

技術資料

## 자동차 부품 리사이클링 현황과 전망

이영훈\*, 김명한\*\*

### The current Status and Prospects of Recycling of Automobile Parts

Y. H. Lee\* and M. H. Kim\*\*

#### 1. 서 론

최근 지구환경문제로서 프레온가스 등에 의한 오존층 파괴, 탄산가스(CO<sub>2</sub>) 등에 의한 지구온난화, 산성비, 삼림자원 파괴문제 등을 들수 있는데 이 중에서 폐기물 문제는 종래의 지역개념의 공해문제에서 전 세계적인 개념으로 자원의 보전 및 에너지 절약을 포함시킨 지구환경문제로서 다루어지고 있다. 더욱이 최근에는 지구환경문제와 자동차와의 관계에서 배기가스정화, 연비절감과 아울러 자동차 부품의 리사이클링(Recycling) 문제가 중요한 과제로 대두되고 있는 가운데 리사이클링은 자동차 및 동 부품 메이커만의 문제가 아니라 소재 메이커와의 직접적인 협력이 필요하고 또한 해체업자를 포함하는 폐차 회수시스템과 제조의 확립이 요구되고 있다. 더욱이 최근 수년간 폐차 대수의 증가와 플라스틱의 사용량 증가가 겹쳐서 폐차처리시에 발생하는 Shredder Dust의 양이 증가하여 그 처리문제가 대두되고 있다.

따라서 자동차부품의 리사이클링에 대한 유럽지역과 미국, 일본등의 동향을 살펴보기로 하였다.

#### 2. 법규제 동향

독일 환경보호국은 1993년말 까지 독일내에 폐차 리사이클의 시스템을 구축하여 가동시킬것을 계획하고 있으며 신차에 사용되는 플라스틱의 25%에 대해 리사이클 재료를 사용할 것을 검토하고 있으나 기술적으로나 시스템적으로도 큰 과제가 되고 있다.

또 EC위원회에서도 자동차 및 동 부품 리사이클 규제가 검토되고 있으며 이러한 움직임은 독일 뿐만 아니라 유럽 전체에 파급될 전망이다. 또한 미국은 자원보전회수법(RCRA)개정안을 상원에 제출해 놓고 있는데 고형 폐기물을 1995년까지 25% 회수와 2000년 까지 50% 회수를 목표로 하고 있다.

일본은 재생자원이용촉진법을 1991년 4월 26일 입법하여 1991년 10월 25일 부터 시행하고 있으며 폐기물처리법개정은 계속 심의중에 있다.

이와같이 자동차 및 동 부품 리사이클에 관한 규제동향은 표 1과 같다.

표 1. 자동차의 리사이클에 관한 규제동향

	일	본	유	럽	미	국
규 제 동 향	<ul style="list-style-type: none"> <li>재생자원이용촉진법 1991년 4월 26일 입법 1991년 10월부터 적용</li> <li>폐기물처리법개정은 계속 심의중</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>EC위원회 업계마다 Recycle규제를 검토예정 1992~1993년 초안</li> <li>독일 폐수회수·Recycle System을 1993년말까지 가동예정</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>자원보전회수법(RCRA) 개정의 움직임</li> <li>고형폐기물 ~1995년 25% 회수 ~2000년 50% 회수</li> </ul>	
상			독일이 유럽을 선도하는 문제를 정부와 업계에서 논의중		개정안 상원제출	
황						

\* 한국자동차부품 종합기술연구소

\*\* 충북대학교 재료과

### 3. 유럽의 자동차부품 리사이클링 동향

유럽에서는 자동차 폐차대수의 절대량 증가와 플라스틱을 비롯한 재이용 비율이 낮은 소재의 사용량 증가속에서 자동차의 리사이클 문제가 가시화되고 있다. 지금까지 재이용되지 않는 재료의 대부분은 소각 또는 매립되고 있었지만 환경보전에 대한 사회적 관심이 높아지면서 깨끗한 리사이클 시스템의 확립이 요구되어지고 있다. 그림 1은 폐자동차의 리사이클 시스템의 확립을 필요로 하는 제요인을 보여주고 있다.

유럽에서는 특히 폐기물 매립용지가 2~3년내에 바닥이 나리라고 예측되는 독일을 중심으로 자동차 리사이클 시스템의 확립을 위한 제도 만들기가 다른 나라보다 앞서서 행해지고 있고 표 2는 독일 각사의 폐차리사이클 동향이다.

유럽의 주요 자동차 메이커에 의해 운영되고 있는 유럽자동차 제조업체협회(ACEA)는 '91년 3월 폐차처리 문제에 관한 기본 방침을 발표하였고, 자동차 및 부품소재 메이커가 공동으로 해체하기 쉽고, 리사이클하기 쉬운 재료의 개발에 몰두하고 있다.

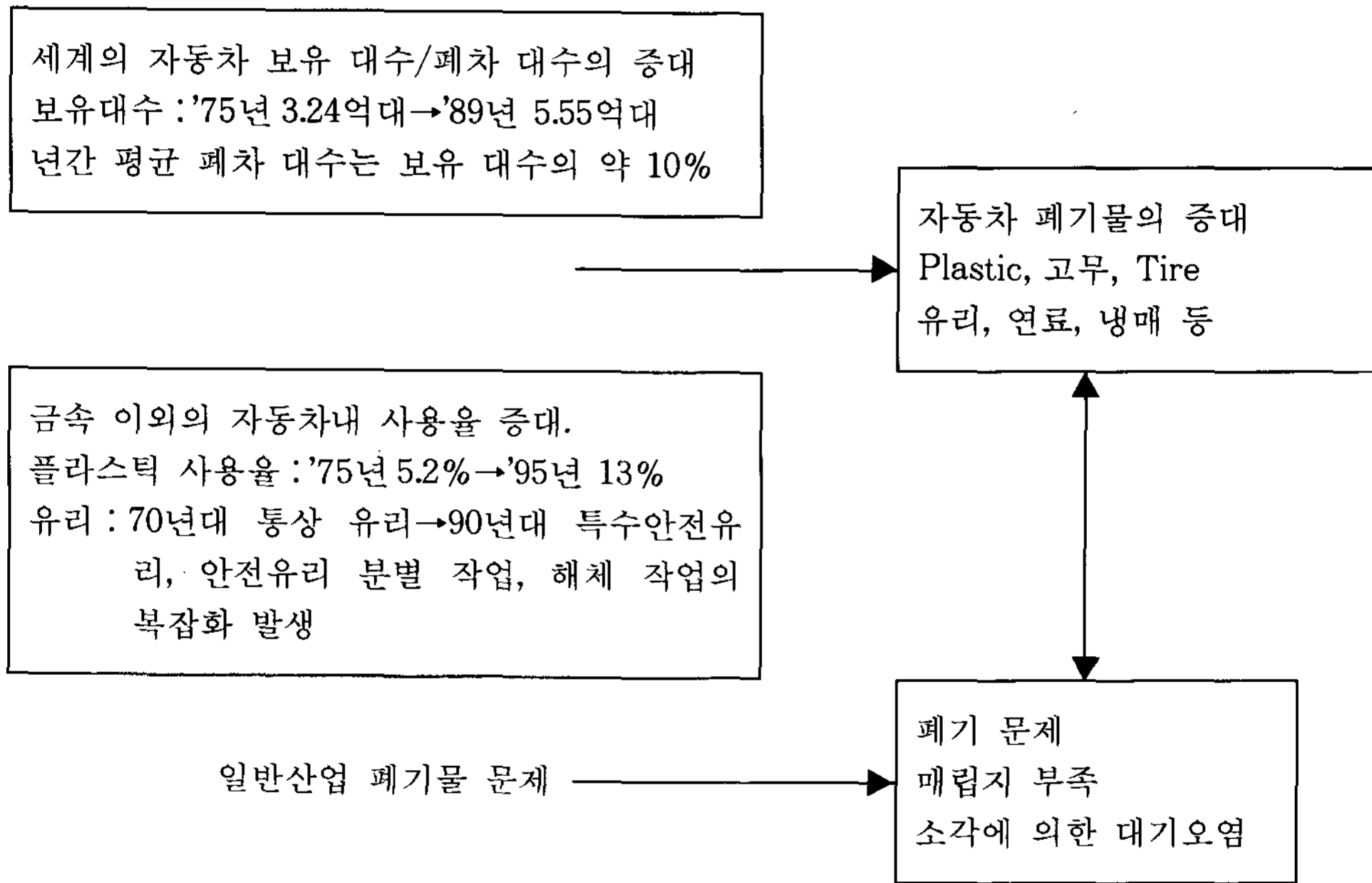


그림 1. 리사이클 시스템의 확립을 필요로 하는 제요인

표 2. 유럽에 있어서 폐차 Recycle 동향

RENAULT	독일시장에 있는 RENAULT 70만대의 Plastic Bumper를 프랑스에 가지고와서 Recycle 하여 타이어 House Cover 등의 부품으로 사용할 계획
OPEL	1991년 중에 전독일 2730개 판매점이 참가하여 폐플라스틱을 회수할 계획
BMW	영국에서 1991년대에 폐차 Recycle공장을 건설하고, 엔진 장착부품의 Recycle System을 확립할 계획
VW	독일에서 판매할 1992년형 「골프」에서 사용이 끝난폐차의 무료인수증 제도를 도입하고, 향후는 유럽 판매차에도 적용할 계획.
PRAVDA 프로젝트	독일을 6개 지역으로 나누어서 자동차 메이커, 해체회사, 플라스틱메이커에서 할 수 있는 Recycle System을 검토

한편, 자동차 메이커, 딜러, 해체업자, 소재 메이커가 합심하여 폐기 더스트를 분별수집·재처리하는 체제를 만들고 있으며, 어떻게 할 것인가를 검토하고 정부 및 지방자치단체로부터의 제도상의 문제점 해결 및 지원을 요구하는 등 리사이클을 최대한 끌어올리는 체제를 만들기 위해 관계자들이 나서서 노력하고 있다. 주요 독일 메이커가 91년부터 차량인수와 독자적인 Recycle계획을 발표한 외에 프랑스, 영국, 이탈리아에서도 자동차 메이커 단위로 Recycle Pilot시설을 설립하여, 소재 메이커와의 시스템만들기 등 개별적인 움직임도 활발히 진행되고 있다.

리사이클 시스템만들기에는 폐기물 문제가 첨예화되고 있는 서유럽이 선행하고 있고, 일본·미국에서도 제도확립이 검토되고 있듯이 어쨌든 전세계적으로 제도화되고 있는 것만으로도 90년대에 큰 변화라 할 수 있으며, 이는 자동차제작사의 기술개발에 새로운 방향을 설정하는 것이다. 또 리사이클 시스템은 재료개발뿐만 아니라 제조·판매라는 자동차의 기본사업에 있어서 회수·재처리라는 공정을 추가시킨다는 점에서 자동차 산업의 시스템 전체를 변화시킬 수 있는 요소를 포함하고 있는 만큼 리사이클 문제에 대한 대응은 중요과제라고 말할 수 있다.

#### 4. 미국의 자동차부품 리사이클링 동향

미국의 Big 3가 서유럽 및 일본자동차 메이커에 비해 뒤떨어진 자동차의 Recycling(재생) 및 “새로운 개념의 해체(분리) 설계”분야를 뒤따라잡기 위해 동 분야의 공동 연구·개발을 위한 콘소시엄 구성을 계획중인 것으로 알려졌다.

자동차의 “Recycling 및 새로운 개념의 자동차 해체설계 작업”과 관련, 서유럽 메이커들이 세계에서 가장 진일보한 테크닉을 보유하게 된 데에는 아래와 같은 배경 때문이다. 즉,

- 강력한 법적규제의 실시
- 환경론자들은 물론 일반 국민들의 높은 에너지 절약 및 환경보호 의식(여론)
- 폐기물 매립지의 잇따른 폐쇄조치 및 매립비용의 증가(과거 5년간 700% 인상)

이에 반해 미국에서의 자동차 Recycling에 대한 메이커 관심 또는 의지가 서유럽 및 일본에

비해 상대적으로 미약했던 데에는 정부의 강력한 법적 제재조치가 결여, 또는 설혹 있다하더라도 초보단계인 데다 자동차 폐기시 서유럽에서는 소유주가 소정의 폐기비용을 지불해야 하는 반면 미국에서는 약 100불 정도의 값어치(고철값)를 인정해주는 한편, 매립지 사정도 훨씬 여유가 있기 때문이다.

자동차의 Recycling과 결부시킬 수 있는 미국의 관련 법규는 다음과 같다.

- Resource' Conservation and Recovery Act : 쓰레기 매립과 소각에 대한 법률로서 1930년 제정된 후 '70년에 개정되었고, '92년에 새로이 개정될 예정임.
- '91 National Recycling Markets Act(하원법안 HR-2745) : '95년까지 자동차에 사용되어진 전체 플라스틱 가운데 30~40%를 재생할 것을 요구.

이러한 미국의 경우 전체 자동차 무게(질량)의 70~75%를 차지하는 쇠와 강철은 이미 재생되고 있지만 폐차로부터 쇠성분을 추출하고 난 여타 찌꺼기는 연간 300만톤 가량 버려지고 있고 그 가운데 약 1백만톤이 플라스틱 성분이다. 플라스틱은 최근 자동차의 연비향상, 내구성 진작 및 배기가스 저감을 목표로 한 각종 제재가 강화되면서 그 사용량이 큰 폭으로 증가되는 추세여서 자동차 1대당 차지하던 플라스틱의 비중도 지난 '73년의 2.9%에서 '89년에는 7.5%로 증대하고 있고, 현재 미국차 가운데 플라스틱 차체를 일부 도입하고 있는 모델들로는 GM의 Saturn, APV 미니밴, Chevrolet의 Corvette등을 예로 들 수 있다.

이처럼 플라스틱 사용이 증가됨에 따라 Big 3가 콘소시엄을 구성하여 추진해 나갈 자동차의 Recycling 및 새로운 개념의 해체(분해)설계의 공동 연구·개발도 크게 다음 2가지 사항을 목표로 하고 있다.

- 플라스틱을 여타 물질, 즉 철이나 알루미늄으로부터 보다 쉽게 분리해낼 수 있는 방안을 설계에 반영
- 플라스틱제품 가운데 서로 다른 성분의 플라스틱을 보다 쉽게 분리·추출할 수 있는 방안 모색

이러한 목표를 달성하기 위한 공동 연구·개발

사업의 가이드라인을 살펴보면 다음과 같다.

- 사용되고 있는 플라스틱의 종류를 삭감(현재 약 60여종의 레진이 사용되고 있음)
- 쉽게 재생되지 않는 플라스틱 사용은 될수록 억제
- 해체가 용이한 Fastener(볼트, हु크, 스냅등의 잠금장치)의 개발
- Recycling사업을 장려하기 위해 신차 생산시 재생 자재의 사용을 확대

### 5. 일본의 자동차부품 리사이클링 동향

최근 일본업체들은 Recycling(폐기물의 재활용) 자체를 하나의 새로운 자원으로 인식하고 있으며, Recycling사업의 선두업체들인 철강회사, 자동차회사, 방직회사, 전자회사들은 각자의 폐기물 발생량을 최소화 또는 재활용하기 위해 생산방식의 혁신을 도모하는 한편 신기술을 앞다투어 도입하고 있다. 또한 이들 업체들은 이러한 재생 사업을 추진하는 과정에서 새로운 사업을 창출하는 한편 연간 수십억불의 코스트를 절감하고 있는 것으로 알려졌다.

일본에서 각 산업별로 Recycling사업이 활발히 추진하고 되는 원인은 지난 '73년의 1차 오일쇼크에서 기인한다. 즉, 원재료의 대부분을 수입에 의존해왔던 일본은 제1차 오일쇼크 당시 도입원유의 부족으로 모든 주요 기간산업 및 국민의 생산활동이 즉각적이면서도 막대한 피해를 받은 후 정부, 기업, 소비자가 삼위일체가 되어 에너지 및 자원절약 또는 폐기물의 재활용에 대한 관심이 고조되었던 것이다.

그리하여 자동차업계는 폐차로부터 연간 수백만 톤의 고철과 플라스틱을 회수, 재생하기 위해서 다방면에 걸쳐 각종 프로그램을 추진해 왔고, Toyota의 경우 '90년도에 502천톤의 고철을 회수하였다. 한편, 자동차 1대당 플라스틱 부문이 차지하는 비중(무게기준)이 전체의 30%까지 차지하고 있는 사실과 관련, 자동차 업계는 폐차의 재생처리 과정에서 플라스틱의 분류작업이 용이하도록 플라스틱 부품에 일정한 표식(Marking)을 새기는 방식을 도입중에 있다.

이처럼 각 산업에서의 폐기물 활용사업을 장려하기 위해서 일본정부는 다음처럼 정부차원의 지

원을 공표하고 있다.

- 후생성은 '92년 봄부터 각 지방자치단체가 Recycling센터를 설립할 수 있도록 73억엔(약 5,300만불)을 국고에서 지원하고,
- 전국적으로 약 200여 사회단체가 재생 가능한 물자를 수거하는데 있어서 새로운 수거방식을 도입할 수 있도록 10억엔을 국고에서 보조할 계획으로 있음.

따라서 전후방 연관효과가 방대한 우리의 자동차산업도 폐차의 Recycling 사업에 대한 인식 전환과 함께 적극적인 사업전개가 요구되는 바임.

### 6. 폐기물 재자원화 사례

#### 가. 자동차의 생산 공정

자동차 산업은 흔히 종합산업이라고 일컬어 지는 바와 같이 철, 알루미늄, 세라믹, 유리등의 무기물에서 고무, 플라스틱과 같은 유기물까지 다양한 원료가 사용되고 있다. 자동차는 이러한 원료를 사용한 부품으로 구성되어 있으며 그 부품수는 2만점을 넘는다.

그림 2은 대표적인 자동차의 생산 공정이다. 자동차는 철판으로부터 Press, 용접, 차체조립, 도장, 장착, 검사등의 각 공정을 거쳐 1대의 차량이 완성된다. 이 주 생산라인 이외에 주물, 단조 기계가공, 플라스틱 성형 가공(이하 성형이라고 부른다), 전자 부품 등의 다양한 공정이 있다. 이 생산 공정중에서 리사이클의 예를들면, 금속류는 프레스공정에서 발생한 단재를 주물공정에서 용해시켜 재이용하는 등으로 하고 있다.

이와같이 자동차 산업에 있어서는 약 90% 가까운 폐기물이 이미 재자원화 및 활용되고 있으며, 이 글에서는 자동차 제작의 대표적인 공정을 중심으로 자동차 산업에 있어서의 리사이클 사례를 소개하고자 한다.

#### 나. 도장 공정

자동차의 도장 공정에서는 차량에 칠하는 도료의 색을 변경(이하 Colour Change)하고자 할때 도장 장치등의 배관등을 세정용 신나로 세정하고 있다. 이 Colour Change세정용으로 이용되고 있는 신나를 회수하여 재자원화를 도모한 사례를 소개한다. 이것은 폐신나를 회수·재생하므로써 다시 한번 이용하려고(Reuse)하는 것이다.

그림 3에 도요다자동차에서 개발한 폐신나의 재생 공정을 나타낸다. 폐신나의 성상 파악, 증류 방법의 재검토, 관리 방법 철저를 도모하므로써 TRS신나(Toyota Recycles System신나)로서 실용화를 이룩하였다.

특히 증류 재생이 용이한 세정용 신나 조성의 변경과 독자적인 High Evaporator 증류 장치의 개발·도입에 의해 회수율의 향상이 가능해졌고, 종래의 회수 장치에서는 30~40%정도 회수하였으나, 이 장치로는 70%로 상승하였기에 품질도 대폭적으로 향상하였다.

이 기술은 재단법인 Clean Japan Center로부터 재자원화 공헌으로서 표창을 받았다.

다. 주물 공정

주물 공정에서는 대량의 모래가 이용되고 있으며, 이것들은 모래재생장치에 의해 대부분이 Reuse(재사용)되고 있다. 그러나 일부 집진(集塵)장치로 회수되는것 중에는 아주 미세한 폐사로서 성능상 이용할 수 없는 모래가 발생한다.

이러한 모래 폐기물은 그림 4와 같이 Cement 원료로서 리사이클되고 있다.

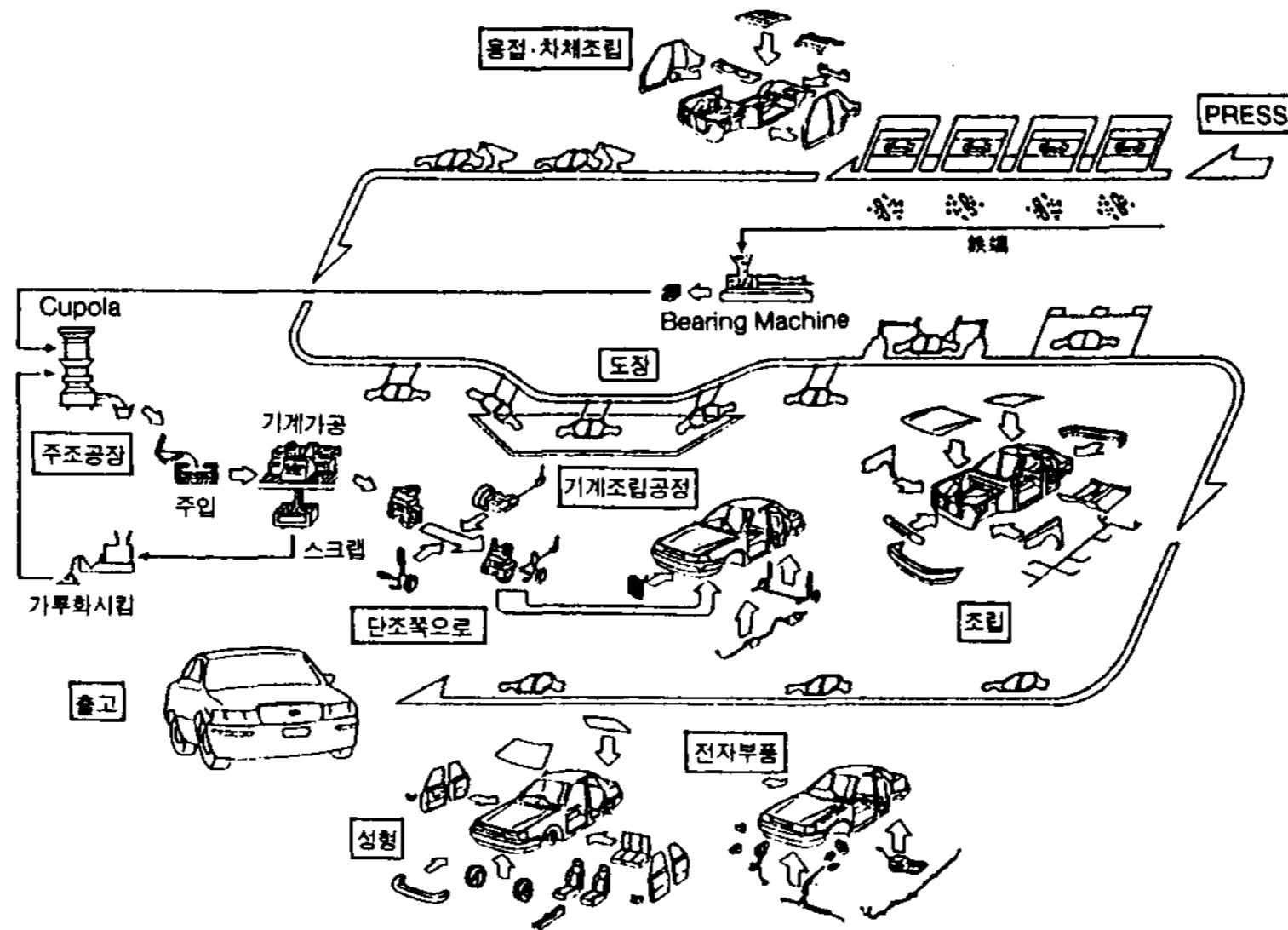


그림 2. 자동차 생산의 흐름

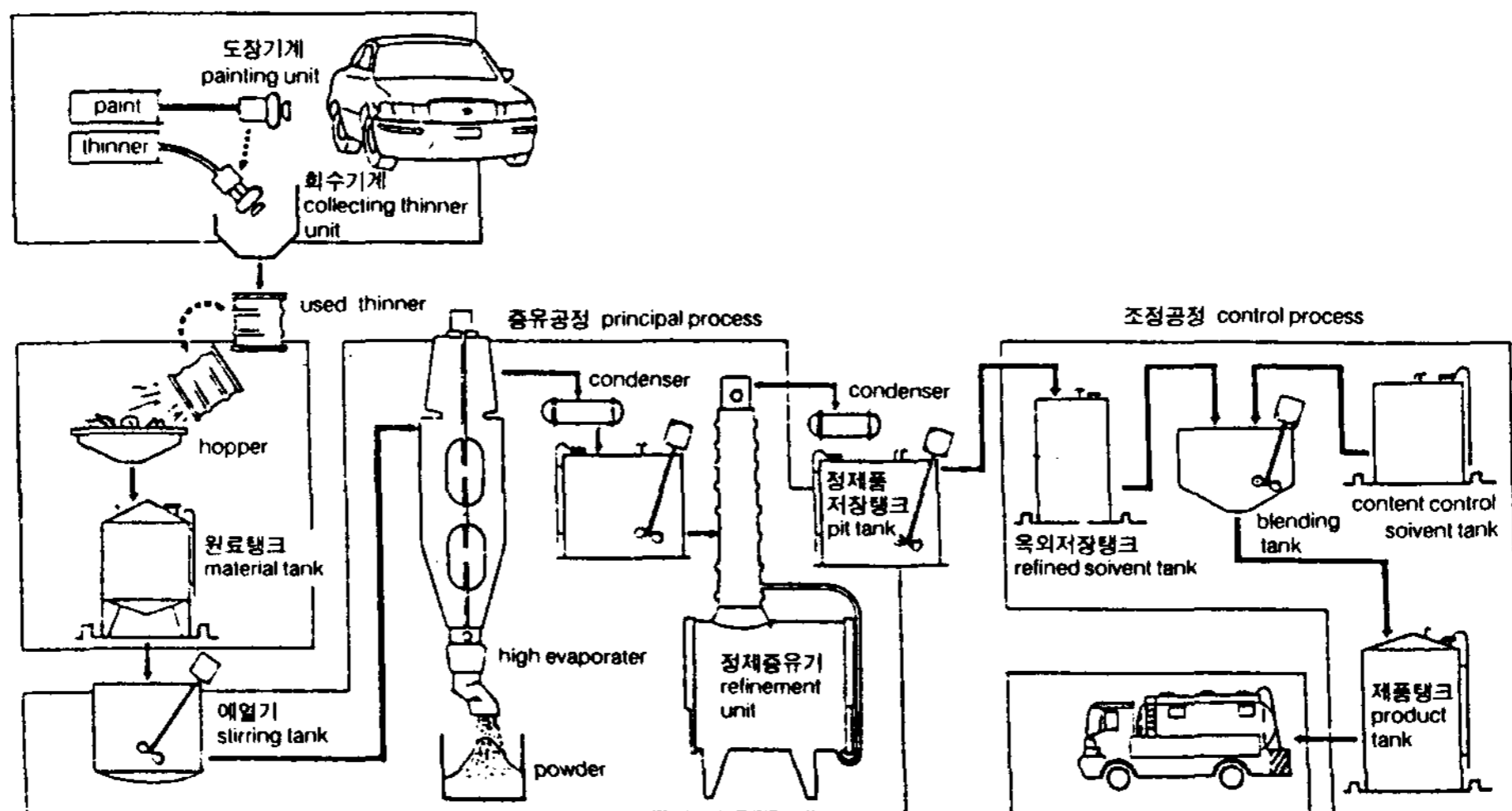


그림 3. 신나 회수·정제 시스템

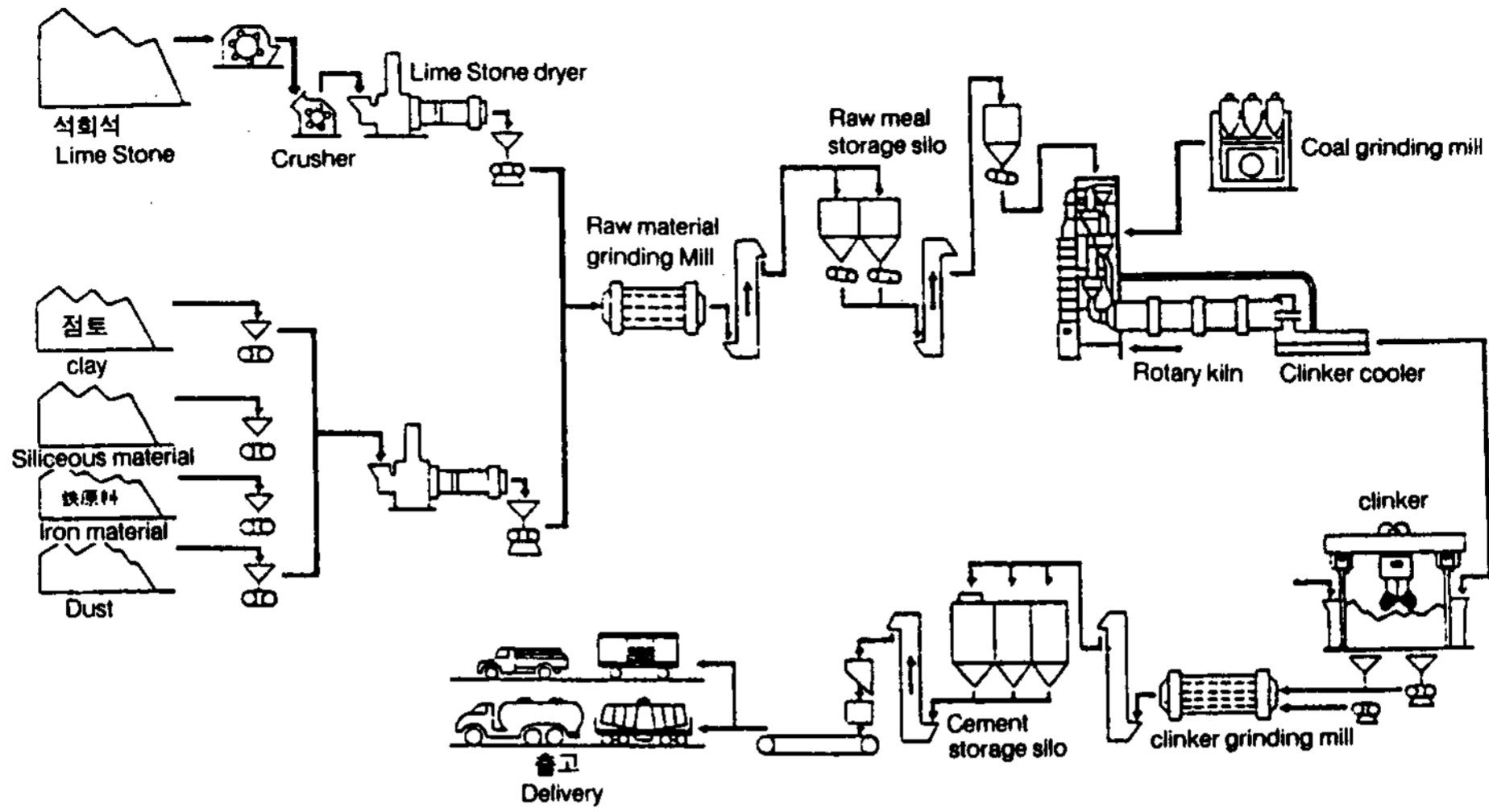


그림 4. 주물폐사(廢砂)의 Cement이용 시스템

특히 집진 장치로 회수되는 미세한 폐사는 회수하는 장소에 따라 성상이 다르고, 흩어지고 날아가기 쉬워서, 도요다자동차에서는 이 폐사 처리장치를 도입해 여러대의 집진 장치에서 회수된 폐사를 공기 수송에 의해 집합시키고, 안정된 성상으로 혼합한 다음 가습 장치로 가습해서 Cement회사로 출하하고 있다.

라. 기계공정

기계 공정에서는 기계 가공, 절삭등에 대량의 기름이 이용되고 있다. 공정내에서 순환 이용되는 기름도 품질 열화가 진행되어 사용이 어렵게

되면 폐기되며, 이렇게 해서 발생하는 폐유에 대해서도 재자원화를 도모하고 있다.

폐유는 발생한 공정별로 회수하고, 그림 5에 나타난 재생 장치에 의해서 재생유로서 재생한다. 폐유 중에 포함된 불순물이나 수분등의 양에 따라 다소 재생 공정이 다르지만, 이 재생장치에 의해 폐유는 새기름과 똑같은 기름으로서 재이용(Reuse)된다.

이 시스템에서는 폐유의 증별회수와 회수폐유의 성상 평가에 의한 최적 재생공정의 선정에 의해 고품질의 재생유의 정제가 가능하게 되어있다.

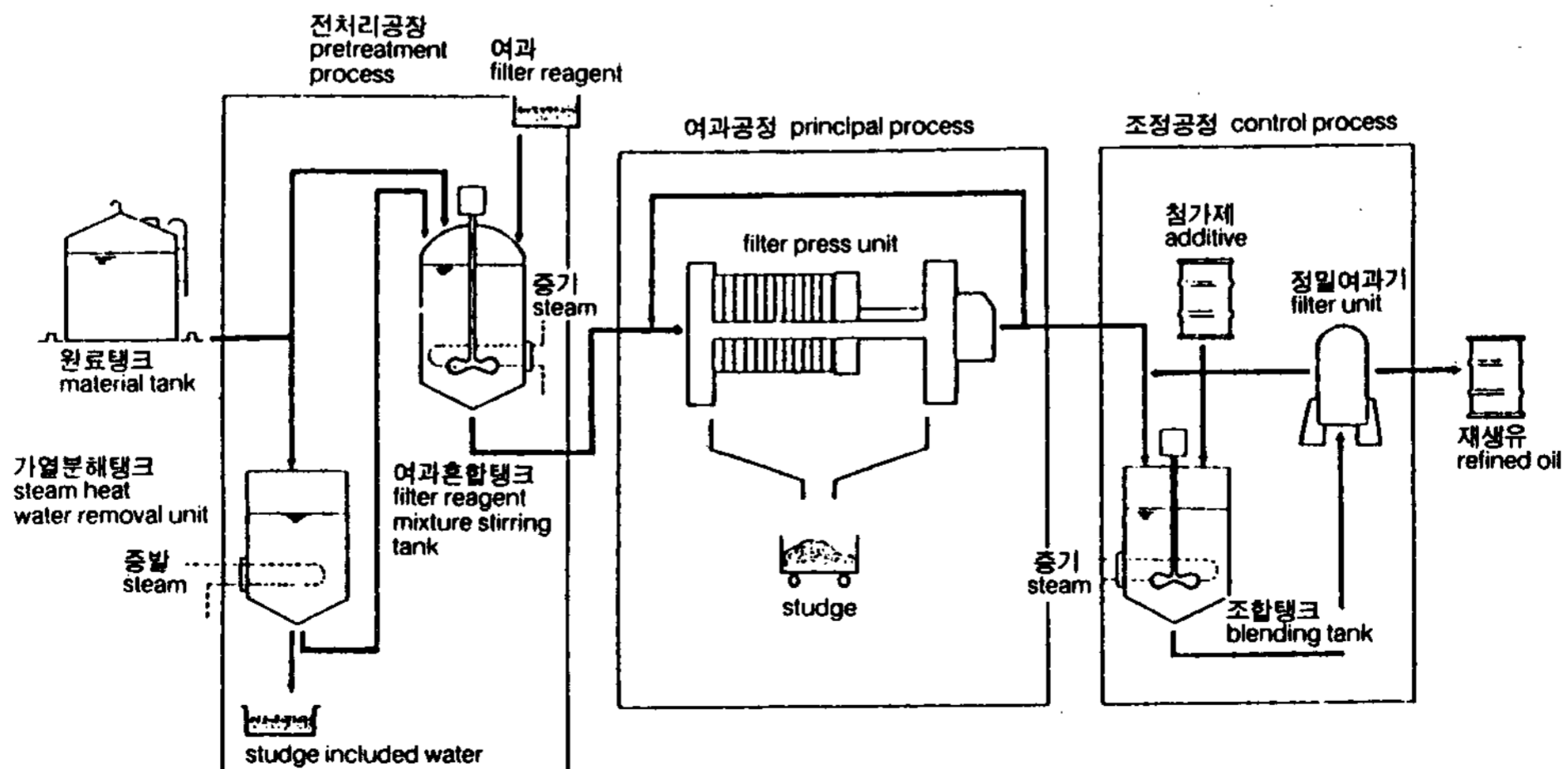


그림 5. 폐유 회수·재생 시스템

마. 플라스틱 수지 성형 공정

자동차에 이용되는 플라스틱의 확대에 따라 플라스틱 폐기물량도 확대되고 있다.

Polypropylene, Polyethylene 등의 열가소성수지는 재사용이 비교적 용이하므로 대부분이 공정내에서 재사용되어 폐기물은 발생하지 않는다. 그런데 우레탄과 같은 열경화성수지는 한번 굳어지면 원상태로 돌아가지 않기 때문에 재자원화는 곤란하다. 여기에서는 우레탄 폼퍼의 재이용에 대해서 소개하기로 한다.

그림 6은 이 재생 공정의 개요도이다.

우레탄의 폐자재는 1차, 2차 분쇄기를 통해서 리사이클할 수 있는 크기까지 가공한다. 이 분쇄물에 도요다자동차 고유의 접착재를 첨가하여 가열, 프레스, 성형하므로써 종래의 우레탄과는 물성이 다른 제품이 만들어진다.

현재 이 제품은 철저한 내구성이 요구되어지는 4WD차의 흙받이(Mud Guards)로서 이용되고 있다. 이 기술은 분쇄에 의해서 우레탄 속의 미반응기에 그 반응에 알맞은 접착재를 첨가하여 성형하므로써 리사이클을 가능하게 하였다.

7. 폐자동차의 처리

가. 자동차의 리사이클의 흐름

그림 7은 폐차처리 및 리사이클링의 흐름을 도식으로 나타낸 것이다. 부품을 떼어낸 차체는 플라스틱 부분 등 다시 이용할 수 없는 부품과 함께 분쇄 처리되어 리사이클 될 수 있는 금속 슬래그(Slag)와 더스트(Dust)로 분류된다. 분쇄 처리되는 차체 중량의 약 30%는 더스트가 되어 폐기되며, 그 체적의 반은 플라스틱이다.

해체된 부품은 재생부품으로서 이용되는 경우와 다른 방법으로 재료로 리사이클되는 경우가 있다. 자동차의 리사이클 방법은 복잡해서 반드시 전체를 파악하고 있다고는 할 수 없으나, 철스크랩, 비철조각, 타이어, 밧데리 등 어느 정도 재생 방법이 확립되어 있는 부분도 있다.

최근 플라스틱 재료의 사용비율이 증가하고 있기 때문에 자동차 전체의 재생 이용율은 저하하고 있으나, 전체로 보면 재생이용율은 약 75%라 할 수 있으며, 비교적 높은 수치가 되어있다. 플라스틱 재료 사용 증가에 따른 이를 재생처리하기 위한 자동화업계의 관심은 매우 크며 다음은 이에대한 처리대책이다.

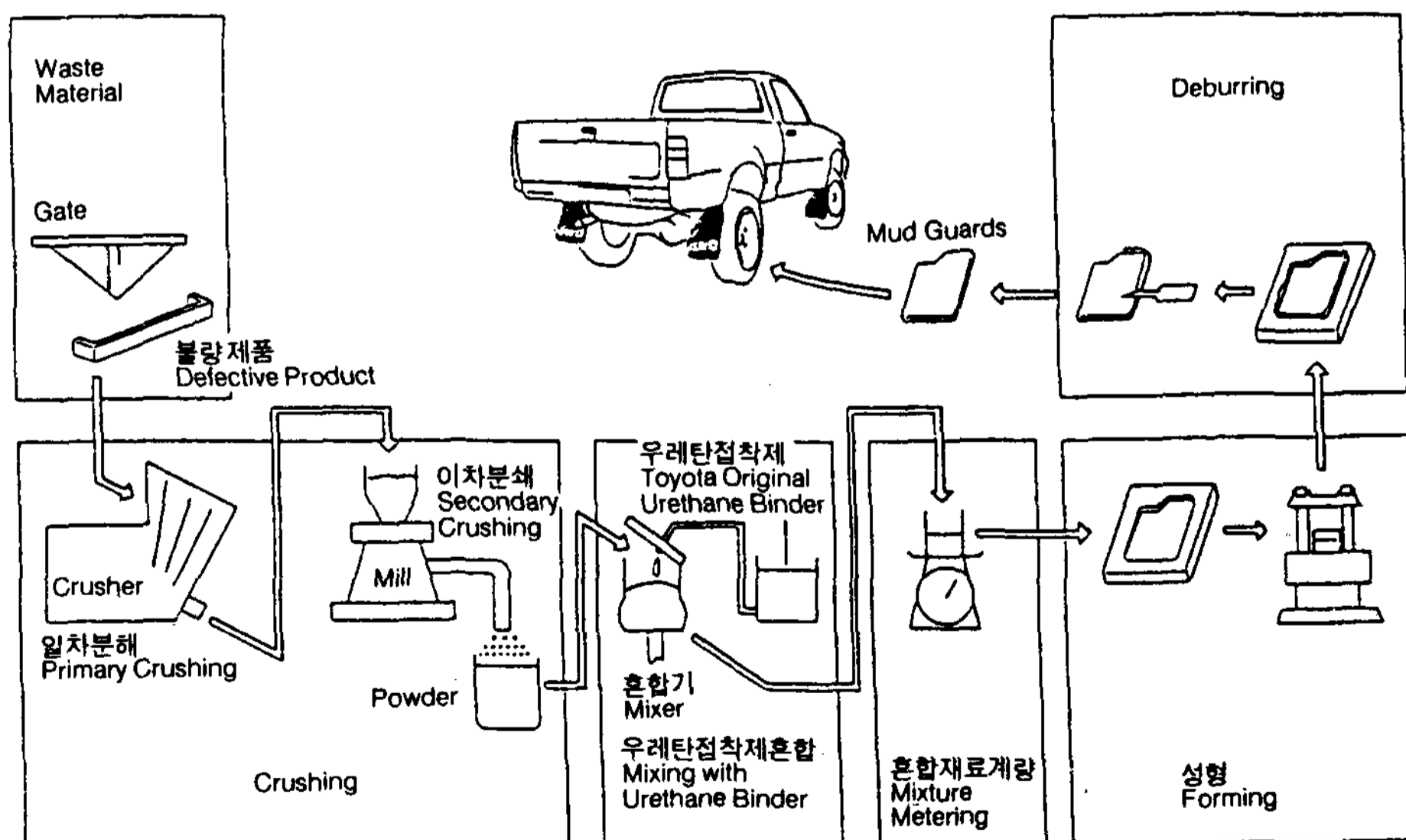


그림 6. 우레탄폼퍼 재생시스템

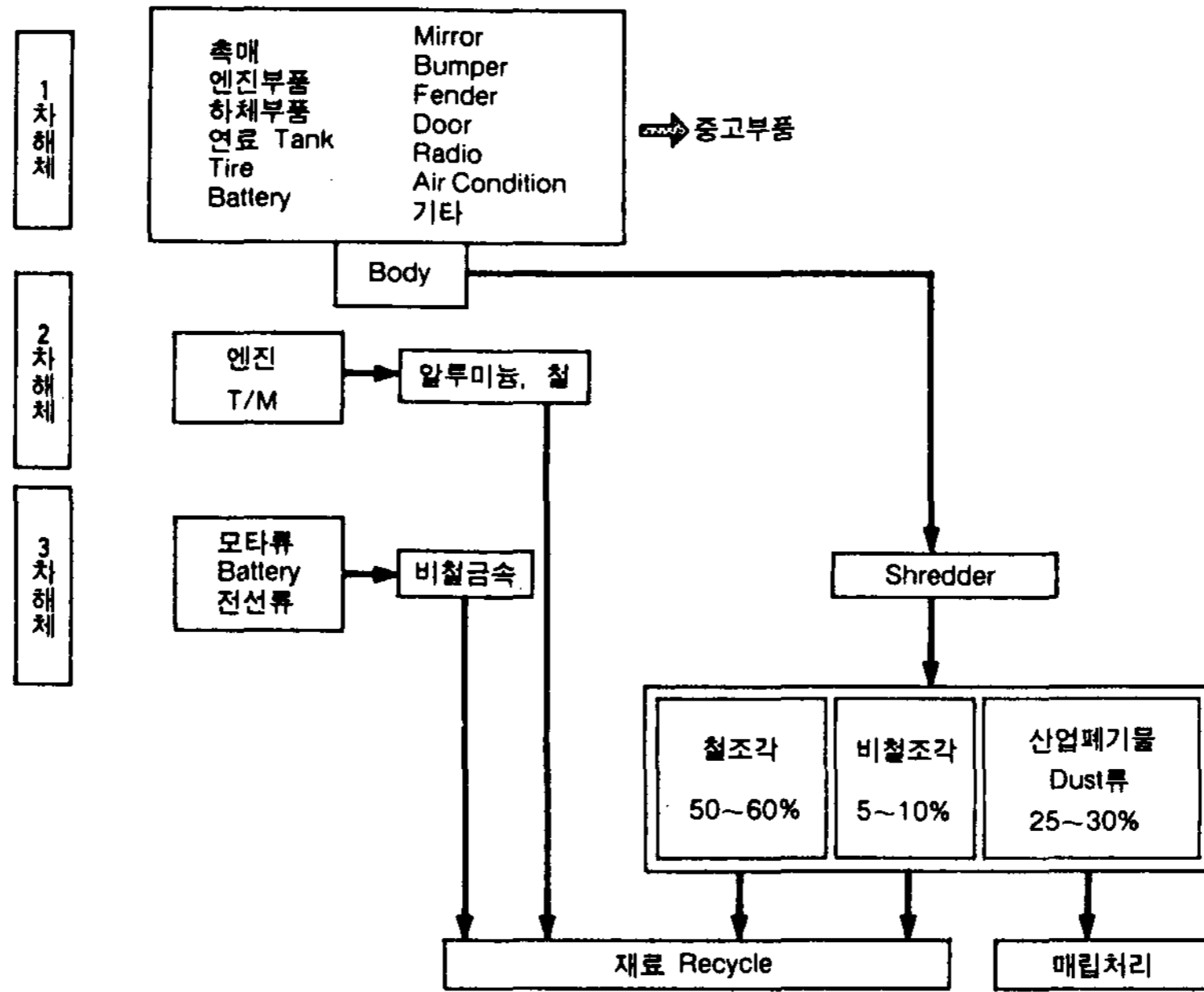


그림 7. 폐차처리와 리사이클의 흐름

나. 처리대책

1) 자동차 제조업체의 대책

항	목	내	용	문	제	점
당 면 대 책	플라스틱부품에 플라스틱명 기입	-플라스틱부품에 플라스틱명을 명시하여, 가공처리업자의 업체, 선별을 용이케 함.		-명시하기 위한 장치 필요		-복합소재부품에의 명시방법 검토 필요
	중고·플라스틱부품의 이용확대	-플라스틱부품이 중고품이라도 사용가능토록 선택		-중고 플라스틱부품 이용상의 품질 보증?		-중고 플라스틱부품의 이용 가능성?
	열경화성 플라스틱의 대체화	-일반적으로 열가소성 프라스틱에 비해 열경화성 플라스틱 재이용이 곤란하므로 대체화 검토		-대체 플라스틱의 개발 가능성?		-대체 플라스틱의 경제성?
	Halogen 함유 플라스틱의 대체화	-할로젠 함유 플라스틱(PVC등)은, 소각시 할로젠 수소를 발생시킴		-대체 플라스틱의 개발 가능성?		-대체 플라스틱의 경제성?
	플라스틱을 다른 경량화 소재로 대체	-재생이용 또는 소각, 가스화시 문제를 가진 플라스틱에서 기타의 경량화소재(경금속 등)로의 대체화 검토		-대체 경량화 소재의 개발 가능성?		-대체 경량화 소재의 경제성?
	플라스틱부품의 해체, 선별의 용이화	-가공처리업자의 해체, 선별이 용이토록 플라스틱부품의 구조를 변경				-플라스틱부품의 구조변경 가능성?



2) 가공처리업자의 대책

항 목	내 용	문 제 점
슬래다 더스트의 감량화	플라스틱부품의 중고품 이용	-탈거 난이한 부품 -중고부품의 판로없는 경우
	플라스틱부품의 재생플라스 틱 원료로서의 사용	-복합수지 경우 -수지와 타소재의 복합물 경우 -미세한 복합부품은 회수 곤란?
슬래다 더스트의 처리· 영회수	더스트의 부피 줄임	-설비투자 필요 -경제성?
	더스트의 소각, 열회수	-설비투자 필요 -경제성?
	더스트의 가스화, 열회수	-설비투자 필요 -경제성?

8. 결 론

선진자동차 공업국에서는 최근 수년간 폐차대수의 증가와 더불어 플라스틱 사용량 증가로 인한 공해 문제가 대두되고 있으며 폐차문제를 해결하기위해 매립하고 있는 플라스틱을 다시 자원으로 이용하는 연구개발이 추진되고 있을 뿐만 아니라 법적 폐차리사이클링에대한 규제가 강화되고 있으며 폐기물 관리면에서도 폐기물을 줄이고 나아가서는 재자원화·활용에 노력하고 있다. 우리나라도 91년도 폐차율(금년도 폐차대수/전년도 보유대수)이 6.4%이고 폐차대수는 218천대로 88~91년사이 그 증가율은 27.3%에 이르고 있다.

이러한 현황을 살펴볼때 우리나라에서도 폐자동차 문제의 심각성을 인식하고 자동차 폐기물 절감 및 폐기물의 재이용을 위한 적절한 법적인 제도확립과 산·학·연이 정부의 지원하에 적극적인 연구를 하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 해외 자동차 산업동향 : '92.2 한국자동차공업협회
2. 자동차 리사이클링 현황과 전망 : '92.2 한국자동차공업협회
3. 폐자원의 효율적 재활용방안 연구 : '91.1 생산기술연구원