

비상용 발전기 자원화 확대를 위한 현장실태조사에 관한 연구

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

A Study on Site Survey of Emergency Generator for Resources

Sung-Koo Cho*, Woon-Ki Han*, Jin-Soo Jung*, Young-Sang Song*, Hyun-Sung Lim*
KESCO Electrical Safety Research Institute*

Abstract - As a result of increasing power demand and concern about power supply shortage in the world, various energy sources without depletion of fossil fuel are installed to electrical network. Above all, nuclear energy can be considered as the most economical energy source to generate electricity. But recently, due to problem of safety which has emerged as a key social issue, additional construction of nuclear power plants is difficult. In order to replace nuclear power, researches on the emergency generator have been actively conducting. This study conducted a survey of public institutions about specification of backup generator system and current states to secure available capacity.

1. 서 론

최근 전 세계적으로 전력수요증가 및 전력수급위기에 대한 관심의 증가로 인하여 화석연료를 사용하지 않는 다양한 발전원들의 전력계통 접속이 늘어나고 있다. 그 중에서도 원자력발전원은 안정적인 원료 공급과 높은 경제성 및 효율성으로 인하여 전체 발전원에서 원자력발전 비율이 차지하는 비율이 높아지고 있다. 하지만 최근 후쿠시마 원전 사태로 인하여 원자력발전소의 사고 위험성으로 인하여 신규 원자력 발전소 건립이 난항을 겪고 있어, 추가 원자력 발전소 건립 없이 전력 예비율을 확보하기 위한 방안 등이 제시되고 있다. 그 중에서도 발전소 및 추가 송전선로를 건립하지 않고 기존 건물에 설치되어 있던 비상발전기를 활용하여 전력수급 위기 때 가동함으로써 예비율을 확보하는 방안이 설득력을 얻고 있다. 한국전기안전공사 자료 조사 결과 2014년 기준 국내 비상발전기 전체 용량은 23 GW로, 원전 약 23기에 해당하는 용량을 가지고 있다. 하지만 이중 경제성 및 효율성, 발전기 관리로 인한 실제 자원으로서 활용이 가능한 발전기에 대한 조사는 이루어지지 않았다.

따라서 본 논문에서는 비상용 발전기의 자원화 확대를 위한 기초 설문조사에 관한 연구로서 전국 공공기관 기관을 대상으로 현장에 설치되어 있는 비상발전기 중 750 kW 이상의 용량을 가지고 있는 사이트를 대상으로 비상발전기 주요 제원 및 수배전 설비 현황에 대하여 실태조사를 실시하였다.

2. 본 론

2.1 비상발전기 운영 실태조사 개요

전력 피크 등의 국가 재난에 대비하여 공공기관의 비상발전기 활용현황 실태조사를 실시하였다. 한국전기안전공사 자료 조사 결과 2014년 기준 국내에 설치되어 있는 비상발전기 수는 약 74,684대, 전체 용량은 약 23 GW로 원전 약 23기에 해당하는 용량을 가지고 있다. 이중 750 kW 용량 이상의 비상용 발전기를 보유한 공공기관은 약 372개로 조사되었고, 372개 공공기관을 대상으로 비상발전기 상세 스펙 및 수전설비 현황에 대하여 현장조사를 실시하였다.

〈그림 1〉 비상발전기 현황 실태 조사표

2.2 비상발전기 지역별 설치 현황

750 kW 용량 이상의 비상발전기가 설치되어 있는 전국 공공기관을 실태조사 대상 현장으로 선정하였고, 현장실태조사를 실시한 372개 공공기관에 대하여 지역별로 분류하였다. 750 kW 용량 이상의 비상발전기 설치되어 있는 조사대상 공공기관 대부분이 수도권에 위치해 있었으며 약 48% 이상이 서울 인천 경기 지역에 위치하고 있다. 그 외 강원권 약 4%, 경상권 약 19%, 충청권 약 18%, 전라권 약 10%로 나타났다.

〈표 1〉 조사대상 지역별 현황

| 구분 | 서울 | 인천 | 경기 | 강원 | 대구 경북 | 부산 경남 | 대전 충남 | 충북 | 전북 | 광주 전남 | 합계 |
|--------|------|-----|------|-----|----------|----------|----------|-----|-----|----------|-----|
| 기관수 | 94 | 21 | 65 | 14 | 28 | 44 | 53 | 16 | 13 | 24 | 372 |
| 비율 (%) | 25.3 | 5.6 | 17.5 | 3.8 | 7.5 | 11.8 | 14.2 | 4.3 | 3.5 | 6.5 | 100 |

2.3 실태조사 응답 현황

총 372개 공공기관을 선정하여 비상발전기 운영실태를 조사하였고 372개의 실태조사표가 취합되었으나, 보안상 접근이 어려운 군부대 및 부하량이 적어 설비개선 효과가 낮은 공공기관 113개를 제외한 259개 공공기관에 대한 실태결과를 토대로 비상발전기 운영실태를 분석하였다. 따라서 총 372개 기관 중 실태조사가 반영된기관은 69.6%(259개), 반영되지 않은 기관은 30.4%(113개)로 나타났다.

〈표 2〉 실태조사 응답 결과

| 구분 | 조사 | 미조사 | 합계 |
|--------|------|------|-----|
| 기관수 | 259 | 113 | 372 |
| 비율 (%) | 69.6 | 30.4 | 100 |

2.4 건물용도별 현황

조사가 완료된 259개 공공기관에 설치되어 있는 비상발전기는 총 342대로 조사되었으며 342대의 비상발전기를 공공기관 건물용도별로 나타내었다. 분류는 정부·국회, 법원, 지자체, 공공기관, 교육기관(대학교), 군부대, 기타 등으로 하였다. 설문조사 참여 공공기관의 건물용도별 비상발전기 설치 현황은 정부·국회 8.2%(28개), 법원 2.6%(9개), 지자체 14.9%(51개), 공공기관 20.2%(69개), 교육기관 16.1%(55개), 군부대 2.9%(10개), 기타 34.5%(118개) 등으로 나타났다.

〈표 3〉 조사대상 건물용도별 현황

| 구분 | 정부 국회 | 법원 | 지자 체 | 공공 기관 | 교육 기관 | 군부 대 | 기타 | 미기 재 | 합계 |
|-----------|----------|-----|---------|----------|----------|---------|------|---------|-----|
| 발전 기수 | 28 | 9 | 51 | 69 | 55 | 10 | 118 | 2 | 342 |
| 비율 (%) | 8.2 | 2.6 | 14.9 | 20.2 | 16.1 | 2.9 | 34.5 | 0.6 | 100 |

2.5 비상발전기 용량 현황

현재 현장에 설치되어 있는 비상발전기의 용량 현황을 나타내었다. 1000 kW 이하의 발전기 비율은 35.7%(122개), 2000 kW 이하의 발전기 비율은 32.2%(110개), 3000 kW 이하의 발전기는 15.5%(53개), 3000 kW 용량을 초과하는 발전기는 16%(55개)로 조사되었다.

<표 4> 비상발전기 용량 현황

| 구분 | 1,000 kW 이하 | 2,000 kW 이하 | 3,000 kW 이하 | 3,000 kW 초과 | 미기재 | 합계 |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|-----|
| 발전기수 | 122 | 110 | 53 | 55 | 2 | 342 |
| 비율 (%) | 35.7 | 32.2 | 15.5 | 16 | 0.6 | 100 |

2.6 비상발전기 사용연수 현황

현재 현장에 설치되어 있는 비상발전기의 제작년도 현황을 조사하였다. 조사결과 5년 미만의 발전기수는 총 91대로 약 26%의 비율로 나타났고, 5~10년 미만의 발전기는 총 95대로 27.8% 비율로 나타났다. 또한 10~15년 미만의 발전기수는 약 141대로 41.2%로 10년 이상 15년 미만인 비상발전기가 다수 설치되어 있는 것으로 나타났다.

<표 5> 비상발전기 사용연수 현황

| 구분 | 5년 미만 | 5~10년 미만 | 10~15년 미만 | 미기재 | 합계 |
|-------|-------|----------|-----------|-----|-----|
| 발전기수 | 91 | 95 | 141 | 15 | 342 |
| 비율(%) | 26.6 | 27.8 | 41.2 | 4.4 | 100 |

2.7 비상발전기 상태 현황

현재 현장에 설치되어 있는 비상발전기의 현황을 상태별로 나타내었다. 상태가 아주 좋음으로 나타난 발전기는 전체 발전기중 42.1%(144개)이며 보통으로 나타난 발전기는 47.9%(164개), 현재 고장으로 인해 가동이 불가능한 발전기는 1.5%(5개)로 나타났다. 따라서 실제 사용이 가능한 상태의 발전기수는 308개로 약 90%이상의 비상발전기가 유지 관리가 양호한 상태로 나타났다.

<표 6> 비상발전기 상태 현황

| 구분 | 아주 좋음 | 보통 | 고장 | 미기재 | 합계 |
|-------|-------|------|-----|-----|-----|
| 발전기수 | 144 | 164 | 5 | 29 | 342 |
| 비율(%) | 42.1 | 47.9 | 1.5 | 8.5 | 100 |

2.8 비상발전기 엔진 제작사별 현황

현재 현장에 설치되어 있는 비상발전기 엔진의 제작사별 현황을 나타내었다. 대부분의 비상발전기 엔진은 외산 제품으로 조사되었으며 그중 Cummins 社の 발전기 엔진이 114대로 가장 높은 약 33%의 점유율을 나타내었고 그 뒤를 이어 Caterpillar 社の 엔진이 69대로 약 20%의 점유율을 보였다. 미쓰비시 社の 엔진 20대로 약 6%, DCC-MTU 社の 엔진이 48대로 14%, 그 외 국산발전기를 포함한 기타 발전기 엔진이 87대로 약 25%의 점유율을 나타냈다.

<표 7> 비상발전기 엔진 제작사별 현황

| 구분 | Cummins | Caterpillar | 미쓰비시 | DCC-MTU | 기타 | 미기재 | 합계 |
|-------|---------|-------------|------|---------|------|-----|-----|
| 발전기수 | 114 | 69 | 20 | 48 | 87 | 4 | 342 |
| 비율(%) | 33.3 | 20.2 | 5.9 | 14.0 | 25.4 | 1.2 | 100 |

2.9 비상발전기 소모품 관리 현황

2.9.1 엔진오일

현재 현장에 설치되어 있는 비상발전기의 소모품 교체 현황을 나타내었다. 조사 대상 비상발전기의 소모품으로는 발전기 엔진 오일로 해당 소모품의 교체 경과기간을 조사하였다. 오일 교체 년수가 1년이 경과한 발전기는 37.1%(127개), 3년이 경과한 발전기는 13.7%(47개)로 조사됐으며 교체한지 오래되어 교체 년수가 파악되지 않는 발전기수는 14.3%(49개)로 나타났다.

<표 8> 비상발전기 오일 관리 현황

| 구분 | 오일 교체년수 | | | 관리안됨 | 합계 |
|--------|---------|------|------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 발전기수 | 119 | 127 | 47 | 49 | 342 |
| 비율 (%) | 34.9 | 37.1 | 13.7 | 14.3 | 100 |

2.9.2 냉각수

조사 대상 비상발전기의 소모품으로는 발전기에 들어가는 냉각수로 해당 소모품의 교체경과기간을 조사하였다. 냉각수 교체 년수가 1년이 경과한 발전기는 전체 발전기중 34.4%(118개)로 나타났으며 2년이 경과한 발전기는 35.7%(122개), 3년이 경과한 발전기는 13.5%(46개)로 조사됐으며 교체한지 오래되어 교체 년수가 파악되지 않는 발전기수는 16.4% (56개)로 나타났다.

<표 9> 비상발전기 냉각수 관리 현황

| 구분 | 냉각수 교체년수 | | | 관리안됨 | 합계 |
|--------|----------|------|------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 발전기수 | 118 | 122 | 46 | 56 | 342 |
| 비율 (%) | 34.4 | 35.7 | 13.5 | 16.4 | 100 |

2.9.3 축전기

조사 대상 비상발전기의 소모품으로는 발전기에 들어가는 축전기로 해당 소모품의 교체 경과기간을 조사하였다. 축전기 교체 년수가 1년이 경과한 발전기는 전체 발전기중 22.5%(77개)로 나타났으며 2년이 경과한 발전기는 31.6%(108개), 3년이 경과한 발전기는 19.6%(67개)로 조사됐으며 교체한지 오래되어 교체 년수가 파악되지 않는 발전기수는 26.3%(90개)로 나타났다.

<표 10> 비상발전기 축전기 관리 현황

| 구분 | 축전지 교체년수 | | | 관리안됨 | 합계 |
|--------|----------|------|------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 발전기수 | 77 | 108 | 67 | 90 | 342 |
| 비율 (%) | 22.5 | 31.6 | 19.6 | 26.3 | 100 |

2.10 비상발전기 연료탱크 현황

현재 현장에 설치되어 있는 비상발전기의 연료탱크용량 현황을 나타내었다. 1000ℓ 이하의 발전기 비율은 52.3%(179개), 5000ℓ 이하의 발전기 비율은 14.3%(49개), 10000ℓ 이하의 발전기는 9.4%(32개), 10000ℓ 용량을 초과하는 발전기는 7.9%(27개)로 조사되었다. 이는 1000ℓ 이상일 경우 소방법에 의해 방폭설비를 구축해야되기 때문에 대부분의 비상발전기 연료탱크가 1000ℓ 이하로 되어있는 것을 알 수 있다.

<표 11> 비상발전기 연료탱크 현황

| 구분 | 1,000ℓ 이하 | 5,000ℓ 이하 | 10,000ℓ 이하 | 10,000ℓ 초과 | 미기재 | 합계 |
|--------|-----------|-----------|------------|------------|------|-----|
| 발전기수 | 179 | 49 | 32 | 27 | 55 | 342 |
| 비율 (%) | 52.3 | 14.3 | 9.4 | 7.9 | 16.1 | 100 |

3. 결 론

본 논문에서는 750 kW 용량 이상의 비상발전기가 설치되어 있는 전국 372개 공공기관을 실태조사 대상 현장으로 선정하여 현장실태조사 후 그 결과를 보였다. 비상발전기의 예비율 확보 전원으로로서의 자원화를 위해선 기존 수배전 설비에 설치되어 있는 ATS(Automatic Transfer Switch)를 CTTS(Closed Transition Transfer Switch)로 개조해야만 한다. CTTS의 신뢰도 향상을 위해서는 발전기 AVR 및 Governor를 제어할 수 있는 제어를 포함하여야 하기 때문에, 개조 공사에 따른 비상발전기 제원 및 수배전 설비에 대한 현황 조사가 선행되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 비상발전기 현장실태조사를 통해 372여개 공공기관 중 실태조사에 응답한 기관들의 발전기 주요 제원 및 수배전 설비 현황에 대하여 실태조사를 하였고, 추후 자원 확보 용량 및 수배전설비 개조 공사 단가 등에 대한 기초 자료로 활용 가능하다고 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] EPRI, Remotely Dispatching Distributed Energy at Customer Sites, 2005.
- [2] 한국전력공사, 비상용 자가발전기 운영실태 조사 및 활용방안 연구, 1997