

# 휴대용 지뢰탐지기의 균일한 품질 보증을 위한 양산 시험장 구축 방안 연구

김석휘\*

\*(주)한화시스템

e-mail: seokhwi8598.kim@hanwha.com

## A Study on Constructing the Mass Production Test Site to ensure Uniform Quality of Hand-Held Mine Detectors

Seok-hwi Kim\*

\*Hanwha Systems Co.,Ltd

### 요 약

본 논문에서는 휴대용 지뢰탐지기 양산 시 균일한 품질을 보증하기 위하여 양산 시험장 구축 방안을 제시하였다. 최초생 산품 양산 전 최적화된 양산 시험장 구축은 무엇보다도 중요하다. 시험 환경이 안정적이지 않다면, 불안정한 환경에서 시험하는 양산품의 품질을 보증할 수 없으며, 이는 양산품에 대한 신뢰도 하락으로 이어질 수 있다. 그러므로 양산 시험 장 구축에 대한 철저한 검증 및 작업 수행은 절대적으로 중요하다. 이를 본 논문에 상세하게 기술하였다. 시험장 구축은 세 단계 과정으로 이루어진다. 첫째, 시험용 모의지뢰 매설을 위한 토양을 구입한 후, 이물질 등을 제거하 여 시험장 내 객토(客土)한다. 둘째, 시험용 모의지뢰를 정확한 위치에 매설한 후 추가 평탄화 작업을 실시한다. 셋째, 향온/향습 설비 설치 등 최적화된 환경을 유지할 수 있는 장치를 구축한다. 최적화된 시험장 구축은 수백 대, 나아가 천대 이상의 양산품에 대한 최고의, 그리고 균일한 품질을 보증할 수 있다.

### 1. 서론

대한민국은 1950년 6월 25일 시작된 북한의 기습 남침으로 인하여 쉼 수 없는 인적/물적 피해를 입었다. 한국전쟁을 거 치며 한반도 곳곳에 남/북한 및 미군이 매설한 지뢰는 종류도 다양하고 그 수량도 쉼 수 없이 많다. 대한민국에 매설되어 있는 지뢰의 절대 다수는 비무장 지대(DMZ)와 주변 전방지 역에 존재하지만, 후방 군 기지 일대 곳곳에도 매설되어 있다. 지뢰를 제거하기 위하여 양산되는 휴대용 지뢰탐지기는 대한 민국 육군/해군/공군/해병대로 납품될 것이며, 납품 후 매설 지뢰를 제거하는 역할을 하게 된다.

휴대용 지뢰탐지기는 금속 및 비금속 지뢰를 탐지하는 장 비로써, 지표투과레이더(GPR, Ground Penetrating Radar) 기 술을 활용하여 비금속 지뢰를 탐지하며 전자기 유도 방식으 로 금속 지뢰를 탐지한다. 비금속 지뢰 탐지 시 전시기에 전 시되는 레이더 파형정보를 분석하여 지뢰의 매설 유/무를 판 단한다. 또한 금속 지뢰 탐지 시 전시기에 금속탐지 신호 반 사 세기 정보 등을 수치로 표현한다.

제조업계에서 제품 양산 시 무엇보다도 중요한 것은 양산

품에 대한 최고의 품질 및 성능을 보장하는 것이다. 여러 대 양산하는 양산품 각각의 품질 및 성능은 균일하고, 획일적이 며, 일정하여야 한다. 이를 뒷받침하기 위하여 최고 수준의 품 질을 유지하며 양산품을 제조 및 시험할 수 있는 시험장 구축 이 필수적이다.

방산물자 양산 시 양산품에 대한 품질보증 기준은 국방규 격(KDS, Korean Defense Specification), 품질보증요구서 (QAR, Quality Assurance Requirement) 및 도면을 활용한다. 이러한 규격화 문서는 양산품에 대한 요구조건이 포함되어 있으며, 특히 품질보증요구서에는 양산품 시험 시 확인규정 (시험 제원)과 시험방법 및 절차를 기술하도록 되어있다[1]. 해당 표준문서에는 환경조건이 기재되어 있으며, 이 조건은 양산품 시험 전 과정에서 반드시 준수해야 되는 사항이다.

휴대용 지뢰탐지기의 오동작은 인명 사고로 이어질 수 있 기 때문에 여타의 양산품보다도 절대적으로 품질 보증이 중 요하다. 그러므로 규격화 문서에 기재된 환경조건을 만족하 면서, 균일한 품질을 보증할 수 있도록 시험장 구축에 대한 방안을 본 논문에 상세하게 기술하였다.

## 2. 양산 시험장 구축을 위한 토양 매설

양산 시험장 구축을 위한 토양 매설을 위한 절차는 크게 세 단계로 나눌 수 있다.

첫째, 모의지뢰를 매설할 수 있는 토양 확보가 필요하다. 우선, 품질보증요구서 내 기재된 환경조건에 만족하는 토양을 구입한다. 중요한 사항은 토양 구입 후 시험에 적합한 환경을 구축하도록 안정화 작업이 필요하며, 이는 구입한 토양에 포함되어 있는 금속 성분 제거 및 토양 객토 후 평탄화 작업이 해당된다.

둘째, 완성된 토양에 시험용 모의지뢰를 매설한다. 이 또한 품질보증요구서에 기재된 사항을 만족하여야 한다. 즉, 규격화 문서에 기재되어 있는 모의지뢰 사용해야 하며, 정확히 모의지뢰 매설위치에 매설하여야 한다.

셋째, 앞 두 단계에서 구축한 시험장에 대하여 환경 조건을 유지할 수 있도록 항온/항습 시설을 구축한다.

### 2.1 토양 안정화 작업

#### 2.1.1 토양 구입

양산 시험장 구축을 위하여 먼저 품질보증요구서에 기재되어 있는 환경 조건을 확인하여 해당 조건에 적합한 토양을 구입한다. 구매 전 해당 토양에 대한 검증을 위하여 해당 토양의 샘플(약 100g 이상)을 확보한 후 농촌진흥청 소속 공공기관에 성분 분석 의뢰를 실시한다. 이후 분석 결과를 입수하여 토양 구입 여부를 판단한 후, 환경 조건에 만족하는 성분으로 확인되면 토양을 구입한다.

#### 2.1.2 이물질 제거 및 객토(客土) 작업

구입한 토양을 시험장에 매립하기 전, 임시로 시험장 인근 부지에 토양을 운송한다. 휴대용 지뢰탐지기 특성 상 이물질 제거 작업은 필수적이기 때문이다. 우선, 크기가 큰 입자들을 거르는 작업이 필요하다. 이에 따라 그림 1과 같이 0.7cm \* 0.7cm 체를 제작한 후, 체에 통과시키는 방법으로 이물질을 걸러내었다.



[그림 1] 이물질 제거 작업

이후, 특대형 자석을 이용하여 걸러낸 토양에 남아있는 금속 성분을 제거한다. 대형 자석의 세기(자속 밀도로 표현하며, 일반적으로 Gauss 단위 사용)가 세기 때문에 작업 시 안전에 유의해야 함은 물론이다. 금속 성분까지 제거된 토양만이 비로소 그림 2와 같이 휴대용 지뢰탐지기 양산 시험장에 객토 될 수 있다.



[그림 2] 토양 객토 작업

만약 토양에 입자가 큰 이물질이 존재한다면, 모의지뢰가 매설되지 않은 위치에서 전시되는 지표투과레이더 파형이 왜곡될 수 있으며, 이는 정확하지 않은 탐지성능 검증 결과를 초래할 수 있다. 또한 토양에 매설될 시험용 금속 모의지뢰 이외 금속 성분 역시 정확하지 않은 탐지성능 검증 결과를 초래할 수 있다.

따라서 토양 내 이물질 제거는 매우 중요한 작업이며, 많은 시간이 소요되더라도 정확하게 이루어져야 한다.

#### 2.1.3 토양 다지기 작업

2.1.2항에 기술하였듯이, 휴대용 지뢰탐지기는 지표투과레이더 기반의 탐지기이다. 따라서 매립된 토양의 높낮이가 균일하지 않다면, 그리고 매립된 토양 곳곳의 밀도가 다르다면, 이 역시 왜곡된 파형 전시를 초래할 수 있다.

이물질 제거 작업과 같이 토양 다지기 작업 역시 많은 시간이 소요되는 작업이다. 특히 별도의 중장비가 없으면 토양을 평탄하게 다지는 작업은 그림 3과 같이 대형 롤러를 굴리는 방법으로 순수 인간의 힘으로 수행되어야 하는 작업이다. 인력이 과하게 소요되더라도 필히 수행해야 함은 당연하다.



[그림 3] 토양 다지기 작업

## 2.2 시험용 모의지뢰 매설 작업

### 2.2.1 시험용 모의지뢰 선정

2.1항을 통하여 토양 안정화 작업이 마무리되면 시험용 모의지뢰 매설 작업을 실시한다. 우선, 시험용 모의지뢰 역시 품질보증요구서에 기재되어 있는 품목을 사용해야 한다. 이 품목은 모의지뢰 전문 제작업체에서 제작하는 것으로, 개발시험평가 및 운용시험평가를 거치며 결정된 규격화 품목이다. 휴대용 지뢰탐지기 양산에 사용되는 시험용 모의지뢰는 비금속 O종, 금속 O종이다.

### 2.2.2 모의지뢰 매설

모의지뢰 매설 시 고려해야 할 사항은 두 가지로 분류할 수 있다. 첫째, 모의지뢰 매설 위치가 품질보증요구서에 작성된 위치에 일치하도록 매설해야 한다. 둘째, 정확한 매설 위치에서 매설 깊이 또한 정확해야 한다.

매설위치로의 이동은 그림 4와 같이 시험장 내 공중에 위치한 이동형 장치에 레이저포인터를 장착한 후, 좌표 값을 입력하는 방법을 활용하였다.



[그림 4] 매설위치 확인

레이저포인터를 따라 매설 위치 이동 후, 시험용 모의지뢰를 매설한다. 이 때 주의할 점은 매설 깊이이며, 금속지뢰, 비금속지뢰에 따라 매설 깊이는 각각 00cm, 00cm이다. 매설 깊이 측정은 그림 5와 같이 품질보증요구서에 명시된 T자 형 측정용 자를 사용하였다. 이 자는 길이 측정의 정확성을 보장하기 위하여 주기적인 검정·교정 대상품목이다.



[그림 5] 모의지뢰 매설 깊이 측정

### 2.2.3 추가 평탄화 작업

모의지뢰 매설로 인하여 매설위치 주변에 평탄하지 않은 토양에 대한 다지기 작업을 재실시 한다. 그림 6과 같이 매설위치 주변으로 토양 다지기 작업을 재실시 한다. 토양 다지기 작업이 마무리되면 휴대용 지뢰탐지기 양산 시험장 구축을 위한 토양 매설 작업이 종료된다.



[그림 6] 모의지뢰 매설 이후 토양 다지기 작업 수행

## 2.3 항온/항습 시설 설치 및 기타 검토사항

토양 매설 작업으로 인하여 최적화된 시험 환경을 구성하였다면, 이를 유지하는 것도 중요하다. 시험장 내 온도와 습도가 일정하도록 항온/항습 시설을 설치하는 것이 필요하다. 이는 균일한 품질의 양산품 양산을 위하여 토양의 함수율(含水率)을 일정하게 유지시키기 위한 필요조건이다. 불균일한 함수율로 정확하지 않은 시험 결과가 도출될 수 있기 때문이다.

또한 최적화된 시험 환경에 영향을 미치지 않도록 인원통제를 실시하여야 하며, 기타 시설보안 및 안전 요소를 고려하여 최적화된 시험 환경을 유지하여야 한다.

## 3. 결론

본 논문에서는 휴대용 지뢰탐지기 양산품의 균일한 품질 보증을 위한 양산 시험장 구축 방안을 제안하였다. 휴대용 지뢰탐지기 특성 상 시험장에 매설되는 토양은 엄격한 기준을 거쳐 최적화되어야 하며, 상세화된 최적화 방안을 본 논문에 기술하였다. 또한 최적화된 시험장을 유지하는 것 역시 중요하다. 최고의 품질로 개발된 휴대용 지뢰탐지기를 수백 대, 나아가 천 대 이상 양산하며 균일한 품질을 유지할 수 있도록 양산 전 완벽한 시험장 구축은 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다.

### 참고문헌

- [1] 국방규격·표준서의 서식 및 작성에 관한 지침(방위사업청 예규 제724호), 2021. 7. 23