

## 전자전장비 개발에서 종합군수지원 요구사항의 효과적 관리를 위한 계층적 모델

### On a Hierarchical Model for Effectively Managing ILS Requirements of Electronic Warfare Equipments

김기백\*      이재천\*\*  
Ghiback Kim      Jae-Chon Lee

#### Abstract

Requirements management is one of the most essential activities of systems engineering in developing successful weapon systems. Particularly it is very important to consistently manage the traceability among the user requirements, the system requirements, the development specifications and the testing plans throughout the entire life cycle of the weapon system.

However, the most part of requirements-related activities has centered around the functional and performance requirements but the integrated logistics support(ILS) requirement has not properly been managed. In this regard, a special attention is needed to develop and manage the ILS requirements. To do so, the ANSI/EIA-632 standard can be referred as a starting point since the ILS requirements of the weapon system under development are specified by the enabling products whereas the functional and performance requirements are covered by the end product requirements.

Specifically, we first review and model several cases of previous weapon systems development, which reveals the problem of interest. Then, under the framework of ANSI/EIA-632, we study a hierarchical model for effectively managing ILS requirements by analyzing the features of ILS requirements. Finally, the value of the proposed model is discussed through the case study of electronic warfare equipment.

Keywords : Requirement Management(요구사항 관리), Integrated Logistics Support(ILS, 종합군수지원), Operational Requirement Document(ORD, 운용요구서), System Requirement Document(SRD, 시스템요구서), Statement of Work(SOW, 업무지침서), Decision Items Description(DID, 결정항목기술서)

† 2010년 6월 7일 접수~2010년 9월 10일 게재승인

\* 국방과학연구소(ADD)

\*\* 아주대학교(Ajou University) 시스템공학과

책임저자 : 김기백(ghiback@yahoo.com)

#### 1. 서론

무기체계의 설계 및 개발 과정에 있어 요구사항의 관리는 성공적인 시스템 개발을 위한 매우 중요한 시

스텝 공학 활동이다. 사용자의 요구사항으로부터 시스템 요구사항, 개발 규격 및 시험 계획에 이르기까지 요구사항에 대한 무결성 및 추적성 관리가 요구된다<sup>[1]</sup>.

무기체계의 설계 및 개발 과정 동안 수행되는 요구사항 관리는 무기체계의 기능 및 성능 요구사항 관리에 중점을 두어 개발동의서 또는 군 운용요구서와 같은 사용자 요구사항으로부터 체계 규격서, 장치 규격서에 이르는 요구사항 관리가 수행되어 왔다. 그런데 운용유지가 효율적인 시스템 개발을 위해서는, ANSI/EIA-632의 시스템 관점에서 제시하는 End Products 뿐만 아니라 Enabling Products에 해당되는 무기체계의 종합군수지원(ILS : Integrated Logistics Support) 요구사항에 대한 효과적인 관리가 요구된다<sup>[2]</sup>.

지금까지 수행해 온 End Products 관점의 무기체계의 기능 및 성능 중심의 요구사항은 Enabling Products 관점의 종합군수지원 요구사항과 차이가 있으며, 이로 인하여 기존의 기능 및 성능 중심의 요구사항 관리 모델로 종합군수지원 요구사항을 관리하는데 어려움이 있다.

본 논문에서는 종합군수지원 요구사항의 특징을 통하여 기존의 기능 및 성능 중심의 요구사항 관리 모델이 이에 적합하지 않음을 살펴 보고, 종합군수지원 요소 개발에 적합한 요구사항 관리 모델을 제시한다. 그리고 이 모델을 적용한 개발 중인 무기체계의 사례 검토를 통하여 모델의 활용성을 확인한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 일반적인 요구사항 관리 모델을 정리하였고, 3장에서는 기존 요구사항 관리 모델의 문제점과 종합군수지원 요구사항의 특징을 식별하였다. 4장에서는 이를 해결할 수 있는 개선된 요구사항 관리 모델을 계층적 방법으로 제시하였다. 마지막으로 5장에 결론이 기술되어 있다.

## 2. 일반적인 요구사항 관리 모델

요구사항 관리는 시스템 개발과 관련된 다양한 이해 당사자의 요구사항을 수집하는 것으로부터 출발한다. 이해당사자의 범주에는 시스템의 개발에 참여하는 모든 사람이 포함되는데, 요구사항 도출에는 시스템의 운영자가 중심이 되며 시스템의 관리자, 교육자, 구매자, 판매자, 투자자 등 다양한 분야의 담당자로부터 요구사항도 수집되어야 한다.

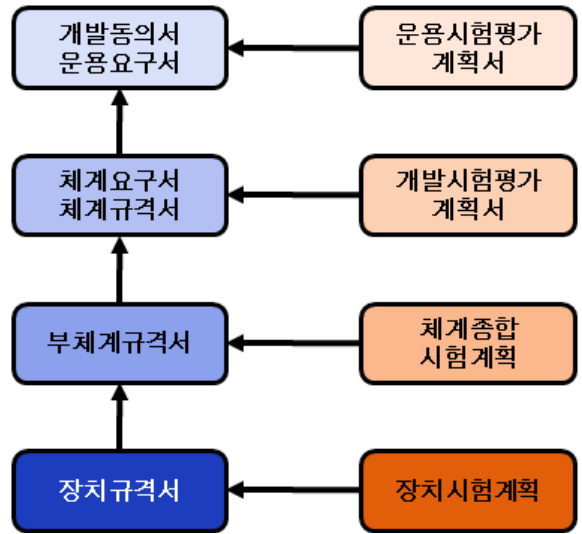


Fig. 1. 요구사항 추적성 모델

다양한 이해당사자로부터 수집된 요구사항은 정제 과정을 거쳐 이해당사자 요구사항으로 정의되고, 이 요구사항으로부터 시스템 요구사항이 도출된다. 시스템 요구사항을 이해당사자 요구사항으로부터 도출하는 과정에 상호간의 관련성을 추적성 형태로 유지함으로써, 이해당사자 요구사항의 변경에 따라 시스템에 미치는 영향을 평가하고 그 요구사항의 수용 여부를 판단할 수 있게 된다.

Fig. 1에 제시된 계층적 요구사항 관리 모델을 통하여, 이해당사자 요구사항으로부터 장치 요구사항까지 일관성 있게 요구사항을 관리할 수 있으며, 요구사항과 관련 시험계획 간의 추적성 관리를 이용하여 각 단계별 요구사항을 검증할 수 있는 기반을 제공한다.

시스템 사용자 관점에서 제시하는 사용자 요구사항은 대부분 시스템 요구사항으로 반영되며, 다양한 이해당사자의 요구사항은 일부는 시스템 요구사항으로 일부는 시스템 개발관련 업무 요구사항으로 반영됨을 James N. Martin은 Fig. 2에서 제시하고 있다<sup>[3]</sup>. Fig. 2로부터 다양한 이해당사자의 요구사항에는 시스템의 기능 또는 성능과 같은 시스템 요구사항 뿐만 아니라 시스템의 운용유지, 시스템 개발과 관련된 요구사항이 제시될 수 있음을 알 수 있다.

Fig. 2에서 제시한 업무 요구사항은 시스템의 개발과 관련된 요구사항을 의미한다. 이것은 시스템 개발에 적용되어야 하는 표준, 프로세스, 개발 산출물 등을 의

미하며 이 요구사항은 특히 종합군수지원 요구사항에서 많이 식별된다.

Martin이 제시한 요구사항 흐름으로부터 종합군수지원 요구사항의 특징 중에 하나인 업무수행지침과 같은 요구사항이 업무 요구사항으로 식별되고 체계 개발에 반영되는 흐름을 파악할 수 있다.

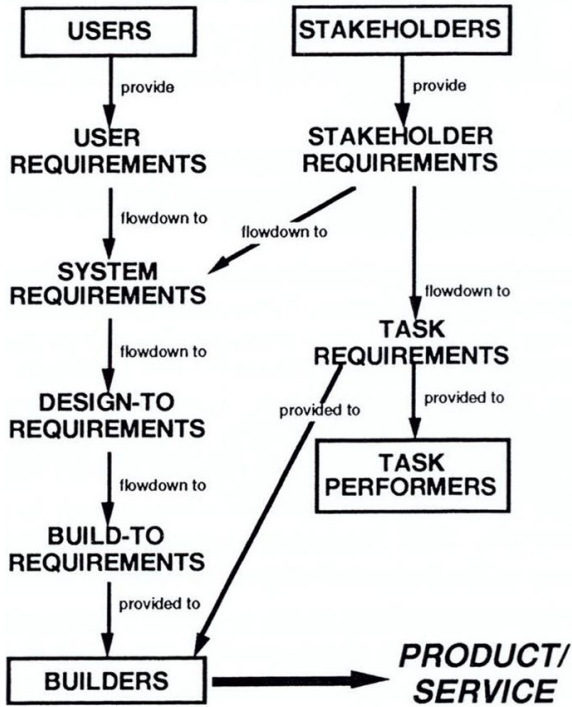


Fig. 2. 이해당사자로부터의 요구사항 흐름<sup>[3]</sup>

### 3. 기존 요구사항 관리 방법 및 문제점

#### 가. 기존의 요구사항 관리 모델

기 개발된 공군의 항공전자전장비(ALQ-200, 2000~2004)는 Fig. 3과 같은 형태로 개발동의서로부터 체계규격서를 식별함으로써 요구사항을 관리하였다. 개발동의서를 최종 사용자 요구사항으로 간주하여 이를 기반으로 체계규격서를 식별하였으며 개발시험계획은 체계규격서를, 운용시험계획은 개발동의서를 기반으로 도출하였다. 개발동의서와 체계규격서 간의 추적성과 체계규격서와 장치규격서 간의 추적성은 묵시적으로 관리되었다.

육군의 차기전자전장비(TLQ-X, 2005~2010)의 경우

초기에 ALQ-200의 요구사항 관리 모델과 같이 요구사항 관리를 수행하였으나, 개발과정에 도출되는 체계규격서에 기술하기 어려운 부가적인 요구사항 관리와 시험평가계획과의 추적성 식별에 어려움이 발생하였다. 그래서 Fig. 4에서 식별된 요구사항기술서에 이와 같은 사항을 기술하여 개발시험계획과의 추적성을 확보하였다.

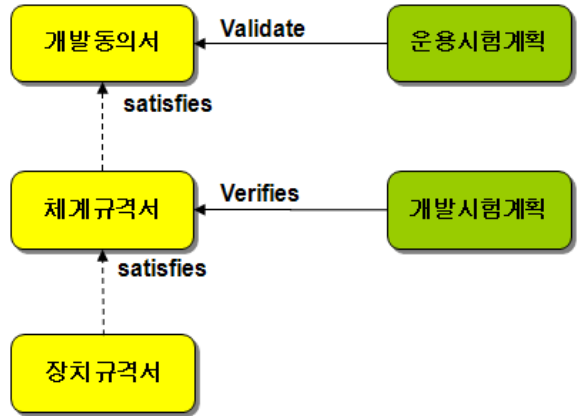


Fig. 3. ALQ-200 장비의 요구사항 관리 모델

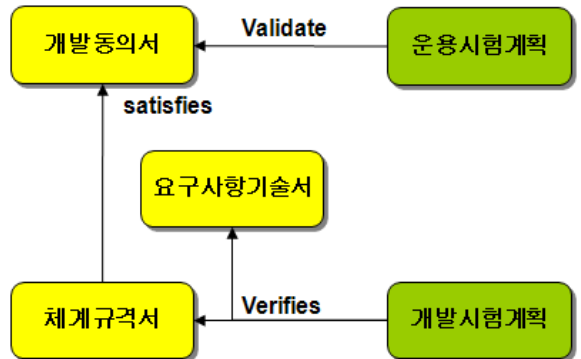


Fig. 4. TLQ-X 장비의 요구사항 관리 모델

최근 개발 중인 공군의 전술정찰정보수집체계(전자정보)(TAC-ELINT, 2007~2011)의 요구사항 관리 모델은 기존의 요구사항 관리 경험을 바탕으로 Fig. 5와 같은 모델로(이하 기존 요구사항 관리 모델) 요구사항 관리를 수행하고 있다. 사용자의 요구사항인 개발동의서로부터 운용요구서를 구체화하고, 이를 바탕으로 체계규격서 또는 체계요구서의 형태로 계층적으로 요구사항을 관리하는 것이다. 사용자 관점의 최소한의 성능 요구사항인 개발동의서를 기반으로 다양한

이해당사자의 요구사항을 반영한 운용요구서를 식별하고 이를 기반으로 하여 체계규격서나 체계요구서를 개발한다.

체계의 기능 및 성능과 관련된 요구사항은 체계규격서로 관리하고 이외의 부가적인 요구사항을 체계요구서로 나누어 관리함으로써 종합군수지원 요구사항 같은 부가적인 요구사항도 상세히 식별할 수 있다. 개발시험계획은 체계규격서나 체계요구서의 요구사항과 추적성을 갖고 운용시험계획은 운용요구서와 추적성을 갖도록 하여 체계의 개발자와 사용자 관점에서 요구사항 검증이 가능하도록 한다.

Fig. 3, Fig. 4에 도시된 기존의 두가지 전자전 장비의 요구사항 관리 사례를 보면 사용자 요구사항이 기술된 개발동의서로부터 체계규격서를 도출하여 시스템 개발을 수행하고 있었으며, 종합군수지원 요구사항은 더 이상 체계 수준에서 상세화되지 못하고 개발동의서를 기반으로 개발되어 왔다. Fig. 5에서 제시한 TAC-ELINT 장비의 요구사항 관리 모델의 경우 종합군수지원 요구사항을 체계요구서에 시스템 수준으로 상세하게 식별함으로써 종합군수지원 요구사항을 보다 명확히 관리할 수 있다.

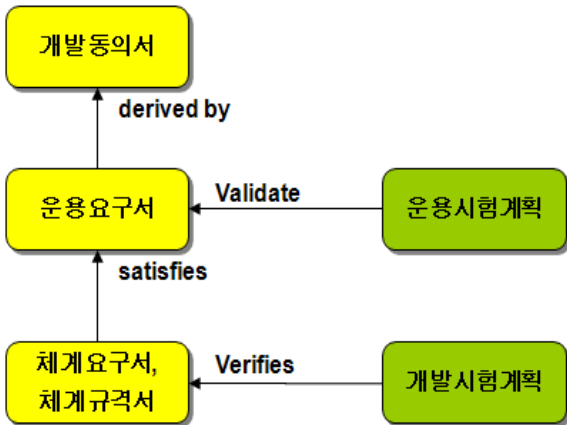


Fig. 5. 전자전 장비의 요구사항 관리 모델

나. 종합군수지원 요구사항의 특징

종합군수지원 요구사항은 무기체계의 운용유지와 관련된 제반 요소를 개발하기 위한 요구사항을 담고 있다. ANSI/EIA-632 표준은 시스템을 End Products와 Enabling Products로 구분하는데, 무기체계의 주장비에 해당되는 부분이 End Products이며 무기체계의 종합군수지원 요소는 Enabling Products에 해당된다.

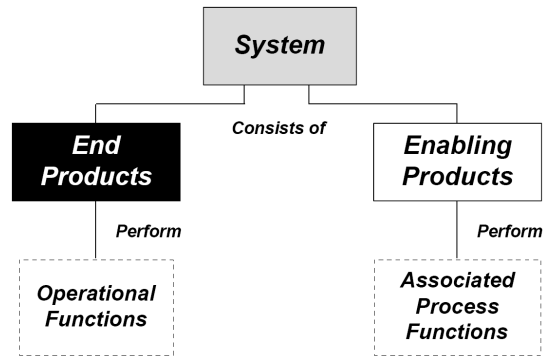


Fig. 6. ANSI/EIA-632의 시스템 개념

종합군수지원 요구사항에는 Fig. 8에 제시된 Enabling Products 7개 항목과 같이 주장비의 정비, 보급, 지원 장비, 인력, 교육, 기술도서, 시설 등에 관련된 전반적인 내용이 포함된다.

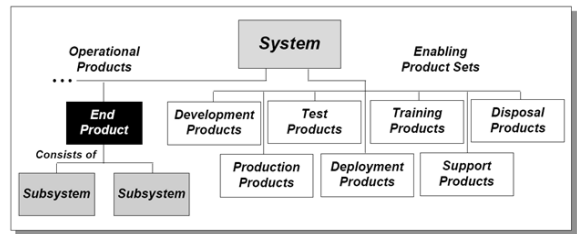


Fig. 7. Enabling Products의 구성

주장비의 요구사항은 주로 기능 및 성능 위주의 요구사항으로 정량적으로 명확하게 식별되는 특징이 있으며 종합군수지원의 요구사항은 주장비의 요구사항과 달리 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 요구사항의 많은 부분이 업무수행지침 같은 내용이 식별됨(업무 수행절차, 적용기준, 개발 일정, 개발 요구자료 등)
- 정성적인 요구사항이 많으며, 개발 기간 중에 중요 사용자 요구사항 및 체계 요구사항이 이해당사자가 참여하는 회의(예 : 종합군수지원 실무회의 등)를 통해 결정됨

다. 기존 모델 적용에 따른 문제점

Fig. 5에 제시된 기존의 요구사항 관리 모델을 이용하여 종합군수지원의 요구사항을 관리할 때, 앞 절에서 식별한 종합군수지원 요구사항의 특징으로 인하여

다음과 같은 문제점이 발생한다.

종합군수지원 요구사항에는 업무수행지침과 같은 요구사항이 많이 식별되는데, 이를 체계요구서에 명시할 경우 이를 시험평가 항목으로 식별하기가 곤란하다는 것이다. 이들은 Fig. 2에서 제시한 업무 요구사항으로 식별될 필요성을 갖는다.

다른 한가지 문제점으로 종합군수지원 요소 개발과 관련한 중요 사항이 개발기간 중에 이해당사자가 참여하는 회의를 통해 결정됨으로 인하여 이 결정사항이 기존 요구사항에 영향을 크게 미친다는 점이다. 따라서 이러한 결정사항과 이들로 인한 요구사항의 변경에 따른 추적성 관리가 기존의 모델로 관리하는데 어려움이 있다.

종합군수지원 요구사항 관리를 기존의 요구사항 관리 모델을 적용할 때 발생하는 문제점을 요약하는 다음과 같다.

- 요구사항으로부터 시험평가 항목 식별의 어려움
- 개발 기간 중 회의를 통해 결정되는 사용자 요구사항에 대한 추적성 관리가 필요함

#### 4. 개선된 요구사항 관리 모델

##### 가. 개선된 요구사항 관리 모델

기존의 요구사항 관리 모델을 이용하여 종합군수지원 요구사항을 관리할 때 발생하는 문제를 다음과 같이 모델을 보완함으로써 해결할 수 있다.

첫 번째는 요구사항으로부터 시험평가 항목을 도출할 때 업무수행지침과 같은 항목과 정성적인 요구사항이 시험평가항목으로 식별되는 문제점이다. 이 문제점은 업무 수행과 관련된 요구사항이나 정성적인 요구사항을 찾아서 업무수행 요구사항으로 별도 식별하여 상위문서인 운용요구서와 추적성을 관리하는 것으로 해결할 수 있다. 업무수행 요구사항은 업무수행지침서(SOW : Statement of Work) 형태로 식별 관리한다.

두 번째 문제점인 개발 기간 중 회의를 통해 결정되는 사용자 요구사항에 대한 추적성 관리는 회의를 통해 결정된 사항을 관리하는 결정사항기술서 (DID : Decision Items Description)로 식별하여 관련 요구사항(ORD, SRD, SOW)과의 추적성 관리를 통하여 해결할 수 있다.

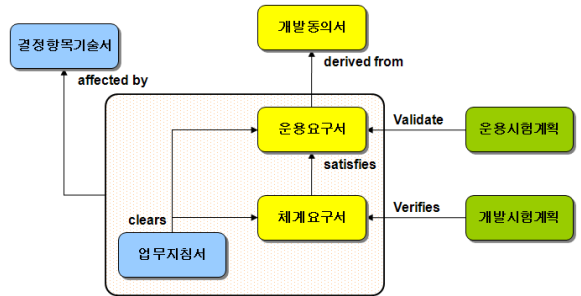


Fig. 8. 개선된 종합군수지원 요구사항 관리 모델

Fig. 8에 도시된 개선된 종합군수지원 요구사항 관리 모델(이하 개선 요구사항 관리 모델)은 Fig. 5 기존 요구사항 관리 모델에 결정사항기술서와 업무지침서를 별도로 구분하여 두고 있다. 그리고 업무지침서는 운용요구서와 추적성을 갖고 있으며 결정사항기술서는 운용요구서, 체계요구서, 업무지침서와 추적성을 갖는다.

운용요구서로부터 시험평가 항목으로 선정이 부적합한 요구사항을 업무지침서에 식별함으로써 시험평가 항목 선정의 문제점이 해결되고 개발기간 중에 요구사항의 관리가 가능하다.

종합군수지원관련 요구사항에 영향을 미치는 결정사항기술서를 관리함으로써 결정사항에 대한 이력과 결정사항에 영향을 받는 요구사항을 관리할 수 있다.

##### 나. 적용 사례 검토

개선된 종합군수지원 요구사항 관리 모델의 효과도를 판단하기 위하여 이를 개발 중인 TAC-ELINT 장비의 종합군수지원 요구사항 관리에 적용하였다. 적용결과 개발동의서의 105건 요구사항을 기반으로 152건의 운용요구사항이 식별되었고, 이를 바탕으로 182건의 체계요구사항과 81건의 업무지침항목이 식별되었다. 결정항목은 54건이 식별되었다.

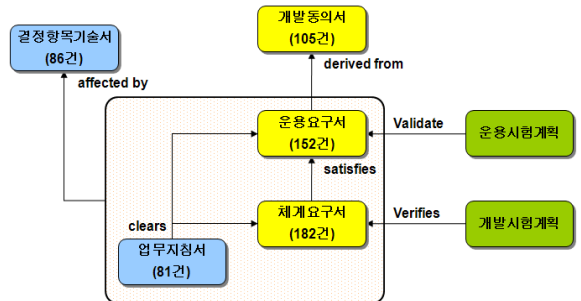


Fig. 9. 개선 모델 적용 사례



종합군수지원 요구사항 관리에 개선된 요구사항 관리 모델을 적용함으로써 기존의 문제점을 해결할 수 있음을 살펴보자

첫 번째 문제점은 시험평가 항목을 도출할 때 업무 수행지침과 같은 항목과 정성적인 요구사항이 시험평가항목으로 식별되는 문제점이었다. 이에 대한 예로서 종합군수지원 요소 개발 과정에 적용해야 하는 표준 및 개발 도구에 대한 요구사항이다. 각종 적용대상 군사규격(예 : MIL-STD-13882B, MIL-HDBK-217F 등) 및 개발도구(SOLOMON<sup>[5]</sup>, OASIS<sup>[6]</sup>, RELEX<sup>[7]</sup> 등)를 업무지침서에 명기함으로써 시험평가 대상으로부터 제외할 수 있고 이들을 개발 과정에 적용여부를 명시할 수 있다. 즉, 업무지침서를 이용하여 시스템 개발과 관련된 업무 요구사항을 식별하고 추적성을 관리할 수 있으며 이를 시험평가 항목으로부터 제외할 수 있다.

두 번째 문제점으로 체계개발과정에 결정될 수 있는 연간운용요소(AOR : Annual Operational Requirements), 운용가능도(Ao : Operational Availability), 군수지원분석 또는 RAM 분석 기준 등을 결정사항기술서에 식별하고 관련 문서에 대한 추적성을 확보함으로써 개발 기간중 회의를 통하여 결정되는 사용자 요구사항에 대한 관리를 용이하게 할 수 있다. 개발 기간 중 결정된 중요 요구사항을 종합적으로 관리할 수 있고 이들로 인하여 영향을 받는 요구사항과의 추적성을 효과적으로 관리할 수 있다.

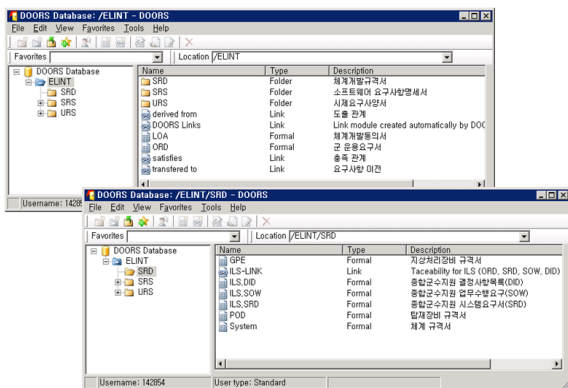


Fig. 10. 적용 사례(DOORS 데이터베이스)

이 요구사항 관리 모델은 TAC-ELINT 장비에 적용되어 요구사항 관리도구인 IBM DOORS 9.1로 구현되었다. Fig. 10은 DOORS에 구축된 요구사항 문서의 목

록을, Fig. 11은 ORD와 SRD간의 링크 셋을 활용한 추적성 정의를, Fig. 12는 LOA로부터 하위 2단계 문서까지 추적성 분석 사례를 보여준다.

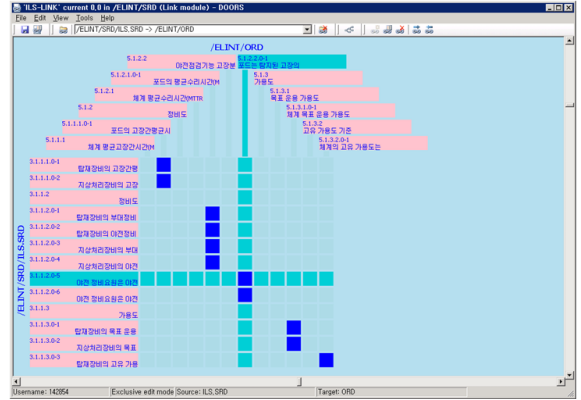


Fig. 11. 적용 사례(요구사항간 추적성 정의)

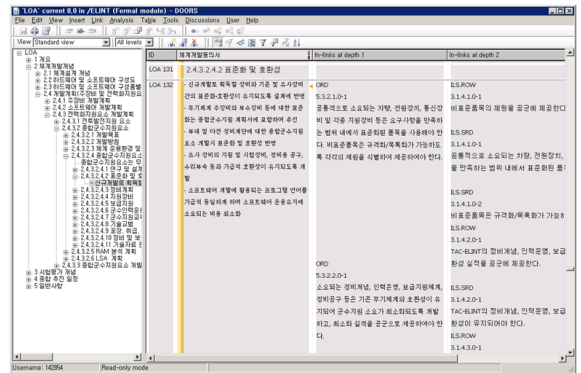


Fig. 12. 적용 사례(추적성 분석)

## 5. 결론

성공적인 무기체계 개발을 위해 개발 초기부터 사용자의 요구사항을 효과적으로 관리하는 활동은 시스템 공학 활동의 필수적인 요소이다. 그리고 개발 순기동 안 사용자의 요구사항 변경이 시스템의 개발 규격으로 반영되고 이 변경 사항이 추적 관리되는 것 또한 중요하다.

3절에서 살펴보았듯이 전자전 장비의 요구사항 관리를 위한 모델은 여러 장비 개발을 통하여 점진적으로 발전되어 왔다. 그러나 이들 모델은 주장비의 기능 및 성능 중심의 요구사항 관리에 초점이 맞추어져

있어서 종합군수지원 요구사항 관리에는 어려움이 있었다.

논문에서는 종합군수지원 요구사항이 주장비의 요구사항과의 다른 점으로 인해 발생하는 문제점을 식별하고 이를 해결할 수 있는 개선된 요구사항 관리 모델을 제시하였다.

본 논문에서 제시한 모델을 향후 개발될 전자전 장비의 종합군수지원 요구사항 관리에 적용함으로써 종합군수지원 요구사항 관리가 효과적으로 수행될 수 있을 것으로 판단된다. 특히, 체계요구사항으로부터 업무 요구사항 같은 업무수행지침을 분리함으로써 시험평가 항목 식별을 쉽게 할 수 있으며, 개발 기간 중 회의를 통해 결정되는 사용자 요구사항에 대한 추적성 관리를 용이하게 할 수 있을 것이다.

## Reference

- [1] Elizabeth Hull, Ken Jackson and Jeremy Dick, Requirement Engineering(2nd Edition), Springer, pp. 6~13, 2002.
- [2] ANSI/EIA-632 Processes for Engineering a System, p. 46.
- [3] James N. Martin, Systems Engineering Guidebook(A Process for Developing Systems and Products), CRC Press, p. 49, 1997.
- [4] TAC-ELINT LOA, ORD, SRD, SOW, DID(ILS).
- [5] SOLOMON, Software for LOGistic Support Analysis MOdels, Next generation, 군수지원분석 통합 시스템.
- [6] OASIS, Optimal Allocation of Spares for Initial Support, 동시조달수리부속 산출 소프트웨어.
- [7] RELEX, PTC 社의 신뢰도 분석 소프트웨어.