

2009년 방산 우수논문 응모 원고

수리부속 적정재고 운영방안
- 민간업체 사례를 중심으로 -

본 보고서를 한국방위산업진흥회의
2009년 방산 우수논문 현상 공모 원고로 제출합니다.

2009.12

안보경영연구원(SMI)

유형곤

수리부속 적정재고 운영방안

- 민간업체 사례를 중심으로 -



안보경영연구원 방위산업연구팀장 유형곤

국방개혁 기본계획에 의하면 실용적 선진 국방운영 체계로의 전환을 위해 발전된 민간 분야 자원을 적극 활용하는 것을 목표로 하고 있다. 특히 군수분야에서는 수리부속의 재고 감축과 장비 가동율 증대, 정비시간 단축 등 군수지원 성과 향상을 위해서 민간의 최신 경영기법인 공급망 관리(SCM)의 도입·적용이 필요하다는 인식이 확산되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 필자가 국내 글로벌 전자회사에서 수행하였던 수리부속 공급망 관리 컨설팅 내용을 토대로 민간업체에서의 수리부속 공급망 관리 현황, 특히 수리부속의 적정재고 산출과 운영 방안을 소개하고, 향후 국방분야로의 적용 방향성을 제시한다.

- 필자 주-

I. 연구개요

수리부속은 무기체계 가동률에 직접적인 영향을 주는 핵심군수자원 중 하나이다. 수리부속이 부족할 경우 장비 수리에 차질이 발생함으로써 전투준비태세에 악영향을 주고, 반대로 수리부속을 적정 수량 이상 운영할 경우 한정된 국방예산이 비효율적으로 활용됨으로써 정작 긴급한 타 장비 혹은 부속품의 획득에는 차질을 초래하게 된다.

그러나, 현재 한국군의 야전부대 수리부속의 수요예측 정확도는 약 70% 수준(품목기준)에 불과하여 장기 비수요 및 잉여품목이 발생하거나 장비가용도가 저하되는 문제점이 나타나고 있다¹⁾. 수리

1) 선미선·우제웅, “한국군의 수리부속 수요예측 발전방안 연구”, 『국방정책연구』, 제25권 제3호(2009년

부속 예산이 장비정비비에서 차지하는 비율이 약 58%(=10,987/18,928억원; '09년 기준)나 차지하는 것을 감안하면²⁾, 국방예산이 보다 효율적으로 투자되고 군수지원 성과 향상을 위해서는 효과적인 수리부속 소요량 예측 방안 마련이 시급히 요구된다.

하지만, 근본적으로 미래의 수리부속 수요량을 정확하게 예측하는 것은 매우 어려운 일이다. 더구나 과거의 수리부속 사용실적 데이터로 수요예측 모델을 적용하여 향후 예상되는 수요량을 산출하는 것은 과거 사용실적이 어떤 특정 패턴을 따른다는 것을 전제로 하기 때문에 일정 수준 이상의 정확성을 확보하는 것은 한계가 있을 수 밖에 없다.

따라서, 적정 수량의 수리부속을 확보·유지함으로써 군수지원 성과를 향상시키기 위해서는 최적의 수요예측 기법의 발굴 뿐만 아니라, 과거의 수요의 변동성과 공급의 변동성까지 종합적으로 고려한 적정재고 산출 방법의 활용이 필수적이다.

본 연구에서는 이러한 관점에서 적정재고 운영 방안을 소개하되, 민간 글로벌 전자회사의 애프터 서비스(A/S) 부속품의 적정재고 산출 및 관리 사례를 중심으로 제시한다. 2장에서는 수리부속 수요의 특징과 수요예측의 어려움, 3장에서는 수리부속의 적정재고 수량 산출 방법을 제시한다. 또, 4장에서는 기존의 수리부속 사용실적 기반 수요예측 방법과는 다른 관점에서 접근하는 제품과 연계한 수리부속 예측 기법(Install Based Forecast)을 소개한다. 끝으로, 5장과 6장에서는 각각 수리부속 공급망 관리 운영체계와 군수물자의 수리부속 재고 운영 개선 방안을 제시한다.

가을), pp.201-234.

2) 백재옥 외 8, “ ‘09 국방예산 분석·평가 및 '10 전망”, 한국국방연구원, 2009.12

II. 수리부속 수요의 특징과 수요예측의 어려움

수리부속 공급망 관리의 특징

널리 알려져 있는 대로 민간업체들은 제품의 재고 감소와 판매량 증가라는 두 마리 토끼를 동시에 잡기 위해서 공급망 관리(SCM: Supply Chain Management) 기법을 적극적으로 도입하여 운영하고 있다. 특히, 삼성전자 등 일부 국내기업들의 공급망 관리 역량은 세계 최고 수준³⁾으로 인정받고 있어서, 민간의 타 업체 뿐만 아니라 국방 분야에서도 삼성전자의 공급망 관리 운영 노하우를 벤치마킹해야 한다는 인식이 확산되고 있다.

하지만, 엄밀하게 얘기하면 흔히 성공사례로서 널리 제시되는 민간업체의 공급망 관리 기법은 대부분 ‘완제품(Final Product)’에 대해 적용되는 내용이다. 이들 기업들은 최종 소비자로의 판매실적 정보와 영업사원의 판매계획 정보, 생산업체의 생산계획 정보 및 제품 창고의 재고정보 등을 종합적으로 고려함으로써 최대한 시장의 상황에 맞는 제품을 적기에 생산하여 공급해 주는데 초점이 맞추어져 있다. 즉, 제품의 공급망 관리는 소비자의 주문과 판매계획을 고려하지 않은 밀어내기(Push) 방식의 공급이 아니라, 소비자의 주문과 판매계획을 고려하여 생산업체에서 시장 수요에 맞도록 Pull 방식으로 공급하는 기법을 의미한다.

그러나, 수리부속의 수요 특성은 완제품의 수요 특성과는 상당히 다르기 때문에 민간업체의 완제품 수준의 공급망 관리 운영 사례를 그대로 활용하기에는 많은 무리가 따른다. 실제로 공급망 관리 관점에서 수리부속은 여러 가지 측면에서 제품과 서로 상이하다(<표 1> 참조).

<표 1> 완제품과 수리부속의 수요 특성 차이⁴⁾

구분	완제품	수리부속
공급망 관리 목적	<ul style="list-style-type: none"> 완제품 적기 판매 및 판매 극대화 완제품 재고 감소 등 	<ul style="list-style-type: none"> 완제품 A/S시간 감소 서비스 자재 재고 감소 등
관리 대상	<ul style="list-style-type: none"> 비교적 소수(완제품) 	<ul style="list-style-type: none"> 다수(제품별/모델별/부품별 수요)
수요 발생 특성	<ul style="list-style-type: none"> 회사의 마케팅 정책에 좌우 영업사원 혹은 마케팅 활동에 의한 인위적 수요창출 및 판매 중단 경쟁사의 유사제품 수요에 의한 영향 	<ul style="list-style-type: none"> 제품 판매 이후 간접적인 수요 발생 제품에 종속된 수요로 간헐적 혹은 비정규적인 다량의 수요 발생 대체부품 사용 가능 제품 판매 이후에도 수요 발생

3) 지난 2009년 6월 세계적 IT 리서치회사인 AMR리서치는 ‘AMR리서치 2009년 공급망 톱25(The AMR Research Supply Chain Top 25 for 2009)’ 보고서에서 삼성전자의 SCM 역량이 세계 8위 수준이고, 특히 계획과 실행의 동기화에서 있어서는 세계 최고 수준이라고 평가하였다.

4) Ken Ruggles, Janet Suleski, and Dineli Samaraweera, "Service Part Planning Vendor Landscape: Managing the Service Level and Inventory Investment Tradeoff", AMR Research, 2005.6(일부보완)

특히, 수요 측면에서 제품과 수리부속과의 주요 차이점은 다음과 같다.

첫째, 수리부속은 제품과는 달리 인위적으로 판매를 발생시킬 수 없다.

제품의 경우 회사는 소비자에게 최대한 많은 수량을 판매하기 위해 다양한 마케팅 전략을 수립하고 적극적으로 영업 활동에 나서지만, 수리부속은 일반 소비자들을 대상으로 판매하지 않을 뿐만 아니라 아예 판매목표라는 것이 없다⁵⁾.

둘째, 수리부속은 제품처럼 인위적으로 수요를 중단시킬 수 없다.

제품은 회사에서 전략적으로 신제품의 판매를 촉진하기 위해 기존 유사제품의 판매를 중단시킬 수 있지만, 수리부속은 외부로부터 A/S 요청이 들어오므로 회사에서 임의로 소요 발생을 중단시킬 수 없다. 즉, 수리부속의 수요 발생여부는 회사가 결정하는 것이 아니라 소비자에 의해 결정된다.

셋째, 수리부속의 수요는 제품의 판매 이후 간접적으로 발생한다.

제품이 판매되지도 않았다면 해당 제품의 A/S에 필요한 수리부속의 수요는 발생되지 않는다. 따라서, 수리부속의 수요 발생은 독립적인 것이 아니라 제품의 판매수량과 판매 시기에 의해 종속되는 특성을 가지고 있다.

넷째, 일반적으로 수리부속의 수요는 제품보다 훨씬 장시간동안 발생된다.

도입 이후 최소한 20~30년 동안은 계속 운용되는 무기체계와는 달리 IT, 가전 등 민간제품은 수명주기가 1년 미만인 경우도 많을 정도로 대단히 짧다. 하지만, 일단 제품이 판매되면 제품 판매가 중단되거나 단종되더라도 A/S는 일정 기간 동안 의무적으로 수행해 주어야 한다. 심지어 냉장고 등 일부 가전제품의 경우는 생산이 종료된 지 10년 이상이 지난 제품에 대해서도 수리부속 수요가 발생하는 경우가 있다.

다섯째, 수리부속은 제품보다 훨씬 종류가 다양하다.

A/S 요청에 의해 발생하는 수리부속 수요는 제품을 구성하는 모든 부품을 대상으로 하기 때문에, 완제품보다 훨씬 대상 범위가 넓고 다양하다. 비록 제품별로 호환되는 공용 부품도 상당수 있지만, 다품종 소량생산 추세 등으로 인해 해당 제품 혹은 모델에서만 사용되는 전용 부품도 매우 많은 비중을 차지하고 있다⁶⁾⁷⁾⁸⁾.

5) 물론 제품에 부착되는 악세서리(예를 들면, 자동차용품의 와이퍼 등) 종류는 수리부속이지만 단독으로 판매된다. 하지만, 이와 같은 악세서리도 마찬가지로 제품에 종속되어 수요가 발생된다.

6) 민간업체에서는 설계 단계부터 기존에 개발되어 있는 부품을 최대한 활용하도록 많은 노력을 기울이고 있다. 부품을 여러 제품에 공용으로 사용할 경우 구매비용 절감, 재고운용 및 관리비용 절감, 구매의 안정성 증대 등 많은 정량적·정성적 효과가 있다.

7) 2007년 KIDA의 논문에 의하면 육군의 경우 K-9 자주포와 유사 궤도장비(K-55 자주포, K-77, K-1 전차 등)의 수리부속 상호 사용가능 품목은 1~8% 수준에 불과한 것으로 나타났다(출처 : 이성윤, “장비유지예산 진단 및 발전방향”, 『국방정책연구』, 제76호(2007년 여름), pp.43-80.).

8) 한국군의 경우에 각 군이 기본제원으로 관리하고 있는 품목은 육·해군은 각각 약 20만 종, 공군은 약

여섯째, 수리부속은 서로 보완하여 사용할 수 있는 대체관계가 있기 때문에, 수리부속 수요의 효과적인 대응을 위해서는 이러한 관계에 대한 고려가 필요하다.

비록 제품도 소비자가 원하는 A 제품의 재고가 없는 경우 유사한 A'제품을 구매하도록 유도할 수는 있지만, 이는 임의적이고 일시적으로 발생하는 것이다. 하지만, 수리부속은 α 부품의 재고가 일시적으로 없더라도, α' 부품이 대체관계라면 얼마든지 보완하여 수리에 사용할 수 있다⁹⁾.

마지막으로 수리부속은 전혀 예상하지도 못하게 종종 대량의 수요가 발생하는 경우도 있다.

제품의 생산과정에서 발생한 문제 혹은 품질점검 상 누락 등의 사유로 제품이 판매되고 난 이후 대량의 불량 발생되는 경우가 가끔씩 발생한다. 즉, 예상하지도 못하게 불량이 대량으로 발생한 수리부속의 교체를 위해 일시적으로 수리부속 재고가 결핍이 되어 장시간 수리가 지연되는 사례가 있다.

따라서, 수리부속의 수요 발생은 제품과는 상당히 다른 특성들이 많이 있기 때문에 수리부속에 적합한 공급망 관리 기법이 요구된다. 특히, 수요예측과 재고운영 관점에서는 다음 <표 2>와 같은 특성들이 반영될 수 있어야 한다.

<표 2> 수리부속 수요예측 및 재고계획에 반영되어야 할 특성

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 제품의 BOM(Bill of Material) 데이터를 기반으로 A/S에 소요되는 개별 부품 레벨까지 수요예측과 재고계획이 수립되어야 함. • 제품의 출시 혹은 판매 실적을 고려하여 수리부속의 수요를 예측할 수 있어야 함. • 제품의 판매중지 혹은 단종 이후 발생하는 수리부속 수요도 예측할 수 있어야 함. • 수리부속 수요의 변동성을 감안되어야 함. • 수리부속 간 대체관계가 고려되어야 함. |
|--|











민간에서는 이러한 수리부속의 특성을 고려한 별도의 공급망 관리 기법이 존재하는데, 흔히 서비스 공급망 관리 혹은 SPM(Spart Part Management)으로 불리고 있다. 실제로 일부 국외업체들은 이미 서비스 공급망 관리 기법을 도입·적용하여 고객서비스 수준 증대, 수리부속 재고 감소 등 상당한 효과를 거둔 것으로 알려져 있다.

다음 <표 3>은 국외 민간업체들이 서비스 공급망 관리 기법을 도입한 사례와 도입효과를 나타낸 것이다.

10만종에 이르고, 그 중 '08년도에 수요가 발생한 품목만 하더라도 육군이 34,418종, 해군이 26,415종, 공군은 31,884종으로 매우 광범위한 것으로 조사되었다(출처 : 선미선·우제웅, “한국군의 수리부속 수요예측 발전방안 연구”, 『국방정책연구』, 제25권제3호(2009년 가을), pp.201-234.)

9) 대체관계에 따라 α 와 α' 가 서로 사용할 수 있는 양방대체, α 가 필요한 경우 α' 를 사용할 수 있지만, α' 가 필요한 경우에는 α 를 사용할 수 없는 일방대체 혹은 색상대체 등 다양한 대체 관계가 존재한다.

<표 3> 서비스 공급망 관리 도입효과 사례¹⁰⁾

회사	업종	이슈항목	도입효과
	컴퓨터 판매	접수 당일 수리, 재고관리	서비스 수준 99.5%, 25% 과잉재고 파악 등
	서버 등 H/W, S/W	각 센터간 재고 불균형	200만불 비용 절감, 전사적 가시성 확보 등
	IP Telephony 등 통신장비	납품 충족률 저하	서비스 수준을 45%에서 95%로 증대, 수리부속 재고 10% 절감
	슈퍼 컴퓨터	과잉재고로 비용 증가	재고 27% 절감, 재고비용 1200만불 절감 등
	반도체 장비	최초 주문 충족	즉납률 93% 달성, 예약 파기율 50% 감소 등
	의료장비	가동시간 보장	Global 재고 최적화, 수백만불 과잉재고 파악
	정보저장 H/W	신규 및 단종부품 관리	과잉재고 1,200만불 감축, 부품가용성 98.5%
	네트워크장비	차별화된 고객 서비스	재고 수준 21% 감소, 즉납률 3% 증가
	통신장비	물류업체와의 협업 요구	63%의 재고 감소
	현금지급기 등	Planner 생산성, 고객 서비스 수준	매년 400만불 재고 유지비용 절감

수리부속 수요예측의 어려움

수요예측(Demand Forecasting)이란 ‘수요분석을 기초로 하여, 시장조사 등 각종 예측조사 결과를 종합하여 장래의 수요를 예측하는 일’을 말한다¹¹⁾.

수요예측 방법은 크게 정성적(qualitative) 방법과 정량적(quantitative) 방법으로 구분된다. 정성적 방법은 과거의 실적 데이터가 없거나 미흡하여 수리적 모형화가 불가능한 상황에서 일반 소비자의 선호도 혹은 전문가의 지식과 의견을 바탕으로 미래의 수요를 예측하는 방법이다. 시장조사법, 집단토의법, 델파이법, 비교유추법 등이 여기에 해당된다.

한편 정량적 방법은 과거 실적 데이터에 대한 통계적 분석을 통하여 미래의 수요패턴을 예측하는 것이다. 특히, 과거의 시계열(time-series) 데이터의 패턴을 분석하여 미래의 수요를 추정하는 방법이 가장 일반적으로 널리 이용되고 있다. 이러한 방법으로 예측하는 기법은 이동평균법, 가중평균

10) 서비스 공급망 계획 시스템을 판매하는 업체들이 제공하는 자료를 요약한 것임.

11) [출처]네이버 백과사전

법, 최소자승법, 지수평활법, 이중지수평활법, Winters방법(가법, 승법) 등이 다양하게 존재한다.

실제로 한국군은 과거의 수요 실적 기반으로 각 품목별로 수요예측 패턴에 따라 산술평균법, 이동평균법 등 수요예측 기법을 적용하고 있다(<표 4> 참조).

<표 4> 한국군의 수요예측 방법

군	적용 기법	주요 적용 수요추세
육군	산술평균법	• 연간수요가 대체적으로 비슷한 품목
	이동평균법	• 수요추세가 증가 혹은 감소 중이거나, 불규칙(추세선과 실제 수요량과의 편차가 큼)한 경우
	최소자승법	• 수요추세가 규칙적으로 증가 혹은 감소 중인 품목
해군	산술평균법	• 연간 수요가 대체적으로 비슷한 품목
	이동평균법	• 불규칙 수요품목
	최소자승법	• 수요추세가 감소 중인 품목
공군	가중이동평균법	• 수요추세가 증가 중인 품목(신규도입장비)
	선형이동평균법	
	추세분석법	
	단순지수평활법	
	선형지수평활법	

자료 : 선미선 · 우제웅, “한국군의 수리부속 수요예측 발전방안 연구”, 『국방정책연구』, 제25권제3호(2009년 가을), pp205

그러나, 수리부속의 과거 사용실적 데이터를 가지고 미래의 수요를 예측하는 것은 다음과 같은 이유로 인해 불가피하게 정확성에 한계를 가질 수 밖에 없다.

첫째, 이력데이터 기반 예측기법은 과거의 사용 실적 데이터를 입력값으로 하여 해당 실적 패턴을 가장 잘 반영하는 모형을 찾아서 적용하는 것이다. 따라서, 과거의 실적 데이터에 일정한 패턴이 있다면 나름대로 적합하지만, 수리부속은 이러한 패턴이 뚜렷하게 나타나지 않는 경우가 많다.

둘째, 애써 과거의 수요패턴에 가장 적합한 모형(예측기법 및 기율기 등의 예측 변수값)을 찾았다고 하더라도, 그러한 패턴이 미래에도 계속해서 가장 적합하다는 보장도 없다. 즉, 수리부속 사용 실적에 가장 적합한 예측기법은 항상 가변적이다.

셋째, 과거 실적에만 의존하는 수요예측은 과거 수요실적의 변동성에 대해서는 제대로 반영하기가 어렵다. 즉, 이력데이터 기반 수요예측은 과거 수요 실적이 일정 주기별(연도별, 반기별, 분기별, 월별 등)로 어느 정도 변동이 극심하였는가에 대해서는 제대로 반영이 되지 않고, 단지 과거에 발생한 실적값과 예측 모형에 의한 예측값과의 오차(=편차)만을 최소화하는 것이다. 따라서, 과거 수요의 변동성이 클수록 예측의 정확성이 낮아지게 된다.

넷째, 수요예측 자체에는 수리부속의 공급 변동성에 대해서는 전혀 반영되지 않는다. 예를 들어,

다음 달의 수요예측 수치가 20개로 산출되었다고 해서 다음 달에 20개의 수리부속이 반드시 적시에 획득될 수 있다는 것을 의미하지는 않는다. 실제로는 업체에서 수리부속의 생산이 원활하지 않거나 수배송 문제 등으로 인해 수리부속 공급에 차질이 발생할 수도 있다. 특히, 해외 도입품인 경우에는 더욱 그러한 우려가 높다¹²⁾.

끝으로, 수리부속의 수요량은 제품의 판매 수량과 판매 시기에 크게 영향을 받는다. 따라서, 제품의 판매가 최근 급격하게 증가하였다면, 수리부속도 지금까지의 사용실적 수준보다 훨씬 더 많은 수요가 발생할 가능성이 높다.

다만, 제품의 판매 수량 변동이 심하지 않고 비교적 제품 품질도 상당히 안정적인 단계에 있어서 수리부속의 수요량이 일정한 패턴(pattern)을 가지는 경우에는 수리부속의 과거 사용실적으로 향후 수요량을 예측하더라도 상당히 높은 정확성을 가질 수 있다.

결론적으로 과거의 수리부속 사용실적만을 기반으로 수요를 예측하는 방법은 수요예측 기법을 고도화하는 노력만으로는 장비가동률 향상, 수리시간 단축 및 수리부속 재고 감소 등의 개선효과를 일정수준 이상 향상시키는 것은 한계가 있다.

따라서, 군수지원의 성과 향상을 위해서는 수요예측 기법의 최적화 이외에도 수리부속의 재고를 적정 수준으로 유지하기 위한 합리적인 재고계획의 수립도 반드시 필요하다¹³⁾.

본 연구에서는 우선 과거의 수리부속 사용실적과 공급의 변동성, 수요의 변동성을 종합적으로 고려하여 적정재고(안전재고와 운영재고)의 수준을 산출하는 방법을 소개한다.

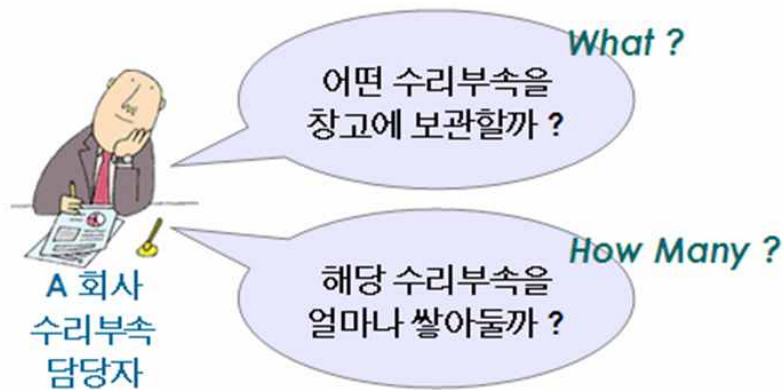
12) '06년 육군본부의 '정비종합발전계획'에 따르면 육군의 경우 주요 전투장비 수리부속의 해외 의존율은 18~88%에 이르고 있고, 신규 해외조달 수리부속의 39%가 최소 36개월의 획득기간이 소요되는 것으로 제시되었다(출처 : 이성윤, "장비유지예산 진단 및 발전방향", 『국방정책연구』, 제76호(2007년 여름), pp.43-80)

13) 제품단위에 적용하는 일반적인 공급망 관리에서도 단순히 과거의 판매실적을 기반으로 수요예측 기법을 적용하여 산출된 향후 판매 예측 수량은 말 그대로 참조값에 불과하다. 왜냐하면 향후 제품의 판매수량은 과거의 판매실적보다는 회사의 마케팅 전략과 해당 제품을 판매하는 영업사원들의 의지와 노력에 따라 좌우되기 때문이다. 예를 들어, 아무리 과거 판매수량이 낮아서 예측기법에 의한 수요예측값이 낮게 산출되더라도 정작 판매를 담당하는 영업사원이 적극적인 판매 의지를 가지고 노력을 한다면 생산공장에서는 영업사원을 믿고 해당 수량을 생산하여 공급해줄 수 밖에 없다. 물론 영업사원은 자신이 목표로 한 수량대로 해당 시기에 판매를 해야 하는 책임을 가진다. 한편, 회사 차원에서도 전략적으로 특정 제품의 출시를 중단하고 대체 상품을 대대적으로 판매에 나서는 경우도 많아서 과거의 제품의 판매실적은 큰 의미가 없다. 따라서, 이런 측면에서 보면 완제품 분야에서도 과거의 실적만을 기반으로 수요를 예측하여 바로 재고로 확보하는 것은 상당히 비현실적이다.

III. 수리부속 적정재고 수량 산출방법

수리부속 적정재고의 정의와 기준

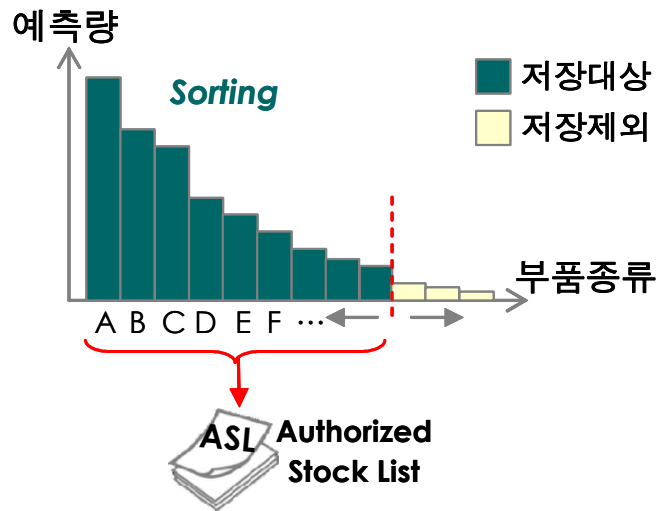
수리부속 재고를 계획하는 담당자가 가진 최대의 고민은 어떤 수리부속(What)을 보관해야 하는가와 해당 수리부속을 얼마나 많이(How many) 보관해야 하는가 일 것이다.



<그림 1> 수리부속 재고담당자의 고민

먼저 보관 대상 수리부속을 결정하는 것 즉, 인가저장품 목록(ASL; Authorized Stock List)을 결정하는 기준은 여러 가지 기준들이 있지만, 원칙적으로는 향후 일정 수준 이상 수요가 발생할 것으로 예상되는 수리부속을 선정하는 것이 바람직하다. 즉, 수요예측을 수행한 결과 예측된 수량이 상 위 일정 비율 이내에 포함되는 수리부속들만 선정하는 방식이다.

<그림 2>는 모든 수리부속들을 대상으로 수요예측을 한 뒤 예측된 수량이 가장 많은 순으로 정렬한 뒤 예측수량이 일정 기준 이상일 경우 인가저장품목에 포함시키는 것을 나타낸다. 다만, 수리부속 계획 담당자는 인가저장품목에 포함되었더라도 더 이상 재고 보충이 필요 없는 수리부속은 제외하는 한편 수요가 드물게 발생하더라도 특별히 저장이 요구되는 수리부속은 인가저장품목에 포함시키는 등 고유의 재고관리 정책에 따라 보관하게 될 품목을 결정할 필요가 있다.



<그림 2> 수요예측 수량 기준 인가저장품목 결정 방식

한편, 인가저장품목에 포함된 수리부속을 얼마나 많이 보관하는 것이 적정 수준인가 하는 문제는 다양한 요소에 의해 좌우되기 때문에 상당히 결정하는 것이 어렵다. 예를 들어, 향후 수요예측 수량이외에도 재고보충 시 소요되는 시간, 수리부속의 가격, 수리부속의 물리적인 크기(창고의 면적 제한 반영), 보관 시 파손율, 제품의 판매실적과 수명주기 등 다양한 요소에 대한 고려가 필요하다(<그림 3> 참조).

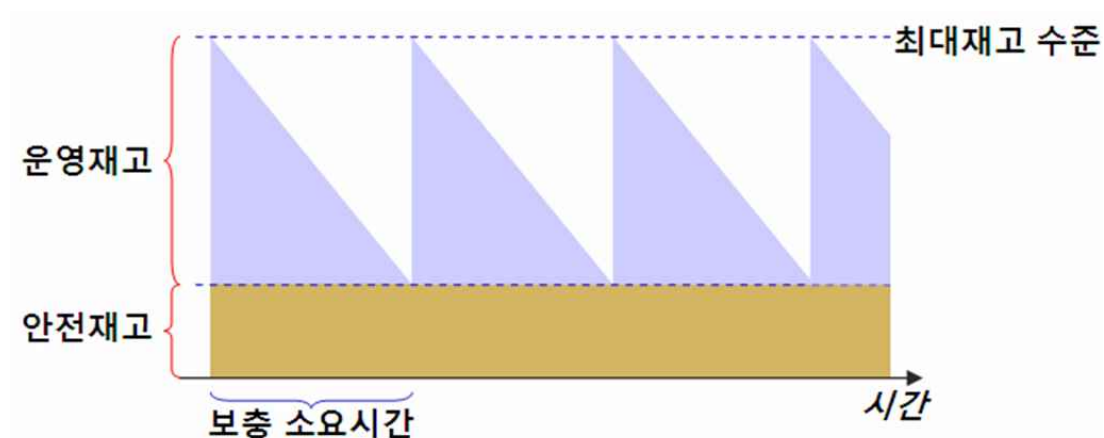


<그림 3>수리부속 재고량 결정 시 고려요소(예시)

그러나, 수리부속의 크기와 가격, 파손율 등 부수적인 고려사항들을 일단 제외한다면, 결국 재고 보유 수준은 지금 보충 주문을 내더라도 재고보충 소요시간까지 얼마나 수요가 발생할 것인가와 그 동안 얼마나 결품(즉, 재고고갈)의 위험을 감수할 것인가에 따라 결정된다. 전자는 운영재고

(Pipeline Stock) 수준을 결정하고, 후자는 안전재고(Safety Stock) 수준을 결정한다. 즉, 인가저장품의 적정재고 수준은 안전재고 수량과 운영재고 수량의 합으로 이루어진다.

안전재고와 운영재고와 관련된 가장 단순화된 재고운영 모델은 다음 <그림 4>와 같다. 즉, 재고관리자는 최대재고 수준(=안전재고 수량+운영재고 수량)까지 보유하고 있다가, 보충 시 소요되는 시간(즉, 보충 주문 후 창고 입고시점까지 소요되는 시간으로 <그림 4>의 모델에서는 보충 소요시간이 동일하다고 가정)을 감안하여 적정 시점에 필요한 수량만큼 보충 주문을 발주하는 형태이다¹⁴⁾.



<그림 4>수리부속 재고운영 사례(가장 단순한 모델)

하지만 실제로는 재고의 감소량과 보충 시 소요되는 시간은 많은 불확실성을 내포하고 있어서 이러한 모델과 같은 방식으로 운영되는 것은 매우 드물다. 다시 말해서 갑자기 수리부속 수요가 예측 수량보다 훨씬 더 많이 발생할 수도 있고, 보충 시 소요되는 시간도 생산업체 혹은 물류회사의 사정으로 인해 지연될 수도 있다. 사실 이런 경우가 더 일반적이다.

따라서, 이러한 경우가 발생하면 운영 재고가 모두 소진될 가능성이 높기 때문에, 만약 여분의 재고를 비축해두지 않았다면 신규 수리부족을 확보하는 시간까지 수리가 지연되는 문제가 발생하게 된다. 이와 같은 위험을 최소화하기 위해 여분의 안전재고를 보유함으로써 수리부속 재고 소진을 예방하여 적기 수리를 보장할 수 있다.

하지만, 안전재고는 방금 언급한대로 재고고갈이라는 위기 상황에 대처하기 위해 보유하게 되는 여분의 재고이므로, 자칫 재고수준을 불필요하게 과다하게 가져가도록 만들 수도 있다. 즉, 안전재고 수준을 너무 낮게 운영하면 재고 고갈의 위험도가 커지는 반면, 안전재고 수준을 너무 높게 설

14) 엄밀하게 말하면 보충주문 발주는 재고 수준이 재발주점(Reorder Point)점 이하일 때 이루어지지만, 본 사례에서는 이해를 쉽게 하도록 하기 위해 재발주점에 대한 내용을 포함시키지는 않았다.

정하면 재고고갈의 위험은 줄어들지만 재고 관련비용이 지나치게 높아지게 된다.

그러므로, 수리부속의 적정재고 수준을 결정하기 위해서는 우선적으로 안전재고 수준을 어떻게 결정하는 것인지에 대한 이해가 선행되어야 한다.

안전재고 수량 산출 방법

안전재고는 수요의 불확실성과 공급 시간의 불확실성에 대응하는 재고이므로 안전재고 수량에 영향을 미치는 요소는 크게 수요예측 값 외에도 수요 변동성, 공급 변동성 그리고 재고 담당자가 감수할 결품 위험도(Shortage Risk Ratio) 등이 있다. 즉, 안전재고 수량은 다음 <그림 5>와 같이 수요예측 값, 수요변동성, 공급변동성, 결품위험도의 함수에 의해 결정된다.

$$SS_{lev} = f(fcst, D_{var}, S_{var}, Risk_{lev})$$

where

$$SS_{lev} = \text{안전재고 수준} \quad fcst = \text{수요예측값} \quad D_{var} = \text{수요변동성}$$

$$S_{var} = \text{공급변동성} \quad Risk_{lev} = \text{결품위험도}$$

<그림 5> 적정 안전재고 산출 시 영향요소

각 항목별 상세 설명은 다음과 같다.

(1) 수요변동성

단위 시간별(예를 들어, 일별, 주별, 월별, 분기별, 연도별) 수요는 일정하지 않다. 따라서, 이러한 수요의 변동성을 안전재고에 반영하기 위해 단위 시간별 수요의 평균과 표준편차가 다음 <그림 6>과 같이 평균이 μ_D 이고, 표준편차가 σ_D 인 정규분포(Normal Distribution)를 따른다고 가정한다.

$$D \sim N(\mu_D, \sigma_D^2)$$

where μ_D = 수요의 평균, σ_D = 수요의 표준편차

<그림 6> 수리부속 수요의 분포(정규분포라고 가정)

그러면, 수요의 변동성으로 인해 발주 후 입고시까지 소요 시간 즉, 보충시간(LT) 동안의 수리부속 수요는 다음 <그림 7>과 같이 평균이 $LT \times \mu_D$, 표준편차가 $\sqrt{LT} \times \sigma_D$ 인 정규분포를 따른다. 단, 이 때 보충시간 LT는 동일한 값 즉, 상수라고 가정한다. 따라서, 보충시간이 항상 동일한 경우 보충시간 동안의 수리부속 수요는 약 68%의 확률로 $LT \times \mu_D \pm \sqrt{LT} \times \sigma_D$ 이내에 포함된다.

$$D_{LT} \sim N(LT * \mu_D, LT * \sigma_D^2)$$

where LT = 보충시간

<그림 7> 수요변동성으로 인한 보충시간 동안의 수리부속 수요의 분포(보충시간은 고정값)

(2) 공급변동성

위 ‘(1) 수요변동성’에서는 보충시간(LT)은 상수라고 가정하였지만, 사실 발주 후 입고시까지 소요되는 시간 즉, 보충시간 또한 일정하지 않다. 즉, 생산업체의 수리부속 생산지연 혹은 물류 이동시간의 변동 등 다양한 요인들로 인해 보충시간은 가변적이다. 따라서, 이러한 공급의 변동성을 안전재고에 반영하기 위해 보충시간의 평균과 표준편차가 다음 <그림 8>과 같이 각각 μ_{LT} 이고, 표준편차가 σ_{LT} 인 정규분포를 따른다고 가정한다.

$$LT \sim N(\mu_{LT}, \sigma_{LT}^2)$$

where μ_{LT} = 보충시간의 평균, σ_{LT} = 보충시간의 표준편차

<그림 8> 수리부속 보충시간의 분포(정규분포라고 가정)

그러면, 만약 단위시간 당 수요가 D개로 항상 동일하다고 가정한다면 보충시간의 변동성으로 인해 발주 후 입고시까지 소요 시간 즉, 보충시간 동안의 수리부속 수요는 다음 <그림 9>와 같이 평균이 $D \times \mu_{LT}$, 표준편차가 $D \times \sigma_{LT}$ 인 정규분포를 따른다. 따라서, 단위시간 당 수요가 항상 동일할 경우 보충시간 동안의 수리부속 수요는 약 68%의 확률로 $D \times \mu_{LT} \pm D \times \sigma_{LT}$ 이내에 포함된다.

$$D_{LT} \sim N(D * \mu_{LT}, D^2 * \sigma_{LT}^2)$$

where LT = 보충시간

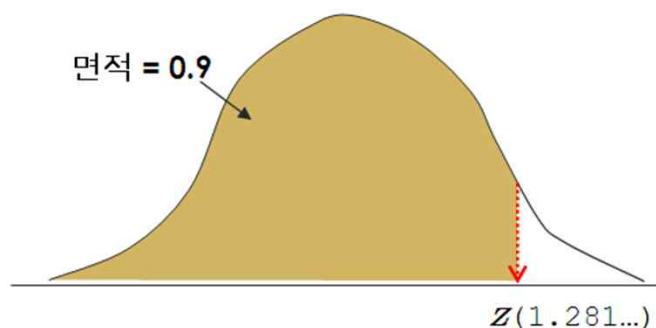
<그림 9> 공급변동성으로 인한 보충시간 동안의 수리부속 수요의 분포(수요는 고정값)

(3) 결품위험도(=서비스 수준)

결품위험도는 수요변동성과 공급변동성으로 인해 재고가 모두 소진될 Risk를 어느 정도까지 감수할 것인가를 나타내는 지표로서, 서비스 수준이라고도 불린다. 예를 들어, 결품위험도가 5%라고 하면 수리부속의 수요에 대해 확률적으로 재고 부족이 발생할 수 있는 확률을 5%로 한다는 의미를 가진다(결국 서비스 수준을 95%로 하겠다는 것과 동일하다).

따라서, 결품위험도(=서비스 수준)는 안전재고 수준에 직접적인 영향을 미친다. 만약 결품위험도를 0%(즉, 서비스 수준을 100%)로 하여 향후 수리부속 수요가 몇 개가 발생하더라도 보유하고 있는 재고로서 모두 대응하겠다고 하면 보유해야 할 안전재고 수량은 이론적으로는 무한대가 된다¹⁵⁾.

이 때, 안전재고 수량 산출 시 결품위험도는 평균이 0이고, 표준편차가 1인 단방향 표준정규분포 상에서 면적이 $(1 - \text{결품위험도})(\%)$ 이 되는 X축의 값 즉, z 의 값으로 반영된다. 예를 들어, 다음 <그림 10>은 결품위험도를 10%(=고객서비스는 90%)로 하였을 경우의 z 의 값을 나타낸다. 누적표준정규분포에서 면적이 0.9에 해당하는 X축의 값 즉, z 의 값은 약 1.281이다.



<그림 10> 결품위험도가 10%일 경우의 z 값 산출 예시

결품위험도에 따른 z 값은 MS Excel에서 'NORMSINV()' 함수를 사용하여 손쉽게 산출할 수 있다. 예를 들어, 결품위험도가 10% 즉, 고객서비스가 90%일 경우의 z 값은 $\text{NORMSINV}(0.9) = 1.28155193933735...$ 이다.

이러한 방식으로 주요 결품위험도별로 z 값을 구한 결과는 다음 <표 5>와 같다. <표 5>에서도 알 수 있지만 결품위험도가 10%일 때보다 1%일 경우 z 값은 1.2816에서 2.3263으로 약 1.8배 정도 증가하고, 만약 결품위험도를 0.01%가 되면 z 값은 약 3.7191로서 90% 대비 약 2.9배가 증가한다.

15) 물론 결품위험도가 0%라고 하더라도 현실에서는 품질사고 등으로 인해 수리부속이 과거의 사용실적보다 비정상적으로 훨씬 더 많은 수요가 발생하다면 재고 부족이 발생할 수 있다.

<표 5> 결품위험도(서비스 수준)에 따른 z값 분포

결품위험도	서비스 수준	z 값	결품위험도	서비스 수준	z 값
40%	60%	0.2533	5%	95%	1.6449
30%	70%	0.5244	4%	96%	1.7507
20%	80%	0.8416	3%	97%	1.8808
15%	85%	1.0364	2%	98%	2.0537
10%	90%	1.2816	1%	99%	2.3263
8%	92%	1.4051	0.1%	99.9%	3.0903
6%	94%	1.5548	0.01%	99.99%	3.7191

(4) 안전재고 수준

최종적으로 안전재고 수준은 앞의 (1), (2), (3)에서 제시한 수요변동성, 공급변동성과 결품위험도에 의한 z값 등이 모두 반영되어 다음 <그림 11>과 같은 공식에 의해 산출된다.

$$S/S = z \sqrt{\mu_{LT} \sigma_D^2 + \mu_D^2 \sigma_{LT}^2}$$

<그림 11> 안전재고 수준 산출 공식

좀 더 이해를 돕기 위해 구체적인 용어로서 다시 제시하면 다음 <그림 12>와 같다. 단, 수요는 월(month) 단위로 산출되고, 보충 시간은 일(day) 단위로 산출된다고 한다. 따라서, 시간단위를 일(day)로 표준화 하기위해 다음과 같이 1달이 평균 30일이라는 가정으로 계산에 포함한다. 또한, 안전재고는 미래의 수요를 대비하는 목적으로 활용되므로, 위 <그림 11>의 산출 공식에서는 과거의 수요의 평균값(μ_D)을 제시하였으나, 실제로는 수요예측값(fcst)이 더 적합하므로 이것을 대신 적용한다.

$$S/S = (z_{값}) * \sqrt{\text{보충시간 평균} * \frac{(\text{수요실적 편차})^2}{30} + \left(\frac{\text{수요예측 값}}{30} \right)^2 * (\text{보충시간 편차})^2}$$

<그림 12> 안전재고 수준 산출 공식(구체화 후)

안전재고 수량의 민감도 분석(Sensitivity Analysis)

앞의 <그림 12> 공식을 활용하여 각각 수요변동성(즉, 수요실적 편차), 공급변동성(즉, 보충시간 편차), 결품위험도(즉, z 값)의 변화에 따라 안전재고 수량에 어떻게 달라지는지 파악을 하기 위해 각 항목별로 수치를 조금씩 다르게 조정하여 민감도 분석을 수행하였다.

단, 초기 데이터는 다음 <표 6>과 같이 설정하여 적용하였다. 본 초기 데이터를 입력값으로 <그림 12>에서 제시된 공식에 대입시켜 산출된 안전재고 수량은 약 80개¹⁶⁾ 이다. 즉, 아래와 같은 조건이라면 운영재고 이외에 80개의 수리부속을 안전재고로 추가로 보관해야 한다.

<표 6> 안전재고 관련 변수의 초기 설정값과 초기 안전재고 수량

항목	초기값
보충시간 평균	25일
보충시간 표준편차	5일
다음 달의 수요예측값	100개/월
과거 수요실적 편차	50개
결품위험도	5%(=서비스 수준 95%)
1개월	30일
안전재고 산출 결과	약 80개

(1) 수요편차의 변화에 따른 안전재고 민감도 분석 결과

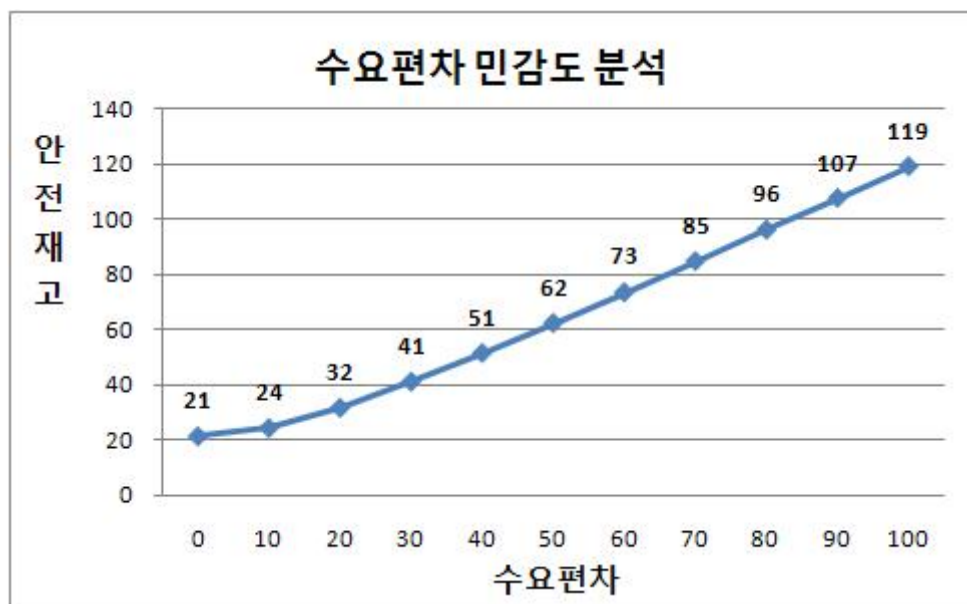
과거 수요실적의 변동성 즉, 수요편차가 변함에 따라 안전재고 수량이 어떻게 변화하는지 살펴본 결과는 다음 <표 7>과 <그림 13>과 같다. 수요편차가 전혀 없을 때 즉, 매달 과거의 수요가 모두 일정했다고 하면 공급의 변동성(본 예시에서 보충시간 편차는 5일이라고 가정) 때문에 27개의 안전재고가 요구되고, 수요편차가 증가할수록 안전재고 수량은 지속적으로 증가하는 것을 알 수 있다.

만약 과거의 수요실적의 편차가 매우 커져서 수요편차의 값이 100이 된다면 다른 조건들이 <표 6>과 같을 경우 안전재고로 153개를 확보해야 하고, 만약 수요편차가 200이 된다면 302개로 거의 두 배로 증가한다.

16) $1.6449 * \text{SQRT}(25 * 50^2 / 30 + (100 / 30)^2 * 5^2)$

<표 7> 수요실적 편차의 변화에 따른 안전재고 수량 변화

수요편차	안전재고 수량(증가량)	수요편차	안전재고 수량(증가량)
0	27(-)	60	94(14)
10	31(4)	70	109(15)
20	41(10)	80	123(14)
30	53(12)	90	138(15)
40	66(13)	100	153(15)
50	80(14)(기본값)	200	302(149)



<그림 13> 수요실적 편차의 변화에 따른 안전재고 수량 변화

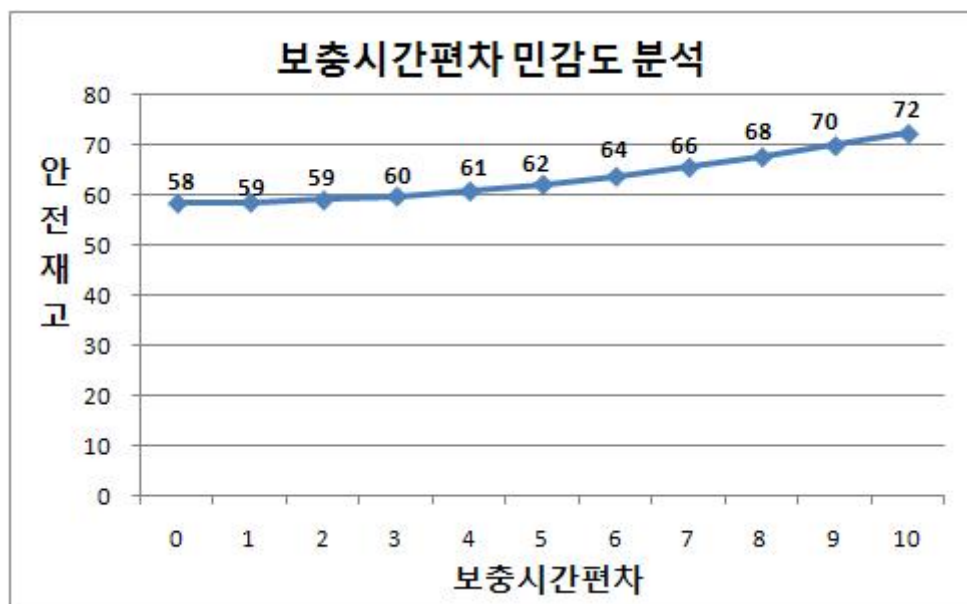
(2) 보충시간 편차의 변화에 따른 안전재고 민감도 분석 결과

한편, 과거 공급시간의 변동성 즉, 보충시간 편차가 변함에 따라 안전재고 수량이 어떻게 변화하는지 살펴본 결과는 다음 <표 8>과 <그림 14>와 같다. 보충시간 편차가 전혀 없을 때 즉, 과거 주문부터 보충이 될 때까지 모두 동일한 시간이 소요되었을 때는 수요의 변동성(본 예시에서 수요 편차는 50이라고 가정) 때문에 75개의 안전재고가 요구된다.

보충시간 편차가 증가할수록 안전재고 수량은 상당히 완만하게 비교적 일정한 수량만큼 증가하는 추세를 알 수 있다. 예를 들어, 만약 과거 보충시간 편차가 10이 된다면 93개의 안전재고가 필요하고, 20으로 된다면 133개로 증가된다.

<표 8> 보충시간 편차의 변화에 따른 안전재고 수량 변화

보충시간편차	안전재고 수량(증가량)	보충시간편차	안전재고 수량(증가량)
0	75(-)	6	82(2)
1	75(0)	7	84(2)
2	76(1)	8	87(3)
3	77(1)	9	90(3)
4	78(1)	10	93(3)
5	80(2)(기본값)	20	133(40)



<그림 14> 보충시간 편차의 변화에 따른 안전재고 수량 변화

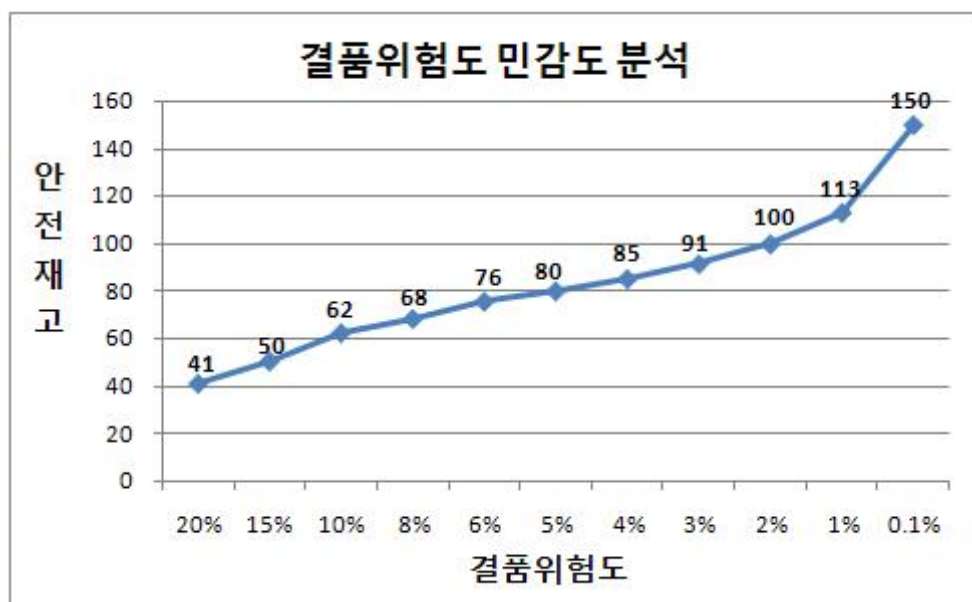
(3) 결품위험도 변화에 따른 안전재고 민감도 분석 결과

결품위험도의 변화에 따라 안전재고 수량이 어떻게 변화하는지 살펴본 결과는 각각 <표 9>, <그림 15>와 같다. 결품위험도를 낮게 설정할수록(=즉 서비스수준을 높게 설정할수록) 필요한 안전재고 수량은 계속 증가하며, 특히 결품위험도를 최소화할수록 안전재고 수량은 급격하게 증가한다.

예를 들어, 결품위험도를 3%에서 2%로 낮출 때는 9개의 재고만 더 필요하나, 2%에서 1%로 더 낮추면 13개의 재고가 더 요구되고, 더욱이 1%에서 0.1%로 줄이면 37개의 재고가 추가로 요구된다. 따라서, 결품위험도의 수준에 따라 추가로 요구되는 안전재고 수량의 변동이 비교적 크다는 것을 알 수 있다.

<표 9> 결품위험도의 변화에 따른 안전재고 수량 변화

결품위험도	안전재고 수량(증가량)	결품위험도	안전재고 수량(증가량)
20%	41(-)	4%	85(5)
15%	50(9)	3%	91(6)
10%	62(12)	2%	100(9)
8%	68(6)	1%	113(13)
6%	76(8)	0.1%	150(37)
5%	80(4)(기본값)	0.01%	181(31)



<그림 15> 결품위험도의 변화에 따른 안전재고 수량 변화

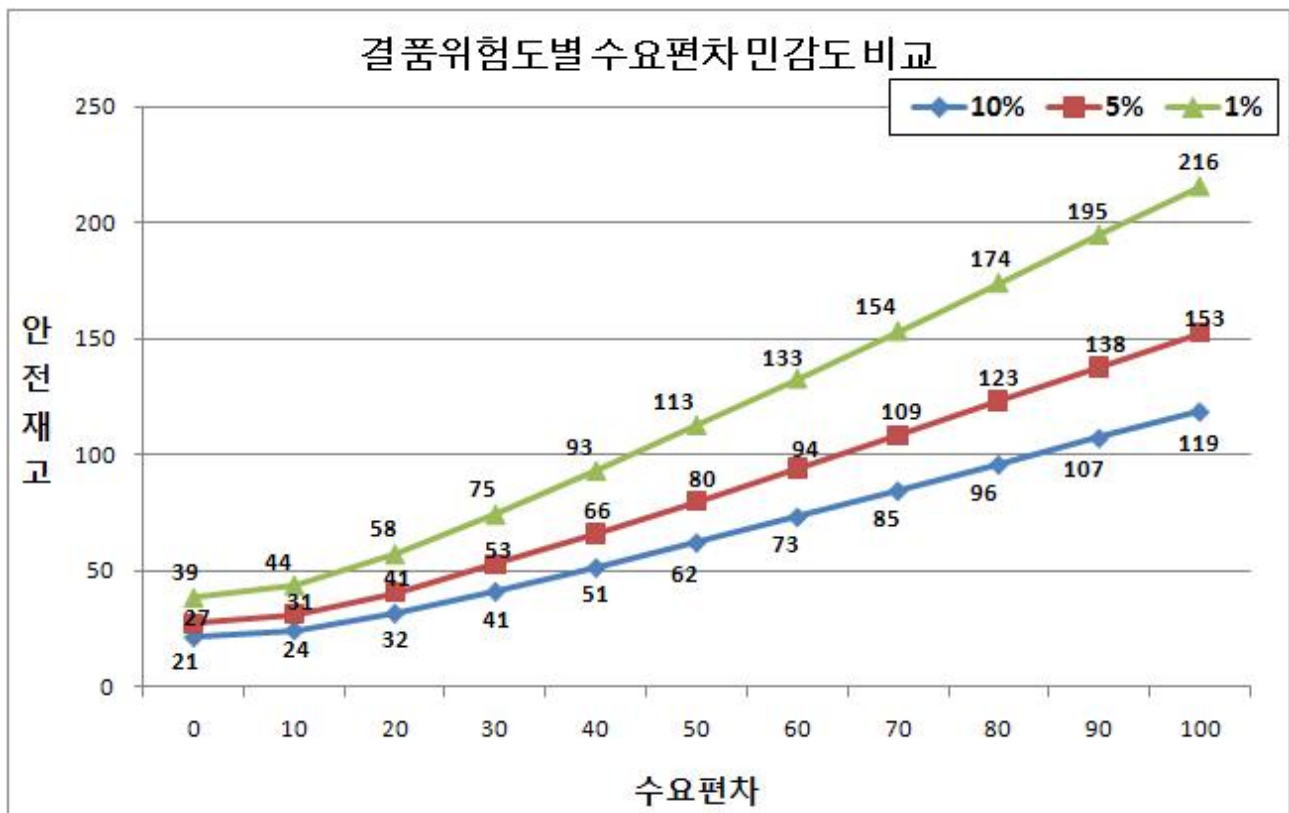
(4) 결품위험도의 변화에 따른 수요편차별 안전재고 민감도 분석

수요편차와 결품위험도 요소가 동시에 변화될 경우 두 요소의 변화에 따라 안전재고 수량이 어떻게 변동되는지를 살펴보았다. 당연히 결품위험도를 낮게 할수록, 그리고 수요편차가 클수록 필요한 안전재고 수량이 증가하지만, 특히 결품위험도가 낮으면 수요편차의 증가에 따라 안전재고 수량의 증가폭이 더욱 커진다.

예를 들어, <표 10>과 <그림 16>에서 수요편차가 40에서 50으로 증가되면 결품위험도가 처음 10%에서 각각 5%, 1%로 감소할수록 안전재고는 각각 3개(=18-15), 6개(=33-27)로 증가폭이 더욱 커진다. 따라서, 수요편차가 클 경우 결품위험도를 조금만 더 낮게 설정해도 안전재고의 수량의 증가폭은 훨씬 더 커져서 수리부속 재고가 과다하게 운영될 위험성이 증가된다.

<표 10> 결품위험도의 변화에 따른 수요편차별 안전재고 수량 비교

수요편차	결품위험도		
	10%	5%(증가량)	1%(증가량)
0	21	27(6 ↑)	39(12 ↑)
10	24	31(7 ↑)	44(13 ↑)
20	32	41(9 ↑)	58(17 ↑)
30	41	53(12 ↑)	75(22 ↑)
40	51	66(15 ↑)	93(27 ↑)
50	62	80(18 ↑)	113(33 ↑)
60	73	94(21 ↑)	133(39 ↑)
70	85	109(24 ↑)	154(45 ↑)
80	96	123(27 ↑)	174(51 ↑)
90	107	138(31 ↑)	195(57 ↑)
100	119	153(34 ↑)	216(63 ↑)
200	235	302(67 ↑)	426(124 ↑)



<그림 16> 결품위험도의 변화에 따른 수요편차별 안전재고 수량 비교

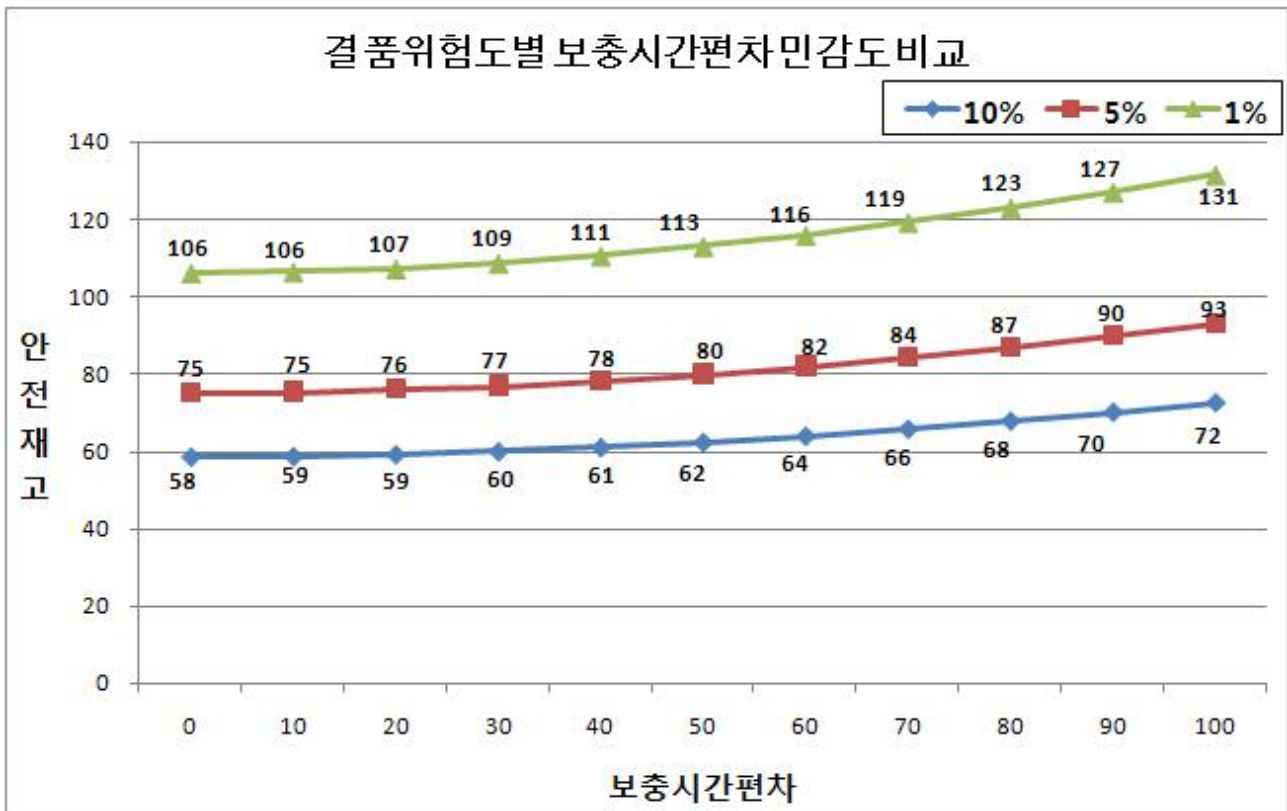
(5) 결품위험도의 변화에 따른 보충시간 편차별 안전재고 민감도 분석

이번에는 보충시간 편차와 결품위험도 요소가 동시에 변화될 경우 두 요소의 변화에 따라 요구되는 안전재고 수량이 어떻게 변동되는지를 살펴보았다. 당연히 결품위험도를 낮게 할수록, 그리고 보충시간 편차가 클수록 안전재고 수량이 증가한다. 하지만, 보충시간 편차가 증가함으로써 추가로 요구되는 안전재고 수량의 증가폭은 결품위험도 수치에 관계없이 전반적으로 비슷하다.

예를 들어, <표 11>과 <그림 17>에서 보충시간 편차가 4에서 5로 증가할 경우 결품위험도가 처음 10%에서 각각 5%, 1%로 감소하더라도 안전재고의 증가폭은 1로 동일하다. 따라서, 결품위험도 설정 시 보충시간 편차에 대해서는 비교적 심각하게 고려할 필요는 없음을 알 수 있다.

<표 11> 결품위험도의 변화에 따른 보충시간 편차별 안전재고 수량 비교

보충시간 편차	결품위험도		
	10%	5%	1%
0	58	75(17 ↑)	106(31 ↑)
1	59	75(17 ↑)	106(31 ↑)
2	59	76(17 ↑)	107(31 ↑)
3	60	77(17 ↑)	109(32 ↑)
4	61	78(17 ↑)	111(32 ↑)
5	62	80(18 ↑)	113(33 ↑)
6	64	82(18 ↑)	116(34 ↑)
7	66	84(19 ↑)	119(35 ↑)
8	68	87(19 ↑)	123(36 ↑)
9	70	90(20 ↑)	127(37 ↑)
10	72	93(21 ↑)	131(39 ↑)
20	104	133(29 ↑)	188(55 ↑)



<그림 17> 결품위험도의 변화에 따른 보충시간편차별 안전재고 수량 비교

안전재고 수량의 합리화 방안

앞서 언급하였듯이 안전재고는 운영재고와는 달리 예기치 않은 과다수요 발생 혹은 공급의 지연 등으로 인해 재고가 바닥이 나는 비상상황에 대비하기 위해 가져가는 여분의 재고이다. 즉, 안전재고를 불필요하게 많이 보유하면 재고에 과잉투자되어 예산 배분의 불균형이 심화되고, 반대로 안전재고를 지나치게 낮게 보유하면 재고부족이 빈번하게 발생하여 수리지연을 초래하게 된다.

따라서, 과연 안전재고를 얼마나 보유하는 것이 가장 적절한지가 재고계획 수립 시 가장 중요하면서도 어려운 문제이다.

앞서 민감도 분석 사례에서도 알 수 있듯이 안전재고는 과거의 수요실적 편차가 적을수록, 보충시간 편차가 적을수록(그리고 보충시간 자체도 짧을 경우도 안전재고 수량이 줄어든다), 결품위험도를 높게 설정할수록 낮아진다¹⁷⁾.

17) 실제로 <그림 12>에서 제시한 안전재고 산출 공식에서도 수요실적 편차와 보충시간 편차가 0이 되면 안전재고 수량은 0으로 산출된다.

따라서, 재고 결품 발생을 방지하면서도 안전재고 수량을 가급적 낮게 보유하기 위해서는 다음과 같은 방안들이 필요하다.

(1) [방안 1] 수요실적 편차를 적정수준으로 축소시킴.

사실 수요실적은 이미 과거 수요가 발생한 결과이기 때문에 인위적으로 실적을 조작할 수는 없다. 하지만, 안전재고 수량 산출에 반영하는 수요실적은 별도의 항목으로 관리를 하고 필요하다면 수치를 조정하여 가급적 수요실적 편차를 균등하게 보완하는 것이 바람직하다.

예를 들어, 예기치 않은 품질사고가 발생하여 특정 수리부속의 수요가 대량으로 한꺼번에 발생한 사례 등 일상적으로 발생하기 어려운 비정상적인 수요는 사실상 이상치(outlier)이기 때문에 과다한 수요편차 산출을 방지하기 위해 가급적 통상적인 수준으로 수요실적을 조정하는 것이 좋다.

예를 들어, 과거 매월 수요가 10~30개 수준이었던 수리부속이 특정 월에 제품의 품질사고로 인해 갑자기 몇 백개가 사용되었다면 대략 30개 이내로 보정하여 수요를 예측하는 것이 합리적이다.

이 이외에도 해당 수리부속에 대해 잘 알고 있는 전문가로서 도저히 정상적인 수요로 보기 어려운 사건의 발생으로 인해 수요편차가 과도하게 높게 나온다면, 적절한 수준으로 조절하는 것이 안전재고를 불필요하게 과다 보유하게 되는 위험성을 줄일 수 있다.

(2) [방안 2] 보충시간 편차와 보충시간 평균을 최소화시킴.

보충시간 편차가 적을수록 정해진 기간 내에 보충이 될 가능성이 높으므로 보유해야 하는 안전재고 수량이 줄어든다. 또한, 보충시간 평균도 줄어들면 재고가 부족해지는 시점에 보충 주문을 해도 빠른 시간 내에 보충이 가능해지므로 굳이 안전재고를 많이 보유할 필요가 없어진다.

사실 보충시간과 편차를 줄이는 것은 1, 2차 협력업체 → 생산업체 → 중앙물류창고(CDC) → 지역별 물류창고(RDC) → 수리부속 창고 등으로 이어지는 각 부문별 소요 시간을 감소시키는 것으로서 공급망 관리에서 해결하고자 하는 근본적인 과제이므로 쉽지는 않다. 즉, 1, 2차 협력업체부터 최종 수리부속 창고까지 이어지는 공급망 간 정보가 실시간적으로 연계되고, 수배송 물류 네트워크가 최적으로 운영되어야 보충시간 평균과 편차가 최소화될 수 있다.

하지만, 안전재고 산출 관점에서는 과거의 보충시간 데이터 중 이상치(outlier)를 가진 데이터를 보정함으로써 보충시간 및 편차를 적정수준으로 조정할 수는 있다. 예를 들어, 과거의 평균적인 보충시간이 거의 대부분 8일에서 10일 사이에 분포하였는데, 몇 건의 경우에서 이보다 훨씬 더 많이 시간이 소요된 사례가 있었다면, 그 원인을 분석하여 비정상적인 경우(수송트럭의 예기치 않은 고장 발생 혹은 태풍 등 자연재해로 인한 지연 등)이라면 보충시간 평균과 보충시간 편차를 산출할

때 제외시키는 것이 타당하다.

근본적으로는 아예 생산업체가 수리부속 창고를 직접 운영하면서 창고 내 재고 보유 현황을 수시로 확인하여 재고부족 사태가 발생하기 전에 선(先)보충하거나, 업체가 수리부속 창고 바로 근처에 위치하여 생산업체로부터 수리부속 창고까지 소요되는 시간을 사실상 0으로 만들면 안전재고 수준을 더욱 줄일 수 있다. 특히, 전자의 경우 최근 우리 군에서도 적극적으로 도입을 진행하고 있는 성과기반군수(PBL)와 관련이 많다.

(3) [방안 3] 결품위험도 수치(=고개서비스 수준)를 적정 수준으로 설정함.

결품위험도는 앞서의 사례에서도 알 수 있듯이 안전재고의 수준에 크게 영향을 주는 요소이면서, 동시에 재고계획 담당자가 임의로 설정이 가능한 요소이다. 따라서, 안전재고 수량 산출 시 특히 유의해야 하는 요소이지만, 문제는 결품위험도를 어느 정도로 설정하는 것이 가장 적절한가에 대해서는 명확한 정답이 없다는 것이다. 사실 이 항목은 재고계획 담당자의 해당 수리부속에 대한 지식, 향후 목표치, 그리고 시행착오를 토대로 설정된다.

예를 들어, 과거에 결품위험도를 10%로 설정하여 운영하였는데, 자주 수리부속 결품이 발생한다면 5% 정도(혹은 그 이하)로 더욱 낮추는 것이 좋고, 반대로 결품위험도를 5%로 설정하였는데도 수리부속 결품이 거의 발생하지 않았다면 결품위험도를 10% 수준(혹은 그 이상)으로 올리는 것이 바람직하다.

(4) [방안 4] 각 수리부속별로 특성에 맞도록 차별화된 재고관리 정책을 수립함.

당연한 얘기이지만 각 수리부속들은 수요 패턴이나 보충시간, 단가, 물리적인 형상, 보관방법, 결품 시 발생하는 처리비용 수준 등이 모두 다 다르기 때문에 각 특성별로 차별적인 관리가 필요하다. 재고계획 관점에서도 적정재고 산출 시 적용하는 주요 변수값을 각자의 특성에 맞도록 적절히 설정하되, 특히 결품위험도는 사용자가 임의로 설정하는 값이므로 각 수리부속마다 적정 수준으로 별도로 설정한다.

만약 결품 발생의 최소화가 무엇보다도 중요한 수리부속은 결품위험도 수치를 되도록 낮게 설정하고, 결품 발생보다는 재고를 과다하게 가져가는 것이 더 문제가 되는 수리부속은 결품위험도 수치를 다소 높게 유지한다.

한편, 해당 수리부속의 단가, 물리적인 크기, 기타 보관 방법에 의한 제약(예를 들어, 특별한 형태의 지지대 혹은 보관용기가 필요하여 일정 수량 이상 보관이 어렵다는 등) 등을 감안하여 최종적으로 산출된 안전재고 수량의 직접적인 조정도 필요하다.

운영재고(Pipeline Stock) 수량 산출 방법

운영재고는 수리 요청이 접수되었을 때 즉시 사용하기 위해서 보관하는 재고로서, 보유 수량이 일정 기준(재발주점이라고 부른다) 이하로 낮아지면 다시 보충을 한다.

운영재고 수준을 산출하는 로직은 안전재고를 산출하는 로직보다 단순하다. 가장 단순한 모델 사례는 다음과 같다. 향후 1개월 동안 필요한 예측수량이 모두 100개인데, 보충 시 소요시간이 평균 15일이 소요된다면 최대 15일치의 재고인 50개만 운영하면 된다. 즉, 안전재고를 제외한 운영 재고 수량이 50개인 시점에 다시 50개의 보충주문을 내면 된다.

물론 실제로는 보충시간의 편차가 존재하여 실제 보충시간이 15일을 초과할 수도 있고, 수요의 편차 때문에 15일 동안의 실제 수리부속 수요도 50개 보다 훨씬 더 많이 발생할 수 있다. 따라서, 원칙적으로 운영재고 또한 수요편차와 공급편차를 감안하여 산출되어야 하나, 실제로 이러한 불확실성 때문에 여분의 안전재고를 가져가는 것이므로, 만약 운영재고까지 불확실성을 반영한다면 수리부속 재고를 너무 과다하게 가져갈 우려가 크다.

따라서, 본 연구에서는 운영재고의 수량은 수요예측량과 단순히 평균 보충시간만을 감안하여 산출하는 것으로 단순화하였다.

가장 단순화한 형태의 운영재고 산출공식은 다음 <그림 18>과 같다. 즉, 월별 수요예측량을 30으로 나누어 일별 예측량으로 전환한 후, 평균적인 보충소요일을 곱하여 운영재고를 산출한다. 즉, 현재 시점에서 일별 예측량과 평균 보충소요일의 곱이 다음 보충 시까지 소요될 것으로 예상되는 수량이다.

$$OS_{Lev} = fcst/30 * \mu_{LT}$$

where OS_{lev} = 최대운영재고 수준

$fcst$ = 월별 수요예측값 μ_{LT} = 평균 보충소요일

<그림 18> 운영재고수준 산출 공식

만약 현재 보유 중인 재고 수량이 산출된 운영재고 계획 수량보다 많다면 현재 보충주문을 낼 필요는 없고, 만약 같다면 오늘 보충주문을 내어야 한다. 만약 현재 보유 중인 재고 수량이 산출된 운영재고 계획 수량보다 더 적다면, 이론적으로는 현재 보충 주문을 낸다고 하더라도 보충이 될 시점 이전에 이미 재고가 다 소진된다(이런 경우 때문에 안전재고를 보유한다).

원래는 보충주문을 내는 시점을 결정하는 재고 수준을 재발주점(ROP; Reorder Point)라고 하고, ROP는 다음 <그림 19>처럼 재발주점과 안전재고 수량의 합으로 결정된다. 이러한 내용은 일반적인 재고관리 교재에도 상세히 소개되고 있으므로, 본 연구에서는 보다 자세한 내용은 생략한다.

$$\text{ROP} = \text{OS}_{\text{Lev}} + \text{SS}_{\text{Lev}}$$

where ROP = 재발주점(Reorder Point)

OS_{lev} = 최대운영재고 수준 SS_{Lev} = 안전재고 수준

<그림 19> 재발주점 산출 공식

IV. 제품 연계 수리부속 수요량 예측 방법

제품 연계 수리부속 수요량 예측 개요

처음에 언급한대로 수리부속의 수요는 제품의 판매 및 운영 수량과 밀접한 관계가 있다. 제품의 판매가 증가하여 현장에서 사용되는 제품 수량이 계속 증가한다면 수리부속의 수요도 꾸준히 증가하는 추세를 가진다. 반대로 제품의 판매가 중단되어 현장에서 사용되는 제품이 더 이상 증가하지 않고 오히려 제품이 폐기되어 점차 감소된다면 수리부속의 수요는 점차 감소하는 추세를 가지게 된다.

따라서, 앞의 II장에서 소개한 바와 같이 과거의 수리부속 사용실적을 기반으로 미래의 수리부속 수요를 예측할 수도 있지만, 제품의 판매 및 운영정보를 활용하여 수리부속의 수요를 예측하는 방법도 가능하다. 후자의 방식에 의한 수요예측 방법은 제품 연계 수리부속 수요량 예측 방법이라고 불린다.

예를 들어, 어느 민간업체는 시장에 처음 출시되는 제품은 A/S 요청 발생 시 바로 대응하기 위해서 제품 100대당 주요 수리부속을 1개씩 추가로 생산하여 해당 지역에 배치하는 이른바 '1% Spare Rule'을 운영하고 있다. 즉, 한국군의 동시조달수리부속(CSP)¹⁸⁾와 유사한 개념이다. 이러한 방식은 제품의 판매 수량과 수리부속의 수요량을 연계하여 예측하는 하나의 사례이다.

제품 연계 수리부속 수요량 예측 시 요구되는 데이터

제품과 연계하여 수리부속 수요를 예측하기 위해서는 제품과 수리부속간의 관계를 나타내는 BOM(Bill of Material) 데이터 및 제품의 사용수량 데이터, 향후 제품의 판매계획 데이터와 함께 수리부속의 사용율(usage rate) 데이터가 확보되어야 한다.

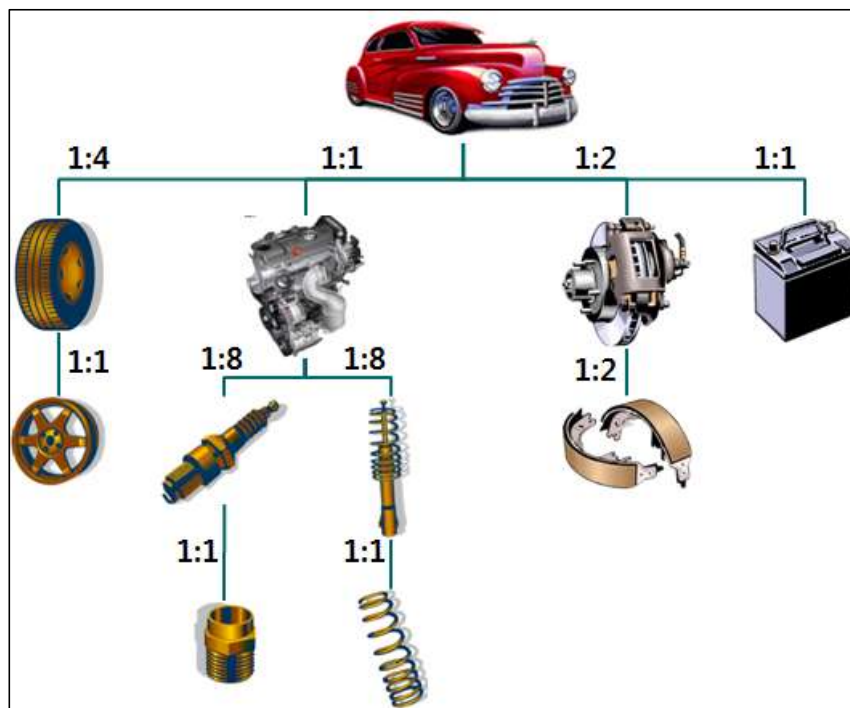
각 항목별로 자세한 설명은 다음과 같다.

18) CSP는 초도 및 후속 보급되는 장비의 필수 소요 수리부속품을 장비와 동시에 조달하여 효율적인 장비유지 및 정비관리를 도모하기 위한 수리부속품으로, 통상 3년분을 일시에 반영하여 연차별로 획득하고 있다 (출처 : 이성운, “장비유지예산 진단 및 발전방향”, 『국방정책연구』, 제76호(2007년 여름), pp.43-80).

(1) 제품의 BOM 데이터 정보

완성품(Final Product)은 다양한 구성품(Assembly), 부분품(Sub-Assembly), 부품(Parts)들로 구성된다. 이러한 상하위 계층구조를 나타내는 것이 BOM 데이터이다¹⁹⁾. 다음 <그림 20>은 자동차에 대한 BOM 구조의 예시를 나타낸다. 즉, 제품 1 unit에 대해서 구성품과 부분품, 부품 등이 각각 몇 개씩 포함되어 있고, 상하위 관계가 어떻게 구성되어 있는지를 알 수 있다.

따라서, 제품의 BOM 데이터는 제품 정보와 수리부속과의 관계를 맺어주는 가장 중요한 기초자료로서 BOM 데이터를 기반으로 제품의 판매수량으로부터 수리부속의 분포 수량을 파악할 수 있다.



<그림 20> 자동차의 BOM 정보 예시

(2) 해당 지역에 운영되고 있는 제품 수량

해당 지역에 이미 판매되어 운영 중인 제품 수량은 현재 배치되어 있는 수리부속 수량을 도출하는데 사용된다. 즉, 제품의 수량과 BOM 데이터로부터 수리부속의 배치 수량을 도출한다. 예를 들어, 만약 자동차가 특정 지역에 100대가 판매되었다면, 자동차에는 타이어 4개, 엔진 1개, 배터리 1개씩 장착되므로 해당 지역에는 타이어 400개, 엔진 100개, 배터리 100개가 배치된 것이다.

19) 엄밀하게 말하자면 BOM에도 설계BOM(E-BOM), 생산BOM(M-BOM), 서비스BOM(S-BOM)등 여러 가지 종류가 있으나, 본 연구에서는 특별히 어떤 것을 지정하지는 않는다. 원칙적으로 제품과 하위부속품과의 상하위관계 및 제품 1 unit당 포함되는 수리부속의 수량 정보가 포함되어 있으면 된다.

(3) 해당 지역 제품별 판매계획

제품별 판매계획 데이터는 향후 해당 지역에 어느 정도 제품이 추가 판매되어 결과적으로 수리 대상 부품들이 각각 몇 개가 증가할 것인가를 파악하는데 활용된다. 예를 들어, 해당 지역에 제품이 100개가 추가로 판매예정이고, 제품 1 unit 내에 수리부속 α 가 4개씩 포함되어 있다면 결과적으로 400개의 수리부속 α 가 해당 지역에 증가된다.

(4) 사용율(Usage Rate) 데이터

사용율이란 해당 지역에 분포되어 있는 전체 수리부속 수량 대비 실제 수리부속이 소요된 비율을 나타낸다. 예를 들어, 어느 지역에 수리부속 α 가 1,000개가 배치되어 있는데 그 동안 수리부속이 평균적으로 15개 사용되었다면 사용율은 0.15%이다.

제품이 처음 출시되었을 때는 해당 제품의 수리 실적이 없으므로 사용율도 0이지만, 제품이 판매되어 계속 사용될 경우 수리소요가 지속적으로 발생하여 수리부속의 사용율이 산출될 수 있다. 제품 판매 초기에는 사용율 값의 변동이 많을 수 있지만, 시간이 지나면서 수리부속 사용율은 대체로 특별한 품질사고가 발생하지 않는 이상 어느 정도 안정적으로 변동된다.

사용율은 수리부속 사용 실적에 따라 계속 변화되기 때문에, 단위시간별로 사용율의 값을 계속 갱신해야 한다. 이 때, 사용율 값의 변경 주기는 수요예측 주기와 일치시키는 것이 바람직하다. 즉, 수요예측이 월 단위로 이루어질 경우 사용율 값도 직전 월에 발생한 실적을 반영하여 새로 산출한다. 월 단위로 신규 사용율을 산출하는 로직은 다음 <그림 21>과 같다²⁰⁾.

$$U_{new} = \sqrt{U_{old} * u'}$$

where U_{new} = 신규 사용율, U_{old} = 이전 사용율
 u' = 직전 월의 사용율

<그림 21> 신규 사용율 산출 로직

예를 들어, α 수리부속의 지금까지의 사용율은 1.50%(즉, 수리부속 1,000개당 평균 15개의 α 수리부속 소요 발생)였는데, 직전 월에는 제품의 추가 판매가 없이 α 수리부속이 20개가 사용되었다고 가정하자. 이 경우 신규 사용율은 1.732%(=SQRT(1.5 * 2.0))이다. 즉, 이번 달에는 직전 달에 제품

20) 직전 3개월 간의 평균으로 산출해도 무방하며, 이 경우 필요 시 직전월의 사용율에 더 높은 가중치를 줄 수도 있다.

의 추가 판매가 없었다면 수리부속이 17.3개가 사용될 것이라고 예측할 수 있다.

만약 이번 달에 제품 500대가 추가 판매될 예정이고, 해당 제품 1대당 수리부속 α 가 1개씩만 포함되어 있다면 해당 지역의 전체 수리부속 분포 규모는 1,500개가 된다. 이 경우 사용율이 1.732%로 일정하다고 가정하면 다음 달에는 전체 1,500개의 1.732%인 약 26.0개가 사용될 것이라고 예측할 수 있다.

제품 연계 수리부속 예측 방법 적용 시 전제사항

제품 연계 수리부속 예측방법이 제대로 활용되기 위해서는 각 특정 지역별로 수리부속이 모두 몇 개가 분포(population)되어 있는지 최대한 정확히 집계되는 것을 기본 원칙으로 한다. 따라서, 본 방법을 적용하기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 전제조건이 충족되어야 한다.

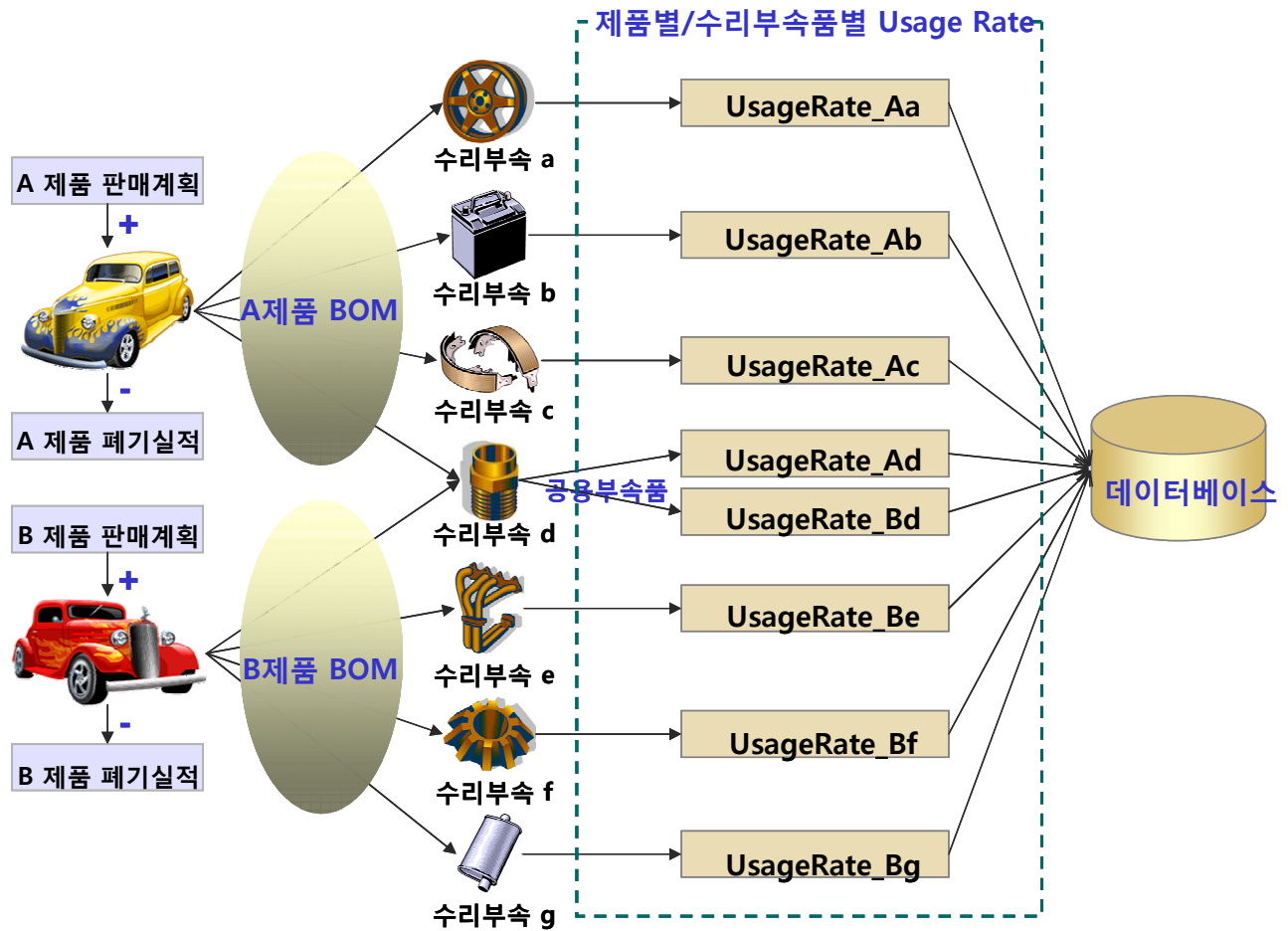
첫째, 제품이 특정 지역 내에서만 운용되고, 타 지역으로의 이전 혹은 교환이 최소화되는 것이 바람직하다. 만약 이전하더라도 그 정보가 적시에 수집되어 수요예측에 반영되어야 한다. 예를 들어, 제품은 영국에서 판매되었는데 실제 프랑스에서 사용된다면 그 제품은 영국이 아닌 프랑스를 대상으로 수요를 예측할 때 포함되어야 할 것이다.

둘째, 제품이 폐기되어 더 이상 수리요청이 들어오지 않는 수량 즉, 폐기 실적을 파악하는 것이 바람직하다. 즉, 특정 지역에 운용중인 전체 수량은 제품이 신규로 판매되면 증가하는 반면 폐기가 되면 감소된다. 예를 들어, 어느 지역의 운용 중인 제품이 1,000대였으나, 지난 달에 100대가 폐기되었다면, 이제 해당 지역에는 900대가 사용되며, 감소된 제품 수량을 토대로 수요를 예측해야 한다.

셋째, 어떤 수리부속들은 둘 이상의 제품에 동시에 사용되어 경우가 있어서 즉, 공용 수리부속이기 때문에 사용율은 제품별 및 수리부속별로 각각 산출해야 한다. 예를 들어, 수리부속 α 는 제품 A와 제품 B에 동시에 사용되더라도 제품에 따라서 A/S 요청 발생빈도가 서로 상이하기 때문에 A와 B에 대한 α 의 사용율을 각각 별도로 관리해야 한다.

결국 제품 연계 수요예측을 위해서는 지역별, 제품별로 제품의 분포현황을 실시간적으로 집계될 수 있어야 하고, 사용율도 지역별·제품별·수리부속별로 각각 구분하여 산출·관리해야 하므로 Excel 등을 통한 수작업 방식으로는 많은 분량의 데이터를 계속 축적·관리하는 것은 매우 곤란하다.

따라서, 다음 <그림 22>와 같이 제품과 관련된 정보(판매계획, 폐기실적), 제품별 BOM 정보, 지역별·제품별·수리부속별 사용율 정보 등을 통합 관리할 수 있는 정보체계의 활용이 필수적이다.



<그림 22> 제품연계 수리부속 예측관련 데이터 관리 개념도

제품 연계 수리부속 예측 방법의 활용사례 - 제품 단종 시 수리부속 수요량 예측

제품은 일정 시점까지만 판매가 되고 더 이상 생산 및 판매를 중단하더라도 서비스 수리는 그 이후에도 오랜 기간동안 지속적으로 발생하므로 수리부속의 소요는 계속된다. 하지만, 단종되는 제품에 소요되는 수리부속이 타 제품에는 사용되지 않는 전용부속품일 경우 제품의 생산 중단과 함께 수리부속의 생산도 중단된다.

따라서, 수리부속의 생산이 중단되는 시점에는 향후 소요될 수리부속의 총 수량을 예측하여 일괄적으로 확보해야 하는데 향후 어느 정도의 수리부속 소요가 발생할지를 예측하여, 적정한 수량의 수리부속을 확보하는 것이 중요하다.

만약 과도하게 예측하여 수리부속을 너무 많이 확보할 경우 수리부속 구매비용과 관리비용의 증

가 뿐만 아니라 향후 더 이상 필요가 없어진 수리부속을 폐기해야 하는 낭비가 발생한다. 반대로 과소하게 예측하여 수리부속을 너무 적게 확보하면 향후 수리가 불가능해지는 상황이 발생하고 심지어 생산설비를 재설치하거나 금형을 다시 제작하는 등 막대한 손실을 초래하게 된다.

제품 혹은 부품 단종 이후 발생될 수리부속의 수량을 예측하는 방법은 전통적인 방법인 과거의 수리부속 사용실적을 토대로 향후 수요량을 예측하는 방식도 적용할 수 있으나, 이보다는 앞서 제시한 제품의 단종 정보와 제품 폐기예정 정보, 사용율 등을 토대로 한 제품 연계 수요예측 방법을 활용하는 것이 더욱 적합하다.

예를 들어, 제품 및 부품의 단종 시점에 이미 제품이 1,000개가 운용되고 있고, 수리부속 a의 사용율은 1.5%, 매년 100대씩 제품이 폐기될 예정이라고 하자. 더 이상 제품의 추가 공급이 없으므로 매년 제품은 100대씩 감소된다고 하면, 처음에는 15개($=1,000 \times 1.5\%$), 그 다음해엔 13.5개($=900 \times 1.5\%$)씩 예측되어 마지막인 10년차에는 1.5개($=100 \times 1.5\%$)가 되어 모두 82.5개의 수리부속 확보가 필요하다(<표 12> 참조).

<표 12> 부품 단종 시 향후 소요 예측수량 산출 예

연차	제품 분포수량	수리부속 소요 예측량	연차	제품 분포수량	수리부속 소요 예측량
1	1,000	15	6	500	7.5
2	900	13.5	7	400	6
3	800	12	8	300	4.5
4	700	10.5	9	200	3
5	600	9	10	100	1.5
합계					82.5

제품 연계 수리부속 예측 방법의 국방 분야 적용 가능성

지금까지 살펴본 제품 연계 수리부속 예측방법은 특히 제한적인 지역에서 제품의 운용 현황과 추가 배치 계획, 제품의 폐기 계획 등의 정보가 잘 알려져 있을 경우 특히 적합하다.

실제로 미국의 Dell사는 PC 등 컴퓨터의 판매 뿐만 아니라 컴퓨터를 수리하는 업무(A/S)를 사업화하여 추가적인 수익을 거두고 있는데, 회사나 관공서 등을 대상으로 제품 연계 수리부속 예측방법을 적용하여 A/S 요청에 적절하게 대응하고 있다. 이 때, Dell사로부터 PC 등을 구매한 회사는 통상 회사 건물 내에서만 사용되므로 공간이 한정되어 있고, 회사에서 운영되고 있는 모든 PC 현황

정보는 부서별, 개인별 보유수량까지 모두 집계·관리하고 있다. 또한, 향후 PC의 업그레이드 및 추가 구매 혹은 PC 폐기 계획 등도 미리 수립한다. 따라서, 이러한 조건은 제품 연계 수리부속 예측 방법을 적용하기에 매우 적합한 환경을 제공한다.

그런데, 우리 군도 이와 같은 환경으로 운용되고 있어서 제품 연계 수리부속 예측방법을 적용하기에 상당히 적합하다. 다음 <표 13>과 같이 국방분야는 장비가 대부분 한국 내에서만 운용되고, 특히 지역별/부대별로 보유 장비 수량이 관리되고 있다. 또한, 향후 추가 전력화, 도태·폐기, 성능개량 및 창정비 계획 등의 일정과 대상 장비 수량이 구체적으로 계획되고 있다.

따라서, 국방분야는 제품 연계 수리부속 방법을 적용할 수 있는 기본 여건은 갖추어져 있는 상태이다. 다만, 각 장비별 BOM 정보를 기반으로 수리부속별 사용율을 산출·관리하는 제반 업무 프로세스와 관련 데이터 관리가 이루어지지 않고 있으므로, 당장 본 예측 방법을 적용하는 데에는 어려움이 존재한다.

<표 13> 제품 연계 수리부속 방법의 국방분야 적용 가능성

제품 연계 수리부속 예측방법 적용 조건		국방분야 현황	충족여부
제품 운용지역이 제한적이어야 한다.	→	한국 내에서만 운용된다.	충족
현 운영 중인 제품 수량이 식별되어야 한다.	→	지역별/부대별로까지 보유 중인 장비 내역 및 수량 등이 관리되고 있다.	충족
향후 제품의 판매(=배치)계획이 관리되어야 한다.	→	JSOP, 국방중기계획, 예산편성 등을 통해 향후 연도별 전력화 일정, 수량 등이 구체적으로 계획된다.	충족
제품의 폐기 계획이 관리되어야 한다.	→	각 장비별 도태·폐기 계획이 사전에 수립된다.	충족
제품별 업그레이드 계획이 관리되어야 한다.	→	기 보유 장비의 성능개량 및 창정비 계획이 사전에 수립된다.	충족
지역별, 제품별, 수리부속별로 사용율이 관리되어야 한다.	→	아직까지 사용율을 관리하기 위한 제반 여건이 마련되지는 않았다.	미충족

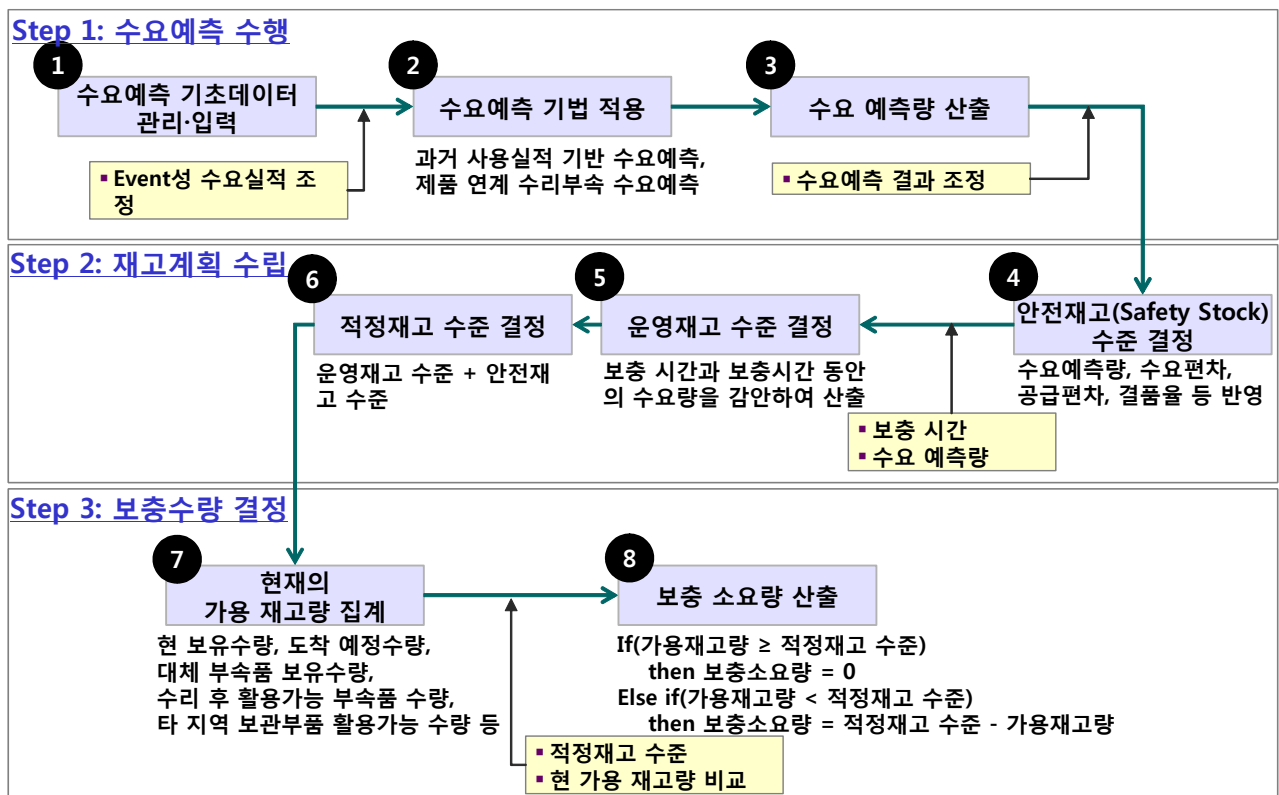
V. 수리부속 공급망 관리 운영 체계

수리부속 보충 소요량 산출 절차

지금까지 적정재고 수량(특히, 안전재고 관점에서) 산출 방법과 제품 연계 수리부속 예측 방법에 대해 소개를 하였다. 이러한 방법들은 향후 수리부속 재고를 어느 정도 보유하는 것이 적절한지를 계획하는데 활용되고, 최종적으로는 현 시점에 수리부속을 추가로 보충하도록 주문(order)을 낼 것 인지와 몇 개의 수리부속을 주문해야 하는지 등을 결정하는 기준이 된다.

다음 <그림 23>은 수리부속의 수요를 예측하는 단계부터 보충 소요량을 산정하는 단계까지 전체 절차를 나타낸다.

수리부속 보충 소요량을 산출하는 절차는 <그림 23>과 같이 ‘수요예측 수행’ → ‘재고계획 수립’ → ‘보충수량 결정’ 등으로 구성된다. 각 단계별 상세 설명은 다음과 같다.



<그림 23> 수리부속 보충 소요량 산출 절차

(1) Step 1 : 수요예측 수행 단계

수요예측 수행 단계는 크게 ‘수요예측 기초데이터 관리·입력’ → ‘수요예측 기법 적용’ → ‘수요예측량 산출’ 등으로 구성된다.

먼저 수요예측을 위해서는 관련 기초데이터를 관리·활용해야 한다. 다만 적용할 수요예측 기법에 따라 요구되는 기초데이터가 상이하다. 수리부속의 수요량을 예측하는 방법은 앞서 제시한대로 과거의 수리부속 사용실적을 토대로 수요예측 모형을 적용하여 산출하는 방법과 제품 정보와 연계하여 수리부속 수요를 예측하는 방법이 있다.

과거 수리부속 사용실적을 적용하는 예측 방법은 수리부속별 사용실적 외에는 특별히 기초데이터가 더 많이 요구되지는 않지만, 제품 연계 예측 방법은 제품 운용현황 데이터, BOM 데이터, 사용율 데이터 등 비교적 많은 기초데이터가 관리·적용되어야 한다.

한편, 수요예측 결과의 정확도를 더욱 높이기 위해서는 이상치(outlier)에 해당하는 비정상적인 수요 실적은 조정하는 것이 바람직하다.

본 단계에 대한 자세한 설명은 앞서 제시하였으므로 여기서는 생략한다.

(2) Step 2 : 재고계획 수립 단계

재고계획 수립 단계는 크게 ‘안전재고 수준 결정’ → ‘운영재고 수준 결정’ → ‘적정재고 수준 결정’ 등으로 구성된다.

재고 계획은 앞서 제시한대로 수요예측 결과와 함께 수요편차, 공급편차, 결품위험도 목표 등을 감안하여 어느 정도 재고(안전재고와 운영재고)를 보유하는 것이 적정한지 결정하는 단계이다. 본 단계에 대한 자세한 설명은 이미 제시하였으므로 여기서는 생략한다.

(3) Step 3 : 보충수량 결정 단계

마지막 보충수량 결정 단계는 크게 ‘현 가용 재고량 집계’ → ‘보충 소요량 산출’ 등으로 구성된다.

본 단계는 재고계획 수립을 통해 산출된 적정재고 수준과 현재 가용할 수 있는 수리부속 수량을 감안하여 현 시점에서 추가로 발주해야 하는 보충 주문 수량을 결정하는 단계이다.

보충해야 하는 수량을 결정하기 위해서는 우선적으로 현재 몇 개의 수리부속이 확보되어 있는가를 집계해야 하는데, 현재의 가용 수리부속 수량은 단순히 현재 보관하고 있는 수량 이외에도 다양한 수량이 포함될 수 있다. 현 가용 수량에 포함되어야 할 추가 수량에는 다음과 같은 것들이 있다.

■ 이미 예전에 주문을 내어서 도착하기로 되어 있는 수량(=기 발주량)

예전에 발주되어 도착 예정인 수량은 당연히 현재의 가용수량에 포함된다. 아직 도착되지 않았다고 해서 현 가용수량에서 제외한다면 수리부속을 이중으로 발주를 하게 된다.

■ 대체 부속품 보유 수량

수리부속품은 고장난 부속품과 일치하는(identical) 부속품이 없더라도 대체하여 수리에 활용할 수 있는 대체 부속품이 존재한다. 예를 들어, 수리부속품 α 와 α' 는 형상은 같으나 재질이 약간 다르거나 색상이 상이한 경우 α 부속품이 없더라도 α' 부속품으로 대신 수리에 사용할 수 있다. 따라서, 이러한 부속품 간의 상호 대체관계를 감안하여 대체품의 보유재고까지 가용재고에 포함시킨다. 물론 α 와 α' 가 서로 대체하여 사용할 수 있는 관계이라는 것은 기초데이터로 관리가 되어야 한다.

■ 수리 후 재활용 가능한 부속품(=재생품) 수량

고장난 부속품들은 원칙적으로는 폐기하는 것이 당연하지만, 그 중 일부는 수리를 통해 새 부속품과 동일한 성능을 가진 것으로 환원될 수 있다. 따라서, 만약 현재 보관 중인 고장난 부속품 중에서 수리를 통해 재활용할 수 있는 것이 있다면 가용재고에 포함시킨다. 물론 재생 부속품을 재활용하는 것은 어디까지나 신(新) 부속품과 동일한 성능과 수명주기를 가질 수 있는 경우로 한정하는 것이 좋다. 단, 이미 수리가 종료된 부속품은 현 보유재고 수량에 포함된다.

■ 인근의 타 지역 보관 부속품 활용가능 수량

만약 인근의 타 지역에 수리에 필요한 수리부속품이 보관되어 있고, 빠른 시간 내에 이전받아 수리에 활용할 수 있다면 굳이 생산업체로 신규로 보충 주문을 낼 필요는 없다. 인근 지역에 보관되어 있는 수리부속품을 바로 가져와서 수리에 활용하면 된다. 따라서, 타 지역에 보관되어 있는 부속품 수량도 가용재고에 포함시킬 수 있다.

물론 가져와서 사용할 수 있는 지역 범위는 회사의 정책과 소요 시간 등에 따라 달라진다. 예를 들어, 아무리 타 지역에 해당 부속품의 재고가 보관되어 있다고 하더라도 원칙적으로 이전을 허용하지 않거나, 허용하더라도 많은 물류비나 이전시간이 소요될 경우는 오히려 신규로 발주를 내는 경우가 더 좋을 수 있다.

방금 제시한 다양한 종류의 수리부속 가용재고들은 실제 사용하는 관점에서는 우선순위를 가지고 있다. 예를 들어, 대체 부속품이 있음에도 불구하고 굳이 고장난 부속품을 고쳐서 재활용하거나 타

지역의 수리부속을 가져와서 사용하는 것은 오히려 더 손실이 크다. 따라서, 보충수량 결정 시 대체로 다음 <표 14>와 같은 우선순위로 가용 수량을 사용한다²¹⁾.

<표 14> 보충수량 결정 시 수리부속 사용 우선순위

(1순위) 현재 보관중인 부속품 수량(이미 수리가 종료된 재생품 수량 포함)
(2순위) 이미 발주를 내어 도착예정인 부속품 수량
(3순위) 현재 보관중인 대체 부속품 수량
(4순위) 수리 후 재활용 가능한 부속품 수량
(5순위) 타 지역에 보관하고 있는 부속품 수량

결국 이러한 과정을 거쳐 최종적으로 적정재고 수준과 현 가용재고량을 비교하여 추가로 보충주문을 내야 하는 수량을 산출하게 된다. 만약 현재 적정재고 수준 이상으로 가용재고를 보유하고 있다면 추가 보충주문은 불필요하나, 적정재고 수준에 못 미친다면 현 가용재고 수준과 적정재고 수준의 차이만큼 보충 주문을 발주해야 한다.

수리부속 공급망 관리 운영 체계

지금까지 수리부속의 수요예측부터 보충수량 결정 단계까지 주로 계획 관점에서 제시를 하였다. 그런데, 수리부속의 전체 공급망은 계획(Plan) 수립을 거쳐 실행(Do)을 하고, 실행된 결과를 분석(Analysis)하여 다시 계획 수립에 반영하는 순환(Cycle)으로 구성된다(<그림 24> 참조).

먼저 계획단계에서는 수요를 예측하고 적정재고계획을 수립하고, 보충수량이 이루어진다.

그 다음 실행 단계에서는 계획을 거쳐 수립된 보충주문 혹은 타 지역에 보관된 수리부속의 이전 주문 등에 따라 실제 행동으로 옮기게 된다. 즉, 보충주문은 생산공장 혹은 물류창고(RDC/CDC)로 전달되어 해당 수리부속을 수배송하게 되고, 타 지역의 보관창고에서는 보관하고 있는 수리부속을 요청받아 보내주게 된다.

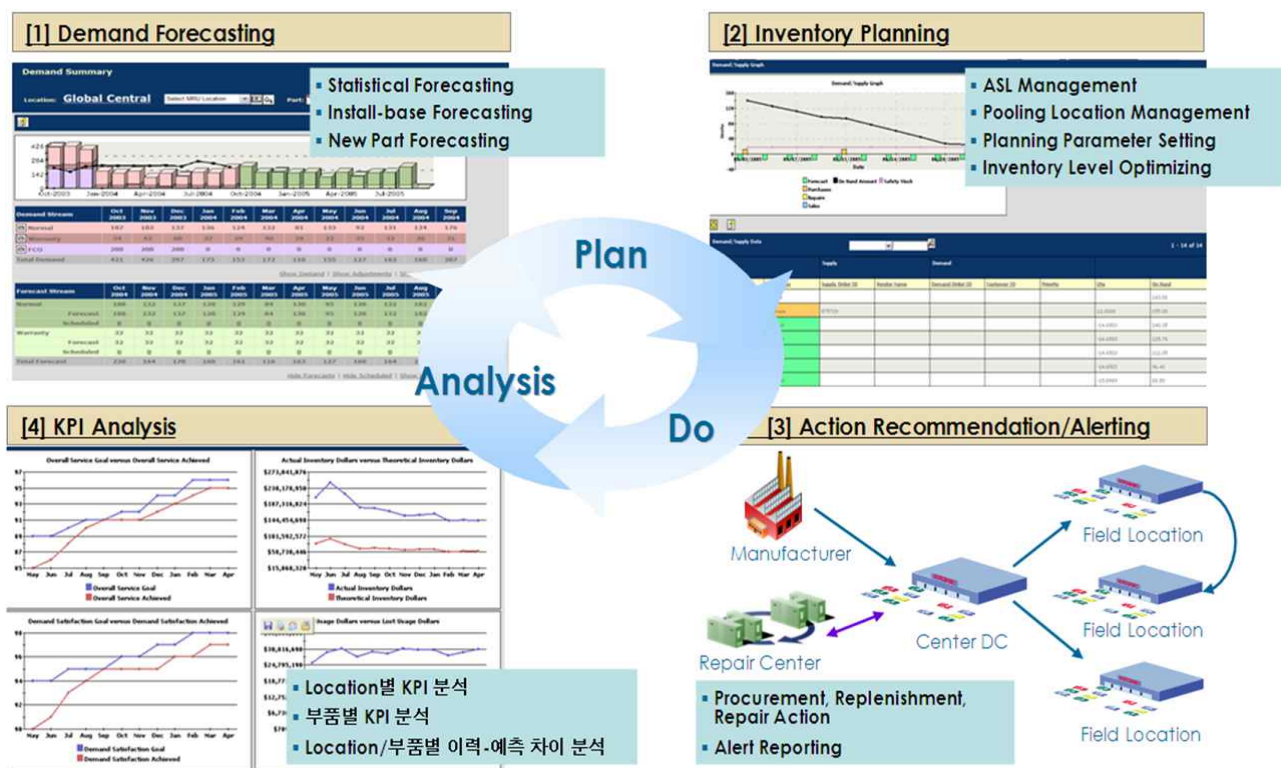
또한, 실행 단계에서는 계획 수립 시 예상하지 못한 다양한 응급상황(Alert) 발생여부(예: 물류사고 발생으로 배송 시간이 계획보다 훨씬 지연되는 경우를 초래하는 등)를 실시간적으로 확인하여

21) 보충수량 계획 수립 시 현 수리부속품 보유 수량 외에도 도착예정 부속품 수량, 대체부속품 보유 수량 등을 모두 활용하기 위해서는 관련 데이터가 모두 집계·관리될 수 있는 기반(업무프로세스 운영, 정보시스템 지원)이 마련되어 있어야 한다.

빠르게 대응(Fast Execution)할 수 있는 체계를 운영한다.

끝으로, 분석 단계에서는 계획대비 어느 정도 목표를 달성하였는지 주요 성과지표별로 집계하여 분석하고, 계획대비 성과가 미흡한 항목에 대해서는 근본적인 발생 원인을 진단하여 개선하는 작업을 지속적으로 수행한다.

따라서, 향후 수리부속 공급망의 효과적인 운영을 위해서는 이러한 계획과 운영, 분석 단계가 서로 긴밀하게 연계되어 운영될 수 있도록 관련 정보나 실물의 흐름이 적시에 입수·공유될 수 있는 체계가 마련되어야 할 것이다.



<그림 24> 수리부속의 공급망 관리 순서도

VI. 군수물자 수리부속 재고 운영 개선 방안

지금까지 주로 민간업체 사례를 중심으로 수리부속의 적정재고 운영 방안에 대해서 살펴보았다. 하지만, 비록 분야는 다르지만 공급망 관리 관점의 기본 개념은 많은 부분 국방 분야에도 동일하게 적용될 수 있다.

적정재고 산출 방법과 제품 연계 수리부속 수요예측 방법은 입력되는 데이터가 상용제품에 대한 것인지 혹은 군수물자에 대한 것인지에 대한 차이만이 있을 뿐 국방분야에서도 거의 동일하게 적용할 수 있다. 오히려 무기체계는 정부가 유일한 수요자이기 때문에 매년 예산편성 결과에 따라 계획수량의 변동은 있지만 민간업체처럼 판매량 변동이 극심하지는 않고, 무기체계의 수명도 통상 20~30년으로 매우 길기 때문에 적정재고계획 수립 측면에서는 민간 제품보다 더욱 용이하다.

따라서, 향후 국방분야에서도 본 연구에서 제안한 적정재고 운영 방식 및 공급망 관리 기법의 활용을 검토하되, 이러한 방식을 제대로 활용하기 위해서는 먼저 다음과 같은 제반 여건이 마련되어 있어야 한다.

[개선방안 1] 수리부속 실사용 수량 등 적정재고 산출 관련 기초데이터 관리

기존의 많은 연구에서도 지적되었듯이 수리부속의 수요예측과 적정재고 계획 수립 시 가장 중요하면서도 시급한 것은 정확한 기초데이터를 확보·관리·운영하는 것이다. 흔히 언급되는대로 Garbage-In, Garbage-Out이기 때문에 아무리 우수한 계획을 적용하더라도 기초데이터에 오류나 누락이 많을 경우 산출된 결과의 신뢰성은 낮아질 수 밖에 없다.

특히, 수리부속의 사용실적은 전체 공급망 관점에서 최종적으로 공급망 밖으로 나간 수량인 실제 수리에 사용된 수량만을 별도로 집계하여야 하며, 이러한 실사용 수량이 수요예측과 적정재고 계획에 적용되어야 한다.

또한, 재고계획 수립을 위해서는 우선적으로 현재 보유중인 수리부속 재고가 정확하고 가급적 실시간적으로 집계되어 계획에 반영되어야 하며, 보유 재고의 변동이 발생할 경우에도 빠른 시간 내에 파악, 관리될 수 있어야 한다.

예를 들어, 미국의 델(Dell) 사는 수리부속 중앙관리센터에서 전 지역의 A/S센터에 보관하고 있는 모든 수리부속 정보를 중앙집중식으로 관리하고 있다. 중앙관리센터는 특정 지역의 수리요청이 접수될 경우 해당 지역을 담당하는 A/S센터의 수리부속 재고 현황 등을 살펴보고, 만약 해당 부속품의 재고가 부족할 경우 인근 지역의 A/S센터 재고를 모두 조회하여 수리부속 소요가 발생된 A/S

센터로 즉시 이관하도록 요청을 한다. 다음 <그림 25>는 델 사의 수리부속 중앙관리센터 운영 현황을 나타낸다²²⁾.

따라서, 이와 유사하게 한국의 육·해·공군의 군수사, 군지사, 사단 보급대대, 비행단 군수전대 등 모든 부대에서 보유하고 있는 수리부속의 운용 현황과 무기체계 정비 요청 등의 정보가 종합적으로 조회, 관리될 수 있도록 운영됨으로써 수리부속 수준까지 가시성(Visibility) 확보가 이루어져야 한다. 실제로 육군의 경우 군수사 중심의 중앙재고관리제도를 시행하여 사단급 지원시설에 보유하고 있는 ASL 품목까지 중앙에서 군수자산을 관리·통제할 계획이다²³⁾.



<그림 25> Dell 컴퓨터사의 서비스 수리부속 중앙관리센터 모습

자료 : 서비스 공급망 관리 솔루션 업체 제공

22) 델 사는 회사나 관공서 등에 PC 등의 판매계약 시 A/S 수준에 따라 판매 가격을 다르게 책정하는 전략을 취하고 있다. 예를 들어, 제품만 판매하는 경우 혹은 제품 판매 후 고장 발생 시 48시간 이내 수리 완료를 보장하는 경우 등 A/S 조건에 따라 계약금액을 다르게 책정하는 방식이다. 그런데, 고객사와 일정 시간 이내 수리를 보장하도록 계약한 경우 만약 수리가 지연되어 계약이 위반이 될 경우 델사는 고객사에게 계약 시 약정한 벌과금(Penalty)을 물도록 되어 있기 때문에, 델 사는 계약의 100% 충족을 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 개념은 사실 성과기반군수(PBL)와 유사하다. 즉, 민간에서도 정비계약을 통해 합의한 계약에 미달하였을 경우 별도의 불이익(Penalty)을 부과하는 방식이 활용되고 있다.

23) 대한민국 육군, “2009 육군정책보고서”, 2009.7

[개선방안 2] 적정 재고운영을 위한 성과지표(KPI) 추가 관리

군수품 관리법 시행령 및 시행규칙에는 군수품의 적정 재고를 관리하기 위한 법률이 제정되어 있고(<표 15> 참조), 이를 근거로 각 군은 수요용통율(%), 보급조치율(%), 보급지원율(%), 재고고갈율(%) 등의 군수 관련 성과지표들을 관리하고 있다²⁴⁾. 또한, 국방부 군수통합정보체계와 각 군 장비정보체계 중 지휘정보분야의 성과지표로 수요예측정확도를 포함시켜 관리하고 있다²⁵⁾(<표 16> 참조).

<표 15> 군수품 적정재고 관련 법률

군수품 관리법 시행령	군수품 관리법 시행규칙(제10조의 2항)
<p>제12조의2 (재고관리) ① 국방관서의 장 또는 각군 참모총장은 그 소속 부대 및 관서의 지속적인 임무 수행을 위하여 필요한 주요 군수품에 대해서는 국방부령으로 정하는 바에 따라 예상되는 수요량을 사전에 재고로서 유지하기 위한 보급수준을 정하여 운영할 수 있다.</p> <p>② 각군 참모총장은 각군의 보급지원능력과 지원성과를 측정하기 위하여 국방부령으로 정하는 바에 따라 보급관리 분석을 하여야 한다.</p> <p>③ 제1항 및 제2항에 따른 보급수준의 설정 및 운영과 보급관리분석에 필요한 세부 사항은 국방관서의 장 또는 각군 참모총장이 정한다.</p> <p>[전문개정 2009.9.29]</p>	<p>제10조의2 (재고관리) ① 영 제12조의2제1항에 따라 주요 군수품에 대한 보급수준을 정할 때에는 군수품의 통상적인 운용수준, 유사시에 대비한 안전수준, 주문 및 수송 기간 또는 조달기간 등을 고려하여야 한다.</p> <p>(생략)</p> <p>③ 영 제12조의2제2항에 따라 각군의 보급지원성과를 측정할 때에는 다음 각 호의 사항을 분석하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 군수품의 사용부대 또는 기관의 청구에 대한 보급조치율 및 지원율 2. 군수품의 사용부대 또는 기관 및 지원부대의 재고 고갈률 3. 군수품의 수요변동 추세 <p>[전문개정 2009.11.6]</p>

24) 최수동·선미선, “사용자 중심의 군수지원 성과지표 개발에 관한 연구”, 『국방정책연구』, 제76호 (2007년 여름), pp.11-42.

25) 선미선·우제웅, “한국군의 수리부속 수요예측 발전방안 연구”, 『국방정책연구』, 제25권제3호(2009년 가을), pp.201-234.

<표 16> 각군이 시행중인 주요 군수성과지표

구분		의미	산정식
인가저장품목비율(%)		• 보급시설부대에 재고를 보유할 수 있는 품목비율	$\frac{\text{재고보유인가품목수}}{\text{총취급품목수}} \times 100$
수요유통률(%)		• 총 유효수요 중 ASL 비율	$\frac{\text{ASL유효수요청구건수}}{\text{총유효수요청구건수}} \times 100$
보급조치율(%)	육군	• 군수부대의 재고 보유량의 적절성 판단	$\frac{\text{직불조치건수}}{\text{총ASL유효청구건수}} \times 100$
	해군		$\frac{\text{총ASL이상직불조치건수}}{\text{총ASL유효청구건수}} \times 100$
	공군		$\frac{\text{직불된수량}}{\text{청구목표(ASL)설정수량}} \times 100$
보급지원율(%)	육/해군	• 군수부대의 기간 내 피지원부대 군수품 지원을 판단	$\frac{\text{기간내조치된총건수}}{\text{기간내총유효청구건수}} \times 100$
	공군		$\frac{\text{불출된수량}}{\text{기지총청구수량}} \times 100$
재고고갈률(%)		• 군수부대의 재고고갈 현황 파악을 위한 수단	$\frac{\text{재고고갈된ASL항목수}}{\text{총ASL항목수}} \times 100$

자료 : 최수동·선미선, “사용자 중심의 군수지원 성과지표 개발에 관한 연구”, 『국방정책연구』, 제76호(2007년 여름), pp.11-42.

특히, 군수부대의 재고 보유량의 적절성을 판단하는 지표로 보급조치율을 관리하고 있는데, 각 군마다 산정식이 다소 차이는 있으나 대체로 ASL 품목의 유효청구 요청에 대해서 직불조치한 실적이 어느 정도인지를 나타낸다. 또한, 수요유통율 지표를 통해 총 유효수요 중 ASL 품목에 대한 수요비율을 관리하고 있다.

하지만, 현재 각 군이 관리하고 있는 군수성과지표는 군 별로 상이하고, 사용자보다는 보급지원시설부대 중심의 지표라는 문제점 이외에도, 재고를 과잉으로 보유하고 있는지 등에 대해서는 판단하기가 곤란하다는 한계를 가지고 있다.

따라서, 현재 수리부속을 필요 이상으로 보관하고 있는지 혹은 장기간 수요가 없는 불필요한 수리부속을 보관하고 있어서 향후 불용처리·폐기될 가능성이 있는지 등을 평가할 수 있는 기준지표를 추가로 관리할 필요가 있다.

본 연구에서는 적정재고 수준을 관리하기 위한 평가지표로서 <표 17>과 같이 ①과잉재고율, ②미사용재고율, ③재고회전을 등을 추가로 제시하였다.

<표 17> 수리부속 적정재고 관리 성과지표 예시

지표명	내용	산출예시
과잉재고율	<ul style="list-style-type: none"> 실제로 필요한 수량보다 초과하여 보관하는 재고수량(혹은 금액) 비율 ‘실제로 필요한 수량’은 일정한 기간 동안 사용된 총 수량을 기준으로 함. 	$\left(\sum_{p=1}^n \frac{(\text{현 보유량} - \text{지난 1년간 실사용량})_p}{(\text{현 보유량})_p} \right) / n$ <p>단, (현 보유량 < 지난 1년간 실사용량)이면 0으로 산정</p>
미사용재고율	<ul style="list-style-type: none"> 일정기간 동안 전혀 사용되지 않은 재고 수량(혹은 금액) 비율 	$\left(\sum_{p=1}^n \frac{(\text{입고 후 1년이 지난 수량})_p}{(\text{현 보유량})_p} \right) / n$
재고회전율	<ul style="list-style-type: none"> 현재의 보유재고 총 수량(혹은 금액) 대비 직전 1개월 동안 사용된 재고 총 수량(혹은 금액) 	$\frac{\sum_{p=1}^n (\text{현 재고 보유수량})_p}{\sum_{p=1}^n (\text{과거 1개월 간 사용수량})_p}$

각 성과지표 항목별 세부 설명은 다음과 같다.

(1) 과잉재고율

과잉재고는 실제로 필요한 수량보다 초과하여 보관하는 재고로서 수리부속의 재고계획 수립 시 과다하게 산출되었음을 의미한다. 이 때, ‘실제로 필요한 수량’에 대한 기준은 수리부속의 특성이나 각 군의 운영 현황 등에 따라 다양하게 정해질 수 있다. 본 연구에서는 지난 1년 동안의 사용량을 초과하는 수리부속의 수량을 과잉여부의 기준으로 삼았다.

다음 <표 18>은 본 지표에 대한 산출 예시를 나타낸다. 네 가지 종류의 수리부속 α, β, γ, δ에 대해서 각각 현 보유량과 지난 1년간 실 사용량이 <표 18>과 같이 집계되었을 경우 각 수리부속별 과잉재고율은 0%, 66.7%, 25%, 100% 수준이고, 전체 과잉재고율은 약 47.9%²⁶⁾으로 산출된다. 단, 수리부속 α는 현 보유량보다 실 사용량이 더 많았으므로 과잉재고율은 0%로 계산된다.

<표 18> 과잉재고율 성과지표 산출 예시

구분	수리부속 α	수리부속 β	수리부속 γ	수리부속 δ
현 보유량(①)	500	30	40	100
지난 1년간 실 사용량(②)	1,000	10	30	0
과잉재고 수량(①-②)	0	20	10	100
수리부속별 과잉재고율((①-②)/①)	0%(0/500)	66.7%(20/30)	25%(10/40)	100%(100/100)
과잉재고율 평균	47.9%			

26) $(0 + 0.667 + 0.25 + 1)/4$

(2)미사용재고율

미사용재고는 수리부속 창고에 입고 된 이후부터 일정기간동안 전혀 사용되지 않은 재고로서 수요예측 및 재고계획을 잘못 수립하여 불필요한 수리부속을 보관하였거나 이전에 너무 많은 재고를 확보하여 잔량이 계속 남아 있는 경우이다. 따라서, 향후 미사용재고는 불용처리되어 폐기될 가능성이 높다. 이 때, 미사용 여부를 판단하는 ‘일정기간’의 기준은 마찬가지로 각 군 상황에 맞게 다양하게 정해질 수 있으며, 본 예시에서는 창고에 입고된 이후 1년이 지난 수리부속 재고를 기준으로 결정하였다. 따라서, 본 지표 산출을 위한 전제조건으로 수리부속별로 최초 입고날짜가 관리되어야 한다.

다음 <표 18>은 본 지표에 대한 산출 예시를 나타낸다. 네 가지 종류의 수리부속 α , β , γ , δ 에 대해서 각각 현 보유량과 입고 후 1년이 지난 수량이 <표 19>와 같이 집계되었을 경우 각 수리부속별 미사용재고율은 70%, 16.7%, 0%, 1% 수준이고, 전체 미사용재고율은 약 21.9%²⁷⁾으로 산출된다.

<표 19> 미사용재고율 성과지표 산출 예시

구분	수리부속 α	수리부속 β	수리부속 γ	수리부속 δ
현 보유량(①)	500	30	40	100
입고 후 1년이 지난 수량(②)	350	5	0	1
수리부속별 미사용재고율(②/①)	70%(350/500)	16.7%(5/30)	0%(0/40)	1%(1/100)
미사용재고율 평균	21.9%			

(3)재고회전율

재고회전율은 현재 보관하고 있는 재고가 어느 정도 빠른 시간내에 소진되는지를 나타내는 종합 지표로서, 재고회전율이 높으면 장기간 보관하는 부속품 비율이 낮고 입고 후 비교적 단기간 내 사용되는 추세임을 나타낸다. 즉, 재고회전율이 높을수록 실제 단기간 내 사용될 부속품을 확보한 비율이 높으므로, 수요예측과 적정 재고계획이 전반적으로 양호하다는 것을 알 수 있다. 재고회전율을 산출하는 대상 기간은 월 단위로 한다.

예를 들어, 현재 보관하고 있는 전체 재고수량이 1,000개인데, 과거 1달 동안 500개가 사용되었다면 재고회전율은 $2(=1,000/500)$ 가 되므로 이론적으로는 현 재고수량은 2개월치 분량 정도라고 판단할 수 있다.

27) $(0.7 + 0.167 + 0 + 0.01)/4$

한편, 앞서 제시한 세 가지 지표 예시에서는 모두 수량 기준으로 산출하였는데, 수량 기준으로 할 경우 각 수리부속별 중요도에 대한 가중치가 반영되기 곤란하다. 따라서, 가급적 각 수리부속별 단가 정보를 획득하여 가격 기준으로도 별도로 산출하는 것이 바람직하다.

[개선방안 3] 월간 단위의 수요예측과 주간 단위의 적정재고계획 수립

현재 한국군은 기준년도(F5)로부터 과거 5년간의 수요실적을 기반으로 연간 단위로 수요예측을 수립하고 있다. 이것은 무기체계가 전력화 이후 최소 20~30년 이상 비교적 오랜기간 운영되고, 단년도 회계제도로 인해 연 단위로 예산 배정·집행이 이루어지는 등의 현실을 감안한 결과이다. 하지만, 수요예측이 연 단위로 이루어질 경우 과거의 매월의 수리부속 소요실적 변동에 대해서는 전혀 고려할 수 없다. 또한, 연(年) 내에서 발생될 수 있는 부속품의 단종 혹은 신규 무기체계의 운용에 따른 부속품 추가 소요 등이 즉각 반영되기가 곤란해진다. 결국 군수품의 적시, 적량 보급이 힘들어져 군수지원 성과에 악영향을 미치게 된다.

그러므로, 향후 적어도 주요 수리부속에 대해서는 월 단위로 실적을 집계하고 월 단위로 수요예측을 수행하도록 한다. 또한, 수리부속 재고는 일단위로 계속 변동이 발생하기 때문에 적어도 주간 단위로 적정재고계획을 수립함으로써, 수리부속 재고의 결품 발생을 최소화시키도록 한다²⁸⁾²⁹⁾.

실제로 일부 우수한 민간업체는 제품의 효율적인 공급망 관리를 위해 주단위로 수요를 예측하고, 일단위로 재고계획을 수립함으로써 시장(소비자)의 수요 변화에 즉각 대응하고 있다.

다만, 월 단위 실적집계, 월 단위 예측, 주간 단위 적정재고계획 수립을 위해서는 기초데이터 관리부터 입고관리 등 수리부속 공급망 전 과정에 걸쳐 프로세스의 재설계와 정보시스템의 구축이 선행되어야 한다.

28) 현재 육군에서는 수리부속을 탄력적으로 구매함으로써 적기조달 및 재고감축, 비용절감 등의 효과를 거두기 위해 군수단일재고자금제도의 도입을 추진하고 있다(자료: 대한민국 육군, “2009 육군정책보고서”, 2009.7)

29) 각 군이 재고를 계획·운영하기 보다는 핵심 수리부속에 대해서는 아예 PBL 방식을 적용하여 업체가 직접 수리부속 재고를 관리하여 적시에 보급하고 정비하도록 책임과 권한을 주는 것이 더 바람직할 수 있다.

[개선방안 4] 수리부속 공급망 관리의 성공적인 운영을 위해서는 한국군의 군수관리체계의 전반적인 혁신이 필요함을 인식함.

수리부속 공급망을 개선하기 위해 단순히 관련 정보시스템을 구축하여 운영하거나, 일부 업무 프로세스를 재설계하는 수준의 변화로는 일정 수준 이상의 군수지원 성과를 지속적으로 달성하는 것은 불가능하다. 수리부속 공급망을 성공적으로 운영하기 위해서는 데이터, 정보체계, 업무 프로세스, 구성원 등 전반적인 혁신이 필요하기 때문이다.

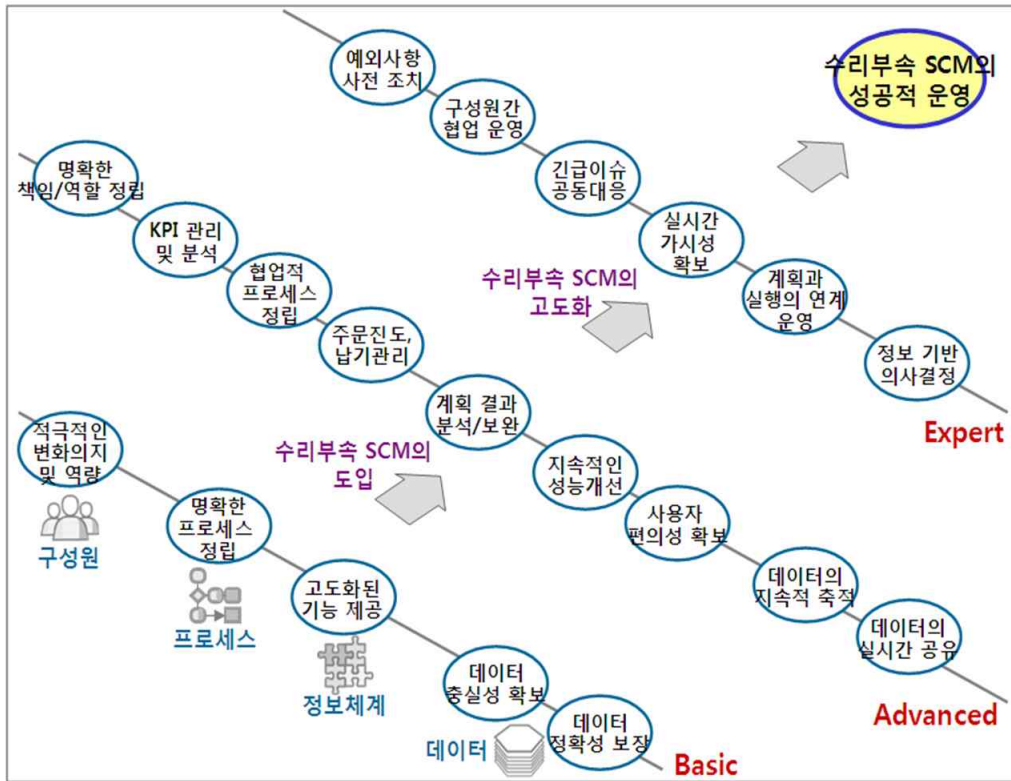
먼저 데이터 측면에서는 정확한 군수 관련 기초데이터가 누락없이 적시에 획득·관리될 수 있어야 한다. 수리부속의 실 사용실적, 재고보유 현황 등의 데이터에 많은 오류가 있다면 아무리 최적의 예측기법을 활용하더라도 계획 결과의 정확성에는 한계가 있을 수 밖에 없다.

정보체계 측면에서는 수리부속 계획 및 관리업무를 효과적으로 지원할 수 있도록 우수한 기능을 가진 정보체계의 활용이 필요하다. C/S 방식의 단순화된 기능으로는 방대한 분량의 공급망 관련 정보를 효과적으로 관리, 분석, 의사결정하는 것이 곤란하다. 따라서, Web 기반의 UI와 함께 사용자가 한 눈에 군수지원 관련 정보를 통합적으로 제시할 수 있고, 다양한 수요예측 및 계획 관련 기능을 제공해줌으로써 보다 효율적으로 군수지원 업무를 처리할 수 있는 정보체계의 지원이 요구된다.

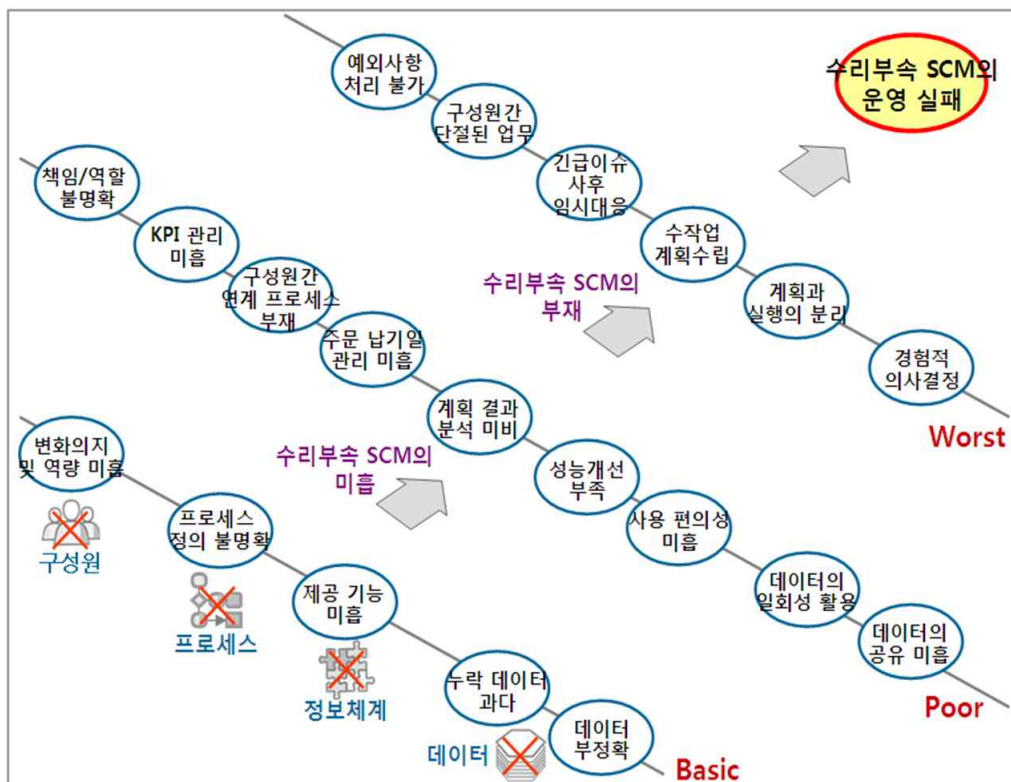
프로세스 관점에서는 수리부속 계획 및 관리, 운영 등 전반적인 업무 절차와 처리 규칙이 분명하고 빠짐없이 정립되어야 한다. 예를 들어, 수리부속을 입출고할 경우 반드시 수리부속의 입고 혹은 출고 정보를 재고관리시스템에 실시간으로 등록하도록 하고, 매월 수리부속 사용실적을 마감 처리하는 프로세스를 정립하고 반드시 이행하도록 운영함으로써 재고의 변동 내역이 오류없이 관리될 수 있도록 한다. 그리고, 업체부터 군수사, 군지사, 사단, 편성부대 등 수리부속 공급망 내 이해관계자들 간의 관련 업무 프로세스가 서로 긴밀하게 연계되도록 재설계가 이루어져야 한다.

끝으로, 구성원 관점에서는 적극적인 변화의지와 성공적인 공급망 운영으로의 동참이 요구된다. 보통 공급망 관리기법을 도입하게 되면 기존에 숙달되어 있던 수작업 방식 혹은 임의 방식으로 수행되던 업무가 새롭게 재설계되고, 군수운영 현황이 외부로 쉽게 노출되기 때문에 일부 구성원들은 공급망 관리기법의 도입에 수동적인 입장을 취하게 된다. 하지만, 원칙적으로 성공적인 공급망 운영을 위해서는 전체 구성원의 동참이 필수적으로 요구되기 때문에, 부정적인 견해를 가진 구성원들이 자발적이고 적극적으로 따라올 수 있도록 장시간동안 변화관리를 수행한다.

참고로 다음 <그림 26>과 <그림 27>은 각각 수리부속 공급망을 성공적으로 운영할 수 있는 로드맵과 실패로 이어지게 되는 로드맵을 나타낸 것이다.



<그림 26> 수리부속 공급망 관리의 성공 로드맵



<그림 27> 수리부속 공급망 관리의 실패 로드맵

VII. 맺는말

최근 제한된 국방예산을 보다 효율적으로 사용하기 위해 선진화된 국방운영체계를 정립하고자 하는 노력이 그 어느 때보다 더 활발히 이루어지고 있다. 이러한 추세에 부응하고자 본 연구에서는 수리부속의 적정재고 수량을 산출하는 방법과 제품 정보와 연계하여 수리부속의 수요를 예측하는 방법, 그리고 수리부속 공급망 운영과 관련된 내용에 대해서 제시하였다.

비록 민간업체 사례를 중심으로 구성되었지만 수리부속의 공급망 관리는 민간 제품을 대상으로 하던지 군수물자를 대상으로 하던지 기본적인 운영 개념은 상당히 유사하므로, 본 연구에서 제시한 내용은 향후 한국군의 수리부속 운영에 다소나마 시사점을 제공해 줄 수 있을 것으로 기대한다.

한편으로는 본 연구에서 일부 제시하였듯이 이미 민간업체에서는 제품 뿐만 아니라 A/S에 필요한 수리부속의 효율적인 공급망 관리를 위해서 많은 노력을 기울이고 있으므로, 미국 등 선진국 사례 뿐만 아니라 국내 일부 민간업체를 대상으로도 벤치마킹을 하는 것이 필요하다. 물론 민간 제품과는 달리 국방물자는 대부분 정부가 유일한 수요자라는 등의 국방분야의 특수성은 감안해야 할 것이다.

참고자료

- [1] 대한민국 육군, “2009 육군정책보고서”, 2009.7
- [2] 백재옥 외 8, “ ‘09 국방예산 분석·평가 및 ’10 전망”, 한국국방연구원, 2009.12.
- [3] 이성윤, “장비유지예산 진단 및 발전방향”, 『국방정책연구』, 제76호(2007년 여름), pp.43-80.
- [4] 선미선·우제웅, “한국군의 수리부속 수요예측 발전방안 연구”, 『국방정책연구』, 제25권제3호(2009년 가을), pp.201-234.
- [5] 장기덕·김준식·최수동·이성윤, 『군수혁신 : 선진화를 위한 도전과 과제』, KIDA Press, 2005.
- [6] 최수동·선미선, “사용자 중심의 군수지원 성과지표 개발에 관한 연구”, 『국방정책연구』, 제76호(2007년 여름), pp.11-42.
- [7] Ken Ruggles, Janet Suleski, and Dineli Samaraweera, “Service Part Planning Vendor Landscape: Managing the Service Level and Inventory Investment Tradeoff”, AMR Research, 2005.6
- [8] <http://www.servigistics.com>