

무기체계 부품단종관리에 관한 연구

송왕근* · 최용훈**

《국문초록》

본 연구는 과학기술의 발전에 따라 무기체계 성능이 점점 첨단화 및 정밀해져 가고 있으나, 그러한 과학기술의 발달이 오히려 부품의 수명주기를 단축시킴으로써 무기체계 성능에 크게 영향을 미침에 따라 원활한 운용·유지관리를 위한 해결방안에 대한 사례를 통해 모색해 보고 대안을 수립하는데 목적이 있다. 여러 다양한 무기체계 중 복합무기체계인 함정은 전기·전자 기술발전이 힘입어 과거 초기 함정과 비교할 수 없을 정도로 복잡하고 구조가 다양해지고 있으며, 그 중 전투체계는 다양한 탑재장비와 연동되어 운용됨에 따라 함 성능에 가장 큰 영향을 주는 체계이므로 부품단종관리가 우선 필요한 사업 중 대표적이라 할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 부품단종 관리방안 및 Refresh 프로그램을 국내 최초 적용한 사업인 장보고-III 전투체계 개발사업의 사례를 통해 단종관리업무 추진현황을 분석함으로써 사례적 대안을 제시하고, 미비한 사항에 대하여 총수명주기 간 부품단종관리 프로세스를 제안한다. 본 연구에서 제시한 사례를 통한 분석결과와 프로세스는 향후 무기체계 획득 및 유지단계에서 예산절감뿐만 아니라 신뢰도, 가용도를 높이는 데 기여할 것이다.

주제어 : 부품단종관리, 수명주기, 단종부품 교체, 전투체계, SCORE 분석기법

* 광운대학교 방위사업학과 박사과정(방위사업청, 한국형잠수함사업단 체계개발1팀장), 2975qaz30@gmail.com

** 광운대학교 로봇학과 교수, yhchoi@kw.ac.kr

I. 서론

1.1 연구배경 및 목적

과학기술의 발전에 따라 무기체계 성능에 대한 요구사항도 점점 정밀하고 다양해지고 있으며, 그에 따라 무기체계도 점점 첨단화되고 복잡해지고 있다.

그 중에서도 함정은 과거 초기의 함정과 비교할 수 없을 정도로 복잡한 구조와 다양한 기술을 가지고 있다. 이러한 함정의 발달은 급속도로 발전하는 전기·전자 기술에 힘입은 것이며, 이러한 전자장비의 성능은 함정의 성능과 신뢰성에 큰 영향을 끼친다. 함정은 100여 종의 무기체계 및 장비가 개별적으로 획득되어 탑재되고, 주문생산 형태로 소량 건조되는 공사(Ship Building)의 개념으로 함정설계 및 건조사업을 통해 통합되는 복잡한 구조를 갖는 복합무기체계이다. 따라서, 함정은 단위 탑재 무기체계에 따라 함정의 무기체계 탑재 설계가 상이하여 체계간의 통합이 중요하며, 이를 위한 여러 가지 사안에 대한 의사결정 절차가 일반무기체계와 비교하여 복잡하다.

함정에 탑재되는 장비는 2012년 이전에는 상당수의 주요장비를 관급장비로 획득을 하였으나, 2013년 이후 함정사업 계약건은 도급장비 비중이 높아지고 있는 추세이며, 최근에는 전투체계 등 일부 장비를 제외하고 거의 모든 탑재장비를 도급으로 함정과 함께 업체(조선소) 주관으로 획득하고 있는 실정이다(송왕근, 오일수, 2019).

따라서, 함정사업의 성패가 일부 관급장비와 다수의 도급장비간 원활한 연동여부에 따라 결정된다고 판단해도 무방할 것이다. 그리고, 그 연동의 핵심으로서 함정의 성능에 크게 영향을 미치는 체계가 전투체계인 것이다.

함정 전투체계는 대공전, 대함전, 대잠전, 전자전, 대지전, 상륙전 등의 성분작전과 연안작전(Littoral Warfare), 기뢰전, 비대칭전 등 복합작전을 지원하기 위해 다양한 센서 및 무장체계를 연동하여 실시간 자동화하여 지휘결심 자료를 제공하는 체계이다. 따라서, 함정 전투체계는 전투임무 수행의 핵심 체계로써 탐지센서를 통해 획득한 정보들을 종합하는 전술자료처리체계와 무장의 명중률을 높이기 위한 사격통제체계가 핵심 구성요소이다. 과학기술의 발전으로 전술자료처리와 사격통제를 위한 문제 해결에 컴퓨터의 연산능력을 활용하기 시작한 이후, 전투체계를 운용하는 데 있어 컴퓨터기술의 활용은 필수적인 요소가 되었다.

전투체계는 컴퓨터 프로세서부터 기구물 조립체에 이르기까지 다양한 부품으로 구성되어 있는데, 장비를 구성하고 있는 부분품, 조립체, 모듈, 컴포넌트 등 부여된 기능을 수행하기 위한 하드웨어를 부품이라고 통칭한다. 이러한 부품이 수요에 따라 개발되어 생산되다가 기술의 발전 또는 시장 상황의 변화로 인해 생산 및 공급이 중단되어 부품의 확보가 불가능한 상태를 ‘부품 단종’이라고 한다.¹⁾ 美 국방성에서는 “원자재, 생산용 또는 수리용 부품의 마지막 알려진 생산자나 공급자의 상

1) 국방부(2019), 부품단종관리 업무훈령. 국방부 훈령 제2280호 제정, 1-2.

실 또는 상실이 임박한 경우”라고 정의하고 있다(김기홍, 2005).

전투체계는 그 운용 목적상 컴퓨터 프로세서와 같은 전자부품에 대한 성능 진부화 및 부품단종이 체계의 성능발휘 및 유지보수에 치명적인 영향을 주게 되는데, 나날이 가속화되는 컴퓨터 기술의 발전과 갈수록 복잡화되는 무기체계 개발절차는 이와 같은 전투체계의 취약점을 더욱 증폭시키고 있다. 이처럼 컴퓨터 분야의 빠른 발전속도는 전투체계를 운용하는 데 있어 기존에 탑재된 장비의 성능 진부화라는 문제점을 가져오게 되었다. 이것은 전투체계를 개발할 당시에는 그 시점에 개발된 최신의 컴퓨터 기술을 적용하였으나, 얼마 지나지 않아 그보다 나은 성능의 컴퓨터 프로세서가 개발됨에 따라 기존에 개발된 컴퓨터 부품을 적용한 전투체계는 신형 부품을 탑재한 전투체계에 비해 동시 처리속도 등에서 상대적으로 열등한 능력을 발휘하게 된다. 또한, 컴퓨터 프로세서의 빠른 신제품 출시는 그만큼 이전 제품의 신속한 생산중단을 수반하기 때문에 전투체계를 운영유지하는 관리자는 함정의 전투체계 수명주기 동안 탑재된 컴퓨터 부품 수리부속 확보에 많은 부담을 가질 수밖에 없게 된다. 대표적인 사례로 1981년에 소요제기되어 1999년에 전력화된 사격통제장치 개발사업에서는 Intel 286급인 ZILOG 프로세서가 채택되었다. ZILOG는 1980년대에는 첨단 CPU라고 할 수 있었으나, 전력화 시점인 1999년에는 이미 펜티엄-Ⅲ급 프로세서의 활용이 보편화되어 사격통제장치의 핵심부품인 ZILOG 프로세서가 단종되는 현상이 발생하였다. 또한 육군의 자주포 등에서 사용되는 사격통제장치는 1982년 소요제기 시 Intel 8086~80286급 CPU가 채택되었는데, 1994년 전력화 시 이미 펜티엄급 CPU가 보편화되어 조기 단종되는 결과가 발생하였다(이경록, 2006).

본 연구는 이와 같은 관점에서 함정의 핵심인 전투체계의 최신기술 적용과 안정적인 운영·유지관리를 위한 해결방안을 모색하고자 하는 과정에서 시작하였다. 이에 대한 연구가 제대로 수행되기 위해서는 전투체계의 수명주기 전 기간에 걸쳐 검토가 진행되어야 하지만, 본 연구에서는 그 출발점이라 할 수 있는 전투체계 연구개발 단계에 초점을 맞추어 해결책을 찾고자 한다. 전투체계 연구개발 과정에서 최신기술 적용방안을 모색해야 하는 이유는 장기간에 걸쳐 진행되는 개발사업의 특성 때문이다. 무기체계 연구개발사업은 소요제기부터 전력화까지 장기간이 소요되기 때문에 사업 초기에 선정한 통신·전자장비 부품들은 전력화 단계에 이르러 단종되거나 성능이 훨씬 향상된 신제품이 출시되어 상대적으로 진부화되는 현상이 발생하기 쉽다. 따라서, 연구개발사업이 완료되는 시점에 최신의 기술이 적용된 부품을 탑재할 수 있다면 부품 진부화에 따른 성능저하 및 부품단종에 따른 수리부속 확보 등의 문제점을 최소화할 수 있으며, 향후 함정 수명주기 간 운영유지에 많은 융통성을 부여할 수 있는 최적의 해결책이 될 수 있다. 이와 관련하여 국방부는 2015년 「부품단종관리 업무지시」발령 및 2019년 「부품단종관리 업무 훈령」을 제정하여 본격적인 무기체계 부품단종 업무에 착수하였지만, 현재까지 구체적인 업무성과는 낮은 편이다.

본 연구는 지난 2009년에 착수된 ‘장보고-Ⅲ 전투체계 연구개발사업’을 연구대상으로 선정하였다. 이 사업은 국방과학연구소 주관으로 한국형 차세대 잠수함에 탑재하기 위한 전투체계를 국내 기술로 2020년까지 10년이 넘는 기간 동안 개발하는 사업으로써 사업기간의 장기화로 인한 부품진부화, 생산중단 등의 문제가 필연적으로 발생할 것으로 예상하였다. 이와 관련하여 관리기관인

방위사업청과 연구개발 주관기관인 국방과학연구소, 소요군(해군)은 이러한 문제점을 인식하여 ‘장보고-Ⅲ 부품단종 관리방안’이라는 선제적인 대응전략을 수립하였으며, 이를 ‘장보고-Ⅲ 전투체계 Refresh’라는 단종품 교체계획으로 발전시켜 2017년에는 실제 적용단계에 진입하였다.²⁾ 본 연구를 통해 부품단종 관리방안 및 Refresh 프로그램을 국내 전투체계 개발사업에 최초 적용한 장보고-Ⅲ 전투체계 사업의 사례적 대안과 총수명주기 프로세스를 제시함으로써 향후 한국군 무기체계 사업 추진간 모델이 되고, 획득된 무기체계의 신뢰도와 운영유지능력 향상에 기여하고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

연구의 범위는 먼저 무기체계 연구개발사업의 장기화에 따른 문제점을 고찰하고, 전투체계 최신 부품 적용의 필요성을 살펴본 다음, 장보고-Ⅲ 전투체계 단종관리업무 추진현황을 분석함으로써 사례적 대안을 제시하고, 향후 발전방향으로 총수명주기 프로세스를 제안하는 것이다. 이상의 연구범위에 따라 연구보고서는 총 5장으로 구성하였다. 제1장 서론에 이어, 2장에서는 연구개발사업의 장기화에 따른 문제점을 성능 진부화 및 부품단종 분야로 고찰하고, 국방부의 단종관리업무 추진현황을 확인하였다. 3장에서는 연구개발사업 간 단종관리업무 수행방안을 전투체계 최신부품 적용의 필요성, 장보고-Ⅲ 전투체계 단종관리업무 추진현황을 통해 고찰하였다. 4장에서는 총수명주기 프로세스별 효율적인 부품단종관리 방안을 제시하였고, 5장에서 결론을 도출하였다.

무기체계의 부품단종에 관해서는 국내·외에서 많은 연구가 진행되고 있지만 대부분의 무기체계는 운영유지 단계에서 단종품을 식별하여 대체하는 형태로 장비를 관리하고 있는 실정이다. 본 연구의 대상인 ‘장보고-Ⅲ 전투체계 연구개발사업’은 개발 단계에서 단종관리업무를 적용함으로써 기존의 사업과는 큰 차별성을 갖는다고 할 수 있다.

II. 연구개발사업 장기화에 따른 문제점

2.1 성능 진부화 및 부품 단종

2.1.1 무기체계 개발 절차

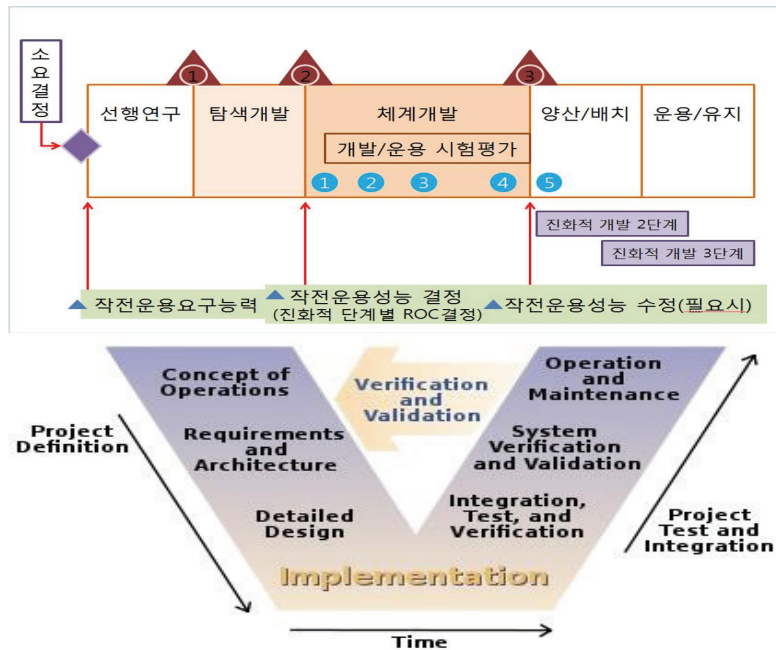
함정 전투체계를 포함한 현대의 무기체계는 시간이 갈수록 첨단화, 복잡화되고 있다. 이러한 여건 속에서 최적의 성능을 발휘하는 무기체계를 개발하기 위해서는 개발자 및 운용자 간에 긴밀한

2) Refresh라는 용어는 컴퓨터와 관련하여 (가장 최신 정보로) 재생하다라는 의미를 가지고 있으며, 이를 근거로 장보고-Ⅲ 전투체계 연구개발 사업에서는 단종부품에 대한 교체작업을 ‘Refresh’라고 정의하였다.

사전 의견조율이 필수적이다. 또한 개발이 완료되어 실전에 배치되면 향후 20~30년 간 운용되어야 하므로 사업 초기부터 무기체계의 전체 수명주기를 고려하여 개발이 이루어져야 한다. 이에 따라 무기체계 연구개발은 일정한 절차를 따라 개발을 진행하게 되는데 이를 ‘시스템 엔지니어링(SE : System Engineering)’이라 한다. 즉, 복잡한 시스템을 개발함에 있어 수요자의 요구를 만족시키면서 전체 수명주기 차원에서 안정적인 운용을 위한 해결방안을 적용하기 위해 시스템 엔지니어링 프로세스를 따라 다양한 분야의 전문가 집단이 참여하게 되는 것이다.³⁾

이와 같은 SE 절차에 따른 무기체계 연구개발은 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다.

<그림 1>의 상단 부분은 무기체계를 개발하는 과정을 소요결정에서 운영유지 단계까지 좌에서 우로 진행되는 과정을 표현한 것이며, 하단 부분은 무기체계 개발절차가 좌측 상단의 작전개념 연구(Concept of Operation)에서 우측 상단의 운영유지(Operation and Maintenance)까지 V자 형태로 진행되는 과정을 표현한 것이다. 일반적인 무기체계 연구개발사업은 이와 같은 절차를 수년에 걸쳐 수행하게 된다. 이 과정에서 소요결정 시 무기체계에 탑재되는 IT 기반의 장비는 전력화될 시에는 이미 부품생산의 여러 세대가 경과하게 되어 성능이 크게 진부화되는 문제점을 내포하게 되는 것이다. 예를 들어 KDX-I(구축함) 함정의 경우에는 건조 착수('85년) 이후 전력화('98년)까지 13년이 소요되었다.⁴⁾



<그림 1> 무기체계 연구개발 사업관리 절차

3) 방위사업청(2007). 시스템엔지니어링 가이드북. 방위사업청 업무 가이드북, 2. <http://www.se2u.com/14314>
 4) 방위사업청(2013). 체계공학(SE)을 기반으로 하는 함정 연구개발 업무편람. 방위사업청 업무편람, 1-23.

2.1.2 성능 진부화

전자부품의 성능 진부화는 컴퓨터 기술의 발전속도에 비례한다. ‘무어의 법칙(Moore’s Law)’, ‘메칼프의 법칙(Metcafe’s Law) 및 ‘황의 법칙(Hwang’s Law)’은 이러한 현상을 대변하는 대표적인 이론이다. 먼저 무어의 법칙은 ‘마이크로칩에 저장할 수 있는 데이터의 양이 24개월마다 2배씩 증가한다’는 이론으로 인텔의 공동 설립자인 고든 무어가 1965년에 발표하였다. 메칼프의 법칙은 컴퓨터 네트워크를 위한 안정적인 프로토콜인 이더넷(Ethernet)이라는 근거리 네트워킹 기술을 발명한 밥 메칼프가 1980년에 주장한 것으로 ‘어떤 네트워크의 유용성 또는 실용성은 사용자 수의 제곱과 같다’는 것이다. 황의 법칙은 ‘반도체 메모리의 용량이 1년마다 2배씩 증가한다’는 이론으로 국내 삼성전자의 황창규 사장이 2002년에 발표하였으며, 실제로 삼성전자는 플래시메모리 개발사업을 황의 법칙에 따라 진행하여 이론을 실증하기도 하였다. 국내에서 운용 중인 함정 전투체계도 <그림 2>와 같이 급격하게 발전하는 컴퓨터 기술추세에 따라 다양한 모델이 적용되어 있다.⁵⁾



<그림 2> 국내 함정 전투체계 컴퓨터 프로세서 적용 현황

이처럼 반도체 기술의 빠른 발전은 전자부품의 조기 노후화를 유발하며 전자부품 자체 뿐만 아니라 전자부품을 사용하는 플랫폼의 수명주기를 단축시켜 운영유지능력에 직접적인 영향을 미치게 된다. 일반적인 전자부품의 평균 수명주기는 10년 정도로써, 군용은 12.5년 이상이고 상업용의 경우에는 평균 8.5년 이내이며, 특히 마이크로프로세서 메모리는 채 2년을 넘지 못한다.⁶⁾ 이러한 문제

5) 국방과학연구소(2014). 장보고-III 전투체계 개발관리 실무협의회 제5차 발표자료, 2014년 2월.

가 무기체계 연구개발사업에 있어 심각하게 고려되어야 하는 이유는 최근 개발되는 전투체계들이 COTS(Commercial Off-the-Shelf)라고 불리는 상용 전자부품의 사용비율을 점차 확대해 나가는 추세이기 때문이다. 대표적인 국내개발 전투체계인 유도탄고속함(PKG) 및 호위함(FFG) 전투체계에 적용된 COTS 비율은 <표 1>과 같다.

<표 1> PKG 및 FFG 전투체계 상용제품(COTS) 적용현황

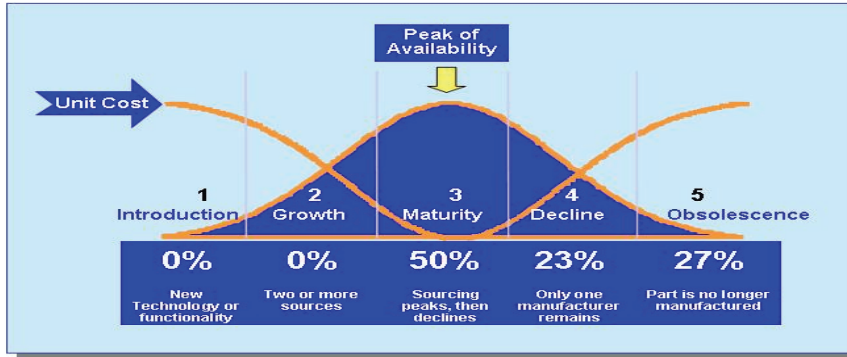
구 분	전체보드		COTS		비율	
	종류	수량	종류	수량	종류(%)	수량(%)
PKG 전투체계	23	86	22	84	95.7	97.7
FFG 전투체계	41	333	40	331	97.5	99.4

2.1.3 부품단종

함정, 항공기, 유도무기 등과 같이 복잡한 무기체계를 개발하여 전력화하는 데는 기본적으로 많은 비용과 시간이 소요되는 특성이 있으며, 이러한 무기체계의 긴 수명주기에 비해 사용되는 기술과 부품이 빠른 속도로 발전하여 부품의 단종주기는 오히려 단축됨에 따라 운용자 입장에서 관리의 대상이 될 수 밖에 없다. 부품단종 발생 원인은 ① 과학기술의 발달에 따른 부품 수명주기 단축, ② 무기체계의 수명주기 및 개발기간 증가, ③ 공급자의 환경변화(군용 전자부품에 대한 시장 점유율 감소), ④ 유해 물질 및 환경 관련 규정 강화 등으로 볼 수 있다.

부품단종이 미치는 영향은 경제적인 측면에서도 부정적이다. 개발 당시 탑재된 전자부품은 해당 플랫폼의 수명주기 동안 안정적인 운영유지를 위해 수리부속 확보가 필수적이거나 단종부품들의 증가는 수리부속 확보를 위한 예산 요구금액을 급속하게 증가시키기 때문이다. 특히 컴퓨터 프로세서와 같은 전자부품은 신제품이 출시되면 제작업체는 기존 제품에 대한 생산 및 서비스를 조기에 종료하기 때문에 단종된 제품을 다시 구매하기 위해서는 신제품보다도 높은 가격을 지불해야 하는 상황이 발생하는 것이다. 결국, 사용자 입장에서 성능이 더 떨어지는 구형 제품을 신형보다 더 비싼 값에 구매해야 하는 비효율적인 상황을 해당 무기체계를 운용하는 기간 내내 감수해야만 하는 것이다. 전자부품에 대한 수명주기별 획득단가는 <그림 3>과 같다. 부품의 수명 초기 단계에서는 신기술과 뛰어난 기능으로 인해 비용은 고가이나 부품의 수정이 빈번하여 사용도는 낮은 편이다. 성숙 단계에서는 사용도는 최고이나 비용은 최저가 되며, 이후 부품의 쇠퇴 단계를 거쳐 단종에 가까워지면 가격은 다시 상승하는 경향을 나타낸다.⁷⁾

6) 국방부(2013). 부품단종 관리 정보체계 구축 방안 연구, 용역, 11. http://www.nl.go.kr/app/nl/search/common/download.jsp?file_id=FILE-00008146847



Current Status Source: i2 TACTRAC (March 28, 2005)
 Observation Source: ARINC (June 28, 2006)

<그림 3> 부품 수명주기별 가격변동 현황

2.2 국방부 단종관리업무 지침

군 무기체계에 탑재된 전자부품의 성능 진부화 및 단종 현상이 가속화되고, 현용 무기체계의 수명주기 초과운용 사례가 늘어남에 따라 대한민국 국방부에서는 지난 2015년 9월 1일부로 「부품단종관리 업무지시」를 발령하여 각 군에 시달하였다. 「부품단종관리 업무지시」는 이후 2017년 5월 23일 개정되었고, 유효기간은 2019년 5월 22일이었다. 유효기간 종료시점에 「부품단종관리 업무 훈령」이 2019년 5월 31일 제정되었다. 따라서, 2019년 이후 추진하는 사업은 강화된 부품단종관리 업무를 수행하게 되었다. 훈령은 5개 장, 15개 조로 구성되어 있으며, 주요 내용은 부품단종관리 기본원칙, 무기체계 획득 시 부품단종관리, 무기체계 운영유지 시 부품단종 관리, 부품단종 정보체계의 활용, 보칙 등이다.⁸⁾

부품단종관리 기본원칙은 무기체계의 총수명주기에 걸쳐 부품단종을 관리하고, 특히 사전관리에 중점을 두고 관리해야 함을 강조하면서 부품단종 문제를 사전에 예측하여 대안을 수립함으로써 무기체계의 획득·운영·군수지원에 미치는 영향을 최소화할 것을 명시하고 있다. 무기체계 획득 시 부품단종 관리는 연구개발 시부터 양산까지 부품단종 관리계획서를 작성하여 관리하고, 연구개발·기술협력생산·구매사업 시 부품단종 가능성을 고려하여 개발 및 추진할 것을 명시하였다. 군수품 운영유지 시 부품단종 관리는 획득 초기 단계부터 부품단종 관리계획을 수립하여 예산확보 및 단종정보 등을 획득하고, 식별된 단종부품에 대해서는 자재명세서(BOM : Bill Of Material)를 활용하여 상위 부품에 대한 영향성 분석 및 대응방안을 수립하도록 하고 있다. 부품단종 정보체계 활용은 방위사업청 주관으로 부품단종관리체계를 활용하면서 각 군이 운영유지 단계에서 발생한 각종 단종 관련 정보를 입력하여 상호 공유하도록 명시하고 있다. 끝으로 보칙에서는 부품단종관리 협의체, 실무협의체, 정기보고 등에 대해 기술되어 있다.

7) 국방부(2013), 부품단종 관리 정보체계 구축 방안 연구, 용역, 29.

8) 국방부(2019), 부품단종관리 업무훈령. 국방부 훈령 제2280호 제정, 1-18.

이와 같은 부품단종 관리업무 제정은 미국 등 선진국이 이미 1980년대부터 추진해왔다는 점에서 다소 늦은 감은 있지만, 국내에서 전투체계 및 첨단 유도무기체계 개발이 활성화된 현 시점에 문제의 심각성을 인식하고 제도적인 해결책을 마련했다는 점에서 큰 의미를 부여할 수 있다. 국방부도 오늘날 대부분 무기체계의 수명이 30~35년이지만 부품의 수명은 4~7년에 불과하다는 점을 인정하면서 “우리 군은 앞으로 F-35와 같은 첨단무기를 지속적으로 도입할 계획이기 때문에 부품 단종으로 인한 문제점은 증가할 것”이라고 하면서 단종관리업무의 필요성을 강조하였다.⁹⁾

III. 연구개발사업 간 단종관리업무 수행방안

3.1 전투체계 최신부품 적용 필요성

3.1.1 최적의 성능발휘 보장

전투체계의 성능을 평가하기 위한 요소는 크게 하드웨어 및 소프트웨어 분야로 구분할 수 있다. 이 중 하드웨어의 성능은 탑재된 컴퓨터 프로세서가 얼마나 빠른 속도로 많은 정보를 처리할 수 있는가에 관련되고, 소프트웨어 성능은 운용자의 관점에서 얼마나 효율적으로 정보를 처리하고, 무장을 통제할 수 있도록 설계되었는가에 관련된다. 당연히 이 두가지 요소는 전투체계의 연구개발 단계에서 심도 깊게 검토되며 개발 시점을 기준으로 최신의 컴퓨터 프로세서를 탑재하고, 운용자와 개발자 간 수많은 수정·보완을 거친 HCI(Human-Computer Interface)를 적용함으로써 전투체계에 대한 최적의 성능 발휘를 보장하게 된다.

하지만 앞에서 살펴본 바와 같이 함정의 전력화 시점에서 최상의 성능을 갖춘 전투체계를 탑재한다는 것은 결코 쉬운 일이 아니며, 개발자와 운용자 간 최적의 부품을 선정하는 절차가 필요하다. 운용자가 최신의 하드웨어 부품 탑재만을 지나치게 요구할 경우 체계통합 단계가 늦어지게 되어 자칫하면 계획된 전력화 시기에 전투체계의 개발 자체가 불가능해질 수 있기 때문이다. 그러므로 최근까지 대부분 사업은 무기체계 전력화 이후 수명주기 동안 성능개량 또는 일부 구성품에 대한 개선·보완을 통해 가능한 최상의 성능을 유지하고자 노력하고 있다. 이와 관련된 대표적인 사례가 미 해군 잠수함 전투체계에 적용하고 있는 ‘ARCI(Acoustic Rapid COTS Insertion)’ 프로그램이다(Stevens, 2008). 미 해군의 잠수함에서 운용되고 있는 전투·소나체계는 1980년대 중반에 개발되어 냉전 이후인 1990년대에 들어 성능 진부화 및 부품단종으로 인한 문제에 봉착하게 되었다. 이에 미 해군에서는 전투체계에 대한 최적의 성능을 유지하고, 운영유지 비용을 최소화하는 방법으로 주기적인 하드웨어 및 소프트웨어의 성능개선을 실시하는 ARCI 프로그램을 적용하게 되었다. 이 프로그

9) 중앙일보(2015.9.3.), 정부, 軍 부품 단종 관리 나선다. <https://news.joins.com/article/18582051>

램은 전투체계 하드웨어를 개발하는 TI(Technology Insertion) 프로세스와 전투체계 소프트웨어를 개발하는 APB(Advanced Processing Build) 프로세스로 구성되어 있다. 이 프로세스들은 각각 2년 주기의 개발 사이클로 진행되는데, 둘 사이에 1년의 편차를 가지고 개발됨으로써 엔지니어들이 최종 개발된 하드웨어를 기준으로 새로운 소프트웨어를 개발하거나 혹은 반대의 절차로 최종 개발된 소프트웨어에 맞는 최신의 하드웨어를 개발하는 방법을 적용하게 된다. <그림 4>는 이러한 ARCI 프로그램을 SUB #1, 2라는 2척의 잠수함에 적용한 일정으로써, 각각의 잠수함은 일정에 따라 성능개선 시킴으로써 매 4년 주기로 최신의 하드웨어 및 소프트웨어를 탑재하게 된다(Zimmerman, 2016).

구분	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14
TI	TI-06		TI-08		TI-10		TI-12		TI-14
APB		APB-07		APB-09		APB-11		APB-13	
SUB #1	TI-06 APB-05	APB-07			TI-10 APB-09	APB-11			TI-14 APB-13
SUB #2			TI-08 APB-07	APB-09			TI-12 APB-11	APB-13	

<그림 4> 미 해군 잠수함 ARCI 프로그램 개발 현황

3.1.2 총수명주기간 운영유지비용 감소

군에서 운용되는 무기체계는 평균 20~30년의 수명주기를 갖기 때문에 운영유지 단계에서 많은 비용이 발생한다. 특히 함정과 같은 해상 무기체계는 다수의 기계류 및 전자부품으로 구성되어 있어 부품별 수명에 따른 교체소요가 빈번하여 전체 운영유지 비용 중에서 장비분야의 유지 및 운영이 많은 비중을 차지하고 있다. 현재 한국 해군에서 운용하고 있는 최신 잠수함인 장보고-Ⅱ급의 경우 수명주기 25년을 기준으로 척당 약 3,127억원의 운영유지 비용이 발생할 것으로 분석되었는데 이 중에서 장비분야의 비율은 71.2%를 차지하고 있다(안재경, 최봉완, 이용규, 2010).

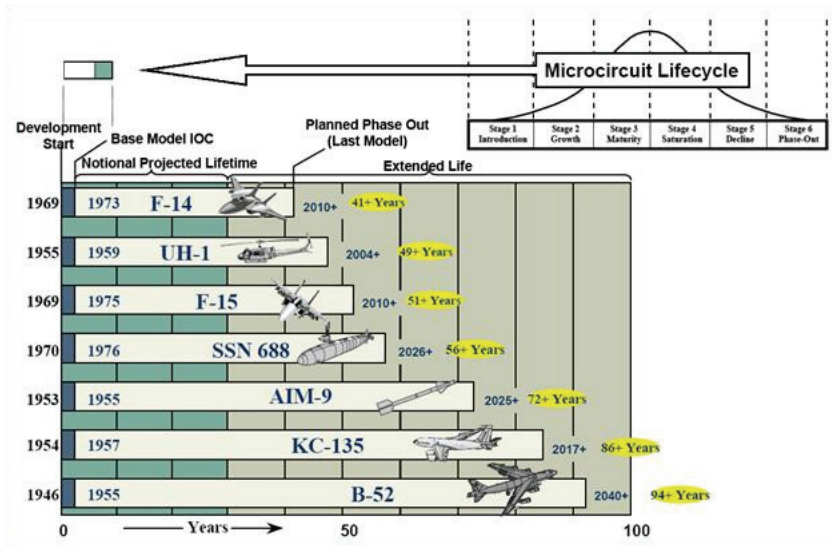
무기체계의 수명주기를 결정하는 요인 중의 하나가 유지비용이다. 전투체계의 유지비용이 잔존가치를 초과할 경우, 해당 체계는 경제적 관점에서 수명주기의 한계에 도래하게 되는 것이다. <그림 5>는 이러한 변화를 무기체계의 운용기간에 따라 보여주고 있다.¹⁰⁾ 오늘날 이와 같은 무기체계의 유지비용과 관련된 수명주기 한계 판단은 과학기술의 발전에 따른 첨단 소재의 개발 및 채택 등으로 인한 내구성 증가 영향으로 무기체계의 수명주기가 점점 늘어나게 됨에 따라 더욱 어려운 과정이 되어가고 있다. 미국의 B-52 전략폭격기의 경우 1946년에 개발되었음에도 임무수행에 큰 문제가 없어 향후 2040년까지 운용될 예정이며, 이렇게 되면 94년의 수명주기를 가지게 되는 것이다.

10) 해군(2013). 함정 전투체계의 이해(수상함 전투체계를 중심으로). 해군전투체계학교, 196.



<그림 5> 무기체계 운용기간에 따른 수명주기 한계 도래 현황

미 해군에서 운용하고 있는 Los Angeles급 공격잠수함의 경우에도 1970년부터 운용되기 시작하였는데 향후 2026년까지 약 56년 동안 임무를 수행할 계획이다. 이와 같은 무기체계의 수명주기 증가는 운영유지 비용의 지속적인 증가를 초래하게 될 것이며, 이 과정에서 유지비용이 잔존가치를 초과하지 않도록 관리하는 것이 소요군의 핵심 과제가 될 것이다. 이러한 관점에서 무기체계의 개발 단계에서 최신 부품을 적용하는 것은 운영유지 단계에서 단종된 부품을 확보하는 것보다 비용 대 효과 측면에서 훨씬 경제적인 해결책이 될 것이다. 전투체계의 경우도 개발 과정에서 최신부품에 대한 적용을 적극적으로 추진해야 한다. <그림 6>은 수명주기를 초과하여 운용된 대표적인 무기체계들의 현황으로써 통상적인 수명주기 30년을 훨씬 초과하여 운용되고 있다(김정환, 2005, p. 53).



<그림 6> 수명주기 초과운용 무기체계 현황

3.2 장보고-III 전투체계 단종관리업무 추진현황

3.2.1 단종관리 추진계획 수립

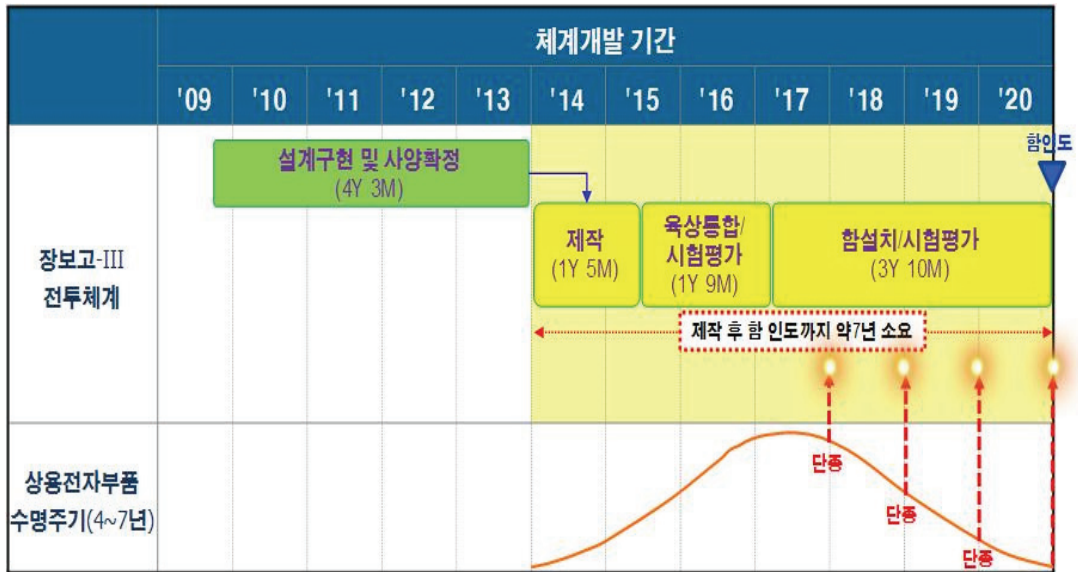
장보고-III 잠수함은 장보고-I/II 잠수함 건조과정을 통하여 습득한 설계 및 건조기술을 바탕으로 국내 독자기술로 건조하는 잠수함이며, 국방과학연구소는 2009년부터 이 함정에 탑재될 전투체계에 대한 연구개발에 착수하였다. 장보고-III 전투체계는 은밀성이 향상되고 있는 적 잠수함 및 수상함에 대한 대응능력 및 적 전략표적에 대한 장거리 타격능력을 보유하고, 동시 다발적인 전투 상황에서 최고의 전투력을 발휘할 수 있도록 해군의 작전·전술 개념을 반영하여 전략무기의 비닉성이 확보된 대한민국 독자 모델의 잠수함 전투체계로 개발되고 있다.¹¹⁾

장보고-III 전투체계는 체계의 신뢰성과 생존성을 위하여 전투체계 주요 장비 및 데이터버스에 대한 이중화 구조를 가지며, 시스템 고장이나 재부팅 시 자료의 손실을 최소화하여 연속적인 작전 수행이 가능토록 정보처리장치를 분산형으로 설계하였다. 게다가 정비성 향상을 위하여 전투체계와 연동되는 장비들에 대한 상태 감시 및 전투체계 구성장비에 장착된 보드 단위 수준까지 자체고장진단 기능을 보유토록 설계하였다. 장보고-III 전투체계는 총 1,000여 종 이상의 부품으로 구성되어 있으며, 이 중에서 상용 전자부품인 COTS 품목은 전체 구성품 중 54.5%를 차지하고 있다. 특히 COTS 품목은 단일기관컴퓨터 및 네트워크 장치 등 전투체계의 임무 수행에 핵심적인 기능을 수행하는 구성품으로 구성되어 있다. 이와 같은 체계구성에 연구개발 기간이 10년을 넘는 사업인 장보고-III 전투체계는 근본적으로 부품의 성능 진부화와 단종으로 인한 영향을 심각하게 받을 수밖에 없는 특징을 가지고 있다. 이와 같은 장보고-III 전투체계 개발사업의 단종 관련 문제점 발생 가능성에 따라 상세설계검토(CDR : Critical Design Review) 이전부터 대책수립의 필요성을 인식하였으며, 사업초기 소요군 등 관계기관의 의견을 수렴하여 장보고-III 전투체계의 단종 대처방안을 수립하고, 부품단종에 관한 관리업무 추진계획을 발표하였다.

무기체계의 개발 및 운용 등 총수명주기 중 부품단종은 회피할 수 없는 위험요소이며, 장보고-III 전투체계는 장기간의 개발기간이 소요되는 사업의 특성상 전력화 이전에 부품의 상당수가 단종이 예상된다는 상황을 인식하였다. 기존 사업추진방식에 익숙하고 연구개발에 노력을 집중해야 하는 상황에서 사업진행 간 단종관리업무 추진은 상당한 부담요소로 작용하였지만, 만약 이와 같은 부품 단종 및 성능 진부화에 대한 영향성을 최소화하는 적극적인 조치를 수행하지 않을 경우 부품단종에 대한 대안 부재로 전투체계 운영유지능력이 급격히 저하되어 전투체계 비 가동시간이 증가하게 되어 가용도가 떨어지고, 단종부품의 구매비용 상승으로 인해 총 소유비용(TOC : Total Ownership Cost)의 급격한 증가가 불가피해질 수 있다. 결국, 장보고-III 전투체계에 대한 부품단종 관리업무를 추진하여 사업관리를 결정하였다. <그림 7>은 상용전자부품의 수명주기를 4~7년으로 가정하

11) 이성은(2011). 함정 전투체계의 개발 현황 및 발전방향. 해군대학, 해양전략 150호.

였을 때, 장보고-III 전투체계의 개발기간 동안 발생하게 될 부품단종 상황을 보여주고 있다.¹²⁾

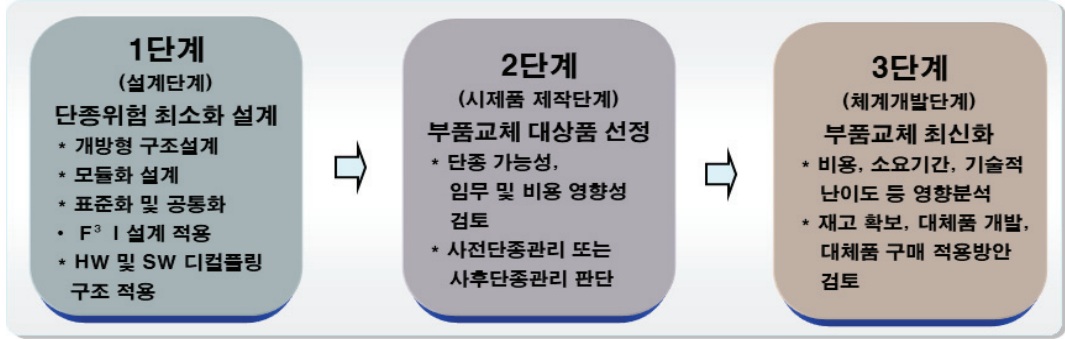


<그림 7> 장보고-III 전투체계 개발기간 내 부품단종 발생 예상 현황

먼저 장보고-III 전투체계의 부품단종 관리업무에 대한 단계별 추진계획을 수립하였다.

1단계는 상세설계(CDR) 종료시점까지의 단종관리 업무(2009년~2013년)로 전투체계 설계 단계에서 단종에 대한 위험성을 최소화할 수 있도록 하였다. 2단계는 전력화시제 제작 착수시점까지의 단종관리업무(2014년~2016년)로 전투체계 구성품에 대한 단종현황을 지속적으로 확인하고, 가용 예산 범위 내에서 부품교체(Refresh) 대상품목을 선정하였다. 3단계는 체계개발 종료 시점까지의 단종관리업무(2017년~2020년)로 단종품에 대한 부품교체(Refresh)를 통해 전투체계 구성품을 최신화하고, 구성품 변경에 따른 설계산출물 수정 등의 후속조치를 실시하는 것이다. Refresh를 거친 장보고-III 전투체계는 운용시험평가(OT : Operation Test) 등을 통해 작전운용에 대한 적합성을 최종 확인하여 해군에 인도될 예정이며, 동시에 그간 추진했던 부품단종관리업무 관련 자료를 동시에 전달할 계획이다. <그림 8>은 단종관리계획 3단계 업무에 대해 정리한 내용을 보여준다.

12) 국방과학연구소(2014). 장보고-III 전투체계 개발관리협의회 제6차 회의 발표자료, 2014년 5월.



<그림 8> 단계별 단종관리업무 수행

3.2.2 단계별 단종관리업무 추진

(1) 1단계 : 사전준비

단종관리 업무의 1단계로써 국방과학연구소는 장보고-III 전투체계의 상세설계 과정에 사전 단종 예방대책을 <표 2>와 같이 적용하여 단종 발생에 대한 영향성을 최소화하고자 하였다.

<표 2> 장보고-III 전투체계 설계단계 단종 예방대책 적용 현황

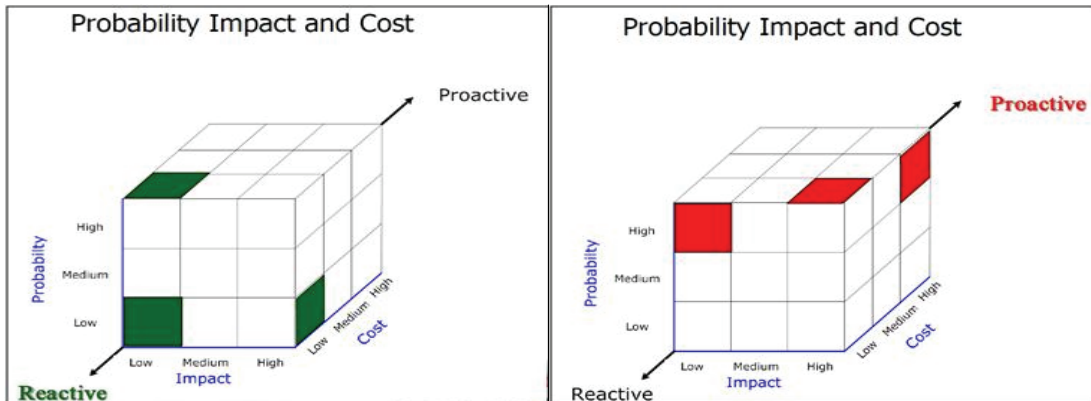
구분	설계 반영사항
개방형 구조 설계	공통운용환경(COE) 기반 개방형 구조 적용
모듈화 설계	기능 구조의 모듈화 설계 적용
표준화 및 공통화	표준 적용 및 공통화 모듈 적용
F ³ I 설계 적용	VMEBus SBC에 F ³ I 적용
하드웨어 및 소프트웨어 디커플링 구조 적용	OMG 표준 DDS 적용

첫째로 운영체계 및 시스템 소프트웨어를 표준화하고 공통으로 재사용 가능한 구성품을 극대화하기 위해 공통운용환경(COE : Common Operating System) 기반의 개방형 구조를 적용하였다. 둘째로 부품에 대한 교체가 용이하도록 기능별 구성품에 대해 모듈화 설계를 적용하였다. 셋째로 다기능 콘솔과 정보처리캐비닛 등에 탑재되는 주요 구성품들을 동일한 형상을 가진 표준 규격의 모듈로 제작하여 부품 교체시 가능한 많은 구성품이 동일하게 적용될 수 있도록 설계하였다. 넷째로 F³I(Form, Fit, Function and Interface) 개념을 단일기판컴퓨터(SBC : Single Board Computer)에 적용하여 부품 교체 등의 상황 발생 시 기구적 호환(Form, Fit) 및 기능적 호환(Function and Interface)으로 인한 문제 발생 가능성을 최소화하였다. 끝으로 체계 내 자료분배체계(DDS : Data Distribution System)의 하드웨어 및 소프트웨어를 국제 소프트웨어 표준화 기구(OMG : Object

Management Group)에서 지정한 표준을 적용함으로써 연동되는 장비가 교체되어도 호환에 문제가 없도록 하였다.

(2) 2단계 : 대상품목 선정

단종관리업무의 2단계는 ‘단종 위험성 분석을 통한 사전·사후 단종관리 대상품목 선정¹³⁾ → 단종관리도구를 활용한 단종현황 주기적 확인 → 가용예산 등을 고려한 Refresh 대상품목 선정’ 등 3가지 주요 업무로 구분하여 진행하였다. 먼저 장보고-III 전투체계를 구성하고 있는 55종(2014년 기준)의 COTS 품목에 대한 단종 위험성을 “Probability Impact and Cost Matrix” 기법을 적용하여 분석하였다. <그림 9>와 같이 정육면체 형태의 분석틀에 ① 단종 가능성(Probability), ② 임무 영향성(Impact), ③ 비용 영향성(Cost)의 3가지 기준을 설정하고, 각각의 기준에 대한 평가결과를 고(High), 중(Medium), 저(Low)로 구분하였다. 그리고 총점 100점 만점으로 3가지 기준에 대한 배점을 Probability Impact and Cost Matrix 분류 기준에 따라 20점(Probability), 50점(Impact), 30점(Cost)으로 차별화하였다.



<그림 9> Probability Impact and Cost Matrix

이와 같은 기준에 따라 대상품목들에 대한 단종위험성이 점수화하여 평가되었으며, 총점 80점 이상은 ‘A’, 60점 이상은 ‘B’, 60점 미만은 ‘C’로 분류하는 “ABC 분석”을 실시하였다. 평가점수에 따라 위험성이 낮은 품목(C)은 <그림 9>의 좌측 정육면체와 같이 녹색 범위에 포함되어 사후단종관

13) 국방부(2019). 부품단종관리 업무훈령. 국방부 훈령 제2280호 제정, 1-2.

- * 사전관리 : 대상장비에서 부품단종이 예상되는 부품을 식별하여 부품상태를 파악하고 노후화 가능성을 예측하여 부품단종 문제점을 해결하는 단종 발생 전의 관리활동
- * 사후관리 : 단종부품의 재고현황 및 대체 공급원 파악, 대체부품개발 등 부품단종 이후의 관리활동

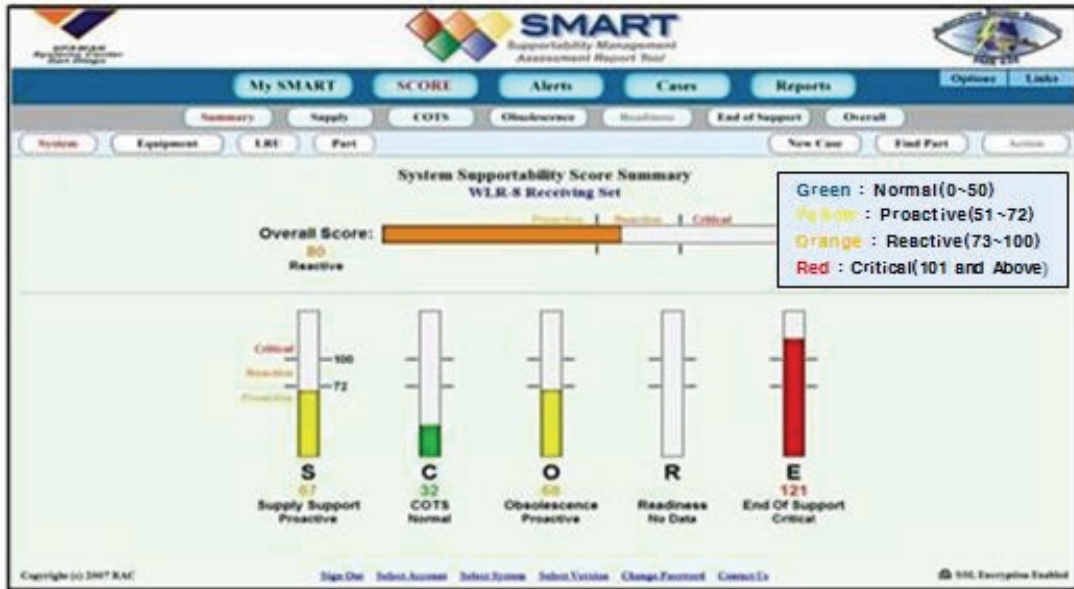
리 대상으로 분류되었고, 위험성이 높은 품목(A, B)은 우측 그림과 같이 적색 범위에 포함되어 사전단종관리 대상으로 분류되었다. ABC 분석결과를 토대로 장보고-Ⅲ 전투체계의 55개 COTS 품목을 <표 3>과 같이 사전 단종관리 대상품목 26종(A : 14, B : 12)과 사후 단종관리 대상품목 29종(C : 29)으로 구분하였다.

<표 3> 장보고-Ⅲ 전투체계 ABC 분석 결과

구 분	대상품목	분석 결과		
		A(≥ 80점)	B(≥ 60점)	C(< 60점)
소 계	55종	14종	12종	29종
단종 관리방법		사전단종관리(Proactive)		사후단종관리(Reactive)

Probability Impact and Cost Matrix를 이용하여 COTS 부품에 대한 단종위험성을 분석하였으나, 이러한 평가결과는 부품별 생산 계획이 수시로 변화되는 COTS 제품시장의 특성을 충분히 반영하지 못한다는 한계를 가지고 있었다. 특히 SSD(Solid Static Drive)나 CPU 등의 부품은 ABC 분석 당시에 확인하였던 제조회사의 생산계획이 신제품 출시에 따라 수시로 변경되는 사례가 많이 발생하였기 때문에 지속적인 단종관리업무를 수행하기 위해서는 별도의 수단이 필요하였다. 이에 따라 부품단종관리를 효과적으로 수행할 수 있는 자동화 도구를 조사하여 미국 RAC(Resource Analysis Corporation)가 개발한 ‘SMART(Supportability Management Assessment Report Tool)’라는 단종 관리도구를 찾게 되었다. SMART는 Web 기반의 단종 관련 One Stop 서비스 포털 프로그램으로, 세계 각국의 COTS 제품정보에 대한 방대한 DB를 기반으로 ‘SCORE(Supply Support, COTS Availability, Obsolescence Impact, Readiness Drivers, End of Support)’라는 자체 단종위험성 분석기법을 적용하여 품목별 단종정보를 실시간으로 평가하고 있다. 그리고 단종위험이 식별된 제품에 대해서는 대체가 가능한 다른 COTS 품목을 추천해줌으로써 사전조치를 신속하게 할 수 있는 지원능력을 가지고 있다. 국내에서는 한화중합연구소가 2010년부터 SMART를 도입하여 자체 개발하는 무기체계에 대한 단종품 관리에 활용하고 있었고, 방위사업청에서는 2013년 4월부터 1년 간 국방표준중합정보시스템에 SMART를 단종 관리도구로 시범 운용한 사례가 있었다. 소요군과의 협의를 통해 장보고-Ⅲ 전투체계의 단종관리 자동화도구로 SMART 체계를 적용하기로 결정하고, 2014년 10월부터 연간 5,000만원의 비용을 투자하여 프로그램의 사용계약을 체결하였다.

먼저 SMART의 SCORE 분석을 통해 장보고-Ⅲ 전투체계의 COTS 품목에 대한 최신 단종현황을 확인하였다. SCORE 분석기법은 S(Supply Support/Logistics : 보급지원능력), C(COTS Availability : 제품공급 가용성), O(Obsolescence Impact : 노후화 영향성), R(Readiness Drivers : 선행조치 및 대응능력), E(End of Support Date : 생산종료시기) 등의 5가지 기준으로 품목별 단종위험성을 평가하고, <그림 10>과 같이 획득점수에 따른 해당 위험성을 Green(50점 이하), Yellow(51~72점), Orange(73~100점), Red(101점 이상)로 점수화(Overall Score)한다.¹⁴⁾



<그림 10> SMRAT의 SCORE 분석 화면

Selected SRU:

Part Number	Description	S	C
PMC676RCTX-CCA	PMC676RCTX(PMC with 2 Gigabit Ethernet ports, option to sup		64

COTS Alert:
 Procurable - End of Sale Date within 90 Days

Recommended Solutions:

Solution Description:	Estimated Cost	Average Cost	Feasibility	Cost Ranking	Resolution
<input checked="" type="radio"/> Tech. Refresh	\$8,581	\$7,000	85	80	83
<input type="radio"/> Life Time Buy	\$4,069	\$40,000	75	90	80
<input type="radio"/> Bridge Buy	\$4,069	\$5,000	55	90	66
<input type="radio"/> Repair Non-RFI (Auth-Warranty)	\$4,309	\$3,500	40	90	56
<input type="radio"/> Repair Non-RFI (Unauthorized)	\$7,369	\$6,000	20	80	40
<input type="radio"/> Reclamation	\$3,227	\$2,000	7	100	38
<input type="radio"/> Tech. Insertion	\$19,299	\$21,000	20	60	33
<input type="radio"/> Aftermarket	\$26,309	\$54,000	15	60	30
<input type="radio"/> Emulation (GEM)	\$40,649	\$78,000	10	50	23
<input type="radio"/> Redesign - Minor	\$95,139	\$127,000	5	40	16

Buttons: Implement Solution, Tradeoff Analysis

(Sample Cost)

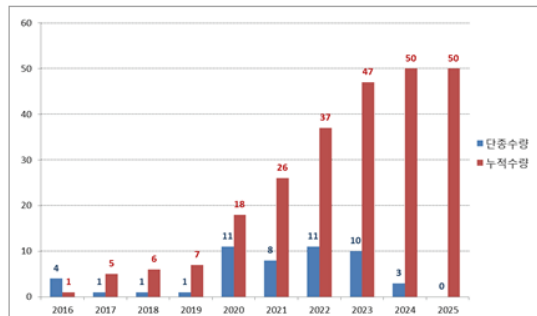
<그림 11> SMRAT 단종대안 제시화면

SMART의 SCORE 분석을 활용하여 장보고-III 전투체계 COTS 품목에 대한 단종현황을 주기적으로 확인하는 한편, 획득점수가 51점 이상으로 단종 위험성이 식별된 품목들에 대하여 SMART

를 이용한 단종대안 추천기능을 활용하여 비용 등의 영향성 분석을 통한 단종 대체품목 검토를 실시하였다. SMART는 자체 보유한 COTS DB를 통해 단종위험성이 식별된 품목에 대하여 동일한 기능을 가진 다른 COTS 제품을 대안으로 선정할 수 있도록 추천해주는 기능을 보유하고 있다. <그림 11>은 90일 이내에 생산종료가 예상되는 제품에 대해 SMART에서 단종 대안을 제시하는 화면이다.

SMART를 활용한 최신 단종현황을 소요군과 주기적으로 공유하면서 개발기간 내 단종발생이 예상되는 부품에 대하여 가용예산 등을 고려한 Refresh 대상품목 선정을 위한 검토에 착수하였다. 2017년 기준으로 최신화한 장보고-Ⅲ 전투체계의 COTS 품목 52종에 대한 단종현황 분석결과 저장장치 모듈 등 5개 품목에서 단종이 발생한 것을 확인하였고, 개발 종료시점인 2020년에는 18개 품목의 단종 발생이 예상되어 전체 단종관리대상 중 34.6%가 개발기간 내 단종될 예정임을 알 수 있었다. 또한, 전력화되어 초기 운용기간인 2024년에는 50개 품목의 단종이 발생하여 전체 단종관리대상 중 96.2%가 단종될 전망이다. <그림 12>는 장보고-Ⅲ 전투체계 연구개발 기간 및 전력화 후 초기 운용기간 동안 발생하는 단종 현황을 보여주고 있다.

연도	단종수량	누적수량	백분율	누적백분율
2016	4	1	7.7%	1.9%
2017	1	5	1.9%	9.6%
2018	1	6	1.9%	11.5%
2019	1	7	1.9%	13.5%
2020	11	18	21.2%	34.6%
2021	8	26	15.4%	50.0%
2022	11	37	21.2%	71.2%
2023	10	47	19.2%	90.4%
2024	3	50	5.8%	96.2%
2025	0	50	0.0%	96.2%



❖ ~ '24년까지 단종관리품목 96%이상 단종발생 예상

↳ 백분율 기준 : [단종 수량 / 단종관리품목(52)] * 100

<그림 12> 장보고-Ⅲ 전투체계 단종품 발생 현황

(3) 3단계 : 단종부품 교체(Refresh)

3번째 단계는 단종 예상품목에 대한 대응방안을 마련하는 것이다. 가장 바람직한 해결방안은 사업기간 내 단종이 예상되는 전 품목을 단종 위험성이 낮은 다른 품목으로 대체(Refresh)하는 것이지만, 아쉽게도 장보고-Ⅲ 전투체계 연구개발사업은 초기 단계에서 단종관리업무를 고려하지 못함으로써 단종품 대체를 위한 별도의 예산이 없는 상황이었다. 그래서, 위험관리비용이나 시험장비 유지보유 비용과 같은 항목의 사업예산을 단종품 대체를 위해 사용하여야 하기에 대체 가능한 단종품 수량은 예산을 고려할 때 충분하지 않은 상황이었다. 결국 현실적인 해결방안으로 단종 예상

품목에 대한 사업 영향성 분석(비용, 소요기간, 기술적 난이도)을 통해 단일기관컴퓨터(SBC) 등 6종에 대하여 사업기간 내 Refresh를 실시하고, 나머지 품목은 별도 예산을 확보 후 Refresh를 추진하기로 결정하였다.

Refresh 대상품목 선정 이후에는 재고 확보, 대체품 개발, 대체품 구매 등의 3가지 단종대안에 대한 품목별 적용방안을 검토하여 <표 4>와 같이 정리하였다. 대상품목들 대부분이 성능이 개선된 신제품이 주기적으로 출시되기 때문에 재고확보방안은 성능진부화의 문제가 발생할 수 있어 제외하였고, 전시처리장치 CPU 및 메모리모듈과 비디오 스위치는 전투체계의 운용특성을 고려하여 최신기술이 적용된 부품으로 대체품을 개발하는 것으로 결정하였다.¹⁵⁾

<표 4> 장보고-III 전투체계 Refresh 대상품목별 단종 대안

품 명	단종 대안
단일기관컴퓨터(VR12)	대체품 선정(VR16)
전시처리장치 CPU 모듈(i7-4850 HQ)	대체품 개발
전시처리장치 메모리 모듈(DRAM M471B1G7EB0-YK0)	대체품 개발
비디오스위치(32x32 Multi-Rate SDI Matrix Switch)	대체품 개발
저장장치모듈(SAMSUNG 840 Pro 512GB)	대체품 선정(SAMSUNG 850 Pro 512GB)
전자광학모의장치 그래픽 카드(GTX660)	대체품 선정(GTX970)

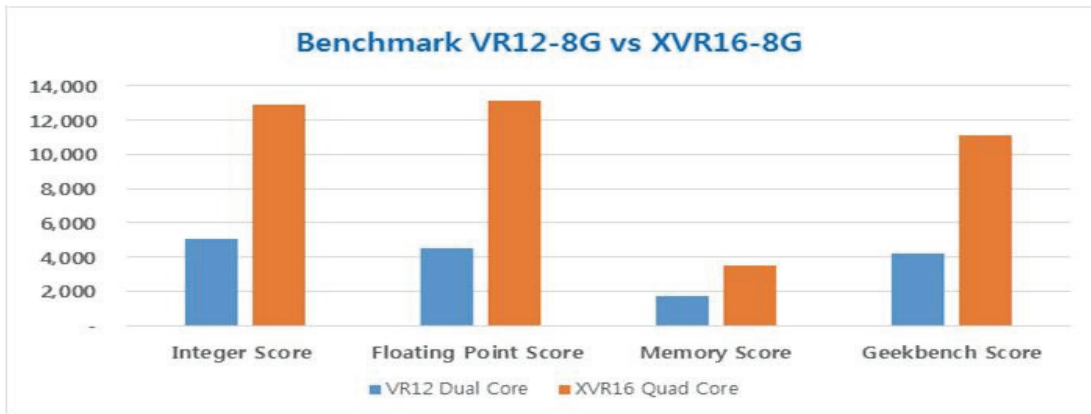
Refresh 대상품목 및 단종대안 결정을 통해 장보고-III 전투체계 단종관리업무는 2016년 9월을 기점으로 2단계를 완료하였다. 개발기간 중 마지막 3단계는 실제 부품교체(Refresh)를 통해 전투체계 구성품을 최신화하고, 구성품 변경에 따른 설계산출물 수정 등의 후속조치를 수행하는 것이다. 그런데 3단계 착수를 위해서는 ‘어느 시점에 Refresh를 하는 것이 가장 효과적인가?’에 대한 판단이 필요했다. COTS 제품의 특성상 기능이 향상된 신제품이 계속 만들어지기 때문에 최고의 체계 성능을 위해서는 가능한 늦게 Refresh를 하는 것이 좋지만, 부품변경에 따른 후속조치가 지연될 경우 임시규격화 제정 및 후속품 양산계약 등에 지장을 초래할 수가 있다는 점을 감안해야한다. 이러한 고려사항을 종합적으로 검토하여 장보고-III 전투체계의 Refresh를 개발시험평가(DT) 완료 후 초도운용시험평가(OT-I) 이전에 실시하는 것으로 결정하였다.¹⁶⁾ 초도운용시험평가는 함 탑재 이전에 육상통합시험장비(LBTS : Land Based Test System)에서 이루어지기 때문에 Refresh를 실시한 전투체계에 대한 성능을 함정 탑재 이전에 확인할 수 있고, Refresh를 완료한 전투체계를 함 탑재용 시제 제작과 후속함용 양산품 계약에 적용할 수 있기 때문이다.

15) 임진국 · 백승진 · 신주환(2016). 전투체계 개발과정에서의 단종관리업무 수행방안. 해군 전투발전지, 21.

16) 함정에 탑재되는 체계 및 장비는 일반무기체계의 시험평가인 DT(개발시험평가), OT(운용시험평가) 중 OT를 OT-I과 OT-II로 구분하여 수행한다. DT 완료 후, 함에 탑재하기 전 육상에서 테스트하는 것을 OT-I, 이후 함에 탑재하여 연동성을 고려하여 다시 테스트 하는 것은 OT-II라 한다.

3.2.3 Refresh 효과 분석

Refresh 대상품목에 대한 교체작업을 준비하면서 이로 인해 얻어지는 여러 가지 효과를 확인할 수 있었다. 대표적인 사례로 단일기판컴퓨터(SBC)는 전투체계 정보처리장치의 핵심 구성품으로 다기능콘솔, 지휘통제캐비닛 등 전투체계 구성품 전반에 걸쳐 135장이 탑재되어 있는데 이 제품을 VR-12에서 성능이 대폭 향상된 VR-16으로 교체함으로써 SBC 자체의 성능향상 뿐만 아니라 처리 용량 증가로 인한 탑재수량 감소, CPU 여유용량 증가, 전력소모량 및 발열량 균등 배분이라는 효과를 거둘 수 있었다. <그림 13>은 VR-12와 VR-16의 성능을 비교한 자료이다.



<그림 13> VR-12와 VR-16 성능 비교자료

VR-12에 비해 VR-16의 성능이 크게 향상됨에 따라 단일 기능별로 구분하였던 탑재수량을 하나의 SBC가 여러 기능을 통합하여 수행할 수 있게 되면서 <표 5>와 같이 SBC의 탑재수량을 대폭 감소할 수 있었다.

<표 5> 장보고-III 전투체계 단일기판컴퓨터(SBC) 탑재수량 변경

장 비	통합대상장치단	기존수량	Refresh 후 수량	축소수량
다기능콘솔	정보처리장치	27장	18장	9장
	음향분배기록장치	4장	2장	2장
	전술정보관리장치	8장	6장	2장
	유도무기통제장치	6장	4장	2장
	수중무기통제장치	6장	4장	2장
지휘통제 캐비닛	통합연동장치 1	9장	6장	3장
	통합연동장치 2	8장	5장	3장
	항해연동장치 1	12장	9장	3장
	항해연동장치 2	12장	9장	3장

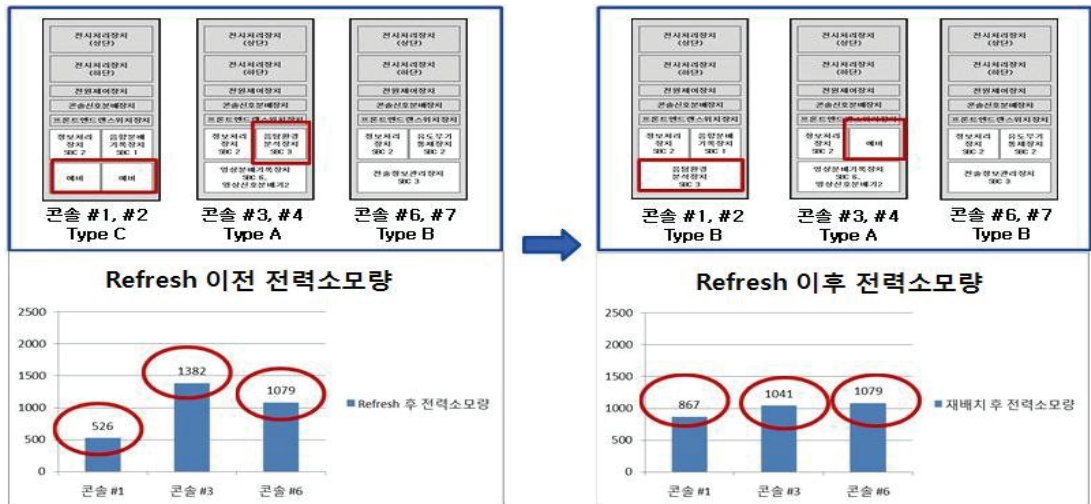
수평발사연동캐비닛 1	14장	14장	-
수평발사연동캐비닛 2	8장	8장	-
수중발사연동캐비닛	2장	2장	-
소 계	135장	106장	29장

VR-16의 향상된 성능으로 인해 기존 7개로 구성하였던 SBC 기능그룹을 6개로 축소하고, 기능 그룹 1과 6에 추가기능을 할당하였다. 기능통합으로 인한 CPU 사용량 변화를 확인하기 위해 기능구성에 변화가 없는 4개 SBC 그룹(기능그룹 2,3,4,7)은 VR-12를 그대로 적용하고, 기능이 추가된 2개 SBC 그룹(기능그룹 1,6)은 VR-16을 적용하여 최대부하에서 CPU 사용량을 측정한 결과 <표 6>과 같이 교체된 VR-16이 추가기능에도 불구하고 월등히 낮은 CPU 사용량을 보여주었다.

<표 6> CPU 사용량 비교(VR-12 VS VR-16)

장비명	CPU 사용량(%) (VR12)	장비명	CPU 사용량(%) (VR16)
기능그룹2(SBC2)	13.0	기능그룹1(SBC1)	3.4 (최대: 6.0/최소: 1.0)
기능그룹3(SBC3)	18.0		
기능그룹4(SBC4)	15.0	기능그룹6(SBC6)	5.0 (최대: 7.0/최소: 4.0)
기능그룹7(SBC7)	16.0		

SBC 탑재수량 감소로 인해 기존에 탑재했던 구성품별 위치에 대한 변경도 이루어졌다. 이 과정에서 전력소모량 및 발열량을 고려하여 구성품별 SBC 배치를 보다 균등하게 변경함으로써 구성품별 전력소모량 및 발열량의 불균형을 <그림 14>와 같이 대폭 개선시키는 효과도 확인하였다.



<그림 14> 다기능콘솔 SBC 재배치를 통한 전력소모량 변화

장보고-Ⅲ 전투체계 Refresh 효과를 종합하면 다음과 같다. 첫째로 ‘체계 가용도 향상을 통한 작전준비태세 향상’이다. SBC 수량이 감소(135장 → 106장)됨에 따라 고장발생 예상품목 및 고장발생률이 감소하여 정비성과 신뢰성이 향상되었다. SBC 배치위치 변경에 따른 전력소모량 및 발열량 안정화도 장비 신뢰성 향상에 기여하였다. 또한, 단종 발생품을 최신 제품으로 대체함으로써 성능 진부화 및 부품단종에 따른 위험요소가 대폭 감소한 것도 체계 가용도 향상을 통한 작전준비태세 향상에 많은 도움이 되었다. 둘째로 ‘체계 확장성 및 여유율 개선’이다. SBC 탑재수량 감소로 전투체계 내 여유슬롯이 증가하여 향후 체계 확장을 위한 융통성이 더 확보되었고, SBC 자체의 성능 향상으로 CPU 사용량이 감소하면서 전투체계 기능수행 간 체계 여유율이 대폭 개선되었다. 셋째로 ‘단종 위험성 완화를 통한 총수명주기비용(Total Lifetime Cost) 감소’이다. SBC 수량 축소를 통해 장비고장 예상개소가 감소함으로써 향후 정비비용 감소가 가능해졌고, 부품 감소를 통해 전력화시제 개발비용 및 양산비용을 대폭 절감할 수 있게 되었다(체계 1식당 약 3억원 절감 가능, SBC 1장 가격(1천만 원) 가정). 뿐만 아니라 동시조달수리부속(CSP) 및 야전·장정비 수리부속 확보소요 감소를 통한 비용절감도 예상된다. 특히 이와 같은 Refresh가 연구개발 과정에서 이루어짐으로써 개발인력 활용을 통한 노무비 최소화 및 시험시설 구축비용 절감(LBTS 활용)이 가능할 수 있었다. 전력화 이후 Refresh를 수행할 경우에는 기존 탑재품 및 수리부속 폐기와 신규부속 확보, 대체품 개발 및 선정을 위한 인건비, 별도의 시험시설 구축 등으로 인해 상당한 비용의 발생이 불가피하다.

IV. 프로세스별 효율적인 부품단종관리 방안

국방부에서 2015년 9월에 「부품단종관리 업무지시」가 발령되고, 이어서 2019년 5월 「부품단종관리 업무 훈령」 제정되었지만, 아직 시작단계로서 현재까지 개발단계에서 이와 같은 부품단종관리업무를 본격적으로 적용하고 있는 사례는 거의 없다. 그렇기 때문에 장보고-Ⅲ 전투체계의 부품단종관리업무는 체계개발 기간 중에 부품단종 대책수립 및 단종품에 대한 Refresh를 수행한 최초의 국내 개발 무기체계라는 기록을 남기게 되었다. 그러나, 연구개발간 부품단종관리 추진하는 중에 여러 가지 개선 및 발전방안이 도출되었다. 향후 무기체계 획득에 있어 수명주기간 원활한 운용을 위해 사업추진방법별 「부품단종관리」업무를 프로세스화하여 제안한다.

단순하게 접근하면 무기체계 부품의 단종은 예측되는 상황이기 때문에 부품을 충분히 획득하면 단종되더라도 대처할 수 있다고 생각할 수 있고, 진화적 ROC를 적용하여 사업을 추진하면 개발완료단계에서 소요군에 인도시는 문제가 없다고 판단할 수 있다. 그러나, 예산을 투입함에 있어 어느 정도 예산을 투입하여 부품을 확보해야 할지와 실효성의 문제가 대두되고, 소요군에 인도된 후 발생하는 단종에 대한 고민없이 전력화한다면 총수명주기 관점에서 보면 비합리적이라 할 수 있겠다.

따라서, 본 연구는 배제하고 총수명주기 관점에서 프로세스별 효율적인 부품단종관리업무 방안을 제안하였다.

4.1 연구개발사업 부품단종관리

4.1.1 소요결정 및 제안요청서 작성단계 부품단종 관리

무기체계 획득시 부품단종관리는 최초 소요제기되어 소요결정 단계부터 전력화 시점에 최신 부품이 탑재된 무기체계가 운용군에 인도될 수 있도록 요구하고, 작전운용성능(ROC : Required Operational Capability)에 탑재장비의 성능 진부화 및 단종문제에 대해 지속적으로 관리가 될 수 있도록 명시해야 한다. 이러한 소요군의 요구사항을 바탕으로 사업주관기관인 방위사업청은 사업 추진기본전략에 좀 더 구체적으로 명시하고, 연구개발사업 제안요청서에 부품단종관리 업무수행계획을 포함하여 제시토록 함으로써 개발기관으로 하여금 체계적인 단종관리업무방안에 대해 제안하도록 하고 제안서 평가 시 평가에 반영되어 사업 초기부터 부품단종관리가 세부적으로 계획될 수 있도록 하여야 한다. 소요결정시부터 사전관리에 중점을 두고 사전에 예측하고 대안을 수립하는 것이 중요함에 따라 부품단종관리 및 대응방안 이행에 필요한 예산도 중기계획에 반영하여야 할 것이다.

4.1.2 탐색개발단계 부품단종 관리

개발단계 중 탐색개발단계에서의 부품단종 관리는 사업착수 단계부터 체계적으로 반영해야 한다. 체계개발에 필요한 COTS 부품 소요를 파악하고, SMART와 같은 단종관리도구를 활용하여 제품별 단종위험성을 평가하여 사업기간 중 단종이 발생할 대상품목을 사전에 식별하여야 한다. 또한, 이를 바탕으로 체계개발 기간 중 단종대상 품목과 Refresh에 필요한 비용을 산출하여 전체 사업예산에 단종관리업무 항목으로 충분하게 반영하여야 한다. 장보고-Ⅲ 전투체계 연구개발사업은 사업 초기단계에 단종관리업무를 수행할 예산을 반영하지 못하여 단종 발생품에 대한 Refresh 예산부족이라는 어려움을 겪게 되었다.

4.1.3 체계개발단계 부품단종 관리

체계개발 단계에서는 Refresh 대상을 식별하고, 단종관리업무의 효과가 극대화될 수 있도록 체계를 설계하는 것이 필요하다. 장보고-Ⅲ 전투체계의 경우 개방형 구조 및 모듈화 설계를 통해 단종품 발생시 대체품 선택의 폭을 다양화 할 수 있었고, 표준화 및 공통화 설계에 중점을 두어 단일 품목에 대한 Refresh가 최대한 많은 구성품에 공통적으로 적용될 수 있도록 하였다. 설계 단계에서

의 이같은 노력은 Refresh 수행 단계에서 탑재부품 수량 감소로 인한 장비신뢰도 및 정비성 향상, 전력소모율 및 발열량 감소, 체계 여유율 및 확장성 증가와 같은 수많은 이점을 가져다 주었다. 설계하는 과정과 Refresh 대상을 식별하는 등 전 과정에 소요군이 참여토록 함으로써 기존 운용 중인 체계를 통한 부품 교체실적 등에 대해 환류되어 반영될 수 있도록 하여야 할 것이다.

4.1.4 시험평가 및 전력화단계 부품단종 관리

시험평가 및 전력화 이전 Refresh 시행 단계에서는 Refresh 대상품의 선정에 대한 면밀한 검토가 필요하다. 먼저 Refresh 대상품 선정 과정에서는 단종 위험성이 식별된 모든 부품에 대하여 Refresh를 하는 것이 가장 이상적이지만 작업 소요기간, 가용예산, 품목별 임무 중요도 및 단종 영향성 등을 종합적으로 고려하여 대상품을 선정하는 절차가 필요하다. 아울러 부품수명주기가 지나치게 짧은 품목(24~36개월)들에 대한 Refresh 방안도 고민하여야 한다. 즉, Refresh를 수행해도 얼마 지나지 않아 또다시 신제품이 출시되어 체계 전력화 이전에 단종되는 경우가 발생하는 것이다. 장보고-Ⅲ 전투체계의 경우에는 저장장치(SSD)와 그래픽 카드(GTX970) 등이 해당되었다. 이러한 부품은 체계성능 구현에 문제가 없는 수준으로 최종 Refresh 대상품목을 소요군과 협의하여 결정하였다.

끝으로 Refresh 착수 시점에 대해서도 많은 검토를 해야 한다. 체계성능 입장에서는 최대한 늦게 수행하는 것이 좋지만, 사업관리 측면에서는 후속조치 지연으로 전력화 시기에 차질이 발생할 수도 있는 만큼 해당 사업의 특성과 Refresh 범위 등을 종합적으로 고려하여 최적의 시기를 찾아야 한다. 장보고-Ⅲ 전투체계는 DT 종료 후 OT-I 이전까지 7개월의 기간을 이용하여 Refresh를 수행하였다. 그리고 이러한 선택이 최선의 것이었는지는 앞으로 진행되는 과정을 통해 확인될 것이다. 향후 개발단계의 부품단종관리업무가 활성화되면 이와 같은 Refresh 시점을 판단하는 참고사례가 될 수 있을 것이다.

4.1.5 운영유지 단계 부품단종 관리

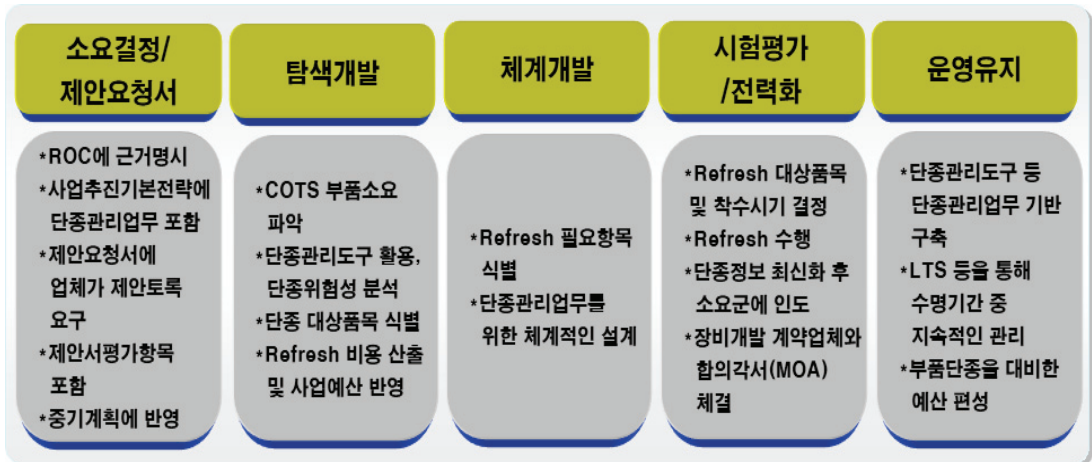
개발 단계에서 최적의 Refresh를 수행했다 하더라도, COTS 부품의 특성상 전력화 이후 얼마 지나지 않아 단종 현상은 다시 발생하게 된다. 이 때문에 단종관리업무는 사실상 해당 체계의 전체 수명주기 동안 지속적으로 시행되어야 한다. 이 과정에서 중요한 것이 부품단종업무의 효과적인 연계와 지속적인 단종관리업무 수행이다. 먼저 부품단종업무의 효과적인 연계를 위해서는 개발기관과 소요군 간의 긴밀한 협력이 필요하다. 체계개발이 완료되고 인도품에 대한 보증기간이 종료되는 시점에 개발기관은 탑재품목에 대한 단종정보를 최신화하여 소요군에 인도하여야 한다. 또한, 소요군이 부품단종관리에 대비하도록 부품단종관리계획서를 종합군수지원계획서 부록에 포함하여 인계해야 할 것이다. 양산단계 종료 이전 효율적인 부품단종관리를 위해 장비개발 주계약업체 또는 참여업체와 별도의 합의각서(MOA : Memorandum of Agreement)를 체결할 필요가 있다. 다음으

로 소요군도 단종관리도구를 포함한 체계적인 단종관리업무 기반을 구축한 상태에서 해당 체계의 최신화된 단종정보를 바탕으로 지속적인 단종관리업무를 수행하여야 한다.¹⁷⁾

운영유지 단계의 효과적인 부품단종 관리업무를 위하여 해군은 2016년 6월부터 ‘전투체계 수명주기지원(LTS : Life Time Support)’ 정비를 시작하였다.¹⁸⁾ LTS 사업은 전투체계가 함정에 탑재되어 수명을 다할 때까지 체계적으로 관리해주는 통합서비스로써, 전투체계 상태에 대하여 지속적으로 확인(체계진단), 고장발생 시 전문기술인력 지원, 고장부품 수리, 부품단종 관리업무, HW/SW 개조·개선 등이 포함되어 있다. 기존의 시스템 정비는 고장난 장비를 수리하는 것이 주된 정비내용이었으나, 컴퓨터기술의 발전속도에 따라 발생하는 부품단종과 기술변화에 효과적으로 대응하기 위해 새로운 개념의 LTS 정비를 도입하게 된 것이다. 2016년부터 시작한 1차 사업은 2019년 성공적으로 종료되었다. 그 결과 유도탄고속함의 전투체계 고장 복구기간이 38일에서 9일로 단축되었으며, 가용도가 2배 이상 증가하는 효과를 거뒀다.¹⁹⁾

향후 소요군이 개발 완료된 무기체계를 인도받는 시점에 최신화된 단종정보를 LTS 사업과 연계하여 단종관리업무를 추진한다면 단종에 따른 부품확보 공백을 최소화하면서 효과적인 단종부품 관리가 가능할 것이다. 또한, 소요군은 무기체계를 인수받아 운용되는 동안의 부품단종관리도구 사용이나 LTS 정비 등 부품단종관리 업무 추진을 위한 예산을 매년 반영하여 운영·유지간 관리가 지속 될 수 있도록 하여야 할 것이다.

<그림 15>는 연구개발사업 추진시 프로세스별 효율적인 부품단종관리 업무에 대하여 정리한 내용을 보여준다.



<그림 15> 연구개발사업 프로세스별 부품단종관리 업무

17) 국방기술품질원(2017). 부품단종관리 가이드북, 6

18) 해군 전투체계 관리규정 제5장 13조, ‘수명주기지원(LTS) 업무’ (해군규정 5-0-4-규01)

19) 국방일보(2019.7.2.). 해군, 함정 전투체계 수명주기지원(LTS) 정비제도 1단계 사업 성공, 신문.

4.2 기술협력생산 및 구매사업 부품단종 관리

기술협력생산을 위해 국내업체가 제출하는 기술협력생산 계획서에 부품단종관리 계획서를 포함하도록 하고, 진행 간 전문연구기관을 포함한 관련 기관이 검토하도록 해야 한다. 또한, 기술협력생산 업체는 기술협력생산 장비의 성능에 영향을 줄 수 있는 주요장비, 부품에 대한 부품단종정보를 식별하여 부품단종관리 정보체계에 관련 정보를 입력하여야 한다. 구매사업의 경우 운영유지 단계에서 발생 가능성을 고려하여 구매를 추진해야 하며, 제안요청서에 부품단종관리 계획을 제안할 수 있도록 하고 제안서 평가 시 타당성에 대해 검토해야 한다. 계약상대자는 계약목적물의 성능에 영향을 줄 수 있는 주요장비, 부품에 대한 부품단종정보를 식별하여 부품단종관리 정보체계에 관련 정보를 입력하도록 해야 한다. 업체가 입력이 제한될 경우는 업체로부터 부품단종정보를 제출받아 방위사업청 또는 국방기술품질원이 부품단종관리 정보체계에 입력할 수 있다.

V. 결론

현대의 전쟁은 고도로 발달한 과학기술을 바탕으로 한 첨단 무기체계에 의존하는 경향이 높아지고 있어 우리 군도 이러한 추세에 따라 국방예산 중 많은 비중을 첨단 무기체계의 개발과 운용을 위해 사용하고 있다.²⁰⁾ 하지만 이러한 무기체계는 최신 전자부품을 많이 사용하고 있어 이들 부품의 짧은 수명주기로 인해 개발 및 운영유지 단계에서 성능 진부화 및 부품 단종의 문제가 심화되고 있다. 본 연구는 이에 대한 가장 효과적인 해결방안 중 하나가 개발과정에서의 부품 단종관리 업무라는 점을 인식하고, 국내개발 전투체계 중 체계개발 기간에 부품단종 대책수립 및 단종부품 교체를 최초로 적용한 장보고-Ⅲ 전투체계의 단종관리업무를 분석하여 성과 및 개선 보완사항을 식별하였다.

먼저 연구개발사업의 장기화에 따른 문제점으로, 현재의 시스템 엔지니어링 절차에 따른 개발을 추진하게 되면 5~10년의 기간이 소요되어 무기체계에 적용되는 핵심부품의 성능 진부화 및 단종이 발생하게 된다. 전자부품의 성능 진부화 현상은 컴퓨터 기술발전에 비례하며, COTS 부품의 적용비율이 높아질수록 이러한 현상은 더욱 두드러질 것이다. 또한 부품단종은 성능의 진부화와 같은 선상에서 발생하는 현상으로 급격한 산업기술의 발달에 따라 생산이 중단되거나, 생산업체의 도산 등으로 인한 공급원의 상실, 자원고갈로 인한 생산중단 등으로 더 이상 부품을 획득할 수 없는 상황이 초래되는 것이다. 이러한 성능 진부화 및 부품단종은 체계의 성능 발휘 및 유지보수에 치명적인 영향을 주게 되며, 운용유지를 위한 수리부속 확보 등에 많은 비용이 소요된다. 이에 따라 국방

20) 국방기술품질원 (2010). 부품단종 관리 정보체계 구축 방안 연구.

http://www.nl.go.kr/app/nl/search/common/download.jsp?file_id=FILE-00008146847

부에서는 2019년 부품단종관리업무 훈령을 제정하여 무기체계의 총수명주기에 걸쳐 부품단종을 관리하고, 특히 사전관리에 중점을 두고 관리해야 함을 강조하면서 부품단종 문제를 사전에 예측하여 대안을 수립함으로써 무기체계의 획득·운용·군수지원에 미치는 영향을 최소화할 것을 명시하고 있다.

전투체계 개발 시 최신부품의 적용 필요성은 최신의 컴퓨터 프로세서를 탑재하므로써 최적·최고의 성능 발휘를 보장하게 되며, 향후 유지관리 측면에서도 비용감소 등의 많은 장점이 있다. 대부분 국가는 무기체계 전력화 이후 수명주기 동안 최신부품을 이용한 성능개량 또는 일부 구성품에 대한 개선보완을 통해 최상의 성능을 유지하고자 노력하고 있으며, 대표적인 사례가 미 해군 잠수함 전투체계에 적용하고 있는 ‘ARCI(Acoustic Rapid COTS Insertion)’ 프로그램이다. 장보고-III 잠수함은 장보고-I/II 잠수함 건조과정을 통하여 습득한 설계 및 건조기술을 바탕으로 국내 독자기술로 건조하는 사업으로, 전투체계는 체계의 신뢰성과 생존성을 위하여 전투체계 주요 장비 및 데이터버스에 대한 이중화 구조를 가지고, 정보처리장치를 분산형으로 설계하였으며, 정비성 향상을 위하여 자체 고장진단 기능을 보유토록 설계하였다. 연구개발 기간이 10년을 넘는 장보고-III 전투체계는 근본적으로 부품의 성능 진부화와 단종으로 인한 영향을 심각하게 받을 수밖에 없는 특징을 가지고 있다.

이에 따라 먼저 장보고-III 전투체계의 부품단종 관리업무에 대한 단계별 추진계획을 수립하였으며, 1단계는 상세설계(CDR) 단계에서 전투체계 설계 시 단종에 대한 위험성을 최소화하기 위하여 표준화, 모듈화 설계를 적용하였다. 2단계는 단종 위험성 분석을 통한 사전·사후 단종관리 대상품목 선정 → 단종관리도구를 활용한 단종현황 주기적 확인 → 가용예산 등을 고려한 Refresh 대상 품목 선정 등의 업무로 구분하여 진행하였다. 3단계는 체계개발 종료 시점까지의 단종관리를 위해 단종품에 대한 부품교체(Refresh)로 전투체계 구성품을 최신화하고 설계산출물 수정 등의 후속조치를 실시하고 있다. Refresh 효과, SBC 수량 및 전력소모량이 감소함에 따라 체계 가용도가 향상되었고, 체계 확장성 및 여유율이 개선되었으며, 단종위험을 회피함에 따라 총수명주기 비용을 줄일 수 있었다. 특히 이와 같은 Refresh가 연구개발 과정에서 이루어짐으로써 개발인력 활용을 통한 노무비 최소화 및 시험시설 구축비용 절감(LBTS 활용)이 가능하였다. 장보고-III 전투체계의 단종관리 업무는 체계개발 기간 중에 부품단종 대책수립 및 단종품에 대한 Refresh를 성공적으로 수행한 최초의 사례가 될 것이다.

한편, 장보고-III 전투체계 연구개발 사업에서 단종관리 업무를 초기부터 반영하지 못하는 제한 사항도 식별되었는데, 단종관리업무를 위한 예산부족으로 인해 단종품에 대한 Refresh를 제한적으로 수행할 수밖에 없었다. 그리고 Refresh 착수 및 종료시점 결정과정에서 후속조치 소요 등을 고려한 사업 영향성 분석에 일부 미진한 점이 발견된다면 향후 시험평가 및 전력화에 장애요인으로 작용할 가능성이 남아 있다. 앞으로 진행되는 사업에서 연구개발 단계 간 단종관리 업무가 적용된다면 조만간 최적의 절차가 만들어질 것으로 생각된다.

단종관리 업무의 발전방향으로 개발단계의 부품단종 관리를 위해서는 먼저 연구개발사업의 단

종관리 업무는 소요결정되는 시기부터 단계적으로 반영하고 체계개발 단계에서는 단종관리업무의 효과가 극대화될 수 있도록 체계를 설계하는 것이 필요하다. 그리고 시험평가 및 전력화 이전 Refresh 시행 단계에서는 Refresh 대상품의 선정에 대한 면밀한 검토가 필요하며, Refresh 착수 및 완료시점에 대해서도 사업관리 측면을 고려하여야 한다. 운영유지 단계의 부품단종 관리는 해당 체계의 전체 수명주기 동안 지속적으로 시행되어야 하며, 부품단종업무의 효과적인 연계와 지속적인 단종관리업무 수행이 필요하다. 특히 운영유지 단계의 효과적인 부품단종 관리업무를 위하여 해군에서 시행중인 '전투체계 수명주기지원(LTS : Life Time Support)' 정비는 전투체계가 함정에 탑재되어 수명을 다할 때까지 체계적으로 관리하게 될 것이다.

지금까지 전투체계 개발과정에서의 단종관리업무 수행방안을 장보고-Ⅲ 전투체계 연구개발사업을 중심으로 분석해 보고, 총수명주기간 부품단종관리 프로세스를 제시하였다. 이를 통해 본 연구는 국내에서 본격적으로 추진되기 시작한 단종관리업무의 활성화와 성과 제고 차원에서 기여하는 바가 있다고 볼 수 있다.

참고문헌

- 김기홍 (2005). 무기체계 부품 단종 예방 및 발전방안. 국방과 기술, 317, 56-65.
- 김정환 (2005). 무기체계 부품단종 대처사례와 교훈. 국방과 기술, 319, 52-61.
- 송왕근, 오일수 (2019). 함정 탑재장비의 효율적인 연동업무 관리방안. 한국군사과학기술학회 종합 학술대회 포스터발표.
- 안재경, 최봉완, 이용규 (2010). M&S 기법을 활용한 장보고 II 급 잠수함 수명주기비용 추정. 산업 공학 (IE interfaces), 23(3), 221-228.
- 이경록 (2006). 무기체계 부품단종 관리 개선방안 연구. 국방대학교 석사학위논문.
- Stevens, J. (2008). The how and why of open architecture. Undersea Warfare Magazine, 37, 6-9.
https://www.public.navy.mil/subfor/underseawarfaremagazine/Issues/PDF/USW_Spring_2008.pdf
- Zimmerman, C. J. (2016). Lessons in Innovation: The SSBN Tactical Control System Upgrade. Retrieved from Naval Agility: <https://www.secnav.navy.mil/innovation/Pages/2016/10/SSNTCSUpgrade.aspx>.

원 고 접 수 일 2019년 12월 10일
원 고 수 정 일 2019년 12월 23일
게 재 확 정 일 2019년 12월 29일

A Study on the Discontinuation Management of Parts in the Weapon System

WangKeun Song* · YongHoon Choi**

Although the performance of the weapon system is becoming more advanced and precise with the development of science and technology, the development of such technology can significantly affect the performance of the weapon system by shortening the life cycle of the component. The purpose of this study is to explore solutions for smooth operation and maintenance through examples and establish alternatives.

Among the various weapons systems, the combined weapons system, vessel, is becoming incomparably complex and diverse in structure with the help of the development of electric and electronic technologies. Among them, the combat system is the system that has the greatest impact on the functions of the ship as it is operated in conjunction with various mounting equipment, and so component shutdown control is a representative of the projects that are needed first.

Therefore, in this study, we propose a case-by-case alternative by analyzing the progress of the end-of-life management work through the case of the Jangbogo-III combat system development project, which was the first project to apply the component control program and the Refresh program in Korea, and we propose a process for component discontinuation management during the total life cycle of the entire period for the incomplete information. The analysis results and processes from the examples presented in this study are expected to contribute to increasing reliability and availability as well as budget savings in the acquisition and maintenance stages of weapons systems in the future.

Keywords : Discontinuation Management of Components, Life cycle, Refresh, Combat system, SCORE

* Kwangwoon University, Defense Acquisition Program (Director for KSS-III program Group System Development 1 team, Defense Acquisition Program Administration), Ph.D. Candidate

** Kwangwoon University, Division of Robotics, Professor