

계층분석법을 이용한 녹색건축 인증제도 평가항목의 중요도 분석 -공동주택 인증기준을 중심으로-

Analyzing Weights of Certification Assessment Criteria on the G-SEED System Using the AHP Method -Focused on Certification Standards for Apartment Buildings-

최 여 진*
Choi, Yeo Jin

Abstract

Many countries over the world have taken many discussions and endeavors on environmental improvements of energy savings and greenhouse gas emission reductions for solving global climate change problems. In Korea, pre-considerations of environment-conscious factors in buildings have been taken to be critical with new constructions and renovation markets. In this situation, the Korean Green Building Certification(KGBC) system to induce the diffusion of sustainable buildings was introduced in 2002 and developed as an improved version of the G-SEED(Green Standard for Energy and Environmental Design) system in 2013 after major revisions. This research examines the importance of assessment criteria on apartment buildings to certify green buildings using the AHP(Analytic Hierarchy Process) method and suggests a new direction on certification assessment standards from the AHP result. In order to apply the AHP method, the survey via e-mail was conducted to design staffs in domestic architectural firms. As a result, assessment criteria such as ecological environment, indoor environment, and energy & environment pollution among 7 main ones proved to be important on assessing the G-SEED system for apartment buildings, while criteria such as land use & transportation, material & resource, water circulation management, maintenance management did relatively unimportant.

키워드 : 녹색건축 인증제, 공동주택, 평가항목, 인증기준, 중요도, 계층분석법

Keywords : G-SEED, Apartment Building, Assessment criteria, Certification standard, Weight, Analytic hierarchy process

1. 서 론

1.1. 연구 배경 및 목적

전 세계적으로 기후변화문제와 관련하여 에너지 절감 및 온실가스 배출 저감 등 환경성 증진방안에 대한 많은 논의 및 노력이 진행되고 있다. 또한 국내에서도 대도시의 과밀화와 신도시의 개발 등으로 신축 및 재건축이 활발하여 지는 건설 환경 속에서 건축물의 친환경적 요소에 대한 사전 고려가 필수적인 요소로 자리매김하고 있다. 따라서 건축물의 자재생산, 설계, 건설, 유지관리, 폐기 등 전 생애주기 과정을 대상으로 에너지 및 자원 절약, 오염물질의 배출감소, 쾌적성, 주변 환경과의 조화 등 친환경 성능을 평가하고 친환경 기준을 제시하여 대상 건축물을 인증하는 평가시스템으로 친환경 건축물 관련 인증제도가 생

겨났다. 영국, 미국, 일본, 캐나다 등 세계 주요 국가들은 1990년 초반부터 인증제도를 개발하여 시행 중에 있으며 우리나라에서도 국토교통부와 환경부가 공동으로 주관하여 2002년 1월부터 친환경건축물 인증제도의 시행방침을 최종적으로 확정하여 시행하고 있다. 그러나 과거 「건축법」에 근거했던 「친환경건축물 인증제」와 「주택법」에 근거했던 「주택성능등급 인증제」는 대상 및 인증 기준이 중복된 부분인 많다는 지적에 따라서 2013년 2월 23일 「녹색건축물 조성 지원법」을 제정, 시행과 함께 친환경 주택 관련 제도가 「녹색건축 인증제도」로 일원화되었다¹⁾. 또한 새롭게 일원화된 녹색건축 인증제도의 공식 영문 명칭을 G-SEED(Green Standard for Energy and Environmental Design)로 마련하여 미국의 LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), 영국의 BREEAM(Building

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

1) 국토교통부, 통합 녹색건축 인증제 「G-SEED」 공식출범(2013년 6월 27일 보도자료)

Research Establishment Environmental Assessment Method)과 같이 인증제도의 국제적인 브랜드 강화를 위한 기반을 조성하였다.

기존 친환경건축물 인증제도의 평가항목은 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염방지, 유지관리, 생태환경, 실내환경 등 총 9개 전문분야의 분류체계로 나누어졌지만 변경된 녹색건축 인증제도의 평가항목은 유사한 분류항목을 통합하여 토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경 등 총 7개의 전문분야로 분류체계를 재정립하였으며 각 항목별 친환경 성능에 대한 중요도에 따라 배점을 달리하였다.

본 연구는 녹색건축 인증사례 현황에서 많은 인증을 받은 공동주택 건축물 기준에서의 새로운 평가항목 및 배점을 살펴보고 녹색건축 설계를 담당하는 실무자를 대상으로 한 AHP(Analytic Hierarchy Process) 설문조사를 통하여 각 세부 평가항목별 종합 중요도를 산출하여 인증심사기준의 배점과 비교하여 녹색건축 인증제도의 향후 개정사항별 배점 변경 및 가산점 부여 등 개선방향에 대한 참고자료를 제시하여 국내 녹색건축물의 친환경 성능 향상에 기여하는 데 그 목적이 있다.

1.2. 연구 방법 및 범위

본 연구에서는 통합된 녹색건축 인증제도의 주요 개정내용 및 인증 현황을 살펴보고 공동주택 부문의 평가항목, 기준 및 배점을 조사하였으며 본 연구의 주요 분석방법인 AHP 방법에 대해서 간략하게 소개하였다. 또한, 평가항목의 종합 중요도를 도출하기 위하여 새로운 분류체계를 기준으로 7개 전문분야의 세부 평가항목별로 나누어서 설계 실무담당자를 대상으로 한 AHP 설문조사를 실시하여 각 세부항목의 중요도를 분석하여 현 기준에서의 배점현황과 비교하였다. 설문조사는 국내·외 녹색건축물의 디자인을 담당하는 설계사무소의 실무 담당자 50명을 대상으로 2013년 8월 한 달간에 걸쳐 이메일을 통한 배포, 회수방법을 통하여 진행되었으며 설문 진행과정동안 설문과 관련된 중요한 사항과 AHP 평가방법시 유의사항 등을 자세히 설명하였다.

2. 녹색건축 인증제도

2.1. 개요

녹색건축 인증제도란 설계와 시공, 유지관리 등 전 과정에 걸쳐 에너지 절약 및 환경오염 저감에 기여한 건축물에 대한 친환경 건축물 인증을 부여하는 제도이다. 또한 지속가능한 개발의 실현을 목표로 인간과 자연이 서로 친화하여 공생할 수 있도록 계획된 건축물의 입지, 자재 선정 및 시공, 유지관리, 폐기 등 건축물의 전 생애주기(Life Cycle)를 대상으로 환경에 영향을 미치는 요소에 대한 평가를 통하여 건축물의 환경성능을 인증하는 제도로 정의할 수 있다²⁾.

녹색건축 인증제도는 「저탄소 녹색성장 기본법」에 따른 「녹색건축물 조성 지원법」에 근거하여 기존 ‘친환경건축

물 인증에 관한 규칙’이 ‘녹색건축 인증에 관한 규칙’으로 개정되었으며 「건축법」에 근거한 기존 ‘친환경건축물 인증기준’과 「주택법」에 근거한 기존 ‘주택성능등급 표시제도’를 통합하여 ‘녹색건축 인증기준’으로 전부 개정되어 2013년 2월 23일부터 시행되는 제도이다. 시행되는 규칙 및 고시의 주요 개정내용은 다음과 같다.

- (1) 녹색건축물 보급 활성화를 도모하기 위해서 공공기관에서 건축하는 건축물의 연면적 합계 1만m²이상에서 3천m²이상으로 인증 의무 취득대상을 확대하였다.
- (2) 평가항목부문에서 종전 9개 전문분야의 분류체계에서 유사 분류항목을 통합하여 7개 전문분야(토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경)로 분류체계를 재정립하였다.
- (3) 녹색건축 전문인력 양성과 기술개발 유도를 위하여 전문 양성기관의 일정 교육과정을 이수한 자가 건축설계에 참여하는 경우와 혁신적인 설계방식을 도입한 경우에 가산점 부여근거를 마련하였다.
- (4) 인증기관의 체계적 관리를 위하여 인증기관 지정 유효기간을 5년으로 하고 필요시 갱신할 수 있도록 하였다.
- (5) 녹색건축 인증제도의 브랜드 강화를 위하여 인증제의 영문 명칭을 G-SEED (Green Standard for Energy and Environmental Design)로 선정, 명명하였다.

2.2. 인증 현황

녹색건축 인증제도의 운영기관인 한국건설기술연구원 녹색건축 인증제(G-SEED) 통합운영시스템의 인증실적 현황에 따르면 2012년 12월말 기준으로 총 3,199건의 건축물이 녹색건축 인증을 획득하였으며 이 중 예비인증은 2,070건, 본인인증은 1,129건이 완료되었으며 연도별 녹색건축 인증건수는 2007년부터 급격하게 증가하여 현재까지 꾸준하게 건축물이 인증을 받고 있음을 알 수 있다(Fig. 1 참조). 또한, 건축물 용도별 분류에서는 학교시설 1,275건, 공동주택 1,127건, 업무시설 478건으로 전체 인증건수 중 약 90%를 차지하였으며 주거복합, 숙박 및 판매시설은 상대적으로 인증실적이 적었던 것으로 나타났다. Fig. 2는 용도별 인증건축물의 현황을 보여준다.

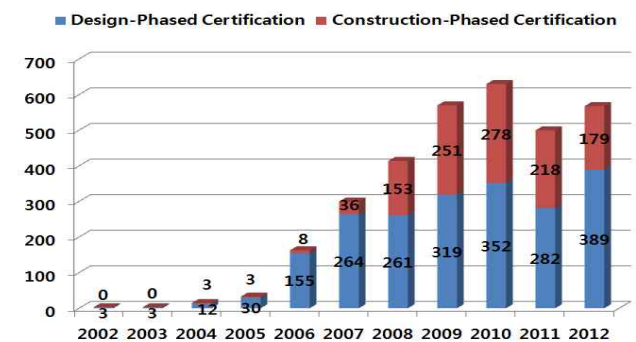


Fig. 1. The Status of Green Building Certification by Year

2) 녹색건축인증제 통합운영시스템. 2013 (<http://greenbuilding.re.kr>)

Table 1. Certification Assessment Criteria & Points(Apartment Buildings)

Big level	Middle level	Detail assessment criteria	Points
Land use & transportation (18 Pts)	Ecological value	Ecological value of existing site	2
	Adjacent site impact	Validity on prevention plan to interfere solar access	2
	Occupancy environment	Community facility, Pedestrian walkway inside complex, Outside pedestrian walkway network	8
	Transportation load reduction	Public transportation access, Bicycle storage & road, Distance between city & complex centers	6
Energy & environment pollution (21 Pts)	Energy saving	Energy performance	12
	Sustainable energy resource	Renewable energy use	3
	Global warming prevention	CO ₂ emission reduction, No use of specific substance for ozone layer	6
Material & resource (15 Pts)	Resource saving	Variability	3
	Waste minimization	Validity on prevention plan to use living furniture	3
	Living waste recycling	Recyclable resource recycling, Food garbage reduction	4
	Sustainable resource	Green certified item, Information on carbon emission quantity	5
Water circulation management (15 Pts)	Water circulation system	Validity on prevention plan to reduce rainwater load	4
	Water use saving	Validity on prevention plan to reduce living water, rainwater use, graywater	11
Maintenance management (8 Pts)	Site management	Rationality of environment-conscious site management plan	1
	Building management	Validity on operation/maintenance document & guideline	2
	Unit management	User manual	1
	Repairability	Private area, Common area	4
Ecological environment (18 Pts)	Green space within site	Green network, Natural green proportion	4
	Ecological function of outdoor space/building envelope	Biotope area factor	10
	Habitat	Biotope	4
Indoor environment (28 Pts)	Air environment	Low-emitting material, Natural ventilation, Ventilation performance of housing unit	12
	Thermal environment	Automatic temperature control device by each room	2
	Acoustical environment	Light-weight impact sound block, Heavy-weight impact sound block, Partition wall sound insulation, Noise on traffic sound, Restroom plumbing noise	10
	Light environment	Sunshine securing proportion	4

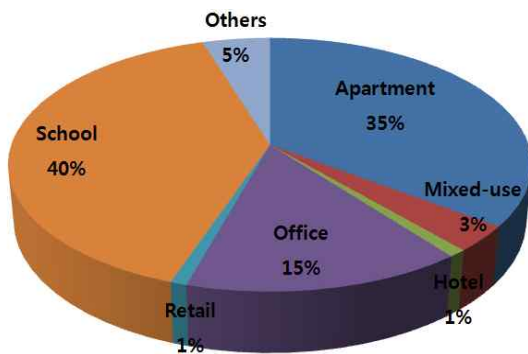


Fig. 2. The Percentage of Green Building Certification by Use

2.3. 공동주택 인증 평가항목

공동주택 녹색건축물 인증기준의 평가분야는 크게 토지 이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경 등 총 7개의 대분류 평가분류(총 123점)가 있으며 각 대분류 평가분야별 세부 평가항목 및 배점은 Table 1과 같다. 이 중에서 배점이 큰 평가분야는 실내환경(4개 항목/28점), 에너지 및 환경오염(3개 항목/21점), 토지이용 및 교통(4개 항목/18점), 생태환경(3개 항목/18점) 순으로 나타났으며 상대적으로 재료 및 자원(4개 항목/15점), 물순환관리(2개 항목/15점), 유지관리(4개 항목/8점)의 평가분야는 배점이 낮은 것으로 나타났다.

3. AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법

3.1. 개요

AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법은 1970년대 초반 Thomas L. Saaty에 의해 개발된 다기준 의사결정 기법 중의 하나로서 각 계층별로 평가항목간의 상대적 중요도를 파악함으로써 최적의 대안을 선정하는 방법이다. AHP 방법은 주어진 의사결정 문제를 계층화한 후 상위계층에 있는 한 요소의 관점에서 직속 하위계층에 있는 요소들의 상대적 중요도 또는 가중치를 쌍대비교(Pairwise Comparison)에 의해 도출하는 방식으로 최종적으로 최하위 계층에 있는 요소들의 가중치 또는 우선순위를 찾는 방법이다. 또한 객관적인 평가요인은 물론 주관적인 평가요인도 포함할 수 있어 활용도가 높은 의사결정 방법으로서 적용방법이 간단하고 의사결정을 쉽게 표현할 수 있어 시간과 비용 효율성은 물론 의사결정의 질을 높일 수 있는 장점을 가지고 있다³⁾. 건축분야에서도 부동산 선택요소 간의 중요도 분석, 공공청사 신축부지의 합리적인 선정, 에너지 효율화를 위한 요소기술의 적용 우선순위 결정 등과 같은 다양한 연구에서 AHP 방법이 적용되어 왔다⁴⁾.

3) 홍정만, AHP기법을 적용한 민간 기업의 신재생에너지 평가항목에 대한 연구, 에너지경제연구, Vol. 10. No. 1. 2011, p.115-142.

4) 최여진, 이상춘, 국내 친환경 건축물 인증제도 평가항목의 중요도 분석, 한국생태환경건축학회 논문집, Vol. 12. No. 1. 2012. p.83-90.

3.2. 전제조건 및 적용절차⁵⁾

AHP 방법은 다음의 4가지 전제조건에 기초한다.

- (1) 역수비교(Reciprocal Comparison) : 의사결정자는 동일한 계층 내에 있는 요소 A와 B를 짝지어서 비교할 수 있어야 하고 그 선호도의 강도는 다음의 역수조건을 만족시켜야 한다. 요소 A가 요소 B보다 X배 중요시된다고 하면 요소 B는 요소 A보다 1/X배 중요하다는 것을 의미한다.
- (2) 동질성(Homogeneity) : 중요도는 제한된 범위 내에서 정해진 척도에 의하여 표현된다.
- (3) 종속성(Dependency) : 한 계층의 요소들은 인접한 상위계층의 요소에 대하여 종속적이어야 한다.
- (4) 기대성(Expectation) : 의사결정의 목적을 위하여 모든 대안과 기준이 계층에 완전하게 포함하고 있다고 가정한다.

일반적으로 AHP 방법은 다음의 5단계 적용을 거친다.

- (1) 의사결정계층의 구성 : 상호 관련이 있는 의사결정 요소들을 계층화하는 단계이며 계층의 최상층에는 최종 의사결정 목적이 있으며 그 다음의 하위계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 여러 판단기준 및 대안들로 구성된다. 이들 요소들은 낮은 계층에 있는 것일수록 구체적인 것이 되며 한 계층 내의 각 요소들은 서로 비교 가능한 것이어야 한다.
- (2) 평가요소 간의 쌍대비교 : 상위계층에 있는 요소들의 목표를 달성하기 위해 하위계층의 요소들에 대한 쌍대비교를 통해 상대적인 중요도를 도출하는 단계이다. 쌍대비교를 통한 계량적 판단을 수행하기 위해서 신뢰할 만하고 이용가능한 척도가 필요하며 이를 위하여 일반적으로 Table 2와 같이 9점 척도가 많이 이용되고 있다.
- (3) 평가요소간의 상대적 가중치(중요도) 추정 : 쌍대비교 후 생성된 행렬과 고유치방법(Eigen Value Method)을 사용하여 각 계층에 있는 요소들이 가지고 있는 상대적 가중치를 추정하는 단계이다.
- (4) AHP 방법의 일관성 검증 : 쌍대비교 설문에서 응답자가 얼마나 논리적인 일관성을 가지고 설문을 실시하였는지를 판단하는 단계로서 일관성지수(Consistency Index; CI)와 일관성비율(Consistency Ratio; CR)을 통하여 판단할 수 있다. Saaty는 일반적으로 CR값이 0.1이하의 기준을 적용할 경우 합리적 평가, 0.2이하인 경우는 허용할 수 있는 평가로 제안하였다. 따라서 CR값이 0.2보다 높은 설문에 대해서는 설문을 다시 수행하거나 최종분석에서 제외하여야 한다.
- (5) 평가요소간의 상대적 종합 가중치(중요도) 도출 : 하위계층에 있는 요소들에 대한 우선순위를 도출하기 위하여 의사결정요소들의 상대적 가중치를 종합하는 단계이다. 이 단계에서는 최상위 계층의 의사결정의 목적을 달성하기 위하여 최하위에 있는 요소들의 우선순위를 결정하는 종합 가중치를 산출하는데 이는 3단계에서 도출한 각 계층에서의 가중치를 종합화함으로써 가능하다.

Table 2. Rating Scale of Pariwise Comparison

Importance intensity	Definition
1	Equal important
3	Moderate important
5	Strong important
7	Very Strong important
9	Extreme important

Table 3. Questionnaire Form of Big Level

Criterion	Scale									Criterion
Land & transport	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Energy & environ.
Land & transport	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Material & resource
Land & transport	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Water
Land & transport	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Maintenance
Land & transport	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Ecological
Land & transport	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Indoor
Energy & environ.	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Material & resource
Energy & environ.	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Water
Energy & environ.	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Maintenance
Energy & environ.	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Ecological
Energy & environ.	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Indoor
Material & resource	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Water
Material & resource	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Maintenance
Material & resource	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Ecological
Material & resource	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Indoor
Water	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Maintenance
Water	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Ecological
Water	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Indoor
Maintenance	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Ecological
Maintenance	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Indoor
Ecological	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Indoor

Table 4. Questionnaire Form of Middle Level [Land Use & Transportation]

Criterion	Scale									Criterion
Ecological value	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Adjacent site
Ecological value	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Occupancy environment
Ecological value	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Transport load
Adjacent site	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Occupancy environment
Adjacent site	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Transport load
Occupancy environment	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Transport load

5) Saaty, T. L., The Analytic Hierarchy Process, N.Y. McGraw-Hill, 1980.

Table 5. Pairwise Comparison Matrix of Big Level

(CR=0.004)	Land & transport	Energy & environ.	Material & resource	Water	Maintenance	Ecological	Indoor
Land & transport	1.000	0.753	1.240	0.980	1.114	0.653	0.578
Energy & environ.	1.328	1.000	2.164	1.636	1.808	0.931	0.866
Material & resource	0.806	0.462	1.000	0.764	0.621	0.395	0.413
Water	1.020	0.611	1.309	1.000	0.905	0.528	0.682
Maintenance	0.898	0.553	1.611	1.105	1.000	0.571	0.498
Ecological	1.530	1.074	2.529	1.893	1.753	1.000	1.057
Indoor	1.731	1.155	2.423	1.466	2.009	0.946	1.000

Table 6. [Land Use & Transportation] Pairwise Comparison Matrix

(CR=0.001)	Ecological value	Adjacent site	Occup. environ.	Transport load
Ecological value	1.000	1.534	0.851	0.943
Adjacent site	0.652	1.000	0.630	0.711
Occup. environ.	1.176	1.586	1.000	1.212
Transport load	1.061	1.406	0.825	1.000

Table 7. [Energy & Environment Pollution] Pairwise Comparison Matrix

(CR=0.003)	Energy saving	Sustainable energy	Global warming
Energy saving	1.000	1.374	1.893
Sustainable energy	0.728	1.000	1.718
Global warming	0.528	0.582	1.000

Table 8. [Material & Resource] Pairwise Comparison Matrix

(CR=0.013)	Resource saving	Waste min.	Waste recycling	Sustainable resource
Resource saving	1.000	1.339	1.360	0.553
Waste min.	0.747	1.000	1.160	0.788
Waste recycling	0.735	0.862	1.000	0.601
Sustainable resource	1.809	1.269	1.665	1.000

Table 9. [Water Circulation Management] Pairwise Comparison Matrix

(CR=0.0)	Water circulation	Water use saving
Water circulation	1.000	1.224
Water use saving	0.817	1.000

Table 10. [Maintenance Management] Pairwise Comparison Matrix

(CR=0.004)	Site mgnt	Building mgnt	Unit mgnt	Repairability
Site mgnt	1.000	0.688	0.579	0.778
Building mgnt	1.454	1.000	1.178	1.289
Unit mgnt	1.727	0.849	1.000	1.050
Repairability	1.285	0.776	0.952	1.000

Table 11. [Ecological Environment] Pairwise Comparison Matrix

(CR=0.004)	Green space	Ecological function	Habitat
Green Space	1.000	1.836	1.727
Ecological function	0.545	1.000	1.212
Habitat	0.579	0.825	1.000

Table 12. [Indoor Environment] Pairwise Comparison Matrix

(CR=0.003)	Air	Thermal	Acoustical	Light
Air	1.000	1.933	2.293	1.439
Thermal	0.517	1.000	1.566	0.962
Acoustical	0.436	0.638	1.000	0.590
Light	0.695	1.039	1.696	1.000

4. 녹색건축 인증제도 평가항목의 중요도 결정

4.1. 실무담당자 설문조사

본 연구에서는 녹색건축 인증제도에서 공동주택 인증심사기준의 평가분야 및 세부 평가항목을 중심으로 설문하였으며 각 평가항목별 중요도 비율을 결정하기 위하여 쌍대비교를 통한 9점 척도의 설문양식을 이용하였다. 설문대상으로는 녹색건축 인증제도와 직접적인 관련이 있는 국내 대형 설계사무소의 실무담당자로 하였으며 이메일을 통한 설문조사가 2013년 8월 한 달간에 걸쳐 이루어졌으며 배부된 총 50부 중에서 33부를 회수하였다. 대분류 및 중분류에 대한 설문지의 질의양식은 Table 3 및 4와 같으며 두 평가항목요소간의 상호 우선순위를 통하여 가중치(중요도)를 도출하였다. 즉, 대분류에서 토지이용 및 교통과 에너지 및 환경오염분야의 값은 에너지 및 환경오염과 토지이용 및 교통분야 값의 역수에 해당되며 최종 결과치는 각각 결과의 총합으로 나눈 값이 해당항목의 값이 된다. 또한 중분류에 대한 설문 질의도 동일한 방법으로 진행되었으며 세부 평가항목의 총합은 상위항목과 동일하게 된다. AHP 방법에서 일관성의 결여는 분석결과의 비신뢰성을 의미하므로 개별 응답자의 설문지에 대한 일관성비율(CR)을 계산하여 일관성이 낮은 응답자의 설문(CR값이 0.2보다 높은 설문) 8부를 최종분석에서 제외하였다.

4.2. 쌍대비교행렬 작성 및 일관성 검증

본 연구에서는 가중치 분석방법⁶⁾으로 AHP 방법의 전제 조건 중의 하나인 행렬의 역수성을 유지하기 위하여 설문 응답자가 작성한 개별 비교행렬의 각 원소에 대하여 전체 응답자들의 평가값을 기하평균하여 통합하고 이를 원소로 하는 개별 비교행렬을 구성하는 방식인 기하평균법⁷⁾을 사용하였으며 이를 바탕으로 작성된 각 비교행렬에 대한 일관성을 검증하였다. 대분류에 대한 개별 비교행렬의 값은 Table 5와 같으며 행렬의 일관성비율(CR)값이 0.004로 나타나서 이는 Saaty가 제안한 합리적인 평가에 해당되는 0.1이하의 값이므로 최종 행렬이 일관성이 있다고 판단할

6) 조근태, 계층분석적 의사결정, 2003, 행렬의 역수성을 유지시키는 기하평균법, 산출된 가중치를 산술평균하여 통합된 가중치를 구하는 방법, 산출된 가중치를 기하평균하여 통합된 가중치를 구하는 방법이 있다.

7) Aczel, J. and Saaty, T. L., Procedure for Synthesizing Ratio Judgments, Journal of Psychology, Vol. 27. 1983. p.93-102.

수 있다. 토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경 분야에서 기하평균화된 중분류 개별 비교행렬의 요소값은 Table 6에서 12와 같이 나타났으며 일관성비율 또한 모두 합리적인 평가범위인 0.1이하이므로 최종적으로 각 중분류 행렬들이 일관성이 있다고 판단할 수 있다.

4.3. AHP 분석결과

1) 대분류 평가분야의 중요도(A)

본 설문을 통하여 녹색건축 인증제도 공동주택부문에서 대분류 평가분야인 토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경의 7개 분야에 대한 중요도(A) 결과는 Table 13과 같이 각각 0.119, 0.179, 0.082, 0.113, 0.112, 0.199, 0.197로 나타났다. 이는 대분류 전체 평가분야의 중요도 합계가 1이기 때문에 각 분야에 대한 중요도는 11.9%, 17.9%, 8.2%, 11.3%, 11.2%, 19.9%, 19.7% 비중을 차지하는 것을 의미한다. 설문응답자들은 생태환경, 실내환경, 에너지 및 환경오염 등의 평가분야를 상대적으로 중요하게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 이는 응답자들이 인간과 자연이 서로 공생할 수 있는 생태환경의 조성, 건물 재질사 및 이웃에게 미치는 유해성을 최소화하는 실내환경의 질적 향상 및 기후문제변화와 직접 관련된 에너지 사용과 CO2 배출 저감에 대한 관심을 가장 중요한 친환경 성능요소로 인식하고 있다는 것을 의미한다. 반면 토지이용 및 교통, 재료 및 자원, 물순환관리, 유지관리 등 다른 평가분야의 중요성은 상대적으로 낮게 평가되었다.

2) 중분류 평가항목의 중요도(B)

중분류 평가항목에서의 중요도(B)는 Table 14와 같다. 토지이용 및 교통에 대한 평가항목의 중요도를 살펴보면 생태적 가치가 25.9%, 인접대지 영향이 18.1%, 거주환경의 조성이 30.1%, 교통부하 저감이 25.9%로 평가되어 커뮤니티 센터 및 시설공간의 조성, 단지 내 보행자 전용도로 조성, 외부 보행자 전용도로 네트워크 연계를 포함하는 거주환경의 조성이 가장 중요한 평가항목으로 나타났다. 에너지 및 환경오염부문의 경우 에너지 절약이 44.0%, 지속가능한 에너지원 사용이 34.4%, 지구온난화 방지가 21.6%로서 건축물의 에너지 성능을 가장 중요한 것으로 평가되었다. 재료 및 자원부문에서는 자원 절약이 24.5%, 폐기물 최소화가 22.1%, 생활폐기물 분리수거가 19.0%, 지속가능한 자원활용이 34.4%로 도출되어 유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품의 사용, 재료의 탄소배출량 정보 표시를 평가하는 지속가능한 자원활용이 가장 중요한 평가항목으로 나타났다. 물순환관리부문에서는 수순환체계 구축(55.0%)이 수자원 절약(45.0%)보다 더 중요한 항목으로 나타났다. 유지관리부문에서는 효율적인 건물관리(30.0%) 및 효율적인 세대관리(27.4%)가 체계적인 현장관리(18.4%)나 수리용이성(24.2%)보다 더 중요하게 평가되었다. 생태환경부문에서는 대지 내 녹지공간 조성이 47.1%, 외부 공

간 및 건물 외피의 생태적 기능 확보가 27.9%, 생물서식 공간 조성이 25.0%로 평가되어 연계된 녹지축 구성과 자연지반녹지율을 포함하는 대지 내 녹지공간 구성이 가장 중요한 평가항목으로 나타났다. 마지막으로 실내환경부문의 경우 공기환경이 37.7%, 온열환경이 22.3%, 음환경이 15.1%, 빛환경이 24.9%로 평가되어 실내 공기오염물질 저방출 제품의 적용, 자연통풍 확보, 단위세대의 환기성능 확보 등을 포함하는 공기환경이 가장 중요한 평가항목으로 도출되었다.

Table 13. Relative Importance(A) & Ranking of Big Level

Big level	Importance(A)	Rank
Land use & transportation	0.119	4
Energy & environment pollution	0.179	3
Material & resource	0.082	7
Water circulation management	0.113	5
Maintenance management	0.112	6
Ecological environment	0.199	1
Indoor environment	0.197	2

Table 14. Relative Importance(B) & Ranking of Middle Level

Big level	Middle level	Importance(B)	Rank
Land use & transportation	Ecological value	0.259	2
	Adjacent site	0.181	4
	Occupancy environment	0.301	1
	Transportation load	0.259	2
Energy & environment pollution	Energy saving	0.440	1
	Sustainable energy	0.344	2
	Global warming	0.216	3
Material & resource	Resource saving	0.245	2
	Waste minimization	0.221	3
	Waste recycling	0.190	4
	Sustainable resource	0.344	1
Water circulation management	Water circulation system	0.550	1
	Water use saving	0.450	2
Maintenance management	Site management	0.184	4
	Building management	0.300	1
	Unit management	0.274	2
Ecological environment	Repairability	0.242	3
	Green space	0.471	1
	Ecological function	0.279	2
	Habitat	0.250	3
Indoor environment	Air environment	0.377	1
	Thermal environment	0.223	3
	Acoustical environment	0.151	4
	Light environment	0.249	2

3) 평가항목별 종합 중요도(C)

각 세부 평가항목의 상대적인 종합 중요도는 대분류 평가분야의 중요도(A)와 중분류 평가항목의 중요도(B)를 곱하여 계산하였으며 그 결과는 Table 15와 같다. 생태환경부문의 대지 내 녹지공간 조성이 9.4%, 에너지 및 환경오염부문의 에너지 절약이 7.9%, 실내환경부문의 공기환경이 7.4%, 물순환관리부문의 수순환체계 구축이 6.2%, 에너지 및 환경오염부문의 지속가능한 에너지원 사용이 6.2% 순으로 나타나서 상위 5가지의 평가항목이 전체 중요도의 약 37%를 차지하여 녹색건축 인증제도의 공동주택 건축물부문에서 가장 중요한 평가항목으로 인식되고 있는 것으로 나타났다.

Table 15. Comparison between Composite Importance(C) and Certification Standard of Assessment Criteria(Apartment Buildings)

Big level	Middle level	AHP result		Green building certification standard			
		Composite importance(C)	Rank	Point	Weight	Point percent	Rank
Land use & transportation	Ecological value	0.031	14	2	15	0.017	19
	Adjacent site	0.021	20	2		0.017	19
	Occupancy environment	0.036	12	8		0.067	6
	Transportation load	0.031	14	6		0.050	8
Energy & environment pollution	Energy saving	0.079	2	12	25	0.143	1
	Sustainable energy	0.062	4	3		0.036	11
	Global warming	0.039	11	6		0.071	4
Material & resource	Resource saving	0.020	22	3	15	0.030	12
	Waste minimization	0.018	23	3		0.030	12
	Waste recycling	0.016	24	4		0.040	10
	Sustainable resource	0.028	18	5		0.050	8
Water circulation management	Water circulation system	0.062	4	4	10	0.027	15
	Water use saving	0.051	7	11		0.073	3
Maintenance management	Site management	0.021	20	1	5	0.006	23
	Building management	0.034	13	2		0.013	22
	Unit management	0.031	14	1		0.006	23
	Repairability	0.027	19	4		0.025	16
Ecological environment	Green space	0.094	1	4	10	0.022	17
	Ecological function	0.055	6	10		0.056	7
	Habitat	0.050	8	4		0.022	17
Indoor environment	Air environment	0.074	3	12	20	0.086	2
	Thermal environment	0.044	10	2		0.014	21
	Acoustical environment	0.030	17	10		0.071	4
	Light environment	0.049	9	4		0.029	14
Total		1.000	-	123 Pts	100	1.000	-

반면에 토지이용 및 교통부문의 인접대지 영향(2.1%), 재료 및 자원부문의 자원 절약(2.0%), 폐기물 최소화(1.8%), 생활폐기물 분리수거(1.6%) 및 지속가능한 자원 활용(2.8%), 유지관리부문의 수리용이성(2.7%)은 다른 평가항목보다 공동주택 부문 녹색건축 인증시 상대적으로 중요도가 낮게 인식되는 것으로 분석되었다.

공동주택 부문 녹색건축 인증제도의 현 인증심사기준 및 평가항목 배점(가중치 적용 후 배점) 순위를 비교하여 보면 5점 이상의 높은 배점(가중치 적용 전 배점)을 차지하고 있는 평가항목 중에서 에너지 및 환경오염부문의 에너지 절약(12점), 물순환관리부문의 수자원 절약(11점), 생태환경부문의 외부 공간 및 건물 외피의 생태적 기능 확보(10점), 실내환경부문의 공기환경(12점) 항목은 AHP 분석결과와 비슷한 중요도 순위로 나타났다. 그러나 토지이용 및 교통부문의 거주환경의 조성(8점)과 교통부하 저감(6점), 에너지 및 환경오염부문의 지구온난화 방지(6점), 재료 및 자원부문의 지속가능한 자원 활용(5점), 실내환경부문의 음환경(10점) 항목은 현 녹색건축 인증심사기준 배점과 AHP 분석결과가 종합중요도에서 다른 순위로 나타났다. 또한 현행 인증심사기준에서 높은 배점 비율을 차지하고 있는 평가항목은 전반적으로 AHP 분석결과와 종합중요도가 낮게 나타난 것을 확인할 수 있다. 따라서 향후 녹색건축 인증제도의 공동주택부문 평가분야 및 항목의 배점 및 가중치 개정시 본 연구의 AHP 분석결과를 바탕으로 평가항목의 구분기준(필수항목, 평가항목, 가산항목) 및 배점을 변경하는데 참고자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 2013년 2월 친환경건축물 인증제도와 주택성능 인증제도가 하나로 일원화된 녹색건축 인증제도의 공동주택부문 인증심사 평가항목에 대해서 국내 대형 건축사무소의 실무담당자를 대상으로 AHP 방법을 이용한 설문조사를 통하여 각 평가항목의 중요도를 도출하였으며 AHP 분석결과를 현행 인증심사기준 항목별 배점현황과 비교하였다.

AHP 분석을 통한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

- (1) 토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염, 재료 및 자원, 물순환관리, 유지관리, 생태환경, 실내환경부문으로 구분되는 대분류 평가분야에서는 생태환경, 실내환경, 에너지 및 환경오염부문이 각각 19.9%, 19.7%, 17.9%의 중요도로 도출되어 보다 중요한 평가분야로 나타났다.
- (2) 토지이용 및 교통의 중분류 평가항목(생태적 가치, 인접대지 영향, 거주환경의 조성, 교통부하 저감)중에서 거주환경의 조성부문의 중요도가 30.1%로 도출되어 다른 항목보다 중요한 것으로 나타났다.
- (3) 에너지 및 환경오염부문의 중분류 평가항목(에너지 절약, 지속가능한 에너지원 사용, 지구온난화 방지)중에서 에너지 절약부문의 중요도가 44.0%로 도출되어 다른 항목보다 중요한 것으로 나타났다.
- (4) 재료 및 자원부문의 중분류 평가항목(자원 절약, 폐기물 최소화, 생활폐기물 분리수거, 지속가능한 자원 활용)중에서 지속가능한 자원활용부문이 34.4%의 중요도

- 가 도출되어 다른 항목보다 더 중요한 것으로 나타났다.
- (5) 물순환관리부문의 중분류 평가항목에서 수순환체계 구축부문의 중요도가 55.0%로 도출되어 수자원 절약부문보다 더 중요한 평가항목으로 나타났다.
- (6) 유지관리부문의 중분류 평가항목(체계적인 현장관리, 효율적인 건물관리, 효율적인 세대관리, 수리용이성)에서 효율적인 건물관리와 효율적인 세대관리부문의 중요도가 각각 30.0%, 27.4%로 도출되어 다른 항목보다 더 중요한 것으로 나타났다.
- (7) 생태환경부문의 중분류 평가항목(대지 내 녹지공간 조성, 외부 공간 및 건물 외피의 생태적 기능 확보, 생물서식공간 조성)중에서 대지 내 녹지공간 조성부문이 47.1%의 중요도가 도출되어 다른 항목보다 더 중요한 항목으로 나타났다.
- (8) 실내환경부문의 중분류 평가항목(공기환경, 온열환경, 음환경, 빛환경)중에서 공기환경부문이 37.7%의 중요도가 도출되어 다른 평가항목보다 더 중요한 것으로 나타났다.
- (9) 대분류에서의 중요도(A)와 중분류에서의 중요도(B)를 곱한 각 세부평가항목의 종합 중요도(C)에서는 생태환경부문의 대지 내 녹지공간 조성, 에너지 및 환경오염부문의 에너지 절약, 실내환경부문의 공기환경, 물순환관리부문의 수순환체계 구축, 에너지 및 환경오염부문의 지속가능한 에너지원 사용의 종합 중요도가 각각 9.4%, 7.9%, 7.4%, 6.2%, 6.2%로 도출되어 다른 평가항목보다 공동주택부문 녹색건축 인증에서 상대적으로 중요하게 고려되어야 할 항목으로 나타났다.

본 연구는 다기준 의사결정기법으로서 많이 적용되고 있는 AHP 방법을 이용하여 녹색건축물의 실무 설계담당자를 대상으로 실시한 설문조사를 통하여 국내 녹색건축 인증제도(G-SEED) 공동주택 부문의 인증심사 평가항목에 대한 중요도를 조사하여 본 연구의 분석결과는 향후 평가항목의 배점 및 항목의 구분기준 등 개선방향에 대한 참고자료가 될 수 있을 것으로 판단된다. 향후 연구주제로서 녹색건축 인증현황에서 많은 부분을 차지하고 있는 학교 및 업무시설과 같은 다른 용도별 건축물의 인증심사 평가항목에 대한 세분화된 AHP 분석을 실시하여 해당 결과가 도출되는 차별화된 연구가 계속 진행되어야 할 것으로 사료된다. 또한 설문 대상자로서 녹색 건축물의 설계를 하는 실무 담당자뿐만 아니라 다양한 사회적·경제적·문화적 배경을 가지고 있는 학계 및 정부의 전문가들을 포함한 설문조사를 실시하여 좀 더 전문적이고 광범위하게 분석한다면 녹색건축 인증제도의 심도 깊은 개선방향이 도출될 것으로 판단된다.

Acknowledgement

This work was supported by research grants from the Catholic University of Daegu in 2013 (No. 20133016)

References

- [1] 국토교통부. 통합 녹색건축 인증제 「G-SEED」 공식출범 (2013년 6월 27일 보도자료) / (Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Official Launching Green Building Certification System 「G-SEED」, Press Release. 2013.06.27)
- [2] 녹색건축인증제 통합운영시스템. 2013 / (G-SEED United Operation System <<http://www.greenbuilding.re.kr/>>)
- [3] 홍정만, AHP기법을 적용한 민간 기업의 신재생에너지 평가항목에 대한 연구, 에너지경제연구, Vol. 10. No. 1. 2011, p.115-142. / (Jungman Hong, An AHP approach for the importance weight of renewable energy investment criterion in the private sector), Korea Energy Economic Review. Vol. 10. No. 1. 2011. p.115-142.)
- [4] 최여진, 이상춘, 국내 친환경 건축물 인증제도 평가항목의 중요도 분석, 한국생태환경건축학회 논문집, Vol. 12. No. 1. 2012. p.83-90. / (Yeo-Jin Choi, Sang-Choon Lhee. 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.)
- [5] T. L. Saaty. The Analytic Hierarchy Process, N.Y. McGraw-Hill, 1980.
- [6] 조근태, 계층분석적 의사결정, 동현출판사, 2003. / (Keun-Tae Cho, The analytic hierarchy process, Dong-Hyun Press, 2003.)
- [7] J. Aczel and T. L. Saaty, Procedure for synthesizing ration judgments, Journal of Mathematical Psychology, Vol. 27. 1983. p.93-102.

Received November 18, 2013;

Final revision received December 23, 2013;

Accepted December 23, 2013