

비상발전기 설치 실태조사 및 활용 방안에 대한 고찰

(A Study on Current Status Survey and Utilization of Emergency Generator Installation)

임현성* · 한운기 · 정진수 · 박찬업 · 송영상 · 최종수

(Hyun-Sung Lim · Un-Ki Han · Jin-Soo Jung · Chan-Eom Park · Young-Sang Song · Jong-Soo Choi)

Abstract

Recently, the power supply situation has deteriorated and the plan has issued to utilize of emergency generators for securing standby power. If a part of Emergency Generators was utilized by peak shaving, it can be avoiding over-investment in supply power facility. In this paper we investigate management of Emergency Generator and understand the current situation. So, we verify demand response resource possibility of Emergency Generator.

Key Words : Emergency Generator, Power Resource Possibility, Peak Shaving

1. 서 론

제 6차 전력수급기본계획에 의하면 국내 전력소비량과 최대 전력은 매년 꾸준히 증가하는 추세이며 연도별 하계 및 동계 최대 수요 역시 지속적으로 증가하는 추세이다[1]. 증가하는 전력 수요에 대비하기 위하여 전력공급설비를 증가시켜야 하나 이에 대한 막대한 시간과 비용이 소모된다. 특히 하계 및 동계 피크를 대비하여 전력 공급 시설을 투자한다면 평상시 전력 사용에 있어 과잉 투자가 될 수 있다. 이에 전력 피크 시 피크 전력을 줄이기 위한 다양한 방안이 제시되고 있으며 특히 비상발전기를 활용하는 방안이 대두되고 있다. 한국전기안전공사의 통계에 의하면 2013년 6월 기준 전국의 비상발전기는 69,986대

이며 총 용량은 2,091만kW로 원자력발전소의 약 20기에 해당되는 용량을 보유하고 있다[2]. 따라서 비상발전기 자원의 일부를 전력 피크 시 활용한다면 전력 공급 설비의 과잉 투자를 회피하고 유휴 자원을 활용할 수 있는 방안이 될 수 있다[3-5]. 따라서 본 논문에서는 국내 비상발전기의 관리 실태를 점검하고 설비 현황 및 활용 실태를 조사하였으며, 나아가 전력 피크 시 비상발전기를 활용하여 수요 자원화의 방안으로 도출하고자 한다.

2. 비상발전기 실태조사

2.1 실태조사 대상 및 범위

비상발전기 조사 대상을 선정하기 위하여 본 논문에서는 한국전기안전공사의 전국 60여개 본부 및 지사에서 관리하고 있는 69,986대의 비상발전기 중 지역별, 건물용도별 등으로 구분하여 일부 선정하였으며 현장

* Main author : KESCO ESRI
Tel : 063-716-2884, Fax : 063-716-9660
E-mail : hslim@kesco.or.kr
Received : 2014. 8. 5
Accepted : 2014. 8. 20

방문을 통한 비상발전기 현황 실태 조사를 수행하였으며 주요 설문 내용은 다음 표 1과 같다.

Table 1. Survey list of Emergency Generator

구분	조사내용
일반사항	지역, 건물용도, 도시가스 공급여부, 피크컷 활용 여부
비상 발전기 현황	총 용량, 사용전압, 엔진 종류, 발전기 대수, 설치년도, 연료탱크 크기, 발전기 상태
비상부하 현황	비상 펌프, 비상 전등 부하용량
피크부하 현황	동·하절기 피크 시 부하용량
피크컷 참여여부	피크컷 참여 의사 여부

2.2 실태조사 결과

한국전기안전공사에서 관리하고 있는 고객의 비상발전기를 설문조사한 결과 총 1025개의 설문지가 취합되었으며, 이 중 설문지 응답 자료가 미비한 158개를 제외한 총 867개, 총 용량 343MW를 토대로 본 논문의 설문조사 자료로 활용하였다.

2.2.1 지역별 현황 분석 및 결과

설문조사에 참여한 고객의 지역별 조사 결과는 아래 그림 1과 같다.

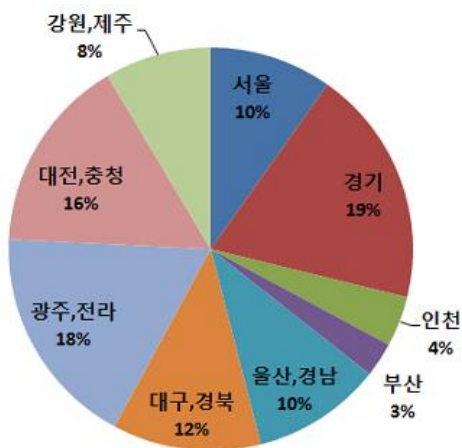


Fig. 1. Regional survey Result of Emergency Generator

지역별로는 서울 10%(85개), 경기 19%(165개), 인천 4%(35개), 부산 3%(24개), 울산·경남 10%(90개), 대구·경북 12%(103개), 광주·전라 18%(155개), 대전·충청 16%(136개), 강원·제주 8%(74개)로 조사되었다.

2.2.2 건물용도별 현황 분석 및 결과

설문조사 참여 고객의 건물용도별 비상발전기 조사 결과는 아래 그림 2와 같다.

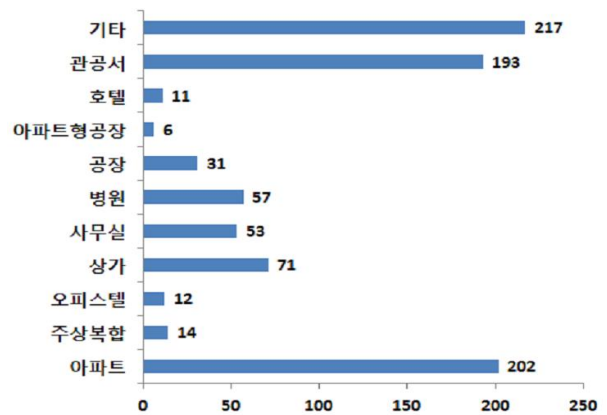


Fig. 2. Building type survey result of Emergency Generator

건물용도별로는 아파트 23.3%(202개소), 주상복합 1.6%(14개소), 오피스텔 1.4%(12개소), 상가 8.2%(71개소), 사무실 6.1%(53개소), 병원 6.6%(57개소), 공장 3.6%(31개소), 아파트형공장 0.7%(6개소), 호텔 1.3%(11개소), 관공서 22.3%(193개소), 기타 25.0%(217개소)로 나타났다.

2.2.3 도시가스 공급 현황 분석 및 결과

본 논문에서는 비상발전기의 경우 대부분 디젤 연료에 의한 가동으로 인해 매연 등의 환경 문제를 야기시킬 수 있으므로 향후 혼소(디젤+가스) 발전을 통한 매연 저감 및 연료비에 대한 경제성을 확보하고자 각 지역별 및 건물용도별 도시가스 공급 현황을 조사하였다.

조사된 설문조사에서 지역별 도시가스 공급 현황을 조사한 결과 아래 그림 3과 같다.

비상발전기 설치 실태조사 및 활용 방안에 대한 고찰

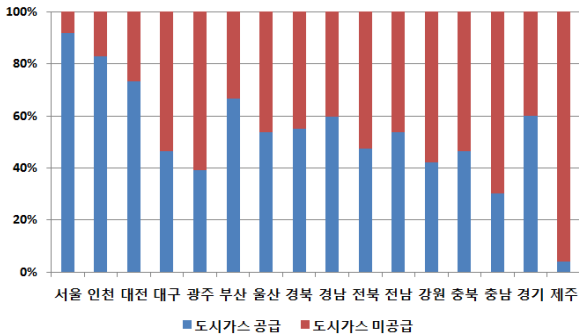


Fig. 3. Regional natural gas supply result

지역별 도시가스 공급 현황을 살펴보면 주로 수도권인 서울 91.8%, 경기 60.0%, 인천 82.9%의 도시가스 공급률이 높게 나타났으며, 6대 광역시 또한 지방에 비하여 높은 도시가스 공급률을 보이는 것으로 나타났다.

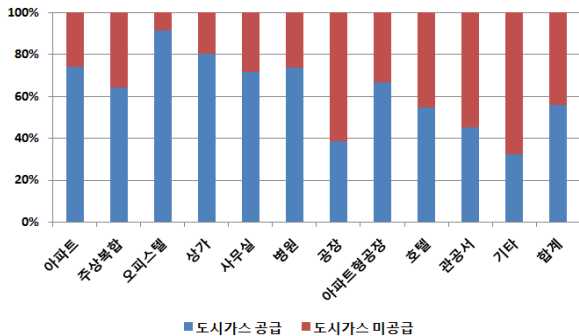


Fig. 4. Building type survey result of natural gas supply

건물용도별 도시가스 공급 현황을 살펴보면 아파트 74.3%, 주상복합 64.3%, 오피스텔 91.7%, 상가 80.3%, 사무실 71.7%, 병원 73.7%와 같이 주거 및 인구의 이동이 많은 건물에서의 도시가스 공급률은 높은 것으로 나타났으며, 반면에 공장 38.7%, 관공서 45.1% 등은 도시가스 공급률이 낮은 것으로 나타났다.

2.2.4 피크컷 활용 현황 분석 및 결과

현재 비상발전기가 설치되어 있는 고객을 대상으로 계통과 연계되어 피크컷 용도도 비상발전기를 활용하고 있는 여부를 조사한 결과 아래 그림 5와 같다.

설문조사 결과 피크컷으로 활용한다는 응답이

4%(36개소), 피크컷으로 미활용한다는 응답이 96%(831개소)로 나와 대부분의 비상 발전기가 피크컷 용도로 사용되고 있지 않는 것으로 나타났다.

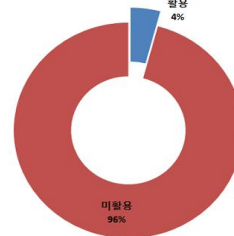


Fig. 5. Survey result of utilization peak shaving

2.2.5 비상발전기 절체장치 현황 분석 및 결과
비상발전기와 한전 간 절체 장치를 조사한 결과 아래 그림 6과 같다.

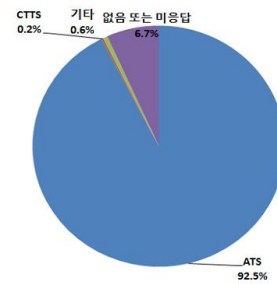


Fig. 6. Survey result of switching device

비상발전기의 절체 장치 현황을 살펴보면 대부분의 비상발전기는 ATS 92.5%(802개소)가 설치되어 있으며, 일부 CTTS 0.2%(2개소), 기타 차단기 0.6%(5개소)가 설치되어 있는 것으로 나타났다.

2.2.6 비상발전기 관리 현황 분석 및 결과
조사된 비상발전기 관리 상태 결과 아래 그림 6과 같다.

비상발전기 상태를 살펴보면 고장으로 인한 사용불가 0.2%(2개소), 경미한 고장 0.7%(6개소), 보통 44.3%(384개소), 관리상태 좋음 53.9%(467개소), 피크컷 등 적극 활용 가능 0.9%(8개소)로 나타나 대부분의 비상발전기 관리 상태가 양호한 것으로 나타났다.

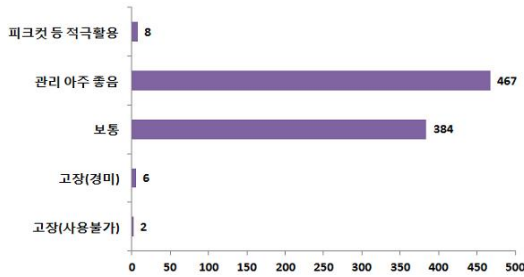


Fig. 7. Result of emergency generator management status

3. 비상발전기 수요 자원화 방안

비상발전기는 화재나 사고 시 정전이 발생할 경우 건물의 비상부하에 전력을 공급하는 것을 목적으로 스프링클러 등의 펌프 설비에 대한 높은 초기 기동 전류에 동작할 수 있도록 설계되어 있다. 따라서 평상시 비상 부하의 크기보다 비상발전기의 용량이 크게 설치되어 있다. 본 논문에서는 아래 표 2와 같이 설문조사를 통해 용량별 비상발전기가 비상부하를 분담하고 있는 비율을 기준으로 비상발전기의 용량을 조사하였다.

Table 2. Result of sharing emergency load by Capacity of Emergency generator

비상부하 분담률 (%) 용량(kW)	비상부하 분담률 (%)				합계
	~30	30~50	50~80	80~100	
100kW미만	1,356	1,308	2,437	595.5	5,696.5
100~150kW	5,184	8,241	6,956	3,270	23,651
150~300kW	25,632	20,450	13,587	8,005	67,674
300~500kW	22,121	18,080	11,708	7,274	59,183
500~1000kW	12,231	19,202	10,926	5,344	47,703
1000~2000kW	7,665	12,328	12,641	1,000	33,634
2000kW이상	25,680	20,250	24,500	35,300	105,730
합계(kW)	99,869	99,859	82,755	60,788.5	343,271.5

용량별 비상발전기의 비상부하 분담률 조사 결과 전체 용량 343MW 중 비상부하 분담률이 50% 미만인 용량이 약 199MW로 나타나 약 58.2%를 차지하고 있

는 것으로 나타났다. 이는 비상발전기가 담당하고 있는 소방 및 비상 부하의 크기가 전체 발전기 용량의 절반정도로 비상 부하에 전력을 공급하더라도 일부 용량을 수요 자원으로 활용할 수 있는 것으로 조사되었다. 또한 500kW 비상발전기를 기준으로 조사 대수 및 설비 용량을 조사한 결과 표 3과 같다.

Table 3. Research units and Emergency Generators capacity

구분	개소	설비용량(kW)
500kW미만	750(86.5%)	156,204.5(45.5%)
500~1000kW	73(8.4%)	47,703(13.9%)
1000kW이상	44(5.1%)	139,364(40.6%)
합계	867(100%)	343,271.5(100%)

표 3의 결과 500kW 미만의 비상발전기의 경우 전체 조사 대수의 대부분인 86.5%를 차지하고 있으나 설비용량은 절반 수준인 45.5%로 수요자원으로 활용하기 위하여 많은 수의 비상발전기가 가동이 필요한 반면에 500kW 이상의 비상발전기의 경우 적은 대수의 가동으로 수요자원으로 활용성이 큰 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구는 국내 비상발전기 실태조사를 통하여 비상발전기의 가동실태 및 현황을 조사하고 전력 피크 시 비상발전기의 수요 자원으로 활용 가능성을 조사하였다.

설문 조사를 통하여 1025개의 설문지를 취합하였으며 이중 응답자료가 미비한 168개를 제외한 867개를 조사하였다. 조사 결과 현재 대부분의 비상발전기의 경우 피크컷으로 활용하지 않는 것으로 나타났으며 한전과의 절체장치는 대부분 ATS로 절체되는 것으로 나타났다. ATS의 경우 절체 시 정전이 수반되기 때문에 향후 비상발전기를 피크컷 용도로 활용하기 위해서는 무정전자동절체장치(CTTS)와 같은 설비가 구축되어야 할 것으로 사료된다. 또한 지역별 도시가스 공급 조사 결과 수도권 및 대도시 지역에서 높은 공급률을 보였으며 주거 및 인구의 이동이 많은 아파트, 상

가, 사무실 등에서 높은 도시가스 공급률로 조사되었다. 이는 향후 비상발전기 가동 시 연료비에 따른 경제성을 확보하고 환경 오염물질을 줄일 수 있는 혼소(디젤+가스) 발전 시스템으로 개조할 수 있는 조건으로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

마지막으로 비상발전기의 수요 자원화로 활용 방안을 검토하기 위하여 본 논문에서는 비상발전기가 분담하고 있는 비상부하 용량을 조사한 결과 비상부하 분담률이 50% 미만인 비상발전기 용량이 조사된 전체 용량의 약 58.2%를 차지하고 있는 것으로 나타났으며 500kW 이상의 대용량 발전기일 경우 적은 대수를 가동하면서 수요 자원으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문에서는 국내 비상발전기의 일부 조사한 결과이며 현재 비상발전기가 상용발전기에 대비 성능 차이에 대한 검토와 비상발전기 활용에 따른 운영 비용 등을 고려한 경제성 분석이 검토될 필요성이 있으며 향후 계통 연계에 따른 계통 안정화 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

- [1] MOTIE, The Sixth Basic Plan of Electrical Supply and Demand, 2013.
- [2] KESCO, Emergency Generator Installation Status, 2013.06.
- [3] KEPCO, A Study on Utilization of Customer Owned Generators for Demand Side Management, 2011.12.
- [4] Clifford L. Hayden, Peak shaving via Emergency Generator, IEEE, 1979.
- [5] J.M.Daley, R.Castenschiol, Utilizing Emergency & Standby Power for Peak Shaving, IEEE Trans. on IA, No.1, Jan/Feb, 1982.

◇ 저자소개 ◇



임현성 (林炫成)

1981년 2월 18일생. 2006년 인천대학교 전기공학과 졸업. 2008년 인천대학교 전기공학과 졸업(석사). 2009년 3월~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 미래기술연구팀 주임연구원.



한운기 (韓雲基)

1973년 6월 20일생. 1997년 목포대학교 전기공학과 졸업. 2001년 성균관대학교 전기공학과 졸업(석사). 2010년 숭실대학교 전기공학과 졸업(박사). 1998년~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 미래기술연구팀 책임연구원.



정진수 (鄭鎭洙)

1976년 9월 12일생. 2003년 명지대학교 전기공학과 졸업. 2005년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 2011년 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 2004년~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 미래기술연구팀 선임연구원.



박찬염 (朴燦巖)

1977년 5월 8일생. 2001년 2월 강원대학교 삼척캠퍼스 제어계측공학과 졸업. 2003년 2월 중앙대학교 일반대학원 전자전기공학부 졸업(석사). 2007년 2월 동대학원 전자전기공학부(박사). 2009년 3월~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 미래기술연구팀 주임연구원.



송영상 (宋英上)

1981년 4월 27일생. 2006년 전남대학교 전기공학과 졸업. 2012년~현재 서울과학기술대학교 전기공학과 재학 중. 2006년 5월~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 미래기술연구팀 주임연구원.



최종수 (崔鐘壽)

1958년 2월 19일생. 1979년 삼척대학교 전기공학과 졸업. 2001년 한양대학교 전기공학과 졸업(석사). 2011년 숭실대학교 전기공학과 졸업(박사). 2014년~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 연구원장.