

자동차 차체 판넬용 알루미늄 박판 합금의 개발 동향



강 석 봉

(내식재료실 책임연구원)

- '72.2 서울대학교 공과대학 금속공학과 졸업
- '74.7-'79.2 동국제강, 삼미종합특수강, 한국중공업 근무
- '79.3-'81.2 한국과학기술원 재료공학과(석사)
- '82.9-'86.8 한국과학기술원 재료공학과(박사)
- '80.12-현재 한국기계연구원 책임연구원



이 정 무

(내식재료실 연구원)

- '85.3-'89.2 서울대학교 공과대학 금속공학과 졸업
- '89.3-'91.2 서울대학교 공과대학 금속공학과(석사)
- '91.2-현재 한국기계연구원 연구원



노 병 호

(표면공학실 선임연구원)

- '70.3-'78.2 인하공대 화학공학과 졸업
- '78.3-'83.7 한국과학기술연구원 연구원
- '79.2-'80.6 독일 연수(표면처리 기술분야)
- '83.8-현재 한국기계연구원 선임연구원



임 차 용

(내식재료실 선임연구원)

- '82.3-'86.2 연세대학교 공과대학 금속공학과 졸업
- '86.3-'88.2 한국과학기술원 재료공학과(석사)
- '88.3-'91.2 한국과학기술원 재료공학과(박사)
- '91.6-현재 한국기계연구원 선임연구원



김 대 훈

(접합공정실 선임연구원)

- '73.2-'77.2 서울대학교 공과대학 재료공학과 졸업
- '78.3-'80.2 한국과학기술원 재료공학과(석사)
- '82.9-'90.8 한국과학기술원 재료공학과(박사)
- '80.3-현재 한국기계연구원 선임연구원

1. 서 론

1973년의 제1차오일 쇼크이후 세계 각국에서는 성에너지의 필요성이 강조되었는데 그중에서도 에너지 소비가 큰 자동차의 연료 절감대책이 강조되고 있다. 자동차의 연료 소비는 차량 중량에 비례하여 증가하기 때문에 연료절감 및 주행성능의 향상등을 위해서는 경량화가 필수불가결하다고 생각되지만 자동차의 배기가스 규제, 안전기준의 강화, 소음대책, 소비자의 고급화지향 등 차량 중량을 증가시키는 요인도 많아서 연비를 낮추는 원인이 된다. 한편 최근에 지구 규모의 환경문제(CO₂가스 증가에 따른 오존층의 파괴에 의한 지구 온난화 현상)를 배경으로 한 미국의 CAFE(cooperate average fuel economy; 기업별 평균 연비 규제-1975년 12월 발효) 연비규제 강화 법안으로 세계 각국의 자동차 제조회사가 연비 향상 대책으로 차의 경량화에 신중하게 대처하는 분위기가 형성되고 있다. 이 법안에 따르면 2001년 이후부터는 현재 연비의 40% 개선을 요구하고 있다. 일반적으로 1%의 차체 중량의 경감은 1%의 연비 향상에 상당하므로[1], 자동차 중량 면에서 보면 현재 소형차를 기준으로 평균 중량인 1300 kg에서 약 780kg 정도로 감소되어야 하는 것을 의미한다.[2] 이러한 배경에서 자동차 경량화의 한 방법으로 자동차부재에 알루미늄 합금 사용이 주목을 받고 있다. 1kg의 알루미늄 합금을 사용하면 차량 중량을 약 2kg 절감하는 것이 가능하며 차체용 박판, 범퍼, 열교환기, 주물재, 단조재 등의 각 분야에 있어서 금후 수요 증가가 크게 기대되고 있다. 특히 차체용 알루미늄 합금 박판은 자동차 부재중에서 가장 기대가 큰 분야로써, 미국 등에서는 1970년 이후 적극적으로 연구개발 되어 hood, door, trunk lid 등에 알루미늄 합금제 차체판넬의 장착 차종이 실용화되었다. 일본에서도 차체판넬의 알루미늄화는 알루미늄 압연 업계의 최대의 관심사로 1985년 알루미늄 합금제 hood가 모자동차 회사의 양산차에 처음으로 채용되었다.

한편 자동차 차체 판넬의 알루미늄화를 달성하기 위해서는 강도와 성형성이 우수한 알루미늄 합금의 개발과 함께 프레스 성형, 접합, 표면처

리등의 가공주변기술을 확립할 필요가 있지만 기존의 차체 박판용 알루미늄 합금은 프레스 성형성의 점에서 충분하지 못하여 성형성이 우수한 합금의 개발이 요망된다. 따라서 본고에서는 기존의 차체 박판용 알루미늄 합금의 개발 배경을 살펴봄으로써 향후 국내 연구진에 의하여 성형성이 우수한 차체 박판용 알루미늄 신합금 개발 및 이의 차체 판넬 적용을 위하여 도움을 주고자 한다.

2. 차체 판넬 알루미늄화의 경위[3],[4]

외국의 차체 판넬 알루미늄화 역사는 오래되었다. British Leyland사에서는 1930년대 Rober의 hood, door, trunk lid에 5154 합금이 사용되었다. 또 1970년 이후 Rober 2000/3500에는 2117 합금이 사용되었다. Daimler-Benz 사에서는 1955년형 Benz 300SL의 차체 대부분이 알루미늄화되었고, 1963년 이후 Benz 600에는 알루미늄 합금제 trunk lid가 채용되었다. Citroën 사에서는 1950년대 부터 Citroën DS의 hood에 Pechiney사 A-U2G 합금이 사용되었다. 이상과 같이 차체 판넬의 알루미늄화에 대해서는 1930년대 부터 계속적으로 채용 되어 왔으나 본격적인 검토는 미국에서 성에너지를 목적으로 한 에너지법의 제정을 기점으로 하여 시작되었다. 1970년 이후 다수의 차체 박판용 알루미늄 합금의 개발과 더불어 프레스 성형, 접합, 표면처리 등의 가공기술이 확립되어 다수의 양산차에 알루미늄 합금제 차체 판넬이 장착되었다.

3. 차체부품의 알루미늄화와 제작 관련 기술

자동차 부위별 알루미늄 사용량과 제품내역을 보면 알루미늄 사용량이 많은 부위는 엔진·동력전달 장치 및 차체로서 대부분이 주물 및 다이캐스팅 제품이다. 그러나 금후 알루미늄화 가능 부품으로 hood, trunk lid, fender 등의 차체부품을 들 수 있으며, 알루미늄 판재의 사용량 증가가 기대된다.

技術現況分析

표 1. 차체 부품의 알루미늄화 경향('89 모터 쇼 : 시카고(2월) 쥘네브(3월) 동경(10월))

국명	제조회사	차종	부품	사용재료
서독	Porsche	928	Hood, Fender, Door	AC120(6016), Al-Mg-Mn계
	Benz	420SEC	Hood, T/Lid	Al-Mg-Mn계
이태리	Ferrari	Testarossa	Hood, Rear Fender	AC120, 5000계
	Lamborghini	Diablo	외판	5000계, 6000계
영국	AC Cobra	Cobra	프론트 외판	5000계
	Land Rover	Range-Rover	전후Fender	5000계
스웨덴	Volvo	760GLE	Hood, Sun roof	5000계, 6000계
		760GTE	Hood	5000계, 6000계
		440	뒷문	5000계, 6000계
미국	GM	Cadillac	Hood, Roof, T/Lid	AC120, 5000계
	Ford	Lincoln	Hood	2000계
일본	Mazda	RX7	Hood	5000계 (6000계)
	Nissan	Fair lady Z	Hood	5000계
		Skyline	Hood, Front Fender	5000계
	Honda	NSX	외판 전부	5000계, 6000계

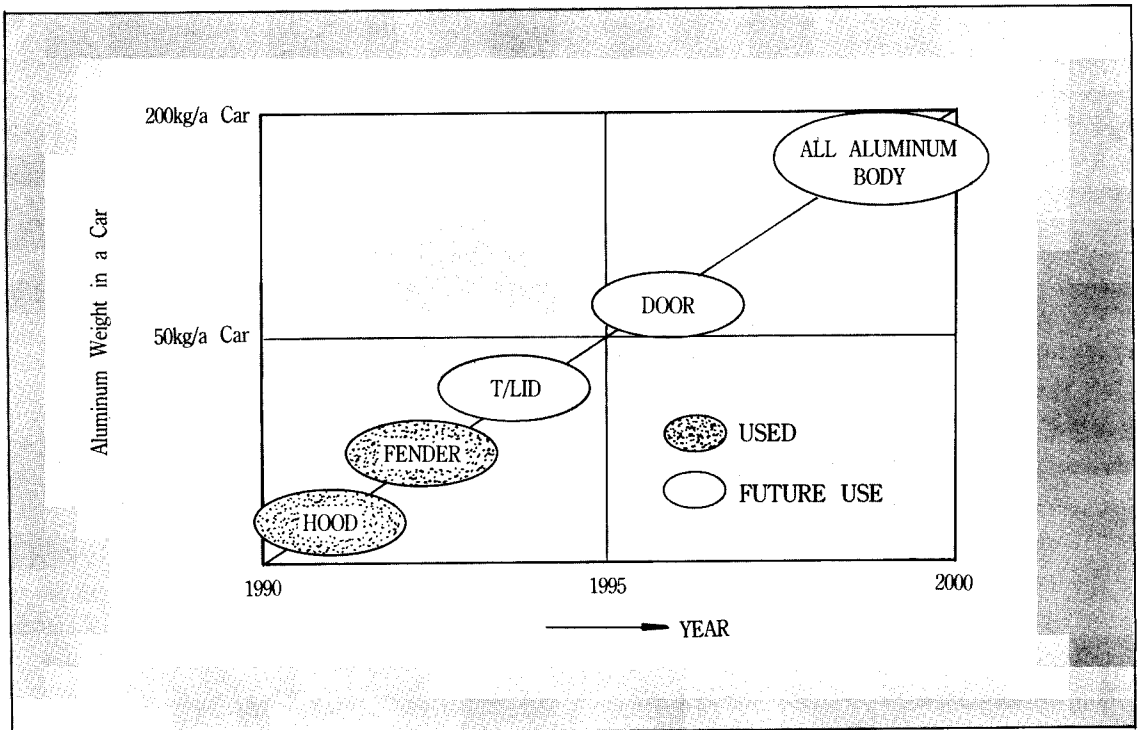


그림 1. 자동차 차체 판넬에 알루미늄 합금 사용에 있어서 우선 순위

현재 차체부품의 알루미늄화 상황을 표1)에 나타내었다. 대부분의 주요 각국에서 알루미늄 차체 부품이 채용되고 있고, 채용 차종은 고급차가 중심으로 알루미늄화 부위는 hood이지만 일부 fender, trunk lid, door, wheel 주변 부품도 있다. 사용합금판도 5000계(Al-Mg)와 6000계(Al-Mg-Si)가 대부분을 차지하고 일부 2000계(Al-Cu)도 사용된다. 이처럼 자동차의 내외판재로 사용되는 경우는 비중 차이에 의한 효과가 커서 강판보다 약 50% 이상의 경량화가 가능하여 그림 1)에서와 같이 hood, fender, trunk lid, door, roof 등 중량 점유율이 큰 판넬에 주로 적용되고 있고 점차 그 적용 범위가 확대될 전망이다.[5] 일본에서도 차체 부품에 알루미늄 판의 채용차가 급증하고 있지만 거의 모두가 스포츠카로써 월 1000~5000대의 인기 차종에 국한되어 있다. 사진 1)에 보인[6] Honda의 NSX는 생산량이 월 500대로 대수는 적지만, 차체는 all aluminum monocoek 구조로 판매 이래 비상한 관심을 받고 있다. 이 NSX는 차 전체 중량으로 약 200kg, white body 중량은 140kg으로 종래의 강 차체에 비해 약 40%의 경량화가 이루어졌다.[7] 자동차의 경량화 대책으로 알루미늄 합금판의 사용 확대를 도모하기 위해서는 그림 2)에 보인 바와 같이 자동차 업체의 설계부문(구조기술) 및 성형 가공부문(공법기술)과 재료업체(재료기술)가

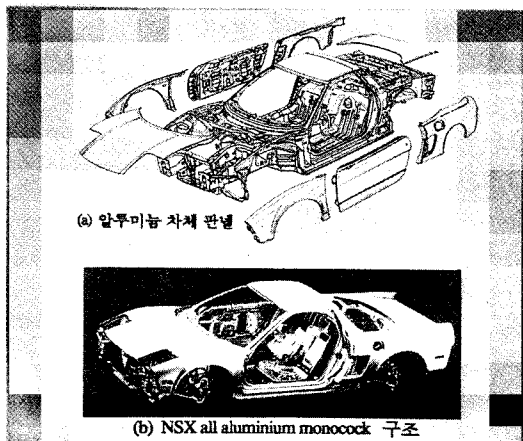


사진 1. 혼다기연공업사 NSX의 알루미늄 차체(알루미늄 합금판의 프레스재, 압출형재, 주단품, 전체 430 kg사용, 40% 경량화)

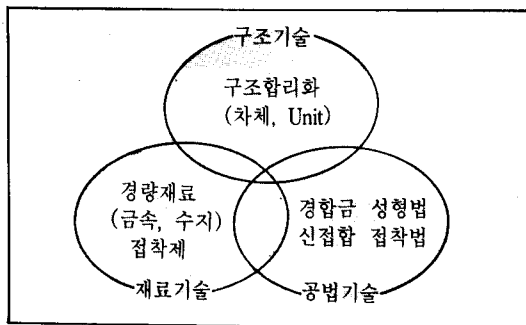


그림 2. 자동차 차체 경량화를 위한 3가지 기술 분야

표 2. 금후의 과제

항 목	과 제
재료개발	<ul style="list-style-type: none"> 고 연성 재료의 개발(5000계) 저온 고 BH성재의 개발(6000계)
성형가공기술의 개발(성형성, 형상성)	<ul style="list-style-type: none"> 알루미늄에 적합한 금형 설계 윤활제의 연구 최적 성형 조건의 연구
표면처리 기술의 개발	<ul style="list-style-type: none"> 강판과 알루미늄합금판의 동시 화성처리 기술 알루미늄합금판의 내사청성 향상대책
접합기술	<ul style="list-style-type: none"> 저항 점용접의 연속 타점성 향상 기계적 접합 기술 강판과 알루미늄 합금판의 접합(전식 대책 포함)
기타	<ul style="list-style-type: none"> 양산 대응 기술(수송, 키즈 방지) 보수 기술

공동으로 개발을 진행해 갈 필요가 있다. 이경우 해결해야 할 과제를 정리하면 표 2)와 같다. 재료개발에 있어서는 외판의 경우 박육화, 내텐트성, 강도 특성의 면에서 저온에서 도장소부 고경화성이 얻어지는 6000계 합금의 개발이 요청되어진다. 재료특성의 개량만에 의한 성형성 향상에는 한계가 있기때문에 성형가공 기술의 개발에 의한 성형성 및 형상성 향상 대책이 중요하게 될 것으로 생각된다. 또한 알루미늄 합금판의 사용 비율이 증가하게 되면 기존 강판의 프레스 성형라인이나 화성처리, 도장라인의 사용이 전제로 되기때문에 이러한 면에서의 양산 대응기술도 중요하게 된다.

4. 차체 박판용 알루미늄합금의 종류

자동차 차체용 알루미늄 합금으로 지금까지 여러 합금[8]-[12]이 개발되었는데 표 3)은 기존의 자동차 차체 박판용 합금으로 제안된 주요

합금의 화학 성분 규격을 나타낸 것이다. 이들 합금은 대별하여 Mg을 주성분으로하는 Al-Mg계의 비열처리형 합금(5182, x5085)과 Cu, Mg, Si등을 주성분으로 하는 Al-Cu계 및 Al-Mg-Si계의 열처리형 합금(A-U2G, 2002, 2036, x2037, 6009, 6010, 6151)으로 분류되는데, 2036-T4[9], 2117-T4, 5182-O[9], 6009-T4[11], 6010-T4[11]등이 사용 실적이 가장 많다고 보고되고 있다.

상기 합금의 개발 과정을 그림 3)에 개략적으로 나타내었는데, 차체 박판용 합금으로 본격적으로 개발된 것은 Reynold사에 의한 2036-T4와 5182-O이다. 2036-T4는 5182-O보다 강도는 높지만 성형성은 낮다. 5182-O는 프레스 성형시에 Al-Mg계 합금 소둔판에 특유한 스트레처 스트레인 마크(stretcher strain mark)가 생기기 때문에, 이것이 발생하지 않고 또한 강도도 높은 2036-T4를 외부 판넬에 5182-O는 내부판넬에 채용되었다. 그후 5182합금의 제조법의 개량에 의해 S.S. 마크의

표 3. 차체 부품용 알루미늄 합금의 화학조성

합금계	합금	화 학 성 분 (%)								
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
Al-Cu계	2002	0.35-0.8	0.3	1.5-2.5	0.2	0.5-1.0	0.2	0.2	0.2	bal.
	2036	0.5	0.5	2.2-3.0	0.1-0.4	0.3-0.6	0.1	0.25	0.15	bal.
	2037	0.5	0.5	1.4-2.2	0.1-0.4	0.3-0.8	0.1	0.25	0.15	bal.
	2038	0.5-1.3	0.6	0.8-1.8	0.1-0.4	0.4-1.0	0.2	0.5	0.15	bal.
	2117	0.8	0.7	2.2-3.0	0.2	0.2-0.5	0.1	0.25	-	bal.
	CV15	0.53	0.2	1.95	-	0.48	-	-	-	bal.
	CP485	0.4-0.8	0.3	1.5-2.5	0.2	0.5-1.0	0.2	0.25	0.15	bal.
Al-Mg계	5182	0.2	0.35	0.15	0.2-0.5	4.0-5.0	0.1	0.25	0.1	bal.
	X5020	0.3	0.7	1.2-1.9	0.1-0.5	2.4-3.2	0.2	0.2	0.1	bal.
	X5085	0.3	0.4	0.15	0.2	5.8-6.8	0.2	0.2	0.1	bal.
	GZ45	0.07	0.16	0.22	-	4.4	-	1.46	-	bal.
	282S	0.09	0.17	-	0.22	4.6	-	-	-	bal.
Al-Mg-Si계	6009	0.6-1.0	0.5	0.15-0.6	0.2-0.8	0.4-0.8	0.1	0.25	0.1	bal.
	6010	0.8-1.2	0.5	0.15-0.6	0.2-0.8	0.6-1.0	0.1	0.25	0.1	bal.
	6111	0.7-1.1	0.4	0.5-0.9	0.15-0.45	0.5-1.0	0.1	0.15	0.1	bal.
	AC120	1.25	0.25	0.07	0.07	0.4	0.2	0.01	0.02	bal.
	CW51	0.5-0.8	0.4	0.7-1.1	0.1	0.25-0.5	0.1	0.25	0.1	bal.
	GV10	0.5	0.2	0.6	-	1.1	-	-	-	bal.

발생을 방지한 5182-SSF가 개발되어[13], 외부 판넬에 사용한 실적이 있다. 2036 합금이나 5182 합금보다 성형성이 우수한 합금으로 Al-고Mg계 합금 x5085-O[8]가 개발되었다. 이 합금은 기존의 차체 박판용 알루미늄 합금에 비하여 연신율이 상당히 높고(연신율 30%), 성형성이 우수한 합금으로 hood 내부 판넬에 채용된 실적이 있다. 그러나 이 합금은 Mg양이 많아서 열간 가공성이 나빠 결과적으로 공업적 생산이 어려워 현재에는 생산되지 않고 있다. 2036합금이나 5182합금은 프레스 성형후 도장 소부처리에 의해 강도가 약간 저하하는 문제가 있다. 이때문에 도장 소부처리가 열을 적극적으로 이용하여 시효경화시켜 강도의 향상을 도모하는 합금이 개발되었다. Al-Cu계 합금에는 Pechiney사에 의한 2002[12] 합금이나 Reynold사에 의한 2038합금[14]이 그 대표적 예로써, 그 어느쪽도 Al-Cu-Mg계 합금에 Si이 첨가되어 있다. 이에 반해 Alcoa사에서 도장 소부처리에 의해 강도가 현저히 향상되는 Al-Mg-Si계 합금 6009 및 6010을 개발[11]하였다. 이들 합금은 2036

합금이나 5182합금보다 강도나 성형성이 우수한데, 외부 판넬에는 2036합금 대신 6010합금을 내부 판넬에는 6009합금을 추천하고 있다. 이들 고강도 합금 사용에 의해 차체 판넬의 판두께 감소가 가능할 뿐만 아니라 외부 및 내부 판넬 모두 동일한 Al-Mg-Si계 합금이므로 스크랩 가격이 높고 알루미늄 합금 채용에 의한 경제성을 높이는 것이 가능하게 되었다. Alcan사에서는 6009, 6010계 합금의 제 특성에 미치는 첨가원소(Cu, Mg, Fe, Si)의 영향을 검토하여 6111합금[15]을 개발하였다. 이 합금은 6010 합금에 가까운 강도와 우수한 성형성, 특히 굽힘성을 갖고 있다. Aluisse사에서 Al-Mg-Si계 차체 박판용 합금 AC 120[16]을 개발하였다. 이 합금에 의해 시험제작된 스포츠카의 차체 중량은 전강재 차체의 경우 303kg인데 비해 161kg으로서 47%의 중량 경감이 가능하다고 보고되었다.[17] 또한 Alcoa사에서는 최근 CW51로 칭하는 신합금[18]을 개발하였는데 이 합금은 6009 합금보다도 연신율이 높고 성형성이 우수하다.

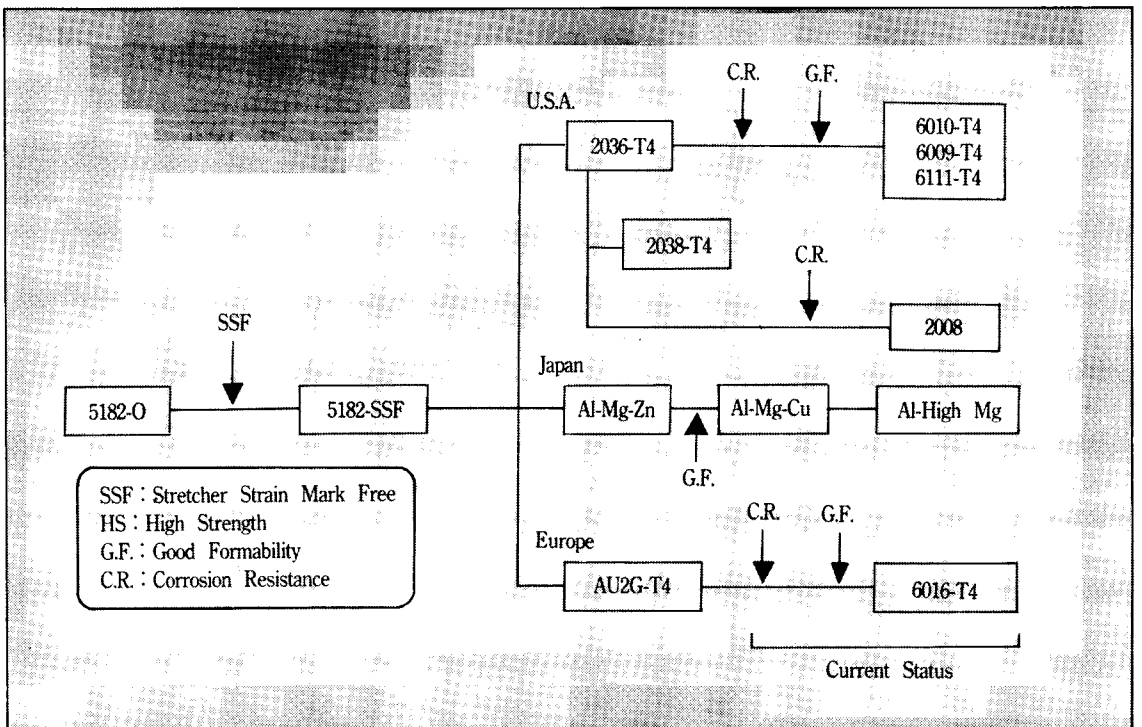


그림 3. 자동차 차체용 알루미늄 합금 박판의 개발 동향

5. 차체 판넬용 알루미늄 합금의 제특성

차체 박판용 알루미늄 합금의 기계적 성질인 강도 및 연신율, 에릭슨치, n치, r치 등의 성형 특성치를 자동차용 냉연 강판의 값과 비교하여 표 4)에 나타내었다. 이들 합금은 강도 수준면에서 강판과 거의 동등하지만, 연신율, 에릭슨치 등이 강판보다 낮고, 강성이나 형상 동결성과 밀접한 관계에있는 Young율(종단성 계수)은 강판의 1/3 이고, deep drawing 성의 지표가 되는 r값도 강판의 약1/2에 지나지 않는다. 따라서 알루미늄 합금판은 fender 등의 대형 성형부품에서는 강판에 비교하여 프레스 성형성 및 형상 동결성이 현저하게 열등하다고 말할 수 있다. 그림 4)는 기존의 차체 박판용 합금을 포함한 알루미늄 합금의 인장강도와 연신율의 관계를 보여준다. 인장강도가 증가하면 연신율의 저하는 피할수 없지만, 중강도의 고연성합금은 개발되지 않았다. 통상의 5000계 합금인 5182-O제는 스트레치 스트레인 마크가 발생하기 때문에 외판으로 사용하기는 어렵다.

대표적인 합금의 도장소부 경화성을 보면 변형을 주지 않는 경우 5182는 전혀 변화가 없으나, 항복강도 상승은 6000계>2000계>5000계로 된다. 각종합금의 성형성, 점용접성 및 내식성을 비교한 결과 성형성은 5000계>6000계>2000계, 점용접성은

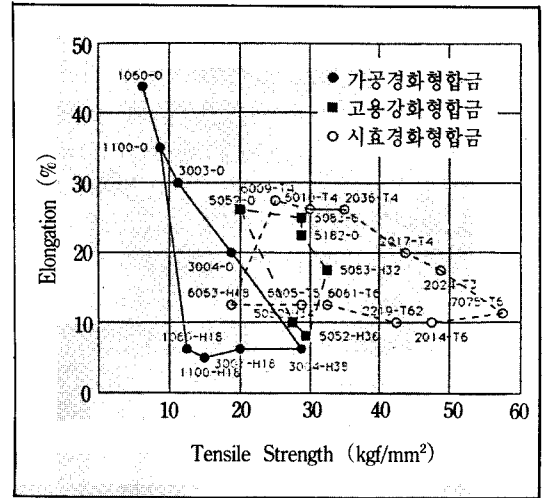


그림 4. 알루미늄 합금에서 경화기구별 강도와 연신율의 상관관계

표 4. 차체용 알루미늄 합금의 기계적 특성과 성형 특성

재질	인장강도 (kg/mm ²)	항복강도 (kg/mm ²)	전연신율 (%)	균일연신율 (%)	n-값	r-값	Erichen값 (mm)	180°hem성	SS마크
2024-T4	33.7	18.3	26	20	0.25	0.63	9.6	1t	無
2036-T4	34.7	19.9	24	20	0.23	0.75	9.1	1t	無
2037-T4	31.6	17.3	25	20	0.24	0.70	9.4	1t	無
2117-T4	28	18.2	25	20	0.25	0.59	8.8	1t	無
5182-O	28.1	13.3	26	19	0.33	0.80	9.9	0.5t	有
5182-SSF	27.5	12.8	24	19	0.31	0.67	9.7	0.5t	無
X5020-T4	35	21	25	20	0.25	0.65	-	1t	有
X5085-O	30	15	30	20	0.30	0.66	-	1t	有
GZ45-T4	30	15	30	22	0.29	0.68	9.8	0.5t	無
6009-T4	23.5	12.8	25	20	0.23	0.70	9.7	0.5t	無
6010-T4	29.6	17.3	24	19	0.22	0.70	9.1	1t	無
6111-T4	29.6	16.2	27.5	-	-	-	8.38	0.3t	無
AC120-T4	24	13	28.1	24.6	0.26	0.7	-	-	無
GV10-T4	27	13	25	20	0.25	0.70	9.4	0.5t	無
1010 steel	32	18	42	20	0.23	1.39	11.9	0t	無

2000계=6000계>5000계, 내식성은 5000계=6000계>2000계로 된다.[6] 어떻게 하여도 기존의 재료로서 차체 판넬용으로 성형성(형상성 포함), 내식성, 용접성 및 성형 판넬의 강도 특성을 완전히 만족할 수 있는 재료는 존재하지 않는다고 할 수 있다.

일본의 자동차(제조)업체에서는 내식성의 면에서 2000계의 사용은 생각하지 않는다. 따라서 알루미늄 압연업체의 차체용 판재 개발은 5000계와 6000계에 국한하여 이루어지고 있다. 5000계에 대해서는 성분계의 선택과 제조 조건(특히 CAL의 활용)의 최적 조합에 의해 성형성(연성)의 향상과 SSF(stretcher strain free)에 개발의 주안점을 두고 있다. 6000계에 대해서도 성분계와 제조 조건(CAL활용)의 조합에 의해 성형성과 도장소부 경화성의 향상을 도모하기 위해 각사가 노력을 다하고 있다. 그림 5)와 그림 6)에는 5000계 및 6000계 합금의 제조공정간 야금학적 특성을 나타내었다. 아래에는 5000계 합금과 2000계 및 6000계 합금들의 제반 특성에 대하여 간단히 기술하였다.

5.1 5000계 합금

알루미늄 합금중 5000계인 Al-Mg합금에서 Mg을 4-5% 함유한 5182는 강도와 성형성을 가장 잘 결합시킨 합금이다. 최대 성형성을 얻기 위해 필요한 소둔 상태(O temper)에서 이 합금은 소량(<1%)의 소성 변형을 일으킬때 A type Lüder line을 형성하게 된다. 따라서 5182-O 합금은 최대 성형성이 요구되고 Lüder line이 큰 문제가 되지 않는 내부 판넬용으로 사용되고 있다. 5182 합금에서 Lüder line 문제를 제거하면 단일 합금을 내부 및 외부 구조물에 사용할 수 있게 되는데, 이때 주된 이점은 2036 합금에 비해 5182합금은 성형성이 개선되고 스크랩을 단순화시켜 스크랩 가격이 높아지는데 반해 유일한 결점은 강도가 감소한다는 것이다. 5182-SSF 개발로 stretcher-strain free (SSF) 재료는 Lüder line 발생으로 인한 문제를 완전히 해결하였으며 성형성도 5182-O보다 우수하다.

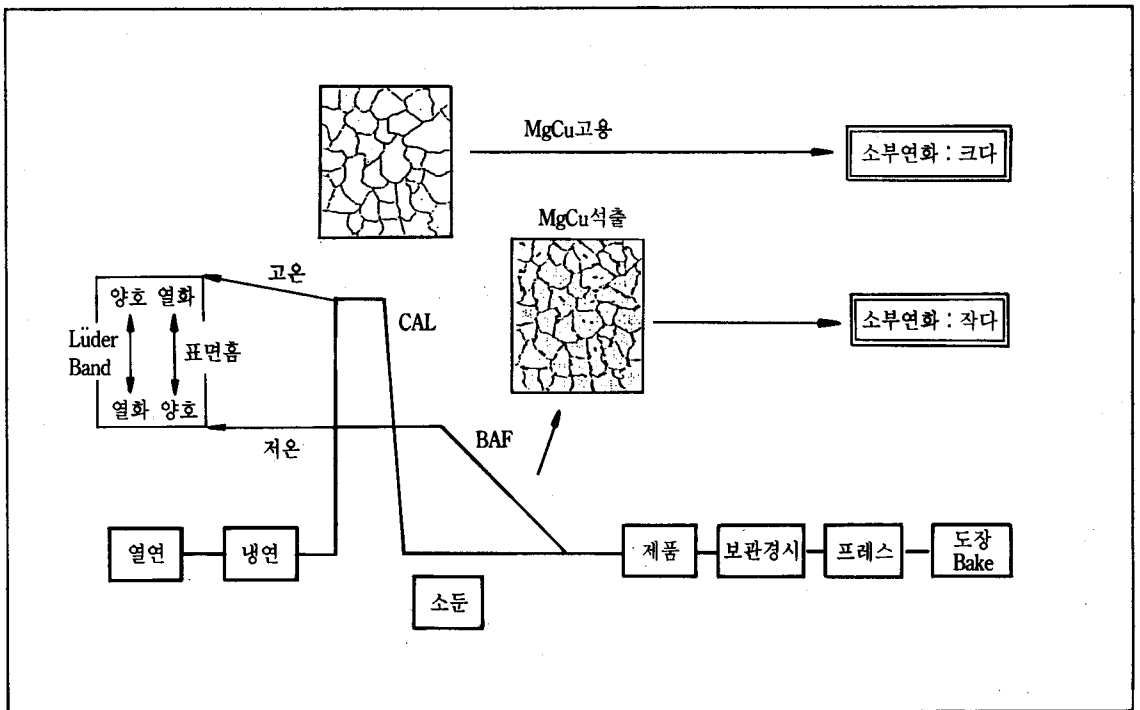


그림 5. 5000계 알루미늄 합금 박판재의 제조공정간 야금학적 특성

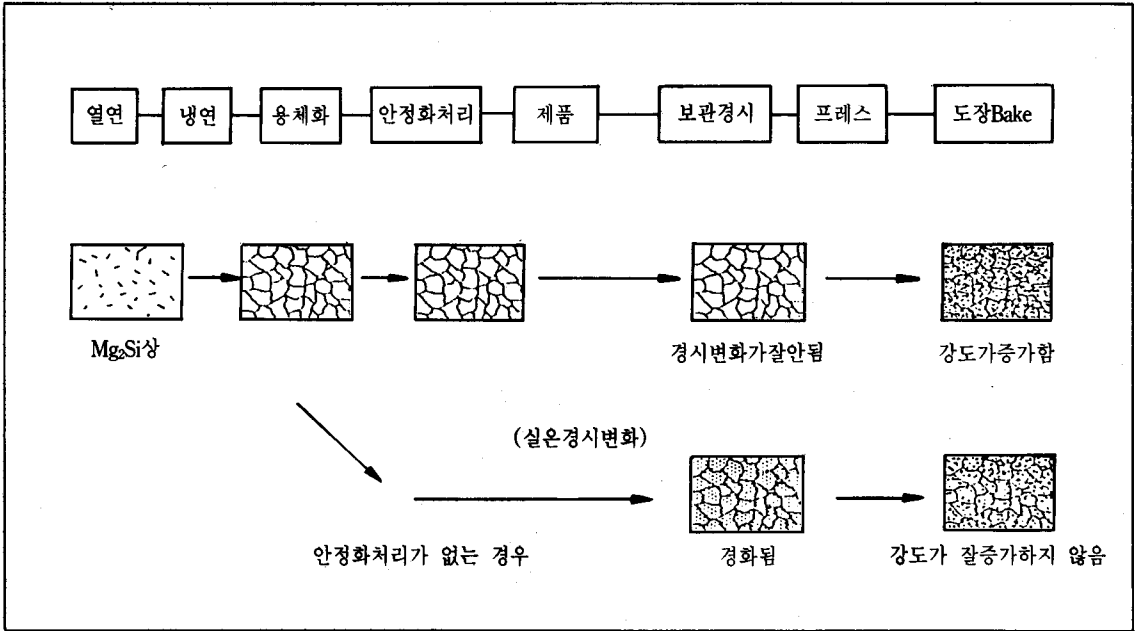


그림 6. 6000계 알루미늄 합금 박판재의 제조공정간 아금학적 특성

5.2 2000계 합금 및 6000계 합금

자동차 차체의 외부 구성 부품에 사용되는 주요 알루미늄 합금에서 여러 합금 원소들이 강도, 성형성, 시효경화성, 내부식성 등의 성질에 미치는 영향을 관찰하여 특성이 개선된 합금을 고안해 낼 수 있다. 합금원소는 Cu, Fe, Mg, Mn, Si이며, 합금은 2036[19], 2038[14], 6009과 6010[11]을 기본으로 하여, 6063, 6061 합금등을 들수있다. 주요 고려 성질은 인장강도, 성형성(특히 굽힘성 및 균일 장출성), 도장소부처리성 및 내부식성 등이다. 이들 특성중 우선적으로 고려해야 할 사항은 성형 특성이다. 일반적으로 외부 및 내부 판넬은 hem 가공으로 접합하지만, 알루미늄 합금은 hem 가공성이 나쁘기 때문에 강판과 같은 flat hem 가공은 어려우므로 이에 대한 대책으로 알루미늄 합금에 적합한 rope hem이 권장된다. 또 알루미늄 합금은 종단성계수가 작기 때문에 형상 동결성이 낮으므로 이면에 대한 배려가 필요하다. 그림 7)는 재료의 내력과 spring back 양의 관계에 대하여 보인 것이다. 내력이 132MPa에서 92MPa로 적게 되면 sping back양은 약1/2로 된다.

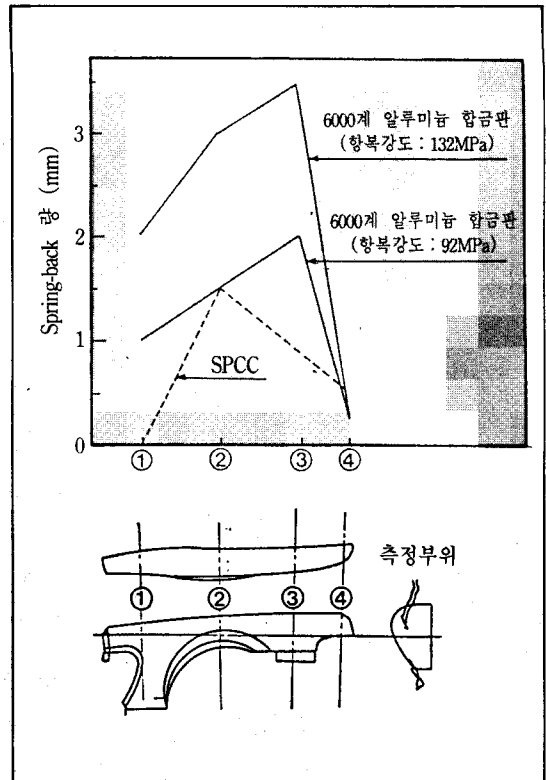


그림 7. 항복강도와 스프링백의 상관 관계

6. 결 론

알루미늄 판은 강판에 비해 50%의 경량화가 가능하지만 가격지수는 4배가 된다. 그러나 장래 자동차 차체에 알루미늄 판재가 대량으로 사용되면 알루미늄 자원이 축적되어 폐차의 알루미늄 재활용 체계[리사이클 체계]의 활용과 더불어 지금의 양적 확보와 저 cost화가 동시에 달성되는 것도 가능하게 된다. 따라서 현재 승용차 차체용 알루미늄 판재의 사용은 수천톤/년으로서 미미하지만, 장래 경량화 수요는 점차 높아질 것으로 생각되며, 그러한 경우 경량재로서 알루미늄 판재의 기대는 금후 일층 증대하리라 생각된다. 그러므로 합금 종류별의 단순화 및 통일화(예를 들면 5000계와 6000계의 2종류에 한정 등), 리사이클 시스템의 확립, 알루미늄 합금판의 성형성 향상 대책, 차의 양산 대응에의 협력등 금후 경압연 업체 및 자동차 업체간 공동으로 전향적으로 다루어야 할 과제를 충실하게 해결해 나가야 할 필요가 있다고 생각한다.

이러한 자동차 차체의 알루미늄화를 위한 선진각국의 기술동향을 감안하면 국내에서의 산·학·연 공동 연구 체제 구축에 의한 본격적인 연구 수행은 시기 적절하다고 생각되며, 좋은 연구 결실이 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 자동차 경량화 특집, 1991, 알루미늄 합금의 성형 가공(I), 자동차 경량화와 프레스 가공(II), 프레스 기술, 29권, 2호, pp17-79, 4호, pp17-64.
- [2] 김영석, 대한기계학회지, 32권 7호 (1992), p620.
- [3] 宇野 生, 馬場義雄:主友輕金屬會報, 21 (1980), 32.
- [4] 宇野 生, 馬場義雄:No. 579 (1978), 33.
- [5] Ujihara, S., (1991), Proc. of Int. Conf. on Recent Advances in Science and Engineering of Light Metals, Tokyo, pp1163-1170.
- [6] 혼다기연공업(주): 제28회 동경 모타 쇼 카타로그(1989)
- [7] SKY Aluminum Co., 자동차 알루미늄화의 금후의 전망
- [8] Aluminum Association Document T9 "Data on Aluminum Alloy Properties and Characteristics for Automotive Application," First Edition, May, 1974.
- [9] G.S. Hsu and D.S. Thompson: Sheet Metal Ind., 51(1974), 772.
- [10] W.A. Anderson, R.D. Blackburn and B.S. Shabel, "Development of Aluminium Alloys for Body Sheet," SAE Paper No. 740077 (1974).
- [11] J.W. Evancho and J.G. Kaufman, "New 6XXX Series Alloy for Auto Body Sheet," SAE Paper No. 770307 (1977).
- [12] R. Deshamps, R. Develoy and J. Peyraud: J. of Metals, September (1976), 15.
- [13] D.S. Thompson, "A Highly Formable Aluminium Alloy 5182-SSF," SAE Paper No. 770203 (1977).
- [14] H.E. Oliver: Engineering and Technical Service Reynolds Aluminium, May 28, (1981).
- [15] P.E. Fortin, M.J. Bull and D.M. Moore, "An Optimized Aluminium Alloy (X6111) for Auto Body Sheet application," SAE Paper No. 83 0096 (1983).
- [16] Alusuisse社 資料, "A New 6XXX Series Aluminium Car Body Sheet Alloy", (1984).
- [17] H.E. Burst et al: "The All-Aluminium Auto Body: A Study Based on the Porsche 928," SAE Paper No. 830094(1983).
- [18] Editor: Light Metal Age, December (1985), 16.
- [19] "Alloy 2036-Properties and Characteristics", Enigneering Services Reynolds Metals Co., 12/11/72.