건축물의 비상전원 적용실태 및 자가발전설비의 안전 운전 모델에 관한 연구

이원강 · 최충석†
전주대학교 소방안전공학과
(2012. 1. 26. 접수 / 2012. 6. 11. 채택)

Analysis on Emergency Power Supplies in Buildings and a Model for Safe Operation of the Emergency Power System

Won-Kang Lee · Chung-Seog Choi†
Department of Fire Safety Engineering, Jeonju University
(Received January 26, 2012 / Accepted June 11, 2012)

Abstract : The purpose of this paper is to present a model for operating an emergency power system(EPS) that can secure a sufficient power supply used in case of a fire by analyzing the status of power supplies for emergency and firefighting operations. Investigations on the one of the causes of the operational failure of firefighting systems show evidence of EPS. Generally, when power to a building is interrupted, EPS supplies the emergency load(excepted firefighting load) first. When a power outage and a fire occur simultaneously, the EPS must be able to supply both the emergency load and the firefighting load, especially the firefighting load to the end. However, in order to save construction costs, emergency power generators in apartment, commercial, and business buildings can satisfy only one of the required loads. In cases like this, when a power outage and a fire occur simultaneously, there is a danger of firefighting equipment not operating due to insufficient power supply from the emergency generator. Therefore, an EPS must have a reserved firefighting power that can supply both the firefighting and the emergency load. Such EPS, when faced with a danger of an overload, will shut down the supply to all or part of the emergency load, thus securing a continuous power supply to the firefighting equipment. The generator power system with reserved firefighting power (RFP) will also have an indicator to show that the selective control is being used. General power generation systems for emergency load and firefighting load were found to have a demand factor of 50-60% with a lump. However, when installing an EPS, the builders must choose the higher demand factor suggested according to the official approval demand factor of the building.
Key Words : safe operational model, EPS, firefighting load, RFP

1. 서 론

건축물이 대형화되고 에너지 집약시설의 증가에 따라 화재 위험성은 더불어 증가되며, 소방시설의 비상전원 확보의 중요성은 더욱 강조되고 있다. 한국전력통계에 의하면 국민 1인당 전력소비량이 2001년 5,444 kWh에서 2010년 8,883 kWh로 63% 정도 증가한 것으로 보고되었다[1]. 즉, 건축물의 효율적 운용과 소방 안전을 위한 상용전원 및 비상전원의 확보는 안전 조건 확립의 중요한 요소가 된다. 정전 및 화재의 긴급 상황에서 소방시설 및 피난, 방화시설의 전력 확보를 위하여 건축물에는 반드시 비상전원 및 예비전원을 설치하도록 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」에 등에 근거하여 「국가화재안전기준」 등이 제정되어 운용되고 있다[2].

비상전원은 소방시설을 위한 소방부하와 건축물의 기능유지와 영업을 위한 기타 비상부하 겸용으로 설치하는 사례가 대부분이다. 이와 같은 겸용의 비상발전기에서 양쪽 중 한쪽 부하 기준으로 용량이 설계되어 설치되었을 때 평상시의 정전 상황에서는 시스템의 운용에는 문제가 없으나, 정전 및 화재가 발생하여 동시에 비상부하 및 소방부하에 비상전원을 공급할 때 과부하가 초래되어 전원 공급 정지에 의한 소방시설의 미작동에 따른 인명 손실과 재산 피해가 막대할

† To whom correspondence should be addressed.
enetek@naver.com

것으로 예상된다. 소방방재청 통계자료에 의하면 2008년도 소방시설의 미작동으로 1,007건의 사고에 53명 사망, 95명 부상의 피해를 초래한 바 있다[3].

소방시설 미작동 원인은 소방시설의 결함 또는 소방용 비상전원의 결함 등에 기인된 것으로 보고되었다. 즉, 사고가 발생했거나 위험 요소가 있는 현장 20곳(빌딩, 복합상가, 아파트 단지 등)을 대상으로 설치조건을 조사한 결과 전기설비로서 예비전원 및 소방용 비상전원의 적용실태는 과부하 발생 조건의 구조적인 결함이 있음이 확인되었다. 그 일례로서 LH공사 설계지침에 별다른 조건 없이 정전시 부하(비상부하)와 화재시 부하(소방부하)를 계산하여 그 중의 한쪽 부하만 만족시키는 용량의 발전기를 설치하도록 규정하고 있는 것을 보아도 확인되는 현실이다[4].

소방시설 미작동 요소 중의 하나인 소방시설은 용량에 대한 설계 방법이 비교적 정형화 되어 있고, 기존의 설치된 소방시설에 대해서도 법적 조건에 의해 매년 1회 이상 전문적인 점검을 실시하여 미비점 발견 시에 개선하고 있다[5]. 그러나, 예비전원과 소방용 비상전원을 겸용으로 사용하는 경우에 용량 충족 여부에 대해 지금까지 안전 확보를 위한 명확한 기준이 부재 상태인데다 안전성 보다는 경제성을 앞세운 바람직하지 않은 적용 관행으로 인해 소방관계 종사자들이 구체적으로 정확히 파악하여 적용하거나 시설을 관리하는데 어려움이 있어왔기에 이 부분은 일종의 안전 사각지대로 되어 있었다. 이러한 현실적인 위험성 예방을 위해 소방방재청에서는 2010년 10월 1일 최근 새로 제안된 소방전원보존형 발전기(RFP)의 적용의 제도 도입이 포함된 비상전원 운영지침을 시달한 바 있다[6]. 또한 2011년 11월 24일 고시된 국가화재안전기준(NFSC-103)의 전원 조항의 자가발전설비 항목 및 제어반 부분을 개정하였다[7].

따라서 본 논문에서는 정전 및 화재시 안전한 소방전원의 운용으로 소방안전 조건을 확보하기 위한 자가발전설비의 운전모델을 제시하고, 상기 지침 및 기준 개정에 대한 적용의 타당성을 확인하고 유효한 현실적인 대응 방안을 제시하는데 있다.

2. 비상전원의 적용실태 및 분석

현재 소방시설의 가동에 요구되는 소방부하용 비상전원은 건축물이나 시설물의 최소 기능 유지를 위해 소요되는 비상부하의 예비전원과 별도의 전용으로 설치되거나 겸용으로 설치되고 있다. 그 법적 위치는 각 법령의 기준마다 다소 다르며 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」의 "비상전원" 및 「건축법」의 "예비전원"과 「전기사업법」의 "비상용 예비전원"으로 규정되어 있다. 용도와 대상을 달리하나 상용전원의 공급이 중단되었을 때 사용된다는 점에서 이들 사이의 기본적인 공통점을 가지며 다만, 사용 조건으로서 화재 발생 여부에 따라 구분하여 화재시의 부하로서 소방부하와 방화부하를 "소방부하"로, 비화재시의 부하를 정전시의 부하 또는 "비상부하로" 대별하여 지칭한다. 경제성을 이유로 이들 두 가지 부하를 겸용으로 사용하는 경우가 대부분이다. 그 용도를 구분하면 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다. 즉, 정전이 되거나 화재 또는 폭발 등이 발생하여 건축물에 상용전원이 공급될 수 없는 상황이 발생하면 자동절환개폐기(ATS)의 작동에 의한 비상전원으로 절환되도록 시공하여 관리되고 있는 것으로 확인되고 있다. 예비전원은 비상방재부하 중의 하나로 칭할 수 있으며, 인간 활동의 편의성, 안전성, 신뢰성 등이 강조되는 건축물 및 대형 건축물에서는 필수적인 전원공급설비이다. 상용전원은 평시 상용부하 및 비상방재부하에 공급되며, 비상전원은 화재 및 정전에 따른 상용전원 공급 중단시에 저전압계전기의 신호를 받아 ATS가 작동되고 비상발전기 가동으로 각 부하에 비상전원을 공급하는 조건으로 구성된다[2,8,9].

Table 1은 화재시 사용되는 소방시설로서 법 규정에 의한 주요 설비의 조건을 정리한 것이다[2,8,9]. 건축물에 설치되는 대부분의 소방시설은 전기에너지에 의해서 기능이 작동되는 것을 알 수 있고, 재실자의 피난유도 및 소화설비에 의한 화재 진압을 위해서도 일정 시간 이상의 소방전원이 확보되어야 함을 알 수 있다. 특히, 대형 건물 및 대단위 산업설비 등은 단위 면적당 에너지밀도가 더욱 높기 때문에 소방전원의 안전한 확보는 화재의 효율적 진압과 밀접함을 알 수 있다.

Table 2는 건축법 규제에 의한 설비를 소방전기설비의 조건을 나타낸 것이다. 자가발전설비, 축전지설비, 그리고 자가발전설비와 축전지설비를 병용한 경우를 나타낸 것으로 각각의 설비에 대한 작동 시간을 나타내고 있다. 대부분의 설비는 화재 및 폭발 등의 위기 상황에서 인명 대피 및 화재진압을 위한 충분한 정격출력용량 확보와 더불어 20 min 이상, 비상용승강기는 120 min 이상 기능이 작동되어야 한다[2,8,9].

Table 3은 소방 관련법 규제에 의한 비상전원이 필요한 설비 및 용량을 나타낸 것이다. 각각의 소방시설은 전기에너지를 이용하여 효율적 작동이 되

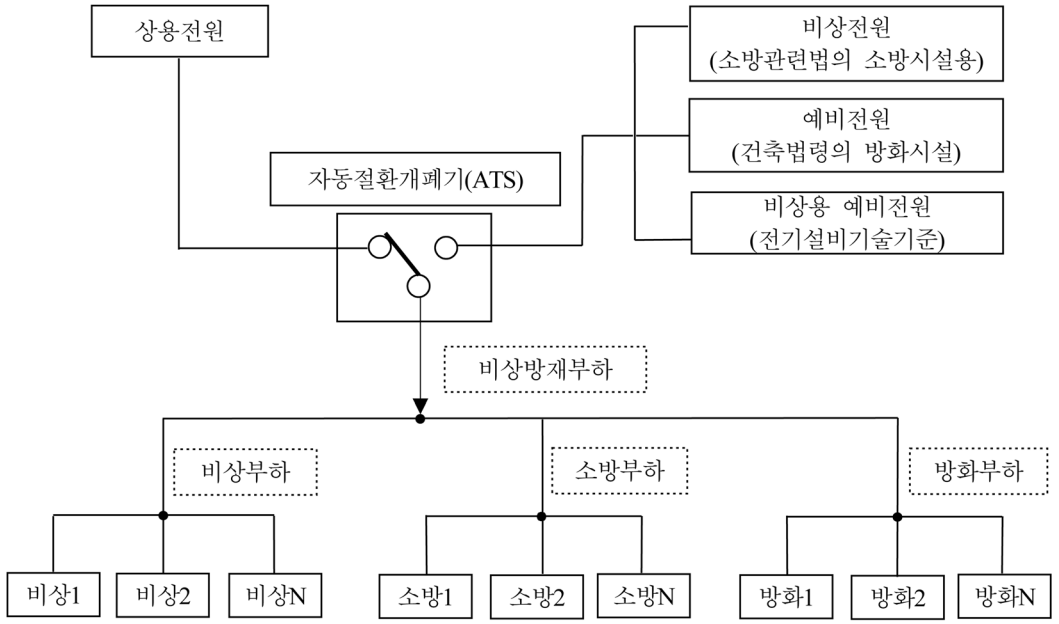


Fig. 1. Power supply switching method and the types of loads when a fire occurs in a building.

Table 1. Types and objects of equipment that need an emergency power supply

법령	설비의 종류	대상	비 고
건축법	방화셔터	전부	주1) 참조
	비상용승강기	전부	주2) 참조
	피난용승강기	30층마다	
	배연설비	전부	
	피난구비상용조명등	전부	
	비상급수설비	전부	
소방법	옥내 소화전설비	전부	화재시 펌프가 자동 기동되도록 비상전원에 대신하여 내연기관을 설치한 경우는 제외
	스프링클러설비	전부	
	물분무 등 소화설비	전부	
	포소화설비	전부	
	이산화탄소소화설비	전부	
	할로겐화물소화설비	전부	
	청정소화약제소화설비	전부	
	분말소화설비	전부	
	옥외소화전설비	-	
	자동화재탐지설비	전부	비상전원용 수전설비 또는 축전지설비
	비상경보설비	전부	비상전원용 수전설비 또는 축전지설비
	유도등	전부	축전지 설비
	비상조명등	전부	예비 전원을 내장한 것은 제외
	제연설비	전부	
	연결송수관설비	높이 70 m이상	
	연결살수설비	-	
	비상콘센트설비	전부	
	무선통신보조설비	전부	설비 자체 부착

주1) 자동방화셔터의 예비전원은 자동충전장치, 시험충전장치를 가진 축전지로서 충전을 하지 않고 30 min 동안 계속하여 셔터를 개폐시킬 수 있어야 한다.

주2) 「승강기검사기준(행정안전부 고시 제2012-14호, 2012.3.14)」별표1 전기식 엘리베이터의 구조 16.2.8.2.3 비상용승강기의 예비 전원은 상용 전원이 차단되는 경우 60 Sec이내에 정격 전력 용량을 발생하는 자동 전환 방식으로 하되 수동 시동이 가능하도록 하고 120 min 이상 작동이 가능하여야 한다. 또한 「건축물의 피난 방화기준에 관한 규칙 제30조 4항 나목」, 초고층 건축물은 2시간 이상, 준 초고층 건축물은 1시간30분 이상으로 규정됨

Table 2. Conditions for electrical fire protection equipment according to the regulations of the Building Act

방화설비 \ 예비전원		자가발전설비(G)	축전지 설비(B)	병용(G+B)	용량 (min)
배연설비	특별피난계단	○	○	-	20
	특수건축물 등				20
	비상용승강기의 승강로비				20
비상용 조명등	피난계단 및 특별피난계단	○	○	○	20
	특수건축물				20
	비상용 승강기의 승강장				20
비상용 진입구(적색등)		○	○	-	20
비상용급수설비		○	○	-	20
비상용승강기		○	—	-	120
피난용승강기		○			120
방화문		○	○	-	30

Table 3. Conditions for electrical firefighting equipment for fire protection according to the regulations of the Fire Services Act

비상 전원이 필요한 소방시설	비상전원 전용 수전설비	자가 발전 설비	축전지 설비	용량 (min)
옥내(외)소화전설비	-	○[2)]	○	20
스프링클러설비	○[1)]	○	○	20
물분무소화설비	-	○	○	20
포소화설비	○[1)]	○	○	20
CO_2 소화설비	-	○	○	20
할로겐화합물소화설비	-	○	○	20
청정소화약제소화설비	-	○	○	20
분말소화설비	-	○	○	20
자동화재탐지설비	-	-	○	감시 60 경보 10
비상방송설비	-	-	○	감시 60 경보 10
유도등	-	-	○	20 60[3)]
비상조명등	-	○	○	20 60[3)]
제연설비	-	○	○	20
연결송수관설비	-	○	○	20
비상콘센트 설비	-	○	○	20
무선통신보조설비	-	-	○	30

주1) 비상전원 전용 수전설비란 상용전원의 소방부하 전용 수전 시설이며, 차고 · 주차장으로서 바닥면적의 합계가 1,000 m^2 미만인 경우에만 사용이 허용된다.
주2) 지하층을 제외한 층수가 7층 이상으로서 연면적이 2,000 m^2이상 또는 지하층의 바닥면적의 합계가 3,000 m^2 이상의 건축물
주3) 지하층을 제외한 층수가 11층 이상인 층 및 지하층 또는 무창층으로서 용도가 도매시장 · 소매시장 · 여객자동차 터미널 · 지하역사 · 지하상가인 것

도록 구성되어 있고, 대부분 20 min 이상의 전원이 공급되어야 한다. 자동화재탐지설비 및 비상방송설비는 감시상태에서 60 min 이상, 경보상태에서 10 min이상의 전원이 확보되어야 한다[2,8,9]. 다만, 일본 소방법 규정 또는 미국의 경우 수계소화설비에서 60 min 이상으로 되어 있음을 참고하여 향후 이의 개정이 필요하다.

3. 소방시설의 미작동 원인 및 자가발전기의 유효한 운전 모델

3.1. 소방시설의 미작동 원인

전기사업자 공급용 등의 상용전원 정전 이외에 화재 및 전기수용가 측의 내부 요인으로 상용전원의 공급이 중단되는 사례는 전력선로의 소손, 단락

사고에 의해 전력차단기의 작동(OFF), 소방대가 방수 진압할 때 발생된 전선로의 누전 또는 누전 예방을 위한 상용전원의 임의 차단 등이 있다. 따라서 설비에 설정된 사고 매뉴얼 대응절차에 따라 비상전원은 자동 공급되어야 한다. 화재시 소방시설의 미작동은 재해가 확산될 수 있고 그 주된 원인은 다음과 같이 조사되었다.

첫째는 소방펌프 등 소방시설의 자체 결함이다. 둘째는 비상전원에 관한 2가지 결함으로서, 하나는 정격출력용량 부족에 의한 과부하로서 구조적인 결함의 문제이며, 다른 하나는 시동용 축전지의 방전 및 주로 스위치 계통의 이상 등 관리 소홀에 의한 문제이다. 비상전원설비는 현장 여건 미비 및 소방시설 점검자의 전기시설에 대한 전문성 부족 또는 구체적인 점검기준 미흡 등으로 점검이 부적절한 경우가 대부분인 것으로 조사되었다. 더구나 기존 건축물 일부를 제외하고 대다수 건축물의 경우 자가발전설비의 부하를 소방부하 또는 비상부하 중 한쪽 부하 기준으로 시공되어 있어서 소방 및 비상 부하 전체 시스템에 대한 비상전원 공급 정지 상태를 유발시킬 수 있다. 즉, 재난 상황 및 기동특성 등 전반적인 조건을 고려하지 못한 설계는 형식적인 자가발전설비로 전락하고 재해 예방의 목적에 도달할 수 없는 것이다.

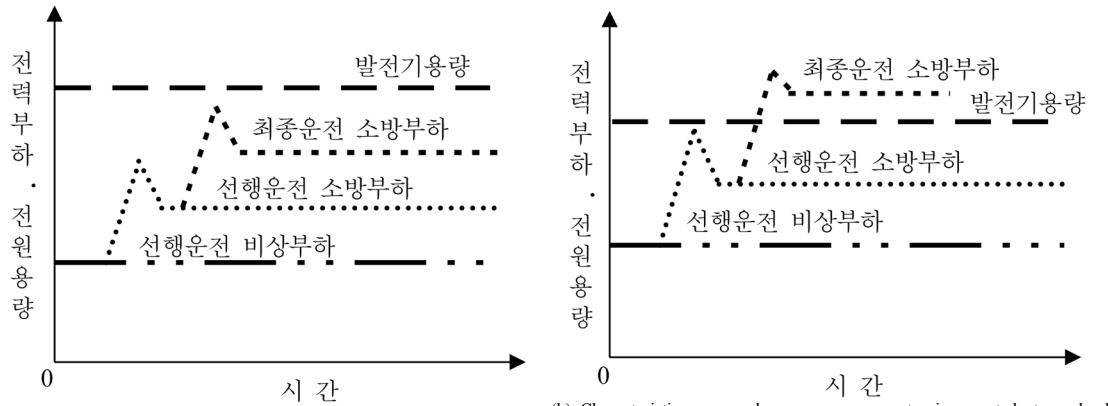
3.2. 비상 발전기의 안전 운전 보호 장치

자가발전설비의 정격출력용량 확보는 전기설비기술기준 제13조의 과전류에 대한 보호, 제22조의 발전기 등의 보호장치, 제97조의 비상정지장치, NFPA 110, 비상전원공급설비 및 EPSS(Emergency Power Supply System), 20 및 620-91의 비상전원설비와 예비전원설비, 620-51의 선로 차단 장치 등에서 과부하인 경우 발전기 보호를 위해 부하회로를 차단하도록 되어 있다. 따라서 과부가 발생했을 때 Supply System은 차단되어 비상전원 공급이 중단되며, 한편 발전기 자체는 이후에도 이상이 없는 상태로 보존될 수 있다[10-12].

3.3. 발전기의 효율적 운전 모델

상용전원은 평시 상용부하 및 비상방재부하에 공급되며, 비상전원은 화재 또는 정전에 따른 상용전원 공급 중단시에 ATS가 작동되고 비상발전기 가동으로 각 부하에 비상전원을 공급하는 조건으로 구성된다.

Fig. 2(a)는 발전기가 정상 운전할 때의 소방부하의 특성 곡선을 나타낸 것이다. 즉, 정상 운전을 할 때는 발전기의 설계용량보다 최종운전 소방부하 용량이 낮으므로 시스템의 오류 없이 소방시설이 정상 작동할 수 있는 전기를 안정적으로 공급받을 수 있다. Fig. 2(b)는 발전기에 과부하 상태가 되었을 때의 소방시설부하의 특성 곡선을 나타낸 것이다. 선행운전 비상부하 및 선행운전 소방부하의 용량은 발전기 용량보다 낮으므로 문제가 없으나 최종운전 소방부하는 용량은 발전기의 용량을 초과하므로 발전기가 과부하에 의해 기능을 발휘할 수 없게 된다. 즉, 이 경우 비상전원 시스템 전체가 정지될 수 있는 상황을 초래하여 재해의 피해가 크게 확대될 수 있음을 의미한다. 따라서 여하한 경우에도 안전운전 모델 유지를 위하여 이에 부합되는 발전기 용량 및 발전기의 종류가 적용되어야 한다.



(a) Characteristics curve when a power generator is operated at normal load

(b) Characteristics curve when a power generator is operated at overload

Fig. 2. Generator capacity and characteristics curve for fire fighting load.

3.4. 발전기의 효율적 운전 모델 확보 조건

비상부하와 소방부하 겸용으로 설치하는 자가발전설비에서 사무실, 오피스텔, 아파트, 주상복합, 상가, 기타 건축물에서 경제성을 위해 비상부하나 소방부하 중 더 큰 한 쪽 부하용량 기준으로 비상발전기 출력용량을 설계하여 소방 안전의 사각지대로 되어 있었으며, 상기의 두 번째 운전 모델과 같이 과부하 위험조건으로 구성됨이 확인되었다. 그러므로 이러한 구조적인 과부하 위험 방지를 위해 새롭게 제공되는 비상발전기로서, 정전시 비상부하 및 소방부하에 비상전원이 동시 공급되는 조건과 화재시에는 양쪽 부하에 동시 공급하되 소방부하에 비상전원을 우선하여 연속적으로 공급하는 작동장치 및 그 작동상태의 구분 표시장치를 가진 소방전원 보존형 발전기 적용의 유용성이 확인된다.

소방전원 보존형 발전기는 비화재보의 영향을 받는 인터록 시스템의 결함을 극복한 시스템으로 개발되어 제공된다. 또한 이는 상용전원설비에서 조명제어 등을 위주로 하는 전력제어시스템이나 병열운전용 발전기에서 발전기 용량제어를 위한 부하제어 시스템 및 시간대별 최대부하제어로 수용가의 수용계약전력용량 절감을 위한 최대부하전력제어기와는 그 사용 목적과 대상 및 특징을 달리하며, 이는 오직 비상부하 및 소방부하 겸용의 비상발전기에서 그 동안 방치되어 온 과부하 조건으로 인한 소방안전 위협 요소를 해소하여 소방시설 성능 보존을 위해 제공되는 것이다[13-15].

4. 자가발전설비의 용량 산출

자가발전설비는 동시에 가동될 수 있는 모든 비상부하 및 소방부하를 감당할 수 있는 충분한 출력용량을 가져야 하므로 모든 해당부하의 정격운전 조건과 기동특성 조건의 두 측면을 고려하여 산정해야 한다. 발전설비의 정격출력용량이 해당 부하입력용량보다 약 1.5배 정도로 현격히 크게 되는 이유가 바로 이 기동특성에 기인된 것이다.

4.1. 비상전원으로 동시 가동되는 전력부하

비상전원은 동시에 가동될 수 있는 모든 시설의 부하용량을 기준으로 정상 운전이 가능하도록 하여야 한다. 이는 NFSC-103 제12조 제3항 제7호 가목의 기준으로 제시되어 있으며, NFPA 70 701-6의 용량과 정격 기준과 동일하다. 따라서 소방부하용과 비상부하용 겸용으로 하나의 자가발전설비를 설치할 경우에 정전 및 화재 시에는 비상전원은 먼저 비상부하에 공급되고, 점차 소방부하가 발생하면 이에 공급되므로, 비상전원은 양 쪽 부하 모두를 만족시키는 것이 원칙이다. 어떠한 경우라 하더라도 소방시설은 최후까지 운전될 수 있어야 한다. 즉, 한국의 소방시설에 대한 기준 20 min 이상, 미국 및 일본은 60 min 이상이며, 비상용승강기 120 min 이상의 시간 동안 비상전원이 충분한 출력용량으로 공급되도록 규정하고 있다. 매우 드물게 한쪽 부하의 입력용량만 만족시키면서 용량 부족분을 해결하기 위한 방법으로 인터록을 고려할 수도 있었으나, 이는 화재신호에 대한 비화재보의 식별 불능 조건 등에 의해 적절한 자동 절환 운전 조건 확보가 어려워 실효성을 지니지 못함이 확인되었다. 또한 설령 작동한다 하더라도 일반 조명등(300 lx 기준) 부하를 비상부하로 설계되고, 소방시설 비상조명(1 lx 이상 기준)은 소방부하로 구분 설계한 시설의 경우 화재신호와 동시에 비상부하가 차단되므로, 급격한 건축물 환경 악화로 실질적인 유효성을 확보할 수 없는 것으로 확인되었다. 그러므로 한 쪽 부하를 기준으로 정격출력용량을 산정한 경우에는 양쪽 부하 모두 비상전원을 공급하면서 여하한 상황에서도 소방전원이 보존되는 조건을 가진 소방전원보존형 발전기(RFP)가 제공되어야 할 필요성이 확인된다[13-14].

4.2. 부하의 기동특성

비상전원은 동력부하에서 운전전류보다 훨씬 높은 기동전류를 감당할 수 있어야 하므로 이러한 부하의 기동특성으로 인해 부하정격입력용량보다 훨씬 큰 정격출력용량이 산정된다. 이는 NFSC-103 제12조 제3항 제7호 나목의 기준으로 제시되어 있다. 부하의 기동특성을 고려한 자가발전설비의 정격출력 산정에 대한 기준은 국토해양부 공고 건축전기설비설계기준 제2011-1198호에 구체적으로 제시되어 있으며, 이는 일본내연력발전협회 NEGA C 201에서 제안하고 있는 내용과 동일하다. PG(발전기의 용량) 방식 또는 주로 승강기 등의 인버터의 고조파 특성이 반영된 RG 방식의 산정식을 적용하는 것이 유리하다. 또한 향후 RG(발전기의 출력계수) 방식 적용의 점차 확대가 예상되지만 실무에서 적용의 편의성을 고려할 때 한편으로는 PG 방식이 꾸준히 적용될 것으로 예측된다[13-14].

건축전기설비설계기준에 의한 PG 방식으로 산정한 값과 RG 방식으로 산정한 값을 비교하면 PG 방식으로 산정한 값이 동등 이상이 되므로 이들 중

어느 방식으로 산정하더라도 필요한 출력용량이 충족되므로 기동특성으로 인한 출력용량 부족의 문제는 발생되지 않는다. 현장에서 개략적으로 정격출력용량을 부하용량의 1.5배로 적용하는 사례도 있는데 이것은 기동특성을 고려한 개략 적용으로서 하나의 간이 방법으로 판단된다[13-14,16].

4.3. 전력부하에 대한 수용률 적용

소방부하 및 비상부하로 구성된 전력부하 산정을 위한 수용률은 전기설비의 평균적인 동시 사용률을 고려한 것이다. 이에 대한 기준은 NFSC-103 제12조 제3항 제8호 나목에서 제시되었다. 소방부하는 100% 및 비상부하는 100% 또는 국토해양부 공고 건축전기설비설계기준에 명시된 값 중 빈도가 높은 값 이상으로 제시되어 있다. 이 전기설비설계기준은 주로 상용전원의 전력부하 수용률로 적용되고 있는 것인데, 비상부하 적용기준으로도 인용된다.

Table 4는 상기 기준의 비상부하 수용률로서 건축물의 상용부하 전력수용률 값 중 높은 값으로서 68-100%를 제시되고 있다[13]. 여기서 건축 종류별로 사무실, 호텔, 종합병원, 백화점으로 구분되어 있는바, 소방 안전을 위해서는 사용 빈도가 높은 값을 적용하는 것이 타당하다. 다만, 이 분류에 해당되지 않는 기타 건축물은 제시된 건축물에서 사용되는 값 중 하나 이상의 값으로 적용할 수밖에 없는 실정이므로 장차 이에 대한 세분화된 기준 수립이 바람직하다.

Table 5은 승용승강기의 수용률이다. 다만, 승용승강기의 수용률에서 대수별 구분은 상기 기준에 10대까지 제시되어 있는바, 11대 이상은 10대의 값과 동일하게 적용하기에는 다소 무리가 예상될 수 있으므로 11대 이상의 수용률에 대해 더 상세한 기준이 마련될 때까지는 상기 표와 같이 (사)대한전기협회 「내선규정(2005년판 부록)」에 제시된 기준값 적용이 바람하다[13,15].

Table 4. 건축물의 전력 수용률[%]

구분 / 종류	사무실	백화점	종합병원	호텔	기타건물 (하기값 이상)
전등전열	83	92	75	71	71
일반동력	72	83	70	68	68
냉방동력	91	95	100	96	91
OA기기	78	-	-	-	78

Table 5. 승강용 승강기의 수용률(사용빈도가 큰 경우)

승강기 수량	2	3	4	5	6	7	8	9	10
수용률[%]	91	85	80	76	72	69	67	64	62

승강기 수량	11	12	13	14	15	16	17	20	25	30 이상
수용률[%]	60	59	58	57	57	55	53	48	47	45

수용률 적용 기준은 그 동안 국가화재안전기준에 없었고, 다만, 국토해양부 공고로만 제시되어 있었는바 이의 적용이 법적인 의무 규정은 아니었으므로 대부분의 시공 현장에서 시공비 부담이 적은 용량의 발전기를 설계하기 위해 과도히 낮은 수용률을 관행적으로 적용하여 왔기에 정전 및 화재가 발생할 경우 비상발전기의 용량부족으로 화재관련 시스템을 적절하게 운용할 수 없는 주요 원인 중의 하나가 되어 왔다. 즉, 대부분의 사업장은 안전성 보다는 경제성을 우선으로 추구함에 따라 비상발전기 용량을 축소 적용하는 경향을 가지고 있음이 확인되고 있다[17,18].

따라서 일반적인 전력설비 운영 측면에서는 상용의 수용률 적용이 적절하다고 주장할 수 있으나 화재 및 폭발 등과 같은 상황이 발생할 때 재실자의 피난 및 화재 진압 등을 위해서는 자가발전설비의 수용률은 소방부하의 경우 100%로 설정하여 설계하고, 비상부하의 경우에도 상용부하 전부를 대상으로 비상전원을 공급하는 조건이면 기준 수용률 적용이 타당하나, 상용부하 중 최소 부하로 설계하거나 또는 별도의 비상부하로 구분하여 설계한 경우에는 정전시 해당 부하의 전력은 동시 사용될 가능성이 높으므로 수용률 100%으로 함이 바람직하고, 최소한 정부 기관에 의해 제시된 기준 수용률 이상으로 설계하는 것이 타당하다. 그리고 여러 동으로 구성된 건축물로서 하나의 소방시설 및 비상전원으로 공동 사용할 경우 비상용승강기 및 승용승강기, 그리고 제연팬에 대한 수용률 적용은 일률적으로 적용하거나 또는 그중 가장 큰 동의 부하를 기준하여 적용할 것이 아니라, 동시 가동될 가능성의 조건을 구분 적용하여야 한다.

5. 결 론

건축물에 적용되고 있는 상용전원, 비상전원, 자가발전설비의 운용 실태 및 용량분석 등을 통해서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 소방시설의 미작동 원인은 첫째, 소방시설의 자체 결함, 둘째, 비상전원의 정격출력용량 부족에 따른 과부하의 결함 및 관리 소홀에 의한 시동용 축전지 방전 등의 결함으로 확인되었다.

2) 자가발전설비에서 과부하 조건은 비상부하와 소방부하 겸용에서 경제성을 위해 한쪽의 부하용량으로 정격출력용량을 선정하는 경우에 발생됨이

확인되었다.

3) 일반적으로 건축물에 상용전원의 공급이 중단되었을 때 비상전원은 소방부하와 비상부하에 동시 공급되나 비상부하가 작동 시차에 의해 먼저 작동되도록 시스템이 운용되는 것으로 분석되었다.

4) 자가발전설비는 동시에 가동될 수 있는 모든 비상부하를 감당할 수 있는 충분한 출력용량으로 설계되어야 하며 해당부하의 정격운전 및 기동특성 등을 모두 만족할 수 있도록 적정한 수용률을 반영하여 산정해야 한다.

5) 소방부하 및 비상부하 겸용의 발전기에서 용량부족을 회피하기 위한 인터록 제어방법은 화재신호의 비화재보 식별기능이 없으므로 적용이 불가하다.

6) 상용전원의 전력제어 시스템이나 병렬운전용 발전기 부하제어 시스템은 주로 상용 또는 비상부하 등의 단일용도 부하에 대한 제어 시스템으로 적용되는 것이어서, 소방전원보존형 발전기(RFP)와는 사용의 목적, 대상 및 특징을 달리하는 것으로 확인되었다.

7) 일반적인 전력설비의 운영에서는 일반수용률의 적용이 무방하나 화재안전 및 위험 요소 등을 고려할 때 건축물의 자가발전설비 용량은 시설별 동시가동 조건을 구분하여 동시 가동 시설에 대해서는 수용율의 100%을 적용해야 하고, 건축전기설비설계기준에 제시된 높은 값을 사용할 경우라도 일괄 적용이 아니라, 부하의 조건을 분석하여 수용률은 상기 기준과 동등 이상에서 100 %사이에서 선별 적용하는 것이 적절하다.

참고문헌

1) 한국전력공사, “한국전력통계(2010) 제80호”, pp. 16~17, 2011.
2) (사)한국소방안전협회, 홈페이지 제공, 국가화재안전기준, 2012.
3) 소방방재청, “2008년 국가화재통계”, 2008.
4) LH공사, “전기·정보통신설비설계지침 예비전원설비 1404”, pp. 95~100, 2010.
5) 법제처, 소방시설 설치 및 안전관리에 관한 법률 제25조(자체점검), 국가법령정보
6) 소방방재청 공문, “비상발전기 및 부속실 제연설비 운영지침 시달”, 방호과-4278, 2010.10.1
7) 스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC-103), 소방방재청고시 제2011-27호 (2011.11.24)
8) 최홍규, “전력사용시설물 설비 및 설계”, pp. 189~213, 성안당, 2001.
9) 조성훈, “자가발전설비의 설계 및 시공 핸드북”, 도서출판 신기술, pp. 3-6, 63-68, 2003.
10) 전기설비기술기준, 지식경제부 고시 제2011-1호, 2011.5
11) NFPA, NFPA 110, “Emergency Power Generation”, 2001.
12) NFPA, NFPA 70, “National Electric Code”, 2001.
13) 건축전기설비설계기준, 국토해양부 공고 제2011-1198호 (2011.12.15)
14) 日本內燃力發電協會, “自家用發電設備の 出力算定法 (NEGA D 201)”, 2007.
15) 내선규정, 사단법인 대한전기협회, 내선규정 부록 2005.
16) 김정태, 이욱, “공동주택의 비상발전기 용량산정 방식에 관한 고찰”, 조명·전기설비 학회지 제10권 제4호, 1996. 8
17) 이원강, “국가화재안전기준의 비상전원 개정기준 적용”, 소방기술사 전문교육, 과학기술진흥기금 ’11년도 기술사 기술향상 교육훈련사업, 기술사 CPD, 한국기술사회 2011. 12. 09
18) 이원강, “비상전원 기준 충족을 위한 소방전원 보존형 발전기 적용”, (사)한국소방안전협회, 소방기술정보 제32권, pp. 12~14, 2010