
내구성 시험조건 도출에 대한 사례 연구

05년 6월

김성진, 한상철

(주)로템 기술연구소

Endurance Test

Rotem

순서

- 개요
- 내구성 시험조건 선정 개념
- 운용성 시험조건 도출
 - 1. 유사장치 교범 분석
 - 2. 평가요소 산출
- 내구성 시험 모드 결정
- 내구성 시험 시나리오
- 내구성 시험 평가 절차
- 결론

개요

□ 배경

- 신규개발 무기체계의 내구성 시험 조건 개발 기준 없음
- 내구성 시험 조건에 대한 관련 근거 미비
- 내구성/RAM 평가를 위한 시험 조건 설정의 필요성 인식
- 품질보증, 개발기간 및 개발비용을 고려한 시험 기준 설정 필요

□ 목적

- 신규개발 무기체계의 구동장치 내구성 시험 조건 산출
- 타당한 시험 조건을 제시하여 제품의 내구성 검증을 통한 품질보증

개요 - 계속

- 내구성 설계 목표
 - 무기체계의 전시 운용조건을 기준으로 설정
 - 설계 목표 : 00시간(신규개발 무기체계 전자장치 운용), 00km, 00회 이상

- 시험 제한 조건
 - 정비시의 신규개발 무기체계구동 장치 운용은 생략함
 - 기동장비의 신규개발 무기체계구동과 관련된 장치 내구성 설계목표와 동일한 운용조건으로 함
 - 관련장치 내구성 설계목표(평시)
 - 00회 : 실운용 00회, 가운용 00회 이상
 - 신규개발 무기체계구동은 실운용, 비운용, 관측 시에만 운용된다고 가정
 - 내구성 시험 조건상 신규개발 무기체계 고/저 구동 시험조건은 동일한 1Hz의 사인파 조건으로 작동(Stress 영향 미흡)
 - 기동간 운용 시 신규개발 구동장치는 정지 시 운용과 동일한 조건으로 가정

내구성 시험조건 선정 개념

▶ 시험조건 선정 절차

장비운용 목표(OMS-MP)

‘TECD-419-991104’ 무기체계개념
특화연구센터 1999.12

장비사용 빈도 분석
(기동장비 운용개념/유사장비 교범)

‘야교 33-13’- 2004년 유사장비 포술
교범

운용 빈도 파라미터 산출

운용 조건 파라미터 단순화

내구성 시험모드 선정

운용성 시험조건 도출

1. 유사장비 교범 분석

□ SAMPLE

임무	조건	횟수	기준	비고
제 1단계 XX 훈련	1 영점조건	10	점검 10cm이내	신규개발 무기체계구동 안함
	2 XX개의 진동 운용(G 조건경)	20	XX초내 20개중 XX개 획득	신규개발 무기체계구동
	3 XX개의 진동 운용(A 조건경)	20	XX초내 20개중 XX개 획득	신규개발 무기체계구동
	4 XX개의 수동 운용(G 조건경)	20	XX초내 20개중 XX개 획득	신규개발 무기체계구동 안함
	5 XX개의 진동 운용(C 조건경)	5	XX초내 5개중 X개 획득	신규개발 무기체계구동

□ 제 1단계 훈련 정리

- 목표물간 장비 이격 각도 : 20° 이상
- 신규개발 무기체계 구동이 요구되는 훈련 : 3 종
 - XX초당 1회 운용 : 5 회
 - X초당 1회 운용 : 20회
 - X초당 1회 운용 : 20회

운용성 시험조건 도출-계속

2. 평가요소 산출

□ 각 초당 이격 각도에 따른 회전 속도 산출

- 선회 구동 각도 : XX° (G/C 조건경 관측 시계), XX° , XX°
- 고저 구동 각도 : $\pm XX^\circ$
- 가운용 훈련 중 표적획득 훈련 : XX초
- 표적확인 후 표적까지의 이동 시간 : X초

- 승무원 운용표의 운용완료 시간 중 실제 G/C가 표적까지 신규개발 무기체계를 이동하는 시간만을 고려
- 2차 표적 운용 시에도 표적조건까지의 이동 시간만을 고려
- 가운용 훈련 중 신규개발 무기체계에 지향 훈련 포함

○ $1^\circ = 17.8\text{mil} \rightarrow 90^\circ = 90 \cdot 17.8\text{mil} = 1602\text{mil}$, $60^\circ = 1068\text{mil}$, $30^\circ = 534\text{mil}$

○ 표적 이동 거리

- 표적 이동 거리 : $XX' \Rightarrow 160.2\text{mil/s}$, $XX' \Rightarrow 106.8\text{mil/s}$, $XX' \Rightarrow 53.4\text{mil/s}$
- 표적 이동 거리 : $XX' \Rightarrow 534\text{mil/s}$, $XX' \Rightarrow 356\text{mil/s}$, $XX' \Rightarrow 178\text{mil/s}$

□ 조건 운용 절차

시간(초)	1	2	3	4	5	6	7
적 책	명령 하달, 주표지향		관정준비		발사명령	관정	
C	표적확인		표적조건			발사	관정
G							

운용성 시험조건 도출-계속

□ 이동표적에 대한 회전 속도 산출

○ 이동표적의 거리 : 1000m (실거리 B호련 거리 적용)

○ 표적의 이동속도 : 60 km/h 적용

○ $\tan 45^\circ = 1 = AB/1000$

○ $AB = 1000m$ 이동 시간

→ 60km : 1h = 1km : x

→ $x = 1h/60 = (1 \cdot 3600s)/60 = 60sec$

○ 신규개발 무기체계가 45° 이동하는 동안 60sec 소요

→ $1^\circ = 17.8 \text{ mil}$ 이므로

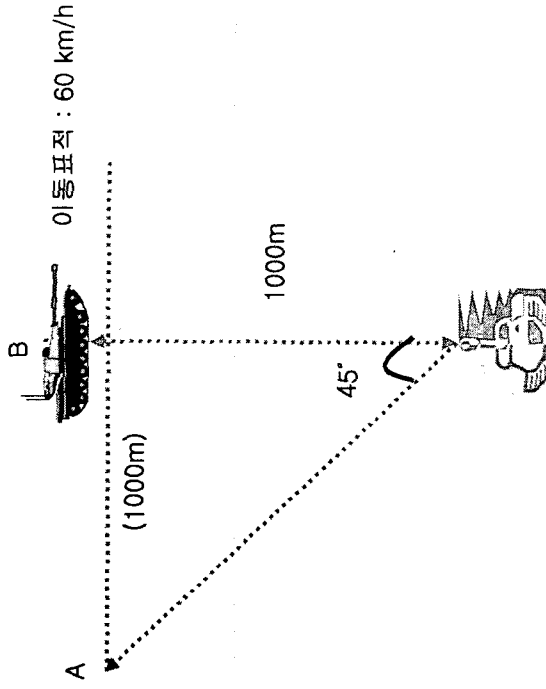
→ $45^\circ = 17.8 \cdot 45 = 801 \text{ mil}$

○ 신규개발 무기체계 이동(추적) 속도 = $801 \text{ mil}/60 \text{ sec} = 13.35 \text{ mil/s}$

○ 이동표적에 대한 추적 속도는 표적 획득 시 가장 느린 속도인 53.4mil/s보다

낮으므로 이동표적에 대한 추적속도는 무시하고, 고정표적에대한 표적 획득 속도만을 고려하도록 함

→ 고정표적 획득 속도 = 이동표적 획득 속도



100 시험조건 도출-계속

□ T 훈련에대한 포탑 회전 속도 산출

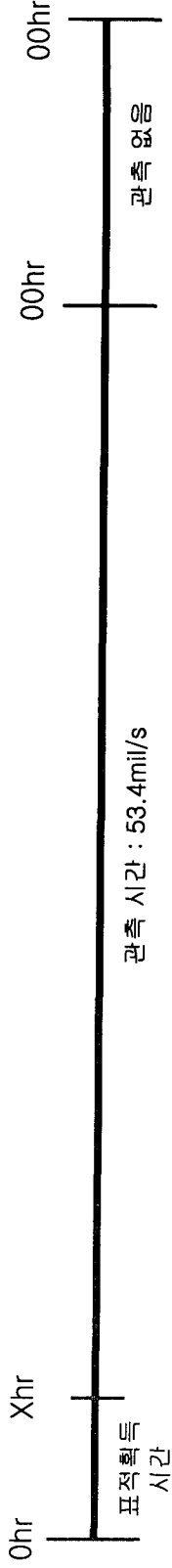
- 표적과의 거리 : 100m
- XX km/h → 44.5 mil/s : 30° ⇒ 53.4 mil/s 1회로 적용
- XX km/h → 89 mil/s : 60° ⇒ 106.8mil/s 1회로 적용
- XX km/h → 133.5 mil/s : 90° ⇒ 160.2mil/s 1회로 적용

□ H-K 운용 속도 적용

- H-K 운용 시 신규개발 무기체계 이동 속도 : XXmil/sec
- 승무원 훈련 시 다중표적에 대해 H-K 기능 사용 : 80회
- H-K 기능은 G 시계에 보이지 않는 표적에 대해 C가 표적획득 하는 기능이므로 G 시계를 넘어선 (100, 130)에 대한 시험을 함

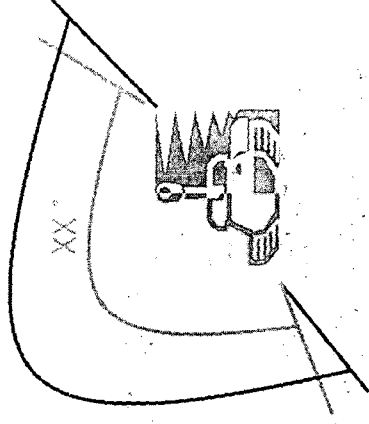
운용성 시험조건 도출-계속

- 관측을 위한 신규개발 무기체계 구동비율 산출
 - 기동장비의 전시 00시간 OMS/MP (Operational Mode Summary - Mission Profile)중 이동(수색)시간 비율을 신
규개발 무기체계 전자장치 가동시간인 00시간비율로 환산.
 - 기동장비 전시 00시간 중 신규개발 무기체계 전자장치 가동시간 : 00시간
 - 신규개발 무기체계 전자장치 가동시간인 00시간의 각 상황
 - 교전/이동/수색 상황 : 00시간 (표적획득시간 포함) → 관측
 - 기타상황 : 0시간 → 관측 없음
 - 00시간을 완성차 내구성 신규개발 무기체계 전자장치 가동시간인 00시간으로 환산
 - $\text{표적획득} \cdot 00\text{시간} (\text{표적획득} \times \text{시간 포함})$
 - $\text{수색상황} \cdot 00\text{시간}$
 - 기타상황 : 00시간
 - 관측 시 신규개발 무기체계 회전 속도는 표적획득 속도 중 가장 느린 속도인 53.4miil/s 적용
 - 관측 총 구동 거리 : 00 miil
 - 관측의 구동 거리를 만족 시키면 관측 상황에 대한 내구성을 만족하는 것으로 판단
 - $\text{관측 총 구동 거리} = \text{테스트 속도} \cdot \text{시간} \rightarrow 00 \text{ miil} = \text{테스트 속도} \cdot \text{시간}$



운용성 시험조건 도출-계속

- 관측을 위한 신규개발 무기체계 구동비율 산출 - 계속
- 구동거리 기반의 시험 시간 가속
 - 단일고장 인자 : 운용거리
 - 테스트 속도에 의한 신규개발 무기체계구동장치의 H/W적인 추가 가속성은 무시]
 - 관측 총 구동 거리 = 00 mil = 테스트 속도 · 시간, 이므로 테스트 시간을 줄이기 위해 테스트 속도를 일정수준까지 높이도록 함
- 테스트 속도
 - 신규개발 무기체계구동장치의 최고 구동 속도인 00mil/s 에서 H/W에 무리를 주지 않는 범위인 00mil/s 적용 [가변적]
 - 시간 = 00s / 00 = 00sec [약 00시간]
 - G 관측범위는 전/좌측방 XX° 로 신규개발 무기체계 이동 각도는 XX° 적용
 - 00mil/s 로 XX° 구동 시 소요시간 [XX° = XXmil]
 - XXs / XX = 3.7sec [가속시간을 고려하여 약 5sec 소요]
 - 포함 구동 빛수 : XX / X = 61516 회



G관측 범위

운용성 시험조건 도출-계속

□ 신규개발 무기체계 경사도 적용 조건 산출

- 신규개발 무기체계 경사도에 따라 구동특성과 H/W의 내구성에 영향을 주므로 각 경사도 조건별 시험을 실시함
 - 신규개발 무기체계구동장치의 경사도별 운용범위가 개발규격서에 나타나있지 않기 때문에 관련장치 개발규격서의 운용범위를 적용

총/횡경사 ± XX ° 범위내

- 운용 조건 별 경사도 비율 적용(총/횡경사 인자의 교호작용은 구동특성에 큰 영향이 없는 것으로 판단되어 생략)
 - 0 ° → 50%
 - 종경사 ± XX ° → 25%
 - 횡경사 ± XX ° → 25%

○ 각 Cycle별 경사도를 적용하여 시험

- 총 30 Cycle
- 0 → 14 Cycle
- 종경사 - XX °
 - 전면측 +XX ° : 4 Cycle
 - 후면측 +XX ° : 4 Cycle
- 횡경사 = XX °
 - 좌측 +XX ° : 4 Cycle
 - 우측 +XX ° : 4 Cycle

내구성 시험 모드 결정

- 평시 운용 횟수(관련장치 내구성 설계목표) = 00발 (실운용 : 00회, 가운용 : 00회)
- 중 운용 횟수 : 00회 = 00 + 0 (T출력)
- 90° : 60° : 30° 의 유형별 비율은 Random 표적으로 00회에 대하여 1 : 1 : 1 로 할당

훈련종류	90°		60°		30°	
	속도	횟수	속도	횟수	속도	횟수
이동각 (선회)						
표적획득 훈련(00회)	00 mil/s	00	00 mil/s	00	00 mil/s	00
운용 훈련(00회)	00 mil/s	00	00 mil/s	00	mil/s	00
이동각 (선회)	180°		90°			
	속도	횟수	속도	횟수	속도	횟수
H-K (00회)	00mil/s	00	00mil/s	00	-	-

- 관측을 위한 신규개발 무기체계 선회 시험 : 500mil/s, 61516회, 105° [전방 우측 00° ~ 좌측 -00°]
- 위의 표적획득/운용/H-K/관측 훈련 완료 시 1 Cycle(운용 00회 + 관측 00회)
 - 00/00 = 30 Cycle
 - 00/00 = 2050 회/cycle
- 각 Cycle 시험 시 신규개발 무기체계 경사도 적용
- 고저 이동에 대한 시험은 선회시 1Hz의 사인파(진폭 ±00°) 적용



내구성 시험 시나리오

시험 SET-UP

(예방 정비, 측정 장비 상태 점검 등)

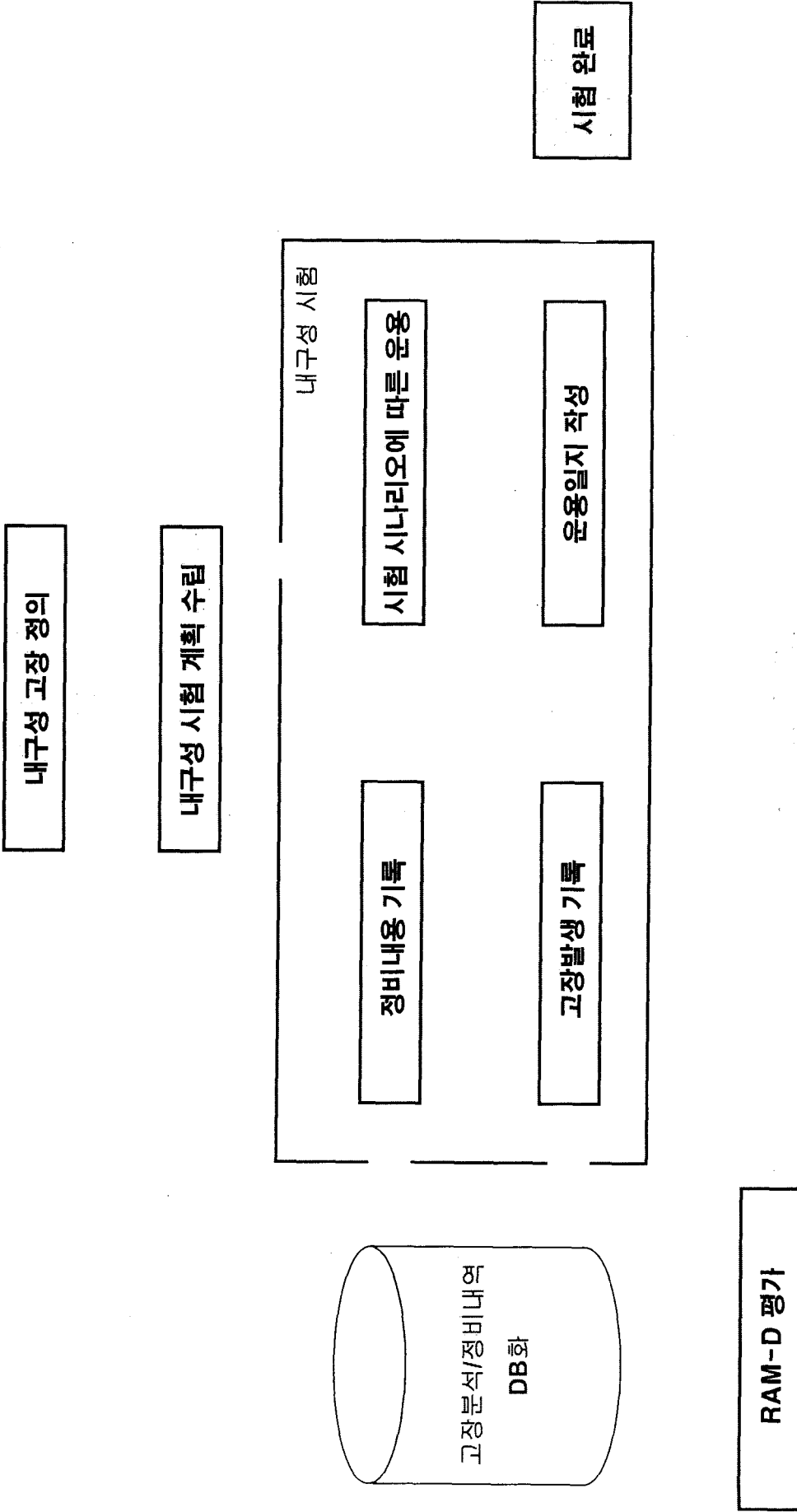
경사도 적용

참고) 각 조건별 시험의 소요시간은 목표 속도까지의 가속시간을 제외한 것으로 실제 시험 시 장비 가동시간은 더 증가될 것으로 판단 됨

1Cycle	<table border="1"> <tr><td>각도 : 30°</td><td>각도 : 60°</td><td>각도 : 90°</td></tr> <tr><td>00mil/s 00회</td><td>00mil/s 00회</td><td>00mil/s 00회</td></tr> <tr><td>00mil/s 00회</td><td>00mil/s 00회</td><td>00mil/s 00회</td></tr> <tr><td>소요시간 : 약 7분</td><td>소요시간 : 약 7분</td><td>소요시간 : 약 7분</td></tr> </table>	각도 : 30°	각도 : 60°	각도 : 90°	00mil/s 00회	00mil/s 00회	00mil/s 00회	00mil/s 00회	00mil/s 00회	00mil/s 00회	소요시간 : 약 7분	소요시간 : 약 7분	소요시간 : 약 7분	<table border="1"> <tr><td>각도 : 180°</td><td>각도 : 105°</td><td>각도 : 90°</td></tr> <tr><td>00mil/s 00회</td><td>00mil/s 00회</td><td>00mil/s 00회</td></tr> <tr><td>소요시간 : 약 96초</td><td>소요시간 : 약 127분</td><td>소요시간 : 약 48초</td></tr> </table>	각도 : 180°	각도 : 105°	각도 : 90°	00mil/s 00회	00mil/s 00회	00mil/s 00회	소요시간 : 약 96초	소요시간 : 약 127분	소요시간 : 약 48초
	각도 : 30°	각도 : 60°	각도 : 90°																				
	00mil/s 00회	00mil/s 00회	00mil/s 00회																				
	00mil/s 00회	00mil/s 00회	00mil/s 00회																				
	소요시간 : 약 7분	소요시간 : 약 7분	소요시간 : 약 7분																				
	각도 : 180°	각도 : 105°	각도 : 90°																				
00mil/s 00회	00mil/s 00회	00mil/s 00회																					
소요시간 : 약 96초	소요시간 : 약 127분	소요시간 : 약 48초																					

내구성 시험일지 및
결함발생 처리보고서 작성/정리

내구성 시험 평가 절차



결론

▶ 기대효과

- 신규 무기체계 주요장치에 대한 내구성 시험 조건 개발
 - OMS-MP를 기반으로 하여 현실적 운용 조건을 최대한 반영한 내구성 시험조건 선정
 - 다양한 조건에서의 시험을 통해 내구성 시험의 타당성 검증
- 신규개발 무기체계의 구동장치 내구성 시험을 발전시켜 시간 및 비용 절감에 기여
- 유사 무기체계 장치의 내구성 시험에 참고 할 수 있는 자료로 활용

▶ 발전방향

- 수리가능한 무기체계 장치에 대한 적정 시료수와 시험기간 도출을 위한 연구 필요