

## 국방연구개발사업 수행위험 측정방안 연구

### A Study on Performance Risk Measurement for the Defense R&D Program

최 명 진\*                    나 호 영\*\*                    이 상 현\*  
Myung-Jin Choi            Ho-Young Na                Sang-Heon Lee

#### Abstract

The risk management is a method to identify and to handle risk factors. In this paper, we introduce a methodology that can be used to measure of system's performance risk by combining system's TPM(technical performance measures) in the R&D(research and development) program for defense acquisition. By applying the suggested procedure, we can monitor risk trends in R&D program by calculation of system's overall TPM and find out where management should target to reduce or remove the system's performance risk.

Keywords : Risk Management(위험관리), TPM(Technical Performance Measures, 기술수행 척도)

#### 1. 서론

체계 개발사업의 목표는 정해진 예산과 기간 내에 고객의 요구조건을 만족하는 체계를 개발하여 인도하는 것이다. 따라서 체계 개발사업의 성공을 위해서는 비용, 일정, 품질 모두가 요구조건을 충족하거나 그 이상이 되어야 한다. 그러나 체계 개발사업의 복잡성으로 인해 지금까지 수행되었던 개발사업중 성공 사례보다는 실패한 경우가 더 많다. 국제시스템공학회(INCOSE : International Council of Systems Engineering) 및 미국 에너지성(DOE : Department of Energy) 보고서에 의하면 미국에서 수행된 전체 개발사업의 16%가 성공, 31%가 부분 성공하였으며 나머지 사업은 실패

한 바 있다. 국내 상황도 크게 다르지 않아, 경부고속 전철개발사업의 경우 예정일자보다 11년이 지연되어 예산도 기존보다 3배가 초과되었고 인천신공항개발사업의 경우도 4년이 지연되어 기존보다 2배의 예산이 투입된 바 있다<sup>1)</sup>.

국방연구개발 사업에서도 사업실패에 대한 위험이 상존하고 있는 실정이다. 이러한 상황에 대처하기 위하여 미국, 영국 및 호주 등의 국가 및 국내에서도 성공적인 연구개발사업의 수행을 위해 실적가치관리체계(EVMS : Earned Value Management System)를 도입하여 사업 성과측정 및 위험관리 등 국방사업관리 전반에 활용하고 있다.

연구개발사업의 위험관리를 위한 또 다른 성과측정(performance measurement) 지표로 기술수행척도(TPM : Technical Performance Measures)가 활용되고 있다. TPM은 체계(system)가 자신의 수행요구사항(performance requirements)을 얼마나 잘 달성하고 있는가를 평가하기 위한 척도로 예측된 정량적 수치를 의미한다<sup>2,3,5)</sup>. 이러

† 2009년 3월 5일 접수~2009년 5월 15일 게재승인

\* 국방대학교(National Defense University)

\*\* 육군사관학교(Military Academy)

책임저자 : 최명진(ch01mj@naver.com)

한 TPM에 대한 예로 평균고장시간(MTBF : Mean Time Between Failure), 운용가용도(operational availability), 그리고 부품조달시간(logistics response time) 등의 정량적 요소를 들 수 있다. 그러나 개별적인 TPM이 체계수행(system performance)에 대한 유용한 정보와 데이터를 각각 제공한다 하더라도 전체 단위로 통합되지 않으면 체계 전체의 수행위험(system's overall performance risk) 정도를 나타내지 못한다. Garvey *et al.*<sup>[8]</sup>은 TPM의 통합을 통해 전체 수행위험을 나타내는 색인(index) 기법을 제안한 바 있다.

본 논문에서는 개별 TPM을 결합하여 체계의 전체 수행위험을 측정하고 시간에 따라 변화하는 수행위험 정도(degree of performance risk)의 추세(trend)를 관측하여 사업관리 측면에서 체계의 수행위험을 제거하거나 감소시키기 위해 특별관리 및 집중해야 할 부분을 식별하는 방법론의 국방연구개발사업 적용방안을 제시한다.

## 2. 체계수행위험 측정

### 가. 기술수행척도 분류

TPM은 체계수행요구사항에 부합하기 위해 체계개발 단계에서 시간 경과에 따라 감소되어야 하는 요소(factor)와 증가되어야 하는 요소로 구분할 수 있다. 예를 들어, 유도무기 발사체 개발사업의 경우 전자에 해당되는 요소로는 개발기간, 발사체 크기(size), 발사체 무게 등이 이에 속하고 후자의 경우에는 발사체 속도, 가용도(availability), 정비도(maintainability) 등이 해당된다. Fig. 1과 Fig. 2는 이러한 TPM의 유형에 대한 예시로 가로축이 시간, 세로축이 대응되는 해당 시점에서의 TPM 수치를 나타낸다.  $A_{thres}$ 는 시간 흐름에 따라 감소되어야 하는 TPM에 대한 수행요구사항의 한계치(threshold),  $B_{thres}$ 는 증가되어야 하는 TPM에 대한 수행요구사항의 한계치(threshold)를 의미한다. 이러한 한계치에 의해 수용가능 수행위험영역(acceptable performance risk region)과 수용불가능 수행위험영역(unacceptable performance risk region)으로 구분된다. 수용가능 영역에 포함되는 TPM 수치는 한계치에 도달하거나 초과 달성하여 수행요구사항 이상을 달성한 값으로 Fig. 1과 Fig. 2의 t5에서의 TPM 수치가 이에 해당하고 수용불가능 영역에 속하는 TPM 수치는 한계치에 도달하지 못하여 수행요구사항을 달성하지 못한

값으로 Fig. 1과 Fig. 2의 t1 ~ t4에서의 TPM 수치가 이에 속한다.

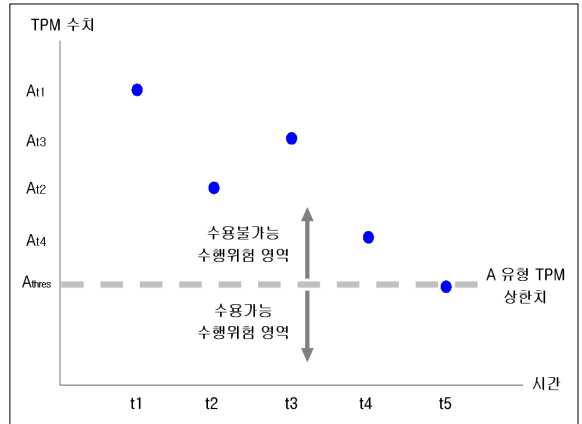


Fig. 1. A 유형 TPM

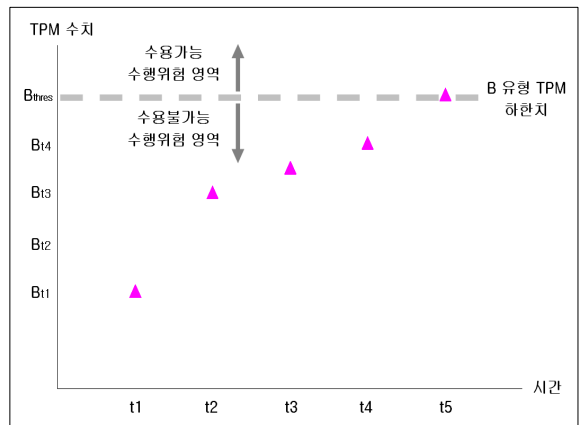


Fig. 2. B 유형 TPM

### 나. 개별 TPM의 통합

체계전체 수행위험(system's overall performance risk)을 측정하기 위해서는 TPM의 결합이 요구되고 이를 위해 개별 TPM의 해당되는 한계치에 대한 정규화(normalization)가 선행되어야 한다. 체계수행요구사항의 달성을 위해 감소되어야 하는 TPM을 A 유형이라고 하고  $A_{ti}^j$ 를 A 유형의 j번째 TPM에 대한 시점  $t_i$ 에서의 TPM 값으로 정의한다. 또한  $A_{thres}^j$ 는 j번째 TPM의 한계치로 정의한다. 이 때 자신의 한계치에 대해 정규화된 A 유형 TPM 값을  $a_{ti}^j$ 라 하면  $A_{ti}^j$ 와  $A_{thres}^j$ 가 모두 0보다 클 때 식 (1)과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
 a_{ti}^j &= \max\{A_{ti}^j, A_{thres}^j\} / A_{thres}^j \\
 &= \max\{A_{ti}^j / A_{thres}^j, 1\} \\
 &= \max\{(A_{thres}^j - A_{thres}^j + A_{ti}^j) / A_{thres}^j, 1\} \\
 &= \max\{1 + (A_{ti}^j - A_{thres}^j) / A_{thres}^j, 1\} (\geq 1)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

마찬가지로, 증가되어야 하는 TPM을 B 유형이라 하면  $B_{ti}^k$ 는 B 유형의 k번째 TPM에 대한 시점  $t_i$ 에서의 TPM 값,  $B_{thres}^k$ 는 k번째 TPM의 한계치로 정의된다. 또한 자신의 한계치에 대해 정규화된 B 유형 TPM 값을  $b_{ti}^k$ 라 하면  $B_{ti}^k$ 와  $B_{thres}^k$ 가 모두 0보다 클 때 식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned}
 b_{ti}^k &= \min\{B_{ti}^k, B_{thres}^k\} / B_{thres}^k \\
 &= \min\{B_{ti}^k / B_{thres}^k, 1\} \\
 &= \min\{(B_{thres}^k - B_{thres}^k + B_{ti}^k) / B_{thres}^k, 1\} \\
 &= \min\{1 - (B_{thres}^k - B_{ti}^k) / B_{thres}^k, 1\} (\leq 1)
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

정규화된 수치인  $a_{ti}^j$ ,  $b_{ti}^k$ 를 이용하여 개별 TPM의 각 유형별 한계치 1로부터의 평균적 차이(difference)를 계산할 수 있고, Fig. 3과 Fig. 4에서 이를 표현하였다. 세로축이 정규화된 TPM 수치를 나타내며 Fig. 1, Fig. 2와 비교하여 한계치가 1로 정규화되었음을 알 수 있다.

정규화 과정을 통해 각 유형별 TPM 위험수치(TRV : TPM Risk Value)를 산출할 수 있다. A 유형의 TPM이  $m$ 개( $j=1, 2, \dots, m$ ), B 유형의 TPM이  $n$ 개( $k=1, 2, \dots, n$ )로 구성된다 가정하면 각 유형별 TRV인 TRVA(A 유형 TRV), TRVB(B 유형 TRV)는 식 (3), (4)와 같이 각각 산출된다.

$$\begin{aligned}
 TRVA_{ti} &= [(a_{ti}^1 - 1) + (a_{ti}^2 - 1) + \dots + (a_{ti}^m - 1)] / m \\
 &= [(a_{ti}^1 + a_{ti}^2 + \dots + a_{ti}^m) / m] - 1
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 TRVB_{ti} &= [(1 - b_{ti}^1) + (1 - b_{ti}^2) + \dots + (1 - b_{ti}^n)] / n \\
 &= 1 - [(b_{ti}^1 + b_{ti}^2 + \dots + b_{ti}^n) / n]
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

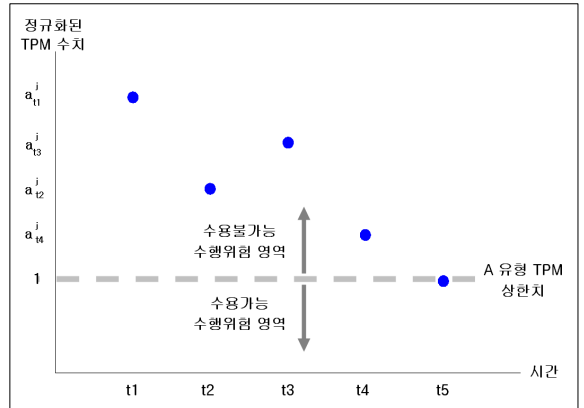


Fig. 3. 정규화된 A 유형 TPM

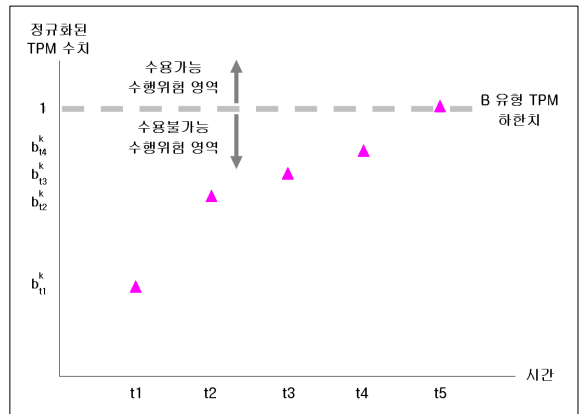


Fig. 4. 정규화된 B 유형 TPM

TRVA는 한계치가 1로 조정되었을 때의 A 유형 TPM들의 평균적 초과치, TRVB는 B 유형 TPM들의 평균적 미달치를 의미한다.

모든 정규화된 TPM 수치를 체계전체 위험을 나타내는 하나의 값으로 통합하기 위해 A 유형 TPM을 B 유형의 수치로 변환한다. 이러한 변환에는 역수(reciprocal)를 적용하는 것이 유용하다. 예를 들면 A 유형 TPM인 고장률(failure rate)의 역수를 취하면 B 유형인 MTBF가 얻어질 수 있기 때문이다.

A 유형의 j번째 TPM 값  $A_{ti}^j$ 와 수행요구사항 한계치  $A_{thres}^j$ 의 B 유형으로 변환된 값을  $\overline{A_{ti}^j}$ ,  $\overline{A_{thres}^j}$ 로 각각 정의한다. 즉,  $\overline{A_{ti}^j} = 1/A_{ti}^j$ 이고  $\overline{A_{thres}^j} = 1/A_{thres}^j$ 이 된다. B 유형으로 전환한 정규화된 A 유형 TPM 값  $\overline{a_{ti}^j}$ 는 식 (5)와 같이 산출된다.

$$\begin{aligned} \overline{a_{ti}^j} &= \min\{\overline{A_{ti}^j}, \overline{A_{thres}^j}\} / \overline{A_{thres}^j} \\ &= \min\{1/A_{ti}^j, 1/A_{thres}^j\} / (1/A_{thres}^j) \\ &= [1/\max\{A_{ti}^j, A_{thres}^j\}] / (1/A_{thres}^j) \\ &= 1 / [\max\{A_{ti}^j, A_{thres}^j\} / A_{thres}^j] \\ &= 1/a_{ti}^j (\leq 1) \end{aligned} \quad (5)$$

모든 TPM을 B 유형 수치로 취급하여 체계전체 수행위험을 유도할 수 있다. B 유형 수치로 변환한 TRVA<sub>ti</sub>를 TRVA<sub>ti</sub><sup>\*</sup>라 하면 이는 식 (6)과 같다.

$$TRVA_{ti}^* = 1 - [(a_{ti}^1 + a_{ti}^2 + \dots + a_{ti}^m) / m] \quad (6)$$

식 (4)와 식 (6)에 의해 체계전체 수행위험치(TRVT : Total TRV)가 식 (7)과 같이 유도된다.

$$\begin{aligned} TRVT_{ti} &= 1 - [(a_{ti}^1 + \dots + a_{ti}^m + b_{ti}^1 + \dots + b_{ti}^n) / (m + n)] \\ &= 1 - [(m(1 - TRVA_{ti}^*) + n(1 - TRVB_{ti})) / (m + n)] \\ &= [m TRVA_{ti}^* + n TRVB_{ti}] / (m + n) \end{aligned} \quad (7)$$

마지막으로, 양의 가중치 w<sub>Aj</sub>와 w<sub>Bk</sub>를 식 (4), 식 (6), 식 (7)에 각각 적용하면 식 (8) ~ 식 (10)과 같이 일반화된 TRV를 얻을 수 있다.

$$TRVA_{ti}^* = 1 - [(w_{A1}a_{ti}^1 + \dots + w_{Am}a_{ti}^m) / W_A] \quad (8)$$

(여기서, W<sub>A</sub> = w<sub>A1</sub> + w<sub>A2</sub> + ... + w<sub>Am</sub>)

$$TRVB_{ti} = 1 - [(w_{B1}b_{ti}^1 + \dots + w_{Bn}b_{ti}^n) / W_B] \quad (9)$$

(여기서, W<sub>B</sub> = w<sub>B1</sub> + ... + w<sub>Bn</sub>)

$$TRVT_{ti} = [W_A TRVA_{ti}^* + W_B TRVB_{ti}] / W \quad (10)$$

(여기서, W = W<sub>A</sub> + W<sub>B</sub>)

식 (8) ~ 식 (10)에서의 가중치가 고려된 위험수치 TRVA<sub>ti</sub><sup>\*</sup>, TRVB<sub>ti</sub>, TRVT<sub>ti</sub>는 모두 0과 1 사이의 값으로, 특히 TRVT<sub>ti</sub>는 체계전체의 TPM 위험수치를 나타내는 가장 일반화된 형태이다. 위험수치의 값이 0

이면 해당되는 TPM이 모두 자신의 한계치를 만족하는 수용가능 위험임을 의미하고, 1에 가까울수록 자신들의 한계치와 매우 떨어져 있음을 의미한다. 결국 TPM이 자신의 한계치(수행요구사항)에 접근한다는 것은 위험수치가 0에 가까워진다는 것을 의미한다.

### 3. 수치적 예

Table 1은 Blanchard *et al.*<sup>[2]</sup>의 연구에서 제시된 특정 개발사업에서 식별된 TPM과 이에 대한 상대적 중요도를 나타낸다. 여기서, TPM별 가중치는 상대 중요도가 가장 큰 속도(velocity)를 1로 하여 상대적으로 산출한 값이다.

Table 1. TPM 한계치 및 상대 중요도

TPM 유형	TPM	한계치	상대중요도 (%)	가중치
A	Process time (days)	30	10	0.31
	Size(feet)	10	17	0.53
	Human factors (error rate per year)	less than 1%	5	0.16
	Weight(pounds)	600	6	0.19
B	Velocity(mph)	100	32	1.00
	Availability(%)	98.5	21	0.66
	MTBM(miles)	300	9	0.28
			100	

Table 2는 Table 1의 자료를 기반으로 하여 가상으로 생성한 시점별 TPM 수치의 변화를 나타낸다. 지면상 5개의 시점만을 적용하여 작성하였으나 실제 연구 개발단계의 수행위험 측정시에는 위험측정이 필요한 시점마다 적용할 수 있다. 각 시점(ti)별 A 유형과 B 유형의 TPM 관측치(예측치)인 A<sub>ti</sub><sup>j</sup>, B<sub>ti</sub><sup>k</sup>를 기준으로 각 한계치에 대한 정규화 과정을 거쳐 각 유형별 위험수치 TRVA<sub>ti</sub><sup>\*</sup>, TRVB<sub>ti</sub>를 각각 계산하였다. 최종적으로 체계전체의 수행위험수치인 TRVT<sub>ti</sub>를 산출하였다. Fig. 5는 세가지 TRV(TPM 위험수치)의 시간경과

Table 2. A 유형 및 B 유형 TPM 가상 자료

시간 ( $t_i$ )	A 유형							B 유형						$TRVT_{t_i}$
	TPM	$A_{thres}$	가중치	$A_{t_i}^j$	$\alpha_{t_i}^j$	$\bar{\alpha}_{t_i}^j$	$TRVA_{t_i}^*$	TPM	$B_{thres}$	가중치	$B_{t_i}^k$	$b_{t_i}^k$	$TRVB_{t_i}$	
1	Process time	30	0.31	75	2.5	0.4	0.51	Velocity	100	1	55	0.55	0.38	0.43
	Size	10	0.53	20	2	0.5		Availability	98.5	0.66	65	0.66		
	Human factors	1	0.16	2.4	2.4	0.42		MTBM	300	0.28	235	0.78		
	Weight	600	0.19	860	1.43	0.7								
2	Process time	30	0.31	70	2.33	0.43	0.47	Velocity	100	1	60	0.60	0.27	0.35
	Size	10	0.53	18	1.8	0.56		Availability	98.5	0.66	88	0.89		
	Human factors	1	0.16	2.2	2.2	0.45		MTBM	300	0.28	245	0.82		
	Weight	600	0.19	840	1.4	0.71								
3	Process time	30	0.31	45	1.5	0.67	0.31	Velocity	100	1	75	0.75	0.16	0.22
	Size	10	0.53	16	1.6	0.63		Availability	98.5	0.66	94	0.96		
	Human factors	1	0.16	1.4	1.4	0.71		MTBM	300	0.28	260	0.87		
	Weight	600	0.19	680	1.13	0.88								
4	Process time	30	0.31	34	1.13	0.88	0.13	Velocity	100	1	90	0.9	0.07	0.1
	Size	10	0.53	12	1.2	0.83		Availability	98.5	0.66	96	0.97		
	Human factors	1	0.16	1.2	1.2	0.83		MTBM	300	0.28	280	0.93		
	Weight	600	0.19	620	1.03	0.97								
5	Process time	30	0.31	28	1	1	0	Velocity	100	1	110	1	0	0
	Size	10	0.53	10	1	1		Availability	98.5	0.66	98.5	1		
	Human factors	1	0.16	0.98	1	1		MTBM	300	0.28	320	1		
	Weight	600	0.19	580	1	1								

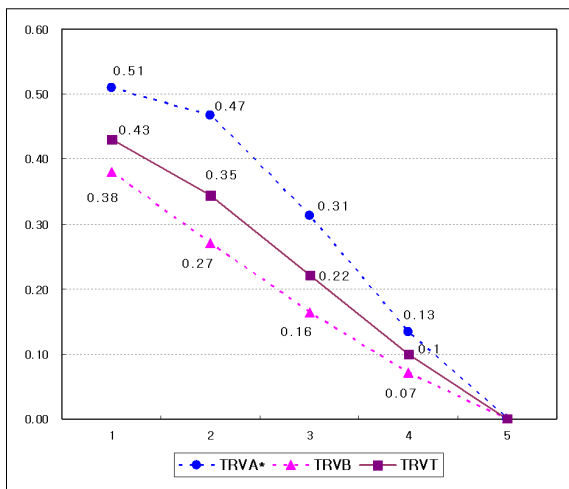


Fig. 5. TRV(TPM 위험수치) 추세

별 추세를 보여준다. 세 수치 모두가 “0”으로 수렴하여 개선되고 있는 이상적인 상황을 보이고 있다. 이는 개발사업 과정에서 식별된 모든 TPM들이 자신들의 한계치에 대해 수렴해가고 있다는 의미이며 사업 관리 측면에서 이러한 추세를 정기적으로 도출할 필요가 있다.

#### 4. 국방연구개발사업 적용방안

본 장에서는 지금까지 논의된 체계개발 수행위험 측정 방법의 국방연구개발사업 적용방안에 대해 다룬다. Fig. 6은 Duverlie *et al.*<sup>[6]</sup> 및 Farineau *et al.*<sup>[7]</sup>이 제시한 무기체계 개발에 있어 수명주기동안의 실투입비용과 결정비용의 진화단계를 보여주는 것으로 설계단계

의 실투입비용은 양산가의 10~15% 수준이나 양산가에 대한 결정비용은 80%가 된다<sup>[1,6,7]</sup>.

결국, 연구개발사업의 설계단계에서 무기체계 양산가의 80%가 결정되므로 설계단계에서의 위험관리가 특히 중요하며 설계단계의 주요 국면마다 TRVT를 산출하여 위험을 관리할 필요성이 요구된다.

Fig. 7은 Blanchard<sup>[4]</sup>가 제시한 설계단계 동안의 체계(혹은 프로그램) 마일스톤(milestone)를 나타낸 것이다. 사전설계(preliminary design)와 상세설계 및 개발(detailed design and development) 단계에서의 주요 마일스톤으로 개념설계검토(conceptual design review),

계설계검토(system design review), 그리고 장비/소프트웨어설계검토(equipment/software design review)가 필요하다.

설계단계의 세 검토시점별 관측된 TPM 수치를 통해 TRVT를 도출하여 위험관리 지표로 활용한다면 전체 양산가의 80%를 결정짓는 설계단계를 성공적으로 마무리하여 결국 전체 연구개발사업의 위험을 최소화할 수 있다.

Table 3은 Blanchard *et al.*<sup>[2]</sup>이 제시한 설계단계에서의 주요 TPM 및 한계치에 대한 예로 상대 중요도는 가상으로 설정한 값이며 이를 통해 상대 가중치를 생성하였다.

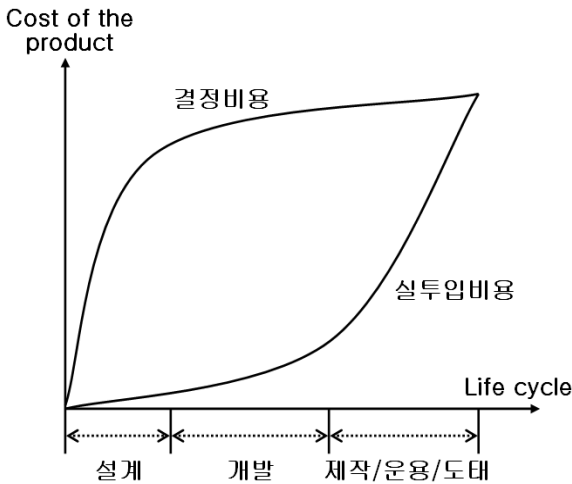


Fig. 6. 결정비용과 실투입비용의 진화

Table 3. TPM 한계치 및 상대 중요도

TPM 유형	TPM	한계치	상대 중요도 (%)	가중치
A	Life-Cycle Cost(K\$)	400	30	1
	Maintenance Labor Hours Per Operating Hour(MLH/OH)	15	20	0.67
	Weight(lb)	1,500	10	0.33
B	Availability(%)	90	25	0.83
	MTBF(hour)	500	15	0.5
			100	

Conceptual Design	Preliminary Design	Detailed Design /Development	Production/ Construction	Operational Use /System Support	Ret.
-------------------	--------------------	------------------------------	--------------------------	---------------------------------	------

System/Program Milestones

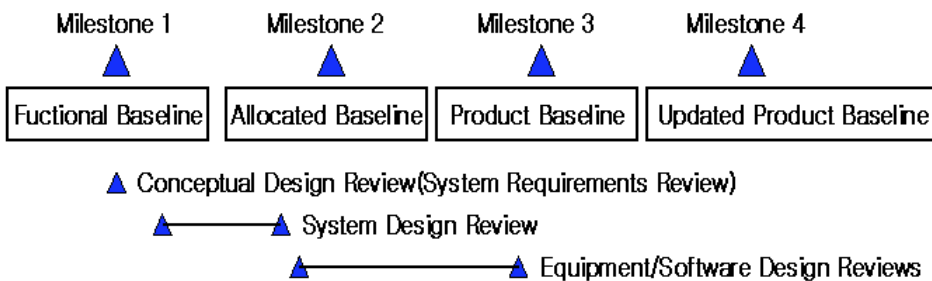


Fig. 7. 설계단계에서의 System/Program 마일스톤

Table 4는 Blanchard *et al.*<sup>[2]</sup>의 예에서 설계단계의 세 검토시점별 TPM 수치 변화량을 나타낸다.

Table 4. 검토시점별 TPM 관측치

TPM 유형	TPM	개념 설계검토	체계 설계검토	장비/SW 설계검토
A	Life-Cycle Cost(K\$)	475	500	450
	Maintenance Labor Hours Per Operating Hour (MLH/OH)	27	25	22
	Weight(lb)	2,600	2,650	2,250
B	Availability(%)	75	80	88
	MTBF(hour)	440	440	475

Table 3과 Table 4의 데이터를 이용한  $TRVA_{ti}^*$ ,  $TRVB_{ti}$ ,  $TRVT_{ti}$ 의 산출결과는 Table 5와 같고 Fig. 8은 이 수치들의 변화추세를 나타낸다.

Table 5. 검토시점별 TRV 수치

구 분	$TRVA_{ti}^*$	$TRVB_{ti}$	$TRVT_{ti}$
개념설계검토	0.3	0.15	0.24
체계설계검토	0.31	0.11	0.23
장비/SW설계검토	0.22	0.03	0.14

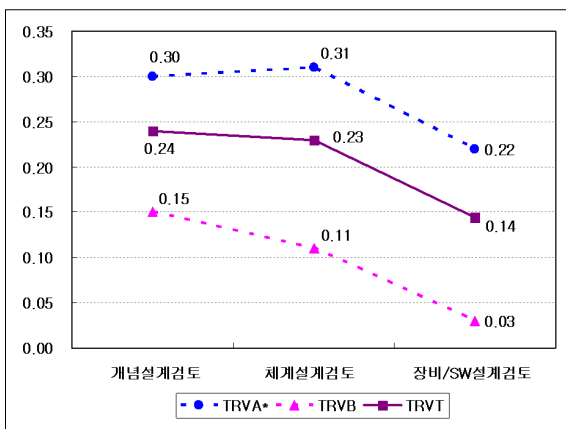


Fig. 8. 설계단계 검토시점별 TRV 추세

Fig. 8에서 세 TRV는 줄어들고 있어 위험수준이 감소하는 바람직한 추세를 보이고 있으나 장비 및 소프트웨어 설계검토가 끝난 상황에서도 전체위험 수치가 0.14로 추가적 위험관리의 필요성이 있다. 특히 A 유형의 TRV가 상대적으로 높은 0.22의 수치를 보이고 있어 이에 해당하는 수명주기비용, 운용시간당 정비노동시간, 그리고 무게를 감소시키기 위한 노력이 집중되어야 할 것으로 판단된다.

### 5. 결론

본 연구에서는 체계의 특정 시점별 관측된 TPM을 통해 TRVT를 계산하여 체계 전체의 수행위험치를 산출하는 방법론을 국방연구개발사업에 적용하는 방안 에 대해 다루었다.

수명주기단계중 설계단계에서의 투입비용은 실제 무기체계 양산가의 10~15%만을 차지하지만 이 단계에서 전체 양산가의 80%가 결정되는 중요 단계이다. 따라서 위험관리를 위한 노력은 설계단계에 집중될 필요가 있고 이 단계에서 요구되는 개념설계검토, 체계 설계검토, 그리고 장비/소프트웨어설계검토 시점마다 TRVT를 산출하여 현 시점에서의 위험정도를 판단할 필요가 있다. 위험정도의 변화 추세를 통해 사업의 위험 제거 및 감소를 위해 집중관리해야할 부분을 탐색 가능하다.

### References

- [1] Afitep(commission d'estimation), Estimation des coûts d'un Projet Industriel, ed. AFNOR, 1995.
- [2] Blanchard, B. S., Fabrycky, W. J., Systems Engineering and Analysis(4th ed.), Prentice Hall, New Jersey, 2006.
- [3] Blanchard, B. S., Logistics Engineering and Management(6th ed.), Prentice Hall, New Jersey, 2008.
- [4] Blanchard, B. S., "The System Engineering Process : An Application for the Identification of Resource Requirements", Journal of the International Council on Systems Engineering, Vol. 1, No. 1, 1994.
- [5] Department of Defense, Risk Management Guide for

- DoD Acquisition(6th ed.), DAU Press, Fort Belvoir, 2006.
- [6] Duverlie, P., Castelain, J. M., “Cost Estimation During Design Step : Parametric Method versus Case Based Reasoning Method”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 1999.
- [7] Farineau, T., Rabenasolo, B., Castelain, M., Meyer, Y., Duverlie, P., “Use of Parametric Models in an Economic Evaluation Step During the Design Phase”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2001.
- [8] Garvey, P. R., Cho, C. C., “An Index to Measure a System's Performance Risk”, The Acquisition Review Quaterly, 2003.
- [9] 유일상, “개발 프로젝트 시스템의 기술관리 설계 모델”, 박사학위논문, 아주대학교, 2003.