

원자력발전소 비상디젤발전기 상태감시를 위한 운전인자 선정에 관한 연구

Selection and Analysis of Operating Parameters for Condition Monitoring of Emergency Diesel Generator at Nuclear Power Plant

박종혁 · 최광희 · 이상국 · 박종은

J. H. Park, K. H. Choi, S. G. Lee and J. E. Park

Key Words : Condition Monitoring(상태감시), Operating Parameter(운전인자), Alarm Parameter(경보인자)
Emergency Diesel Generator(비상디젤발전기), Nuclear Power Plant(원자력발전소)

Abstract : The emergency AC power supply system of the nuclear power plant is designed to supply the power to the nuclear reactor at the emergency operating condition. The safety function of the diesel generator at the nuclear power plant is to supply AC electric power to the plant safety system whenever the preferred AC power supply is unavailable. The reliable operation of onsite emergency diesel generator should be ensured by a conditioning monitoring system designed to maintain and monitor and forecast the reliability level of diesel generator. To do this kind of diesel generator condition monitoring we reviewed several operating factors and history of the wolsong unit 3 diesel generator and selected the proper conditioning monitoring operating factors.

1. 서 론

원자력발전소의 안전성 확보를 위해서는 안전성에 중요한 영향을 미치는 기기에 대해 성능진단, 상태감시, 고장 근본원인 치유 등을 통한 철저한 유지관리를 필요로 한다. 특별히 원자력발전소의 비상교류전력계통은 단일고장 시에도 안전기능을 수행할 수 있도록 충분한 독립성, 다중성, 시험성 등을 확보해야하며, 소외 교류전원 상실시 짧은 시간 내에 안전관련 부하에 전력을 공급하기 위하여 비상교류전력계통의 모션에는 비상디젤발전기가 설치되어 있다. 그러나 소외 교류전원 상실과 동시에 비상디젤발전기마저 운전불능인 경우 원자력발전소내의 교류전원이 완전히 상실되는 소내정전(station blackout: SBO)사고가 발생하게 되어 적절한 시간 내에 비상전원이 복구되지 않으면 발전소를 안전하게 정지시킬 수 없게 된다. 이러한 원자력발전소 정전사고가 발생할 경우 원자로 노심 손상사고로 진

전될 가능성이 크며, 발전소내 정전사고 발생가능성을 줄이는 가장 중요한 척도는 비상디젤발전기의 신뢰도를 높게 유지하여 항상 운전이 가능 하도록 유지·관리하여야 한다. 2001년 3월 대만 만산 원자력발전소 1호기에서 소내·외 전원이 상실되고 2시간 8분 동안 비상디젤발전기가 기동되지 못하는 비상상황이 발생하여 발전소 안전에 지대한 영향을 초래한 사고가 발생한 이후 비상디젤발전기의 신뢰성 향상을 위한 기술 개발의 필요성이 증가하고 있다. 이를 위해 비상디젤발전기의 성능을 실시간 감시하고 이상상태를 예측함으로써 성능을 최적으로 유지할 수 있어야 한다. 이러한 기술 개발을 위해 다음과 같이 세단계로 연구를 수행하고 있다. 첫째 비상디젤발전기의 상태 감시 대상 운전 인자 및 경보인자의 선정, 둘째 감시 진단 기술 개발 그리고 예측 진단 방법의 개발이다. 본 논문은 첫 번째 단계의 연구결과를 중심으로 기술하였다. 즉 원자력발전소에서 운영중인 비상발전기 디젤엔진을 관리하기 위한 체계적이고 종합적인 성능감시 및 고장진단/분석 자료를 제공하고, 비상상황을 방지하기위해 전문지식을 갖추지 못한 엔지니어가 근무할 시에도 위급한 상황에 대처할 수 있는 체계적인 진단관리

접수일: 2007년 7월 3일, 채택확정: 2007년 8월 16일
박종혁(책임저자) : 한전전력연구원 원자력발전연구소
E-mail : sunmin@kepri.re.kr Tel. 042-865-5592
최광희, 이상국, 박종은 : 한전전력연구원

시스템을 개발하기 위한 전단계의 연구로서 디젤발전기의 운전상태를 감시하기 위한 상태감시용 운전인자를 선정하고, 이에 대한 각 인자별 영향을 분석한 결과이다.

2. 선정방법

2.1 운전 및 설계자료 조사

본 논문에서 다루어진 상태감시용 운전인자 선정시 적용된 비상디젤발전기는 현재 월성원자력발전소에서 운영중인 발전기를 대상으로 하였다. 운전 및 설계자료를 조사하는 방법으로는 먼저 현재 운영중인 발전기에 대한 각각의 운전계통을 살펴보고 계통별 운전인자에 대한 분석을 수행한 다음 실제 현장에서 운영중인 현황을 파악하는 순서로 관련 설계자료를 조사하였다. 상태감시용 운전인자를 포함하고 있는 계통은 모두 고온냉각수계통(high temperature cooling water system) 등 6개 계통으로 이루어져 있으며 각각의 계통별 특성을 다음과 같다.

2.1.1 계통별 특성

1) 고온냉각수계통(High Temperature Cooling Water System)

이 계통은 발전기 냉각계통 중에서 엔진자켓(engine jacket)과 실린더헤드를 냉각시키는 계통을 말한다. 이계통의 구성기기로는 고온수 팽창탱크, 고온수 냉각펌프(jacket cooling water pump), 고온냉각수 열교환기(jacket cooler), 3-방향 온도제어밸브 및 고온열교환기 예열기(pre-heating HT heat exchanger) 등으로 구성되어 있다. 이 계통은 크게 두계통으로 나눌 수 있다. 첫째, 고온수 냉각펌프(jacket cooling water pump)로 냉각수를 순환시켜 엔진의 운전 중 발생하는 열을 엔진 자켓으로부터 흡수하여 자켓 냉각기를 통해 냉각수의 열을 방출시키는 계통이 있다. 둘째, 비상디젤발전기의 대기기간 중 고온열교환기 예열기(pre-heating HT heat exchanger)를 통해 Jacket Water를 엔진내부로 순환시켜 발전기의 비상기동 시 급격한 열응력에 의한 엔진의 변형을 피하기 위해 자켓 냉각수를 항상 예열시키는 계통이다.

2) 저온 냉각수계통(Low Cooling Water System)

이 계통은 윤활유 열교환기, 공기냉각기 및 Jacket Cooler를 통해 저온냉각수가 순환되면서 각

계통의 열교환기로부터 발생하는 열을 냉각시키는 계통이다. 이 계통의 구성기기로는 저온냉각수 팽창탱크, 윤활유 열교환기, 공기냉각기, 저온냉각수 펌프, 엔진구동 저온수 펌프, 전동기구동 저온수 펌프 및 3방향 온도제어 밸브 등이 있다.

3) 윤활유계통(Lubricating Oil System)

이 계통은 엔진구동펌프로부터 윤활유가 엔진베어링 및 엔진내부의 각 구동부에 일정한 압력과 온도로 윤활유를 지속적으로 공급하여 엔진의 마모를 최소화시키고 윤활유 자체의 온도로 일정부분 냉각을 시키는 계통을 말한다. 또한 엔진의 운전 대기시간에는 전동기구동 윤활유 펌프를 통하여 윤활유를 엔진내부로 순환시켜 발전기의 비상기동 시 신속한 구동과 초기 기동 시 윤활유 부족으로 인한 마모를 대비하는 윤활유 프라이밍(priming) 계통이 있다. 이 계통의 구성기기로는 엔진구동 윤활유펌프, 예열 윤활유펌프, 3-방향 온도제어 밸브, 자동 윤활유 여과기 및 윤활유 유위 감지기 등이 있다.

4) 연료유계통(Fuel Oil System)

이 계통은 엔진구동을 위한 실린더 내부의 연소를 위해 연료 탱크로부터 여과기를 거쳐 연료유 공급펌프로 연료유를 공급하는 계통이다. 이 계통의 구성기기로는 일일 연료유 저장탱크(fuel oil daily tank), 자동 연료유 여과기(automatic fuel oil filter), 전동기구동 연료유 공급펌프(motor driven fuel oil feed pump) 등으로 구성되어 있다.

5) 배기가스 및 흡기계통(Exhaust Gas and Intake Air System)

이 계통은 크게 두 계통으로 나뉘는데 첫째로 엔진구동의 연소를 위한 과급공기를 보내는 소기계통과 실린더 내부의 연소폭발로부터 나오는 고온고압의 가스가 터보차저를 구동시키고 배기관을 통하여 대기로 방출되는 계통이다. 이 계통의 구성기기로는 연소용 공기 흡입여과기(air intake filter), 연소용 공기흡입 소음기(air intake silencer), 연소용 공기흡입 배관(air intake pipe spool), 신축 연결관(expansion bellows), 과급기(turbocharger), 신축 연결관(expansion joint), 배기 모뎀관(exhaust gas pipe spool), 배기가스 소음기(exhaust gas silencer), 연통(stack) 등이 있다.

6) 구동 및 공기계통(Starting and Control Air System)

이 계통은 디젤발전기 엔진의 운전이 필요한 경우 엔진의 초기회전에 의한 강제압축폭발을 일으키

기 위해 엔진을 강제로 구동시키는데 필요한 압축 공기를 공급하는 계통으로 엔진 제어 룸에서 원격으로 기동시키는 장치와 현장에서 수동으로 기동시키는 장치가 있다. 이 계통의 구성기기로는 기동용 공기압축기(starting air compressor), 기동용 공기저장조(starting air receiver), 과속도 제어용 공기저장조(control/over speed air receiver), 기동용 공기밸브(starting air valve), 과속도 공기랙(over-speed air rack) 등이 있다.

2.1.2 운전인자 분석

1) 현재 운영중인 인자

월성원자력발전소 비상디젤발전기에서 현재 설치되어 이용되고 있는 설비의 인디케이터 및 압력/온도 센서들을 계통별로 나열하고 각각의 기능 및 기술 사양별로 구분하였다. 현재 월성 3호기 비상 발전기 시스템에 이용되고 있는 현장 지시계 및 온도 스위치는 캐필러리 와이어(capillary wire)를 통하여 온도를 전달하고 온도의 경우 부르동 형식(bourdon type)의 온도 감온통(thermer well) 센서를 가진 형태로 온도 범위에 따라 10~120, 압력의 경우 10mm정도의 지름을 가진 파이프를 통하여 지시계 및 압력스위치로 압력이 전달된다. 이렇게 현재 운영중인 인자를 계통별로 조사하여 종합한 결과는 다음과 같다.

Table 1 Present operating factors

계통이름	인자수	온도범위	압력범위
고온냉각수계통	12개	56℃~82℃	1.2~3bar
저온냉각수계통	10개	47℃~55℃	1~3bar
윤활유계통	11개	45℃~63℃	0.005~5.5bar
연료유계통	11개	37℃	0.2~5bar
구동/공기계통	13개	-	7~40bar

2) 운영중인 설비 특성

월성원자력발전소 비상디젤발전기의 감시 시스템은 크게 현장에서만 확인 가능한 온도 및 압력 지시계, 그리고 레벨을 감시하는 계기들로 구성으로 되어있다. 각각의 운전인자의 한계 값이 설정되어 있는 온도, 압력 및 레벨 스위치가 설치되어 한계 값에 도달하면 알람이 발생하도록 설계되어져 있다. 온도와 압력 감시의 경우 센서에서 감지된 값은 현장 지시계에 나타나고, 온도 및 압력 스위치에서 감지된 값은 한계값의 도달여부에 따라 ON/OFF 신호로 경보를 울리도록 설계되어있다.

2.2 고장 및 정비 이력분석

그동안 월성원자력발전소에서 경험한 상태감시용 운전인자 및 경보인자에 대한 디젤발전기를 정비이력에 대한 분석과 해외 원자력발전소에서 경험한 정비이력을 조사한 결과는 다음과 같다.

2.2.1 월성원자력발전소 정비이력

월성원자력 3호기의 경우 대략 3년 4개월간의 정비이력 분석 결과 PLC FIRST STAGE FAILURE 경보 8건, AIR COMPRESSOR FAULT 경보 5건, 발전기 역률의 제어반과 현장지시치의 차이 2건, 그 외 WATER PRESENCE LINE A or B FAULT 경보, OVERSPEED 경보, 발전기 베어링 온도, 엔진입구 연료유 압력, 고온냉각수 입구 온도, 고온냉각수 출구 온도, 엔진입구 윤활유 온도 경보가 각각 1건 씩 발생했다. 이러한 정비이력 분류 결과 PLC 설비의 노후화나 다른 이유로 인한 경보가 제일 빈번했고, 이에 대한 근본적인 해결책이 필요하다고 판단되어진다.

2.2.2 해외 원자력발전소 정비이력 분석

해외 원자력발전소에서도 국내원자력발전소와 유사한 정비이력이 있는 것으로 조사되었는데, 주요 정비관련 인자로는 연료유 필터 차압, 크랭크 케이스 압력, 윤활유/열교환기 입출구 냉각수 온도, 고온냉각수 입출구 온도 등에 의한 문제로 인해 발전기를 정비한 경험이 있는 것으로 분석되었다.

2.3 기존 성능감시 기술 분석

비상디젤 발전기의 상태감시 및 진단시스템을 구현하기 위해 선정된 인자들을 DMDS(diesel engine performance monitoring and diagnosis system), 한수원의 신뢰도 평가 프로그램 및 IEEE 387 -1995에서 권장하는 인자들과 비교하여 각각의 시스템 및 각종 인자들이 갖는 성능을 파악하였으며, 각각의 유사인자들을 계통별로 분류하여 비교하여 보았다.

2.3.1 실시간 모니터링 경향 조사

현재 월성의 다른 비상발전기에서 사용 중인 신뢰도 평가 프로그램의 적용인자를 분류해 보면 냉각수 계통 7개 인자, 윤활유 계통 3개 인자, 연료유 계통 2개 인자, 배기 계통 22개 인자, 엔진 계통 7개 인자, 발전정보 8개 인자로 나뉜다. 그러나 위의 적용인자는 실시간 감시 인자가 아닌 엔진 운전 중 작

업자의 수동 입력으로 각 인자 값의 분석을 하는 관 계로 엔진의 정보값 취득이나 입력시간 소모 등의 이유로 엔진 운전상태의 분석결과 도출에 있어서 시간지연이 불가피하다. 이러한 사항을 고려하여 각 종 인자들의 실시간 정보를 신뢰도 프로그램과 공유한다면 제안인자의 상태감시 및 진단에서 오는 비상발전기 신뢰도의 증진 및 신뢰도 프로그램과의 상호보완 측면에서 또한 효율을 극대화 시킬 수 있다고 보여진다. 또한 울진 원자력 발전소 5,6호기에서 사용 중인 DMDS의 인자 성격을 분석해 본 결과 고온냉각수 출구(공통), 윤활유 엔진 입구 압력/온도, 배기가스 온도, TURBO CHARGER 입/출구 온도, 베어링 온도, 흡기 압력/온도의 엔진의 성능감시의 필수인자들만을 실시간으로 감시하였고 그 외의 인자는 경보인자에 적용시켜 상태감시를 하고 있는 것이 확인되었다.

2.3.2 경보인자 구성요소 조사

현재 월성원자력발전소에서 사용하고 있는 경보인자는 총 84개로 구성되어 있으나 DMDS 경우는 총 118개의 경보인자를 사용하고 있었다. 이러한 두 시스템 사이의 경보인자는 공통적인 인자도 있을뿐더러 다소 약간의 차이가 있음을 확인하였다. 특히, DMDS의 경우 발전정보 측면에서 보다 상세하게 시스템을 감시하고 있는 것으로 파악되었다.

2.4 운전인자 및 영향 분석

각 계통의 미치는 영향이 큰 운전인자인 압력과 온도가 계통에 미치는 영향과 각각의 개별적 인자가 계통에 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같음을 확인하였다.

2.4.1 저온 냉각수 계통

냉각수 압력은 엔진의 회전에 의하여 작동되는 엔진 구동 원심 순환펌프에 의하여 형성 되므로 엔진의 속도가 과 속도에 이르지 않는 한 냉각수의 압력은 높은 압력이 되지 않는다. 냉각수의 저 압력은 엔진 구동 펌프의 고장, 냉각수의 부족, 냉각수 계통내의 공기 침투 등의 원인이 있으며, 기관을 냉각하고 나오는 고온의 청수와 윤활유 등은 각 계통의 열교환기를 통해 온도가 적당히 조절 되는데 저온냉각수의 압력이 낮아 충분하지 못한 냉각수가 공급되면 각 계통의 열교환기는 제 기능을 할 수 없다.

2.4.2 고온 냉각수 계통

냉각수 압력 저하는 충분한 냉각수가 공급되고 있지 않는 것이며 불충분한 냉각수 압력의 저하는 모든 마찰부에 과열을 일으키게 된다. 냉각수 온도는 윤활유의 점도 및 소모량에도 영향을 미친다. 냉각수의 온도가 너무 높으면 윤활유의 사용량이 증가하며, 라이너 및 피스톤링의 마모를 증가 시킨다. 반대로 냉각수의 온도가 너무 낮으면 불완전 연소의 원인이 되고, 연소 생성물에 의한 부식발생으로 마찰 손실이 커지고, 기계효율이 저하하여 결과적으로 연료소비량이 증가하게 된다.

2.4.3 윤활유 계통

윤활유는 비상발전기에 냉각, 밀봉, 윤활, 세정을 부식 보호, 완충 역할을 하므로 윤활유의 압력이 감소하였다는 것은 윤활유의 흐름이 감소하였다는 것을 의미한다. 또한 윤활유는 냉각의 역할을 수행하므로 윤활유의 온도가 상승한다는 것은 열교환기 막힘, 고온 냉각수의 누수, 자동온도 조절밸브의 고장, 순환수 펌프의 불량, 냉각수의 온도상승과 배기가스 온도상승으로 인한 엔진의 과열이 원인이다. 윤활유의 고온은 기름의 점도가 떨어지고 유막 두께는 얇아지며 금속 접촉이 되기 쉽다. 또한 산화속도가 급속히 빨라지고 열화 하여 탄화물의 퇴적을 만든다.

2.4.4 연료유 계통

엔진에 공급되는 연료유의 압력이 낮아지는 원인은 연료유 필터의 막힘, 연료유 구동펌프의 고장, 연료유의 다량수분 함유 등이 있으며, 엔진이 운전 중일 때 연료유 압력이 설정치 이하로 감소한다면 엔진이 지속적으로 운전되지 못하고 스피드가 감소하게 된다. 이런 엔진에 공급 되는 연료유량은 엔진의 부하, 출력, 전압, 주파수에 영향을 미친다. 즉 연료공급의 부족으로 인해 연료분사의 이상 시 엔진의 노킹 또는 불규칙하게 요동할 수 있고, 다양한 색의 배기가스 매연이 발생 할 수 있다. 또한 연료소비가 과다한 경우에는 연료계통의 누설, 인젝터의 과대 마모, 분사 타이밍의 지연, 엔진에 과부하, 엔진간의 부하분배 불량 등의 원인으로 발생할 수 있다.

2.4.5 흡배기 계통

연소용 공기의 압력이 기준치 보다 이하이면 원활한 공기가 공급되지 못하고 실린더의 배기가스의 고온의 원인이 된다. 연소용 공기압력이 기준치이상

이라 하더라도 각 실린더에 공급 되는 흡기에 압력 차가 심하게 되면 실린더 배기가스의 평균온도 편차의 원인이 될 수 있다. 디젤엔진은 공급된 연료의 양에 관련된 연료 펌프의 분사압력, 실린더의 폭발압력, 연료가 폭발로 피스톤을 왕복 운동 시키고 가스로 배출되는 실린더의 배기가스로 성능을 측정할 수 있다. 펌프의 분사압력은 정비 시 시험 장치를 통해 측정할 수 있고, 실린더 최고 폭발압력은 측정 장비와 측정배관, 밸브가 설치되어 있어야 한다. 그러므로 실린더별 엔진의 성능을 연속 적으로 파악할 수 있는 변수는 배기가스 온도이다. 즉 배기가스온도로 실린더별 엔진성능을 근사적으로 추정할 수 있다.

2.4.6 구동 및 공기계통

엔진 시동 공기가 부족해 압력이 낮다면 엔진이 시동에 실패하거나 시동 시에도 천천히 회전하여 착화속도에 도달하지 못해 지속적 운전을 하지 못하게 된다. 또한 Control Air는 엔진과 엔진 운전엔 필요한 보조 계기등이 동작하고 제어하는데 필요한 공기를 공급하며, Control Air의 압력 저하는 엔진과 엔진 보조 계기등을 제어하고 동작하는 것을 어렵게 만든다. 공기 압축기가 작동하지 못하는 비상상황 시 제어공기는 계속 소모하면서 엔진에 운전을 유지해 준다.

3. 선정결과

3.1 감시 대상인자 선정 기준

상태감시 인자의 선정기준으로는 실시간 데이터 감시(Monitoring)요소, 중요도 및 현재 발전소가 운영중 이기 때문에 선정된 인자들의 계측기를 설치하는 작업시기에 따라서 분류하였으며, 분석한 결과는 다음과 같다.

Table 2 Categorize of monitoring factors to effect the engine operation

구분	선정기준
Heavy	엔진의 운전엔 직접적인 영향을 미치는 인자(Trip과 Starting Interlock 조건)
Middle	엔진의 운전엔 직접적인 영향을 미치지 않는 기관의 운전성능 및 고장진단에 필요한 인자
Light	기타 운전성능이나 고장진단에 도움이 되는 인자
작업기간	계획예방정비 기간이나 경상정비 기간에 따른 설치작업

3.1.1. 실시간 데이터 감시(Monitoring) 요소

압력과 온도는 엔진에 각 계통에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 또한 엔진 운전의 결과로 측정되어지는 발전 정보 등은 엔진성능을 감시하는 중요 요소들이다. 이러한 중요 요소들은 엔진의 기동과 정지, 운전 시 값이 크게 변화 하게되고 이런 변화들은 엔진 상태를 분석하는데 중요하게 작용하게 된다.

3.1.2 감시대상 운전인자 분류 기준

각 운전인자를 엔진에 영향을 미치는 중요도에 따른 기준으로 Heavy, Middle, Light 등 다음과 같이 3단계로 분류하였다.

3.1.3 교체 작업시기에 따른 분류

선정된 운전인자는 운영중인 발전소의 경우 현장 조사 결과에 따라 계측기의 설치를 위해 작업시기에 따라 분류하였다. 즉 비상디젤발전기 엔진운전이 정지되는 계획예방정비 기간동안 수행해야 하는 작업과 일반 경상정비 기간동안 수행해야 하는 작업으로 구분하였다.

Table 3 Categorize of replacement work condition

구분	계획예방정비	정상정비기간
운전인자 수	10	96
경보인자 수	0	72
합계	10	168

3.1.4 선정대상 감시대상 운전인자

현재 운영중인 운전인자 분석과 현장조사를 하였으며, 실시간 데이터 감시가 필요성을 기준으로 전체 사용가능한 감시대상 인자를 조사하였다. 감시대상 운전인자를 조사한 결과 운전인자 106개소, 경보인자 72개소 등 총 178개소를 감시대상 운전인자로 파악되었다.

3.2 감시대상 운전인자 선정 결과

상기 선정기준에 따라 비상디젤발전기 운전상태 감시용 운전인자를 비상디젤발전기 운전인자와 경보인자로 구분하여 선정하였으며, 최종적인 상태감시용 운전인자로 총 165개를 선정하였다.

3.2.1 운전인자

현재 운영중인 비상디젤발전기의 운전상태를 감

시하기 위한 운전인자 106개에 대한 최종선정을 위한 분석 및 전문가 검토회의를 개최하였다. 최종 선정을 위한 선정기준으로는 운전인자를 경보인자로 대체할 수 있는지 여부, 온도제어밸브의 영향으로 온도이상 상태 감시 부정확 여부, 다른 인자를 통해 데이터 값 취득가능 여부, 중요도와 사용빈도 고려, 압력 변화치의 고저 및 설치위치에 따른 온도측정 부정확 등을 고려하였다. 이러한 고려사항을 기준에 따라서 106개 인자 중에서 84개 인자를 선정하였다.

3.2.2 경보인자

경보인자에 대해서는 현재 운영중인 PLC 카드 입력측에서 확장하지 않고 출력측에서 확장하기로 전문가 회의에서 결정함에 따라 총 72개소에서 60개소인자로 축소하였으나, 비상디젤발전기 운전상태와 제어를 용이하게 하기 위하여 21개소를 추가하여 총 81개로 선정하였다.

Table 4 The final number of factors

구분	기존 인자	선정인자	추가인자
운전인자	106개	84개	0개
경보인자	72개	60개	21개
합계	178개	144개	21개

5. 결 론

본 논문에서는 원자력발전소 외부전원 상실시 발전소를 안전하게 운영하기 위해 필요한 최소한의 소내 교류전력을 공급하는 비상디젤발전기의 운전상태 감시를 위한 상태감시용 운전인자 선정에 대해서 연구를 하였다. 이러한 상태감시용 운전인자에 대한 선정방법 및 결과를 요약하면 다음 같다.

1) 비상디젤발전기 상태감시용 운전인자를 선정하기 위해서 실시간 데이터 감시요소와 각 운전인자가 엔진상태에 영향을 주는 중요도에 따라서 구분하였다. 이렇게 구분한 결과 엔진운전에 직접적인 영향을 미치는 운전인자 106개와 엔진운전에 직접적인 영향을 주지는 않지만 엔진운전 상태를 감시할 수 있는 경보인자 72개에 대한 인자별 영향을 분석하였으며, 이러한 분석결과를 기준으로 원자력발전소 비상디젤발전기 상태감시용 운전인자를 선정하였다.

2) 비상디젤발전기의 운전상태를 효과적으로 감시하기 위한 인자들을 선정하기 위해서 현장 전문

가의 의견과 최종선정기준을 마련하여 최종적으로 운전인자와 경보인자를 구분하여 선정하였다. 운전인자의 경우 106개 운전인자 중 84개 인자를 선정하였으며, 경보인자의 경우 PLC카드의 확장성을 고려하여 72개의 경보인자를 60개로 축소하였으나 디젤발전기의 운전상태와 제어를 용이하게 하기위해서 21개 인자를 추가하여 선정하여 총 165개 인자를 선정하였다.

3) 향후 원자력발전소 소외전원 상실시 교류전력을 공급하는 비상디젤발전기가 항상 이용가능 하도록 운전상태를 감시하고 진단하는 진단감시 시스템 개발시 이용 가능한 상태감시용 운전인자에 대한 선정과 영향분석에 대한 본 연구결과가 유용하게 활용될 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 최광희 외 6명, 2004. 3, “비상디젤발전기 신뢰도 프로그램 확대개발”, 한국수력원자력(주) 연구개발 최종보고서, pp. 58~138.
2. Reg Guide 1.9 Rev.2, Selection, Design, and Qualification of DG Units used as Standby Electric Power System at Nuclear Power Plants, 1979. 12.
3. 김동목 외 4인, 2007.3, “월성 3,4호기 예비디젤발전기 운전인자 감시 및 진단기술 개발 연구개발 보고서”, pp. 5~138.