가열하고, 산화물이나 dross가 들어가는 것을 막아 주기 위하여 용탕 표면을 깨끗이 하여준다. 교반시 원형으로 부드럽게 저어주는데 도가니 끝단에서 살짝 들어준다. 교반기가 도가니 바닥을 긁을 수도 있음으로 주의해야 한다. 수평으로 원모양을 그리며 젓는 것은 효과적이지 않다.

적절한 교반시간은 개별적인 조건마다 약간씩 다르지만 약 2분 정도면 최적의 입도를 얻을 수 있다. 교반작업의 목적은 Zr을 합금화할 때 용탕 내에 Zr이 가장 빠른 시간내에 포화되게 한다는 것을 잊어서는 안된다. 포화된 용탕을 계속 교반할 경우 Zr이 손실될 수 있으므로 과도한 교반은 피해야 한다.

교반은 수작업으로도 가능하며 회전 교반기를 사용하여 기계적으로 할 수도 있다. 회전교반기를 사용할 때, 회전속도를 너무 높이면 안된다. 회전속도가 크면 소용돌이가 발생하여 와류를 형성할 수도 있다.

(4) 용탕채취

Zr함량을 측정하거나 화학성분 분석시편 및 기계적 특성시편을 제조하기 위하여 용탕을 채취하는데 이때에 용탕의 산화를 방지하기 위하여 유

속을 높여 보호 가스의 양을 증가시켜 준다.

(5) 용탕 채취후 유지시간

용탕을 유지하는 동안 용탕의 온도는 출탕온도와 도가니에서 몰드로 이송할 때 손실될 수 있는 온도를 합한 온도로 유지해야 한다 (그러나 820°C를 넘어서는 안된다.). 용탕을 40분 이상 유지해서는 안되는데, 그럴 경우 Zr이 과도하게 손실될 수 있다.

Flux법과 달리 용탕표면의 dross를 제거할 필요가 없으며, Fluxless법으로는 산화물 분리가 되지 않으므로 특별한 여과기술이 필요하다.

(6) 최종 세척 및 출탕

통상의 lift-out 온도는 출탕온도보다 약 20°C 가량 높다. 이는 용탕의 도가니에서 출탕 station까지 이송할 때 생기는 냉각을 고려한 것이다.

lift-out 하기 직전 보호가스의 유속을 높게 올린다. 용탕 이송시 용탕 표면에 요동이 생기지 않게 주의하여야 한다. 출탕 station에서 용탕표면을 마지막으로 세척해준다. Flux를 사용하지 않으므로 도가니의 벽이나 가장자리에 대한 세척은 필요하지 않다.

출탕하기 위해 뚜껑의 분리부를 제거한다. 보호가스 분위기 하에서 출탕하여 출탕되는 금속의 산화를 방지한다. 출탕속도에 따라 가스의 유속은 달라지는데, 20-40 l/min 정도가 필요하다.

크기와 무관하게 출탕후 용탕의 약 20%는 도가니에 남는다. 이 잔탕은 다음 용해에 사용할 수 있다. 잔탕에 주괴를 재장입하는 경우 장입전 완전히 예열해야 한다. 또한 재장입한 주괴로 인해 잔탕금속표면에 생기는 요동이 없어질 때까지 보호가스를 강하게 뿌려야 한다.

(7) 여 과

Flux를 사용하지 않으므로 불순물 - 특히 산화물의 침전은 완전하지 않다. 불순물, 산화개재물들이 주조품에 들어가지 않게 하기 위해 여과장치가 필요하다. 기존의 형태를 바꾸기가 쉽지 않으므로 여과장치는 초기에 running system과 결합하여 제작해주어야 한다.

4. 맷음말

마그네슘 합금은 자동차, 항공우주산업을 중심으로 전자, 기계부품등으로의 사용이 급격히 증가하는 추세에 있다. 이에 발맞추어 마그네슘 합금의 제조 기술에 대한 연구도 꾸준히 수행되어 Flux를 사용하지 않는 새로운 용탕 처리 방법, 특성을 향상시키기 위한 입자 미세화 기술, 반응용 가공 기술과 급냉응고법 등의 새로운 제조 공정 개발로 소재의 품질을 향상시키고 생산성을 높이고 있다.

그러나 국내에서는 소재 자체의 특성에 대한 연구는 이루어지고 있으나 소재를 제조하는 용해, 주조 등의 기술 개발에 대한 연구는 부진한 실정이다. 향후 예상되는 마그네슘 합금의 수요를 충족시키고 만족스런 품질 수준을 갖는 건전한 소재를 제조하기 위하여 진보된 용해 및 주조 기술에 대한 연구가 많이 수행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] R. K. Wyss : Advances in Magnesium Alloys and Composites (1988) 25
- [2] Y. Murakami : Sciences and Engineering of Light Metals 10 (1991)
- [3] I. J. Polmear : Magnesium Alloys and their Applications (1992) 201
- [4] P. Lyon : 19th European Rotorcraft Forum (1993)
- [5] 김 경현, 이 정무 : “항공기용 마그네슘합금 부품 제조기술개발” 한국기계연구원 연구보고서 (1995)
- [6] E. S. Ko, S. H. Yoon, C. S. Kang and K. S. Shin : Proceedings of 2nd Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (1995) 2263
- [7] C. S. Roberts : Magnesium and its Alloys, 126
- [8] I. Y. Mukhina, V. V. Stepanov : Magnesium Alloys for Modern Technics, 124