

## 원자력발전소의 인간공학 설계 지원을 위한 설계 현안 관리 시스템(DIMS) 개발

Development of a Design Issue Management System(DIMS) for  
Human Factors Engineering in Nuclear Power Plants

이용희\* · 정광태\*\*

### ABSTRACT

This paper describes the development of a Design Issue Management System (DIMS). Although human factors engineering has been recognized as one of the critical activities in the design of man-machine system, it has been hardly successful nor effective in practice to cope with the human factors requirements by regulations. For supporting the human factors engineering in nuclear power plants, DIMS has three major modules : Design Requirements Data Base, Design Issue Tracking System, Issue Evaluation Support System. These modules function as formal verification architects that the licensing authority requests for verifying the safety of the equipment and facilities in nuclear power plants. An example application to an operator support system, named Critical Function Monitoring System, during its independent review of the human factors shows the usage and the benefit of DIMS.

\* 한국원자력연구소

\*\* 한국기술교육대학

## 1. 서 론

원자력발전소에서는 값비싼 실패의 경험을 통해 인적 요인의 중요성이 인식되어 1990년대에는 인간-기계 연계 체계(Man-Machine Interface System)의 개념이 공식적으로 도입되기도 하였다. 그러나, 실제로는 설계 과정에서 인간공학과 관련된 규제 요건은 물론 다양한 경로를 통하여 제기된 인간공학 산업체 기준 및 인적요인의 고려 사항들을 제대로 설계에 반영하는 것은 아직도 매우 어려운 작업이다. 대부분의 설계에서 인간공학 업무는 설계의 주공정을 지원하는 보조적인 역할이나 품질보증 업무의 성격으로 정의되어 있지만, 여러가지 이유로 효과를 얻지 못하거나 문제점 해결에 적절한 시점을 놓치고 있다. 인적 요인을 다루는 실무에서 비효율과 불확실성이 드러나는 이유는 (1) 설계 공정과 결합된 실무 방법이 준비되어 있지 않거나, (2) 준비된 인간공학 업무만으로 시간적으로 다양하게 발생하는 요건과 기준들에 대응하지 못하며, (3) 요건들이 서로 밀접한 상관관계를 가지고 다양한 자료원을 가지고 있어서 어느 하나만을 독립적으로 해결하거나 하나만을 해결하는 것으로 문제점을 쉽게 해소할 수 없기 때문이다.

원자력 분야에서는 설계에서 인간공학의 적용을 확보하기 위한 인간공학적인 설계 절차를 상세하게 기술하여 인허가 과정에서 이들 인간공학 업무의 완수를 확인하는 공정 요건(process requirement) 기반의 규제 방식을 따르고 있다. 공정 요건 방식이란 설계 결과물의 품질에 대하여 최종적인 시험 검증보다는 설계 과정에서 요구되는 업무를 충실하게 달성하도록 하는 포괄적인 규제 방식이다. 원자력 분야에서는 특히 설계 공정 중의 확인 및 검증(verification and validation in design process)을 강조하고 있다[USNRC, 1995]. 기존의

설계 요건이나 운전 경험 또는 설계 과정 중에 발생하는 설계의 문제점들을 설계 과정에서 체계적으로 해결하였음을 제시하도록 요구하고 있다. 따라서, 설계와 관련된 문건들로부터 추출된 문제점, 설계자는 물론 운전원 등을 포함하여 관련된 사람들로부터 제기된 문제점들을 제기, 추적, 관리, 평가하는 인간공학 현안의 종합 관리가 필요하다. 설계에서 문제점이나 추가로 고려되어야 할 사항을 설계 현안(Design Issue)이라고 하는데, 설계 과정에서 이런 인간공학적인 현안들을 효과적으로 설계에 반영하여 설계를 지원하기 위한 관리 체계로 인간공학 설계 현안 관리 시스템 (Design Issue Management System; 이하 DIMS) 을 개발하였다.

## 2. 기 능

DIMS는 산업체 기준과 규제 문건으로부터 추출된 요건 분석 기능, 규제 기관, 운전원 및 설계자로부터 제기된 설계 현안의 추적 기능, 설계 의사결정을 위한 현안의 중요도 평가 기능 등 세가지 모듈에 의하여, 설계 현안의 수집, 저장, 분류는 물론 검토 실무 활용, 평가, 설계 의사결정 등을 지원하는 모듈들로 구성되어 있다. DIMS는 설계의 초기로부터 유지되어 설계 이전에 이미 제기된 인간공학 현안 항목들을 설계 요건으로 효과적으로 반영하고, 설계 과정에서 설계의 문제점을 검토하거나 제기된 문제점의 현황을 유지 관리하며, 확인 및 검증 업무에서 최종적으로 이들 현안들이 올바르게 해결되었는지를 평가하도록 지원한다. 설계에 대한 문제가 제기될 때 DIMS는 이들을 설계에 반영하는 통로 또는 근거 자료가 되므로, 현안이 나타날 때마다 기록하고, 다른 현안과의 관계를 분석하며, 각 설계 활동마다 현안의 해소 또는 변화되는 과정을 문서화하여 인간공학 업무의 공식적인

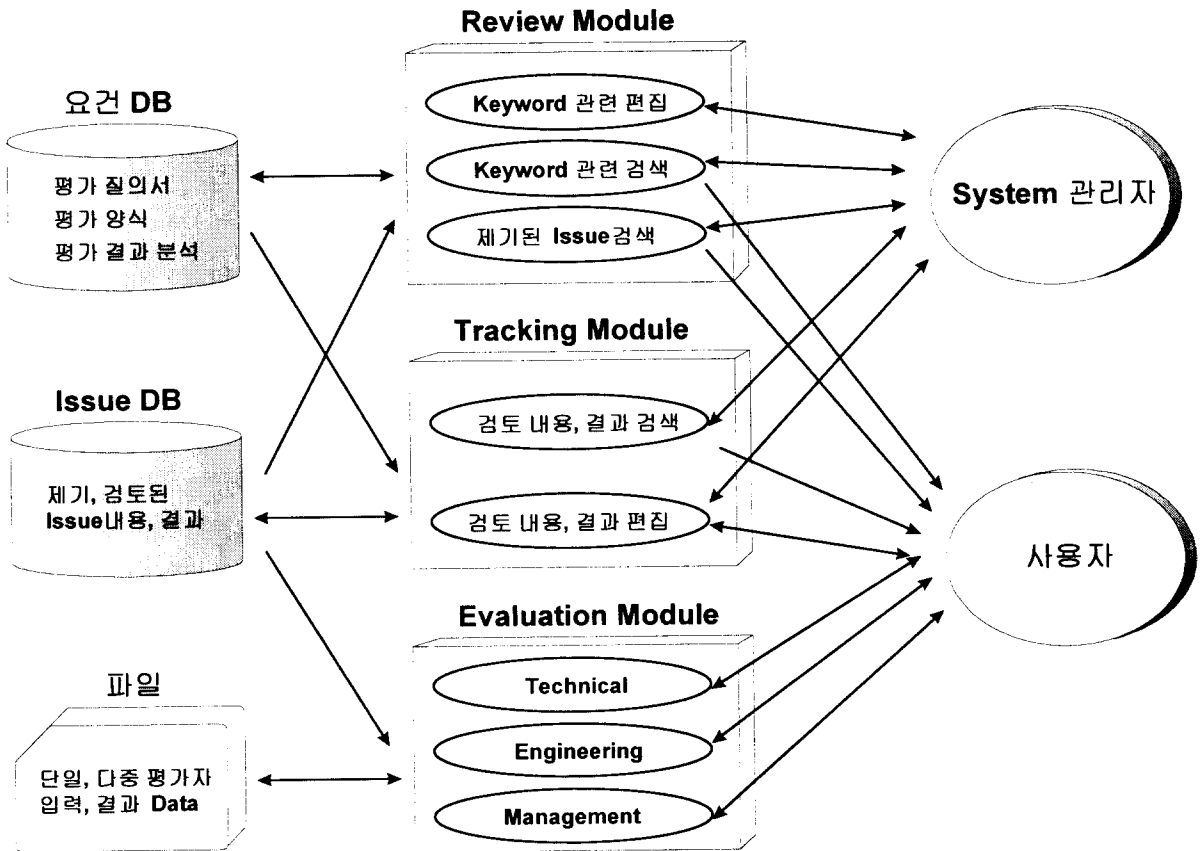


그림 1. DIMS의 기능 구성

체계를 구축하도록 지원하는 역할을 한다. 다음 그림은 DIMS의 기능과 구성을 간략하게 보여주고 있다[이용희와 정광태a, 1997].

### 2.1. 요건 Data Base

인간공학적인 기준들은 비교적 최근에 알려지고 있으며, 아직 하나의 통일된 표준으로 제시되지 않고 있다. 따라서, 대부분의 인허가 법규들은 '가장 최근의 인간공학적인 원칙'을 만족하도록 요구하고 있다[USNRC, 1995]. 인간공학 적용을 위해서는 규제 기관의 인허가 문건은 물론 산업체의 기준들을 파악하여 설계 및 검토의 기준으로 활용해야

하는데, 이를 만족하려면 상당한 시간과 중복 작업 등 실무적인 비효율성이 나타난다. 여러가지 설계 현안과 요건을 수집하는 단순한 데이터베이스 구축만으로는 방대한 자료만을 제공할 수 있을 뿐, 실제 설계를 지원하거나 검토 실무에 적용하는데는 부족하다. 따라서, 두 가지 추가 작업을 수행할 수 있도록 하였다. 우선, 요건의 중복성과 연관성을 파악하여 필요한 최소한의 검토 항목(minimal requirement items)을 추출하는 것이다. 두번째로는, 다양한 실무 양식(worksheet)을 사용자가 작성하여, 서로 상관관계를 가지거나 설계자들간에 업무 할당이 필요한 현안에 대하여 실무를 지원하

도록 하는 것이다.

요건 Data Base(이하 DB) 시스템에서는 설계에 고려되어야 할 문제점과 현안 항목은 DB 형태로 유지 관리된다. 문제점 항목을 DB에 구축하기 위해 먼저 기본적인 Coding 체계를 가지고 있다. Coding 체계에 맞추어 기존의 현안을 DB로 저장한 뒤, 현안들이 변화할 때마다 응용 프로그램에 의하여 추가로 문제 항목을 기록하거나 기록 내용을 첨삭한다. 요건 DB 시스템의 구성 요소는 크게 Table, Query, Report 등의 세가지 유형으로 분류할 수 있으며 각 구성 항목을 정의하였다. 요건 DB 시스템에서 다음과 같은 coding 체계를 정의하였다. coding 체계는 요건의 정리와 함께 실무 작업에서 활용되기 위한 자료 구조의 근간이다. 또한, 질의 문항의 참조 문헌을 직접 사용하여 필요 시 세부 내용이나 근거를 추적할 수도 있다.

NUREG-0800-6-2-3-1-c

Guideline No.

Document Code : NUREG-0700, NUREG-0800

DIMS에서는 인간공학 요건의 기본 구조를 가지고 새로운 현안이 들어올 때 마다, 구성요소의 변경, 설계요건 목록 작성 등이 가능하다. 설계검토 수행에서 요구되는 평가 질의서 및 양식 작성, 결과의 저장, 결과 분석 등이 가능한데, 실무 과정에서 항목, 관련 문헌, 대상, 방법, 주체 등을 체계적으로 확인할 수 있다. DIMS는 MS-Access와 Visual Basic을 이용하여 구현되었다. 요건 DB System은 MS-Access의 기본적인 데이터베이스로부터 매우 간단하게 사용자의 목적에 따른 평가 질의서나 평가 양식 등을 얻을 수 있다.

그림 2. DIMS의 사용자 화면1 (요건 DB)

그림 2는 DIMS의 요건 DB에서 인간공학학 적 확 인 및 검증의 실무에서 활용된 사용자 화면을 예 시하였다. 소수의 전문가가 일정한 평가 체계에 따 라 평가를 실시하는 Usability Inspection 을 수행 하는데 화면 그대로 사용 가능하지만, 별도로 평가 질의서와 평가 양식을 출력하여 활용할 수 있다 [이용희 외, 1996].

2.2. 현안 추적 기능

DIMS에서 현안 추적(Issue Tracking) 기능은 설계에서 중요한 현안들의 이력을 관리하는 기능 이다. 설계 과정에서는 인간공학 검토자나 인허가 기관은 물론 설계자 자신이 제기하는 설계의 문제 점 및 미 해결 항목이 빈번하게 설계 현안으로 제 기된다. 설계 현안들은 대부분 독립적이지 않기 때

문에 제기되는 시점에서 즉시로 해결되지 못하는 경우가 많은데, 추후 적절한 해결의 시점까지 이들 에 대한 현황을 유지하고 다른 현안과의 관계를 고려하도록 하는 기능이 요구된다. DIMS의 현안 추적 기능은 설계 현안을 효과적으로 반영하고, 설 계 검토 업무에서 이들 현안들이 적합하게 해결되 었는지 확인하기 위하여 이들 현안을 효과적으로 추적하기 위한 것이다.

현안 추적 기능을 갖기 위하여 요건 DB의 분류 체계를 따라 기본적으로 각 항목의 관리를 위한 Coding 체계를 사용하였다. 항목 구성은 일련번호, Keyword, Description, 날짜, 제기자 및 처리자, 근거, 내용, 결과, Comment 등으로 구성하였다. 인허가시에는 이들 현안의 해결 현황을 제시하여 현재 설계에서 인간공학학적 품질의 달성 수준을 제

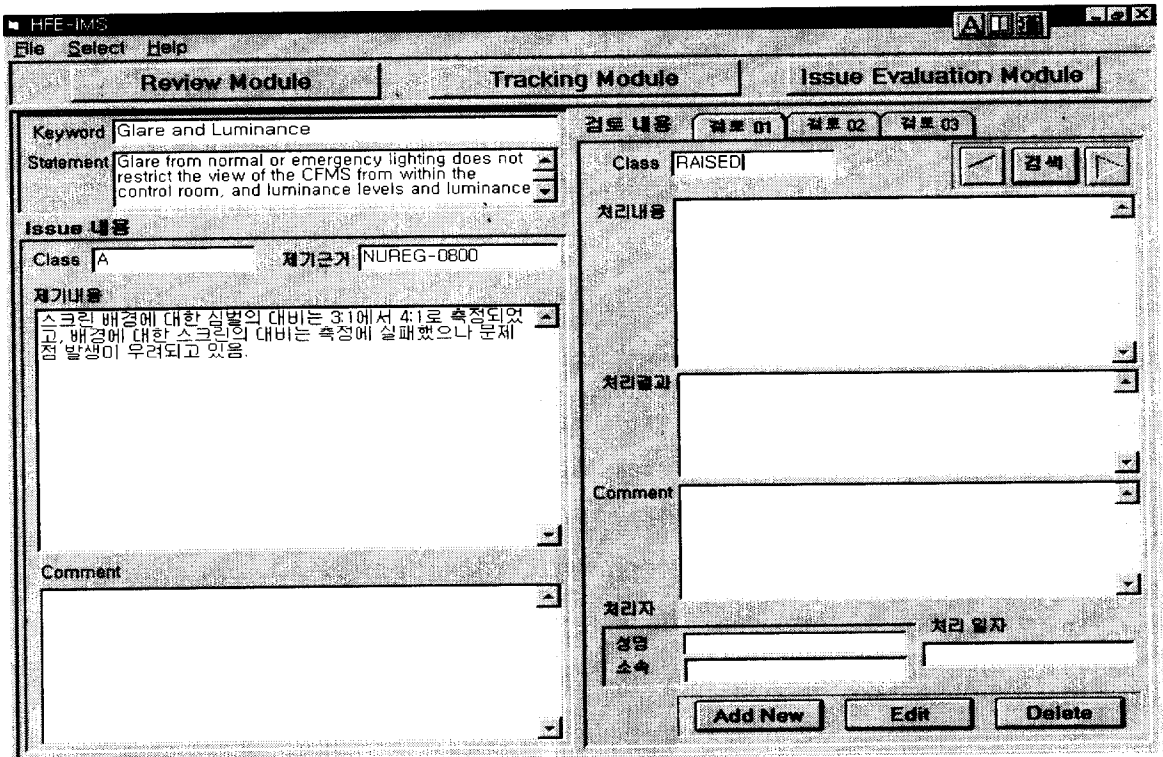


그림 3. DIMS의 사용자 화면 2(현안 추적)

시하도록 한다. 현재 개발된 현안 추적 기능을 위한 Coding 체계는 다음과 같다.

B - 30 - X - a

절 문단순서 문장순서  
 문서분류(NUREG-0800 : B, IAEA 권고사항 : I 등)

그림 3은 현안 추적 기능의 사용자 화면을 예시한 것이다. 상부에는 일련번호, Issue의 Keyword와 Issue의 자세한 내용을 적은 Description이 있으며, 처리된 날짜, Issue의 상태를 나타내는 Status가 있다. 즉 상부 항목은 Issue의 전체적인 상황을 파악할 수 있도록 표현하였다. 또 하단에는 크게 Raised, Considered, Resolved 등으로 분리하였다. 누가 어떤 내용과 근거로 Issue를 제기 또는 처리하였는지 나타내는 것으로 제기자, 처리자, 제기 내용, 처리 내용, 제기 근거, 처리 근거, 각각의 comment 항목들이 포함되어 있다.

### 2.3. 중요도 평가

인간공학적인 설계 현안들은 설계에 관련된 다양한 기술분야나 시각에 따라 나름대로의 중요성과 시급성을 가지고 있다. 사용자인 운전원 입장과 설계자 또는 프로젝트의 책임자 입장에서 각 설계 현안의 중요성에 대한 생각이 다르며, 설계 공정의 시점에 따라서도 중요성에 대한 판단이 달라진다. DIMS에서는 AHP(Analytic Hierarchical Process, 이하 AHP) 기능을 활용하여 설계 현안의 중요도에 대한 체계적이고 일관성 있는 평가와 관리 기능을 제공하여 설계 의사결정을 지원한다. AHP는 의사결정 지원 수단의 하나로서, 기준이 다양하고 구조적으로 명확히 정의하기 어려운 문제를 해결하는데 도움을 주는 기법이다. 평가하고자 하는 대상을 각각 행과 열의 제목으로 하는 표를 작성하여 서로 다른 두 항목이 만나는 칸에 상대적인 중요도를 나타내는 값을 지정한다. 즉, 열의 내용과 비교하여 행의 내용이 어느 만큼의 비율로 중요한지를 평가하여 해당하는 값을 입력하

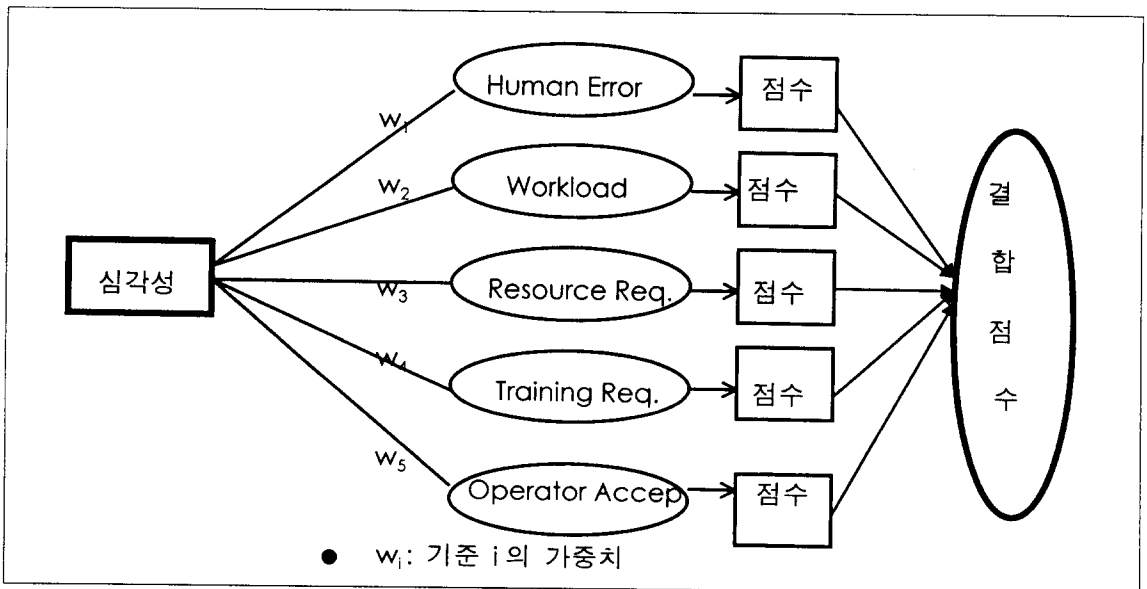


그림 4. AHP에 의한 중요도 평가의 방식(예시)

는 방법이다. 이때 중요도 차이에 따라 1부터 9까지의 정수 또는 1/3, 1/5, 1/7, 1/9 등 역수를 사용하여 Rating값을 부여한다.

중요도 평가 기능에서는 이러한 과정에 따라 의사결정의 기준을 정하고 각 의사결정 기준들의 가중치와 현안 항목들의 중요도를 관련자의 참여로 결정하도록 하였다. 기준의 가중치는 각 현안의 중요도에 대한 판정시 중요도 점수와 함께 현안들의 중요도 점수를 계산하는데 사용한다. 이 점수에 의하여 각 현안들의 인간공학적 결함 여부나 문제점의 반영 우선순위를 평가한다.

그림 4는 원자력 분야의 사례에서 활용된 중요도 평가 기준을 예시한 것으로 기준 항목은 고정된 것이 아니라 응용 분야와 참여자에 따라 유연하게 선정할 수 있다. 중요도 평가에서 어떤 평가 기준을 사용하느냐에 따라 평가 기준의 DB와 평

가시 해당 현안들의 각 기준에 대한 평점이 DB에 추가된다. 특히 최종 평가 결과의 기록이 중요하다. 중요도 평가 기능의 구조는 중요도 평가기준들의 가중치를 결정하는 부분과 이를 이용하여 각 현안들의 중요도 점수를 계산하는 부분으로 구성된다. 평가기준들의 가중치를 결정하는 과정은 AHP 프로그램을 통하여 수행되고, 각 현안들의 평점은 평가기준들의 가중치와 결합하여 간단하게 계산된다. 최종적으로 각 현안들에 대한 중요도 판단은 사용자의 고유한 것으로 확실적인 판정 기준으로 제시할 수 없다. AHP 프로그램은 중요도와 가중치의 평가에서 평가의 일관성을 확인하는 기능을 제공하며, 적용되는 기준에 대한 일관성을 유지하도록 의사결정을 지원한다. DIMS에서 제기된 현안들의 중요도를 평가하기 위한 평가 부분은 Visual Basic으로 AHP 기법을 구현하였다. 다음

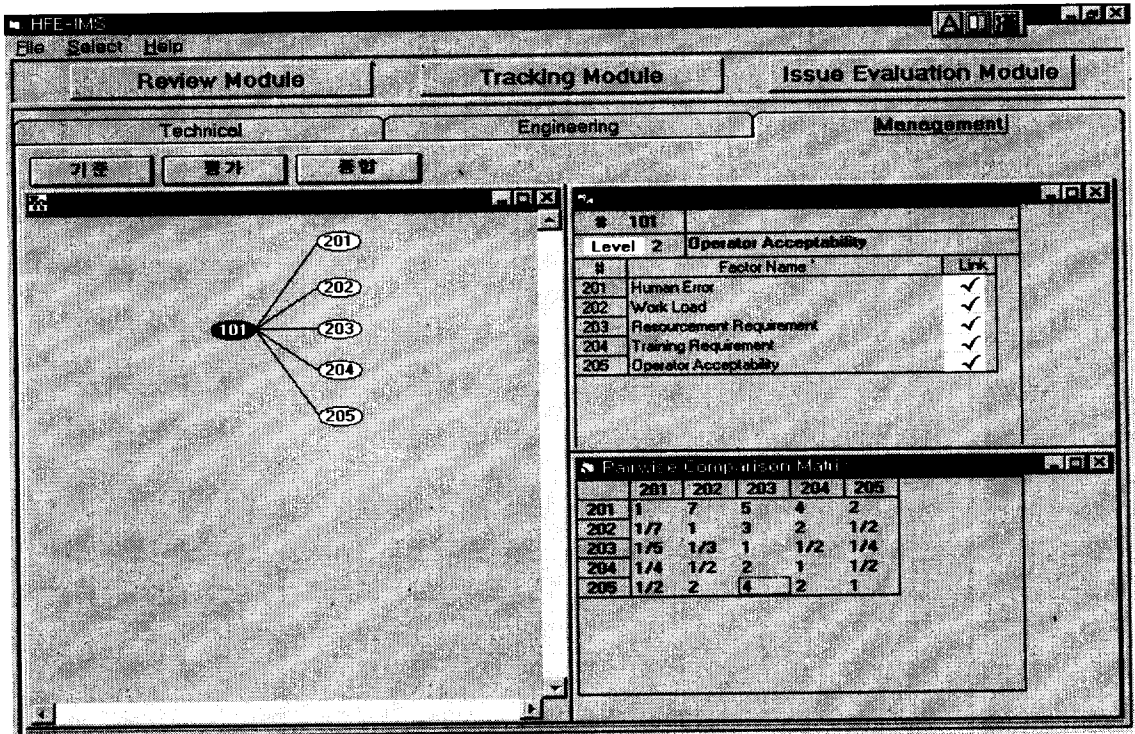


그림 5. DIMS의 사용자 화면 3 (중요도 평가)

그림 5는 DIMS의 평가 화면이다.

### 3. DIMS의 활용 예제

DIMS를 실제 인간공학 업무에 활용된 사례를 제시하여 각 기능과 활용도 파악을 돕고자 한다. DIMS는 CFMS(Critical Function Monitoring System, 이하 CFMS)의 화면 설계 검토에서 개발되고 활용되었다[이용희 외, 1996]. CFMS는 원자력발전소의 안전 상태 유지와 그 위협을 일목요연하게 제시할 수 있도록 운전원을 지원하기 위해 제어실에 추가로 설치된 정보 시스템이다. 이러한 운전원 지원 시스템에 대한 인간공학적 평가에서는 설계에서 제공되는 정보의 가용성을 검토하는 작업 지원성 검토(Task Supportness Verification), 표시 방식의 적합성을 검토하는 적합성 검토(Suitability Verification), 실제 시스템 또는 Simulator를 이용하여 지원 시스템으로서의 종합적인 수행도 검토(Integrated System Validation) 등이 필요하다. DIMS는 CFMS의 인간공학적 현안을 확인 검증하는 프로젝트에서 주로 설계 요소의 적합성 검토에 활용하였다. DIMS에서는 CFMS와 관련된 규제 문건에 언급된 요건을 수집하고 분석하여, 최종적으로 현재 화면 설계가 규제 요건을 만족하는지를 검토하여 문제점을 분석하는 과정에 활용하였다. 요건과 현안의 수집에서는 NUREG-0737 Supplement 1의 기본 원칙을 근간으로, SRP(Standard Review Plan, NUREG-0800)의 18.2와 관련 부록을 검토의 기본 요건으로 하고, NUREG-0700 6절의 관련 사항을 선택적으로 DIMS에 입력하여 검토 기준으로 활용하였다.

#### 3.1. 평가 질의서 및 평가 양식 개발

CFMS 평가에 사용되는 요건은 직접적인 규제 문서의 항목만으로도 전체 수행이 불가능할 만큼

많으며 확인되어야할 산업체 기준도 다양하다. 하지만, CFMS관련 질의서에는 DIMS에서 요건항목의 중복과 포함 관계를 분석하여 총 107개의 질의 사항만이 정리되었다. CFMS 평가에서는 상위 수준에 16항목, 인간공학적 해석을 위주로 한 중간 수준에 66항목, 구체적인 상세 설계 사항을 다룬 하위 수준에 50 항목의 질의 항목으로 질의서를 구성하였다. 평가 양식은 평가 질의서의 항목들 중 최하위 수준의 평가 문항에 대하여 제공된다. 최하위 수준의 평가 문항은 반드시 하위 수준의 질의 사항을 의미하지는 않는다. 문항에 따라, 하위 수준의 질의 사항이 없는 경우, 하위 수준의 질의 사항이 지나치게 상세한 내용을 언급하고 있을 경우에는 중간 수준의 질의 사항이 평가 문항이 되었다. 질의 문항의 특성에 따라 세가지 평가 양식이 작성되어 선택적으로 사용하였다. 평가 양식에는 평가 항목 정보를 담은 Screen Evaluation Field, 평가 수행중에 제공받은 정보와 문제점 등 상세 평가 내용을 기입하는 Comment Field, 해당 평가 문항에 관한 이해를 돕기 위하여 상위 수준 또는 하위 수준으로 정의된 내용이 참조 형식으로 함께 제시되는 Related Question Field 등이 있다[이용희 외, 1996].

#### 3.2. 주요 평가어 구조

CFMS의 평가에서 필요에 따라 DIMS를 이용하여 주요 평가어(Keyword)를 질의 문항별로 추출할 수 있다. 주요 평가어란 평가 항목의 특성을 대표하는 단어로써, 항목의 분류 및 확인을 용이하게 한다. 주요 평가어 구조는 본 평가 질의서의 각 평가 문항의 내용을 설명할 수 있는 주요 평가어를 추출하여 연관 관계에 따라 체계적으로 표시한 것이다. DIMS에서는 평가어의 연관관계에 따라 하나의 평가어를 다루는데 동시에 고려되어야 할 다른 평가어에 대한 평가 기준 및 평가 결과를



참조할 수 있다. DIMS의 요건 DB에서 사전에 구성되는 평가어의 구조는 평가해야 할 내용과 범위를 개괄적으로 파악하여 평가에서 전체적인 균형을 유지하는 데 효과적이다.

3.3 HED(human engineering discrepancy) 도출

DIMS를 활용하여 CFMS 화면 설계에 대한 HED(human engineering discrepancy, 이하 HED)를 도출하였다. CFMS에 대한 평가를 통해 파악된 화면 설계의 문제점 각각을 (1) 자체 Brainstorming, (2) 연구원 협의, (3) 운전 경험자 및 (4) 설계자 의견 수렴 등 여러 단계의 과정을 통해 재검토하여, HED로 판단될 소지가 있는 항목(Potential HED)을 도출하였다. 즉, 먼저, 자체 Brainstorming을 통해 지적된 문제점들이 운전원 수행도의 저해 요인이 될 가능성을 전문가의 입장에서 판단하여, 사소한 것으로 판정되거나 심각하지 않은 경우의 문제점은 HED 대상에서 제외하였다. 이 결과는 인간공학 전문가들의 협의를 통하여 재검토되어, 1차적인 Potential HED를 추출하였다. 이후 수 차례의 협의에 운전 경험자와 설계자를 참여시킴으로써, 지적된 문제점의 심각성을 파악하였으며, 그 결과 HED 대상이 되는 문제점들을 도출하였다. 도출된 문제점은 총 29개의 항목이 HED의 가능성이 있는 것으로 판정되었으며, 이는 다시 7개의 부문으로 분류되었다. Display Format 및 Identifier/Label의 부문이 문제점으로 지적되었다[이용희와 정광태b, 1997].

- HED 판정 기준 : HED로 판정할 때 기준으로 기술적(Technical), 공학적(Engineering), 관리적(Managerial) 부문 등 3가지로 구분하고 표 2와 같이 세부 기준을 선정하였다.
- HED 여부를 판정의 기술적 근거로 선정된 Human Error, Workload, Resource Require-

표 1. 29개의 화면 설계상의 문제점 그룹

문제점 그룹 대분류	문제점 그룹 상세 분류
Display Format (6그룹)	Data Format(Inadequate Accuracy)
	Data Format Inconsistency
	Data Format Understandability
	Graphic Representation Inconsistency
	Enhanced Coding(Readability)
	Information Coding Complexity(Shape & Color)
Layout/Grouping (4그룹)	Layout(관련정보)
	Layout(Valve & Flow Line)
	관련정보의 Grouping
	Navigation 정보의 Grouping
Record 구성(2그룹)	Record 구성(Semantic Format)
	Record 구성(Syntactic Format, Spacing)
Symbology(2그룹)	Symbology(정의되지 않은 Symbol 사용)
	Symbology(Symbol 사용의 적합성)
Identifier/Label (7그룹)	약어 사용의 Inconsistency
	Label 사용의 Inconsistency
	Identifier/Label 위치의 Inconsistency
	Missing Identifier
	Incomplete Identifier
	Incomplete Information
	Sector Number의 가독성
Color(4그룹)	사용된 Color의 종류와 수
	Color Coding의 의미
	Color Coding Conflict
	Color Change 사용의 Inconsistency
Variable/Function/ Navigation(4그룹)	Level 1 & 2 화면간의 Mapping
	관련 기능 및 정보의 인접성
	분산 정보 간의 Navigation 용이성
	Indication of Operating Status

ment, Training Requirement, Operator Acceptability 등 기준의 세부 내용은 표 3과 같다.

- 판정 기준간의 가중치 : 기술적 HED 기준의 5

표 2. CFMS 화면설계의 HED 판정기준

기술적 부문(Technical Issues)	공학적 부문(Engineering Issues)	관리적 부문(Managerial Issues)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Human Error</li> <li>• Workload</li> <li>• Resource Requirement</li> <li>• Training Requirement</li> <li>• Operator Acceptability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development Phase</li> <li>• Required Effort</li> <li>• Scope of Related Engineering Field</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utility Plan</li> <li>• Feasibility(Cost,Time, Technical Difficulty)</li> <li>• Corporate Image</li> </ul>

표 3. CFMS 화면 설계의 HED 판정 기술적 부문의 세부 기준

기술적 부문	설 명
Human Error	- <i>Confusion</i> - <i>Incompatibility</i>
Workload	- <i>STM Requirement</i> - <i>Fatigue</i> - <i>Time Load</i> - <i>Integration Requirement</i>
Resource Requirement	- <i>Identification Requirement</i> - <i>Attention</i> - <i>Perception</i> - <i>Memory Requirement</i>
Training Requirement	- <i>LTM</i> - <i>Incompatibility</i>
Operator Acceptability	- <i>Subjective Preference</i> - <i>Operator Acceptance</i>

가지 세부 기준들에 대한 Rating을 실시하여 이들을 종합한 대표치를 산출함으로써 중요도를 고려한 가중치의 개념을 도입하였다. AHP 기법을 제공하고 있는 DIMS의 평가 기능을 적용하였다. 각각 0.45, 0.20, 0.10, 0.10, 0.15의 가중치로, Human Error가 약 45% Operator Acceptability는 15%의 가중치로 평가되었다.

- 판정 기준을 이용한 HED 선정 : 총 29개의 Potential HED중에서 HED로 지적할 만큼의 심각도가 없는 항목을 삭제하기 위하여 5가지 세부 판정 기준에 대한 Rating을 실시하였다. 각 HED 판정 기준별 Rating 기준은 1부터 9 사이의 값을 참조표로 제공하여 사용하였다. Rating 결과 분석 : 가중치를 이용한 HED 결정을 위해 계산된 값을 높은 값에서 낮은 값의 순으로 정렬된 그래프를 그려서 분포를 비교하고, Rating 기준(예를 들면, 평균값  $\geq 7$ : Absolute HED,  $3 \leq$  평균값  $< 7$ : HED, 평균값  $< 3$ : 권고 사항 등)에 따라 HED를 판정하였다.

DIMS에서 제공하는 가중치 분포를 통해 살펴보면, CFMS설계는 Color Coding에 관련된 Potential HED 항목이 중요 HED로 상위 Ranking을 차지하고 있었다. Human Error와 Workload에 의한 Criteria별 Rating 분포를 살펴보면, Color Coding과 화면 배치가 중요 HED로 판정될 가능성이 있다. 또한, Resource Requirement에서는 Coding체계와 Layout에 관련된 Potential HED, Training Requirement에서는 Color Coding, 화면 배치, 용어에 관련된 내용, Operator Acceptability에서는 Color Coding과 용어 Coding이 주요 HED로 판정되었다[이용희와 정광태, 1997].

#### 4. 결 론

본 논문에서는 원자력 분야에서 개발된 설계 현안 관리 시스템(DIMS)의 개발 내용을 제시하고, 원자력발전소의 설계에서 인허가를 위한 인간공학 적 검토에 적용한 사례를 통해 그 응용 방식을 기술하였다. DIMS는 CFMS라는 운전원 지원 시스템 설계의 인간공학적 검토 업무를 지원하기 위한 개발되어, 인간공학적 인허가 지원 도구의 하나로 활용되었다. DIMS를 통하여 인간공학적 설계 요건들을 구체적으로 적용가능하도록 정리하고, 새로운 현안들이 유지 관리하며, 설계 변경을 위한 의사결정을 효과적으로 수행할 수 있었다. 따라서, 인간공학 업무가 설계 과정과 밀접하게 연계되어 효과적인 인간공학의 적용을 가능하게 하였다.

CFMS 설계의 사례는 원자력발전소와 같이 공식적인 인간공학 업무를 수행하는 과정에서 DIMS와 같은 체계가 어떻게 활용될 수 있는가를 보여 준다. 원자력발전소의 설계와 관련하여 다른 설계 분야에 대해서도 DIMS를 적용할 수 있다. 또한, DIMS는 현재 간단한 노트북 컴퓨터에 설치하여 관련 실무자들만 활용할 수 있도록 되어 있지만,

Internet을 통하여 보다 공개적으로 설계 참여자 및 인허가 기관의 열람 및 확인이 가능하도록 확장하는 방식을 취할 수도 있다. 다른 산업 분야에서도 DIMS와 그 응용의 실무 경험을 참조하여 유사한 기능을 확보하면, 설계과정에서 보다 체계적으로 인간공학을 적용하도록 유도하여, 제조물 책임(product liability)에 대한 대응이나 기타 공식적인 인허가의 요구에도 대응할 수 있을 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] USNRC, NUREG-0711, Human Factors Engineering Program Review Model, 1995.
- [2] 이용희 외, 울진 3, 4호기 CFMS 화면 설계의 인간공학적 검토, KAERI/CR-027/96, 한국원자력연구소, 1996.
- [3] 이용희와 정광태, "원자력발전소의 인간공학적 설계 검토를 위한 설계 현안 관리 체계 구축", 대한인간공학회 '97 춘계학술발표회, 1997.
- [4] 이용희와 정광태, "원전 안전성 제고를 위한 CFMS의 인간공학적 설계 검토", 산업안전학회지, 12권 4호, pp.201~208, 1997.