



# 자동차개발 프로세스로 채택된 IPPD전략 (VI)

## 자동차산업 적용사례

### The IPPD Strategy Applied to the Process of Automobile Development



민 성 기 박사 / SE Technology  
Sung Ki Min / Chairman, SE Technology Inc.

1997년 6월 미국 자동차공학회(SAE)는 미국 국방성에서 운용중인 통합 제품 및 프로세스개발(IPPD: Integrated Product and Process Development)전략을 자동차개발 프로세스의 일환으로 채택하였다.

IPPD란 새로운 제품을 개발함에 있어서 오랫동안 미 국방에서 운용해 오고 있는 체계적이고 통합적인 시스템 개발절차로서 이는 국방 프로그램 획득절차(DOD Regulation 5000.2-R)에 규정화 되어 있다.

지난 2월호에서 자동차개발 프로세스로 채택된 IPPD전략의 기본개념과 통합제품개발팀(IPT: Integrated Product Team)을 소개하였다. 그리고 4월 호에서는 미 국방에서 적용하고 있는 IPT조직을 중심으로 한 미 국방 IPPD사례를 살펴 보았다.

6월호에서는 이러한 IPT 팀 운영 시 효율적으로 관리하는 방법과 발생 가능한 장애요인과 대책을 살펴 보았다.

지난 8월 및 10월호에서는 IPT를 조직하고 운용하는 13단계를 제시하였다. 끝으로 이번호에서는 미국

자동차 산업에 적용한 사례를 살펴보고 지난 여섯번의 IPPD전략소개를 마감하려 한다.

### 일본과 미국의 자동차산업

1980년대 말부터 지난 10여년동안 미국의 자동차 산업은 제품과 프로세스 측면에서 일본 자동차산업과의 차이를 규명하기 위해 수 많은 연구를 수행해 왔다.

그 결과 몇 가지 중요한 특징이 나타났다. 그 중의 하나는 신규 프로젝트의 시작단계에서 일본은 사업계획수립과 최적목표설정애 엄청난 시간을 보내고 있다는 사실이었다. 일본은 사업초기에 가능한 모든 범위 내에서 설계, 제조, 시험, 신뢰성과 품질문제를 미리 예견하고 이를 해결하기 위해 최대한 노력함으로써 후속설계변경으로 인한 추가비용을 제거함에 그 목적을 두고 있었다. 반대로 미국은 개발과 생산 프로세스는 뒤로 미루고 생산성, 신뢰성 문제를 중심으로 한 설계

문제에 초점을 맞추고 있었다. 먼저 시제품을 설계, 제작 및 시험한 다음 그 결과에 따라 후속설계변경을 하는 절차로 수행하고 있었다. 따라서 일본과 비교하여 생산 이후 재설계와 재가공으로 인한 과도 비용지출과 설계변경에 따른 출시 지연 사례가 빈번하게 발생되고 있었다. 결국 생산 도중에는 품질을 시험하거나 확인할 수 없다는 사실을 뒤늦게 발견하게 된 것이다. 그 결과 대량의 스크랩과 수 많은 재설계를 수행할 수밖에 없었다. 결국 과거 일본이 그러했던 것처럼 제품 품질은 시작단계부터 분명하게 설계되어야 한다는 사실을 뒤늦게 깨닫게 되었다. 이를 보완하는 길은 제품개발 절차를 변경하는 것이었다. 드디어 제품개발에 대한 접근방법을 변경함으로써 미국 자동차 회사는 품질을 개선하고 출시까지의 시간을 단축하고, 생산비용 절감에 따른 높은 수익을 경험하게 되었다. 그 후 1990년대 초부터 미국의 자동차 고객은 미국산 자동차구매로 돌아서기 시작하였다. 바로 이러한 변화는 미 국방에서 적용해 오고 있던 동시공학을 고려한 통합제품 및 프로세스 개발(IPP) 전략을 도입함으로써 가능하게 되었다.

## 동시공학과 IPPD로의 변화

1960년대 미국의 우주산업은 초기 Sputnik 미사일 개발 이래, 사업의 우선권에 힘입어 오늘날에 비해 거의 무제한적인 예산을 투입하게 되었고, 그 결과 동시공학(Concurrent Engineering) 관점에서 필요한 내용과 업무를 경험하게 되었다.

이러한 무기개발 프로그램은 국가생존문제와 직결되어 있기 때문에 보다 좋은 무기를 배치하고 전력을 증진시키기 위하여 동시공학기법과 사업통제를 위한 사업평가 및 검토기법(PERT) 등 혁신적인 관리기법

을 창출해서 적용해 왔다.

먼저 동시공학의 발전배경을 살펴보자. 국방획득 관련자들은 무기시스템 개발기간을 단축하기 위하여 먼저 수직적인 하부시스템 상호간의 인터페이스를 분명하게 정의하고 유지한 다음, 모든 수평적인 시스템 개발을 순차적으로 진행하였다. 그리고 하부시스템 개발이 진행되어 짐에 따라 앞서 수립된 인터페이스 정의에 대한 일치성 여부를 확인해 갔다. 대부분의 핵심기술(핵무기, 고체연료추진, 관성유도, 추력벡터제어, 견고성, 전자부품의 신뢰성 등)이 모두 미완성의 개발 상황에 있었기 때문에 사업추진의 위험도 또한 매우 높았다. 뿐만 아니라 공급자가 하부시스템 상호간의 요건을 충족시키지 못할 때 이를 조정하기 위한 격렬한 협상회의가 수 없이 일어났다. 심지어 어떤 것들은 요구 치수보다 너무 커서 외형적인 제한을 초과할 경우도 있었고, 몇몇은 너무 무거워서 중량 할당량을 초과하기도 하였다. 이러한 여건에도 불구하고 사업관리는 일정을 단축하고 성능에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 끊임없이 노력하여 왔다. 이와 같은 모든 활동들이 동시공학을 적용하는 기법에 해당되지만, 오늘날 더욱 구체적으로 발달된 동시공학 프로그램 활동과 비교해 보면 매우 초보적인 형식에 불과하였다.

그 후 미 국방은 제조와 지원을 포함한 모든 제품의 동시설계와 관련된 프로세스를 통합하는 체계적 접근법으로 동시공학을 정의하였다. 이러한 동시공학 정의에 대한 근본적 요소는 사업초기에 개발자가 품질, 비용, 계획과 사용자 요건 등을 함께 고려하여 개념단계에서부터 폐기단계까지의 제품 수명주기의 모든 요소를 고려해야 한다는 것이었다. 이러한 두가지 관점에서 볼 때 오늘날의 동시공학이란 단순한 엔지니어링 개념을 넘어 제조와 지원을 포함한 전반적인 프로젝트를 함께 포함하고 있다는 사실이다. 이에 따라 몇몇 미국 회사는 이러한 동시성을 고려하여 통합제품개발



(IPD: Integrated Product Development)이라는 전문용어를 사용하기 시작했다. 통합제품개발은 제품 수명주기를 통하여 엔지니어링, 제조, 시험 및 지원을 포함한 전체적인 제품 팀의 지속적인 통합활동을 내포하고 있다. 그 후 제품뿐만 아니라 프로세스의 중요성이 인식되기 시작하면서 통합제품 및 프로세스개발 (IPPD: Integrated Product and Process Development)이라는 용어로 변경되었다.

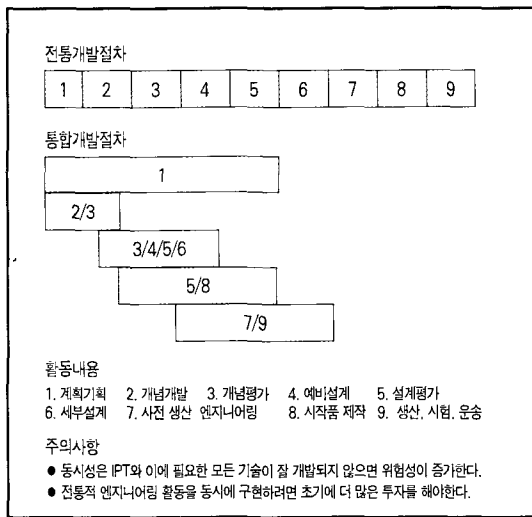
동시공학/통합제품개발 프로그램과 전통적 혹은 순차적 개발 프로그램과의 비교가 <그림 6-1>에 나타나 있다. 역사적으로, 전통적인 개발은 전단계가 끝나고 나면 다음 단계로 완성되어 가는 순차적인 프로세스를 가리킨다.

이는 시스템 개발단계별 요건(Requirements)일치 및 추적(Traceability)에 대한 위험은 적지만, 반면에 시간이 아주 오래 걸리는 프로세스이다. 이 경우 제품이 개발되기도 전에 사업이 종료될 수도 있다. 한편 시스템 인터페이스 정의와 통제가 잘 정의될 경우, 전반적인 팀을 포함한 통합제품개발 프로세스를 사용하게

되면 <그림 6-1>에서 보는 바와 같이 개발과정을 엄청나게 단축시킬 수 있다. 이러한 프로세스는 하위단계 활동이 상위단계에서 이미 설계와 인터페이스 요건을 만족한다는 가정 아래 시작되기 때문에 개발 프로그램에 더 많은 위험을 초래할 수도 있다. 그러나 제품을 개발하고 납품하기 위하여 상호-기능 제품 팀을 운용함으로써 이러한 위험성을 줄이고 보다 좋은 제품을 보다 빨리 제공할 수 있게 된다.

### 미국자동차산업의 SE적 접근

미국은 국내적으로 자동차산업에서 시스템엔지니어링의 기미가 1982년부터 나타나기 시작했는데, 그 일례로 1986년 포드 자동차의 한 엔지니어가 SE를 적용한 자동차 개발과정을 다음과 같이 정의하고 있다. 자동차설계는 기업전략과 제품계획을 토대로 시작되는 계층구조적 과정이다. 최상위층은 자동차의 형태를 결정하는 것이며 다음 층은 크기, 중량, 성능, 기능들과 같은 일반적인 규격서(Specification)를 제정하는 것이다. 사업전략에 따라서 이 규격서를 기초로 하위층의 새로운 부품이나 또는 이 부품과 기존부품과의 조합으로 자동차를 만들 수 있다. 자동차 설계의 시발점은 이와 같이 누적된 방대한 지식자원에서 비롯된다. (Compton, 1986) 이어서 1988년 GM의 Schilke가 시스템엔지니어링 적용에 관한 논문에서 동년 8월에 시스템엔지니어링 센터를 설립한다고 발표하였다. 이러한 접근은 신차 개발비용을 대폭적으로 줄여 제품 경쟁력을 향상시킬 수 있다고 주장하였다. 이후 SE적 활동은 미국 자동차산업계에 활발하게 퍼져 나가기 시작했고 오늘날 모든 자동차 업계에 SE는 기업문화로 정착되어 있다. 1997년 Wittig는 빅3의 신차개발기간 단축 및 개발효율 증진이 그 증거라고



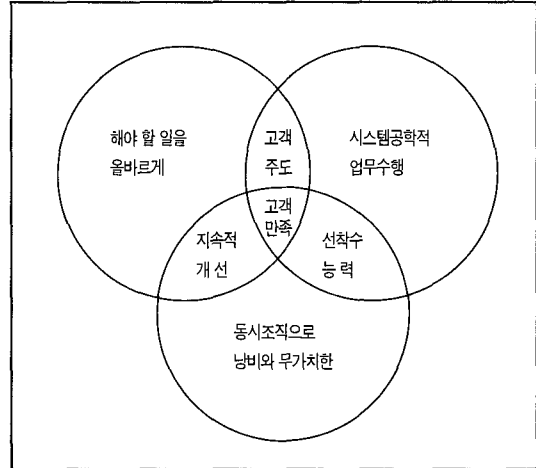
<그림 6-1> 전통개발절차와 통합개발절차 비교

말하고 있다.

드디어 1997년 6월 SAE(Society of Automotive Engineers)는 통합제품개발(IPD)를 전략적 정책으로 선택하게 되었다. 왜냐하면 IPD가 SAE회원 모두에게 중요한 전 수명주기 요소들 중의 하나였기 때문이었다. IPD는 고객, 주주, 규제당국을 포함한 모든 이해당사자(Stakeholder)들의 요건을 충족시키며 제품구상에서 폐기단계의 재활용에 이르기까지 SE개념을 적용하는 하나의 전략이기 때문이다. SAE가 IPD에 관심을 보이기 시작한 것은 1993년 SAE이사회에서 제품의 전 수명주기를 전략의 최종목표로 설정한 후부터이다. 당시 이사회는 설계/개발, 제조, 운용, 보수, 재사용의 5단계 수명주기로 정의했다. 이로써 설계/개발에만 치중해 오던 활동에서 나머지 4단계 활동영역으로 확장해 나가도록 천명한 것이었다. 이와 유사한 상황이 1990년대 초반 유럽에서도 불기 시작하여 피아트, 르노 등 최고경영층에서 SE조직을 창설하여 확산해 나가기 시작했다. 오늘날 이러한 SE적 접근은 동시공학개념으로 발전되어 제품개발과정에서의 각종행위의 병렬화와 동시적 행위에만 국한되지 않고 각종 관련 활동의 통합화, 협력증진, 팀 활동, 전산지원도구 상호간의 네트워크 의사소통 등으로 발전되어 오고 있다.

### GM의 SE적용사례

GM의 시스템엔지니어링은 1980년대 신차개발을 위해 QFD(Quality Function Deployment)와 기술규격서(Technical Specification)를 사용하면서 도입되기 시작했다. 이러한 기법들을 통해서 GM은 보다 효율적인 설계프로세스를 갖추게 되었고 SE의 가치를 인정하기 시작했다. 이에 따라 GM은 <그림 6-2>와



<그림 6-2> GM의 새로운 기업문화

같은 새로운 기업문화를 제시하였는데 SE적 업무수행을 핵심요소로 선정하고 있다는 사실을 주목하라.

1998년 GM은 전반적으로 SE를 적용하기 전에 SEC(Systems Engineering Center)를 만들었다. GM은 당시 방산업체인 Hughes전자를 인수하여 SE 전문기술을 획득하기 시작했다. SEC는 신차개발에 적용할 시스템 분석도구를 개발하여 제공하였다. 1995년까지 많은 성과물을 제시하여 보급한 후 이를 전사적으로 정착되면서 SEC를 해체하게 되었다. 이러한 SE원칙에 의한 표준과정의 도입으로 GM은 타사의 추종을 불허하는 탁월한 경쟁력을 확보하게 되었다. GM은 과거 비효율적인 면모를 완전히 벗어났다. 1996년의 경우 수 많은 종류의 신차를 출시하였는데 이는 GM의 SE적 접근에서 비롯된 것으로서 SEC가 수행한 업적을 요약하면 다음과 같다.

- SE에 대한 분명한 정의(Definition): 시스템의 전 수명주기에 입각한 고객 및 이해당사자 요건(Requirements)를 도출, 이를 분석 관리하는 공식화된 절차 운용



- 각종 규격서 모형(Template)개발: 시스템, 서브시스템 및 부품에 대한 모형 개발
- 4단계 개발절차 과정개발: 어떠한 개발사업에도 적용할 수 있는 표준개발과정 정립 및 모든 과정에서 정의된 결과물 생성과 검토 확인
- 자동차시스템 표준구조개발: 8개의 주요 하부시스템과 40개의 기타 하부시스템으로 구분하여 자동차 구조 표준화
- 엔지니어링/프로젝트 정보저장 방식 표준화: 각종 정보를 저장, 활용하기 위한 방법과 내용을 표준화
- 교육훈련: 교육훈련을 위한 각종 지침서와 교재를 발간하고 여러 과정을 개설 운영

이러한 각종 SE기능과 표준들은 1995년 SEC가 해체된 후 회사 전 조직에 산재되어 있는 SE 팀들이 이를 수행하고 있다. 특히 네 단계로 구성되어 있는 GM의 신차개발과정은 신차개념이 입증된 개념입증단계(00단계) 이후에 다음과 같이 적용된다.

- 0 단계: 기술과 개념개발단계
- 1 단계: 제품/프로세스 개발 및 시제품 입증단계
- 2 단계: 프로세스 검증 및 제품확인단계
- 3 단계: 생산 및 지속적인 개량단계

다음 단계로 넘어가기 전에 각 단계별로 성공적인 임무완성을 확인해야 할 결과물과 검증 및 확인자료를 정의해 두었다. 이에 대한 상세설명서와 문서의 모형이 표준화 되어 있다.

### 전산지원 SE도구 활용

앞서 GM의 개념입증단계(00단계)에서 구성된 선행제품센터(APC: Advanced Product Center)나 포

드 자동차의 선행차량기술본부(AVT: Advanced Vehicle Technology)는 다 같이 고객의 관심을 반영한 제품을 도출하는 책임을 지니고 있다. 여기서 도출되는 요건은 기존제품의 물리적 아키텍처(physical architecture)와 달리 구상된 개념과 고객의 요건을 기능적으로 분해한 기능적 아키텍처(functional architecture)로 형성된 논리적 솔루션(logical solution)이다.

이러한 고객 요건을 도출하기 위하여 기존의 유사 제품이나 각종 규격서를 사용함으로써 과도설계(Over Design)를 유도하고 있다. 따라서 프로젝트 초기에 SE업무는 시스템 모델링과 시스템분석을 위한 도구개발이 많이 사용된다. 각종 자동차 관련 변수(Parameter)들이 제품 모델과 자동차와의 상호작용을 반영한 분석도구에 입력된다. 이러한 도구를 활용함으로써 프로젝트 전 단계에 걸쳐 시제품의 타당성 확인과 형상의 크기를 결정하게 되고 각종 대안의 절충분석 및 요건도출/검증을 지속적으로 수행할 수 있다.

이러한 도구의 대부분은 PC베이스의 Visual Basic Module로 단순 시스템 모델에서 전체 시스템의 민감도분석까지 다양하다. 이러한 모델은 복잡한 시스템을 상호간의 의사소통을 위한 설계로 협동작업의 모호함과 고비용 및 재작업을 방지하는데 매우 유용하다. 즉 시스템 모델링을 통해서 초기개발단계에 발생할 오류를 미리 발견하고 보완함으로써 제품 품질과 개발기간을 단축시킬 수 있다.

일반적으로 전산도구를 도입하기 전까지는 새로운 설계의 실현가능성을 이해하기 위해 복잡하고 방대한 규격서 및 자료를 장시간 검토한 후 판단을 내려야 했다. 뿐만 아니라 영업부서와 기술부서의 용어차이로 인하여 설계의 중요한 세부사항들에 대한 의사소통이 어려웠다. 이제 도구를 사용함으로써 영업부서에서 마

련된 요건규격서를 제시하면 기술자들이 전산 모델링에 이를 반영하여 미리 검토할 수 있게 되었다.

시제품을 만들기 전에 각종 예측하지 못한 결함이나 불일치성을 파악할 수 있다. 또한 시스템모델의 재활용을 할 수 있도록 각종 표준모델(Generic Model)의 라이브러리를 구축하게 된다.

이러한 전략은 미국형 시스템을 유럽의 각종규제에 맞도록 기능추가, 시험, 작동확인을 할 수가 있게 되었다. 최근 들어 하드웨어와 소프트웨어 상호간의 공동설계에 두 가지 모델을 서로 연계하는 시도를 하고 있다. 이러한 방법이 확산되면 H/W와 S/W상호간의 불일치를 미리 검색할 수 있어 가상환경에서의 V-CALS가 이루어질 수 있어 실제로 시제품을 만들지 않아도 된다.

일본 자동차산업의 SE적 접근을 살펴보면 이는 품질관리(TQC: Total Quality Control)활동과 연관되어 있다. 1990년 MIT와 하버드 대학에서 조사한 일본 자동차산업에서의 시스템엔지니어링 과정 중 많은 부분들이 일본의 TQC내용과 유사하다고 지적하고 있다(McMunigal, 1990). 어느 한 연구에서 미국에서 개발된 TQM(Total Quality Management)은 일본의 TQC에서 SE요소를 제외한 것으로 분석되기도 했다

(Rohde, 1991). 따라서 일본의 도요다, 니산, 미쯔비시, 혼다는 이미 SE원리를 TQC를 통해서 적용하고 있다고 볼 수 있다. 그러나 Top-down적 접근을 원칙으로 한 SE원칙에서 볼 때 일본의 SE적 접근은 원칙적으로 변화되어야 할 것이다.

## 결 어

지난 1년 동안 연재해온 자동차개발 프로세스로 채택된 IPPD전략과 자동차산업 적용사례를 마감하면서

몇 가지 요약 및 제안을 하고자 한다.

- IPPD는 설계, 제조, 각종 특수공학요소를 최적화하고 모든 관련 중요기능활동을 통합하기 위하여 다분야 팀을 구성하여 활동하는 SE적 접근이다.
- IPT 팀 조직은 형성, 스토밍, 규정화, 수행하는 4가지 단계로 이루어진다.
- IPT 팀의 핵심 리더는 사업관리자, 사업조정자, 및 팀 리더이다.
- IPT 팀 조직을 유지하고 관리하는 것이 그리 쉽지 않다. 팀원들의 활동기간 중 의무와 책임을 다 할 것을 요구하고 있다. 이에 대한 전문훈련이 필요하다.

그럼에도 불구하고 시스템엔지니어링은 훈련된 시스템엔지니어로 하여금 제품구상에서 폐기에 이르기까지 연관된 많은 사람들의 참여로 각종 고객요건을 동시에 고려하여 개발하는 경쟁력이 있는 유일한 대책이다. 이제 시장요구시기에 적합한 Time to Market에서 고객의 요건을 고려한 Time to Market with the Right Product 전략으로 승부를 걸어야 할 것이다. 이를 촉진하기 위해 한국자동차공학회에서도 하루 속히 IPPD프로세스를 채택하여 적용되기를 바라면서 필을 놓는다.

(민성기 박사 : minskmin@kornet.net)