

**사용후핵연료 차세대관리 종합공정
Team Work System 구축**

**Establishment of Team Work System
for
Advanced Spent Fuel Management Process**

유길성, 정원명, 구정희, 조일제, 이은표, 백상열, 안상복, 박성원

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

사용후핵연료의 효율적인 관리를 위하여 한국원자력연구소에서 개발중인 “사용후핵연료 차세대관리 종합공정”은 1단계 기본연구를 거쳐 현재 2단계의 “사용후핵연료 차세대관리 종합공정 실증을 위한 system 설계”를 수행하고 있다. 여기에는 차세대관리 공정 개발, 원격장치 개발, 특성계량화 시험 및 실증시설 개발 등과 같은 세부 연구들로 구성되어 있으며, 이러한 연구분야들의 결합 및 상호 협력을 위해 약 50여명의 과제 참여원들이 사용할 수 있는 병렬형 조직에 적합한 team work system을 구축하였다. 이 team work system의 구축을 위해 과제의 규모 및 특성에 적합한 하드웨어 및 소프트웨어를 선정하였고, 구축 후 시스템형 과제인 사용후핵연료 관리.이용기술개발 과제에 임시 적용해 봄으로서 system의 예비검증을 완료하였다. 이 system은 향후 사용후핵연료 차세대관리 종합공정의 실증시스템 전반에 활용될 예정으로 있다.

Abstract

The advanced spent fuel management process(ASFMP), which is being developed by KAERI, is now in the 2nd research phase. This phase has a goal to design the total system of active demonstration of ASFMP. It is composed of the core process, remote handling technologies, examination technologies and experimental facilities. For the collaboration of these research fields, a team work system has been established by proper hardware and software selections for use of about 50 project members. This system has been tested by adaptation to the ASFMP project and will be used during the remained project period.

1. 서 론

원자력 발전소의 운영에 따라 필연적으로 발생하는 사용후핵연료의 관리는 지속적인 원자력 에너지의 개발에 중요한 요인으로 작용하고 있으며, 이를 효율적 및 안전하게 관리하기 위한 기술 개발 요구가 점차 증대되고 있다. 원자력 발전소에서 발생하는 사용후핵연료는 직접처분을 위한 대상으로 보면 고준위 폐기물이지만 유용한 원소의 재활용 측면에서 보면 소중한 에너지 자원이다. 특히 우리나라처럼 후행핵연료주기에 대한 정책 방향이 정립되어 있지 않고, 폐기물 영구처분장을 확보하는 것이 어려운 여건에서는 환경 친화적이며 안전한 사용후핵연료 관리기술의 개발은 매우 중요하다. 따라서 한국원자력연구소에서는 사용후핵연료의 관리방안의 하나로 사용후핵연료를 용융염 매질에서 Lithium 환원제를 사용하여 급속으로 전환하여 부피를 1/4 정도로 감용하고 고발열성 핵종인 Cs과 Sr 원소를 효율적으로 제거할 수 있는 차세대관리공정 개발을 추진하고 있다.

사용후핵연료 차세대관리공정 개발은 1997년부터 4년 동안 1단계 연구를 수행하여 왔으며, 이 단계에서는 차세대관리공정의 개념을 정립하고, 공정의 기초실험 및 장치실험을 수행하여 반응조건 및 장치개발을 통해 기초적인 공정자료들을 확보하였다. 2단계에서는 현재까지 수행된 비방사능 물질을 통한 장치 및 반응조건을 기초로 실제 사용후핵연료를 사용한 실증시험을 위해 종합공정 실증시스템 전반에 걸친 설계를 수행하고 있다.

이러한 실증시스템에는 차세대관리 공정의 개발, 원격취급 장치개발, 특성계량화 시험 및 실증시설 개발 등과 같은 세부 연구들이 유기적 결합을 통해 구성되어 있으며, 이러한 연구분야들의 상호 협력을 위해 약 50여명의 과제 참여원들이 사용할 수 있는 team work system을 구축하였다. 이 team work system의 구축은 먼저 과제 규모에 적합한 하드웨어 및 소프트웨어를 선정하였으며, 이러한 시스템을 사용후핵연료 관리.이용 기술 개발 과제의 특성에 맞게 예비운용 시험을 수행하여 system의 검증을 완료하였다. 이 system은 향후 사용후핵연료 차세대관리 공정의 실증 전 시스템에 활용할 계획으로 있다.

2. Team Work System 하드웨어 선정

먼저 사용후핵연료 관리.이용기술 개발 대과제의 4개의 세부과제에 필요한 client PC를 각 세부과제에서 확보하였다. 여기에 쓰인 client PC는 일반적인 PC를 사용하였다. 실증시스템 team work system 서버용 PC는 약 50명의 과제 참여인원이 동시 접속한 상태에서도 큰 속도저하 없이 사용 가능할 수 있도록 다음과 같은 사양의 PC 서버를 선정하였다.

- . CPU : Intel 사의 Xeon Dual CPU
- . Motherboard : Intel Xeon Dual CPU용 Tyan 사의 i860 S2603 Motherboard
- . Data Storage Disk Array : 36 Gb SCSI Type Hard Disk 2 Ea
- . Server 백업 장치
 - IEEE 1394 시리얼 인터페이스 사용 movable E-IDE hard disk
 - Re-writable CD Driver & Movable USB & IEEE 1394 hard disk

3. Team Work System 소프트웨어 선정

Microsoft Project 2000 소프트웨어는 간단하거나 복잡한 프로젝트 모두를 관리할 수 있는 프로젝트 관리 도구로, 모든 연구작업에 대한 일정을 세우고, 관리할 수 있고, 진행 상황을 빠르고 쉽게 파악할 수 있다. 또한 연구소와 마이크로소프트 사와의 기술 계약으로 team work system의 구성에 필요한 모든 소프트웨어를 쉽게 구할 수 있으며, 기존 소프트웨어간의 호환성 문제에 있어서도 유리하기 때문에 이 Microsoft Project 2000이 선정되었다. Microsoft Project 2000은 client program외에도 server

program인 Project central 2000을 포함하고 있어 회사 인트라넷이나 인터넷에 설치하여 프로젝트에 참여하는 연구원들과 과제 정보를 보다 쉽게 교환할 수 있기 때문에 team work system으로는 최적의 소프트웨어로 평가되었다.

3.1 MS Project 2000 Client Program

3.1.1 과제 계획수립

연구과제 계획을 수립할 때 Microsoft Project에서는 수행할 연구업무, 업무에 투입할 연구인력, 연구작업을 진행하는 데 필요한 기기, 비품 및 관련 비용에 대해 입력한 정보를 기준으로 연구작업 일정을 계산하고 수립한다. 정보를 입력하면 다음과 같은 기능을 사용할 수 있다.

- 사용자 정의 개요 코드 : 과제의 WBS(Working Breakdown Structure)에 맞는 과제구조 코드로 개요 구조를 작성할 수 있다.
- 마감 날짜 : 연구작업을 완료해야 할 기한을 설정한다.
- 작업 달력 : 연구작업을 할 수 있는 기간 및 기기 고장과 같은 이유로 작업을 할 수 없는 기간의 일정을 관리한다.
- 재료 자원 : 비품이나 기타 소비품 같은 재료 비용을 계산한다.

3.1.2 과제 관리

과제 계획을 수립하고 나면 이 계획을 잘 관리해야 한다. 과제 진행 상황을 수시로 검토하고 분석하여, 필요한 경우 과제를 추적하여 예산변경 허용 범위 내에서 변경할 수 있다. 과제를 관리할 때에는 다음과 같은 기능을 사용할 수 있다.

- 과제 참여자 정의 필드 : 필드의 특정 정보를 확인할 수 있다.
- 보기와 테이블 : 검토할 정보를 정확히 표시한다.
- 필터와 그룹 : 주의가 필요한 정보만 필터하거나 그룹화할 수 있다.
- 네트워크 다이어그램 : 추가 도구를 사용하지 않고도 특정 정보만 표시되도록 네트워크 다이어그램(이전의 PERT 차트)을 정의할 수 있다.

3.1.3 과제의 정보전달

과제 계획을 수립하고 관리 단계를 거치면 과제의 책임자 및 연구작업이 배정된 참여 연구원 등 과제에 관련된 사람들에게 과제 정보를 전달할 수 있다. 이러한 과제 정보를 전달할 때 다음과 같은 기능을 사용할 수 있다.

- 과제 인쇄 및 보고서 작성 : 과제 정보를 출력하여 문서로 전달한다.
- HTML로 게시하거나 웹 서버에 프로젝트 계획 저장 : 과제 참여자 또는 관련자가 웹 사이트에 있는 과제 정보에 접근할 수 있다.
- Microsoft Project Central이나 작업 그룹 : Microsoft Project Central이 연구소의 인트라넷에 설치되어 있으므로 Microsoft Project Central을 사용하거나 전자 메일 시스템을 사용하여 정보를 전달할 수 있다.
- Microsoft Outlook 통합 : 과제 참여자가 자신에게 배정된 연구작업의 기한을 Outlook 작업 목록에서 볼 수 있다.

3.2 MS Project 2000 Central Server Program과 SQL 2000 Database Server

성공적인 과제수행을 위해서는 team 단위 계획이 필수적이며, 따라서 요즘에는 전통적인 수직적 계층 구조가 공동 작업을 위한 팀 구조로 전환되고 있는 실정이다. Microsoft Project Central은 Windows 기반 인트라넷 정보를 손쉽게 접근하여 쉽게 사용할 수 있는 도구를 제공하여 참여 연구원과 과제 책임자 사이의 공동 작업을 지원할 수 있으며, 따라서 이러한 공동작업이 필요한 시스템형 과제인 "사용후핵연료 관리. 이용 기술개발" 과제를 위한 team work system 구축에 최적의 소프트웨어로 판단된다. 이 Microsoft Project Central을 사용하여 과제의 자료를 관리 체계의 상하 양방향으로 교환할 수 있어 과제 책임자와 참여원 간의 명확한 의사 소통을 할 수 있으며, 과제 책임자가 과제 참여원들의 전문성을 잘 활용할 수 있게 한다. 과제 책임자는 Microsoft Project 2000 client 프로그램에서 Microsoft Project Central server 프로

그럼과 연동되는 데이터베이스 서버로 자료를 게시하여 연구 참여자들이 정보를 공동으로 이용할 수 있도록 한다. Microsoft Project Central 데이터베이스는 과제 계획과는 독립적으로 저장되고 관리된다.

Microsoft Project Central을 사용하여 과제 구성원들이 연구작업 계획 세우기, 연구업무 시간 산정, 연구상황 진행 관리에 참여할 수 있다. 과제 참여자들은 계획의 업데이트 및 변경 사항 제안을 과제 책임자의 과제 사서함에 메시지로 제출할 수 있다. 과제 책임자는 과제 참여자들이 보낸 메시지를 검토한 다음 변경 사항을 승인하여 전체 과제 계획과 Microsoft Project Central 사이의 매개체 역할을 한다. Microsoft Project Central 사용자들에게 설정된 옵션과 허용된 사용 권한에 따라, Microsoft Project Central이 과제 업데이트, 일정 미리 알림, 상황 보고서 취합에 대한 승인을 자동화하여 과제 책임자가 일상적인 관리에 사용하는 연구작업 시간의 부담을 상당 부분 덜어줄 수 있다. 이 프로그램은 과제 참여자들에게 다음과 같은 이점을 제공한다.

- 과제 책임자 : 과제 계획 세우기 및 일정 조정을 담당하고 Microsoft Project 2000으로 프로젝트 계획을 관리한다. Microsoft Project Central을 통해 과제 책임자가 마스터 과제 계획을 전적으로 통제하게 되지만, 과제 참여자들도 과제 계획에 참여할 수 있으므로 상호 협조 하에 계획을 세우고, 좀더 많은 정보에 입각하여 의사 결정을 할 수 있다.
- 과제 참여원 : 과제 참여원은 과제 계획단계에서부터 각 자의 연구업무 계획, 시간 산정 및 진행 상황 관리에 직접 참여할 수 있고, Microsoft Project Central은 과제 참여원들이 자신의 작업 진행 상황을 스스로 관리하고 전체 프로젝트를 기준으로 자신의 작업을 확인할 수 있게 해준다.

4. 차세대관리 종합공정 실증 Team Work System 구축 및 소프트웨어 설치

선정된 하드웨어와 소프트웨어를 4개의 세부과제 client pc와 1개의 주도과제 server에 설치하여 구축한 실증시스템 대과제에 대한 전체 시스템 구성은 다음 그림 1에 나타나 있다.

4.1 Client PC 구축

4개의 세부과제에 각각의 MS Project 2000 Client PC를 두어 이 PC에 MS Project 2000 Client 프로그램을 설치하여 각 세부과제에 대한 과제 관리를 수행토록 하였다.

4.2 Server PC 구축

차세대관리 종합공정 실증시스템 관리용 PC 서버 시스템을 선정하여 여기에 MS Windows 2000, IIS 6.0과 Project 2000 Central Server 및 SQL 2000 Database Server 프로그램들을 설치하여, 각 세부과제의 프로젝트 파일의 업로드 및 관리를 할 수 있도록 하였다. 이 시스템은 이러한 과제관리 시스템 외에도 대과제의 파일 서버 시스템으로도 활용 할 수 있게 하였다.

5. Team Work System의 과제 적용

5.1 각 세부과제의 과제 계획 파일의 작성 및 서버로의 업로드

각 세부과제는 MS Project으로 각 과제의 계획 파일을 만들고 과제 관리 업무를 수행할 수 있다. 그림 2는 차세대관리 종합공정 실증시설 개발과제의 2002년 연구수행 내용에 대한 간트차트를 보여준다. 이 간트차트에는 작업의 이름, 작업수행 기간, 시작 날짜, 종료날짜, 작업에 참여자 및 참여율 등이 나타난다. 이러한 간트차트를 종전의 PERT 차트 대신 네트워크 다이어그램 형태로 나타낼 수 있으며, 그림 3은 전체 일정

을 네트워크 다이어그램으로 보여주고 있다. 그림 4에는 각 과제 참여자들의 작업 배정 현황을 일목요연하게 보여주고 있다. 과제 참여자들은 과제 내에서 본인의 작업 및 관련 작업의 업무 수행기간을 확인할 수 있다. 과제 내에서의 계획에 대한 진행상황을 나타내는 간트차트(그림 5 참조)는 과제 책임자가 이러한 표를 통해 과제의 전체 진행 상황을 볼 수 있고, 뒤에 언급될 프로젝트 센트럴 서버를 통해 각 참여자와 진행 상황에 대한 실시간 점검이 가능하게 한다. 그림 6은 과제 참여원의 과제 참여기간에 대한 참여율을 보여주고 있다. 과제 책임자는 이러한 그래프를 통해 과제에서의 참여원들에 대한 업무 배정의 분포를 확인하여 업무 배정을 조정할 수 있다. 그림 7은 과제 참여원 전원에게 대한 자원배정 현황 도표로 과제 내의 전체 참여원의 업무 배정 현황을 파악할 수 있다.

5.2 서버로의 업로드

각 client pc를 통해 만들어진 파일들은 서버로 업로드 되어 모든 과제 참여자들이 참조할 수 있게 한다. 그림 8은 프로젝 2000 센트럴 서버로 연결된 로그인 창으로 각 과제 참여자의 이름이 자동으로 등록되어 초기 로그인 시 암호없이 로그인이 가능하다. 초기 로그인 후 홈페이지는 그림 9와 같다. 로그인 후 그림 10과 같은 포트폴리오 보기를 통해 각 참여자 자신이 속한 모든 과제에 대한 현황을 볼 수 있으며, 여기에서 참여 과제를 선택한 후 상부의 보기 메뉴에서 참여 과제에 대한 여러 가지 정보를 볼 수 있다. 그림 11은 각 참여자의 작업표로 이 작업표에 참여자 본인이 수행한 실제 업무시간을 입력함으로써 과제 책임자가 과제 전반에 걸친 업무 추진현황을 판단할 수 있게 한다. 과제 참여자는 본인 배정된 업무에 대한 계획을 그림 12에서 보는 바와 같이 개인 간트차트를 통해 확인할 수 있으며 이러한 작업내용 중 수정이 필요하거나 새로운 작업을 제안할 때에는 그림 13과 같은 새작업 창을 이용하여 과제 책임자에게 메시지로 의견을 교환할 수 있다. 그림 14에는 각 참여자의 작업 배정보기 창이 나타나 있으며, 그림 15에는 다른 과제 참여원 또는 과제 책임자와의 필요한 경우 메시지 교환을 위한 창을 보여주고 있다.

5.3 Central 서버로 업로드된 프로젝트 파일들의 공유

각 세부과제로부터 업로드된 프로젝트 파일의 서버 시스템에서의 과제 참여원과 과제 책임자간의 메시지 교환은 각 세부과제 참여자들의 참여과제들에서 할당된 연구내용 조회, 수정 및 새로운 연구내용을 제시할 수 있고, 각 세부과제 참여자의 각자 할당된 연구업무에 대한 추진 현황 입력 및 조회를 할 수 있다.

5.4 과제추진 현황 분석 및 평가

각 세부과제에 대한 과제별 현황과 과제결과 보고서 작성 및 분석을 통해 차기 과제수행에 대한 참조를 할 수 있다.

5.5 각 세부과제간 실적물 교환 및 참조

각 세부과제에서 나온 실적물을 WBS 코드로 분류하여 분류된 실적물 파일을 파일 서버 시스템에 각 세부과제별 폴더로 업로드하고 각 폴더에서 각 과제 참여원의 주어진 권한에 따라 조회, 읽기, 쓰기 가능하다.

6. 결 론

사용후핵연료 차세대관리 종합공정 개발과 관련하여 이 시스템 전반에 적용할 수 있는 연구관리 시스템이 구축되었다. 이 시스템은 요즘의 추세인 team work 구조에 가장 적합한 하드웨어 및 소프트웨어의 선정을 통해 약 50명의 과제 참여원이 동시 사용할 수 있게 구성되었다. 시스템의 구축 후 사용후핵연료 관리.이용기술 개발 과제에 시험 적용하여 그 사용의 용이성 및 참여자간의 협조방법 등이 검증되었고, 따라서 이 시스템은 향후 과제관리 및 품질보증 업무에 활용될 예정으로 있다.

감사의 글

이 연구는 과학기술부 주관으로 추진중인 원자력중장기사업의 일환으로 추진하였으며, 관계자 여러분에게 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

[1] MS Windows 2000 server manual.

[2] MS IIS 6.0 server manual.

[3] MS project 2000 manual.

[4] Microsoft® Project 2000 Enterprise Project Planning Workbook.

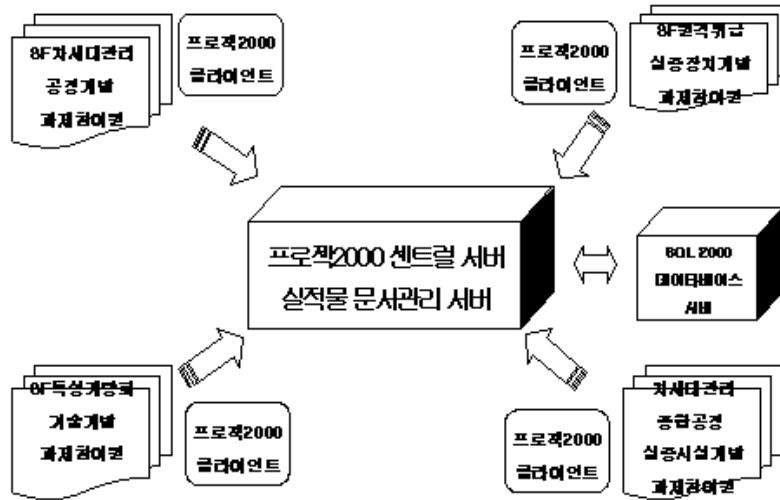


그림 1. 차세대관리 종합공정 실증 사업관리 시스템 구성



그림 2. 간트차트

그림 3. 네트워크 다이어그램

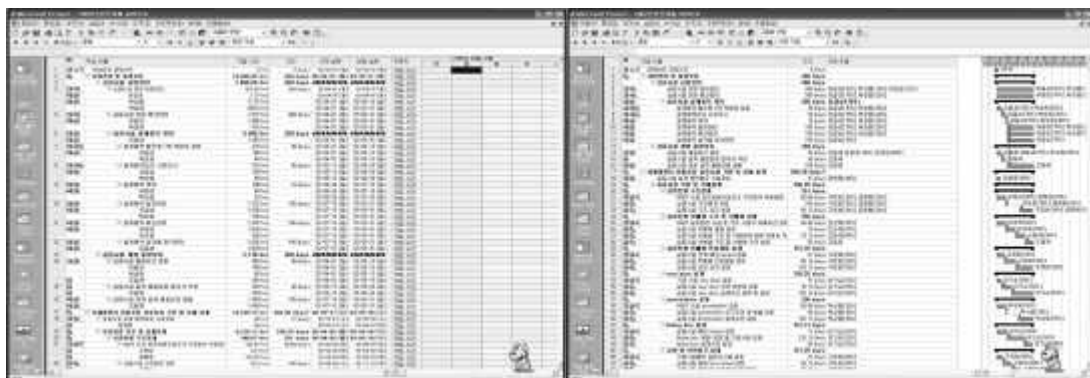


그림 4. 작업 배정 현황

그림 5. 진행 상황 간트

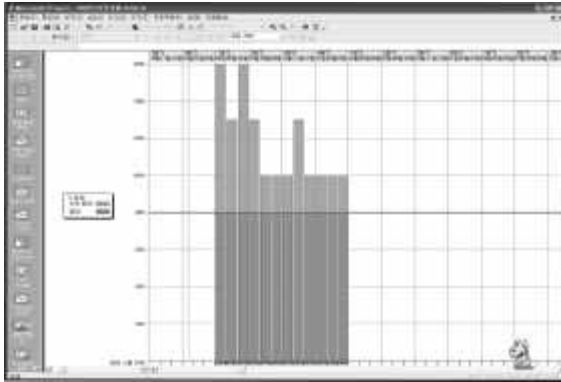


그림 6. 자원 그래프

작업명	자원명	시작일	종료일	일당시간	총시간
...

그림 7. 자원 배정 현황



그림 8. 프로젝트 센트럴 로그인창



그림 9. 프로젝트 센트럴 홈

프로젝트명	진행률	예산	리스크
...

그림 10. 포트폴리오 보기

작업명	시작일	종료일	기간
...

그림 11. 작업표



그림 12. 개인 간트차트



그림 13. 새 작업



그림 14. 배정보기



그림 15. 참여원간의 메시지 교환창