분석과 진단

신소재의 등장과 철강재의 경쟁력: 자동차 산업을 중심으로

박병칠 · 현대경제사회연구원 연구원

철강재는 제조 기술의 발전을 통해 가장 값싸고 기능성이 좋은 소재로 변화해오면서 산업 발전은 물론이고 인간 생활의 질적 향상에 크게 기여해 왔다. 그런데 최근에는 새로운 소재의 발전과 더불어 철강 소재가 선점하고 있던 영역에서 신소재와 철강재간의 경합이 일어나고 있다. 특히, 연비 제고 및 배출 가스 감축을 위해 점차 경량화되고 있는 자동차의 소재 시장을 둘러싼 철강과 알루미늄, 플라스틱 등의 경쟁이 치열한 양상을 나타내면서 비중이 낮은 경량 소재 사용이 증가하고 있다. 하지만, 이러한 변화가 철강재의 대체를 의미하는 것은 아니다. 철강재는 성숙한 제조 기술을 통해 가공성이나 강도, 외관성 등 소재로서 갖추어야 할 종합적 특성을 갖추고 있어 개발 단계의 신소재들에 비해 우위에 있다. 또한 철강 업계는 제품의 고장력화나 새로운 가공 기술로 경제성 · 기능성 면에서 철강재의 신소재 대비 우월성을 확대해가는 한편, 주거용 건축 부문 등으로 철강재 사용 영역을 확대함으로써 대규모의 신규 수요를 창출해 나아가고 있다.

머리말

재료의 개발과 이용에 따라 인류의 생활은 발전을 거듭해왔고, 그 가운데서도 철강은 산업의 발전과 인간 생활의 질적 향상에 크게 기여해왔다. 역사적으로 살펴볼 때 철강재는 제조 기술의 발전과 더불어 가장 값싸고 기능성이 좋은 소재로 변화해왔으며, 이런 변화에 힘입어 철강 소재의 사용 영역도 기계 설비, 대형 구조물, 생활용 기계 및 주거용 건축물에까지 확대되고 있다. 그런데 최근에는 알루미늄, 플라스틱 등 신규 소재의 발전과 더불어 전통적으로 철강 소재가 선점하고 있던 영역에서 신소

재와 철강재간의 경합이 일어나고 있으며, 향후 21세기에는 신소재의 시대가 될 것이라는 주장도 이미 사실인 듯하다.

사실, 철강재의 이미지는 현재에 이르기까지 상당히 퇴색되어왔다. 철강재는 녹이 슬고 重厚長大하여 점차 소형화 · 소프트화해가는 산업의 흐름에 어울리지 않으며, 철강업은 에너지 소비량이 많고 환경 오염을 유발할 뿐 아니라, 이미 사양 산업으로서 수익성도 상대적으로 낮다는 인식이 자리잡고 있는 것이다. 과연 신소재로의 재료 사용 전환이 급격히 이뤄지고 철강재는 경쟁력을 상실하고 새로운 소재에 밀려날 것인가? 그렇지 않다면 21세기에도 소재로서의 경쟁력을 유지할 수 있을 것인가?

본 고에서는 주요 철강 수요 산업인 자동차 산업을 중심으로 소재간 경쟁의 현황과 함께 철강재의 경쟁력 유지를 위한 기술 개발 현황을 살펴보고, 이와 더불어 철강재 사용의 확대를 위한 과제들을 알아보기로 한다.

자동차 산업과 철강

1) 환경 문제와 경량화

우리나라의 1996년 자동차 생산은 281만 대(KD 제외)에 이르고 있으며, 여기서 소비되는 철강재는 전체 소비의 13% 이상을 차지하고 있다. 그러나 자동차용 소재 시장을 둘러싼 철강과 알루미늄, 플라스틱 등의 소재간 경쟁이 치열한 양상을 나타내면서 비중이 낮은 경량 소재의 사용이 증가하고 철강재의 소비는 줄어들고 있다. 미국 자동차의 경우 1975년에서 1995년 사이에 10% 가량의 경량화로 대당 강재 소비가 160 kg 감소한 결과 190만 톤 이상의 강재 소비가 줄어들었다.

과거 오일 쇼크에 따른 연비 향상 추진과 더불어 지구 환경 문제가 부각되면서 미국과 EU 등 선진국을 중심으로 오염 물질 배출 억제나 연비 규제를 더욱 강화하려는 움직임이 일고 있다. 사실, 자동차는 CO_2 배출에 따른 지구 온난화, SO_x, NO_x에 의한 산성비, HC와 CO 등에 의한 대기 오염 등 많은 환경 문제를 야기해온 것이 사실이다. 현재 가스 배출에서 자동차가 차지하는 비중은 미국 · 일본의 경우 20%를 상회하고 있으며, 우리나라는 36%(1994년)에 달하고 있다. 이런 현실과 함께 2000년에 CO_2 배출량을 1990년 수준으로 동결하는 기후변화협약의 체결로 환경 오염 물질의 배출 저감은 최대의 과제로 대두되고 있다.

이를 해결하기 위한 방안으로는 엔진 효율 향상, 주행 저항의 감소, 청정 연료 개발 등이 있는데, 이 가운데서도 경량화를 통한 연비 제고 및 배출 가스 억제는 환경 문제를 해결하는 강력한 수단으로서 기술 상의 큰 혁신없이도 가능하다. 일본의 연구 자료에 따르면, 차량 중량을 줄이면 연비도 그만큼 향상되는 것으로 나타났다.

2) 자동차 소재 사용 현황

자동차 소재 가운데 철강재는 중량 기준 60% 이상을 차지하는 주요 재료로서 그 가운데서도 강판이 절반 이상을 차지한다. 그러나 경량화에 따라 철강재 사용이 감소해 미국의 경우 철강재 사용 비중이 1978년 60%에서 1995년 55%로 감소했다. 한편, 철강 대체 소재들은 그 사용 영역을 꾸준히 확대해오고 있는데, 알루미늄의 경우 1978~95년 기간중 사용량이 66% 이상 증가했고 그 비중도 1978년 3.2%에서 1995년 5.6%로 상승했다. 하지만, 강재 소비의 감소 추세에도 불구하고 스테인레스강이나 합금강 등 특수강과 고장력강 사용은 크게 증가하고 있다.

이를 통해 알 수 있듯이, 오일 쇼크 이후 자동차의 경량화가 가속되면서 일부 부품을 중심으로 알루미늄이나 플라스틱 등이 철강재 시장을 잠식해가고 있고, 자동차 업체들도 All-Aluminium 자동차까지 개발하고 있어 자동차 소재를 둘러싼 치열한 경쟁이 예상된다. 차체 생산시 조립이 아닌 일체화된(holistic) 차체 생산에 의해 30% 정도의 중량 감소가 가능하여 경량화에 따른 철강재 소비 감소는 10%를 넘지 않을 것으로 보고 있지만, 배기 가스

〈표 1〉 미국 자동차 소재의 변화

(단위: kg/대)

	1978	1985	1990	1995	증가율 (1978~95)
일반 강재	929	771	745	761	-18.1
(고장력)	(60)	(99)	(108)	(127)	111.7
기타 강재	37	37	33	41	10.8
주물류	232	212	206	180	-22.4
플라스틱	82	96	104	112	36.6
알루미늄	51	63	72	85	66.7
기타	288	267	265	276	-4.2
총중량	1,619	1,446	1,425	1,455	-10.1

자료: *Ward's Automotive Yearbook*(1995).

〈표 2〉 승용차 소재 사용 전망

	현재 사용량(kg)	2000년 증가율(%)	2005년 증가율(%)
철강	783	-3	-10
알루미늄	83	10	25
플라스틱	111	5	15

자료: Univ. of Michigan, *Forecast and Analysis of North America: Automotive Industry: Delphi Ⅷ*(1996).

억제나 연비 향상 정책이 강화될 경우 철강재의 대체는 더욱 확대되어 알루미늄 등 경량 소재에 유리하게 작용할 것이다.

3) 소재간 경쟁력

알루미늄이나 플라스틱과 철강 소재는 사용하는 용도가 동일하지 않아 일률적으로 경쟁력을 비교할 수는 없다. 하지만, 가격 경쟁력 측면에서 소재의 강도와 비중으로 가격을 나눈 比强度 가격으로 비교하면 철강재가 경쟁력이 가장 높음을 알 수 있다. 일본의 연구에 따르면, 전기아연도금강판은 비강도 가격이 22인 반면, 알루미늄과 강화 플라스틱(SMC)은 각각 88과 90으로 철강재보다 4 배 정도 높다.

물론, 알루미늄, 플라스틱 등은 소재 생산에 있어서는 경쟁 열위에 있으나, 경량화에 의한 에너지 절감 효과를 고려한 비용 면에서는 경쟁력이 있다. 자동차 차체 1 개를 생산할 때 소요되는 에너지는 철강이 1만 6,200 MJ로 알루미늄이나 플라스틱에 비해 단연 유리하지만, 경량화에 의한 연료 절감 효과를 감안한 순에너지 소비에 있어서는 대체 소재가 철강재보다 우위에 있다.

그러나, 에너지 소비 면에서 철강이 다소 불리하다고 하나 자동차의 라이프스타일(life cycle) 측면에서 볼 때, 재료비, 디자인성, 제조 공정, 조립성, 폐차 등을 종합한 평가에서 철강재가 우수하다.

더구나 철강재는 재활용성이 높고 대량생산이 가능할 뿐 아니라, 가공성, 내성, 용접성 등 기계적 측면에서 타 소재보다

〈표 4〉 경량화에 의한 에너지 절약 효과

(단위: MJ)

	차체 중량(kg)	소재 생산 에너지	연료 절감	에너지 절약	순에너지 소비
철강(EGI)	400	16,200			16,200
알루미늄	200	44,300	1,100	38,200	6,100
플라스틱	195	20,300	1,101	38,300	-18,000

자료: EIU(1993), *The materials revolution in the motor industry.*

〈표 3〉 자동차용 재료의 비강도 가격

	중량당 가격(엔/kg)	비강도 가격(엔)	비중 (kg/l)	강도 (kg/mm²)
철강(EGI)	112	22	7.9	41
알루미늄	865	88	2.7	26.5
플라스틱	350	90	0.9	3.5

자료: 日本鐵鋼材俱樂部(1993).

〈표 5〉 life cycle 기준 소재 경쟁력(1-우수)

	재료비	디자인	부품 공정	조립	사용 편의	폐차	합계
철강(EGI)	1.3	2.4	1.9	2.1	2.4	1.5	11.6
알루미늄	4.2	3.5	3.2	3.5	2.5	1.9	18.8
플라스틱	3.4	2.2	2.9	2.9	2.6	3.5	17.5

자료: *DELPHI* Ⅷ(1996).

뛰어나고, 무엇보다도 안전성에 있어 가장 유리하고 보수가 쉬운 점도 철강재가 경쟁력을 유지할 수 있는 중요한 요소이다.

4) 자동차용 철강 소재의 혁신

○ 고장력화

철강 업체들은 경쟁 소재보다 우위에 있기 위해 제조 비용 측면의 강점을 살리면서 경량 소재를 개발하는 데 주력하고 있다. 우리나라에서도 개발·생산되고 있는 BH(Bake Hardened) 강판이나 IF (Interstitial Free) 강판 등의 고장력 강판은 경량 소재이면서 인장·항복 강도가 높으므로, 강도는 일정 기준 이상 유지하면서 판의 두께를 줄일 수 있어 경량화에 유리하다. 철강 업체들은 고장력 강판 수요가 크게 늘어날 것으로 보고 있으며 다양한 종류의 고장력 강판을 개발·판매하고 있다. 일본에서는 white body를 기준으로 고장력 강재 사용량이 1993년 현재 전체 강판의 25% 정도에서 2000년에는 36% 정도로 늘어날 것으로 보고 있다.

○ 가공 기술 혁신

철강재는 혁신적인 소재 가공 기술 사용으로 제조 비용의 절감은 물론, 큰 폭의 경량화가 가능하다. 현재 개발된 소재 가공의 신기술로는 Hydroforming과 Tailered Blanks 등이 대표적이다. Hydroforming은 차체 제조시 소재를 파이프 형태로 만들어 초고압의 물을 이용해 성형하는 기술로, 기존의 프레스 제조에 비해 강도가 높고 공정 생략도 가능해, 중량을 현재보다 15% 정도 줄일 수 있을 뿐 아니라 원가 감소도 수반한다.

Tailered Blanks 기술은 서로 다른 종류의 강판을 레이저 등에 의해 용접하는 기술로, 비틀림 강도의 향상과 20% 정도의 경량화·생산성 향상을 가능케 한다. 이처럼 고장력 강판의 사용외에도 가공 공정이나 디자인 개선 등에 의해서도 경량화를 달성할 수 있다.

○ 경량 차체 개발

자동차의 차체는 전체 중량의 25%를 차지하고 있어 경량화의 여지가 가장 큰 부분이다. 경량화는 자동차의 최적 설계에

의해 재료 사용을 줄이는 한편, 강판의 두께를 줄이는 대신 고강도의 제품을 사용하는 것을 말한다. 최근 차체의 경량화와 고장력화와 관련하여 IISI 주도 하에 세계 35 개 철강사와 자동차 업체들이 컨소시엄을 구성, 초경량차체(ULSAB)개발계획을 추진하고 있다. ULSAB은 Hydroforming과 Tailered Blanking 등 혁신적 설계 기법과 고장력강을 사용, 안전성 확보는 물론이고 중량을 최대 35% 감축하고 부품 감소로 제조 비용도 20% 정도 줄일 수 있다고 한다. 현재는 디자인 설계 단계에 있지만 최종 목표 달성 이전이라도 새로운 구조 설계나 기술의 단계적 적용으로 상당 수준의 경량화를 이룰 수 있을 것이다.

이처럼 철강재는 비용과 기능성의 측면에서 경재 소재에 비해 우월한 특성을 갖고 있으며, 날로 부각되고 있는 탑승자의 안정성 측면에서도 타 소재에 비해 절대적으로 유리하다. 이와 함께 자동차 산업의 환경 변화에 적극적 대응과 지속적 연구개발을 통한 제조 비용 절감과 생산 제품의 고품질화 · 고기능을 추구하고 있어 소재로서의 경쟁력을 유지할 것이다.

〈표 6〉 ULSAB 개발 목표

	현재	Unibody	ULSAB
차체 중량(kg)	271	250	205
비틀림 강도 (Nm/deg)	11,531	19,750	19,056
제조 비용(달러)	1,116	1,046	962

자료: ULSAB News Release(1995).

철강재 수요의 창출

한편, 철강 업계는 철강재의 사용 영역을 지킴은 물론 사용 영역을 새로이 확대해나가려 하고 있다. 그 대표적인 대상이 주거용 건축 부문으로서, 산업의 성숙화나 경기 불황에 따른 자동차 등 제조업의 철강 수요가 줄어들 경우 대규모의 수요 창출이 가능하다는 점에서 중요하다.

자동차, 플랜트, 기계 등 제조업 부문에서의 시장 개발은 새로이 영역을 확대해오고 있는 신소재와의 경쟁으로 제품의 고기능화 및 가공 기술 개발 등이 필요하다. 반면, 건설 부문에서의 시장 개발은 목재, 콘크리트 등 기존 소재와의 경쟁으로서 이미

〈표 7〉 목재와 철강재 가격 비교(미국)

	1990	1993	1994	1995
목재(달러)	-	352	519	37.3
철강 (달러/cwt)	33.5	30.9	32.2	34.5

자료: 철강협회(1996. 7), 「철강보」.

개발된 기술을 알맞게 적용하는 응용 기술을 필요로 한다. 철강 소재는 안정적이고 저렴한 가격과 시공의 간편성 · 기능성 측면에서 우위에 있는 것이 사실이지만, 소재 사용의 확대를 위해서는 적극적 홍보와 함께 각 주택 문화에 적절한 설계 기술 개발이 필수적이다.

철강 소재 주택은 일본의 경우 형강을 많이 사용하는 철골조의 성격이 강한 반면, 미국의 경우는 주로 아연도 강판을 많이 사용하는 steel house의 형태를 보이고 있는데, 이 형태가 강재 소비량이 적고 경량으로 공기가 짧은 등 장점을 보임에 따라 점차 확산되고 있다. 1995년 현재 미국에서는 5만 호의 steel house가 건설되었는데, 2000년에는 주택 시장의 25%를 점유, 연간 200만 톤 규모까지 강재 수요를 확대시킬 것을 목표로 하고 있다.

〈표 8〉 철강재 주택 건설 전망(미국)

	1992	1993	1994	1995	2000
steel house	500	15,000	35,000	50,000	325,000

자료: 철강협회(1996. 7), 「철강보」.

21세기에도 경쟁력 우위

철강재는 그동안 끊임없는 신기술 및 신제품 개발을 통해 고기능 제품을 낮은 가격에 공급해왔다. 알루미늄, 고강도 플라스틱, 첨단 세라믹 등의 신소재가 일부 우수한 특성을 가지고 있는 것은 사실이지만, 경제성이나 기능성을 종합한 평가에서는 철강재보다 열위에 있다.

더구나 소재로서의 우월성을 바탕으로 주거용 건축 시장과 같은 신규 시장 창출을 위해 노력하고 있는 만큼, 여러 문제를 해결해야 할 신소재에게 쉽게 시장을 내주지는 않을 것이다. 거의 무한한 재활용과 적극적인 환경 친화 기술의 개발 · 도입에 의한 청정생산체제 구축으로 환경 경쟁력 또한 향상되고 있어 철강재의 경쟁력은 21세기에도 유지될 것이다. HRI