

함정 무기체계 보급성 개선 방안 연구

정준*, 이기원, 김경록, 차종한, 고호진
LIG넥스원 C41STAR IPS연구소

A Study on Ways to Improve the Supply of Warship Weapon Systems

Jun Jeong*, Ki-Won Lee, Kyung-Rok Kim, Jong-Han Cha, Ho-Jin Koh
C41STAR Intergrated Product Support R&D, LIGNex1

요약 최근 코로나19 및 러시아-우크라이나 간 전쟁 등으로 인한 원자재 수급불안 등으로 부품 수급 관련 이슈가 증가하고 있으며 인기 자동차 같은 경우 1년을 기다려야 하는 경우도 발생하고 있다. 방산 분야 무기체계도 IC(Integrated circuit) 등 최종 부품 수준에서는 상용부품을 사용하기에 납기 관련 이슈는 민수분야 뿐만 아니라 방산분야에도 큰 영향을 끼친다. 하지만 무기체계 개발 시 발생하는 수급 관련 이슈는 개발 및 전력화에 초점이 맞춰져 있고, 운용유지 단계에서의 보급은 상대적으로 덜 고려되고 있다. 특히 함정(해군) 무기체계의 경우 양산 수량이 매우 적기 때문에 대부분의 부품에 대한 예비품을 확보하고 있지 않다. 이에 고장이 발생한 품목의 재고가 없을 경우 확보를 해야 하는데, 최근의 부품 수급불안은 1년 이상의 확보기간을 발생시키고 있으며, 이는 무기체계의 공백으로 이어진다. 비교적 대체품, 대체 방안 선정이 용이한 민간분야에 반해 무기체계의 공백은 언제 발생할지 모르는 전쟁의 승패에 영향을 끼칠 수 있기 때문에 매우 중요한 문제라고 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 부품 수급의 기간을 기준으로 무기체계 체계개발 시 구성품의 보급성을 판단하고 단종, 수출제한 등의 이유로 보급성이 낮은 품목에 대한 개선방안에 대해 연구하였으며, 개선 방안 적용 시 수명주기비용 측면에서 기대되는 효과를 시뮬레이션 도구 및 공학적 방법을 활용하여 확인하였다.

Abstract Recently, issues related to weapon system parts supply and demand have been increasing due to the unstable supply of raw materials for the parts caused by the Covid-19 outbreak and the war between Russia and Ukraine. Since the weapon system in the defense field uses commercial parts at the final parts level, such as an IC(Integrated circuit), issues related to the delivery of the parts have a big impact on the defense sector. However, studies related to the parts supply and demand during weapon system development are mainly focused on the development and deployment of the system, and the system dissemination during the operation and maintenance phases of the system is relatively less considered. Further, in the case of ship(naval) weapon systems, there are no spare parts for most of the parts of the systems because the mass-produced quantity of the parts is very small. Therefore, if there is no replacement for a defective part in stock, it is necessary to secure the replacement. However, the aforementioned recently increasing uncertainty in the supply and demand of weapon system parts is causing a securing period of more than one year, leading to a vacuum in the weapon system in terms of the unavailable parts. Contrary to the private sector, where it is relatively easy to select alternatives to the corresponding unavailable parts, a vacuum in the weapon system is a very important issue because it can affect victory or defeat in an unpredictable war. Therefore, in this study, based on the period of supply and demand of parts, the pervasiveness of components was judged when developing a weapon system. Further, improvement plans against the issue in the case of parts with low permeability due to discontinuation or export restrictions on these parts were studied. Finally, the expected effect of these plans in terms of life cycle cost was confirmed using simulation tools and engineering methods.

Keywords : Part Supply, EL, LD, Simulation, TLCSM, LCC(Life Cycle Cost)

*Corresponding Author : Jun Jeong(LIGNex1)

email: jeongjun@lignex1.com

Received May 30, 2022

Revised July 14, 2022

Accepted August 3, 2022

Published August 31, 2022

1. 서론

1.1 현실태 및 문제점

최근 코로나19 및 러시아-우크라이나 간 전쟁 등으로 인한 원자재 수급불안 등으로 부품 수급 관련 이슈가 증가하고 있으며[1] 인기 자동차 같은 경우 Table 1의 자료와 같이 1년 이상을 기다려야 하는 경우도 발생하고 있다.

Table 1. December 2021 Waiting time for shipment by major models of domestic cars in Korea[2]

Brand	Model	Waiting time
Hyundai	Santafe Hybrid	9 months +
	Ionic 5	8months +
	Avante	6 months +
	Porter2	5 Months +
KIA	SorentroHybrid	13 months +
	Spotage	10 months +
	Bongo3	10 months +
	Canival	8 months +

방산 분야 무기체계도 IC 등 최종 부품 수준에서는 상용부품을 사용하기에 납기 관련 이슈는 민수분야 뿐 만 아니라 방산분야에도 큰 영향을 끼치고 있다. 대다수 해외 품목에 대한 납기가 매우 늘어났으며 심지어 일부 소자의 경우 확보하는데 1년 이상의 기간이 소요되기도 한다(OO사업 장납기 품목 조사 결과 : Table 2).

Table 2. OO Project LD Item List

P/N	Manufacture (Country)	Cate gory	Delivery	
			~2019	now (2022)
A000000000	Analog Devices(US)	IC	2 weeks	49 weeks
A000000-0000 O	Analog Devices(US)	IC	2 weeks	64 weeks
A0000000000	Analog Devices(US)	IC	2 weeks	83 weeks
P000000000	Texas Instruments(US)	IC	2 weeks	54 weeks
P0000000000 O-O/OO	MICRO CHIP(US)	IC	2 weeks	53 weeks
T0000000000 O	Texas Instruments(US)	IC	2 weeks	61 weeks

IC 등 최하위 구성품의 수급불안 및 장납기는 해당 부품이 사용되는 수리부속 및 상위 시스템의 불가동으로 이어진다. 식료품, 전자제품 등 비교적 대체품목 선정이 비교적 용이한 민간분야에 반해, 방산분야 무기체계의 공급불안은 경제적 이익을 초과하여 국가안보 및 국민의 생명에 악 영향을 끼칠 수 있다[3]. 하지만 무기체계 개발 시 발생하는 수급 관련 이슈는 개발 및 전력화에 초점이 맞춰져 있고, 운용유지 단계에서의 보급은 상대적으로 덜 고려되고 있다. 무기체계의 가용성을 정량적으로 예측하는 운용가용도(Ao) 계산 시에도 지연시간(ALDT : Administrative & Logistic Delay Time)은 고장이 발생한 부품이 창고에 있다는 가정 하에 일반적으로 100시간 이내로 설정되어 계산된다. 하지만 부품이 창고에 없을 경우 해당 시간만큼이 비가용 시간으로 계산되어 가용도가 현저히 낮아질 것으로 예상된다(Eq. (1)).

$$Ao(\text{Operation Availability}) = \frac{TUT(OT+ST)}{TUT(OT+ST)+TCM+TPM+TALDT} \quad (1)$$

1.2 연구 방향

무기체계의 경우 개발단계에 비해 상대적으로 운용유지 단계가 덜 중요하게 고려되고 있으며, 운용 유지 단계에서의 부품 수급도 속도 보다는 전통적인 요소인 비용이 우선으로 고려되고 있다. 하지만 Fig. 1에서 보는 바와 같이 최근 민수 분야에서 비용(최저가)보다 보급(배송)을 내세운 쿠팡이 약진하고 있는 것을 보면 다수의 구매자들이 가격이 크게 차이나지 않는 범위에서는 비용보다 배송을 우선순위를 두고 있는 것으로 볼 수 있다.

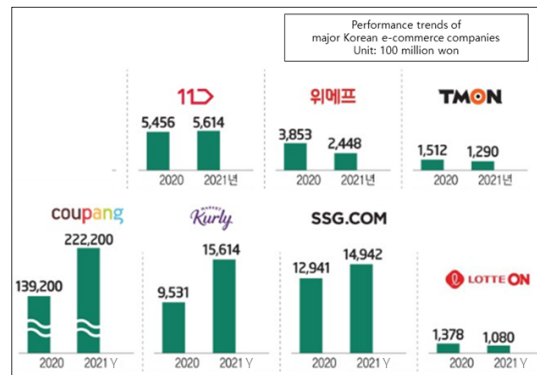


Fig. 1. Coupang's Market Share Growth (2020-2021) [4]





또한 아래 Table 3은 2022년 6월 브랜드 평판지수에 서 쿠팡이 압도적으로 1위를 차지하고 있는 것을 보여준다.

Table 3. June 2022 Korean Open Market Brand Reputation Ranking[5]

Rank	Brand	Brand Reputation Point
1	Coupang	10,113,857
2	11st	4,587,895
3	Interpork	3,588,498
4	Gmarket	2,708,631
5	Auction	2,554,558
6	Tmon	2,482,032
7	Wemakeprice	1,923,845

아래는 Table 4는 쿠팡 판매량 상위품목에 대한 최저가 업체 대비 판매량 비교 결과이다. 무기체계와 특성이 가장 유사하다고 판단한 가전/디지털의 10종의 세부 카테고리 판매량 1위 품목을 을 조사한 결과이다(2022년 6월 17일 기준 판매량순).

Table 4. Comparison result of sales volume of top-selling items in Coupang compared to the lowest-selling company

Category	Top-selling item	Price - Coupang	Price - lowest price
TV video home appliance	Google chromecast3 monitor cable 	52,400	47,810
Refrigerator	Samsung, RT25NARAHSS 	397,660	351,820
Washer/dryer	Samsung, WA10T5262BW 	380,060	337,030
home appliances	Steam iron, MW-801 	25,990	25,990 (Coupang)

Category	Top-selling item	Price - Coupang	Price - lowest price
Vacuum cleaner	Cordless vacuum cleaner, 858B-DC 	41,990	39,900
Seasonal Appliances	Stand fan, NDL1703R 	34,490	34,490 (Coupang)
Beauty/Hair Appliances	Hair dryer, PD-H4300 2300 	21,500	21,500 (Coupang)
Health home appliances	The scale, T8scale, 	24,700	24,500
Kitchen appliances	Microwave, MS23K3513AK 	89,880	81,460
Laptop	Macbook air 13 	1,442,000	1,442,000 (Coupang)

드라이기와 같이 쿠팡이 최저가인 품목도 있지만 냉장고/세탁기 같은 고가의 품목의 경우 최저가와 10%이상 차이가 나는데도 다수의 소비자는 쿠팡에서 구매를 하였다. 배송을 비용보다 우선순위로 놓는 구매자가 많다고 해석할 수 있다.

본 연구에서는 무기체계 구성요소 중 성능, 비용, 정비성에 비해 상대적으로 덜 중시되던 보급성의 중요성에 대해 연구하였다. 보급성이 낮은 품목을 식별하고 해당 품목에 대한 보급성을 개선하는 방안을 연구하였으며, 부품단종, LD(장납기)품목, EL(수출제한) 등을 참고하여 보급성 개선 항목을 식별하고 개선 전/후 및 개선 방안에 따라 무기체계 수명주기비용 변화를 시뮬레이션을 통해 확인하였다. 또한 개선방안 고려 시 민수분야의 사례를 참고하여 비용 손실(불용, 유지비용 등)을 감안하더라도 즉시 보급을 할 수 있는 예비품 보유에 대해 제시하였다.

1.3 논문 구성

본 논문은 1장 서론에서 현실태 및 문제점, 연구방향, 연구 방법 및 절차에 대해 설명하였으며, 2장에서는 배경 및 선행연구 등 이론적 배경에 대해 제시하였다. 3장에서는 본 논문의 결과로 보급성 관리품목 식별 방안 및 결과, 개발단계에서 해당 품목 예비품 확보 시 수명주기 비용 측면에서의 이점을 제시하였다.

4장 결론에서는 본 연구의 연구배경, 연구결과, 제언 사항, 향후 연구 계획 등을 요약하여 기술하였다.

1.4 연구 방법 및 절차

본 연구를 위해 먼저 보급성 확인 및 시물레이션을 위한 무기체계 DB를 활용&생성하였다. 분석대상 무기체계는 해군 함정무기체계를 대상으로 하였는데 그 이유는 아래와 같다.

첫째, 양산수량이 적어서 개발단계에서 부품 다량 확보가 어려워 개발 종료 후 양산/전력화 단계에 부품 수급 관련 이슈가 발생할 여지가 많다. 무기체계의 재고는 고장률과 총대수 등을 고려하여 복합적으로 선정한다. 함정의 경우 동일 함형을 적게는 3척 정도만 개발하여 운용하므로, 분석 결과량이 0미만인 품목이 많고 그로 인해 부품 확보(재고) 대상이 적다.

둘째, 단위 무기체계의 특징(임무)이 명확하여 단위 무기체계 불가동 시 국가안보에 미치는 영향이 크다. 전자 등은 동일한 기능을 가지는 다수의 체계가 있는 반면에 함정은 고유의 작전 및 반경(해역)을 가지고 있기 때문에 장기 불가동 시 해당 해역에서의 임무에 영향을 끼칠 수 있다.

2. 이론적 배경

2.1 배경 및 선행연구 조사

본 연구에서는 무기체계의 보급성 개선 및 이로 인한 수명주기비용 측면의 변화를 분석하기 위해 다음과 같은 선행연구 조사를 진행하였다.

미국은 2000년대 초부터 무기체계 소요기획부터 운영유지에 이르는 수명주기 전단계에서의 효율성과 연계성 강화를 통한 전체 최적화를 달성하고자 총수명주기체계관리(TLCSM)를 적극적으로 추진해 오고 있다. 또한, 성과기반군수지원 (PBL)을 채택하여 전투준비태세를 군에게 제공하기 위한 요구조건을 실행하는 가장 중요한 요소인 핵심성능지표로 지속성을 강조하고 있다. 이에 따라 미 육군은 군수지원 측면을 고려하여 운영유지단계에 중점을 두고 있으며, 무기체계의 소요제기부터 운영유지 및 폐기까지 지원성을 강조하고 있다. 한국군 획득 및 운영유지는 소요기획, 획득, 운영유지의 연계성이 다소 미흡하여 정보 손실, 업무 효율성 저하, 운영유지비 증가 및 전투준비태세 유지의 비효율적 상황이 발생하고 있다. 또한 무기체계 개발 시 개발비를 줄이기 위한 노력은 운영유지비 증가하는 역 현상을 초래하고 있는데, 이는 미국의 경우와 같이 개발, 운용, 부대비용을 함께 고려하여 수명주기비용을 최적화하는 전체 최적화 개념을

적용하지 않은 결과라 할 수 있다[6].

권광민 등은 비정규·비대칭 전쟁 간 군수지원 방향 소개에서 현대전 군수지원의 중요성에 대해 언급하고 있다. 아프가니스탄전, 걸프전 사례를 활용하였으며, 군수는 전술과 전략 및 용병술의 핵심조건 및 구성요소라고 언급하고 있다. 또한 결론에서 전투준비태세 확보 차원에서 평소 제한된 자원 하에서 속도 중심의 군수지원태세가 확보되어야 한다고 하고 있다[7].

김한솔 등은 체계지원분석 데이터를 활용한 수명주기비용 분석 방안 연구에서 체계지원분석(PSA) 데이터를 활용한 수명주기비용 예측방안을 제시하고 있으며, 여기에는 획득비용, 인건비, 시설비, 운송비 등을 식별해야 한다고 언급하고 있다[8].

최재경 등은 회전의 항공기 수명주기비용 분석 프로세스 연구에서 개발단계별 수명주기비용 분석 프로세스를 제시하고 있으며, 항공기 구성품에 대한 수명주기비용을 공학적 추정방법과 모수추정 방법으로 산출하여 그 결과를 제시하고 있다[9].

정준 등은 개발단계에서 무기체계 운영유지비 예측을 위한 비교분석 연구에서 개발초기 시물레이션 기법 및 모수추정 기법을 활용한 운용유지비용 산출방안을 제시하였으며, 개발이 진행됨에 따라 공학적 분석기법을 활용하여 운용유지비 분석을 보완하고 비용을 최소화 하도록 관리하도록 제시하고 있다[10].

국방부 국방전력업무발전 훈령에서는 운용유지비를 운영비/유지비/지원비로 나눠서 정의하고 있으며, 시설유지비 등 각 항목별 세부 비용항목 및 항목에 대한 설명/예시를 제시하였다[11].

김경록 등은 NemoSIM-4M을 활용한 무기체계 운용유지비 산출 기술에서 규정을 준수한 운용유지비 항목 및 산출식을 제시하였으며, 산출식 기반의 시물레이션 도구를 활용한 운용유지비 예측방안, 사례 등을 제시하였다[12].

김종무 등은 쿠팡 로켓배송 만족도가 구매의도와 브랜드충성도에 미치는 영향에서 가격민감도가 로켓배송 만족과 구매의도와 브랜드충성도의 관계에서 조절역할을 하지 못할 만큼 로켓배송 만족도가 구매의도와 브랜드충성도에 큰 영향을 준다고 제시하고 있다[13].

2.2 운영유지비 산출 방법

무기체계에 대한 운영유지비 산출을 위한 도구로서 RAM 기반 Simulation SW를 개발하여 활용하였으며 설계 주요 개념은 Fig. 2과 같다.

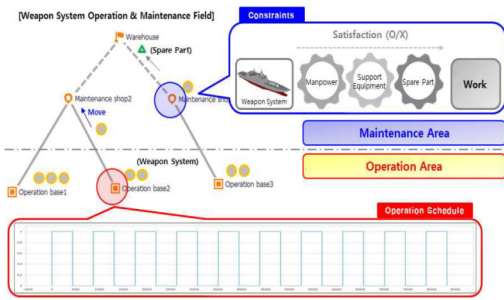


Fig. 4 Simulation design concept diagram

Fig. 2. Simulation SW Design Concept

RAM 기반 Simulation을 위해 시스템(체계)의 운영 유지비, 운용일정, 고장정보, 정비수준/자원 등의 운용/정비환경을 입력하게 되어있으며, 시스템 하부 품목 및 품목의 RAM값을 입력 할 수 있게 개발하였다. 각 품목에 대한 Simulation을 통해 설정된 비용항목을 분석(계산)하게 된다. 입력 데이터 간 상관관계 및 입력 여부 대해 Fig. 3처럼 도식화하여 제공한다. 사용자는 관계도를 통해서 입력/출력 자료간 관계 및시물레이션을 위해 적절하게 입력값이 설정되었는지 확인 할 수 있다.

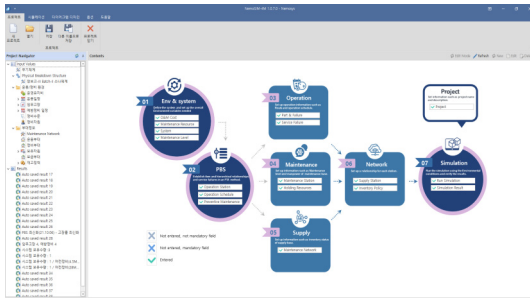


Fig. 3. Simulation SW Input Information Status Comprehensive Screen

3. 수명주기비용 산출 비교 분석 결과

3.1 보급성 관리 품목 식별

3.1.1 가정사항

본 연구의 대상 무기체계는 해군 함정 무기체계로 한다.

식별 대상(수준)은 IPS 업무와의 연계성을 고려하여 수리부속 수준으로 한다.

- 부대(함정)에서 교환하는 회로카드조립체 등

- 야전정비부대(수리창, 정비장 등)에서 교환하는 수 중 센서 등

무기체계 불가동 시간에 대한 손실비용은 박광호 등의 '부품단종관리 비용분석을 통한 최적화 대안 수립' 논문을 참고하여 장비의 총 수명주기(20년 가정)를 기준으로 전체 장비 획득비용(양산비용)을 적용하여 손실시간 비율로 산정하였다[14].

3.1.2 보급성 관련 인자

보급성 관리품목 식별을 위해 관련 인자들을 조사하였다. 체계개발 동안에 이슈 되는 내용을 기반으로 보급성에 큰 영향을 미치는 항목을 도출하였다. 업무의 효율성을 고려하여 개발 간 다른 목적을 위해 산출된 값을 최대한 활용하는 방안으로 제시하였으며, 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Supply Impact Issues

Category	Contents
LD (Long Delivery)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ If a failure occurs in any repair part and it takes more than 6 months to procure for maintenance, it is identified as a supply management item. ▪ The period can be adjusted through consultation in consideration of the reliability of the current supply ship, etc
EL (Export Limit)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ If it is set as an EL item, it is identified as a supply control item.
Discontinued management	<ul style="list-style-type: none"> ▪ If it is designated as an item subject to part obsolescence management, it is identified as a supply management item.

보급성 판단 기타사항

- 국내개발(국방규격) / 상용(국내) / 상용(국외)

무기체계 획득 품목의 경우 크게 위 세 가지로 구분할 수 있다. 보급성 측면에서 '국내 개발 품목 > 국내 상용품목 > 국외 상용품목' 순으로 고려할 수도 있으나, 국내개발품목의 경우 IC 등 수리부속하위 수준에서는 해외 도입품목이 다수이고, 무기체계의 특성상 국외 상용품의 경우 탈레스 등의 해외사에서 개발/제조하여 인도하는 품목도 있기 때문에 획득 구분을 보급성 판단의 기준으로는 설정하지 않는다(IC 등 수리부속 이하 레벨에서는 획득 구분이 유효).

- 보급성 이슈의 단일성 여부

이슈가 단기적인 이유이며 전력화 이후 해결이 확실시 협의를 통해 대상품목에서 제외한다.

3.1.3 보급성 대상품목 선정 논리도

3.1.2의 관련인자들을 고려한 대상품목 선정 논리도는 Fig. 4와 같다.

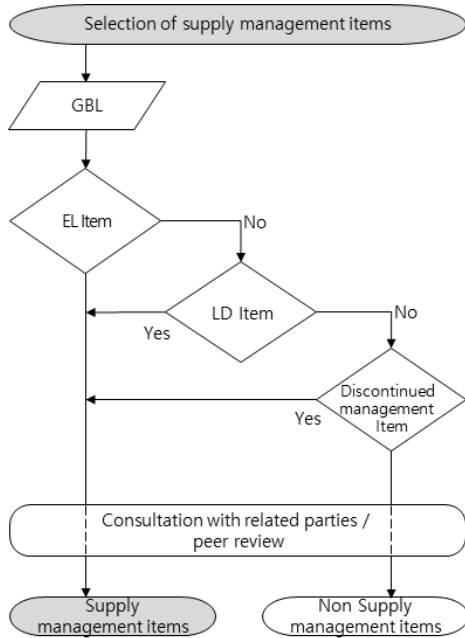


Fig. 4. Logic diagram for identifying items with low supply

대상품목 선정을 위해 기 작성된 무기체계 GBL(일반 분해목록 : General Break down)을 활용한다. 저(底) 보급성 품목 식별을 위해 첫 번째 수출제한 품목을 식별한다. 해당 품목의 경우 일반적으로 사업관리자(PM)가 리스트를 관리하므로 쉽게 정보를 획득할 수 있다. 두 번째, 장납기(LD) 품목을 식별한다. GBL 품목 중 체결류 등을 제외하고 고장발생이 가능한 품목들에 대해 납기를 확인하여 6개월 등 일정 기준 이상 품목은 장납기 품목으로 관리한다. 확인 시점에 장납기가 예상되는 품목은 미래의 전력화이후 운용유지 시점에도 장납기가 발생할 확률이 높기 때문에 보급성이 낮은 품목으로 식별한다. 세 번째, 단중이 예상되는 품목을 식별한다. 단중 예상 품목은 무기체계 단중관리팀(DMT)의 활동의 결과를 활용한다. DMT에서 단중 대응 방안 선정 시 운용유지 단계에서의 해당부품의 예상수량을 수명주기운용시간 /MTBF 등으로 제시하여 운용유지 단계에서의 보급 수량이 고려될 수 있도록 한다(사유 : 수량에 따라 단중 대응 방안 선정 결과가 달라질 수 있음.).

3.2 보급성 관리 품목 선정 결과

OOOO에 4.1에서 제시한 논리도를 적용한 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. OOOO System Result of identification of items with low supply

No.	Item (Category)	P/N	Reason for selection	Etc.
A	OOOO Connector	2OOOOO	EE	Germany
B	OOOO (Sensor, In water)	9OOOOO	LD, Discontinued management	delivery : 6 months
C	OOOO (Sensor, in-air)	8OOO	LD	delivery : 8 months, COTS

품목 A는 연결기(커넥터)이다. EL 품목이지만 MTBF가 약 5만 시간으로 높고, 고장 시 상가정비가 필요한데, 상가정비 기간(1년 이상)이 품목 확보에 소요되는 기간보다 길 것으로 예상된다. 이에 보급성 관리 대상품목에서 제외한다.

품목 C는 가속도 센서이다. 해당 센서의 경우 해외 COTS 품목으로 약 8개월의 납기가 예상되지만, MTBF가 약 13만 시간으로 높고, 함내 전체 수량 중에 일정 수량 고장까지는 전체 성능에 크게 영향을 끼치지 않는다. 이에 보급성 관리 대상품목에서 제외한다.

품목 B는 수중센서이다. MTBF는 약 2만 시간이며 청음기(하이드로폰), IC, 우레탄 몰딩 등으로 구성되어 있다. 표준품(국방규격품목)으로 제조 소요기간은 평균 6개월이며 획득비용은 약 000원이다. 무기체계 전체에는 000개가 설치되어 운용되며 고장 발생 시 해당 무기체계 임무에 절대적인 영향을 끼치므로 일정 수준(수량)이상 고장 발생 시 즉각적인 조치(교환)이 필요하다. 고장 유형에 따라 일부 수리가능하며, 수리 시에는 평균 000원(교환 금액의 약 50%), 2개월이 소요된다. B의 경우 납기 및 중요성 등 기타 정보를 고려하여 보급성 관리 대상품목으로 선정하여 관리한다. 보급성 품목으로 선정한 품목에 대해서는 체계개발 간 보급선(supply chain) 관리, 예비품 확보 등 다각적인 방법을 통한 대응방안을 고려한다. 수리부속 수준이 제조품이 아닌 상용품인 경우에는 주기적인 납기 확인 등 보급선 관리 방법이 효율적일 수 있다. 품목 B의 경우 국내 제조품이지만 하위 구성품의 경우 대부분 해외 상용품이기에 보급

선 관리보다는 예비품 선정을 통한 대응 방안을 가정한 다(다양한 보급선으로 인한 변수가 많음). 예비품 확보를 위해서는 공학적 분석 또는 시뮬레이션 결과를 활용한다. 본 연구에서는 품목 B를 대상으로 앞에서 언급한 개발 SW를 통한 시뮬레이션과 공학적 분석을 활용하였으며, 계산을 위한 품목 B의 내용은 Table 7과 같다.

Table 7. Information of items with low supply

Category	Contents
System/Item Information	<ul style="list-style-type: none"> System life: OO years System operating time : O,OOOh / year number of items in the system : OOO EA MTBF : OO,OOOh Repairable items : 50% home Delivery : 6 months
Simulation Result	<ul style="list-style-type: none"> Estimated number of failures : OEA/year
Utilize Engineering Analysis	<ul style="list-style-type: none"> Calculate and Compare Life cycle Costs

체계개발 기간 중 누적된 시험/운용데이터를 활용할 수 있을 경우에는 예비품 수량 선정과정에 반영하여 적중률을 향상시킬 수 있다. 예비품 확보 수량에 따른 수명주기비용 변화는 아래와 같다. 시뮬레이션을 통해 고장을 예측하고 공학적 분석을 통해 수명주기비용을 계산하였다. 폐기비, 정비관련 인건비 등 예비품 수량에 영향

을 받지 않는 비용항목은 제외하였다. 예비품을 확보할 경우에는 획득비용 및 보관비/시설비 등 관리비용이 증가하며, 체계 불가동시간 최소화에 따른 손실비용 감소가 반영된다. 예비품의 수량에 따른 비용 변화는 Table 8과 같으며, 연도별 누적 금액 비교 결과는 Fig. 5와 같다.

Table 8. Estimate life cycle cost by spare parts quantity

spare parts quantity (EA)	Cost(million Won)				
	1st Year	2nd Year	...	19th Year	20th Year
0	2,656.3	2,812.5		5,468.8	5,625.0
1	2,658.5	2,797.0		5,151.5	5,290.0
2	2,658.8	2,779.5	...	4,832.3	4,953.0
3	2,663.3	2,772.5		4,629.8	4,739.0
4	2,675.1	2,782.3		4,603.4	4,710.5
5	2,685.0	2,790.0		4,575.0	4,680.0
6	2,682.0	2,788.0		4,590.0	4,696.0

예비품의 수량이 적을 경우에는 초기 비용은 낮지만 운용/정비가 진행됨에 따라 불가동 시간에 대한 손실비용증가로 비용이 증가된다. 위 결과는 불가동 시간에 대한 손실비용, 기타 비용요소의 계산 방법에 따라 달라질 수 있으며, 사용하지 않은 예비품에 대한 불용(不用)비용이 반영되지 않은 결과이다.

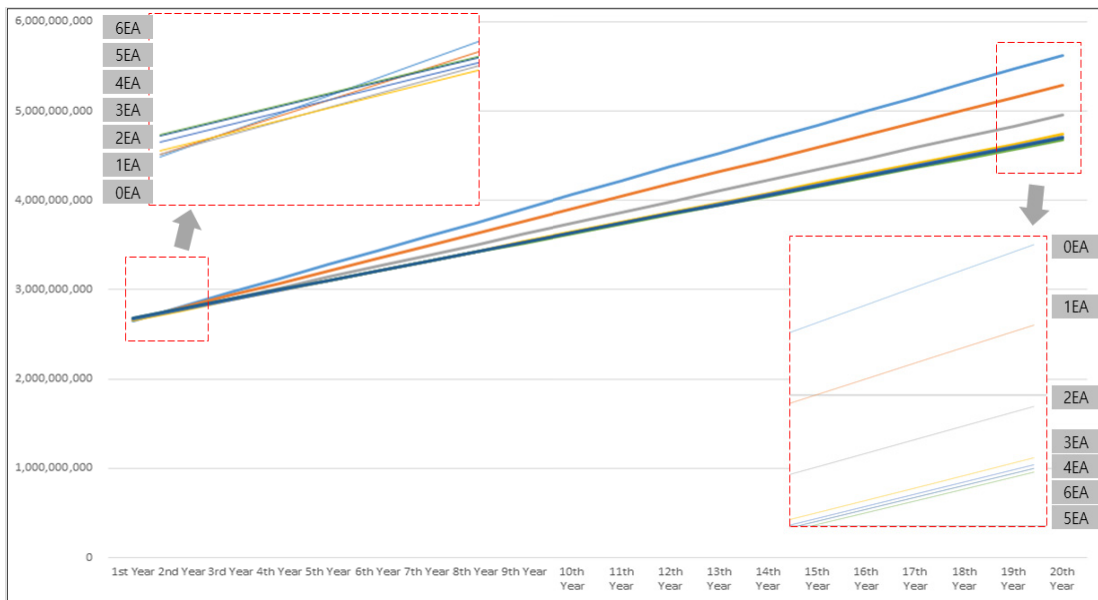


Fig. 5. OOOO System Life Cycle Cost comparison(Excluding category of the same cost)

4. 결론

본연구에서는 무기체계 획득 시 개발단계의 성능 구현에 비해 상대적으로 덜 증시 되는 항목인 운용유지단계 보급성에 주목하였다. 양산 수량이 적어서 수리부속 재고 수량이 적은 함정무기체계를 적용하여 연구를 진행하였으며, 보급성을 개선시킬 수 있는 방안으로 전통적인 방법인 보급선(Supply Chain) 관리/유지 외에 불용 비용을 감안한 적정 수준의 예비품 확보 방안을 제시하였다.

보급성 개선을 위해 먼저 보급성이 낮은 품목을 효율적(추가 업무가 발생하지 않는 측면)으로 식별할 수 있는 방안을 제시하였으며, 특정 무기체계에 적용하여 대상품목을 식별하였다. 다음으로 대상품목의 예비품 수량 선정을 위해 예비품 수량별 수명주기비용 변화를 시물레이션 도구를 활용하여 확인하였다. 개발단계에서 미리 예비품을 확보하는 것은 초기 비용은 증가하지만 장기 운용측면에서의 수명주기 비용은 오히려 감소하는 것을 확인하였다.

본연구는 무기체계 불가동 비용에 대한 예측을 획득비용과 운용기간을 기반으로 단순 계산한 제약사항이 있다. 또한 적정 수량의 예비품 확보는 수명주기비용 측면에서 이점이 될 수 있지만 반대로 적정치 못한 품목이나 과도한 예비품을 확보할 경우 불용으로 인한 손실비용이 발생할 수 있다. 이에 예비품 확보 시 시물레이션 등 분석결과를 바탕으로 관련기관/군의 검토를 반드시 거치도록 한다.

본 연구에서 활용한 방법 및 도출 결과를 바탕으로 후속연구에서는 불가동 시간에 대한 손실비용 산정방안, 예비품 수량 결정에 대한 추가 연구(윤혁의 'Phase-type 수리시간을 갖는 무기체계의 적정예비품수 결정 등 참고 [15])을 진행하여 무기체계 보급성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시 할 예정이다.

References

[1] M. H. Park, J. S. Oh, "Analysis of corporate responses to COVID-19 and Global value chain reorganization: Focusing on the perspective of Trade Facilitation", THE KOREAN ACADEMIC SOCIETY OF BUSINESS ADMINISTRATION, pp.912-925, August 2021.

[2] Maeil Economic Daily, Shipment delay intensified due to supply and demand shortage of car semiconductors... Longer waiting period than 2 months ago, cited July 2018, Available From:

<https://www.mk.co.kr/news/business/view/2021/12/1218827/> (accessed June 16, 2022)

[3] S. S. Yang, The GOP fence almost broke 454 times, Chosun Ilbo, cited Nov. 2020, Available From: https://www.chosun.com/politics/diplomacy-defense/2020/11/20/HYPJUXUZ4IGNDFNLRZNSE4TTA/?utm_source=naver&utm_medium=referral&utm_campaign=naver-news (accessed June 16, 2022)

[4] J. H. Park, 'Special Report ... e-commerce at a crossroads', cited Nov. 2021, Available From: <https://www.etnews.com/20220419000123> (accessed May 2022)

[5] K. H. Kim, Coupang ranks first in open market brand reputation in June... #2 11st, #3 Interpark, Chosun Ilbo, cited June. 2022, Available From: http://digitalchosun.dizzo.com/site/data/html_dir/2022/06/08/2022060880269.html (accessed June 16, 2022)

[6] LCSP(Life Cycle Sustainment Plan) Guidebook, 5p, Korea Department of Defense, 2019.

[7] K. M. Kwon, C. H. Jung, Introduction of logistics support between irregular and asymmetric wars, National Defense Policy, 2017, pp.162-177.

[8] H. S. Kim, H. S. Lee, K. Y. Kim, Shin. J. H, Nam, H. E., "A Study on Life Cycle Cost Analysis Method Using Product Support Analysis Data", KSAS 2021 Fall Conference, KSAS, Korea, pp.1540-1541, November 2021.

[9] J. G. Choi, K. H. Ko, Y. S. Kim, "The Study of Life Cycle Cost Analysis Process for Rotarywing System", KSAS 2021 Fall Conference, KSAS, Korea, pp.1538-1539, November 2021.

[10] J. Jeong, K. W. Lee, J. H. Cha, D. H. Choi, K. D. Park, "A Study on Comparison Analysis for Calculating of Weapon System Operation Cost at the Development Stage", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.20, No. 2, pp.83-94, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.2.83>

[11] "National Defense Power Development Task Instructions", Korea Department of Defense, 2021.

[12] K. R. Kim, H. W. Kim, J. H. Cha, J. Jeong, "Calculation of weapon system operation and maintenance cost using NemoSIM-4M", KNST 2020 Spring Conference, KNST, Korea, July 2020.

[13] J. M. Kim, "The Effects of Coupang Rocket Delivery Satisfaction on Purchase Intention and Brand Loyalty", A Journal of Brand Design Association of Korea, Vol. 19 No. 1, pp. 67-76, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.18852/bdak.2021.19.1.67>

[14] K. H. Park, B. H. Shim, "A study on the Diminishing Manufacturing Source and Material Shortages Management Cost Analysis to Select Optimization Alternatives", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 21, No. 4, pp. 311-316, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.4.311>

[15] H. Yoon, S. J. Lee, "The Optimal Spare Level of a

Weapon System having Phase-type Repair Time", *Journal of the The Korean Operations Research and Management Science Society*, Vol. 26, No. 3, pp. 145-156, November 2009.

정 준(Jun Jeong)

[정회원]



- 2005년 2월 : 서울시립대학교 기계정보공학과 (공학사)
- 2009년 9월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원

<관심분야>

TLCSM, 시뮬레이션, 시스템공학

이 기 원(Ki-Won Lee)

[정회원]



- 2001년 2월 : 성균관대학교 산업공학과 (공학사)
- 2001년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 수석연구원

<관심분야>

시스템공학, 신뢰성공학, 인간공학

김 경 록(Kyung-Rok Kim)

[정회원]



- 2008년 2월 : 명지대학교 산업시스템공학부 (공학사)
- 2011년 2월 : 고려대학교 정보경영공학전문대학원 정보경영공학과 (공학석사)
- 2011년 1월 ~ 현재 : LIG 넥스원 선임연구원

<관심분야>

모델링&시뮬레이션, 체계공학, 총 수명주기비용분석

차 종 한(Jong-Han Cha)

[정회원]



- 2010년 2월 : 단국대학교 전자공학과 (공학사)
- 2010년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원

<관심분야>

신뢰성공학, 인간공학, 전자공학

고 호 진(Ho-Jin Koh)

[정회원]



- 1997년 2월 : 성균관대학교 전자공학과 (공학사)
- 2015년 2월 : 국방대학교 국방사업관리 (공학석사)
- 1997년 1월 ~ 현재 : LIG 넥스원 수석연구원

<관심분야>

IPS, 진전성예측관리, 고장분석, 확률통계기반 최적설계