

자동차용 플라스틱의 현황

김종구 · 이명구

1. 서 론

인간의 생활 수준이 향상됨에 따라 편리함과 풍요로움을 주는 자동차는 단순히 “달린다, 정지한다, 방향을 전환한다”라는 기본적인 성능에서 “보다 안전하며, 보다 쾌적하며, 보다 고급스럽게”로 다양화, 고성능화를 추구하고 있다.

특히 자동차 시장의 확대와 함께 소비자들의 요구 수준은 하루가 다르게 높아져 각 자동차 업체에서는 외장(외관), 내장 등 각종 부품에 대한 품질 개선, 다양한 디자인성 및 대량 생산성을 통한 경쟁력 강화에 전력을 기울이고 있으며 바로 이러한 역할을 담당하는 것이 자동차용 플라스틱 소재라 할 수 있다.

또한 자동차 부품을 플라스틱으로 대체해야 할 당위성은 1970년대 에너지 파동으로 인해 본격적으로 시작되었고 80년대 말에 이르러서는 환경 보호 인식이 확대되면서 대기오염의 주 원인인 배기 가스를 한계 규정치 이하로 규제키 위한 자동차 경량화 추진으로 본격화 되었다. 본고에서는 자동차용 플라스틱 소재 전반에 대해 서술코자 한다.

2. 자동차 산업의 현황

자동차 산업은 한 나라의 국민경제와 기술 수준을 평가하는 대표적인 산업으로서 산업 구조 고도화와 경제 성장에 결정적인 역할을 담당하고 있다. 국내 자동차 산업은 87년 이후 세계 10위권의 생산국으로 진입했으며 지난해 231만대를 생산 캐나다를 제치고 미국, 일본, 독일, 프랑스에 이어 세계 5번째 자동차 생산국으로 부상하였다.

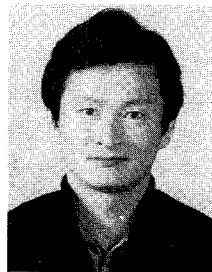
이와 같은 현상은 캐나다의 자동차 생산이 2.9% 증가

표 1. 세계 10대 자동차 생산국

		93년		94년	
1	일본	11,227,545	미국	12,316,099	
2	미국	10,890,082	일본	10,554,119	
3	독일	4,031,796	독일	4,351,948	
4	프랑스	3,495,067	프랑스	4,017,378	
5	캐나다	2,238,867	한국	2,311,663	
6	한국	2,050,058	캐나다	2,303,231	
7	스페인	1,541,523	스페인	2,142,262	
8	C I S	1,497,654	영국	1,694,638	
9	영국	1,496,066	브라질	1,580,919	
10	브라질	1,422,108	이탈리아	1,534,469	

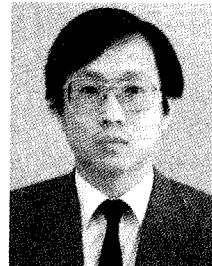
자료 : 자동차 부품정보(77호).

한 반면 우리나라는 지속적인 내수 증가와 엔화 강세로



김종구

1980 서울대 화학공학과 졸업
 1982 KAIST 화학공학과(석사)
 1982~1995 LG화학 고분자 연구소
 1995~ LG화학 Tech. Center EP팀장
 현재 (LG Chemical Ltd. Tech. Center)



이명구

1984 인하대 고분자공학과 졸업
 1986 인하대 고분자공학과(석사)
 1986~1995 LG화학 고분자 연구소
 1995~ LG화학 Tech. Center
 현재 선임연구원 (LG chemical Ltd. Tech. Center)

Automotive Plastics : Today and Tomorrow

LG화학 Tech. Center(Chong Koo Kum and Myoung Goo Lee LG Chemical Ltd Tech. Center 84 Jang-dong, Yusung-ku, Taejon, Korea)

표 2. 국내 자동차 생산 업체 현황

구 분	현 대	기 아	대 우	아 시 아	쌍 용	대우중공업	현대정공	삼성중공업
설 립	967. 12	1944. 12	1976. 6	1965. 7	1954. 7	1978. 9	1977. 7	1974. 3
생산차종	승용차, 버스, 트럭, 특장차	승용차, 쥘, 버스, 트럭, 특장차	승용차, 버스, 트럭, 특장차	승용차, 쥘, 버스, 트럭, 특장차, 경상용	쥘, 버스, 트럭, 특장차	경승용, 경트럭, 경버스	쥘	대형트럭, 특장차
생산능력(대)	1,270,000	680,000	520,000	255,000	56,000	240,000	48,000	4,000
생산(대)	1,134,611	619,375	340,707	55,586	46,375	72,460	39,430	1,122
내수(대)	722,912	412,294	249,444	34,316	37,765	60,319	36,081	946
수출(대)	392,959	210,469	99,774	17,803	8,047	8,797	-	-

자료 : 각사 영업 보고서(94년)

대우중공업, 현대정공, 삼성중공업은 자동차 부문에 한함.

표 1과 1997대 차이는 다른 집계처에 의한 것임.

인한 수출 증대에 힘입어 12.8%의 고속 성장을 하였기 때문이다. 이에 따라 세계 자동차 생산에서 우리 나라가 차지하는 비중은 93년도의 4.2%에서 4.4%로 증가하였다. 세계 자동차 생산은 93년 1위를 차지한 일본이 엔화 강세로 인해 94년도에는 2위로 떨어졌으며 미국이 전년 대비 13.1% 증가한 1,232만대를 생산 1위 자리를 차지하였다. 표 2에 국내 자동차 업체 현황을 나타냈다. 현대 자동차 의 7개업체가 승용차에서 특장차까지 생산하고 있으며 94년 생산 능력은 307만대에 이르고 있다.

또한 각 업체에서는 대대적인 신·증설을 추진하고 있으며 이는 94년도 74만대에 이르는 수출로 세계 시장에서 경쟁력에 대한 자신감을 갖게 해준데 기인하고 있다. 95년도 설비 확충에 투자할 금액은 지난해보다 25.6% 증가한 3조 7천억원으로 2000년에 460만대 생산이 예상된다.

그러나 내수 측면으로는 부정적인 요인도 잠재하고 있다. 87년도 전후한 자동차의 대중화에 따라 인구 1천명당 87년 38대에서 92년에는 120대로 3배 이상 증가하였으며 승용차 보유율은 20대에서 80대로 4배 이상 증가하여 수요증가세가 점차 둔화될 조짐을 보일 것이다.

또한 국내 교통 및 환경 여건 악화로 자동차 억제 경향이 심해져 90년 지하철 공채 인상, 91년 자동차세 인상, 92년 6대도시 자동차세 50% 범위내 인상 등 제세 공과금의 인상이 추진되고 있으며 차고지 증명제, 수요자 금융 축소, 1가구 다차량 중과세 등의 내수 억제 정책이 제기되고 있다. 수출 측면으로는 차종의 다양화의 노력으로 활기를 띠 것으로 예상하며 또한 신규 모델의 개발, 현지 판매망 구축, KD 수출 확대를 통해 지속적인 성장이 예

표 3. 95년 자동차 투자 계획

업체명	계 획	투자액(억원)
현 대	승용차 개발(J-2 H-CAR)(93~96년)	1조 1500
기 아	소, 중형차 개발(92~95년)	6000
대 우	소, 중, 대형차 개발(93~97년)	1조 5410
쌍 용	승용차 개발(93~98년)	4510

자료 : 통산부 설비투자 동향.

상된다. NAFTA, EC 등의 경제 통합에 대한 대응으로 현지 생산이 강화되고 있는데 현대는 캐나다를 비롯한 4개국, 기아는 인도네시아를 비롯한 6개국, 대우는 우즈베크 공화국을 포함한 3개국에 해외 조립 생산 기지를 구축했거나 계획중이다.

자동차 산업은 종합 공업이기 때문에 각 관련 산업의 생산, 고용, 수출 등의 부문에 상당한 영향력을 가지고 있다.

90년 기준 자동차 산업은 국내 제조업 생산의 8.6%를 차지하고 있으며 고용의 5.8%, 수출의 3.3%를 점유하고 있다.

그 비중은 점차 커질 것으로 예상되는데 참고로 90년도 일본의 경우를 보면 제조업 생산의 13.1%, 고용의 7.1%, 수출의 22.5%를 차지하고 있다.

특히 플라스틱산업은 자동차의 경량화 추세로 더욱더 그 소비량이 증가될 것이며 그에 따른 리사이클링 문제로 보다 밀접한 관계를 갖게 될 것이다.

3. 자동차 경량화 동향

대기 오염은 인간의 건강에 피해를 주는 대상 품목으로 규정되어 각 국가에서 정책적으로 예방하여야 할 주요 대

표 4. 차종별 국내 생산 능력

구 분	(대)					
	84	86	88	90	92	94
승 용 차	192,000	924,000	1,350,000	1,633,000	2,029,000	2,352,000
버 스	41,000	94,000	143,000	149,000	270,000	258,000
트럭·특장차	104,000	167,000	243,000	283,000	496,000	463,000
계	337,000	1,185,000	1,736,000	2,065,000	2,795,000	3,073,000

표 5. 국내 자동차 산업의 비중

구 분	(단위 : %)			
	1980	1985	1990	일본('90)
생 산 액	3.31	4.26	8.63	13.1
고 용	3.12	3.35	5.84	7.1
부가가치	2.48	3.87	7.77	-
수 출	0.07	3.14	3.26	22.5

상으로 선정되어 추진하고 있으나 상황은 계속적으로 불리해지고 있으며 자동차는 이러한 오염의 주범으로 지목되고 있다.

연소에 의한 대기 오염을 줄일 수 있는 가장 직접적인 방법은 연비 규제의 강화에 있으며(미국에서 CAFE [Corporate Average Fuel Economy : 기업 평균 연비로 연비 규제를 강화하고 있음.) 연비 향상을 위해 자동차 연료의 대체 연구, 전기 자동차 개발 등 많은 연구가 활발히 진행되고 있으나 현재로서는 자동차의 무게 절감으로 연소 효율을 증가시키는 전략이 가장 대두되고 있다.

이에 따라 자동차 연비 향상을 위한 경량화는 크게 3가지 전략으로 나누어 지는데 1) 크기를 줄이는 법 2) 경량 재료의 사용 3) 효과적인 설계 등이다. 그러나 차량을 구입하는 고객은 차체의 소형화를 원치 않으므로 자동차 업체에서의 차체 경량화는 재료를 경량화하거나 설계를 개선시키는 방향으로 추진하고 있다. 따라서 기존의 동, steel과 같은 자동차 소재가 알루미늄과 플라스틱으로 급속히 대체되어 지고 있다. 최근 알루미늄의 가격이 저하되어도 항상 플라스틱이 알루미늄보다 중량당 낮은 가격으로 무게 절감을 할 수 있어 많은 부품에 플라스틱으로의 전환이 이루어지고 있다. BMW사는 1994년도 차 1대당 평균 149kg의 플라스틱을 사용하고 있으며 Volkswagon Audi Group의 경우, brake pedal은 안전 때문에 아직까지 steel을 사용하지만 clutch, accelerator 등의 기능 품까지 Nylon 66로 변경하였다.

자동차 중량의 변천을 보면 북미의 경우 75년 평균 중량이 1800kg에서 90년대 초에는 1200kg으로 경량화 되었으며, 이는 자동차에 사용되는 많은 부품에 있어서 소재의 전환이 이루어졌다는 것을 의미하는데 그 중 플라스틱의 사용량은 점차 증가되어 75년 전체 중량의 5%였던 것이 현재는 12% 이상을 상회하고 있다. **그림 1**에 유럽 Renault사의 자동차 1대당 플라스틱의 사용량을 연도별로 나타내었다.

일본의 경우 89년 1대당 중량의 9%에 해당하는 115kg 정도의 플라스틱을 사용하였으며 2000년도의 부품

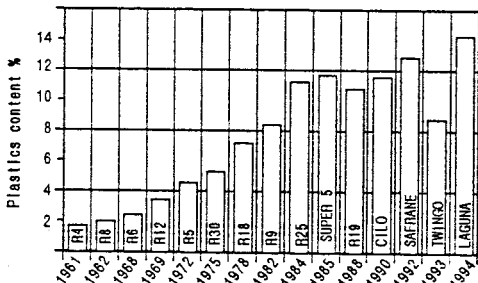


그림 1. Renault사의 플라스틱 사용량 (%).
자료 : Eur. Plastic News(1994).

표 6. 일본 자동차의 재료 사용량

	1989		2000	
	kg	%	kg	%
Steel	900	69	200	24
Aluminum	55	4	270	32
Plastic	115	9	220	26
Glass	30	2	-	-
Magnesium	1	-	40	5
Others	200	15	120	14
Total	1300	100	850	100

자료 : MITI.

표 7. 플라스틱 fender 적용 모델

국가	업체명	모델명	사용수지
미국	Chrysler	Dodge ZD, LH	Polyester
	GM	Corvette Cadillac C&H Body APV	SMC Nylon/PP0 Nylon/PP0 Polyurea
일본	Nissan	Be-1 Pao Figaro	Nylon/PP0 Nylon/PP0 Nylon/PP0
	Mizuda	AZ-1	Polyurea
프랑스	Renault	Clio 16V	Nylon/PP0

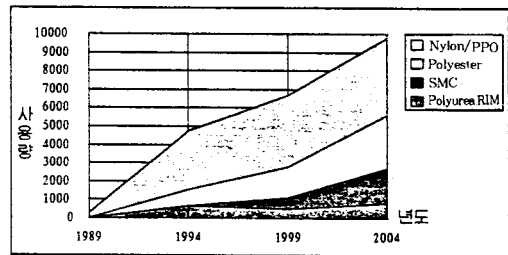


그림 2. Fender(front)의 연도별 사용량.

자료 : Automotive Plastics Report 94.

플라스틱화는 총 중량의 26%에 해당하는 200kg까지 늘릴 계획으로 있다. 현재 국내의 플라스틱 사용 비중은 1대당 7~8kg 정도에 머물고 있다. 기존에 steel로 사용하던 fender, fuel tank, back mirror base plate, engine intake manifold, rock arm cover, bumper back beam, instrument panel 등 많은 부품들이 현재 플라스틱으로 전환되어 사용중에 있으며 점차 플라스틱화된 차종이 늘어날 예정이다. 본고에서는 이중 대표적인 경량화의 대상인 fender에 대해 간략히 서술코자 한다.

fender는 차량의 앞쪽 끝(front end)에 위치하고 다른 패널에 비해 요구 성능이 낮기 때문에 차량의 경량화의 목표 대상이 되고 있다. 북미의 경우 fender용 소재 플라스틱의 적용은 1989년에 0.4%에서 94년에는 8.3%로 증가하였으며 2004년에는 16%까지 증가될 것이 예상된다. 사용량으로는 1994년 4700MT에서 2004년에는 2배가 넘는 9800MT이 사용되어질 것이다. 이러한 fender

에 사용되는 플라스틱의 요구조건은 아래와 같으며 적용 수지로는 열가소성 엔지니어링 플라스틱 (Nylon/PPO Alloy, Polyester), Polyurea RIM 및 SMC 등이다.

- 찌수 안정성 : 저 왜곡성 (low warpage)
- A등급의 우수한 표면 특성
- 우수한 내열 특성 (Baking oven temp)
- 우수한 성형 가공성
- 내약품, 내용매성

4. 자동차 플라스틱의 리사이클링 동향

자동차의 경량화 추세에 따라 플라스틱은 그 사용량이 점차 증가하고 있다. 폐차시 발생하는 폐기물의 증가로 인해 전세계 자동차 업체는 리사이클링 문제를 중요한 논점으로 부각하여 해체기술, 수집방법, 가공방법, 처리기술 등 여러분야에 대해 심도있는 연구를 진행 중에 있다.

그림 3에 나타난 바와 같이 자동차 부유해체물 중 플라스틱이 차지하는 비중은 매우 높으며 매립지 부족 문제만이 아니고 유용자원의 회수 관점에서 플라스틱의 재활용은 시급한 당면과제라 할 수 있다.

플라스틱의 리사이클링 방법은 3가지인데 첫째로는 재료로서의 재이용으로 주로 열가소성 수지가 대상이 된다. 그러나 자동차의 라이프 사이클이 짧아지고 다양한 플라스틱의 사용으로 분리수거의 문제가 있을 것으로 보인다.

둘째로는 원료로서의 회수 방법으로 PMMA나 PET, PP 등에 일부 처리되고 있는데 아직 실용화에는 시간이 걸릴 것으로 보인다.

셋째로는 에너지로서의 회수 방안이다. 플라스틱의 연소 발열량은 8,000~만kcal/kg으로 상당히 높은 편이어서 에너지 회수에 유익하나 소각시 발생하는 유해물질의

제거기술, 에너지 회수기술, 소각기술을 필요로 한다.

그러나 폐플라스틱의 리사이클은 경제성 평가에 따라 결정될 수도 있고 리사이클시 생플라스틱 제조보다도 다량의 에너지를 사용, 부생물을 만들어내 환경을 오염시킨다면 그 의미가 퇴색하게 된다. 따라서 첫번째의 재료로서의 재이용을 가장 선호하고 있다.

자동차 업체의 자발적 노력의 좋은 예로서 유럽의 Volkswagon AG, Audi, Adam Opel AG, Ford(유럽) 및 BMW AG 등은 이미 1992년 모델에 리사이클링한 플라스틱을 사용한다고 그들의 고객들에게 알렸다. Volkswagon의 경우 이 회사의 베스트 셀러인 VW Polo의 bumper에 20%의 리사이클링 플라스틱을 포함한 충격보강 PP bumper를 사용중에 있으며 VW의 Golf 모델은 160kg의 플라스틱을 사용한 자동차로서 15%의 리사이클링된 bumper를 사용중에 있다.

미국의 경우, Chrysler, Ford Motor, General Motor 3회사는 1991년 정부의 리사이클링에 대한 규제에 앞서 자동차 재료의 리사이클링과 자동차 해체 기술에 관한 규제에 앞서 자동차 재료의 리사이클링과 자동차 해체 기술에 관한 조사를 수행키 위해 협회를 결성하였으며 플라스틱 재료에 대해 쉽게 인지도하고 재활용 할 수 있도록 모든 부품을 코드화하였다. 또한 모든 부품 공급업체에게 1997년형부터 모든자동차 부품에 대하여 재활용 플라스틱을 40%까지 사용하도록 요구하고 있으며 이러한 의무 사용은 전세계적으로 확산되고 있다.

일본 자동차업계의 리사이클링 동향을 살펴보면 폐차량 (500만대/년)의 75% 재자원화를 목표로 자동차 업체와 협력회사에서 최적 회수 시스템을 확립하고 있으며 TOYOTA, NISSAN, HONDA 등은 1990년도에 리사이클 추진 위원회를 설립하여 해체가 용이한 설계 기술 개발, 플라스틱의 리사이클링, 부품의 코드화 등을 추진하고 있다. 또한 Nissan 자동차 회사는 그들의 20개에 달하는 자동차 타입을 9타입으로 대폭 줄여 사용 플라스틱의 종류를 단순화 하였으며 각각의 부품에 라벨링 시스템을 정착화 하였다. 대체적으로 리사이클링의 대상이 되는 자동차 부품은 500g 이상으로 bumper, spoiler, instrument panel, radiator grille, gas tank, wheel cover, fender 등이 포함된다. 리사이클링의 문제점중의 하나는 자연 노화된 부품의 물성 저하 현상에 반하여 복합 제품 (도장막 포함 제품, PVC와 ABS의 이층중 형성 제품)의 회수시 물성 저하가 매우 크다는 점이다. 자동차용 폐플라스틱의 리사이클링 흐름도를 그림 4에 도시하였다. 이 부분중 가장 어려운 부분은 수거 공정, 도막 제거 공정이며 이들은 차량 설계시부터 미리 고려되어야 하는 부분으로서 자동차 업체, 소재업체, 도료업체, 성형업체의 긴밀한 협조하에 이루어질 수 있겠다.

도장막 제거 방법으로는 가수분해, 고온 알칼리 용해

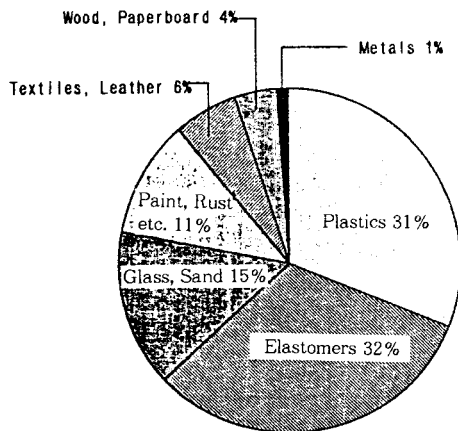


그림 3. 자동차 부유 해체물의 조성.
자료 : APME.

법, 액체 사이크론 방법, 압축진동방법 및 Roller Press 방법 등이 있다.

그림 5와 6에 일본 Nissan에서 개발한 도장막 제거 시스템과 Fuji Heavy사의 Roller Press 공정도를 나타내었다.

5. 자동차용 플라스틱 적용 분야 및 전망

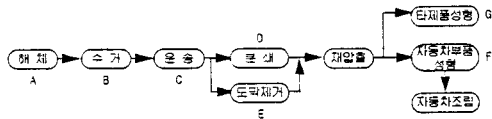
자동차 부품에 있어서 플라스틱의 적용분야는 크게 나누어 외장부품, 내장부품, 엔진 및 동력 전달장치 분야 등으로 나눌 수 있다. 그림 7에 나타낸 바와 같이 자동차용 소재가 플라스틱으로 전환되는 개념은 연비향상을 위

한 경량화와 함께 최근 고객들의 다양한 가치관과 차에 대한 인식 변화에 따라 고객이 요구하는 다양한 패션을 충족시킬 수 있도록 완벽한 디자인으로 이끌 수 있는 기회, 즉 형상의 자유도가 크며 안정성에 대한 인식, 저렴한 보수비 및 유지비의 향상성 등에 대한 장점이 크다는 인식으로 인해 플라스틱 소재로의 전환속도가 점차 가속화 되고 있다.

자동차 부품에 사용되는 플라스틱 중 리사이클링에 대한 중요성이 점차 대두되면서 열경화성 수지의 수요는 급격히 감소하는 반면 자동차용 열가소성 수지는 꾸준한 성장이 되어 2000년도까지 매년 평균 6%의 증가를 예상하고 있다. Applied Market Information에 의한 보고서에 따르면 서유럽의 경우 1994년도에는 120만톤의 열가소성 플라스틱이 사용되었고 전년 대비 7.3%의 증가를 나타냈으며 2000년에는 170만톤 이상의 사용이 예상되고 있다.

그 중 폴리프로필렌은 전체 열가소성 수지 중 42%에 달하는 가장 큰 수요를 나타내며 주로 내·외장재(trim 류, bumper)로 사용되고 있다.

Bumper용 소재로는 PC/PBT alloy, Polyester elastomer, 충격보강 polypropylene, polyurea RIM, 및 Urethane RIM등이 적용되며 전세계적으로 1994년 380만톤이 사용되었다. 그 중 충격보강 polypropylene이 차지하는 비율은 35%이나 polyurea와 urethane RIM의 급속한 하강과 함께 2000년도는 50% 이상 사용이 예상된다. PVC의 경우 사용된 열가소성 수지의 18.6%를 차지해 2번째로 큰 비중을 차지하고 있으나 내장 trim과



단계	업체	기술개발항목
A	해체업체	해체기술·분류기술
B	해체업체	분류기술적용 및 관리
C	운송업체	
D	단순부품 재생전문업체	Recycle성 시험
E	복합부품 재생전문업체	도막제거기술, 특수도료개발
F	자동차부품 성형업체	재생품 적용관리시스템 확립 및 적용
G	타제품전환 생산업체	용도개발, 재료의 복합화 및 Alloy 기술

그림 4. 자동차 부품용 플라스틱의 리사이클링 흐름도.

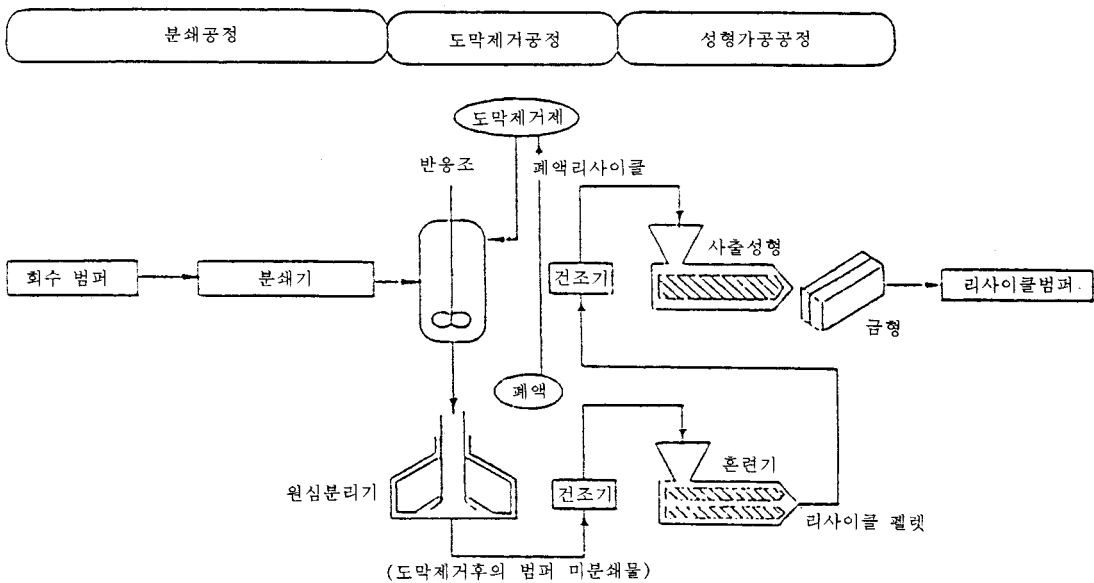


그림 5. PP범퍼의 도장막 제거 기술개발(NISSAN).

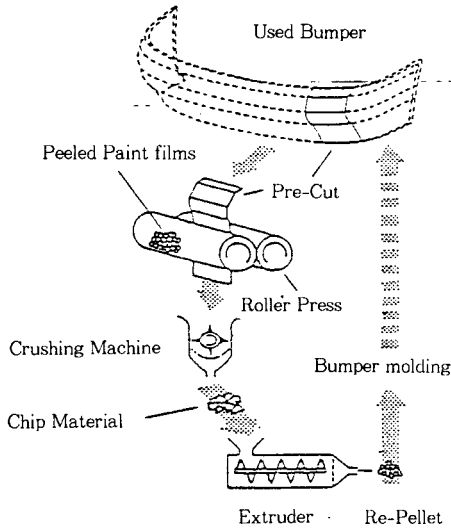


그림 6. Roller Press 공정도 (Fuji Heavy Industries Ltd.).

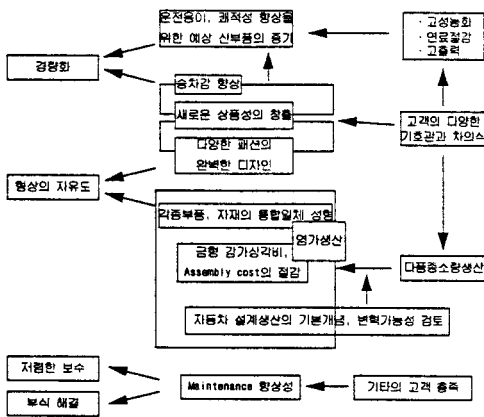


그림 7. 자동차 플라스틱화의 개념.

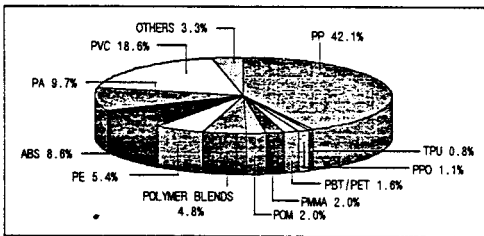


그림 8. 서유럽 자동차에 사용된 열가소성 플라스틱(1994년).
자료 : Eur. Plastic News(1995).

은 부품이 폴리프로필렌으로 전환되어 성장이 둔화될 예정이다.

그러나 폴리에틸렌의 경우 급속한 성장이 예상되는데 가장 대표적인 예로 연료탱크에 HDPE의 사용을 들 수 있다. 그 밖에 cable과 wire에 linear & low den-

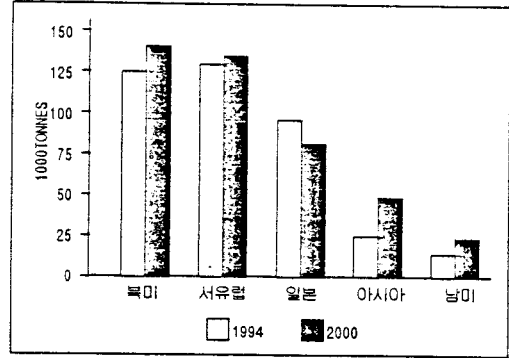


그림 9. 자동차의 플라스틱 bumper.
자료 : Phillip Townsend Associates.

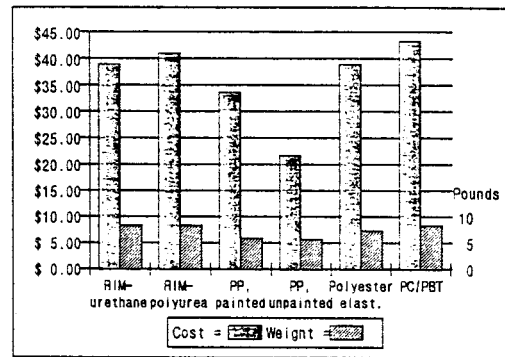


그림 10. bumper용 소재 비교 (가격 vs 무게).
자료 : Automotive Plastics Report(94).

city 폴리에틸렌이 사용되어 2000년도까지 8% 이상의 성장이 예상된다.

다음은 자동차용 플라스틱의 10년후 전망을 “Delphi VII 북미 자동차 산업의 예상과 분석”의 자료편을 소개하고자 한다.

이 보고서는 자동차 산업의 각 분야(자동차 업체, 서비스 업체, 부품 및 재료 업체, 정부, 노동계 등)에서 선택된 전문가들의 토론을 통해 예측된 자료로서 1979년 발간 이래 자동차 관련 산업의 전략적 계획 수립에 귀중한 자료로 사용되어 왔다. 이 중 일부를 발췌하고자 한다.

1) 자동차 시장의 예상 이슈

자동차 시장에 있어서 예상되는 중요문제로는 90년도 초에는 품질, 가격 생산경쟁력이었으나 향후 10년에는 경량화 및 리사이클링이 추가되었다.

구 분	응답(%)
재료사용량	33
가 격	25
리사이클링	20
생 산	11
내 식 성	6
환경/안정	5

2) CAFE와 경량화

경량화의 방법으로는 크기를 줄이는 법, 경량재료의 사용 및 효과적인 설계 등 3가지로 구분할 수 있는데 고객은 차체의 소형화를 원치 않으므로 재료의 경량화 및 설계 개선이 바람직한 방향이다. 또한 향후 연비개선은 엔진 개발보다 경량화에 의해 주도될 것이다.

	1998년	2003년
승용차	-3%	-8%
경트럭	-5%	-7%

3) 자동차 재료의 변화

① 자동차 재료

향후 10년간의 자동차 재료에 있어서는 앞에서 언급한 바와 같이 steel의 사용량은 급격히 감소하는 반면 경량 재료인 알루미늄과 플라스틱의 사용량은 증가가 예상된다.

재 료	추정된 현재 무게 27.5mpg	평 균		
		1993	1998	2003
		27.5mpg	30mpg	35mpg
철 강	1,709lbs	-1%	-5%	-9%
주 철	430	-5	-10	-15
알루미늄	174	10	15	20
플라스틱	243	5	10	15
구 리	45	0	0	0
아 연	37	0	-4	-4
마그네슘	7	5	8	15
유 리	88	0	0	0
세 라 미	2	2	3	5
분말합금	25	4	4	10
고 무				
Tires	94	0	0	0
기타고무	39	0	0	0

② 플라스틱 재료

향후 10년간의 자동차용 재료로서의 플라스틱은 상당한 증가가 예상된다. 일부 열경화성 및 고가용 플라스틱은 감소를 보이는 반면 가격적인 장점과 리사이클링에 유리한 polyolefine계인 폴리프로필렌, 폴리에틸렌의 상승이 주목된다.

재 료	1992 (백만 lbs)	평 균	
		1998	2003
폴리우레탄	426	2%	2%
폴리프로필렌	401	8	12
PP/EPDM	118	3	3
ABS	254	0	0
PVC	226	0	-4
폴리에틸렌	200	5	8
나이론	183	5	5
SMC	175	2	3
폴리카보네이트	89	2	2
폴리에스테르	78	3	2
ALLOY PPO/STYRENE	65	0	0
SMA	58	0	0
아크릴 수리	40	0	0
ALLOY PC/PBT	40	0	0
페놀릭 수지	36	0	0
아세탈	21	0	0
ALLOY ABS/PC	19	1	2
폴리우레아	17	0	-1
기 타	67	1	1
총 계	2,513		

참 고 문 헌

1. Automotive Plastics Report (94)
2. SRI International Report June (1991)
3. SRI International Report Feb (1992)
4. Automotive Engineering Nov 54 (1994)
5. Automotive Engineering Nov 27 (1994)
6. Automotive Engineering Jan 79 (1995)
7. 자동차 부품 기술 속보 13호 12
8. 자동차 부품 기술 속보 15호 17
9. 자동차 부품 기술 속보 20호 12
10. 자동차 부품 기술 속보 21호 3
11. 자동차 부품 기술 속보 23호 6
12. 자동차 부품 기술 속보 72호 6
13. 자동차 부품 기술 속보 77호 7
14. Auto Recycle 189 (1993)
15. Plastic Technology April 67 (1993)
16. Modern Plastic International Oct 48 (1992)
17. Eur. Plastic News Jan 14 1994
18. Eur. Plastic News April 28 1995
19. Eur. Plastic News April 15 1995
20. Eur. Plastic News May 14. 1995
21. LG고분자 기술 9호 39 (1989)
22. LG고분자 기술 19호 18 (1991)
23. LG고분자 기술 21호 10 (1992)
24. LG고분자 기술 27호 8 (1993)
25. LG고분자 기술 29호 8 (1994)
26. LG Polymer J. 1호 22 (1995)