



전문가 설문조사를 통한 에너지 효율적인 병원시설을 위한 중요한 영향요소의 분석

An Analysis of Important Factors for Energy Efficient Healthcare Facilities on Experts' Survey

최여진* · 최율**

Choi, Yeo-Jin* · Choi, Yool**

* School of Architecture, Catholic University of Daegu, South Korea (yojin76@cu.ac.kr)

** Corresponding author, Dept. of Medical Space Design and Management, Konyang University, South Korea (ychoi@konyang.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: There have been more researches focused on eco-friendly construction practices in order to save energy consumed and these practices have been extensively applied for constructing buildings. However, researches on energy consumption saving and efficiency for hospital facilities have been still insufficient. This research aims to draw factors that affect energy efficiency of hospital buildings through literature reviews and perform an expert-survey using AHP (Analytical Hierarchy Process) method in order to analyze the importances and priorities of these energy efficient factors. **Method:** Using the AHP method, this paper suggests the importances and priorities of factors to affect energy efficiency in hospital buildings. The survey of experts at a architectural design and a construction management companies was conducted via e-mail and mail. **Result:** As a result, factors of window and door, insulation, ventilation, and natural lighting turned out relatively important as respectively 0.104, 0.102, 0.101, and 0.095 in the energy efficiency in hospital buildings, while factors of artificial lighting, geothermal, solar heat, and control did unimportant as 0.027, 0.033, 0.043, and 0.053.

KEYWORD

병원건축물
에너지 효율요소
계층분석법
전문가 설문조사

Hospital Building
Energy Efficiency Factor
Analytical Hierarchy Process
Expert-Survey

ACCEPTANCE INFO

Received Apr 27, 2017
Final revision received May 17, 2017
Accepted May 22, 2017

© 2017 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

국내 에너지 총 사용량에서 건물이 차지하고 있는 에너지 비중은 약 28%를 넘고 있으며, 서울시의 경우 약 58%를 건물 에너지 부분이 차지하고 있다. 또한, 국내에서는 대부분의 온실가스가 에너지 부문에서 배출된다. 1990년 에너지 부문의 온실가스 배출은 총 온실가스 배출의 약 79.8%였으나 2004년에는 약 83.0%로 오히려 그 비중이 늘어나는 추세에 있다. 건물에서 배출하는 이산화탄소 비중은 평균적으로 약 50%를 넘고 있으며 상업용 건물의 에너지 소비는 열원 및 공조부분이 약 53%, 조명부분이 약 23%, 기타부분이 약 22%를 차지하고 있다. 이와 같이 건물에 사용되는 에너지 절약을 위한 노력은 매우 중요한 정책이 되었으며 이를 실현하기 위해서 제로에너지 빌딩, 마이크로그리드와 같은 새로운 에너지 시스템 구축에 많은 노력을 기울이고 있다. 이제 건축물의 그린빌딩화는 전 세계적인 관심사가 되었으며, 선진국을 중심으로 많은 나라들은 저탄소 녹색성장을 가장 중요한 성장축으로 추진하고 있다.

한편, 21세기에 들어 전 세계적으로 지구환경문제에 대한 관심이 높아졌음에도 불구하고 국내외의 도시화는 한층 심화되

어 가고 있다. 도시의 확장에 따른 인구의 증가 및 건물의 증대는 필수 불가분의 요소가 되었으며 도시화가 진행되어 인구가 증가할수록 병원 또한 증가되는 것이 사실이다. 그러나 병원의 사용 형태 및 기능 유지에 관한 사항은 예측할 수 없을 정도로 다양하게 전개, 변화되고 있어서 건물의 내구연수 증대와 경제적 운영을 위한 설비 및 에너지 소비에 관한 자료 정리가 체계적으로 이뤄지지 못하는 결과, 병원건물에 대한 에너지 절약적 설계 및 효율적인 관리체계는 현재 만족할 만한 수준이라고 할 수 없다. 또한 현대적인 의료시설을 갖춘 대규모 병원의 에너지 절약을 위한 기준과 규정이 미흡한 실정이기 때문에 이 부문과 관련된 연구가 요구되고 있다.

이에 본 연구는 병원 건축물에 영향을 미치는 에너지 효율 영향요소를 도출하고 전문가 설문조사를 통하여 도출된 영향요소의 중요도 및 적용 우선순위를 산출하여 향후 병원 건축물의 에너지절감 설계의 기초자료로서 활용하고자 한다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 대표적인 에너지 다소비형 건물인 병원 건축물에 건축적, 설비적인 에너지 효율을 위한 영향요소의 중요도와 적용 우선순위를 선정하는 것에 중점을 두었다. 먼저 에너지 효율 영향요소를 도출하기 위하여 건축물의 에너지 효율요소에 대한 선행 연구를 바탕으로 한 심층적 분석을 통하여 병원건물에 적용

가능한 영향요소를 조사하였다. 조사된 영향요소들을 AHP 방법을 이용한 전문가의 설문조사를 통하여 각 요소의 중요도 및 적용 우선순위를 결정하였다. 전문가 설문조사는 병원건축에 대한 설계 및 건설관리업무를 수행한 경험이 있는 국내 S-종합건축설계사무소 Bio & Healthcare 팀 및 S-CM건축사무소 실무진 및 임원들을 대상으로 2016년 9월 8일부터 2016년 9월 15일 총 1주간에 걸쳐 진행되었다. 설문조사방법으로는 이메일 및 우편을 통해 설문지를 송부한 후 회수하였으며 설문과 관련된 주요한 사항 및 AHP 평가방법시 유의사항 등을 자세하게 설명하였다. 본 연구의 구체적인 연구방법은 그림 1과 같다.

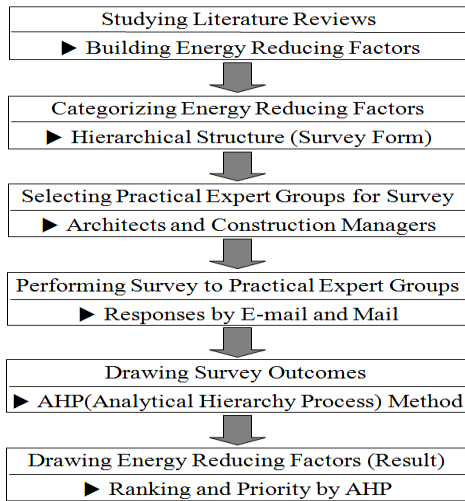


Fig. 1. Study Flow Chart

2. 병원 건축물의 에너지 효율을 위한 영향요소

2.1. 선행연구 조사를 통한 영향요소 도출

본 연구에서는 국내의 문헌조사와 병원 건축물의 특성 및 에너지 사용량 분석을 통하여 영향요소를 목록화하고 각 요소를 통합하는 방법으로 주요 에너지 효율 영향요소를 도출하였다. 우선 참고문헌을 조사, 분석하여 기술되었던 요소들을 나열한 후 빈도수를 분석하여 1차적인 영향요소를 확인하였다.(표 1 참조).

문헌조사 결과, 모든 문헌에서 모두 기술되었던 요소는 단열인 것으로 나타났으며 이는 에너지 소비와 가장 밀접한 요소는 단열의 성능과 종류인 것을 의미한다. 문헌에서 두 번째로 많이 기술된 요소는 형태 및 단면계획으로 건축물의 형태에 따라 에너지 소비효율이 많이 달라질 수 있음을 의미한다. 또한 세 번째로 많이 기술된 요소들은 건물의 향, 자연채광, 자연환기, 태양열 에너지, 기타 신재생 에너지, 외피, 창호로서 상기 요소들이 주요한 에너지 효율 영향 요소로 조사되었다. 이 외의 요소들로서 일사 및 일조, 온습도, 기류, 녹지, 배치, 공간 프로그램, 건물녹화, 차양 등이 있는 것으로 나타났다.

그러나 병원 건축물의 경우 24시간 운영되어야 하는 점과 환자의 치유환경을 우선시해야 하는 특수성이 있기 때문에 이에 맞게 단열수준과 자연채광, 차양 등 기타 요소들을 고려하여 최적으로 사용되어야 할 것으로 판단된다.

Table 1. Energy Reducing Factors on Designing Hospital

Factor	Applicability					Total
	Lit.1 ¹⁾	Lit.2 ²⁾	Lit.3 ³⁾	Lit.4 ⁴⁾	Lit.5 ⁵⁾	
Solar Radiation	○		○			2
Temperature and Humidity	○		○			2
Airflow		○				1
Green Space			○			1
Shape and Section Design	○	○	○	○		4
Orientation	○	○		○		3
Layout		○				1
Space Program	○		○			2
Natural Lighting	○	○	○			3
Natural Ventilation	○	○	○			3
Solar Energy		○	○		○	3
Renewable Energy	○	○			○	3
Insulation	○	○	○	○	○	5
Window and Door	○			○		2
Air Leakage		○			○	2
Building Planting	○	○				2
Envelope	○		○		○	3
Awning	○	○				2

2.2. 에너지 효율을 위한 영향요소 정리

2.1절에서 도출된 병원 건축물 에너지 효율을 위한 영향요소는 AHP 방법을 통한 전문가 설문조사를 위해서 표 2와 같이 14개의 평가요소로 나누어서 정리하였다. 대분류는 표 1에서 나타난 주요 영향요소인 단열, 창호, 자연채광, 태양열에너지, 외피 등을 구분하기 위해서 건축, 기계, 빛환경, 신재생부문으로 크게 나누었으며, 중분류는 건축부문에서 대지, 외피, 단열, 창호, 일사 및 환기, 기계부문에서 열원, 시스템, 제어, 빛환경 부문에서 자연채광과 인공조명, 신재생부문에서 지열, 태양광 및 태양열로 세분화하였다.

Table 2. Categorization of Energy Reducing Factors for Survey

Level 1	Level 2	Description
Architectural	Site	Eco-friendly site use, adjacent site use
	Envelope	Green roof, window area ratio factor
	Insulation	Wall/roof insulation factor
	Window and Door	Window/Door performance factor
	Solar Radiation	SHGC, louver, awning
	Ventilation	Natural ventilation, infiltration, air-leakage, outdoor air-conditioning
Mechanical	Heat Source	Fuel, device efficiency
	System	Heat exchanger, economizer
	Control	Inverter control, temperature control, IAQ damper control
Lighting	Natural Lighting	Natural lighting technique
	Artificial Lighting	Artificial lighting technique
Renewable Energy	Geothermal	Geothermal heat
	Sunlight	Solar power production
	Solar Heat	Solar heat production

- 1) 조항문 외, 저탄소사회를 향한 서울시 건물에너지 저감전략, 서울시정책개발연구원, 2009.
- 2) 한국환경건축연구원, 그린병원 리모델링 가이드 개발에 관한 연구, 에너지관리공단, 2012.
- 3) NREL, Large Hospital 50% Energy Savings: Technical Support Document, 2010.
- 4) ASHRAE, Advanced Energy Design Guide for Small Hospitals and Healthcare Facilities, 2009.
- 5) ASHRAE, Advanced Energy Design Guide for Large Hospitals, 2012.

3. AHP(Analytic Hierarchy Process)

3.1. AHP 개요

1970년대 초 미국 Pennsylvania 대학의 Thomas Saaty 교수에 의해 개발된 AHP(Analytic Hierarchy Process; 계층분석법)는 의사결정의 목표, 또는 평가기준이 다수이고 복합적인 경우 상호 배반적인 대안들의 체계적인 평가를 지원하는 의사결정지원기법의 하나로써 정성적 요소를 포함하는 다기준(multi-criteria) 의사결정에서 널리 사용되어 왔다. AHP의 가장 큰 특징은 복잡한 문제를 계층화하여 주요 요인과 세부 요인들로 세분화하여 이러한 요인들에 대한 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해서 각 요인들의 중요도를 도출하는 데 있다. 일반적으로 쌍대비교에서의 중요도의 정도는 표 3에서 보는 바와 같이 9점 척도로 부여된다. 이 방법은 문제를 분석하고 분해하여 구조화할 수 있다는 점과 모형을 이용하여 상대적 중요도 또는 선호도를 체계적으로 비율척도(ratio scale)화하여 정량적인 형태의 결과를 얻을 수 있다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있다. 이러한 장점으로 인하여 AHP는 의사결정과정에서 광범위하게 활용되고 있고 있어서 에너지 수급-수송계획, 환경정책 수립 등 공공 및 민간부문의 의사결정과정에서 널리 적용되고 있다. 또한, 건축분야에서도 건축물 리모델링 최적화 방안, 부동산 선택요소의 중요도 조사, 공공청사 부지 선정 등의 다양한 의사결정문제에서도 많이 적용되어 왔다.

Table 3. Scale of Pairwise Comparison

Scale	Definition
1	Equal important
3	Moderate important
5	Strong important
7	Very strong important
9	Extreme important

3.2. 이론적 배경

1) AHP의 원리

AHP는 다음과 같은 3가지 원리를 가진다는 특징에 착안하여 개발된 의사결정기법이다.

첫째, 계층적 구조설정(hierarchical structuring)의 원리이다. 복잡한 현상을 그 구성요소별로, 나아가 더 작은 부분별로 나누어서 계층구조를 설정하는 것이다. 어떤 한 현상을 동질성을 가진 부분으로 나누고, 다시 보다 더 작은 부분으로 세분화함으로써 더 많은 정보를 문제의 구조화에 포함시키며 더욱 더 완벽한 전체 시스템을 구성하여 효과적으로 사고할 수 있다.

둘째, 상대적 중요도 설정(weighting)의 원리이다. 사물 사이의 관계를 인식하고 유사한 사물을 짝지어서 특정 기준에 대비하여 비교하면서 짝을 이루는 구성인자 사이의 선호도를 판단하는 것이다. 이를 바탕으로 최종적으로 상상이나 논리적 과정을 통하여 내린 판단을 종합하여 전체 시스템에 대한 이해를 강화할 수 있다.

셋째, 논리적 일관성(consistency)의 원리이다. 사물이나 생

각이 논리적 일관성을 갖도록 관계를 설정하는 것을 의미한다. 여기서 일관성은 두 가지를 의미하며 하나는 유사한 사물이나 생각들을 동질성이나 관련성에 따라 묶는 것을 의미하며 다른 하나는 특정 기준이 있을 경우 생각이나 사물들의 관계의 강약을 그 기준에 따라 일관성 있게 구성하는 것을 의미한다.

AHP에서 전제하고 있는 상기 세 가지 원리는 모형의 구조 및 구축방법론에 구체적으로 반영된다. 즉, 계층적 구조를 설정하고 설정된 구조를 구성하는 평가요소에 대하여 상대적 중요도를 측정하며, 이러한 판단이 일관성이 있는지를 검증함으로써 모형의 구축이 완료된다.

2) AHP의 전제조건(공리)

AHP는 몇 가지 기본공리에 바탕을 둔다. 이 공리는 실제 AHP를 적용하는 과정에서도 중요하게 고려되어야 하는 사항이며 AHP가 유지되거나 이론적 또는 실제 이용의 측면에서 타당성을 유지하기 위한 필수적인 요건이다.

첫째, 역수비교(reciprocal comparison)의 공리이다. 의사결정자의 두 대상에 대한 상호비교가 반드시 가능해야 하며 중요도의 정도를 나타낼 수 있어야 한다. 이 중요성의 정도는 반드시 역수 조건이 성립하여야 한다.

둘째, 동질성(homogeneity)의 공리이다. 중요도의 정도는 한정된 범위 내에서 정해진 척도를 통해 표현되어야 한다. 즉, 비교 대상 사이에는 비교가능한 일정한 범위를 갖는 기준이 존재해야 한다.

셋째, 독립성(independence)의 공리이다. 상대적인 중요도를 평가하는 동일 수준의 요인은 특성이나 내용 측면에서 서로 관련성이 없어야 한다.

넷째, 기대성(expectation)의 공리이다. 계층구조는 의사결정자의 합리적 기대에 부합하는 완전한 구조를 가지고 있는 것으로 가정한다. 즉, 계층구조는 의사결정에서 고려되는 모든 사항을 완전하게 포함하고 있어야 하는 것이다.

4. 병원 건축물의 에너지 효율을 위한 영향요소의 중요도 결정

4.1. 전문가 설문조사

본 설문지는 병원 건축물의 에너지 효율을 위한 영향요소 항목을 중심으로 질문하였으며 사용된 요소 항목은 국내의 기존 문헌을 조사, 분석하여 도출하였으며 브레인스토밍과정과 빈도분석을 통하여 병원 건축물에 적용 가능한 영향요소를 최종적으로 선정하였다.

설문 대상자는 병원건축물의 설계, 시공 및 건설사업관리 업무를 수행한 경험이 있는 S-종합건축설계사무소 Bio & HealthCare 팀과 S-CM건축사무소 실무진 및 임원을 대상으로 하였으며 각 문항별 중요도 비율을 결정하기 위해서 쌍대비교를 통한 9점 척도의 설문지를 작성하였다.

설문지의 양식은 표 4와 같으며 두 요소 항목간의 상호 우선순

위를 통해서 중요도를 결정하였다. 즉, 대분류에서 건축부문과 기계부문의 값은 기계부문과 건축부문 값의 역수에 해당되며 최종 결과치는 각각의 결과의 총합으로 나눈 값이 해당항목의 값이 된다. 또한 중분류에 대한 설문도 같은 양식으로 진행되었으며 세부항목의 총합은 상위 항목과 같게 된다. AHP 방법에서 일관성의 결여는 신뢰성의 부족을 의미하고 있어 결국 평가의 질과 관련되어 있으므로 개별 설문지에 대한 일관성비율을 산출하여 일정 기준 미달인 응답자의 설문은 최종분석에서 제외하였다.

Table 4. Survey Form of Level 1

Criterion	Scale									Criterion
Architectural	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Mechanical
Architectural	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Lighting
Architectural	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Renewable Energy
Mechanical	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Lighting
Mechanical	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Renewable Energy
Lighting	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Renewable Energy

4.2. 가중치 분석과 일관성 검증

본 연구에서 가중치 분석방법은 AHP 방법의 공리 중의 하나인 행렬의 역수비교성을 유지하기 위하여 설문 응답자가 작성한 개별 비교행렬의 각 원소에 대하여 전체 응답자의 평가값을 기하평균하여 통합하고 이를 원소로 하는 하나의 개별 비교행렬을 구성하는 방식인 기하평균법을 사용하였다. 이를 바탕으로 작성된 각 비교행렬에 대한 일관성을 검증하였다. 대분류 항목에 대한 개별 비교행렬의 값은 표 5와 같다.

Table 5. Comparison Matrix of Level 1

(CI=0.0168)	Architectural	Mechanical	Lighting	Renewable Energy
Architectural	1	2.586667	3.115431	1.962599
Mechanical	0.386598	1	1.537463	0.968541
Lighting	0.320983	0.650422	1	1.129831
Renewable Energy	0.509528	1.032481	0.885088	1

상기 표에서 보는 바와 같이 일관성지수(CI)가 0.0168로 나와서 이는 Saaty가 제안한 합리적인 평가에 해당되는 0.1 이하이므로 일관성이 있다고 판단할 수 있다. 또한 중분류인 건축, 기계, 빛환경 및 신재생부문에서 기하평균된 개별 비교행렬의 값은 표 6에서 표 9까지와 같이 나타났으며 일관성지수 또한 각각 0.0303, 0.0005, 0, 0.0282로 나와서 Saaty가 제안한 최소한 허용할 수 있는 범위 안에 있어서 최종적으로 일관성이 있다고 결정할 수 있다.

Table 6. Comparison Matrix of Level 2 Architectural

(CI=0.030)	Site	Envelope	Insulation	W/D	Radiation	Ventilation
Site	1	1.259921	1.030853	0.636773	1.44225	0.793701
Envelope	0.793701	1	1.200937	0.90856	0.727416	0.832683
Insulation	0.97007	0.832683	1	0.890899	1.414214	1.698381
W/D	1.570418	1.100642	1.122462	1	1.321802	0.87358
Radiation	0.693361	0.707107	0.707107	0.756543	1	0.588795
Ventilation	1.259921	1.200937	0.588796	1.144714	1.698381	1

Table 7. Comparison Matrix of Level 2 Mechanical

(CI=0.005)	Heat Source	System	Control
Heat Source	1	0.0861299	1.085169
System	1.161037	1	1.149697
Control	0.921515	0.869795	1

Table 8. Comparison Matrix of Level 2 Lighting

(CI=0)	Natural Lighting	Artificial Lighting
Natural Lighting	1	3.464102
Artificial Lighting	0.288675	1

Table 9. Comparison Matrix of Level 2 Renewable Energy

(CI=0.0282)	Geothermal	Sunlight	Solar Heat
Geothermal	1	0.557158	0.590384
Sunlight	1.794823	1	2.155229
Solar Heat	1.693814	0.463988	1

4.3. 설문결과

본 설문문에 통해 병원 건축물에서의 에너지 효율을 위한 대분류 영향요소인 건축, 기계, 빛환경, 신재생의 4개 항목에 대한 중요도(X)는 표 10과 같이 각각 0.554, 0.171, 0.122, 0.154로 나타났다. 이는 전체 항목의 중요도 합이 1이기 때문에 건축, 기계, 빛환경 및 신재생부문의 중요도가 각각 55.4%, 17.1%, 12.2%, 15.4% 비중을 차지한다는 것을 의미한다. 건축 및 기계부문이 높게 조사되었는데 이는 설문 응답자가 건물부위 중에서 단열, 창호, 외피 및 환기를 통한 열 획득 및 손실을 요소가 에너지 효율 측면에서 많은 영향을 미치는 것으로 판단하고 있으며 또한, 냉난방기계에서 시스템의 방식 및 열원부문을 에너지 효율에서 중요한 요소로 판단하고 있는 것을 나타낸다.

Table 10. Importance(X) and Ranking of Level 1

Level 1	Importance(X)	Ranking
Architectural	0.554	1
Mechanical	0.171	2
Lighting	0.122	4
Renewable Energy	0.154	3

중분류 영향요소의 각 항목의 중요도(Y)는 표 11과 같다. 건축부문에 대한 중분류에서 각 요소의 세부적인 중요도를 살펴보면 대지 16.2%, 외피 14.9%, 단열 18.5%, 창호 18.7%, 일사 13.5%, 환기 18.2%로 나타나서 벽체 및 지붕의 열획득/손실 효율을 의미하는 단열이 가장 중요한 건축부문에서의 영향요소로 나타났다. 기계부문의 경우 열원 35.6%, 시스템 33.6%, 제어 30.8%로 나타나서 연료, 장비종류, 장비효율 개선을 의미하는 열원이 가장 중요한 영향요소로 나타났으며 빛환경부문에서는 중요도가 77.6%인 자연채광이 22.4%인 인공조명보다 약 3배나 더 중요한 영향요소로 나타났다. 마지막으로 신재생부문의 경우 지열 21.5%, 태양광 49.6%, 태양열 28.9%로 나타나서 태양에너지를 이용한 전력생산시스템을 포함하는 태양광이 가장 중요한 영향요소로 나타났다.

AHP 방법에 의한 대분류 항목의 중요도(X)와 중분류 항목 간의 중요도(Y)의 값을 곱하여 각 영향요소의 상대적인 종합 중요도(Z)를 계산한 그 결과는 표 12와 같다. 건축부문의 창호 10.4%, 단열 10.2%, 환기 10.1%, 빛환경부문의 자연채광이

9.5% 순으로 나타나서 상기 네 가지 영향요소가 전체의 약 40%의 중요도를 차지하여 병원 건축물의 에너지 효율을 위한 중요한 영향요소로 나타났다. 반면에 빛환경부문의 인공조명(2.7%), 신재생 부문의 지열(3.3%), 태양열(4.3%), 기계부문의 제어(5.3%)는 다른 영향요소보다 병원 건축물의 에너지 효율을 위한 중요도에서 상대적으로 낮게 평가되는 것으로 나타났다.

또한 대분류별 각 영향요소의 종합 중요도의 평균값을 비교하면 그림 2와 같이 건축(9.2%), 빛환경(6.1%), 기계(5.7%), 신재생(5.1%)부문 순으로 나타났다. 이는 설문 응답자들은 병원 건축물의 에너지 효율을 위해서 다른 부문의 영향요소보다 건축 및 빛환경부문의 영향요소들에 대한 중요성을 보다 많이 인식하고 있는 것으로 판단된다.

Table 11. Importance(Y) and Ranking of Level 2

Level 1	Level 2	Importance(Y)	Ranking
Architectural	Site	0.162	4
	Envelope	0.149	5
	Insulation	0.185	2
	Window and Door	0.187	1
	Solar Radiation	0.135	6
	Ventilation	0.182	3
Mechanical	Heat Source	0.356	1
	System	0.336	2
	Control	0.308	3
Lighting	Natural Lighting	0.776	1
	Artificial Lighting	0.224	2
Renewable Energy	Geothermal	0.215	3
	Sunlight	0.496	1
	Solar Heat	0.289	2

Table 12. Composite Importance(Z) and Ranking of Individual Factors

Level 1	Level 2	Importance(Z)	Ranking
Architectural	Site	0.090	5
	Envelope	0.083	6
	Insulation	0.102	2
	Window and Door	0.104	1
	Solar Radiation	0.075	8
	Ventilation	0.101	3
Mechanical	Heat Source	0.061	9
	System	0.057	10
	Control	0.053	11
Lighting	Natural Lighting	0.095	4
	Artificial Lighting	0.027	14
Renewable Energy	Geothermal	0.033	13
	Sunlight	0.076	7
	Solar Heat	0.043	12

5. 결론

본 연구는 병원 건축물의 에너지 효율을 위한 영향요소를 AHP방법에 의한 전문가 설문조사를 통해서 각 요소에 대한 중요도 및 적용 우선순위를 조사하였다. 이를 위해서 기존의 국내 문헌조사를 통해서 주요 에너지 효율 영향요소를 도출하여 이를 바탕으로 병원건축 설계 및 건설사업관리 전문가를 대상으로 한 설문조사를 실시하였다.

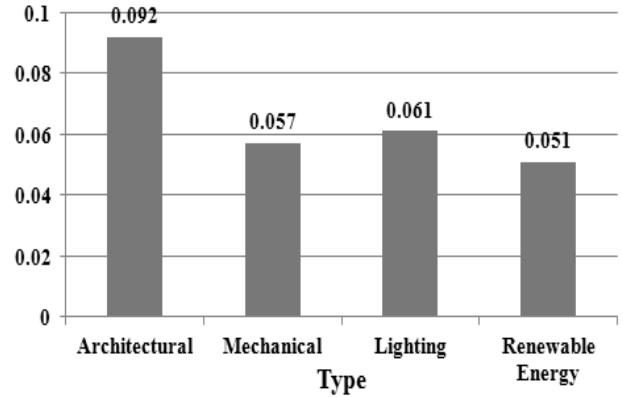


Fig. 2. Comparison of Mean Composite Importance of Level 1

AHP 분석을 통한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

(1) 건축, 기계, 빛환경 및 신재생부문으로 구분된 대분류에서는 건축부문의 중요도가 55.4%로 가장 중요한 영향요소로 나타났다.

(2) 건축부문의 중분류 영향요소(대지, 외피, 단열, 창호, 일사, 환기) 중에서는 단열과 창호부문의 중요도가 각각 18.7%, 18.5%로 다른 영향요소보다 중요한 것으로 나타났다.

(3) 기계부문의 중분류 영향요소(열원, 시스템, 제어) 중에서는 열원부문의 중요도가 36.6%로 가장 중요한 영향요소로 나타났다.

(4) 빛환경부문의 중분류 영향요소(자연채광, 인공조명)중에서는 자연채광부문의 중요도가 77.6%로 인공조명부문의 중요도보다 약 3배 가량 더 중요한 요소로 나타났다.

(5) 신재생부문의 중분류 영향요소(지열, 태양광, 태양열) 중에서는 태양광부문의 중요도가 49.6%로 다른 영향요소보다 중요한 영향요소로 나타났다.

(6) 대분류에서의 중요도와 중분류에서의 중요도를 곱한 종합 중요도에서는 건축부문의 창호, 단열, 환기, 빛환경부문의 자연채광의 종합 중요도가 각각 10.4%, 10.2%, 10.1%, 9.5%로 다른 영향요소보다 병원 건축물의 에너지 효율에 큰 영향을 미치는 요소로 나타났다.

본 연구에서 AHP방법을 이용한 전문가 설문조사의 결과로서 도출된 병원 건축물의 에너지 효율에 영향을 미치는 요소의 중요도와 적용 우선순위는 향후 병원 건축물의 에너지 절감 및 효율설계의 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 향후 추가적인 연구주제로서 본 연구에서 선정된 주요 영향요소를 가지고 실제 병원 건물에 적용하는 에너지 시뮬레이션을 통하여 실질적인 에너지 절감량을 산출하여 영향요소별 적정성을 검증하는 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 에너지 시뮬레이션에서 개별 영향요소를 순차적으로 통합하였을 경우 최대한 절감할 수 있는 단계별 에너지량을 분석하는 종합적인 연구가 수반되어야 할 것으로 사료된다. 마지막으로 병원건축에서의 에너지 효율화를 달성하기 위해서는 한정된 예산 내에서 영향요소를 적용할 수 있는 경제성을 고려하는 것이 중요하다. 이에 향후 연구에

서는 경제성을 고려한 영향요소에 대한 설계기술의 개발 및 이를 적용시 경제성을 확인할 수 있는 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

Acknowledgements

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2015S1A5A8016777).

Reference

- [1] 조항문 외, 저탄소사회를 향한 서울시 건물에너지 저감전략, 서울시정개발연구원, 2009 // (Cho, H. M. et al., Strategy on Reducing Building Energy in Seoul for Low Carbon Society, Seoul Development Institute, 2009)
- [2] 한국환경건축연구원, 그린병원 리모델링 가이드 개발에 관한 연구, 에너지관리공단, 2012 // (KRIEA, A Study on development of Remodelling Guide for Green Hospitals, Korea Energy Management Corporation, 2012)
- [3] 조근태, 계층분석적 의사결정, 동현출판사, 2003 // (Keun-Tae Cho, The analytic hierarchy process, Dong-Hyun Press, 2003)
- [4] Aczel, J. and Saaty, T. L., Procedure for Synthesizing Ratio Judgments, Journal of Psychology, Vol. 27. 1983.
- [5] ASHRAE, Advanced Energy Design Guide for Small Hospitals and Healthcare Facilities, 2009.
- [6] ASHRAE, Advanced Energy Design Guide for Large Hospitals, 2012.
- [7] NREL, Large Hospital 50% Energy Savings: Technical Support Document, 2010.
- [8] Saaty, T. L., The Analytic Hierarchy Process, N.Y. McGraw-Hill, 1980.
- [9] Saaty, T. L. Theory and Applications of the Analytic Network Process, Pittsburgh, PA., RWS Publications, 2005.
- [10] Vargas, L. G., An overview of the analytic hierarchy process and its applications, European journal of operational research, Vol. 48. No. 1. 1990.
- [11] Choi, Y. J., Lhee, S. C. Analyzing the Weight of assessment criteria in Korea green building certification system, Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building System. Vol. 12. No. 1. 2012. p. 83-90.