

技術資料

# 자동차산업의 발달에 따르는 주물산업의 오늘과 내일

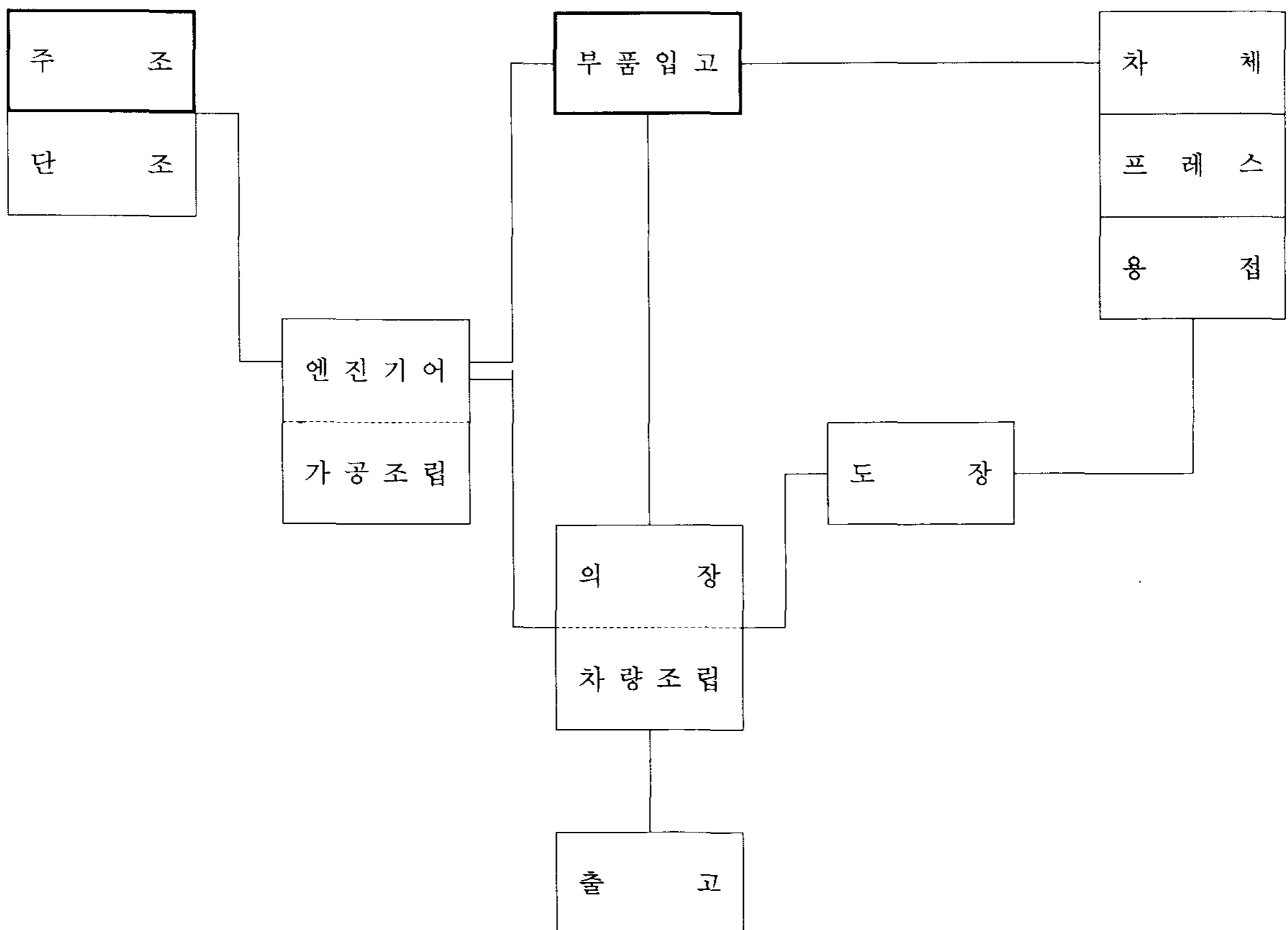
이진구

## The Prospects of Foundry Industry according to the Development of Automobile Industry

J. K. Lee

### 1. 자동차 산업의 흐름

#### 1.1 자동차 조립과정

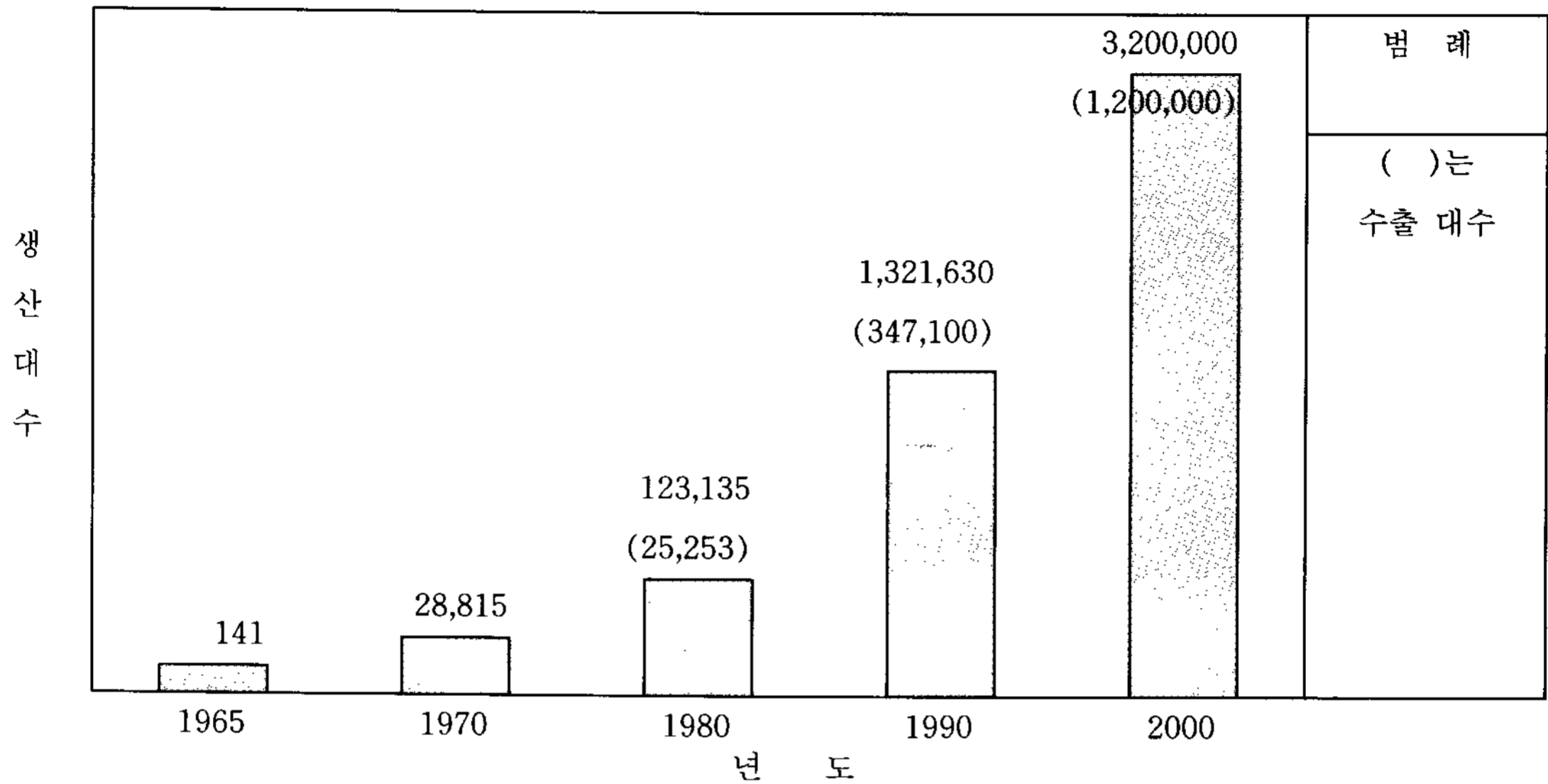


현대자동차(주)

(1993년도 춘계 학술발표 및 기술강연대회에서 강연한 내용)

### 1.2 국내 자동차 산업의 흐름

#### (1) 생산추이



\* 자료 : 이진규, 경영일반론, p.277, 1992.2

#### (2) 한국 자동차 산업의 발전 과정

	60년대	70년대	80년대	90년대
발전 단계	KD 조립생산	고유모델 개발 및 국산화	대량생산 및 수출 확대	기술자립 및 국제화
주요 내용	-KD수입, 조립 -주요부품 수입 -모든 기술의 해외의존	-제조기술도입, 소화 -독자 차체설계 실시 -단순부품설계 개시	-자체, 단순부품의 설계능력 확보 -엔진 독자설계 개시	-독자 제품기술 기반 마련 및 기술개발 개시 -신기술 개발 개시

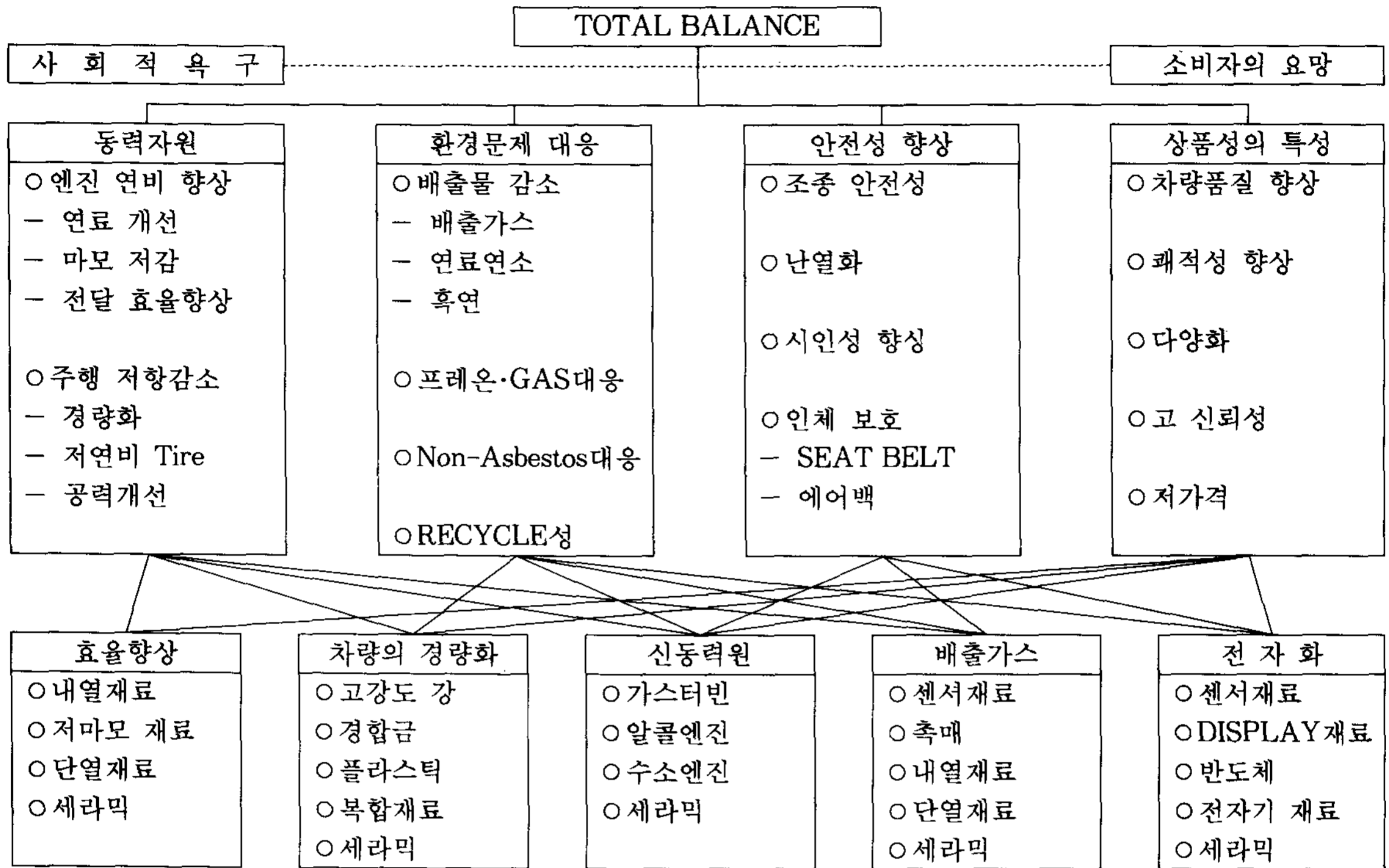
\* 자료 : 1992, 자동차산업전망(국내용) 1991. 12 p.64 기아 경제연구소

#### (3) 한국 자동차 산업의 중장기 발전계획

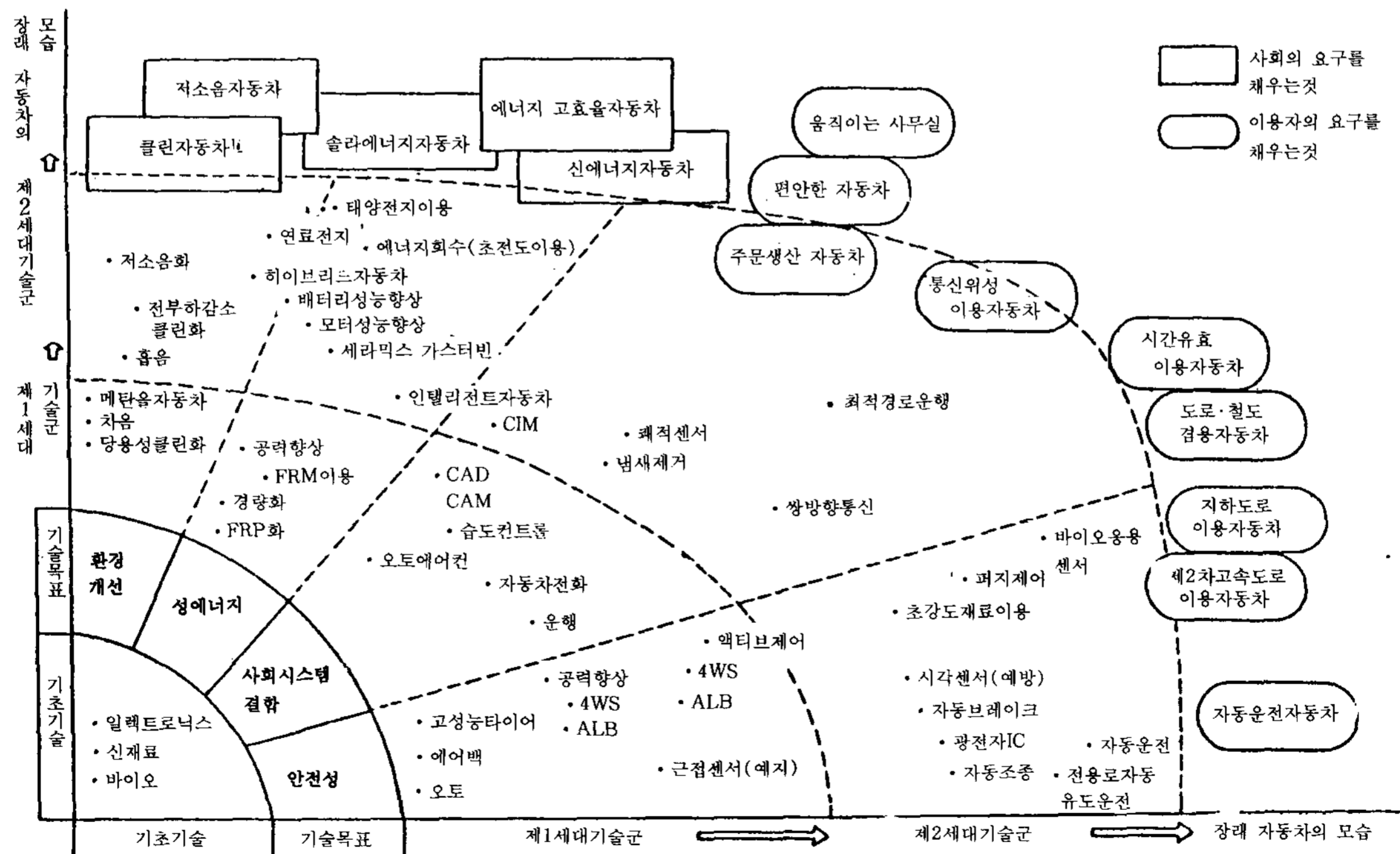
	1 단계	2 단계	3 단계
	발전기 '92~'94	도약기 '95~'97	성숙기 '98~2000
주요 목표	양적팽창 기술자립 기반 (1994)	질적수준 향상 (1997)	수출 선도산업 국제화 (2000)
생산 능력	280만대	340만대	400만대
생산	191만대	249만대	320만대
내수	130만대	162만대	200만대
수출	61만대	87만대	120만대

\* 자료 : 상공부, 민간발전협의회

### 1.3 장래 자동차의 기술과제와 재료의 관계



### 장래 자동차의 모습



## 2. 자동차용 소재의 기술동향

### 2.1 재료의 기술동향

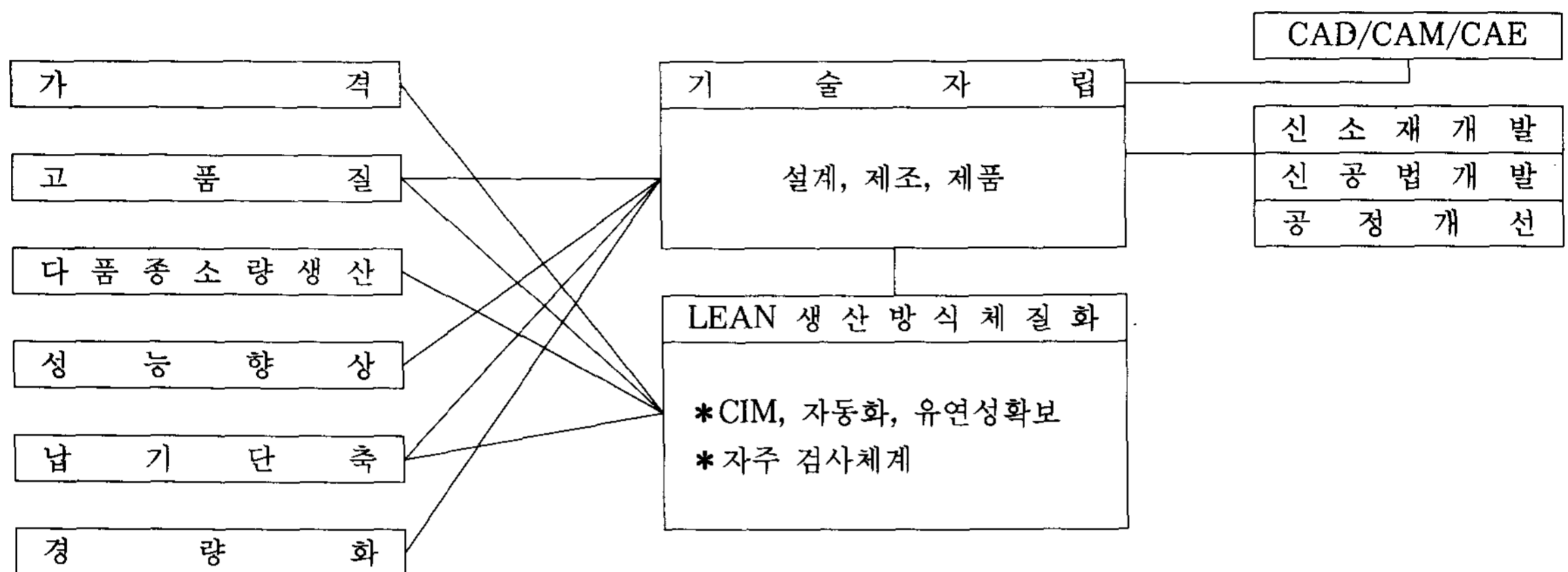
사회 환경 변화	욕구(NEED) 동향	재료 기술 동향
고속화	고성능화	내열성, 내마모성, 경량화
쾌적성	승차감, 정숙성	고강도, 고강성, 제진성
	안전성 향상	고강도, 고강성, 고제동성
	비공해성	저소음, 비오염성
	자동화, 환경제어	전자화(액츄에이터 기능)
성력화	maintenance-free	내식성, 내마모성, 내후성
	disposable화	수지화
욕구 다양화	디자인성	성형화
성에너지	경량화	고강도화, 경량화
	열효율 향상	내열성, 고강도, 경량화
	주행저항감소	디자인성, 저마모

### 2.2 소재개발 방향성과 부품에 대한 요구

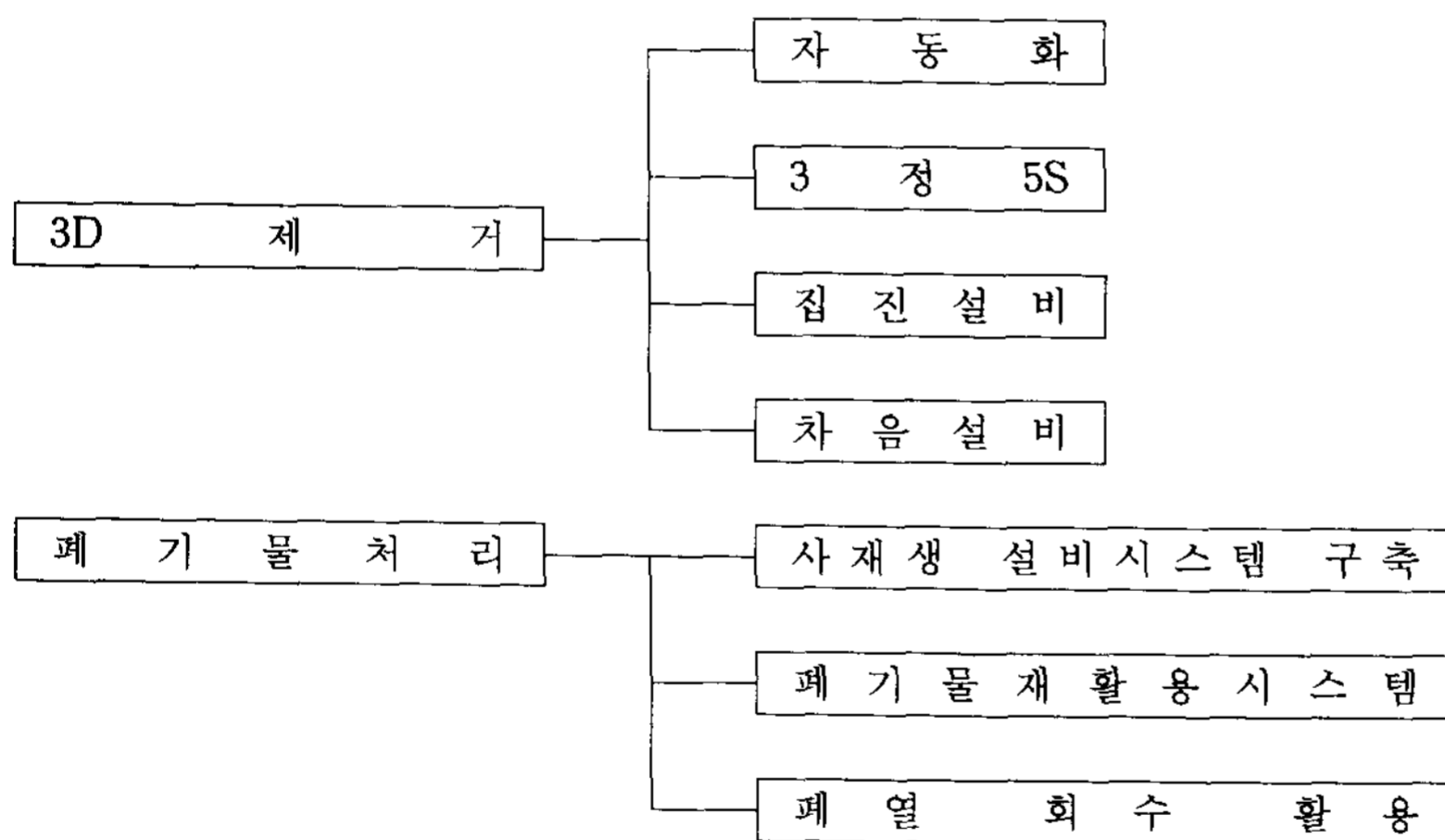
엔진요구성능 수단	고출력화	저연비화	정숙성향상	배기정화	소형·소량	현재사용재료	대체가능재료
품명	다기통화 MultiValve화 대배기량화 터보화 고회전화	경량화 마찰LOSS 절감 냉각손실절감	마찰LOSS 절감 경량화 커버부품의 저소음화	단열배기 매니폴드 촉매장치 연소실형상 개량	구조부품의 경량화 COMPACT화		
C/BLOCK		알루미늄화	BEARING CAP AI BLOCK 일체주조		AI화 사이아 마즈 BORE	주철(FC25) AL합금 (AC2A,ADC12)	AI합금 AI-Si합금 실린더부 FRM
C/HEAD	고강도 Na입			내열강도 세라믹포트 라이터		AI합금 디젤;주철	AI합금→표면처리
CON/ROD	고강도화 티탄	고강도화, 티 탄 알루미늄	경량화		고강도화	SC(단조) V계 비조질강 가단주철, Ti합금	AI합금, AI분말 FRM, Ti합금 V계 비조질강
CR/SFT		핀, 저널세경			강→주철	SC(단조) 주철(FCD)	중공화 비조질강
FLY/ WHEEL	DUCTILE 주철	DUCTILE 주철				주철	
CAM/SFT			저 Friction화		중공, 조립식	저합금주철 ADI중공화 소결CAM+ PIPE	조립 중공화
ROCKER ARM		ROLLER식			알루미늄화	SC(단조) 주철, AI합금 TIP-소결합금	AI합금 TIP→세라믹
IN/MANI			수지화		수지화 알루미늄화	AI(구조, 압출)	수 지
EX/MANI	고강도주강 PIPE			PIPE	PIPE	주철(FCD) 내열주강 스텐레스(용접)	스텐레스(용접/ 구조) 내열주강
STEER'G WHEEL		경량화				플라스틱	Mg합금
BRAKE DISC					MMC화	주철	AI계 MMC
CROSS MEMBER		경량화					AI합금주물
T/M CASE		경량화				AI합금주물	Mg합금

### 3. 주물산업의 대응

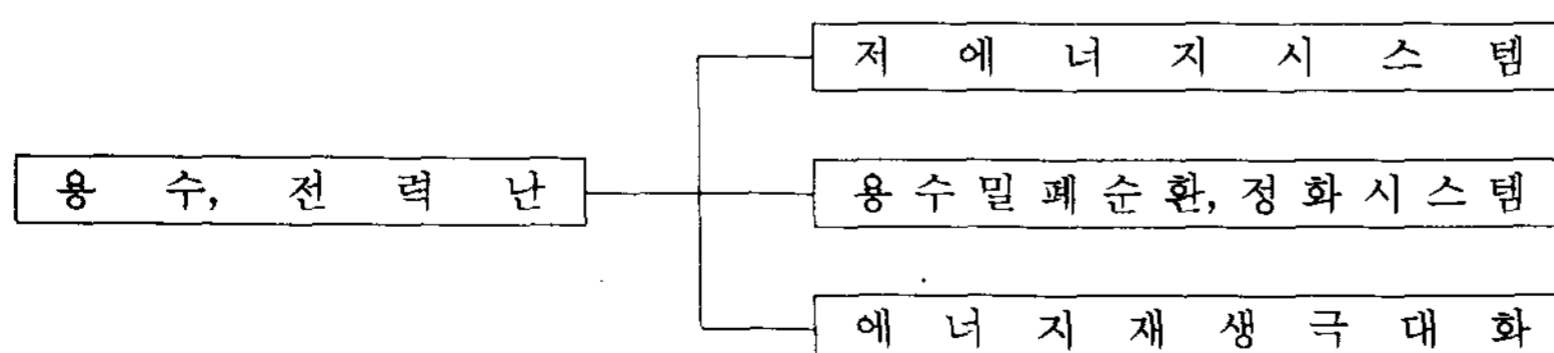
#### 3.1 경쟁력 확보



#### 3.2 환경문제 해결

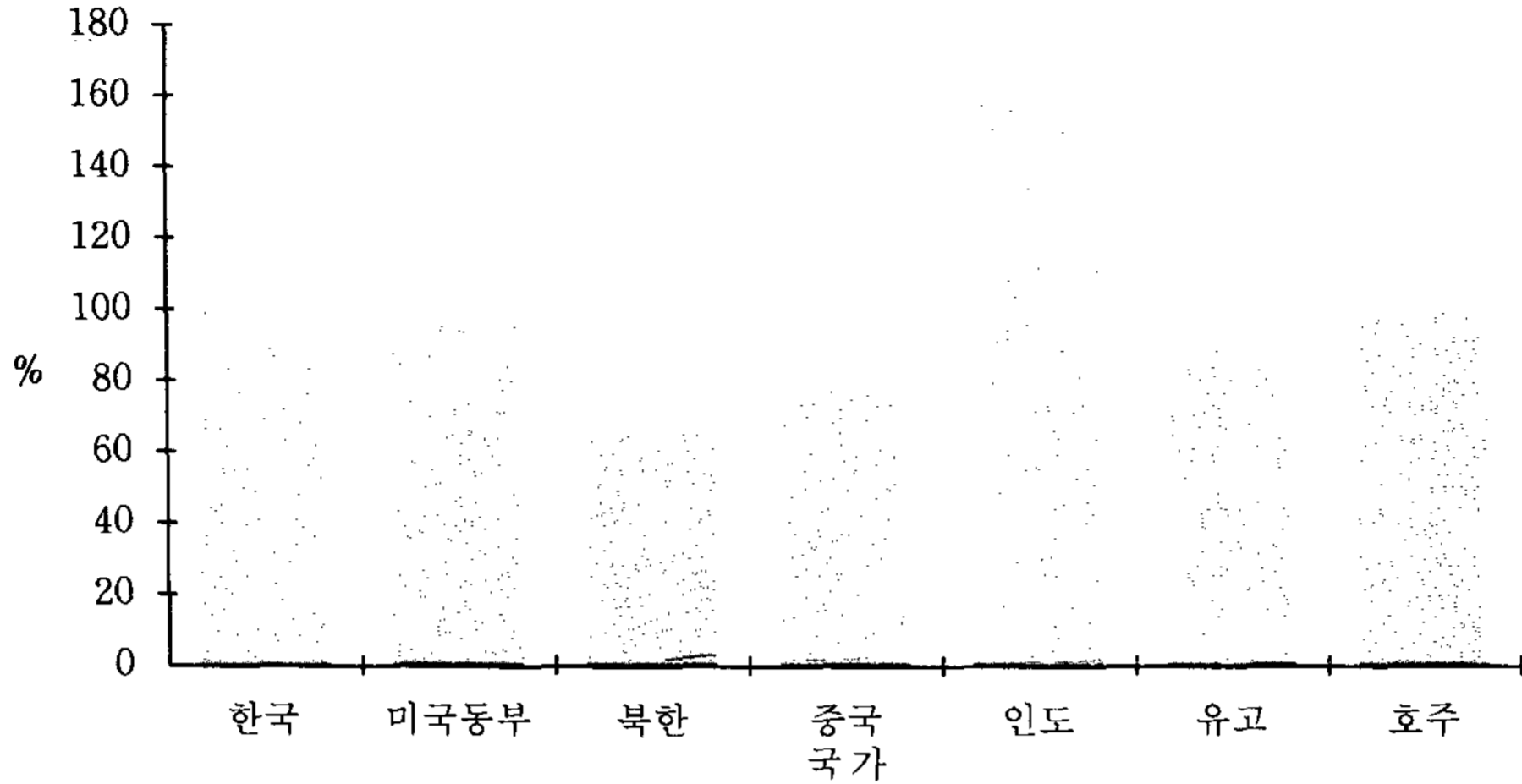


#### 3.3 UTILITY 해결

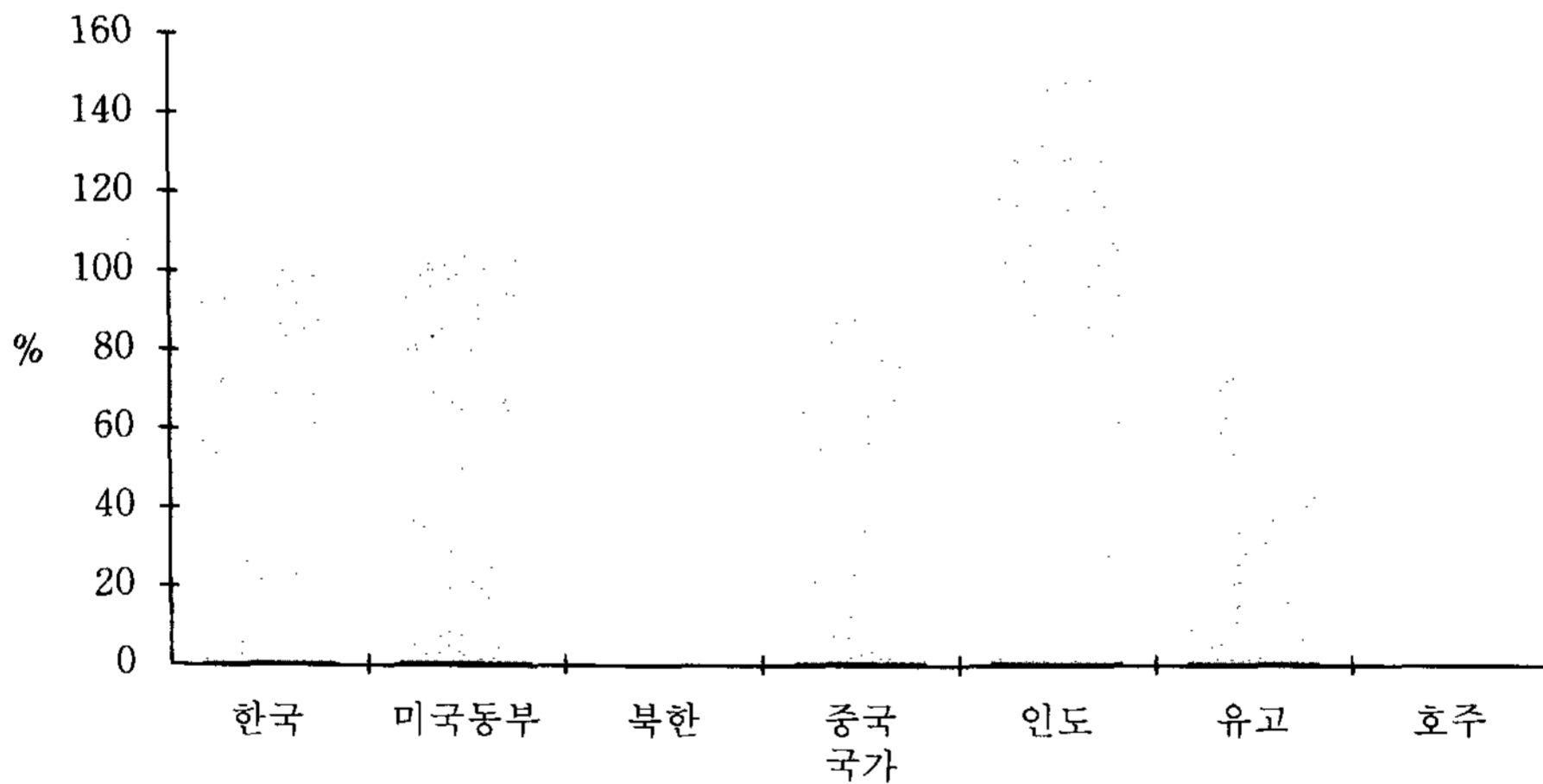


주물 단가 비교표 (자동차 부품)

(1) 회주철품



(2) 구상흑연주철품



(3) 비교 기준

1) 국내주물 가격을 100%로 가정하고 해외주물은 공장입고 가격으로 산정하였음(LDC RATE)

2) 해외주물 가격은 수출차량에 정착시 관세 면제로 9%의 가격인하 효과가 있음

앞에서의 주물단가 비교표에서 본 바와같이 가까운 중국은 물론 미국 동부 지역보다도 비싼 현실에서 향후 예상되는 세계 자동차 MAKER들

간의 살아남기 경쟁에서 국내 자동차 MAKER가 존재하기 위해서 필연적으로 고품질화와 병행하여 끊임없는 COST DOWN을 기해야만 한다는 관점에서 본다면 실로 앞의 국내 주조산업은 큰 도전의 시점에 있다고 하겠다.

이에 따라 경쟁력 확보와 향후의 자동화 발전에 대응하는 측면에서 몇가지 살펴보고자 한다.

3.3.1 새로운 산업 방향의 추구

장인생산, 수공업적 생산(CRAFT PRODUCTION) 방식	1880년 도제제도
대량생산(MASS PRODUCTION) 방식	1908년 FORD T모델
LEAN생산방식	1976년 도요다

(1) LEAN생산방식의 정의  
 적은 INPUT(노동, 원자재, 시간, 재차, 투자)에서 인간의 창의성과 팀웍을 통하여 최대의 생

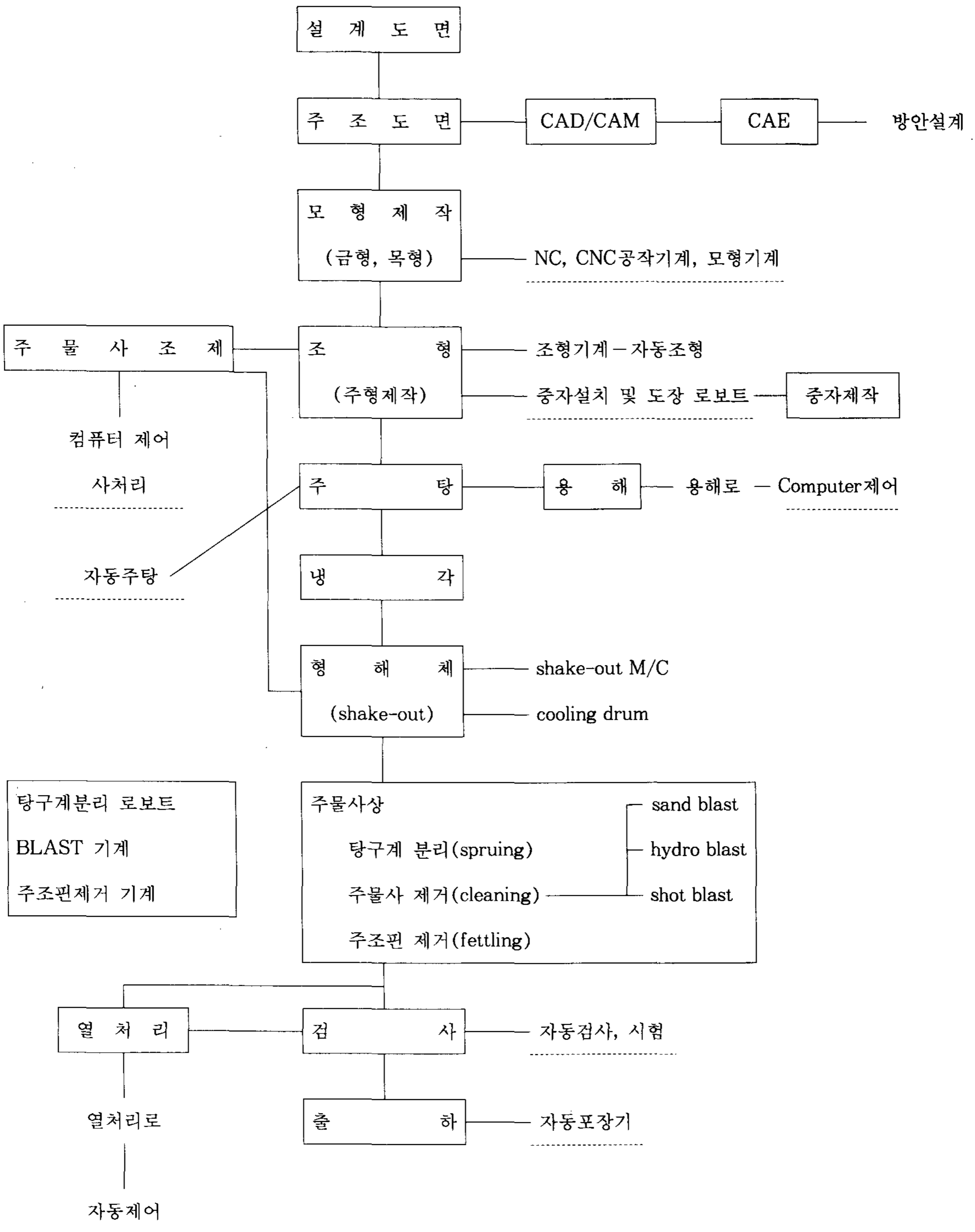
산성과 품질, 지속적 원가절감, 신속한 제품개발을 동시에 달성하도록 하는 도요다 생산, 경영 방식

(2) 대량생산방식과 LEAN생산방식의 비교

	대 량 생 산 방 식 Robust Buffered Production	린 생 산 방 식 Lean Fragile Production
발 생 지	미국 포드자동차	일본 도요타자동차
창 안 자	헨리 포드	다이치이 오노 (도요타 부사장 역임)
시 작 연 도	1914	1970
기 본 철 학	“이만하면 된다” Good enough 문제가 나타나지 않게	“완벽을 향하여 끝까지 노력” Endless Zest for Perfection 문제를 돌출시켜 그 원인을 탐색, 재발을 철저히 방지
작 업 자	문제의 원천 반복작업 단능공	혁신의 원천 개선조장, 제안유도 다능공
주 요 기 법	콘베이어작업 작업물 밀어내기(push system) 최적품질수준 충분한 재고보유 예비작업자 보유	팀작업 작업물 끌어오기(pull system) 무결점 적기공급방식(무재고)
생 산 롯 트 크 기	대(大)	소(小)
금 형 교 환 주 기	소(少)	다(多)
품 질 관 리	생산후 검사 검사후 재작업	생산중 검사 결점이 원천적으로 발생하지 않게 처음부터 잘 만든다.

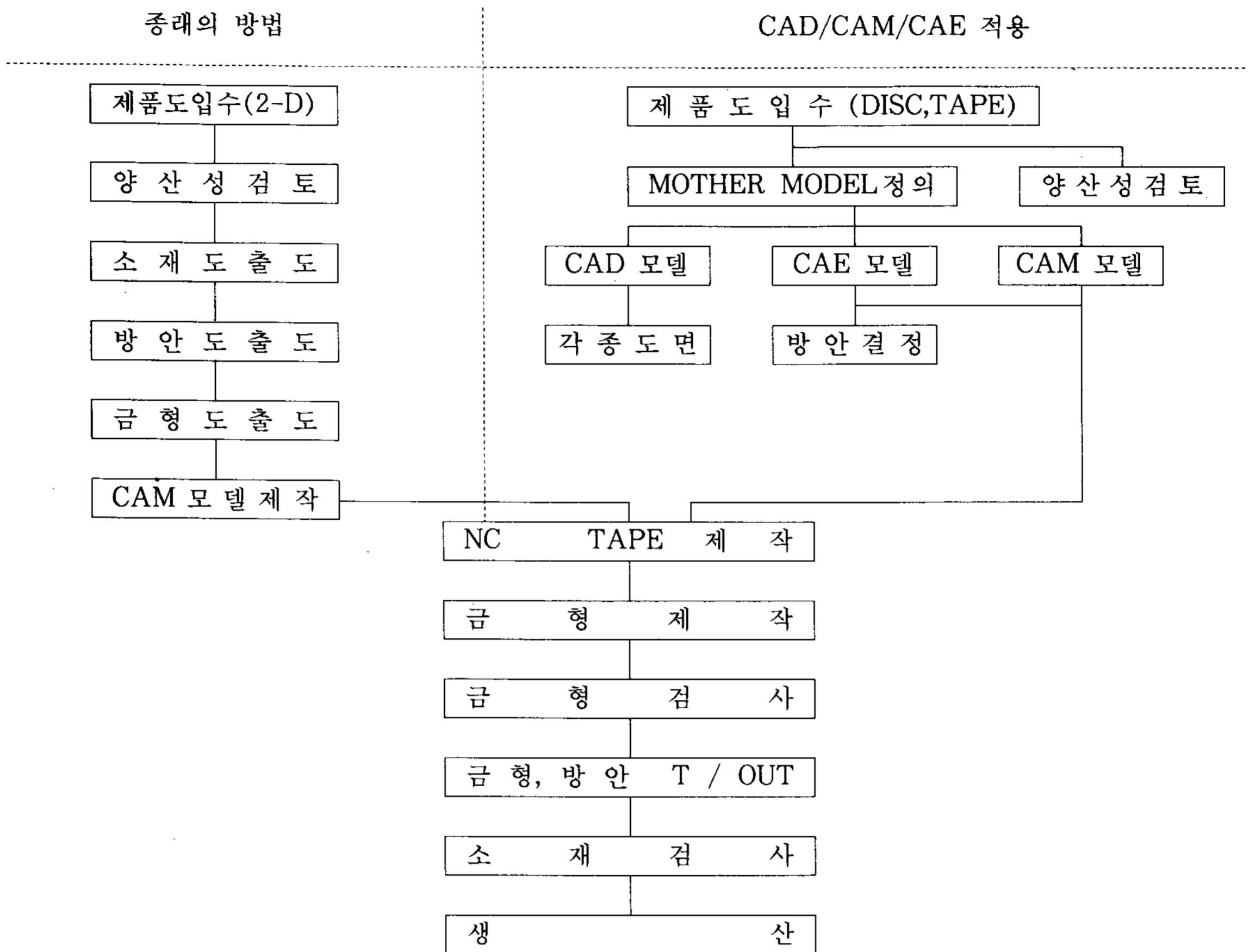
3.3.2 공정의 자동화

사형주조의 대표적공정과 자동화





3.3.3 CAD/CAM/CAE의 주조공정에의 적용



'87년 금형제작에 CAD/CAM을 적용한 것을 시초로 현재의 CAD/CAM/CAE 시스템을 도입하여 운용중에 있으며 그 적용범위는 다이캐스팅용 금형의 100%(MIP기준), AI저압주조금형의

70%, 주철주조금형의 65%의 수준에 도달해 있다. '93년 말까지 MIP소재의 금형을 100% 적용할 예정이다. CAD/CAM/CAE적용으로 나타난 효과는 아래와 같다.

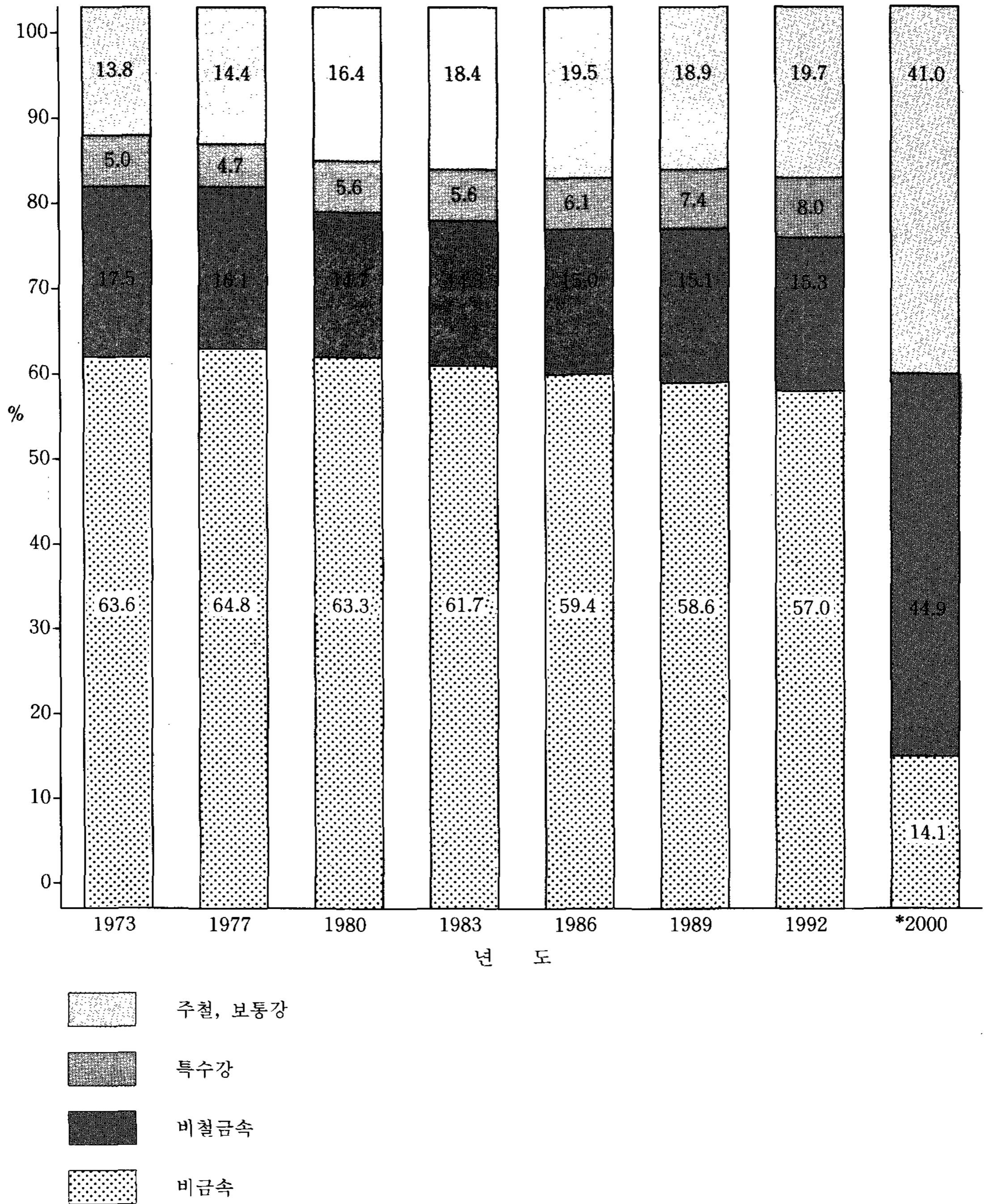
항 목	도 입 전	도 입 후	비 고
금 형 치 수 정 도	± 0.6	± 0.07	100배 향상
금 형 검 사 기 간	4~5회	1회	40일 단축
금 형 제 작 기 간	19개월(일본발주 시)	11개월(자작)	8개월 단축 (AUTO T/A CASE)
금 형 가 격	\$ 25만(수입)	\$ 50만(자작)	\$ 200만 절감 (AUTO T/A CASE)
설 계 소 요 시 간	110M/H	82M/H	25% 감소 (CAM/CFT)
시 작 소 재 생 산 기 간 (발 주 → 소 재 생 산)	45~50일	30~35일	약 15일 단축 (CYL/HEAD)

이 외에도 재료비 절감, M/H 감소, 제품품질 향상 및 총개발 기간의 단축이라는 무형 효과도

있었음을 알 수 있었다. 아래 그림은 일체형 T/A CASE의 형상의 예를 나타내었다.

3.3.4 경량화

(1) 소형 승용차의 원재료 구성비 추이



\*자료 : 자동차용 금속재료, 산업경제 연구소, 1992.

(2) 알루미늄 사용 부품의 예

엔진 관계	피스톤, 흡기 다기관, 실린더 헤드, 실린더 블록, 트로틀 바디	주 조
	워터, 펌프 바디, 디스트리뷰터, 제너레이터 하우스, 스타트 모터, 로커암, 타이밍 체인 커버, 실린더 헤드 커버, 오일펌프, 실린더 블록, 서지탱크, 알터네이터 바디, 에어 플로우 파이프, 오일 셸 리테이너 등등	다이캐스팅
	커넥팅 로드	압 연
구동 관계	트랜스미션, 토크 컨버터 커버, 디플렌션 기어 커버	다이캐스팅
제동 관계	마스터 실린더	주조, 다이캐스팅
열교환기	컴프레서, 라디에이터	

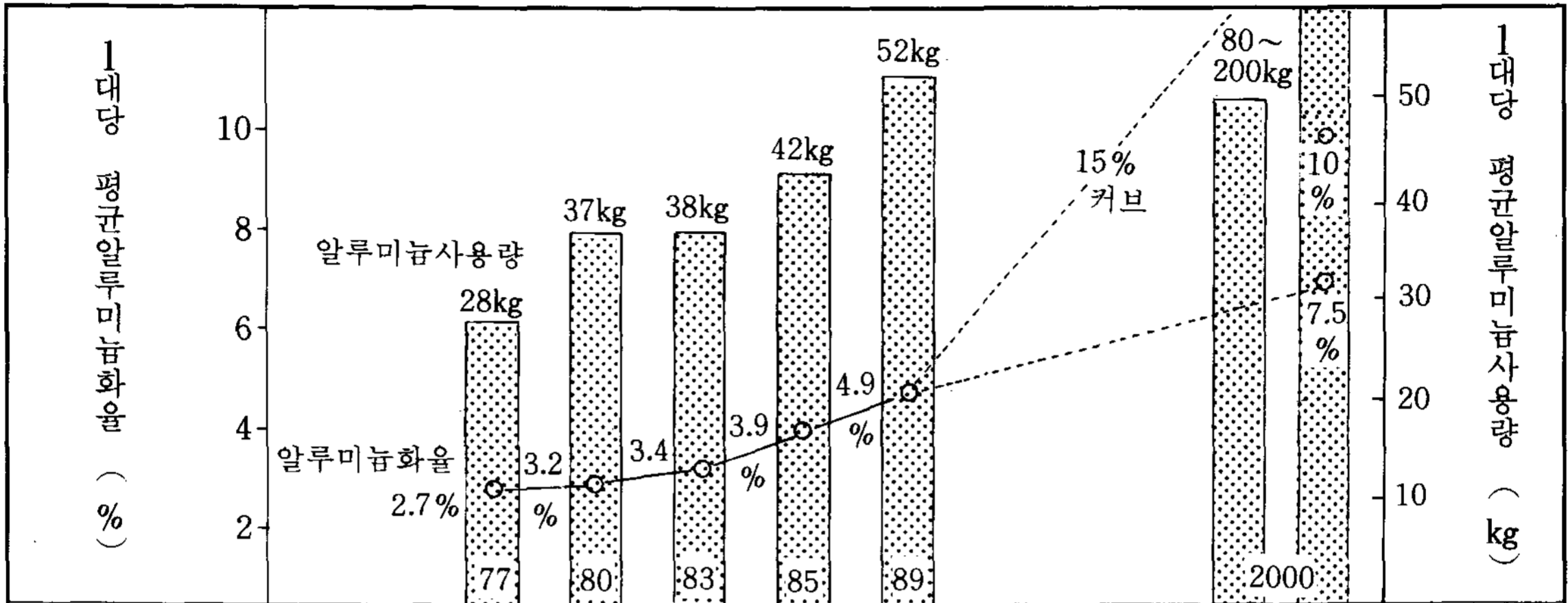
(3) 마그네슘 자동차 부품의 예

G M	캐달락	헤드커버, 오일필터 케이스
	콜벳	헤드커버, 에어클리너 하우스, 디스트리뷰터, 다이어트랩 하우스, 스티어링핸들 칼럼, 헤드라이트도어, 오일 파이프 리테이너
	시보레	헤드커버, 에어클리너 커버
	뷰익	헤드라이트 프레임
포드	선더버드	인사이드트림커버프레임
	마크 Vi	스티어링핸들록하우스, 디스트리뷰터타이어 다이어프램
	경트럭	클러치하우스, 브레이크&클러치 페달 하우스, 스티어링칼럼록하우스, 트랜스터 케이스 하우스
크라이슬러	도치	기어시프트 커버
폭스바겐	비틀	크랭크케이스, 트랜스 미션하우스, 엔드플레이트커버, 액슬드라이버커버, 타이밍기어, 플로어하우스
포르쉐	포르쉐 911	팬, 팬하우스
	포르쉐 944 터보	휠
볼보	볼보 LC2000	핸드브레이크링키지, 헤드커버, 휠
르노	르노	카브레터

(4) FRM응용이 기대되는 부품

엔진 부품	피스톤, 피스톤핀, 로커암, 캠 샤프트, 커넥팅로드, 블록, 클러치 축
샤시 구동 부품	트랜스미션케이스, 클러치폼, 시프트포크, 브레이크 디스크, 디플렌셜 캘리퍼

자동차의 알루미늄화 추이



1960년대

알루미늄 채용 부품	엔진	<ul style="list-style-type: none"> <li>피스톤</li> <li>실린더헤드커버</li> <li>실린더헤드</li> <li>흡기매니폴드</li> <li>워터펌프보디</li> <li>오일펌프보디</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>마스터실린더</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>로커암</li> <li>실린더블록</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>커넥팅로드</li> </ul>	→ 마그네슘화	
	구동제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>클러치하우징</li> <li>트랜스미션케이스</li> <li>타이밍기어케이스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>토크컨버터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시프트포크</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>브레이크캐리퍼</li> <li>브레이크로터</li> <li>디퍼렌셜</li> </ul>		
	열교환기		<ul style="list-style-type: none"> <li>카에어컨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>라디에이터</li> <li>인터쿨러, 오일쿨러</li> </ul>	경체		<ul style="list-style-type: none"> <li>보디패널 (후드, 펜더, 트렁크리드 등)</li> <li>스페이스프레임</li> </ul>
	바퀴			<ul style="list-style-type: none"> <li>디스크휠</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>어퍼암, 로암</li> <li>휠 허브, 크로스멤버</li> <li>프로펠러 샤프트</li> </ul>

3.1.5 경량화 대책 및 신공법

(1) 경량화 대책

대책	내용
강도편차감소	1. 품질관리      2. 설계기술향상(CAE적용)
구조최적화	1. 중공화          2. 리브구조개선
박육화	1. 작업표준조정      2. 분위기 조정(강압, 불활성) 3. 접종법개발          4. 주형 생산합리화 5. CAE에 의한 적정 방안 개발 6. 신접결재 사용
고비강도재질사용	1. CV주철, DCI, ADI      2. Al합금(B390, Al-Li합금, A206) 3. Mg합금                  4. 금속간 화합물 5. 복합재료

(2) 신공법

코 스 워 스 법 (CORTHWORTH법)	용탕펌프, 지르콘샌드, 용탕청정화	AL C/BLK, C/HEAD
FM법	저압+주형감압	주강, 주철 박육주물 (두께 : 2.8mm)
CLV 법 (진 공 주 조)	진공, 불활성분위기	스텐레스, Co합금의 정밀주조
진 공 흡 인 법	저압+주형진공	도요다 AL C/BLK
가 압 소 실 모 형 법	LOST FOAM+가압	Al합금재질 개선
가 동 금 형 주 조 (SQUEEZE법)	박육, 복잡한 형상의 지향성 유도	
강압주조(V-PROCESS)	주형감압, 플라스틱 필름	박육주조 EX/MANI→3mm
틱 소 캐 스 팅 (반 유 동 주 조)	고액상태의 잉고트 사출 성형	Al, Mg, 주강, 주철
복 합 재 주 조	세라믹+금속	

3.1.6 주물소재의 고기능화

사례 : 자동차용 EX/MANI의 개발 동향

사용온도(°C)	재 질	두께(mm)	공 법	비 고	원가	MAKER
600°C이하	GC25(P)	3.5 + 1.0, -0.5	생형 사형주조	-	1	국내
720°C이하	GCD50( $\alpha$ )	↑	↑	-	1.1	↑
820°C이하	高Si-MO FCD( $\alpha$ )	↑	↑	고온용해 용탕전 STREAM접종	1.5~2.0	CRYSLER 국내
		2.8±0.5	자경성 사형 FM법		?	GM
900°C이하	Ni-resist주철( $\gamma$ )	↑	사형			
		2.0mm	FURAN진공 주조	CWC사	3~4	FORD
900°C이상	SS-PIPE( $\gamma$ )	2.0mm	용접	소음, 고가경량화	6~8	GM 국내, 일본
	18Cr-내열주강( $\alpha$ )	3.0±0.5	자경성 사형 감 압흡인 주조	일립금속 내열,내산화성	1.4~1.8	NISSAN
	SUS 304, 430( $\gamma$ )	2.5±0.5	통기성 사형 감 압주조	대월 특수강 박 육화	?	
	GC+세라믹	3.0±0.5	생형사형 주조	출력향상, 배기가 스 대책	?	포르쉐 일본 (개발중)

비고 : (P) : 펄라이트 ( $\alpha$ ) : 페라이트 ( $\gamma$ ) : 오스테나이트

참 고 문 헌

[ 1 ] 이진규 “경영일반론” 1992.2 p.278  
 [ 2 ] 기아경제연구소 “자동차산업전망(국내용)”  
 1991.12 p.64

[ 3 ] 이진규 “경영일반론” 1992.2 p.279  
 [ 4 ] 김은옥 “자동차 신소재 기술개발 KAMA  
 기술세미나 4” 1991.9 p.53  
 [ 5 ] 산업기술정보원 “자동차용 금속재료”  
 1991.3 p.7

- [ 6 ] 산업기술정보원 “자동차용 금속재료” 1991.3 p.18
- [ 7 ] 矢野經濟研究所 “자동차 엔진개발의 방향성과 대응하는 각종 재료의 수요동향” 1991.9 p.69~70
- [ 8 ] 이진규 “경영일반론” 1992.2 p.217~219
- [ 9 ] 산업기술정보원 “자동차용 금속재료” 1991.3 p.13
- [10] 산업기술정보원 “자동차용 금속재료” 1991.3 p.50
- [11] 산업기술정보원 “자동차용 금속재료” 1991.3 p.54
- [12] 산업기술정보원 “자동차용 금속재료” 1991.3 p.56
- [13] 산업기술정보원 “자동차용 금속재료” 1991.3 p.48
- [14] 大中逸雄 “주물” Vol. 64. No.12 (1992). p.847~852
- [15] 矢野經濟研究所 “자동차 엔진 개발의 방향과 대응하는 각종 재료의 수요동향” 1991.9 p.125~127
- [16] 矢野經濟研究所 “자동차 엔진 개발의 방향과 대응하는 각종 재료의 수요동향” 1991.9 p.127