[논문] 한국태양에너지학회 논문집
Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 32, No. 5, 2012
ISSN 1598-6411
http://dx.doi.org/10.7836/kses.2012.32.5.075

건축물 신재생에너지원의 이용 현황 및 문제점 분석

장향인*, 성윤복**, 조영흠***, 김용식****, 조재훈*****

*인하대학교 대학원 건축공학과(jhiaesl@inha.edu), **한국건설교통기술평가원(nike21@snu.ac.kr),
***금오공과대학교 건축학부(yhcho@kumoh.ac.kr), ****인천대학교 건축공학과(newkim@incheon.ac.kr),
*****인하대학교 건축학부(jhjo@inha.ac.kr)

An Analysis of Problems and the Current Status of Renewable Energy System in Buildings

Jang, Hyang-In* Seong, Yoon-Bok** Cho, Young-Hum***
Kim, Yong-Shik**** Jo, Jae-Hun*****

*Dept. of Architectural Eng., Graduate School, Inha University(jhiaesl@inha.edu),
**Korea Institute of Construction & Transportation technology Evaluation and Planning(nike21@snu.ac.kr),
***Dept. of Architecture., Kumoh National Institute of Technology(yhcho@kumoh.ac.kr)
****Dept. of Architectural Eng., Incheon University(newkim@incheon.ac.kr),
*****Dept. of Architecture, Inha University(jhjo@inha.ac.kr)

Abstract

This study aims to investigate the usage of the renewable energy systems installed in buildings and make suggestions for the effective management. In this regard, a questionnaire survey was conducted on 1)design and construction, 2) operation and management, 3) user satisfaction and improvements about the renewable energy systems in buildings. Findings from this study can be summarized as follows; a lack of the basic information about systems, non-use of energy management systems, the differences in the features by energy source, and a lack of expertise of managers. The requirements to resolved these problems include the integrated management of various electric heat sources including a renewable energy source, an operation schedule based on the prediction of production and consumption, and so on. Furthermore the necessity of multiplex energy sources management system was confirmed and the basic data needed to establish the targets of this system were obtained.

Keywords : 신재생에너지(Renewable Energy), 이용현황(Current Status), 문제점(Problems), 에너지관리시스템(Energy Management System), 설문조사(Survey)

Submit date: 2012. 8. 1, Judgment date: 2012. 8. 10, Publication decide date : 2012. 10. 19
Communication author : Seong, Yoon-Bok(nike21@snu.ac.kr)

1. 서 론

기후 변화, 화석에너지의 고갈, 초고유가 시대의 도래에 따라 에너지와 환경 문제의 해결은 모든 국가의 주요 화두이다. 국가 에너지 소비의 97%를 수입에 의존하는 우리나라는 특히 탈석유와 에너지자립이 절실하며, '저탄소녹색성장'의 기조 아래 다양한 에너지 정책의 추진 방향을 모색하고 있다. 정부는 저탄소녹색성장에서 에너지 전략의 핵심을 소비효율화와 청정에너지의 확대에 두고 있으며,[1] 청정에너지 즉 신재생에너지의 보급 확대를 위해 2010년 기준 2.6%인 1차 에너지 소비 중 신재생에너지의 비중을 2020년 6.1%, 2030년 11%로 확대하는 목표안을 설정하였다.[2] 이에 따라 다양한 보급사업과 지원제도를 시행하고 예산을 확대하고 있으며, 국내 총에너지소비의 약 1/4을 차지하는 건물 분야에서도 그린홈 100만호 보급사업, 일반보급사업, 공공기관 설치 의무화 제도 확대, 신재생에너지 건축물 인증 등을 통해 신재생에너지의 보급을 확대하고 있다. 하지만 이러한 신재생에너지의 양적 성장에 비해 아직은 효율성, 경제성, 사후 관리의 부족 등의 문제점이 보고되고 있으며, 운용 성과에 대한 평가도 아직 미흡한 수준이다.[3]

신재생에너지의 효율성과 경제성의 확보를 위해서는 에너지원의 생산효율 향상에서 1차적인 해답을 찾을 수 있겠지만, 효율적인 관리 및 운영에서도 그 답을 찾을 수 있다. 특히 건물에 설치된 신재생에너지원의 경우 기존 전·열원 및 건물설비시스템과 연동해 효율적인 운영을 도모한다면 다른 요소 기술의 발전 없이도 시스템효율을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 건물에 설치된 신재생에너지원의 이용 현황, 관리 실태 및 문제점, 이용자 만족도등을 조사하여 신재생에너지원의 효율적인 관리를 위한 개선 방향을 파악하고자 한다. 이를 위해 신재생에너지원이 설치된 건물 및 관리자를 대상으로 설문 및 현장조사를 실시하여 기술 통계 분석을 실시하였다.

2. 신재생에너지의 보급 현황 고찰

우리나라 신재생 에너지의 보급량은 2005년부터 2010년까지 연평균 7.04%씩 꾸준히 증가하고 있으며. 2010년 기준으로 1차 에너지 중 신재생에너지의 비율은 2.61%를 차지하고 있다. 에너지원별 공급 비중을 살펴보면, 폐기물(70.92%), 수력(11.56), 바이오(11.01%), 풍력(2.56%) 등이 높은 비중을 차지하고 있으며, 건물에 설치가 가능한 형태의 에너지원 중에서는 태양광(2.42%), 지열(0.49%), 태양열(0.43%), 연료전지(0.36%), 의 순서로 비중이 높게 나타났다.[4]

신재생에너지의 양적 증대에 상응하는 실질적인 생산량 증가가 수반되고 있는지를 파악하기 위해 신재생에너지원의 누적 보급량과 연도별 생산량을 비교해 신재생에너지의 시스템효율을 통계 자료를 이용해 거시적으로 분석해보았다. 건물에서 보급률이 높은 자가용 태양광과 지열을 대상으로 분석을 실시하였으며, 그 결과는 다음 Fig. 1과 같다. 신재생에너지원의 누적 보급량이 꾸준히 증가하는데 비해 시스템효율은 부침이 발생하거나 도리어 감소하는 것으로 나타났다.

이 같은 역전 현상의 원인이 급격한 설치용량 증가 시 신재생에너지 생산량의 일부가 통계에 반영되지 못하는 기술적인 원인에 의한 것일 수도 있지만, 에너지원별 기술 발전 부족, 효율적인 운영 및 관리 미흡, 고장 수리 및 사후 관리 부족 등이 원인일 가능성도 크다. 이 같은 현상의 명확한 원인 파악을 위해

1) 지식경제부 외, 신·재생에너지백서(2010), 지식경제부, 2010.
2) 지식경제부, 제 3차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본 계획 (2009~2030)', 2008.
3) 국회예산정책처, 신재생에너지보급사업평가, 2010.
4) 에너지관리공단 신·재생에너지센터, 2010년 신·재생에너지보급통계, 2011.

서는 실제 신재생에너지원이 이용되고 있는 다양한 건물에 대한 실태 조사가 필요할 것이며, 이를 통해 구체적이고 직접적인 대책을 도출할 수 있을 것이다.

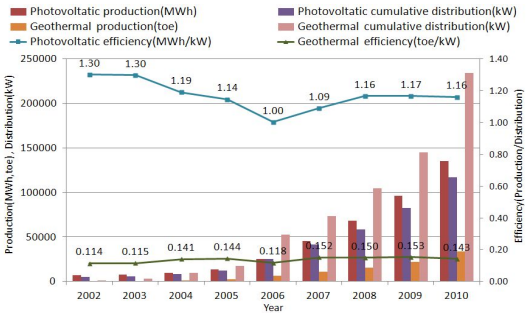


Fig. 1. Production efficiency of new renewable energy

3. 신재생에너지원의 이용 및 관리 현황에 대한 조사

3.1 조사 개요

본 조사는 건물에 설치된 신재생에너지원의 효율성과 경제성을 향상시키기 위한 관리상의 문제점 및 개선 방향의 파악에 중점을 두고 실시하였다. 이를 위해 조사 내용을 신재생에너지원의 관리에 필요한 기본 정보(설치용량, 시스템효율, 부하분담율 등의 파악 여부를 조사하기 위한 신재생에너지시스템의 설계 및 시공 현황, 신재생에너지원의 고장관리 및 에너지관리시스템의 이용 실태를 조사하기 위한 운용 및 관리 실태, 신재생에너지원의 관리상 문제점 및 개선요구사항을 조사하기 위한 이용만족도 및 개선사항의 3 부분으로 구분하여 정리하였다. 조사 항목은 기본 정보 외에 총 13개 항목으로 구성되었으며, 세부 항목은 Table. 1과 같다.

조사는 2012년 3월 1일부터 3월 31일까지 총 31일간 실시하였으며, 신재생에너지원이 설치된 건물의 관리자 및 건축주를 대상으로 질문지 설문과 현장(전화) 인터뷰 방법을 통해 실시하였다.

Table. 1 Questionnaire Items

Category		Contents
Basic Information		Completion year of renewable energy
		Building uses and total floor area
		Type and capacity of renewable energy
Design and construction	Q1	Reasons for installing renewable energy
	Q2	Installation cost of renewable energy
	Q3	Load sharing rate of renewable energy
	Q4	System efficiency of renewable energy
Operation and management	Q5	Real-time confirmation of breakdown
	Q6	Number of annual breakdown
	Q7	Average repair period
	Q8	Using of EMS & BEMS
	Q9	Management rate of using EMS
	Q10	Level of functions of EMS
Improvements	Q11	User satisfaction of renewable energy
	Q12	Negative factors on satisfaction
	Q13	Improvement requirements of EMS

조사 대상인 신재생에너지원이 설치된 건물은 설치 규모가 작고 관리자의 상주가 불가능한 단독주택을 제외하고 2007년부터 2011년 사이 준공된 건물 중 건축설비업체 및 신재생에너지원 전문시공업체의 대표 시공 사례, 건물에너지 효율등급 본인증 실시 건물, 턴키 발주 건물 등을 대상으로 131개소를 선정하였다. 조사 내용이 건물 및 설비시스템 현황을 포함한 전문적인 내용이고, 1차 조사가 우편을 통한 설문으로 실시되어 회수율이 26.7%(35개소)로 다소 낮게 나타났다. 조사 개요는 다음 Table. 2와 같다.

Table. 2 Research outline

Items	Contents	
Survey Subjects	Buildings installed renewable Energy (Completion year : 2007~2011)	
Survey Regions	Nationwide	
Survey Method	1st: Questionnaire survey by mail 2nd: Field survey and Interview	
Number of questionnaire	Distributed	131
	Collected	35 (Valid: 32)
Survey Period	2012. 3. 1. ~ 2012. 3. 31.	

3.2 응답자 및 조사건물의 특성

본 설문의 경우 비확률표본추출방법 중 판단표본추출방법 즉 신재생에너지원 설치업체 등의 대표 사례 추천을 통해 표본을 추출하였다. 이러한 판단표본추출법은 모집단의 특성을 효과적으로 반영할 수 있을 것으로 판단되는 특정 집단을 표본으로 선정하여 조사하는 방법으로 모집단의 특성을 정확하게 대표하지 못 할 수 있다는 한계를 내포하고 있지만, 모집단의 표본 프레임을 구하기 쉽지 않은 경우 적은 비용으로 의미 있는 자료를 수집할 수 있다.[5)]

Table. 3 Characteristics of buildings for research

Items	Characteristics	Number	Ratio
Completion year	2007	4	12.5%
	2008	5	15.6%
	2009	6	18.8%
	2010	12	37.5%
	2011	5	15.6%
Building uses	Apartment	1	3.1%
	Official & Commercial	5	15.7%
	Public	18	56.3%
	Educational	5	15.6%
	Etc.	3	9.4%
Total floor area (m2)	x≤10,000	12	37.5%
	10,000<x≤30,000	7	21.9%
	30,000<x≤60,000	10	31.3%
	60,000<x≤100,000	2	6.3%
	100,000<x	1	3.1%
Number of renewable energy	1	16	50.0%
	2	12	37.5%
	3	4	12.5%
Type of renewable energy	Photovoltaic	20	38.5%
	Solar thermal	10	19.2%
	Geothermal	20	38.5%
	Wind power	1	1.9%
	Fuel cell	1	1.9%

회수된 35개 설문지 중 무응답오류가 있는 3개를 제외하고, 32개의 유효 표본에 대해 분석을 실시하였다. 최초 선정된 131개의 조사 대상의 경우 공공기관 설치 의무화의 영향으로 공공건물의 비중이 높게 나타났으며, 회수된 유효 표본에서도 이 같은 현상이 동일하게 나타났다. 신재생 에너지원별 설치 비율은 태양광과 지열이 가장 높게 나타났으며, 조사 대상 건물의 특성은 다음 Table. 3과 같다.

5) 이훈영, 연구조사방법론, 1판, 도서출판청람, 서울, p.163, 2010.

4. 공공기관을 중심으로 한 신재생에너지원의 이용 및 관리 현황에 대한 조사 결과

설문 조사의 실시 과정에 있어서 총 131개소의 건물에 의뢰하고 설문 회수율을 높이기 위해 방문 및 전화로 설문 응답을 유도하였으나, 현장 관리자들의 관련 지식 및 현황 파악 부족으로 인한 설문 회피 및 무응답이 빈번히 발생하였다. 이러한 이유로 설문 회수율이 매우 저조하였으며, 1차적으로 관리자의 신재생에너지원에 대한 기초 지식 부족이 주요한 문제점으로 파악되었다.

4.1 신재생에너지시스템의 설치 현황

(1) 신재생에너지원의 설치 이유(Q1)

신재생에너지원의 설치 이유를 묻는 질문에 대한 결과는 다음 Fig. 2와 같다. 복수 응답을 허용한 항목으로 총 응답수는 56개로 (복수응답률: 175.0%)로 나타났다. 에너지 절약(41.1%)과 법 규정(33.9%)이 설치 이유 중 높은 비율을 차지하는 것으로 조사되었다.

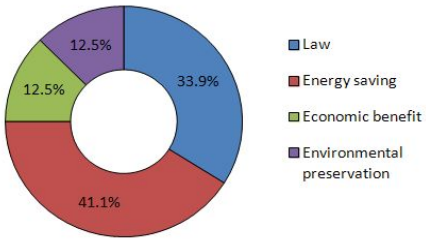


Fig. 2 Reasons for installing renewable energy

(2) 신재생에너지원의 설치비용(Q2)

신재생에너지원을 설치하기 위해 소요된

비용을 묻는 항목에 71.9%(23개소)가 건축공사비의 5% 이하로 답변하였다. 이는 조사 대상의 대부분을 차지하는 공공기관의 영향으로 대부분의 공공기관이 법에 규정된 건축공사비의 5%만 신재생에너지원을 설치했기 때문인 것으로 사료된다.

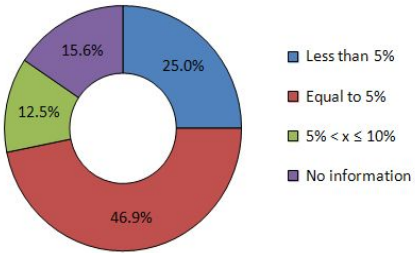


Fig. 3 Installation cost of renewable energy

(3) 신재생에너지원의 부하분담률(Q3)

설치된 신재생에너지원의 부하분담률(신재생에너지원설치용량/건물총에너지부하)을 묻는 항목에 대한 결과는 Fig. 4와 같다. 조사결과, '3% 이하'(25.0%)와 '5% 초과 10% 이하'(18.8%)가 높은 비율을 차지하고 있었으며, 부하분담률을 알지 못하는 경우(정보 없음)도 28.1%로 매우 높게 조사되었다.

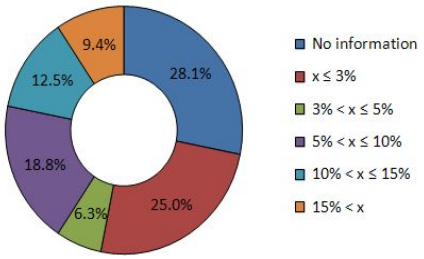


Fig. 4 Load sharing rate of renewable energy

(4) 신재생에너지원의 시스템효율(Q4)

설치된 신재생에너지원의 시스템효율에 대한 조사 결과는 Fig. 5와 같다. 부하분담률과 마찬가지로 시스템효율을 알지 못하는 경우도 34.4%로 매우 높게 나타났다.

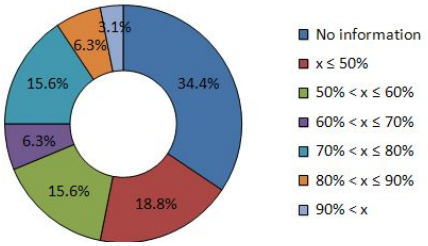
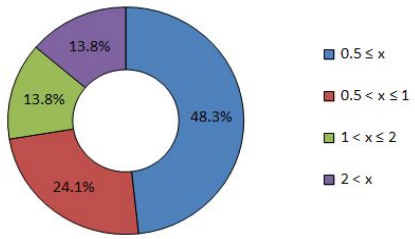


Fig. 5 Efficiency of renewable energy

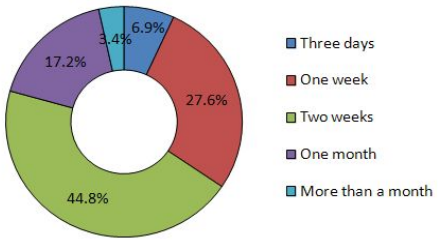
4.2 신재생에너지시스템의 운용 및 관리 실태

(1) 신재생에너지원의 고장 관리(Q5, 6, 7)

고장 횟수와 수리 기간의 조사 시에는 준공 후 1년이 되지 않은 3개소를 제외한 29개의 유효 표본에 대해 결과를 분석하였으며, 결과는 다음 Fig. 6과 같다. 신재생에너지원의 관리를 위한 가장 기초 요건인 고장 발생의 실시간 파악 여부를 묻는 질문(Q5)에 37.5%가 '정보 없음(모름)'으로 응답하였다. 연간 고장 횟수(Q6)의 경우 0.5회(48.3%) > 1회(24.1%) > 2회 또는 2회 초과(13.8%) 순으로 조사되었으며, 수리에 소요되는 기간(Q7)은 2주 이하(44.8%)가 가장 빈도가 높았다.



(a) Number of annual breakdown



(b) Average repair period

Fig. 6 Current state for breakdown

(2) 신재생에너지관리시스템의 사용(Q8)

신재생에너지원을 관리하는 에너지관리시스템(EMS)의 사용과 건물에너지관리시스템과(BEMS)의 연계 여부에 대해 조사하였으며, 그 결과는 다음 Fig. 7과 같다. 본 논문에서 에너지관리시스템(EMS)이란 광의적인 의미로 단순 모니터링, 중앙 감시 및 원격제어, 자동 제어, 에너지 사용 관리 등의 기능 수준에 관계없이 모든 단계의 설비 및 에너지 관리 시스템을 포함하는 것으로 정의하고 조사를 실시하였다. 조사 결과, 신재생에너지관리시스템(이하 신재생EMS)이 사용되는 경우는 78.2%(25개소)로 나타났으며, 이 중 BEMS 없이 신재생 EMS만 사용되는 경우는 8개소, BEMS가 설치되었지만 서로 독립적으로 사용되는 경우는 10개소, 신재생 EMS와 BEMS가 연계되어 사용되는 곳은 7개소로 조사되었다.

신재생 EMS와 BEMS가 연계되어 사용되는 경우를 현장 방문 및 전화 인터뷰를 통해 구체적으로 조사해 본 결과, 총 7개소 중 6개소는 지열을 사용하는 경우로 조사되었다. 또한 연계 수준도 BEMS에서 신재생에너지원의 모니터링만 동시에 이루어지는 경우가 대부분이었으며, 신재생에너지원의 관리 및 제어가 BEMS와 연계되어 수행되는 곳은 2개소에 불과한 것으로 조사되었다.

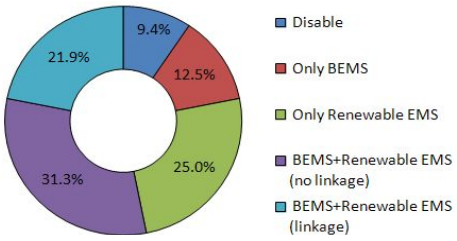


Fig. 7 Using of EMS & BEMS

(3) 신재생EMS의 관리 에너지원(Q9)

다음 Table. 4는 설치된 전체 신재생에너지원 중 신재생 EMS를 통해 관리되는 에너지원의 개수를 나타낸 것이다. 지열의 경우 95%, 태양광의 경우 70%, 태양열의 경우 50%가 신재생 EMS를 통해 관리되는 것으로 조사되었다. 풍력과 연료전지는 표본 개수가 적어 분석에서 제외하였다.

Table. 4 Management rate of using EMS

Items	Total	Using EMS	Ratio
Photovoltaic	20	14	70%
Solar thermal	10	5	50%
Geothermal	20	19	95%
Sum	50	38	76%

(4) 신재생EMS의 기능 수준(Q10)

신재생EMS의 기능 수준을 분석하기 위해 단순 모니터링, 고장 진단, 원격 및 자동 제어, BEMS와 데이터 통신, 신재생에너지원 통합 관리, DB 분석 및 생산에너지 예측, 주에너지원과 연계 관리의 총 7단계로 기능 수준을 구분하여 조사를 실시하였다. 조사 결과, 태양광의 경우 고장 진단까지의 기능을, 태양열과 지열의 경우 원격 및 자동제어까지의 기능을 주로 구현하고 있는 것으로 나타났다. 조사 대상 중 생산에너지 예측과 주에너지원과 연계 관리 수준의 기능을 구현한 사례는 없는 것으로 조사되었으며, 다음 표 5는 신재생EMS의 기능 수준을 에너지원별로 분류해 나타낸 것이다.

신재생EMS의 기능 수준을 BEMS와 데이터 통신과 신재생에너지원 통합 관리로 답변한 사례에 대해 상세 조사를 실시한 결과, BEMS와 데이터 통신으로 답변한 경우는 별도로 설치된 BEMS와 신재생EMS가 쌍방향 통신을 통해 BEMS에서 신재생에너지원의 모니터링 및 제어를 수행하는 경우로 모두 지열시스템이었으며, 신재생에너지원의 통합 관리로 답변한 경우는 이종의 신재생에너지원을 통합 관리하는 것이 아닌 제조회사가 달라 통신 프로토콜이 다른 여러 태양광 패널을 통합해 모니터링하는 별도의 시스템을 구축한 경우로 조사되었다.

Table. 5 Level of functions of EMS for each energy

Items	Total	Level of functions				
		F1	F2	F3	F4	F5
Photovoltaic	14	4	6	2	1	1
Solar thermal	5	1	2	2		
Geothermal	19		1	16	2	
Sum (Ratio, %)	38 (100)	5 (13.2)	9 (23.7)	20 (52.6)	3 (7.9)	1 (2.6)

* F1 : Monitoring, F2 : Diagnosis,
F3 : Automatic & Remote Control,
F4 : Communication with BEMS,
F5 : Integrated management for renewable energy

4.3 이용자 만족도 및 개선방안

(1) 신재생에너지원의 이용 만족도(Q11)

Fig. 9는 신재생에너지시스템에 대한 전반적인 이용 만족도를 리커트 5점 척도를 이용해 평가한 결과이다. 조사 결과, 보통(46.9%)>만족(21.9%)>불만족(18.8%)>매우만족(9.4%)>매우불만족(3.1%)의 비율로 응답하였으며, 평균 점수는 3.16점으로 분석되었다.

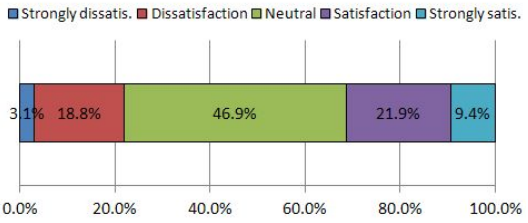


Fig. 8 User satisfaction of renewable energy system

(2) 만족도에 부정적 영향을 미치는 요인(Q12)

신재생에너지시스템의 이용 만족에 부정적 영향을 미치는 요인에 대한 설문 결과는 다음 Fig. 9와 같다. 복수 응답을 받은 항목으로 총 응답수는 95개로 복수응답률은 296.9 %이다. 초기 설치비 부담(22.1%)과 투자비 회수 기간(12.6%) 등과 같은 경제적 요인과유지관리의 기술적 어려움(20.0%), 실제 시스템 성능(17.9%) 등이 만족도에 부정적 영향을 미치는 주요인으로 조사되었다.

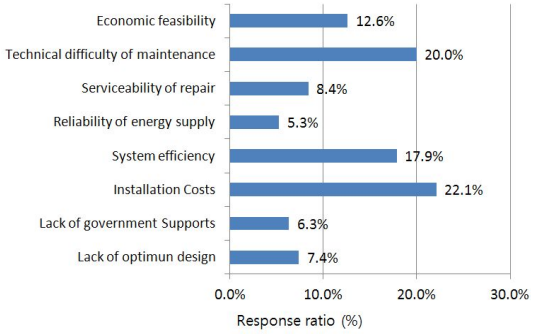


Fig. 9 Negative factors on satisfaction

(3) 신재생EMS에 원하는 기능(Q13)

신재생에너지원의 성능 향상과 유지관리의 편의성을 향상시키기 위해 신재생EMS에 포함되길 원하는 기능에 대해 설문 조사를 실시하였다. 복수응답항목으로 총 응답수는 93개(복수응답률 290.6%)이며, 그 결과는 다음 Fig. 10과 같다. 조사 결과, 22.6%가 신재생에너지원의 통합관리를, 19.4%가 주에너지원과 연계 관리를, 17.4%가 생산량 예측 및 스케줄 수립으로 응답하였다. 이미 사용되고 있는 고장진단 및 자동 제어 등에 대한 요구는 비율이 낮게 나타났다.

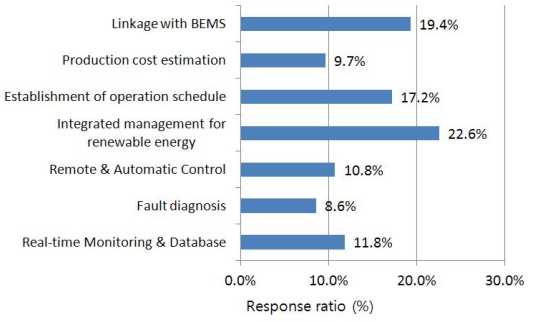


Fig. 10 Improvement requirements of EMS

5. 결 론

본 연구에서는 신재생에너지원이 설치된 건물을 대상으로 우편 설문 및 현장 인터뷰를

병행하여 신재생에너지원의 이용 현황 및 문제점을 조사하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 설치된 신재생에너지원의 부하분담률, 시스템효율, 고장유무 실시간 감지를 묻는 질문에 각 28.1%, 34.4%, 37.5%가 '정보없음(모름)'으로 응답하여, 약 1/3 이상의 건물에서는 신재생에너지원의 관리와 관련된 기초 정보조차 파악이 부족한 것으로 조사되었다.

(2) 신재생EMS에 의해 관리되는 에너지원의 비율은 지열(95%)>태양광(70%)>태양열(50%) 순서로 지열이 가장 높았으며, 기능 수준도 태양광발전과 태양열의 경우 고장 진단 수준임에 반해, 지열시스템은 대부분 자동제어를 포함하고 있는 것으로 조사되었다.

(3) 또한 설치된 신재생EMS의 기능 수준이 단순모니터링, 고장 진단, 자동 제어에 그치고 있어 신재생에너지원의 통합 관리, 주에너지원 연계 관리, 생산량 예측 및 스케줄 수립 등을 개선 요구 사항으로 응답하였다. 기능 수준과 상관없이 신재생EMS를 이용하지 않는 경우도 21.8%로 조사되었다.

(4) 신재생에너지시스템의 전반적인 만족도는 5점 리커트 척도상 3.16점으로 나타났으며, 만족도에 부정적 영향을 미치는 주요인은 초기설치비 부담, 유지 관리의 기술적 어려움, 시스템 성능 등으로 분석되었다.

본 연구는 설문 내용이 전문적이고 판단표본추출방법(대표사례 추천)을 이용해, 유효표본의 수가 많지 않고 공공 기관의 비중이 높은 한계점을 내포하고 있다. 하지만 모집단의 표본 프레임을 구하기 어렵고 설문이 전문적인 것임을 감안해 이상의 연구를 정리하면, 시스템 기초 정보 파악 부족, 에너지관리시스템의 미사용 및 기능수준 낮음, 관리자의 전문성 부족, 에너지원별 관리 수준 차이 등이 관리상의 주요 문제점으로 도출되었으며, 신재생에너지 및 주에너지원의 통합관리, 생산량 예측 및 스케줄 수립 등이 관리상 우선 요구사항으로 조사되었다.

나아가 건축물에 설치된 신재생에너지원의 효율 향상을 위해 신재생에너지원과 기존 설비 및 전열원을 통합하여 관리할 수 있는 다중에너지원관리시스템의 필요성을 확인하였으며, 본 연구를 통해 다중에너지원관리시스템의 성능 목표와 개발 방향을 수립하기 위한 기초 자료를 확보하였다.

후 기

1. 본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(과제번호 : 20110028990)
2. 또한 이 논문은 2011년도 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었음. (INHA-42828)

References

1. Ministry of Knowledge Economy, White Paper for Renewable Energy, Korea Energy Management Co., 2010.
2. Ministry of Knowledge Economy, 3rd Basic Plan for Renewable Energy Technology Development and Utilization (2009~2030), 2008.
3. National Assembly Budget Office of Korea, Assessment for Renewable Energy Dissemination Program, 2010.
4. Korea Energy Management Co., 2010 Statistics for Renewable Energy Distribution, 2011.
5. Lee H. Y., Research Methodology, 1st, CRBOOKS, Seoul, 2010.