

무기체계획득단계에서의 RAM 달성을 위한 기술검토의 식별과 업무분장*

김명수 · 오근태 · 이동하

수원대학교 산업정보공학과

Identification and Task Allocation of Technical Reviews for Achieving RAM in Weapon System Acquisition Process

Myung-soo Kim · Geun-tae Oh · Dhong-ha Lee

Department of Industrial Information Engineering, University of Suwon

Abstract

In this paper, based on the American weapon acquisition management framework in DoD Instruction 5000.2 "Operation of the Defence Acquisition System" and the contents of "DoD Guide for Achieving Reliability, Availability, and Maintainability" published by Defense Acquisition University, the kinds and roles of technical reviews are introduced and the identification of RAM related tasks which are performed at levels of technical reviews during acquisition process are considered. And the task allocations for developers, development managers, and users are proposed. Finally the relationships of acquisition management framework, technical reviews and RAM tasks are tabulated.

Key Words ; Acquisition Management Framework, Technical Review, Reliability, Availability, Maintainability,

* 본 연구는 국방기술품질원에서 시행한 민·군규격통일화사업(2006. 9. 1 ~ 07. 8. 31)의 결과이다.

1. 서론

체계공학(System Engineering) 엔지니어는 개발 프로세스의 주요 성과추진시점(Key Event-driven Points)에서 개발 진척도와 설계 완성도를 평가하고, 특정 단계에서 기 설정된 기준과 설계를 비교하여 적정 수준의 완성도가 달성되었는지를 결정하는데, 이를 기술검토 및 확인(Technical Reviews and Audits)이라 한다.

일반적으로 군의 무기체계는 개념설계에서 생산에 이르기까지 일련의 단계¹⁾들을 거쳐 개발되며, 각 단계에서 설계 완성도 평가 및 기술적 위험을 검토하고 다음 수준으로 나아가도 되는지를 결정하기 위한 기술검토(Technical Review: TR)를 수행한다. TR은 다음과 같은 활동을 통하여 개발 프로젝트의 위험을 경감하고 생산으로 진행하는 것을 가능하게 한다:

- 설계 요구사항 구체화 및 명확화
- 설계·개발 활동의 완성도 평가
- 설계 및 관련 프로세스에 대한 증거 요구
- 기술적 요구사항, 사용자의 요구 및 체계 요구사항과 제안된 설계 형상(design configuration) 검토
- 단계별 체계 형상(system configuration) 평가
- 모든 기술 분야와 통합제품팀 IPT(Integrated Product Teams)에 걸쳐서 의사소통과 협력 및 통합을 위한 Forum 제공
- 다음 설계 단계로 나아가기 위한 일반적 형상 기준선 확정
- 의사결정을 위한 설계결정 관련 기록

공식적 TR에 앞서 논쟁, 문제점 및 관심사항들이 표면화되고, 제기되는 일련의 기술교류 회의가 선행된다. 공식적 TR은 문제해결을 위한 장이 아니라 문제가 해결되었음을 입증하기 위한 프로세스라고 할 수 있다.

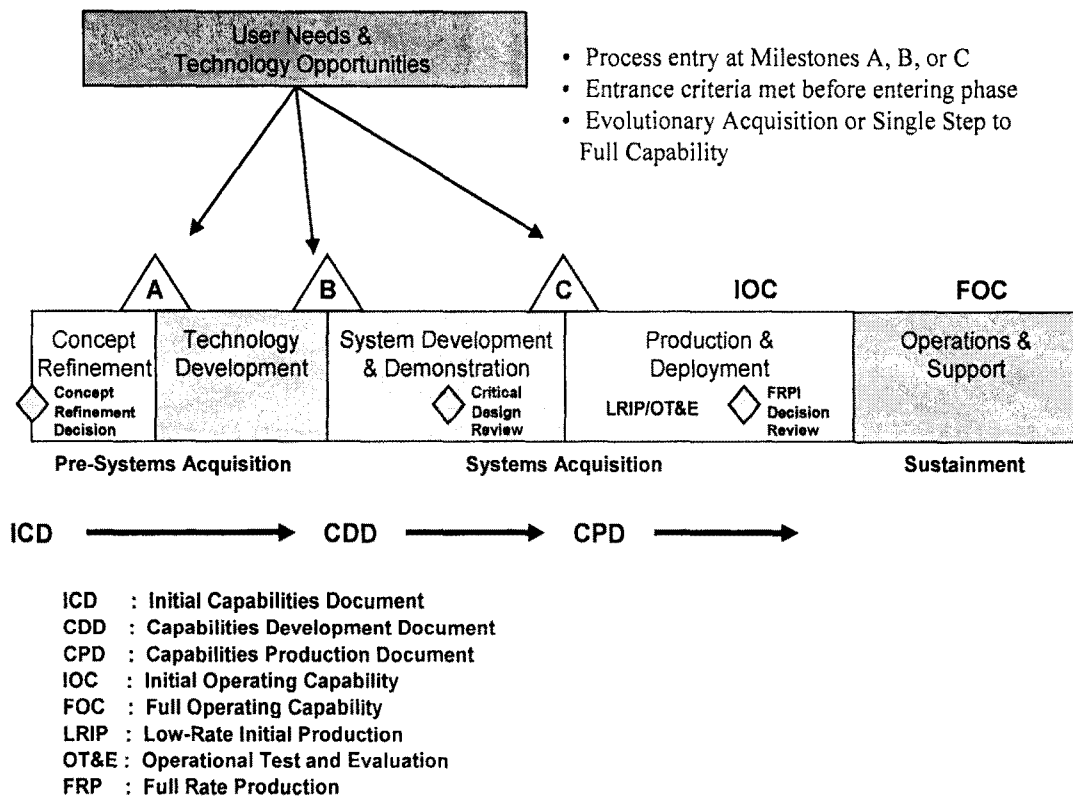
무기체계의 RAM(Reliability, Availability, and Maintainability)을 원하는 수준으로 구현하기 위해서는 획득 프로세스(acquisition process)에서 TR을 효과적으로 운용하고 실시하여야 한다. 이를 위하여 본 논문에서는 DoD Instruction 5000.2 "Operation of the Defence Acquisition System"에 있는 미국의 획득관리체계(acquisition management framework)와 "DoD Guide for Achieving Reliability, Availability, and Maintainability"의 내용을 기반으로하여 현재 우리 군에서 적용하는 것 보다 좀더 진화된 다음과 같은 내용을 제안한다.

- 1) 획득 프로세스 각 단계에서 이루어지는 TR의 종류와 역할
- 2) TR 단계별 RAM 관련 업무 식별
- 3) 개발자, 개발관리자 및 사용자의 기관별 업무분장(안)

1) 이를 개발수준(levels of development)이라고도 부른다.

2. 무기체계 획득 프로세스

DoD Instruction 5000.2에서는 획득관리 단계를 "개념구체화(Concept Refinement)", "기술개발(Technology Development)", "체계개발/입증(System Development & Demonstration)", "양산/배치(Production & Deployment)", "운용 유지(Operation & Support)"로 구분하고 있다. <그림 1>은 DoD Instruction 5000.2 획득관리 프로세스를 나타낸다.



<그림 1> 미 국방 획득관리 프로세스

(1) 소요제기 단계

이 단계에서는 각종 시험, 모델링 및 시뮬레이션, 시험평가 등을 통해 위험분석, 타당성 · 문제점 분석, 과학 · 기술적 분석, 기술 측면의 대안분석(trade analysis) 등이 이루어지며, 임무 요구사항 결정을 위한 초기능력서(ICD)가 작성된다. ICD를 통해 요구사항, 기술적 대안, 전략화 지원요소가 도출되고, 획득사업이 승인되면, 다음 단계인 개념구체화 단계로 진행된다.

(2) 개념구체화 단계

이 단계의 목적은 소요제기 단계에서 정의된 초기 개념을 구체화하고, 기술개발전략

(Technology Development Strategy: TDS)을 개발하는 것이다. 즉, 대안별 비용분석과 임무효과분석, 위험분석 등을 실시하여 최적의 대안과 구체적 체계 개념을 도출한다.

개념구체화는 개념결정으로부터 시작된다. 마일스톤 결정권자(Milestone Decision Authority: MDA)²⁾는 선정된 초기개념을 구체화하기 위한 DoD Component(s)를 지정하고, 대안분석(Analysis of Alternatives: AoA) 계획을 승인하며, 마일스톤 A 검토를 위한 일정을 수립한다. MDA의 결정은 획득결정문서(Acquisition Decision Memorandum: ADM)에 문서화되어야 한다.

(3) 기술개발 단계

MDA가 TDS를 승인했을 때, 마일스톤 A 기술개발 단계로 프로젝트가 진입된다. 기술개발은 사용자와 체계 개발자 사이의 밀접한 협력을 반영하는 지속적 기술 발견 및 개발 프로세스로서, 사용자의 요구사항을 구체화하면서 동시에 기술실현 가능성을 평가하기 위한 반복적 과정이다. 이 단계의 목적은 기술적인 위험을 경감하고, 전체 체계로 통합될 적합한 기술들을 결정하는 것이다.

(4) 체계개발/입증 단계

이 단계의 주요 활동은 체계 통합(System Integration)과 체계 입증(System Demonstration)이며, 획득 프로그램이 시작되는 마일스톤 B에서 시작한다. 즉, 체계 또는 능력을 개발하고, 체계 통합 및 생산 위험을 경감하여야 한다. 또한 운용 지원성과 생산성을 보증하고, 인간-체계 통합(human systems integration: HSI)을 실행하며, 체계통합, 상호운용성 및 안전 등에 대한 입증해야 한다.

체계 통합은 하부 체계를 통합하고, 상세설계를 완료하며, 시스템 수준의 위험을 경감시키는 활동으로 시제 또는 엔지니어링 모델의 입증을 포함한다. 체계 통합은 하부 체계가 최종 시스템으로 통합되지 않았지만 프로그램 관리자가 시스템에 대한 해결책을 갖고 있을 때 시작해야 한다.

체계 입증은 시스템의 운용 능력이 주요 성능 파라미터(Key Performance Parameters: KPPs)와 일치함을 보이기 위한 활동이다. 이 활동은 프로그램 관리자가 시제품 또는 엔지니어링 모델을 입증했을 때 시작하며, 의도한 환경에서 승인된 요구사항을 체계가 만족시킴을 입증하여야 한다. 또한, 산업적 능력이 가용하며, 시스템이 출력기준을 만족 또는 초과하고 마일스톤 C 입력기준을 만족했을 때 종료된다.

프로그램 또는 진화적 단계(evolutionary increment)별로 단지 하나의 마일스톤 B가 있어야 하며, 진화적 획득(evolutionary acquisition)³⁾의 각 추가능력에 대해서도 독자적인 마일스톤 B가 있어야 한다.

2) 마일스톤 결정권자(MDA): 방위사업추진위원회 혹은 분과위원회(약칭 방추위 혹은 분과위)

3) 획득소요기간을 획기적으로 단축하고 급속한 기술발전 속도에 적절히 대응하고자 먼저 핵심 능력(core capability)을 모둠화 개방형 구조로 야전배치하고, 나중에 추가적인 능력 또는 개선된 능력을 계속 배치하는 획득방법

(5) 양산/배치 단계

이 단계의 목적은 임무소요를 만족하는 운용능력을 성취하는 것이다. 운용시험 평가는 체계의 효율성과 적합성을 입증해야 한다.

MDA는 마일스톤 C에서 양산단계로 들어갈지 여부를 다음과 같은 기준에 따라 결정해야 한다.

- 개발, 시험평가 및 운용평가에서의 성능
- 소프트웨어 능력
- 생산 위험
- 생산공정의 관리상태 여부
- ICD(마일스톤 C가 프로그램 시작인 경우)
- 능력생산서(Capability Production Document: CPD) 등

(6) 운용 유지 단계

운용 유지 단계의 활동 목적은 운용 성능 요구사항을 만족시키고, 전 수명주기에 걸쳐 가장 비용-효과적으로 체계를 유지하는 지원 프로그램을 실행하며, 체계가 유효수명(useful life)에 도달했을 때 적절한 방식으로 폐기시키는 것이다. 이 단계의 주요 활동은 지속유지(sustainment)와 폐기(disposal)로 구성된다.

지속유지는 보급, 정비, 수송, 데이터 관리, 형상관리, 인적자원, 정비요원, 훈련, 환경, 안전, 주요 프로그램 정보의 보호, 정보기술 등을 포함한다.

체계의 유효수명이 끝나면 안전, 보안 및 환경과 관련된 법률적 요구사항과 정책에 부합되도록 비군사화되고 폐기되어야 한다. 설계 프로세스 중에 프로그램 관리자는 체계에 포함된 위험물질을 문서화해야 하고, 체계의 비군사화 및 안전한 폐기를 위한 계획을 수립해야 한다.

2.2 획득관리 프로세스와 RAM 활동

만족스러운 RAM 수준을 갖는 무기체계를 개발·배치하기 위해서는 체계공학의 필수요소로 RAM을 인식하고, (확인, 분류, 분석 및 제거 또는 경감을 통해) 체계적으로 고장 및 고장 모드를 제거·관리하는 것이 필요하다. 그리고 이 활동들은 획득 이전 단계부터 시작하여 개발, 양산 및 운용/지원 단계까지 지속되어야 한다.

"DoD Guide for Achieving Reliability, Availability, and Maintainability"(2005)에서는 DoD 5000 시리즈 획득관리 프로세스에서 만족스런 RAM 수준을 달성하기 위한 단계를 다음과 같이 제시하고 있다.

단계 1 : 사용자의 요구사항과 조건 이해

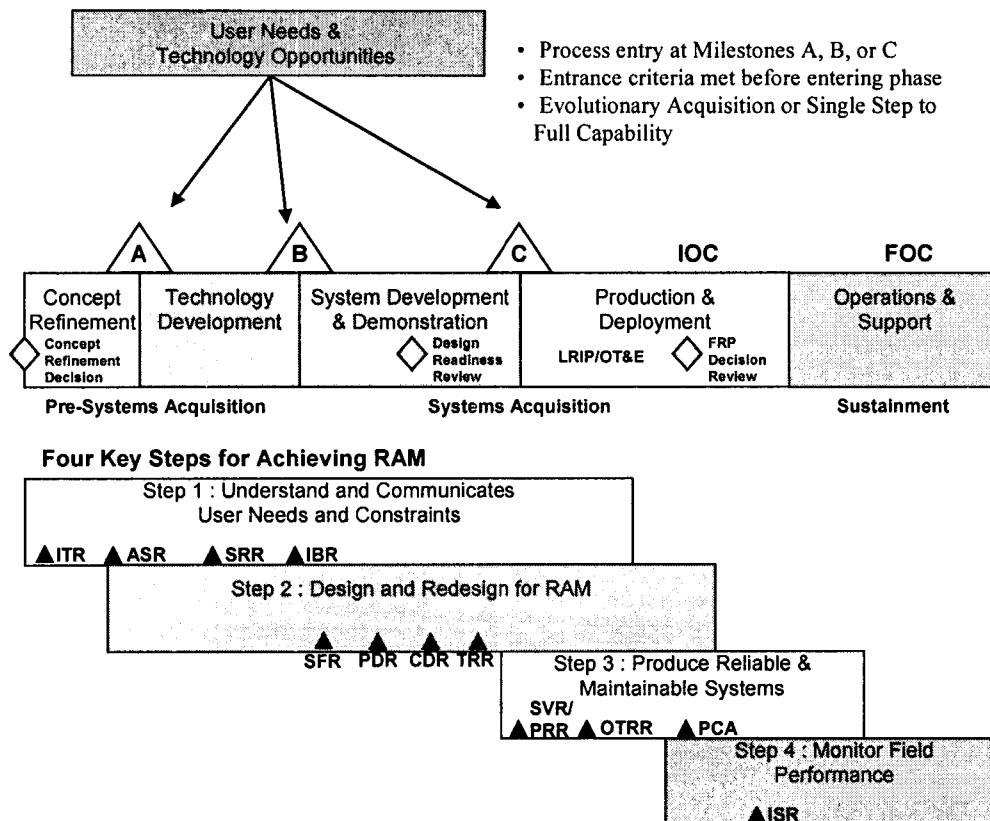
단계 2 : RAM을 위한 설계 및 재설계

단계 3 : 신뢰성·정비성 있는 체계 양산

단계 4 : 야전운용 성능 감시

3. 획득관리 프로세스와 RAM 업무단계별 기술검토

기술검토의 목적은 프로그램 관리자에게 다음 단계의 활동으로 진행하기 위하여 필요한 프로그램의 기술적 위험과 준비상태에 대한 통합된 기술적 판단을 제공하는 것이다. 기술검토 결과는 체계공학계획을 갱신하는데 사용된다. 본 장에서는 DoD Instruction 5000.2 "Operation of the Defence Acquisition System"에 있는 미국의 획득관리체계(acquisition management framework)와 "DoD Guide for Achieving Reliability, Availability, and Maintainability"를 중심으로 만족스런 수준의 RAM을 성취하기 위한 기술검토의 종류와 내용(목적, 대상 및 시기, 검토내용, RAM 검토내용)을 설명한다. <그림 2>는 획득관리 프로세스와 RAM 업무 단계 및 각 단계에서 수행되는 기술검토의 종류를 나타낸다.



<그림 2> 획득관리 프로세스와 기술검토

3.1 초기 기술검토(Initial Technical Review: ITR)

기술적 기준선이 비용을 추정하기에 충분히 정확하고, 비용, 기술 및 프로그램 관리 전문가에 의하여 비용 추정치의 독립적인 평가를 가능하게 하는지 확인하는 것이 목적이며, 능력 소요와 관련하여 제안프로그램의 개념적 접근방법을 평가하며, 개념 구체화 단계 초에 수행한다. 주로 예비 RAM 추정치, RAM 타당성, RAM 프로그램 계획을 평가한다.

ITR 관련 업무분장 및 RAM 업무는 다음 <표 1>과 같다.

3.2 체계 대안/개념 검토(Alternative System Review: ASR)

요구사항이 사용자의 요구와 기대에 부합되고, 획득 프로세스의 기술개발 단계로 진행할 수 있음을 보증하기 위해 실시하며, 체계대안을 평가하고, 개념구체화 단계 중에 수행되며, 마일스톤 A 이전에 완료되어야 한다. 종합 위험평가와 대안연구/기술적 증명을 통해 RAM 요구사항의 실행가능성 확인한다.

ASR 관련 업무분장 및 RAM 업무는 <표 2>와 같다.

<표 1> ITR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
예비 RAM 추정	사용자	◦ 예비 RAM 평가를 위한 자료 제공	◦ DCACAS ⁴⁾ ◦ FRACAS ⁵⁾
	개발자	◦ 예비 RAM 평가	◦ 신뢰도 예측 ◦ 정비도 예측 ◦ 가용도 예측
	개발관리자	◦ RAM 요구사항과 예비 RAM 평가 검토	—
RAM 타당성	사용자	◦ RAM 타당성 검토에 필요한 운용 및 임무 정보 제공 ◦ RAM 타당성 검토	—
	개발자	◦ 운용형태중합(OMS) 결정 ◦ 임무유형(MP) 결정 ◦ 고장정의 및 판단기준 결정 ◦ RAM 설계목표 결정 ◦ 정비/보급 개념 설정	◦ RAM Specification ◦ 군수지원분석(LSA)
	개발관리자	◦ RAM 타당성 검토	—
RAM 프로그램 계획 및 관리	사용자	◦ RAM 프로그램 계획 수립에 참여 및 검토	—
	개발자	◦ RAM 프로그램 계획 수립 ◦ 신뢰성 주요 품목 식별 및 관리 방안 도출 ◦ FRB 등 추진체계 구성 ◦ 협력업체 및 부품 공급 업체 관리/통제 계획 수립	◦ RAM 프로그램 계획 ◦ 신뢰성 주요 품목 관리 ◦ FRB ◦ 협력업체 및 부품 공급 업체 관리/통제
	개발관리자	◦ RAM 프로그램 계획 검토	—

<표 2> ASR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
대안평가	사용자	◦ 대안평가 참여 및 의견 개진	—
	개발자	◦ 대안평가 참여 및 의견 개진	—
	개발관리자	◦ 체계 대안 평가	◦ AoA
비용분석	사용자	◦ 비용분석에 필요한 자료 제공	◦ DCACAS
	개발자	◦ 비용분석	◦ LCC 분석
	개발관리자	◦ 비용분석 결과 검토	—
위험 평가	사용자	◦ 위험평가 참여	—
	개발자	◦ 위험평가	◦ Risk 분석
	개발관리자	◦ 위험평가 참여 및 결과 검토	—

4) Data collection, analysis, and corrective action system

5) Failure reporting, analysis, and corrective action system

3.3 체계 요구사항 검토(System Requirements Review: SRR)

능력개발서에 정의된 체계 및 성능 요구사항이 비용, 일정, 위험 및 기타 체계 제약조건에 부합하고, TR 활동 방향과 진행이 안정되고 완벽한 형상으로 수립하고 있는지 확인한다. 개념연구 또는 입증 및 유효성 확인 단계에서 수행하며, 보통 기능분석과 예비 요구조건 배분을 완료한다. 하드웨어 및 소프트웨어체계에 대한 RAM 요구조건의 목표를 할당한다.

SRR에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 3>과 같다.

<표 3> SRR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
RAM 요구조건 설계목표 할당	사용자	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰도 모델 검토 RAM 설계목표 할당 검토 	-
	개발자	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰도 모델 개발 RAM 설계목표 할당 신뢰도/정비도 예측 	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰도 모델링 신뢰도/정비도 할당 신뢰도/정비도 예측
	개발관리자	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰도 모델 검토 RAM 설계목표 할당 검토 	-

3.4 통합 기준선 검토(Integrated Baseline Review: IBR)

체계 개발/입증에 초점을 맞추어 성과관리(Earned Value Management: EVM)가 요구되었을 때 수행되는 검토다.

3.5 체계 기능 검토(System Functional Review: SFR)

능력개발서에 정의된 체계 및 성능 요구사항이 비용, 일정, 위험 및 기타 체계 제약조건에 부합하는지 검토하고, 체계 예비설계를 진행할 수 있는지를 보증하기 위해 수행한다. 기능적 기준선을 검토하고 예비설계 시작 전에 수행한다.

SFR에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 4>와 같다.

<표 4> SFR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
RAM 요구사항	사용자	<ul style="list-style-type: none"> 하위 수준 RAM 요구사항과 체계 RAM 요구사항 검토 디레이팅 기준 검토 	-
	개발자	<ul style="list-style-type: none"> 하위 수준 RAM 요구사항과 체계 RAM 요구사항 검토 디레이팅 기준 설정 및 검토 	<ul style="list-style-type: none"> 고유 가용도 분석 디레이팅 기준 설정
	개발관리자	<ul style="list-style-type: none"> 하위 수준 RAM 요구사항과 체계 RAM 요구사항 검토 디레이팅 기준 검토 	-

3.6 예비 설계 검토(Preliminary Design Review: PDR)

주어진 제약조건하에서 체계가 정해진 성능 요구사항을 만족하고, 상세설계로 진행할 수 있는지 여부를 보증하기 위해 예비설계 완료 후 수행한다. 예비 RAM 설계가 사용자 요구사항을 만족시키는지를 평가한다.

PDR에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 5>와 같다.

<표 5> PDR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
RAM 프로그램	사용자	◦ RAM 프로그램 계획 최신화 검토	—
	개발자	◦ RAM 프로그램 계획 최신화	◦ RAM 프로그램 계획
	개발관리자	◦ RAM 프로그램 계획 최신화 검토	—
RAM 요구사항	사용자	◦ 최신 RAM 요구사항 검토	—
	개발자	◦ RAM 요구사항 최신화	◦ 설계 변경
	개발관리자	◦ 최신 RAM 요구사항 검토	—
RAM 설계/ 분석	사용자	◦ RAM 설계/분석 검토	—
	개발자	◦ 신뢰도 모델링 최신화 ◦ RAM 예측 최신화 ◦ FMECA 실시 ◦ 신뢰성 주요 품목 최신화 ◦ 부품 프로그램 수립 ◦ 협력업체 및 부품 공급 업체 관리/통제 계획 최신화 ◦ 정비성 설계기준 검토	◦ 신뢰도 모델링 ◦ 신뢰도/정비도 예측 ◦ FMECA ◦ 신뢰성 주요 품목 관리 ◦ 부품 프로그램 ◦ 협력업체 및 부품 공급 업체 관리/통제 ◦ 정비성 설계기준
	개발관리자	◦ RAM 설계/분석 검토	—
	사용자	—	—
RAM 시험	개발자	◦ 기능·환경 시험계획 수립 ◦ 신뢰성·정비성 검증을 위한 시험계획 수립	◦ 신뢰성·정비성 시험계획
	개발관리자	◦ 신뢰성·정비성 검증을 위한 시험계획 검토	—
	사용자	—	—
군수지원	사용자	◦ LSA 기초 자료 검토	—
	개발자	◦ LSA를 위한 기초 자료 준비	◦ 세부 정비계획 및 LSA에 활용할 기초 자료 준비
	개발관리자	◦ LSA 기초 자료 검토	—

3.7 상세 설계 검토(Critical Design Review: CDR)

설계문서(상세규격, 소재 및 공정규격 포함)가 생산을 시작하기에 충분한지 확인하기 위해 실시한다. 상세설계 완료 후, 양산라인 구축 전에 수행하며, 최종 RAM 설계가 사용자 요구사항을 만족하는지를 평가한다.

CDR에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 6>과 같다.

3.8 시험 준비상태 검토(Test Readiness Review: TRR)

공식적 시험을 진행하기 위해 체계의 개발완성도, 비용/일정효과 및 위험에 대하여 평가한다. 시험의 목적과 범위, 절차와 방법, 그리고 계획된 시험을 지원하기 위하여 요구되는 자원이 적절하게 확인되고 조정되었는지 평가해야 한다. 체계 요구사항을 확인하기 위한 시험 능력을 평가하기 위하여 개발단계에서 수행된다.

TRR에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 7>과 같다.

3.9 생산 준비상태 검토(Production Readiness Review: PRR)

생산준비가 되었고, 생산자가 설계 RAM 수준을 저하시키지 않게 적절한 생산계획을 수립하였는지를 검토한다. 생산 체계 또는 생산 준비상태 검토하기 위해 CDR 이후, 초도생산 이전에 SVR과 함께 수행된다.

PRR에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 8>과 같다.

<표 6> CDR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
RAM 설계/ 분석	사용자	◦ RAM 설계/분석 검토	—
	개발자	◦ RAM 예측치와 요구사항 비교 ◦ 신뢰성 중요 품목 검토 ◦ 신뢰성·정비성 설계기준 및 점검표 검토 ◦ 중복설계 필요성 검토 ◦ 각종 신뢰성 분석 실시 및 검토 ◦ DCACAS 검토 및 최신화 ◦ 정비성 분석 및 검토	◦ 신뢰도/정비도 예측 ◦ Reliability-critical items ◦ 신뢰성·정비성 설계기준 ◦ 신뢰도 모델링 ◦ 회로분석, 공차분석, 열해석, 구조해석 등 ◦ DCACAS ◦ 정비성 분석
	개발관리자	◦ RAM 설계/분석 검토	—
RAM 시험	사용자	—	—
	개발자	◦ 기능·환경 시험계획 최신화 ◦ 신뢰성·정비성 검증을 위한 시험계획 최신화	◦ 신뢰성·정비성 시험계획
	개발관리자	◦ 신뢰성·정비성 검증을 위한 시험계획 검토	—
군수지원	사용자	◦ 정비계획 및 LSA 검토	—
	개발자	◦ 정비계획 및 LSA 최신화 ◦ 온라인/오프라인 진단 프로그램, 지원장비 검토 ◦ 예비 정비기술서 검토 ◦ 예방정비 빈도와 주기 검토 ◦ 특별한 정비절차 확인 및 체계 정비개념에 대한 종합적 영향 평가	◦ 정비계획 ◦ LSA
	개발관리자	◦ 정비계획 및 LSA 검토	—

<표 7> TRR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
RAM 시험준비 상태	사용자	—	—
	개발자	<ul style="list-style-type: none"> 하드웨어/소프트웨어 규격 및 설계 설명서 검토 시험에 영향을 미치는 요구사항 변경 시험 계획 및 절차 검토 시험 자원 검토 시험한계 확인 잔여 일정과 문서 최신화 	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰성 · 정비성 시험계획 신뢰성 개발/성장시험 신뢰성 · 정비성 입증시험
	개발관리자	<ul style="list-style-type: none"> RAM 시험 준비상태 검토 	—

<표 8> PRR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
생산준비 상태	사용자	—	—
	개발자	<ul style="list-style-type: none"> 생산 또는 생산준비 관점에서 설계와 관련된 위험 조사 	<ul style="list-style-type: none"> (공정)FMEA
	개발관리자	<ul style="list-style-type: none"> RAM 생산 준비상태 검토 	—

3.10 기능적 형상확인/체계검증검토(Functional Configuration Audit/System Verification Review: FCA/SVR)

검토 중인 체계가 비용, 일정, 위험 및 기타 제약조건하에서 초도생산 및 양산으로 진행할 수 있는지를 결정하기 위해 CDR 이후 초도 생산 이전에 수행되며, 종종 PRR과 함께 수행된다.

FCA/SVR에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 9>와 같다.

<표 9> FCA/SVR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
RAM 요구사항	사용자	<ul style="list-style-type: none"> 기능, 할당 및 생산기준선에 기록된 RAM 요구사항 검토 	—
	개발자	<ul style="list-style-type: none"> 기능, 할당 및 생산기준선에 기록된 RAM 요구사항 검토 	—
	개발관리자	<ul style="list-style-type: none"> 기능, 할당 및 생산기준선에 기록된 RAM 요구사항 검토 	—

3.11 물리적 형상확인(Physical Configuration Audit: PCA)

생산공정에서 RAM이 저하되지 않음을 보증하기 위해 공정, 품질관리시스템, 측정, 시험장비 및 훈련이 적절하게 계획, 이행 및 통제됨을 확인한다. 양산(Full-Rate Production) 결정이 이루어졌을 때 수행하고, 양산 결정 이후 PCA가 완료된다면 생산시스템이 가용하자마자 수행되어야 한다.

PCA에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 10>과 같다.

<표.10> PCA 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
물리적 형상	사용자	◦물리적 형상 검토	—
	개발자	◦도면과 생산지시서 등 형상에 관한 문서 검토 ◦협력업체 및 부품 공급업체 품질관리 시스템 검토 ◦수락시험 절차 ◦검사 및 시험 데이터 검토 등	◦ESS ◦PRAT ◦협력업체 및 부품 공급 업체 관리/통제 ◦DCACAS ◦FRACAS
	개발관리자	◦물리적 형상 검토	—

3.12 운용시험 및 준비상태 검토(Operational Test and Readiness Review: OTRR)

체계생산형상(production configuration)의 초기 운용시험 및 평가(Initial Operational Test and Evaluation : IOT&E) 능력을 평가하기 위해 IOT&E 이전에 실시한다. OTRR에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 7>의 TRR과 같다.

일반적으로 운용시험 합격은 양산 결정의 근거일 뿐만 아니라 사용자 운용에 체계가 적합함을 의미한다. 프로그램 관리자는 IOT&E 이전에 체계생산형상이 운용시험에 합격될 가능성이 높고 IOT&E로 진행할 수 있음을 보증하기 위해 TRR의 일종인 OTRR을 수행한다. OTRR을 수행하기 전에 능력생산서(CPD)를 만족시키는 체계 성능에 대한 충분한 이해가 요구된다. 사업관리자는 OTRR을 완료하기 위해 IOT&E를 위한 물자체계준비태세(materiel system readiness)를 확인해야 한다.

3.13 운용중 검토(In-Service Review: ISR)

배치된 체계의 기술적 및 운용 상태를 확인한다. ISR의 목적은 정상적이고 계획적인 체계공학과 군수관리계획, 절차 및 이해 관계자의 검토를 일관되게 적용함으로써 달성될 수 있다. 배치된 체계를 대상으로 운용유지 동안에 실시한다.

ISR에서의 기관별 업무분장 및 관련 RAM 업무는 <표 11>과 같다.

<표 11> ISR 관련 업무분장 및 RAM 업무

검토 사항	기관	업무분장	관련 RAM 업무
물리적 형상	사용자	◦사용중 RAM 데이터 수집 및 제공	◦DCACAS ◦FRACAS
	개발자	◦성취 RAM 수준 평가 및 검토	◦DCACAS ◦FRACAS ◦고장분석 ◦RAM 데이터 분석
	개발관리자	◦성취 RAM 수준 평가 검토	—

<표 12>는 획득관리 프로세스, TR과 RAM 업무의 관계를 요약한 것이다.

4. 결 론

본 논문은 미국의 획득관리체계(acquisition management framework)와 "DoD Guide for Achieving Reliability, Availability, and Maintainability" 내용을 중심으로 획득 프로세스 각 단계에서 이루어지는 TR의 종류와 역할, TR 단계별 RAM 관련 업무 식별과 개발자, 개발관리자 및 사용자의 기관별 업무분장(안)을 제시하였다.

무기체계 획득 절차에서 RAM을 포함한 체계 요구사항을 성공적으로 확보하기 위해서는 TR을 체계적으로 운용하고 실시해야한다. 즉, 체계적으로 TR을 수행함으로써 특정 관심분야가 간과되지 않고, 이전 검토로부터 얻은 사례와 교훈을 체계 개발에 반영하여 결함과 오류를 줄일 수 있다. 또한 TR을 통해 문제, 오류 및 설계결함을 발견하고 이를 시정함으로써 재설계를 줄이고, 생산 및 운용유지 비용을 절감할 수 있다.

TR을 성공적으로 실시하기 위해서는 TR 절차의 표준화, 규정화, 심사위원 육성, 실패사례 정보 활용, 다양한 해석기법 개발·도입 등 관련 활동을 체계화하는 것이 필요하다.

한편, 본 논문에 수록된 TR의 종류와 내용은 최신화된 미국 국방규격에 따라 작성된 것으로 현재 우리 군에서 적용하고 있는 기술검토와 다소 차이가 있다. 예를 들어, 국방과학연구소 설계단계별 ILS 개발 프로세스에는 기술검토를 SRR, SDR, PDR, CDR, FDR의 5단계로 구분하고 있는데, 본 논문에서는 ITR에서 ISR까지 13단계로 구분하였다. 기술검토의 명칭과 단계의 차이는 있지만 TR이 수행되는 개발 프로세스의 시점을 비교함으로써 이 차이점은 해결될 수 있을 것으로 생각된다.

<표 12> 획득관리 프로세스, TR과 RAM 업무의 관계

획득관리 프로세스 기술검토	개념 구체화		기술 개발	체계개발/인증				양산/배치			운용 유지
	ITR	ASR	SRR	SFR	PDR	CDR	TRR	PRR	FCA / SVR	PCA	ISR
RAM 활동											
1. 신뢰성(Reliability)											
• 프로그램 감독 및 통제											
프로그램 계획	●				●						
협력업체 및 부품공급업체의 관리와 통제	●				●			●		●	
프로그램 검토	●				●	●					
고장보고, 분석 및 수리체계	●					●				●	●
고장분석위원회	●										●
• 설계 및 관리											
신뢰도 모델링			●		●	●					
신뢰도 할당			●								
신뢰도 예측	●		●		●	●					
고장유형, 영향 및 치명도 분석	●				●			●			●
전자부품/회로 공차 분석				●		●					
부품 프로그램					●						
신뢰성 중요 부품	●				●	●					
기능시험, 저장, 취급, 수송 및 정비의 영향						●					
• 개발 및 생산시험											
환경시험					●	●				●	
신뢰성 개발/성장시험 프로그램							●				
신뢰성 인증 시험							●				
생산품 신뢰성 수락시험 프로그램										●	
2. 정비성(Maintainability)											
• 프로그램 감독 및 통제											
프로그램 계획	●				●						
협력업체 및 부품공급업체의 관리와 통제	●				●			●		●	
프로그램 검토	●				●	●					
자료수집, 분석 및 수리체계	●	●				●				●	●
• 설계 및 분석											
정비도 모델링			●		●						
정비도 할당			●								
정비도 예측	●		●		●	●					
고장유형 및 영향분석	●				●						●
정비도 분석						●					
정비성 설계 기준					●	●					
세부정비계획 및 LSA에 활용할 기초자료준비	●				●	●					●
• 시험 및 평가											
정비도 입증							●				
3. 가용성(Availability)											
• 가용성 관리											
목표 가용도 설정	●		●		●	●	●				
• 가용도 분석											
고유 가용도 분석				●	●	●	●				
성취 가용도 분석					●	●	●				
운용 가용도 분석					●	●	●	●	●	●	●
• 시험 및 평가											
가용도 입증					●	●	●	●	●	●	●

참 고 문 헌

- [1] 김명수 외 5인(2007), "설계심사 Guideline", 수원대학교 신뢰성혁신센터, 발간예정
- [2] Defense Acquisition University(2001), Systems Engineering Fundamentals, Defense Acquisition University Press.
- [3] DoD Directive 5000.1(2000), "The Defense Acquisition System," DoD, October 23.
- [4] DoD Instruction 5000.2(2003), "Operation of the Defense Acquisition System," DoD, May 12.
- [5] Duma, D. W. and Kneg, K. J.(2005), "DoD Guide for Achieving Reliability, Availability, and Maintainability," DoD, August 3.
- [6] MIL-STD-1521B(1985), "Technical Reviews and Audits for Systems, Equipments, and Computer Software," DoD, June 4.
- [7] MIL-STD-785B Reliability Program for Systems and Equipment Development and Production, DoD, September 15.