

MIL-HDBK-344A 기반의 유도탄 내부 케이블 ESS 시험 방안

Test Method for Guided Missile Cable ESS(Environmental Stress Screening) Based on MIL-HDBK-344A

이대현^{1*} · 이정민¹ · 오택근¹ · 이홍범¹ · 정준영²

¹LIG 넥스원

²국방과학연구소

Dae-Hyun Lee^{1*} · Jung-Min Lee¹ · TaekKeun Oh¹ · Hong-Beom Lee¹ · JunYoung Jung²

¹LIG Nex1, Gyeonggi-do, 13488, Korea

²Agency for Defense Development, Daejeon 34186, Korea

[요 약]

본 논문에서는 MIL-HDBK-344A 기반의 ESS(environmental stress screening) 시험에 대해 소개하고, 유도탄 내부 케이블의 ESS 시험에 대한 목적과 규격 설정 및 시험 방안에 대하여 확인하였다. ESS 시험구성은 온도 순환과 랜덤 진동의 환경 자극으로 이루어져 있으며, 핸드북의 절차를 기반으로 유도탄 내부 케이블의 ESS 시험 규격 설정과 시험 구성을 제시하고, 진동 시험을 위한 유도탄 내부 케이블의 ESS 시험을 위한 치구를 제작하였다. 스크린 강도(SS; screening strength)를 통해 결정되는 결함 감지 확률은 일회성으로 사용되는 유도탄의 신뢰성에 부합되도록 선정하였고, 또한 ESS 시험 중 유도탄 내부 케이블의 검사방법과 고려해야 할 점에 대하여 소개하였다.

[Abstract]

In this paper, the ESS test based on the MIL-HDBK-344A is introduced, and the purpose of the ESS test of the guided missile internal cable, and the specification and test method are confirmed. The ESS test configuration consists of environmental stimulation of temperature circulation and random vibration. Based on the procedure in the handbook, the ESS test specification setting and test configuration of the guided missile internal cable are presented, and the jig for the ESS test of the guided missile internal cable for the vibration test was produced. The probability of detecting a defect determined through the screening strength(SS) was set to match the reliability of a one-time guided missile, and also introduced the inspection method and considerations for the cable inside the guided missile during the ESS test.

Key word : ESS, Cable, Missile, MIL-HDBK-344A.

<https://doi.org/10.12673/jant.2021.25.5.313>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 4 September 2021; Revised 28 September 2021

Accepted (Publication) 23 October 2021 (30 October 2021)

*Corresponding Author : Dae-hyun Lee

Tel: +82-31-8026-4127

E-mail: daehyun.lee@lignex1.com

I. 서론

유도무기 무기체계는 레이더 시스템(rader system), 사격통제 시스템(launch control system), 유도탄(missile) 등으로 구성되어 있다. 레이더 시스템은 표적의 탐지를 수행하며, 사격통제 시스템은 표적의 식별 및 교전 통제 등의 역할을 한다. 유도탄은 탄약과 마찬가지로 일회성(one-shot)으로 사용된다. 그러나 탄약과는 다르게, 매우 복잡한 시스템을 가지고 있으며, 1발당 단가가 높기 때문에, 단 한 번에 완벽한 임무수행을 하는 것이 매우 중요하다[1]. 그렇기 때문에, 유도탄의 설계 및 제작, 운용에 있어, 유도탄의 신뢰성 향상은 매우 중요한 과제이다.

무기체계 개발은 일반적으로 탐색개발, 체계개발, 양산의 순서로 진행된다. 유도무기 무기체계의 경우, 탐색개발 및 체계개발에서 PFT(planned flight test), GFT(guided flight test) 등 여러 번의 비행시험을 수행하게 된다. 그러나, 한정된 시간 및 사업 개발비로 인하여 신뢰성 확보를 위한 충분한 비행시험을 수행하지는 못한다. 그렇기 때문에, 유도탄 내부 구성품 단위에서의 신뢰성 확보가 유도탄 시스템 전체의 신뢰성 확보에 중요한 역할을 한다.

표 1은 MIL-HDBK-344A에 기술되어 있는 개발 및 양산 단계별 결함의 형태 및 수준을 나타낸 것이다[2]. 개발 단계(development maturity)에서는 높은 고장률이 나타나게 되며, 설계와 관련된 결함이 주요 발생 결함이다. 초도양산(early production) 단계에서는 제조와 관련된 결함이, 양산(late production) 단계에서는 부품과 관련된 결함이 주로 발생한다[3]. 그렇기 때문에, 설계 및 제조와 관련된 결함을 식별하여 무기체계의 신뢰성을 향상시키는 일은 매우 중요하다. 설계 및 제조 과정에서 발생할 수 있는 결함은 크게 확정 결함(patent defect)과 잠재 결함(latent defect)이 있다. 확정 결함은 표면적으로 드러나 있는 결함으로, 성능 및 기능이 허용 오차 및 기준을 벗어나는 현상이며, 검사 및 성능 시험을 통하여 손쉽게 식별할 수 있다. 잠재 결함은 표면적으로 드러나 있지 않은 결함으로, 검사나 성능 시험 등으로 식별할 수 없으며, ESS(environmental stress screening) 시험을 통하여 잠재 결함을 표면적으로 드러나 있는 확정 결함으로 변형시켜야 식별이 가능하다.

표 1. MIL-HDBK-344A 결함의 형태와 수준 vs 프로세스 단계
Table 1. Defect types & density vs process maturity in MIL-HDBK-344A

Maturity	Defect Type Distribution (percent)			Defect Density
	Design	Manufacturing	Parts	
Development	40-60	20-40	10-30	High
Early Production	20-40	30-50	20-40	Moderate
Late Production	5-15	20-30	60-70	Low

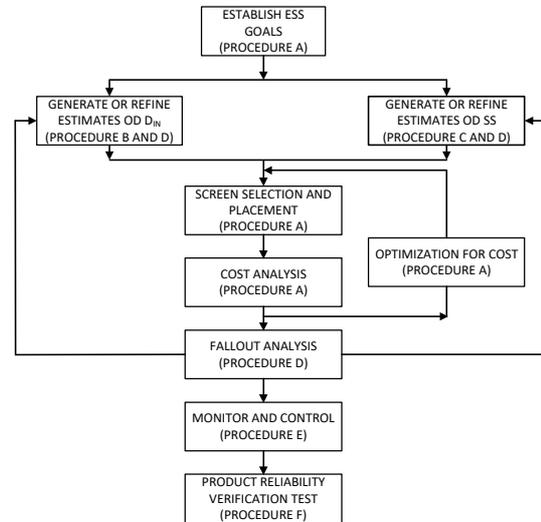


그림 1. MIL-HDBK-344A ESS 프로그램의 절차
Fig. 1. ESS program sequence in ML-HDBK-344A

유도탄의 내부 구성품은 크게 유도탄 기구물, 유도 제어장치와 같은 전자 장비, 내부 케이블 등으로 구분할 수 있다[4]. 유도 제어장치와 같은 전자 장비의 경우, 유도탄의 신뢰성을 높이기 위하여 설계 및 제조 단계에서 ESS 시험을 수행하여 잠재 결함을 찾아내고 있다. 그러나, 유도탄 내부 케이블의 경우 유도탄 ESS 시험을 통해 간접 검증을 하는 경우가 많아, 케이블 자체 잠재 결함을 확인하지 못하고 사용되는 경우가 있다.

본 논문에서는 무기체계 ESS 시험에 대하여 기술하고 있는 MIL-HDBK-344A에 대하여 소개하고, 유도탄 내부 케이블의 ESS 시험 규격 설정 및 시험 구성, 시험 방법에 대하여 소개하고자 한다. 2장에서는 MIL-HDBK-344A에 기술되어 있는 ESS 시험 절차 및 규격 설정 방법에 대하여 소개하고, 3장에서는 유도탄 내부 케이블의 ESS 시험 규격 설정 및 시험 구성, 시험 방법에 대하여 소개한다.

II. MIL-HDBK-344A의 ESS 시험 절차

ESS 시험은 잠재 결함을 확정 결함으로 변형시켜 검사 및 성능 시험을 통하여 시험 대상 제품의 결함을 식별하는 것이다. MIL-HDBK-344A에는 이러한 ESS 시험에 대하여 규격 설정 및 시험 절차에 대한 내용이 기술되어 있다.

그림 1은 MIL-HDBK-344A에 기술되어 있는 ESS 시험의 절차를 나타낸 것이다. ESS 시험은 “Procedure A” ~ “Procedure F” 까지 단계로 진행되며, 맨 첫 번째 단계는 정량적인 ESS 시험의 목표를 정하는 단계인 “Procedure A”이다. 두 번째 단계인 “Procedure B”는 유입되는 결함과 그에 따른 스크린 강도(screening strength)를 추정하고, 결함 밀도와 스크린 강도를 개선하는 절차이다. 두 번째 단계에서는 예측되는 목표 결함을 잔

표 2. MIL-HDBK-344A 온도와 진동에 의한 조립체의 결함유형
Table 2. Assembly defect types precipitated by thermal & vibration screens in MIL-HDBK-344A

Defect Type	Thermal Screen	Vibration Screen
Defective Part	X	X
Broken Part	X	X
Improperly Installed Part	X	X
Solder Connection	X	X
PCB Etch, Shorts and Opens	X	X
Loose Contact		X
Wire Insulation	X	
Loose Wire Termination	X	X
Improper Crimp Or Mating	X	
Contamination	X	
Debris		X
Loose Hardware		X
Chafed, Pinched Wires		X
Parameter Drift	X	
Hermetic Seal Failure	X	
Adjacent Boards/Parts Shorting		X

여 결함으로 두는 것이 중요하다. 그러나, 잔여 결함을 찾는 것은 많은 시간과 비용이 따르기 때문에 효율적인 목표 설정이 중요하다.

세 번째 단계에서는 목표 설정과 결함 및 스크린 강도 추정을 하고, 이에 따른 스크린의 선택과 배치를 수행하게 된다. 적용할 수 있는 스크리닝 및 스크린 레벨의 선택, 파라미터 설정 등이 이 단계에서 이루어지게 된다. ESS 시험의 개념이 효율적인 비용과 직결되어 있기 때문에 비용 분석도 반드시 고려해야 할 절차로 포함되어 있다.

마지막 단계에서 ESS 시험을 통한 결함(fallout)이 도출되면 설계, 제조, 일습씨 등 결함 발생 원인을 분석하게 되고, 이러한 결함 발생 원인에 대한 시정조치가 재 반영되어 전체적인 절차를 다시 수행하게 된다. 정상적인 결함 도출 절차가 완료되고, 분석을 통한 제품의 보완이 이루어지게 되면, 관찰 및 조정 단계와 제품의 신뢰성 검증 시험으로 제품의 신뢰도를 확인 및 확보 할 수 있게 된다.

2-1 Procedure A

“Procedure A”는 스크린 선택 및 배치의 최적화 절차이다. 장비 운용 시 유입되는 결함의 예측을 통하여 잔여 잠재 결함을 목표로 잡고 스크린을 선택하게 된다. 표 2는 MIL-HDBK-344A에 기술되어 있는 온도와 진동에 의해 스크린 가능한 16종의 결함유형을 나타낸 것이다. 16종의 결함은 온도 또는 진동에 의해 각각 스크린이 가능하거나, 온도와 진동 모두에 의해 스크린이 가능하다. 온도와 진동에 의한 스크린은 복합 챔버(vibration combined temperature chamber) 등을 통하여 조합된 환경으로 가능하며, 온도 챔버(temperature chamber) 및 가진기(shaker) 등을 별도로 이용하여 개별적인 스크린도 가능하다.

MIL-HDBK-344A에서는 온도 순환(temperature cycling)과 랜덤 진동(random vibration)이 조합된 환경이 가장 효과적인 스크리닝 환경이라고 제시하고 있다.

개별적인 ESS 시험을 통해 촉진 및 도출되는 결함의 스크린으로는 온도 순환 80%, 랜덤 진동을 20%로 보고 있다. 또한, PCB(printed circuit board)등의 조립체가 아니라면 분당 5℃ 이상의 온도변화율조건에 대한 -54℃에서 +71℃의 온도범위와 축당 6Grms의 진동세기를 제시한다.

2-2 Procedure B

절차 B는 결함밀도 추정 단계이다. 정량적인 접근법은 유입 제품 당 잠재 결함과 확정 결함의 평균 결함 수, 스크린 강도 잔여 제품 당 평균 결함 수를 기반으로 한다. 또한, 제품의 부품과 전체 시스템에 대한 스트레스 베이스라인(baseline)을 예측해야 하며 이를 통한 온도 순환과 랜덤 진동의 스트레스 비율을 정하게 된다. 다양한 요인에 의해 변동될 수 있고, 온도 순환과 랜덤 진동의 순서도 결정되어 질 수 있다.

2-3 Procedure C

“Procedure C”는 스크린 강도를 추정하는 절차이다. 스크린 강도는 결함의 검출률과 비례하며, 다음과 같이 계산된다.

$$SS = PE \times DE \quad (1)$$

PE는 촉진 효율(PE; precipitation efficiency)로 잠재 결함을 촉진시키는 스크린 능력의 척도이며, 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$PE = 1 - \exp(-kT) \quad (2)$$

k는 스트레스 상수로 온도 상수 k_t 또는 진동 상수 k_v 이며, T는 스트레스 주기 또는 시간이다. 온도 상수 k_t 는 최대 온도와 최저 온도의 차이 ΔT 와 분당 온도변화율 R_t 에 의해 결정되며, 진동 상수 k_v 는 축당 진동의 세기 G에 의해 결정된다. 온도 상수 k_t 와 진동 상수 k_v 는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$k_t = 0.0017(\Delta T + .6)^{0.6} \times [\ln(R_t + 2.718)]^3 \quad (3)$$

$$k_v = 0.0046 \times G^{1.71} \quad (4)$$

수식 (1)에서 DE는 검출 효율(DE; detection efficiency)로 확정 결함을 검출 할 수 있는 능력의 척도이며 다음과 같이 정의된다.

$$DE = a \times b \times c \tag{5}$$

위 수식에서 *a*는 시험유형의 검출효율 인자로 시험 유형에 따라 0.5 ~ 1.0 까지의 값을 가지며, *b*는 시험환경의 검출효율 인자로 시험 중 환경조건에 따라 0.2 ~ 1.0까지, *c*는 결함 제거 검출효율 인자, 즉, 결함을 성공적으로 제거할 수 있는 확률로 0.8 ~ 1.0의 값을 가지게 된다. 검출 효율이 높을수록 스크린 강도가 강하게 적용되어 검출물을 높일 수 있지만, 정해진 부하강도에서 검출 효율이 높아지면 그만큼 촉진효율이 낮아지기 때문에 적절한 효율 적용이 필요하다.

2-4 Procedure D

“Procedure D”는 예측된 결함 밀도와 선정된 스크린 강도를 개선하는 절차이다. 결함에 대하여 경험적이고 실질적인 결과 자료와 데이터가 필요하며, 이를 바탕으로 부품별, 시스템별 결함 밀도와 스크린 강도의 개선이 필요한지 확인하여, 온도 및 진동의 스크린 부하강도 등의 ESS 시험 파라미터를 조절하게 된다.

결함이 도출되면 설계, 일습씨, 제조공정 등 다양한 결함 원인을 분석해야 하며, 결함 원인에 맞는 조치를 취해야 한다. 결함의 원인에 따라 온도 순환으로 온도변화율 또는 반복 횟수, 온도의 범위를 조절할 수 있으며, 랜덤 진동에서는 진동의 세기와 시간을 조절할 수 있다.

2-5 Procedure E & F

마지막으로 절차 E와 F는 A에서부터 D까지의 절차를 거치고 난 뒤 모니터링 및 결함 조정, 반영 그리고 제품의 신뢰성 검증 시험(PRVT; product reliability verification test)을 통해 제품의 검증을 완성하는 단계이다. 이 단계를 거쳐 잠재 결함을 도출하여 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

III. 유도탄 내부 케이블의 ESS 시험

3-1 유도탄 내부 케이블의 ESS 시험 규격 선정

유도탄 내부 케이블의 ESS시험 규격은 유도탄에 사용되는 구성품인 점을 감안하여 90%이상의 검출률을 목표로 하였다. 또한, 핸드북내의 온도 순환 검출률 80%와 랜덤 진동 검출률 20%의 효율성을 고려하여 온도 순환의 부하강도와 랜덤 진동의 부하강도를 식 (6)과 같이 설정하였다. *SS_t*는 온도에 대한 스트레스이며, *SS_v*는 진동에 대한 스트레스이다.

$$SS = (0.8 \times SS_t) + (0.2 \times SS_v) \tag{6}$$

온도 순환에서의 변수인 온도차, 온도변화율, 주기는 일반적인 온도 챔버의 성능과 시험기간을 고려하여 선정할 수 있고, 랜덤 진동의 변수인 축 당 진동세기와 진동시간은 진동기의 성능을 고려하여 선정할 수 있다. 이 때, 온도와 진동 스트레스를 동시에 가할 수 있는 복합 챔버를 사용하여 진동과 온도 스트레스를 동시에 수행하는 것이 효과적으로 ESS 시험을 수행할 수 있는 방법이다.

검출효율의 인자는 유도탄 신뢰성 확보 측면에서 1로 선정하였고 이를 기반으로 검출률 90%에 맞춘 촉진 효율을 선정하였다. 그림 2는 선정된 온도 순환의 프로파일이다. 분당 7°C의 온도변화율과 -40°C에서 60°C까지의 100°C의 온도차, 7주기를 적용하였다. 그림 3은 온도 순환의 부하강도를 기반으로 일반적인 가진기의 성능과 비행환경 등을 고려하여 축 당 6Grms 세기와 30분의 시간을 적용한 랜덤 진동의 프로파일이다. 이에 따라 식 (6)을 적용하여 결과가 0.9 이상이 나오도록 스크린 강도를 적용하였고, 90% 이상의 검출률을 확보할 수 있도록 설계하였다. 온도 순환의 경우에는 고온에서의 저항 값이 증가할 수 있기 때문에 고온의 적절한 범위를 정하는 것도 필요하다.

그림 4는 온도와 진동의 파라미터 선정에 따른 부하강도의 관계이다. 기본적으로 온도범위가 크고 주기가 길수록, 진동의 세기와 시간이 길수록 부하강도는 커지게 된다. 하지만 시험장비나 장소의 한계로 인해 적절하게 파라미터를 선정해야 한다.

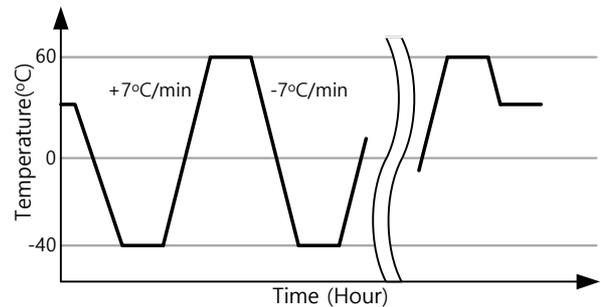


그림 2. 온도 프로파일 예시
Fig. 2. Example of temperature profile

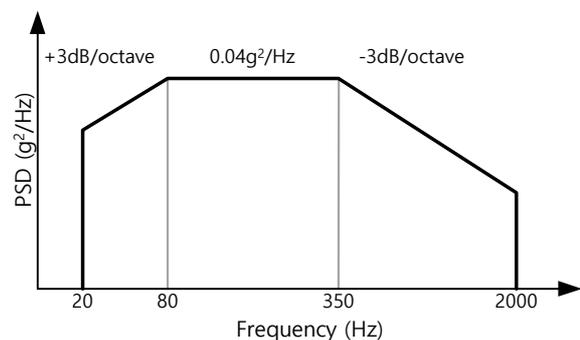


그림 3. 진동 프로파일 예시
Fig. 3. Example of vibration profile

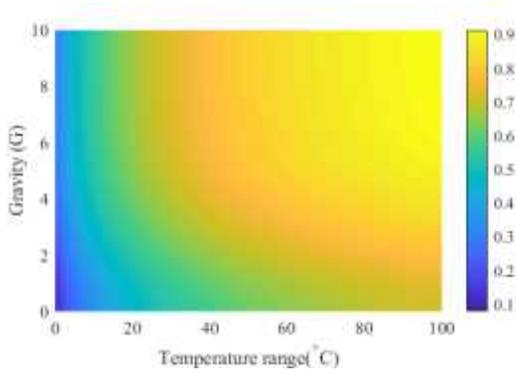


그림 4. 부하강도 ($R_t = 7, T_t = 7, T_v = 30$)
 Fig. 4. Stress strength $R_t = 7, T_t = 7, T_v = 30$

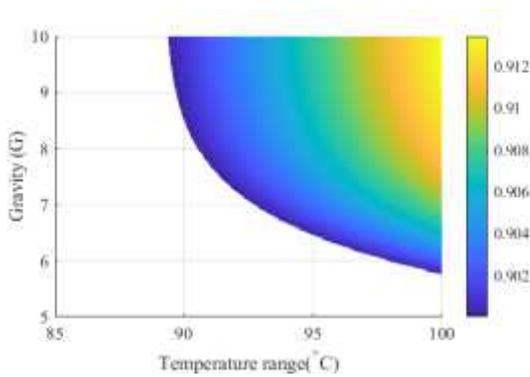


그림 5. 검출률 90%를 만족하는 부하강도 ($R_t = 7, T_t = 7, T_v = 30$)
 Fig. 5. Stress strength over 90% detection ratio $R_t = 7, T_t = 7, T_v = 30$

그림 5는 검출률 90% 기준의 온도차와 진동세기와의 관계이다. 이처럼 온도차와 진동세기, 주기와 진동시간 등 여러 가지 조합을 통해서 보다 효과적인 부하강도를 선정해야만 시험 시간을 단축하여 효과적인 ESS 시험 수행에 도움을 줄 수 있다.

3-2 유도탄 내부 케이블의 ESS 시험 구성과 방법

케이블은 크게 연결기와 전선, 연결기의 하우징, 부트 등으로 이루어져 있다. 이 밖에도 접착제, 브레이드 등도 구성되어 있지만, 케이블의 결함이 생기는 부분으로는 대부분 연결기와 전선의 연결부위에서 발생하게 된다. 케이블의 제작방법에는 크게 납땜 타입의 연결기를 사용하여 전선과 연결기를 연결하는 방법과 클램핑 타입의 연결기를 사용하여 연결기와 전선을 연결하는 방법이 있다. 케이블의 정상적인 연결을 확인하는 방법으로는 케이블 스캐너 등을 이용하여 제작된 케이블의 절연저항과 도통저항을 측정하는 방법을 주로 이용한다. 그림 6은 ESS 시험 수행 간에 케이블 상태를 확인하는 방법의 구성이다.

케이블 스캐너와 같이 절연저항과 도통저항을 측정할 수 있는 장비와 그 장비를 운용하는 PC, 온도 챔버 또는 가진기를 운용하는 PC 그리고 케이블과 장비를 연결할 수 있는 치구 케이블이 필요하다. 또한, 그림 7처럼 복합 챔버의 가진기 또는 단일 가진기와의 케이블을 고정 및 조립할 수 있는 블록을 제작하였다. 그림 8과 같이 제작된 케이블은 연결기 기준으로 세 축으로 나뉠 수 있다. 제작된 블록을 이용하여 블록을 돌리거나 가진기의 베이스 판을 돌려서 그림 9와 같이 케이블이 세 축 모두 랜덤 진동의 환경에 노출 될 수 있도록 구성 하였다.

핸드북에서 소개하는 것처럼 온도 순환과 랜덤 진동의 스트레스가 조합하여 시험하는 것이 보다 효과적이며, 특히, 케이블 수가 많지 않다면 복합 챔버에서 시험을 수행하는 것이 보다 효과적이다.

ESS 시험에 대한 케이블의 상태 점검은 총 세 단계로 나누어 수행한다. 시험 전 점검과 시험 중 점검, 시험 후 점검으로 나눌 수 있다. 시험 전 점검은 ESS 시험을 수행하기 전에 케이블의 상태를 먼저 확인하는 점검이며, 시험 중 점검은 온도 순환 시험 시 각 주기의 고온과 저온에서 수행하며, 랜덤 진동 시험 시 축 별 진동 시 수행하게 된다. 이를 통해서 어느 시점에 결함이 발견되었는지를 확인할 수 있다. 시험 중 점검에서 이상이 발견되지 않는다면, 시험 후 점검을 통해 최종적으로 ESS 시험의 결과를 도출해 낼 수 있다.

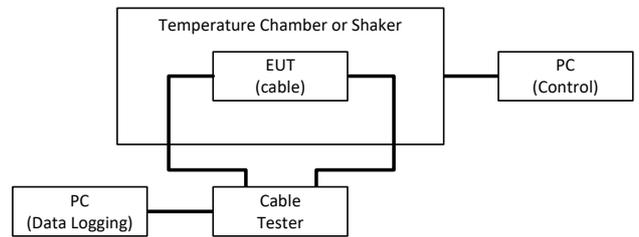


그림 6. 유도탄 내부 케이블 ESS 시험 구성
 Fig. 6. ESS test setup of missile cable

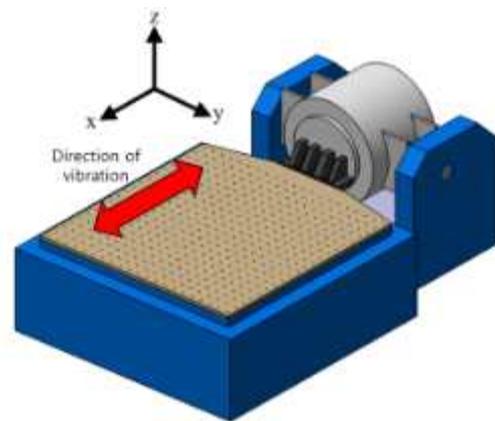


그림 7. 가진기 가진 방향
 Fig. 7. Vibration direction of shaker

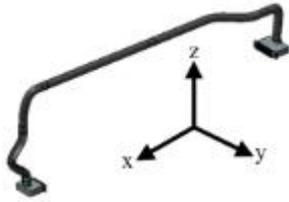


그림 8. 유도탄 내부 케이블의 좌표계
 Fig. 8. Coordination system of cable

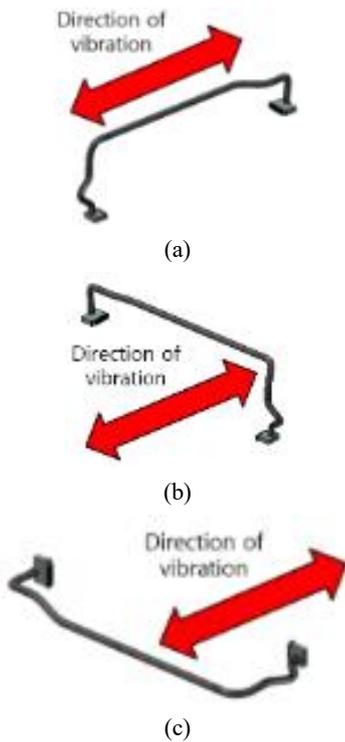


그림 9. 가진 방향에 따른 케이블 배치 (a) x-축, (b) y-축, (c) z-축
 Fig. 9. Cable placement of vibration direction. (a) x-axis; (b) y-axis; (c) z-axis

IV. 결 론

본 논문에서는 MIL-HDBK-344A를 기반으로 ESS 시험에 대한 기본적인 시험방법과 절차에 대해서 확인하고, 유도탄 구성품인 유도탄 내부 케이블의 ESS시험에 대한 규격 선정과 시험방법을 제안하였다. 케이블의 ESS 시험을 위한 치구를 제작하였으며, 온도챔버와 진동기를 단독 혹은 혼합하여 구성하는 방법에 대해 소개하였다.

제안된 시험을 통해서 유도탄 내부 케이블 잠재 결함을 제품의 개발단계에서부터 미리 발견하여 전 주기비용을 줄이고 성능과 내구성을 향상, 제고 할 수 있을 것으로 기대하며, 제안한 시험 구성 및 방법을 통해 유도탄 내부 케이블의 신뢰도 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

References

[1] D. H. Lee, T. K. Oh, S. K. Oh, H. J. Kim, and D. H. Park, "Study on methods of missile electromagnetic susceptibility (EMS) test," *The Journal of Korea Navigation Institute*, Vol. 24, No. 5, pp. 424, Oct. 2020.

[2] MIL-HDBK-344A, Military Handbook: Environmental stress screening (ESS) of electronic equipment, department of defense: united states of america, 1993, [Internet]. Available: http://everyspec.com/MIL-HDBK-0300-0499/MIL_HDBK_344A_33/

[3] MIL-HDBK-2164A, Military Handbook: Environmental stress screening process for electronic equipment, department of defense: united states of america, 1996, [Internet]. Available: http://everyspec.com/MIL-HDBK-2000-2999/MIL_HDBK_2164A_173/

[4] S. J. Lee, *Missile Bible*, 1st ed. Seoul, Korea: Planet Media, pp. 171, 2016



이 대 현 (Dae-Hyun Lee)

2008년 2월 : 경희대학교 동서의료공학과 (공학사)
2010년 2월 : 경희대학교 동서의료공학과 (공학석사)
2013년 5월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원
※관심분야: 유도무기, 탄 체계, 신호처리, 임베디드 시스템



이 정 민 (Jung-Min Lee)

2010년 2월 : 세종대학교 항공우주공학과 (공학사)
2013년 9월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원
※관심분야: 공력가열 시뮬레이션, 무인비행체 체계설계, 유도무기 체계설계



오 택 근 (TaeckKeun Oh)

2010년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (공학사)
2015년 2월 : 연세대학교 전자전기공학과 (공학석사)
2015년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원
※관심분야: 마이크로파 회로해석 및 설계, 임베디드 시스템, 실시간 처리 시스템



이 흥 범 (Hong-Beom Lee)

2018년 2월 : 충남대학교 항공우주공학과 (공학사)
2020년 2월 : 충남대학교 항공우주공학과 (공학석사)
2020년 3월 ~ 현재 : LIG넥스원 연구원
※관심분야: 유도무기, 탄 체계



정 준 영 (JunYoung Jung)

2014년 10월 ~ 2020년 3월 : 국방과학연구소 민군협력진흥원 연구원
2020년 3월 ~ 현재 : 국방과학연구소 미사일연구원 선임연구원
※관심분야: 유도무기, 임베디드 시스템