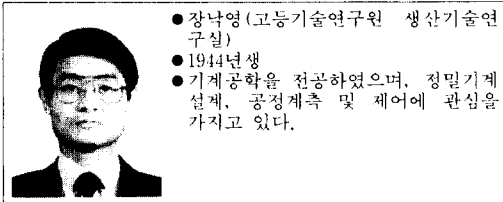


생산기술 육성의 과제

장 낙 영

On the Technology Development Strategy for Developing Competitive Manufacturing Technologies

Nagyoung Chang



우리나라는 산업의 지속적 발전에 힘입어 국제적인 지위가 계속적으로 향상되고 있다. 우리나라의 1인당 국민소득은 93년 말 기준 7,000불에 이르렀고, 우리나라의 경제규모는 2,000년까지 세계 10위권 이내로 진입할 것으로 전망된다. 또한, 우리나라는 96년까지 OECD에의 가입이 확실시되고 있어, 경제력의 성장에 따르는 국제사회에서의 영향력도 점차 증대될 것으로 기대된다.

그러나 우리나라는 현재까지의 이러한 외형적인 성장 추세와는 달리, 산업의 국제경쟁력과 지속적 성장을 위한 성장잠재력이 매우 취약한 현실이다. 우리나라 산업이 기술적으로 취약하다는 사실은, 최근에 일본 yen화의 환율상승에도 불구하고, 대일무역 역조는 오히려 깊어지고 있는 데서 잘 나타나고 있다. 94년 하반기의 무역통계자료에 의하면, 연말까지의 대일 무역수지 적자는 사상 최대규모인 100억 불을 넘어설 전망이다. 이 원인을 따지고 보면, 우리나라의 산업은 구조적으로 핵심기능부품과 첨단생산장비를 대

부분 일본으로부터의 수입에 의존하고 있는데 기인함을 알 수 있다. 예를 들어, 일본으로부터 수입하지 않을 수 없는 반도체 장비, NC 제어장치, 유압기기, 가전제품용 핵심부품 및 소재 등은 환율인상에 따라 가격이 20~30% 인상되었다. 실제로 제조업체들은 제품설계, 제조공정 및 생산장비를 결합하여 경쟁력있는 생산공장을 운영하기 위하여 끊임없이 노력하면서, 그림 1과 같은 기술경쟁의 도전을 받고 있다. 우리나라의 산업이 선진국의 기술 종속으로부터 하루속히 벗어나기 위하여는 생산기술을 육성하는 것이 필요하다. 그리고 여기에서 말하는 생산기술이란, 핵심기능부품이 경쟁력 있게 생산될 수 있도록 하고, 첨단 생산장비를 설계, 제작할 수 있도록 하여주는, 그러한 기술이어야 할 것이다.

일반적으로 생산기술을 정의할 때에는, 협의의 정의로서 제조공정기술을 가리켜 생산기술이라 부르는 경우가 많다. 제조공정기술이란, 그림 2와 같이 제조공정의 공정품질을

극대화하기 위하여 공정품질에 영향을 미치는 인자들의 값을 최적화하는 기술을 뜻한다. 예를 들어 열처리 공정에서 재질의 기계적 특성을 향상시키기 위하여 열처리 온도와 시간이 중요한 인자가 된다면, 그러한 인자들의 최적치를 찾아내기 위한 모든 노력과 지식들을 총칭하여 열처리 공정에서의 제조공정기술이라 부를 수 있다. 실제로 우리나라에는 각종 제조공정에 관한 제조공정기술을 보유하고 있는 학교, 연구소, 제조업체들이 많다. 주조, 단조, 열처리, 표면처리, 절삭가공, 레이저가공, 복합재료, 박막공정,

결정성장공정 등 무수히 많은 제조공정에 관하여 각계에서 부단한 연구가 진행되고 있다.

그러나 생산기술에 의하여 제조업의 경쟁력을 향상시키고자 한다면, 우리는 생산기술에 대한 좀더 포괄적인 의미의 정의를 필요로 한다. 여기에서, 우리는 생산기술에 대하여 다음과 같은 정의를 제안하고자 한다. 생산기술이란 어떤 종류의 제품, 부품 또는 재료를 좋은 품질로, 높은 생산성으로, 낮은 원가로 만들어 내어, 어떤 범주의 수요처에서 쓰일 수 있도록 하는 기술을 말한다. 제조업의 조직 내부에서의 생산기술의 역할을 흐름도로 나타내면 그림 3과 같다. 생산기술에 관한 이상의 정의에서 강조하고자 하는 점은 두 가지이다. 첫째는 생산기술은 품질, 생산성, 원가의 세 가지 속성을 갖는 기술이어야 한다는 점이다. 둘째는, 생산기술은 어떤 범주의 수요처를 전제로 하는 기술이어야 한다는 점이다. 오늘날 우리나라의 학교, 연구소, 제조업체에서 생산기술 분야에 종사하는 사람들이 좀더 이러한 관점에 충실하게 연구를 추진한다면, 우리나라 제조업의 경쟁력 향상에 도움이 될 것으로 믿는다. 생산기술을 육성하여 우리나라를 21세기의 선진국으로 끌어 올리는 효율적인 방안으로서 우리는 두 가지의 개념을 제시하고자 한다. 그

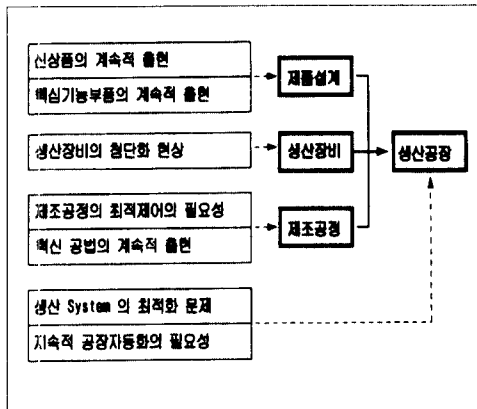


그림 1 제조업 기술경쟁의 현실

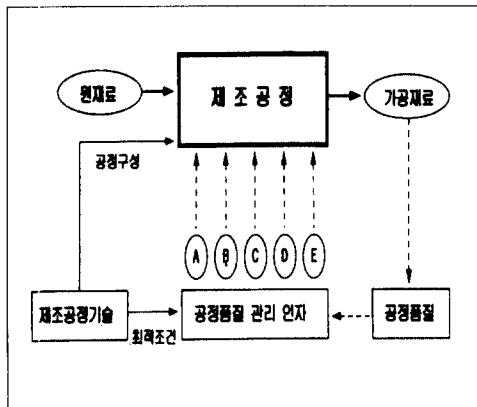


그림 2 제조공정 기술

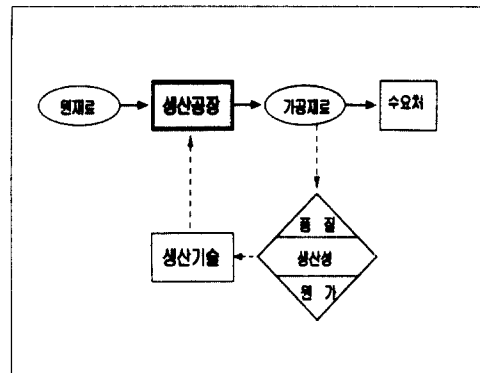


그림 3 생산기술의 역할

첫째는 지능생산시스템의 설계능력을 양성하는 것이고, 둘째는 설계 기술과 생산기술의 공동개발체제를 구축하는 것이다. 이하에서, 이 두 가지 개념의 의미와 그 유효성을 차례로 논의하고자 한다.

지능생산 시스템이란 그림 4에서 표현된 바와 같이 어떤 종류의 제품, 부품 또는 재료를 일정한 규모로 생산해 낼 수 있는 시스템으로서 생산품목의 변경과 작업부하의 변동 및 불의의 기계 고장 등의 상황변동에 능동적으로 대처할 수 있으며, 아울러 공정품질이 허용범위 내에서 움직이고 있는가를 감시하면서, 이에 영향을 미치는 인자들이 최적조건 내에 들도록 제어할 수 있는 시스템을 말한다. 따라서, 지능생산시스템은 작업자의 도움을 받지 않는 상태에서 생산부하의 변동이나 공정품질의 변화를 가져오는 각종 외적상황을 감지 및 인식할 수 있으며, 인식한 내용을 지적 판단기준에 의하여 분석하여 필요한 조치를 취할 수 있는, 고부가가치의 생산시스템이라 하겠다. 지능생산시스템을 구현하기 위하여는 관련 제조공정의 전문지식과 공정계측 및 제어기술, 자동화시스템 설계기술, CIM 기반기술 및 생산시스템 효율화 기술 등 서로 다른 몇 가지 기술분야들을 복합적으로 연결하는 시스템적 접근방법이 필요하다. 지능생산시스템의 요소기술을

정리하면 그림 5와 같이 나타낼 수 있다. 그러므로 오늘날의 경쟁여건 하에서 시장을 지배할 수 있는 생산기술을 육성하기 위하여는, 제조공정의 전문지식뿐만 아니라 제어계측, 자동화 시스템설계, 생산시스템 효율화 등의 서로 다른 분야가 하나의 생산목적에 향하여 조화있게 연결될 수 있는, 그림 6과 같은 기술조직을 구축할 필요가 있는 것이다. 아울러, 일반적으로 제조공정의 전문지식을 도출해 내는데 유용한 방법론으로서의 실험계획법과 실험자료의 통계적 분석기법 및 인공지능 구현기법 등을 생산기술 조직내

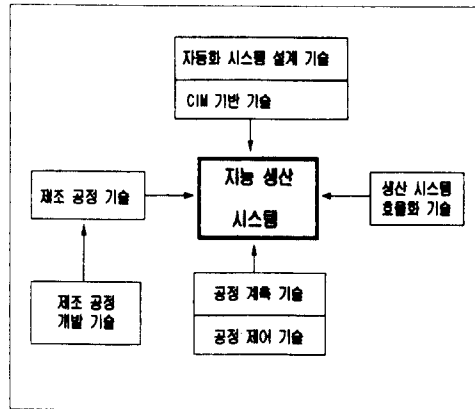


그림 5 지능생산 시스템의 요소기술

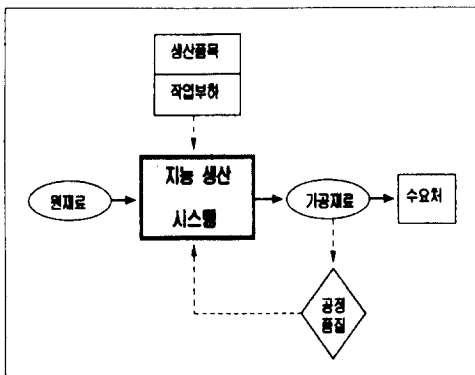


그림 4 지능생산 시스템

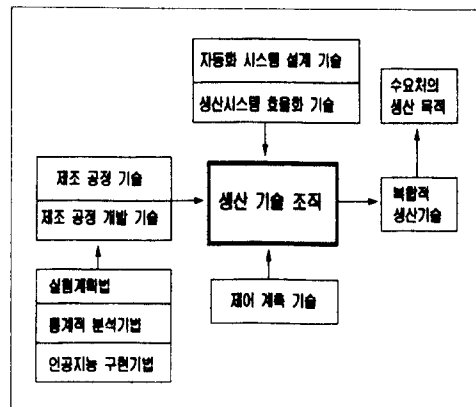


그림 6 경쟁여건하의 생산기술 조직

에서 일상적으로 활용할 수 있는 상태로 유도하는 것이 바람직하다. 우리나라의 생산기술의 육성이 지능생산시스템을 개발해 낼 수 있는 강력한 기술조직들을 구축하는 방향으로 전개되어야 한다고 말하는 데에는 세 가지 이유가 있다. 첫째는 생산기술의 부가가치를 지능 생산시스템이라는 첨단 생산장비의 형태로서 창출하자는 시각이다. 첨단 생산기술을 아무리 많은 사람이 아무리 열심히 연구하더라도, 관련 생산장비를 모두 외국에서 수입하여야 한다면, 우리나라는 기술종속화현상을 탈피할 수가 없을 것이다. 둘째는 제조공정의 경쟁력을 가늠하는 공정생산성과 공정품질의 문제는 전통적인 생산기술의 분야인 제조공정의 전문지식과 제어계측 및 자동화 기술과의 결합에 의해서만 해결이 가능하다는 관측에 의해서이다. 셋째는 오늘날의 산업구조가 제어계측 기술, 자동화 기술, 인공지능 구현기술, 통신망 기술 등을 적극적으로 활용하여 공장에서부터 사무실과 일반가정에 이르기까지 모든 공정과 절차를 기계화, 자동화, 지능화하는 추세에 있기 때문에, 생산기술도 이러한 추세에 발맞추어 지능 생산 시스템의 구현에 초점을 맞출 필요가 있다는 것이다.

다음으로 논하고자 하는 개념은, 설계기술과 생산기술의 공동개발체제를 구축하는 것이다. 이러한 개념을 특별히 주창하는 이유는, 오늘날 산업계에서 현존하는 기술의 한계를 뛰어넘어 경쟁력있는 기술을 창출하고자 하면, 필연적으로 설계기술과 생산기술의 폐회로 구성현상이라는 장애 요인에 부딪치게 되기 때문이다. 제조업에서의 전통적인 지혜는, “설계기술자는 공장에서 값싸고 품질 좋게 생산이 가능하도록 설계 하고, 생산기술자는 설계된 대로 생산이 되도록 생산체제를 구성할 것”을 강조하고 있다. 이러한 방식은 기술이 급격하게 변하지 않는 산업분야에서 대량생산하는 제품의 경우에는 제조원가를 감소시킬 수 있는 효율적인 수단으로

서 활용될 수 있다. 그러나 생산할 수 있는 것만 설계하고 설계된 대로만 생산하는 방식은 이미 가능해진 기술들 사이에서만 폐회로를 구성함으로써 기술혁신의 방법론적 장애요인이 될 수밖에 없는 문제점을 내포하고 있다. 특히 이러한 문제점은, 설계기술과 생산기술이 공동으로 기술을 혁신하려는 목표가 없이 서로가 분리되어 기술개발을 추구하고자 할 때에, 더욱 큰 장애요인이 되고 있다. 아직 구체적으로 설계에 적용할 계획이 없는 상태에서 새로운 생산 기술을 개발하는 것은, 매우 위험부담이 큰 과제가 된다. 왜냐하면, 적용 대상이 없는 상태에서는 공정 품질을 어느 수준에 맞추어야 할 것인가 하는 목표가 분명하지 않으며, 따라서 공정구성의 방향 및 공정에 영향을 미치는 인자들의 관리수준을 정하는데에 대한 기준이 없기 때문이다. 반면에, 아직 완성되지 않은 새로운 생산기술에 근거하여 새로운 제품을 설계하는 것도 성공하기 어렵다. 왜냐하면, 기본설계 및 성능해석을 수행하는데 필요한 공정 품질의 자료가 아직 확정되지 않았기 때문이다.

설계기술과 생산기술의 공동개발체제라 하

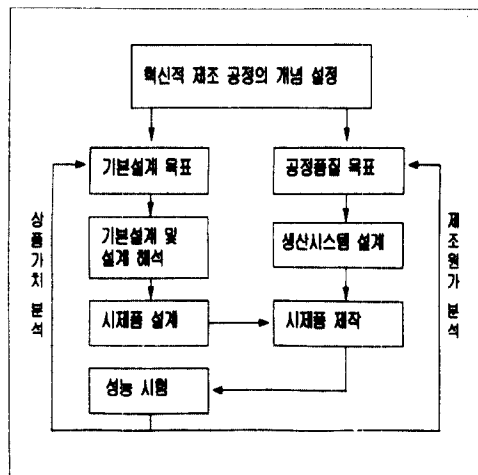


그림 7 설계기술과 생산기술의 공동개발 체제

는 것은 기존 기술의 한계성을 극복하기 위한 방법론으로서, 한단계 높은 수준의 설계기술과 생산기술을 결합시키기 위한 시스템적 접근방법을 말한다. 공동개발체제의 흐름도는 그림 7에 정리한 바와 같다. 공동개발체제 하에서는, 설계기술자와 생산기술자는 공동으로 개발할 혁신적인 제조공정의 개념을 정하고, 이에 의하여 달성하고자 하는 공정품질의 목표와 이를 적용할 제품의 기본설계 목표를 설정한다. 설정된 목표에 접근하기 위하여 생산기술자는 더 높은 공정품질수준을 이룩하는데 필요한 생산시스템을 설계하고, 설계기술자는 생산기술자가 도달할 것으로 예상되는 더 높은 공정품질수준에 입각하여 새로운 개념의 기본설계 및 설계해석을 하며, 아울러 시제품을 설계한다. 이 새로운 기본설계에 의하여 생산기술자가 시제품을 제작하면, 설계기술자는 제작된 시제품의 성능시험을 통하여 현상을 분석하고, 이로부터 공정품질의 목표와 제품설계의 목표를 조정한다. 목표를 조정하는데 있어서, 생산기술자는 더 높은 공정품질수준을 이룩하는데 필요한 생산시스템의 설계로부터 예상제조원가를 계산하고, 설계기술자는 더 높은 성능수준의 제품에 의한 상품 가치의 상승을 추산함으로써 경제성 분석을 가미한 목표조정이 이루어지는 것이다. 이렇게 설계기술자와 생산기술자가 공동으로 목표를 조정하여 가면서 공동기술개발의 시행착오적 주기를 반복하면, 기술은 어떤 새로운 수준으로 수렴하게 된다. 궁극적으로는 제조원가의 상승요인과 상품가치의 상승요인이 서로 조화가 되는 점을 향하여 기술이 수렴하면서, 설계기술과 생산기술의 공동개발체제는 적정수준의 공정품질 향상을 가져오는 혁신적인 제조공정기술과 이를 구현해주는 생산시스템의 설계기술을 확보하게 되며, 아울러 이 새로운 생산기술을 적용할 제품의 설계를 얻게 된다.

이상과 같이 생산기술을 효율적으로 육성

하기 위한 방안들을 분석하여 보면, 우리는 전통적인 생산기술의 개념에서는 찾아볼 수 없는 몇 가지 중요한 발상의 전환방향에 착안하게 된다. 첫째는 생산기술의 진정한 부가가치는 생산장비의 설계기술에서 얻어지는 것이므로, 생산기술개발의 궁극적인 목표는 해당 생산기술을 지능의 형태로 보유하는 지능생산시스템의 개발에 두어야 한다는 것이다. 둘째는 제조업의 경쟁력을 향상시키는 생산기술을 개발하기 위하여는 시스템적 접근방법이 중요하다는 점이다. 세째는 생산기술의 중요한 구성요소로서, 제어계측, 자동화시스템설계, 전산소프트웨어 등 분야의 전문지식의 역할이 강조되어야 한다는 점이다. 네째는 제조공정의 전문지식을 도출해 내는 방법론으로서의 실험계획법과 실험자료의 통계적 분석기법 및 인공지능 구현 기법 등은, 어느 특정한 제조공정의 전문지식 그 자체와는 무관하게 범용성있는 생산 기술개발의 기본기법으로서 활용될 수 있을 것이라는 관측이다. 다섯째는 생산기술은 새로운 설계를 가능하게 하여주는 기술로서, 설계기술과의 협력하에 장기간 선행개발 하여야 하는 속성을 갖고 있다는 점이다.

우리나라는 과거 성공적인 경제성장의 업적에도 불구하고, 기술의 취약성으로 인한 많은 애로사항을 겪고 있으며, 이러한 어려움을 탈피하기 위하여는 생산기술의 육성이 절실한 과제이다. 제조업의 경쟁력을 향상시키는 생산 기술을 개발하기 위하여는 지능생산시스템의 설계능력 양성과 설계 및 생산의 공동개발체제 구축이라는 개념이 도입 정착되어야 하겠으며, 이러한 방안을 빠른 시일 내에 전파시키기 위하여는 생산기술 개발에 대한 시스템적 접근방법이 강조되어야 하겠다. 우리나라 산업체의 생산현장의 문제를 풀기 위하여 학교, 연구소, 제조업체에서 중지를 모아서 산학연의 연구를 활발히 전개한다면, 우리나라가 21세기에 선진국의 대열에 진입하는 것도 가능하리라 믿는다. 