

KHP 총소유비용의 민감도 분석 사례 연구

변형균* · 이상우* · 권문원** · 김주균** · 최영환***

방위사업청* · 방위사업청 KHP사업단 (국방과학연구소 연구원)** ·
한국항공우주산업(주) KHP체계종합팀***

A Case Study on Sensitivity Analysis of KHP Total Ownership Cost

Hyung-Kyun Byun* · Sang-Woo Lee* · Moon-Won Kwon** · Joo-Kyun Kim** · Young-Hwan Choi***

DAPA* · KHP Office DAPA (ADD Researcher)** · KHP System Integration Team KAI Co.***

Abstract

KHP project sets total ownership cost as the target cost by applying CAIV and administrates total ownership cost through compromise analysis, a periodical estimate and management of design alternatives for each development. Based on expected cost results, sensibility of total ownership cost is analyzed complying with the change of reliability, availability, maintainability and other related factors. By considering potential total ownership cost saving methods, first of all, this paper identifies total ownership cost changing effects for each related factor, secondly, suggests total ownership cost and maintenance and operating cost saving methods via finding components that affect total ownership cost and lastly, suggests total ownership cost saving directions that may be applied to other projects in the future.

KeyWords : TOC(Total Ownership Cost), CAIV(Cost As an Independent Variable),
RAM(Reliability, Availability, Maintainability)

1. 서론

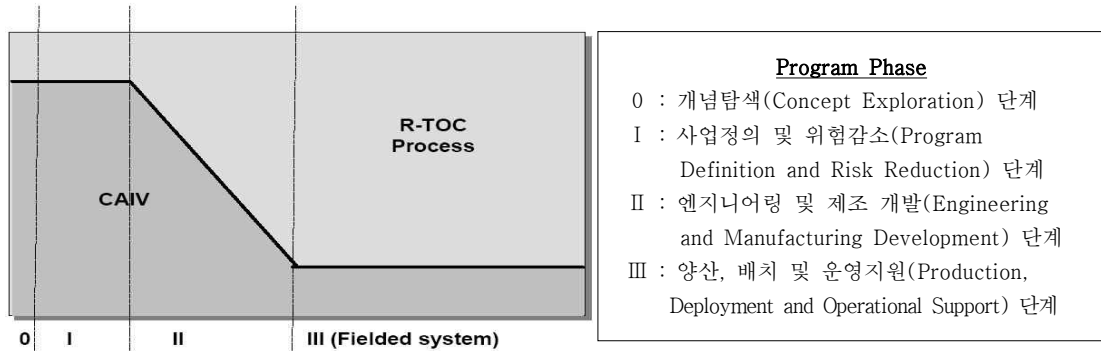
한국형헬기사업(KHP : Korean Helicopter Program) (방위사업청(2006))은 총소유비용(TOC : Total Ownership Cost) 규모가 큰 국책사업으로, TOC는 연구개발비, 획득비 및 운영유지비로 구성되어 있다. 사업 착수시점부터 연구개발간 “경제성 있는 체계의 개발”을 위해 사업성과 관리체계(EVMS : Earned Value Management System)를 적용하고, “적절한 양산단가 및 TOC” 목표를 달성하기 위해 목표비용관리(CAIV : Cost As an Independent Variable)를 적용하고 있다. 본 논문은 현시점에서 미래에 발생할 KHP사업의 TOC를 예측하고, 예측결과에 대한 주요 비용결정 요인의 민감도분석을 실시하고 CAIV 적용결과를 분석하여, 획득 및 운영유지단계에서 TOC 절감방안들을 고찰하였다. 이를 위해 제2장에서 TOC 관리에 적용된 CAIV의 개념과 정의, 비용예측 기법에 대하여 설명하고, 제3장에서는 TOC 관리의 CAIV 적용절차, TOC 비용분류, 예측방법 및 결과에 대해 설명하였다. 제4장에서는 운영유지비용의 결정요소인 신뢰도(Reliability), 정비도(Maintainability), 가용도(Availability), 예방정비비율(SMF : Scheduled Maintenance Fraction), 정비개념 및 모듈/부품 고유형상 수(Number of Module Types/Number of Part Types) 요소에 대한 민감도 분석을 통하여 증감요인을 분석하였다. 제5장에서는 획득 및 운영유지 단계에서 TOC 및 운영유지비 절감방안과 차후 타 사업에 활용 가능한 TOC 절감방향을 제시하였다.

2. CAIV와 TOC 예측

TOC는 무기체계의 수명주기 동안 발생비용이며, TOC를 구성하는 비용분류에는 여러 가지가 있으나 중요한 분류는 ① 연구개발비, ② 획득비, ③ 운영유지비 그리고 ④ 폐기비이다. DoDD 5000.1 「국방획득체계」와 DoDI 5000.2 「국방획득체계 운영」에서 수명주기비용(LCC : Life Cycle Cost) 및 TOC에 대해 언급된 두 용어는 개념상으로 유사하지만 그 범위나 의도에는 차이가 있다. 국방획득사업에서 LCC는 전 수명주기기간에 걸친 연구개발비, 획득비, 운영유지비 및 폐기비로 구성되어있다. 이 비용은 획득사업의 직접비용뿐만 아니라 사업에 연관된 간접비용을 포함한다. TOC의 개념은 이보다 광범위하다. TOC는 LCC의 모든 요소와 더불어 LCC에 미 포함된 국방부, 방사청 그리고 군 등의 KHP 획득 및 지원활동 비용 모두를 포함한다 Defense Acquisition University(2004). 그러나 때로는 LCC와 TOC는 동일개념으로 사용된다. 수명주기 동안 사업비용 예측은 사업 초기에는 TOC는 LCC와 같다. 사업이 성숙됨(획득 단계로부터 운영유지 단계로 전환)에 따라 획득 및 사업관리를 위한 지원비용이 TOC에 포함된다.

무기체계의 수준에서 TOC 관리 및 절감 방법은 여러 가지가 있는데 CAIV, R-TOC(Reduction of Total Ownership Cost), 성과기반군수(PBL : Performance-Based Logistics), EVMS, 가치공학(VE : Value Engineering) 등이 있다. TOC를 관리하는 접근법 중 CAIV와

R-TOC는 <그림 1>과 같이 수명주기에 따라 서로 접하여 연결되어 구분된다 Michael et al(2003), Kave(2000).



<그림 1> CAIV / R-TOC 관계

첫 번째 접근은 CAIV로서 무기체계의 연구개발 단계에서 획득단계까지 TOC 관리를 다룬다. CAIV의 초점은 수용성(Affordability)과 요구사항을 기반으로 목표비용을 설정하고, 그 다음 설계 대안에 대한 비용과 성능을 절충하여 목표비용을 관리하는 방법이다. TOC는 연구개발, 획득, 운영유지, 그리고 폐기를 고려한 비용을 포함한다.

두 번째 접근은 R-TOC로서 무기체계의 획득 및 운영유지 단계에서 계통 및 구성품의 형상변경 활동에 대한 비용과 성능 절충 시 양산단가, 보급비용과 운영유지비용의 절감에 초점을 두고 관리하는 방법이다.

또 하나의 관리 방법인 PBL은 무기체계의 운영유지 단계에서 수용 가능한 성능 패키지(예 : 운용가용도(Ao : Operational Availability))를 구매하는 방법으로 계약자 군수지원을 포함한 운영유지비용을 절감하는 방법이다.

DoDD 5000.1 「국방획득체계」에 명시된 바와 같이 CAIV에서는 무기체계 획득의 모든 참여 부서는 재정 제약의 현실성을 잘 알고 비용을 독립적으로 관리할 변수로서 본다. 여기서의 비용은 수명주기 비용으로 사업 의사결정 과정에서 성능 및 일정과 동등하게 다루어진다.

CAIV는 무기체계를 획득하고 운영할 때 연구개발 초기단계에 TOC 예측을 실시하고, 그 예측 값을 이용하여 도달 가능한 목표비용을 설정하며, 이러한 목표의 달성을 위해 비용과 성능을 절충하기 위한 방법론으로 1995년에 제안되고, 1996년 3월 미 국방체계획득규정 5000 시리즈(DoD 5000.2R, 1996)에 도구로 제안되었다 방위사업청(2007), 방위사업청(2009). 또한, 미 국방부는 시범으로 정밀유도폭탄(JDAM : Joint Direct Attack Munition)사업에 CAIV를 적용한 결과 29억달러의 LCC 비용을 절감하였다.²⁾ 우리나라의 경우 CAIV는 방위사업청 훈령 제139호(방위사업관리규정 제42조, '11. 2.25 개정)에 “계획 및 예산단계에서 적극적이며 현실적인 목표비용(개발비 및 생산비, 운영유지비를 말한다)을 설정하고 집행 중에 주기적으로 비용을 예측하여 기 설정된 목표비용과의 편차를 분석하고 관리하는 것을 말한다.”라고 정의

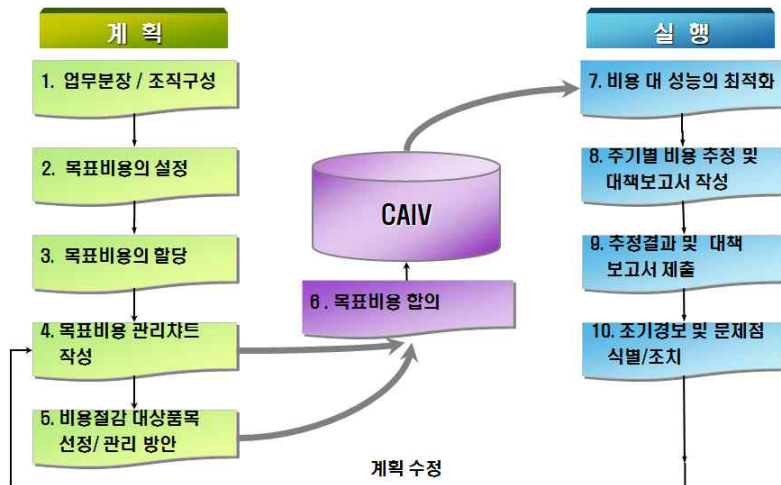
2) William E. Mounts(1998), Acquisition Reform Initiatives Overviews, Acquisition Reform Conference-Seoul Korea.

되어 있다. KHP 사업은 착수 초기 가용한 목표비용 내에서 체계를 획득하기 위하여 CAIV에 대한 연구를 수행하여 (어하준 외(2008)) CAIV 업무절차(한국형헬기개발사업단(2007))를 '06년부터 국내 최초로 적용하였다. 또한, 방위사업청은 CAIV 적용결과와 전문기관의 용역결과를 바탕으로 청 지침 제2010-35호('10.11.2) "CAIV 수행지침"을 만들어 시행하고 있다. KHP 사업은 TOC를 관리하기 위해 비용예측 기법 또는 모델의 선정, 주기적인 비용예측과 결과분석 및 평가를 실시하였다. KHP 비용예측은 다음 다수의 기법들[8],[9] 가운데 모수 기법과 공학적 기법 2가지 방법을 조합하여 적용하였다.

- ◆ **모수(Parametric) 기법** : 모수 기법은 회귀 법 또는 기타의 통계학적 방법으로 개발된 비용예측 관계식(CERs : Cost Estimating Relationships)을 이용하여 비용을 예측하는 기법으로 상세설계도면, 소요자재명세서, 재료비 및 제조공수 등의 자료가 부족한 개념 설계단계에서 기본설계단계에 적합하며, 빠른 비용예측이 장점이다. KHP 사업에서는 양산 단가와 TOC 예측에 모수 기법을 적용하였으며, CERs이 내장된 상용 전산모델(PRICE 모델)을 활용하였다.[12]
- ◆ **공학적(Engineering Estimate) 기법** : 공학적 기법은 무기체계의 직접 인건비, 직접 재료비 및 기타의 비용들을 분리하여 부과할 수 있는 세부 수준의 구성품들로 분할하여 비용을 예측하는 방법이다.(이와 같은 방식의 통상명칭은 "bottom-up" 예측방법이다). 이 방법은 가장 구체적으로 비용 예측이 가능하나 많은 시간과 비용이 소요되는 기법이다. KHP 사업에서는 기본설계 이후 양산단가 예측에 적용하였다.
- ◆ **유사장비비교(Analogy) 기법** : 유사장비비교 기법은 과거의 유사한 체계 또는 세부계통에 대한 자료에 기초하여 비용을 예측하는데 사용되는 기법이다. 이 기법은 개발에 필요한 통계적인 자료나 공학적, 기술적인 자료가 가용하지 않은 경우 그 장비와 유사한 장비를 찾아서 개략적인 수준의 비용예측을 해 볼 수 있다. 유사장비비교 기법은 공학적 기법이나 모수 기법에 의한 비용예측에서 얻은 결과에 대한 타당성을 증명하는데 사용하기도 한다.
- ◆ **실비용(Actual Costs) 기법** : 실비용 기법은 실비용 경험 또는 추세(원형 시제, 기술개발 모델 및 초기 생산품목)로부터 동일한 체계의 비용을 예측하는데 사용되는 기법이다. 여기서 계약가격은 유사한 비용경험들이 확인되기 전에는 실비용으로 사용되어서는 안 된다.
- ◆ **전문가 예측 기법** : 전문가 예측 기법은 앞서 언급한 4가지 방법에 추가해서 전문가적 입장에서 직관적인 판단을 이용한 예측 방법이다. 특정한 분야별로 특정한 주제와 관련된 전문가나 기술 전문가들로 구성된 위원회를 통해 비용을 예측하는 방법을 말한다.

3. KHP TOC 관리

KHP사업의 TOC 관리는 연구개발 착수 시부터 CAIV 목표비용을 설정하여 관리되고 있으며, 모수 기법(PRICE 모델)을 사용하여 연구개발비, 획득비(양산단가 포함) 및 운영유지비를 포함한 TOC를 예측하여 관리하고 있다. 또한, 별도로 요구 성능관리에 기술성과측정(TPM : Technical Performance Measurement) 기법과, 연구개발 성과, 비용 및 일정관리에 EVMS 기법을 적용하고 있다. TPM 관리에서는 운영유지비에 영향을 미치는 고장간 평균시간(MTBF : Mean Time Between Failures)과 평균수리시간(MTTR : Mean Time To Repair)을 포함한 주요 성능 매개변수(KPP : Key Performance Parameter)를 선정하여 관리하고, 체계설계검토(SDR : System Design Review), 기본설계검토(PDR : Preliminary Design Review), 상세설계검토(CDR : Critical Design Review) 및 시험준비검토(TRR : Test Readiness Review) 시 설계 대안에 대한 비용과 성능간의 절충분석을 수행하고, TOC를 주기적으로 예측하는데 사용되는 <그림 2> KHP 사업 CAIV 업무절차를 적용하였다 이하준 외(2008).



<그림 2> KHP 사업의 CAIV 업무 절차

3.1 CAIV 적용

국내 처음으로 CAIV를 KHP사업에 적용하기 위하여 '06년 5월 연구개발, 양산단가 및 운영유지비 관리품목을 결정하고, 9월 목표비용을 제출받아, 10월 목표비용을 승인하였다. 연구개발비는 EVMS를 통하여 관리하고, 양산단가는 목표비용 관리를 위해 엔진 등 94개 관리품목으로 구분하여 양산단가 및 운영유지비 목표비용을 설정하여 관리하고 있다.

<그림 2>의 KHP 사업 CAIV 업무절차는 미 국방부의 CAIV 개념(목표비용 설정, 비용대성능의 절충분석, 비용성능 통합 생산팀 설립, 판단기준 설정)을 도입하여 계획, 실행업무를 구분하여 10단계로 세분화하여 적용하였다.

3.2 KHP TOC 예측

KHP TOC는 <표 1>과 같이 LCC 개념으로 연구개발비, 획득비, 운영유지비로 분류된다. TOC 예측에는 모수 기법을 적용하였으며, CERs이 내장된 상용 PRICE 모델을 활용하였다. TOC 산출은 <표 2>와 같이 PRICE TOC 산출에서 첫째로 연구개발비는 체계개발 승인예산을 고정 값으로 입력하고, 둘째로 획득비는 PRICE H로부터 산출된 결과를 활용하였다. 셋째로 운영유지비는 PRICE HL로부터 산출된 결과를 활용하였으며 마지막으로 TOC는 H/HL 모델의 자료 외에 S/W 운영유지비를 추가하여 예측하였다. TOC 예측은 '06년 4/4분기부터 '10년 3/4분기까지 15회 실시하였다. TOC 예측 시 주장비 소요량은 000대, 내용년수는 00년 기준을 적용하여 '05년도 불변가로 예측하였다. '10년 2/4분기 TOC 및 운영유지비 예측결과는 <표 3>과 같이 목표비용 대비 11.2% 및 3.2% 초과되고 있는 실정이다. TOC 증가의 가장 중요한 요인은 국외 구매품의 환차로 인한 획득비(양산단가) 증가로 분석되었다. 또한, 운영유지비 증가는 정비난이도 증가로 인한 노무비 증가, 양산단가 증가로 인한 수리부속비 증가와 지원장비 추가로 인하여 발생하였다. 수명주기 동안 TOC 목표를 달성하기 위해서는 획득 및 운영유지단계에서 양산단가 절감노력 강화와 MTBF 향상 등의 최적화를 통한 절감 노력이 필요함을 알 수 있다. 또한 운영유지비 예측결과는 TOC의 37%이며, 예측치에 포함되지 않은 예방정비 비용 36,903.2억원³⁾을 포함 시 운영유지비는 TOC의 54%로 예측되었다.

<표 1> TOC 비용 분류

TOC	연구개발비	
	획득비	주장비 비용
		개조 비용
		공통지원장비 비용
		후속 양산지원 비용
		재고보충 수리부속 비용
		초도 수리부속 비용
		기타 비용
	시설비	(예측제외)
	운영유지비	임무요원 비용
		부대소모품 비용
		예방정비 비용
		야전정비 비용
창정비 비용		
외주지원 비용		
후속지원 비용		
	간접 비용	

3) KHP SMF 값 1.79 계획정비 비행시간당 정비인시(MMH/FH) 적용

<표 2> PRICE TOC 산출

구분	사용 용도	결과물
PRICE H 모델[10]	하드웨어 비용 추정모델	- 연구개발비 - 양산단가 및 생산비
PRICE HL 모델[11]	하드웨어 수명주기비용 추정모델	- 운영유지비
PRICE TOC 모델[12]	TOC 추정모델	- S/W 운영유지비 - 모든 비용의 합계

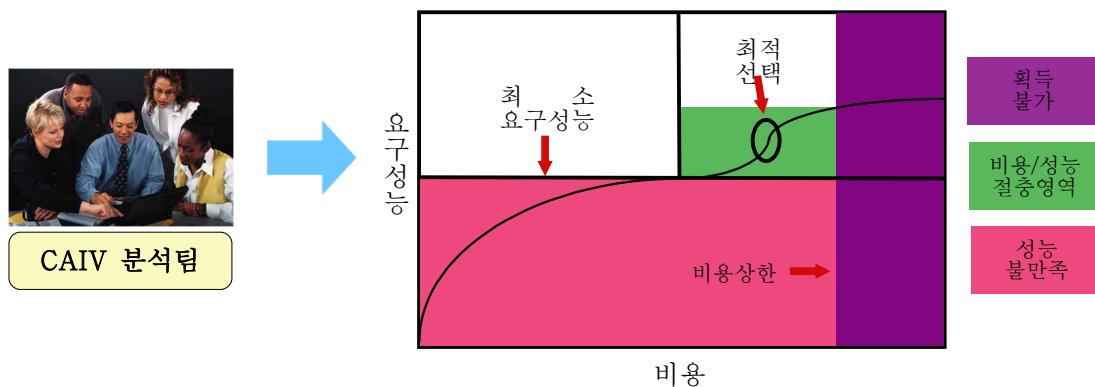
<표 3> KHP TOC 예측결과 ('10년 2/4분기)

단위 : 억원

구분	TOC			
	연구개발비	획득비	운영유지비	
목표비용	12,960.0	41,534.4	36,190.4	90,684.8
예측결과	12,960.0	49,537.1	37,344.1	100,841.2
목표 대비 증감 (%)	0%	19.3%	3.2%	11.2%

3.3 CAIV 절충분석 결과

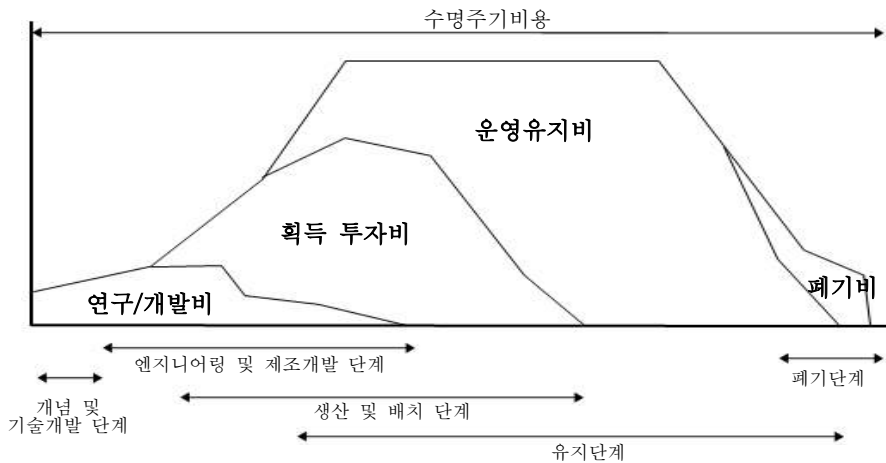
CAIV는 연구개발단계에서 목표비용과 TPM 요구를 만족하도록 <그림 3>과 같이 설계 대안에 대한 비용상한과 최소요구성능을 만족하는 절충분석을 실시하여 최적방안을 선택하였다.[4] CAIV 절충분석은 꼬리로터 블레이드 등 총 83종의 절충연구를 수행, 대당 7.2억원의 비용 절감이 기대되고 있다. CAIV 절충분석 결과의 예제로 꼬리로터 블레이드를 제작하는 과정에서 접착식 제조와 가압식 제조 방법을 비교 및 분석한 결과 가압식 제조방법을 채택함으로써 대당 2백만원의 양산비용 절감과 더불어 품질의 향상도 기대할 수 있을 것으로 예상된다.



<그림 3> 비용 대 성능의 절충분석

4. 민감도 분석

항공 무기체계는 운영유지에 막대한 비용이 소요되며, 일반적으로 수명주기비용 구성 중 운영유지비용(폐기비용 포함)은 도태 시 까지 <그림 4>와 같이 LCC의 72%에 이르는 것으로 알려져 있으며,[3],[6] 최근 정비성 향상기술이 발전됨에 따라 점차 비율이 감소되는 추세이다.



<그림 4> 수명주기비용 구성

운영유지비의 증가는 신무기체계의 개발 및 획득과 기존 무기체계의 성능개선을 위한 신규 투자에 상당한 영향을 끼친다. 미 국방부에서는 이 문제의 심각성을 <그림 5>와 같이 “무기체계의 노화로 인한 정비량의 증가는 자금소요 증가와 전쟁 준비태세 감소를 가져오고, 이로 인한 운영유지비 증가는 신규 무기체계 획득이 지연되는 획득순기의 악순환 고리”를 “죽음의 나선(Death Spiral)”으로 묘사하고 있다 Casey and Allen(2006).



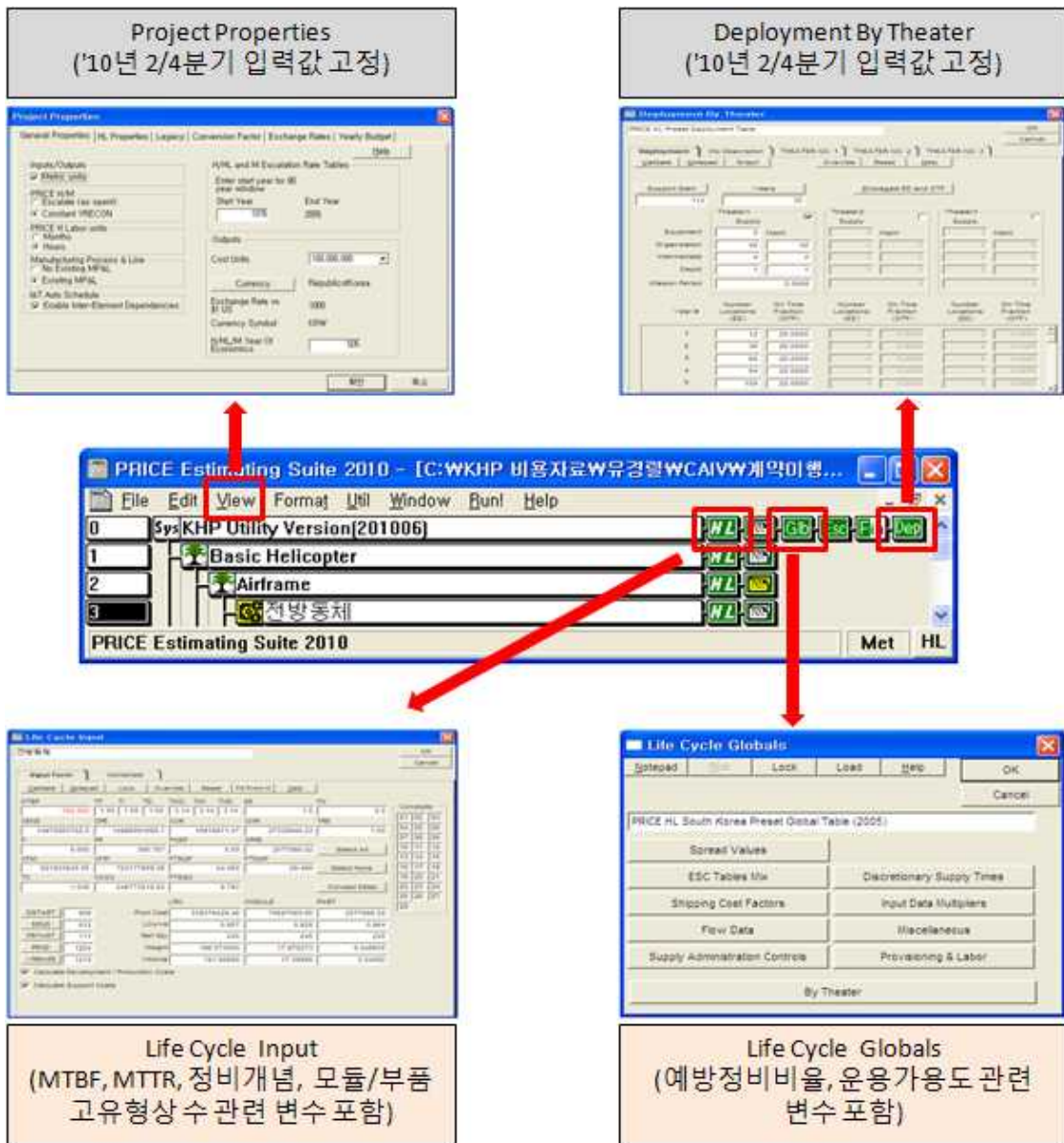
<그림 5> 죽음의 나선(Death Spiral)

미 국방부는 TOC 중 운영유지비용을 절감시키기 위하여 목표비용(CAIV : Cost As an Independent Variable) 개념(방위사업청(2007))과 총소유비용절감(R-TOC : Reduction of Total Ownership Cost)법(Boudreau and Naegle(2003))을 적용하고 있다. 일반적으로 운영유지비를 관리하기 위하여 비용의 주요 결정 인자에 대하여 민감도분석 또는 위험도 분석을 수행하고 이 자료를 체계의 수명주기에서 다음 획득단계 비용분석의 참고자료로 활용하고 있다.[9] 본 연구의 민감도 분석(Sensitivity Analysis)은 '10년 2/4분기 KHP TOC 예측결과를 바탕으로 운영유지비용을 증감시키는 주요 결정인자인 TPM 값의 변화가 TOC 및 운영유지비 증감에 끼치는 영향을 분석하였다. 민감도 분석을 실시한 비용발생 주요 결정인자인 TPM은 신뢰도, 정비도의 매개 변수인 고장간 평균시간(MTBF : Mean Time Between Failures), 평균 수리시간(MTTR : Mean Time To Repair)과 운용가용도(Ao : Operational Availability), 예방정비비율(SMF : Scheduled Maintenance Fraction), 정비개념 및 모듈/부품 고유형상 수(P/PP(Number of Module Types /Number of Part Types)이다. 민감도 분석 도구로는 TOC 관리에 활용된 PRICE 모델이 사용되었다. 민감도 분석은 3단계로 수행되었으며 1단계는 식별된 비용발생 주요인자들의 민감도 분석 구간설정, 2단계는 비용발생 주요인자들의 민감도분석 구간별 전산 모델링, 3단계는 비용 발생 주요인자와 TOC의 상관관계 분석 및 KHP CERs 도출 등 전산모델링 결과에 대한 증감원인 분석의 단계로 수행되었다.

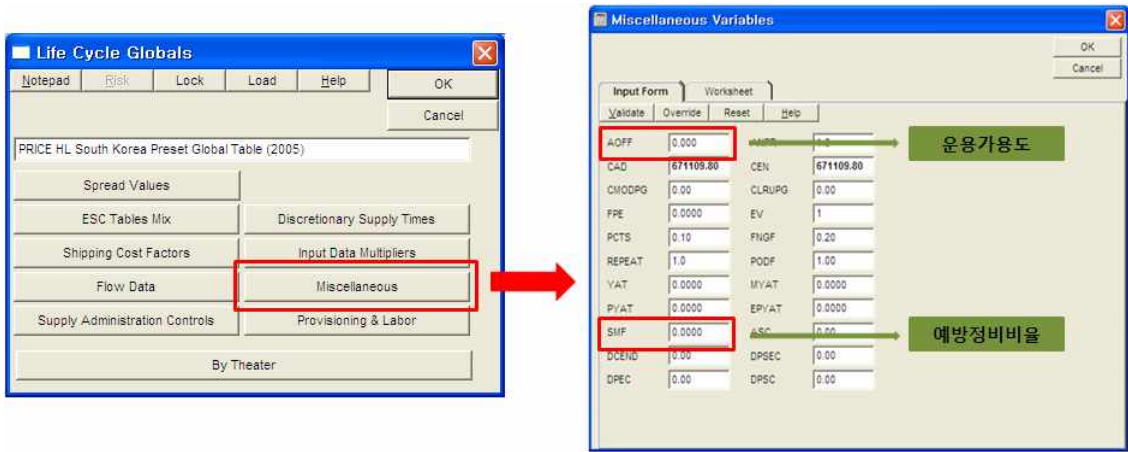
4.1 PRICE HL 모델링 방법

TOC 및 운영유지비와 입력변수 간의 민감도 분석을 위한 PRICE HL 모델링 시 주요 입력창은 4개로 ① 비용추정 기준(금액기준, 화폐단위 등)의 모델링을 위한 Project Properties 입력창, ② 장비배치, 정비위치, 운영기간 등의 모델링을 위한 Deployment by Theater 입력창, ③ 부품별 특성(RAM : Reliability, Availability, Maintainability), 정비개념 등의 모델링을 위한 Life Cycle Input 입력창, ④ 정비 및 보급체계의 모델링을 위한 Life Cycle Globals 입력창이며 <그림 6>과 같다. <그림 6>의 4개의 입력창 중 본 민감도 분석 대상 입력변수를 포함한 <그림 7> Life Cycle Globals 입력창 및 <그림 8> Life Cycle Input 입력창의 입력변수를 변화시키며, TOC 및 운영유지비와 주요 입력변수 간의 상관관계를 고찰하였다.⁴⁾

4) 민감도 분석을 위하여 Project Properties 입력창 및 Deployment ByTheater 입력창의 입력변수 및 대상 입력변수 외의 입력변수들에 대해서는 '10년 2/4분기 KHP TOC 분석 시 입력 값을 고정값으로 유지.



<그림 6> PRICE HL 4개 주요 입력창



<그림 58> Life Cycle Globals 입력창



<그림 59> Life Cycle Input 입력창

민감도분석 대상 입력변수를 포함한 Life Cycle Input 입력창 및 Life Cycle Globals 입력창의 각 민감도분석 대상별 입력변수 상세 현황 및 주요 비용인자 민감도 분석을 위한 모델링 방법은 <표 4>와 같다.

<표 4> 주요 비용인자에 대한 민감도 분석을 위한 모델링 방법

주요 비용인자	관련 입력창 (Input Data)	민감도 분석 구간
MTBF	Life Cycle Input (MTBF)	<ul style="list-style-type: none"> • ‘10년 2/4분기 : 7.69(전산모델 추정, ILS 분석) <ul style="list-style-type: none"> - 요구도 : 5.20 시간 이상 • 민감도 분석 구간(‘10년 2/4분기 대비) <ul style="list-style-type: none"> - 최소값 : -85%(0.154), 최대값 : 310%(31.538) - 민감도 분석 간격 : 5% 간격
MTTR	Life Cycle Input (TF/TI)	<ul style="list-style-type: none"> • ‘10년 2/4분기 : 전산모델 추정⁵⁾, 0.65(ILS 분석) <ul style="list-style-type: none"> - 요구도 : 0.68 이하 • 민감도 분석 구간(‘10년 2/4분기 대비) <ul style="list-style-type: none"> - 최소값 : -95%, 최대값 : 305% - 민감도 분석 간격 : ±5% 간격
Ao	Life Cycle Globals (AOFF)	<ul style="list-style-type: none"> • ‘10년 2/4분기 : 92.65%(전산모델 추정), 94.19%(ILS 분석) <ul style="list-style-type: none"> - 요구도 : 84.6% 이상(ORD 기준) • 민감도 분석 구간(‘10년 2/4분기 대비) <ul style="list-style-type: none"> - 최소값 : 70%, 최대값 : 99% - 민감도 분석 간격 : 0.5% 간격
예방정비 비율	Life Cycle Globals (SMF)	<ul style="list-style-type: none"> • ‘10년 2/4분기 : 0.00(전산모델 추정), 1.79MMH/FH(ILS 분석) <ul style="list-style-type: none"> - 계획정비 요구도 : 없음 • 민감도 분석 구간(‘10년 2/4분기 대비) <ul style="list-style-type: none"> - 최소값 : 0.00, 최대값 : 3.00 - 민감도 분석 간격 : 0.05
정비개념	Life Cycle Input (Concepts)	‘4.2.5.1 정비개념 모델링 방법’ 참조
모듈/부품 고유형상수	Life Cycle Input (P/PP)	<ul style="list-style-type: none"> • ‘10년 2/4분기 : 전산모델 추정(KHP(P), KHP(PP)) • 민감도 분석 구간(‘10년 2/4분기 대비) <ul style="list-style-type: none"> - P : KHP(P)-1, KHP(P), KHP(P)+1 - PP : 민감도 분석 각 P값별 <ul style="list-style-type: none"> . 최소값 : KHP(PP) 대비 -10%, 최대값 : KHP(PP) 대비 +10% - 민감도 분석 간격 : 2% 간격

4.2 민감도 분석결과

4.2.1 TOC와 MTBF 상관관계

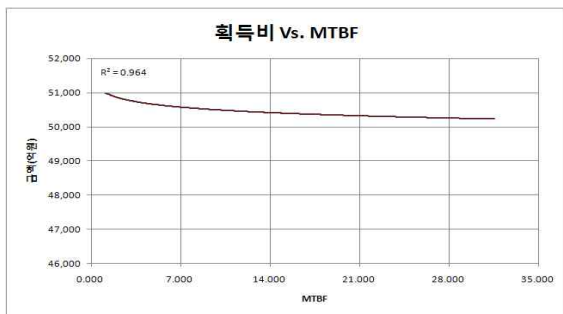
신뢰도(Reliability)는 특정 체계/장비가 정해진 기간 동안 주어진 운용 조건 하에서 요구된 기능을 만족하게 수행할 수 있는 확률이며, 신뢰도의 대표 지표인 MTBF의 변화에 따른 TOC 및 고유가용도(Ai : Inherent Availability)간의 민감도 분석결과는 <표 5>와 같다. MTBF 변화에 따른 변화 추세를 보면 <그림 9> 및 <그림 10>에서와 같이 MTBF가 증가함에 따라 획득비와 운영유지비 감소가 <그림 11>과 같이 TOC를 감소시킨다. 또한 <그림 12>와 같이 Ai는 증가한다. MTBF가 증가함에 따라 비용의 감소효과가 Log 함수의 형태를

5) 전산모델상 체계 MTTR 자료 확보 불가

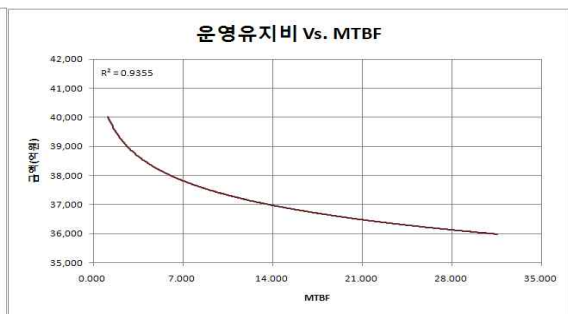
나타남에 따라 비용 감소를 위해 무한정 MTBF를 증가시키는 것이 아니라 비용 대 효과 측면에서 최적의 MTBF를 설정하는 것이 무엇보다 중요함을 알 수 있다. 단, PRICE 모델은 민감도 분석 시 <그림 9>의 MTBF 증가가 획득비 중 주장비 비용(양산단가 포함)의 증가와 수리비속 비용 감소관계를 별도로 분석하지 못하는 한계를 포함하고 있어, 추후 별도의 방법으로 획득비 및 TOC 산출식에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

<표 5> MTBF 민감도 분석결과

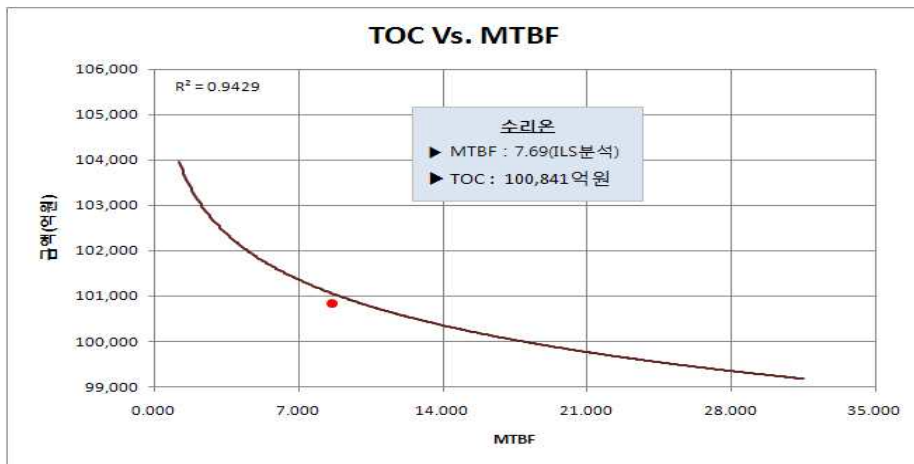
MTBF	민감도 분석결과 (단위 : 억원)				비 고
	TOC	Ai	획득비	운영유지비	
1.00	104,174	0.8493	51,025	40,189	
5.20	101,785	0.9123	50,645	38,179	요 구 도
7.00	101,354	0.9236	50,577	37,817	
7.69	101,218	0.9272	50,555	37,702	개발결과 (ILS 및 전산모델)
14.00	100,350	0.9501	50,417	36,972	
21.00	99,762	0.9656	50,324	36,478	
25.00	99,510	0.9723	50,283	36,265	
35.00	99,022	0.9851	50,206	35,855	
산출식	- TOC : $y = -1,449 \ln(x) + 104,174$ ($R^2 = 0.9429$), y : TOC, x : MTBF - Ai : $y = 0.0382 \ln(x) + 0.8493$ ($R^2 = 0.9765$), y : Ai, x : MTBF - 획득비 : $y = -230.4 \ln(x) + 51,025$ ($R^2 = 0.9640$), y : 획득비, x : MTBF - 운영유지비 : $y = -1,219 \ln(x) + 40,189$ ($R^2 = 0.9355$), y : 운영유지비, x : MTBF				



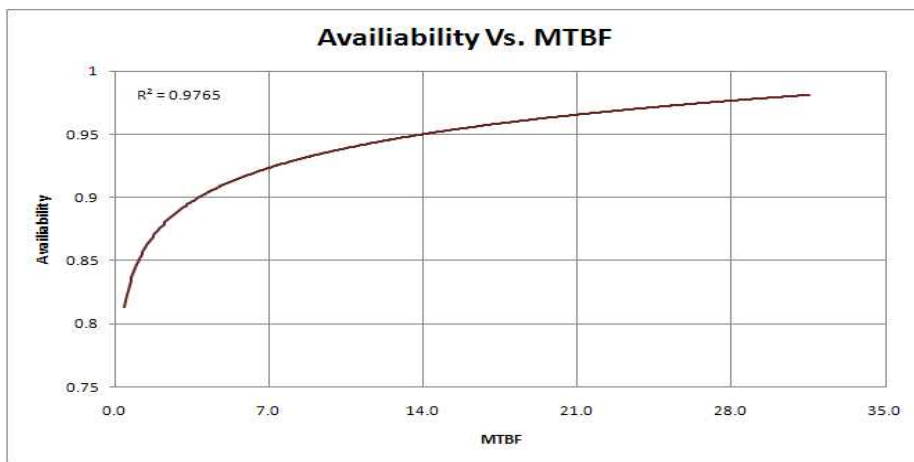
<그림 9> 획득비 Vs MTBF



<그림 10> 운영유지비 Vs MTBF



<그림 11> TOC Vs MTBF



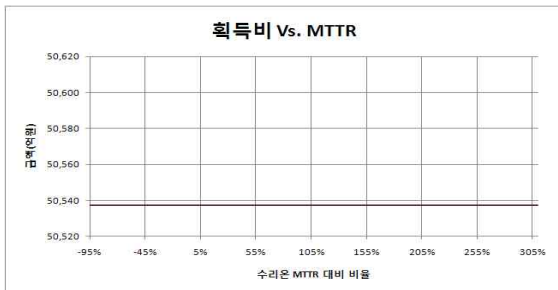
<그림 12> Ai Vs MTBF

4.2.2 TOC와 MTTR 상관관계

정비도(Maintainability)는 장비의 고장이 발생했을 경우 일정 기간 내에 장비를 규정된 상태로 복구시킬 수 있는 확률이며, 정비성의 대표 지표인 MTTR(TF : Time To Repair at Organization와 TI : Time To Repair at Intermediate)의 변화에 따른 TOC 간의 민감도 분석결과는 <표 6>과 같다. MTTR 증가비율(구성품에 대한 TF와 TI 값의 증가)에 따라 <그림 13>과 같이 획득비는 변화가 없으나 <그림 14>의 운영유지비 증가가 <그림 15>와 같이 TOC를 증가시킨다. 이에 따라 MTTR의 감소가 TOC 및 운영유지비 감소에 관건이라 할 수 있다. 다만, MTTR을 감소시키기 위해 투입되어야 하는 개발비용과 TOC 감소효과에 대한 절충분석을 통해 최적의 MTTR을 설정하는 것이 무엇보다 중요함을 알 수 있다.

<표 6> MTTR 민감도 분석결과

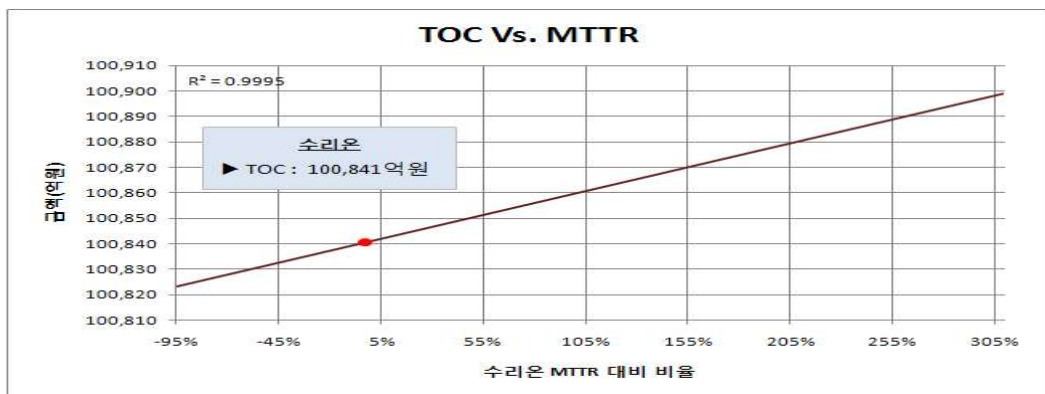
MTTR ⁶⁾	민감도 분석결과 (단위 : 억원)			비 고
	TOC	획득비	운영유지비	
-95.00%	100,823	50,537	37,326	
-45.00%	100,833	50,537	37,336	
0.00%	100,841	50,537	37,344	개발결과 (전산모델)
5.00%	100,842	50,537	37,345	
55.00%	100,851	50,537	37,354	
105.00%	100,861	50,537	37,364	
155.00%	100,870	50,537	37,373	
205.00%	100,879	50,537	37,382	
255.00%	100,889	50,537	37,392	
305.00%	100,898	50,537	37,401	
산출식	- TOC : $y=18.693 x + 100,841$ ($R^2=0.9995$), y : TOC, x : MTTR - 획득비 : $y=50,537$, y : 획득비 - 운영유지비 : $y=18.693 x + 37,344$ ($R^2=0.9995$), y : 운영유지비, x : MTTR			



<그림 13> 획득비 Vs MTTR



<그림 14> 운영유지비 Vs MTTR



<그림 15> TOC Vs MTTR

6) MTTR 증감율에 따른 TF 및 TI 입력값 계산 예제 : $TF(-0.95) = TF + TF \times (-0.95)$, $TI(-0.95) = TI + TI \times (-0.95)$

4.2.3 TOC와 Ao 상관관계

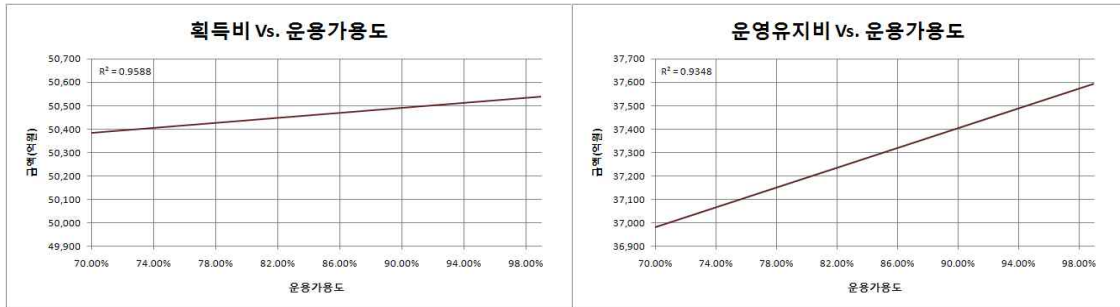
Ao는 무기체계가 장비나 실제의 운용환경과 규정된 조건하에서 운용될 때 체계나 장비가 임의의 시점에 만족스럽게 작동할 확률을 말한다.

<표 7> Ao 민감도 분석결과

Ao	민감도 분석결과 (단위 : 억원)			비 고
	TOC	획득비	운영유지비	
70.00%	100,326	50,385	36,983	
74.00%	100,432	50,406	37,067	
78.00%	100,537	50,427	37,151	
82.00%	100,642	50,448	37,235	
82.90%	100,666	50,453	37,254	요구도
86.00%	100,748	50,469	37,320	
90.00%	100,853	50,490	37,404	
92.65%	100,923	50,504	37,460	개발결과 (전산모델)
94.00%	100,959	50,511	37,488	
94.19%	100,964	50,512	37,492	개발결과 (ILS)
98.00%	101,064	50,533	37,572	
산출식	- TOC : $y=2,634.6x + 98,482$ ($R^2=0.9528$), y : TOC, x : Ao - 획득비 : $y=528.15x + 50,015$ ($R^2=0.9588$), y : 획득비 - 운영유지비 : $y=2,106.5x + 35,508$ ($R^2=0.9348$), y : 운영유지비, x : Ao			

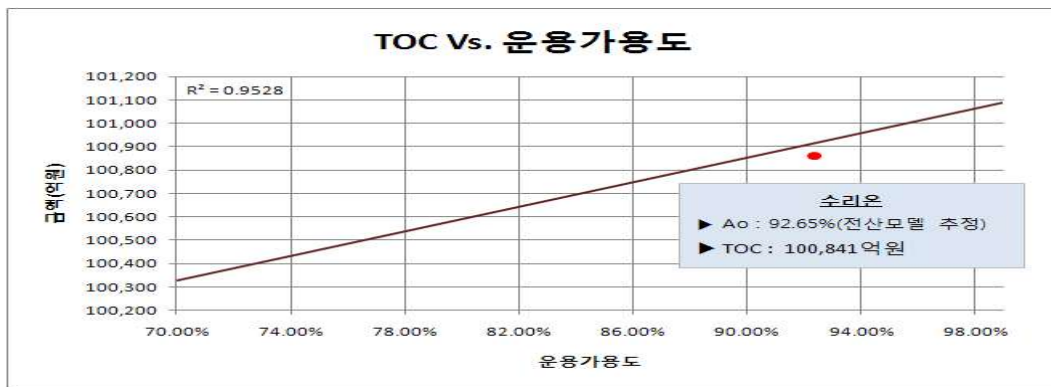
$$Ao = \frac{\text{총가동시간}}{\text{총가동시간} + \text{총불가동시간}}$$

Ao를 나타내는 AOFF(Availability Shut-off Control) 입력값의 변화에 따른 TOC 간의 민감도 분석결과는 <표 7>과 같다. Ao 증가에 따라 <그림 16> 및 <그림 17>과 같이 선형으로 획득비 및 운영유지비가 증가하여 <그림 18>과 같이 TOC가 증가하고, Ao가 70%에서 98%까지 증가할 때 TOC는 0.7% 상승(획득비 0.3% 상승, 운영유지비 1.6% 상승)에 불과하여 전산모델 예측결과는 Ao가 비용증가에 미미한 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 군 표준 S/W인 OASIS II를 활용하여 KHP 부품 1개에 대한 동시조달수리부속 비용 변화 민감도 분석결과는 Ao가 70%~97%까지 변화할 때, 동시조달수리부속 비용의 124% 가량 증가하여, Ao가 운영유지비에 많은 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 이를 볼 때 PRICE HL을 활용하여 Ao 변화에 따른 운영유지비 예측을 수행하기 위해서는 전산모델 내부 산출식에 대한 상세검토 및 검증수행이 선행되어야 할 것으로 판단된다.



<그림 16> 획득비 Vs Ao

<그림 17> 운영유지비 Vs Ao



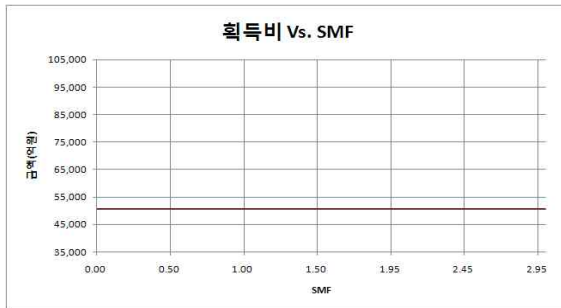
<그림 18> TOC Vs Ao

4.2.4 TOC와 SMF 상관관계

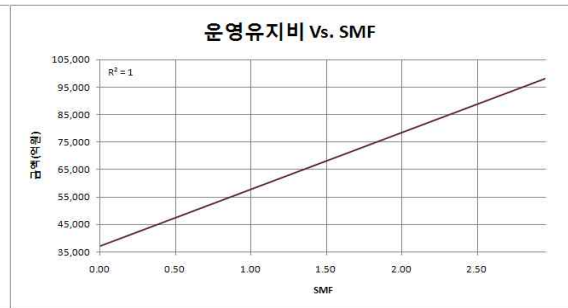
SMF는 장비운용시간 대비 예방정비 비율이며, 예방정비비율을 나타내는 SMF 입력값의 변화에 따른 TOC 간의 민감도 분석결과는 <표 8>과 같다. SMF 증가에 따라 <그림 19>와 같이 획득비는 변화가 없으나 <그림 20>의 운영유지비 증가가 <그림 21>과 같이 TOC를 증가시킨다. 비용증가가 발생한 운영유지비는 <표 1> 「TOC 비용 분류」에서 예방정비 업무가 주로 검사 업무로 이루어지는 업무 특성으로 인력소요 증가에 따른 인건비의 증가가 주요 요인이며, 임무요원 비용의 정비요원 인건비, 간접비용의 인원지원 비용 및 외주지원비용의 중간 외주지원비용의 증가가 가장 크게 나타났다. 임무요원비용의 증가는 직접적인 정비인력 증가에 따른 비용 상승이며, 간접비용의 인원지원 비용 및 외주지원비용의 중간 외주지원 비용은 임무요원비용 증가에 따른 상승이 원인이다. SMF 증가에 따른 운영유지비 증가 폭을 고려할 때 SMF는 운영유지비를 결정하는 중요 변수로 볼 수 있으며, 예방정비비율의 감소가 운영유지비 감소에 관건이라 할 수 있다.

<표 8> SMF 민감도 분석결과

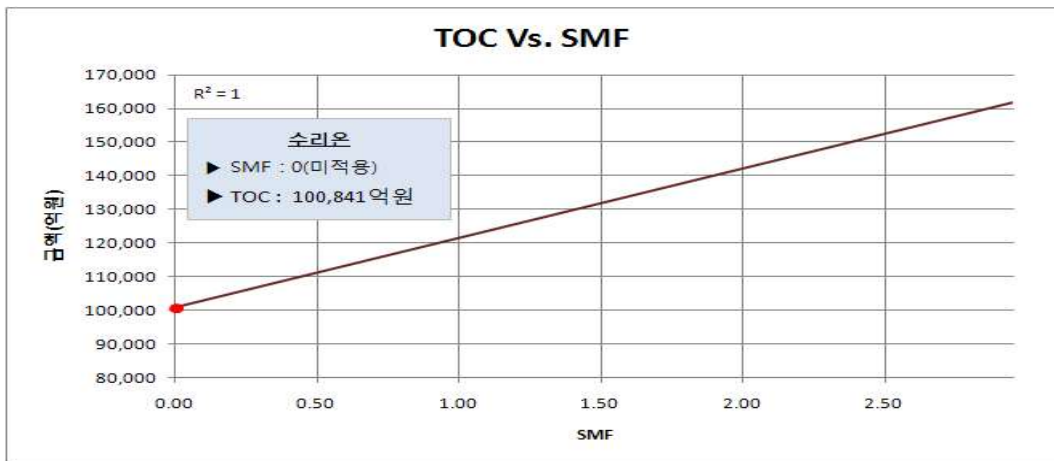
SMF	민감도 분석결과 (단위 : 억원)			비 고
	TOC	획득비	운영유지비	
0.00	100,806	50,537	37,309	개발결과 (전산모델)
0.50	111,133	50,537	47,636	
1.00	121,460	50,537	57,963	
1.50	131,787	50,537	68,290	
1.79	137,777	50,537	74,280	개발결과 (ILS)
2.00	142,114	50,537	78,617	
2.50	152,441	50,537	88,944	
산출식	- TOC : $y=20,654 x + 100,806$ ($R^2=1$), y : TOC, x : SMF - 획득비 : $y=50,537$, y : 획득비 - 운영유지비 : $y=20,654 x + 37,309$ ($R^2=1$), y : 운영유지비, x : MF			



<그림 19> 획득비 Vs SMF



<그림 20> 운영유지비 Vs SMF



<그림 21> TOC Vs SMF

4.2.5 TOC와 정비개념 상관관계

4.2.5.1 모델링 방법

전산모델 모델링 방법은 아래와 같다. 단계별 정비체계에 대한 적용 정비개념을 <표 9>와 같이 분류하였다.

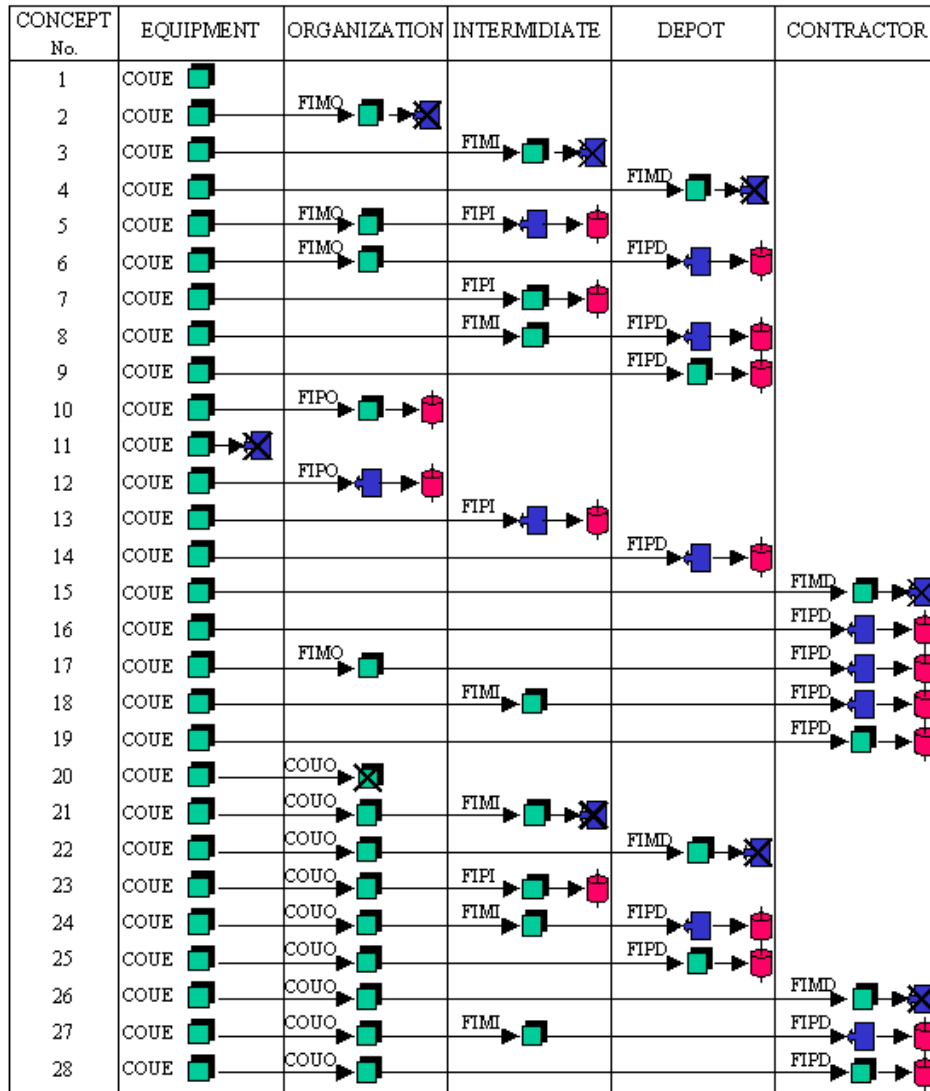
<표 9> 단계별 적용 정비개념

구 분	정비개념	
	국직창정비	외주창정비
2단계 (EQ→Depot)	4,9,11,14	11,15,16,19
3단계 (EQ→ORG→Depot)	2단계+2,6,10,12,22,25	2단계+2,10,12,17,26,28
4단계 (EQ→ORG→INT→Depot)	3단계+3,5,7,8,13,21,23,24	3단계+3,5,13,21,23,18,27

<표 10> 전산모델 28개 표준 정비개념

1. 고장시 현장교환품목(LRU:Line Replaceable Unit) 폐기	18. 직접 및 일반정비에서 모듈 교체, 외주정비에서 모듈 수리
2. 부대정비에서 모듈 교체, 불량 모듈 폐기.	19. 외주정비에서 부품 수리
3. 직접 및 일반정비에서 모듈교체, 불량 모듈 폐기.	20. 부대정비에서 LRU 재검사, 불량 LRU 폐기
4. 창에서 모듈교체, 불량 모듈 폐기.	21. 부대정비에서 LRU 재검사, 직접 및 일반정비에서 모듈 교체. 불량 모듈 폐기
5. 부대정비에서 모듈 교체, 직접 및 일반정비에서 모듈 수리	22. 부대정비에서 LRU 재검사. 창에서 모듈 교체. 불량 모듈 폐기
6. 부대정비에서 모듈 교체, 창에서 모듈 수리	23. 부대정비에서 LRU 재검사. 직접 및 일반정비에서 부품 교체
7. 직접 및 일반정비에서 부품 교체	24. 부대정비에서 LRU 재검사, 직접 및 일반정비에서 모듈 교체. 창에서 모듈 수리
8. 직접 및 일반정비에서 모듈 교체. 창에서 모듈 수리	25. 부대정비에서 LRU 재검사, 창에서 부품 교체
9. 창에서 부품 교체	26. 부대정비에서 LRU 재검사, 외주정비에서 모듈 교체. 불량 모듈 폐기
10. 직접 및 일반에서 부품 교체	27. 부대정비에서 LRU 재검사, 직접 및 일반정비에서 모듈교체. 업체에서 모듈수리
11. 사용자가 모듈 교체, 불량 모듈 폐기	28. 부대정비에서 LRU 재검사, 외주정비에서 부품 교체
12. 사용자가 모듈 교체, 부대정비에서 모듈 수리	
13. 사용자가 모듈 교체, 직접 및 일반정비에서 모듈 수리	
14. 사용자가 모듈 교체, 창에서 모듈 수리	
15. 외주정비에서 모듈 교체, 불량 모듈 폐기.	
16. 부대정비에서 모듈 교체, 외주정비에서 모듈 수리	
17. 부대정비에서 모듈 교체, 외주정비에서 모듈 수리	

CAIV 분석 시에는 <표 10> 및 <그림 22>와 같이 전산모델에서 제공하는 28개 정비개념 중 비용 대 효과가 가장 높은 정비개념을 적용하여 KHP의 TOC 및 운영유지비를 예측하였으며, TOC 및 운영유지비와 정비개념과의 상관관계는 사용자정비(EQ : Equipment), 부대정비(ORG : Organization), 야전정비(INT: Intermediate) 및 창정비(Depot/Contract)로 구분되는 항공기 정비단계를 2/3/4단계 정비체계로 분류하여 정비단계의 변화에 따른 TOC 및 운영유지비 영향을 확인하였다.



<그림 22> 전산모델 28개 표준 정비개념

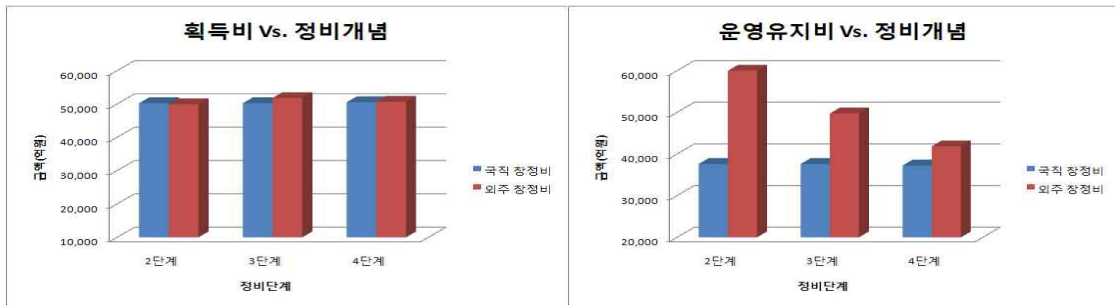
4.2.5.2 TOC와 정비개념 상관관계

2/3/4단계의 정비개념 변화에서 국직창정비와 외주 창정비의 획득비 비교는 <그림 23>와 같이 별 차이가 없으나, 운영유지비 및 TOC 비교는 국직창정비가 외주창정비 보다 <그림 24> 및 <그림 25>와 같이 낮게 예측되었다. 이는 국직창정비의 경우 전산모델 내부의 비용예측 로직에 따라 정비에 소요되는 재료, 수리시간 및 적용 임율 등에 의해서 비용을 산출함에 따라 낮은 균임율이 반영됨으로써 운영유지비가 낮게 산출되고, 외주창정비의 경우 임율이나 수리시간을 고려하지 않고 수리품목에 일률적으로 부과되는 수리 건당 비용을 기준으로 비용을 산출함에 따라 높게 산출된 것으로 판단된다. 또한, 정비단계 변화에 따른 TOC의 변화는 국직창정비에서는 3개 정비개념이 유사한 운영유지비가 추정되었으며, 이는 2/3/4 단계 정비

개념 설정에서 상위 정비단계는 하위 정비단계를 포함하는 개념으로 설정하고, 전산모델은 선정된 정비개념에서 가장 비용효과가 높은 정비개념을 자동 설정하는 과정에서 대부분의 구성품이 2단계 정비개념을 선택함에 따른 것으로 보인다. 상위 정비개념이 하위 정비개념을 포함하지 않을 경우, TOC 및 운영유지비는 3단계>4단계>2단계 정비개념 순으로 예측된다. 또한, <그림 25>에서와 같이 외주창정비는 외주창정비 비율이 가장 큰 2단계 정비개념에서 운영유지비가 가장 높게 예측되었으며, 외주창정비 비율이 가장 적은 4단계 정비개념이 운영유지비가 가장 낮게 예측되었다.

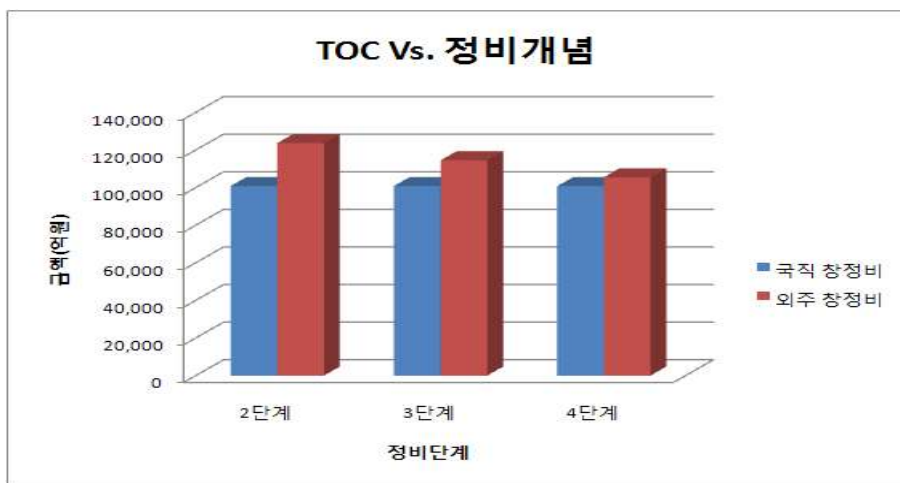
<표 11> 정비단계 민감도 분석결과

구 분	민감도 분석결과 (단위 : 억원)					
	TOC		획득비		운영유지비	
	국직창정비	외주창정비	국직창정비	외주창정비	국직창정비	외주창정비
2단계	100,874	123,731	50,283	49,935	37,630	60,835
3단계	100,874	114,508	50,283	51,808	37,630	49,740
4단계	100,768	105,509	50,558	50,686	37,250	41,863



<그림 23> 획득비 Vs 정비개념

<그림 24> 운영유지비 Vs 정비개념



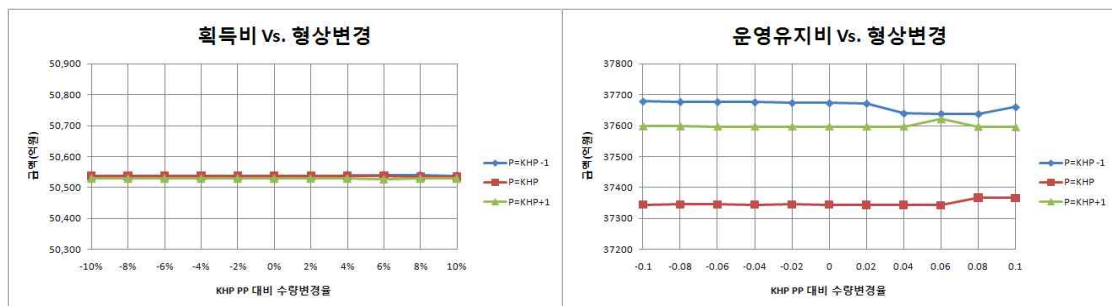
<그림 25> TOC Vs 정비개념

4.2.6 TOC와 모듈/부품 고유형상 수 상관관계

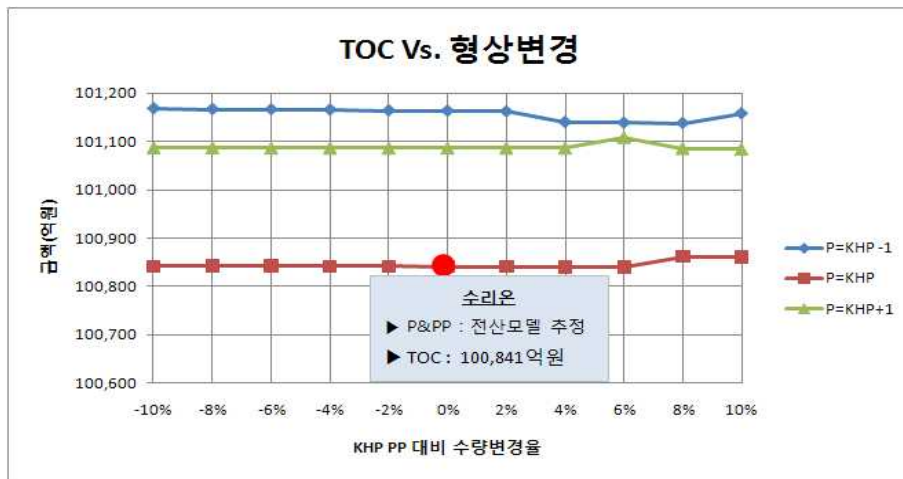
모듈/부품 고유형상 수란 고장수리의 기본단위인 현장교환품목(LRU : Line Replaceable Unit)을 구성하는 모듈의 수(P : Number of Module Types)와 부품의 수(PP : Number of Part Types)에 의한 장비 형상의 변화를 말하며, 모듈/부품 고유형상 수를 표현하는 지표인 P와 PP의 변화에 따른 TOC 간의 민감도 분석결과는 <표 12>와 같다. 모듈/부품 고유형상 수에 따라 <그림 26>과 같이 획득비는 변화가 없으나 <그림 27>의 운영유지비 증가가 <그림 28>과 같이 TOC를 증가시킨다. <그림 27>의 운영유지비는 부품수량의 변화보다는 모듈 수량에 더 큰 영향을 받는다. KHP 운영유지비 분석 시 모듈 및 부품 수량은 전산모델 예측에서 가장 비용효과가 높은 모듈 수량 및 부품수량이 적용되었다. 모듈 수량을 예측치보다 1개씩 증감시켰을 때 최적 모듈 수량과 대비하여 모두 많은 비용을 증가함에 따라 설계 시 운영유지비를 최소화하기 위해서는 모듈 수량 결정 시 각 구성품에 맞는 최적의 모듈로 구성하기 위해 노력을 기울여야 함을 알 수 있다.

<표 12> 모듈/부품 고유형상 수 민감도 분석결과

구 분		P 수량								
		TOC (억원)			획득비 (억원)			운영유지비 (억원)		
		KHP-1	KHP	KHP+1	KHP-1	KHP	KHP+1	KHP-1	KHP	KHP+1
PP 수량 변경율	-10%	101,168	100,842	101,087	50,530	50,537	50,529	37,678	37,345	37,588
	-8%	101,167	100,843	101,087	50,530	50,537	50,529	37,677	37,346	37,588
	-6%	101,167	100,842	101,087	50,530	50,537	50,529	37,677	37,345	37,597
	-4%	101,166	100,842	101,087	50,530	50,537	50,529	37,676	37,345	37,597
	-2%	101,164	100,842	101,087	50,530	50,537	50,529	37,674	37,345	37,597
	0%	101,163	100,841	101,087	50,530	50,537	50,529	37,673	37,344	37,597
	2%	101,162	100,841	101,087	50,530	50,537	50,529	37,672	37,344	37,597
	4%	101,140	100,840	101,086	50,540	50,537	50,529	37,640	37,343	37,597
	6%	101,139	100,840	101,108	50,540	50,537	50,527	37,639	37,343	37,621
	8%	101,138	100,861	101,086	50,540	50,535	50,529	37,638	37,367	37,597
	10%	101,158	100,861	101,084	50,538	50,535	50,529	37,660	37,366	37,585



<그림 26> 획득비 Vs 모듈/부품 고유형상 수 <그림 27> 운영유지비 Vs 모듈/부품 고유형상 수



<그림 28> TOC Vs 모듈/부품 고유형상 수

4.3 TOC 증감 요인

KHP TOC 예측결과를 기준으로 비용결정 주요 입력변수와 TOC 및 운영유지비 간의 민감도 분석결과⁷⁾는 <표 13>과 같으며 증감요인을 분석하면 아래와 같다.

MTBF의 감소는 고장정비의 주기 단축(정비빈도 증가)으로 지원장비 교체 소요 증가, 수리부속 소요 증가 및 정비인력 소요 증가로 획득비와 운영유지비 모두를 증가시킨다. MTTR의 증가는 정비인력 소요 증가로 운영유지비를 증가시킨다. <표 13>과 같이 A₀의 증가는 총불가동시간 단축을 위해 지원장비 및 수리부속 보유량의 증가와 정비소요인력 증가로 획득비와 운영유지비 모두를 증가시킨다. 예방정비비율의 증가는 정비인력 소요 증가로 운영유지비를 증가시킨다. 낮은 군임을 영향으로 국직정비에서 TOC 및 운영유지비가 가장 낮게 추정되었다. 또한, 정비 단계 별로는 2단계 정비개념의 TOC 및 운영유지비가 가장 낮게 추정되었다. 이는 상급 정비 개념이 하급 정비개념을 포함하는 개념으로 정비개념을 설정함에 따라 대부분의 구성품이 가장 운영유지비가 낮은 2단계 정비개념을 선택하였기 때문이다. 모듈/부품 고유형상 수의 변화는 MTBF, MTTR, 예방정비비율 및 정비개념에 모두 영향을 미치는 변수이며, 모듈 수의 영향이 운영유지비에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다만, 모듈/부품 고유형상 수의 변화는 많은 변수들이 복합적으로 영향을 미치는 변수로써 모듈(또는 부품) 수의 증가 또는 감소에 따라 운영유지비 증가 또는 감소라는 일정한 경향이 아닌 모든 입력변수 간의 상관관계를 복합적으로 고려한 최적의 형상정의가 중요한 것으로 나타났다.

7) 주요변수와 비용의 상관관계 R² 값이 0.9 이상임

<표 13> 주요 입력변수와 TOC 간의 민감도 분석결과

주요 입력변수	상관관계				비 고 (주요 영향 항목)
	입력 변수			TOC	
		획득비	O&S		
MTBF	증가	감소(小)	감소(大)	감소	• 지원장비, 수리부속, 정비인건비
MTTR	증가	-	증가	증가	• 정비인건비
Ao	증가	증가(小)	증가(大)	증가	• 지원장비, 수리부속, 정비인건비
예방정비 비율	증가	-	증가	증가	• 정비인건비
정비개념	국직/외주	≒	외주>국직	외주>국직	• 낮은 균일율
	2/3/4단계	≒	≒	≒	• 상위 정비개념이 하위 정비개 념을 포함하지 않을 경우 3단 계>4단계>2단계 순
모듈/부품 고유형상 수	최적값에 서증감	≒	증가 (모듈)	증가 (모듈)	• 모듈수 영향>부품수 영향 • 모듈수 최적화

5. 결 론

본 사례 연구에서 KHP TOC에 대한 운영유지비 주요 결정요소의 민감도 분석을 통하여 획득(생산 및 배치)단계에서부터 운영유지 단계까지의 TOC 및 운영유지비 절감방안과 차후 타 사업에 활용 가능한 총소유비용 절감방향을 제시하고자 하였다.

연구목표를 위해 KHP CAIV 적용결과 예측된 TOC에 대하여 증감원인을 분석하였고, 운영유지비의 주요결정요소에 대하여 민감도 분석을 실시하였다.

KHP 개발결과 TOC 측면에서 10년 2/4분기 TOC 및 운영유지비 예측결과는 목표비용 대비 11.2% 및 3.2% 초과하였으나, TOC 증가는 관리가 불가능한 국외 구매품의 환차로 인한 획득비(양산단가) 증가로 발생하였고, 운영유지비 증가는 정비난이도 증가로 인한 노무비 증가, 양산단가 증가로 인한 수리부속비 증가와 지원장비 추가로 인하여 발생하여 획득 및 운영유지단계에서 MTBF 향상 등의 비용과 성능의 최적화를 통한 TOC 절감 노력이 필요함을 알 수 있다.

RAM 값 측면에서 KHP 개발결과는 <표 14>와 같이 운용요구도를 만족하고, TOC 및 운영유지비 측면에서 KHP 개발결과에서 MTBF는 운용요구도 보다 증가하여 TOC 및 운영유지비를 감소시키고, KHP MTTR은 운용요구도 보다 감소하여 TOC 및 운영유지비를 감소시키고 있다. Ao가 운용요구도 보다 증가하여 TOC 및 운영유지비를 증가시키고 있으나 운용요구도 이내에서 체계를 운용한다면 RAM 값에 대한 개발결과는 대단히 만족스럽다. 또한 <표 13>에서 모듈/부품 고유형상 수의 변화에서 개발결과의 모듈 수가 최적값임을 보여준다.

<표 14> 주요 입력변수의 개발결과와 요구도 간의 민감도 분석결과 요약

구 분	요구도	개발 결과		TOC (단위 : 억원)			입력변수 단 위
		ILS	전산 모델	요구도 기준	ILS 기준	전산모델 기준	
MTBF	5.20 이상	7.69	7.69	101,785	101,218	101,218	Hour
MTTR	0.68 이하	0.65	8)	-	-	100,841	Hour
Ao	82.90%이상	94.19%	92.65%	100,666	100,964	100,923	9)

TOC 및 운영유지비 증감요인 분석결과에서 주요 입력변수 변화에 따른 TOC 영향 중 공통적으로 증가하는 항목은 정비인건비로 TOC 절감을 위해서는 운영유지단계에서 정비인력 소요를 최소화해야 한다는 것으로 판단할 수 있다. 따라서 TOC 관리목표를 달성하기 위해서는 획득 및 운영유지단계에서 ① 자체진단시험(BIT : Built-In Test) 기능의 확대 및 상태감시체계(HUMS : Health & Usage Monitoring System) 등의 적용을 통한 계획 및 비계획정비 소요를 감소시키는 노력, ② 구성품의 MTBF를 향상시키는 R-TOC 적용, ③ 체계의 전투준비태세를 보장하고 운영유지비를 절감시키는 PBL 적용이 필요하다. 이는 최신 항공 무기체계의 비용 절감노력 방향과 일맥상통한다고 볼 수 있다.

KHP CAIV 적용결과를 바탕으로 차후 타사업의 무기체계에서 요구도에 부합하는 성능의 달성뿐만 아니라, 최소의 TOC 및 운영유지비 달성을 위해서는 CAIV 적용 시 설계 초기부터 적극적인 비용검토 및 설계반영이 이루어져야 할 것이다. 이러한 비용 감소 노력이 실질적이고, 지속적으로 추진되기 위해서는 ① 연구개발단계에서 주요 설계검토회의 시 CAIV의 TOC 예측결과에 대한 질충분석과 입력변수에 대한 민감도 분석의 활성화, ② 군 운용 자료의 업체 제공을 포함한 소요군/민간업체 간 정보공유(분석기법 공유 및 관리대상 품목/입력변수의 일원화) 및 무기체계의 수명기간 동안 비용의 지속적 관리를 통한 실적 DB 구축으로 TOC 및 운영유지비 예측결과의 신뢰성 확보, ③ 주요 6개 변수의 대부분은 RAM(Reliability, Availability, Maintainability) 분석을 통해 도출되기 때문에 CAIV의 TOC 관리를 위해서는 설계 초기부터 RAM 분석 엔지니어들의 적극적인 참여 및 설계/비용 분석자와의 활발한 상호 의견 교류가 필요하다. 또한, KHP CAIV 적용경험을 토대로 무기체계의 수명주기 동안 EVMS, CAIV, R-TOC와 PBL을 연계하여 적용한다면 국방부가 추진하는 총수명주기체계 관리(TLCSM : Total Life Cycle Systems Management)하에서 TOC를 절감하면서 전투준비태세의 극대화가 용이할 것으로 판단된다.

8) 전산모델상 체계 MTTR 자료 확보 불가

9) 운용가용도 요구도: 요구도 작전가동율 75% 이상, 작전가동율 및 운용형태요약/임무유형(OMS/MP : Operational Mode Summary/Mission Profile) 기준 산출값

참고문헌

- [1] 방위사업청(2006), KHP 체계개발계획 승인, 방위사업청.
- [2] 방위사업청(2007), 시스템엔지니어링 가이드북 Version 1.0, 방위사업청.
- [3] 방위사업청(2009), 미 국방획득관리 실무지침서, 방위사업청.
- [4] 어하준 외(2008), 한국형 헬기개발사업(KHP)성과관리 및 양산비용 관리 연구(Ⅰ),(Ⅱ), KIDA·방위사업청.
- [5] 한국형헬기개발사업단(2007), EVMS/CAIV 업무수행절차, 방위사업청.
- [6] 최석철(2009), 총수명주기체계관리(TLCSM) 적용을 통한 국방경영 개혁방향, 국방과 기술, 2009. 10., 82-89.
- [7] Defense Acquisition University(2004), Defense Acquisition Guidebook.
- [8] Michael W. Boudreau, Brad R. Naegle(2003), Reduction of Total Ownership Cost, Naval Sea Systems Command and Naval Postgraduate School.
- [9] Office of the Secretary of Defense Cost Analysis Improvement Group(2007), Operation and Support Cost-Estimating Guide.
- [10] PRICE SYSTEMS(2005), PRICE H User Manual : H/W Acquisition Estimating Manual
- [11] PRICE SYSTEMS(2001), Your Guide to PRICE HL : Estimating Cost and Schedule of HW Operation and Support
- [12] PRICE SYSTEMS(2007), Price Estimating Suite User Manual
- [13] Ed Casey, DeWayne Allen(2006), Cost As an Independent Variable : Balancing Performance and Affordability, Raytheon Company.
- [14] Kaye, Michael A. et al(2000), Cost As an Independent Variable : Principles and Implementation, Acquisition Review Quarterly.