

전자산업에서의 동시공학의 역할

문 재 호

The Role of Concurrent Engineering in Electronic Industry

Jae-Ho Moon



- 문재호(삼성전자 수원공장 생산기술센터)
- 1956년생.
- 소싱가공을 전공하였으며, 설계평가법 제조 기술분야에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

고객이 만족하는 상품을 제공하면서, 기업의 영속성을 유지하려면 적절한 이윤을 추구하여 시장환경의 변화에 대응할 수 있도록 재투자하여 기업의 경영력을 강화시켜야 한다. 기업의 경영력은 개발력, 제조력과 판매력으로 판단되고, 그 중 제조력은 제품의 품질력, 제조원가력과 개발 납기 대응력으로 평가할 수 있는데, 여기서 알 수 있듯이 기업의 경영능력을 평가하는 가장 중요한 바탕은 기술이다. 이를 뒷받침해 주는 자료 중의 하나가 제품뿐만 아니라 설계기술, 생산기술 까지도 상품화되는 것이다. 국내 기업이 1962년 이후의 선진 기술 도입전수를 보면 총 도입전수 4천여 건 중 일본으로부터 48%, 미국으로부터 28%를 차지하고 있다. 이들 기술 수출국의 공통점이 한 시대를 주도하던 생산기술의 대국들이었던 점이고 이를 바탕으로 경제 대국의 자리를 차지하고 있는 것을 볼 때 경제력을 지탱하고 있는 것

이 기술력임을 잘 알 수 있다. 이들 나라에 지불해야 하는 기술 도입비가 90년대는 연평균 수십억 달러 이상이고 앞으로도 더욱 늘어날 것이며 그나마도 선진국들의 기술 이전 기피로 신제품 개발에 기회손실 등의 적지 않은 피해를 주고 있다. 이러한 현황에 비추어 볼 때 국내 기업이 해결해야 할 과제가 시장의 성장성이 큰 신제품의 개발을 서둘러, 이익의 극대화 및 기술력 향상에 주력해야 하므로 이제까지의 방법론만으로는 선진 기술국과의 경쟁에서 살아 남을 수는 없다. 이에 국내뿐만 아니라 기술 대국으로부터 물러난 미국, 유럽의 국가에서 일본식 생산성 향상 방법을 도입하여 추진하고 있는데, 미국의 GE, GM, IBM 등과 국내의 전자업체에서도 신제품 개발에 동시공학의 일부분인 생산설계기술의 적용으로 조립을 고려한 제품의 설계, 제조를 고려한 설계기법 등으로 상품성(가격, 품질, 납기)이 향상된 신상품개발에 적용하고 있다.

그림 1의 메모리 반도체의 사례와 마찬가지로 대부분 전자산업에서의 상품 수명주기

가 점차 짧아지고 소비 수요형태가 개성화, 차별화되고 있다. 이에 따라 시장에 밀착한 고객 만족 중심의 상품 개발이 신속한 대응으로 시장 점유율을 신장시키기 위하여, 개발단계 중 한 단계 진행이 끝나야 다음단계 진행이 연결되는 직렬식에서, 가능한 여러 단계를 동시에 진행하는 병렬식으로 개발기간 단축을 추진하고 있는 전자산업에서의 동시공학 역할과 그 기대 효과에 대하여 논술하고자 한다.

2. 전자산업의 특징과 동시공학

2.1 전자 산업의 특징

과거의 제품 중심에서 현재는 고객 중심의 마케팅 전략이 요구되고 있는 제조업 중에서 그림 2에 나타낸 바와 같이 전체 제조업 구성비의 연도별 신장률이 근래들어 커지고 있는 산업이 전자산업이다. 전자산업은 업의 특성상 고객의 요구를 창출하고 고품질, 고신뢰성의 첨단기술이 가장 중요시되는 기술 개발 주도사업이고 환경 변화에 탄력적으로 대응해야 하는 사업이다. 특히, 반도체 기술을 주축으로 기술의 변화가 빠른 산업분야로 다른 산업에 미치는 파급 효과도 매우 크다. 고도의 정보화 사회를 실현하고 있는 현재 반도체, 컴퓨터, 비디오 등 전자 제품의 기술이 가속적으로 발전되고, 지금부터는 개량

단계가 아닌 근본적으로 혁신적인 새로운 기술과 제품의 개발이 요구된다. 일부 선진 기업의 경우는 이미 신상품 개발 조직을 육성시켜 환경의 변화에 빠른 기동력으로 대응하는 개발 전략으로 세상에 없는 전혀 새로운 기술 및 제품 개발을 하고 있다.

전자산업의 분야로는 비디오, 칼라 텔레비전, CDP 등의 영상 음향기와 냉장고, 세탁기, 전자 레인지, 에어컨 등의 백색 가전기기, 모니터 및 HDD 등의 컴퓨터기기, 전자산업의 쌀로 불리는 반도체분야, 팩시밀리 등의 통신기기 등이 있고, 카 일렉트로닉스(car electronics), CD, MD(mini disk) 등 광학 응용제품의 소프트웨어, 배터리와 같은 핵심 부품사업 등의 주변 응용분야로 넓어지고 있다. 향후의 전자제품 동향으로는 케이블 TV(CATV), 위성방송 수신기 등의 복합 제품, 디지털(digital) 기술의 발전으로 고화질 텔레비전(HDTV), 디지털 비디오(digital VCR), LDP, CDI(compact disk interactive), 초소형 카메라 일체형 VTR 등이 주도할 것으로 예측된다. 이들을 개발하기 위한 필요기술로는 카메라 일체형 VTR의 경우 고정밀 설계기술, 카메라 제작 기술, 고밀도용 헤드 및 LSI반도체기술, CCD(charge coupled device)소자, 디스크와 테이프의 구동, 화상처리 기술 등의 개발기술과, 렌즈 양산기술, 전자 부품의 소형화 기

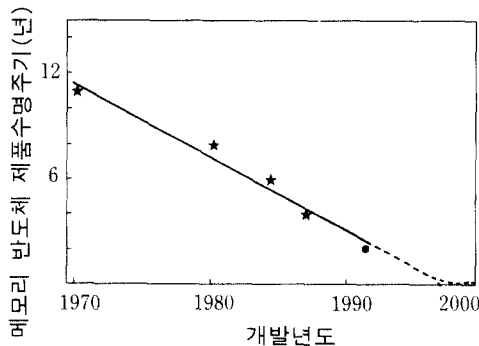


그림 1 메모리 반도체를 사례로 본 제품수명 주기의 추이⁽⁷⁾

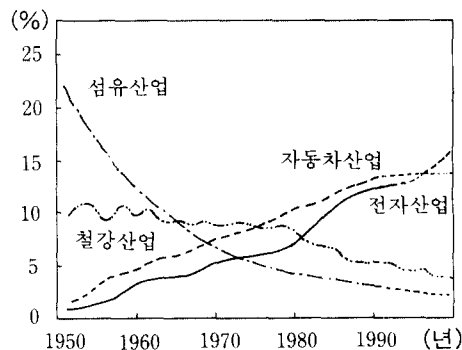


그림 2 제조업에서의 주요 업종의 연도별 변화 추이

술, 고밀도 실장기술(프린트 기판 위에 단위 면적당의 전자 부품수로서 지표화됨) 등의 생산기술이다.

2.2 동시공학의 적용

동시공학의 주요 역할은 개발납기의 단축으로 상품의 기획 단계에서부터 개발프로젝트팀이 구성되어 제품을 개발하는 것으로, 표 1은 제품 개발에 필요한 각종 정보로서 그 종류와 내용을 종합 분석하여 계획을 수립한다. 그림 3에 있는 생산 시스템의 구성요소들이 서로 유기적인 상호 관계를 유지하면서, 고객이 원하는 상품이나 용역(서비스)을 품질이 좋고 저렴하게 생산할 수 있도록 제조와 구매를 고려하여 제품을 설계하여 시장 점유율을 높이는 마케팅 전략을 개발 초기부터 수립한다.

이 팀은 설계, 구매, 생산기술, 제조 부문의 각 분야별 전문인력들로 구성된다. 이미 일부 선진 제조업체에서는 추진하고 있고,

그 추진 사례의 결과를 소프트 기술로써 상품화하여 컨설팅 사업을 하고 있는, 일본 S사의 4DM(4 Dimensional Mold system), M사의 RIAL 시스템(Redesign & Improvement through Analysis of Line system)⁽²⁾ 등이 좋은 예이다.

수년 전 일본의 한 기업체에서 개발한 휴대용 비디오 카메라는 동시공학을 설명하기에 충분한 사례로서, 재료개발, 반도체기술,

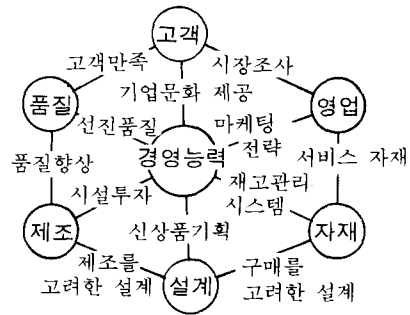


그림 3 생산 시스템 사이클

표 1 제품 개발에 필요한 각종 정보

정보의 종류	정 보 의 내 용	
설계 정보	<ul style="list-style-type: none"> 연구개발의 동향 신기술 개발 성능 시험 결과 내구 시험 결과 	<ul style="list-style-type: none"> 품질사고, 소비자 불량신고분석 설계 기준 표준 부품 계열화
생산 정보	<ul style="list-style-type: none"> 신 가공법 가공기술 자료 자사 공정 능력 	<ul style="list-style-type: none"> 설비 투자 계획 IE자료 부품 협력공장 공정능력
재료 정보	<ul style="list-style-type: none"> 신재료 재료의 각종 특성 	<ul style="list-style-type: none"> 재료의 가격 재료위 재고 목록
시장 정보	<ul style="list-style-type: none"> 소비자의 구매 동향 수요 예측 	<ul style="list-style-type: none"> 시장성(상품 경쟁력) 시장 가격 조사
특허 정보	<ul style="list-style-type: none"> 특허 MAP조사, 특허 회피 방안 수립 	
법규 정보	<ul style="list-style-type: none"> 노동 법규 공해 규제 	

반도체 레이저, CCD의 개발, 줌 렌즈(zoom lens)의 개발과 박판 알루미늄 사시의 소성 가공기술 등의 동시개발이 성공을 뒷받침한 것이다. 즉, 상품기획단계로부터 프로젝트팀이 구성되어 기구동작 메카니즘, 비디오 헤드 드럼(video head drum), 소형 모터 등의 핵심기구부품 개발을 담당하는 설계 담당과 전자부품의 자동 고속 조립기, 고밀도 납땜 기술(전자부품의 밀도가 10개/cm²) 등의 공정기술 개발을 담당하는 생산 기술 부서, 4층 이상의 회로기판제조, 반도체기술 개발, 설계평가(조립성, 제조성)소프트웨어 등을 개발하는 부서와 구매부의 원활한 공급을 해준 구매부서 등이 초소형 카메라 일체형 비디오를 개발하였다. 이 프로젝트팀에서는 상품을 제작하는데 필요한 생산 기술을 동시에 개발함으로써 초소형에 대응하는 최소의 기술을 개발하여 현재는 이 기술들이 조립 전용 로봇, 고속 흡 가공기, 권선기 등의 설비로 바뀌어 전 세계의 제조 생산라인에서 가동되고 있다.

3. 동시공학의 도구로써 조립성 평가법의 활용

최근 제조업에서는 상품의 경박단소화를 지원하는 생산기술의 개발과 고임금으로 인한 제조원가의 상승을 해결하기 위하여 생산 자동화를 추진하게 되었고, 이의 과제로서 제품 설계단계에서 부품수의 삭감과 만들기가 쉽고 자동화가 가능한지의 여부를 제조성 평가법의 도입으로 정량적인 평가를 하여 제조원가의 절감, 생산성 및 품질 향상의 효과를 얻고 있다.

전자 및 자동차 산업과 같은 완제품 제조업체에서는 공정의 대부분이 조립공정으로 구성되어 있기 때문에 제품의 조립성을 고려한 설계분야의 중요성은 크다. 그림 4와 같이 실제로 제조원가의 85% 정도가 도면을 완성하는 설계 단계에서 결정이 되므로 이 분

야에 대한 효율적인 해결 대책이 요구되어, 미국의 BDI(Boothroyd & Devhurst Inc.),⁽³⁾ 일본의 히다찌,⁽⁴⁾ 소니⁽⁵⁾ 등에서 조립성평가 소프트웨어를 개발하였고, 미국, 일본, 유럽 등지의 여러 제조업체에서 동시공학의 도구로써 활용하고 있다. 국내에서도 일부 전자업체에서 이를 도입, 자기 회사에 맞는 방법의 소프트웨어로 수정하여, 조립공정 및 조립방식을 고려한 제품 구조설계와 부품의 형상 설계에 적용하고 있다.⁽⁶⁾

3.1 조립성평가법의 개요

신제품 개발의 설계 단계에서 설계자들은 부품의 조립을 어떻게 쉽게 할 수 있는 가를 생산기술 전문가 또는 제조라인의 작업 전문가들의 의견을 수렴하여 부품의 형상, 크기, 중량, 재질 등을 고려하여 설계해야 한다. 제품설계 기술의 수준이 앞선 선진업체에서는 인력의 대부분이 표준화 설계, 설계 납기 단축 등 업무가 체계화되어 있지만, 설계기술과 부품 공급업체들의 기술 수준이 아직은 완벽하지 못한 것이 우리의 현실이다. 우리가 처한 현황을 해결하는 방법으로는 선진업체들의 성숙한 기술의 과정을 시스템화하여 설계 업무의 규칙으로 정하는 일이다. 불과 수십여 년 전에 선진공업국의 제조업체에서 겪었던 문제점을 최근에 우리 제조업체에서 직면하고 있는 것이다. 즉, 주문 생산시

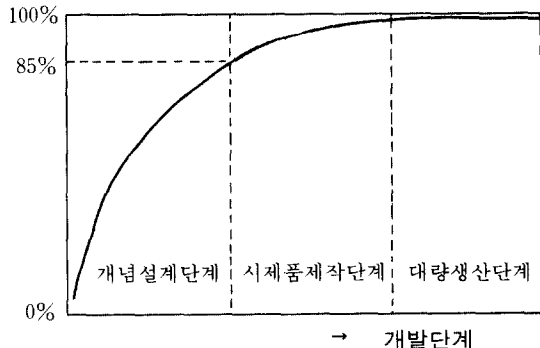


그림 4 신 상품개발시 개발 단계별 제품 제조성(품질, 기능, 제조원가)의 결정 비율

대의 엔지니어는 소규모의 주문량을 혼자서 구상, 설계, 구매, 제작, 신뢰성 시험을 통하여 주문자에 직접 납품함으로써 고객이 원하는 바를 직접 접할 수 있었고 그 고객의 요구를 다음 상품에 적용하여 제공할 수 있었다. 그러나 대량 생산체제로 바뀌면서 부족한 엔지니어의 수를 비숙련자로 교체하면서 납기 지연, 품질 불량이 자주 발생되어, 이들을 단기간 내에 교육시키기 위한 체계가 필요하게 되었다. 그 체계적인 방법이 설계 평가법으로 설계 단계에서 부품형상과 제품의 구조가 만들기 쉽게 설계되었는가를 점검하는 것이다. 이 체계화된 교육 방법이 조립성 평가법이 되었고 이 분야가 발전되면서 조립성 평가법, 가공성 평가법, 안전성 평가법과 재활용 평가법 등으로 범위가 넓어지고 있는데 조립업체의 경우는 조립성 평가법과 가공성 평가법이 우선적으로 필요한 시스템이다.

조립성 평가법은 부품조립에 필요한 작업자의 동작분석을 기초로 하여 요소작업에 대한 조립 동작의 표준시간을 계산하여 전체 조립에 필요한 시간을 예측하는 것이다. 그림 5는 조립성 평가법에 의하여 추정된 조립시간과 일반 작업자의 표준시간인 PTS (Predetermined motion Time Standard)법에 의한 조립시간을 비교한 자료로서 여러

제품에 적용한 결과, 잘 일치하고 있음을 보여주고 있다. 이 결과로부터 시제품을 만들지 않고도 제조성의 용이함을 검토할 수 있어, 양산시에 발생할 수 있는 설계의 수정을 보완함으로써 금형수정으로 인한 비용 절감뿐만 아니라 개발납기도 단축된다. 또한, 양산 조립시에 필요한 전용설비의 기능 설계에 필요한 자료가 도출되어 신제품의 설계단계에서 양산에 필요한 설비 개발을 동시에 착수하여 양품의 신제품을 조기에 출시할 수 있다. 또, 평가법을 이용하여 경쟁업체의 제품을 분석함으로써 장·단점을 구분하여 개발에 자극을 주고 새로운 개발 목표를 세울 수 있도록 보조하기도 한다. 신입 설계인력을 위하여 상품화 설계의 지침과 사례를 준비하고 교육에 활용하기도 한다.

조립성 평가법의 성공적인 추진은 간부, 감독자의 지원이 필요하며 설계자들의 의식변화가 가장 요구되는 필요조건이다. 이 평가 시스템의 적용을 규칙화하여 관리자의 프로젝트 목표에 부여하고, 우선 대표 모델 제품에 적용하여 성공 사례를 만들어 홍보 교육하도록 해야 한다.

3.2 조립성 평가법의 기본원리 및 구성

평가는 부품의 재질, 형상, 작업 기본요소에 표준시간으로 환산된 점수제를 도입하였다. 조립성 평가 점수의 만점을 100점으로 하고 각 부품마다 일정한 기준에 따라 상대평가하여 조립성이 나쁜 부분을 감점해 가는 방식으로 되어 있다. 이는 경도, 중량, 보존조건 등으로 분류된 재질, 치수 및 형상 등의 특징으로 분류되었다. 즉, 부품의 형상과 제품의 구조에 따라서 조립시간이 결정되어 좋고 나쁜지를 판단하게 된다.

조립성 평가는 다음과 같이 취급성, 맞춤성 및 비부품으로 나누어 평가한다.⁽⁶⁾

(1) 취급성 평가: 취급성은 공급성이라고도 하며 부품들의 취급이나 공급이 용이한 정도에 따라서 조립비와 시간에 크게 영향을

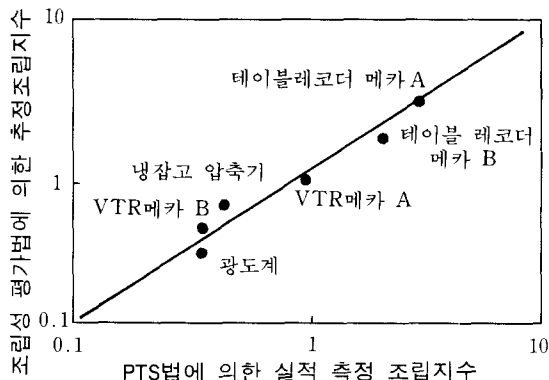


그림 5 조립성 평가법과 표준시간(PTS)법에 의한 조립지수의 관계

주기 때문에 조립 이전의 부품의 취급성을 고려하는데 그 점검 항목으로는 부품에 대한 ① 잡기상태, ② 크기 정도, ③ 두께 정도, ④ 방향성, ⑤ 취급시 공구 사용 여부, ⑥ 간섭에 대한 검토, ⑦ 무게 등이다.

(2) 맞춤성 평가: 맞춤성은 삽입성 이라고 하며 공급된 부품을 삽입하여 조립을 하게 되는데 작업성을 판단하는 조건으로는 ① 조립방향, ② 방해물의 유무, ③ 가시상태, ④ 형상유지, ⑤ 위치결정상태, ⑥ 삽입저항의 유무, ⑦ 결합작업의 유무 및 종류, ⑧ 연속조립, 맞춤, 결합작업 등의 유무이다.

(3) 비부품의 평가: 제품을 조립하면 부품이 아니면서도 독립적으로 별도의 조립시간이 발생하는데, 부품의 반전, 도포, 테이핑, 정형, 가공, 세척, 전선고정 등의 작업으로 여기에 부가되는 부품이 없으므로 각 작업을 유형별로 구분하여 작업 시간을 선택한다.

3.3 조립성 평가법의 응용

평가법의 효과적인 활용은 신상품 구상단계가 제조원가의 대부분을 결정하는 시기이며, 도면작성 전에는 설계 정보의 모든 것이

설계자 머리속에 있으므로 상품 설계자가 스스로 평가하도록 하며, 설계자의 기본적인 업무규정으로 활용하도록 한다.

(1) 조립성을 고려한 설계기법

표 2는 조립성을 고려한 생산기술의 개발로, 생산설계기술의 목적은 제품구조, 부품형상을 표준화하여 개발 납기 단축에 기여하는 것이고, 생산기술의 목적은 조립치공구, 전용기, 자동기의 개발 및 합리적인 공정 설계로 품질과 생산성을 높이는 데 있다. 표 3의 내용은 부품 설계시 검토해야 할 항목들이고, 표 4의 내용은 설계 개선의 필요성이 발생하였을 경우 개선 사례의 착안점으로 공급성을 고려하여 전선류의 삭감, 잉킹 방지를 위한 스프링류 삭감, 취급이 용이한 부품형상을 지향, 체결용 나사류의 표준화 추진, 또 부품의 면취부 가공처리, 조립 방향의 통일, 위에서 아래로 조립하는 하향 적층조립 설계 등의 방법이 있다.

(2) 적용 사례

신상품의 개발 계획에서 조립성 평가법을 이용하여 공정 분석을 하면 생산목표에 따라 조립전용기, 치공구, 작업인력, 레이아웃 등

표 2 조립성을 고려한 생산기술의 개발 분야

기술 분야	세 부 개 발 내 용
생산설계기술	① 부품수의 삭감 ② 부품의 공통화, 유니트화 ③ 기준면의 통일 ④ 부품형상의 간소화
조립요소기술	① 반성 : 충격이 없는 파레트(pallet) ② 위치 결정 : 조립반송, 부품 정렬 ③ 조립 : 복잡 이형, 유연한 부품, 삽입 ④ 결합 : 납땜기술, 복수 나사체결, 압입 ⑤ 배선 : 자동배선
자동화 기술	① 이상검지 : 결품, 동작 불량량의 검사조정 ② 전기 특성 검사 ③ 기계군 관리제어 : 기계장치 집중감시, 고장 집중표시 ④ 부품반송 시스템 : 무인차 시스템 ⑤ 로봇 활용기술

표 3 부품 설계 검토 항목

<ul style="list-style-type: none"> · 부품의 목적은? · 조립에서의 위치와 용도는? · 교체할 수 있는 다른 부품은 있는가? · 다른 부품과 일체화가 가능한가? · 그 것 없이 설계 가능한가? · 재질을 바꿀 수 있는가? · 대칭으로 할 수 있는가? · 더싼 가격으로 공급받을 수 있는가? · 빨리 조립하고 분해할 수 있나? · 취급이 안전한가? 	<ul style="list-style-type: none"> · 조립공정이 적합한가? · 다른 연속 작업으로 할 수 있는가? · 다른 부품과의 상호 작용(기능)은? · 부품의 내구성은? · 쉽게 교체가 가능한가? · 작업 환경은 어떤가? · 쉽게 잡을 수 있나? · 쉽게 구별할 수 있나? · 다른 부품들과 동일한 가공면, 공차
---	---

표 4 조립성 개선 항목과 구체적인 방법

개 선 항 목	개 선 착 안 점	구 체 적 인 방 법
· 부품수의 삭감	· 일체화	· 기능 블록화 및 일체화 · 가공 부품의 일체화 · 소재 탄성력 이용
· 저장이 용이	· 엉킴 방지 · 중첩되지 않을 것	· 개방홈 형상의 삭감
· 정렬 공급이 용이화	· 끼임 방지 · 정렬 용이화	· 두께를 증가 · 대칭성 부여
· 결합의 용이화	· 고정 및 체결	· 고정용 평행부 설치
· 투입의 용이화	· 직선 이동화 · 베이스 부품의 설치 · 면취부 설정	· 적층 조립화
· 위치 결정의 용이화	· 불안정 부품의 가고정	· 부품의 치공구화
· 반송의 용이화	· 전선류 엉킴방지	· 커넥터화

이 어느 정도 필요한지의 자료를 쉽게 얻을 수 있어 초기에 근거있는 투자 계획을 수립할 수 있고, 평가점의 수준에 따라서는 설계의 변경 추진, 자동화 추진 등의 방향 제시도 가능하다. 실제로 신규사업에 필요한 개발 계획서 수립시 기존의 방법에 비하여 절반 이하의 시간으로도 보다 정확한 자료를 얻을 수 있었다.

외국의 추진 사례로서 새로운 프린터를 기존 모델에 비하여 조립시간(1866초→170초), 조립비용(\$3.83→\$1.18), 작업 공정수(185

공정→23공정), 부품수(152개→32개)로 개발한 사례를 그림 6에 제시하였다.⁽⁷⁾ 이 제품은 최종 조립라인의 경우 25공정으로 필요한 치공구는 없이 두 손만으로도 3분 이내에 조립이 가능하도록 개발되었다. 현금수납기의 경우는 기존 모델에 비하여 조립공정의 44%를 줄여서 110만 달러를 절약하였고 부품수는 85%, 조립시간은 75%, 조립도구는 100%, 부품 공급업체는 65%를 줄여서, 최종 조립이 15공정으로 된 부품들을 조립치공구없이 2분 이내에 눈을 가리고 조립할 수

있도록 개발하였다.⁽⁸⁾ 카메라 일체형 비디오 메카니즘에 적용한 결과, 부품수는 370개에

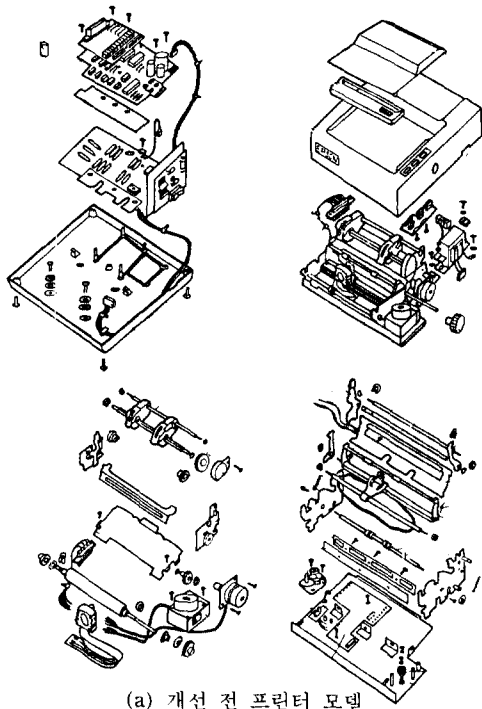
서 320로 14%로 줄여서 30%의 부피 감소를 달성하였고, 거치형 VTR의 경우는 부품수를 379개에서 250개로 34%, 조립 시간은 27%를 줄인 사례도 있다.⁽⁹⁾

국내업체의 추진 사례로는 일부 전자업체에서 수년 전부터 제조원가의 절감을 위하여 자동화를 추진하면서 이에 필요한 설비를 자체 개발하거나 선진업체로부터 도입하여 적용하고 있었다. 생산성 및 공정에서의 품질 문제를 해결하기 위하여 신뢰성있는 자동화 기기의 개발 및 생산라인 현장에서의 개선 활동을 추진하는 생산기술의 개발에 초점을 두었고, 제품의 설계, 구매를 고려한 부품 선정을 함으로써 단 기간 내에 제조원가를 절감한 신상품을 개발할 수가 있었다. 칼라 텔레비전, 비디오, 음향제품, 통신제품 등에 적용하였고, 그림 7은 가전제품에 대한 과제로 24개의 부품수를 단 2개로 줄여서 125초의 조립시간을 4초로 줄여 조립부품을 개선한 사례이다.

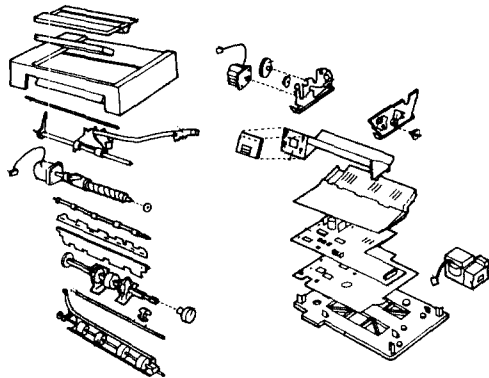
이와 같이 전자업체에서의 제조를 고려한 제품 설계의 추진 사례는 상당히 많았고, 그 결과로 자동화 생산 설비의 개발을 촉진시켜, 그 제품들이 해외시장에서 가장 강한 경쟁력을 갖도록 하였다. 이 사례들로부터 조립성을 고려한 설계기술의 적용결과는 기대 이상의 큰 효과를 얻을 수 있다는 결과를 확인할 수 있었다.

4. 조립성 평가법의 향후 역할 기대

그림 8는 상품의 수명 기간 동안에 판매되는 수량을 보여주고 있는데, 유행의 흐름에 따라서 신상품으로서의 생명은 한정되어 개발 완료의 시기가 늦어질수록 그 상품의 총 판매량은 감소되어 경상이익뿐만 아니라 개발 투자비도 회수할 수 없는 경우가 발생되기도 한다. 그러므로 제품의 수명 주기가 현저하게 짧아지고 있는 시장 환경에 대응하기 위하여 빠른 기간 내에 신상품을 출시할 수



(a) 개선 전 프린터 모델



(b) 개선 후 프린터 모델

비교항목	조립 시간(초)	조립비용 (\$/시간)	조립 공정수	부품수 (개)
a) 개선전모델	1866.	3.83	185.	152.
b) 개선후모델	170.	1.18	32.	32.

그림 6 조립성을 개선한 프린터 사례

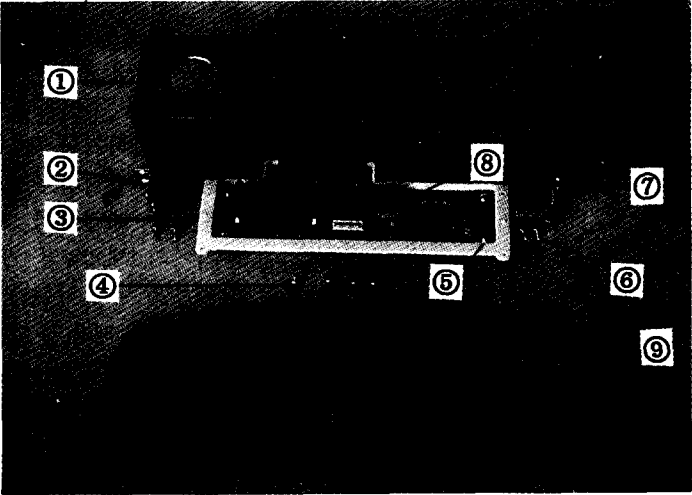
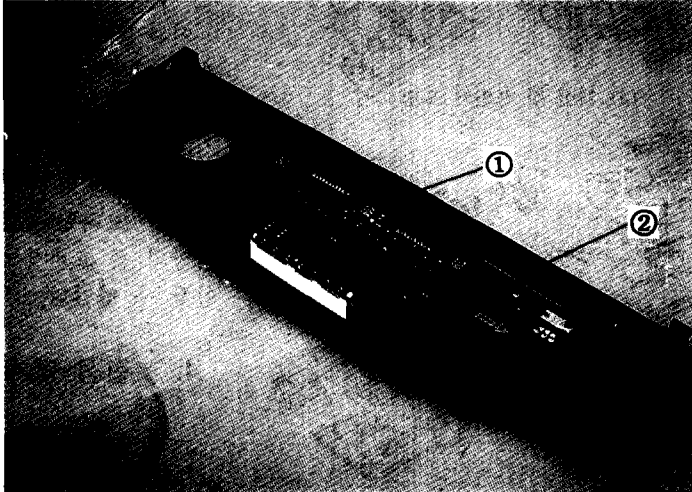
<p>개선전</p>	
<p>< 부품 종류 > ①브라켓 : 1 개 ②한지 : 2 개 ③PCB판넬 : 1 개 ④스크류 : 4 개 ⑤스크류 : 4 개 ⑥스크류 : 4 개 ⑦스크류 : 6 개 ⑧PCB : 1 개 ⑨전면판넬 : 1 개</p> <p>< 조립성 > 조립시간 : 129초 조립비용 : 320원 조립점수 : 2점 부품수 : 24개</p>	
<p>개선후</p>	
<p>< 부품 종류 > ①PCB : 1 개 ②전면판넬 : 1 개</p> <p>< 조립성 > 조립시간 : 4초 조립비용 : 10원 조립점수 : 64점 부품수 : 2개</p>	

그림 7 조립성을 개선한 가전제품의 사례⁶⁾

있어야 한다. 개발의 납기를 지연시키는 요인을 분석해 보면 설계 변경으로 인한 금형의 재제작 및 수정으로 일정이 지연되는 경우가 대부분이다. 금형 제작 전에 설계 변경을 완료하는 방법으로는 개발 초기인 구상

단계에서 제조를 고려하여 설계하면 조립성이 우수한 제품의 구조와 부품의 형상으로 되어 설계변경의 가능성은 줄어들게 될 것이다. 실제 수정이 줄어서 개발 비용을 절감하고, 부품수의 감소와 조립성의 개선으로 조

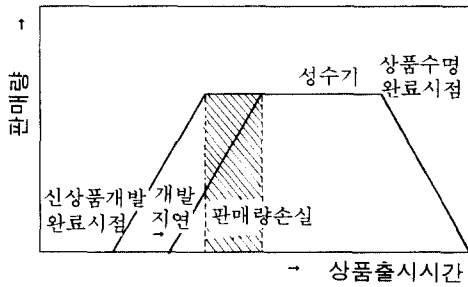


그림 8 상품출시 시간 중 판매량에 따른 개발 납기 지연의 영향

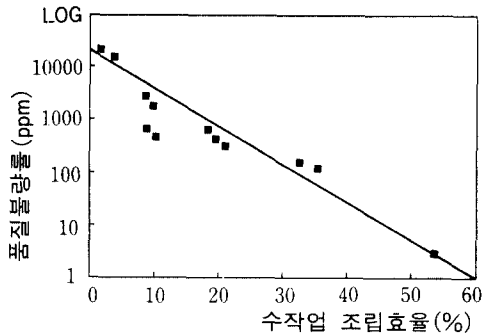


그림 9 수작업 조립성에 따른 품질 불량률의 관계⁽¹²²⁾

립 공수를 줄일 수 있어 제조원가도 저렴해 지고, 또 조립성이 좋으면 공정 품질 불량률이 감소한다는 결과가 그림 9에서 증명하고 있다. 이로써 조립성 평가법으로부터 얻은 효과는 개발 납기의 단축, 제조원가의 절감, 생산성 향상, 품질 향상 등을 꼽을 수 있다.

조립성 평가법을 분류하여 보면, ① 제품 설계 단계에서 작성한 제품의 도면을 설계자가 직접 조립성 평가 항목을 선택, 분석하여 개선할 점을 추출하는 방법인 설계자 중심형과, ② 설계의 CAD자료로부터 조립공정의 분석과 평가를 컴퓨터를 이용하여 실시하는 CAD 통합형, ③ CAD로 설계를 하는 도중에 조립성의 관점에서 벗어나는 설계를 감시하는 방법 등 세 가지 형태가 있다.⁽¹¹⁾ 지금까지 이 글에서 설명하였던 조립성 평가법은 ①의 설계자 중심형이었고 이 시스템을 활용해본 설계자들의 반응이 향후에는 CAD설계

시에 부품 취급이 용이함과 부품의 대칭성과 크기 등을 분석하여 적절한 설계안을 설계자에게 제공하고, 또 조립의 가능성과, 공정의 설계를 해줄 수 있는 지능형 조립성 평가법의 출현을 기대하고 있고, 실제 최근에 분야에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.⁽¹²⁾ 분명한 것은 앞으로 수년 내에 숙련 설계자의 경험과 이론 해석적인 설계를 동시에 지도할 수 있는 컴퓨터 소프트웨어가 등장하여 신입사원이 실무교육(OJT: On the Job Training)을 받지 않고도 상품화 설계를 담당할 수 있게 될 것이다.

5. 맺음말

이상에서 본 바와 같이 조립성 평가법은 동시공학을 추진하는 하나의 도구로써 전자산업의 시장과 환경의 변화에 대응할 수 있는 토탈 개발 시스템이다. 조립성 평가법으로부터 얻는 효과는 개발 납기의 단축, 제조원가의 절감, 생산성 향상, 품질 향상 등을 꼽을 수 있다. 조립성 평가법의 적용 추진을 지속하여 제품 설계자들의 설계 기술이 질적으로 향상되어 고객이 원하는 경쟁력 있는 제품을 제공할 수가 있도록 해야 할 것이고, 따라서 향후 모든 상품화 설계는 조립성 평가법이 완제품 제조업의 신상품 개발 기본업무로 규정되어야 할 것이다.

제조성이 고려된 제품의 구조와 부품의 형상으로부터 공정설계, 제조원가 산출 및 양산시에 필요한 전용기 등을 도출하여 개발해야 할 설비를 동시에 개발 착수할 수 있고, 소재 개발로부터 신규 부품과 그 제작 공법의 개발까지 모든 분야에 대하여 제안해 줄 수 있는 제조성 평가법이 개발되어야 하고, 앞으로는 PCB조립성 평가법, 소재 가공성(성형성, 절삭성, 접합성, 처리성)평가법, 재활용 평가법, 신뢰성 평가법 등이 포함된 지능형 설계 평가법의 출현을 기대해야 할 것이다.

참고문헌

- (1) Sammy G. Shina, 1991, Concurrent Engineering and Design for Manufacture of Electronics Products, VAN NOSTRAND REINHOLD, New York, pp. 1~102.
- (2) 박기호 외 3명, 1991,松下電器의 RIAL시스템, 한국능률협회 컨설팅.
- (3) Geoffrey Boothroyd & Peter Dewhurst, 1989, Product Design for Assembly, Boothroyd Dewhurst, Inc., Wakefaeld.
- (4) Hitachi Ltd. Production Engineering Research Laboratory, 1985, Hitachi Assemblability Evaluation Method.
- (5) Yamagiwa Yasuyuki, 1989, "Feed Forward 설계를 위한 조립성 평가법 DAC," 기계설계, 제33권 제7호, pp. 55~61.
- (6) 문재호 외 3명, 1992, "조립을 고려한 설계평가법 개발," 정밀공학회 춘계학술대회 초록집, pp. 313~316.
- (7) David G. Ullman, 1992, The Mechanical Design Process, McGraw-Hill, Singapore, pp. 252~291.
- (8) Therese R. Welter, 1989 "Designing for Manufacturing and Assembly," Industry Week.
- (9) 茂村 達也, 1991, "메카트로공학 세미나: 조립성 평가법의 응용," Nikkei Mechanical, pp. 88~94.
- (10) Bill Branan, 1991, "Six-Sigma Quality and DFA," DFMA Insight, Vol. 2.
- (11) 村山 長, 大場史憲, 1991, "조립공정설계와 제품설계의 동시처리 현상," 응용기계공학, pp. 125~129.
- (12) Boothroyd Dewhurst Inc., 1992, Proceedings of the 1992 International Forum on Design for Manufacturing and Assembly. 