

# 전투차량 내구도 주행시험기준 개선에 대한 연구

엄 동 환<sup>1†</sup>

## 내용목차

1. 서 론
2. 내구도 주행시험에 대한 이론적 고찰
3. 전투차량 내구도 주행시험 실태분석
4. 전투차량 내구도 주행시험 개선방안
5. 결 론

---

<sup>1†</sup> 방위사업청 사업관리본부  
(교신저자 Tel : 02-2079-5310, [rokeom@gmail.com](mailto:rokeom@gmail.com))

논문접수일: 2013년 11월 8일 게재확정일: 2013년 12월 17일  
논문수정일: (1차: 2013년 11월 15일, 2차: 2013년 12월 13일)

## **A Study on the Improvement of the Endurance Testing Standard for Combat Vehicles**

Eom, Donghwan<sup>1†</sup>

### **Abstract**

The term *endurance* is usually defined as “the probability of a specific system or equipment to successfully perform its expected functions without any failure until its target life cycle is terminated or replacement is required.” The standard used for endurance drive testing for combat vehicle development in the Republic of Korea is currently dominated by the U.S. military’s MIL-STD due to the absence of an independent standard specifically designed for the distinctive battlefield environment and mission characteristics of the Korean Peninsula. For tracked vehicles, the absence of such standard signifies the uniform application of the U.S. military’s MIL-STD for 9,600km endurance drive testing utilizing only one vehicle while not considering the distinctive mission characteristics and operational environment of the target systems.

This study proposes a reasonable standard for endurance drive testing that takes the distinctive mission characteristics and operation environment of the target weapons system into account. The first step is the categorization of vehicle systems into three types in accordance with the categorization standard for combat vehicles established by ROK: combat vehicle, combat command vehicle, and combat support vehicle. Then the proper distance for endurance drive testing will be determined by deciding the appropriate fidelity standard level and the number of vehicles required for endurance drive testing. If the endurance drive testing standard will be improved as proposed in this study, adequate verification of the target performance at the R&D phase and substantial reduction of the time required for testing and evaluation will become possible.

For the weapons systems development programs, subjecting combat vehicles to adequate and scientific testing and evaluation at the development phase after serial production is the preliminary condition for meeting the pre-planned performance level and for ensuring the economical operation of combat vehicle systems in field operation.

**Keywords:** *Endurance test, combat vehicle, mission characteristics, operation environment*

## 1. 서론

군에서 운용하는 전투장비는 주로 야지 및 험지를 주행하므로 유사한 일반 민수장비보다 높은 수준의 내구도가 필요하다. 따라서 전차, 장갑차, 전투차량 등은 연구개발단계부터 목표 내구도를 결정하고 이를 각 체계, 부체계 및 세부 구성품의 설계와 제작에 반영하여 개발한다. 무기체계를 최종적으로 운용하는 소요군은 연구개발과정에서 충분한 시험평가를 거쳐 군사적 목표 내구도 기준을 충족한 장비가 진력화되는 것을 요구한다. 그러나 연구개발예산의 부족 및 촉박한 사업기간 등으로 인해 충분한 시험평가용 장비의 확보 및 내구도 주행시험이 제한되는 것이 현실이다. 연구개발단계에서 완벽한 성능검증이 제한될 경우 이는 곧 양산장비의 품질로 귀결되어 소요군의 전투력 발휘에 부정적 영향을 미칠 수밖에 없다. 이러한 문제점을 해소하기 위해 최근 방위사업청은 기존 체계개발 및 양산제도를 개선하여 본격 양산단계 이전에 개발장비의 야전운용성을 다시 한번 확인하는 절차(Field Test, FT)를 만들었다. 그러나 연구개발과정에서 충분한 성능검증이 이루어진다면 양산단계에서의 FT와 같은 절차는 불필요할 것이다.

일반적으로 내구도란 “특정장비가 고장없이 목표수명 또는 교환시점까지 의도한 기능을 성공적으로 발휘할 확률”로 정의한다. 현재 우리나라의 전투차량에 대한 내구도 기준은 미군의 MIL-STD[10]를 준용하고 있으며 별도의 한반도 전장환경 및 임무특성을 고려한 독자적 기준은 마련되어 있지 않다. 대표적으로 전차의 경우 내구도 기준 중 동력장치는 ‘내구도 고장없이 6,400km를 주행할 확률 50% 이상’으로, 체계(구조물)는 ‘9,600km’로 각각 규정하고 있다. 그러나 이 기준에 대한 세부기준 및 수행절차는 구체화되어 있지 않다. 그래서 다수의 궤도차량사업에서 개발장비의 임무특성 및 운용환경을 고려하지 않고 1대의 시제차량을 활용한 9,600km(차륜차량은 32,000km) 내구도 주행시험을 획일적으로 수행하고 있다.

그리고 연구개발사업 수행시 대상장비의 임무특성과 운용개념을 고려한 최적의 내구도 주행시험기준을 선택적으로 적용할 수 있도록 개선되어야 한다. 현재와 같이 모든 전투차량이 동일한 내구도 주행시험기준에 따라 시험평가를 수행하는 것은 적절치 않다. 대상 장비별 임무환경, 요구되는 신뢰도 및 가용도 등을 종합적으로 고려한 목표 내구도를 맞춤형으로 선택할 수 있어야 한다. 시제차량의 수량을 확대하고 내구도 시험 주행거리를 합리적 수준으로 적용시 현재 약 1년이 소요되는 내구도 주행시험 기간은 크게 단축될 것으로 예상되며 시제차량간 비교시험을 통한 성능검증이 가능하여 양산장비의 신뢰성 향상 또한 가능할 것으로 판단된다.

무엇보다도 무기체계의 내구도 시험이 보다 과학적이고 체계적으로 수행되기 위해서는 제도적 뒷받침이 우선되어야 한다. 우리의 상황과 여건을 고려하고 연구개발사업의 전순기를 포함하는 시험평가 지침의 정립 및 절차 개선이 시급하다.

본 연구에서는 한반도 전장환경 및 임무특성을 고려한 전투차량의 내구도 주행시험의 합리적 기준을 제시하고자 한다.

## 2. 내구도 주행시험에 대한 이론적 고찰

WEIBULL분포는 신뢰성 분석에서 많이 사용되는 고장분포 중 하나로 수명  $T$ 가 WEIBULL분포를 따르면 분포함수는 다음과 같고  $T \sim Weibull(\lambda, \beta)$ 와 같이 표현한다.

$$F(t) = P(T \leq t) = 1 - e^{-(\lambda t)^\beta}, t > 0$$

여기서  $\lambda (> 0)$ 는 척도함수,  $\beta (> 0)$ 는 형상모수를 각각 나타낸다. WEIBULL분포의 확률밀도함수, 신뢰도함수와 고장률함수는 각각 다음과 같이 구할 수 있다.[6]

$$f(t) = \frac{d}{dt}F(t) = \beta\lambda^\beta t^{\beta-1} e^{-(\lambda t)^\beta}, t > 0$$

$$R(t) = P(T > t) = e^{-(\lambda t)^\beta}, t > 0$$

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \beta\lambda^\beta t^{\beta-1}, t > 0$$

김명수는 “동력장치 내구도 요구조건 인증을 위한 내구시험 주행거리 산출방안 연구”[3]에서 전차의 동력장치 내구도 인증시험 주행거리를 다음과 같이 유도하였다.

『동력장치(엔진+변속기+냉각장치) 내구도 요구조건은 내구도 고장이 없이 6,400km를 주행할 확률 50% 이상으로 정의한다. 인증시험의 설계를 위한 가정은 1) 동력장치의 내구도 요구조건을 신뢰수준  $100 \times CL\%$ 로 내구도 요구조건을 인증하기 위해 내구도 주행시험을 실시한다. 2)  $n$ 대의 전차로 주행거리  $d$  km의 내구도 시험을 비복원으로 수행한다. 3) 무고장 시험을 적용한다. 주행거리 산출식은 다음과 같이 유도하였다

$$d = \eta \left[ -\frac{\ln(1-CL)}{n} \right]^{\frac{1}{\beta}} \geq (6400) \times \left[ \frac{1}{n} \times \frac{\ln(1-CL)}{\ln(0.5)} \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (1)$$

- 1)  $T$  : 동력장치의 고장시간
- 2)  $R(t) = P\{T > t\}$  : 신뢰도함수(동력장치가  $t$  km 까지 고장나지 않을 확률)
- 3)  $CL$  : 신뢰수준(C Confidence Level)
- 4)  $n$  : 동력장치(또는 전차) 시험대수
- 5)  $d$  : 내구도 시험 주행거리
- 6)  $\beta$  : WEIBULL분포의 형상모수(shape parameter)
- 7)  $\eta$  : WEIBULL분포의 척도모수(scale parameter)

이때 신뢰수준은  $CL = 50\%, 60\%, 70\%, 80\%, 90\%$  이고, WEIBULL 분포의 형상모수가  $\beta = 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0$ 일 때 동력장치 시험대수는  $n = 1$

또는  $n=2$ 인 경우, 내구도 시험 주행거리를 산출하여 제시하였다. 그리고  $n$ ,  $CL$ ,  $\beta$  값의 변화에 따른 내구도 시험 주행거리  $d$ 의 민감도 분석을 수행하였다. 또한,  $\beta$ 의 영향을 가능한 받지 않도록 내구도 인증시험 주행거리 결정 기준을 제안하였다.

$a = \frac{1}{n} \times \frac{\ln(1-CL)}{\ln(0.5)}$ 라 정의시  $\beta$ 값의 변화를 고려하여 주행거리가 가장 긴 경우를 채택하였다. 즉  $a > 1$ 이면  $\beta=1$ 일 때의 주행거리를 채택하고  $0 < a < 1$ 이면  $\beta=4$ 일 때의 주행거리를 채택하였다.

<표 1> 내구도 시험 주행거리( $n=1, 2$ )

구 분	CL					
		50%	60%	70%	80%	90%
$\beta=1.0(4.0)$	n=1	6,400.0	8,460.4	11,116.6	14,860.4	21,260.4
	n=2	5,381.8	5,770.7	6,178.4	7,430.2	10,630.2

또한 차량 1 ~ 2대를 이용할 경우의 신뢰도별 산출된 내구도 인증시험을 위한 주행거리는 <표 1>과 같다.』

김명수의 내구도 인증시험 주행거리 산출식(1)을 이용하고 기타 조건은 동일하다고 가정시 시험차량( $n$ ) 및 신뢰도별 주행거리를 계산하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 궤도차량 내구도 시험 주행거리( $n=3, 4, 5$ )

구 분	CL					
		50%	60%	70%	80%	90%
$\beta=1.0(4.0)$	n=3	4,861.7	5,213.1	5,581.3	6,001.4	7,079.7
	n=4	4,525.5	4,852.5	5,195.3	5,586.3	6,109.6
	n=5	4,279.9	4,589.2	4,913.4	5,283.2	5,778.1

즉 동일한 목표 신뢰도일 경우 시험차량의 대수를 증가시키면 내구도 주행거리는 짧아지는 것을 확인할 수 있다. 내구도 주행시험용 차량을 3대로 하고 신뢰수준 80%를 적용할 경우 주행거리는 6,000km로 현재 규정된 내구도 시험 주행거리(9,600km)의 63% 수준이며 5대일 경우에는 55%(5,283.2km) 수준으로 크게 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 이렇게 주행시험 거리가 짧아지면 시험평가에 소요되는 시간도 단축되는 효과가 있다. 결론적으로 시험차량의 수를 증가시킬 경우 신뢰도 수준의 향상은 물론 시험평가 소요기간의 단축 또한 가능성을 확인할 수 있다.

한편 차륜형 전투차량의 경우에는 현재 기본차량은 32,000Km 주행을 규정하고 있다. 이에 대해 궤도차량의 내구도 주행시험 기준으로 전환하면 '내구도 고장없이 24,000Km를 주행할 확률 50% 이상'으로 표현이 가능하다. 따라서 기타 조건의 변경없이 궤도차량의 내구도 인증시험 주행거리 산출식(1)을 동일하게 적용시 신뢰도 수준 및 시제차량의 대수별 주행거리를 산출하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 차륜차량 내구도 시험 주행거리(n=1, 2, 3, 4, 5)

구 분	CL					
		50%	60%	70%	80%	90%
$\beta=1.0(4.0)$	n=1	24,000.0	31,726.2	41,687.2	55,726.3	79,726.3
	n=2	20,181.5	21,639.9	23,168.7	27,863.1	39,863.1
	n=3	18,231.5	19,548.9	20,930.0	22,505.2	26,548.9
	n=4	16,970.6	18,196.9	19,482.5	20,948.8	22,911.0
	n=5	16,049.8	17,209.6	18,425.4	19,812.1	21,667.9

궤도차량과 동일하게 시제차량의 대수를 증가시 내구도 주행시험거리가 단축되는 것을 확인할 수 있다. 즉 차량 1대로 32,000km를 주행하여 내구도 시험할 경우 신뢰도는 약 63%이다. 만약 신뢰도 수준을 80%로 고정하고 시제차량을 3대로 확대할 경우 주행거리는 22,500km이며 5대로 확대할 경우는 19,812km로 단축된다. 즉 궤도차량의 경우와 동일하게 차량 1대로 시험할 경우와 비교시 신뢰도는 향상된 반면 주행거리는 크게 단축된다. 그리고 <표 3>을 이용시 기본차량과 임무특성 및 운용환경이 다소 차이가 나는 계열화 차량의 내구도 시험기준을 결정시 신뢰수준, 주행거리 및 시험차량의 대수를 융통성있게 적용할 수 있는 기준정립이 가능하다.

한편 방위사업청(분석시험평가국)의 ‘무기체계 시험평가 실무 가이드북’에서는 무기체계별 신뢰수준은 <그림 1>와 같이 기술되어 있다. 신뢰기준(CL)은 사용자의 요구 및 시험비용 등을 고려하여 결정하며 육상무기체계 적용부품 및 구성품의 신뢰도를 일반적 경험치를 적용하여 80%로 제시하고 있다. 참고로 해상 및 무기체계 적용부품 및 구성품의 신뢰수준은 각각 90%, 95%이다.

<그림 1> 무기체계 시험평가 실무가이드북의 신뢰수준

<p>(4) 신뢰수준(CL)</p> <p>(가) 사용자의 요구, 시료제작 비용, 시험비용, 안정성, 경제적 손실 등을 고려하여 결정하여야 한다.</p> <p>(나) 신뢰수준은 다음의 방법을 이용하여 결정할 수 있다.</p> <p>① MIL-STD-690D 적용 60%(Standard), 90%(Special)</p> <p>② 부품 신뢰성의 치명도와 고장 발생빈도 등을 고려하여 결정</p> <p>③ 일반적으로 적용되는 경험치를 이용한 결정</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 육상 무기체계 적용 부품·구성품 : 80%</li> <li>- 해상 무기체계 적용 부품·구성품 : 90%</li> <li>- 항공 무기체계 적용 부품·구성품 : 95%</li> </ul>
--

그러나 방위사업청의 무기체계 시험평가 실무가이드북은 다양한 육상, 해상, 항공무기체계의 임무특성 및 운용환경 등을 고려하지 않은 단순한 경험치에 근거한 기준으로 첨단 무기체계의 연구개발간 적용이 제한된다. 또한 시험차량의 대수, 계열화 장비의 내구도 주행시험 기준, 내구도 주행시험을 위한 도로조건 등에 대한 세부내용이 포함되어 있지 않아 연구개발사업의 시험평가업무 수행간 적용이 제한된다.

### 3. 전투차량 내구도 주행시험 실태분석

#### 3.1 전투차량 내구도 주행시험 기준 미흡

일반적으로 무기체계 연구개발사업 수행간 목표 내구도는 체계개발단계에서 체계, 부체계 및 구성품별로 할당한다. 그리고 기본 및 상세설계단계에서 고장형태 및 치명도 분석, 고장계통분석, 최적화분석 등을 수행한다. 최종적으로 시험평가단계에서 최초 할당한 설계 내구도의 달성 여부를 확인하여 미흡한 부분은 보완하거나 재개발하는 절차를 반복적으로 수행한 후 최종적으로 목표 내구도가 충족된 장비를 양산하여 야전에 배치한다.

먼저 우리나라의 경우 전투차량에 대한 내구도 주행시험 기준은 미군의 MIL-STD를 참고하여 사용하고 있으며 한반도 지형 및 전장환경을 고려한 독자적 기준은 정립되어 있지 않다. K1 및 K2 전차와 K21 보병전투차량 등 궤도차량은 미국의 M1전차 개발시 적용한 기준(6,000mile)을 적용하였고 K200 장갑차는 미국의 M113 장갑차의 개발기준(5,000mile)을 적용하였다. 장비별 세부내용은 <표 4>와 같다. 자주포와 장갑차의 경우 동일한 임무특성 및 운용환경임에도 불구하고 동일계열 장비별로 상이한 기준이 적용되어 개발되었다. 미군의 내구도 주행시험 기준은 미국의 군사적 작전목적을 달성하기 위하여 수립된 기준으로 임무특성과 요구되는 능력이 우리와 완전히 일치하지는 않는다. 따라서 우선적으로 한반도 지형 및 전장환경을 고려한 장비별 내구도 주행시험거리에 대한 기준정립이 필요하다.

<표 4> 주요 궤도차량 내구도 주행시험거리 및 시제수량

구 분		개발연도	주행시험거리	시제수량	
전차	K1계열	K1	'92. 8.	5대	
		K1A1	'98. 8.	-	
	K2	'08. 12.	9,600km	3대	
자주포	K55계열	K55	'85. 1.	-	
		K55A1	'10. 9.	6,400km	2문
	K9	'98. 10.	9,600km	6문	
장갑차	K200		'84. 10.	8,000km	-
	K21		'07. 7.	9,600km	3대
	경구난차량		'10. 12.	9,600km	2대

차륜형 차량의 경우에는 미국의 TOP 2-2-506 규격 중 차종 그룹 W1을 참고하여 우리의 규격으로 사용하고 있다. <표 5>와 같이 기본차량은 32,000km를 주행하고 계열화 차량은 TOP 2-2-506의 차종 그룹 W2를 적용하여 19,200km로 단축하여 적용하고 있다. 차륜형 차량도 궤도차량과 동일하게 내구도 주행시험을 위한 기준의 검토 및 정립이 필요하다. 즉 차종별 임무특성 및 운용환경을 고려한 내구도 주행시험에 대한 세부적 기준이 필요하다.

<표 5> 차륜형 차량 내구도 주행시험거리 기준

구 분		14톤	24톤, 5톤
기본차량		32,000km	32,000km
계열차량	구급차	19,200km	
	삽벤	19,200km	18,000km(24톤 정비 밴) 18,000km(5톤 확장식 밴) 18,000km(5톤 수리부속 밴)
	NBC		-
	랙커		18,000km(5톤)
	대형유개식트럭	-	-

두 번째로 내구도 주행시험용 시제차량의 수량에 대한 기준이 마련되어 있지 않다. 최근 연구개발이 완료되었거나 진행중인 사업 중 선행연구, 사업추진기본전략 및 체계개발기본계획 수립간 대상장비의 임무특성 및 운용환경 등에 대한 과학적 검토 및 분석을 거쳐 시제차량의 수량을 결정한 예는 매우 드물다.

<표 6> 개발 시제품 시험평가 내용(예)

구 분	시험평가 내용		비 고
완성 시제품	1호	ROC 충족성 및 규격(목표성능) 확인	개발시험용
	2호	군 운용 적합성 및 전력화지원요소 평가	운용시험용
	3호	ILS 평가 및 내구도 주행 시험	내구도 시험용

일반적으로 연구개발사업의 경우 사업예산의 부족으로 인해 통상 개발단계의 시제차량은 3대 이하로 수행한다. 시제차량을 3대로 제작할 경우 시험평가단계에서의 시제품별 평가내용은 <표 6>과 같다. 3대의 장비 중 1대는 개발시험평가의 작전운용성능(ROC, Required Operational Capability) 항목의 기준 충족여부를 확인하고, 또 1대는 소요군이 주관하여 야전부대에서 개발장비의 군사적 운용 적합성과 주장비의 임무수행을 지원하는 전력화지원요소의 적정성을 확인하고 나머지 1대로 ILS 11대 요소에 대한 평가를 수행한다. 제한된 기간내에 시제차량 3대로 다수의 시험항목을 체계적으로 평가하는 것은 매우 힘들다.

### 3.2 시험평가기간 장기간 소요 및 실질적 시험 제한

궤도형 전투차량의 내구도 주행시험을 차량 1대로 9,600km를 수행할 경우 장비의 결함이 발생하지 않는다면 약 1년이 소요된다. 내구도 주행시험을 위한 도로조건은 미국의 기준을 준용하여 적용하고 있으며 주요 무기체계별 내구도 주행시험 도로조건 비율은 <표 7>와 같다. 내구도 주행시험을 하면서 차량 및 동력장치에 고장이 발생하면 그 고장의 종류 및 정도를 판단하여 부분정비 후 계속 수행하거나 시험을 처음부터 다시 시작하는 절차로 수행하고 있다.

<표 7> 주요 무기체계별 내구도 주행시험 도로조건 비율

대상장비	도로조건 비율		
	포장	비포장	야지
K1, K1A1, K2전차	23%	23%	54%
K21 보병전투차량	23%	27%	50%
K55 자주포	25%	50%	25%
K55A1, K9 자주포	27%	33%	40%

<표 6>과 같이 완성시제를 3대 제작하여 시험평가를 수행하는 경우 시험평가 중 예기치 못한 상황이 발생한다면 투입 가능한 예비 장비가 없다. 최근 수행중인 사업은 다양한 첨단 통신체계 및 전장관리체계 연동 등 평가요소는 날로 증가하고 있으나 이를 지원할 장비가 부족하여 충분한 시험평가가 더욱 제한되는 현상이 가중되고 있다. 그리고 내구도 주행시험간 크고 작은 결함의 발생은 불가피하며 이로 인해 시험평가기간은 항상 촉박한 실정이다.

일반적으로 연구개발사업 기간이 4년인 경우 사업착수 이전 사전조치 및 의사결정을 위해 통상 약 6~9개월, 개발 및 운용시험평가에 약 12개월이 소요되며 규격화 및 후속 조치에 약 6개월이 소요된다. 즉 순수한 연구개발기간 21~24개월 정도이다. 따라서 충분한 개발기간의 보장을 위해서는 불필요한 행정소요기간의 단축과 더불어 시험평가기간의 단축이 요구된다. 운용시험평가의 3계절 시험을 고려시 약 8개월은 반드시 필요하므로 향후 전체 시험평가기간을 최장 8개월 이내에 완료가 가능하도록 제도적으로 개선이 필요하다.

### 3.3 내구도 주행시험 기준 및 수행지침 부재

현재 연구개발사업의 시험평가업무수행을 위한 규정과 기준은 방위력개선사업관리규정과 무기체계 시험평가 실무 가이드북 뿐이다. 즉 전투차량의 경우처럼 장비의 종류 및 특성이 다양한 경우에 적용할 수 있는 내구도 주행시험 기준 및 수행지침이 마련되어 있지 않다.

방위사업관리규정 제255조 「무기체계 시험평가의 수행절차」에는 연구개발주관기관이 예비시험평가기본계획서를 작성하여 방위사업청으로 제출하면 방위사업청(분석시험평가국)이 최종적으로 시험평가기본계획서(TEMP1))를 확정하는 것으로 규정하고 있다. 그러나 연구개발주관기관(방산업체, 국방과학연구소 등)이 예비시험평가기본계획서를 작성시 기본이 되는 문서는 방위사업관리규정 별표 제Ⅱ-3호 시험평가기본계획서 작성지침이지만 대상장비의 임무특성 및 운용환경 등을 고려한 세부 작성기준 및 내용은 구체화되어 있지 않다.

또한 내구도 주행시험을 포함하는 개발시험평가계획서에도 대상장비의 수량 및 방법, 시험평가 항목 및 기준 등은 포함되어 있으나 정작 연구개발주관기관이 대상장비의 특성으로 고려한 실질적인 개발시험평가계획의 세부 작성기준 및 내용은 구체화되어 있지 않

1) TEMP(Test and Evaluation Master Plan) : 시험평가기본계획서

다. 방위사업관리규정의 시험평가기본계획서 및 개발시험평가계획서의 세부내용은 <그림 2>와 같다.

<그림 2> 시험평가기본계획서 및 개발시험평가계획서 세부내용

시험평가기본계획서 작성지침 (방위사업관리규정 별표 제II-3호)	개발시험평가계획서 내용 (방위사업관리규정 제262조)
1. 시험평가 대상 체계의 소개 2. 시험평가 계획 요약 3. 개발시험평가 개요 4. 운용시험평가 개요 5. 시험평가 자원 요약 6. 그 밖에 사업별 특성에 따른 별도 지침 등	1. 개발시험평가 개요 2. 개발시험평가 대상장비 및 수량 3. 개발시험평가 기간, 장소 및 방법 4. 개발시험평가 항목 및 기준 5. 실무장 시험 수행 여부 6. 소요예산 7. 개발시험평가 인원 구성 8. 적용규격 검증관리 방안 9. 기타 협조 및 지원사항

그리고 방위사업청의 사업관리 및 시험평가부서에서 시험평가 업무수행시 활용하고 있는 ‘무기체계 시험평가 실무 가이드북’ 또한 문서의 성격이 “시험평가 업무수행에 필요한 참고자료로 활용”<sup>2)</sup>으로 한정되어 있다. 또한 무기체계 시험평가 실무 가이드북에 포함된 다수의 내용이 시험평가 관리업무를 명시하고 있어 정작 시험평가 관련기관이 필요로 하는 무기체계의 특성을 고려한 과학적이고 기술적 절차와 기준 등을 제공해 주지 못하고 있다. 일례로 육상, 해상 및 항공무기체계 부품 및 구성품의 신뢰수준(C<sub>L</sub>)을 일반적으로 적용되는 경험치를 제시하고 있다.

최근 방위사업청은 연구개발단계에서의 미흡한 성능검증을 보완하기 위하여 야전운용성 확인(Field Test)이란 제도를 신설하였으나 개발과정에서 충분한 성능검증이 수행된다면 양산단계에서의 FT와 같은 절차는 불필요하거나 일정부분 축소도 가능할 것이다. 그리고 무기체계의 총소유비용(TOC, Total Ownership Cost) 측면에서도 대상장비의 특성을 고려한 충분한 시제제작 및 체계적 시험평가를 수행 후 전력화하는 것이 오히려 경제적이다.

2) 무기체계 시험평가 가이드북, 방위사업청, 2012.7., p.3

## 4. 전투차량 내구도 주행시험 개선방안

### 4.1 내구도 주행시험 대상 무기체계 분류

연구개발단계에서의 내구도 주행시험기준은 전투차량의 임무 및 운용형태를 기초로 결정되어야 한다. 본 연구에서는 전투차량의 동력장치 내구도 시험기준을 제시한다. 우선 내구도 주행시험기준의 제시를 위해서는 대상 무기체계에 대한 분류가 필요하다. 즉 임무의 특성을 고려하여 전투강도가 강한 무기체계와 전투를 지원하는 비교적 전투강도가 약한 무기체계로 구분하고 또한 궤도와 차륜으로도 구분되어야 한다. <표 8>은 합참에서 분류한 무기 및 비무기체계의 세부 분류 중 기동무기체계를 분류한 것이다.

<표 8> 합참의 무기/비무기체계 세부 분류<sup>3)</sup> 중 기동무기체계

중분류	소분류	대 상 장 비
전 차	전투용	M48A2, M48A3K, M48A5/5K, K-1, K1A1, T-80U, K2전차 등
	전투지원용	K-1 구난전차, M88A1 구난전차 등
장 갑 차	전투용	K-200/A1, CM6614, BMP-III, LVTP7A1, KAAVP7A1, 차륜형장갑차, K-281/A1, K-242/A1, K-21보병전투장갑차 등
	지휘통제용	K-277, LVTC7A1, KAAVC7A1 등
	전투지원용	· 사격지휘용 : K-77 등 · 화생방정찰용 : K-216 등 · 구난용 : K-288 / A1, KAAVR7A1 등 · 탄약운반용 : K-10 탄약운반장갑차 등
전투차량	전투용	중형전술차량, TOW · 106mm · 제논 탑재차량, K-532 다목적전술차량 등
	지휘용	5톤 확장식벤, 14톤 · 22톤 사격지휘차 등
	전투지원용	5톤 · 10톤 구난차, 궤도형정비샷, 정비샷차량(14톤, 22톤) 통신중계용전술차량(K-534), 14톤 통신가설차, 압호차량(14톤, 22톤) 등
기동/ 대기동 지원장비	전투공병장비	장갑전투도자(M9ACE), 다목적 굴착기, 장애물개척차 등
	간격극복 및 도하 장비	교량전차(AVLB), 차기전술교량, 자주도하장비 등

일반적으로 전투강도가 강한 전차, 장갑차, 전술차량 등의 경우에는 장비의 성능에 대한 높은 신뢰도가 요구되며 이러한 장비들의 내구도 시험은 다수의 시험차량으로 주행시험을 충분히 수행하여 그 성능을 검증하여야 한다. 그러나 탄약운반장갑차나 통신차량 등은 전투강도가 비교적 약하고 신뢰도 또한 일정수준이 이상이면 임무수행이 가능하므로 전차 등과는 차등적으로 수행되어야 한다.

3) 국방전력발전업무훈령, 국방부, '12. 2., p.200

## 전투차량 내구도 주행시험기준 개선에 대한 연구

그러나 내구도 주행시험을 위한 대상 무기체계분류는 간단하지 않다. 미국은 내구도 주행시험을 위해 케도 및 차륜차량을 분류시 대상 무기체계의 운용도로조건을 근거로 분류하였다.<sup>4)</sup> 즉 비포장 및 포장도로에서 운용하는 비율을 분류의 기준으로 삼고 있다. 본 연구에서는 원칙적으로 합참의 무기체계분류를 준용하여 전투용은 CAT #1, 전투지휘 및 전투지원용은 CAT #2 그리고 기동 및 대기동 지원장비는 CAT #3으로 각각 분류하는 방안을 제안한다. 그러나 장비의 임무특성 및 운용환경 등을 고려하여 조정이 필요할 경우에는 관련기관의 협의를 통하여 조정할 수 있다. <표 9>는 CAT별 대상장비 기준(안)이다.

**<표 9> 내구도 주행시험을 위한 기동무기체계 분류(안)**

구 분	대상장비	비고
CAT #1	전투용	장비의 임무특성 및 운용환경을 고려하여 조정 가능
CAT #2	지휘통제용, 전투지원용	
CAT #3	기동/대기동 지원장비	

### 4.2 전투차량 내구도 주행시험 기준(안) 정립

전투차량의 내구도 주행시험 기준은 장비의 OMS-MP<sup>5)</sup>를 기초로 선행연구단계부터 검토되어야 하며 최종적으로 TEMP에 반영되어야 한다. 하지만 내구도 시험기준을 지나치게 높여 추진할 경우 개발비의 상승 및 시험평가 기간의 장기화를 초래하므로 적정수준으로 결정하는 것이 필요하다.

우선 전투차량의 내구도 주행시험을 위한 무기체계 분류는 <표 9>를 적용하는 것이 타당하다. 그러나 필요시 대상 무기체계의 임무특성 및 운용환경을 고려하여 조정할 수 있다. 특히 계열차량이 다양한 경우에는 기본형 차량과 계열차량을 구분하여 융통성 있는 적용도 가능하다.

두 번째로 내구도 주행시험을 위한 시험장비의 수량에 대한 기준의 정립이 필요하다. 전투차량(CAT #1)은 임무의 중요도 및 전투강도 등을 고려시 다양하고 충분한 시험평가가 요구되므로 시제장비의 수량은 최소 5대 이상으로 수행되어야 한다. 전투지휘 및 전투지원용차량(CAT #2)은 전투차량 대비 임무의 중요도 및 전투강도가 다소 낮은 수준이므로 최소 3대 이상으로 한정하는 것이 적절하다.

또한 신뢰도(CL) 수준은 대상장비의 임무 긴급도 및 중요성을 고려하여 결정하는 것이 타당하다. 기본적으로 방위사업청 무기체계 시험평가 실무가이드북의 기준을 준용하여 전투용장비는 기본적으로 신뢰도를 80% 이상으로 한정할 필요성이 있으나 전투지휘 및 전투지원용장비의 경우에는 부분적 조정도 가능하겠다. CAT별 시제 장비수 및 신뢰도 기준 그리고 주행거리 기준(안)은 <표 10>과 같다.

4) TOP 2-2-506, p. B-1

5) OMS-MP(Operational Mode Summary-Mission Profile) : 운영형태종합 및 임무분석

<표 10> 기동무기체계별 내구도 주행시험 기준(안)

구 분	시제 장비수	신뢰도(CL)	주행거리(km)	
			궤도차량	차륜차량
CAT #1	5대 이상	80%	5,283.2	19,812.1
CAT #2	3대 이상	70%	5,581.3	20,930.0
CAT #3	3대 이상	60%	5,213.1	19,548.9

### 4.3 내구도 주행시험 제도개선

'06년 방위사업청 개청 이후 방위력개선사업의 전반에 대한 획기적 발전과 성과를 달성하였으나 시험평가에 대한 절차 및 기준은 아직 미흡한 수준이다. 지상, 해상, 공중 전력별 OMS-MP를 고려한 맞춤형 시험평가 기준이 마련되어야 하며 이를 지원하는 관련 규정 및 지침의 보완이 필요하다.

<표 11> 방위사업관리규정 개선(안)

구 분	현 규정	개선(안)
제88조 사업추진기본전략의 수립	①항 9. 시험평가 방법(적정 시제수량 확보계획 포함), 시험평가 수행 기관, 국내 시험시설, 장비, 능력 확보 등 시험평가 전략에 관한 사항	9. 시험평가 방법(적정 시제수량 확보계획, <u>내구도 주행시험 수준</u> 포함), 시험평가 수행기관, 국내 시험시설, 장비, 능력 확보 등 시험평가 전략에 관한 사항
제103조 연구개발을 위한 기본계획의 수립	④항 2. 사업추진방법  4. 다음 각목의 사항을 포함한 시험평가에 대한 개략적인 계획	2. 사업추진방법 가. ~ 사. : 동일 <u>아. 시제제작 수량</u>  4. 다음 각목의 사항을 포함한 시험평가에 대한 개략적인 계획 가. ~ 라. : 동일 <u>마. 내구도 주행시험 기준</u>
제122조 체계개발사업관리 기본계획서	5. 시험평가관리계획 가. 시험평가에 대한 개략적인 계획	5. 시험평가관리계획 가. 시험평가에 대한 개략적인 계획( <u>시제수량, 내구도 주행시험 기준 포함</u> ) 나. ~ 마. : 동일
제262조 개발시험평가계획서의 작성	①항 2. 개발시험평가 대상장비 및 수량	①항 2. 개발시험평가 대상장비 및 수량, <u>내구도 주행시험 기준 (신뢰도, 주행거리, 도로조건 등 포함)</u>

현 방위사업관리규정에 내구도 주행시험과 관련한 조항의 개선(안)을 <표 11>에 제시하였다. 우선 제 88조 「사업추진기본전략의 수립」 시 대상장비의 특성을 고려한 개략적인 시험평가 내용이 규정되어야 한다. 소요결정 이후 선행연구결과에 기초한 사업추진기

## 전투차량 내구도 주행시험기준 개선에 대한 연구

본전략을 수립할 경우 대상장비의 임무특성을 고려한 적정 시제수량과 더불어 내구도 주행시험의 수준을 검토하여 포함하여야 한다. 또한 103조 「연구개발을 위한 기본계획의 수립」, 제122조 「체계개발사업관리기본계획서」 및 제262조 「체계개발시험평가계획서의 작성」에도 사업추진기본전략에 포함된 시험평가 관련 내용을 보다 구체화하여 대상장비의 분류, 내구도 주행시험의 세부 기준(신뢰도, 주행거리, 주행시험 도로조건 등) 및 시제차량의 수량 등이 포함되어야 한다.

또한 개발시험평가계획안과 운용시험평가계획안 작성의 기준이 되는 시험평가기본계획서(TEMP)에 대한 보완이 필요하다. 방위사업관리규정 별표 제Ⅱ-3호 시험평가기본계획서 작성지침의 제1장에는 시험대상 무기체계의 OMS-MP에 기초한 시험평가 방향 및 중점요소가 포함되어야 한다. 즉 대상장비별 맞춤형 시험평가계획의 수립이 필요하다. 제 3장과 제 4장에는 평가항목별 시험조건, 기준, 방법 및 절차 등의 보완이 필요하다. 시험평가 전 순기 활동에 대한 과학적이고 합리적 정의가 우선되어야 하며 평가결과의 객관성과 신뢰성을 저해하는 요인은 사전 식별하여 제거하여야 한다.

그리고 무엇보다도 무기체계시험평가를 위한 지침서의 작성이 필요하다. 무기체계 시험평가 업무지침서(가칭)는 사업관리자 및 개발자가 선행연구, 사업추진기본전략, 체계개발기본계획, 시험평가기본계획서 및 개발(운용)시험평가계획서 등을 작성하고 실제 시험평가를 수행시 기준 및 기술적 근거를 제시하는 문서다. 방위사업청 및 각 군은 시험평가에 대한 업무분장 및 관련규정을 재검토하여 우리의 현실에 적합한 시험평가지침을 마련하여야 하겠다.

## 4. 결 론

무기체계 연구개발사업은 개발단계에서 충분하고 과학적인 시험평가가 이루어져야 양산 후 야전부대에서 운용시 최초 계획한 기능발휘가 가능하고 경제적 운용을 보장한다. 우리나라는 '70년대 이후 자주국방을 목표로 방위력개선사업을 성공적으로 수행해 왔으나 현재까지 전투차량의 내구도 주행시험에 대한 기준은 미군의 MIL-STD를 준용하고 있으며 별도의 한반도 전장환경 및 임무특성을 고려한 독자적 기준이 마련되어 있지 않다. 최근까지 다수의 궤도차량사업에서 개발대상장비의 임무특성 및 운용환경 등을 고려하지 않고 획일적으로 차량 1대를 이용한 9,600km 주행기준을 적용하고 있으며 차륜형 차량도 차종을 구분하지 않고 32,000km 주행시험을 수행하고 있다. 이로 인해 소요군의 요구성능에 대한 충분한 성능검증이 제한되고 시험기간의 장기화가 불가피하였다.

본 연구에서는 무기체계의 임무특성 및 운용환경 등을 고려한 전투차량의 내구도 주행시험에 대한 합리적 기준(안)을 제시하였다. 우선 합참의 무기체계 분류기준과 대상장비의 OMS-MP를 기초로 전투용 차량은 CAT #1로, 전투지휘 및 전투지원용 차량은 CAT #2로, 그리고 기타 전투차량들은 CAT #3으로 각각 구분하였다. 두 번째로 김명수의 연구결과를 적용하여 CAT별 신뢰도 수준을 고려한 내구도 주행시험거리와 시험차량의 대수를 제안하였다. 그리고 세 번째로 내구도 주행시험의 제도적 개선방안으로 방위사업관리규정의 개정과 무기체계 시험평가지침서의 필요성을 주장하였다.

연구개발 대상장비의 임무특성 및 운용환경을 고려한 내구도 주행시험기준이 개선될

경우 개발단계에서 목표성능에 대한 충분한 검증과 상당한 시험평가기간의 단축도 가능할 것으로 예상된다.

무기체계를 최종적으로 사용하는 소요군은 개발단계에서 적정대수의 시제차량을 제작하여 다양한 시험항목에 대한 과학적 검증을 거친 후 양산 및 전력화되는 것을 희망한다. 개발단계에서의 충분한 시험평가가 이루어진다면 장기적으로는 운용유지비용의 절감이 가능하여 경제적 군 운용에도 기여할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 국방과학연구소, “무기체계 시험평가 현실태 및 발전방향”, 2005. 6.
- [2] 국방부, 국방전력발전업무훈령, 훈령 제1388호, 2012. 2. 3.
- [3] 김명수, “동력장치 내구도 요구조건 인증을 위한 내구시험 주행거리 산출방안 연구”, 한국신뢰성학회, 2013. 7., pp.15-22
- [4] 방위사업청, 『무기체계 시험평가 실무 가이드북』, 2012. 7.
- [5] 방위사업청, 방위사업관리규정, 훈령 제225호, 2013. 7. 23.
- [6] 서순근, 권혁명, 차명수, 윤원형, 『신뢰성 공학』, 교보문고, 2010. 3.
- [7] 한형운, 한봉운, 김훈, 나일용, “국방분야 신뢰성 업무 발전방안 연구”, 국방기술품질원, 2007. 1.
- [8] DOD, “Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability”, Aug, 3. 2005
- [9] MIL-STD-785D, “Reliability Program for System and Equipment Development and Production”, Sep. 1980.
- [10] TOP-2-2-506, “Endurance Testing of Tracked and Wheeled Vehicles”, Jun. 1981.