

## 비상발전기 혼소시스템 구축에 따른 기계적 안전성에 관한 연구

임현성\*, 한운기\*, 정진수\*, 송영상\*, 조성구\*  
한국전기안전공사 전기안전연구원\*

### A Study on mechanical safety of emergency generator by bi-fuel system

Hyun-Sung Lim\*, Woon-Ki Han\*, Jin-Soo Jung\*, Chan-Urm Park\*, Young-Sang Song\*, Sung-Koo Cho\*  
Korea Electrical Safety Corporation\*

**Abstract** - 최근 증가하는 전력 수요로 인하여 전국에 분포되어 있는 비상발전기를 활용하는 방안이 대두되고 있다. 전국에 설치되어 있는 비상발전기의 대부분은 디젤 연료를 기반으로 운전되고 있으며 가동 시 매연 및 경제성이 낮은 단점을 가지고 있다. 이에 최근 디젤 연료에 가스 연료를 혼합하여 발전하는 혼소시스템이 보급되고 있다. 본 논문에서는 비상발전기의 혼소시스템 구축 시 기계적 안전성을 검증하고자 한다.

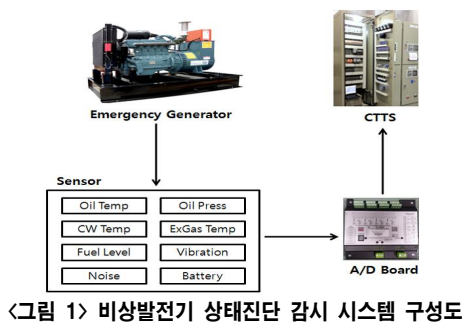
#### 1. 서 론

경제 성장에 따른 전력 수요는 지속적으로 증가하고 있다. 피크 전력에 대한 대응책으로 전국에 분포되어 있는 비상발전기를 활용하는 방안이 대두되고 있다[1,2]. 국내 설치되어 있는 비상발전기의 대부분은 디젤 연료를 사용하고 있으므로 가동 시 NOx, SOx 등과 같은 오염물질이 배출된다. 대기환경보전법 상 비상발전기의 경우 비상용으로 구분되어 배출 오염 제한 기준에 적용을 받지 않으나 향후 비상발전기를 상용 자원으로 활용하기 위해서는 오염 물질 기준에 대한 검토가 필요한 실정이다. 이에 기존 디젤 엔진 방식의 비상발전기에 가스를 혼합하여 사용하는 혼소발전시스템이 적용되고 있다. 혼소발전시스템은 환경 오염물질을 저감시킬 수 있을 뿐만 아니라 유가 대비 경제성을 확보할 수 있으나 기존 시스템의 변경에 따른 안전성에 대한 검토가 필요하다. 이에 본 논문에서는 비상발전기의 혼소시스템 개조에 따른 비상발전기의 상태 감시를 통하여 기계적 안전성을 검증하고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 비상발전기 진단시스템 개발

비상발전기의 혼소시스템 적용에 따른 기계적 안전성을 검증하기 위하여 본 연구에서는 비상발전기의 상태를 진단할 수 있는 시스템을 개발하였다. KOSHA CODE E-84-2011 비상발전원의 선정 및 설치에 관한 기술 지침에 의거하여 비상발전기의 상태를 진단할 수 있는 항목을 설정하고[3] 그림 1과 같이 비상발전기의 오일, 냉각수, 배기가스, 연료 상태 등을 측정할 수 있는 센서를 부착하고 여기서 발생되는 아날로그 데이터를 A/D 보드를 거쳐 디지털 데이터로 변환하여 비상발전기의 상태를 감시할 수 있는 시스템을 구성하였다.[4]



〈그림 1〉 비상발전기 상태진단 감시 시스템 구성도

##### 2.2 비상발전기 혼소시스템 구축

비상발전기의 혼소시스템을 구축을 위하여 본 연구에서는 그림 2와 같이 1,000kW급 비상발전기에 가스 공급 장치를 설치하였다.

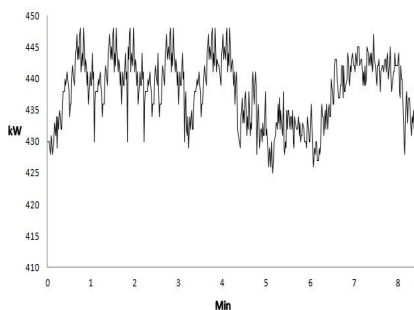


〈그림 2〉 비상발전기 혼소발전 시스템

여기에 가스 및 디젤 투입량에 대한 사용자에게 모니터링을 제공하는 패널을 설치하여 가스발전량, 디젤발전량 및 이에 따른 혼소비 정보를 제공할 수 있도록 설비를 구성하였다.

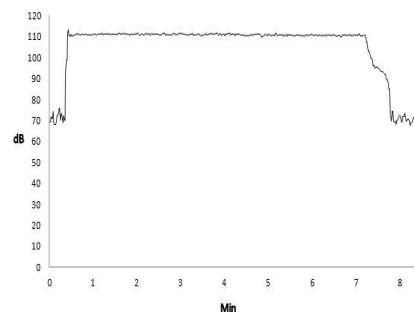
##### 2.2 혼소시스템 가동에 따른 비상발전기 상태 측정 결과

혼소시스템 가동에 따른 비상발전기 상태를 측정하기 위하여 본 연구에서는 비상발전기의 시운전을 통해 비상발전기로부터 취득된 데이터를 분석하였다.



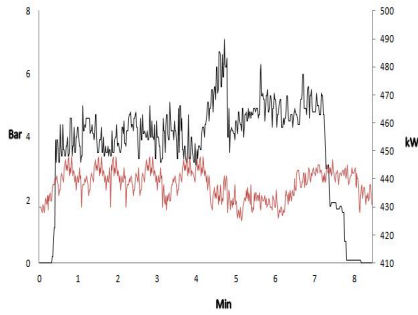
〈그림 3〉 부하의 유효전력량

그림3은 비상발전기 가동 시 부하의 유효전력량을 측정된 결과로 평균 436kW를 유지하는 것으로 나타났으며 비상발전기 용량 대비 43.6% 부하율을 보이는 것으로 나타났다.



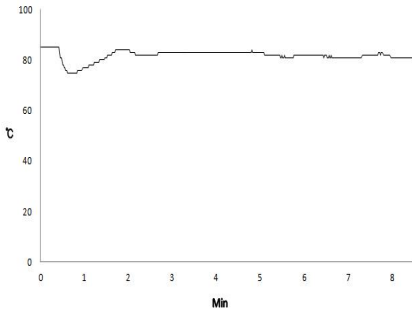
〈그림 4〉 발전기실 소음 측정 결과

그림 4는 시운전에 따른 발전기실 소음을 측정된 결과로 초기 기동 및 발전기 무부하 운전시 소음은 약 70dB로 측정되었고 부하 운전시 소음은 약 110dB로 증가하는 것으로 나타나 발전기 엔진 상태나 부하의 급변에 따른 소음과의 상관관계를 보이는 것으로 도출되었다. 따라서 발전기실 소음의 지속적인 모니터링을 통한 비상발전기의 이상 유무를 판단할 수 있는 근거가 될 수 있을 것으로 사료된다.



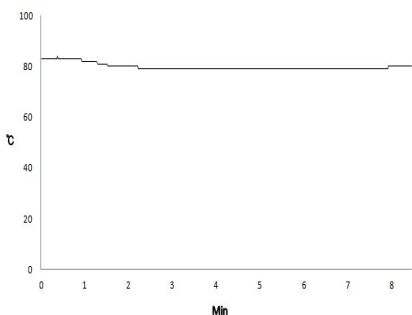
〈그림 5〉 오일 압력 및 유효부하량 측정 결과

그림 5는 발전기의 오일 압력을 측정된 결과로 부하 운전 시 평균 4.3Bar의 압력을 유지하는 것으로 나타났다. 일부 구간에서 오일 압력이 순간적으로 증가하는 것으로 측정되었는데 유효 전력량과 비교한 결과 해당 구간에서 전력량이 감소하면서 오일이 압력이 상승하는 것으로 나타났다.



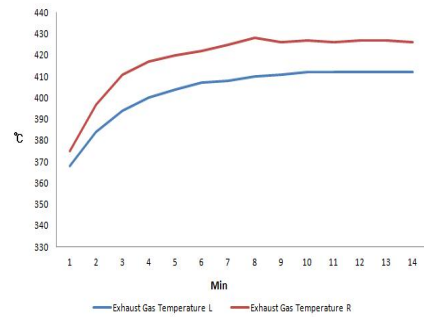
〈그림 6〉 냉각수 온도 측정 결과

그림 6은 발전기 냉각수 온도를 측정된 결과로 평균 81°C를 유지하는 것으로 나타났으며 일반적인 비상발전기 냉각수 기준 온도인 110°C 이하를 유지하고 있으므로 본 실험 결과 냉각 계통 상태가 양호한 것으로 나타났다.



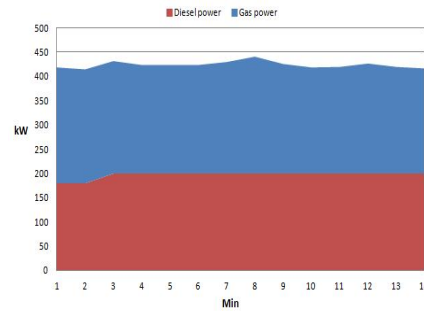
〈그림 7〉 오일 온도 측정 결과

그림 7은 비상발전기의 오일 온도를 측정된 결과로 평균 약 79.7°C를 유지하는 것으로 나타나 오일 기준 온도인 100°C이하를 유지하고 있는 것으로 나타났다.



〈그림 8〉 혼소비 및 혼소 발전량 측정 결과

그림 8은 배기가스 온도를 측정된 결과로 왼쪽 배기가스 온도는 약 412°C, 오른쪽 배기가스 온도는 약 426°C를 유지하고 있는 것으로 나타났으며 일정 온도 이후 안정화 되는 추세를 보였다.



〈그림 9〉 혼소비 및 혼소 발전량 측정 결과

그림 9은 혼소 발전에 따른 가스 및 디젤 출력량에 대한 측정결과로 부하율 20%까지는 디젤 출력을 담당하고 있는 것으로 나타났으며 이후 출력량은 가스 출력이 담당하는 것으로 나타났다. 이는 제어 모듈에서 디젤 엔진 보호를 위하여 부하율 20%미만에서는 디젤 연료로 발전하도록 제어하고 20% 이상의 부하량에 대해서는 가스 연료가 담당할 수 있도록 제어하기 때문이다. 또한, 가스 및 디젤 연료에 대한 혼소비는 최소 51%, 최대 57%로 평균 53%의 혼소비가 도출되었다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 비상발전기의 혼소 공급 시스템 설치에 따른 기계적 안전성을 판단하기 위하여 비상발전기의 유지 관리 항목으로부터 진단 항목을 검출하고 이를 모니터링을 할 수 있는 시스템을 구축하였고 혼소 공급 시스템을 설치하였다. 실제 현장에서의 비상발전기를 대상으로 혼소시스템을 시운전한 결과 기존의 비상발전기 운전과 동일하게 안정적으로 운전되고 있는 것으로 나타났다. 이때의 혼소비는 평균 53%로 도출되어 가스와 디젤 연료량이 약 1:1의 비율로 공급되고 있는 것으로 나타났다 같은 출력량을 공급하는 데 있어 연료비 절감이 가능하며 이로 인한 경제적인 편익이 발생할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 디젤 연료량이 절반으로 감소하였기 때문에 이에 따른 환경 오염 물질 배출량도 저감될 것으로 기대된다.

본 사례연구를 통해 기존의 디젤 엔진에 혼소 공급 장치를 설치하여 비상발전기의 안정적인 운전이 가능할 것으로 판단되며 향후 경제성 및 환경적인 측면에서의 편익에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### [참 고 문 헌]

[1] J.K. Choi J.H, Jung J.H Lim S.S Ma K.J. Park, "A Study on Utilization of Backup Generators for Demand Side Management" KIEE. 2012.05  
 [2] 지식경제부, "자가발전기의 수요관리지원 활용 확대방안 연구", 2012  
 [3] KOSHA, 비상전원의 선정 및 설치에 관한 기술지침, 2011  
 [4] 임현성, 한운기, 정진수, 박찬업, 송영상, 조성구, "비상발전기 기계적 상태 감시를 통한 전기안전시스템 구축 연구", 대한전기학회, 2014