

# 항공기산업의 CALS체제 도입방안

국방대학원 교수 김철환



컴퓨터와 통신기술의 만남, 데이터 베이스 기술의 발전과 항공기 설계의 디지털화.

이러한 요소의 결합으로 항공기 산업에 CALS체제가 가장 먼저 도입되었다고 할수 있다.

여기서는 CALS에 대한 이해를 높이고 항공기산업에 CALS가 어떻게 적용되었는지 사례를 소개하고 우리나라

항공기 산업에 대한 CALS체제 구축방안을 제시한다.

●필자 김철환 교수는 한국 CALS/EC학회 회장을 역임하고 있다.  
(편집자주)

## 연재순서

1. CALS의 개념과 발전추세

2. 항공기 산업의 CALS구현 사례

3. 항공우주산업에서 CALS 적용방향

4. 국내 항공기 산업에 대한 CALS 구축방안

5. 결론

## 1. CALS의 개념과 발전추세

### CALS란?

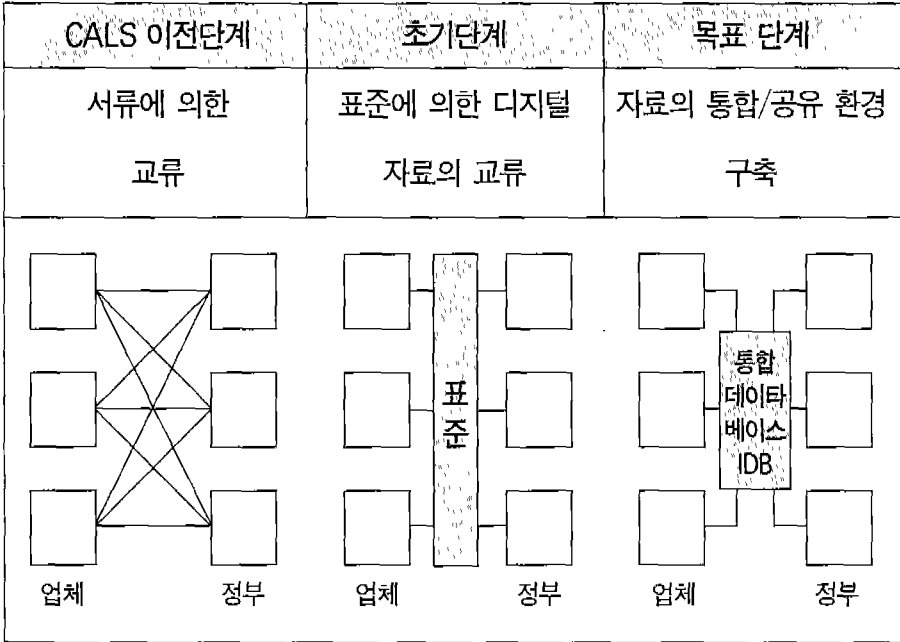
CALS(Continuous Acquisition and Life-cycle Support)는 제조업의 모든 상품, 즉 주요 장비 또는 다양한 제품 등을 획득하기 위한 설계, 생산과정, 또는 보급, 조달 등등 이를 운영하는 운용지원 과정을 연결시키고 이들 과정에서 사용되는 문자(text)와 그래픽(graphic) 정보를 표준을 통해 디지털(digital)화하여 종이 없이 컴퓨터에 의한 교류(거래) 환경에서 설계, 제조 및

운용지원 자료와 정보를 통합하여 자동화시키는 개념이며, <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다. 이는 컴퓨터 네트워크를 이용해 상호 교환이 이루어지는 자동화되고 통합된 환경으로 변환시키는 정부와 기업간의 경영전략이다.

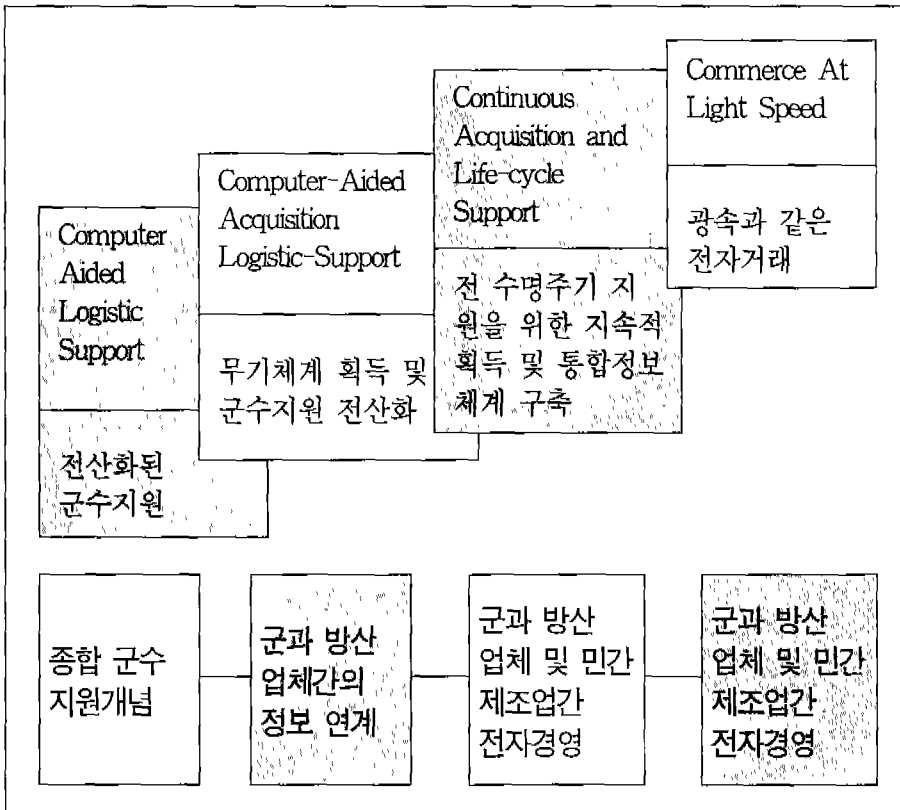
즉 CALS는 어떤 시스템(System)이나 사업(Project)이 아닌 고도의 경영철학(Philosophy)이자 전략(Stratgy)이라고 할 수 있으며, 이는 시스템의 획득 및 운용지원 과정에서 디지털 기술 정보를 이용하게 하는 자동화된 환경을 제공함으로써 업무의 과학적, 효율적 수행 그리고 정확하고 신속한 정보 공유 및 유통체제를 통해, 시스템 획득

CALS의 개념은 과거에는 군의 무기 체계를 지원하는 개념에서 출발하였으므로 일반적으로 “무기체계의 설계, 제작 및 군수유통체계 지원을 위해 디지털 기술의 통합과 정보 공유를 통한 신속한 자료처리 환경 구축”으로 정의할 수 있다. 그러나 현재는 “제품의 생산으로부터 폐기에 이르는 모든 활동을 디지털 정보기술의 통합을 통해 구현하는 산업화 전략”이라는 표현으로 확장되고 있으며, 제품의 총체적 관리를 위한 기술 정보 통합 전략이라고 표현되고 있다.

〈그림1〉 CALS의 의미



〈그림2〉 CALS 개념의 발전



득 및 운용비용의 절감(cost reduction), 획득 및 운용지원 시간의 단축(time reduction), 그리고 종합 품질 경영(TQM: Total Quality Management)의 능력을 향상시키자는 전략이다. 이러한 CALS의 개념은 미국을 중심으로 한 북아메리카 지역은 물론 NATO 국가를 중심으로 한 유럽 지역, 그리고 호주, 일본, 대만, 싱가포르 등을 포함하는 환태평양 지역까지 개념이 확산되어 세계 30여개 국가에서 적용하고 있는 실정이다.

최근에는 CALS가 〈그림 2〉와 같은 새로운 개념, 즉 모든 제품(군의 무기체계 포함)의 연속 획득 및 수명주기 지원은 물론 모든 물류의 조달(설계, 제작, 구매, 사후 운용지원 포함)의 광속과 같은 전자거래 (Commerce At Light Speed) 개념으로 발전되고 있으며, 무기체계를 다루는 국방부와 방산업체 뿐만 아니라, 민간산업 현장에서 상품을 제조하고 교역하는 업무와 관련된 정부 부처(통상산업부, 정보통신부, 건설교통부, 조달청, 특허청 등)와 민간기업, 또는 기업과 기업간에 자료를 공유함으로써 업종

과 국경을 초월하여 교류한다는 새로운 경영전략으로 자리잡히고 있다. <그림 2>는 이러한 CALS 개념의 도입 변화를 자세히 보여주고 있으며, 변화像換 내용을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

**군수지원 전산화 : (Computer Aided Logistic Support)**

이는 초기에 미 국방성이 무기체계의 보급조달과 이의 정비유지를 위해 디지털 정보의 통합과 정보의 공유를 통한 신속한 자료처리 환경을 구축하는 전략을 표현하는 개념이었다.

**무기체계 획득 및 군수지원 전산화 : (Computer-aided Acquisition & Logistic Support)**

이 단계는 무기체계의 군수지원 뿐만 아니라 획득과정을 포함하는 총체적 군수지원 개념으로 확장되었다. 이러한 CALS 개념을 통하여 기술정보를 한 번 입력함으로써 이루어진 데이터베이스를 서로 다른 허용된 관련 업체들이 공유함으로써 재입력 없이 여러번 사용할 수 있어 업무혁신은 물론 상당한 비용 절감을 가져오는 개념으로 발전되고 있다.

**통합물류 생산, 조달, 운영지원 자동화 :**

**(Continuous Acquisition & Lifecycle Support)**

이 경우의 CALS는 제조업의 산업 정보화에 가장 가까운 의미로서 제품의 발주, 수주 및 구매 절차로부터 생산과 유통 그리고 폐기시까지의 전 수명주기를 관리할 수 있는 체계를 지원해 주며, 제품에 대한 총체적 관리를 기본으로 모든 산업에 적용할 수 있음을 의미하는 개념으로까지 발전된 것이다.

**광속의 거래 : (Commerce At Light Speed)**

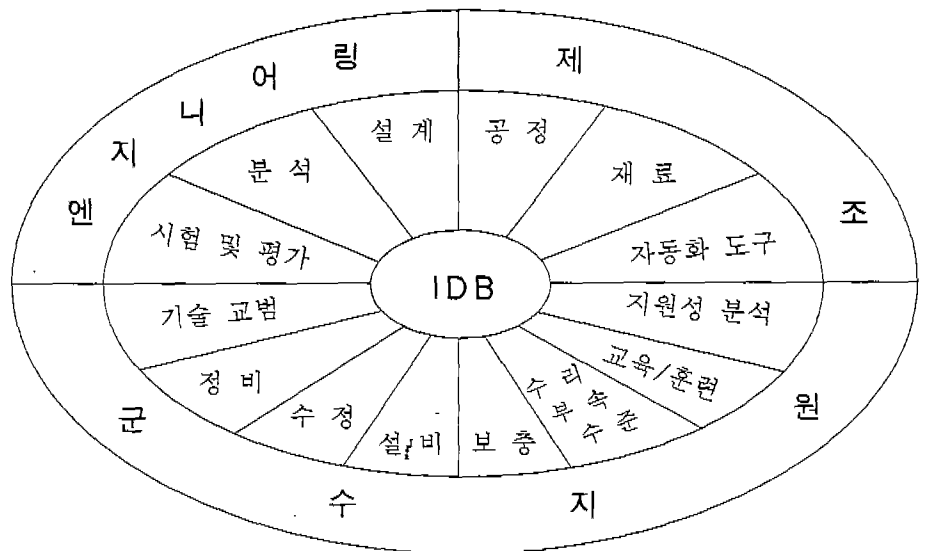
이 용어는 통신에 의한 정보의 전달 과정에 주목하고, 각 국의 국가정보통신망 초고속화 계획과 인터넷 사용의 확산과 더불어 전세계를 연결하는 초고속 통신망의 기반 환경이 실용화 단

계에 다달음으로서 광속과 같이 빠른 초고속 전자 거래의 의미로 발전된 개념이다.

이처럼 CALS의 개념은 과거에는 군의 무기체계를 지원하는 개념에서 출발하였으므로 일반적으로 “무기체계의 설계, 제작 및 군수유통체계 지원을 위해 디지털 기술의 통합과 정보공유를 통한 신속한 자료처리 환경 구축”으로 정의할 수 있다. 그러나 현재는 “제품의 생산으로부터 폐기에 이르는 모든 활동을 디지털 정보기술의 통합을 통해 구현하는 산업화 전략”이라는 표현으로 확장되고 있으며, 제품의 총체적 관리를 위한 기술정보 통합 전략이라고 표현되고 있다.

제조업의 경우 지금까지는 관리 구조 중 특히 생산공정의 관리체계가 기능적 전문 분야 별로 계층적이고 순차

<그림3> CALS의 적용범위



\*자료 : US Army CALS Overview p. 3.

적인 업무처리체계를 유지함으로써 대량 생산으로 공급 시장구조에서 최대의 생산성을 유지해 왔다. 그러나 정보화시대에서 CALS 전략에 의한 산업정보화 전략은 단순한 생산공정의 자동화나 유통관계의 자동화에 머무르지 않고 상품의 전순환주기에 걸쳐 상품관리와 처리 절차를 근본적으로 정보기술화 하는 것을 의미한다.

**CALS의 적용 범위**

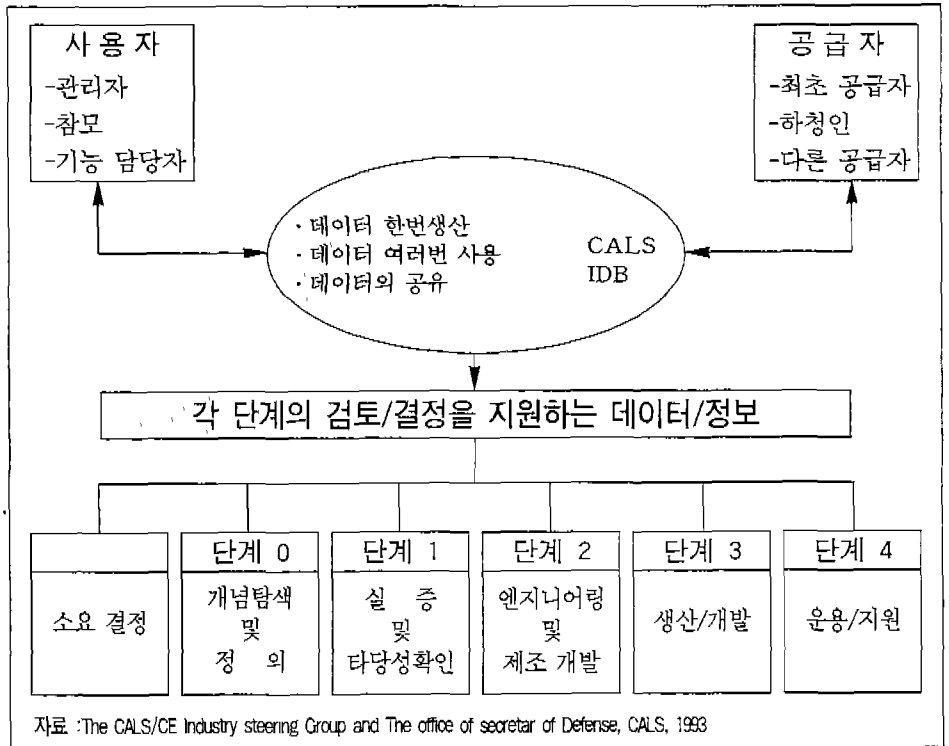
**CALS 개념의 적용 범**

위는 모든 제조업 제품의 생산, 조달과 운용지원 과정에서 디지털 형태의 기술 데이터를 생성, 저장, 분배 및 사용하는 것을 포함하고 있기 때문에 <그림 3>에서와 같이 제품(시스템)의 설계, 제작, 정비, 운용, 및 폐기 단계까지 매우 광범위 하다.

또한 기술 데이터는 기술도면(ED:Engineering Drawing), 생산 정의 데이터, 운용지원 분석(LSA:Logistic Support Analysis) 데이터, 기술교범(TM:Technical Manual), 정비계획, 기술계획, 그리고 시스템의 시험평가 및 장비의 운영 데이터 등을 포함하고 있다.

이러한 데이터는 정부와 업체 또는 업체와 업체간의 통합된 데이터베이스

<그림4> 제품의 수명주기 관리과정과 CALS의 적용



스(IDB:Integrated Data Base)를 구축하며 이를 공유하면서 제품의 전 수명주기 지원에 활용한다는 것이다.

미국의 산업체들은 정부(국방성)의 CALS 구현 요구에 부응하기 위해 ECALS(Enterprise CALS)라는 이름의 체제를 구축하고, 업체 등에서 제품의 제안서를 작성하고, 이를 바탕으로 최종 상품의 제조사양과 제조공정에서 자동화된 설비가 제조에 연동될 수 있도록 하는 NC(Numerical Control) 및 로봇틱 설비가 해석할 수 있는 표준화된 명령 구조로 도면과 작업 지시서를 작성하여 데이터베이스화 하고, 동시에 이를 발주자에게도 디지털로 전송할 수 있는 상호 전송 시스템을 갖출 수 있도록 하며 제품의 제작과

유지, 보수를 위한 기술 매뉴얼도 표준 시스템으로 디지털화는 통합 시스템으로 개발하여 보급하도록 하고 있다. 이와 같이 한 번 생성된 디지털 데이터는 수십 번 반복해서 사용할 수 있고, 통합·자동화가 가능하기 때문에 CALS 전략은 정부와 업체 사이는 물론 모든 기업 및 각종 경영기관에 “신경영 전략(New Management Strategy)”으로 각광을 받고 있는 정보화 및 경영혁신 전략인 것이다.

**CALS의 목표**

CALS는 제품의 설계와 생산, 운용 지원을 포함하여 관련된 절차 내에서 디지털화된 기술자료를 서로 공유하

# 논단

## 정책

면서 설계와 동시에 운용지원 요소까지를 동시에 고려하는 동시공학 절차를 용이하게 제공하고, 이러한 절차의 기능적 요소를 수행시 데이터의 공유를 통해서 개발, 엔지니어링, 그리고 생산 및 운용지원을 위해 수없이 많이 상호간에 전자적으로 데이터의 접근을 가능하도록 하기 위한 환경을 제공한다.

CALS의 목표는 리엔지니어링 획득과 자동화 도구에 의한 획기적인 제품 개발 시간의 단축, 품질의 향상, 그리고 획득과 운용지원 비용의 감소이다. CALS의 목표는 이러한 향상된 정보와 기술공정을 지원하기 위한 통합된 환경을 제공한다.

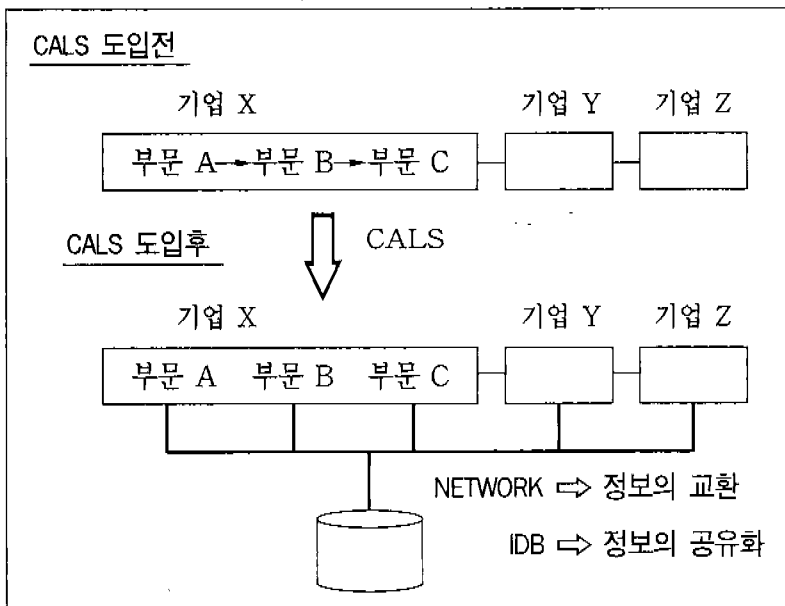
CALS가 효과적으로 달성됨으로써, 더 좋은 기술과 동시공학을 통해 더 효과적인 경쟁력을 갖추고, 모든 부서가 개발에 참여함으로써 팀웍이 증가

하며, 즉각적인 피드백, 더 높은 품질과 기술 데이터를 통해 지속적인 개선이 가능하다. 장기적인 CALS의 비전을 제품의 수명주기 관리 과정과 연계시켜 살펴보면 <그림 4>와 같다.

CALS의 적용 목표는, (1)설계, 생산, 지원자료체계의 완전한 통합, (2) 무기체계 형상 변경에 따른 기술자료 변경을 위한 신속한 최적화, (3)인가된 정부사용자의 업체 및 정부 DB에 온 라인 접근, (4)분산 DB 공유, (5)기술 교범의 자동화 및 교육훈련자료 작성, 분배자동화, (6)CAD/CAE 설계공정과 R&M 엔지니어링의 통합, (7)동시공학 개념의 적용, 생산 및 획득공정의 설계개발 최적화 등으로 요약될 수 있다.

### CALS 적용의 이점 및 기대 효과

<그림5> 기업간의 CALS적용효과



CALS의 적용을 통하여 서류의 감소와 시간의 단축, 그리고 이를 통한 비용과 인력의 절감 효과와 함께 기존의 비효율적인 업무 요소를 제거할 수 있는 등의 이점을 얻을 수 있다. 기업과 기업간의 CALS 적용효과는 <그림 5>와 같이 결국 네트워크를 통한 정보의 교환과 통합 데이터베이스를 통한 정보의 공유가 가능해져서 자사뿐만이 아닌 전세계의 기업들과 기업통합 (Enterprise Integration)이 가능해진다. 이외에도 특히 대형 시스템 (무기, 선박, 항공기, 기차, 대형의 자동화 장비 등)의 개발 획득 및 물류지원에 CALS의 적용을 통하여 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

#### (1) 신속한 정보 서비스 제공

제조업 분야 뿐만 아니라 정보통신 관련 산업 및 전력회사 등과 같은 공공 분야의 기술정보를 통합 데이터베이스 체계로 구축함으로써 즉각적인 정보지원이 가능하게 된다. 이는 제품 및 장비의 소요 단계부터 장비 심의 및 결정 단계까지의 정보를 제공하며, 결정된 제품의 규격, 또는 장비의 요구 성능에 의거한 설계, 제작 및 개발 단계에서는 엔지니어링 데이터베이스를 통해 정보 서비스를 받게 된다. 장비의 수리 요청 및 부품 청구 등의 업무 수행에서도 전자 자료 교환망을 통한 신속한 서비스를 제공받을 수 있다.

#### (2) 비용의 절감

CALS는 장비에 대한 정확한 정보 제공을 통하여 적절한 설계 및 운영방안을 제시함으로써 수명주기 비용을 최소화 할 수 있으며, 서류에 의한 업무 절차를 자동화 및 통합화함으로써 노력의 중복을 감소하고 중복되는 데이터를 제거하며, 데이터 관리의 효율성으로 데이터 개발 및 분배 비용을 감소시킬 수 있다.

CALS를 적용하여 비용을 절감할 수 있는 사례로써, 미 공군은 서류가 없는 기술교범 시스템을 통하여 기술 교범을 위한 분배 및 유지비용을 잠정적으로 1억 3천 5백만 달러를 절감 할 수 있을 것으로 평가하고 있으며, 자동화를 통하여 업체는 이미 기술교범의 제작 및 수정 절차에서 20-30%를 절감할 수 있다는 것을 경험하였다. 이와 같은 CALS의 적용을 수명주기 단계별로 살펴보면 개념 연구비용의 15-40%, 데이터 획득비용의 15-60%, 제작비용의 15-60%, 운용지원 요소 개발비용의 20-35%를 절감했음을 경험하였다.

### (3) 소요 시간의 단축

CALS는 통합된 데이터베이스를 이용하여 각종 제품 및 장비의 성능, 제원의 신속한 검색이 가능해지고 개발 및 지원 관리업무의 전산화로 인하여 업무량을 감소시킴과 동시에 장비획득 및 운용지원 소요 시간을 단축시킨다. 특히 예비 부품의 경우, 장비의 수명주기 동안 최초의 생산업체가 부품 생산을 중단하더라도 저장된 CIM 엔

지니어링 데이터에 의하여 신속한 부품 획득이 가능하다.

### (4) 품질의 향상

CALS는 CAD/CAM/CIM 절차와 데이터베이스를 직접적으로 연결함으로써 장비설계의 신뢰성과 정비성을 향상시킴은 물론 계획, 획득, 훈련 그리고 정비를 지원하기 위한 기술정보의 품질을 향상시킬 수 있다. 또한 데이터의 부정확, 누락, 불일치 요소들을 제거함으로써 데이터의 품질과 업무의 질을 향상시킬 수 있다.

실례로 1989년 미국 CALS ISG 그룹의 보고서에 의하면 CALS의 적용으로 고도의 정밀장비의 획득 및 구매시의 데이터 전송 오류를 98% 감소시켰으며, 제작 부문에서는 80%의 품질 향상을 가져오고, F-16항공기 장비의 고장 진단에 대한 신뢰성은 35%가 개선된 것으로 나타났다.

### (5) 인력의 절감

CALS의 적용은 상품의 개발 및 운용지원의 자동화와 통합화를 통하여 기존의 비효율적 업무 요소를 제거하게 됨으로써 소요 시간과 비용의 감소, 품질의 향상은 물론 효율적인 업무 진행과 인력 절감이 예상된다. CALS를 통한 인력의 절감은 소수의 인력으로 보다 효율적인 업무를 가능하게 하고, 운영유지 비용의 절감 효과도 함께 가져와 상대적으로 상품 획득비용의 상승 효과를 가져올 것으로 판단되며, 업체의 경우 보다 적은 비

용으로 품질 좋은 제품의 생산이 가능하여 경쟁력 향상에도 도움이 될 것으로 판단된다.

실례로 미 국방분석위원회(IDA)는 무기체계 획득 과정에 CALS를 적용함으로써 5-40%의 인력 및 물자를 절약할 수 있다고 보고하였으며, 미 해군의 경우 CALS를 통하여 합정 예방 정비 행위의 노동력을 20% 감소시켰다. 또한 1989년 9월 CALS ISG Benefits Working Group의 보고서에 의하면, Newport News Ships-building 업체의 경우 함선 건조의 엔지니어링, 건설, 그리고 품질 보증 분야에서 연간 200,000 인시(MH)의 절감 효과를 가져왔으며, 유럽 공동체의 경우 새로운 법률의 출판 과정에서의 소요 기간을 6주에서 2일로 단축시킴과 동시에 인력 소요의 75%를 감소시킬 수 있었다.

### (6) 종이 없는(Paperless) 업무 환경의 구축

CALS의 적용은 정의한 바와 같이 상품이나 시스템의 전 수명주기에 대한 기술정보를 디지털화하여 온라인 화시키고, 이들 정보를 공유할 수 있는 하부구조를 구축하는 것이다. 따라서 서류 중심의 업무처리 방식에서 과감히 탈피하여 연계된 업무처리 체계를 전산화, 자동화함으로써, 기술정보의 효과적인 관리와 즉각적인 지원, 일관성 있는 정보 유지, 그리고 보다 많은 정보의 관리 등과 같은 효과를 기대할 수 있다.