

자동차 산업 생산 설비의 발전에 관한 연혁적 분석

김연민
산업공학과

Abstract

This study reveals the process of technology innovation in the automobile industry which needs an integrated innovation, and suggests means for technological innovation in capital goods by the longitudinal analysis and the deep case study of production processes and facilities of an automobile factory.

This paper analyzes the course of the process innovation, its motives, the direction of its development, and compares the past processes with the present processes of the Hyundai Motor Company.

An interview was conducted for a concrete and vivid understanding of the development of the production processes and facilities using predesigned interview form. As a result, the investment of the facilities and state of the in-house development of facilities, and the problems of localization were also revealed.

In Conclusion, propositions for the technology innovation of capital goods industry and the means for fostering the capital goods industry were suggested.

1. 서론

1) 연구의 목적

본 연구는 자동차 산업의 생산공정과 설비에 관한 연혁적 분석과 심층 사례 연구를 통해 통합형 혁신 산업인 자동차 산업의 생산설비와 관련된 기술혁신 과정을 밝히며 이를 통해 자본재 산업의 기술혁신 방안을 도출하고자 한다.

자동차 산업의 기술혁신은 대부분 경험효과와 새로운 자본 설비의 도입에 의해서 이루어진다. 자동차의 대부분이 최종소비재이며, 많은 소비자들로 하여금 가격을 무시한 채 기술혁신의 성과에 대해서 특별 프리미엄을 지불하게 할 인센티브는 적다. 따라서 비용의 상승으로 이어지지 않으면서 가능한한 완성도가 높은 생산시스템을 미리 구축하여 양산체

로 이행한다. 완성도가 높은 생산시스템의 경우에는 경험효과에 의한 비용의 감소가 상대적으로 적기 때문에, 자본에 의한 노동의 대체를 통해 비용을 저하 시킴으로써 경쟁상의 우위를 확보하고자 한다 (이마이 겐이찌, 1992).

자동차 산업은 성숙단계에서 더 나아가 재유동화 (탈성숙) 단계로 나아가며, 기술혁신의 노동절약적 성격으로 인해 기술 혁신을 파악하기 위해서는 생산공정과 설비에 대한 연구가 긴요하나, 부품과 하청 관련 위주의 기술혁신 연구가 주로 이루어져 왔으며, 생산공정과 설비에 대한 연구(상공부, 1994)는 거의 없다.

본 연구는 심층 사례 분석을 통해, 자동차 산업 생산공정의 연혁, 기술혁신의 과정, 발전 단계, 설비 투자의 추이 및, 기술혁신의 문제점을 밝히고자 한다. 본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다.

2 장은 한국자동차 산업의 현황과 생산 설비 현황을 살펴 보았다.

3 장은 현대자동차를 중심으로 생산공정의 연혁과 현재의 생산공정을 심층 분석 함으로써 공정혁신의 과정과 동인, 발전 방향, 과거 공정과 현공정의 비교 등을 제시 했다.

4 장은 생산공정과 설비에 대한 보다 구체적이며, 생생한 파악을 위해 정형화된 인터뷰 양식 (부록 참조)을 이용하여, 설비 투자의 추이 및 현황, 생산설비의 개발, 국산화 계획과 문제점 등을 심층 분석 하였다.

5 장은 연혁적 연구와 심층 사례분석을 통해 얻은 기술혁신의 발전에 관한 내용을 정리 하여 자본재 산업의 기술혁신에 대한 가설을 도출하였으며, 아울러 자본재 산업의 육성 방안을 제시하였다.

2) 이론적 고찰

개발도상국의 기술 축적 구조의 특징은 주변화, 소비성, 기술의 비접합성, 기술의 한계성에 있다. 기술중속의 특징은 한 나라의 주요한 기술 원천이 해외에 있으며, 특히 그 원천이 특정 국가에 편중되어 있거나 한 나라내에서도 특정 원천에 집중되어 있어 기술도입 또는 기술의존이 불가피한 상황이다. 필요한 경우 해외 기술을 신속적으로 대체 할 수 있는 국내 기술 능력이 결여되어 있으며 이전되는 기술을 국내 혁신과 개발의 기초로 이용하는 능력이 부족하다.

우리나라 자동차 산업의 기술 발전에 관한 연구는 기술발전의 총체적 모형 (Lee et al., 1988)을 자동차 산업의 발전 단계에 적용한 연구(현영석, 1988)가 있다.현영석 (1988)은 설문지를 이용한 자동차 산업의 기술 발전에 관한 실증 연구를 했으나, 자동차의 생산 공정과 설비 기술발전에 대한 심층적 분석이 이루어지지 않는 않았다. 김 건 (1994)은 현대 자동차의 성공적 기술능력 발전은 적극적 기술학습 전략, 국제적 기술변화 추세에의 능동적 적응, 독자적 수출전략의 효과, 풍부한 자금능력, 전문용역 업체의 적절한 활용과 전문부품업체를 통한 비공식적 기술 학습, 미쓰비시와의 기술제휴를 들고 있다. 정성진 (1990)은 자동차 산업의 급속한 발전에도 불구하고 그것이 국내 부품 산업의 발전을 통해 중화학 공업의 국내 분업 연관을 강화하는데 기여했다고 보기는 힘들다고 했다. 임 창욱(1994)은 수송 기계 산업은 종속적 외연적 성격에서 80년대 후반 부터 경쟁적 내포적 성격으로 이행하고 있다고 본다.

나카무라 준이찌(1984)는 일본 자동차 산업의 발전은 구조적 저임금 (노동력의 가치 이

하의 저임금), 저임금을 기초로하는 중소기업의 종속적 지배, 노동력의 비교적 높은 발달 수준을 들고 있다. 가게야마 끼이찌 (1984)는 기업의 연구개발 체제의 충실, 현장중시와 노동자의 제안제 등의 생산시스템, 준수직적 통합에 의한 계열 기업집단의 유기적 기능 및 직장에서의 숙련확충 시스템의 확립 등이 한마디로 요약한 일본 기술진보의 추진요인이라고 한다. Freeman (1987)은 일본의 성공적 기술축적은 정부-기업-산업조직(기업의 계열, 하청 구조와 시장 구조)-사회교육 시스템의 유기적 네트워크로 정의된 국민적 기술혁신체제의 효율적 상호 작용에 있다고 보았다.

위의 연구들을 정리해 보면 자동차 산업의 기술발전에 관한 연구가 주로 거시적인 경제학적인 연구가 주를 이루며 자동차 산업 생산공정의 연혁, 기술혁신의 과정, 발전 단계, 설비 투자의 추이 및, 기술혁신의 문제점과 같은 기업 경영상의 심층적 분석이 부족함을 알 수 있다. 그러므로 본 연구는 심층사례 분석을 통해 자동차 산업의 생산설비의 기술혁신에 관련한 과정을 분석해 보고자 한다.

2. 자동차산업과 생산설비의 현황

1) 자동차산업의 현황

한국의 자동차산업은 1955년 신진공업사에서 시발자동차를 조립생산함으로써 시작되었다고 말할 수 있으며 실질적인 자동차생산은 1962년 자동차공업 보호법을 통해 새나라자동차가 SKD (Semi Knock Down)조립 방식으로 자동차를 조립하면서 이루어졌다. 70년대의 경제개발이 노동집약적 조립가공형 공업화, 외자의존, 수출주도형 공업화로 추진되어 중화학공업이 중심이 되는 생산기반이 형성되기 시작한 것이다.

한국 자동차산업은 1995년 생산규모로 세계 5위이며 수출은 98만대이며 기술 수준은 선진국의 70% 정도로 보고 있다. 자동차산업은 1988년 연간 100만대 생산, 57만대 수출, 1994년에는 전체 233만대 생산, 74만대 수출, 승용차 169만대를 생산하는 비약적 발전을 보였으나, 자동차생산에 필요한 설비는 단지 40%만이 국산화되어 있다. 자본재 산업의 경쟁력은 나약하여 투자가 늘어남에 따라 자본재 수입이 늘어나 국제 무역수지적자를 확대하고 있는 실정이다. 95년 전체 자본재 수출입차는 반도체 제외시 154억불이며 대일 자본재 수출입차는 167억불에 이르고 있다.

자동차 기술개발은 기술도입기(1962-1974)로서의 1962년 SKD 조립, 내재화기(1975-1984)로서의 1975년 포니 고유모델 개발, 독자기술 창출기(1985-)로서의 1985년 포니엑셀 독자 모델 생산, 1991년 알파 엔진 개발, 1992년 디젤엔진 및 샤시 독자 개발 등의 기술개발 단계를 통해 기술발전을 이룩해 왔다.

자동차 관련 업체의 연구개발 투자는 매출액 대비 투자비율이 5% 대로 선진국 수준에 근접했으나, 연구개발 투자비에 있어서 5사 전체 기준으로 혼다의 2/3 수준에 불과하며, 연구개발 인력에서도 일본의 20% 수준으로 알려져 있다.

총 R&D 투자액은 일본 도요타, 닛산, 혼다가 총 105.8억불, 미국 빅3가 67.1억불, 한국은 5사 기준 7.3억불로 연구기반이 취약한 것을 알 수 있다.

일본 자동차산업의 국제경쟁력은 60년대에는 설비투자의 확대에 따른 규모의 경제, 70년

대에는 생산, 개발 시스템의 고도화, 그리고 80년대에는 고급화, 다양화 전략을 중심으로 제품개발력과 고품질이 각각 일본차의 경쟁력을 지탱해 왔다. 90년대에는 사업재편을 통한 경영자원의 집중과 전략적 제휴를 강화하고 있다.

한국 자동차산업의 국제경쟁력 원천은 낮은 임금에 기초한 생산성과 경험효과로 인한 가격의 우위에 있었으나, 임금이 1991년 세계 자동차산업 평균 임금의 1/2 수준임에도 불구하고 86년-91년 사이에 23.8%가 증가하고, 엔저 현상으로, 일본 혼다 시빅, 도요타 터셀, 닛산 센터라 같은 차종과 엑센트, 아반테 간에 외국 동급차와의 가격경쟁력이 1천 -1천 5백달러의 차이로 상당히 좁혀져 가격의 우위가 거의 없는 것으로 보고 있다.

또한 대당 조립시간의 경우 1994년 한국의 대당 조립시간 28.4 시간으로 일본 16.2 시간, 미국내 일본 공장 17.8 시간, 미국 22.9 시간, 유럽 25.6 시간에 비해 많은 편이다. 그리고 국내 자동차의 품질 수준을 J. D. Power & Data의 신차 품질평가 지수(3개월간 100대당 하자발생건수)로 보면 1993년 현재 토요타 74, 혼다 92, 벤즈 95, 미국 113, 유럽 128, 현대(울산) 188로 외국차와는 큰 차이가 있다. 기술수준은 생산기술은 선진국의 80% 수준이지만 신제품개발능력의 경우 60%, 소재 및 부품의 자급도는 선진국의 70% 정도로 보고 있다.

한국자동차산업의 발전을 위해서는 연구비와 연구인력의 확충 및 효율적 개발 체제를 통한 제품개발력의 강화, 중층적 분업구조로의 부품산업의 육성, 자동차산업 인프라의 구축을 통한 물류 비용 절감 등이 거론 되고 있다.

2) 자동차 생산설비의 현황

재화는 소비재와 생산재로 나눌 수 있으며, 생산재는 넓게 생산수단으로 사용되는 재화이지만 자본주의 경제에서 중간생산물 및 노동수단은 자본재 혹은 투자재로 취급된다. 자본재는 원료와 같은 유동자본재와 도구, 기계, 공장과 같은 고정 자본재로 나누며 여기에 서는 자동차 관련 자본재 중 고정 자본재에 대해 한정하여 서술하기로 한다.

자동차산업에 대한 투자는 제 2차 경제개발 계획기간 중에 이루어졌다. 1968년 현대 자동차가 미국 포드사와 기술제휴로 코티나를 생산하기 위해 Down Draft Spray Booths & Enamel Oven, Portable Spot Welding Equipment, Assy Fixture 등의 시설 1억 9백 47만 원어치를 도입하였고, 아세아 자동차도 피아트로부터 자본재 및 기술도입을 했다.

3차 5개년 계획기간 (1972-1976) 중에는 중화학공업이 본격적으로 추진되어 1973년 중화학공업화 선언이후 철강, 비철 금속, 기계, 조선, 전자, 석유화학 등이 전략산업으로 선정되고 포철의 완공, 확장, 창원, 구미, 여천 공단이 조성되었으며, 자동차산업에 대한 과감한 투자가 이루어졌다. 이 기간 중 투자내역을 보면 완성차 부문에 대한 투자가 1972년의 52 억원에서 1976년 391억원으로 급증하여 총 760억원이 투자되었고, 부품공업에 대한 투자도 230억원이나 되었다.

한편 1977년 (10.3%의 성장과 GNP 1 인당 1,000 달러, 수출 100억불을 돌파)부터 시작된 제 4차 경제 개발 5개년 계획기간동안 정부는 자동차산업을 중화학 공업의 핵심산업으로 선정하여 향후에 성장주도. 수출전략 산업으로 발전시키기 위한 각종 정책을 추진하였다.

이러한 정부의 정책에 힘입어 업체는 엔진, 변속기, 차축 등 주요부품 제조기술을 도입

하고 부품공업의 계열화를 시도하였다. 아울러 조립능력을 확대하고 포니 10만대 생산공장 건설 등의 신규 시설확장공사도 활발히 추진하였다.

1979년의 제 2 차 석유파동과 함께 세계적인 경기 침체, 10.26으로 시작되는 국내 정치 환경의 격동등으로 인해 설비투자가 80년대 초 일시적으로 부진하였지만, 1982년 말 이후의 세계경기 회복, 유가 인하, 자동차 판매 증가 등에 힘입어 자동차 설비 투자가 확대되었다. 현대는 1981년 미쯔비시와 기술 제휴 및 합작투자로 FF-Car 30만대 공장을 건설하였으며, 새한자동차도 1983년 부터 17만평에 이르는 르망 공장을 건설하였다. 1985-1989년 사이에는 평균 20.5 %의 설비 투자 증가가 이루어졌다.

1989년에는 생산차종제한 및 신규업체 제한조치 해제 등을 골자로 하는 자동차 공업 합리화 조치가 해제됨에 따라 신규업체의 참여 등으로 투자는 급격히 늘어나 1990년 45.3 %가 신장되었다. 90년대에 들어서도 시설투자는 지속되어 91년 6.5%, 92년 -5.0% (자금사정의 악화, 중시 침체, 및 통화긴축의 영향), 93년 16.6%, 94년 62.9 %의 증가를 보였다.

자동차의 제조공정은 완성차 조립공장의 경우 대개 프레스, 차체프레임 용접공정, 도장공정, 최종조립공정, 최종검사 공정으로 이루어지는 차체조립공정과, 주요 단조공정, 엔진 트랜스미션, 액슬가공조립을 하는 기계가공 공정 등으로 이루어진다.

그런데 한국산업은행이 1991년 조사한 자동차 제조설비의 국산화 실태를 보면 국산화율이 프레스 35%, 차체 35%, 도장 35%, 기계가공(엔진 및 트랜스미션) 50%, 의장조립 50%로 나타나며 기계설비의 주요수입국은 일본이었다.

설비투자의 특징으로는 70년대에는 생산규모 확대를 위한 생산능력 확대 위주 투자가 이루어졌으며, 80년대에는 자동차산업이 수출 전략 산업으로 전환됨에 따라 수출수요를 기반으로 한 생산설비 확장을 위한 설비투자가 이루어졌다. 90년대에는 내수비중이 1990년 73.3% 1994년 67.1%를 차지하여 전반적인 설비 투자 패턴이 국내 수요대비 투자로 바뀌고 있다.

완성차 업계의 투자 동기별 설비 투자 추이는 표 <표 1> 과 같으며 IMVP 연구에 따르면 자동차율은 1993년 한국 28.3 %, 일본 35.5%, 미국내 일본 공장 40.4%, 미국 33.2%, 유럽 32.6 %인 것으로 알려져 있다.

<표 1> 완성차업체의 투자동기별 설비투자 추이

(단위: 억원, %)

투자동기	85	90	91	92	93	94
설비 능력증가	3,380 (82.8)	9,315 (65.7)	10,764 (71.5)	8,068 (56.2)	9,822 (56.1)	13,277 (69.0)
신제품 생산 설비확장	(63.5) (19.3)	(37.5) (28.2)	(49.0) (22.5)	(43.9) (12.3)	(42.5) (13.6)	(42.9) (26.1)
수출수요대비 수입수요대비	(41.4) (41.4)	(57.2) (8.5)	(54.6) (16.9)	(40.3) (15.9)	(31.8) (24.3)	(44.3) (24.7)
합리화	261 (5.6)	1,415 (10.0)	2,074 (13.7)	1,926 (13.4)	2,204 (13.7)	3,980 (11.0)
유지보수 자동화 에너지 절약	(3.9) (0.9) (0.8)	(6.8) (2.7) (0.5)	(8.8) (4.3) (0.7)	(4.5) (7.1) (1.8)	(3.2) (8.5) (1.9)	(4.1) (5.8) (1.1)
공해방지	14 (0.3)	57 (0.4)	201 (1.3)	233 (1.6)	216 (1.2)	n.a.
연구개발	441 (9.5)	1,294 (9.1)	1,399 (9.3)	2,243 (15.6)	3,717 (20.9)	8,559 (27.3)
기타	78 (1.7)	2,097 (14.8)	635 (4.2)	1,883 (13.1)	1,839 (10.3)	5,489 (17.5)
합계	4,264	14,178	15,103	14,353	17,798	31,305

자료원 : 한국산업은행, 설비투자계획 조사, 각 호

3. 현대자동차 생산 공정

1) 자동차 생산 공정의 연혁

가) 조립차의 생산

현대자동차 최초의 조립차종은 코티나와 D-750 트럭이었다. 1968년 10월 20 일 까지 1차적인 주기계와 도입시설채 및 기계장치를 설치하였다. 부품 국산화는 21%를 목표로 하였으며 총투자액은 주기계공사 및 시설금액 4천 71만원, 부속기계 공사 및 시설금액 1천 684만원, 시설채 도입분 기계장치 1억 9백 47만원이었다.

기계장치 1차 도입분은 Power Fork Lift Truck, Air Compressor, Down Draft Spray Booths & Enamel Oven, Portable Spot Welding Equipment, Press Welder Set of Spare Parts, Set of Cortina Assy Fixture, Set of Truck Assy Fixture, Spot Weld Guns for D-Device Truck등으로 총 1억 9백 47만원이었다.

국산부품의 정부지정 국산화율은 21% (CKD List 에서 국산가능품목)로 68년말 까지 국산화된 품목은 배터리, 타이어, 시트, 플로어 매트, 일부 범퍼, 일부 브라켓류, 브레이크 페달을 위시한 간단한 프레스물 등이었다.

처음의 생산 시스템은 Unitization Trolley System으로 초기의 조립라인은 Body - Metal Finish - (전기점 용접 으로 차체 조립 이후 가스용접, 전기용접, 사상) - Paint (Prime Coating, 수세 연마, Enamel Coating) -Trim- Chassis & Final (차체와 Chassis 결합, 엔진시동), Garage (Water Test Road Test, Touch Up)로 이루어졌다.

70년도에 이뤄진 주요기계장치는 본 공장 dry off oven, enamel oven, arc welder, truck chassis conveyor, welding machine, testing apparatus, impact test machine, spary chamber salt, rivetters 등이었다.

나) 고유모델 사업계획

1973년에는 포니 고유모델 사업을 추진하고 시설재 도입을 위한 차관선으로 영국의 버클레이 은행과 프랑스의 suex 은행에서 6천 1백 15만4천 달러를 제공받았다. 디젤 엔진을 생산을 위해서 퍼킨스사와 기술협조 계약을 맺었으며, 이탈리아와 1백 47만 7천 달러의 설비 계약을 맺었으며, 미쓰비시와 가솔린 엔진, 후 차축, 변속기 계약을 체결했다. 후차축, 변속기의 경우는 기존업체인 동양워너, 코리아 스파이서에 맡겼으나 77년 4월 자작공급을 승인받았다.

종합자동차 공장의 건설을 위해서 프랑스에서 프레스, 금형기계, 영국에서 엔진가공, 보디스텝핑, 주물가공, 디젤엔진, 단조, 금형, 기술센터의 시설재 (엔진 생산기계 - 미쓰비시 교토 제작소에서 기계결정), 일본에서 주물, 단조기계, 금형발주를 하였다. 공장의 배치설계, 공장 설계는 일본의 미쓰비시가 맡았다. 공장 건설비용은 차관 7천 81만 1천 달러와 내자 2천 6백13만5천 달러였다. 이 공장은 1975년 12월 1일 준공하였으며 이때 포니의 부품국산화율은 90%였다.

각 단위공장의 주요공정은 아래와 같다.

1. 프레스 공장

Blank - Draw- Trim- Pierce-Flange-Cam Flange- Restrike

2. 차체 조립공장

Floor Line- 차체 하부 조립, Roof Wind Shield Fender,

Side Line - 차체 좌우측 골조 조립공정, Body Build Line

Moving Line -Door Hood, Truck Lid, 차체 완성공정

3. 도장공정

전처리- 건조 - 디핑라인 - 베이크 오븐 - 방음도장- 방음도장 건조 - 중도 - 중도 건조-수연마- 수세 -건조- 상도 (Color Paint)- 상도건조

4. 의장 공정

Trim Line -전기배선, 내부장식물

샤시 라인 - 엔진공장, 기어공장 부품 장착, 샤시 부품 부착

Final Line - 타이어, 밧데리, 좌석, 핸들 및 각종 램프

Test Line

Ok Line

신규 각 공장은 조립공장, 스템핑 공장, 엔진 공장, 금형 공장, 주물공장, 단조공장이었으며 도입시설은 각종 Press와 Tooling Machine이었다. 고유모델인 Pony는 76년 2월 첫선을 보였다.

다) 대량 생산체제의 진전

대량 생산체제를 진전시키기 위해 77년 상반기 부터 변속기, 후차축 및 일부 가공부품을 년 7만대 생산할 수 있는 기계 가공공장의 건설을 위한 확장이 이루어지고, 엔진 부품 국산화를 위한 엔진공장 보완, Transmission housing 주조를 위한 aluminium high pressure die casting 설비 및 gray iron foundry 설비의 보강 등 주조 공장 시설 보완, 각종 기어 샤프트를 단조하기 위한 hammer press 설비 보강 등 단조공장 보강, copy milling machine 보강과 공장 이전 등 금형 공장 보완이 이루어졌다. 공업용 일반 및 특수 열처리로 국산화를 위해 동경열처리공업(주)와 77년 8월 열처리가공시설도입 및 선진 열처리 가공기술 도입계약을 맺었다.

77년 10월 포니 년 10 만대 공장 확장 계획을 위해 78년 2월부터 공사를 내자 1백 13억, 외자 3천 55만 달러로 총2백 94억원을 투자하였다. 기계장비 투자액은 내자 38억 56백만원 외자 2655만 8천 \$이었으며 미국 또는 유럽 지역을 구매선으로 하였다.

79년 1 월 29일 확장 라인이 가동하여 포니 연산 10만대가 되었다. 이때의 포니 수출 FOB 가격은 1 천 8백 50달러 (외국 경쟁 차종 2천 3백)였다. 공정은 소형조립라인은 완전자동화 체제였으며, 차체 조립공장은 차체조립시 3백 90개 부분을 자동용접 멀티 웰더 다점용접장치로 하였으며, 페인트 공장은 전착 도장시설과 자동스프레이 부스시설을 갖추었으며, 의장 조립공장은 타이어, 유리, 시트, 범퍼, 크래쉬 패드 등 각종 중량급 부품을 자동콘베이어로 운반하게 하였다.

연도별, 지역별 원부자재, 공구, spare parts 구매 현황은 <표 2>와 같다.

라) 국내 최초 트랜스퍼 머신 제작

자동차 설비의 국산화에 크게 기여할 공작기계부가 78년 1 월 1일 발족하고 전용기계의 제조 및 개수 기술을 확보하였다. 77년 부터 전용기와 치절기에 관한 전문적 선진기술 도입계약을 미쓰비시 중공업과 체결하고 78년 2 월 기술도입인가를 받았다. 동경열처리공업과 칩탄열처리로, 미쓰비시중공업과 기어호빙머신과 자동차생산 관련 전용기 제작 기술 제휴(78년 11월)를 맺었다. 현대자동차는 80년 3월 공작기계 생산업체로 지정되고 칩탄열처리로, 드릴링 머신 제작 판매, 가스칩탄 소입로 수출, 40톤급 열처리로 4대 추가 발주, 80년 10월 다축드릴 제작 등의 사업을 시작하였다.

<표 2> 연도별, 지역별 원부자재, 공구, spare parts 구매 현황

연도	국가	기계장비	구매금액
76	일본	8	58,146천\$
	구주	92	
	미국		
	기타		
77	일본	89	35,312천\$
	구주	11	
	미국		
	기타		
78	일본	79	34,407천\$
	구주	17	
	미국	4	
	기타		
79	일본	75	6,935천\$
	구주	12	
	미국	10	
	기타	3	

자료원 : 현대자동차사

국내 최초의 트랜스퍼 머신 제작을 위해 미쓰비시 중공업 kyoto공장에 설계능력 2-3년 경험의 기술자 4명을 81년 9월 부터 3개월간 파견하였다. 미쓰비시 Bearing cap transfer machine 도면을 입수하고 6개월간 수정 보완하며 PLC를 적용하여 이를 개발하고자 하였다. 미쓰비시 조립 기술자를 초청하여 어려운 조립을 완료했다. 이 일을 두고 미쓰비시 교토 소장은 "전용트랜스퍼 머신의 제작은 한국 기계공업의 위대한 업적이며 기계공업발전의 turning point가 될 것이다" 고 말했다 한다.

이후 Machine Center, Copy Milling Machine을 83년 11대 제작하였다. 82년 1월 공작기계부를 기계사업부로 개칭하였다. 기계사업부는 협력업체 지원을 강화하고 범용기계자동화, 치공구 개선, 협력업체 설비 재배치 등의 일도 하였다.

마) FF-Car 30만대 공장건설

이란의 팔레비 왕정이 호메이니가 이끄는 시아파 회교도에 의해 무너져 비롯된 2차 석유파동과 79년 10. 26 사태, 사복사태, 광주 사태로 80년 경제성장은 -5.4%, 물가는 27.7% 상승하였으며, 오일 쇼크로 원유의 가격이 18달러/배럴에서 32 달러/배럴로 치솟았다. 이에 정부는 1980년 8.20 중화학 투자 조정을 위해 새한 (GM)을 현대에 인수 통합하여 승용차를 전문 생산하게 하려 했으나 이 조정은 끝내 결렬되었다.

이러한 어려움 속에서도 전륜 구동차 30 만대 공장건설을 81년 10월 30일 발표하고 85년 까지 미쯔비시와 기술제휴 및 합작투자를 하였다.

이 공장은 ALC(Assembly Line Control) 시스템을 확립하고, 85년 2월 6일 준공되었다. 주요시설과 그 특징은 다음과 같다.

엔진기어공장 : 총 2 만평 규모의 전자동화 시스템

엔진, 트랜스미션, 동축 조인트, FR 엔진라인, 각종 기어 부품
정밀공작기계 총 7백 16대 중 국산장비 3백 79대 (53% 국산화)
일부 운반설비 자체설계, 제작

금형공장 : CAD/CAM 시스템으로 100% 금형 국산화

프레스 공장 : transfer press (720장/h)

차체공장 : 차체조립치구와 자동용접 로봇트 및 운반용 장비 자체 설계 개발

의장 공장 : 모든 부품 computer 에 의한 서열 공급, 1분에 1대 생산

신도장 공장: 전처리-전착-하도-실링-중도-수연마-상도

Full Dipping 방식

전착 -Anion 방식-->Cation 방식

Baking Oven

한편 설비의 자동화는 로봇트의 경우에는 83년 포니 메인 보디라인의 프론트 윈도우 오픈링 부위 차체조립용으로 6축 다관절형 로봇트 2대를 도입한 이후, 87년 초 까지 202대 (현대중공업 140, 기계사업부, 치공구부 자체 제작 50)를 도입하여 차체에 148대, 의장에 34대, robot shop에 3대, seat 사업부에 17대를 설치하였으며, 86년 8월 자동창고를 설치하였다. 87년 말 까지 공장 자동화에 투자한 금액은 360억 원이었다.

1986년 1 월 20 일 소나타가 출고되면서 승용차 생산이 88만 8백 68대가 되었으며, 85년 5월 국내 자동차 보유대수가 최초로 1백만 대를 넘었다. 86년 포니 엑셀의 미국 수출도 이때 이루어졌다. 자동차 국산화율은 포니 98%, 스텔라 96%, 엑셀 97.5% 였다.

포니 엑셀 제품개발을 위한 투자비 총액은 282억원이었으며 상세한 내역은 <표 3>과 같다.

<표 3> 포니 엑셀 제품개발을 위한 투자비

	공정구분	투자비
기술연구소	스타일링	7억
	설계	1억
	시작	4억
	시험	13억
생산부서	스타일링	14억
	설계	31억
	시작	203억
	시험	9억
계		282억

바) 제 2 승용 공장 건설

1985년 9월 부터 착수한 30만대 규모의 제 2의 신공장 건설은 2 단계 공사로 진행되었다. 1단계 공사는 포니, 스텔라 라인을 1공장에서 이설하는 것이고, 2단계 공사는 L카 라인 이설 및 Y카 라인 신설이었다. 제 2공장 건설 관련 예산계획은 <표 4> 와 같다. 1988년 4월 2공장이 양산에 들어가 현대자동차의 생산 능력은 연산 75만대가 되었다.

<표 4> 제 2 공장 건설 예산 계획

(단위: 억원)

구분	내자	외자	계	생산차종
공장				
프레스	205	360	565	포니, 스텔라, Y-2, L카
차체	158	73	231	
도장	170	108	278	
의장	97	50	147	
주조	148	133	281	
단조	39	47	86	
유틸리티	75	9	84	
계	892	780	1,672	

사) 제 3 공장 건설 계획

J 카(엘란트라) 관련 투자는 총투자액 4000억원으로 3 공장 투자 244,920백만원, J카 제품개발 투자 32,456백만원, DOHC 투자 123,096백만원, 시트공장 확장 투자 8,411백만원이었다. 이 3 공장은 1, 2 공장에 비해 질적으로 혁신된 ‘자동화의 학교’로 건설하겠다는 구상을 하였다.

그 특징은 다음과 같이 요약된다.

1. 생산차종이나 생산량 및 모델 변경 등에 탄력적으로 대응할 수 있는 설비 - 트래스퍼 프레스간의 호환성, 차체 용접시 key line과 respot line의 분리
2. 중앙집중식 생산관리 시스템의 적용
3. 공장설비 - 품질의 국제 경쟁력 확보에 주력, 로봇도 도입을 통한 제품의 정도 향상
4. 고효율의 생산성을 낼 수 있는 생산설비- 프레스 공장, 차체 공장 자동화율 90 %
5. 자동화 추진이 용이한 설비- 의장 공장 Dooress Line, Shuttle Line
6. 물류 원활화 - 라인의 일직선화 계획, MIP(Made In Plant) 공급이 용이한 방향으로 라인 배열
7. 쾌적한 작업 환경

이 공장은 1988년 10월 설계에 착수해 1990년 9월 완공되었다. 투자비는 2497억 500천만 원이 투입되었으며 설비의 90%가 국산화되고, 프레스와 차체의 자동화율이 90%에 이르렀

다고 발표되었다. 장비는 주로 계열 기업에 발주하였는데, 3 공장 건설시 용역 현황은 다음의 <표 5>와 같았다.

<표 5> 공장 (J-car) 건설시 용역 현황

	자작	국내	국외	생산능력
프레스		520억 현대정공346억 : 일본업체 238억 현대엔진 126억 : 일본업체 80억	22억	25만대
차체	55억 (Jig & 설비)	315억	159억	24만대
도장		371억 현대정공 242억	220억	35만대
의장	2억	103억 현대 엔진 73억	43억	24만대

이렇게 하여 현대자동차는 1 공장 35 만대/년, 2 공장 30만대/년, 3 공장 24 만대/년의 승용차 생산설비를 갖추었다.

아) 유연생산 체제 확립

기계사업부의 주요 프로젝트 참여도는 전체 제작참여율이 30%에 이르렀다. 한편 기계사업부는 1984년 10월 머시닝 센터, 1986년 터닝센터, 1988년 CNC 기어호빙 머신, 1989년 4월 Flexible Transfer Machine을 개발했다.

84년-90년 까지의 로봇 도입 현황은 용도별로 spot용 683대, arc용 138대, sealing용 71대, painting용 28대, handling용 16대, 기타 16 대를 도입하여 1990년 9 월 까지 총 952 대를 도입하였다. 1990년 말 승용 조립공장 자동화율은 프레스 공장 122개 공정 중 67개를 자동화 하여 65%, 차체 97%, 도장 공장 307개 공정 중 181 개로 59%, 의장 공장 2953 명 중 자동화 인원 74명으로 2.51%였다.

한편 현대자동차는 1984년 부터 트랜스미션을 개발하였으며, 1986년 부터 엔진개발을 위해 2000만원 짜리 실험용 엔진을 11개나 깨뜨렸으나, 마침내 1991년 1 월 알파 엔진을 개발하였다.

2) 현재의 자동차 생산 공정

자동차의 생산공장은 모델이 바뀌면 build & scrap 방식으로 설비가 완전히 바뀌는 방식을 채용하고 있다. 현대자동차의 현재의 생산공장은 다음과 같다.

- 1 공장 - Accent 재래식 공장
- 2 공장 - Sonata 재래식 공장
- 3 공장 - Avante 새로운 공장 (2공장의 2배)

4 공장 - Porter, Grace
 전주(5공장) - Bus, Truck
 아산 - Sonata - 3공장 2배

1 공장은 생산차종이 Pony - Excel - Accent로 바뀌었으며 현재 Stella도 일부 생산되고 있다. Pony 생산설비를 build and scrap 방식으로 바꾸어 Excel 을 만들던 공장이었으나 지금은 Accent를 생산하며 Robot가 많이 쓰이며 Press가 단발 Press에서 transfer press로 바뀌었다. 2 공장은 Sonata I, II, III, Marsia, Grandeur 생산 공장이며, 3 공장은 Elantra, Avante 생산공장이다.

가장 최근에 건설된 아산공장은 96년 11월 부터 연산능력 30만대로 Soanta를 생산할 계획이며, 관리정보의 통합화, 실시간화, 품질향상을 위한 책임완결 체제, 자동화를 제고 (의장라인 3 공장 3.4%에서 10%로 높임), 원가절감 등을 골자로 하는 최첨단 설비 및 생산 방식 (APMS: Asan Plant Management System)을 도입했다. 울산 3공장과 아산공장의 조립라인의 특징을 비교하면 <표 6>과 같다.

이러한 생산방식의 진전은 비로소 설비투자의 확대에 따른 규모의 경제에 기반한 국제 경쟁력 확보 차원에서 생산, 개발 시스템의 고도화에 기반한 국제경쟁력 확보로 나아간 것으로 볼 수 있으며, 후지모토, 다케이시가 주장하는 사람에게 쉬운 작업 현장, 사람 중심의 자동화 시스템을 지향하는 '균형 지향의 린 시스템'으로의 첫 걸음이라고도 볼 수 있다.

결론적으로 자동차 생산 설비의 발전 단계는 각 생산 공정에 따라 설비 도입기, 규모의 경제를 위해 설비가 확대되는 설비 성장기, 생산시스템이 고도화되는 설비 성숙기, 새로운 공정으로 설비가 대체 되는 설비 쇠퇴기를 거치는 것으로 볼 수 있다.

한편 설비의 국산화에 대한 필요성과 이에 대한 개발이 시작되는 시점은 현대자동차의 경우 1978년으로 이는 기술내재화 후기 정도이며, 1984년 10월 머시닝 센터, 1986년 터닝 센터, 1988년 CNC 기어호빙 머신, 1989년 4월 Flexible Transfer Machine의 개발에서 알 수 있듯이 제품개발에서 독자모형을 창출한 독자기술 창출기에 이르러 본격적인 국산기계의 개발이 이루어짐을 알 수 있다.

<표 6> 울산 3 공장과 아산공장의 의장조립라인 비교

구분	울산 3 공장	아산 공장
생산성	<ul style="list-style-type: none"> 5줄 260 m 라인 구성 (1줄 3개반으로 구성) 라인간 버퍼 없음 정보 통합화가 안되었음 자동화 3.4 % 편측 물류로 대단히 혼잡 	<ul style="list-style-type: none"> 12 줄 120m 라인 구성 (각줄 1 개반 자율형 완결 공정) 각 라인간 3 분 버퍼 운영 (가동율 3-5% 향상) CIM체제 구축으로 관리정보 통합화 과감한 자동화 추진 (1단계 10%, 2단계 15%) 3면 자재 공급으로 물류 혁신
품질	<ul style="list-style-type: none"> 작업순서에 따른 작업 편성 최종Ok 라인에서의 수정 검사로 생산성 및 품질 저하 보안 작업에 대한 체결 보증체계 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 품질 조립 공법에 의한 작업 편성: 기능별 완결형) 각 라인 끝 검사, 수정 공정 배치로 품질 향상 보안 작업에 대한 체결 보증체계 적용 (다축 토크 검사 등)
원가	2,107 명으로 라인 운영	1452 명으로 라인 운영
안전 환경	<ul style="list-style-type: none"> 획일적인 작업 높이로 작업자세 나쁨 어둡고 시끄러움 환기시설 미비 편의 시설 미비 	<ul style="list-style-type: none"> 작업 높이별 조절 가능한 컨베어 시스템 적용 밝은 색조화, 저소음 컨베어 시스템 및 공기 냄스가스 작업 구역을 별도 구분, 부스화 공조 편의 시설 최단거리 위치

자료 : 주간 자동차

4. 생산설비 관련 인터뷰 결과

1) 주요공정별-구입선별 설비투자의 추이 및 현황

Press 설비의 경우 20년 정도 사용할 수 있으며 금형비는 500억 정도 소요되고 있다. 차체의 경우 지그비용이 많이 들어 build & scrap 방식을 쓰고 있으며, 아산 공장의 경우 기본 설비는 그대로이고 Locater부분만 교체하였으며, 보다 유연 (flexible)하게 만들었다. 도장공장은 공정이 모델과 관계없이 생산 가능하여 5% 정도 수정하며, Robot 프로그램을 교체한다. 의장공장은 거의 바뀌는 것이 없다. 엔진공장은 구조, 단조가 model과 관계하며, 기계가공공장은 model이 바뀌면 retooling이 필요하다. NC transfer machine을 모방, 기술 제휴 등으로 flexible machine 으로 바꾸었다.

울산 3 공장과 아산공장의 국산화 실적은 <표 7>, <표 8>과 같으며, 엔진, 기어공장(현 국산화율 43%, 29%)을 제외하면 1991년 3 공장의 국산화율과 아산공장의 국산화율은 각각 79.6 %, 77 %에 이른다.

장비별로 국산화율을 살펴보면 다음과 같다.

아산공장의 경우 금형 500억, 프레스, 차체, 도장, 의장 1000억원이 소요되었으며 이 가

운데 77% 가 국산화되었다. 금형 공장의 경우에는 수입이 많은 것은 특정 item을 수입하여 신기술 동향을 파악하기 위함이다. 신차종 개발시 금형국산화를 비교하면 그랜저(92년 9월)의 경우 68%, 소나타 (93년 5월)의 경우 53%, 엑센트(94년 4월)의 경우 59%, 아반테(95년 2월)의 경우 49%로 거의 국산화율이 일정한 상태에 이른 것을 알 수 있다.

<표 7> 울산 3공장(elantra생산공장) 투자비 실적 (1991년)

shop	투자금액				주요수입설비
	국내조달 (백만원)	수입		계 (백만원)	
		일본 (백만엔)	미국 (천달러)		
프레스	67,895		3,204	70,193 (26.7%)	unloader(75만 \$) destack feeder(36만\$)
차체	48,278	3,206	245	67,849 (25.7%)	RR floor & f/comp line (8억5천만 엔) QTR OTR& ASSY Line (5억 7천만엔)
도장	61,998		39,570	88,693 (33.7%)	conveyor (2000만\$) 자동도장기(1300만\$)
의장	31,497	202	6,665	36,558	Wheel Align't(183만\$) Brake Tester(168만\$)
총계	209,668 (79.6%)	3,488 (7.7%)	49,684 (12.7%)	263,293 (100%)	

<표 8> 아산공장 건설 집행예산내역(1996 현재 건설중, 소나타III 생산, 20만대 공장)

shop	투자금액				주요수입설비
	국내조달 (백만원)	수입		계 (백만원)	
		일본 (백만엔)	미국 (천달러)		
금형	562	220		2,300 (0.6%)	이미 소나타 III생산중으로 적게 들
프레스	76,738	2,656	105	97,803 (26.3%)	transfer press(20억 엔)
차체	61,063	1,481	529	73,144 (19.7%)	JIG
도장	77,837	808	12,569	102,120 (27.5%)	spraying machine 도장 robot
의장	70,582	2,284	9,663	96,260 (25.9%)	의장용 특수대차 검사설비
총계	286,782 (77%)	8,449 (18%)	22,947 (5%)	371,627 (100%)	

프레스 공장의 경우 transfer press 한 대 값이 200억원으로, 한대는 현대 정공에서 만들게 하였다. PRESS의 경우 MAINTENANCE 문제는 크게 없다.

차체 공장의 경우 Robot 1대에 1억 정도이며 250 대를 설치 했다. JIG 확장 계획과 맞물려 구매를 많이 했다. 운반 설비(대차 수입), 물류 시스템을 국내에서 만드는 기업이 없다. 앞으로는 개별 운송 시스템이 발달할 것 같다. 기술 흐름 파악을 위해 JIG 500억중 5%는 일본에서 구매할 예정이다. JIG 가운데 30%는 자체 생산하며 자체 개발 실적을 갖고 있다.

도장 공장의 경우 핵심 설비의 양이 적어 국산화가 어렵다. Paint 설비, 도장 robot, spraying machine은 maker가 없으며, 수요도 없다. 자동차에 20 대 정도 납품할 뿐이다. 그러므로 설비는 품질 문제 등으로 프랑스, 독일 등에서 주로 수입하고 있다.

의장 공장의 경우 국산화율이 상당히 높았으나 의장용 특수 대차 (conveyor)를 일본에서 수입하여 국산화율이 떨어졌다. 독일의 경우 한국업체와 제휴하여 국산화시켜 낮은 비용으로 구매가 가능하다. 의장 자동차 검사용 설비는 미국에서 많이 수입하고 있다.

부품의 경우는 여러 업체에 납품이 어렵다. 차체는 설계 자체가 다르므로 다른업체에 납품이 불가능 하다. 기능품의 경우는 완전히 맡기며, 약간의 기능을 가질 경우 승인도를 낸다. 이 부분(OIL FILTER, door latch, radiator 등)은 전체의 10% 정도로 업체 공용화가 가능하다

2) 생산설비의 수입 사유

설비 및 장비의 수입 사유를 공정별로 보면 다음과 같다.

금형의 경우에는 특정 item을 수입하여 신기술 동향을 파악하는데 의미가 있으며, 차체는 물류시스템을 만드는 업체가 없기 때문에 운반 설비(대차 수입)를 수입한다. JIG 경우에도 기술흐름을 파악하기 위해 500억중 5%는 일본에서 구매 예정이다.

도장은 도장핵심설비 양이 적어 국산화 어려움이 많아 수입하는 경우이다. paint 설비, 도장 robot, spraying machine은 maker가 없으며 또한 수요가 적어 품질이 뛰어난 프랑스, 독일 등에서 주로 수입하고 있다.

의장과 자동차 검사설비는 미국에서 주로 많이 수입하고 있다. 기계를 수입하는 사유는 설계와 가공 (고정밀)의 어려움에 있다.

전문성 장비(고정도, 단독 maker)이거나, 개발비 및 시간이 과다 소요되거나, 특히 장비 및 수요가 적은 장비, 기술이전을 회피하거나 기술이전료가 과다한 설비, 고정도의 기술을 요구하고 제품의 품질에 직접영향을 끼치는 장비는 국산화가 어렵다.

3) 생산설비의 자체 개발 실적 및 개발 방식

설비 maker는 계열화는 되어있지 않지만 전문화는 되어 있다. JIG의 경우 5 개업체를 지정하였다. 설비 maker는 확장계획이 있어야 참여한다.

공작기계는 자동화 설비의 30%를 생산(milling, drilling, boring, 범용기 -기어 cutting, transfer machine)하는데 주로 대량소비 되는 것을 중심으로 생산한다. 당초 목표는

retooling (장비 수명으로 교체를 해야 하며 이때 retooling이 필요)에 있었다. engine 기술 공개 등의 문제로 설비를 내 줄 수 없는 것이 있다. 이 경우 자체 생산을 한다. 자체 생산이 되면 가격 설정시 유리한 조건을 만들 수 있다.

1979년부터 설비국산화를 추진하였다. 처음에는 회장이 외국설비를 자랑했으나, 외국인으로 부터 '당신 회사는 설비를 만드는 기술은 없는가'라는 질문을 받은 이후, 모든 수입 설비의 외국 상표를 철거하여 호텔 DIAMOND BAR 벽에 붙여 놓았다.

반도체 설비의 경우 수명이 짧아 개발이 어렵다. 그러나 자동차 기본설비의 경우 수명이 jig 4년, Main 설비 10-20년 으로 기술 변화가 심하지 않다. 그러므로 상대적으로 개발이 쉽다. 현재 현대중공업이 conveyor, robot를, 현대정공, 현대 중공업 엔진사업부가 press를 납품한다.

기계사업부의 장비 개발 실적은 1983년 transfer machine, 1989년 flexible transfer machine, 1995년 machine cell, tapping center, 고속 lathe, line boring machine, 1997년 고속 hobbing machine을 개발했거나 개발 예정이다. 자동화 설비를 30억원 정도 자체 생산하여 아산 공장에 설치했다. 자동차 project 진행시 소요장비를 자체 생산하는데 auto transmission, engine 생산 장비의 80%와 완성차, 주조, 단조, 시트-생산 장비의 20% 정도를 공급하고 있다.

기계사업부 매출은 500억원 정도이며 이 가운데 470억원이 자체 수요이다. 장비는 주로 전용성 장비와 CNC장비를 제작하며, 국내의 두산, 화천동에서 범용성 장비, Manual 장비를 공급받는다. 공작기계의 95%는 자체 수급이며 현대 정공에서 선반, 머시닝 센터를 구입한다. 기계사업부는 독립시 500-600 억원이 소요될 것으로 예상되며, 지금 잔존 가치는 100억원 정도로 본다. 그리고 자생력이 없어 독립을 할 수 없다.

NC Controller와 고정도 베어링을 수입하고 있다. 기술수준(설계능력)은 Toyota, Mitsubishi의 60-70 % 수준으로 본다. 기계연구소에는 60여명이 설계하여, 200-250 대 수준의 생산을 한다. 현재 생산품은 전용 장비로는 milling, drilling, broaching, transfer m/c 등이며, 범용 장비로는 Grinding, Hobbing, 머시닝 센터, 산업기계(조립기, 주조기, car lifter) 등이다. 50-60%가 외자 수입이며, 30%가 자체 생산, 20%가 내자이다.

4) 설비 및 장비의 국산화 계획

엔진 기어 공장의 국산화율은 프레스, 차체, 도장 등의 공정에 비해 현저히 낮은데 목표 국산화율 (장비가 기준)은 <표 9>와 같다.

기어 엔진 공장의 국산화 방안은 다음과 같다.

1. 장비 개발 team을 확대 운영한다
2. 외국 기술자 및 고문을 초빙한다.
3. 산학 협동 및 국내외 연구소와 공동연구 개발을 활성화한다.
4. 해외 업체와 협력 개발을 추진한다.

<표 9> 엔진기어 공장의 목표국산화율 (장비가 기준)

	현국산화율	제1단계 (1998년)	제2단계 (2000년)	제3단계 (2005년)
엔진공장	43%	70%	80%	85%
기어공장	29%	60%	65%	70%

자료 : 현대자동차

주 : crank shaft, cam shaft, auto-transmission assy, a/t case, a/t housing 장비의 국산화율이 낮음.

기술제휴로 공동제작을 추구하며 일본에서 수입하는 장비는 정밀도, 난이도 (3 μ)가 높거나, 난삭제로 미쯔비시, 이스즈 등의 10여개 업체로부터 구매한다. 영국, 독일로부터 간혹 구매하기도 한다.

Radial Drill의 경우 봉신중기 (주물업체)로 기술을 이전했고, Feed Unit를 외주 이관했으나 중소기업의 경우 기술인력의 이직이 심해 기술축적이 어렵다.

향후 개발계획 중 기계사업부의 경우 내자 31 점, 자체 개발 33점, 합작 개발 19점, 국산화 불가 25점 중 자체개발 33점은 주로 boring m/c, press, facing, milling m/c, grinder, hobbing m/c, 조립기, washing m/c 등이며 국산화 계획연도는 <표 10>과 같다.

<표 10> 엔진, 기어 장비 자체 개발 계획

	1998	2000	2001년후	계
전용가공기	6	6	1	13
범용성장비	4	6	1	11
기타(조립기 외)	5	4		9
계	15	16	2	33

자체 개발의 실패 사례 및 장애요인은 다음과 같다.

첫째, 전용성 장비는 미래가 비관적이다. 전용기는 영세업체의 경쟁심화로 수익성이 없어 도산 하며 가격, 기술에서 뒤떨어져 있다. 자동차업체가 2002년 capacity 포화상태로 되어 자동차 관련 공작기계업체가 사장되리라 본다.

둘째, 장비의 30-70%가 개조(retooling)로 외국장비 개조시 구입가의 80%를 요구하나 현물, maintenance도면, knowhow를 알아야 copy가 가능하다. 그러나 이를 확보하기 어렵다.

셋째, 확실하지 않은 것은 개발하지 않는 경향이 있다.

5) 설비 국산화 정책에 대한 업계의 의견

장비 국산화 정책에 대한 업계의 의견을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 정부의 자본재 산업 육성 정책이 새로운 시각에서 이루어져야 한다. 현재의 국산화 정책에 별로 기대하지 않는다.

둘째, 현재 이자부담을 말단에서 지게 되므로 용자를 대기업에 하고 설비, 부품 등 중소기업에 현금결제하게 해야 한다. 또한 담보를 수요자 대기업이 서게 해야 한다. 자동차의 경우 계열화가 잘 되어 있으므로 대기업이 지불보증을 서게 함으로써 대기업이 중소기업을 육성하게 해야 한다. JIG의 경우 차체와 긴밀히 연결되어 다른 자동차 업체에 판매가 되지 않는다. JIG 업체 자금 회수 기간이 1년 6개월로 너무 길어 자금 부담으로 도산한다. 수요자 공급자 관계를 묶게 해야 한다. 정부의 중소기업에 대한 자금 배정서는 아무 도움이 되지 않는다.

셋째, 국제수지 지표를 만들어 이를 관리 하는 것이 필요하다. 유발 수입효과 등을 분석해야 한다.

넷째, 장비 수요업체가 국산화된 장비를 사지 않으려는 경우도 있다. 이에 대한 대책이 필요하다. 공정이 3개 정도라면 1개 정도 사올 수 있다. 이때 국가적 차원에서 장비업체에 대한 기술지원이 있어야 한다. 부품업체 설비도 국산화가 많이 되어 있다. 자작시 가격의 1/2로 설비를 만들수 있으며 전용성이 있다.

다섯째, 지방 중소기업의 근로소득세 감면이 필요하다. 명확하게 가지적으로 혜택을 주어, 동기유발을 하여 기술개발을 유도해야 한다. 중소기업이 지나치게 영세하다. 따라서 기술이관이 불안하다. 일부 장비 이전에 어려움이 있다. 대학원 입학시 중소기업 근무 의무조항과 같은 획기적인 중소기업 인력 지원에 대한 방안이 나와야 한다.

여섯째, 설비구입시 명목은 보전의 편의성을 내세워 도면을 확보하는 등의 국산화를 염두에 둔 설비 도입 방식이 필요하다. 구입시 option 으로 묶는 방법이 필요하다.

일곱째, 기계설계 요소 국산화가 매우 부족하다(sleeve, belt). 부품공업이 매우 낙후하여 납기, 가격문제가 심각하다. 이에 대한 지원이 필요하다. 또한 기술 인력이 주조, 단조, 열처리, 소재생산 등의 선진기술을 접할 기회가 적다.

여덟째, 대기업간의 협력이나 연계가 없다. 공작기계협회가 있으나 역할이 미미하다. 그리고 핵심 설비는 수입하며 77 %는 국산화되어 있으나 상당 부분 스스로 개발해야 한다. 자동화 기술 부분은 기술이전이 전혀 없다. 국산화는 사용자 의지에 따라서 된다. 최고경영자에게 의지를 갖게 해야 한다.

5. 기술혁신 및 기술 육성 정책의 방향

1) 자동차 산업 연구에서 얻은 자본재 육성 정책의 방향

첫째, 지금까지 제시된 자본재산업 육성방안은 광범위한 분야에 걸쳐 상당히 구체적인 방법으로 제시되었으나 설비재산업 성장 mechanism과 추진요인을 정확히 파악하지 않은 나열적 파악에 머물렀다. 그러므로 자본재 산업 육성 방안은 산업 성장 mechanism과 추진요인을 밝혀 산업별 공정별 기술발전 단계 및, 설비의 수명주기 단계에 따라 상황적으로 보다 세분화되게 제시되어야 한다.

우선적으로 성장 메카니즘과 추진요인을 입체적, 유기적으로 파악하기 위해서는 생산 혹은 산업 조직에 중점을 두고 성장의 입체적 요인을 밝히는 노력이 필요하다. 현대 자동차의 성공적 기술능력 발전은 적극적 기술학습 전략, 국제적 기술변화 추세에의 능동적 적응, 독자적 수출전략의 효과, 풍부한 자금능력, 전문용역 업체의 적절한 활용과 전문부품업

체를 통한 비공식적 기술 학습, 미쯔비시와의 기술 제휴(김건, 1994)에 있었으며, 자동차설비의 국산화는 retooling의 필요에 따른 기술개발 조직의 정비, 기술창업가의 헌신적 노력, 저렴한 공정 설비의 획득 필요에 따라 추진되었으나, 중소기업과의 관계 결락, 기술발전 단계별 기술개발 전략과 기술관리의 부재로 기존의 혁신 관련 network를 강화하고, 네트워크가 결여된 영역에서 새로운 네트워크가 구축되는데까지는 이르지 못한 것으로 보인다.

둘째, 중핵기업(설비수요자, 대기업)을 중심으로 기술개발을 추진하되 집단적 내부화를 유도해야 한다. 계열내 협조(관련 설비재, 소재, 부품 maker의 협력)와, 다른 계열과의 경쟁을 유도해야 한다. 소재, 부품, 설비의 직거래는 설비재, 소재, 부품 maker의 시장확보, 신제품의 도입, 공정 혁신, 가격인하, 제품의 품질 확보, 납기의 일정화, 정보의 내부화, 기업간의 준수직적 통합에 따른 중간경비 절감 등의 유도가 가능하다. 계열 기업간의 유기적 연관은 공정 혁신의 연속적 발생과 제품혁신의 계속을 보장한다. 설비재 산업과 그 사용자인 가공 조립산업의 유기적 결합에 의해 공정 혁신이 제품혁신을 유도하게 해야 한다.

일본의 경우 내구재 기계공업은 소재, 부품, 설비재 산업의 시장확대에 기여하는 mechanism을 추구하였으며, 내구재 기계공업 생산공정에서의 공정 혁신 노력이 설비재 산업의 신제품 개발 계기가 되었다. 그러므로 Supplier Partner, Virtual Corporation(Extended Enterprise), Learning by Interaction을 추구할 수 있는 방향으로 기술혁신 및 기술 육성 방향이 정해져야 한다.

현대자동차는 부품의 경우 국산화율이 21%에서 출발하여 거의 100%에 가까운 국산화를 이룩할 수 있었던 것은 준수직 계열화 메카니즘을 적극 활용한 반면 자동차 설비의 경우 국산화율이 낮은 것은 자본재 소요의 단속적 성격, 시장 기회에 대한 막연함으로 인해 이러한 메카니즘을 활용하지 못한 데 연유된다.

셋째, 산업조직정책의 입장에서 보면 자본재 산업이 육성되지 못한 원인으로서는 수출산업 위주의 전략, 전략산업 선별 육성 정책의 결과로 초래된 산업의 조기독점화, 대기업 위주의 조립. 가공업 부분의 대형화 및 중소기업 기반의 나약 등 경제의 구조적 취약 요인에 기인한 바 크다. 그러므로 독과점적 시장구조의 폐해는 자본재 및 부품, 소재의 국산화를 통한 중소기업의 육성으로 시정할 수 있다고 본다. 그러므로 계열화 예시제(개발 완료후 중소기업 지정 계열화 업종으로 지정)의 실패 이유를 분석해야 하며, 수요업체에 의한 국산 개발 품목 예시제도가 확대되어야 한다. 한편 공급업체의 집약화, 기술교류, 계열화, 합병을 유도해 중소 공급업체의 기술혁신 능력을 높여야 한다.

넷째, 기술관리의 입장에서 보면 자본재 산업이 육성되지 못한 원인은 기술수준의 미흡에 연유하기 보다는 공정기술 개발전략의 부재, 기술관리에 대한 이해부족으로 인하여 과거 설비 도입시 이를 내재화할 수 있는 많은 기회를 상실한 데 기인한다고 볼 수 있다. 현대자동차의 경우는 국내 대기업 가운데에서도 자립적인 기술발전의 성공적 사례로 꼽히면서도 기술관리에 대한 인식의 재고가 있었다면 보다 나은 기술발전이 가능했으리라는 아쉬움이 있다. 그러므로 자본재 산업의 발전을 위해서는 공정혁신 메카니즘의 파악, 기술관리의 강화를 통해 기술을 내재화, 축적할 수 있는 기술전략을 수립해야 한다.

결론적으로 자본재산업 육성방안은 시장의 실패를 보완할 수 있는 집단적 내부화, 기술하부구조를 조직내부화 시키는 메이커의 능력 확보, 기술관리의 강화, 산업별/기술단계별 자본재 산업의 특성에 따른 상황적인 정책으로 요약할 수 있다.

2) 자본재 산업의 기술혁신을 위한 정책 제안

자본재 산업의 기술혁신을 위해서는 자본재 산업의 기술혁신 정책이 비전과 구체적 목표를 가져야 하며, 종합기획 기능을 강화해야 한다. 아직 기술혁신 정책에서 국산 개발 품목 예시 중복 방지를 통한 종합화, 상세한 기술적 분석을 통한 구체화 및 기술수요의 중요성에 따른 기술 개발이 이루어지고 있지않다. 또 정부의 자본재 육성 계획과 민간 부문의 자본재 육성 계획의 종합화, 일원화가 미흡하다.

자본재 산업의 기술혁신을 위한 정책은 기술의 특성에 따른 상황적 기술 혁신정책이 필요하다. 기술적 난이도와 설비특성(범용 장비, 전용장비)에 따른 자본재 육성 방안은 <표 11> 과 같다. 이는 저정도, 범용장비일 경우에는 수요 확보와 기술확보에 문제가 없으므로 전문중소 기업을 육성하여 제품을 개발하도록 해야 하며 고정도, 범용장비일 경우 수요 확보에는 문제가 없으나 기술 개발에 어려움이 있으므로 전문중소기업 및 전문 대기업 육성 전략을 사용하며 높은 수준의 기술은 기술도입, 제휴 등으로 기술을 획득해야 한다. 저정도, 전용성 장비은 기술확보에는 큰 문제가 없으나 수요가 문제가 되므로 수요기업, 공급기업간의 연계 개발을 통한 수요 확보와 공정 상의 문제점에 대한 피드백 등이 일어나게 해야 한다. 고정도, 전용성 장비의 경우는 기술확보와 수요 확보에 어려움이 있으므로 자금력과 기술확보 능력이 우세한 대기업 중심의 기술 개발전략이 필요하며, 기술 도입, 제휴를 통해 기술을 확보 할 수 있다.

<표 11> 기술수준과 설비의 성격에 따른 자본재 산업 육성 전략

기술난이도

고정도	전문 생산기업 육성, 기술제휴	수요대기업 중심 기술 도입, 제휴
저정도	전문중소기업 육성	수요,공급기업 연계 개발

범용 전용
설비의 성격

한편 기술혁신 수혜기업과 제공기업에 따른 상황별 자본재 육성 방안은 이들 기업의 기술체계, 기술의 성숙도 및 시장의 차이를 고려하여 기술 개발 방향이 달라져야 한다. 성숙 단계로 가고 있는 기술패러다임 추구형 혁신이 필요한 반도체 산업과 같은 경우에는 제품 개발 능력의 개발을 유도해야 하며 성숙단계를 벗어나 재유동화(탈 성숙) 단계에 있는 통합형 혁신의 경우에는 자본 설비가 중요하므로 설비 관련 기술혁신에 초점을 맞추어야 한다. 자본재가 단품형, 시스템형인가에 따라서도 상황적 육성방안을 고려해야 하는데 단품형일 경우에는 공급자 주도형, 시스템형일 경우에는 수요기업 주도형의 기술 개발 전략이 필요하다.

자본재 산업의 기술 혁신 과정을 <그림 1>과 같이 정리할 수 있으며 기술 수요 기업과 기술 공급 기업의 연계가 중요하며 기술도입기에는 수요기업 주도의 기술혁신이 많으며, 기술 창출기로 가면 공급 기업 주도의 기술 혁신이 많다는 것을 보이고 있다. 효과적인 기술혁신을 위해서는 수요기업과 공급기업과의 연계가 필수적이며 이를 위해서는 수요대기업 주도 공동개발 품목 중점 지원, 수요대기업의 국산개발 품목 예시제도, 공급업체의 집약화, 기술교류, 공동연구, 준수직 계열화, 합병의 유도를 통한 공급업체 기술력의 확충, 중소기업 자본재 공급기업에 대한 수요대기업 지불보증 강화 등이 필요하다. 한편 수요기업과 공급기업과의 구체적 관계는 <그림 2>와 같이 정리할 수 있으며 수요기업과 공급기업 및 이들 기업의 연계에 의한 기술학습의 중요성을 보여 주고 있다.

이외에도 자본재 산업 육성을 위한 주요 관리 사항을 표로 제시하면 <표 12>와 같다.

<표 12> 자본재 산업 육성 방안

	구조 (하아드웨어)	하부구조 (소프트웨어)
거시적 (정부)	<ul style="list-style-type: none"> . 수급연계 기업에 대한 중점 지원 . 자본재 수입의 다변화, 외국의 기술이전 여건 조성 . 자본재의 준수직적 계열화 유도 . 중소기업 자본재 공급기업에 대한 수요 대기업 지불 보증 강화 . 자본재 공급 중소기업 중점 육성 . 그룹별 국제 수지 관리 (소재, 부품, 기계) 	<ul style="list-style-type: none"> . 기술인력의 지방 근무, 중소기업 근무에 대한 특전 . 기술중심의 경쟁력 강화를 위한 사회 분위기 조성 . 자본재 설계인력 양성에 특수 대학원 설립
미시적 (기업)	<ul style="list-style-type: none"> . 공동연구, 공동개발 시스템 확립 . 시설의 국산자본재 확충 . 자본재 공급기업의 준수직통합화 	<ul style="list-style-type: none"> . 기술혁신 능력 제고 . 기술관리 시스템 확립 . 자본재 공급자의 계획적 육성 . 기술인력의 확충, 훈련

선진국의
기술수명주기

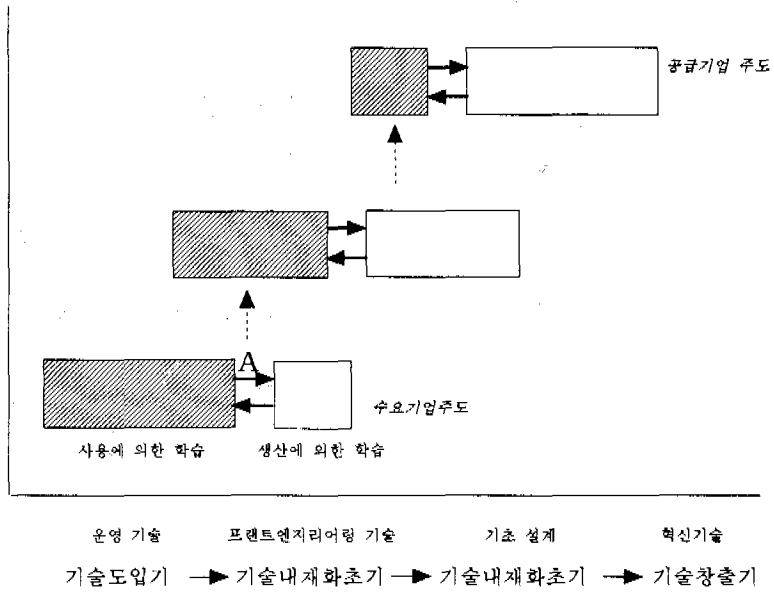
도입기 기술



신기술



성숙기 기술



자본재 산업의 기술발전 단계

<그림 1> 자본재 산업의 기술혁신 과정

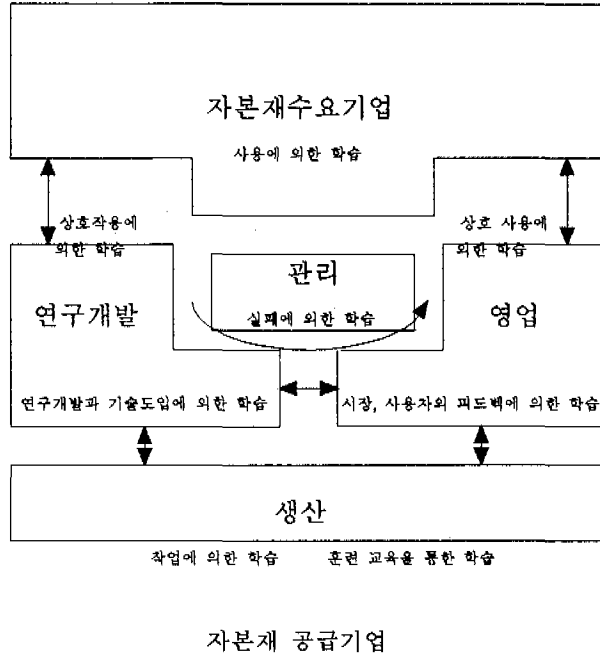
A. 수직분업 구조간의 정보 흐름
 시장, 사용자의 피드백
 기술 협력, 기술재류



공급기업



수요기업



<그림 2> 자본채 수요기업과 공급 기업의 기술 학습

(Maidique and Zinger(1990)의 A Model of Internal and External Learning의 수정)

참고문헌

1. Burgelman, Robert A., Modesto A. Maidique, and Steven C. Wheelwright, *Strategic Management of Technology and Innovation*, Irwin, 1996
2. Ellison, David J., Kim B. Clark, Takahiro Fujimoto, and Young-suk Hyun, "Product Development Performance In the Auto Industry," *Harvard Business Review*, 1995
3. Hayes, Robert and Steven C. Wheelwright, *Restoring Our Competitive Edge*, Wiley, 1984
4. Utterback, *Mastering the Dynamics of Innovation*, Harvard Business School Press, 1994
5. von Hippel, Eric, "The Dominant Role of the User in Semiconductor and Electronic Subassembly Process Innovation," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 24, No. 2, 1977
6. 가케야마 키이찌, *技術進歩の經濟學*, 文眞堂, 1982
7. 켄이찌 하라다, *미국자동차 산업 약진의 전략*, 공업조사회, 1995
8. 기아경제연구소, *자동차산업 연구*, 기아경제연구소, 1995, 9
9. 김건, *1980년대 한국의 기술능력발전에 관한 연구*, 서울대학교 대학원, 1994
10. 김연민, *생산시스템 및 제조전략의 상황적 분석과 기업성과*, 한국과학기술원, 1993
11. 나카무라 준이찌(中村靜治), *현대자동차 공업론*, 유배각선서, 1983
12. 대우경제연구소, *미일산업의 업종별 일등전략 1*, 21세기 북스, 1996
13. 대우경제연구소, *미일산업의 업종별 일등전략 2*, 21세기 북스, 1996
14. 마루야마 요시나리 (丸山惠也), *아시아의 자동차 산업*, 亞已서방, 1994
15. 박광순, 김 미숙, *일본공작기계 산업의 발전과정과 구조조정전략*, 산업연구원, 1993
16. 배종태, *개발도상국의 기술내재화 과정: 기술선택요인 및 학습성과 분석*, 한국과학기술원, 1987
17. 안병준, 정만태, 조철, *기계류 부품 국산화 사업의 효율화 방안*, 산업연구원, 1995
18. 엄창욱, *한국의 산업별 기술축적 과정*, 경북대학교 대학원, 1994
19. 오영교, *일본통상성의 실체*, 포도원, 1994
20. 오오야마 고노스케, *일본의 산업정책과 행정지도*, 서광문화사, 1996
21. 이공래, *기계설비산업의 기술혁신전략*, 과학기술정책관리 연구소, 1995
22. 이마이 켄이찌, *기술혁신과 기업조직- 일본기업의 사례를 중심으로*, 비봉출판사, 1992
23. 이병기, *자본재 산업의 대일 의존과 대응방안*, 한국경제연구원, 1996
24. 이종호 외, *자동차 제조 설비 산업의 장기 비전과 육성 방안*, 상공자원부, 1994
25. 이진주, 최 동규, *산업별 기술혁신 과정과 정책과제*, 한국경제 연구원, 1986
26. 이형구, *21세기 경제 정책의 대전환*, 고려원, 1992
27. *자본재 산업육성대책추진 1 년의 평가와 향후 발전 방안*, 대한상공회의소, 1996
28. *자본재 산업의 장기 비전과 육성방안*, 상공자원부, 1994
29. 재정경제원, 통상산업부, *한국경제의 세계화를 위한 자본재 산업 육성대책*, 재정경제원, 통상산업부, 1995. 10
30. 전경련, *자본재 국산화 실천과제*, 전경련, 1996. 9

31. 전국경제인연합회, 제21차 기초실장회의, 전국경제인연합회, 1996
32. 전국경제인연합회, 회장단회의 자료, 전국경제인연합회, 1996
33. 정성진, 한국경제에서의 마르크스 비율의 분석, 서울대학교 대학원, 1990
34. 정성진, 한국 완성차 업체의 부품업체 육성 전략과 부품업체의 대응, 한국개발 연구원, 1994
35. 조동성, 국가경쟁력, 매일 경제 신문사, 1994
36. 조형제, 한국자동차 산업의 전략적 선택, 백산서당, 1993
37. 차동세 외, 21세기를 향한 한국자동차 사업의 발전 방향, 산업연구원, 1994
38. 통상산업부, 96년 자본재 산업육성대책 세부추진계획, 통상산업부, 1996. 4
39. 통상산업부, 대한상공회의소, 95년 자본재 산업육성대책 추진실적 및 96년 계획, 통상산업부, 대한상공회의소, 1995. 12
40. 통상산업부, 산업기술발전 5개년 계획(안), 통상산업부, 1995
41. 통상산업부, 수출기반 확충을 위한 산업경쟁력 강화대책, 통상산업부, 1996. 7
42. 통상산업부, 자본재 산업육성대책 향후 추진계획, 통상산업부, 1995. 5
43. 한국무역협회, 기술라운드 그 대안을 제시한다, 한솔미디어, 1994
44. 한국사화과학연구소, 다이어그램 한국경제, 의암출판, 1993
45. 현영석, 한국자동차 산업 기술발전에 관한 실증분석, 한국과학기술원, 1988
46. 홍장표, 한국에서의 하청제열화에 관한 연구, 서울대학교 대학원, 1993
47. 후지모토 다케이시, 자동차 산업 21세기 시나리오, 21세기 북스, 1995

부록 인터뷰 내용

※ 아래의 각 항목은 귀사의 설립이후 지금까지 자본재(생산설비 및 장비) 도입 및 개발 추이를 거시적이고 연혁적인 차원에서 파악하여 향후 국산자본재의 개발 및 활용 방안을 도출하기 위해 작성된 것입니다. 각 항목에 관련되는 자료와 함께 귀하의 고견을 들려주시면 감사하겠습니다.

1. 주요 공정별-구입선별 설비투자의 추이 및 현황 (소요량, 구입가)
 - (1) 공정구분
 - * 자동차부문 : 주조, 단조, 열처리, 프레스, 기계가공(금형가공 포함), 조립(용접라인 포함), 도장, 외장, 시험검사 설비
 - * 반도체부문 : 前공정장비, 조립장비(後공정장비), test장비(측정장비), 관련장비(유틸리티)
 - (2) 구입선 구분 : 수입(국명 및 메이커명) 및 국산(메이커명)
2. 설비 및 장비의 수입사유(국산을 구매하지 않는 이유)
 - * 세부사유 : 국내미개발, 국산 품질미비(정밀도, 내구도, 성능, 소음진동, 디자인 등), 가격, 기타 품질외적인 요인
3. 국산 설비 및 장비의 도입현황 및 도입원
 - * 도입원 : 계열사, 하청업체, 독립중소업체
 - * 향후 국산 구매계획
4. 설비 및 장비의 자체개발실적 및 개발방식
 - * 개발실적 : 품명, 개발소요기간, 인력, 개발비
 - * 개발방식 : 자체개발, 공동개발, 위탁개발
5. 자체개발의 실패사례 및 장애요인
 - * 개발중단 및 실패사유
6. 자체기술력 및 노하우의 국내 중소기업에 대한 기술이전(혹은 기술협력) 실적
 - * 기술이전 대상기업
 - * 기술이전 방식 및 내용 (이전조건 등)
 - * 기술이전의 효과
7. 정부의 장비국산화 정책에 대한 업계의 의견
 - * 그동안 정부의 자본재 육성책에 대한 평가 및 건의사항
 - * 중복적 기술도입의 현황과 방지 대책
 - * 국산자본재 구입확대를 위한 방안(업계의 입장).