

Mg 합금의 개발 현황



김 경 현

(내식재료실 선임연구원)

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



이 정 무

(내식재료실 연구원)

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

1. 머릿말

Mg는 고가이며 부식에 대한 저항성이 작고 응력부식균열로 인한 설계상의 제약과 낮은 크리프 강도, 스크랩의 재생기술 등의 문제로 인해 주로 비구조용 재료로 철강이나 알루미늄 합금의 첨가원소, 철강제련시의 탈황제, 화학약품 등으로 사용되어 왔다. 그러나 근래에 들어서는 Mg합금의 비강도가 크고 치수안정성, 기계가공성 및 진동 흡수성 등의 특성이 우수하여 구조용재료로서의 사용이 증가하며 많은 관심의 대상이 되고 있다.

Mg 합금은 다이캐스팅시 금형인 철강제를 거의 고용하지 않으므로 Hot Chamber 방식이 가능하여 금형수명이 연장되고, 응고잠열이 작고 Shot Cycle이 짧아 생산성이 높기 때문에 구조재로 매우 우수하다. 일본과 유럽에서는 Al 합금 다이캐스팅재 보다 내식성이 좋은 고순도 Mg 합금을 개발하였으며, SF₆ 가스분위기에 의한 Fluxless 용해기술 확립, 표면처리기술확립, Hot Chamber 공정에 의한 정밀 제품개발, 자동급탕장치 개발 등의 연구개발 성과로 최근 수년동안 Mg 합금의 부품소재사용이 50% 이상 증가하는 추세에 있다.

Mg 합금의 용도는 주로 항공기, 미사일, 로켓트 등의 항공재료와 자동차 부품소재이었지만 최근 컴퓨터, 사무통신기기, 에너지저장합금, 원자력산업용품 등으로 수요의 저변확대가 이루어지고 있다.

Mg 합금의 수요증가에 힘입어 Mg합금의 내식성, 고온특성 등의 제반 물성향상을 위한 연구가 구미 각국과 일본 등에서 활발히 진행중인데 이는 주로 미량의 합금원소 첨가, 열처리 기술, 주조 기술의 개선 등에 의해 이루어지고 있다. 본고에

서는 현재 개발중인 Mg 합금의 종류 및 특성과 그 용도에 대해 소개하고자 한다.

2. Mg 합금의 주조 및 용해

Mg 합금은 다른 금속과는 달리 극심한 산화와 높은 증기압으로 인하여 용해 및 주조공정에서 많은 주의가 요구된다. 산화성과 높은 증기압으로 분위기는 염화계 Flux를 사용하여 용해하여 왔으나 새로운 제조기술 개발로 Flux를 사용하지 않고 용해 및 주조하기도 한다. 즉 최근에는 SF₆ 가스피복에 의한 Fluxless 용해법과 저압주조법이 개발되어 내식성이 우수한 합금을 제조하여, 다용도로 사용하고 있다. Mg 합금의 용해시 운반 및 유지하고 보관하는 Pot들은 Mg 합금에 고용되지 않는 안전한 철강제 Container를 사용하고 있다.

2.1. Mg 합금의 용해

2.1.1. Flux 처리에 의한 용해

Fluxless 처리방법이 개발되기 전에는 표 1과 같이 Dow Chemical사의 Flux제품을 사용하여 산화를 방지하며 탈가스처리 하였다[1]. 220과 230 Flux는 유동성이 좋은 정련 Flux로서 용탕의 교반 및 유지시 성질의 변화없이 용탕표면층을 형성한다. 이 Flux는 50kg 정도의 용탕합금과 다이캐스팅이나 사형주조시 다른 Container에 옮길 때 많이 사용된다. 농도가 짙은 310 Flux는 마지막 출탕작업때 표면의 산화를 막아주며 220과 230 Flux 보다 오염의 위험성이 작아 도가니 형의 주조작업에 적합하다. 큰 용량의 Mg 합금 주조 작업에서는 예비용해, 합금, 용탕유지시 Open Pot Type의 Flux를 사용하고 마지막 가열이나 출탕 단계에 도가니형의 Flux를 사용하고 있다. 250과 320 Flux는 작업시 합금량을 증가시키거나 Mn 양을 조절할 때 사용한다. 220과 232, 234 Flux는 Cold Chamber 다이캐스팅 작업에 사용되며 이것은 주로 정련 때 사용하는 Flux로서 Sulfur dioxide 분위기에서 작업한다. 230과 310 Flux는 Mg-Al 주조작업에 사용되며 희토류 금속과 Th첨가 합금

표 1) Dow Chemical사에서 개발한 Flux의 성분

Dow No.	KCl	MgCl ₂	BaCl ₂	CaCl ₂	CaF ₂	MgO	MnCl ₂
230	55	34	9	-	2	-	-
310	20	50	-	-	15	15	-
311	30.5	29	8.5	-	10.5	11.5	-
220	57	-	12.5	28	2.5	-	-
250	23	-	2.5	-	2.5	-	72
320	-	-	-	-	13	11	76
232	37.5	42	4.5	-	8.5	7.5	-
234	25	50	20	-	5	-	-

작업에는 311 Flux가 적당하다.

염소처리와 Flux 정련작업은 715~760°C에서 수행하며 염소는 흑연튜브를 통하여 비산되는 것을 피하기 위해 5~15분 처리한다. Mg 합금용해는 가스 Flame과 Oil로 작업하나 전기저항로와 저주파 용해로에 의한 용해도 많이 이루어진다. 용탕용기의 벽두께를 주기적으로 관찰하여 위험을 미리 예방해야 한다.

2.1.2. SF₆에 의한 Fluxless용해법

Mg 주물을 생산할 경우, 스크랩을 품질저하 없이 효율적으로 재생시키는 것이 비용절감이나 품질향상 면에서 대단히 중요하다. 종래의 재생법으로 용해 및 정련을 할 경우 염화계 Flux를 사용하는데, 처리가 적절하지 못하면 잔류염소에 의해 내식성이 현저하게 저하하기 때문에 제품중 염소허

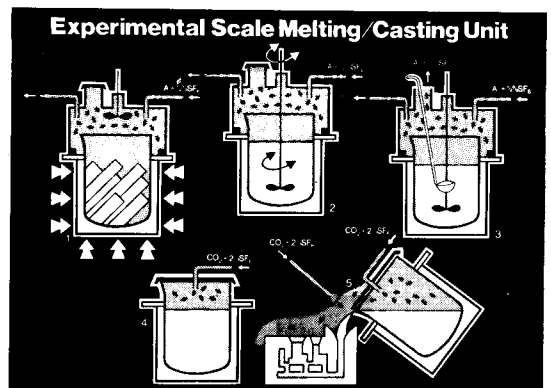


그림 1) Fluxless법에 의한 Mg 합금의 용해

용량을 10~20ppm 이하로 관리하는 것이 필요하다.

용해시 용탕의 산화방지를 위하여 공기 또는 CO₂ 분위기에 SF₆ 가스를 혼입하여 다이캐스팅 및 사형주조 작업을 한다. SF₆ 가스는 용탕이 정지 상태일 때 0.05%, 교반시는 온도에 따라 달라지나 700°C에서 0.1%, 그 이상에서는 1% 정도 사용하여 산화를 방지한다. 그림 1과 같이 용해, 교반시는 Ar+0.5% SF₆ 출탕 및 주조시에는 CO₂+2% SF₆로 작업하는 것이 이상적이라고 보고되고 있다[2]. 그러나 Dross 제거법과 비용절감에 더 많은 연구가 필요하다.

2.1.3. Zr 첨가법

Mg 합금의 강도 및 연신을 향상을 위하여 용탕에 탄소나 탄화수소, Zr 등을 첨가시켜 입자를 미세화 시키는데, 이 중 Zr 첨가가 가장 효과가 우수한 것으로 알려져 있다. Mg 용탕을 900~925°C로 5~10분간 과열시킨 후 730~870°C로 냉각시켜 0.6~0.8 wt% 정도 Zr을 첨가시킨다[3]. Zr이 Al, Si, Fe, Mn과 반응하여 화합물을 생성하므로 Zr의 모합금은 이들 원소를 함유한 합금에서 사용상 제약을 받는다.

2.2. Mg 합금의 주조

Mg 주조법은 산소취입으로 표면을 산화시켜 제품의 내부결함을 제어하는 산소취입 다이캐스팅법, 자동급탕주조법과 사형 주조, 금형 주조에 사용되는 저압주조법이 있다.

2.2.1. Pore Free 다이캐스팅

산소분위기 다이캐스팅은 금형 Cavity와 Sleeve내의 Mg 용탕이 접촉하는 부위를 산소로 치환한 후 고속, 고압으로 Mg 용탕을 압입시키는 방법이다. 압입된 Mg 용탕은 산소와 순식간에 반응하여 1μm이하의 미세하고 얇은 산화막을 형성하여 고속으로 압입될 때 Cavity의 공기가 Mg 용탕으로 흡입되는 것을 방지하므로 기포결합이 적은 제품을 생산할 수 있다. 이와 같은 방법으로 제조한 제품의 가스 함유량은 통상의 다이캐스팅법 보다 10배 정도 향상되므로 용체화 처리가

가능하고 기밀성, 내압성이 요구되는 기능부품 생산도 가능하다[4][5].

Mg는 Al보다 산소와의 반응성이 크므로 그 효과가 크고, 또한 Mg는 Fe와의 반응성이 낮아 금형에 燒着, 침식의 발생을 지연시키므로 금형 수명은 Al합금 작업때보다 4~5배 정도 연장된다.

초기에는 이형제, 윤활제에 의한 탄 흔적, 제품의 정밀도 저하 등의 문제가 있었으나 연구개발로 많은 개선이 이루어졌다. 통상의 다이캐스팅에서는 기체를 유입하므로 기포결합이 제품 전체에 나타나지만 산소분위기 다이캐스팅에서는 기포결합이 두꺼운 부위에 집중되므로 주형에 유입실린더를 장착하고 두꺼운 부위에 핀으로 밀어넣어 분산시키므로써 이 결함을 해결하는 방법도 개발되고 있다.

2.2.2. 저압주조법

Mg 주조법으로 가장 잘 알려진 방법은 저압 주조법으로 그림 2와 같이 기체에 의해 주형 하부에서 용탕을 주입하는 방법이다[6]. 이 방법은 1966년에 처음 개발되어 현재는 여러 형태로 발전하였다.

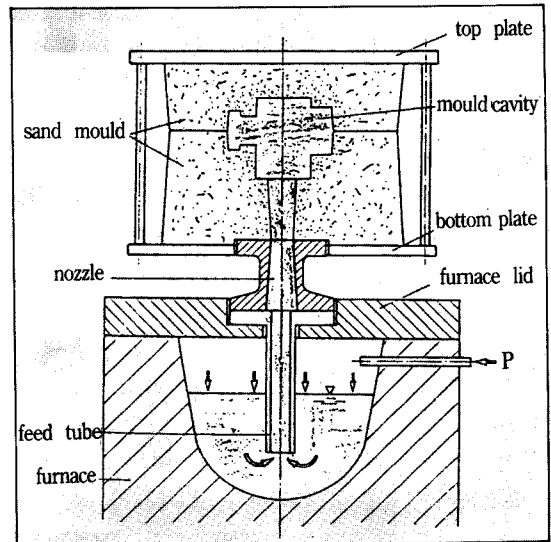


그림 2) 저압 사형주조 장치의 모식도

2.2.3. 자동급탕법

용해와 주조공정이 일체화 되어 있는 Hot Chamber 방식에는 자동급탕이 필요없으나 600 Ton

이상의 복잡한 형상의 대형주물에는 Hot Chamber 방식이 적용되지 못하고 Cold Chamber 방식이 사용되므로 자동급탕방식이 도입되어야 한다. Mg는 주탕시 대기중에서 급격히 산화하기 때문에 Al과 같은 Ladle 방식이 어려우므로 Mg 특유의 자동급탕방식이 필요하다. 과거 자동급탕방식은 피스톤법, 가스압송법, Impeller법, 전자펌프방식 등이 있었으나 내구성, 수명, 정량급탕, 비용 등의 문제로 실용화 되지 못하였다. 최근 노르웨이의 NORSK HYDRO사에서는 급탕 시스템을 개발하였는데 이 시스템은 원리가 간단하며 가격이 저렴하고 ±1% 정도의 정량급탕이 가능하다[5].

3. Mg 합금의 종류

Mg 합금은 1912년 독일 Chemische Fabrik Griesheim Electron에서 실용화된 이래 AZ31*, AZ61, AZ63, AZ80, AZ92, AM100, M1 등이 2차 세계대전 전에 개발되었으며 그 이후 Zr 첨가법이 개발되어 입자가 미세화된 고강도 Mg합금이 개발되었다.

Mg 합금을 크게 분류하면 고강도 합금으로 Zn을 함유한 ZK계, 내열합금으로 Th, Ce를 함유한 EK, EZ, HZ, HM계, Al, Si를 함유한 AS계, Ag, 희토류 금속을 함유한 QE, QH계 등이 있으며 Li를 함유하여 가공성이 뛰어난 LA계와 방진재료인 K1 합금, 전지재료인 AP계 합금 등이 있다. 대표적인 Mg 합금의 기계적특성을 표 2에 나타내었다.

표 2) 대표적인 Mg합금의 기계적 성질

Alloy		인장강도 (kg/mm ²)	항복강도 (kg/mm ²)	연신율 (%)	비 고
Zr	ZK51A-T5	24	14	5	Casting
	ZK61A-T5	27	18	5	

Alloy		인장강도 (kg/mm ²)	항복강도 (kg/mm ²)	연신율 (%)	비 고	
첨 가 합 금	ZK61A-T6	27	18	5	Wrought	
	ZK11A-H112	25	17	8		
	ZK31A-H112	27	19	8		
	ZK60A-H112	30	21	5		
	ZK60A-T5	31	23	5		
R.E 및 Th 첨 가 합 금	EK30A-T6	14	10	2	Casting	
	EK41A-T5	14	10	2		
	EK41A-T6	14	10	-		
	EZ33A-T6	14	10	2		
	HK31A-T5	19	9	4		
	HZ32A-T5	19	9	4		
	QE22A-T6	25	18	2		
	QE21A-T6	27	20	4		
	ZE41A-T5	21	14	3.5		
	ZE63A-T6	30	19	10		
	ZH62A-T5	25	15	4		
	WE54-F	23	20	4		
	Al 첨 가 합 금	HK31A-O	21	12		12
HM21A-T5		23	17	3		
HM21A-T8		23	12	6		
HM31A-F		33	32	6		
ZE10A-O		21	12	15		
AZ63A-F		20	10	6	Casting	
AZ63A-T4		28	10	12		
AZ63A-T5	21	11	4			
AZ63A-T6	28	13	5			
AZ81A-T4	28	10	12			
AZ91C-F	17	10	2			
AZ91C-T4	28	10	11			
AZ91C-T6	28	13	5			
AZ92A-F	17	10	2			
AZ92A-T4	28	10	10			
AZ92A-T5	18	12	1			
AZ92A-T6	28	15	2			
AM100A-F	15	8.5	2			
AM100A-T4	15	8.5	2			
AM100A-T6	28	11	4			
AM100A-T61	28	15.5	1			
AZ91A-F	23	15.5	3	Diecasting		

*Mg합금의 명명법은 네개의 코드로 구성되어 있다. 첫째는 문자로 중요한 합금첨가원소를 많은 순으로 표시한다. 이들의 약자는 아래표와 같다. 둘째는 합금첨가원소의 양을 반올림 하여 정수의 wt%로 표시한다. 셋째는 첫 두코드의 표준합금 조성범위를 나타낸다. 넷째는 첫 세코드와 하이픈으로 분리하여 표시하는데 Al 합금에 적용되는 표준열처리법이다. 이는 ASTM 규격 B296-67에 나타나 있다. ASTM에서는 이중 두개의 가장 많은 합금 원소만을 표시하는데 가령 QA21A-T6은 ASTM으로 QA21이다.

A aluminium	B bismuth	C copper	D cadmium	E rare earth	F iron	F thorium
K zirconium	L lithum	M manganese	N nickel	P lead	Q silver	R chromium
S silicon	T tin	W yttrium	Y antimony	Z zinc		

3.1. Zr 함유 Mg 합금

최적의 인장성질과 인성을 갖기 위해서는 주조중에 입자를 미세화시키는 것이 바람직하다. 보통 Mg 합금에서 Zr을 0.6~0.7wt% 첨가하면 액상에서 냉각시 Zr이 먼저 석출하여 핵생성제 역할을 하게 되어 입자가 미세화 되며 강도와 연신율이 증가한다.

Mg-Zn 합금에 Zr첨가는 고상선을 상승시키는 효과가 있으며 열간가공온도구간을 확장시켜 균열발생을 억제한다. Mg-Al합금에 Zr 첨가는 입자미세화 효과를 크게 나타내지 못하는데 이는 Al이 액상 Zr과 반응하여 금속간 화합물을 만들기 때문이다.

3.2. 희토류 원소 및 Th함유 Mg 합금

이런 종류의 합금으로 Mg-Ce, Mg-Th 등이 연구되고 있는데, Th는 방사성물질로 연구개발에 제약을 받고 있다. Ce, La 등의 희토류 원소를 첨가하여 고온에서 안정한 석출물을 입내와 입계에 석출시켜 크리프 강도를 증가시키는데, Mg-Ce 합금계에서 석출상은 (1010)_{Mg}에 Ce 원자가 집중하여 중간상이 균일하게 형성된 후 리본형의 육방정 β의 평형상으로 천이한다고 알려져 있다. 희토류 원소를 2.5~4.0% 첨가한 대표적인 합금은 EZ33A로 AZ92A나 ZK51A에 비해 상온인장강도는 낮으나 고온강도는 높다.

Mg-Th계로는 소량의 Zr을 첨가한 HK31A와 HZ32A 등이 있으며 2단 경화현상이 확인되었다. 이들 합금들은 200~300°C에서 다른 합금보다 크리프 강도 및 고온강도가 우수하며 같은 Th 함유합금이라도 Zn을 함유하지 않은 합금의 상온 및 고온강도가 함유한 합금보다 높은 것으로 판명되었다.

3.3. 고순도 Mg합금

최근 미국에서는 다이캐스팅용 AZ91 합금에서 Fe, Cu, Ni 등의 불순물을 최대한 억제시킨 고순도 Mg 합금을 개발하므로써 염수중이나 고온에서

내식성을 증대시키고 방청처리 없이 자동차부품으로 사용할 수 있게 하였다.

부식에 영향을 미치는 인자는 부식을 억제 또는 촉진하는 원소의 존재여부나 사용환경 등이다. Mg-12% Mn 합금은 다른 합금보다 Fe, Cu, Ni 등의 불순물 허용치가 높음에도 내식성이 크게 떨어지지 않은 반면 Mg-Al 합금은 순 Mg 합금보다 Fe의 불순물 허용치가 낮다[1][7][8].

AZ91 합금에서 불순물 허용치는 Cu < 0.015, Fe < 0.005, Ni < 0.001, Si < 0.02, 기타 < 0.01%로 규정되며 이는 고순도용으로서 AZ91HP로 불린다. 순도가 좋은 지금과 첨가제를 사용하면 고순도의 합금을 얻을 수가 있으나 스크랩사용과 이물질 혼입, 작업미숙에 의한 Flux의 혼입으로 내식성이 저하되는 경우가 있으므로 주의를 요한다.

3.4. Mg-Al 합금

Mg에 Al의 고용한은 437°C에서 12.7wt%이지만 100°C에서는 2wt%로 감소하므로 균질화 처리, 용체화처리 및 시효처리시 상당한 시효효과가 기대되지만 시효중에 Mg₁₇Al₁₂상이 쌍정경계에 조대하고 불균일하게 석출하여 시효효과가 크지 않다[9].

Al을 10wt% 함유한 합금의 용체화 처리시 항복강도는 70MPa이며 연신율은 10% 정도이고 시효처리하면 항복강도는 100MPa로 증가하나 연신율의 저하가 심하여 Al을 8wt%이내로 첨가시키고 있다.

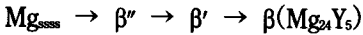
3.5. Mg-Zn 합금

Zn은 고용 강화제로 효과적인데 주조상태의 최적 Zn 양은 약 6wt%이고 완전한 열처리를 하면 4wt%로 줄어든다. 이원합금은 Brittle 하지만 Zr을 첨가하여 입자를 미세화시키면 연성이 증가하며 완전한 열처리시 최적 Zn양은 약 5~6wt%로 증가된다. 이 3원합금은 미세수축을 일으키고 용접성이 나빠 사용에 제한이 따르나 여기에 희토류 원소나 Th를 소량첨가하면 미세수축을 제거하고 용접성을 개선할 수 있다.

Mg-Zn 합금에 Cu를 첨가하면 연성이 증가하고 용체화 처리효과가 좋아진다. Cu 첨가로 공정온도가 증가하여 용체화처리온도가 상승하므로, Zn과 Cu의 최대 고용량이 증가하여 주조상태의 공정상이 늘어나 주조성이 향상된다. Cu를 약 1.5wt% 첨가할 때 시효효과가 좋으며 그 이상 첨가시 시효효과는 감소한다. 최대 시효경도는 약 200°C에서 얻어지는데, β_1 (침상 석출물)과 β_2 (판상석출물)이 강화에 기여한다[10]. 250°C에서 과시효가 급격히 일어나지만 Mn첨가로 억제시킬 수 있다.

3.6. Mg-Y합금

Y는 고온에서 Mg에 큰 고용도를 가지나 온도저하에 따라 고용도가 급격히 감소하여 시효경화효과가 크다. Y는 입자 미세화 효과가 있지만 Zr보다는 작다. Mg-10wt%Y를 200~300°C에서 시효처리하면 다음 순서로 석출이 일어난다[11].



주 강화석출물은 균일하게 분포한 β' 상인데 (1010)_{Mg}면에 판상형태를 이루며 저심입방구조로 a=6.4, b=22.23, c=5.21 Å이다. β' 의 석출물은 β'' 의

결정구조와 같으나 조대하고 불균일하게 분포하여 강화효과가 작다. 평형상 β 는 320°C에서 생성되며 강화효과는 거의 없다.

WE54(Mg-5.25Y-3.5RE-0.5Zr) 합금은 주조성이 좋고 항복강도가 185MPa, 인장강도가 255MPa, 연신율이 2%이며 250°C에서도 높은 강도와 크리프강도를 유지한다. 이 합금을 적절히 시효처리하면 강도와 연신율이 증가한다.

3.7. Mg-Li 합금

Mg에 Li가 첨가되면 밀도가 감소할 뿐 아니라 12wt% 이상 첨가시 Mg의 결정구조를 HCP에서 BCC로 변화시켜 냉간가공성이 증가하고 상온강도 및 중간온도에서 노출 후 강도안정성이 증가한다. Mg-Li의 비중은 Al-Li합금의 절반 정도이나 비강도는 유사하다. 여러 합금의 비강도를 그림 3에 나타내었다.

Mg-Li 합금에 소량의 Al을 첨가하면 MgLi₂Al의 석출강화상이 생성되어 강도가 증가하며[12], 냉간압연시 가용 Slip면 수가 증가하여 냉간가공성이 증가한다. 또한 Mg-Li-Al 3원합금에 미량의 희토류원소를 첨가하면 내식성이 향상된다.

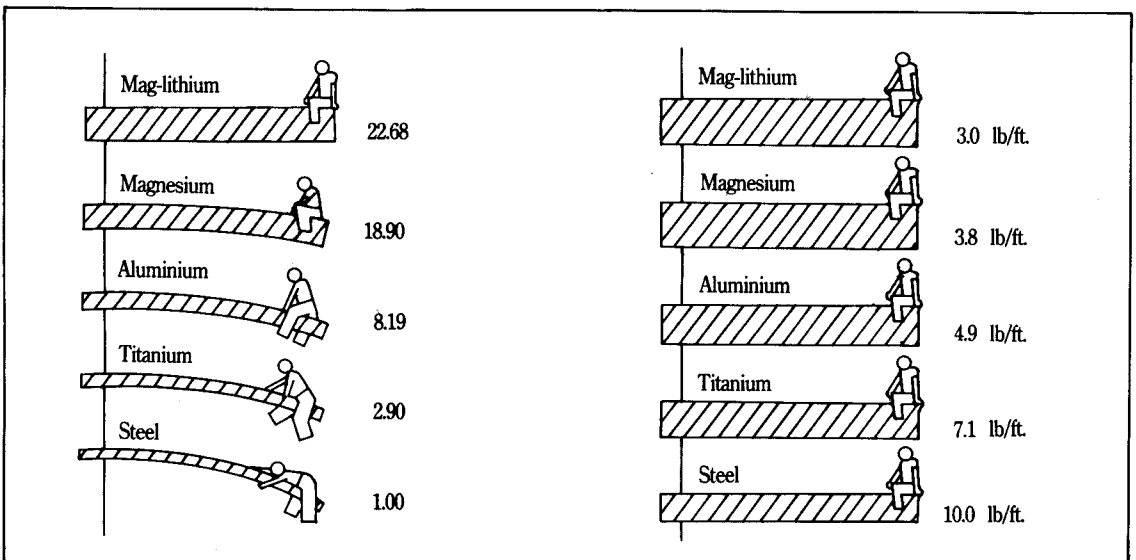


그림 3) 여러가지 재료에서 동일 무게의 막대(왼쪽)와 동일 비강도의 막대(오른쪽) 크기 비교

4. Mg합금의 용도

서방세계에서의 Mg 용도는 상당부분이 Al합금 용이며 다이캐스팅이나 기타구조물로 사용되는 양은 적었지만 근래에 들어 Mg 자체의 재질로 사용되는 비율이 현저하게 증가하는 추세에 있다.

4.1. 항공기용 Mg합금

4.1.1. 엔진재료

엔진 끝 부분의 컴프레셔, 기어 박스 하우징, Pratt & Whitney엔진과 마찬가지로 AVCO사에서는 BAe 146 기종의 Bypass엔진을 Mg합금 주조로 생산하고 있다. 다른 엔진 제작사들도 내열 Mg합금을 개발하여 엔진 케이스의 경우 여객기는 Mg합금으로 군용기는 Al합금으로 사용하고 있다. 또한 대형의 Mg 주조품으로 ALF502R의 터보팬, 기어 케이스와 Rolls Royce RB211엔진 등에 사용하고 있다[13].

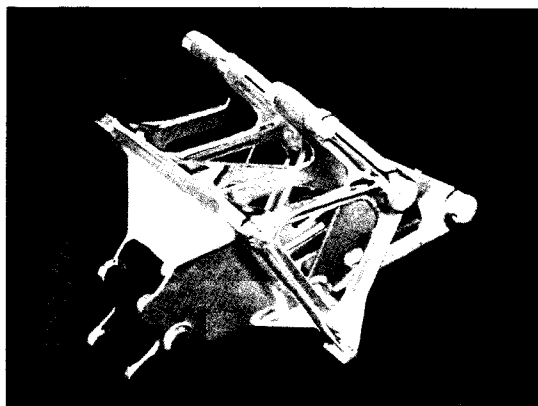
4.1.2. 기체

최근 고순도 Mg합금제조와 표면처리 기술개발로 Mg 합금은 다른 금속재료와 유사한 내구성을 갖게 되어 고정날개 항공기 및 군용기, 여객기의 기체에 사용되고 있다.

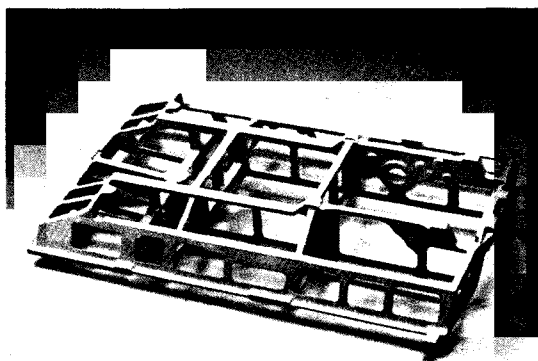
1969년 2인승 군용기 조종석덮개(Canopy)가 개발되었으며 스페인 CASA항공기의 조종석 덮개에도 사용되고 있다. BAe항공사에서는 1960년대부터 대부분의 민간항공기에 Pully system을 Mg합금으로 제조하고 있다. Mg 합금주조물은 비강도가 크므로 조종실의 Control column, 중심 받침대, Wheel 등에 사용되고 있다. 그림 4는 Mg합금으로 주조하여 생산한 Bracket과 Control box이다.

4.1.3. 기타

Mg 주물로 헬기의 기어박스와 로터 헤드 등의 특수한 부품들을 생산하고 있다. 또한 미사일과 병기류에 사용되는데, 미사일은 장기간의 내식성은 요하지 않으나 기계가공불량으로 어려움이 있다. 그림 5는 RTV2미사일로 몸체길이 540mm, 직경 43mm이며 탱크와 날개 내외부의 skin, spar, rib,

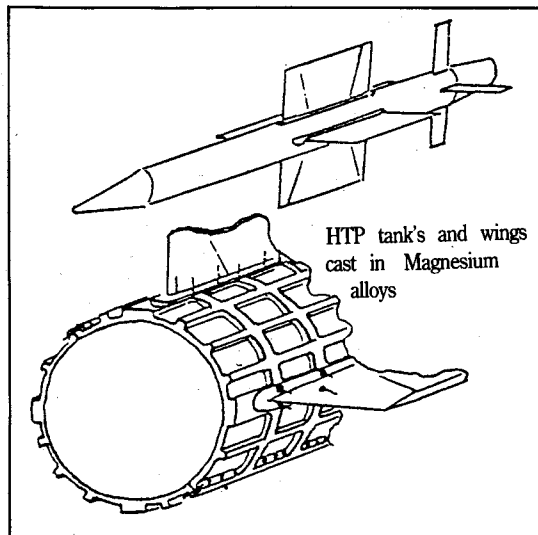


Bracket for F28



Control box for F28

그림 4) F-28에 사용되는 Bracket과 Control box



HTP tank's and wings cast in Magnesium alloys

그림 5) RTV2 미사일 부품

ring frame, stringer 등에 Mg 합금이 사용된다[14].

4.2. 자동차부품용 Mg합금

표 3과 같이 각국의 자동차 제조업체에서는 자동차 경량화로 연비를 향상하기 위하여 Al합금으로 사용되어 오던 부품들을 Mg합금으로 대체시키고 있다[15][16]. 특히 VOLVO자동차의 LCP 2000모델은 Cylinder block, Inlet manifold, Engine support bracket, Gear box housing, Clutch housing, Subframe, Steering rack, Rear suspension arm, Wheel 등을 Mg로 대체시켰는데, 이 무게는 약 50kg으로서 자동차 재료의 약 7%에 해당하는 것으로 50~70km/hr로 주행시 42.5km/l의 놀라운

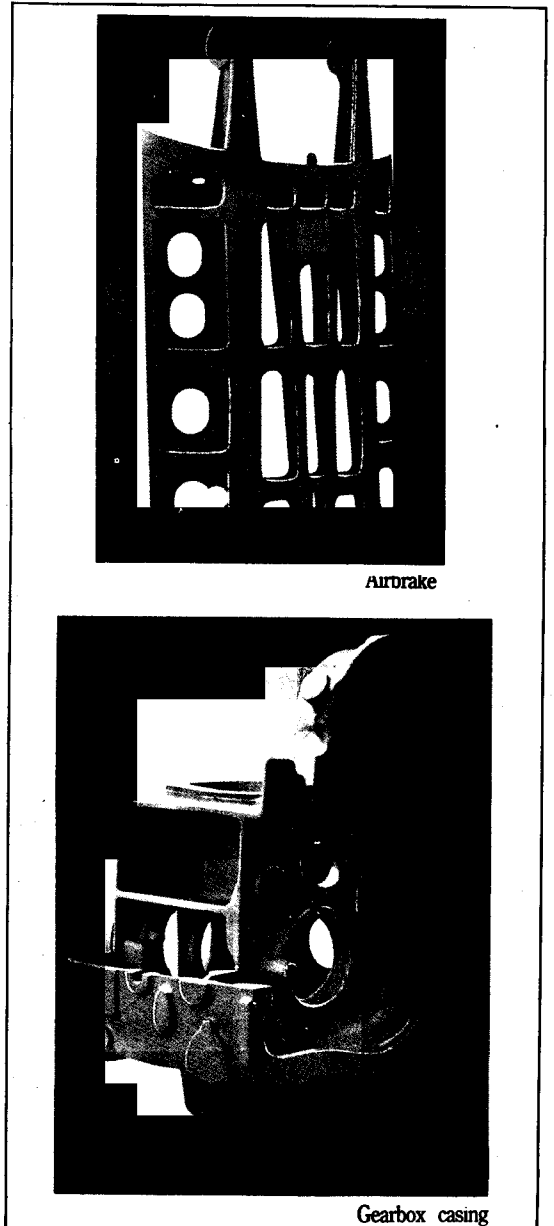
연비를 보였으며 출발에서 100km/hr로 가속되는데 11초 밖에 걸리지 않았다[17]. 그림 6은 QE22A를 주조하여 제작한 Gear box housing, Air brake, Wheel을 보여준다.

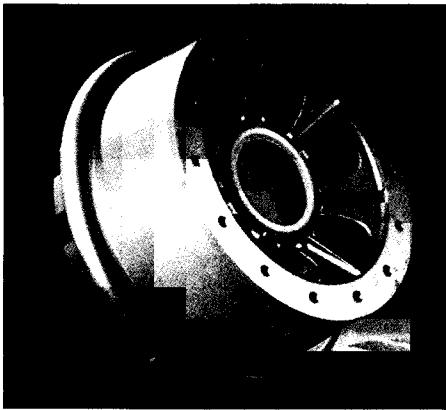
4.3. 기타 용도

Mg 합금은 열방산 및 진동흡수성이 양호하여

표 3) 구미 각국에서 Mg합금으로 개발한 자동차부품

Automobile maker		Automobile parts
GM	Pontiac Fiero	air intake grille, side louver, engine block, headlight bracket, engine cover, headlamp door
	Chevrolet Corvette	air cleaner cover, valve cover, head cover, distribute housing, oil pipe retainer, rocket arm cover
FORD	Truck	transmission case, steering column housing, clutch housing, clutch pedal support bracket
	Others	cylinder lock housing, steering handle rack housing, distributor housing
BENZ		valve cover, oil pump housing, engine fan
PORSCHE		intake manifold parts, engine fan, fan housing, wheel, engine blower housing
VOLKSWAGEN		clutch and transmission housing
VOLVO		cylinder block, clutch housing, steering rack, wheel, inlet manifold gear box housing
RENAULT		carburetter





Wheel

그림 6) QE22A로 제작된 Gear box casing, Air brake, Wheel

최근에는 컴퓨터, VTR, 사무통신기기부품으로 많이 사용된다. 또한 원자력 산업용으로는 Reactor system의 부품에 AL80, MN150, ZR55등이 MAG-NOX라는 Mg합금들이 사용되고 있다.

5. 맺음말

Mg 합금은 극경량 합금으로 실용금속중 비강도가 크고 치수안정성, 기계가공성, 진동흡수성 등의 제반 특성이 우수하지만 내식성이나 응력부식균열에 의한 설계상의 제약으로 구조용재보다는 Al합금 첨가원소로 많이 사용되어 왔다. 그러나 근래에 들어 내식성 고순도 합금의 개발, Fluxless용해법의 확립, 표면처리기술, 자동급탕장치 개발등의 기술혁신으로 Mg합금의 구조용재료로서의 사용이 증가하고 있으며 항공부품소재와 자동차부품소재로 적용이 확대되고 있다. 국내에서의 Mg합금에 대한 연구개발은 현재 미미한 실정이며 당실에서는 91년 국가특정과제를 수행하였는데, Mg-Li에 Al 및 희토류원소를 첨가하여 가공성과 내식성 등의 물성을 향상시킨 바 있다.

위의 추세에 비추어 Mg 합금개발에 더 많은 관심을 기울여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] C. Sheldon Roberts : Magnesium and its alloys, (1960) 126
- [2] W. Unsworth, J.F. King : Magnesium technology, (1986) 25
- [3] Shatora Morozumi : J. Japan Inst. Light Metals, 36(1986) 453
- [4] 井藤忠男, 樋北高憲 : Al-ぬる, (1987) 22
- [5] Tadao Ito : J. Society Auto Engineers Japan, INC, 43(1989) 39
- [6] Z. Zeumer, H. Fuchs, G. Betz : Magnesium technology, (1986) 13
- [7] Patrick L. Hagans : Processings 41st World Magnesium Confrence, (1984) 30
- [8] ASM Metals Handbook, Vol. 2, 525
- [9] Clark J.B. : Acta Met., 16(1968), 141
- [10] Gallot J. : Ph. D Thesis, Fac. of Sci., University of Rouen(1966)
- [11] H. Karimzadeh : Ph. D Thesis, University of Manchester(1985)
- [12] A. Alamo, A.D. Banchik, : J. Mat. Sci, 15(1980) 222
- [13] G.B. Evans : Magnesium technology, (1986) 103
- [14] G.T. Hudson : Magnesium technology, (1986) 60
- [15] N.C. Spare : Magnesium technology, (1986) 110
- [16] Y. Hasegawa, K. Kanji : Processings 41st World Magnesium Confrence, (1984) 16
- [17] Rolf Melde : Processings 41st World Magnesium Confrence, (1984) 55