

## 공동주택 발코니 창호의 성능기반지표 개발을 위한 요구성능 조사

문 현 준, 유 승 호<sup>†</sup>, 양 기 영\*

단국대학교 건축공학과, \*삼성물산 건설부문 기술연구센터

### Investigation of the required performance to develop a performance-based indicator for balcony window systems in apartment houses

Hyeun Jun Moon, Seung Ho Ryu<sup>†</sup>, Gi Young Yang\*

Department of Architecture Engineering, Dankook University, Yongin 448-701, Korea

\*Construction Technology Research Team, Samsung Engineering & Construction Co., Seoul 137-956, Korea

**ABSTRACT:** Window system is an essential component for lighting, ventilation and thermal environment in buildings. Moreover, as balcony extension in apartment houses become legalized, the performance requirements of window systems in balcony space are getting complicated. However, at this moment, five properties of the windows are used to represent the performance aspects of the system, including wind resistance, air tightness, water tightness, sound insulation, thermal resistance. And such single properties are not capable to express the performance of a space with the window systems in terms of performance concept. A performance analysis with wholistic approach is required to see the effect of the window system in built environment. Thus, performance-based approach should be established, which will be able to evaluate the goal/function and comfort of occupants/owners. As the first step to develop the performance indicator for the window system for balcony space, this study conducts a survey to find the required performance aspects. A complete set of performance-based indicators will be developed with verification methods in the later stage of research.

**Key words:** Performance-based(성능기반), Performance indicator(성능지표), Performance requirement(요구성능), Window system(창호시스템)

#### 1. 서 론

건축물에서 창호는 채광, 환기, 조망 등의 기능을 갖는 주요 건축 시스템 중 하나로서 실내 환경 및 건축물의 성능에 막대한 영향을 미치는 요

소이다. 더욱이 최근 공동주택의 발코니 확장이 일반화 되면서 확장형 세대에서의 창호시스템에 외피로서의 기능이 부가되어 요구되는 성능이 한층 다양해지고 또한 복잡해지고 있다.

하지만 현재까지 창호의 성능은 내풍압, 기밀, 수밀, 방음, 단열의 5대 성능 기준만이 일반적으로 활용되고 있다. 또한 국내에서는 창호를 하나의 단일 건축 구성품으로 인식하고 있어, 제품선정을 위하여 열관류율과 차폐계수를 주된 물성치로 활용하고 있는 실정이다.

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-31-8005-3750; fax: +82-31-8005-3704

E-mail address: lemon415@dankook.ac.kr

Table 1 Performance-based regulatory

Level	Basic Heading	Description / Comments
1	GOAL	The goal addresses the essential interests of the community at large with respect to the built environment, and/or the needs of the user-consumer
2	FUNCTIONAL REQUIREMENT	Building or building element specific requirements. A functional Requirement addresses one specific aspect or required Performance of the building to achieve the stated goal (note that other functional requirements may contribute to achieving the Same goal). Actual requirement, in terms, of performance criteria or expanded Functional description. This is also sometimes referred to as PERFORMANCE REQUIREMENT, and whenever possible, Should be stated in quantified terms.
3	OPERATIVE REQUIREMENT	Instructions or guidelines for verification of compliance.
4	VERIFICATION EXAMPLES OF	Supplements to the regulations with examples of solutions deemed to satisfy the requirements.
5	ACCEPTABLE SOLUTION	

하지만 이러한 단일 물성치로는 건축물 전반에 대한 환경 및 성능분석을 Wholistic Approach로 분석할 수 없어 열관류율이 우수한 제품을 사용하고도 결로, 드래프트 등의 문제를 야기하고 입주자 민원의 원인이 되기도 한다.

따라서 설계 및 시공 단계에서 최적의 창호시스템을 선정하는데 활용할 수 있는 성능기반 지표(Performance-based Indicator)의 개발이 시급한 실정이며, 최근 세계적으로 요구하는 건축물 저탄소방출, 거주자 쾌적도 향상 등을 고려할 수 있는 성능기반 접근방식의 구축이 필요하다.

따라서 본 연구는 공동주택의 발코니 확장에 따른 창호시스템 평가 및 선정을 위한 성능기반 평가지표(Performance-based Indicator)의 개발을 위한 선행 연구로서 기존 문헌 자료 조사와 창호시스템 관련 국내 전문가들을 대상으로 한 설문 조사를 토대로 확장형 발코니 창호시스템의 요구 성능을 조사하였다.

## 2. 성능 기반 지표

### 2.1 성능 기반

본 연구에서는 성능 기반(Performance-based) 개념을 이용하여 창호시스템의 요구성능을 조사하고 창호시스템의 Aspect system을 구성한다.

위의 Table 1에서는 The Nordic Five Level System<sup>(1)</sup>으로 알려진 performance-based regulatory를 나타내고 있다.

이 시스템에서 Level 1 [Goal]은 건축주나 건물사용자의 최종 목표를 나타낸다. Level 2 [Functional requirement]는 건물이나 건물 요소의 특정한 aspect를 말하며 이는 Level 1에 도달하기 위한 건물의 요구성능이나 특정한 aspect를 나타낸다. Level 3 [Operative requirement]은 만족을 위한 실제 요구사항을 지정하며, Level 4 [Verification]와 Level 5 [Examples of acceptable solutions]는 목표에 접근할 수 있는 구체적인 사항을 다룬다.

### 2.2 기존 선정방식과 성능기반 지표 적용방식

다음의 Fig. 1은 창호시스템의 기존 선정방식과 PI(Performance Indicator) 적용 선정방식의 차이를 간략하게 나타내고 있다. Fig. 1의 왼쪽은 현재 창호시스템의 선정방식인 물성치 기반 기준 적용 방식을 나타내고 있으며 Fig. 1의 오른쪽은 PI(Performance Indicator)를 적용한 창호시스템 선정 방식을 나타내고 있다. 현재 창호선정 방식의 경우 창호시스템 자체의 단일 물성치의 기준

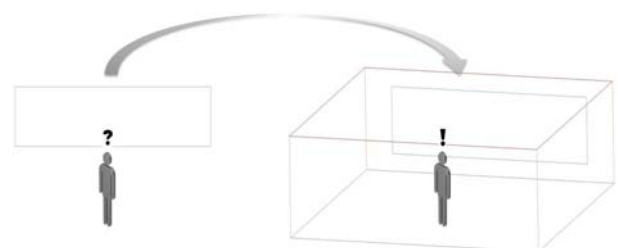


Fig. 1 Prescribed and application of PI.

을 설정하고 이를 충족시키는 제품을 선정하는 방식으로 이와 같은 방법으로는 창호시스템이 건물에 적용되었을 때 건물전체의 성능평가가 이루어질 수 없으며 재실자의 요구성능 조건을 제품 선정 시 반영할 수 없다. 또한 단일 물성치의 기준을 충족시킨 제품을 설치 후에도 문제점들이 발생하는 경우가 나타나고 있다. 이러한 문제점들은 PI를 적용한 선정방식으로 해결할 수 있다. PI를 적용하는 경우 창호시스템을 포함한 건물전체의 성능을 평가할 수 있으며 재실자의 요구성능 조건을 충족시키는 제품을 선정할 수 있다.

### 3. 창호시스템의 요구성능 도출

#### 3.1 창호시스템의 Aspect system 구성

공동주택 확장형 발코니 창호 시스템의 요구성능을 구성하기 위하여 기존 연구 발표된 문헌들의 조사를 토대로 먼저 창호시스템의 Aspect system의 초안을 구성하였다. 참고 된 문헌들의 내용을 다음의 Table 2에 정리하였다.

문헌조사를 토대로 작성된 Aspect system은 객관화된 지표로 사용하기가 어렵기 때문에 Aspect system 구성안의 객관화를 위한 방법으로 본 연구에서는 구성 초안을 토대로 설문지를 작성하여 국내 주요 건설사의 창호 시스템 관련 전문가들을 대상으로 설문을 실시하였다.

#### 3.2 창호시스템의 요구성능에 관한 설문

설문 항목은 크게 발코니 확장형 창호 시스템 선택에 관한 것과 발코니 확장형 창호 시스템의 요구성능에 관한 설문으로 나누어 실시되었으며 각 부분의 질문 구성을 간단하게 살펴보면 발코니 확장형 창호 시스템 선택 부분에서는 창호 시스템 선택 시 고려하는 물성치와 창호 시스템 설치 후 발생하는 문제점들의 원인, 그리고 창호 시스템을 위해 시공비용을 포함한 최대 지불 가능 금액을 질문하였다. 확장형 창호 시스템의 요구성능에 관한 부분에서는 첫 번째로 확장형 발코니 창호 시스템 선정 시에 고려해야 한다고 생각하는 요구성능 항목을 질문 하였고, 그 다음으로 각 요구성능을 평가할 수 있는 성능 지표들에 대한 질문들을 하였다. 설문은 국내 5개 건설사와 1개 창호시스템 전문 제작회사의 기술연구소 연구원들을 대상으로 진행되었으며 설문에 참여한 총 인원은 82명이다.

##### 3.2.1 확장형 창호시스템 선택에 관한 설문

창호 시스템 선택에 관한 설문 첫 번째 질문은 현재 발코니 창호 시스템 선정 시 가장 우선적으로 고려하는 것에 대한 설문이다. 보기는 모두 15가지가 제시되었으며 보기의 항목들은 창호 시스템 자체의 물성치들을 제시하고 있다. 설문 결과는 다음의 Fig. 2에서 나타나고 있다.

창호 시스템 선택에 관한 설문 두 번째 질문은 창호 시스템의 경제성에 관한 질문이다. 확장형 발코니 창호 시스템의 선택에 있어 적정 한계 금액을 도출하기 위한 질문으로 차 후 개발될 성능

Table 2 Contents of reference paper.

Author	Year	Title	Contents
Foliente, G.	2000.7	Developments in performance-based building codes and standards	- Performance-based regulatory framework. - Example of a building performance matrix.
Jain, S.	2003.5	A methodology for supporting product selection from E-catalogues	- Overview of a functional systems approach for product selection. - Mapping between the functional system approach and performance concept - Function - System - Element relationship matrix
Augenbroe, G.	2005.4	Quantification methods of technical building performance	- Mapping between Aspect system and Performance Indicator (PI). - Aspect (Energy, Lighting, Thermal comfort, Maintenance)
Travil, A.	2006.9	Performance based window selection model for residential buildings	- The inputs, output, controls and mechanisms of developing window system alternatives.
IBEC	2008	CASBEE for New Construction Tool-1 (2008 Edition)	- Environmental Quality of the Building : Lighting & Illumination
Lyons, P.	1999.8	Window performance for human thermal comfort	- Window comfort index : windows and thermal comfort

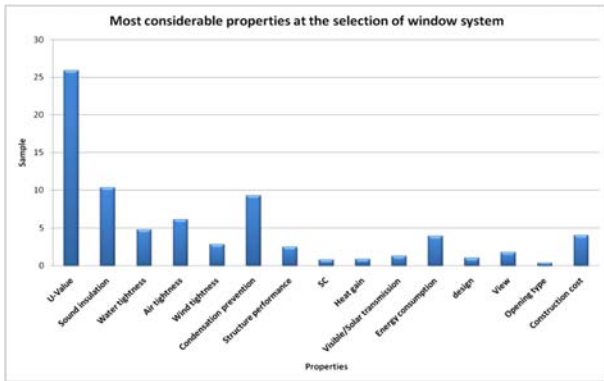


Fig. 2 Most Considerable properties at the selection of window system.

기반평가 지표의 도출에 있어서 경제성을 확보하기 위한 질문이다. 보기는 기존 연구 조사된 현재 국내 창호시스템의 가격 분포를 참조하여 작성되었으며 가격은 창호시스템의 성능이 아니므로 성능 등급은 따로 제시하지 않았다. 또한 제시된 보기들은 창호 시스템과 시공비용을 포함한 금액이다. 우수한 확장형 발코니 창호시스템을 위해 지불할 수 있는 최대 금액에 관한 설문 결과는 다음 Fig. 3에서 나타내고 있다.

창호 시스템 선택에 관한 설문 세 번째 질문은 입주 후 확장형 발코니 창호시스템과 관련한 문제의 주요 요인을 묻고 있다. 이는 실제적으로 창호시스템 설치 후에 발생한 문제들이 어떠한 요인의 검토 부족으로 인한지를 알고자 하는 의도로 구성되었다. 보기는 실제 창호시스템 관련한 하자 사례 조사를 토대로 작성되었으며 확장형 발코니 창호시스템과 관련한 문제의 주요 요인의 설문 결과는 다음의 Fig. 4에서 나타내고 있다.

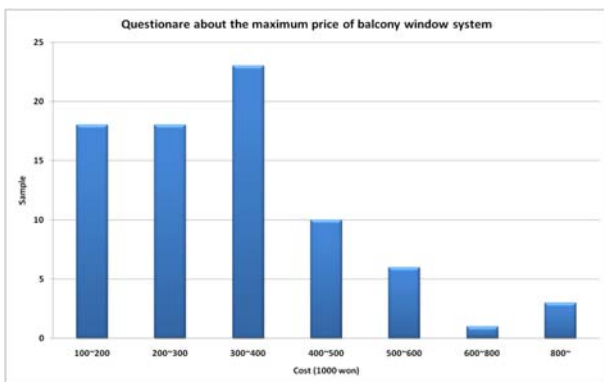


Fig. 3 Questionnaire about the maximum price of balcony window system.

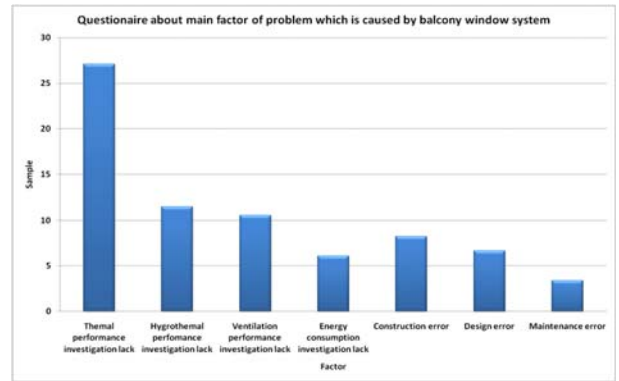


Fig. 4 Questionnaire about main factor of problem caused by window system

### 3.2.2 확장형 창호시스템의 요구성능에 관한 설문

설문의 두 번째 부분은 발코니 확장형 창호 시스템의 요구성능에 관한 질문들로 구성되었다. 두 번째 부분의 질문들은 다양해지고 복잡화 되고 있는 확장형 창호 시스템의 요구성능을 알아보기 위한 질문들로 구성되었고 실제적인 발코니 확장형 창호 시스템의 Aspect system의 확정과 성능기반평가지표의 도출을 위해 구성되었다. 두 번째 부분의 설문들은 창호 시스템 자체의 요구성능이라기보다는 창호 시스템을 포함한 건물 전체의 요구성능을 알고자 첫 번째 부분의 질문들과 달리 물성치에 기반을 두지 않고 성능에 기반 (Performance-based)을 두고 있다. 질문들의 구성 순서로 먼저 창호 시스템의 요구성능들의 우선순위를 질문하였고 그 뒤로 각 요구성능들을 충족하기 위한 PI들의 우선순위를 질문하였다.

창호 시스템의 요구성능에 관한 첫 번째 질문은 창호 시스템 선정 시 고려해야 하는 요구성능에 관한 설문이다. 보기에 제시된 요구성능들은 기존 문헌들의 조사를 토대로 구성된 발코니 확장형 창호 시스템 Aspect system의 초안을 토대로 작성되었으며 발코니 확장형 창호 시스템 선정 시 고려해야 하는 요구성능에 관한 설문의 결과는 다음의 Fig. 5에서 나타내고 있다.

두 번째 질문은 각각의 요구성능 별 평가지표를 결정하기 위해 평가지표들의 우선순위를 묻고 또한 보기에 제시되지 않은 평가지표의 제안을 할 수 있도록 하였다. 처음 설문은 Energy efficiency를 평가할 수 있는 성능 지표에 관한 질문이다. 제시된 성능 지표들은 각각 단위 면적당 연간 냉난방 부하 ( $\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{year}$ ), 단위 면적당

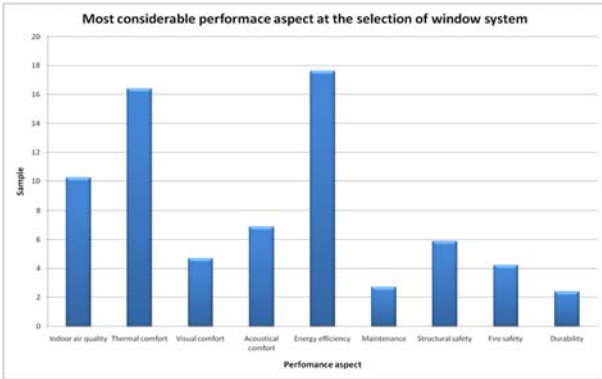


Fig. 5 Most considerable performance aspect at the selection of window system.

연간 에너지 소비량 ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{year}$ ), 단위 면적당 연간  $\text{CO}_2$  발생량 ( $\text{kg}-\text{CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{year}$ ) 이다. Energy efficiency 평가 성능 지표에 관한 설문 결과는 다음의 Fig. 6에서 나타내고 있다.

다음 설문은 열 쾌적감을 평가하고 충족시킬 수 있는 성능 지표에 관한 설문이다.

보기에 포함된 지표들을 간단히 설명하면 PMV-PPD는 예상평균온열감과 예상온열불만족율을 나타내며 TO는 쾌적 온·습도 초과일수를 나타낸다. Draft Index는 드래프트로 인해 야기되는 예상온열불만족율을 나타내며 Asymmetrical Radiation Index는 불균일 복사로 인해 야기되는 예상온열불만족율을 나타낸다.

Thermal comfort 평가 성능 지표에 관한 설문 결과는 다음의 Fig. 7에서 나타내고 있다.

다음 설문은 IAQ(실내공기질) 평가 성능 지표에 관한 설문이다. 제시된 보기는 창호시스템의 주요 하자요인과 밀접한 관계를 가지고 있는 결로발생위험도를 포함 각각 곰팡이 발생 위험도,

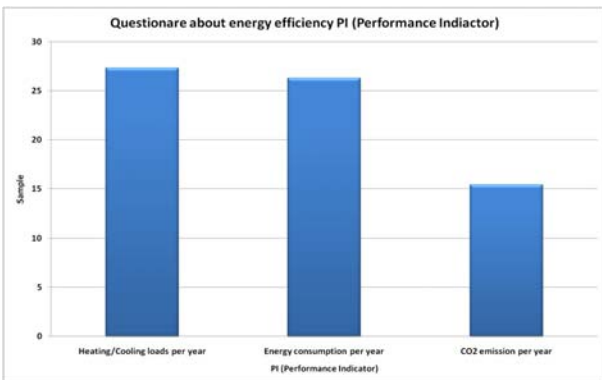


Fig. 6 Questionnaire about energy efficiency PI (Performance Indicator).

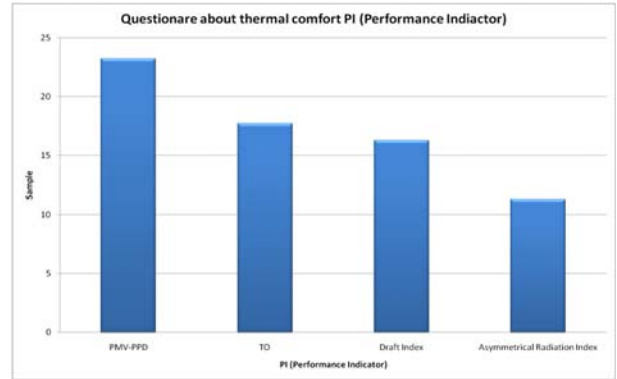


Fig. 7 Questionnaire about thermal comfort PI (Performance Indicator).

환기횟수, 자연환기 도입 제어성능이다.

IAQ(Indoor Air Quality) 평가 성능 지표에 대한 설문에 대한 결과는 위의 Fig. 8에서 나타내고 있다.

다음 질문은 건축음향 요구성능을 평가 할 수 있는 성능 지표에 관한 설문이다. 건축음향 요구성능을 평가 할 수 있는 요구 지표는 문헌 자료 조사 결과 현재 그 지표가 많지 않아 제시된 보기의 항목이 두 가지 정도로 나타났다. 제시된 성능 지표로는 잔향시간과 음향투과손실이다.

설문 결과 건축음향 쾌적감을 평가할 수 있는 성능지표로 음향투과손실이 높게 나타났다 (총 응답자 82명 중 60명 응답). 또한 추가적으로 제시된 성능지표로 Indoor sound level(실내소음도)가 있었다.

다음 질문은 구조적 요구성능을 평가할 수 있는 성능 지표에 관한 설문이다. 구조적 요구성능을 평가할 수 있는 성능 지표 또한 기존 문헌 조사 결과 그 지표의 수가 많지 않은 것으로 나타

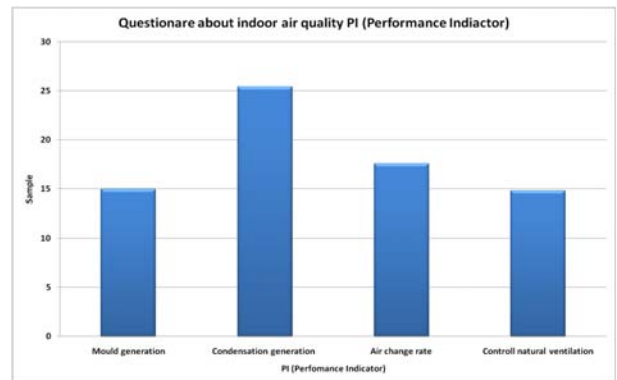


Fig. 8 Questionnaire about indoor air quality PI (Performance Indicator).

났다. 제시된 성능 지표는 각각 공칭휨강도와 최대허용처짐이다.

설문 결과 구조적 안전함을 평가할 수 있는 성능지표로 두 가지 성능 지표 중 최대허용처짐이 높게 나타났다 (총 응답자 82명 중 45명 응답).

다음 질문은 시각적 요구성능을 평가할 수 있는 성능 지표에 관한 설문이다. 제시된 성능 지표는 각각 태양광선에 의한 눈부심 지수 (Daylighting Glare Index), 주광율 (Daylight Factor), 차광성능 (Shading device)이다.

설문 결과 시각적 쾌적감을 충족시킬 수 있는 성능 지표로 주광율이 가장 높게 나타났다 (총 응답자 82명 중 32명). 다음으로 차광성능, 태양광선에 의한 눈부심 지수의 순으로 나타났다.

마지막으로 앞서 질문한 에너지효율, 열쾌적감, 실내공기질, 음향적 쾌적감, 구조적 안전함, 시각적 쾌적감 이외에도 화재로부터의 안전함과 유지관리, 내구성능 등을 평가할 수 있는 성능 지표에 관한 질문을 시행하였다. Fire Safety나 Maintenance, Durability의 요구성능의 경우 제시할 수 있는 성능 지표가 많지 않아 제시된 보기의 우선 순위를 기입하는 형식이 아닌 추가적인 답변을 얻는 형식으로 질문을 하였다. Fire Safety 항목의 경우에는 제시된 대화시간 이외의 다른 성능 지표에 대한 답을 얻지 못하였고 Maintenance 항목의 경우에는 제시된 유지관리 효율성 (Maintenance Efficiency Indicator) 이외에 여러 명의 응답자들로부터 방오 성능 지수에 대한 제시를 얻을 수 있었다. 방오 기능은 각종 오물 및 이물질이 묻지 않는 기능을 나타낸다. Durability 경우에도 제시된 개폐력 (Opening and Closing Forces) 이외에 다른 성능 지표의 제시를 얻지 못했다.

#### 4. 결론

본 연구는 공동주택의 발코니 확장에 따른 창호시스템 평가 및 선정에 위한 성능기반 평가지표 (Performance-based Indicator)의 도출을 위해 문헌자료를 조사하고 이를 토대로 설문지를 작성하여 국내 창호시스템 전문가들을 대상으로 설문을 실시하였다. 그 결과 현재 창호시스템 선정 시에 단일 물성치에 지나치게 의존하고 있으며 이로 인해 창호시스템 선정 후 많은 문제점들이

발생하고 있는 것을 알 수 있었다. 그리고 이러한 문제점들의 해결방안으로 확장형 발코니 창호시스템에 적용할 수 있는 성능기반평가지표의 개발이 시급함을 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과를 간략하게 요약하면 다음과 같다.

(1) 현재 발코니 확장형 창호 시스템 선정 시 가장 우선적으로 고려하는 물성치는 열관류율 > 방음성능 > 결로방지성능 > 기밀성능 > 수밀성능 > 시공비용 > 에너지 소비량 > 내풍압성능 > 구조성능 > 조망 > 가시광선/자외선 투과율 > 미관 > 태양열취득율 > 차폐계수 > 개폐방식 순으로 나타났다.

(2) 시공비용을 포함한 발코니 확장형 창호 시스템의 적정 가격범위는 500만 이하로 나타났다.

(3) 확장형 발코니 창호 시스템의 설치 후에 나타나는 문제점들의 원인이라고 생각하는 항목은 단열성능 검토 부족 > 습기성능 검토 부족 > 환기성능 검토 부족 > 시공 오류 > 설계 오류 > 에너지 소비 검토 부족 > 입주자의 관리 미흡 순으로 나타났다.

(4) 확장형 발코니 창호 시스템의 Aspect System의 우선순위는 에너지 효율 > 열쾌적감 > 실내공기질 > 음향적 쾌적감 > 구조적 안전함 > 시각적 쾌적감 > 화재로부터의 안전함 > 유지관리 > 내구성 순으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. Foliente, G. C., 2000, Developments in performance-based building codes and standards, The Forest Products Journal, Vol. 50, No. 7, pp. 12-21.
2. Jane, S., 2003, A methodology for supporting product selection from e-catalogues, ITcon, Vol. 8, pp. 383-396.
3. Augenbroe, G. and Park, C. S., 2005, Quantification methods of technical building performance, Building Research & Information, Vol. 33, No. 2, pp. 159-172.
4. Tavil, A., et al., 2006, Performance based window selection model for residential buildings, The 23<sup>rd</sup> conference on Passive and Low Energy Architecture, Vol. 2, pp. 237-242.