중수로형 원전 비상디젤발전기 신뢰도 관리시스템 구현

송재주, 신진호, 김영호, 정현종, 지문학

한전 전력연구원, 대전시 유성구 문지동 103-16

jjsong@kepri.re.kr

1. 서 론

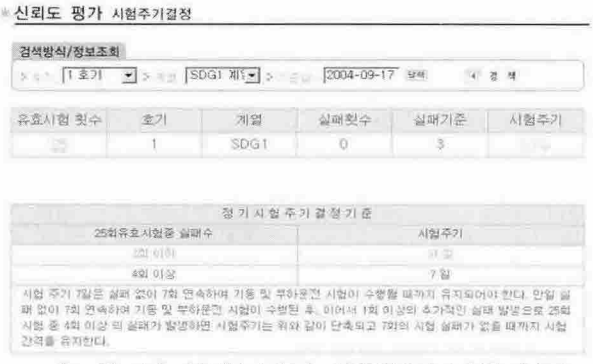
원자력발전소 비상디젤발전기(EDG)는 소외교류 전원 상실시(Loss of Offsite Power) 제한된 시간 내에 정격주파수 및 전압에 도달하여 안전관련 설비에 전원을 공급함으로서 원전을 안전정지 상태로 유지케 하는 중요한 비상 전력 공급 설비이기 때문에 비상디젤발전기의 높은 신뢰도 확보는 매우 중요하다. 이러한 신뢰도를 확보하고 감시하기 위하여 현재 국 내 원전 영광 1,2,3,4,5,6 호기, 고리 1,2,3,4 호기, 울진 3,4 호기에서는 비상디젤 발전기 신뢰도프로그램이 개발되어 적용되고 있으며 현재 중수로형 원전에 활용하기 위한 전산시스템을 구현 중에 있다. 신뢰도 관리시스템은 비상디젤발전기의 신뢰도를 주기적으로 감시, 분석하고 정비업무 수행과 같은 적절한 대응 조치를 수행함으로서 비상디젤발전기의 목표신뢰도를 확보 유지하 는 등의 일련의 활동을 의미한다. 이러한 일련의 활동, 즉, 신뢰도 프로그램을 체계적 으로 수행할 수 있도록 신뢰도와 관련된 모든 정보와 자료를 종합적으로 관리 운용하는 전산 시스템이 신뢰도 관리시스템이다.

2. 신뢰도 관리시스템 구성

비상디젤발전기 신뢰도 관리시스템의 구 성은 현장에서 생성되는 비상디젤발전기 관련 데이터를 통합하여 저장 및 관리하는 데이터베이스와 이에 대한 자료 입출력 및 분석을 위한 사용자 인터페이스 화면으로 구성된다. 본 시스템은 인트라넷 방식으로 구현 되어 웹 을 통해 접속하여 원하는 정보를 입력, 검색 그리고 추이분석 등이 가능 하도록 구현 되어 있어 사용자의 편의성을 크게 증진시켰다. 신뢰도 관리시스템은 크게 신뢰도 감시, 성능감시, 그리고 시스템 관리 모듈 등 크게 3 개의 기능별 모듈로 구분하여 개발하였다.

2.1 신뢰도 데이터 감시 모듈

신뢰도 감시모듈은 비상디젤발전기에 대한 신뢰도 수준을 감시하는 것으로서 크게 신뢰도 데이터 입력, 신뢰도 평가 모듈로 구성 하였으며, 신뢰도 평가는 목표 신뢰도 감시와 시험주기 결정 모듈로 구분하였다. 데이터 입력 모듈은 신뢰도 평가 및 계산에 필요한 자료를 입력하는 모듈로서, 비상디젤 발전기 정기시험 결과인 유/무효 여부, 기동/ 부하 투입 여부, 성공/실패 등의 자료를 입력 한다. 이는 수작업으로 작성하던 기존의 비상디젤발전기 시험관리대장의 기록 내용에 신뢰도 프로그램 운영에 따라 새롭게 추가되는 내용도 관리하도록 구성하였다. 신뢰도 평가모듈은 [그림 1]과 같이 신뢰도 데이터 모듈로부터 입력된 자료를 바탕으로 25 회 유효시험 실패횟수를 계산함으로서 개별 또는 EDG 별 정기시험 주기를 결정하며, 또한 원전 호기별로 설정된 목표 신뢰도인 0.95 혹은 0.975 의 수준을 유지 하고 있는지를 20, 50, 100 회의 유효시험 횟수중 실패횟수를 산출함으로서 감시한다. 25 회 유효시험중 실패횟수가 4 회 이상일 경우 EDG 의 정기시험 주기를 7 일로 단축하도록 하고 있다.



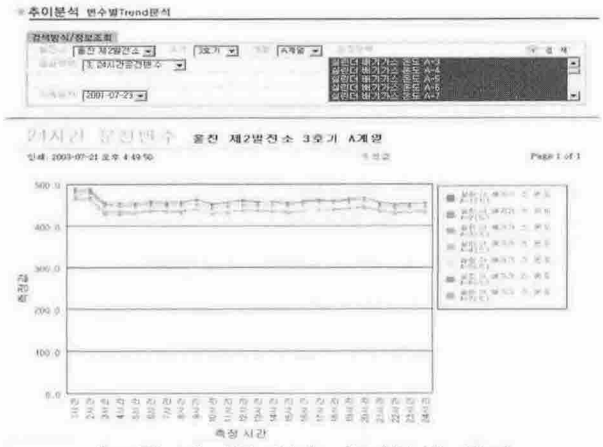
[그림 1] 신뢰도평가 시험주기 결정 화면

또한, 목표신뢰도 감시에서는 20,50, 100 회에 대한 유효시험 실패횟수가 트리거 기준값인 3,4,5 회를 초과하였는지를 평가하여 각 초과 정도에 따른 조치사항을 사용자에게 제공하여 이를 이행토록 함으로서 저하된 신뢰도를 목표신뢰도 수준으로 회복하도록 하는 기능을 제공하고 있다.

2.2 성능감시 모듈

EDG 의 성능을 평가하고 감시하기 위하여 우선 성능감시 변수로 선정된 데이터를 입력 관리하는 데이터입력 모듈과 입력된 데이터를 이용하여 각 변수에 대한 변화 추이를 그래프로 나타내는 성능변수분석 모듈로 구성하였다. 성능감시를 위해 입력되는 변수는 크게 월간 정기시험시

점검되는 자료, 화학분석 결과 자료, 그리고 OH 점검 자료 중 24 시간 점검자료이다. 월간 정기시험 자료는 기동전점검과 운전중점검 자료로 구분하여 관리하도록 하였다. 성능변수분석은 [그림 2]와 같이 성능변수 데이터입력 모듈을 통하여 입력된 각종 변수들의 변화추이를 그래프로 나타냄으로서 허용 기준범위 내에서 정상적으로 운전되고 있는지 혹은 정상범위 내에서 어떠한 경향을 보이고 있는지의 추이를 파악할 수 있도록 하였다.



[그림 2] 성능변수 추이분석 화면

2.3 시스템 관리 모듈

시스템 관리 모듈은 시스템의 사용자 관리 및 인증, 발전소/호기 관리, 점검항목정보 관리 등으로 구성하였다. 사용자 관리 모듈에서는 인증된 사용자만이 접근할 수 있도록 각 사용자별로 권한을 줄 수 있는 기능을 포함하였다. 검항목정보 관리 모듈은 신뢰도 관리시스템의 한 구성요소인 성능감시를 지원하고 비상디젤발전기의 신뢰도 프로그램의 성능감시를 위하여 필수적으로 사용되는 모듈이다. 즉 비상디젤발전기의 성능을 나타낼 수 있는 각종 점검 변수들을 관리함으로서 신뢰도 감시 모듈을 효과적으로 사용할 있도록 하였다 [그림 3]는 점검항목정보 관리 모듈에서 각 항목정보를 관리하는 화면을 나타내었다. 각 발전소 호기 계열별로 성능감시 모듈의 점검항목 정보를 등록 관리 할 수 있다.

[그림 3] 점검항목 변수 관리 화면

4. 결 론

본 논문에서는 중수로형 원전 비상디젤발전기에 대한 종합적인 데이터 관리, 신뢰도 감시, 그리고 성능변화 추이를 분석 감시할 수 있도록 지원해주는 신뢰도 관리 시스템을 웹 환경으로 개발한 결과를 기술하였다. 현재 이 시스템은 울진 3,4 고리 1,2,3,4 호기에서 정기시험 및 운전변수 자료가 입력 관리되고 있으며, 또한, 성능분석을 통한 신뢰도 개선에 적극 활용되고 있다. 비상디젤발전기에 대한 신뢰도 데이터가 누적되고 본 시스템을 효율적으로 활용함으로서 국내 원전 비상디젤발전기의 신뢰도 개선에 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] "NUMARC 87-00 : Guidelines and technical bases for NUMARC initiatives addressing station blackout at light water reactor ", August 1991

[2] Reg. Guide 1.155, "Station Blackout", U.S. NRC, June 1998

[3] 한국원자력안전기술원, "비상디젤발전기 신뢰도 안전성 평가" 1996. 7