

## 신뢰도 기반 정비용 프로그램 개발

김길유, 진영호

한국원자력연구소 종합안전평가팀

### 1. 서론

1991년 7월, 미국원자력규제위원회(USNRC)에서 발표한 미국 정비규정<sup>1</sup>은 5년간의 준비 기간을 거쳐 1996년 7월에 모든 미국 원자력발전소 (이하 "원전"이라 칭함)에 적용되기 시작하였다. 정비규정의 일부 내용을 간추려 보면 다음과 같다<sup>1,2</sup>.

"모든 원전은 산업체 경험을 고려하여 주요 구조물, 계통, 그리고 기기 (Structure, System, Component: SSC)에 대한 성능목표(Performance goal)를 수립해야하고 수립된 목표에 대해 SSC의 상태 또는 성능을 감시(monitoring)해야만 한다. SSC의 성능 또는 상태가 목표와 다를 때는 적절한 보완 조치가 취해져야 한다".

이 미국의 정비규정은 아직 국내에 도입되어 원전 규제로 활용되고 있지는 않지만 국내 여러 기관에서 미국 정비 규정이 제정된 취지를 이해하고 국내 원전 정비에 반영하려고 노력하기 때문에 곧 우리나라 원전의 규제 및 운영에 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다.

본 논문은 원전의 기기에 관한 정보 및 데이터를 기기 중심으로 관리하는 시스템인 EPIS (Electro Plant Information System)개발에 관한 것을 기술 하였다. EPIS는 사용자가 원전의 한 기기를 선택하면 그 기기가 관련된 모든 정보를 일목요연하게 알아볼 수 있게 하자는 취지로 개발되었으며 기기 중심으로 정보 및 데이터를 관리하여 앞으로 국내에서 미국의 정비규정을 도입하여 주요 SSC의 성능을 감시, 유지하고자 할 때 유용하도록 데이터베이스 구조를 갖추었다. 즉, 주요 SSC별로 관련 정보 및 데이터를 관리하므로써 기기의 신뢰도 분석, 성능 분석, 정비 관리가 용이하여 정비규정 이행 시 편리하다. 한편, 기기나 SSC가 노후화 되어 교체할 때, 그 기기의 이력을 쉽게 일목요연하게 검색할 수 있으므로 기기의 수명관리에도 적합한 시스템이다.

EPIS의 한 장점은 정보 및 자료를 P&ID를 통하여 검색할 수 있다는 것이다. P&ID를 이용하여 검색할 수 있으므로 사용자의 이용 편리성을 증진시켰다. 또 P&ID 뿐만 아니라 기기의 사진을 통해서도 그 기기의 관련 정보를 검색 할 수 가 있다. 따라서 현장감이 떨어지는 사용자의 현장 교육용으로도 활용할 수가 있다.

이 EPIS 를 이용하여 시범적으로 월성 1호기 예비 및 비상디젤 발전기의 EPIS를 구축하였는데, 이들을 이용하여 미국 정비 규정의 국내 적용 가능성 타진 및 월성 1호기 예비 및 비상디젤 발전기의 성능 위주의 정비가 실현 될 것으로 기대한다.

## 2. EPIS

### 2.1 정보 종류

EPIS로 정보를 검색 및 관리하는 대상은 계통(system) 및 그 계통에 속한 기기들이다. 따라서 정보 및 자료의 검색 및 관리도 계통 및 그 계통에 속한 기기로 구별하여 수행되도록 개발하였다. 관리하는 계통에 관한 정보는 다음과 같다.

- 설계변경 이력, 예비품 현황, 절차서, 보고서, 설계문서, 기술지침서, 신뢰도 분석

관리하는 기기에 관한 정보는 다음과 같다.

- 사양 및 정비 계획, 정비 이력, 예비품 현황, 설계변경 이력, 신뢰도 분석

설계변경 이력, 예비품 현황, 그리고 신뢰도 분석은 계통과 기기 모두에 나타나는 항목으로서 같은 데이터베이스에서 같은 테이블을 사용한다. EPIS의 데이터베이스는 마이크로소프트사의 Access라는 소프트웨어로서 개발되었다.

### 2.2 기능

EPIS를 사용하면 초기에 다음 Fig.1 처럼 원전 명 및 계통 명을 선택하고 자료를 계통별로 또는 기기별로 검색 또는 수정하는 선택사항이 나온다. 기기별로 자료를 검색할 경우에는 Fig. 1에서 기기별 Tab을 누른다.

EPIS는 Fig. 2처럼 P&ID 화면에서 원하는 기기를 선택하여 그 기기에 관한 정보 및 자료를 검색할 수가 있다.

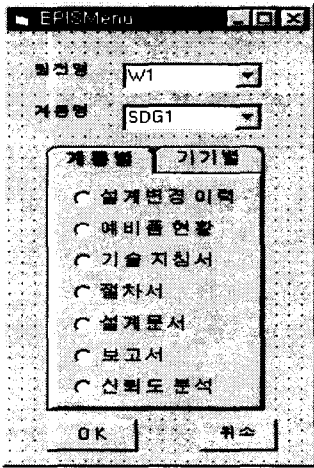


Fig. 1. 계통별 선택 화면

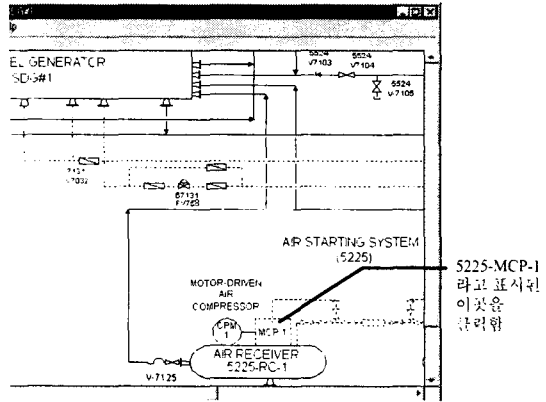


Fig.2. P&ID 화면에서 기기를 선택하는 예

예를 들어 Fig. 2에서 MOTOR DRIVEN AIR COMPRESSOR (기기번호5225-MCP-1)를 선택하면 Fig. 3와 같은 정보 및 자료 선택 화면이 나타난다. 이때 MOTOR DRIVEN COMPRESSOR (기기번호5225-MCP-1)의 사진(Picture나 Image)이 데이터베이스에 저장되어 있으면 Fig. 4 처럼 나타나고 사진이 없으면 없다 하고 나타나지 않는다. Fig. 4의 사진 화면에서도 펌프나 탱크를 별도로 선택할 수 있으며 선택하면 각각 그 기기에 맞는 새로운 자료 선택 그림이 Fig. 3과 같이 나타난다. Fig.3에서 사양 및 계획정비 자료를 선택하면 Fig. 5와 같이 MOTOR DRIVEN COMPRESSOR (기기번호5225-MCP-1)의 사양 및 계획정비, 그리고 CallUp (경상점검) 자료를 볼 수 있다. Fig. 3에서 정비 이력을 선택하면 Fig. 3의 Equip #에 해당하는 기기의 정비이력이 Fig. 6과 같이 나타난다. 더 자세한 정보는 Fig. 6에서 해당 행에 마우스 커서를 갖다 놓고 이중 클릭을 하면 나타난다.

Fig. 1에서 설계변경이력 항목을 선택하면 지금까지 설계 변경된 기기나 계통의 설계 변경서를 살펴 볼 수가 있다. Fig. 7 은 설계 변경서의 한 예로서 설계변경 내역과 도면 수정서(P&ID)를 같이 검색할 수 있다. 설계 변경서가 \*.TXT 형식이나, 아래한글 형식인 \*.HWP, 또는 마이크로 소프트의 워드 형식인 \*.DOC 형식으로 작성되어도 EPIS가 그 형식에 맞게 설계 변경서를 읽을 수 있게 구현되었다. 한 설계 변경서 내에서 여러 쪽의 설계변경서를 읽을 수 있으며 도면수정서(P&ID)도 같이 읽을 수 있다.

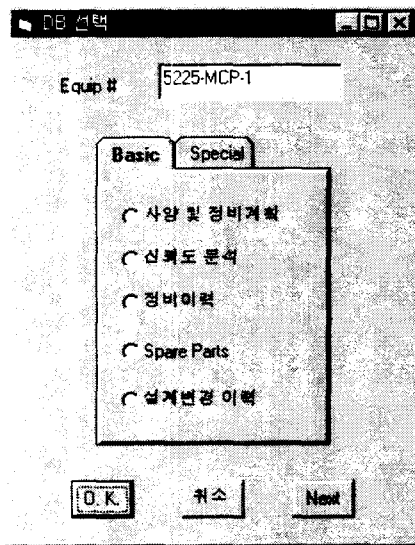


Fig.3. 기기별 정보 및 자료선택

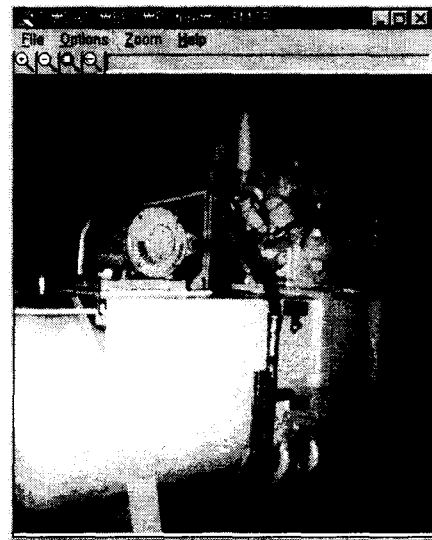


Fig.4. 기기별 사진을 통한 자료 선택 화면

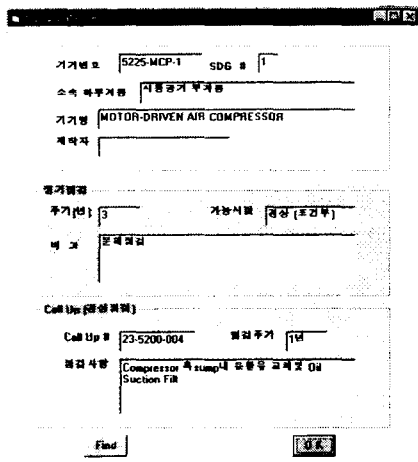


Fig.5. 전동기 구동 공기 압축기 (기기번호5225-MCP-1)의 사양, 계획정비, 경상점검 자료

작성일	DR#ID	WR#ID	상태	부속	비행
11/23/89	51027	51027	C	ME	REPLACE FLEXIBLE HOSE 2" FLUSH JAW LINE & INTER/AFTER COOLER INSPECTION PUMP PRIMING STROKE CAP FLANGE
03/05/90	51610	7207	C	ME	RE TIGHT CYLINDER HEAD BOLT FLUSH JAW LINE & INTER/AFTER COOLER INSPECTION PUMP PRIMING STROKE CAP FLANGE
04/11/90	53542	53542	C	ME	REPLACE RUBBER IMPELLER FLUSH JAW LINE & INTER/AFTER COOLER INSPECTION PUMP PRIMING STROKE CAP FLANGE
11/14/90	58596	58596	C	ME	REPLACE MANHOLE GASKET RUBBER FLUSH JAW LINE & INTER/AFTER COOLER INSPECTION PUMP PRIMING STROKE CAP FLANGE
11/14/90	58258	58258	C	ME	REPLACE RUBBER IMPELLER AND CLEAN JAW LINE FLUSH JAW LINE & INTER/AFTER COOLER INSPECTION PUMP PRIMING STROKE CAP
11/17/90	58181	58181	C	ME	FLUSH JAW LINE & INTER/AFTER COOLER FLUSH JAW LINE & INTER/AFTER COOLER INSPECTION PUMP PRIMING STROKE CAP
11/21/90	58187	58187	C	ME	REPLACE PURGE V/V LINE FLUSH JAW LINE & INTER/AFTER COOLER INSPECTION PUMP PRIMING STROKE CAP FLANGE
12/19/90	56992	56992	C	ME	FILL ETHYLENE GLYCOL 1.5" FLUSH JAW LINE & INTER/AFTER COOLER INSPECTION PUMP PRIMING STROKE CAP FLANGE

Fig.6. 정비 이력 화면

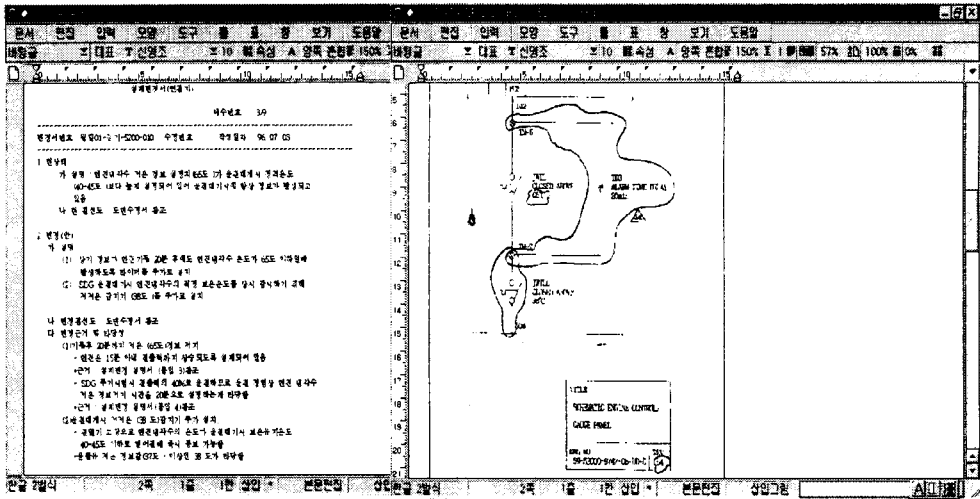


Fig. 7 설계변경서의 예

Fig. 1에도 나타나 있는 신뢰도 분석은 정비 및 운전 이력 정보를 기초로 하여 기기 및 계통의 신뢰도를 분석하는 모듈이다. 연도별 정비시간, 총 기동 횟수, 기동 성공 수, 운전 성공 수 등을 이용하여 각 기기 및 계통의 신뢰도 및 이용 가능도를 구할 수 있도록 구현하였다. Fig. 8이 SDG의 연도별 신뢰도 추이를 보여주는 예이다.

EPIS는 Microsoft사의 Visual Basic 4.0으로 구현되었으며 데이터베이스는 Microsoft사의 Access를 이용하였다.

### 3. 결론

EPIS는 사용자가 원전의 한 기기를 선택하면 그 기기가 관련된 모든 정보를 일목요연하게 알아볼 수 있게 하자는 취지로 개발되었으며 기기 중심으로 정보 및 데이터를 관리하여 앞으로 국내에서 미국의 정비규정을 도입하여 주요 SSC의 성능을 감시, 유지하고자 할 때 유용할 수 있도록 데이터베이스 구조를 갖추었다.

EPIS는 P&ID를 이용하여 기기 관련 정보를 검색 할 수 있으므로 사용자의 이용 편리성을 증진시켰다. 또 P&ID 뿐만 아니라 기기의 사진을 통해서도 그 기기의 관련 정보를 검색 할 수 가 있다.

EPIS는 원전 뿐 만 아니라 석유, 화학 설비의 계통 및 기기의 정보 및 데이터를 관리할 수 있으며 이들 시설의 성능 위주의 관리에 유용한 시스템이다.

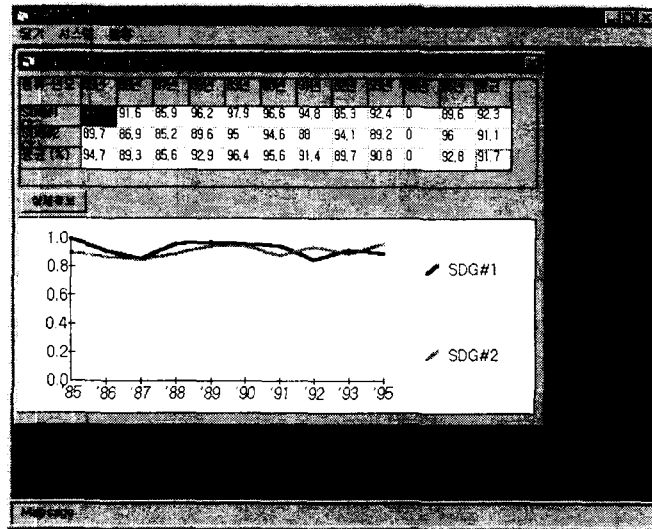


Fig. 8. 신뢰도분석 모듈의 예비 디젤발전기 신뢰도 예

### 참고문헌

1. 10 CFR50.65 "Requirements for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants", July 10, 1991
2. NUMARC 93-01, "Industry Guideline for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants", May 1993.