



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공 학 석 사 학 위 논 문

고정기간 발주법을 활용한 기동장비
궤도패드 재고관리에 관한 연구



부 경 대 학 교 대 학 원

무기체계공학과

서 민 교

공 학 석 사 학 위 논 문

고정기간 발주법을 활용한 기동장비 궤도패드 재고관리에 관한 연구

지도교수 이 윤 식

이 논문을 공학석사학위논문으로 제출함.

2012년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

무기체계공학과

서 민 교

서민교의 공학석사 학위논문을 인준함

2011년 12월 27일



주 심 공학박사 백 운 경 ㉠

위 원 공학박사 구 평 회 ㉠

위 원 공학박사 이 운 식 ㉠



목 차

Abstract	vi
제 1 장 서론	1
1.1. 연구배경 및 개요	1
1.2. 연구목적	3
1.3. 구성	5
제 2 장 동시조달 수리부속	6
2.1. 동시조달 수리부속(CSP) 개념 및 이해	6
2.2. 동시조달 수리부속(CSP) 산출방법	8
2.3. 동시조달 수리부속(CSP) 관련 업무규정 및 운용실태 분석	10
제 3 장 재고관리 이론	13
3.1. 재고의 개념 및 관련용어	13
3.2. 정적 로트크기 결정(Static lot sizing) 모형	16
3.3. 동적 로트크기 결정(Dynamic lot sizing) 모형	22
제 4 장 웨도패드	30
4.1. 웨도패드 기능 및 형상	30
4.2. 웨도패드 내구성 평가사례 및 파손원인	32
4.3. 웨도패드 고무특성 및 일반적인 보관규정	34
제 5 장 고정기간 발주법을 활용한 재고관리	37
5.1. Q기동장비 웨도패드 운용자료 분석	37
5.2. Q기동장비 운용현황에 적용한 고정기간 발주법	42

5.3. A-II기동장비 궤도패드 조달계획에 따른 운용자료 분석	48
5.4. 고정기간 발주법을 적용한 A-II기동장비 궤도패드 재고관리	53
제 6 장 결론	71
참고문헌	73



그림 목차

그림 2-1	OASIS 운용화면	8
그림 2-2	OASIS 산출절차	9
그림 3-1	주문량에 따른 재고비용과 품질비용의 상관관계	15
그림 3-2	정적 로트크기 결정 모형에 따른 분류	16
그림 3-3	EOQ 재고량 변동 그래프	19
그림 3-4	동적 로트크기 결정 모형에 따른 분류	22
그림 3-5	표준정규분포표	24
그림 4-1	궤도조립체에서의 궤도패드 위치	30
그림 4-2	궤도패드 세부 형상	31
그림 5-1	Q기동장비 궤도패드 야전운용 재고현황	39
그림 5-2	Q기동장비 장비운용대수 현황	39
그림 5-3	장비운용대수 대비 이상적인 궤도패드 재고현황	40
그림 5-4	Q기동장비 궤도패드 격월간 소모현황	40
그림 5-5	Q기동장비 궤도패드 총 재고비용별 분석현황	47
그림 5-6	표준정규분포도	50
그림 5-7	A-Ⅱ기동장비 궤도패드 조달계획에 따른 예상 과잉재고현황	52
그림 5-8	A-Ⅱ기동장비 궤도패드 평균 총 운용비용별 분석현황	70

표 목차

표 2-1	동시조달 수리부속(CSP) 대상품목 선정기준	7
표 3-1	고정기간 발주법 예제	25
표 4-1	일반적인 고무의 특성	34
표 4-2	재질 물성/특성 시험	35
표 5-1	다년간 Q기동장비 궤도패드 운용현황	38
표 5-2	다년간 Q기동장비 궤도패드의 경제비용 분석현황	41
표 5-3	주문간격이 2개월($T=1$)인 경우 Q기동장비 궤도패드 운용현황 ..	43
표 5-4	주문간격이 4개월($T=2$)인 경우 Q기동장비 궤도패드 운용현황 ..	44
표 5-5	주문간격이 6개월($T=3$)인 경우 Q기동장비 궤도패드 운용현황 ..	45
표 5-6	Q기동장비 궤도패드 운용 분석결과	46
표 5-7	A-Ⅱ기동장비 궤도패드 조달계획에 따른 운용현황(예)	48
표 5-8	A-Ⅱ기동장비 궤도패드 조달계획에 변동성을 고려한 운용현황 결과	51
표 5-9	주문간격이 1개월($T=0.5$)인 경우 A-Ⅱ기동장비 궤도패드 운용현황(예)	55
표 5-10	주문간격이 1개월($T=0.5$)인 경우 A-Ⅱ기동장비 궤도패드 운용현황 결과	56
표 5-11	주문간격이 2개월($T=1$)인 경우 A-Ⅱ기동장비 궤도패드 운용현황(예)	58
표 5-12	주문간격이 2개월($T=1$)인 경우 A-Ⅱ기동장비 궤도패드 품질발생(예)	59
표 5-13	주문간격이 2개월($T=1$)인 경우 A-Ⅱ기동장비 궤도패드 운용현황 결과	60
표 5-14	주문간격이 4개월($T=2$)인 경우 A-Ⅱ기동장비 궤도패드 운용현황(예)	62

표 5-15	주문간격이 4개월($T=2$)인 경우 A-II기동장비 궤도패드 품질발생(예)	63
표 5-16	주문간격이 4개월($T=2$)인 경우 A-II기동장비 궤도패드 운용현황 결과	64
표 5-17	주문간격이 6개월($T=3$)인 경우 A-II기동장비 궤도패드 운용현황(예)	66
표 5-18	주문간격이 6개월($T=3$)인 경우 A-II기동장비 궤도패드 품질발생(예)	67
표 5-19	주문간격이 6개월($T=3$)인 경우 A-II기동장비 궤도패드 운용현황 결과	68
표 5-20	A-II기동장비 궤도패드 운용 분석결과	69



Study on inventory management for the track pad of mobility
equipment based on the periodic review ordering policy

Min-Kyo Seo

Weapon System Engineering, The Graduate School.

Pukyong National University

Abstract

The object of this thesis is to suggest the ways of inventory management for effective logistics supports in the part of track pad of the mobility equipment. The track pad has the feature of rubber materials in which the physical function may be weakened as the time goes by. But the current military procurement plan generated by CSP(Concurrent Spare Parts) model has incurred so many excess inventories and costs. Therefore, in this thesis, an inventory management approach based on the periodic review ordering policy is proposed to solve such problems. This thesis is organized as follows :

in chapter 2, the concepts, calculation rule, logistics supporting provisions, and operational situations of CSP(Concurrent Spare Parts) are introduced.

In chapter3, inventory management model are investigated, which can be easily applied in the track pad and effectively used in the field.

In chapter 4, The role and function of track pad in mobility equipment are described, the effect of track pad about durability of track assembly is summarized, and the need for complementing track pad storage management regulation is suggested.

In chapter5, the factors that must be considered for effective inventory control of track pad is introduced. A periodic review ordering model is applied for the track pad of Q mobility equipment employed during more 30 years in field and effectiveness is verified. Also, the periodic review ordering model is applied in the track pad of A-II mobility equipment. The effectiveness of cost reduction is showed through computational experiments based on various demand data.

Finally, in the chapter 6, the application result of the periodic review ordering model in the track pad of the mobility equipment is summarized. Also, the improvement of related regulations and provisions, and the need and usefulness of effective inventory management is remarked.

Keywords : CSP(Concurrent Spare Parts), track pad of the mobility equipment(기동장비 궤도패드), periodic review ordering model(고정기간 발주법)

제 1 장 서 론

1.1. 연구배경 및 개요

오늘날의 무기체계는 다양한 전장환경을 바탕으로 군의 요구사항 (OMS-MP¹⁾, ROC²⁾)을 반영하기 위해 설계, 개발, 획득, 운용, 폐기까지 모든 단계를 고려하여 단계별 시험평가(TAC³⁾, DT-E⁴⁾, OT-E⁵⁾)를 거쳐 최적의 기능을 갖춘 형태로 개발되어지고 있다. 특히, 지상무기체계 중 기동장비는 궤도식과 차륜식으로 나뉘지는데, 궤도식 기동장비는 차륜식 기동장비처럼 바퀴가 빠지면 쉽게 헤쳐 나올 수 없는 환경이나 참호 통과를 위해 개발된 장비이다. 사람들이 신고 다니는 신발의 밑창과 같이 기동장비의 궤도조립체를 구성하는 부분품 중 하나가 궤도패드라 할 수 있다.

기동장비가 야전배치 후 주어진 운용임무를 성공적으로 수행하기 위해서 필요한 구성품목들 중 궤도패드 또한 기동장비가 이동을 하기 위해서는 절대 간과할 수 없는 구성품목이다. 따라서 기동장비가 초도배치되는 경우 주 장비의 운용성을 확보하는 측면에서 동시조달 수리부속(CSP⁶⁾) 목록에 포함되어 군에 보급되어지고 있으며, 모든 기계 구성품들처럼 일정 마모가 진행되면 신규품으로 교환되어 질 수 있도록 운용자는 수시로 관찰을 하고, 보급자는 적절한 재고를 유지하여야만 불필요한 구매비용 및 재고유지비용이 발생되지 않으며, 적절한 재고 순환을 통해 궤도용 패드의 고유재질에 대한 내구성도 유지되어질 수 있다.

1) OMS-MP : 운용형태요약 및 임무유형

2) ROC(Required Operational Capability) : 작전운용성능

3) TAC(Task Adequacy Check) : 임무적합성 점검

4) DT&E(Development Test & Evaluation) : 개발시험평가

5) OT&E(Operational Test & Evaluation) : 운용시험평가

6) CSP(Concurrent Spare Part) : 동시조달 수리부속

그러나 군의 고유임무 특수성상 기동장비의 주요 구성품에 대해 항상 충분한 재고를 확보해야하므로 불필요한 소요를 과다하게 책정하여 운용 장비의 수량과 상태에 상관없이 군의 보급창고는 운용기간이 끝난 후에도 상당히 많은 수량의 재고를 보유하게 되어 경제적인 손실을 초래하거나 관리상에 많은 어려움을 야기시킨다. 이와 반대로, 소요품목이 동시조달 수리부속(CSP)에 책정되지 않았거나 보급량이 부족하여 무기체계의 운용에 지장을 초래하는 경우도 빈번하게 발생하는 것이 현실이다.

현재 야전에서 실제 운용되고 있는 대형무기체계인 A-Ⅱ기동장비⁷⁾ 역시 예외일 순 없다. 최근에 동시조달 수리부속(CSP) 항목에서 웨도패드⁸⁾를 누락하여 무기체계를 운용한지 X년이 넘었지만 원활히 보급이 되지 않아 긴급소요확보 후 운용되는 등 체계적으로 보급계획이 이루어지지 않아 재고관리 측면에서 문제점을 내재하고 있다. 현재의 운용방식으로 볼 때, 처음 몇 년간은 장비의 운용을 위한 조달측면에서는 원활하겠지만 어느 일정 시점을 지나면 과잉재고가 생길 수 밖에 없을 뿐만 아니라 웨도패드가 생산되어 장기간 창고에 방치된다면 내구성을 담보할 수 없게 된다. 반대로 조달수량이 부족할 경우 장비가동률 측면에서 위험한 요소가 될 수도 있다.

이처럼 경제적인 측면과 장비 운용 측면에서의 불합리성을 해결하기 위해, 현장에서의 적용성이 용이한 합리적인 재고관리 모형을 적용하여 기동장비 웨도패드의 효율적인 재고관리 방안을 제안하고자 한다.

7) 보안상 무기체계의 명칭을 “A-Ⅱ”라 함.

1.2. 연구 목적

최근에 발생한 A-II기동장비의 퀘도패드 재고 부족으로 장비유지에 어려움을 겪은 사례와 같이 무기체계를 운용하는 국가들은 한번 이상씩 겪는 문제라고 볼 수 있다. 군은 독자적으로 선정한 무기체계의 가동률을 유지하기 위해 적시적소의 수리부속을 확보하고자 수리부속의 원활한 조달을 위하여 H/W 및 S/W를 지속적으로 개선하기 위한 노력을 경주하고 있다. 특히, 초도배치되는 무기체계의 원활한 군수지원을 위하여 무기체계의 배치와 동시에 조달되는 동시조달 수리부속(CSP)을 운용하나, A-II기동장비의 퀘도패드 재고 부족과 같은 문제는 동시조달 수리부속(CSP) 운용상의 문제점에 대한 지적과 더불어 무기체계 운용에 있어서의 동시조달 수리부속(CSP)이 갖는 의미를 제대로 인식하지 못하여 발생하는 문제라 볼 수 있다. 동시조달 수리부속(CSP)은 신규 배치된 주장비로 하여금 정비 및 보급체계가 완벽히 구축될 때까지 각 군이 목표로 하는 장비 가동률을 달성하며 정상적인 가동을 유지하기 위한 보장성 성격이 강한 수리부속이다.

보통 군에서는 장비의 가동률 보장이라는 명목으로 최대한 많은 동시조달 수리부속(CSP)을 확보함은 물론 이후 ISSUE化 될 수 있는 재고처리 문제를 위해 방산업체와 납품후 4년 이후에는 BUY BACK 한다는 문구를 특수계약 항목에 삽입함으로써 과잉재고에 대한 부담을 덜 수 있다지만, 방산업체 측면에서 볼 때는 이익창출이라는 기업목적에 상반되게 많은 부담을 안을 수 밖에 없는 실정에 처할 수 있다.

이에 군과 퀘도패드를 생산하는 방산업체 양측의 입장을 수용할 수 있도록 합리적인 재고관리 방안을 제시하기 위하여 A-II기동장비와 유사한 임무를 수행하며 야전에서 30년 이상 운용된 Q기동장비⁸⁾의 야전자료를 관/군과 긴밀한 협조를 통해 실제 야전 운용자료를 수집/분석하였으며, Q기동장비의 야전자료를 분석한 결과 향후 A-II기동장비의 퀘도패드 조달

8) 보안상 무기체계의 명칭을 “Q”라 함.

계획 대비 다소 반영해야 할 요소들이 있음을 확인하였다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 재고관리 개념측면에서 주문시기와 수량을 고려한 합리적인 재고관리 모형이 필요하다.

본 연구는 기동차량의 궤도패드의 적정재고 유지를 위해 동시조달 수리부속(CSP) 측면의 목적을 만족하는 적정수량을 결정하기 위해서 지금까지의 운용경험에서 문제점으로 지적되었던 두가지 문제점이 해결되어야 할 것이다. 첫 번째로 현재 개략적으로 되어 있는 관련 업무규정(조달규정 및 재고관리규정)을 세부 실무지침이 될 수 있도록 개정하고, 두 번째로 현실적인 군의 군수환경을 정확히 반영하고 지원성 및 경제성을 동시에 고려하여 장비운용에 필요한 실질적인 소요수량과 재고수량을 관리하는 것이 재고관리 측면에서 판단할 때 불필요한 경제손실과 수리부속의 고유기능을 보장할 수 있다. 하지만 본 연구에서 동시조달 수리부속(CSP)에 공통적으로 적용된 관련 업무규정을 세분화하기에는 어려움이 뒤따르므로 현재 군에 조달하기 위해 제시된 궤도패드의 품질보증 측면(물리적 측면)을 근거로 궤도패드 재고관리환경의 문제점을 거론하고, 현장 관리자가 쉽게 적용 가능한 고정기간 발주법을 이용하여 궤도패드의 효율적인 재고관리를 증명하는데 있다.

1.3. 구성

본 연구의 목적은 고정기간 발주법을 활용하여 기동장비 궤도패드 재고 관리에 효율성을 증명하는데 있다. 시간이 지남에 따라 내구성이 떨어지는 고무재료의 특성을 고려하고 동시조달수리부속(CSP) 소요산출 모델에 의한 조달계획으로 인해 발생하는 파잉재고 문제를 방지하고 현장관리자가 손쉽게 적용 가능한 모형을 제시하기 위함이다.

이를 위하여 제2장에서는 현재 무기체계에서 조달계획 수립의 기본이 되고 있는 동시조달수리부속 개념, 산출방법 및 보급관리 규정을 살펴보고 운용실태를 분석한다. 제3장에서는 궤도패드에 적용 가능한 재고관리 모형들을 소개함으로써 현장에서 효과적으로 재고관리 모형을 활용할 수 있도록 재고관리 모형에 대한 이해를 높인다. 제4장에서는 기동장비에서 궤도패드의 역할과 기능을 설명하고 미국과 우리나라에서 실시한 시험데이터를 통해 궤도패드가 궤도조립체 내구성에 미치는 영향을 정리하고 궤도패드 저장관리규정 보완의 필요성을 제기한다. 제5장에서는 궤도패드에 대한 효율적인 재고관리를 위해 고려되어야 할 구성요소와 실제 야전에서 30년간 운용되어진 Q기동장비의 궤도패드 운용실적을 토대로 고정기간 발주법을 적용함으로써 그 효과성을 검증한다. 또한 본 연구에서의 주요 연구대상인 A-II기동장비 궤도패드에 고정기간 발주법을 적용함으로써 적정 발주수량의 산출과 그로 인해 절감할 수 있는 경제비용을 제시한다. 마지막 6장에서는 기동차량 궤도패드에 고정기간 발주법을 적용한 결과와 개선이 필요한 관련 규정을 언급하고 효율적인 재고관리의 필요성과 유용성을 제시한다.

제 2 장 동시조달 수리부속

2.1. 동시조달 수리부속(CSP) 개념 및 이해

동시조달 수리부속(CSP)[14]이란 신규 무기체계 배치시 주장비와 함께 보급되는 수리 및 예비부속품으로서 배치 후 초기 일정기간 동안 재보급 과정 없이 무기체계에 주어진 운용임무를 원활히 수행하기 위하여 사용되는 지원품목을 말한다.

동시조달 수리부속(CSP)의 산출은 무기체계의 효과적이고 경제적인 군수지원을 보장하기 위하여 소요제기, 설계, 개발, 획득, 운영 및 폐기 시 까지 제반 군수지원요소를 종합 관리하는 활동인 종합군수지원 11대 요소 중 보급지원 요소에 해당한다. 현재 각 군은 초도 배치되는 체계/장비에 대하여 목표 전투준비태세 보장 및 원활하고 효율적인 운용유지를 위하여 일정 수량의 동시조달 수리부속(CSP)을 획득하여 주장비 배치와 동시에 보급하도록 규정하고 있다.

동시조달 수리부속(CSP) 목록 선정은 현실적인 군의 군수환경을 정확히 반영하여 총 소요 수량을 결정함으로써 장비운용에 필요한 실질적인 소요를 반영함과 동시에 동시조달 수리부속(CSP) 운용기간이 종료된 후에 장비운용에 지장을 초래하는 공백기간이 발생되지 않도록 추후 정상 보급계통과의 원활한 연계가 가능토록 해야 한다.

또한, 동시조달 수리부속(CSP)의 대상 품목은 수요 품목, 계획 수요 품목, 비수요 필수 품목으로 구분되며 대상품목별 선정 기준은 다음과 같다.

<표 2-1> 동시조달 수리부속(CSP) 대상품목 선정기준

대 상 품 목		선 정 기 준
수 요 품 목		배치되는 무기체계 전체 대수를 기준으로 CSP 운영 기간동안에 <u>1회 이상 소요예상 품목</u>
계획 수요 품목	주기교환 품목	주기적인 <u>계획정비 대상 품목</u>
	시한성 품목	일정기간 사용 후 <u>교환하도록 지정된 품목</u>
비수요 필수 품목	보장성 품목	1회이상 소요가 예상되지는 않으나 예기치 않은 소요 발생시 <u>체계운용이나 안전에 심각한 영향을 주는 품목</u>
	저장허용 품목	<u>전투긴요 수리부속으로 분류된 품목</u>

2.2. 동시조달 수리부속(CSP) 산출 방법

동시조달 수리부속(CSP) 소요는 국방부에서 지정한 소요 산출용 표준 소프트웨어인 OASIS⁹⁾를 사용하여 산정한다. 무기체계의 동시조달 수리부속(CSP) 산출은 무기체계를 개발하는 기관 및 방산업체에서 OASIS S/W를 이용하여 입력대상에 대한 품목별 출력자료를 산출한 후 소요군에서는 이 출력된 자료를 바탕으로 지금까지 운용한 유사장비 DATA 및 경험을 바탕으로 동시조달 수리부속(CSP) 소요분석을 수행함으로써 품목 및 수량을 확정한다.

동시조달 수리부속(CSP) 소요 산출절차는 <그림 2-1>과 같다.



조정 및 확정)
<그림 2-1> OASIS 운용화면

9) OASIS(Optimal Allocation of Spares for Initial Support) : 초도 지원을 위한 수리부속 최적 할당

동시조달 수리부속(CSP) S/W인 OASIS 운용화면은 <그림 2-2>와 같다.

구분	시한성
*품명	시한성
*LCN	
NSN	
품목번호	
SMR 부호	
*단가(원)	
*측정단위	A:통신단위
*교환주기	
*교환수량(개)/1회	BF(BOARD-FEET)
단위척도	
*연간운용소요	
*정비부대	부대

*는 필수 입력 항목입니다.

확인 취소

<그림 2-2> OASIS 산출 절차

현재 동시조달 수리부속(CSP)의 품목과 수량을 선정하는 유일한 S/W인 OASIS는 계속적으로 산출 정확성을 높이기 위하여 Up-Grade된 Version이 출시되어 개발자들이 활용을 하지만, 실제적으로 무기체계가 초도배치된 이후 야전에서 운용한 결과와 비교하면 과잉재고로 인한 경제적 손실이 큰 편이므로 적정수량을 선정하기 위한 노력이 필요하다.

2.3. 동시조달 수리부속(CSP) 관련 업무규정 및 운용실태 분석

군의 보급업무는 군의 기능을 원활하게 수행하기 위해 필요한 군수품을 적절한 시기에, 적절한 수량만큼, 적절한 가격으로, 적절한 장소에까지 공급하는데 있다. 이를 통해서 전투력을 유지하고, 획득 저장하는 군수품의 중복, 낭비, 부식화를 방지하여야 한다.

다음은 육군규정[11]에 명시된 동시조달 수리부속(CSP) 관련 업무규정이다.

제87조 동시조달 수리부속(CSP) 업무절차

① 소요산출 기준 및 범위

1. 동시조달 수리부속(CSP)은 최초 3년간의 소요분을 주장비와 동시에 조달한다. 단, 보급기간, 보급원 등의 사유로 부득이 품목별 3년분 이상의 동시 확보가 필요할 때는 품목별 확보 타당성 입증자료(사유)를 첨부(명기)하여 방위사업청에 통보한다.
2. 후속보급장비의 임무 필수품목 소요산정은 기 보급된 동일장비의 운영실적 자료를 검토 후 획득 반영하여야 한다.
3. 초도 또는 후속보급되는 지원 및 시험장비의 동시조달 수리부속(CSP) 소요산출도 주장비에 준하여 산출한다.
4. 방위사업청은 계약시 동시조달 수리부속(CSP)의 사장품 발생 예방을 위하여 납품 후 4년동안 미사용한 품목에 대해서는 재판매(Buy-Back) 및 물물교환이 가능토록 계약조건에 반영한다.

중략

④ 동시조달 수리부속(CSP) 산출, 보급, 수요집계, 운용 및 분석 업무절차

라. 분배기준

- 1) 동시조달 수리부속은 군수사 보급창 및 군지사 일반지원(G/S) 정비대대 보급중대에만 보유토록 분배하되 분배기준은 운영용 수리부속 저장일수 및 경험제원을 고려하여 분배한다. 다만, 단순 필수 교환품목(PL성 CSP)는 편성부대에 보급한다.
- 2) 주기성/시한성품목은 편성부대(사, 여단 정비대대 제외)에 분배하되 교환주기 및 구성수, 편성부대 관리능력 등을 고려하고, 구축 및 재고통제를 위하여 시설부대(군수사, 군지사)에도 적정량을 분배한다.
- 3) 주장비 배치부대가 소수로써 시설부대에서 전량 보유가 비효율적인 품목은 적정량을 편성부대에서 보유토록 분배한다.
- 4) 육본(군참부)은 조달계약된 동시조달 수리부속 목록을 군수사에 통보하고 군수사는 각 군지사별 분배기준을 작성하여 군지사에 통보하며, 군지사는 관련되는 피지원부대에 보급목록을 통보하여 소요 발생시 적기 청구가 가능토록 조치해야 한다.

마. 운 용

- 1) 사·여단 및 편성부대에서는 군지사에서 통보한 동시조달 수리부속(CSP) 보급목록을 참고하여 소요가 발생하였을 경우 군지사에 청구조치한다.
- 2) 편성부대에 보급된 주기성/시한성 교환품목 등은 잠정 규정휴대량(PL)으로 인가를 설정하여 관리하며 익년도 규정휴대량 선정시에는 현 보유량을 인가로 수정 관리한다.
- 3) 편성부대는 초도 보급된 전 수량을 소모하였을 경우에는 운영용 수리부속 청구 절차에 의거 조치한다.

제94조 관리

- ④ 각 군사령관(군지사령관)은 초도 보급 장비 배치후 1년 이내에 동시조달 수리부속품 운영에 관한 문제점을 분석하여 군수사에 통보하며 군수사 및 교육사는 동시조달 수리부속품 소요산출 운영에

관한 문제점이 발견될시 육본(군참부 종합군수지원과)에 보고한다.

지금까지 동시조달 수리부속(CSP) 운용결과, 나타난 제일 큰 문제점 중의 하나는 군의 동시조달 수리부속(CSP) 관련 업무규정이 개략적이고 과학적이지 못하다는데 있다. 즉, 군은 단지 규정에 제시된 일정범위의 예산 범위에서 개발기관(업체)에서 제시한 동시조달 수리부속(CSP) 목록과 수량을 군 내부적으로 통제한다고 하지만 과거 무기체계를 운용하면서 쌓은 경험을 통해 조정하므로 그 능력이 역부족이다. 이는 과학발전과 같이 첨단화 되어지는 무기체계를 규제할 수 있는 가이드라인이 아직 과거 지향적이기 때문이며, 이로 인한 결과로 동시조달 수리부속(CSP)이 과소 보급될 경우에는 무기체계 운용 초기부터 치명적인 영향을 끼치게 되며, 반대로 과잉 보급될 경우에는 재고부담이 된다. 또한 수리부속 보증기간 초과로 인한 수리부속 고유기능 상실상태로 이어지며, 이로 인한 예산소모가 비일비재하게 발생된다.

제 3 장 재고관리 이론

3.1. 재고의 개념 및 관련용어

재고[9]란 어느 기간 동안의 미래의 수요를 충족시키기 위해 얼마 동안 보유하고 있는 기업의 관리하에 있는 물품의 양이다. 재고는 공급과 수요 두 과정사이의 “버퍼”역할을 한다. 공급은 재고를 채우고, 수요는 재고를 감소시킨다. 재고는 수요와 공급 사이의 비율과 시점의 차이 때문에 필요하며, 이러한 차이는 내·외적인 요인들 모두에 기인한다. 내적인 요인들은 정책으로 관리가 가능하나 외적인 요인들은 관리 불가능한 것이다. 내적인 요소들로는 규모의 경제(economics of scale), 조업평준화, 고객서비스 등을 들 수 있고, 외적인 요소로는 불확실성이 있다.

규모의 경제는 공급과 수요의 균형을 맞추는 것이 가능하더라도 재고를 만들어 두는 편을 택할 것이다. 특히, 전시를 대비하는 군이란 특정 목적을 가지는 수요자는 더욱 이런 성격을 가진다. 생산이나 구매에는 각각 준비비용이나 발주비용 등과 같은 관련 고정비용이 있다. 이 고정비용을 회수하고 평균단가를 낮추기 위해 많은 단위의 품목을 구입하거나 생산하여야 할 것이다. 로트크기(단위의 수)가 큰 경우에는 드물게 주문을 하며, 미래의 수요를 충족시키기 위하여 재고를 두도록 한다. 또한, 로트크기 결정에 따라 정적로트 크기 결정과 동적로트 크기 결정으로 나뉜다.

불확실성은 수요를 정확하게 알 수 없는데서 발생되며, 이에 대해 대처할 수 있는 한 가지 방법은 실제 수요가 예측치를 초과할 때 재고가 바닥이 나는 것을 피하기 위해 예측수요보다 많은 재고를 보유하는 것이다. 이 여분의 재고를 안전재고라 한다. 재공급 과정은 안전재고 보유여부를 판단해야 할 또 다른 불확실성의 원인이 된다. 리드타임(lead time)은 주문발생시점으로부터 입고시점까지의 소요시간이다. 리드타임(lead time)이 불확실하다면 계획된 일자에 입고될 주문량을 받지 못할 수도 있다.

안전재고는 리드타임의 불확실성 때문에 발생하는 생산중단을 피할 수 있게 한다.

이러한 사항들을 군의 동시조달 수리부속(CSP) 보급측면에 적용을 하면, 해외도입품은 정확한 리드타임을 알 수 없지만, 국내 생산품은 안전재고와 리드타임을 알 수 있기에 적절한 수량을 산출할 수 있다. 대부분의 무기체계에서 범하는 동시조달 수리부속(CSP)의 과잉재고 보유현상을 보다 더 효과적으로 관리하여 운용성과 경제성을 도모할 수 있다는 의미이다.

다음은 재고관련 용어 및 의미이다.

○ 수요환경(demand environment)은 확정적인 것 혹은 확률적인 것, 그리고 독립적인 것 혹은 종속적인 것의 두 가지로 크게 나누어 볼 수 있다.

- 확정적 또는 확률적 : 확정적(deterministic)이라는 것은 어떤 재고에 대한 미래수요가 정해져 있다는 것을 의미하며, 임의적인 미래수요는 확률적(stochastic)이라고 한다. 이들 각각의 경우들은 서로 다른 분석을 필요로 한다. 확률적인 경우가 좀 더 현실적이나 처리하기가 더 어렵다.

- 독립 또는 종속수요 : 어떤 품목의 수요가 다른 품목의 수요에 전혀 무관하고, 주로 시장상황에 따라 영향을 받는 수요를 독립수요(independent demand)라고 한다.

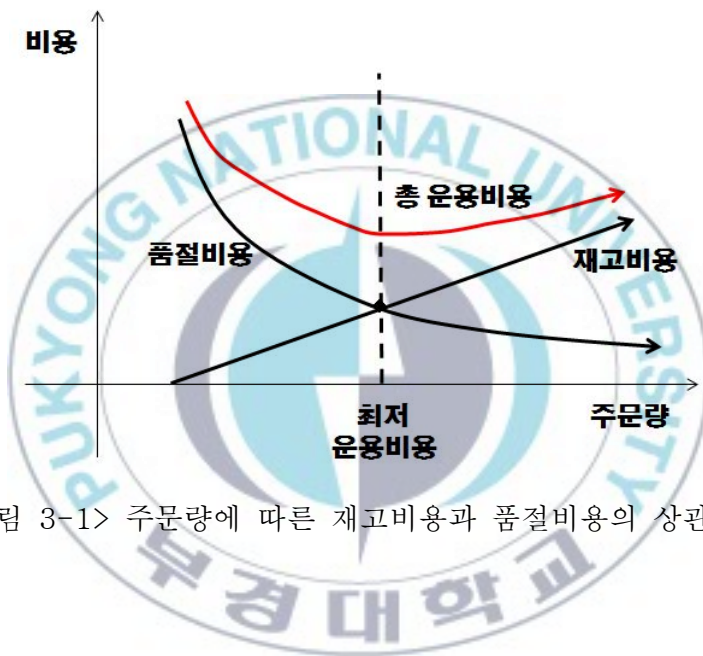
○ 재고는 여러 비용들을 발생시킨다. 구매비용이 그 중 하나이고, 다른 유형의 비용들은 주문(준비)비용, 재고비용, 품질비용을 들 수 있다.

- 구매비용 : 공급자에게 지불한 품목당 비용이다. 단위당 비용을 c 라고, 구매하고자 하는 단위의 수를 Q (로트크기)라고 한다. 그러면 총비용은 Q 의 선형함수인 cQ 가 된다.

- 주문비용 : 공급자가 주문을 하는 매시점마다 발생하는 비용이다. 단, 본 연구에서는 무기체계의 특성으로 인한 주문비용 산출이

제한적이므로 “0”으로 가정한다.

- 재고비용 : 재고로 인해 발생하는 비용이다.
- 품질비용 : 제품의 재고가 없어 품질이 되는 경우 발생하는 비용으로 기회비용을 의미함에 따라 “재고비용 << 품질비용” 관계를 가진다. 그리고 주문량에 따른 추이현황을 <그림 3-1>과 같이 나타낼 수 있다.



<그림 3-1> 주문량에 따른 재고비용과 품질비용의 상관관계

3.2. 정적 로트크기 결정(Static lot sizing) 모형

일정하고 동일한 수요환경은 현실에서는 일반적인 상황이 아니다. 그러나 이것은 재고모형들을 개발하고, 재고시스템간의 관계를 이해하는 데 좋은 시작점이 된다. 이 정적 로트크기 결정 모형에 해당되는 3가지 모형들이 아래와 같이 개발되었다.



<그림 3-2> 정적 로트크기 결정 모형에 따른 분류

이 정적 로트크기 결정 모형중 대표적인 경제적 주문량에 대하여 알아보겠다.

경제적 주문량(EOQ)은 재고모형들의 가장 기본적인 것이며, 이것은 Harris에 의해 1915년에 소개되었다. Wilson이 이 식의 사용에 공헌하였기 때문에 Wilson 식으로도 알려져 있다. 이 모형에 대한 중요성은 이 식이 여전히 산업계에서 가장 폭넓게 사용되고 있다는 것이고, 그리고 이 식은 좀 더 복잡한 재고모형들에 대한 원리로 제공된다.

이 모형에서는 다음과 같은 의사결정 환경을 가정한다.

- 단일품목 재고시스템을 대상으로 한다.
- 수요는 일정하고, 확정적이며, 단위시간(일, 주, 월, 년)에 대한 양 D 라고 한다.
여기서는 연간수요를 사용하나, 나머지 모수들이 동일한 시간단위로 계산된다면, 다른 시간단위도 사용할 수 있다.
- 어떠한 재고부족도 허용되지 않는다.
- 주문에 대한 리드타임(주문에서 입고까지의 시간)은 없는 것으로 한다.
- 주문에 전량이 동시에 도착하며, 무한보충률(replenishment rate)이라고 한다.



이 모형은 생산의 경우 원자재 구매나 또는 소매판매환경에 적절할 것이다. 이 모형에서 결정변수는 단위주문수인 Q 이며, 이것은 양의 실수이다. 비용 파라미터들은 알고 있으며, 이 파라미터들은 다음과 같다.

c = 단위비용(\$/단위)

i = 총연간 재고유지비용(%/년)

$h = ic$ = 총연간 재고유지비용(\$/단위/년)

A = 주문비용(\$/주문)

추가적으로, 다음과 같은 변수를 정의하도록 한다.

D = 단위시간당 수요

T = 주기의 길이, 보충주문의 시점(입고)간의 시간의 길이

$K(Q)$ = 로트크기 Q 의 함수인 총연간 평균비용

I_t = 시간 t 에서의 현재고(저장되어 있는 실제 자재의 양)

이 모형의 기본개념은 두 가지 반대되는 비용인 주문비용과 유지비용간의 균형을 만드는 것이다. 주문비용은 고정비용이므로, 많이 주문할수록 적은 단위당 비용이 필요할 것이다. 유지비용은 적은 재고를 가지고 있을수록 적어지는 변동비용이다. 이 균형은 연간 총 평균비용인 $K(Q)$ 의 최소화를 통하여 얻어질 수 있다.

재고시스템을 분석하는데 도움을 주는 도구는 그림 3-2에 있는 것처럼, I_t 의 도식적인 설명을 제공하는 재고량변동그래프(inventory geometry)이다.

여기서 시점 0에서의 재고수준은 Q 라고 가정을 한다. 시간이 지나면서, 재고는 연간 D 단위 만큼의 비율로 감소하게 된다.(즉, 재고라인의 경사는 $-D$ 이다). 재고수준이 0에 도달하였을 때, Q 단위만큼 주문을 하도록 한다. 앞에서 리드타임은 0으로 가정을 하였고, 무한보충률을 가진다고 가정을

하였기 때문에, 재고수준은 즉시 Q수준이 될 것이고, 이 과정이 반복될 것이다. 재고량변동그래프의 모양 때문에, 이 모형은 종종 톱니모형이라고도 한다.

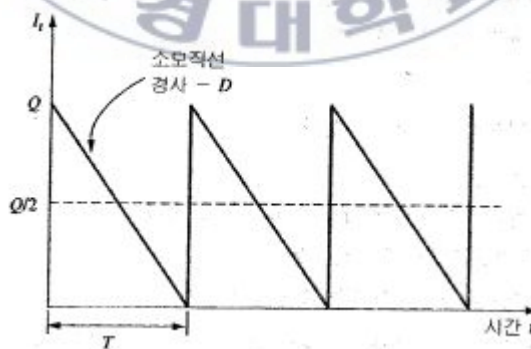
이 형상을 주기(cycle)라고 하며, 연간 여러 번의 주기가 있을 수도 있다. T를 재고주기길이(inventory cycle length)라고 하자. 재고량변동그래프로부터 다음 식이 얻어진다.

$$T = \frac{Q}{D}$$

여기서 $\bar{I}$ 를 평균재고라고 하자. 그림 3-2에서 다음과 같은 식을 구할 수 있다.

$$\bar{I} = \frac{\text{삼각형의 재고영역}}{T} = \frac{1}{T} \cdot \frac{QT}{2} = \frac{Q}{2}$$

이와 같은 식은 재고수준이 0과 Q사이에서 변하므로, 평균은 Q/2라는 것을 바로 얻을 수 있다. 최대 재고수준은 다음과 같이 된다.



<그림 3-3> EOQ 재고량변동그래프

$$I_{\max} = Q$$

이 모형에는 구매비용, 주문비용, 재고유지비용 세가지 유형의 비용이 있다. 각 주기에 대하여, 비용들은 다음과 같다.

$$cQ = \text{구매비용}$$

$$A = \text{주문(또는 준비) 비용}$$

$$cT\frac{Q}{2} = hT\frac{Q}{2} = \text{평균 재고유지비용}$$

그러므로, 주기당 평균비용은 다음과 같다.

$$cQ + A + hT\frac{Q}{2}$$

위의 식에서, hT 는 T 단위시간 동안 재고 한 단위를 보유하는데 쓰는 비용이다.

연간 평균비용인 $K(Q)$ 를 구하기 위하여, 주기당 평균비용과 $1/T$ 인 주기수를 곱하도록 한다. 그러면 아래의 식을 얻을 수 있다.

$$K(Q) = \frac{cQ}{T} + \frac{A}{T} + h\frac{Q}{2}$$

이기 때문에, 연간 총 평균비용은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$K(Q) = cD + \frac{AD}{Q} + h\frac{Q}{2}$$

여기서는 $K(Q)$ 를 최소화하는 결정변수인 Q 의 값을 구하고자 한다. 이 값은 다음 식에 의해 구해진다.

$$K'(Q) = \frac{dK(Q)}{dQ} = -\frac{AD}{Q^2} + \frac{h}{2} = 0$$

$K(Q)$ 의 이차 도함수가 양이기 때문에, $K(Q)$ 는 볼록(convex) 함수이고, 도함수가 0인 점에서 최소치를 가지게 된다. 위의 식을 풀면 다음의 식을 얻을 수 있다.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

Q^* 는 경제적 주문량, 혹은 EOQ라고 한다.

그리고 $K(Q)$ 에서 Q^* 의 값으로 대체하기 위하여, 몇 가지 대수적인 계산을 행한 후에, 다음과 같이 연간 총 평균비용의 최소치에 대한 식을 얻을 수 있다.

$$K(Q^*) = cD + \sqrt{2ADh}$$

연간 주문(준비) 비용은 AD/Q^* 이고, 연간유지비용은 $h(Q^*/2)$ 이다.

3.3. 동적 로트크기 결정(Dynamic lot sizing) 모형

동적 로트크기 결정모형들(DLS : Dynamic Lot Sizing Models)은 수요가 계획기간 동안에 일정하지 않은 동적 수요일 때 사용될 수 있다.

이 동적 로트크기에 해당되는 3가지 유형에 5가지 모형들이 개발되었다.



<그림 3-4> 동적 로트크기 결정 모형에 따른 분류

이 동적 로트크기 결정 모형중 각 유형의 대표적인 모형들에 대하여 알아본다.

○ 고정기간 발주법

일반적으로 사용되는 Simple rules에는 고정기간 발주법(periodic review ordering model), Lot-for-lot의 두가지 모형들이 있다.

이중 고정기간 발주법은 “m”달의 미래수요”를 주문하는 간단한 규칙과 동일한 것으로써 주문비용 산출이 구조적으로 불가능한 경우 적용이 효율적이다.

예를 들어, 만일 “두 달 동안의 수요”에 대하여 주문을 하고자 한다면, 주문한 양은 다음 두 달의 예측수요를 합한 것이다. 월 단위 대신으로 주 단위 또는 일단위가 사용될 수도 있다. 이 모형은 개별품목에 대한 것이며 양을 기준으로 한 것이며, 주문량을 구하는 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\text{주문량} &= \bar{d}(Ol + LT) + Z\sigma_d\sqrt{(Ol + LT)} - A \\ &= \text{검토기간 동안의 평균수요(주문간격+ 리드타임)} \\ &\quad + \text{안전재고} - \text{재주문시 남은재고}\end{aligned}$$

$\bar{d}$ = 검토기간 동안의 평균수요

Ol = 주문간격

LT = 리드타임

Z = 표준정규분포 변수

σ_d = 수요 표준편차

A = 재주문시 남은 재고

여기서 Z (표준정규분포)는 아래 <그림 3-4>를 이용하여 구할 수 있다. 예를 들어 표준정규분포가 99%임을 고려할 경우 표준정규분포 Z 는 2.33이 된다.

Z	Z의 두번									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
4.0	0.999968314									
4.5	0.999996599									
5.0	0.999999713									
5.5	0.999999981									
6.0	0.999999999									

<그림 3-5> 표준정규분포표

그럼, 고정기간 발주법을 쉽게 설명하자면 아래와 같은 예제로 설명할 수 있다. 다만, 리드타임, 안전재고가 “0”이고 표준편차를 고려하지 않은 단순한 가정하에 3주 간격으로 고정기간 발주법을 사용한다면, 표(a)는

일정한 수요형태를 나타내기 때문에 3주 간격으로 30개의 주문량을 2번 발주하면 되지만, 표(b)는 일정한 규칙 없이 무더기 형태로 수요를 내기 때문에 3주시점의 첫 번째 주문량은 45개가 되고, 두 번째 주문량은 65개가 된다.

<표 3-1> 고정기간 발주법 예제

(a) 일정한 수요

주	1	2	3	4	5	6
수요	10	10	10	10	10	10

(b) 무더기 수요

주	1	2	3	4	5	6
수요	10	15	20	10	30	25

○ Silver-Meal

이 Silver-Meal모형은 1971년에 Silver과 Meal이 제안한 모형으로 문제의 구조에 대한 유리점을 가진 접근방법이다. “민감한”한 규칙들을 사용하면, 최적해에 근접하거나 종종 최적인 “좋은”해를 얻을 수 있다. 이 모형은 최적해를 구하는 것이 불가능한 경우이거나, 또는 계산상 최적해를 구할 수 없는 경우에 사용된다.

이 모형은 m 만큼 앞선 기간에 대한 주문을 고려하는 것이다. 이 모형은 m 기간의 폭에 대한 기간당 최소 평균비용을 얻고자 한다. 여기서 고려되는 비용은 주문(준비)비용에 재고유지비용을 더한 변동비용이다. 다음 n 기간에 대한 수요는 다음과 같이 주어진다.

$$(D_1, D_2, \dots, D_n)$$

만일 주문이 m 기간을 충족할 경우, 기간당 평균비용을 $K(m)$ 이라고 하자. 재고유지비용은 해당 기간의 마지막에 발생하고, 기간에 필요한 수량은 기간의 시작시점에서 사용된다고 가정한다. 만일 기간 1에 대한 수요를 만족하기 위하여 D_1 만큼 주문한다면,

$$K(1) = A$$

만일, 기간 1과 2의 수요를 만족시키기 위하여 기간 1에 $D_1 + D_2$ 를 주문한다면,

$$K(2) = \frac{1}{2}(A + hD_2)$$

여기서 h 는 한 기간 동안 한 단위 재고를 보유하는데 드는 비용이다.

위의 경우에는 D_2 를 추가기간 동안 더 보유하기 때문에, D_2 에 h 를 곱하고, 두 기간 동안에 평균비용을 얻기 위하여 2로 나눈다. 유사하게,

$$K(3) = \frac{1}{3}(A + hD_2 + 2hD_3)$$

그리고, 이에 대한 경우를 일반적으로 표현하면 다음과 같다.

$$K(m) = \frac{1}{m}[A + hD_2 + 2hD_3 + \dots + (m-1)hD_m]$$

$m = 1, 2, \dots, m$ 일 때 $K(m)$ 을 계산하고 다음과 같은 경우에 멈춘다.

$$K(m+1) > K(m)$$

이것은, 기간당 평균비용이 증가하기 시작하는 기간이다. 기간 1에서 다음 m 기간 동안의 수요를 만족시키는 수량을 주문하는데 수식은,

$$Q_1 = D_1 + D_2 + \dots + D_m$$

일반적으로, Q_i 는 기간 i 에서 주문한 수량이고, 앞으로의 m 기간 동안의 수요를 충족시킨다. 만일 기간 i 에 주문이 발생하지 않는다면, Q_i 는 0이다. 이 과정은 $(m+1)$ 기간에서 반복하며 계획기간 동안 계속된다.

○ Wanger-Whitin

이 Wanger-Whitin 모형은 계획기간 동안 변동재고비용, 주문준비 및 보유비용의 최소화를 추구하는 몇 가지 휴리스틱 접근방법들과 동일한 목적을 가진다. 차이점은 Wanger-Whitin 모형은 최적주문량정책 Q_i 를 산출하는 최소비용해를 생성하는 것이라고 할 수 있다. 최적화 절차는 동적 계획법을 바탕으로 한 것이다. 이 방법은 계획범위 내에서 각 기간내에 대한 수요를 충족시키기 위한 모든 가능한 주문방법을 평가한다. 이 방법의 “좋은 점”은 가능한 각 개별정책을 고려하지 않는 것인데, n 기간이 있는 경우 가능한 정책들의 수가 2^{n-1} 개나 된다. 한 주문은 어떤 기간 동안의 모든 수요를 반드시 만족시켜야 한다는 사실을 알 수 있었다. 이것은, 최적주문량 Q_i 는 다음을 만족한다는 의미이다.

$$Q_i = \sum_{k=i}^j D_k \text{ 몇 개의 } j \geq i$$

그리고 $I_i Q_{i+1} = 0$ 모든 $i = 0, 1, \dots, n-1$

기간 $j+1$ 에 다음 주문이 나갈 때, Q_i 는 기간 j 까지 수요를 충족시킬 수 있도록 기간 i 에 주문하는 단위수이다. 휴리스틱 방법들에서 사용된 이것은 n^2 의 순서로 검사할 정책들의 수를 줄이는 것인데, 다수의 정책들이 알고리즘에 의해 제외할 수 있다는 것을 의미한다.

Wanger-Whitin은 무더기 수요의 경우 EOQ 대신 사용한다. 그러나 이 방법이 약간은 귀찮고 이해하기 어렵게 때문에, 현장에서는 폭넓게 사용되지 않고 있다. 이 방법의 주요 장점은 다른 동적인 로트크기 결정 알고리즘들의 효율성을 측정할 수 있는 표준을 제공한다는 것이다.

앞에서 정의한 기호들을 사용하여, 이 알고리즘을 정식으로 기술한다. $K_{t,l}$ 은 기간 t 의 시작시점에서의 재고가 없고, 그리고 기간 l 의 끝시점에

도 재고가 없다고 가정할 때, 기간 $t, t+1, \dots, l$ 에서의 수요를 충족시키기 위하여 주문하는데 드는 비용이라고 하자. 수학적으로 이 비용은

$$K_{t,l} = A + h \left(\sum_{j=t+1}^l (j-t) D_j \right) \quad t = 1, 2, \dots, n: l = t+1, t+2, \dots, n$$

이제 첫 번째 기간에서 기간 l 까지의 최소비용을 결정하는데, 기간 l 의 마지막에 남아 있는 재고는 없다고 가정한다. 이 식에서 최소를 위한 식은 반복된다는 것을 알 수 있다. K_l^* 가 최소량을 나타낸다고 하면, 그 식은 다음과 같다.

$$K_l^* = \min_{t=1,2,\dots,l} \{K_{t-1}^* + K_{t,l}\}, \quad l = 1, 2, \dots, N$$

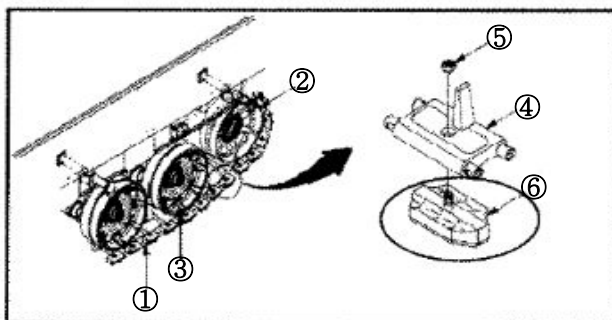
K_0^* 는 0으로 정의되며, 최소비용 해의 값은 K_N^* 으로 주어진다.

지금까지 3장 2절과 3장 3절을 통해서 수요의 변동성에 따라 결정되는 정적 로트크기와 동적 로트크기 재고관리 모형들 중 대표적인 재고관리 모형 4가지를 정리하였다. 본 연구에서는 군의 특수성과 수요예측을 통한 주문과 수요를 고려하여 현장에서 쉽게 적용 가능한 재고관리 모형인 고정기간 발주법을 활용한다.

제 4 장 궤도패드

4.1. 궤도패드 기능 및 형상

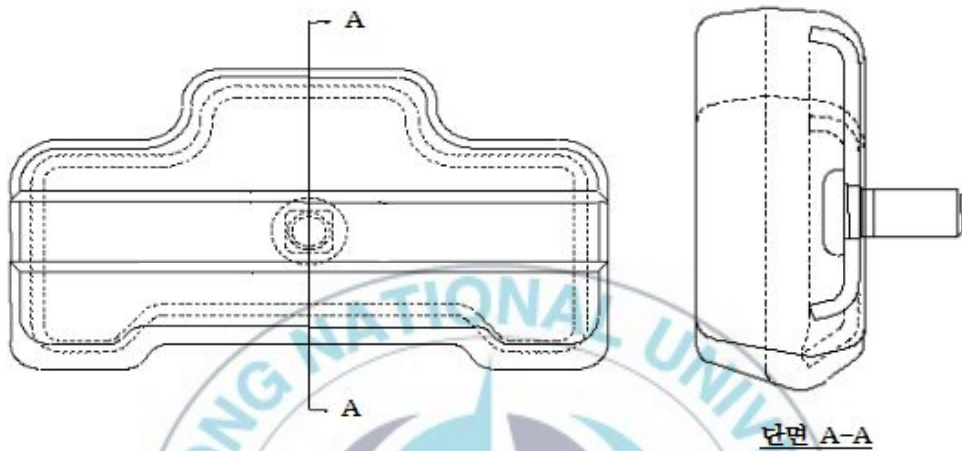
기동장비의 부품 중에서 가장 수명이 짧고 교체비용이 많이 드는 부품 중 하나가 궤도조립체이고 그 구성품중의 하나가 궤도패드이다. 궤도패드는 장비 운용시 도로의 손상을 최소화하고, 진동방지와 소음저감을 통한 운전자의 승차감 향상 및 장비보호를 해준다. 또한 다양한 지형에서의 견인력 증대를 목적으로 사용하고 있다. <그림 4-1>은 궤도조립체를 형성하는 각 구성품들의 위치를 나타내고 있다.



- ① 궤도조립체
- ② 유동륜
- ③ 로드휠
- ④ 궤도몸체
- ⑤ 잠금너트
- ⑥ 궤도패드

<그림 4-1> 궤도조립체에서의 궤도패드 위치

그리고 웨도패드⑥의 세부 형상은 <그림 4-2>와 같다.



<그림 4-2> 웨도패드 세부 형상

4.2. 웨도패드 내구성 평가사례 및 파손원인

무기체계 개발은 탐색 및 연구부터 시작하여 체계개발시 입증 및 확인 시험을 거쳐 수정 보완되어 양산단계로 이어진다. 이 중 확인 시험시 내구성 평가를 통해 군의 요구사항에 대한 만족여부를 판단하는데, 웨도패드와 웨도조립체도 같은 평가를 거쳐 품질을 보증하게 된다.

미국과 우리나라에서 시험평가와 실제 DATA를 비교한 웨도조립체와 웨도패드의 내구성 자료를 살펴보면, 미국 전차 M1의 경우 웨도조립체 수명이 3,220km(2,000mile)을 기준으로 설계되어 있으나, 미육군의 시험보고서에 의하면 실제 사용한계수명은 1,370km(850mile) 정도로 그 교체비용은 연간 3억 달러에 달한다[16]. 그리고 우리나라의 A-II기동장비 운용평가 결과에 따르면 웨도조립체의 수명이 4,800km (2,423mile)이고, 웨도패드 교환주기는 949km(589.6mile)로 되어 있으나 실제 사용한계수명은 882.8km(548.5mile)로 그렇지 못하였다[6].

또한, 미육군의 보고서에 따르면 M60전차의 T-142 웨도조립체 웨도패드의 운용사례를 들어 웨도패드의 파손을 마모(wear or abrasion), 절단(cutting), 분리(chunking), 파열(blow out) 등으로 나타내고 있다. 포장도로에서는 주로 마모에 의해 수명주기가 좌우되며 3,400km 사용수명을 보유하고 있고, 자갈길이나 야지에서는 420km~1,500km의 사용수명을 가지고 있으며 이 경우는 주로 마모보다는 절단과 분리에 의해 좌우된다고 하였다. 절단은 노면의 날카로운 물체에 의해서 웨도패드가 찢기게 되는 현상이고 분리는 반복하중에 의한 피로균열의 생성과 성장에 의해 마침내 고무재료가 파괴되는 현상이다. 또한 기동장비가 고속주행시 내부에 열이 축적되어 패드가 떨어져 나가는 파열현상이 있다.

이처럼 미국 뿐만 아니라 우리나라에서는 웨도조립체의 내구성 향상을 위하여 직접 시험차량을 제작하여 road simulator 이용한 시뮬레이션을 하거나, 실제 도로 주행시험을 하여 자료를 축적을 하고는 있지만, 이 모든 웨도패드 파손 및 내구성에 대한 분석은 웨도조립체 및 웨도패드가 기

동차량에 장착되어진 이후의 주행조건과 각각의 메커니즘에 따라 내구성이 결정된다는 전제하에 연구된 것이라 볼 수 있어, 웨도패드와 장착되어지기 이전의 환경이 실제 기동장비 운용시 웨도패드에 어떠한 영향을 미치는지 분석할 필요성이 있으며, 이에 관련된 규정이 필요하다.



4.3. 웨도패드 고무특성 및 일반적인 보관규정

웨도패드 고무가 훼손되는 것을 일반적으로 마모(wear or abrasion), 절단(cutting), 분리(chunking), 파열(blow out)로 나눠 설명하는데 이러한 훼손은 웨도패드가 웨도장비에 장착되기 전 운송 및 저장의 상황을 간과하고 분석한 결과론적 해석이라 볼 수 있다. 이는 웨도패드가 웨도장비에 장착되기 이전에는 100% 본연의 성능을 발휘할 수 있다고 가정한 상태에서 이뤄진 것이다. 하지만 현실은 그렇지 못하다. 웨도패드의 고무는 일반적으로 고무의 성질을 지니고 있다. 이에 따라, 웨도장비에 장착되기 전 보관환경도 매우 중요하며, 일반적인 고무의 특성은 고무의 종류마다 제각기 다르다는 것을 <표 4-1>을 통해 알 수 있다.

웨도패드 주성분인 일반적인 고무의 특성은 표4.1과 같다.

<표4-1> 일반적인 고무의 특성

고무의 종류		실리콘 고무	천연 고무	니트릴 고무	네오 플렌	폴루오 르 고무	부렐 고무
주요 특성	장점	-내열성 -내한성 -무독성	-기계적 성질 좋음	-내노화 성	-내마모 성	-내열성 -고무 특성	-내기밀 성
	단점	-기름, 약품에 약함 -인장강도 약함	-내오존성 에 약함	-내오존성 에 약함	-내오존성 에 약함	-가격 비쌈	-기름에 약함
인장강도 (kg/cm^2)		30~90	70~280	50~250	60~250	70~150	50~150
상용온도 ($^{\circ}C$)	최고	200	60	100	100	220	120
	최저	-75	-40	-25	-30	-25	-40
내마모성	C	B	A	A	B	C	C

그래서 본 연구를 수행하면서 웨도패드 보관규정의 존재여부를 확인하기 위하여 웨도패드의 품질보증요구서[5]와 국방규격 KDS 2530-1023-3[4]을 확인하였지만, 웨도패드 개발에만 비중을 두어 개발에 대한 기준만 제시하고 있을 뿐이었다. 다만, 국방규격 KDS 2530-1023-3에 수록된 내용 중 <표 4-2>의 검사항목과 같이 웨도패드 개발시에는 고무시편을 채취하여 고무재질 및 내구성에 대해 엄격한 시험을 거쳐 개발되어지며 이후에는 이 근거를 바탕으로 품질인증이 이루어진다.

<표 4-2> 재질 물성/특성 시험

시험 필요조건	시험절차	규격서 항목	공차(주기 참조)
비중	ASTM D792	3.2.3.2	± 0.020
경도	ASTM D2240	3.2.3.3	± 5
인장강도	ASTM D413	3.2.3.4	$\pm 16\%$
인장강도(노화후)	ASTM D513	3.2.3.5	$\pm 30\%$ (변화율)
신장률	ASTM D412	3.2.3.4	$\pm 15\%$
신장률(노화후)	ASTM D573	3.2.3.5	$\pm 40\%$ (변화율)
인장응력 (모듈러스) 200%신장시	ASTM D412	3.2.3.4	$\pm 17\%$
열증량 측정	ASTM D1131	3.2.3.6	3.2.3.6
가황특성	ASTM D2084	3.2.3.7	3.2.3.7
접착력	ASTM D429	3.2.3.8	3.4.3.2
영구압축률	ASTM D395	3.2.3.9	3.2.3.9
취화온도	ASTM D2137	3.2.3.10	합격/불합격
적외선 분광 분석	ASTM D3677	3.2.3.11	3.2.3.11

이 외에 웨도패드를 개발하는 해당업체에서는 어떻게 취급을 하고 관련 서적들 및 정보매체에는 어떻게 기술되어 있는지 확인을 한 결과, 단지 직사광선에 노출되지 않도록 그늘진 환경에서 2~3년 보관 가능하고, 오존에 노출될 경우 노화가 급속히 진행된다는 대략적인 설명만을 확인할 수 있었다. 이에 따라 직접 사용을 하는 군 역시 웨도패드의 고무성질을 제대로 인식 할 수 없을 뿐만 아니라 올바른 보관 규정을 정립할 수 없음으로 웨도패드 제작사를 통해 납품되어진 이후에는 그 성능이 유지되기에는 만무한 실정이다.

이를 좀 더 비약한다면 최근에 국내외에서 개발된 무기체계중 탐색연구 및 설계반영과 같은 체계개발을 통해 이전에 볼 수 없었던 최신 무기체계를 개발하였지만, 양산단계에서 효율적인 수리부속의 재고관리가 이뤄지지 않아 기하급수적인 운용비용을 확충하기 어려워 결국 장비운용 중지라는 결과를 초래하였던 것처럼, 웨도패드도 무기체계의 작은 일부분을 차지하고 있지만 비슷한 실수를 저지르고 있다고 볼 수 있다. 다만, 기동장비 운용에 있어 중요한 영향을 끼치지 않고, 금액면에서 타 수리부속에 비하여 소액인 점이라 대두되지 않는다고 볼 수 있다.

제 5 장 고정기간 발주법을 활용한 재고관리

5.1. Q기동장비 궤도패드 운용자료 분석

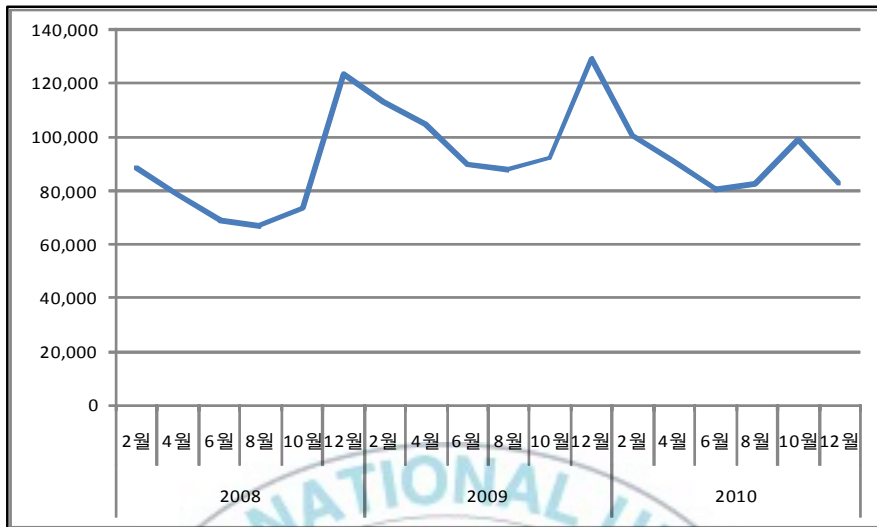
1980년대 국내에서 독자 개발되어 현재까지 운용중인 우리나라 육군의 보병 주력 장갑차로, 국내최초로 해외에 수출실적까지 있는 Q기동장비 궤도패드의 다년간 야전운용 자료는 <표5-1>과 같다.

다만, 이 Data를 분석할 때 참고할 점은 우리나라 군의 모든 야전자료가 '03년 이후부터 전산화가 되었고 시스템 운영 초창기에는 자료의 누락과 같은 사용자의 실수가 빈번하게 발생하였으며 Q기동장비도 비슷한 실정이다. <표 5-1>은 '03년~'07년의 납품 및 불출 실적을 기초로 '08년 현황에 보정하여 나타내었다.

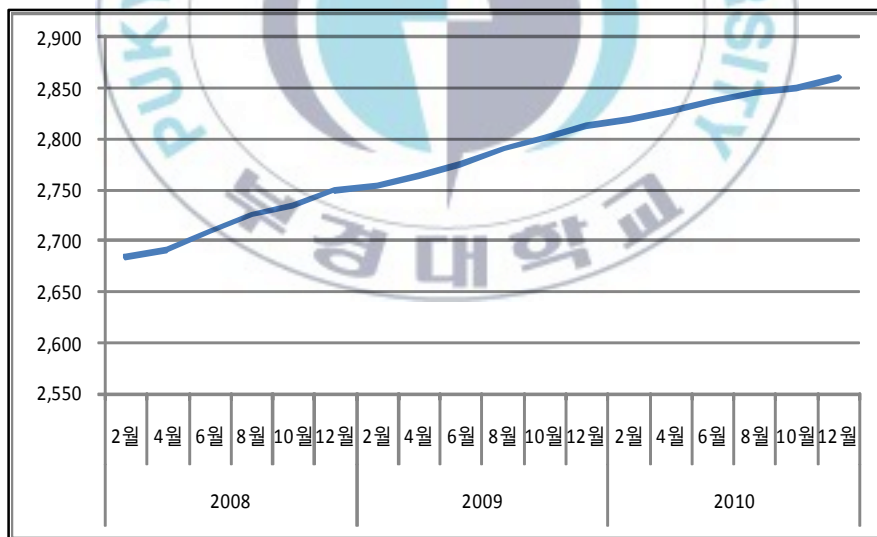
<표 5-1> 다년간 Q기동장비 궤도패드 운용현황

연도	월	주문 입고량	소모량	재고량	운용대수
2008	2월	102,184	17,252	88,650	2,750
	4월	-	14,924	78,726	
	6월	-	9,473	69,339	
	8월	-	10,309	67,092	
	10월	20,000	12,545	73,097	
	12월	56,082	8,112	123,189	
2009	2월	1,389	11,001	113,056	2,813
	4월	10,712	16,113	104,655	
	6월	-	14,916	89,739	
	8월	10,000	14,786	87,957	
	10월	20,000	15,087	92,190	
	12월	49,783	14,894	129,019	
2010	2월	-	12,001	100,613	2,860
	4월	-	9,549	91,064	
	6월	-	10,639	80,425	
	8월	16,000	11,701	82,848	
	10월	30,468	14,366	98,950	
	12월	-	16,425	82,525	

<표 5-1>의 Q기동장비 궤도패드 운용현황을 <그림 5-1>로, Q기동장비 장비운용대수 현황을 <그림 5-2>로 나타내었다. 각각의 장비가 운용한 거리도 중요하지만, 장비운용대수 대비 궤도패드 운용실적이 선형적인 형태로 <그림 5-3>처럼 나타나면 이상적인 형태이다. <그림 5-2>의 Q기동장비 장비운용 대수 현황은 선형적에 가깝게 증가하지만, <그림 5-1>의 Q기동장비 궤도패드 야전운용 재고현황은 일정한 비율이 아닌 무더기 주문현상으로 인해 비선형적인 형태를 나타내고 있다.



<그림 5-1> Q기동장비 궤도패드 야전운용 재고현황

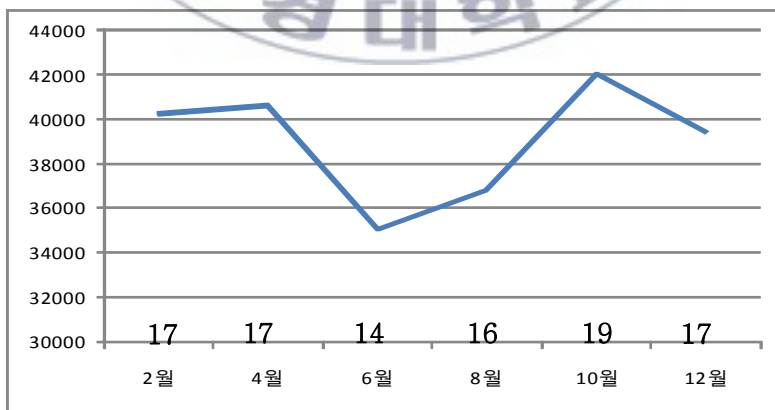


<그림 5-2> Q기동장비 장비운용대수 현황



<그림 5-3> 장비운용대수 대비 이상적인 케도패드 재고현황

<표 5-1>을 분석한 결과 월별 평균소모량이 13,005개이며, 표준편차는 2,665개이다. 또한 계절적 특성을 고려하기 위해 격월간 케도패드 소모현황을 그래프로 나타내면 <그림 5-4>과 같으며 5~6월에 조금 소모율이 감소하는 경향을 나타내지만 대체로 고른 분포를 형성하고 있다.



<그림 5-4> Q기동장비 케도패드 격월간 소모현황

<표 5-2>를 보면 2003년~2010년 동안 주문입고량 316,618개, 소모량 234,093개, 누적재고량 82,525개이다. 그리고 군 특성상 주문비용을 확인할 수 없기에 “0원”으로 가정하면, 총 구매비용은 7,602,631,416원이고, 총 재고비용은 264,501,440원이다.

<표 5-2> 다년간 Q기동장비 궤도패드의 경제비용 분석현황

연도	월	주문 입고량	소모량	누적 재고량	구매비용 (개당 24,012원)	재고비용 ¹⁰⁾ (개당160원)	총 운용비용
2008	2월	102,184	17,252	88,650	2,453,642,208	14,184,000	2,467,826,208
	4월	0	14,924	78,726	0	12,596,160	12,596,160
	6월	0	9,473	69,339	0	11,094,240	11,094,240
	8월	0	10,309	67,092	0	10,734,720	10,734,720
	10월	20,000	12,545	73,097	480,240,000	11,695,520	491,935,520
	12월	56,082	8,112	123,189	1,346,640,984	19,710,240	1,366,351,224
2009	2월	1,389	11,001	113,056	33,352,668	18,088,960	51,441,628
	4월	10,712	16,113	104,655	257,216,544	16,744,800	273,961,344
	6월	0	14,916	89,739	0	14,358,240	14,358,240
	8월	10,000	14,786	87,957	240,120,000	14,073,120	254,193,120
	10월	20,000	15,087	92,190	480,240,000	14,750,400	494,990,400
	12월	49,783	14,894	129,019	1,195,389,396	20,643,040	1,216,032,436
2010	2월	0	12,001	100,613	0	16,098,080	16,098,080
	4월	0	9,549	91,064	0	14,570,240	14,570,240
	6월	0	10,639	80,425	0	12,868,000	12,868,000
	8월	16,000	11,701	82,848	384,192,000	13,255,680	397,447,680
	10월	30,468	14,366	98,950	731,597,616	15,832,000	747,429,616
	12월	0	16,425	82,525	0	13,204,000	13,204,000
SUM	-	316,618	234,093	-	7,602,631,416	264,501,440	7,867,132,856

10) 2개월에 대한 개당 재고비용 : $[24,012(\text{단위비용}) \times 4\%(\text{총연간 재고유지비용})] \times 1/6\text{년}$

5.2. Q기동장비 운용현황에 적용한 고정기간 발주법

케도패드 조달의 특성상 주문비용 산출이 구조적으로 불가능한 점과 동적수요에 대해 가장 쉽게 현장에서 적용 가능하며, 고가의 기동장비에서는 케도패드라는 수리부속이 경제적으로 큰 비중을 차지 않으므로 일반적으로 활용하는 연속실사법(Continuous Review Policy) 대신 제3장에서 소개한 “고정기간 발주법”을 활용하여 제5장 1절에서 분석한 Q기동장비 운용현황에 적용하였다. 주문간격은 2개월(T=1), 4개월(T=2), 6개월(T=3)일 경우로 하여 그에 따른 총 운용비용을 아래와 같이 산출하였다.

다만, 이 문제에서는 군의 특수성을 고려하여 장비가동일(328일)¹¹⁾에 대한 운영여유량(15일)¹²⁾과 A-II기동장비의 조달계획에서 평균적으로 10,000개씩 주문하는 것을 고려하여 생산업체에서 군까지 납품하는데 소요되는 기간을 산정하였다. 생산시 리드타임은 22일로 하여 안전재고는 37일로 도출되었기 때문에 별도의 표준정규분포를 산정하지 않았다. 추가로, 군의 특성상 리드타임은 큰 변동성이 없으므로 본 연구에서는 리드타임을 확정하여 적용하였다.

○ 주문간격이 2개월(T=1)인 경우

$$\begin{aligned}\text{주문량} &= \bar{d} \times T + \frac{\bar{d}}{54}(LT + ST) - A \\ &= 13,005 + \frac{13,005}{54}(37) - A \\ &= 21,916 - A\end{aligned}$$

11) 장비가동일(328일) : 육규 480, 장비정비규정에 명시된 365일의 90%로 판단

12) 운영여유량(15일) : PLL(Prescribed Load List)로써 편성부대 및 독립중대, 격리된 파견부대에서 부대정비를 실시하기 위하여 보유해야 할 수리부속품의 보유량

위 주문량 산출식에 따라 주문을 한 결과, <표 5-2>의 결과와 비교할 때, 매회 평균 주문입고량은 58%, 매월 평균 재고량은 91% 만큼 줄어 총 운용 비용이 2,088,578,648원 절감되는 효과를 얻었다. 이와 관련된 내용은 <표 5-3>를 통해 알 수 있다.

<표 5-3> 주문간격이 2개월(T=1)인 경우 Q기동장비 레도패드 운용현황

연도	월	주문 입고량	소모량	누적 재고량	구매비용 (개당24,012원)	재고비용 (개당160원)	총 운용비용
2008	2월	21,916	17,252	4,664	526,246,992	746,240	526,993,232
	4월	17,252	14,924	6,992	414,255,024	1,118,720	415,373,744
	6월	14,924	9,473	12,443	358,355,088	1,990,880	360,345,968
	8월	9,473	10,309	11,607	227,465,676	1,857,120	229,322,796
	10월	10,309	12,545	9,371	247,539,708	1,499,360	249,039,068
	12월	12,545	8,112	13,804	301,230,540	2,208,640	303,439,180
2009	2월	8,112	11,001	10,915	194,785,344	1,746,400	196,531,744
	4월	11,001	16,113	5,803	264,156,012	928,480	265,084,492
	6월	16,113	14,916	7,000	386,905,356	1,120,000	388,025,356
	8월	14,916	14,786	7,130	358,162,992	1,140,800	359,303,792
	10월	14,786	15,087	6,829	355,041,432	1,092,640	356,134,072
	12월	15,087	14,894	7,022	362,269,044	1,123,520	363,392,564
2010	2월	14,894	12,001	9,915	357,634,728	1,586,400	359,221,128
	4월	12,001	9,549	12,367	288,168,012	1,978,720	290,146,732
	6월	9,549	10,639	11,277	229,290,588	1,804,320	231,094,908
	8월	10,639	11,701	10,215	255,463,668	1,634,400	257,098,068
	10월	11,701	14,366	7,550	280,964,412	1,208,000	282,172,412
	12월	14,366	16,425	5,491	344,956,392	878,560	345,834,952
SUM	-	239,584	234,093	-	5,752,891,008	25,663,200	5,778,554,208

○ 주문간격이 4개월(T=2)인 경우

$$\begin{aligned}
 \text{주문량} &= \bar{d} \times T + \frac{\bar{d}}{108}(LT + ST) - A \\
 &= 13,005 \times 2 + \frac{13,005}{54}(37) - A \\
 &= 34,921 - A
 \end{aligned}$$

위 주문량 산출식에 따라 주문을 한 결과, <표 5-2>의 결과와 비교할 때, 매회 평균 주문입고량은 17%, 매월 평균재고량은 84% 만큼 줄어 총 운용비용이 2,102,569,380원 절감되는 효과를 얻었다. 이와 관련된 내용은 <표 5-4>를 통해 알 수 있다.

<표 5-4> 주문간격이 4개월(T=2)인 경우 Q기동장비 캐도팩드 운용현황

연도	월	주문 입고량	소모량	누적 재고량	구매비용 (개당24,012원)	재고비용 (개당160원)	총 운용비용
2008	2월	34,921	17,252	17,669	838,523,052	2,827,040	841,350,092
	4월	0	14,924	2,745	0	439,200	439,200
	6월	32,176	9,473	25,448	772,610,112	4,071,680	776,681,792
	8월	0	10,309	15,139	0	2,422,240	2,422,240
	10월	19,782	12,545	22,376	475,005,384	3,580,160	478,585,544
	12월	0	8,112	14,264	0	2,282,240	2,282,240
2009	2월	20,657	11,001	23,920	496,015,884	3,827,200	499,843,084
	4월	0	16,113	7,807	0	1,249,120	1,249,120
	6월	27,114	14,916	20,005	651,061,368	3,200,800	654,262,168
	8월	0	14,786	5,219	0	835,040	835,040
	10월	29,702	15,087	19,834	713,204,424	3,173,440	716,377,864
	12월	0	14,894	4,940	0	790,400	790,400
2010	2월	29,981	12,001	22,920	719,903,772	3,667,200	723,570,972
	4월	0	9,549	13,371	0	2,139,360	2,139,360
	6월	21,550	10,639	24,282	517,458,600	3,885,120	521,343,720
	8월	0	11,701	12,581	0	2,012,960	2,012,960
	10월	22,340	14,366	20,555	536,428,080	3,288,800	539,716,880
	12월	0	16,425	4,130	0	660,800	660,800
SUM	-	238,223	234,093	-	5,720,210,676	44,352,800	5,764,563,476

○ 주문간격이 6개월(T=3)인 경우

$$\begin{aligned}
 \text{주문량} &= \bar{d} \times T + \frac{\bar{d}}{162}(LT + ST) - A \\
 &= 13,005 \times 3 + \frac{13,005}{54}(37) - A \\
 &= 47,926 - A
 \end{aligned}$$

위 주문량 산출식에 따라 주문을 한 결과, <표 5-2>의 결과와 비교할 때, 매회 평균 주문입고량은 16%, 매월 평균재고량은 77% 줄어 총 운용비용이 2,052,907,972원 절감되는 효과를 얻었다. 이와 관련된 내용은 <표 5-5>를 통해 알 수 있다.

<표 5-5> 주문간격이 6개월(T=3)인 경우 Q기동장비 캐도패드 운용현황

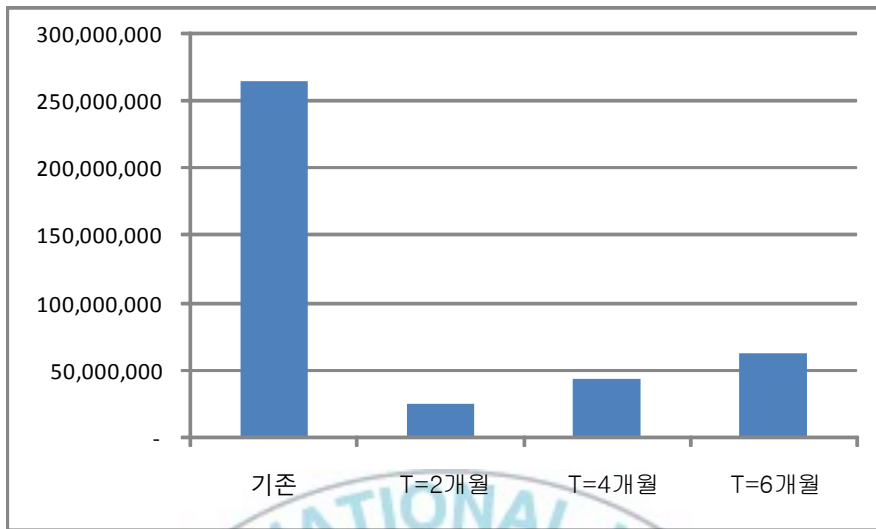
연도	월	주문 입고량	소모량	누적 재고량	구매비용 (개당24,012원)	재고비용 (개당160원)	총 운용비용
2008	2월	47,926	17,252	30,674	1,150,799,112	4,907,840	1,155,706,952
	4월	0	14,924	15,750	0	2,520,000	2,520,000
	6월	0	9,473	6,277	0	1,004,320	1,004,320
	8월	41,649	10,309	37,617	1,000,075,788	6,018,720	1,006,094,508
	10월	0	12,545	25,072	0	4,011,520	4,011,520
	12월	0	8,112	16,960	0	2,713,600	2,713,600
2009	2월	30,966	11,001	36,925	743,555,592	5,908,000	749,463,592
	4월	0	16,113	20,812	0	3,329,920	3,329,920
	6월	0	14,916	5,896	0	943,360	943,360
	8월	42,030	14,786	33,140	1,009,224,360	5,302,400	1,014,526,760
	10월	0	15,087	18,053	0	2,888,480	2,888,480
	12월	0	14,894	3,159	0	505,440	505,440
2010	2월	44,767	12,001	35,925	1,074,945,204	5,748,000	1,080,693,204
	4월	0	9,549	26,376	0	4,220,160	4,220,160
	6월	0	10,639	15,737	0	2,517,920	2,517,920
	8월	32,189	11,701	36,225	772,922,268	5,796,000	778,718,268
	10월	0	14,366	21,859	0	3,497,440	3,497,440
	12월	0	16,425	5,434	0	869,440	869,440
SUM	-	239,527	234,093	-	5,751,522,324	62,702,560	5,814,224,884

지금까지 Q기동장비 웨도패드 운용자료에 “고정기간 발주법”을 활용하여 주문간격을 2개월(T=1), 4개월(T=2), 6개월(T=3)로 하였을 때 그 결과를 정리하면 <표 5-6>과 같다.

<표 5-6> Q기동장비 웨도패드 운용 분석결과

구분	매회 평균 주문입고량	매월 평균 재고량	총 구매비용	총 재고비용	총 운용비용
기존	31,662	45,920	7,602,631,416	264,501,440	7,867,132,856
2개월	13,310	4,455	5,752,891,008	25,663,200	5,778,554,208
4개월	26,469	7,700	5,720,210,676	44,352,800	5,764,563,476
6개월	26,614	10,886	5,751,522,324	62,702,560	5,814,224,884

각 주기별 고정기간 발주법을 활용하였을 경우에는 매월 평균 재고량에 의한 총 재고비용 차이가 발생하여 총 운용비용에 영향을 미칠 뿐이며, 이 재고비용들은 기존 자료와 비교해서 최대 90%까지 감소하였고 총 운용비용은 약 2,000,000,000원 절감하였다. <그림 5-5>는 이상의 결과에서 나타난 총 재고비용을 비교하여 나타낸 것 이다.



<그림 5-5> Q기동장비 웨도패드 총 재고비용별 분석현황

이 분석결과와 총 운용비용 측면에서 관찰할 때 Q기동장비 웨도패드 운용실적 대비 고정기간 발주법을 적용하였을 경우 27% 더 경제적이고, 무기체계의 안정적인 보급지원이 가능하다는 것을 알 수 있다. 즉, 현장 관리자가 주변여건을 고려하여 주문간격을 선택한다면 효과적인 재고관리가 될 수 있다는 의미이다.

5.3. A-Ⅱ기동장비 궤도패드 조달계획에 따른 운용자료 분석

<표 5-7>은 최근 10여년간 개발기간을 거쳐 최근 완성된 무기체계로써 X년에 야전에 배치되어 향후 30년 이상 운용예정인 A-Ⅱ기동장비 궤도패드의 향후 2년간 조달계획에 따라 운용비용을 분석하기 위해 진행된 시뮬레이션 분석결과 중 하나이다.

<표 5-7> A-Ⅱ기동장비 궤도패드의 조달계획에 따른 운용현황(예)

연도	월	RAND 합수	주문 입고량	예상 소모량	예산모 량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당 84 원)	품절비용			총 운용비용		
								①	②	③	④	⑤	⑥
X년	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X+1 년	1월	0078	0	1,332	681	-681	0	250,730	250,730	25,073,000	250,730	250,730	25,073,000
	2월	0450	0	1,332	1,332	-2043	0	250,730	250,730	25,073,000	250,730	250,730	25,073,000
	3월	0184	1,500	1,332	1,022	-1,555	0	250,730	250,730	25,073,000	250,730	250,730	25,073,000
	4월	0363	1,700	1,332	1,332	-1,227	0	250,730	250,730	25,073,000	250,730	250,730	25,073,000
	5월	0035	0	1,121	280	-1,507	0	250,730	250,730	25,073,000	250,730	250,730	25,073,000
	6월	0782	0	1,121	1,401	-2,908	0	250,730	250,730	25,073,000	250,730	250,730	25,073,000
	7월	0449	0	1,282	1,282	-4,190	0	250,730	250,730	25,073,000	250,730	250,730	25,073,000
	8월	0721	10,000	1,282	1,603	4,208	353,430	0	0	0	353,430	353,430	353,430
	9월	0073	10,000	1,522	761	13,447	1,129,506	0	0	0	1,129,506	1,129,506	1,129,506
	10월	0675	10,000	1,522	1,903	21,544	1,809,666	0	0	0	1,809,666	1,809,666	1,809,666
	11월	0574	0	1,332	1,332	20,182	1,695,288	0	0	0	1,695,288	1,695,288	1,695,288
	12월	0063	9,520	1,332	681	20,021	2,437,764	0	0	0	2,437,764	2,437,764	2,437,764
X+2 년	1월	0350	0	2,723	2,012	23,979	2,293,215	0	0	0	2,293,215	2,293,215	2,293,215
	2월	0302	0	2,723	4,065	22,894	1,923,117	0	0	0	1,923,117	1,923,117	1,923,117
	3월	0325	0	2,723	4,065	18,810	1,580,019	0	0	0	1,580,019	1,580,019	1,580,019
	4월	0076	10,000	2,723	1,332	27,448	2,305,653	0	0	0	2,305,653	2,305,653	2,305,653
	5월	0789	0	2,243	2,804	24,645	2,070,138	0	0	0	2,070,138	2,070,138	2,070,138
	6월	0179	10,000	2,243	1,682	32,982	2,788,829	0	0	0	2,788,829	2,788,829	2,788,829
	7월	0623	0	2,553	2,553	30,399	2,553,537	0	0	0	2,553,537	2,553,537	2,553,537
	8월	0217	10,000	2,553	1,922	38,477	3,232,068	0	0	0	3,232,068	3,232,068	3,232,068
	9월	0182	10,000	3,044	2,283	46,194	3,880,296	0	0	0	3,880,296	3,880,296	3,880,296
	10월	0468	10,000	3,044	3,044	53,150	4,464,600	0	0	0	4,464,600	4,464,600	4,464,600
	11월	0980	0	2,723	4,765	48,385	4,064,319	0	0	0	4,064,319	4,064,319	4,064,319
	12월	0887	11,232	2,723	4,065	55,532	4,664,709	0	0	0	4,664,709	4,664,709	4,664,709
SUM	-	-	103,952	48,080	48,420	-	43,199,184	1,755,110	17,551,100	175,511,000	44,954,294	60,750,284	218,710,184

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고
비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

이 경우, X+1년의 상반기에 재고부족현상이 발생될 수 있음을 보여준다. 더구나, 예상소모량에 분산효과가 발생될 경우, 예상소모량의 편차가 발생하여 재고부족현상이 발생할 가능성이 높아지므로 기동장비의 운용가 용도에 심각한 문제를 야기시킬 수 있다.

이 자료를 경제적 측면에서 보다 합리적으로 분석을 하기 위한 핵심 열 쇠는 예상소모량이다. 5.1절에서 분석한 Q기동장비와 달리 예상수치이므 로 어떠한 절차로 예상수치를 산출하는가에 따라 이 분석의 신뢰성을 높 일 수 있기 때문에 아래와 같은 절차를 통해 예상소모량을 산출한다.

절차 1. A-II기동장비 신뢰도 및 내구도 시험평가 보고서에 명시된 퀘 도패드의 수명주기가 700km로써 장비의 운용실적에 따라 1년후에 동일 품목에 대한 교환 소요가 발생하는 것을 고려하여 X년, X+1년에 운용된 장비의 수요가 X+1년~X+2년의 예상수요를 연간 소모량으로 산정한다.

X+1년	16,020개(한 대당 178개 × 90대)
X+2년	32,040개(한 대당 178개 × 180대)

절차 2. Q기동장비의 퀘도패드 운용현황에서 연간 소모량 대비 매월 소모 량 비중을 A-II기동장비의 X+1년, X+2년 연간 소모량에 적용하여 매월 예상소모량으로 산정한다.

절차 3. 예상소모량의 변동성을 표현하기 위하여 절차 2에서 산출된 매 월 예상소모량에 <그림 5-6> 표준정규분포를 적용하여 변동성을 감안한 다. 여기서 변동성은 엑셀의 RAND 함수와 IF 함수를 이용하여 컴퓨터가 나타내는 임의의 수치에 따라 변화된다. 즉, 예상 소모량(RAND) 산출방 법은 다음과 같다.

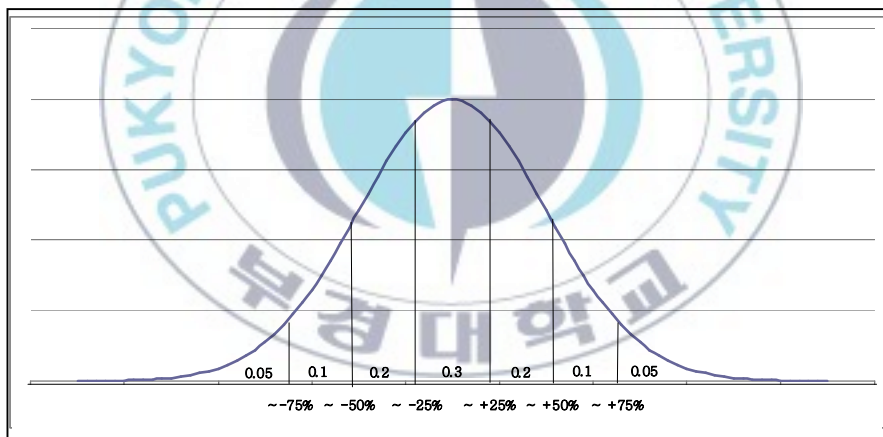
엑셀의 함수 이용

① RAND 함수로 임의의 값(D7) 산출

② IF함수로 ①에 산출된 값의 범례별 가중치와 절차 2에서 산정한 값과 곱

$$=IF(D7<0.05,F7*0.25,(IF(D7<0.15,F7*0.5,(IF(D7<0.35,F7*0.75,(IF(D7<0.65,F7,(IF(D7<0.85,F7*1.25,(IF(D7<0.95,F7*1.5,F7*1.75))))))))))))))$$

그리고 이 값의 신뢰성을 높이기 위하여 20회 반복 실행을 통해 시뮬레이션 분석을 실시한다.



<그림 5-6> 표준정규분포도

절차 4. 품질이 발생할 경우, 무기체계 불가동을 고려한 품질비용을 적용한다. 다만, 본 연구에서는 무기체계라는 특별한 대상에 대한 정확한 품질비용을 산정하기가 불가능하므로 “구입비용×10, 구입비용×100, 구입비용×1,000”로 일반화하여 비교 분석한다.

절차 5. Q기동장비에서 증명된 바와 같이 주문비용은 본 연구에서 적용할 고정기간 발주법의 총 운용비용에는 비교대상이 아니므로 A-Ⅱ기동장비에서는 구매비용을 제외한 재고비용과 품질비용으로 총 운용비용을 산정한다.

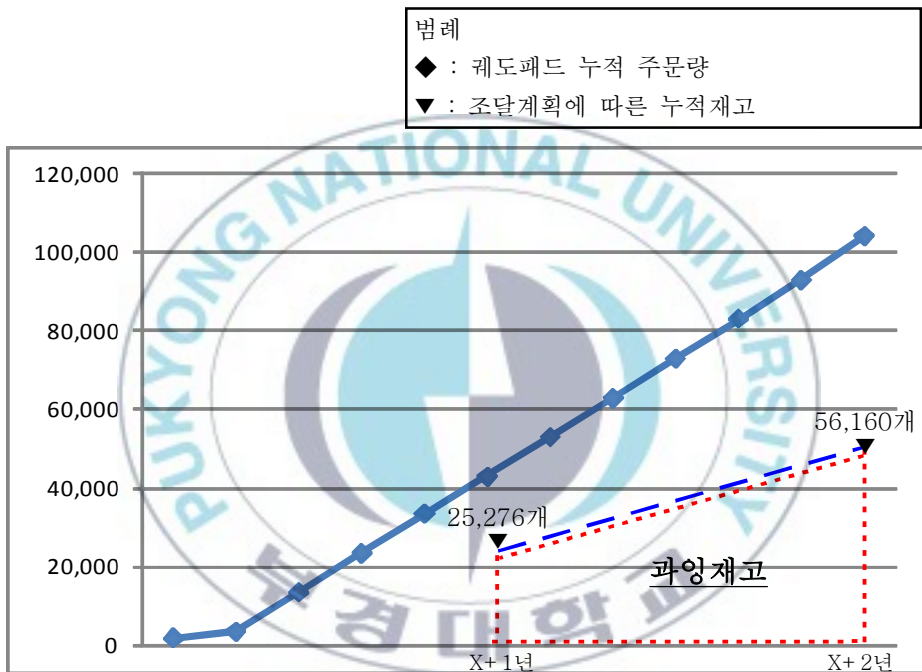
<표 5-8>은 앞서 소개한 예상소모량(RAND)의 변동성을 고려한 20개의 표본자료를 대상으로 현행 주문정책을 적용한 결과로, 평균 재고비용은 40,835,166원, 평균 품질비용은 각각 1,755,110원, 17,551,100원, 175,511,000원이며, 평균 총 운용비용은 각각 42,590,726원, 58,286,266원, 216,346,166원이다.

<표 5-8> A-Ⅱ기동장비 웨도패드 조달계획에 변동성을 고려한 운용현황 결과

순번	예상소모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당34원)	품질비용			총 운용비용		
				①	②	③	④	⑤	⑥
1	48,420	55,532	43,199,184	1,755,110	17,551,100	175,511,000	44,954,294	60,750,284	218,710,184
2	48,221	55,732	41,596,065	1,755,110	17,551,100	175,511,000	43,351,175	59,147,165	217,107,065
3	46,800	57,093	39,680,487	1,755,110	17,551,100	175,511,000	41,435,597	57,231,587	215,191,487
4	47,058	56,894	45,268,482	1,755,110	17,551,100	175,511,000	47,032,592	62,819,582	220,779,482
5	46,237	57,715	42,570,423	1,755,110	17,551,100	175,511,000	44,325,533	60,121,523	218,081,423
6	46,939	57,013	38,071,194	1,755,110	17,551,100	175,511,000	39,826,304	55,922,294	213,582,194
7	47,759	56,193	43,265,490	1,755,110	17,551,100	175,511,000	45,050,600	60,846,590	218,806,490
8	57,551	46,401	35,915,754	1,755,110	17,551,100	175,511,000	37,670,864	53,496,854	211,426,754
9	48,139	55,813	41,465,288	1,755,110	17,551,100	175,511,000	43,220,408	59,016,398	216,976,298
10	42,373	61,579	42,310,653	1,755,110	17,551,100	175,511,000	44,065,763	59,861,753	217,821,653
11	43,234	60,718	43,597,596	1,755,110	17,551,100	175,511,000	45,352,706	61,148,696	219,108,596
12	47,760	56,192	39,010,104	1,755,110	17,551,100	175,511,000	40,765,214	56,561,204	214,521,104
13	43,494	60,458	45,317,349	1,755,110	17,551,100	175,511,000	47,072,459	60,868,449	220,828,349
14	48,220	55,732	39,643,275	1,755,110	17,551,100	175,511,000	41,398,385	57,194,375	215,154,275
15	56,210	47,742	35,451,150	1,755,110	17,551,100	175,511,000	37,206,260	53,002,250	210,962,150
16	46,498	57,454	42,065,449	1,755,110	17,551,100	175,511,000	43,840,559	59,636,549	217,596,449
17	46,859	57,093	41,146,707	1,755,110	17,551,100	175,511,000	42,901,817	58,697,807	216,657,707
18	49,021	54,931	38,442,222	1,755,110	17,551,100	175,511,000	40,197,332	55,993,322	213,953,222
19	46,818	57,134	39,766,087	1,755,110	17,551,100	175,511,000	41,511,197	57,307,187	215,267,087
20	48,181	55,771	38,880,345	1,755,110	17,551,100	175,511,000	40,635,455	56,431,445	214,391,345
평균	47,793	56,160	40,835,166	1,755,110	17,551,100	175,511,000	42,590,726	58,286,266	216,346,166

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

<표 5-7>과 <표 5-8>의 결과를 이용하여 2년간 매회 평균 주문입고량 8,663개¹³⁾, 평균 누적재고량은 56,160개이며, <표 5-7>의 X+1년 상반기에는 재고부족으로 무기체계 운용상에서 심각한 위험이 예상됨과 동시에 <그림 5-7>과 같이 X+2년으로 진행될수록 과잉재고현상이 두드러지게 발생한다는 것을 알 수 있다.



<그림 5-7> A-II기동장비 웨도패드 조달계획에 따른 예상 과잉재고현황

13) 평균 주문입고량(8,663개) = 基 계획된 조달계획의 주문 입고량(103,952개) ÷ 입고횟수(12회)

5.4. 고정기간 발주법을 적용한 A-II기동장비 궤도패드 재고관리

5.3절에서 분석한 A-II기동장비 궤도패드 조달계획에 따른 운용자료에 5.2절의 고정기간 발주법을 적용하되, 예상 소요량에 대한 변동성과 자료의 정확성을 높이기 위하여 아래와 같은 절차를 따른다.

절차 1. 수집된 자료의 특성을 고려하여 주문간격을 1개월($T=0.5$), 2개월($T=1$), 4개월($T=2$), 6개월($T=3$)로 구분한다.

절차 2. 1일 평균 수요량을 이용하여 주문량을 산출하고, 예상소모량을 1개월 간격으로 표현한다.

절차 3. Q기동장비와 달리 A-II기동장비는 고정기간 발주법을 1년 단위로 적용하는 수정된 모형을 적용한다.

절차 4. 5.3절과 같이 예상소모량의 변동성을 고려하기 위해 RAND 함수를 이용하여 컴퓨터가 나타내는 임의의 수치에 따라 변화시키며, 이 값의 신뢰성을 높이기 위하여 각 주기별로 20회의 반복실행을 통해 시뮬레이션 분석을 실시한다.

절차 5. 품질이 발생할 경우 무기체계 불가동을 고려한 품질비용을 적용한다.

다만, 본 연구에서는 무기체계라는 특별한 대상에 대한 정확한 품질비용을 산정하기가 불가능하므로 “구입비용 $\times 10$, 구입비용 $\times 100$, 구입비용 $\times 1,000$ ”로 일반화하여 비교 분석한다.

절차 6. Q기동장비에서 증명된 바와 같이 주문비용은 각 발주주기에 따라 특별한 영향을 끼치지 못하므로 A-II기동장비에서는 구매비용을 제외한 재고비용과 품질비용으로 총 운용비용을 산정한다.

1개월 주기로 고정기간 발주법을 A-II기동장비 퀘도패드 운용현황에 적용할 경우 아래와 같은 식을 활용한다.

(1) 주문간격이 1개월($T=0.5$)인 경우

○ X+1년 고정기간 발주량

$$1\text{일 수요량 } \bar{d} = 16,020 \div 12 \div 27 = 50$$

$$\begin{aligned} \text{주문량} &= \bar{d} \times T + \bar{d}(LT + ST) - A \\ &= 50 \times 27 + 50(37) - A \\ &= 3,200 - A \end{aligned}$$

○ X+2년 고정기간 발주량

$$1\text{일 수요량 } \bar{d} = 32,040 \div 12 \div 27 = 100$$

$$\begin{aligned} \text{주문량} &= \bar{d} \times T + \bar{d}(LT + ST) - A \\ &= 100 \times 27 + 100(37) - A \\ &= 6,400 - A \end{aligned}$$

○ 예상 소모량(RAND)은 5장 3절의 절차 3과 동일

위 주문식에서 산출된 값을 활용하면 <표 5-9>과 같은 결과가 산출된다.

<표 5-9> 주문간격이 1개월(T=0.5)인 경우 A-II기동장비 레도패드 운용현황(예)

연도	월	RAND 함수	주문 입고량	예상 소모량	예상소 모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당 84원)	품절비용			총 운용비용		
								①	②	③	④	⑤	⑥
X년	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X+1년	1월	0.861	3,200	1,362	2043	1,157	97,188	0	0	0	97,188	97,188	97,188
	2월	0.795	2,043	1,362	1,703	1,498	125,790	0	0	0	125,790	125,790	125,790
	3월	0.683	1,703	1,362	1,703	1,498	125,790	0	0	0	125,790	125,790	125,790
	4월	0.742	1,703	1,362	1,703	1,498	125,790	0	0	0	125,790	125,790	125,790
	5월	0.880	1,703	1,121	1,682	1,519	127,554	0	0	0	127,554	127,554	127,554
	6월	0.935	1,682	1,121	1,682	1,519	127,554	0	0	0	127,554	127,554	127,554
	7월	0.933	1,682	1,282	1,923	1,277	107,238	0	0	0	107,238	107,238	107,238
	8월	0.460	1,923	1,282	1,282	1,918	161,112	0	0	0	161,112	161,112	161,112
	9월	0.235	1,282	1,522	1,142	2,039	172,914	0	0	0	172,914	172,914	172,914
	10월	0.624	1,142	1,522	1,522	1,678	140,952	0	0	0	140,952	140,952	140,952
	11월	0.147	1,522	1,362	681	2,519	211,536	0	0	0	211,536	211,536	211,536
	12월	0.071	681	1,362	681	2,519	211,536	0	0	0	211,536	211,536	211,536
X+2년	1월	0.154	3,881	2,723	2042	4,358	366,051	0	0	0	366,051	366,051	366,051
	2월	0.635	2,042	2,723	2,723	3,677	308,868	0	0	0	308,868	308,868	308,868
	3월	0.369	2,723	2,723	2,723	3,677	308,868	0	0	0	308,868	308,868	308,868
	4월	0.389	2,723	2,723	2,723	3,677	308,868	0	0	0	308,868	308,868	308,868
	5월	0.152	2,723	2,243	1,682	4,718	396,291	0	0	0	396,291	396,291	396,291
	6월	0.443	1,682	2,243	2,243	4,157	349,188	0	0	0	349,188	349,188	349,188
	7월	0.457	2,243	2,563	2,563	3,857	322,308	0	0	0	322,308	322,308	322,308
	8월	0.213	2,563	2,563	1,922	4,478	376,131	0	0	0	376,131	376,131	376,131
	9월	0.049	1,922	3,044	761	5,639	473,676	0	0	0	473,676	473,676	473,676
	10월	0.508	761	3,044	3,044	3,356	281,904	0	0	0	281,904	281,904	281,904
	11월	0.472	3,044	2,723	2,723	3,677	308,868	0	0	0	308,868	308,868	308,868
	12월	0.315	2,723	2,723	2,042	4,358	366,051	0	0	0	366,051	366,051	366,051
SLM	-	-	49,294	48,060	44,936	-	5,902,176	0	0	0	5,902,176	5,902,176	5,902,176

※ ① : 구매비용 × 10, ② : 구매비용 × 100, ③ : 구매비용 × 1,000, ④ : 재고
비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

<표 5-10>은 <표 5-9>와 동일한 주문방식을 적용하여 예상소모량의 변동성을 고려한 20회 시뮬레이션 분석을 수행한 결과로 평균 총 운용비용(평균 재고비용)은 5,601,484원이며, 품질비용은 발생하지 않는다.

<표 5-10> 주문간격이 1개월(T=0.5)인 경우 A-II기동장비 퀘도패드 운용현황 결과

순번	주문입고량	예상소모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개384원)	품질비용			총 운용비용		
					①	②	③	④	⑤	⑥
1	49,294	44,936	4,358	5,902,176	0	0	0	5,902,176	5,902,176	5,902,176
2	56,944	53,948	2,996	5,145,189	0	0	0	5,145,189	5,145,189	5,145,189
3	48,514	44,837	3,677	5,910,534	0	0	0	5,910,534	5,910,534	5,910,534
4	51,337	48,341	2,996	5,616,198	0	0	0	5,616,198	5,616,198	5,616,198
5	53,621	50,625	2,996	5,424,342	0	0	0	5,424,342	5,424,342	5,424,342
6	51,357	49,041	2,316	5,557,335	0	0	0	5,557,335	5,557,335	5,557,335
7	49,034	45,357	3,677	5,866,833	0	0	0	5,866,833	5,866,833	5,866,833
8	47,231	43,554	3,677	6,018,264	0	0	0	6,018,264	6,018,264	6,018,264
9	54,160	49,802	4,358	5,493,453	0	0	0	5,493,453	5,493,453	5,493,453
10	51,838	50,203	1,635	5,459,769	0	0	0	5,459,769	5,459,769	5,459,769
11	47,972	42,233	5,719	6,127,548	0	0	0	6,127,548	6,127,548	6,127,548
12	51,617	47,940	3,677	5,649,882	0	0	0	5,649,882	5,649,882	5,649,882
13	51,077	46,719	4,358	5,752,404	0	0	0	5,752,404	5,752,404	5,752,404
14	53,339	51,024	2,316	5,390,826	0	0	0	5,390,826	5,390,826	5,390,826
15	52,638	48,281	4,358	5,621,238	0	0	0	5,621,238	5,621,238	5,621,238
16	50,937	46,579	4,358	5,764,185	0	0	0	5,764,185	5,764,185	5,764,185
17	58,706	55,029	2,677	5,054,406	0	0	0	5,054,406	5,054,406	5,054,406
18	52,618	50,303	2,316	5,451,369	0	0	0	5,451,369	5,451,369	5,451,369
19	52,638	49,642	2,996	5,506,872	0	0	0	5,506,872	5,506,872	5,506,872
20	56,262	51,904	4,358	5,316,864	0	0	0	5,316,864	5,316,864	5,316,864
평균	52,057	48,516	3,485	5,601,484	0	0	0	5,601,484	5,601,484	5,601,484

※ ① : 구매비용 × 10, ② : 구매비용 × 100, ③ : 구매비용 × 1,000, ④ : 재고비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

2개월 주기로 고정기간 발주법을 A-II기동장비 퀘도패드 운용현황에 적용할 경우 아래와 같은 식을 활용한다.

(2) 주문간격이 2개월(T=1)인 경우

○ X+1년 고정기간 발주량

$$1\text{일 수요량 } \bar{d} = 16,020/12/27 = 50$$

$$\begin{aligned}\text{주문량} &= \bar{d} \times T + \bar{d}(LT + ST) - A \\ &= 50 \times 54 + 50(37) - A \\ &= 4,550 - A\end{aligned}$$

○ X+2년 고정기간 발주량

$$1\text{일 수요량 } \bar{d} = 32,040/12/27 = 100$$

$$\begin{aligned}\text{주문량} &= \bar{d} \times T + \bar{d}(LT + ST) - A \\ &= 100 \times 54 + 100(37) - A \\ &= 9,100 - A\end{aligned}$$

○ 예상 소모량(RAND)은 5장 3절의 절차 3과 동일

위 주문식에서 산출된 값을 활용하면 <표 5-11>과 같은 결과가 산출된다.

<표 5-11> 주문간격이 2개월(T=1)인 경우 A-Ⅱ기동장비 퀘도패드 운용현황(예)

연도	월	RAND 합수	주문 입고량	예상 소모량	예상소 모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당 84원)	품찰비용			총 운용비용		
								①	②	③	④	⑤	⑥
X년	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X+1년	1월	0.344	4,550	1,362	1,022	3,529	296,394	0	0	0	296,394	296,394	296,394
	2월	0.405	0	1,362	1,362	2,167	181,986	0	0	0	181,986	181,986	181,986
	3월	0.517	2,384	1,362	1,362	3,188	267,792	0	0	0	267,792	267,792	267,792
	4월	0.511	0	1,362	1,362	1,826	153,384	0	0	0	153,384	153,384	153,384
	5월	0.351	2,724	1,121	1,121	3,429	288,036	0	0	0	288,036	288,036	288,036
	6월	0.227	0	1,121	841	2,588	217,413	0	0	0	217,413	217,413	217,413
	7월	0.997	1,902	1,282	2,244	2,307	193,746	0	0	0	193,746	193,746	193,746
	8월	0.769	0	1,282	1,008	704	59,136	0	0	0	59,136	59,136	59,136
	9월	0.823	3,846	1,522	1,903	2,648	222,300	0	0	0	222,300	222,300	222,300
	10월	0.010	0	1,522	381	2,237	190,428	0	0	0	190,428	190,428	190,428
	11월	0.838	2,283	1,362	1,703	2,848	239,190	0	0	0	239,190	239,190	239,190
	12월	0.105	0	1,362	681	2,167	181,986	0	0	0	181,986	181,986	181,986
X+2년	1월	0.910	6,904	2,723	4,065	5,016	421,302	0	0	0	421,302	421,302	421,302
	2월	0.787	0	2,723	3,404	1,612	135,387	0	0	0	135,387	135,387	135,387
	3월	0.823	7,488	2,723	3,404	5,606	478,485	0	0	0	478,485	478,485	478,485
	4월	0.617	0	2,723	2,723	2,973	249,753	0	0	0	249,753	249,753	249,753
	5월	0.563	6,127	2,243	2,243	6,857	575,988	0	0	0	575,988	575,988	575,988
	6월	0.313	0	2,243	1,682	5,175	434,679	0	0	0	434,679	434,679	434,679
	7월	0.530	3,925	2,563	2,563	6,537	549,108	0	0	0	549,108	549,108	549,108
	8월	0.150	0	2,563	1,282	5,256	441,462	0	0	0	441,462	441,462	441,462
	9월	0.234	3,845	3,044	2,283	6,817	572,628	0	0	0	572,628	572,628	572,628
	10월	0.171	0	3,044	2,283	4,534	380,856	0	0	0	380,856	380,856	380,856
	11월	0.516	4,566	2,723	2,723	6,377	535,668	0	0	0	535,668	535,668	535,668
	12월	0.891	0	2,723	4,065	2,238	192,570	0	0	0	192,570	192,570	192,570
SUM	-	-	50,633	48,000	48,340	-	7,459,767	0	0	0	7,459,767	7,459,767	7,459,767

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고
비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

주문간격이 2개월(T=1)인 경우에는 레도패드 품질현상이 총 3회 발생하였으며, 그 예는 <표 5-12>와 같다.

<표 5-12> 주문간격이 2개월(T=1)인 경우 A-II기동장비 레도패드 품질발생(예)

연도	월	RAND 함수	주문 입고량	예상 소모량	예상소 모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당 84원)	품질비용			총 운용비용		
								①	②	③	④	⑤	⑥
X년	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X+1년	1월	0.187	4,500	1,302	1,022	3,529	296,394	0	0	0	296,394	296,394	296,394
	2월	0.045	0	1,302	341	3,188	267,792	0	0	0	267,792	267,792	267,792
	3월	0.402	1,302	1,302	1,302	3,188	267,792	0	0	0	267,792	267,792	267,792
	4월	0.513	0	1,302	1,302	1,895	153,384	0	0	0	153,384	153,384	153,384
	5월	0.553	2,724	1,121	1,121	3,429	288,036	0	0	0	288,036	288,036	288,036
	6월	0.566	0	1,121	1,121	2,308	193,872	0	0	0	193,872	193,872	193,872
	7월	0.859	2,242	1,202	1,923	2,627	220,668	0	0	0	220,668	220,668	220,668
	8월	0.482	0	1,202	1,202	1,345	112,980	0	0	0	112,980	112,980	112,980
	9월	0.563	3,205	1,522	1,522	3,028	254,352	0	0	0	254,352	254,352	254,352
	10월	0.613	0	1,522	1,522	1,506	126,504	0	0	0	126,504	126,504	126,504
	11월	0.921	3,044	1,302	2,043	2,507	210,588	0	0	0	210,588	210,588	210,588
	12월	0.572	0	1,302	1,302	1,145	96,180	0	0	0	96,180	96,180	96,180
X+2년	1월	0.765	7,955	2,723	3,404	5,696	478,485	0	0	0	478,485	478,485	478,485
	2월	0.947	0	2,723	4,065	1,612	135,387	0	0	0	135,387	135,387	135,387
	3월	0.637	7,488	2,723	2,723	6,877	535,668	0	0	0	535,668	535,668	535,668
	4월	0.909	0	2,723	4,065	2,233	192,570	0	0	0	192,570	192,570	192,570
	5월	0.008	6,808	2,243	1,122	7,979	670,194	0	0	0	670,194	670,194	670,194
	6월	0.856	0	2,243	3,365	4,614	387,576	0	0	0	387,576	387,576	387,576
	7월	0.201	4,486	2,563	1,922	7,178	602,931	0	0	0	602,931	602,931	602,931
	8월	0.806	0	2,563	3,845	3,333	279,993	0	0	0	279,993	279,993	279,993
	9월	0.903	5,767	3,044	4,566	4,534	380,856	0	0	0	380,856	380,856	380,856
	10월	0.852	0	3,044	4,566	-32	0	250,730	2,507,300	25,073,000	250,730	2,507,300	25,073,000
	11월	0.822	9,132	2,723	3,404	5,696	478,485	0	0	0	478,485	478,485	478,485
	12월	0.751	0	2,723	3,404	2,233	192,570	0	0	0	192,570	192,570	192,570
SLM	-	-	58,763	48,080	56,470	-	6,823,257	250,730	2,507,300	25,073,000	7,073,987	9,330,557	31,896,257

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

X+2년 10월에 재고가 32개 부족함에 따라 품질비용이 각각 250,730원, 2,507,300원, 25,073,000원 발생되고, 11월에 전달 재고 부족분이 추가된 9,132개를 주문해야만 이후 발생하는 예상 소모량을 충족할 수 있다.

<표 5-13>은 <표 5-11>와 동일한 주문방식을 적용하여 예상소모량의 변동성을 고려한 20회 시뮬레이션 분석을 수행한 결과로 평균 재고비용은 7,723,433원, 평균 품질비용은 각각 37,610원, 376,095원, 3,760,950원이며, 평균 총 운용비용은 각각 7,761,042원, 8,099,528원, 11,484,383원이다.

<표 5-13> 주문간격이 2개월(T=1)인 경우 A-II기동장비 레도패드 운용현황 결과

순번	주문입고량	예상소모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당384원)	품질비용			총 운용비용		
					①	②	③	④	⑤	⑥
1	58,763	56,470	2,238	6,823,257	250,730	2,507,300	25,073,000	7,073,987	9,330,557	31,896,257
2	46,006	43,033	2,973	8,509,494	0	0	0	8,509,494	8,509,494	8,509,494
3	50,453	48,160	2,238	7,718,781	0	0	0	7,718,781	7,718,781	7,718,781
4	52,034	50,422	1,612	7,594,377	0	0	0	7,594,377	7,594,377	7,594,377
5	52,496	48,842	3,654	7,685,076	0	0	0	7,685,076	7,685,076	7,685,076
6	57,341	53,687	3,654	7,041,930	250,730	2,507,300	25,073,000	7,292,660	9,549,230	32,114,930
7	53,577	48,562	5,016	7,644,672	0	0	0	7,644,672	7,644,672	7,644,672
8	50,672	43,615	7,058	8,073,681	0	0	0	8,073,681	8,073,681	8,073,681
9	49,090	44,755	4,335	8,119,209	0	0	0	8,119,209	8,119,209	8,119,209
10	54,277	48,580	5,696	7,466,508	0	0	0	7,466,508	7,466,508	7,466,508
11	49,791	48,860	991	7,856,793	0	0	0	7,856,793	7,856,793	7,856,793
12	48,371	46,078	2,238	7,833,042	0	0	0	7,833,042	7,833,042	7,833,042
13	53,412	51,805	1,612	7,308,336	0	0	0	7,308,336	7,308,336	7,308,336
14	50,814	46,479	4,335	7,993,905	0	0	0	7,993,905	7,993,905	7,993,905
15	56,076	46,018	7,058	7,981,050	0	0	0	7,981,050	7,981,050	7,981,050
16	52,176	51,925	250	7,195,566	0	0	0	7,195,566	7,195,566	7,195,566
17	51,134	44,757	6,377	7,890,288	0	0	0	7,890,288	7,890,288	7,890,288
18	52,075	49,102	2,973	7,440,783	250,730	2,507,300	25,073,000	7,691,513	9,948,083	32,513,783
19	49,712	46,058	3,654	7,777,581	0	0	0	7,777,581	7,777,581	7,777,581
20	47,630	42,614	5,016	8,514,324	0	0	0	8,514,324	8,514,324	8,514,324
평균	51,795	47,991	3,654	7,723,433	37,610	376,095	3,760,950	7,761,042	8,099,528	11,484,383

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

4개월 주기로 고정기간 발주법을 A-II기동장비 퀘도패드 운용현황에 적용할 경우 아래와 같은 식을 활용한다.

(3) 주문간격이 4달(T=2)인 경우

○ X+1년 고정기간 발주법

$$1\text{일 수요량 } \bar{d} = 16,020/12/27 = 50$$

$$\begin{aligned}\text{주문량} &= \bar{d} \times T + \bar{d}(LT + ST) - A \\ &= 50 \times 108 + 50(37) - A \\ &= 7,250 - A\end{aligned}$$

○ X+2년 고정기간 발주법

$$1\text{일 수요량 } \bar{d} = 32,040/12/27 = 100$$

$$\begin{aligned}\text{주문량} &= \bar{d} \times T + \bar{d}(LT + ST) - A \\ &= 100 \times 108 + 100(37) - A \\ &= 14,500 - A\end{aligned}$$

○ 예상 소모량(RAND)은 5장 3절의 절차 3과 동일

위 주문식에서 산출된 값을 활용하면 <표 5-14>와 같은 결과가 산출된다.

<표 5-14> 주문간격이 4개월(T=2)인 경우 A-II기동장비 레도패드 운용현황(예)

연도	월	RAND 합수	주문 입고량	예상 소모량	예상소 모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당 84원)	품찰비용			총 운용비용		
								①	②	③	④	⑤	⑥
XX년	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X+1년	1월	0.806	7,250	1,362	1,703	5,548	465,990	0	0	0	465,990	465,990	465,990
	2월	0.732	0	1,362	1,703	3,845	322,980	0	0	0	322,980	322,980	322,980
	3월	0.935	0	1,362	2,043	1,802	151,368	0	0	0	151,368	151,368	151,368
	4월	0.420	0	1,362	1,362	440	36,960	0	0	0	36,960	36,960	36,960
	5월	0.235	6,810	1,121	841	6,409	538,377	0	0	0	538,377	538,377	538,377
	6월	0.125	0	1,121	561	5,849	491,235	0	0	0	491,235	491,235	491,235
	7월	0.816	0	1,282	1,608	4,246	356,685	0	0	0	356,685	356,685	356,685
	8월	0.465	0	1,282	1,282	2,964	248,997	0	0	0	248,997	248,997	248,997
	9월	0.925	4,266	1,522	2,283	4,967	417,228	0	0	0	417,228	417,228	417,228
	10월	0.810	0	1,522	1,903	3,065	257,418	0	0	0	257,418	257,418	257,418
	11월	0.052	0	1,362	681	2,384	200,214	0	0	0	200,214	200,214	200,214
	12월	0.482	0	1,362	1,362	1,022	85,806	0	0	0	85,806	85,806	85,806
X+2년	1월	0.824	13,479	2,723	3,404	11,096	932,085	0	0	0	932,085	932,085	932,085
	2월	0.224	0	2,723	2,042	9,054	760,536	0	0	0	760,536	760,536	760,536
	3월	0.450	0	2,723	2,723	6,331	531,804	0	0	0	531,804	531,804	531,804
	4월	0.448	0	2,723	2,723	3,608	303,072	0	0	0	303,072	303,072	303,072
	5월	0.482	10,802	2,243	2,243	12,257	1,029,588	0	0	0	1,029,588	1,029,588	1,029,588
	6월	0.335	0	2,243	1,682	10,675	888,279	0	0	0	888,279	888,279	888,279
	7월	0.120	0	2,563	1,282	9,233	780,633	0	0	0	780,633	780,633	780,633
	8월	0.400	0	2,563	2,563	6,730	565,341	0	0	0	565,341	565,341	565,341
	9월	0.154	7,770	3,044	2,283	12,217	1,026,228	0	0	0	1,026,228	1,026,228	1,026,228
	10월	0.447	0	3,044	3,044	9,173	770,532	0	0	0	770,532	770,532	770,532
	11월	0.280	0	2,723	2,042	7,131	598,983	0	0	0	598,983	598,983	598,983
	12월	0.648	0	2,723	2,723	4,408	370,251	0	0	0	370,251	370,251	370,251
SUM	-	-	50,486	48,080	46,078	-	12,130,650	0	0	0	12,130,650	12,130,650	12,130,650

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고
비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

주문간격이 4개월(T=2)인 경우에는 레도패드 품질현상이 총 5회 발생하였으며, 한 예로 <표 5-15>와 같다.

<표 5-15> 주문간격이 4개월(T=2)인 경우 A-II기동장비 레도패드 품질발생(예)

연도	월	RAND 함수	주문 입고량	예상 소모량	예상소 모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당 84원)	품질비용			총 운송비용		
								①	②	③	④	⑤	⑥
X년	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X+1년	1월	0.236	7,250	1,362	1,022	6,229	523,194	0	0	0	523,194	523,194	523,194
	2월	0.675	0	1,362	1,708	4,526	380,184	0	0	0	380,184	380,184	380,184
	3월	0.279	0	1,362	1,022	3,505	294,378	0	0	0	294,378	294,378	294,378
	4월	0.600	0	1,362	1,362	2,143	179,970	0	0	0	179,970	179,970	179,970
	5월	0.364	5,108	1,121	1,121	6,129	514,836	0	0	0	514,836	514,836	514,836
	6월	0.875	0	1,121	1,682	4,448	373,500	0	0	0	373,500	373,500	373,500
	7월	0.966	0	1,282	2,244	2,204	185,136	0	0	0	185,136	185,136	185,136
	8월	0.193	0	1,282	962	1,243	104,370	0	0	0	104,370	104,370	104,370
	9월	0.639	6,008	1,522	1,522	5,728	481,152	0	0	0	481,152	481,152	481,152
	10월	0.666	0	1,522	1,903	3,826	321,342	0	0	0	321,342	321,342	321,342
	11월	0.881	0	1,362	2,043	1,783	149,730	0	0	0	149,730	149,730	149,730
	12월	0.860	0	1,362	2,043	-261	0	250,730	250,730	25,073,000	250,730	250,730	25,073,000
X+2년	1월	0.463	14,761	2,723	2,723	11,777	989,268	0	0	0	989,268	989,268	989,268
	2월	0.083	0	2,723	1,362	10,416	874,902	0	0	0	874,902	874,902	874,902
	3월	0.779	0	2,723	3,404	7,012	588,987	0	0	0	588,987	588,987	588,987
	4월	0.565	0	2,723	2,723	4,290	360,255	0	0	0	360,255	360,255	360,255
	5월	0.166	10,211	2,243	1,682	12,818	1,076,691	0	0	0	1,076,691	1,076,691	1,076,691
	6월	0.843	0	2,243	2,804	10,014	841,176	0	0	0	841,176	841,176	841,176
	7월	0.463	0	2,563	2,563	7,451	625,884	0	0	0	625,884	625,884	625,884
	8월	0.614	0	2,563	2,563	4,888	410,592	0	0	0	410,592	410,592	410,592
	9월	0.568	9,612	3,044	3,044	11,456	962,304	0	0	0	962,304	962,304	962,304
	10월	0.782	0	3,044	3,805	7,651	642,684	0	0	0	642,684	642,684	642,684
	11월	0.642	0	2,723	2,723	4,928	413,952	0	0	0	413,952	413,952	413,952
	12월	0.382	0	2,723	2,723	2,205	185,220	0	0	0	185,220	185,220	185,220
SUM	-	-	52,949	48,060	50,744	-	11,479,797	250,730	250,730	25,073,000	11,730,527	13,967,097	36,562,797

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

X+1년 12월에 재고가 각각 261개 부족함에 따라 품질비용이 각각 250,730원, 2,507,300원, 25,073,000원 발생되고, X+2년 1월에 전달 재고 부족분이 추가된 14,761개를 추가하여 주문해야만 이후 발생하는 예상 소모량을 충족할 수 있다.

<표 5-16>은 <표 5-14>와 동일한 주문방식을 적용하여 예상소모량의 변동성을 고려한 20회 시뮬레이션 분석을 수행한 결과로 평균 재고비용은 11,981,474원, 평균 품질비용은 각각 62,683원, 626,825원, 6,268,250원이며, 평균 총 운용비용은 각각 12,056,693원, 12,733,664원, 19,503,374원이다.

<표 5-16> 주문간격이 4달(T=2)인 경우 A-II기동장비 레도패드 운용현황 결과

순번	주문입고량	예상소모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당84원)	품질비용			총 운용비용		
					①	②	③	④	⑤	⑥
1	50,486	46,078	4,408	12,130,650	0	0	0	12,130,650	12,130,650	12,130,650
2	49,745	44,576	5,169	12,904,563	0	0	0	12,904,563	12,904,563	12,904,563
3	52,949	50,744	2,205	11,479,797	250,730	2,507,300	25,073,000	11,730,527	13,987,097	36,552,797
4	59,217	58,373	844	9,917,166	250,730	2,507,300	25,073,000	10,167,896	12,424,466	34,990,166
5	52,268	49,543	2,725	11,508,210	0	0	0	11,508,210	11,508,210	11,508,210
6	51,748	49,543	2,205	12,149,193	0	0	0	12,149,193	12,149,193	12,149,193
7	49,184	45,617	2,567	12,063,534	0	0	0	12,063,534	12,063,534	12,063,534
8	48,642	52,805	-4,163	11,195,478	250,730	2,507,300	25,073,000	11,446,208	13,702,778	36,268,478
9	52,928	52,926	2	10,934,826	0	0	0	10,934,826	10,934,826	10,934,826
10	50,685	45,677	5,008	12,305,832	0	0	0	12,305,832	12,305,832	12,305,832
11	50,906	47,940	2,966	11,869,998	0	0	0	12,120,728	14,377,298	36,942,998
12	52,467	47,979	4,488	11,962,818	0	0	0	11,962,818	11,962,818	11,962,818
13	53,609	50,643	2,966	11,116,413	0	0	0	11,116,413	11,116,413	11,116,413
14	50,285	46,639	3,647	12,310,788	0	0	0	12,310,788	12,310,788	12,310,788
15	45,739	39,289	6,450	13,365,471	0	0	0	13,365,471	13,365,471	13,365,471
16	47,381	41,452	5,930	13,343,652	0	0	0	13,343,652	13,343,652	13,343,652
17	49,285	44,036	5,249	12,897,654	0	0	0	12,897,654	12,897,654	12,897,654
18	49,766	49,764	2	11,738,580	250,730	2,507,300	25,073,000	11,989,310	14,245,880	36,811,580
19	46,220	43,254	2,966	12,675,789	0	0	0	12,675,789	12,675,789	12,675,789
20	51,527	47,039	4,488	11,759,076	250,730	2,507,300	25,073,000	12,009,806	14,236,376	36,832,076
평균	50,752	47,696	3,006	11,981,474	62,683	626,825	6,268,250	12,056,693	12,733,664	19,503,374

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

6개월 주기로 고정기간 발주법을 A-II기동장비 퀘도패드 운용현황에 적용할 경우 아래와 같은 식을 활용한다.

(4) 주문간격이 6개월(T=3)인 경우

○ X+1년 고정기간 발주법

$$1\text{일 수요량 } \bar{d} = 16,020/12/27 = 50$$

$$\begin{aligned}\text{주문량} &= \bar{d} \times T + \bar{d}(LT + ST) - A \\ &= 50 \times 162 + 50(37) - A \\ &= 9,950 - A\end{aligned}$$

○ X+2년 고정기간 발주법

$$1\text{일 수요량 } \bar{d} = 32,040/12/27 = 100$$

$$\begin{aligned}\text{주문량} &= \bar{d} \times T + \bar{d}(LT + ST) - A \\ &= 100 \times 162 + 100(37) - A \\ &= 19,900 - A\end{aligned}$$

○ 예상 소모량(RAND)은 5장 3절의 절차 3과 동일

위 주문식에서 산출된 값을 활용하면 <표 5-17>과 같은 결과가 산출된다.

<표 5-17> 주문간격이 6개월(T=3)인 경우 A-II기동장비 레도패드 운용현황(예)

연도	월	RAND 함수	주문 입고량	예상 소모량	예산소 모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당 84원)	품절비용			총 운용비용		
								①	②	③	④	⑤	⑥
X년	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X+1년	1월	0.916	9,950	1,362	2043	7,907	664,188	0	0	0	664,188	664,188	664,188
	2월	0.194	0	1,362	1,022	6,886	578,382	0	0	0	578,382	578,382	578,382
	3월	0.377	0	1,362	1,362	5,524	463,974	0	0	0	463,974	463,974	463,974
	4월	0.446	0	1,362	1,362	4,162	349,566	0	0	0	349,566	349,566	349,566
	5월	0.594	0	1,121	1,121	3,041	255,402	0	0	0	255,402	255,402	255,402
	6월	0.319	0	1,121	841	2,200	184,779	0	0	0	184,779	184,779	184,779
	7월	0.608	7,750	1,282	1,282	8,668	728,112	0	0	0	728,112	728,112	728,112
	8월	0.619	0	1,282	1,282	7,386	620,424	0	0	0	620,424	620,424	620,424
	9월	0.868	0	1,522	2,283	5,103	428,652	0	0	0	428,652	428,652	428,652
	10월	0.049	0	1,522	381	4,723	396,600	0	0	0	396,600	396,600	396,600
	11월	0.074	0	1,362	681	4,042	339,486	0	0	0	339,486	339,486	339,486
	12월	0.151	0	1,362	1,022	3,020	253,680	0	0	0	253,680	253,680	253,680
X+2년	1월	0.894	16,880	2,723	4,085	15,816	1,328,502	0	0	0	1,328,502	1,328,502	1,328,502
	2월	0.075	0	2,723	1,362	14,454	1,214,136	0	0	0	1,214,136	1,214,136	1,214,136
	3월	0.689	0	2,723	3,404	11,050	928,221	0	0	0	928,221	928,221	928,221
	4월	0.040	0	2,723	681	10,370	871,088	0	0	0	871,088	871,088	871,088
	5월	0.656	0	2,243	2,804	7,566	635,523	0	0	0	635,523	635,523	635,523
	6월	0.176	0	2,243	1,682	5,884	494,214	0	0	0	494,214	494,214	494,214
	7월	0.516	14,017	2,563	2,563	17,337	1,456,308	0	0	0	1,456,308	1,456,308	1,456,308
	8월	0.178	0	2,563	1,922	15,415	1,294,839	0	0	0	1,294,839	1,294,839	1,294,839
	9월	0.678	0	3,044	3,805	11,610	975,219	0	0	0	975,219	975,219	975,219
	10월	0.109	0	3,044	1,522	10,088	847,371	0	0	0	847,371	847,371	847,371
	11월	0.539	0	2,723	2,723	7,365	618,639	0	0	0	618,639	618,639	618,639
	12월	0.134	0	2,723	1,362	6,003	504,273	0	0	0	504,273	504,273	504,273
SUM	-	-	48,597	48,060	42,594	-	16,431,618	0	0	0	16,431,618	16,431,618	16,431,618

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고
비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

주문간격이 6개월(T=3)인 경우에는 레도패드 품질현상이 총 4회 발생하였으며, 한 예로 <표 5-18>와 같다.

<표 5-18> 주문간격이 6개월(T=3)인 경우 A-II기동장비 레도패드 품질발생(예)

연도	월	RAND 함수	주문 입고량	예상 소모량	예상소 모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당 84원)	품질비용			총 운송비용		
								①	②	③	④	⑤	⑥
X년	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X+1년	1월	0.913	9,950	1,352	2043	7,907	664,188	0	0	0	664,188	664,188	664,188
	2월	0.278	0	1,352	1,022	6,885	578,382	0	0	0	578,382	578,382	578,382
	3월	0.140	0	1,352	681	6,205	521,178	0	0	0	521,178	521,178	521,178
	4월	0.649	0	1,352	1,352	4,843	406,770	0	0	0	406,770	406,770	406,770
	5월	0.051	0	1,121	561	4,282	359,688	0	0	0	359,688	359,688	359,688
	6월	0.973	0	1,121	1,982	2,320	194,901	0	0	0	194,901	194,901	194,901
	7월	0.915	7,630	1,282	1,923	8,027	674,238	0	0	0	674,238	674,238	674,238
	8월	0.959	0	1,282	2,244	5,784	485,814	0	0	0	485,814	485,814	485,814
	9월	0.474	0	1,522	1,522	4,262	357,966	0	0	0	357,966	357,966	357,966
	10월	0.849	0	1,522	1,903	2,359	198,156	0	0	0	198,156	198,156	198,156
	11월	0.250	0	1,352	1,022	1,338	112,350	0	0	0	112,350	112,350	112,350
	12월	0.640	0	1,352	1,352	-25	0	250,730	2,507,300	25,073,000	250,730	2,507,300	25,073,000
X+2년	1월	0.800	19,925	2,723	3,404	16,496	1,385,685	0	0	0	1,385,685	1,385,685	1,385,685
	2월	0.809	0	2,723	3,404	13,093	1,089,770	0	0	0	1,089,770	1,089,770	1,089,770
	3월	0.086	0	2,723	1,352	11,731	985,404	0	0	0	985,404	985,404	985,404
	4월	0.882	0	2,723	4,055	7,647	642,306	0	0	0	642,306	642,306	642,306
	5월	0.688	0	2,243	2,804	4,843	406,791	0	0	0	406,791	406,791	406,791
	6월	0.168	0	2,243	1,682	3,161	265,482	0	0	0	265,482	265,482	265,482
	7월	0.833	16,740	2,563	3,204	16,606	1,402,485	0	0	0	1,402,485	1,402,485	1,402,485
	8월	0.532	0	2,563	2,563	14,133	1,187,193	0	0	0	1,187,193	1,187,193	1,187,193
	9월	0.330	0	3,044	3,044	11,089	931,497	0	0	0	931,497	931,497	931,497
	10월	0.850	0	3,044	3,805	7,284	611,877	0	0	0	611,877	611,877	611,877
	11월	0.228	0	2,723	2,042	5,242	440,328	0	0	0	440,328	440,328	440,328
	12월	0.452	0	2,723	2,723	2,519	211,596	0	0	0	211,596	211,596	211,596
SUM	-	-	54,244	48,080	51,725	-	14,124,075	250,730	2,507,300	25,073,000	14,374,805	16,631,375	39,197,075

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고
비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

X+1년 12월에 재고가 25개 부족함에 따라 품질비용이 각각 250,730원, 2,507,300원, 25,073,000원 발생되고, X+2년 1월에 전달 재고 부족분이 추가된 19,925개를 추가하여 주문해야만 이후 발생하는 예상 소모량을 충족할 수 있다.

<표 5-19>는 <표 5-17>와 동일한 주문방식을 적용하여 예상소모량의 변동성을 고려한 20회 시뮬레이션 분석을 수행한 결과로 평균 재고비용은 16,010,631원, 평균 품질비용은 각각 50,146원, 501,460원, 5,014,600원이며, 평균 총 운용비용은 16,076,464원, 16,637,456, 22,278,881원이다.

<표 5-19> 주문간격이 6개월(T=3)인 경우 A-II기동장비 레도패드 운용현황 결과

순번	주문입고량	예상소모량 (RAND)	누적 재고량	재고비용 (개당84원)	품질비용			총 운용비용		
					①	②	③	④	⑤	⑥
1	48,597	42,594	6,003	16,431,618	0	0	0	16,431,618	16,431,618	16,431,618
2	54,244	51,725	2,519	14,124,075	250,730	2,507,300	25,073,000	14,374,805	16,631,375	39,197,075
3	50,699	48,180	2,519	15,848,343	0	0	0	15,848,343	15,848,343	15,848,343
4	53,042	47,320	5,723	16,663,899	250,730	2,507,300	25,073,000	16,914,629	19,171,199	41,736,899
5	53,242	47,879	5,363	15,940,722	0	0	0	15,940,722	15,940,722	15,940,722
6	55,306	56,191	-885	12,618,543	0	0	0	12,618,543	15,125,843	37,691,543
7	51,901	45,237	6,664	16,546,005	0	0	0	16,546,005	16,546,005	16,546,005
8	47,635	47,239	397	16,372,902	0	0	0	16,372,902	16,372,902	16,372,902
9	49,078	48,040	1,037	16,142,280	0	0	0	16,142,280	16,142,280	16,142,280
10	48,587	46,939	1,649	16,411,521	0	0	0	16,411,521	16,411,521	16,411,521
11	53,983	53,587	396	18,380,864	250,730	2,507,300	25,073,000	18,631,594	18,881,164	38,453,864
12	49,417	45,777	3,640	15,935,514	0	0	0	15,935,514	15,935,514	15,935,514
13	51,801	45,758	6,044	16,426,431	0	0	0	16,426,431	16,426,431	16,426,431
14	48,237	46,679	1,558	17,304,651	0	0	0	17,304,651	17,304,651	17,304,651
15	51,881	48,040	3,841	15,844,668	0	0	0	15,844,668	15,844,668	15,844,668
16	47,876	45,276	2,600	17,451,105	0	0	0	17,451,105	17,451,105	17,451,105
17	47,276	39,110	8,166	18,682,104	0	0	0	18,682,104	18,682,104	18,682,104
18	56,066	49,342	6,724	15,967,665	250,730	2,507,300	25,073,000	16,281,395	18,474,965	41,040,665
19	50,920	46,879	4,041	15,644,223	0	0	0	15,644,223	15,644,223	15,644,223
20	49,097	47,299	1,799	16,475,487	0	0	0	16,475,487	16,475,487	16,475,487
평균	50,944	47,458	3,503	16,010,631	50,146	501,460	5,014,600	16,076,464	16,637,456	22,278,881

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ : 구매비용 × 1,000, ④ : 재고비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

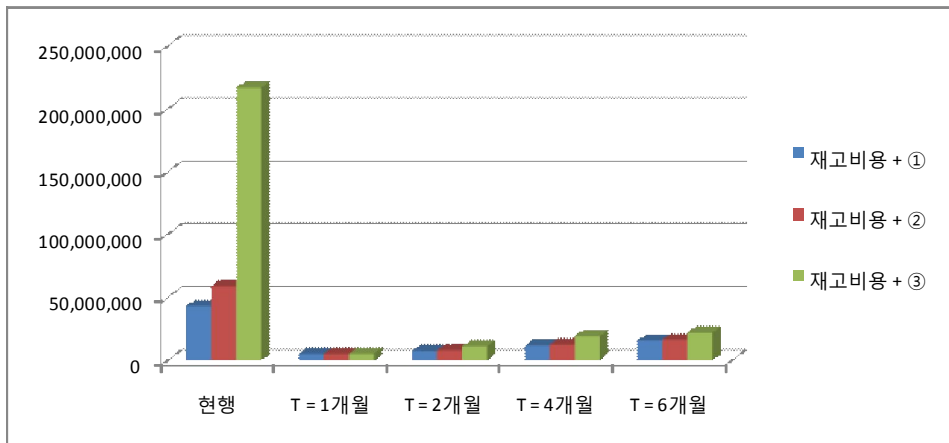
지금까지 A-II기동장비 궤도패드 조달계획 대비해서 “고정기간 발주법”을 활용하여 주문간격을 1개월(T=0.5), 2개월(T=1), 4개월(T=2), 6개월(T=3)로 하였을 때, 그 결과를 정리하면 <표 5-20>과 같다.

<표 5-20> A-II기동장비 궤도패드 운용 분석결과

구분	평균 예상 소모량 (RAND)	평균 누적 재고량	평균 재고비용	평균 품질비용			평균 총 운용비용		
				①	②	③	④	⑤	⑥
현행	47,733	56,160	40,835,166	1,755,110	17,551,100	175,511,000	42,590,726	58,286,236	216,346,166
1개월	48,516	3,485	5,601,484	0	0	0	5,601,484	5,601,484	5,601,484
2개월	47,991	3,654	7,723,433	37,610	376,095	3,760,950	7,761,042	8,099,528	11,484,383
4개월	47,696	3,006	11,981,474	62,683	626,825	6,268,250	12,056,638	12,733,664	19,503,374
6개월	47,458	3,503	16,010,631	50,146	501,460	5,014,600	16,076,464	16,637,456	22,278,881

※ ① : 구매비용× 10, ② : 구매비용× 100, ③ 구매비용 × 1,000, ④ : 재고비용 + ①, ⑤ : 재고비용 + ②, ⑥ : 재고비용 + ③

절차 6에서 언급한 것과 같이 각 주기별 고정기간 발주법을 활용하였을 경우에는 재고비용과 품질비용에 의하여 총 운용비용이 결정되는데, 현행 조달계획 대비하여 평균 총 운용비용이 63%~95% 절감되는 효과를 나타낸다. <그림 5-8>은 평균 총 운용비용을 비교하여 나타낸 것이다.



<그림 5-8> A-II기동장비 웨도패드 평균 총 운용비용별 분석현황

이와 같이 A-II기동장비 웨도패드의 조달계획 수립을 위해 고정기간 발주법을 적용하면 조달 및 관리 비용의 절감과 함께 무기체계의 안정적인 보급지원 그리고 현장에서의 적용 용이성으로 인해 보다 합리적이고 효과적인 재고관리가 가능해 질 것이다.

제 6 장 결 론

본 논문에서는 첨단 과학의 산물인 무기체계와 함께 발전하고 있는 군수지원관리 시스템에서 기동차량 궤도패드 고무에 대한 내구성을 고려하지 않은 저장 관리규정을 살펴보았을 뿐만 아니라 조달계획에 경제적인 비용을 고려하지 않은 재고관리로 인해 과잉재고가 발생되어 생기는 비용 분석을 시행하였다. 그리고 이를 개선하기 위하여 여러 재고관리 모형 중 군의 특수성에 맞고 현장 적용이 용이한 고정기간 발주법을 이용한 재고관리 방안을 연구하였다.

무기체계에 기동차량 궤도패드 운용 시 보완이 필요한 관련 규정을 언급하고, 고정기간 발주법을 적용한 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 야전에서 30년 이상 운용된 Q기동장비 궤도패드 운용현황과 고정기간 발주법을 이용한 재고관리 자료를 경제적인 측면(재고비용 및 품질비용)을 고려하여 비교하고 분석함으로써 과잉재고로 인한 경제적 손실을 분석하였다.
- 現 야전에 배치중인 A-II기동장비의 계획된 궤도패드 조달계획과 고정기간 발주법을 적용한 경제적인 비용을 상호 비교하여 고정기간 발주법의 효율성을 검증하였다.
- 기동차량 궤도패드 고무의 특성 및 일반적인 고무의 보관규정을 통해 궤도패드 저장관리규정의 문제점을 도출하여 개선방안을 제기하였다.
- 동시조달수리부속(CSP)으로 선정된 수리부속 중 국내에서 생산되어 보급이 원활한 수리부속의 수량 산출시, 고정기간 발주법은 경제적 효익을 도모할 수 있는 훌륭한 대안이 될 수 있을 것이다.

본 논문에서는 기동차량 퀘도패드의 내구성과 경제적인 측면을 고려하지 못한 현행 군수지원체계의 문제점을 개선하기 위하여 다양한 재고관리 모형 중 고정기간 발주법을 이용한 효율적인 재고관리 방안을 제안하였다. 향후 연구방향으로는 생산자와 수요자의 입장이 더 현실적으로 반영되어진 재고관리 방안이 모색되어 질 수 있도록 본 논문에서 일반화한 품질비용을 더 구체화하고, 개발업체의 제품 생산능력이 반영되어진 경제적 비용분석이 요구된다.



참고문헌

- [1] 국방과학연구소(1994), 동시조달 수리부속(CSP) 소요산출(S/W) 모델연구
- [2] 국방부(2004), 국방비용편람(운용유지비)
- [3] 국방과학연구소(2005), 국방연구개발비용 추정모델에 관한 연구
- [4] 국방부(2007), 국방규격 KDS 2530-1023_차량용 궤도슈우, 패드 및 부싱
- [5] 국방과학연구소(2007), 품질조증요구서(QAR #60818648) 패드, 궤도조립체
- [6] 국방과학연구소(2007), A-II기동장비 신뢰도/내구도 시험평가 보고서
- [7] 국방대학교(2007), K-1 전차 수리부속품 최적 소요산정에 관한 연구
- [8] 국방과학연구소(2008), 효과적인 비용관리방안
- [9] 국방과학연구소(2008), 궤도내구성 향상을 해석 및 내구수명 평가기법 연구
- [10] 국방과학연구소(2009), 비용분석의 이론과 실제
- [11] 국방과학연구소, 동시조달 수리부속(CSP) 소요산출(S/W) OASIS 및 수리수준 분석 기법
- [12] 류인규, 이용복, 강성진(2010), 수리부속비 비용추정식 개발과 활용 방안, 한국군사과학기술학회지, Vol 13, No. 4, pp.601-611
- [13] 방위사업청(2009), 방위사업관리규정(방위사업청 훈령 제88호)
- [14] 방위사업청(2009), 종합군수지원 개발 실무지침서

- [15] 부경대학교대학원(2000), 전차 궤도의 내구성 해석
- [16] 육군본부(2011), 육군규정
- [17] 육군본부(1999), 육군 CSP 소요산출 프로그램(OASIS) 사용설명서
- [18] 한국산업규격 KS A ISO 2859-1 계수값 검사에 대한 샘플링 검사 절차
- [19] 해군본부(2006), 해군규정 저장관리규정
- [20] Bergstrom E.W(1971), Prediction of Wear Resistance of Rubber Track Pads by standard Laboratory Tests, RE TR 71-43, U.S. Army Weapons Command Research, Dev. and Eng.
- [21] DNSIEL SIPPPER(2001), 생산시스템 운영관리
- [22] Hax, A.C. and Candea, D(1984), Production and inventory management, Prentice-Hall, Inc.
- [23] Johnson, L.A. and Montgomery, D.C.(1974), Operations research in production planning, scheduling, and inventory control, John Wiley & Sons.
- [24] Lesure D.R, Zaslowsky M, KulKarni S. V, Cornell R. H and Hoffman D.M.(1980), Investigation into The Failure of Tank Track Pads, Technical Report for FY-79 and FY-80, Technical Report No.12583, U. S. Army Tank-Automotive Command Research and Development Center.
- [25] NPRD95[RAC / USA]
- [26] Silver, E.A. and Meal, H.C.(1973), A heuristic for selecting lot size quantities for the case of deterministic time-varying demand rate and discrete opportunities for replenishment,

Production and Inventory Management, Vol 14, pp64-74.

- [27] Wagner, H.M. and Whitin , T.M.(1958), Dynamic version of the economic lot size model, Management Science, Vol 5, No. 1, pp89-96



감사의 글

본 논문이 완성되기까지 아낌없는 지도와 격려를 이운식 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한 논문 심사와 아울러 많은 조언을 해주신 백운경 교수님, 구평희 교수님께도 감사드립니다. 그리고 제가 무기체계공학도가 되도록 많은 가르침을 주신 교수님들께도 감사드리며, 특히 홍우표 교수님께 진심으로 고마움을 전하고 싶습니다.

대학원 생활동안 많은 조언과 도움을 주신 영기 형님에게 감사드리고, 친구 동원이와 메카트로닉스 후배님들께 고마움을 전합니다.

회사생활을 하면서 학업을 무사히 마칠 수 있도록 배려해주신 홍은표 부장님, 조종연 차장님, 이기봉 차장님, 박진수 차장님, 최종언 차장님께 감사드립니다. 그리고 미숙한 제 업무를 뒤에서 도와주신 박병호 대리님께 감사드립니다. 제가 학교생활을 무사히 하도록 도와주신 회사 선후배님께 감사드립니다.

자식에 대한 사랑과 이해로 정성을 다해 보살펴 주신 부모님, 언제나 격려와 칭찬을 아끼지 않으신 장인, 장모님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 업무와 학업에 지친 저를 위로하고 물심양면으로 도와준 사랑하는 아내에게 고마움을 전합니다. 또한 부모로 다시 태어나게 해준 우리 보현이, 보경이에게 고마움을 전하며, 항상 저를 지켜봐주시고 격려해주신 가족에게 감사드립니다.

끝으로 보이지 않는 곳에서 저를 성원해주신 모든 분들에게 진심으로 감사의 마음을 전합니다.