

자동차의 Needs와 특수강 재료의 개발

Technology Development of Specialty Steels by Automotive Needs

신 경 환*
G. H. Shin



신 경 환
 • 1949년 12 월생
 • 분체 CaO 투입에 의한 용강의 탈황속도에 미치는 미치는 탈 산원소 Al, Si의 영향 및 탈황 거동 연구
 • 삼미종합특수강(株) 중앙연구소

1. 서 론

최근들어 국내의 승용차를 위시한 총 자동차 보유대수가 400 만대를 초과하는 등 우리나라에서도 이미 자동차 대중화(Motorization) 시대가 시작되고 있다. 이러한 자동차 산업의 발전은 철강산업의 성장에도 커다란 영향을 미치고 있음을 일본의 경우에서도 알 수 있다. 일본의 철강 산업은 자동차 대중화가 시작된 '60년대 중반에서 '70년대 초반에 걸쳐 철강생산이 급격히 증가하였다(그림1). '80년대 이후에는 자동차의 Needs가 고성능화, FA화, 경량화, 고연비화가 요구되면서 철강산업도 새로운 비조질강, 패삭강, 방청강판, 고장력강판 등을 개발하는 등 소재와 제조기술의 고도화를 추구하고 있다. 한편으로는 에너지 위기 및 자원 전략화의 진통속에서도 자동차 제조기술은 성자원, 성에너지화를 추구하면서 안전성과 성능을 크게 향상시

켜 왔으며 점차 규제가 엄격해지고 있는 소음대책 및 배기가스 정화규제 등의 사회적 요구사항에도 신속히 대처해 왔으며 앞으로도 다양화 되는 수요자들의 요구와 사회 System에 융착하여 움직이는 생활권으로서 쾌적하고 풍요로운 자동차 문화가 형성될 것으로 기대된다.

이러한 자동차 성능의 고도화 및 사회적 Needs의 변화에 대응하여 철강재료, 특히 특수강 재료의 고급화 및 신강종 개발이 시급히 요구되고 있는 실정이다. 따라서 본 자료에서는 자동차 재료로서의 특수강에 대한 Needs를 파악해 보고 다양해지는 Needs에 대응하여 활발히 진행되고 있는 자동차용 특수강 재료의 개발동향을 주요 구성부품별로 알아보고 아울러 특수강 제조기술의 개발동향을 소개하고자 한다.

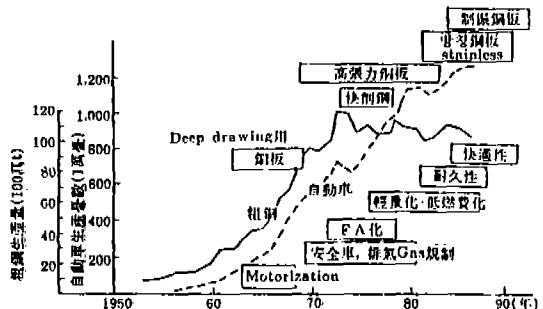


그림 1 철강과 자동차의 관련 비율

2. 자동차와 특수강 재료

자동차 기술은 1885년 가솔린차 발명 이래 대량 생산 체계가 완비되었으며 '70년대에는 배기가스 규제, 석유 위기 등에 대응하여 성자원, 성에너지 및 무공해화 기술이 개발되었으며 '80년대 이후에는 성능 고급화와 함께 다양해지는 수요자 욕구를 충족시킬 수 있는 고감성화 기술이 요청되고 있다.

이러한 자동차의 기술적 과제는 특수강 재료 기술에도 큰 영향을 미쳐서 다양한 소재 개발 및 신공정 기술이 요구되고 있으며 재료 특성의 향상을 통해 자동차 구성요소들의 경량화, 수명연장 및 Cost-Down이 이루어지고 있다. 자동차 재료가 가져야 할 기본조건으로서는 먼저 재료특성이 우수하여야 하며 대량생산을 통해 저렴한 가격의 소재수급이 가능해야 한다. 또 품질이 안정하고 균질하며 사회적인 Needs의 변화에 신속히 대응할 수 있어야 한다.

특수강 소재는 일반강에 비해 제조공정이 엄격하며 대부분 고부하, 고하중의 구동장치, 현가장치 및 조향장치 등의 고기능 부품소재로 사용되고 있어서 전체 자동차 재료중 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 차량의 고성능화에 대응해서 재료의 고강도화가 요구되며 고강도의 합금설계 및 고형정장 제조등이 시도되고 있다. 또한 차량수명 보증기간의 연장 및 엄격한 배기가스 규제에 대응하여 내열, 내식강 및 스테인레스강의 사용이 확대되고 있으며 제조원가 절감 및 열처리 특성향상을 통한 품질개선을 위해 비조질강, 성자원강, 쾌삭강 및 소입성 엄밀제어강의 개발 및 실용화가 가속되고 있다.

일반 승용차에 소요되는 특수강 소재는 일본의 경우에는 전체 중량의 약 15%, 미국의 경우에는 약 8%를 차지하고 있으며 국내의 경우 승용차에는 약 13~16%정도 사용된다.

또한 전체 자동차용 특수강 수요중에서는 75% 정도가 구조용 탄소강 및 합금강이 차지하고 있으며 여기에는 쾌삭강, 비조질강, 성자원강 등도 포함되어 있다. 특히 쾌삭강은 매년 그 사용량이 증가하는 경향이다.

표 1. 대표적 특수강부품의 대표적 강종과 추세

部 位	部 品 名	使 用 鋼 種	趨 勢
Engine	Crank--Shaft Connecting Rod	S50C S50C, S58C 快削鋼	非調質鋼 (調質)
Transmission	Input Shaft Output Shaft Gear	SCr420 SCM420 SCM420	省Cr鋼 省Mo鋼 低變形鋼
Differential	Ring Gear Drive Pinion	SCM420 SCM420	省Mo鋼 低變形鋼
Propeller Shaft	Yoke Flange	S50C	潛液焼入(FE化)
Axle	Rear Axle Shaft	S45C, S48C, SMn420	(鋼管)
	Drive Shaft	S45C	
	等速 Joint Steering Knuckle	S45C, SCM420 S55C, SCr440	
	Bearing	SUJ2	鍛造焼入(調質) 快削性 表面硬化鋼 Unit Bearing
Suspension	Coil Spring Stabilizer Rippis Spring	SUP7 SUP6 SUP8	高強度輕量化 (鋼管) (FRP)
Steering	Steering Lock Steering Pinion	S45C SCM415	非調質鋼
Bolt		S10-S45C SCr440 SCM440	非調質鋼 B鋼

3. 자동차의 Needs와 특수강의 개발 동향

3.1 구동장치, 현가장치 및 조향장치용 소재

이들 부품은 자동차 기능상 고부하, 고기능이 요구되는 부품으로서 구조용 탄소, 합금강이 주로 사용되고 있으며 현가장치용 스프링강 및 베어링강도 사용된다.

표 1은 특수강 소재가 사용되는 중요부품과 개발 추세를 나타낸 것이다.

자동차용 구조용강은 기본적으로 고강도, 고인성 및 고내피로성이 요구되고 있으며 자원, 에너지, 환경문제에 대응하여 구조용강에 대한 Needs가 더욱 다양화되고 있어서 기존의 규격화된 강종외에도 다수의 비규격 강종들이 속속 실용화 되고 있다. '70년대 이후의 성에너지화에 대응하여 개발된 비조질강은 압연 또는 단조의 잠열을 이용한 제어냉각과 V, Nb계 탄화물의 석출경화를 이용하여 기존강의 조질 열처리를 생략함으로써 공정단축과 원가 절감에 크게 기여하고 있다. 비조질강은 화학 조성 및 제어압연 기술의 발전으로 현재 탄소강 부품소재를 많이 대체하고 있으며 합금강 대체를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

화학조성의 제어 및 편석방지 등을 이용하여 규격상의 소입성 폭보다 1/3 정도의 소입성 범위를 갖는 소입성 엄밀제어강(1/3 Band 강)은 기어의 고강도화 및 균질화를 통해 엔진의 성능향상 및 트랜스미션 부품의 고강도 및 저소음화에 크게 기여하고 있다(그림 2).

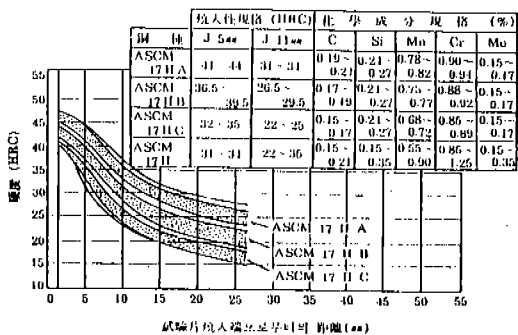


그림 2 화학성분과 소입성 규격을 3종으로 세분한 ASCM17H강의 Jominy 곡선

성자원강은 '70년대 자원위기 및 오일파동을 계기로 기존 합금강의 저합금화 및 탄소강화 목적으로 개발되고 있다. 고가의 Cr-Mo 강 대신 Cr-Mo 또는 B강으로의 대체가 활발하며 특히 B강은 시리즈화가 진행되어 탄소강, Mn 강 및 Mn-Cr 강에 첨가되어 사용되고 있다. 쾌삭강은 자동선반의 보급에 따른 가공비용 절감을 목적으로 최근 그 사용량이 급증하고 있다. 주로 Pb, Ca, S 등 피삭성 향상 원소를 단독 또는 복합 첨가하여 사용되며 기계적 성질 향상을 위한 연구가 활발하다.

이들 외에 스프링강과 베어링강은 저산소, 고청정강 제조기술의 진보에 따라 소입성, 개재물 및 결정입도 등이 중요하게 제어되고 있으며 특히 베어링강의 피로수명은 최근 크게 향상되고 있다.

3.2 엔진밸브용 소재

자동차의 고급화와 고성능화가 진행되면서 스테인레스 및 내열강에 대한 수요가 매년 증가하고 있다. 특히 '70년부터 선진국에서는 3-Valve, 4-Valve 등의 Multi-Valve 엔진 및 Turbocharge 엔진 등 고출력 엔진이 자동

차에 장착되면서 고온 내식, 내열용 엔진밸브 소재에 대한 개발이 활발히 진행되고 있다. '70년 이후에는 기존 사용되던 배기밸브용 소재가 SUH35(21-4N), SUH36(21-4N+쾌삭성) 등으로 교체되었으나 엔진온도의 상승에 따른 고온강도 및 내식성의 Needs로 점차 Inconel 751 등의 Ni 기 합금으로 대체되고 있는 실정이다. 이러한 Ni 기 합금은 고온강도는 우수하나 제조원가가 비싸기 때문에 최근에는 이보다 저렴한 40Ni-20Cr 합금이 개발되었으며 앞으로도 중간정도의 위치에 있을 수 있는 소재 개발이 절실히 요구되는 분야이다(그림 3).

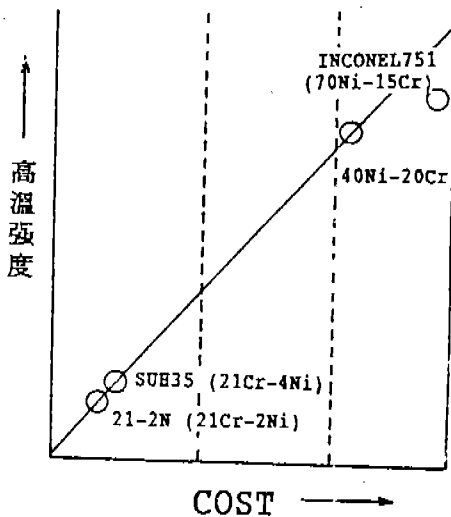


그림 3 현용배기 Valve강의 위치

3.3 배기기관용 소재

엔진의 고출력화에 따른 배기가스의 고온화 및 엄격한 배기가스 정화규제에 대응하여 기존의 페라이트계 스테인레스강에 대해 많은 소재개발이 진행되고 있다.

Exhaust-Manifolder의 경우 배기가스의 고온화에 따른 고온강도, 열피로특성 및 내산화성이 요구됨에 따라 기존의 스테인레스강에 소량의 Ti, Nb 및 Cu를 첨가시킨 강이 개발되고 있으며 Flexible-Pipe 용으로는 내식성 및 고온 내열화 부식성 개선을 위해 Si를 2-3.5% 첨가시킨 오스테나이트계 스테인레스가 개발되고 있다. 또한 점차 촉매반응에

금속 Converter의 사용이 증가됨에 따라 Al 첨가 스테인레스 극박판이 개발되고 있으며 Muffler 용 소재로서는 스테인레스 모재위에 용융 Al을 얇게 피복시킨 새로운 형태의 표면처리 스테인레스강이 개발되어 우수한 내열, 내식 특성을 보이고 있다.

앞으로도 이 분야는 엔진의 고온화 및 제품경량화에 대응하는 새로운 표면처리 소재의 개발 및 품질 고급화가 매우 신속히 진행될 것으로 예상된다.

3.4 제조기술 개발

자동차 산업의 고도화에 대응하여 특수강의 제조기술도 신공정 개발에 병행하여 기존공정의 성에너지화 및 합리화를 추진하고 있다. 자동차 부품의 고품질, 고기능화에 대응하여 개발되고 있는 제조기술은 고청정강 제조, 초고장력강 제조, 정밀압연, 정밀단조품 제조 및 표면무결함강 제조 등이다. 또한 연속주조 및 제어압연의 도입을 통해 공정의 연속화 및 단축을 추구하여 제조원가를 절감하려는 공정의 직접화도 한 방향이 되고 있다.

'70년대의 석유위기를 겪으면서 전기로 용해기술은 전기로의 UHP 및 대형화가 급속히 진행되었으며 '80년대 이후에는 노외정련 기술의 발전으로 생산성이 크게 향상되고 있다. 현재 활발히 진행되고 있는 고청정강 제조기술은 편심노저출탕법(EBT)과 같은 출강기술의 진보와 LF, VD, RH 등 노외정련 System이 조합된 복합정련 기술의 결합으로 가능해졌으며 이에 따라 대부분의 고급 특수강은 복합정련으로 제조되고 있으며 한 예로 스폰링강과 배어링강의 내부품질의 수명이 크게 향상되었다(그림 4).

'80년대 이후 본격화된 특수강의 연주화는 현재 그 비율이 60% 이상에 달하며 적용범위도 스테인레스강 및 고합금강으로 확대되고 있다. 연속주조의 도입으로 제강과 압연의 연속화가 가능해졌으며 품질도 편석제어, 화학조성의 제어에 있어서 기존의 잉고트재보다 우수하다고 알려지고 있어서 연주 생산범위는 크게 확대될 것으로 예상된다.

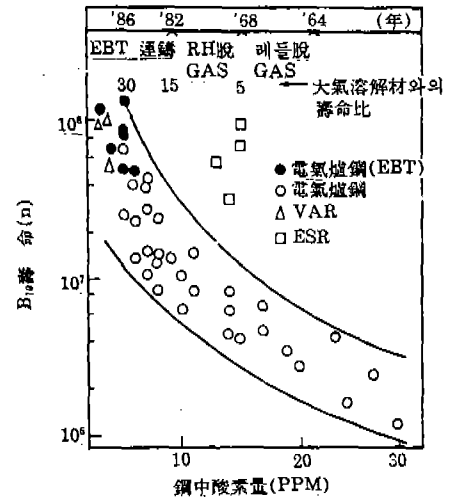


그림 4 강중산소량과 수명과의 관계

대부분의 자동차용 특수강 소재는 열간압연과 단조에 의해 제조되는데 최근 열간압연 기술은 설비의 전연속 배치로 전환되고 있고 Stand 간 장력을 직접 검출하여 무장력으로 제어할 수 있게 되었다. No-Twist Rolling 기술 및 Stand의 Block-Mill 화를 통하여 칫수 정밀도가 기존 제품에 비해 1/4~1/8로 개선된 정밀칩수의 제품이 생산되고 있으며 목표생산 칫수를 자유로이 제어할 수 있는 Free-Size Rolling이 현실화 되고 있다. 또한 회전식 단조, 온간단조 등 정밀단조 기술의 발전은 자동차 소재의 제조원가 절감에 큰 역할을 하고 있으며 열간압연 또는 단조시 모든 제어 계측 시스템의 자동화와 제강공정의 복합 공정기술과 연계되어 특수강 소재의 고기능화, 고품질화 및 Cost-Down에 크게 기여할 것이다.

4. 결 론

최근의 자동차에 대한 Needs가 단순한 기능의 고도화 외에도 다양한 사회적 요구에 신속히 대응할 수 있는 기술의 고감도화를 필요로 하고 있으며 이것은 특수강의 소재 및 제조기술 개발에 큰 영향을 미치고 있다.

자동차용 특수강 수요의 75% 정도를 차지하는 구조용 탄소, 합금강은 다양한 Needs에 대응하여 고강도강 개발, 비조질강 확대 및 쾌삭강의 수요 증대가 예상되며 고청정강 제조기술의 도입으로 기존 소재의 특성향상이 기대된다. 또 자동차의 고효율화와 엄격한 배기가스 규제 등으로 인해 내열강 및 스테인레스강의 개발도 활발히 추진될 것이다.

한편 특수강 제조기술은 복합 정련기술의 진보에 따라 저산소 고청정강 제조능력이 증대되며 연속주조 및 정밀압연 기술의 결합

에 의한 제조공정의 연속화 및 원가절감이 기대된다.

참 고 문 헌

1. 철강계, No.12, p.19, 평성 1년, 1989.
2. 철강계, No.10, p.38, 소화 58년, 1983.
3. 특수강, Vol.28, No.2, p.24, 1979.
4. 스테인레스, No.4, p.31, 평성 3년, 1991.
5. 철과 강, Vol.74, No.10, p.3, 1988.

알 릫

1991년도 본 학회 추계학술대회를 다음과 같이 개최하오니 회원 여러분의 많은 참여와 논문투고를 바랍니다.

다 음

- 개 최 일: 1991. 11. 30 (토)
- 개 최 장 소: 성균관대학교 수원캠퍼스
- 논문제목접수: 1991. 11. 9 (토)까지
- 원 고 접 수: 1991. 11. 16 (토)까지