

기술성과측정; 개요 및 대형개발사업에의 적용

Technical Performance Measurement; Overview and Its Application in Complex System Development

최 석*, 박중용, 김승범 (한국항공우주연구원)

1. 서론

항공기시스템 및 우주시스템과 같이 현대의 복잡하고 대형화된 시스템의 개발사업에 있어서 다양한 요구 조건 및 주어진 일정과 비용을 충족하는 최종의 성공적인 시스템을 개발하기 위하여 다양한 사업관리기법들이 지속적으로 적용되어오고 있다. 이러한 사업관리기법들은 예산, 일정 등 개발사업의 요소를 효과적으로 계획, 관찰, 조정, 통제하는 기법들로 개발되어 왔다.

그러나, 정량적인 수치를 기반으로 개발사업의 계약 당사자간에 계약에 의해 명시 가능한 예산이나 일정 등에 대한 관리기법과는 달리 시스템 개발에 있어 기술적인 성능 및 운용요구조건의 충족여부를 판단할 수 있는 기술성과의 관리는 계약적으로 쉽게 규제하기 힘들며, 그 결과에 대한 평가 또한 사업 이해당사자들 간의 동의를 통해 얻어져야 함에 따라 개발사업 기간 중에 지속적인 관리가 쉽지 않은 항목이다.

본 논문에서는 대형시스템 개발사업에서 사업관리 기본요소인 예산, 일정, 기술 중 기술성과를 정량적으로 측정하여 체계 공학적으로 관리하기 위한 방법인 기술성과측정(Technical Performance Measurement : TPM) 방법의 개요 및 발전 등 전반을 고찰하고, 대형개발사업에 적용 시 고려사항 및 적용방법에 대해 논하고자 한다.

2. 기술성과측정 개요

2.1 기술성과측정의 정의

기술성과측정은 개발일정을 따라 선정된 기술요소의 예측치를 설정하고, 실제 측정치를 비교하여 사업관리자의 의사결정을 지원하는 방법이다. 이러한 기술성과측정은 개발 기간 중에 시스템의 요구조건에 부합되는 시스템이 개발되어지는가를 확인할 수 있도록 하는 도구이며, 기술적인 문제점을 조기에 경고해주는 수단이다. 기술성과측정은 보고서의 형태로 이루어지며, 그 구성은 도식화된 부분과 이에 대한 설명으로 이루어진다. 그림 1은 도식화된 표현의 예이며, 가로축은 개발 일정 및 주요 설계 단계를 표시하며, 세로축은 선정된 기술 파라미터의 값으로 표시된다. 선정된 파라미터의 개발일정의 함수로 제시된 계획프로파일(Planned Profile)에 대해 실제 측정치를 제시하여, 측정시점별 계획치 대비 실측치의 차이를 도식화하여 기술성과측정의 결과를 보여준다. 설명부분은 계획치와 실측치의 차이에 대한 설명 및 그 차이의 문제점 및 사업에 미치는

심각성을 보여준다. 또한 문제점을 보완하기 위해 필요한 사항을 제시한다.

기술성과측정을 위하여 선정된 파라미터는 개발자 및 고객과의 합의에 의해 통상적으로 결정된다. 일반적으로 고객은 개발사업의 주된 비용발생인이며, 높은 기술적인 위험요소를 가지는 주요 개발요소가 기술적인 성능과 직접적으로 연관되어 표현되기를 원한다.

전술한 바와 같이 기술성과측정은 주요 성능 파라미터(KPP: Key Performance Parameters)의 예측치와 실측치의 차이를 비교 분석하여 시스템 효과도에 어느 수준의 영향을 주는지를 분석하는 방법이다. 이러한 기술성과측정은 기술적인 위험요소에 대해 실측치와 예측치를 비교함으로써 기술위험도를 관측하는데도 유용한 도구이다. 개발 기간 중에 반복적으로 적용된 기술성과측정 방법은 위험도 관리의 효과를 제고하며, 회복 불가능한 비용초과 및 일정지연을 초래할 수 있는 새로운 위험요소를 조기에 발견할 수 있도록 하는 방법이다.

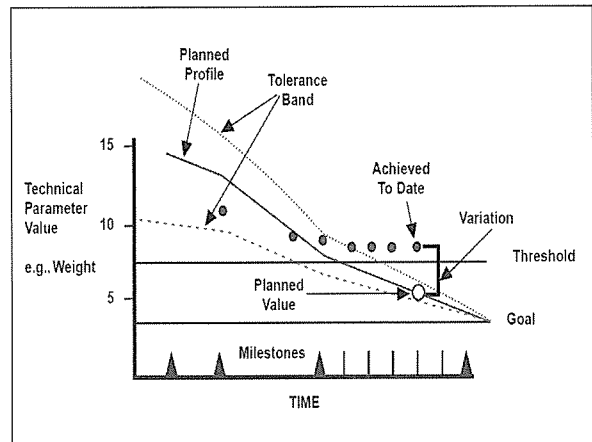


Fig. 1 Technical Performance Measurement
- the Concept

이러한 기술성과측정은 IEEE 1220 및 EIA 632에서도 시스템엔지니어링 프로세스로서 부가적인 적용기준을 제시하고 있다.

2.2 기술성과측정의 수행

기술성과측정은 개발사업이 비용 및 일정 상 돌이킬 수 없는 영향을 받기 전에 발생 가능성이 있는 사업상의 위험요소를 사전에 개발자 및 사업관리자에게 경고해주는 주요한 수단이다. 일반적인 대형개발 사업관리계

획에 사업 위험요소를 사업단계별로 인식하고, 평가하고, 관리하는 위험 관리 계획(Risk Management Plan)이 있는 경우, 기술성과측정은 기술요소에 대한 위험관리 계획 및 위험도 평가에 필요한 자료를 제공할 수 있다. 또한, 위험관리계획은 기술성과측정의 측정항목 선정 시 필요한 정보를 제공하고, 각각의 선정 항목이 가지는 사업적인 중요도를 결정하는데 참고자료로 활용된다. 기술성과측정은 작업분할구조(WBS; Work Breakdown Structure)에서 중요 구성요소를 선정한 다음 프로그램의 진행에 따라 구성요소의 기술 성취도를 측정한다. 기술성과측정의 기본적인 정의는 2.1에서 기술한 바와 같다. 이러한 기술성과측정은 주요 설계인자가 결정되는 시점인 체계설계검토(SDR)이후부터 실시하고, 주요 구성품, 즉 형상품목(Configuration Item)은 요구조건이 시스템 수준에서 각 계통수준으로 할당되는 시점부터 시작할 수 있을 것이다. 일반적으로 형상품목에 대한 요구조건의 설정이 기본설계 완료시점에서 이루어지므로 형상품목, 구성품 수준의 기술성과측정도 예비설계검토(PDR)가 이루어졌을 때 시작하는 것이 좋다. 이 시점에는 형상품목요소에 부여된 성능기준이 이후 크게 변경되지 않고 안정적이기 때문이다. 기술성과측정은 각 구성요소의 검증이 이루어지는 시험평가기간까지 지속된다. 또한, 기술성과측정은 형상품목에 주요 부분 개조가 있거나, 설계변경을 포함한 생산 개선작업이 이루어질 경우에도 시행되어야 한다. 결론적으로 기술성과측정이 시작되는 시점은 각각의 형상품목의 요구도가 일정 수준 안정되었다고 판단되는 시점에서 시작하면 될 것이다.

2.2.1 파라미터의 선정

기술성과측정에 필요한 파라미터는 시스템 요구도를 반영한 MOP(Measure of Performance)에서 직접적으로 선정할 수 있다. 이러한 MOP는 개발시스템의 운용성능 요구도를 반영한 MOE(Measure of Effectiveness) 및 개발된 시스템이 운용될 환경과의 적합성, 정비성, 군수지원요소의 적절성 및 인간요소와의 적합성 등을 반영하는 MOS(Measure of Suitability)에서 추출된다. 앞서 설명한 바와 같이 기술성과측정은 작업분할구조를 통해 설계의 진행사항과 요구도에 부합되는 설계가 진행되는지 여부를 평가하며, 또한 기술적인 위험도를 관측하고 추적할 수 있도록 한다. 기술성과측정 파라미터는 작전반경, 정확도, 가용도, 요구전력 등 시스템의 성능요구조건과 직접적으로 연관된 다양한 특성치들을 선정할 수 있다. 선정된 파라미터는 작업분할구조와 연계되어지는 것이 통상적이나, 일부 필요한 기술성과측정 파라미터는 전체 시스템 수준 또는 계통수준의 인자일 수도 있다. 예를 들어 엔진과 같은 계통수준의 경우 Specific Fuel Consumption은 엔진의 개발 전 과정에서 지속적으로 기술성과측정 파라미터로 지정되어 측정되어야 한다. 이러한 파라미터는 엔진 하위 작업분할구조에 할당되어 질 수 없으며, 엔진의 성능을 보여주는 하나의 독립된 데이터로 보고되어야 한다. 다음은 MOE와 MOP 그리고 기술성과측정 파라미터와의 연관관계의 예를 든 것이다.

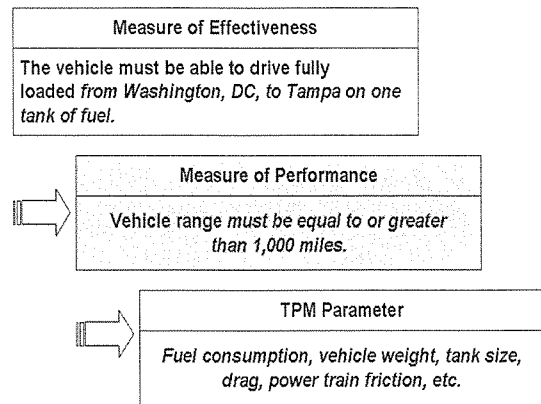


Fig. 2 Example of MOE, MOP and TPM

이렇게 선정된 파라미터는 기술성과측정 적용 시 시스템 개발사업의 성패를 판단하는 주요한 지표가 될 것이다. 또한, 선정된 파라미터는 그 측정값이 시험 또는 분석으로부터 직접 그리고 빠른 시간내에 도출될 수 있는 값이어야 한다. 그리고, 개발시점별로 정해진 파라미터의 값과 허용범위가 각 파라미터별로 예측 가능해야 하며, 그것이 설계, 시제작, 시험 등에 의해 구체화되어야 한다.

그림 3은 화력 통제 시스템의 부분 계통도를 나타내는 것으로, 어떻게 요구조건들이 할당되고 추적되는지를 보여 주고 있다. 계통수준에서 할당된 요구조건들이 하부 구성품 수준에 어떻게 할당되어지는지를 확인할 수 있다. 기술성과측정의 파라미터는 가능한 작업분할구조와 이러한 상관관계로 연관되어 설정되고 추적되어지면 유용한 시스템엔지니어링 도구로 활용될 수 있을 것이다.

2.2.2 계획프로파일의 작성

선정된 기술성과측정 파라미터는 개발시점별로 계획프로파일(Planned Profile)이 작성되어야 한다. 개발을 수행하는 주체는 적절한 프로파일을 작성하여야 하며, 승인자에게 검토, 승인을 얻어야 한다. 현실적인 계획프로파일을 작성하는 것은 단순한 일은 아니다. 또한, 계획프로파일은 처음 설정한 대로 고정되는 것이 아니라 개발이 진행되는 동안에 프로파일이 변경될 수도 있다. 그림 1에서 보는 바와 같이 기술성과측정방법은 각 프로파일에 허용 폭을 설정함으로써 더욱 이용도를 높일 수 있다. 프로파일의 상한 치와 하한 치를 이용하여 관리자는 기술성과가 초과달성할 것인지 실패할 것인지에 대해 예측할 수 있다. 계획프로파일의 허용제한 값은 일반적으로 개발단계에서 개발자가 정하는 것이며, 승인자의 검토와 승인을 받아야 한다. 기술성과측정은 사업관리자의 관리 도구 중 하나이므로 최고위 관리자의 검토를 반드시 거쳐야 할 것이다. 또한, 자료의 신뢰도를 높이기 위해 허용 폭 및 제한치는 적어도 1년마다 검토되고 확인 되어야 한다.

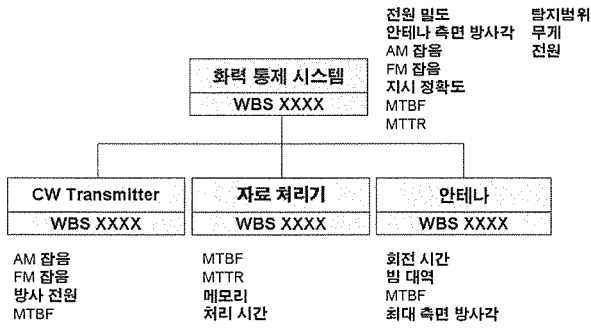


Fig. 3 TPM Parameter for Fire Control System

2.2.3 기술성과측정의 방법 결정

선정된 기술성과측정 파라미터와 각 파라미터의 개발일정에 대한 계획프로파일을 확정하고 최종적으로 각 파라미터를 어떻게 측정할 것인가를 결정하여야 한다. 측정방법은 여러 가지가 있을 수 있으며, 설계단계에서는 기술성과의 측정 및 평가를 대부분 계산으로 수행하여야 할 것이다. 측정방법의 결정은 관련 비용이 반드시 개발비용에 포함되어져야 한다.

3. 기술성과측정의 변천

1991년 미 해군이 개발사업의 비용, 일정, 성능의 종합적인 관찰을 위한 프로세스의 필요성에 의해 기술성과측정 프로그램이 본격적으로 개념이 정립되었다. 1993년 기술성과측정 적용 초도 프로그램으로 ADAR(Air Deployable Active Receiver) 개발 사업에 적용이 되었다. 초기 파일럿 프로그램으로서 적용된 기술성과측정 프로그램은 실질적으로 발생가능성이 있는 기술적인 문제점을 조기에 발견할 수 있는지 여부에 초점이 맞추어졌으며, 적용결과는 체계적인 기술성능의 추적이 발생가능한 문제점을 조기에 발견될 수 있음을 보여 주었다. 이 후 보다 기술적인 위험도가 크고 대규모인 사업에 적용되었고 이를 통해 다양한 적용결과를 도출하게 된다. 초기 ADAR 프로그램의 경우 제한된 12개 파라미터의 추적을 통해 적용된 기술성과측정 방법은 다소 긍정적인 결과를 얻는데 반해 대규모 사업의 적용은 많은 수의 기술성능 파라미터를 추적하여야 함에 따라 기술성능의 측정, 계획수립, 평가의 종합적인 적용이 어려움에 봉착하게 된다.

이 후 보다 구체적이고 체계적인 결과는 T45TS Cockpit-21 프로그램에 기술성과측정방법의 적용을 통해 얻어지게 된다. Cockpit-21 프로그램은 다년간의 사업진행을 통해 비용보고서와 성능데이터를 보유하고 있었다. 기존의 프로세스를 통해서 이 사업은 비용과 일정상 사업진행이 원활한 것으로 보고되었다. 그러나, 개발되는 시스템은 기술적인 문제로 인해 주어진 일정을 충족하지 못하고 있었고 개발사업의 문제점으로 제기되는 기술부문은 기존의 시스템을 통해 비용보고서에 반영이 되지 않았다. 이러한 이유로 T45TS Cockpit-21 프로그램은 기술성과측정 프로세스를 적용하기 위한 대상 프로그램으로 결정이 되었고 결론적으로 기술성과측정방법은 사업관리자에게 주요한 정보를 제공하여 주는

검증된 방법을 제공하는 유용한 툴로 입증되었다. 또한 기술성과측정 파라미터, 작업분할 구조, EVMS(Earned Value Management System) 통제계정간의 상호연관관계를 구축해주는 기술성과측정 소프트웨어를 개발하였다.

이 후 기술성과측정은 사업관리 도구로서 다양한 적용을 위한 방법론이 제시되었고 EVMS와의 통합, 위험도 관리 계획과의 통합 등이 지속적으로 이루어지고 있다. 이러한 시도는 기술성과측정이 방법 자체로는 다년간 기술위험요소의 관찰 및 개발사업의 문제점을 조기에 발견하게 할 수 있는 유용한 도구이지만, 실제 개발사업의 적용을 위해서는 EVMS와 같은 다른 개발사업관리 도구와의 통합이 얼마나 효과적으로 이루어지는가에 그 활용의 성패가 달려있기 때문이다. 예를 들어 선정이 잘 되어진 기술성과 측정 파라미터의 집합은 작업분할구조의 주요 성능 파라미터와 상관관계를 가지고, 또한 작업분할구조와 연관된 EVMS 통제계정과도 명확한 연관관계가 설정되어 상호 관계가 명확히 규정되어 있어야 개발사업에 적용된 기술성과측정방법을 통해 조기에 발견된 성능상의 문제가 비용과 일정에 어느 정도의 영향을 미치는가를 보여줄 수 있는 것이다.

최근의 연구는 기술성과측정, 작업분할구조, EVMS 통제계정 또는 계약작업분할구조(CWBS) 등 세 부분의 효과적이고 간결한 상호관계의 설정에 집중이 되고 있다. 또한, 기술성과측정이 시스템 수준의 성능 위험도를 측정하고 관측할 수 있는 기법들도 제시되고 있다.

4. 개발사업에의 적용

지금까지 기술성과측정의 정의, 구체적인 수행방법 및 변천과정에 대해 논하였다. 미국의 경우 국방성 주요 획득사업의 경우 시스템엔지니어링 프로세스를 적용한 개발과정 중에 기술적인성과를 측정하도록 규정하고 있다. 이는 군 개발사업의 경우 제안요구서(RFP)의 작성단계부터 반영하여 제안서에 각 제안자의 기술성과측정계획을 포함하고, 납품물 목록(Data Item Description)에도 명기도록 하고 있다. 또한 EVMS와의 통합을 통해 개발사업의 비용, 일정 및 기술성과의 종합적인 관리를 수행하고 있는 실정이다.

전술한 바와 같이 기술성과측정방법을 개발사업에 효과적으로 적용하기 위하여 우선적으로 계약에 관련 근거가 반영이 되어야 한다는 것이다. 제안요구단계에서부터 제안자에게 기술성과의 측정 및 관리방법을 제시하게 하고 이를 계약 시 반영하여 개발 전 기간동안 적용이 되도록 하는 것이 필수불가결한 사항이다. 계약 당사자 간에 업무기술서(SOW) 작성 시 기술성과측정을 어떻게 수행할 것인가를 명기하고 합의하는 과정이 반드시 필요하다.

신규로 추진되는 개발사업에 기술성과측정방법을 효과적으로 적용하기 위하여 구체적인 과정은 각 개발사업의 특성에 맞추어 계약당사자간의 합의에 의해 도출이 가능할 것이다.

우선 제안요구자는 효과적인 기술성과측정 제안을 제안받기 위하여 시스템의 개념설정을 통해 얻어진 파라미터 목록을 설정하여 보유하여야 한다. 통상적으로

이러한 파라미터 목록은 개발자에 의해 제시되거나 제안 요구자가 필요한 경우 추가할 수 있다. 또한, 기술성과 측정의 평가 수준을 결정하기 위하여 제안요구서에 적용될 작업분할구조 수준을 제시하여야 한다.

제시된 파라미터 목록 및 작업분할구조 수준을 기준으로 하여 파라미터를 설정하고, 각 파라미터별 계획프로파일을 작성한다. 계획프로파일은 과거 개발프로그램의 사례등을 통해 결정한다. 최종적으로 측정방법을 결정하여 확정된 기술성과측정의 실행계획은 개발시스템의 체계공학적 개발계획을 기술한 SEMP(System Engineering Management Plan)에 기술되어야 한다. 기술성과측정 프로그램의 적용을 위한 실행계획등은 업무 기술서에 반영되어 계약 시 계약조건으로 명기되어야 한다.

계약으로 반영된 기술성과측정 프로그램의 적용 시점은 2장에서 기술한 바와 같이 시스템 및 계통수준의 경우 주요 설계인자가 결정되는 시점인 체계설계검토(SDR)이후부터 실시하고, 주요 구성품, 즉 형상품목(Configuration Item)은 요구조건이 시스템 수준에서 각 계통수준으로 할당되는 시점부터 적용할 수 있다. 일반적으로 형상품목에 대한 요구조건의 설정이 기본설계 완료시점에서 이루어지므로 형상품목, 구성품 수준의 기술성과측정도 예비설계검토(PDR)가 이루어졌을 때 시작하는 것이 좋다. 기술성과측정은 각 구성요소의 검증이 이루어지는 시험평가기간까지 지속된다.

5. 결론

운용 요구를 충족하고 전 주기 비용의 적절성을 달성하는 효과적인 시스템을 적기에 개발하고자 하는 것은 시스템의 구매자인 고객뿐만 아니라 개발자에게 공통적으로 주요한 사항이다. 이러한 효과적인 시스템을 효율적으로 개발하기 위하여 본 논문에서는 기술성능을 정량적으로 측정하여 복잡한 대형 시스템의 개발에 적용되는 기술성과측정의 개요, 수행방법, 변천 및 개발사업에의 적용과정을 제시하였다. 기술성과측정은 대상 시스템의 작업분할구조와 EVMS의 통제과정과의 적절한 관계설정을 통해 그 적용성과를 극대화 할 수 있고, 비용 및 일정 충족에 국한되어 오던 사업관리의 범주를 기술부문까지 포괄하여 개발사업의 전요소를 통합적으로 관리할 수 있게 하여 주며 이러한 장점으로 인해 미국 등에서는 대형개발사업에 지속적으로 적용하여 오고 있다. 기술성과측정은 지속적으로 활용이 늘고 있으며, 적용상의 문제점을 보완하는 연구가 계속되고 있다. 또한, EVMS와의 통합연구도 지속될 것이다.

국내의 경우는 기존의 개발사업에서 시험평가의 일환으로 시험평가 및 분석을 통해 개발규격서 상의 기술성능을 측정하고, 검증을 수행하여 왔다. 결과적으로 기술적인 문제가 발생된 연후에 추가적인 비용과 일정을 소비하게 되는 일이 반복된 것이다. 여기에 기술성과측정방법론을 통해 얻어지는 기술적인 문제의 조기경보체계는 시사하는 바가 크다 하겠다. 국내 개발 실정에 부합되는 기술성과측정 프로그램을 개발하고 이의 적용을 통해 초기 계획에 설정된 비용 및 일정에 부합되

며, 만족할만한 성능을 가지는 시스템의 개발이 이루어지는 다양한 노력이 필요할 것이다.

참고문헌

1. System Engineering Fundamentals, Defense Acquisition University Press, January 2001.
2. Risk Management Guide for DOD Acquisition, Fifth Edition, Defense Acquisition University Press, June 2003.
3. Nick Pisano, "Technical Performance Measurement, Earned Value, and Risk Management; An Integrated Diagnostic Tool for Program Management", PEO(A).
4. Charles Coleman, Kathryn Kulick, and Nick Pisano, Technical Performance Measurement (TPM) Retrospective Implementation and Concept Validation on the T45TS Cockpit-21 Program - The White Paper, PEO(A), April 1996.
5. Paul J. Solomon, "Integrating System Engineering with Earned Value Management", Defense AT&L, pp. 42 - 46, May-June 2004.
6. Mike Ferraro, "Technical Performance Measurement- A Program Manager's Barometer", Program Management Tools, pp. 14 - 20, November-December 2002.