

천마 유도탄의 창정비 표준작업시간과 표준정비인시 분석연구

김민혁*, 조규선, 오두수
육군분석평가단

A Study on the Standard Operation Time and the Standard Maintenance Man-Hour of Cheonma Guided Missile

Min-Hyuk Kim*, Gyoo-Sun Jo, Doo-Soo Oh
Center for Army Analysis and Simulation

요약 군의 창정비에서 표준작업시간과 표준정비인시는 군직정비체계의 정비능력을 판단하고, 정비량을 결정하며, 정비계획 수립의 기초자료로 활용된다. 주요 무기체계의 창정비 표준작업시간과 표준정비인시는 이미 설정되어 사용되고 있으나 천마 유도탄은 최근에 군직 창정비가 시행되어 설정되어 있지 않은 상태라 이를 산출할 필요성이 제기되었다. 따라서 본 연구는 천마 유도탄 창정비 공정의 안정화를 위해 표준작업시간과 표준정비인시를 산출하여 표준화 관리를 위한 기초 제원을 제시한다. 이를 위해 표준작업시간 산출방법 중 시간연구법을 통해 천마 유도탄 창정비 공정의 표준작업시간과 표준정비인시를 도출하는데 먼저 천마 유도탄 창정비 공정의 15개 단계를 259개 요소작업들로 분할하고, 각 요소작업들의 작업시간을 7~13회에 걸쳐 측정하였다. 실측된 작업시간은 작업자의 숙련도에 따라 편차가 발생하며 이를 표준화하기 위해 평균화(leveling)법을 사용하여 관측치를 보정하였다. 평균화를 거쳐 산출된 작업시간 데이터의 산출평균은 표준작업시간과 표준정비인시의 대푯값으로 선정하며, 이에 대한 통계적 의미를 부여하기 위해 단계별 작업시간들의 분포를 검정하고, 이를 바탕으로 공정 단계별 평균작업시간의 신뢰구간을 추정하였다. 결과적으로 신뢰성 있는 창정비 공정의 작업시간과 정비인시의 기본 제원이 산출되었으며, 창정비 물량 판단의 기초자료를 제시하였다.

Abstract In the depot maintenance of the military, standard operation time and standard maintenance man-hour are used as the basis for evaluating the maintenance capacity and the amount of maintenance and establishing maintenance plans. Depot maintenance's standard operation time and standard maintenance man-hour for major weapons systems have already been set and are used. However, these values for the Cheonma air-defense missiles have not been set, and thus the need to calculate them has raised. This research studies the standard operation time and the standard maintenance man-hour of the Cheonma missile's depot maintenance process through a time study method. To this end, all process steps are divided into elemental works, the operation time of each elemental work is measured, and their arithmetic mean is set to be the representative value of standard operation time and standard maintenance man-hour. Statistical analysis also tests the distribution of work times for all these steps, estimates confidence intervals for average work times, and yields basic data of highly precise and reliable work times of the depot maintenance process.

Keywords : Cheonma Guided Missile, Depot Maintenance, Standard Operation Time, Standard Maintenance Man-Hour, Time Study

*Corresponding Author : Min-Hyuk Kim(Center for Army Analysis and Simulation)

email: minhyuk64@gmail.com

Received September 24, 2021

Accepted January 7, 2022

Revised October 12, 2021

Published January 31, 2022

1. 서론

군에서 창정비(廠整備, Depot Maintenance)란 최상위 정비단계로서하위 정비단계인 야전정비 능력을 초과하는 정비 대상 장비에 대해 완전 복구 및 재생작업을 하는 정비를 말한다. 군의 창정비에는 표준작업시간과 표준정비인시를 설정해서 사용하고 있는데, 이는 정비창 전체의 생산가능시간과 함께 창정비 물량을 판단하고, 정비업무의 효율화 관리와 창정비 공정의 개선요소를 발굴하기 위해서다. 표준작업시간은 규정된 질과 양의 작업을 규정된 방법에 따라 완수하는 데에 필요한 시간을 뜻하며, 표준정비인시는 설정된 표준에 따라 일정한 작업 단위 수를 완성하는 데 인정되는 시간을 말한다.

일반 무기체계들은 창정비 표준정비인시가 이미 설정되어 활용하고 있으나[1] 천마 유도탄은 군직 창정비가 최근 시행되어 설정되어 있지 않은 상태이다. 이에 본 연구는 천마 유도탄 창정비 공정의 안정화를 위해 표준작업시간과 표준정비인시를 산출하여 표준화 관리를 위한 기초 제원을 제시한다. 표준작업시간 산출은 정밀도와 신뢰성이 우수한 직접관측법의 시간연구법을 적용하고, 공정의 모든 세부 작업들에 대해 7~13회에 걸쳐 작업시간을 실측하며, 그 결과 데이터를 기초로 분석한다. 산출된 작업시간에 대한 통계적 의미를 부여하기 위해 Shapiro-Wilk test로 분포를 검정하고, 이를 바탕으로 공정 단계별 평균작업시간의 신뢰구간을 추정한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 창정비 공정에서 표준작업시간과 표준정비인시의 개념과 구성, 산출방식에 대해 소개하고, 3장에서는 천마 유도탄 창정비 프로세스와 표준작업시간 관련 연구를 살펴본다. 4장에서는 시간연구법을 적용한 창정비 공정의 표준작업시간과 표준정비인시 산출 결과를 제시하며, 마지막 장에서는 본 연구결과의 의미와 추후 연구방향으로 마무리한다.

2. 창정비 표준작업시간 및 표준정비인시

개요

2.1 표준작업시간 및 표준정비인시 개념

표준작업시간(Standard Operation Time)이란 표준화된 작업환경과 조건 하에서 일정 수준의 숙련도를 지닌 작업자가 정상적 속도로 작업 1단위를 수행할 때에 소요되는 시간을 말한다[2]. 즉, 필요한 숙련도를 가진

작업자가 정상적인 조건과 환경에서 정상적인 작업 페이스로 규정된 방법에 따라 부과된 작업을 수행하는 데에 필요한 시간이다.

표준정비인시(Standard Maintenance Man-Hour)는 표준작업시간과 상이한 개념으로 보통의 숙련도를 가진 정비인원이 표준적인 정비환경과 설비를 갖춘 상태에서 해당 1회 정비할 때에 소요되는 작업량을 의미한다. 여기서 정비인시(整備人時)란 정비할 수 있는 작업량을 나타내는 측정단위로서 숙련공 1명이 1시간 동안 실시하는 작업량을 의미한다[1]. 표준정비인시는 일반 산업계의 표준공수와 유사한 개념인데, 표준공수도 작업량을 나타내는 것으로서 인일(man-day), 인시(man-hour), 인분(man-minute) 등으로 표기한다. 일반 산업계에서는 표준시간보다는 표준공수가 더 많이 사용된다.

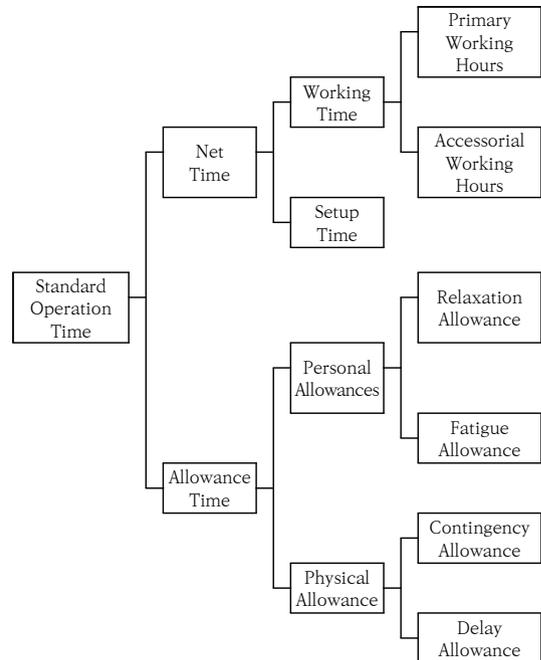


Fig. 1. Structure of the standard operation time

표준작업시간과 표준정비인시는 장비 고장, 작업 불량 등 이상 현상이 발생하지 않는 이상적(ideal) 상황을 전제로 설정된다. 표준작업시간과 표준정비인시의 차이로서 표준작업시간은 해당 작업에 투입된 인원수와 무관하게 설정되어 사용하나 표준정비인시는 작업량으로서 표준작업시간과 투입된 인원수를 동시에 반영하여 산출한다.

표준작업시간은 Fig. 1에서 보듯 크게 정미(正味)시간과 여유시간으로 구성된다. 정미시간은 대상작업을 수행

하는 순수한 작업시간을 의미하며, 주작업시간과 준비시간으로 구분된다. 주작업시간은 작업 목적에 부합하는 주체작업을 의미하며, 준비시간은 주작업을 위해 장비 반입·반출, 공구 준비 및 반납, 스크랩 폐기 등 부수·부대 작업에 투입되는 시간을 말한다.

여유시간은 불규칙적으로 발생하는 인적·물적 요소에 의한 지연시간으로서 생리여유, 피로여유, 작업여유, 직장여유로 구분된다. 여유시간은 주작업, 준비작업으로 설정하기 어려운 비정규작업에 대한 요소시간이므로 언제 발생할지, 얼마만큼 소요될지 불분명한 시간이다. 일반 산업계에서 표준작업시간과 표준정비인시는 생산라인의 작업수행성과와 직무를 평가하고, 생산성을 측정하며, 생산일정계획을 수립하고, 작업방식의 개선 등에 활용한다. 군 정비체계에서 표준작업시간과 표준정비인시는 첫째, 정비소요와 작업량을 결정하는 기준을 제공하며 정비계획 수립의 기초자료로 활용한다. 둘째, 정비부대의 정비능력 판단의 기준이 된다. 즉, 정비가용시간과 정비작업 인원수 등을 고려하여 일정 주기동안 정비가능 장비의 총 수량 산정이 가능하다. 셋째, 정비업무 효율화를 위해 작업시간과 정비인시의 표준화 관리를 위한 기초제원을 제공한다. 넷째, 정비 공정의 단계별 작업시간 분석을 통해 작업흐름과 작업방법 등에 대한 개선요를 판단할 수 있는 기초 자료로 활용한다.

2.2 표준작업시간 산출방식

표준작업시간 산출방법에는 Table 1에서 보는 바와 같이 직접관측법, 합성법, 실적법이 있다[3]. 직접관측법 중 시간연구법은 작업에 대하여 직접적으로 시간을 측정하는 실적법으로서 간단하며 정밀도가 높다. 워크샘플링(work sampling)은 사전에 랜덤하게 정한 시점에서 연구대상을 순간적으로 관측하여 측정하며 작업 사이클이 장시간인 경우에 주로 활용한다. 합성법에는 간접적 측정방법인 PTS(Predetermined Time Standard)와 표준자료법이 있다. PTS는 작업의 소요시간을 각 기본동작의 기준시간치 합으로 고려하고, 표준자료법은 설정된 표준시간 자료를 합성하여 작업시간을 산출한다. 실적자료법과 경험견적법은 과거의 자료 또는 전문가의 주관적 경험을 통해 추정 및 결정하고 수정하여 사용한다. 이 방법들은 단시간 내에 표준시간 설정이 가능하지만 객관성과 과학적 근거는 미약하다.

군의 표준정비인시 산출에는 특정 정비부대의 일부 경험치를 활용하는 경험견적법 또는 과거 정비데이터에 기초하여 추출한 실적자료법 등을 적용하여 산정하였다.

이러한 방식은 일부 장비들의 표준정비인시를 과다하거나 과소하게 제시하였고, 객관성과 일관성이 부족하며, 정비환경이 다른 전시 정비작업에는 직접적으로 사용할 수 없는 제한사항이 있다.

Table 1. Methods for determining the standard operation time

Division	Method	Characteristic
Time Study	Time Observation	<ul style="list-style-type: none"> • Measure the operation time using stopwatch, VTR, etc. • Measure the time by dividing the work into element tasks.
	Work Sampling	<ul style="list-style-type: none"> • Observe and record momentarily at random points. • Apply when the work cycle is for long periods of time.
Synthesis Method	Standard Data	<ul style="list-style-type: none"> • Set the operation time by synthesizing the set standard time. • The standard time can be set in a relatively short period of time.
	PTS	<ul style="list-style-type: none"> • Set the operation time by adding up the standard time for each task
Statistical Method	Estimation Based on Experience	<ul style="list-style-type: none"> • Estimate the operation time based on subjective estimate data by experts
	Performance Data	<ul style="list-style-type: none"> • Estimate the operation time from past performance data. • Estimate, determine, and use based on expert experience

천마 유도탄을 군직 창정비로 이전한 후 사용했던 표준정비인시는 다음과 같은 문제가 있었다. 우선 천마 유도탄 기술교범에서 기입된 인시를 사용하였는데 이는 해당 유도탄을 개발한 생산업체에서 제시한 것으로 군직 창정비 환경과 다르고, 일부 작업과정은 실적 없이 예상 시간을 적용하였으며, 제시된 인시에 대한 제3기관의 검증이 없었다는 점이다. 이후 본고에서 제시하는 표준정비인시 산출 프로세스는 군직 창정비 환경과 정비기술 등을 복합적으로 고려하고, 시간연구법과 통계적 분석기법을 적용하므로 보다 정밀한 표준정비인시 산출이 가능하다.

3. 천마 유도탄의 창정비 프로세스 관련연구

3.1 천마 유도탄의 창정비 공정 개요

천마 유도탄의 창정비 공정은 15단계로 구성되며 공정의 흐름은 Fig. 2와 같이 직렬구조와 병렬처리로 구성된다. 각 단계별 작업은 주작업과 준비작업으로 분류되

는데 준비작업은 부수·부대작업으로 구분된다. 이러한 작업들은 창정비 공정의 각 단계를 구성하는 요소작업들로서 15단계 전체 259개 요소작업으로 구성된다.

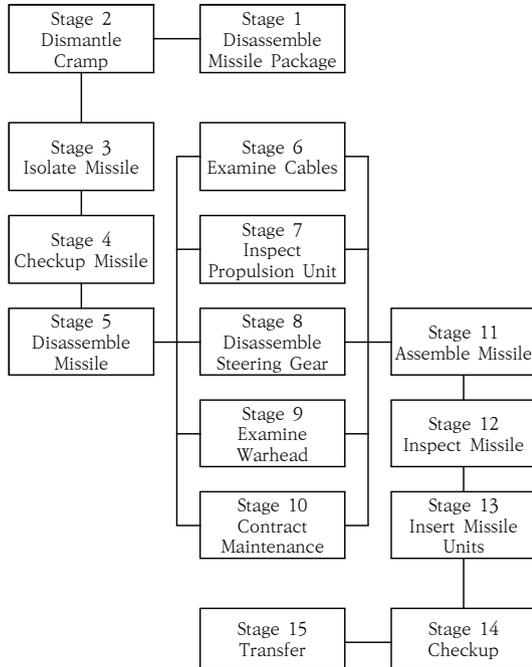


Fig. 2. Depot maintenance process of Cheonma missile

요소작업 중 주작업은 정비에 직접 관련된 작업으로서 검사, 해체, 포장, 샌딩, 도색, 장입/장출, 제거, 세척, 조립 등의 작업을 포함한다. 부수작업은 주작업 진행간 일정한 주기가 필요한 작업으로서 공정표 작성, 장비이동, 장비거치, 시험장비 작동 등을 포함하며, 부대작업은 주·부수작업을 위한 사전·사후 작업으로서 정비 대상장비의 적재와 결박, 이관, 도색 후 건조대기, 차량이동 및 하역 등의 작업이다. 이러한 요소작업들은 상수 요소작업(예를 들어, 도장 후 일정 기간동안 건조하며 대기하는 작업)과 변수 요소작업(작업인력에 따라 변동되는 시간)으로 구분된다.

현재 천마 유도탄의 창정비 공정은 여러 단계의 작업을 거쳐 진행되며 주로 작업자의 수동작업으로 이루어지고 있다. 이러한 공정에는 단계별 표준시간은 설정되어 있지 않고, 일정 기간 동안 특정 수준의 정비 수량 산정이 제한되며, 각 단계별 정비량의 차이가 커 병목 현상이 발생한다는 문제가 있다.

3.2 창정비 표준작업시간 관련연구

창정비 공정의 표준작업시간과 표준정비인시와 관련 연구로서 일반 산업계 생산공정의 표준작업시간 산정 연구와 작업시간 분포 추정 연구가 있다.

표준작업시간 연구로서 Lee[2]는 전선제조 연합공정 시스템에서 작업관측을 통해 시간을 분석하여 표준시간과 표준공수를 산출 제시하였다. 표준시간 산출에는 주 작업시간 외에 부대작업시간과 여유시간 등이 반영되어 산업계의 일반적 산출방안을 적용하였다. Min 등[3]은 자동차 수리공정에서 작업시간과 준비시간을 구분 산출하여 표준시간 선정방법을 제시하였다. 작업시간의 관측 시간을 보정하는 방법으로서 레이팅(rating) 기법을 활용하였다. Kee 등[4]은 직접시간연구법을 사용하여 중소기업체의 생산공정의 표준시간을 산정하였고, Kim과 Moon[5]은 반도체부품 생산의 특정 공정에서 기계설비와 작업자의 부하효율을 측정하기 위해 순간관측법(work sampling)과 미세동작분석법(micro motion study), 시뮬레이션 등의 비교 분석결과를 제시하였다. 군의 정비인시와 관련연구로서 Lee 등[6]은 육군의 주요 장비 46종을 대상으로 1년간 야전정비의 정비실적 데이터를 활용하여 정비인시를 제시하였으나, 정비인시 분포와 시간에 따른 변화 추세 등은 포함되지 않았다.

정비작업 소요시간에 대한 분포추정 연구로서 Kim[7]은 K1전차 등 주요 전투장비들의 정비 실적 데이터를 분석하여 정비시간의 분포가 로그정규분포임을 증명하였다. 이를 활용하여 전시에 파손되는 전투장비의 정비에 참고할 수 있는 전시 표준정비인시의 대표값을 제시하였다. Choi와 Ma[8]는 하푼 유도탄의 주요 구성품을 군직 정비와 외주정비할 때에 소요되는 정비시간의 분포를 추정하였다. 정비시간의 분포는 구성품에 따라 지수분포, 베타분포, 로그정규분포로 구분되어 나타났다. Kim 등[9]은 육군 장비정비정보체계(DELIS, Defense Logistics Integrated Information System)의 정비 실적을 바탕으로 정비 수행에 따른 고장 빈도의 변화에 대해 분석 제시하였다.

위의 연구들은 군 주요 무기체계와 탄약의 표준정비인시를 산출하는 과정에서 작업시간의 관측 기준을 설정하는 방식과 관측시간을 보정하는 수리적 모델을 제시하였다. 또한, 위 연구들에서 사용된 작업시간 분포를 추정하는 방식은 작업시간 관측의 결측치를 대체하거나 표준정비인시의 대푯값을 선정하는 데에 참고가 된다.

4. 창정비의 표준작업시간 및 표준정비인시

4.1 표준시간 산정 방법 및 프로세스

천마 유도탄 창정비 공정의 표준작업시간은 신뢰도와 정밀도가 높은 시간연구법을 통해 도출하였다. 소요시간을 측정하는 작업은 각 단계의 모든 요소작업인 주작업, 부수·부대작업을 대상으로 하였고, 객관적 측정을 위해 작업자가 아닌 관측자에 의해 실측되었다. 측정 횟수는 단계별 작업에 따라 7~13회 진행되었다.

실측된 작업시간을 표준화하기 위해 평준화(leveling)법을 사용하여 관측치를 보정하였다. 평준화 요소 중 작업자의 노력도, 작업조건과 안정성은 모두 표준급으로 가정하였으나, 작업자의 숙련도는 A, B, C급으로 차등 적용하였다. 여기서 '표준급'이란 정비환경에 특별한 문제(장비고장 발생, 부품 불량 등)가 없고, 기준으로 정해진 정비 설비와 도구, 정비 방법을 사용하며, 작업자가 정신적·육체적으로 무리없이 작업을 수행할 수 있는 환경을 말한다.

작업자의 숙련도 A, B, C는 숙련기간과 요구능력에 따라 구분한다. A급은 2년 이상 숙련기간을 거쳤고, 유도탄 기능과 원리의 이해력이 뛰어나며 고장 부위 식별과 조치가 탁월한 능력을 말한다. B급은 1~2년 정도의 숙련기간과 중급 정도의 유도탄 기능과 원리의 이해력을 보유한 능력이다. C급은 1년 미만의 경력으로서 유도탄에 대한 초보 기술이며, A급 또는 B급 숙련자의 지도가 필요한 능력을 말한다. 천마 유도탄 창정비 공정에 투입된 작업자들의 숙련도는 A급이 50%, B·C급은 각각 25% 수준을 보이고 있었다.

표준작업시간과 표준정비인시는 A급 숙련자를 기준으로 산정하므로 B, C급 숙련자의 작업시간은 수식 (1)로 평준화 보정한다.

$$st_i = ot_i \times m_i = ot_i \times \frac{\sum_{j \in K} x_{ij} p_{ij}}{n_i} \quad (1)$$

수식 (1)에서 st_i 는 i 번째 작업의 표준시간, ot_i 는 관측 시간, m_i 는 A급 숙련도 보정계수를 나타낸다. $K = \{0, 1, 2\}$ 는 작업자들의 숙련도 집합이며 0, 1, 2는 각각 A, B, C급 수준을 의미한다. p_{ij} 는 A급에 대한 상대적 숙련도이고 A, B, C는 육군 야전교범의 기준에 따라 각각 1.0, 0.75, 0.5를 적용한다[1]. x_{ij} 는 i 번째 작업에 투입된 숙련도 j 의 투입 인원 수이며, n_i 는 i 번째 작업의 전체 작업자 수이다.

4.2 표준작업시간 산출결과

유도탄 1발당 표준작업시간(SOT, Standard Operation Time)은 직렬공정인 경우 해당 단계별 표준작업시간을 합산하되 병렬처리 단계들인 경우에는 최대작업시간(longest operation time)을 보이는 단계의 작업시간만 적용하여 수식 (2)와 같이 산출한다. 수식 (2)에서 U 는 직렬공정에 속하는 단계들의 집합이고, V 는 병렬공정에 속하는 단계들의 집합을 나타낸다.

$$SOT = \sum_{j \in U} st_j + \max_{k \in V} (st_k) \quad (2)$$

where U and V denote the set of serial jobs and the set of parallel jobs in the maintenance process, respectively.

Table 2. Analysis of work time in whole process

Section	Work	# of Works	Avg. Time(H)	SOT(H)
Sum Total	(0) Total	259	332.87	323.88
	(1) Main Work	124	41.53	34.11
	(2) Accessorial Work	112	18.56	17.08
	(3) Additional Work	23	272.78	272.69
Serial Process (Stage 1~5, 11~15)	(0) Total	201	304.69	304.69
	(1) Main Work	87	33.00	33.00
	(2) Accessorial Work	93	17.02	17.02
	(3) Additional Work	21	254.67	254.67
Parallel Process (Stage 6~10)	(0) Total	58	28.18	19.19
	(1) Main Work	37	8.53	1.11
	(2) Accessorial Work	19	1.54	0.06
	(3) Additional Work	2	18.11	18.02

Table 2에서 보듯 천마 유도탄 1발의 창정비 표준작업시간은 323.88H이며 주작업시간은 34.11H, 부수작업시간은 17.08H, 부대작업시간은 272.69H로 구성된다. 병렬공정인 6~10단계에서는 7단계가 최대 작업시간을 보이므로 이 단계의 평균작업시간만을 표준작업시간에 반영한다. 전체 공정에서 부대작업은 전체 259개 요소작업에서 23회에 불과하나 주작업과 부수작업에 비해 작업시간이 많이 소요되는데, 이는 도색한 후에 건조작업을 포함하고 있기 때문이다. 건조작업은 1, 7, 11, 13, 14단계에 있으며 회당 최대 72H가 요구된다.

순차적으로 처리되는 직렬 공정인 1~5단계, 11~15단계 정비작업은 단계별 평균작업시간이 모두 산입되며, 동시에 병행 처리되는 병렬공정 6~10단계는 최대작업시간을 보이는 7단계 평균작업시간을 대푯값으로 표준작업시간에 포함한다. 단계별 주작업과 부수·부대작업에 대한 대표적 예인 11단계의 작업내역은 Table 3과 같다.

Table 3. Analysis of operation time in step 11

Section	# of Works	Operation	Average Time(H)
(0) Total	58		142.89
(1) Main Work	30	- Assemble actuator, igniter, warhead - Checkup and Inspect - Bonding and Sealing	12.39
(2) Accessorial Work	45	- Combine cable duct - Dispose residual substance - prepare progress schedule	9.85
(3) Additional Work	7	- Dehydrate Missile - Prepare Container	120.65

Table 4는 각 단계별 작업시간이 어느 분포를 따르는 지 검정하는 Shapiro-Wilk test 결과를 보여준다. 단계별 작업시간의 정규성 검정은 작업시간이 7~13회 실측을 통해 산출되므로 표본 수가 적을 때 사용되는 Shapiro-Wilk test가 적절하다. Shapiro-Wilk test의 정규성 검정은 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 검정하며, 검정 결과 각 단계의 작업시간 유의확률 P-value가 유의수준보다 크므로 정규분포를 따른다고 판단할 수 있다.

작업시간 분포가 정규성을 보이므로 단계별 평균작업시간의 신뢰구간 추정이 가능하며 95% 수준에서 추정된 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 전체 공정의 표준작업시간 323.88H의 오차범위 5% 신뢰구간은 [323.16, 324.56]으로 나타난다. 이러한 신뢰구간은 작업시간에

Table 4. Shapiro-Wilk test result and confidence interval of operation time

Section	Shapiro-Wilk Test		Confidence Interval	
	P-value	Normality	Mean	CI(95%)
Total	0.4030	Normal Distribution	323.88	[323.16, 324.56]
Stage 1	0.0517		30.78	[3046, 31.13]
Stage 2	0.0512		2.01	[1.76, 2.26]
Stage 3	0.4896		0.91	[0.85, 0.96]
Stage 4	0.0539		1.94	[1.79, 2.08]
Stage 5	0.0561		5.86	[5.75, 5.98]
Stage 6	0.7100		1.37	[1.35, 1.39]
Stage 7	0.2822		19.18	[19.14, 19.23]
Stage 8	0.6720		3.74	[3.57, 3.91]
Stage 9	0.1131		1.54	[1.52, 1.56]
Stage 10	0.3996		2.34	[2.31, 2.37]
Stage 11	0.2253		142.89	[142.48, 143.28]
Stage 12	0.1995		2.49	[2.31, 2.66]
Stage 13	0.6580		26.17	[26.05, 26.29]
Stage 14	0.8492		89.93	[89.75, 9010]
Stage 15	0.1692	1.71	[1.67, 1.75]	

대한 정보를 제공하며, 작업시간 평균의 추측에도 사용될 수 있다.

4.3 표준정비인시 산출결과

표준정비인시(SMM)는 표준작업시간과 달리 직·병렬 공정의 구분 없이 요소작업들의 표준작업시간과 투입 인원수를 합산하여 수식 (3)과 같이 산출한다.

$$SMM = \sum_{i \in W} (st_i \times n_i) \quad (3)$$

where W denote the set of jobs in which human workers involved.

W 는 인력이 투입된 요소작업들의 집합이고, st_i 는 i 번째 작업의 표준시간, n_i 는 i 번째 작업의 전체 작업자 수이다.

표준정비인시도 표준작업시간과 마찬가지로 A급 숙련자를 기준으로 작업시간의 보정값을 적용한다. 다만 표준정비인시는 표준작업시간과 달리 인력이 투입되지 않은 요소작업들의 작업시간은 포함하지 않는데, 이는 정비인시가 정비인원의 작업량 단위이므로 정비인원이 미 투입된 작업(예를 들어, 건조시간)은 정비인원의 작업량을 나타내지 않기 때문이다. 수식 (3)에 의해 산출한 표준정비인시는 Table 5에서 보는 바와 같다.

Table 5. Result of SMM analysis

Stage	SMM (MH)	Stage	SMM (MH)
Stage 1	12.20	Stage 9	1.77
Stage 2	2.30	Stage 10	3.07
Stage 3	2.00	Stage 11	42.24
Stage 4	2.75	Stage 12	4.05
Stage 5	10.98	Stage 13	3.41
Stage 6	1.59	Stage 14	8.79
Stage 7	2.70	Stage 15	2.63
Stage 8	4.40	Total	104.90

전체 공정의 표준정비인시는 104.9H이고 표준작업시간 323.88H에 비해 많이 감소되었다. 이는 표준정비인시에 건조시간이 제외되기 때문이며, 이와 같은 현상은 1·7·11·13·14단계의 표준정비인시에서 나타난다.

표준정비인시는 현지 가용인력으로 일정 주기동안 정비물량을 판단할 때 기초 제원으로 사용한다. 예를 들어, 가용인력들의 연간 전체 생산가용인시를 표준정비인시로 나누면 연간 총 정비물량 판단이 가능해진다.

5. 결론

본 연구는 천마 유도탄 군직 창정비 공정의 표준작업 시간과 표준정비인시를 분석, 도출하였다. 사용한 방법은 시간연구법이고 전체 공정의 요소작업들을 7~13회 실측하여 15개 단계 작업별로 표준작업시간과 표준정비 인시를 산출 제시하였다. 표준작업시간은 직렬 공정의 작업시간을 모두 합산하되 병렬 처리되는 작업들은 그 중 최대작업시간만 적용하여 산출해야 하며, 표준정비인시는 직·병렬 공정 모든 작업들의 작업시간과 투입 인원 수를 합산하여 산출한다.

이렇게 산정된 표준작업시간과 표준정비인시는 영구적으로 불변이 아니라 창정비 환경과 조건, 작업방법과 흐름 등이 변경됨에 따라 오차가 발생할 수 있다. 따라서 일정 주기별로 또는 환경과 조건이 변경되었을 때 표준작업시간과 표준정비인시의 정확도를 재평가하고 현실에 부합하도록 수정하여 재산정할 필요가 있다.

이 외에도 추가 연구가 필요한 분야는 첫 번째, 직접 관측을 통해 확보한 작업시간 데이터, 창정비 현장의 인적·물리적 환경의 모델링을 통해 공정을 시뮬레이션 분석하여 개선이 필요한 사항을 식별하고, 두 번째는 시기별 작업인력의 가용도와 처리해야 할 정비물량 등을 고려하여 일정 주기동안 최대 생산이 가능하도록 스케줄링, 세 번째로 창정비 공정의 작업시간 단축을 위한 레이아웃(layout) 개선과 라인밸런싱(line balancing)에 대한 연구가 필요하다.

References

- [1] Republic of Korea Army Headquarters, "Field Manual 4-0-1 Technical Logistics Data", Republic of Korea, 2006, pp.8-17.
- [2] K. Lee, "Establishment of Standard Time for Standing Process of a Cable Company in Small Quantity Batch Production System," *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, Vol. 35, No. 3, pp. 95-102, 2012.
- [3] B. D. Min, K. W. Lee, S. D. Yu, D. H. Han, "Comparing analysis of standard time for automobile repair in Korea", *Proceedings of 2004 KSAE Conference*, Korea Society of Automotive Engineers, Republic of Korea, pp.1257-1263, June 2004.
- [4] D. Kee, H. J. Ko and D. J. Lee, "Application of the Time Study to Establish Standard Times for a Small-Sized Manufacturing Company," *IE Interfaces*, Vol. 10, No. 2, pp. 115-125, 1997.

- [5] D. S. Kim and D. H. Moon, "A Case Study of Comparing the Measuring Methods for Workloads of Resources in a Manufacturing Processes of Semiconductor-Parts," *Journal of the Korea Society for Simulation*, Vol. 20, No. 3, pp. 49-58, 2011.
- [6] J. H. Lee, K. J. Na, I. H. Kim and C. H. Ryu, "Technical Report: Repair Time Analysis of Weapon System in the Peace and War time," Korea Research Institute for Military Affairs, Republic of Korea, pp. 47-113, 2018.
- [7] M. H. Kim, "A Study on the Method of Computing Standard Wartime Maintenance Man-Hour Incorporating Wartime Maintenance Condition," *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.22, No.6, pp.118-124, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.6.477>
- [8] Y. Choi and J. Ma, "Impact of Maintenance Time of Anti-Ship Missile Harpoon on Operational Availability with Field Data," *Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology*, Vol. 23, No. 4, pp. 426-434, 2020.
- [9] H. Kim, J. Park and S. Sung, "A Study on the Effectiveness of the Depot Maintenance: Based on the Maintenance Data of K-1 Main Battle Tank Since 2010," *Journal of Applied Reliability*, Vol. 17, No. 3, pp. 256-263, 2017.

김민혁(Min-Hyuk Kim)

[정회원]



- 2004년 2월 : 한국과학기술원 (KAIST) 산업공학과 (공학석사)
- 2011년 8월 : 미국 Purdue Univ. 산업공학과 (공학박사)
- 2016년 12월 ~ 2018년 12월 : 합참분석실험실 지상전력운영분석장교

• 2018년 12월 ~ 현재 : 육군분석평가단 빅데이터분석계획장교

〈관심분야〉

빅데이터/인공지능, 무인전투체계, 모델링/시뮬레이션

조 규 선(Gyoo-Sun Jo)

[정회원]



- 1994년 2월 : 고려대학교 기계공학과(석사)
- 2016년 9월 : 국방과학연구소 제1 연구본부
- 2021년 8월 : 대전대 군사학과 (국방획득관리)(박사)
- 2019년 7월 ~ 현재 : 육군 분석평가단 군수지원분석담당

〈관심분야〉

전력운영분석, 연구개발 및 시험평가, ILS

오 두 수(Doo-Soo Oh)

[정회원]



- 2021년 8월 : 충남대학교 군사학과 석사(군수획득관리)
- 2015년 12월 ~ 2019년 12월 : 사단/군지단 정비대대장
- 2019년 ~ 현재 : 육군 분석평가단 군수운영분석장교

〈관심분야〉

무기체계 사업관리, 군수운영 분석, 드론 및 무인기