

G7 첨단생산시스템 개발사업

조 남 선*

(*생산기술연구원 기계기술실용화센터 소장)

1. 사업의 추진배경 및 국내외 기술동향

1.1 추진배경

'90년대 이후 산업의 국제경쟁력 결정요인을 보면, 과거 노동집약적, 자원중심 그리고 자본중심의 경우와는 다른 양상을 띄고 있음을 알 수 있다. 즉 첨단 기술개발에 필요한 지식과 정보 그리고 창의력이 경쟁력을 높이는 주요 요인이 된 것이다.

최근 우리는 이러한 기술개발의 부진으로 제조업의 대외경쟁력이 매우 악화되고 있다. 그러나 제조업 경쟁력 강화는 국제수지 개선과 국민복지 향상을 뒷받침 할 수 있는 경제능력의 기초라고 할 수 있다.

따라서, 선진국들이 기술 이전을 기피하고 있는 현 상황에서 기술개발을 통하여 제조업의 경쟁력을 향상시켜 나가는 것이 우리 경제의 지속적 발전을 위한 관건이 되는 것이다. 한편, 이러한 제조업 경쟁력강화를 위해서 가장 중요한 과제중의 하나가 생산기술의 고도화 및 자립화일 것이다. 이러한 생산시스템이 기술적으로 선진국에 종속되어 있는 한, 우리의 산업 및 제품의 경쟁력향상은 근본적으로 한계가 있을 수 밖에 없는 것이다.

특히 1980년대 후반부터 국내 제조업의 생산시스템을 획기적으로 개선시켜야 할 필요성이 세가지 측면에서 보다 구체적으로 나타나기 시작하였다. 첫째,

국제경쟁력을 결정하는 주요 요인이 종래의 부존자원과 자본 중심에서 자동화·정보화를 통한 지식, 정보, 창의력에 의한 첨단기술 중심으로 점차 변화되고 있고, 둘째, 노동력 부족상태가 심화됨에 따라 1인당 부가가치 생산액이 크게 증대되어야 한다는 것이고 셋째, 기계, 전자, 자동차 등과 같은 첨단산업이 제조업에서 차지하는 비중이 급증할 것으로 예견됨에 따라 산업 구조의 질적 고도화를 뒷받침할 기반정립이 시급히 요구되고 있다는 것이다. 이러한 측면들을 종합하여 볼 때, 첨단생산시스템의 개발은 매우 시의절적하고도 중요한 일이라 할 것이다.

1.2 국내외 기술동향

세계적 기술개발 추세는 향후 제조업의 경쟁력이 첨단생산기술의 확보에 있다는 인식하에 이 분야에 대한 각국 정부의 적극적인 지원과 역할이 두드러진다.

—일본: CIM단계를 넘어, IMS(Intelligent Manufacturing System)단계에 이른 차세대 고도생산시스템을 국제공동연구로 추진중이다.

—미국: '93년 회계년도 예산내용에 "범부처 차원의 대통령 계획"중 "첨단제조기술"의 예산을 증액, FMS/CIM 관련기술인 로봇트, Cell제어, 물류자동화, 시스템통합기술분야의 연구개발이 강화되고 있다.

—유럽: ESPRIT, BRITE, EUREKA 등 유럽공동으

로 정보기술분야의 기반 기술 및 산업체의 경쟁력강화를 위한 첨단기술개발을 추진중에 있다.

—우리의 경우 정부의 지원과 산·학·연의 협동이 효과적으로 이루어지면서 첨단생산시스템 개발사업이 강력히 추진된다면 2001년까지는 제조업의 국제 경쟁력 향상을 토대로 선진 G7 진입이 가능할 것으로 생각된다.

2. 개발계획과 소요예산 및 인력

2.1 개발계획

차세대 가공시스템과, 첨단 전자제품 조립·검사 시스템 등 2개 과제는 대표기관을 기업으로 한 콘소시움을 형성하되 대표기관이 기술통합 및 가시화, 기술파급의 실현을 담당하며, 산·학·연이 광범위하게 참여하여 기술개발을 수행해 나갈 계획이며, 또한 두 과제의 공통기반기술을 개발·지원하기 위한 첨단생산시스템 공통기반기술 과제는 생산기술연구원의 주관으로 산·학·연 협동으로 하여 기술개발을 효율적으로 추진해나갈 계획이다.

2.2 소요예산 및 인력

본 개발사업은 오는 2001년까지 10년간 개발하게 되는데 이에 소요되는 개발사업비는 4천3백75억 5천만원이 된다. 이 소요예산은 정부가 정부가 2천2백30억원을 지원하고 민간이 2천1백45억5천만원을 부담할 계획이다. 또한 동기간동안 석사급 이상의 고급연구인력이 약 5,000명 정도 투입 될 예정이다.

3. 주관기관선정과 선정기준

본 개발사업을 효과적으로 추진하기 위하여 기업체 간담회, 설명회 등을 개최하였고, 자문위원회, 실무위원회를 구성하여 수차에 걸친 토의를 거쳐 주관기관을 선정하였으며, 선정기준은 기술개발목표 및 내용, 기술개발전략 및 계획, 기술개발수행능력, 산·학·연 참여의 역할분담과 적정성, 기술통합 및 가시화 능력, 기술파급 및 성과 활용 등에 관한 사항을 고려하였다. 선정된 과제는 다음과 같다.

대분류과제명 /주관기관	소분류 과제명	비고
(제1과제) 공통기반기술 /생기원	시스템성능평가 성과분석 및 운영정책	2과제
(제2과제) 차세대 가공 시스템 /세일중공업	5축 머시닝센터 CNC 그라인딩센터 초정밀비구면가공기 고정밀가공 및 측정기술 고강도·고정밀·고속주축기술 DB구축 및 생산정보관리기술 시스템상태감시 및 진단기술 지적공정계획기술	8과제
(제3과제) 첨단전자제품 조립·검사 시스템 /삼성항공	유연성 조립용 주변기기 고속·고정밀회로 측정기술 시각인식 검사기술	
	고기능 조립용 로봇 기술 자동적재·이재 및 포장기술 생산계획 및 통제기술 시스템 설계기술	7과제
계	17과제	

4. 관련과제 내용

첨단생산시스템 개발사업은 공통기반기술, 차세대 가공시스템 및 첨단 전자제품 조립·검사시스템 등 3개 대분류과제로 구성되어 있고, 그 밑에 17개의 소분류과제가 있으며 이의 과제별 내용은 다음과 같다.

4.1 공통기반기술

제1대분류과제로 IMS 진입을 위한 시스템의 통합에 필요한 과제들로써 개방형 시스템, 핵심기반기술과 표준화 및 시스템평가에 관련된 내용을 포함하고 있다. 이를 통하여 공통시스템의 공동구입(주로 S/W 위주) 및 개발을 하고 핵심기반기술을 공동개발하며 전체시스템의 성능평가와 표준화에 대하여 연구개발하게 된다.

(1) 시스템 성능 평가

본 사업에서 개발되어질 요소기술, 기계 및 시스템(또는 라인)의 성능평가기술을 확보하고 공정한 성능평가모형을 개발하여 본 사업이 효과적으로 추진되고 사업결과에 대한 객관적인 성능평가가 이루어질 수 있도록 구체적인 방향설정에 관한 연구를 수행

(2) 성과분석 및 운영 정책

본 개발 사업이 장기간에 걸쳐 수행되고 그 기술적 통합을 주요목표로 하고 있는 바, 전체적인 사업의 단계별 성과분석과 이에 기초한 정책적 조정방안을 마련하여 본 개발사업을 효과적으로 지원할 수 있는 체제구축(기술 및 시장동향분석 체제, 과제의 선정, 중간·최종 평가 체제 등)과 단계적인 성과분석 모형설정 및 이를 근거로 한 성과분석을 연구개발

4.2 차세대 가공시스템

고부가가치 제품의 다품종 소량생산을 위한 획기적인 가공시스템개발 및 관련시스템 요소기술의 국산화를 목표로 하고 있다. 향후 중추산업인 기계, 전자, 자동차 등의 산업에 핵심분야가 될 일들을 수행하게 될 것이며, 기술자립도의 중요성 및 타 산업으로의 파급도가 가장 큰 분야이다. 1단계에서는 각종 중물류 공작기계 및 자동차부품의 제조에 필요한 각종 시스템기술과 이에 필요한 각종 기계 및 부품 그리고 측정기술을 개발할 것이다. 2단계와 3단계에서는 유·공압부품과 항공기부품 등으로 정밀도와 부가가치를 높여갈 계획이며 이에 필요한 기술들을 개발할 계획이다.

(1) 5축 머시닝 센터

종래의 CNC머신에는 수동 선회식 유니버설 헤드가 부착되어 가공물의 평면, 측면, 경사면 등을 가공할 수 있었으나 헤드가 동시에 Tilting이 되지 않기 때문에 5축 현상을 요구하는 가공물을 가공할 수 없었으므로 이러한 문제를 해결하기 위하여 스핀들 헤드를 상하로 120° 동시 회전하면서 가공을 할 수 있도록 하여 선박의 Propeller Turbine Blade 등 어떠한 작업도 가능하게 할 수 있는 5축 머시닝 센터를 개발

(2) CNC 그라인딩 센터

대창구조에 자동공구 교환장치(ATC)를 갖추고 자동계측 및 CNC 기능을 겸비하여 내경, 외경, 평면

및 윤곽연삭을 공정집약화하여 고정밀로 수행하므로 종래의 연삭가공 개념과는 달리 생산성 증대 및 생산의 유연성을 향상시킬 수 있는 자동화 개념의 연삭센터에 관한 연구개발

(3) 초정밀 비구면 가공기

초정밀 가공기는 요소설계, 제어, 가공, 측정기술 등에 있어 극한기술을 요하게 되므로 고속연삭헤드, 실시간 오차측정·보정시스템, 공구셋팅을 위한 보조장치 장착 및 연삭헤드의 드레싱까지도 기계상에서 이루어지게 하며, 기계상에서 직접 공작물을 측정할 수 있도록 관련 장치를 개발

(4) 고정밀 가공 및 측정기술

정밀부품의 생산성 품질향상에 절대적으로 필요한 치수정밀도 가공표면의 품질, 표면조도 등을 향상시키기 위해서 난삭재 및 복합재의 피삭 특성에 알맞는 공구재료 및 공구형상, 절삭유, 최적절삭 조건을 규명하고, 생산성향상을 위한 고속 절삭영역의 가공 메커니즘을 밝혀 이에 대처할 수 있는 신 공구재료 및 공구형상을 개발

(5) 고강도·고정밀·고속주축기술

고강성·고정밀 주축용으로 사용되는 고급 스핀들 베어링, 유정압·공기정압 베어링, 시일, 커플링, 나사 등 핵심기계 요소의 고정밀화 및 고기능화와 고속주축의 발열 및 진동문제의 안정화 기술을 향상시키는 연구

(6) DB 구축 및 생산정보 관리기술

DB는 지능형 FMS와 CIM의 핵심기술로 생산현장에서 발생하는 각종 정보를 효과적으로 관리하므로 품질 향상, 생산성 향상 및 원가절감을 기할 수 있다. 주요한 연구는 설계개발을 중심으로 한 Engineering DB 구축, 생산현장 중심의 Manufacturing DB 구축, DB Management System S/W 개발 및 각종 응용 S/W 등을 개발

(7) 시스템 상태감시 및 진단기술

고정밀도, 고효율 및 가공의 유연성을 실현하기 위해 가공부품의 In-Process 측정 및 가공상태 검출용센서 신호융합화 처리를 통해 무인운전 중에 발생하는 비정상 작업상태를 실시간(Real-time)으로 감시·진단하고 예방함으로써 가공 시스템의 신뢰성과 고장대책 능력을 향상시킬 수 있는 연구를 수행

(8) 지적공정 계획기술

공정분석 또는 공정설계의 인적요인에 의한 편차

를 줄이고 시스템의 지능화를 통한 공정설계의 표준화 및 설계시간의 단축, 효율적 공정관리를 통한 원가절감 그리고 최종적으로는 제품설계, 원가 및 품질설계가 동시에 Interactive하게 진행되는 Concurrent Engineering 체제의 구축을 개발

4.3 첨단 전자제품 조립·검사시스템

고부가가치 전자제품을 생산하기 위한 고속·고밀도 조립 및 지능형 검사 시스템을 개발하는 것이 목표이다. 전자제품의 개발체제가 경박단소화, 고기능화, 지능화되고 있으므로 기존 생산방식의 획기적인 변혁이 요구되고 있고 또한 선진국의 기술보호주의로 전자제품의 생산설비, 생산기술 및 시스템 관련 기술 등의 도입이 불가능해 짐으로써 자체 국내개발이 시급히 필요하게 되었다.

(1) 유연성 있는 조립용 주변기기 개발

각종 전자제품 제조 과정에서 SUB 조립품 및 총조립품의 다양한 모델변경 및 혼류생산에 신속하게 대응할 수 있는 부품 정렬장치 및 부품 공급장치와 조립 Tool의 제작 및 운용기술을 개발

(2) 고속·고정밀 회로측정기술

회로측정 및 조정관련 기기의 근간이 되는 계측기기는 고성능, 고신뢰성, 고정밀을 요하는 첨단기술 산업으로 측정, 시험, 검사분석의 계측수단이 자동화, 고속화 제어 및 시스템화로 발전되어감에 따라 고가 및 고기능품을 요하게 되므로 이의 핵심부품기술을 개발

(3) 고기능 조립용 로봇 기술

Robot와 Robot제어기는 공장자동화를 추진하는데 필수적인 핵심설비로 이의 자체개발은 공장자동화의 자립기반, 원가절감 및 고도의 생산기술구현효과를 가져오고, 그 응용 System의 개발로 공장자동화에 관한 모든 설비의 개발에 대응할 기반을 구축하는 연구개발을 수행

(4) 시각인식 검사기술

시각측정장치 및 시각검사장치의 개발로 노동력절감, 소량 다품종생산, 생산성향상, 균일한 품질관리에 기여할 수 있으며, 실시간 처리가 가능한 H/W 및 S/W를 개발하고 다양한 검사 환경에 적용하며 주변의 자동화 기기들과 유연한 연계동작을 하며 중앙의 Control Center와 Networking함으로 공장자동

화를 한 차원 높일 수 있는 연구개발을 수행

(5) 작동 적재/이재 및 포장기술

CIM 혹은 Flexible FA에서는 자동화 및 통합화된 물류이송 및 저장 시스템이 필수적이므로 물류장치의 기본인 AGV의 기술 및 물류 이송·저장시스템의 통합 제어·관리기술을 개발

(6) 생산계획 및 통제기술

첨단생산시스템의 구축을 위한 국제표준(ISO)에 따른 생산계획 및 운영통제시스템 기술로서 다양한 종류의 첨단생산시스템/자동화공장과 기업환경에 공통적으로 적용 가능한 지능형 개방시스템 기술개발을 수행

(7) 시스템 설계기술

시스템 설계시 생산효율의 증대에 중요한 요인으로 작용하는 설비배치의 S/W를 개발하여 이에 따른 지식의 축적으로 공장설계의 기술력을 확보하고 설비 배치 S/W를 개발 운용함으로써 합리적인 경영관리를 수립하도록 하는 연구개발

5. 기대효과 및 중소기업에 미치는 영향

5.1 기술적 기대효과

본 개발사업으로 인한 가장 직접적인 기술적 기대효과를 보면, 생산성 향상, 리드타임 단축, 노동력 절감 등으로 제조업 생산능력이 획기적으로 향상될 것이며, 또한 정밀도 및 유연성 제고를 통한 제조업의 경쟁력이 2001년의 변화된 선진국 수준에 도달될 것으로 예상된다. 보다 구체적으로 살펴보면, FMS의 기술은 공장자동화의 완성품이라 할 수 있으므로 공작기계, Control 시스템, 생산계획, 생산관리 등과 같은 전 생산시스템을 컴퓨터로 완전관리할 수 있는 기술을 습득하여 장차 CIM으로 발전하는 과도기적 역할을 하게 될 것이고 국내의 생산업체에 큰 기술적 파급효과를 가져올 것이다. 한편, 전자제품의 경우에는 1) 유연조립시스템의 H/W 및 S/W 설계기술 확보 및 경쟁력 강화, 2) 정밀제어기술 및 지능회로기술의 응용, 3) 소량다품종, 고속화 추세에 능동적 대처 및 생산성 향상, 4) 자동화 표준망 기술습득 및 구축이 가능할 것이다.

기 준	효 과	비 고
생산성 향상	5배	총체적 시스템
리드타임 단축	1/3	"
노동력 절감	1/5	"
정밀도 향상	일반가공 : 0.3 μm 이하 초정밀가공 : 20-30nm	첨단생산시스템 공통기반기술
유연성 증가	최대 500기종 (Model Change Time : 1분 / Cell)	모터 무인화공장 (첨단전자제품 조 립·검사시스템)
무인화율 제고 (무인운전시간)	98% (240 / 72시간)	모터 무인화공장 (차세대 가공시스 템 / 첨단전자제품 조립·검사시스템)

※ 제조업 1인당 부가가치 생산액 기준

5.2 경제적 기대효과

연도 내용	1996	2001	비 고
생산규모 (억원)	3,600	61,600	'90년도 기준
내수자급율 (%)	50	75	국내 CIM 시스템 수요
수출비율 (%)	10	20	(약 400억원) 거의 수입 의존

5.3 중소기업에 미치는 영향

본 개발사업에 중소기업의 참여를 적극유도하도록 할 계획이며 21세기의 고도 산업사회에 대응하여 제품의 품질 생산성 향상을 도모하고 국제경쟁력 강화를 위한 제품의 수요예측, 설계, 제조, 출하, 사후관리를 총괄하는 총체적 통합 시스템이 개발 되게 될 것이다. 이를 위하여서는 수 많은 요소기계 및 기술이 복합되어야 하므로 이를 제조·생산 하는데 필요한 많은 중소기업이 참여하게 될 것이고 이에 미치는 파급효과는 상당할 것으로 예상된다.

6. 개발사업 목표달성을 위한 당면과제

첫째, 산업계 및 관련 기관의 의견수렴을 통한 표

준화 제정으로 시스템 통합의 효율 및 효과를 극대화해야 할 것이다.

둘째, 성과배분 및 공유 그리고 지적재산권 문제 등에 관하여 합리적이고 목표지향적인 지침이 마련 되어, 기술 이전 및 파급을 통한 전체산업 기술력의 기반이 제고되도록 해야 할 것이다.

셋째, 중소기업의 적극적인 참여를 유도함으로써 중소기업의 기술력 향상 및 전문화·계열화를 촉진 하여야 할 것이다.

넷째, 본 사업의 IMS 단계 진입시에는 국제 IMS 프로젝트에 실질적으로 참여할 수 있도록 하는 것이 또한 중요한 과제라고 할 수 있다.



조남선(趙南宣)

1948년 9월24일생. 1976년 고려대 기계공학과 졸업. 1980년 KAIST 생산공학과 졸업(석사). 1983년 KAIST 기계공학과 졸업(공학박). 1976~78년 ADD연구원. 1983~89년 KIST선임 및 책임연구원. 1990~91년 한국 자동차 부품 연구소 책임연구원. 현재 생산기술연구원 기계기술실용화센터 소장.