

수주산업의 DFSS 적용사례 연구

성수경¹ · 김준석¹ · 변재현²

¹ 한국항공우주산업(주) 혁신 팀

² 경상대학교 산업시스템공학부

A Case Study of Design for Six Sigma for Order-Based Industry

Su-Gyeong Sung¹ · Joon Seok Kim¹ · Jai-Hyun Byun²

¹ Innovation Team, Korea Aerospace Industries

² Department of Industrial and Systems Engineering,
Gyeongsang National University, Jinju, 660-701

Abstract

Six sigma is a business management strategy and is used to improve the quality of the products and processes in many organizations. However traditional six sigma methodology, namely DMAIC, is not suitable for developing products. This paper investigates DFSS methodologies and presents a DFSS methodology for order based industry. Specifically, we suggest a customized DMADV method for order based industry and present a case study for developing a configuration optimization of the flying simulators.

Keyword : six sigma, DFSS, DMADV, aerospace production, order-based industry

1. 서론

수주산업이란 수요자의 주문에 의해 생산되고 장기간에 걸쳐 생산, 납품되는 제품이나 서비스들로 구성된 산업을 말한다. 즉 항공기, 건설, 플랜트, 조선, 방위산업, 산업용기계 등이 여기에 포함된다. 수주산업의 특징은 제품/서비스 측면에서는 일반 공산품 대비 대규모이고 주로 높은 가격을 형성

하고 있으며 고객측면에서는 일반적인 산업과 달리 기업이나 정부가 주 고객일 경우가 많다. 이러한 수주산업에서의 DFSS추진은 일반적으로 대량생산이 이루어지는 자동차 산업 혹은 전자산업의 추진방법론을 그대로 적용하기에는 많은 문제점이 발생할 수 있다. 이러한 이유로 인해 수주산업에서의 DFSS의 성공적 사례는 많이 찾아보기 힘

들고 중도에 포기하는 기업들도 상당수 존재한다. 따라서 본 연구를 통해 수주산업 중 항공기 종합생산을 하고 있는 K-기업의 DFSS 적용사례와 성과를 연구함으로써 수주산업의 DFSS적용의 가능성과 그 효과를 확인하고자 한다.

6시그마는 문제해결 프로세스로는 거의 모든 기업에서 가장 일반적으로 DMAIC 로드맵, 즉 Define, Measure, Analyze, Improve, Control단계의 로드맵으로 추진하는 방법론을 사용한다(박성현, 2005; Mikel, Schroeder, 1999). 그러나 연구개발부문과 사무간접부문은 이러한 DMAIC방법론을 적용할 경우 문제해결 및 효과가 만족스럽지 못한 경우가 많아 새로운 방법론을 개발하게 되었는데 이 중 주로 설계 및 개발부문에 특화되어 적용하도록 한 것이 바로 DFSS(Design for Six Sigma)방법론이다(박성현 외, 2001). 즉 DMAIC은 기존 프로세스에 대한 개선의 방법론 측면에 집중하는 반면(Method Approach), 설계나 개발부문은 새로운 프로세스나 제품, 서비스를 개발(Design Approach)해야 하기 때문이다.

DFSS는 연구개발단계에서 고객요구를 반영하여 제품의 품질, 신뢰성, 가공성 등의 측면에서 과학적 방법을 통하여 짧은 기간 내에 6시그마 품질수준의 제품을 생산하기 위한 제반 프로세스를 의미한다. DFSS는 GE에서 시작되었으며, DMAIC방법론이 기존 프로세스의 공정능력 개선에 집중하는 반면, DFSS는 새로운 제품 또는 서비스를 개발할 때 프로세스가 존재하지 않거나 프로세스에 대한 재설계가 필요할 때 사용하게 된다. DFSS의 로드맵으로는 IDOV와 DMADV방법론을 주로 사용한다(이강균, 2002).

IDOV는 DFSS를 개발한 GE사에서 고안하여 사용하고 있으며 우리나라에서는 주로 삼성그룹 등에서 신제품 개발시 DFSS 방법론으로 채택하여 사용하고 있다. 이렇게 GE에서 IDOV를 사용하다가 업무의 특성에 따라 일부 수정된 DFSS방법론을 개발하여 GE 메디컬 시스템 등에서 사용하였는데 이것이 DMADV방법론이다. 이 DMADV방법론은 현재 국내 많은 기업에서 DFSS방법론으로 채택하여 사용하고 있는 실정이다(박성현 외, 2001).

6시그마를 도입하는 기업에서는 DFSS로 DMADV를 선택하거나 IDOV를 선택하거나 큰 차이는 없다. 각 기업의 환경에 가장 적합하다고 생각되는 로드맵을 사용하면 될 것으로 보인다.

2. K-기업의 DFSS 실행방법

2.1 K-기업의 사업 및 개발프로세스 특징

K-기업의 사업특징을 살펴보면 우선 고객측면에서는 고객요구사항이 다양하고 전문지식을 보유한 고객이 많다는 특징을 가지고 있다. 즉 민수분야의 주요고객은 보잉, 에어버스 등 전세계 항공산업을 선도하는 기업으로서 자신들이 원하는 제품의 요구도가 명확한 경우가 대부분이다. 방산분야 또한 국방부, 공군 등의 전문적이고 명확한 무기체계에 의해 사업이 진행되게 된다.

생산측면에서는 다양한 제품과 공정을 보유하고 있으며 소량생산을 하는 대표적인 다품종 다공정의 소량생산시스템을 가지고 있다고 할 수 있다.

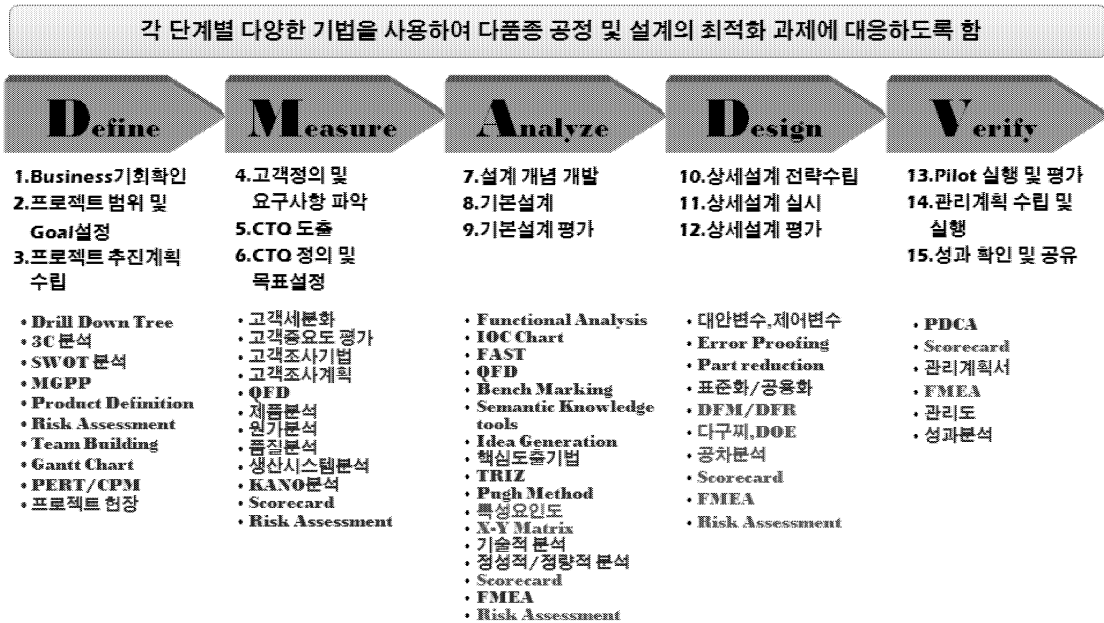
설계측면에서는 System Integration, Concurrent 엔지니어링, Long Lead Time

개발의 성격이 강하다. 설계형태로는 Hardware 개발부문과 Software 개발부문으로 나눌 수 있으며 Hardware부문은 치공구/설비 설계, 항공기 기체설계, 전장설계, 전기/전자장비 설계로 구분되며, Software 부문은 전기/전자 장비 운용 프로그램 설계, 신뢰성 설계로 분류할 수 있다.

2.2 K-기업의 DFSS 특징

이러한 K-기업의 사업 및 설계특성을 고려하여 DFSS추진방법을 DMADV 5개의 부문으로 최적화하여 추진하고 있다. 첫째,

약된 항공기 사업 원가절감 과제의 경우 개선결과 실현시기를 과제 수행 후 4년 이내로 연장하고 성과보상은 사후관리를 통한 FEA검증 후 보상할 수 있도록 하였다. 셋째, 과제 수행 시 통계보다는 시스템 특성을 고려한 System Approach를 중시하였다. 즉 집합성, 관련성, 목적 추구성, 환경 적응성 등의 특성을 고려하여 과제대상을 선정하고 필요 시 범위를 확장하여 과제를 추진하였다. 넷째, 항공기의 원가절감에 집중한 Target-Cost과제를 수행하였다. 이러한 Target-Cost과제는 Mega-Y/Big-Y과제와



<그림 1> K기업의 DFSS 로드맵

DFSS 로드맵은 DMADV, DMEDI, IDOV 중 제품특성을 고려하여 DMADV 상세로드맵을 개발하였다(<그림 1> 참조). 이 상세 로드맵은 각 단계별 다양한 기법을 사용하여 다품종 공정 및 설계의 최적화에 대응하도록 개발하였다. 둘째, 사업특성 상 개선결과가 미래에 실현되는 Long Lead Time개발 과제에 대해서는 잠재 재무 제도를 운영하였다(성수경 외, 2009). 예를 들어 미 계

연계하여 항공기의 제작원가를 설계에서부터 고려하여 원가절감을 극대화하고자 하였다.

2.3 방법론 분석

상술한 바와 같이 수주산업으로서의 K-기업은 산업과 개발특징을 반영하여 아래와 같이 DMADV의 DFSS 방법론을 최적화하였다.

1) Define단계

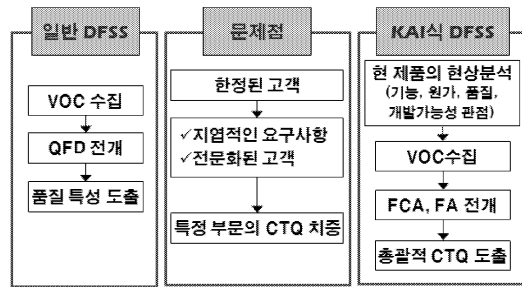
Define단계는 일반적으로 과제의 추진 배경이 무엇인지를 확인하고 현재 어떠한 문제가 있으며 최종적으로 가야 할 길이 어디인지에 대한 정확한 프로젝트 범위와 목표를 설정하고, 과제 추진 계획을 상세히 수립한다. 또한 이 단계에서 과제의 추진을 위해 필요한 팀원을 선정하고 각 팀원별 업무를 할당해야 한다.

K-기업의 Define단계는 이러한 기존 DFSS와 마찬가지로 개선기회 확인, Goal설정, 팀 빌딩 및 추진계획수립으로 구분하여 추진하였다.

2) Measure단계

Measure단계의 경우 일반적으로 VOC를 수집하여 품질기능전개(QFD; Quality Function Deployment)를 통해 CTQ(Critical to Quality)를 선정하고 현수준 및 목표수준을 결정한다. 품질기능전개는 자동차나 전자제품처럼 고객의 요구도가 명확하지 않고 시장이 확정되지 않은 신제품 개발 시에 아주 유용한 분석기법이 될 수 있다.

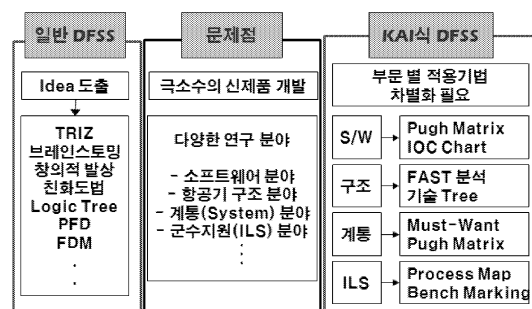
K기업의 경우 고객이 한정되어 있고 전문화되어 있으며 고객요구사항이 이미 정해져 있는 경우가 많으므로 VOC(Voice of Customer)수집보다는 제품의 현상분석에 치중해야 하는 과제가 많다. 따라서 M단계에서는 품질기능전개 보다는 기능원가분석(FCA; Function Cost Analysis)나 기능분석(FA; Function Analysis)를 주로 사용하게 된다. 즉 현 제품의 현상분석과 기능 및 비용분석의 단계를 강화하였다(<그림 2> 참조).



<그림 2> K기업의 DFSS M단계

3) Analyze단계

Analyze단계의 경우 일반적인 DFSS과제에서는 주로 브레인스토밍, TRIZ, 로직트리 등을 사용하여 개념설계를 도출하는 경우가 많지만 K기업은 신제품개발은 많지 않은 반면에 소프트웨어, 항공기 구조, 계통, 군수지원 등 분야가 매우 다양하기 때문에 부페식으로 부문별 적용기법을 차별화하여 적용하였다. 즉 소프트웨어 부문은 Pugh Matrix, IOC(Input-Output-Constraint) Chart기법을 사용하고 구조부문은 FAST(Function Analysis Structure Tree) 분석 및 기술 Tree등을 사용하였다(<그림 3> 참조).



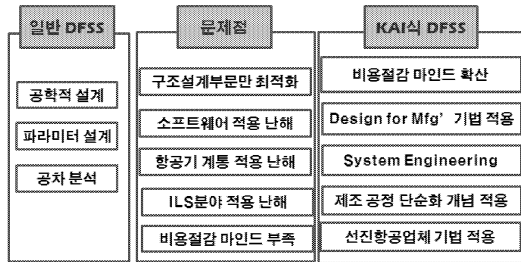
PFD: Process Flow Diagram (제조공정계통 사용)
FDM: Function Deployment Matrix(제품개발 분야 사용)

<그림 3> K기업의 DFSS A단계

4) Design단계

Design단계는 상세설계에 해당되므로 통상적인 DFSS 추진과제의 경우 파라미터 설계, 공차분석 등 최적화 업무를 수행한다.

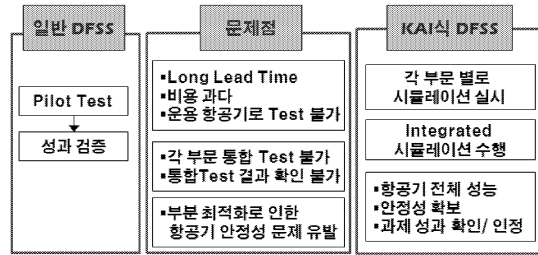
하지만 항공기 설계 및 개발의 경우 리드타임이 길어 과제수행기간 내 제품이 완성이 안되는 경우가 많다. 따라서 상세설계의 추진방법을 분야별로 차별을 두어 실시하였다. 즉 다구찌/실험계획법을 사용한 파라미터 설계나, 공차 설계 등을 실시하던 것을 K 기업에서는 DFM(Design for manufacturability) 적용, System Engineering, 공정단순화 개념 적용, 선진항공업체 기법 적용 등을 통해 D단계를 수행하였다.



<그림 4> K기업의 DFSS D단계

5) Verify 단계

마지막으로 Verify 단계는 검증단계로서 Pilot테스트를 수행하고 최종적으로 성과확인을 하도록 되어 있다. 그런데 K-기업의 경우는 항공산업의 특성상 Pilot test의 기간 및 비용이 과다하게 발생하는 제품/시스템이 많고 무리한 Test로 인해 항공기 전체 성능 및 안정성에 문제가 유발될 우려도 있기 때문에 이런 경우 프로그램 및 통계를 이용한 시뮬레이션 시험으로 대체하고 또한 항공기 전체최적화를 위한 통합 시뮬레이션을 실시하여 항공기의 신뢰성을 확보할 수 있도록 하였다(김준홍 외, 2008). 이렇게 검증을 완료한 과제는 실제 생산에 적용되는 시기를 고려하여 일반 재무, 잠재 재무, 비재무 등으로 구분하여 성과평가를 실시한다(성수경 외, 2009; <그림 5>참조).



<그림 5> K기업의 DFSS V단계

2.4 성과 분석

K 기업은 DFSS를 6시그마 추진 2차년도 3차 웨이브부터 적용하여 현재까지 지속적으로 추진하고 있다. 건수를 살펴보면 3차 웨이브에는 11건이었으며 이후 꾸준히 상승하여 10차 웨이브에는 76건을 추진하였다.

예상재무성과를 분석해본 결과 초기에는 29억 정도의 성과를 도출하였으나 차츰 증가하여 각 웨이브 당 약 50억 정도의 성과가 지속적으로 도출되고 있다.

진척과제 대비 DFSS과제의 점유율 측면에서 살펴보면 초기에는 10%정도의 점유율을 보였으나 차츰 증가하기 시작하여 현재는 40%~50%대를 유지하는 것을 볼 때 DFSS가 시간이 갈수록 상당히 활성화되고 있음을 볼 수 있다.

이러한 추진결과를 볼 때 특화된 DFSS 방법론을 통해 K-기업의 경우 개발부문의 6시그마를 상당부분 성공적으로 추진하고 있음을 알 수 있다. 다음 장에서는 DFSS 추진과제 중 2008년 마이클해리상을 수상한 개발부문 과제의 추진사례를 통해 상세한 실행내용을 살펴보고자 한다(곽상혁, 2008).

3. 적용 사례 -비행시뮬레이터 형상 최적화를 통한 경쟁력 강화

3.1 과제 개요

비행 시뮬레이터는 조종사가 실제 항공기

에 탑승하기 전에 가상의 비행체험을 실시할 수 있도록 제작된 모의조종공간을 말한다. 현재 시뮬레이터 시장은 국내 약 1,200억원 정도이며, 이러한 시장의 선점을 위하여 가격 경쟁력이 절실한 것으로 분석이 되었다. 현재 문제점은 향후 수출하는 항공기용 시뮬레이터 시장 선점을 위해 경쟁사와의 경쟁에서 우위를 점해야 하나 기존 시뮬레이터 가격이 경쟁사 대비 높게 책정되어 있는 것으로 확인되었다. 따라서 본 과제의 수행을 통해 기존 시뮬레이터의 최적화 및 원가를 절감하고자 하였다.

3.2 추진 과정

3.2.1 Define(정의)

1) 비행훈련 시뮬레이터 소개

비행훈련 시뮬레이터는 실제 전투기 혹은 훈련기를 탑승하기 전에 비행속달에서 진술 훈련까지 실 항공기에서 수행하는 모든 훈련 임무를 가상 체험할 수 있는 지상장비를 의미한다. 비행훈련 시뮬레이터는 영상시스템 외 7개 서브 시스템, 즉 입출력 시스템, 음향시스템, 조종실, 교관실, 전원분배시스템, 호스트 시스템, 통합정비콘솔로 구성되어 있다.

2) Business 기회 확인

추진배경 및 개선기회 확인을 통해 시뮬레이터 잠재시장이 매우 크고 사업성이 있는 반면, 당사의 개발된 비행훈련시뮬레이터는 해외도입 상용품의 구입비용이 과다하여 경쟁사와의 수주 경쟁에서 가격적인 측면에서 경쟁력이 저하되고 있는 것으로 확인되어 시뮬레이터 재설계와 일부 고 사양 시스템의 최적화를 통해 경쟁사와의 수주 경쟁에서의 기술적/비용적 우위를 점하기

위한 혁신활동의 노력이 필요함을 확인하였다.

3.2.2 Measure(측정)

시뮬레이터에 대한 고객요구사항을 도출하고 FCA(Function Cost Analysis, 기능비용분석)기법을 이용하여 각 품목별 기능을 상대 비교하였으며 기존 제작원가와 각 품목이 가지고 있는 기능을 확인하여 기능 대비 비용이 과도하게 소요된 품목을 확인하고 각 품목별 목표비용을 예측하였으며, 이 품목의 비용들을 CTQ로 선정하였다(<그림 6> 참조).



<그림 6> Function Cost Analysis

3.2.3 Analyze(분석/개념설계)

각 서브시스템 별 특징에 따라 개념설계 전략을 상이하게 수립하여 진행하였다.

구매부품인 영상발생장치는 벤치마킹 및 현상분석을 실시하여 개념설계안을 도출하였고 설계부문은 기능분석을 통해 주요기능 및 부가기능을 확인하여 최적설계안을 도출하였다.

영상발생장치는 벤치마킹 및 수출지역 지형을 재분석하여 불필요한 기능을 도출하였으며 최적화할 경우 저가의 장비를 사용할 수 있음을 확인하였으며, 돔 스크린, 탑승로, 프로젝트 선정은 IOC(Input-Output-

Constraint 확인) chart를 통해 세부 설계요소를 도출하였다. 또한 Hud 모의, 및 전원 분배시스템 또한 기능분석을 통해 장비를 재선정, 최적화하였다.

3.2.4 Design(상세설계)

각 분야별 개념설계방안을 바탕으로 상세 설계 전략을 수립하고 최적화 및 최종대안을 결정하였다.

영상발생장치는 PC급으로 채택하였고 돔 스크린은 단면분석을 통해 사용된 소재를 분류, 개발을 실시하였으며, 스크린 외형 및 마운트는 요구사항 및 기능, 비용을 최대한 고려하여 재설계를 실시하였다.

3.2.5 Verify(검증 및 효과파악)

잠재재무과제로서 CATIA를 통한 설계를 실시하여 Simulation 및 해당업체 견적입수 결과 제작 및 효과를 확인한 결과 1set당 44억의 성과를 도출하여 향후 항공기 시물레이터 수주 경쟁에서 우위를 점할 수 있게 되었다.

4. 결론

지금까지 K 기업의 DFSS 추진방법 및 적용사례를 살펴보았다. K 기업은 앞서 정의한 바와 같이 항공산업을 대표하는 기업이며 전형적인 수주산업의 형태를 지니고 있다. 이러한 K 기업의 DFSS 추진방법 및 성과는 수주산업의 DFSS 추진성공을 위한 몇 가지 방향을 제시하고 있다.

첫째, 회사의 특성을 고려하여 DFSS 로드맵을 결정하는 것이다. K 기업은 제품특성을 고려하여 DMADV를 선택하였다. 이는 초기 과제도출 및 진행 시 효과 및 과제의 성공여부와 결정될 수 있으므로 신중하

게 선정하여야 한다.

둘째, 로드맵의 각 단계별 기법을 정형화할 필요는 없다는 것이다. K 기업은 제품의 종류가 다양하고 개발과제가 신제품개발보다는 설계변경, 제작원가 절감, 형상최적화 등의 과제가 주류를 이루어 이에 부합되도록 각 단계별로 기존 6시그마뿐만 아니라 VE(Value Engineering), 신뢰성 공학 등을 참조하여 과제를 추진하였다.

셋째, 기존에 회사가 가지고 있는 개발 프로세스가 있다면 이를 최대한 활용하라는 것이다. K 기업은 설계평가(Analyze 및 Design단계 협의)시 항공기 개발프로세스를 고려하여 이를 활용하였다. 이는 엔지니어가 DFSS과제를 수행할 때 보다 친숙하게 접근할 수 있게 하였다.

6시그마는 일반적으로 양산 산업에서 큰 효과를 발휘하고 수주산업에서는 그대로 적용해서 사용하기가 쉽지 않다. 그래서 상당수의 기업에서 중도에 포기하거나 일부 품질부서에서만 형식적으로 추진되고 있는 것이 현실이다. 본 논문에서 소개된 K 기업의 DFSS 추진 방법론은 수주 산업에서 어려움을 겪고 있는 개발부문 6시그마 실행방법에 있어 상당부분 참조가 될 것으로 보인다. 특히 각 단계별 DFSS 로드맵과 사용 기법을 잘 활용하면 수주산업의 6시그마 활동뿐만 아니라 설계의 표준화 및 신규 프로젝트 수행 시 많은 도움이 되지 않을까 기대한다.

참고문헌

- [1] 곽상혁(2008), "비행시물레이터 형상 최적화를 통한 경쟁력 강화", 6시그마 Mega Conference, 한국표준협회.

- [2] 김준홍,정원(2008), "신뢰성 공학", 청문각.
- [3] 박성현,이명주,이강군(2001), "6시그마 설계를 위한 DFSS", 한국표준협회.
- [4] 박성현(2005), " 6시그마 이론과 실제 ", 한국표준협회.
- [5] 성수경,윤태홍,변재현(2009), "수주산업의 6시그마 성과평가체계와 사례", 「품질경영학회지」, 36권, 3호, pp.45-54.
- [6] 이강군(2002), "R&D 부문의 최적화 설계를 위한 Design For Six Sigma 방법론 연구", 성균관 대학교 과학기술대학원.
- [7] Harry, M., Schroeder, R., and Lurie, J. (1999), "SIX SIGMA: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations", Doubleday Business.