

재난대응 구호주거 성능지표 개발을 위한 기초연구

남혜령¹, 이원학², 강수민³, 김성태⁴, 조영준⁴, 이병연^{5*}
¹충북대학교 건설기술연구소, ²한국건설생활환경시험연구원, ³충북대학교 건축공학과,
⁴주엑시아머티리얼스, ⁵충북대학교 건축학과

A Basic Study of Development of Post-disaster Refugees Housing Performance Index

Hye-Ryeong Nam¹, Won-Hak Lee², Su-Min Kang³,
Sung-Tae Kim⁴, Young-Jun Cho⁴, Byung-Yun Lee^{5*}

¹Institute of Construction Technology, Chungbuk National University

²Construction & Energy Business Division, Korea Conformity Laboratories

³Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University

⁴AXIA materials Co., Ltd.

⁵Department of Architecture, Chungbuk National University

요약 본 연구는 구호주거 성능 기준 및 개발의 기반을 다지기 위해 구호주거 성능지표 체계를 개발하고 지표의 도입 방안을 제시하는 것을 목표로 전문가 설문 등을 통한 계층적 분석 기법(Alytic Hierarchy Process)을 진행하였다. 구호주거 성능지표 체계를 구축하기 위하여 구호주거를 항구적 주택이 마련되기 전까지 일정 기간 사용되는 중장기 임시 거주 시설로 정의하고 안전성, 신속성, 재사용성, 거주성, 경제성을 주요 성능 요소로 도출하였고, 주요 성능 요소와 건축물의 전 생애주기를 연계하여 계층화된 성능지표 체계를 구축하였다. 개발된 구호주거 성능지표 체계의 항목별 중요도를 계층적 분석 기법에 따라 정량적으로 도출하였다. 마지막으로, 중요도 분석 결과를 바탕으로 종합 가중치 1-10 순위의 성능 기준과 각 범주별 1 순위의 성능 기준인 총 14 개의 성능 기준을 필수 성능 기준(반드시 충족), 그 외는 권장 성능 기준(선택적 충족)으로 분류하여 구호주거 개발의 모든 단계를 고려한 성능지표를 구축하였다. 추후 구호주거 성능지표의 완성으로 재난에 의해 발생하는 이재민의 안정적인 거주 보장과 빠른 일상복귀를 도모할 수 있을 것으로 기대된다

Abstract In this study, an analytic hierarchy process (AHP) was conducted with the aim of developing a post-disaster refugee housing performance index system (PPS) to improve the post-disaster refugee housing (PRH) performance criteria for the foundation of quality-based development. The PRH was defined as a mid-term temporary housing facility that is used for a certain period before the permanent housing is established. The safety, rapidity, reusability, habitability, and economy were derived from major performance factors through prior research. A hierarchical PPS was organized by linking the major performance factors with the whole life cycle process of PRH. The priority of each performance index of PPS was determined quantitatively using the analytic hierarchy process through an expert survey. Based on AHP analysis, the performance criterion of the total weight 1-10 ranking and the performance criterion of the first rank in each category were classified into the essential performance criterion (must be achieved) and the others were classified into the recommended performance criterion (optional achieved) and the performance index was constructed considering all stages of PRH development. With the completion of the PRH performance index, it is expected that victims will be able to secure stable residence and return to their daily lives quickly.

Keywords : AHP, Disaster confrontation, Performance index, Post-disaster refugees housing, Temporary housing

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구비지원(17CTAP-C129718-01)에 의해 수행되었습니다.

*Corresponding Author : Byung-Yun Lee(Chungbuk Univ.)

Tel: +82-43-261-2433 email: ecoville@chungbuk.ac.kr

Received November 9, 2017

Revised December 4, 2017

Accepted December 8, 2017

Published December 31, 2017

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

전 지구적으로 지구온난화로 인한 다양한 형태의 이상기후 발생빈도가 증가하고 있으며, 매해 재난 및 인명 피해 역시 증가하고 있다.

국내의 경우 자연재난(호우, 태풍, 대설 등)으로 인한 피해는 연평균('07~'16) 인명피해(사망·실종)는 16.2명, 재산피해는 피해액 4,058억, 복구액 8,465억 원(2016년도 환산 가격 기준)에 달하며 특히, 2016년 규모 2.0 이상 국내 지진발생횟수는 총 252회로 예년평균 지진발생횟수인 47.5회보다 5배 이상 발생빈도가 높게 나타났다. 또한 사회재난(화재, 건축물 붕괴, 선박사고, 감염병 등) 역시 꾸준히 증가하는 추세로, 사회재난으로 인한 피해는 연평균('06~'15) 인명피해(사망·부상·실종)는 207명, 재산피해 9,214억 원에 달한다[1,2].

재난 발생 시 주거파괴 피해를 입은 이재민은 응급대피 이후 항구적 주택(복구 혹은 신축)이 마련되기 전까지 임시거주시설에 거주하는 것이 일반적이던 이때 공급되는 각종 임시거주시설은 시설공급(공간제공)측면에 치중되어 최저주거기준에 미치지 못하는 경우가 발생하여, 이재민의 2차 피해를 방지하고 심신안정과 빠른 일상복귀를 도모할 수 있도록 재난에 대응하는 임시거주시설(이하 구호주거)의 명확한 성능가이드가 필요한 상황이다.

이에 본 연구에서는 구호주거 성능지표 체계를 개발하여 성능기준과 구호주거 개발의 기반을 마련하고자 한다.

1.2 연구의 흐름 및 방법

연구의 흐름 및 방법은 다음과 같다.(Table 1)

첫째, 구호주거와 관련된 선행연구들에서의 용어의 정의와 주요하게 검토된 성능요소들, 계획요소들을 고찰하여 본 연구에서의 구호주거의 정의와 구호주거 성능지표의 주요 성능요소를 도출하였다.

둘째, 선행연구 고찰로 도출한 성능요소와 구호주거의 특성을 고려한 건물의 생애주기관점에서 구호주거 성능지표의 1차 체계를 개발한 후, 관련 분야 전문가들을 대상으로 지표 체계 및 내용의 적합성 등의 의견을 수렴하여 수정·보완하였다.

셋째, 수정·보완된 구호주거 성능지표 체계를 계층적 분석기법(Analytic Hierarchy Process, AHP)에 따라 관련 전문가들을 대상으로 중요도 조사를 진행하였다.

Table 1. Research flow and methodology

Review of Prior study
- Definition of Post-disaster refugees housing
- Adoption of performance factor
▼
Post-disaster Refugees Housing Performance Index System
- Development of Primary Post-disaster Refugees Housing Performance Index
- Correction and supplementation of Post-disaster Refugees Housing Performance Index
▼
Importance analyse of Post-disaster Refugees Housing Performance Index
- Expert survey based on AHP technique
- Post-disaster Refugees Housing Performance Index system with priority applied
▼
Proposal of Post-disaster Refugees Housing Performance Index system

정량적으로 도출한 중요도를 바탕으로 체계화된 구호주거 성능지표 체계를 개발하였다.

2. 선행연구 고찰

본 연구의 내용과 관련된 구호주거 성능 관련 연구내용을 각 연구에서 정의내린 용어와 주로 연구된 성능요소 혹은 계획요소를 중점적으로 정리하면 Table 2와 같다. 일반적으로 임시거주시설은 일시적인 대피를 위한 장소의 개념이 아니라, 재난에 의해 발생한 이재민의 새로운 주택을 마련하기 전까지 필요에 따라 일정기간만 사용되는 주거로 정의되었다[3-6,8,10].

본 연구에서는 재난 발생 직후 일시적으로 사용되는 공간에 대해서는 ‘응급대피시설’로 정의 하였으며, 대피 이후 항구적 주택이 마련되기 전까지 일정기간 사용되는 중장기 임시거주시설에 대해 ‘구호주거(Post-disaster Refugees Housing)’로 정의 하였다.

Table 2의 선행연구에서 규정한 성능요소들을 정리한 것으로, 각 연구별 성능요소의 의미를 파악한 후 의미는 동일하되 사용된 용어가 다른 경우 빈도수가 더 높은 용어로 통일하여 Table 3에서 성능요소별 빈도수를 확인하였다.

선행연구에서 주로 고려된 성능요소로는 안전성, 신속성, 친환경성, 보건성, 편리성, 쾌적성, 이동성, 경제성

임을 확인하였다. 안전성은 이재민이 외부환경으로부터 보호될 수 있는 환경과 안전을 의미한다. 신속성은 빠르게 구호주거를 공급하는 것으로 제작과 해체까지를 포함한다. 친환경성은 재난 발생 시 파괴된 건물에서 발생하는 폐기물과 사용된 구호주거의 재활용, 재사용을 의미한다. 보건성은 위생관련 요소를 의미하며 편리성은 근린시설과 교통수단이용의 용이성, 쾌적성은 면적 및 단열, 방습과 같은 건물 품질, 이동성은 구조체가 이동 가능해야함을 의미한다.

본 연구에서는 선행연구에서 주로 고려된 성능요소들을 성능지표에 반영하되 유사성격을 띠는 이동성은 신속성에 포함시키고 보건성, 편리성, 쾌적성을 묶어 거주성으로 재편하였으며, 용어와 의미 간에 혼동이 우려되는 친환경성은 재사용성으로 용어를 변경하여 안전성(Safety), 신속성(Rapidity), 재사용성(Reusability), 거주성(Habitability), 경제성(economy)을 주요성능요소로 반영하여 구체적인 성능지표를 개발하였다.

Table 2. Review of prior studies

Major subject	Definition
Primary performance factor	Primary design factor
A Study on the Methods of Temporary Housing for the Refugee Disastered[3] Rapidity, Economy, Plenty, Eco-Friendly, High-Technology, Workability	Temporary housing: A residential building for temporary use as needed until a new residence is set up. Environment(Site, Climate, Layout, Daylight, Heating, Ventilation, Defense), Behavior(Emergency relief, Education, Society, Religion, Property habits, Lifestyle, Economy), Technology(Infrastructure, Eco-friendly, Structure, Materials, Equipment)
A Case Study on the Typology of Temporary Housing According to Disasters[4] Safety, Sanitation, Accessibility, Comfort, Location environment, Rapidity, Transport-Ability, Lightweight, Module, Eco-Friendly, Variable	Temporary housing: Including the culture of the people, the residential environment including the residence for the temporary period only as needed until the new residence -
A Study on the Residential Planning Factors for Emergency Shelter after Disaster[5] Safety, Sanitation, Accessibility, Comfort	Emergency shelter: Evacuation and residence of victims regardless of facility use Site standard, Minimum area, Additional facilities(Water drainage facilities, Sanitation facilities, Operation management facilities, Communication/electric facilities), Residential performance(Ventilation, Lighting, Insulation/Heating, Safety assurance, Privacy assurance, Consideration of persons with disabilities, etc.), Sustain-ability(Building Materials/Structure/Construction)
A Research Study on Comparative Analysis of Architectural Planning Improvement on Temporary Housing of Korea and Japan[6] Habitability(Comfort), Transport-Ability, Rapidity, Sustain-Ability(Recycle)	Temporary housing for post-disaster: When a special situation called disaster occurs and a residential space is needed, a space with a residential function created for a temporary period Layout plan, The physical characteristics of the units(Location, Layout plan, Infrastructure, Unit), Temporary housing type, Foundation type of bond, Construction candidate site, Temporary housing assembly method, Post utilization plan
A study on the planning characteristic of temporary housing considering the needs of temporary residence[7] Temporary, Rapidity, Reuse-Ability, Transport-Ability	Event facilities: The names of all the facilities that occur due to the nature of events -
A Study on the Spatial Configuration of the Post-Disaster Refugees Housing[8] Rapidity, Plenty, High-Technology, Workability, Planning, Variable, Eco-friendly, Industrialization, economy, Safety	Temporary accommodation facility(Temporary): Welfare facilities such as schools, churches, etc. Temporary housing facility(Short-term): Short-term housing concept within 30days Medium and long-term relief Residential type(permanent): Mid-term residential concept over 60days Unit floor plan(Minimum required number of room, Minimum area), Type of unit plan(Room configuration)
A Study on the Emergency Relief Design with Consideration for Weak Person of Disaster - Focused on the Countermeasure Emergency Relief Design in Earthquake Disaster-[9] Usability, Durability, Safety, Transport-Ability, Cognitive, Accessibility, Sanitation, economy	Emergency relief design: Safety, Relief, Crisis management and Disaster prevention In the context of safety management concept, physical elements that may cause harm to the mind and body during a crisis caused by a disaster are blocked, In the case of damage, the compound concept of functional design that takes advantage of self-reliance and pursues reduction of damage with usability -
Current Status and Implication for the Planning of Emergency Shelter Considering User's Habitability[10] Safety, Sanitation, Accessibility, Comfort	Victim's emergency shelter: Not the concept of a place for temporary evacuation, temporary housing facility used for a certain period immediately after a disaster Safety(Defense, Safety assurance and prevention), Sanitation(Public health, Medical support, Light), Convenience(Ease of access, Community, Care for disaster weak person), Comfort(Area, Heat/Humidity, Privacy, Sound)

Table 3. Performance factors selected by prior studies

Performance factor	Meaning	Ref no.								sum	
		3	4	5	6	7	8	9	10		
Safety	Natural disaster, fire safety, life safety		○	○				○	○	○	5
Rapidity	Fast supply, rapid production and disassembly	○	○		○	○	○				5
Eco-friendly	Waste disposal(recycling, reuse)	○	○		○	○	○				5
Sanitation	Specific factor such as sunshine, sewage		○	○					○	○	4
Facility	Neighborhood facilities, transportation accessibility		○	○					○	○	4
Comfort	Area, building quality, hvac		○	○	○					○	4
Transport-ability	The structure must be movable		○		○	○			○		4
economy	Cost of construction/ refuse treatment/ reuse	○						○	○		3
Lightweight	Must be light		○								1
Module	Must be modular		○					○			2
Variable	Space flexibility(expansion, reduction, transformation)		○					○			2
Plenty	Movable, sufficient supply of material	○						○			2
Planning	Meeting space demand							○			1
High-technology	Such as lean construction	○						○			2
Workability	Usage of construction	○						○			2
Temporary	Residence for a certain period					○					1
Usability	Reasonable and accurate functioning according to purpose								○		1
Durability	Quality stable and robust								○		1
Cognitive	Establish of information transmission system								○		1

3. 구호주거 성능지표 체계 개발

3.1 1차 구호주거 성능지표 체계 개발

계획부터 시공, 사용, 사용 종료 후의 재사용 혹은 폐기까지 건축물의 전 과정을 고려해야하는 구호주거의 특성상 건축물의 생애주기(Life cycle, 기획·설계 및 건설 공사를 지나 운용·관리 및 폐기·처분단계로 이어지는 일련의 과정)관점에서 선행연구 고찰을 통해 도출된 성능요소(안전성, 신속성, 재사용성, 거주성, 경제성)와 연계하여 구분(Division)-범주(Category)-성능기준(Performance criterion)으로 계층화되는 지표 체계를 Table 4와 같이 1차적으로 구축하였다.

구호주거의 전 과정을 설계 단계부터 시공되고 사용되어 폐기되기까지의 단계를 설계(Design)-시공(Construction)-거주(Inhabitation) 3단계로 구분한 후 각각의 구분에서 진행되는 일련의 과정들을 순차적으로 범주로 구분하고 각각의 범주별로 성능기준들을 가지며 이는 세부지표들로 채워지는 체계로 구축하였다.

설계는 안전성, 거주성을 고려하여 부지계획-건물계획-구조계획-시스템계획으로 범주화하였으며 성능기준으로는 배치, 공간계획, 구조안정성, 구조사용성, 냉난방 설비, 환기설비, 급배수/위생으로 구성하였다. 시공은 신속성, 경제성을 고려하여 생산-운송-시공으로 범주화하였으며 성능기준으로는 재료성능, 납품기간, 운송수단 및 기간, 적재방법, 현장취급, 시공절차, 시공용이성, 초

기설치비용으로 구성하였다. 거주는 재사용성, 경제성을 고려하여 운용 1단계(거주)-2단계(다음사용까지)-3단계(내구연한 사용 후)로 범주화하였으며 성능기준으로는 운용, 운용비용, 해체/보관, 대규모 보수, 가변적 사용, 재사용, 폐기, 재활용, 운송/보관/폐기비용으로 구성하였다.

선행연구 고찰로 도출된 5가지 성능요소에 구호주거의 전 생애주기를 연계하여 1차적으로 지표체계를 구축하였고 지표의 완성도와 일반화를 위해 1차 지표의 보완을 진행하였다.

3.2 구호주거 성능지표 체계 수정·보완

앞서 정리한 Table 4의 체계 및 내용의 적합성을 검토하고 성능기준의 보완을 위해 구호주거 관련 전문가들을 대상으로 의견조사(서면 자문)를 진행하였다.

의견조사 내용으로는 구분별 범주, 평가기준, 지표(예시) 등에 대해 의견을 조사하였다. 2017년 9월 4일, 15명의 관련분야 전문가에게 전자우편으로 의견조사 안내 및 서식을 발송하여 9월 11일까지 약 1주일에 걸쳐 총 10명이 회신하였다.

전문가 의견조사 결과, 전반적으로 사용되는 용어(범주 명, 성능기준 명)에 대해서 일반적인 용어로 수정이 필요하며 성능기준의 세분화, 정량적인 지표제시의 필요성에 대해 공통적으로 의견이 수렴되었으며 이 외의 전문가별 주요 의견은 다음과 같다.

전문가 A(전문분야: CM, 구조, 경력: 8년)는 재난환

Table 4. Primary PRH Performance Index system

Performance factor	Division	Category	Performance criterion
Safety	Design	Site plan	Placement
		Building plan	Space plan
		Structure plan	Structural safety Structural usage
		System plan	Air conditioning and Heating system Ventilation system Water supply-sewage disposal/ sanitation Other equipment
Rapidly	Construction	Production	Material performance Lead time
		Transportation	Transport means and period Packing
		In-situ Construction	On-site handling availability Build procedure Workability Initial installation cost
			Use 1 stage (inhabit)
Reusability	Inhabit	Use 2 stage (until next using)	Taking apart/Keeping Large scale repair Variable use Reuse
		Use 3 stage (after durability)	Disposal Recycle Transportation/Keeping/Disposal cost
Habitability	Inhabit	Use 1 stage (inhabit)	Usage Usage cost
		Use 2 stage (until next using)	Taking apart/Keeping Large scale repair Variable use Reuse
		Use 3 stage (after durability)	Disposal Recycle Transportation/Keeping/Disposal cost
Economy	Inhabit	Use 1 stage (inhabit)	Usage Usage cost
		Use 2 stage (until next using)	Taking apart/Keeping Large scale repair Variable use Reuse
		Use 3 stage (after durability)	Disposal Recycle Transportation/Keeping/Disposal cost

경을 고려한 최소한의 주거 성능지표를 설정할 필요가 있으며 재난이 일어난 지역의 환경을 고려해야 할 필요성을 강조하였다.

전문가 B(전문분야: 건축, 방재, 경력: 16년)는 인프라 도피 등 물과 전기 공급이 어려울 경우를 상정할 필요성에 대해 강조하였다.

전문가 C(전문분야: 모듈러건축, 경력: 26년)는 공법(패널, 박스모듈, 축조공법 등)에 따른 기준의 변화 전제 필요성, 시공의 기간에 대한 검토와 평가기준별 지표가 구체적으로 설정되어야 함을 강조하였다.

전문가 D(전문분야: 건축설계, 경력: 13년)는 설계범주 및 성능기준에 평면·단면계획의 지표내용 등을 제시하였다.

전문가 E(전문분야: 건축구조, 경력: 13년)는 범주, 성능기준, 세부 지표들 간의 구성 및 체계의 일관성과 표현의 통일, 실제 평가 과정을 염두에 두고 설정해야 할 필요성에 대해 강조하였다.

전문가 F(전문분야: 건축구조, 경력: 11년)는 시공의 기간에 대한 검토와 생산비용의 추가를 제시하였다.

전문가 G(전문분야: 방재, CM, 경력: 18년)는 사생활, 소음, 냄새 문제에 대한 성능이 포함되어야 하며 시공의 신속성을 강조하였다.

전문가 H(전문분야: 모듈러건축, 경력: 16년)는 다양한 유형(유닛형, 세미유닛형, 패널형 등)을 고려하여 범용적인 지표 개발의 필요성, 시스템계획의 세부지표가 일반 주거가 아닌 구호주거에 적합한 수준으로 맞춰져야 할 필요에 대해 강조하였다.

전문가 I(전문분야: 건축설계, 경력: 6년)는 안전계획 추가에 대한 의견과 시공, 거주 구분에서 단계별 비용 기준 추가에 대한 의견을 제시하였다.

전문가 J(전문분야: 재해구호, 경력: 14년)는 최저주거기준 이상의 거주환경 조성의 필요성과 빠른 재난대응, 구호주거의 재사용에 대해 강조하였다.

수렴된 전문가 의견을 반영하여 구호주거 성능지표 체계와 성능기준의 내용체계를 Table 5와 같이 구분, 범주, 성능기준으로 계층화되며 총 33개의 성능기준을 갖는 구조로 재구축하였다.

설계는 구호주거 설계의 전반적인 과정을 포함하도록 부지계획, 건축설계, 구조설계, 환경설비계획으로 범주화하였다. 부지계획은 설치부지, 배치 및 동선계획, 주차계획, 전기공급계획, 급수·오수처리시설과 같은 부지배치계획과 인프라 구축의 내용으로 구성하였으며 건축설계는 평입단면설계, 재사용계획으로 구호주거 설계 내용으로 구성하였다. 구조설계는 구조안전성과 사용성, 환

경설비계획은 냉난방, 환기, 조명, 소음으로 실내환경의 유지를 위한 설비 내용으로 구성하였다.

시공은 자재납품부터 구호주거 시공완료까지의 과정을 포함하도록 제작, 운송, 시공으로 범주화하였다. 제작은 자재성능, 납품기간, 생산단가로 자재의 주문부터 납품까지 성능과 기간, 비용을 포함하는 내용으로 구성하였으며 운송은 운송수단, 적재방법, 현장취급 용이성으로 자재의 운송부터 현장에서의 운반까지의 내용, 시공은 시공절차, 시공용이성, 품질확인으로 신속하고 균일화된 품질을 갖도록 하는 내용으로 구성하였다.

거주는 입주부터 퇴거이후 최종적으로 폐기까지의 과정을 포함하도록 사용, 관리, 폐기로 범주화하였다. 사용은 실내환경조절, 하자대응, 운용비용으로 입주민(이재

민)의 거주환경과 관련된 내용으로, 관리는 보관, 보수/재사용, 관리비용으로 구호주거의 사용이 종료된 후 재사용을 위한 보수 및 보관 내용으로, 폐기는 사용연한, 자재 재활용, 폐기비용으로 구호주거의 내구성 하락으로 재사용이 어려울 경우의 폐기와 관련된 내용으로 구성하였다.

선행연구와 연구진, 전문가 의견들을 통해 구호주거 성능지표 체계를 구축하고 성능기준의 내용들에 대해 정리하였다. 이 중 필수적으로 반영이 필요한 성능기준을 도출해내기 위해 전문가를 대상으로 중요도 조사(AHP)를 진행하였다.

Table 5. Secondary Post-disaster Refugees Housing Performance Index system

Div	Category	Performance criterion	Contents of Performance criterion
Design	Site plan	01. Installation site	Status of the site to be installed and whether it is under construction
		02. Layout and Flow plan	layout by number of people, vehicle and pedestrian movement planning
		03. Parking plan	Minimum number of parking lots
		04. Electricity supply plan	Electricity entry plan
		05. Water supply-sewage disposal	Water supply, water collection, water storage, sewage treatment
	Building design	06. Floor design	Supply area, flat type, essential furniture list and capacity
		07. Elevation design	Finishing materials, clearstory area, shade
		08. Section design	Insulation plan, height standard, connection with foundation, roof plan
		09. Reuse plan	Planning for disassembly, movement, and assembly to facilitate reuse/storage
	Structure design	10. Structural safety	Stability of structures against wind, earthquake, weight of structure itself
		11. Structural usage	Structural deformation and vibration
	Environment and building system design	12. Air conditioning and Heating	The amount of energy required for heating and cooling facilities
		13. Ventilation	Natural/mechanical ventilation equipment, ensuring minimal ventilation
		14. Light	Indoor illumination
		15. Noise	Indoor noise level, noise level according to installation area
Construction	Manufacture	16. Material performance	Insulation, Durability
		17. Lead time	Period for ordering and delivery of materials
		18. Production cost	Total cost to supply (including equipment and essential furniture)
	Transport	19. Transport means	Domestic and international transportation
		20. Packing	How to load
		21. On-site handling availability	Can be transported without equipment in the field
	In-situ Construction	22. Build procedure	Proceed according to construction guidelines
		23. Workability	Difficulty of Construction
		24. Quality verification	Pre-residency quality check procedure after construction(checklist)
		25. Indoor environment control	Temperature-illumination control, carbon dioxide concentration
Inhabitation	Use	26. Defect response	Immediate response to defects(repair, replacement)
		27. Usage cost	Costs incurred while using the building
		28. Keeping	Transfer to storage, disassembly and storage
	Maintenance	29. Repair and Reuse	Maintenance for reuse(material replacement, repair, etc.)
		30. Maintenance cost	Costs incurred for maintenance and reuse
	Disposal	31. Usage period	Durability is low enough to make reuse difficult
		32. Recycling	Material recycling after dismantling
		33. Disposal cost	Cost of disposal process

4. 구호주거 성능지표의 중요도 분석

4.1. AHP 기법에 따른 전문가 설문조사

AHP(Analytic Hierarchy Process, 계층적 분석기법) 분석은 1970년대에 미국 펜실베이니아 대학의 Thomas L. Saaty 교수가 고안한 방법으로 응답자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 다기준의사결정방법 중의 하나이다. 계층적 구조를 구성하는 요소간의 쌍대비교(A, B, C의 상대적 우위를 비교; $A > B$, $A > C$, $B > C$)를 통해 상대적 중요도(이하 가중치)를 도출하여 최적의 의사결정을 모색할 수 있도록 한다[11,12].

국내 구호주거 관련 전문가들을 대상으로 각 계층의 항목별 중요도를 조사하여 구호주거 성능지표에 필수적으로 반영이 필요한 성능기준에 대해 정량적으로 분석하였다.

진행과정은 첫째, 계층화된 지표의 쌍대비교 형식의 설문조사, 둘째, 일관성 평가, 셋째, 가중치 도출 및 분석의 순서로 진행하였다.

4.1.1 설문조사 개요

설문조사는 계층화된 구호주거 성능지표(Table 5)를 구분, 범주, 성능기준 항목별 5점 척도의 쌍대비교 형식으로 일반사항을 제외한 총 56개 문항(구분 3, 구분별 범주 12, 범주별 성능기준 41개 문항)을 구성하여 진행되었으며, 설문조사 시 성능지표의 명확한 규정을 위해 Table 5와 같이 각 성능기준의 설명 및 세부지표예시를 첨부하여 진행하였다.

2017년 9월 19일부터 10월 16일까지 약 1달에 걸쳐 50여명의 설문 대상자에게 전자우편으로 설문링크를 발송하여 온라인 설문조사로 진행하였으며 총 21인이 응답했다.

일반사항으로는 전문분야와 경력을 확인하였다. 전문분야로는 건축방재, 재해구호, 건축, 건축구조, 건축재료 및 시공, 공업화 건축 등으로 응답되었으며, 경력은 7~30년까지 다양한 경력으로 평균 13년의 경력을 지닌 것으로 나타났다.

4.1.2 일관성 평가

AHP 분석에서 사용되는 쌍대비교 형식에서는 전문가의 주관적인 판단을 요구하기 때문에 ‘A는 B보다 좋고, B는 C보다 좋고, C는 A보다 좋다’라는 모순된 판단

이 자주 발생한다. Saaty는 이를 위해 일관성 지수(Consistency Index, CI)를 제안하여 $CI \leq 0.1(10\%)$ 이면 일관성이 있다고 판단하였다[11].

유의미한 가중치를 산출하기 위해 전문가 집단이 주관적으로 평가한 내용이 얼마나 일관성을 가지는지에 대해 일관성 지수를 구한 결과 $CI > 0.1$ 인 2개의 응답 자료를 제외하고 분석을 진행하였다.

Table 6. Matrix of background data

Field	Career(year)
Prevention of disasters	10, 16, 18
Building structure	8, 10, 11, 13, 20
Building materials and construction	7
Modular	13, 14, 16, 26
Architectural design	6, 9, 13
Disaster relief	10, 14, 15, 30
Construction management	8

4.1.3 결과 및 분석

계층별 구분의 가중치(a), 범주의 가중치(b), 성능기준의 가중치(c)를 각각 도출한 후 계층별 가중치 값을 곱하여 성능기준별 종합가중치(t)를 Table 7과 같이 산출하였으며, 각 계층별 가중치 순위와 종합가중치 순위를 나타내었다.

설계, 시공, 거주 3개 구분에 대한 가중치(a) 결과는 각각 0.428, 0.267, 0.305로 설계(42.8%), 거주(30.5%), 시공(26.7%) 순으로 나타났다.

설계의 범주별 가중치(b)는 구조설계(0.285), 건축설계(0.268), 부지계획(0.241), 환경설비계획(0.205) 순으로 비교적 고르게 나타났다.

각 범주의 성능기준별 가중치(c)는 부지계획(설계, 0.241, 3순위)에서는 설치부지(25.7%), 급수·오수처리시설계획(24.6%), 전기공급계획(21.6%), 배치 및 동선계획(19.1%), 주차계획(9.0%) 순으로 나타나 부지계획에서 설치기준의 중요도가 높지만 종합가중치 0.027, 2.65% 비중으로 비교적 낮은 종합가중치를 보이고 있다.

건축설계(설계, 0.268, 2순위)에서는 평면설계(32.8%), 재사용계획(32.2%), 단면설계(21.6%), 입면설계(13.5%) 순으로 건축설계에서 평면설계의 중요도가 높게 나타났으며 종합가중치 0.038, 3.76% 비중으로 비교적 높은 가중치를 나타낸다. 또한 재사용계획도 종합가중치 0.037, 3.70% 비중으로 평면설계의 바로 뒤이어 중요한 것으로 나타났다.

Table 7. Result of AHP(W: Weight, R: Ranking)

Division	LEVEL 1		LEVEL 2			LEVEL 3			TOTAL		
	W(a)	R(a)	Category	W(b)	R(b)	Performance criterion	W(c)	R(c)	W(t=a*b*c)	W(%)	R
Design	0.428	1	Site plan	0.241	3	01. Installation site	0.257	1	0.027	2.65%	18
						02. Layout and Flow plan	0.191	4	0.020	1.97%	26
						03. Parking plan	0.090	5	0.009	0.93%	33
						04. Electricity supply plan	0.216	3	0.022	2.24%	23
						05. Water supply-sewage disposal	0.246	2	0.025	2.54%	19
			Building design	0.268	2	06. Floor design	0.328	1	0.038	3.76%	8
						07. Elevation design	0.135	4	0.016	1.55%	29
						08. Section design	0.216	3	0.025	2.48%	21
						09. Reuse plan	0.322	2	0.037	3.70%	9
			Structure design	0.285	1	10. Structural safety	0.718	1	0.088	8.76%	1
						11. Structural usage	0.282	2	0.034	3.44%	12
			Environment and building system design	0.205	4	12. Air conditioning and Heating	0.379	1	0.033	3.33%	13
						13. Ventilation	0.251	2	0.022	2.21%	25
						14. Light	0.174	4	0.015	1.53%	30
						15. Noise	0.197	3	0.017	1.73%	28
Construction	0.267	3	Manufacture	0.361	2	16. Material performance	0.475	1	0.046	4.57%	4
						17. Lead time	0.277	2	0.027	2.66%	17
						18. Production cost	0.248	3	0.024	2.39%	22
			Transport	0.212	3	19. Transport means	0.310	2	0.018	1.75%	27
						20. Packing	0.193	3	0.011	1.09%	32
			In-situ Construction	0.427	1	21. On-site handling availability	0.496	1	0.028	2.81%	14
						22. Build procedure	0.235	3	0.027	2.68%	16
						23. Workability	0.459	1	0.052	5.22%	3
						24. Quality verification	0.306	2	0.035	3.48%	11
						25. Indoor environment control	0.314	3	0.044	4.42%	5
Inhabitation	0.305	2	Use	0.461	1	26. Defect response	0.289	2	0.041	4.07%	7
						27. Usage cost	0.397	1	0.056	5.59%	2
						28. Keeping	0.266	3	0.028	2.75%	15
			Maintenance	0.338	2	29. Repair and Reuse	0.396	1	0.041	4.08%	6
						30. Maintenance cost	0.338	2	0.035	3.49%	10
			Disposal	0.200	3	31. Usage period	0.363	2	0.022	2.22%	24
						32. Recycling	0.415	1	0.025	2.53%	20
						33. Disposal cost	0.222	3	0.014	1.36%	31

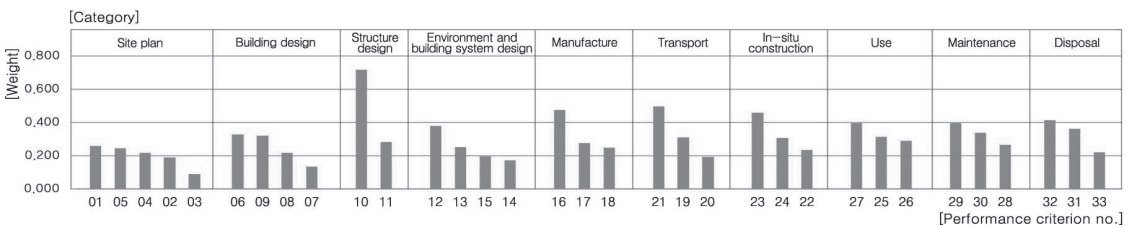


Fig. 1. Weight of performance criterion by category(weight c)

구조설계(설계, 0.285, 1순위)에서는 구조안전성(71.8%), 구조사용성(28.2%) 순으로 구조안전성의 중요도가 두 배 이상 높게 나타났으며 구조안전성은 종합가중치 0.088, 8.76% 비중의 가장 높은 중요도로 구조설계 범주에서 뿐만 아니라 구호주거 성능지표에서 가장 중요하게 인식되고 있음을 의미한다.

환경설계(설계, 0.205, 4순위)에서는 냉난방(37.9%), 환기(25.1%), 소음(19.7%), 조명(17.4%) 순으로 환경설

비계획에서 냉난방의 중요도가 높게 나타났으며 종합가중치 0.033, 3.33% 비중으로 범주의 낮은 가중치(b)에 비해 비교적 높은 종합가중치를 보이고 있다.

시공의 범주별 가중치(b)는 시공(0.427), 제작(0.361), 운송(0.212)순으로 시공의 가중치가 높게 나타났다.

각 범주의 성능기준별 가중치(c)는 제작(시공, 0.361, 2순위)에서는 자재성능(47.5%), 납품기간(27.7%), 생산단가(24.8%) 순으로 자재성능의 중요도가 높게 나타났

으며 종합가중치 0.046, 4.57% 비중의 4위로 구분과 범주의 낮은 가중치(a, b)에 비해 상대적으로 높은 종합가중치를 보이고 있다.

운송(시공, 0.212, 3순위)에서는 현장취급 용이성(49.6%), 운송수단(31.0%), 적재방법(19.3%) 순으로 현장취급 용이성이 상대적으로 높게 나타났으며 종합가중치 0.028, 2.81% 비중으로 중위권에 위치하였다.

시공(시공, 0.427, 1순위)에서는 시공용이성(45.9%), 품질확인(30.6%), 시공절차(23.5%) 순으로 시공용이성이 상대적으로 높게 나타났으며 종합가중치 0.052, 5.22% 비중의 3위로 구분과 범주의 낮은 가중치(a, b)에 비해 상대적으로 높은 종합가중치를 보이고 있다.

거주의 범주별 가중치(b)는 사용(0.461), 관리(0.338), 폐기(0.200)순으로 사용의 가중치가 높게 나타났다.

각 범주의 성능기준별 가중치(c)는 사용(거주, 0.461, 1순위)에서는 운용비용(39.7%), 하자대응(28.9%), 실내환경조절(31.4%) 순으로 나타나 운용비용이 상대적으로 높게 나타났으며 종합가중치 0.056, 5.59% 비중의 2위로 구조주거 성능지표에서 구조안전성 다음으로 중요하게 인식되고 있음을 의미한다.

관리(거주, 0.338, 2순위)에서는 보수/재사용(39.6%), 관리비용(33.8%), 보관(26.6%) 순으로 나타나 보수/재사

용이 상대적으로 높게 나타났으며 종합가중치 0.041, 4.08% 비중의 6위로 높은 종합가중치를 보이고 있다.

폐기(거주, 0.200, 3순위)에서는 자재 재활용(41.5%), 사용연한(36.3%), 폐기비용(22.2%) 순으로 나타났으며 하위권의 종합가중치를 보이고 있다.

4.2 우선순위를 적용한 구조주거 성능지표 체계

중요도를 바탕으로 체계화된 구조주거 성능지표 체계를 개발하기 위해 전문가 AHP 분석을 진행하여 Table 7과 같이 각 항목별 중요도 및 우선순위를 정량적으로 도출하였다.

도출된 우선순위에 따라 다음 Table 8과 같은 구조주거 성능지표 체계를 제시하고자 한다.

Table 7에서 종합가중치 1-10순위의 성능기준과 각 범주별 1순위(Ranking c)의 성능기준인 부지계획의 설치부지(01), 건축설계의 평면설계(06), 재사용계획(09), 구조설계의 구조안전성(10), 환경설비계획의 냉난방(12), 제작의 자재성능(16), 운송의 현장취급 용이성(21), 시공의 시공용이성(23), 사용의 실내환경조절(25), 하자대응(26), 운용비용(27), 관리의 보수/재사용(29), 관리비용(30), 폐기의 자재 재활용(32) 14개 성능기준을 구조주거 개발의 모든 단계에서 고려될 수 있도록 구조주거

Table 8. Final Post-disaster Refugees Housing Performance Index

Division	Category	Performance criterion	
		Essential performance criterion	Recommended performance criterion
Design	Site plan	01. Installation site	02. Layout and Flow plan 03. Parking plan 04. Electricity supply plan 05. Water supply-sewage disposal
	Building design	06. Floor design 09. Reuse plan	07. Elevation design 08. Section design
	Structure design	10. Structural safety	11. Structural usage
	Environment and building system design	12. Air conditioning and Heating	13. Ventilation 14. Light 15. Noise
Construction	Manufacture	16. Material performance	17. Lead time 18. Production cost
	Transport	21. On-site handling availability	19. Transport means 20. Packing
	In-situ Construction	23. Workability	22. Build procedure 24. Quality verification
Inhabitation	Use	25. Indoor environment control 26. Defect response 27. Usage cost	
	Maintenance	29. Repair and Reuse 30. Maintenance cost	28. Keeping
	Disposal	32. Recycling	31. Usage period 33. Disposal cost

성능지표의 필수 성능기준으로 분류하여 반드시 충족될 수 있도록 하고, 그 외의 성능기준들은 상황에 따라 충족할 수 있도록 권장 성능기준으로 도입하는 구호주거 성능지표 체계를 제시하고자 한다.

3. 결론

본 연구는 구호주거 성능지표 체계를 개발하여 성능기준과 구호주거 개발의 기반을 마련하고자 진행되었다.

재난발생으로 발생한 이재민이 대피 이후 항구적 주택이 마련되기 전까지 일정기간 사용되는 구호주거의 주요 성능요소(안전성, 신속성, 재사용성, 거주성, 경제성)를 도출하여 건물의 생애주기관점에서 설계, 시공, 거주 3개의 구분 하에 10개의 범주, 총 33개의 성능기준으로 구성된 구호주거 성능지표 체계를 개발하였다.

이 중 필수적으로 도입이 필요한 성능기준을 정량적으로 도출해내기 위해 계층적 분석기법에 따라 관련분야 전문가 중요도 조사를 진행하여 각 성능기준들의 중요도를 분석한 결과, 구분의 중요도는 설계(0.428)>거주(0.305)>시공(0.267) 순으로 나타났으며 구분별 범주의 중요도는 각각 구조설계(0.285)>건축설계(0.268)>부지계획(0.241)>환경설비계획(0.205), 시공(0.427)>제작(0.361)>운송(0.212), 사용(0.461)>관리(0.338)>폐기(0.200) 순으로 나타났다.

종합가중치에 따른 성능기준 순위는 구조안전성>운용비용>시공용이성>자재성능>실내환경조절>보수/재사용>하차대응>평면설계>재사용계획>관리비용 순의 상위 10순위로 구호주거에서 우선적으로 고려되어야 할 성능기준으로 나타났으며, 또한 범주별로는 각각 설치부지, 평면설계, 구조안전성, 냉난방, 자재성능, 현장취급 용이성, 시공용이성, 운용비용, 보수/재사용, 자재 재활용 성능기준을 중요하게 고려되어야 하는 것으로 분석되었다.

분석결과에 따라 종합가중치 1-10순위의 성능기준과 각 범주별 1순위의 성능기준을 구호주거 성능지표의 필수 성능기준으로 분류하여 구호주거 개발의 모든 단계에서 고려될 수 있도록 하고, 그 외의 성능기준들은 상황에 따라 충족될 수 있도록 권장 성능기준으로 도입하는 구호주거 성능지표 체계를 제시하였다.

향후 각 성능기준들의 세부 지표 수립 연구가 필요할 것으로 사료되며 관련 분야 전문가뿐만 아니라 구호주거 거주 경험자들의 의견을 지표 수립에 반영한다면 더욱

심도 깊은 구호주거 성능지표로 완성될 수 있을 것이고, 이를 통해 불가피한 재난에 의해 발생하는 이재민들의 안정적인 거주 보장으로 빠른 일상복귀를 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] M. G. Jun, 2016 Disaster annual report, Ministry of the Interior and Safety, 2016.
- [2] I. Y. Park, 2015 Disaster annual report, Ministry of Public Safety and Security, 2016.
- [3] H. N. Lee, K. Y. Park, "A Study on the Methods of Temporary Housing for the Refugee Disastered", Journal of The Architectural Institute of Korea Academic Conference Planning & Design, vol. 24, no. 2, pp. 143-146, October, 2004.
- [4] J. I. Moon, S. H. Lee, "A Case Study on the Typology of Temporary Housing According to Disasters", Journal of The Architectural Institute of Korea Planning & Design, vol. 22, no. 9, pp. 141-148, September, 2006.
- [5] M. G. Kim, H. Moon, H. J. Kim, K. S. Kim, "A Study on the Residential Planning Factors for Emergency Shelter after Disaster", Journal of The Architectural Institute of Korea Planning & Design, vol. 27, no. 6, pp. 93-102, June, 2011.
- [6] W. C. Wang, Y. H. Song, S. H. Lim, "A Research Study on Comparative Analysis of Architectural Planning Improvement on Temporary Housing of Korea and Japan", Journal of The Architectural Institute of Korea Planning & Design, vol. 28, no. 11, pp. 29-37, November, 2012.
- [7] W. C. Wang, C. J. Lee, S. H. Lim, "A study on the planning characteristic of temporary housing considering the needs of temporary residence", Journal of The Architectural Institute of Korea Planning & Design, vol. 33, no. 1, pp. 39-40, April, 2013.
- [8] M. S. Lee, "A Study on the Spatial Configuration of the Post-Disaster Refugees Housing", Journal of The Architectural Institute of Korea Planning & Design, vol. 30, no. 12, pp. 135-142, December, 2014.
DOI: https://doi.org/10.5659/JAIK_PD.2014.30.12.135
- [9] H. S. Lee, "A Study on the Emergency Relief Design with Consideration for Weak Person of Disaster - Focused on the Countermeasure Emergency Relief Design in Earthquake Disaster-", Konkuk university master degree thesis, August, 2014.
- [10] M. K. Kim, E. J. Kim, "Current Status and Implication for the Planning of Emergency Shelter Considering Users' Habitability", Journal of the Korean Institute of Interior Design, vol. 25, no. 6, pp. 23-31, December, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.14774/JKIID.2016.25.6.023>
- [11] T. L. Saaty, "What is the analytic hierarchy process?", Mathematical Models for Decision Support, vol. 48, pp. 109-121, 1988.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-83555-1_5
- [12] J. H. Kim, H. S. Oh, M. S. Baik, J. H. Hwang, "A

Research on the Importance of Decision Making in Process of Promoting an Urban Regeneration Project-Focused on Cheong-ju City-”, Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, vol. 17, no. 9, pp. 431-439, September, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.9.431>

남 혜 령(Hye-Ryeong Nam) [정회원]



- 2014년 2월 : 경북대학교 과학기술 대학 건축디자인전공 (공학사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 건설기술연구원 연구원

<관심분야>
친환경건축, 지속가능도시

이 원 학(Won-Hak Lee) [정회원]



- 2010년 2월 : 충북대학교 일반대학 원 건축공학과 (공학석사)
- 2009년 11월 ~ 2014년 11월 : 한국건설기술연구원 연구원
- 2015년 11월 ~ 현재 : 한국건설생활환경시험연구원 선임연구원

<관심분야>
건축환경, 건축음향

강 수 민(Su-Min Kang) [정회원]



- 2000년 2월 : 서울대학교 건축학과 (공학석사)
- 2004년 2월 : 서울대학교 건축학과 (공학박사)
- 2004년 4월 ~ 2014년 2월 : 대림 산업 기술연구원 차장
- 2014년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 건축공학과 조교수

<관심분야>
건축구조, 내진설계

김 성 태(Sung-Tae Kim) [정회원]



- 1986년 3월 : 서울대학교 공과대학 섬유고분자공학과
- 1992년 2월 : 서울대학교 공과대학 원 섬유고분자공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 서울대학교 공과대학 원 섬유고분자공학과 (공학박사)
- 2008년 5월 ~ 현재 : (주)엑시아머 티리얼스 이사

<관심분야>
복합재료, 건축

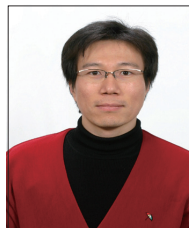
조 영 준(Young-Jun Cho) [정회원]



- 1997년 2월 : 서울대학교 섬유고분자공학과
- 1999년 2월 : 서울대학교 섬유고분자공학과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 서울대학교 재료공학부 (공학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : (주)엑시아머 티리얼스 책임연구원

<관심분야>
복합재료, 건축소재

이 병 연(Byung-yun Lee) [정회원]



- 1999년 2월 : 서울대학교 공과대학 건축학과 (공학석사)
- 2009년 8월 : 서울대학교 공과대학 건축학과 (공학박사)
- 2004년 11월 ~ 2007년 8월 : 정립 건축 팀장
- 2010년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 건축학과 교수

<관심분야>
친환경건축, 지속가능도시