

## 건축물에너지효율등급 기밀시험이 등급에 미치는 영향분석

김대원\* · 정광섭\*\* · 김영일\*\* · 남아리새\*\*\* · 주정경\*\*\*\*  
\*서울과학기술대학교 에너지환경대학원, \*\*서울과학기술대학교,  
\*\*\*파슨스 브링크 호프(주), \*\*\*\*서울과학기술대학교 주택대학원  
(2014년 2월 13일 접수, 2014년 3월 18일 수정, 2014년 3월 20일 채택)

### **Analysis on Energy Demand Resulting From the Change in Window Area & Installation of Interior Exterior Blinds**

Dae-Won Kim\*, Kwang-Seop Chung\*\*, Young-Il Kim\*\*, Nam Ariasae\*\*\*, Jung-Kyeong Ju\*\*\*\*

\*Graduate School of Energy Environment, Seoul National University of Science and Technology,

\*\*Seoul National University of Science and Technology(2 professors), \*\*\*Parsons Brinckerhoff Co., Ltd,

\*\*\*\*Graduate School of Housing ,Seoul National University of Science and Technology

(Received 13 February 2014, Revised 18 March 2014, Accepted 20 March 2014)

#### 요 약

주거시설에서 환기횟수 0.7회 적용은 실내공기질 향상과 거주자의 쾌적성을 높이고자 100세대 이상은 의무적으로 적용하고 있다. 건축물에너지효율등급에서는 환기횟수를 기준으로한 기밀시험을 실시하여 그결과 값을 효율등급결과치에 반영함으로써 창호주변의 정밀시공을 유도하고 침기로 인해 손실되는 에너지절감을 꾀하고 있다. 건축물에너지효율등급 현장실사 결과 환기횟수가 0.63~0.71까지 나타났다. 그차이가 에너지 절감량에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 유럽의 패시브 하우스 기준이 0.6회 이하의 기밀을 요구하고 있고 우리나라도 2017년 패시브하우스, 2025년 제로하우스를 목표로 하고 있어 비주거 건물의 기밀진단의 의무확대와 고기밀 건물에 대한 연구와 시공방법이 시급한 실정이다.

**주요어 :** 환기횟수, 건축물에너지효율등급, 쾌적성, 기밀시험, 창호주변, 침기, 절감량, 의무확대.

Abstract - The ventilation frequency of 0.5 times in residential facilities is applied mandatorily to the housing facilities containing more than 100 house units to improve the indoor air quality and create comfortable interior conditions and pleasantness for residents. The Building Energy Efficiency Rating system requires the implementation of leakage test based on ventilation frequency with the test results being reflected in the efficiency ratings, thereby stimulating the precise construction of the fittings in the periphery of windows and savings of energy that can be lost due to the infiltration air. The inspection results of the Building Energy Efficiency Rating at the site showed that the ventilation frequency was in the range between 0.63 and 0.71 and that the difference was found to have a significant effect on the amount of energy reduction. It is urgent to conduct the study on highly leakage-proof buildings and construction methods, along with the expansion of mandatory leakage-proof diagnosis of non-residential buildings, considering the mandatory ventilation frequency below 0.6

†To whom corresponding should be addressed.

Korea Energy Economics Institute, Uiwang 437-713, Korea  
Tel : 031-420-2295 E-mail : [kclim@keei.re.kr](mailto:kclim@keei.re.kr)

for passive houses under the European standards and the target set by Korea to introduce the passive house, the rigorous standard for energy efficiency in buildings and mitigating their ecological footprint, by 2017 and achieve the zero house by 2025.

**Key words** : Ventilation frequency, Building Energy Efficiency Rating pleasantness, leakage-proof test, periphery of windows, infiltration air, savings amount, expansion of mandatory requirements

## 1. 서 론

정최근들어 기류 해석의 중요성이 인식되고 기류가 공기유동과 관계,에너지소비와의 관계성 해석이 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 공기의 유동을 방지하기 위해서는 일정 공간별 구획과 층간 기밀유지,출입문 이중구조와 방풍씰, 계단실 입출구의 방화문설치 등 에너지절감 요소가 적절히 적용 되어야 한다.

건축물에너지효율등급에서 실시하는 기밀시험은 그런의미에서 대단히 중요한 과정이라 생각한다. 준공이 임박한 건축물을 세대당 기밀시험을 측정함으로써 시공에 대한 검증 거치게 하였고 그결과를 평가등급에 반영함으로써 시공과정의 부분 부분이 등급결정에 반영된 결과물이라 할수 있다.

에너지절약 절약 하면서도 처방방법에 대해서는 여러 가지 의견이 분분하다. 건축물의 준공일과 당시의 적용방법,사업승인 기준, 공법적용,감리수준, 시공

수준등은 마감에 영향을 미칠 수밖에 없으며 건물사용자의 사용실태 및 상황에 따라서 각기 맞는 에너지 개선처방이 요구되고 있다.

## 2. 연구동기

건축물에너지효율등급 본인증을 진행하다 보니 건물기밀의 중요성을 인식하게 되었다. 기밀값은 등급결정에도 영향을 미쳤으며 시공과정의 자재선정과 현장품질을 판단하는 기준 그자체였다. 현장실사결과 Fan Test값이 0.7회를 기준으로 낮으면 절감율이 높아지고, 높으면 절감율이 낮아지는데 그비율에 따른 에너지절감 정도를 알아보고자 한다.

기밀정도가 에너지와 무슨관계가 있으며 왜 기밀성 있는 건물을 유도하는지에 대한 연구의 필요성을 가지게 되었다.

## 3. 연구방법

### 3.1 측정준비

#### 3.1.1 사전준비

현장에 도착하면 출입문 힌지상태를 확인하여 Fig 1과 같이 나이론 도어판넬을 설치할수 있게 준비를 한다. 외기에 직접면한 부분에 대해 창문과 벽 Open 공간을 밀폐시키고 모든 장비를 Off시켜 외벽관통 부위에 대해 댐퍼를 차단 시킨다. 내 외부창이 있으면 모두 닫아야 하며, 실내 공간에 대해서는 하나의 공간이 되게 화장실, 각방, 장등의 모든문을 개방시킨다.

#### 3.1.2 테스트시 주의점

Fig. 2는 도어판 기밀측정 정경으로 세팅시 주의할점은 나이론 도어판넬을 문사이즈에 정확하게 밀폐 되도록 고정해야 하며 팬을 경고히 고정하여 떨림이 일어나지 않도록 해야 한다. 충분한 시간을 가지고 Baseline을 잡아야 하며 Baseline이 10이상 차이가 날때에는 기밀호스 라인이 꼬이거나 위치에 문제가 있음을 확인해야 한다.

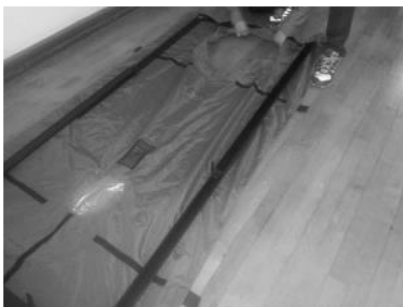


Fig. 1. Assembly process of nylon door fan



Fig. 2. Door fan leakage-proof measurement

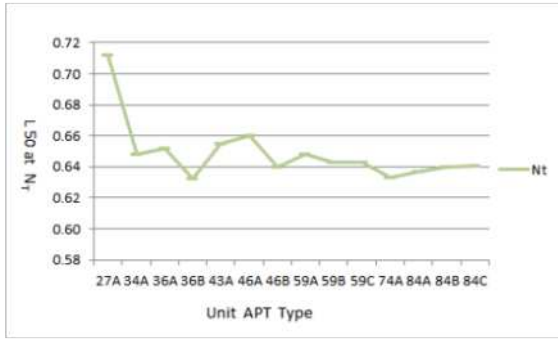


Fig. 3. Ventilation rates per housing unit(N<sub>T</sub>)

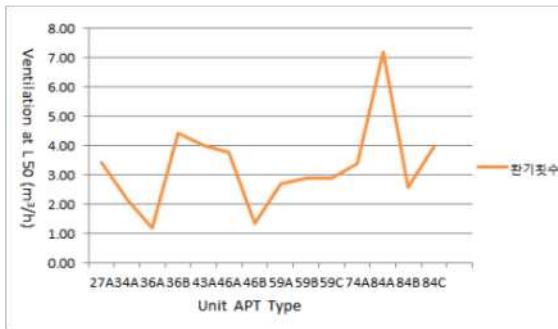


Fig. 4. Ventilation frequency per housing unit(times/hour)

기밀측정에 사용되는 Blower Door SYSTEM은 BD3230V 60HZ를 적용 하였으며 팬은 압력에 따라 풍량이 민감하게 변하기 때문에 2-3분 간격으로 최소 3회 이상 측정하여 그평균값을 적용해야 한다. 내외부 압력차가 50Pa에 도달한 풍량측정값을 읽어 기밀등급 프로그램에 입력하면 보정치에 따른 환기횟수가 나오게 되는데 그결과가 예상치에 벗어나면 반드시 그원인을 파악해야 한다. 원인분석을 위해서 풍량측정기와 Fog발생기가 필요하다. 일반적인 분석에서는 풍량측정기로만 가능하지만 그 누기가 미세하고 정밀한 검사가 요구하는 경우 Fog발생기를 사용하여 원인을 분석한다.

#### 4. 분석결과 및 고찰

##### 4.1 도서에 의한 예비인증 simulation 분석

건축물에너지효율등급 운영기준은 별표2에 따라 난방공간의 환기율은 예비인증시 0.7회로 가정하여 계산하며, 본인증시에는 현장실험을 통해 산출된 실제 환기율을 적용하게 되어 있다. 기밀측정에 있어 환기적용 공식은 다음과 같다.

- 단위세대 환기율(N<sub>T</sub>) = (침기율(N<sub>I</sub>) + 생활행위를 통한 환기율(N<sub>O</sub>)) × 1.4
  - 침기율(N<sub>I</sub>) : 창호, 현관, 벽체의 틈새에서 발생하는 누기량
  - 생활 환기율(N<sub>O</sub>) : 생활행위 등에서 발생하는 환기량
  - 침기율(N<sub>I</sub>) = L50 / 20
- 여기서, L<sub>50</sub> : 실내외 압력차가 50Pa에서의 누기율(회/시)
- 생활 환기율(N<sub>O</sub>) = 0.45 - N<sub>I</sub> + N<sub>I</sub> × N<sub>I</sub> × 0.45 (N<sub>I</sub> < 0.6)
  - = 0 (N<sub>I</sub> ≥ 0.6)

그림3은 실내외 압력차가 50Pa일 때 단위세대 환기율은 나타내고 있다. 환기율이란 침기율(N<sub>T</sub>) 생활 환기(N<sub>O</sub>)와 보정계수를 적용한 값으로 측정값이 0.63 ~0.71 누기량으로 나타나 대체로 0.7회 이하로 예비인증 보다 대부분 낮게 나타나 절감율이 높게 평가되었다.

그림4는 아파트 단위세대별 내외 압력차가 50Pa일 때 누기율(회/시)을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 대체로 1~4회로 값을 나타 냈으나, 27A Type의 경우에는 7.19회로 높은 누기율을 보였다. 원인을 분석한 결과 거실 이중창 사이로 침기가 발생 하였으며 풍량을 측정된 결과 2.64m/s의 높은 값으로 나타났다. 36B, 74A Type에서는 누기율이 1.24, 1.33 (회/시)로 낮게 나타났는데 적용한 창호를 살펴보니 세대 창호가 22mm 로비복층(소프트코팅), 발코니는 22mm 일반유리 PVC 창호가 각각 적용되어 베란다 완충공간으로 인해 기밀성이 확보 되었으며 입주기한 도 여유가 있어 시공과정의 품질이 높게 평가 되었다.

##### 4.2 현장실측에 의한 본인증 simulation분석

그림5는 단위세대별 예비인증 0.7회 기준일 때 에너지절감율을 나타내고 있다. 0.7회는 실내공기질 환경기준 값을 적용한 것으로 예비인증에서는 일괄적으로 적용하고 있다. 예비인증 절감율은 27A,46A Type은 1등급 수준인 46.48, 41.50% 절감율을 나타 냈으며, 84A Type경우는 조사 프로젝트중 가장 낮은 25.31%로 3등급으로 평가 되었다.

Fig 6은 본인증 기밀시험을 실시하여 그결과 값을 적용한 것으로 Fig 5와 확연히 다른 그래프를 나타내고 있다. 현장 실사과정에서의 결과를 적용한 결과 14개중 10개 현장이 예비인증보다 절감율이 높게 나타났는데 이는 인증과정에서 창의 경우는 KOLAS

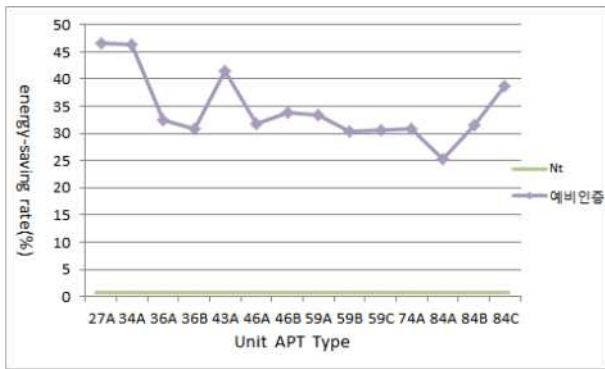


Fig. 5. Energy-savings rate under preliminary certification

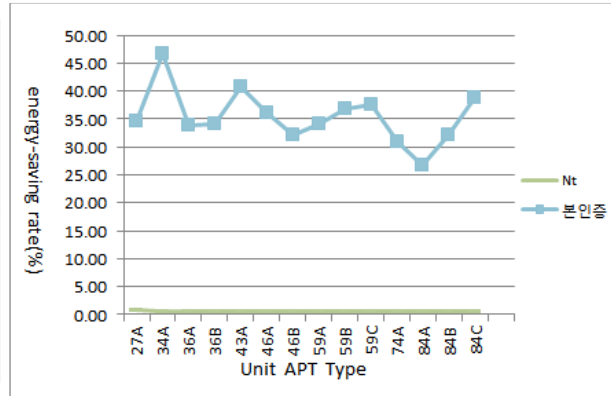


Fig. 6. Energy-savings rate under main certification

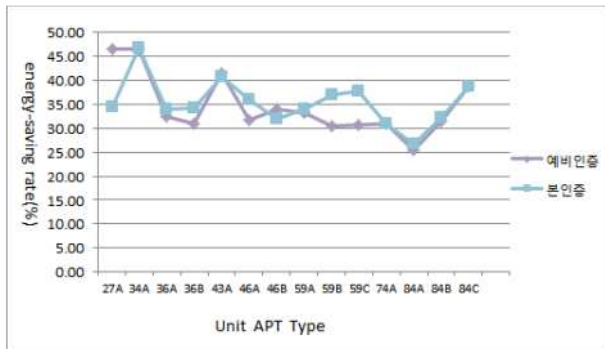


Fig. 7. Ventilation rates per housing unit(NT)

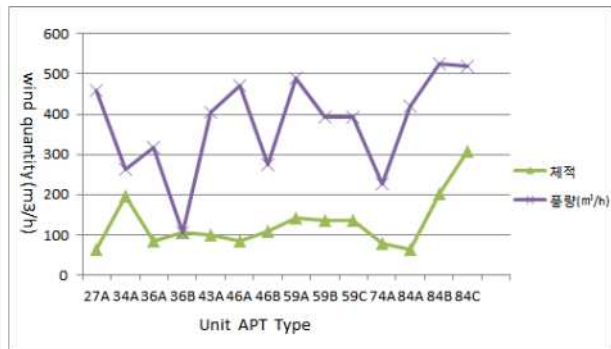


Fig. 8. Ventilation rates per housing unit(NT)

시험성적서 2부 제출해야 되는데 대부분 현장이 테이블 값을 적용하고 있어 실사과정에서 그런 것이 반영되어 절감율이 높게 나타나는 것으로 평가 되었다. 본인증결과 34A, 43A Type은 에너지절감율이 46.75, 40.84%fh 나타나 1등급으로 결정 되었으며 84A Type은 26.65%로 3등급으로 결정 되었다.

특히 59B Type은 현장측정결과 기밀성 높게 평가되어 21.32% 에너지가 절감 되는 것으로 나타났다. 그러나 27A,43A,46B,84C,132A Type은 25.67, 1.59, 5.40, 0.10, 8.66%로 절감율이 낮게 나타나 현장을 정밀 검사한 결과 코크스까지 원인으로 분석 되었다. 첫째 거실창의 쉘의 소손 및 미설치에 따른 침기율 증가가 원인 이었는데 준공일정에 따른 현장 미비점이 원인으로 분석 되었다. 둘째는 시공은 완료 되었지만 거실창의 하부 겹치는 부분의 틈새에 의한 누기였으며 풍량을 측정 한 결과 2.64m/s로 높게 나타났다. 셋째는 베란다 출입문 또는 주방쪽 출입문의 틈새에 의한 누기발생이었다. 풍량을 측정 결과는 1.60m/s로 나타나 건물 누기량에 영향을 미친 결과로

분석 되었다.

그림7은 본인증 현장 기밀측정 결과치를 예비인증과 비교한 그래프로 본인증값이 비교적 절감율이 높은값을 나타내고 있다. 59C Type의 경우 기밀시험을 반영한 결과 30.72→37.69로 22.69%에너지절감율이 높게 나타났으며, 27A, 43A, 46B, 84C Type이 46.48→34.55, 41.50→40.84, 33.89→32.06, 38.82→38.78로 각각 절감율이 낮게 나타났다.

그림8은 단위세대별 풍량과 체적과의 관계성을 나타내고 있다. 풍량은 제적의 평균 3.98배로 증가하는 것으로 분석 되었다. 제적이 크다고 하여 풍량이 큰 것이 아닌 것으로 분석 되었다. 27A Type은 체적이 63.93m<sup>3</sup> 인데 풍량이 460 m<sup>3</sup>/h로 측정되어 7.19배로 평균 3.97보다 높은 것으로 나타났다. 36B Type은 체적이 106.79m<sup>3</sup> 인데 풍량이 105 m<sup>3</sup>/h로 측정되어 0.98배로 높은 기밀성을 가진 건물로 평가되어 에너지절감적인 건물로 평가 되었다. 또한 단위면적과 더불어 증가하는 창면적에 대한 기밀시공은 측정값에 영향을 미치는 중요한 요소인 것으로 분석 되었다.

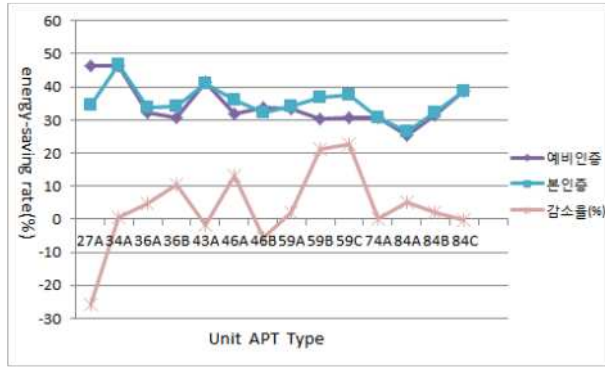


Fig. 9. Comparison of the energy-savings rate under the preliminary certification and main certification

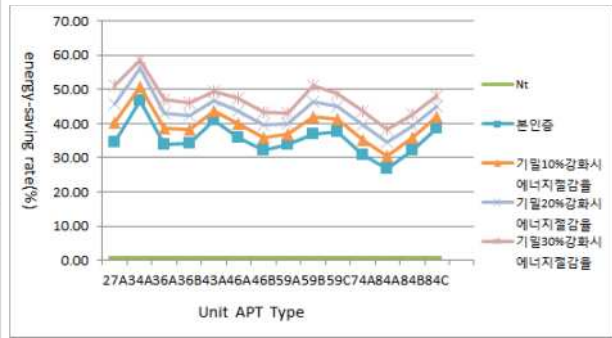


Fig. 10. Unit energy savings due to enhance leakage test

4.3 기밀시험이 효율등급 및 에너지절감에 미치는 영향

Fig 9는 본인증의 현장 기밀 측정결과치를 예비인증과 비교한 것으로 27A Type의 예비인증때 46.48%로 1등급 이었는데 실사과정의 기밀측정값을 적용한 결과 NT 0.71, 34.55%로 에너지절감율이 2등급으로 조정 되었다. 59B Type은 현장측정결과 기밀성 높게 평가되어 21.32% 에너지가 절감 되는 것으로 나타났다. 그러나 27A, 43A, 46B, 84C Type은 25.67, 1.59, 5.40, 0.10%로 각각 절감율이 감소되는 것으로 나타나 현장을 조사한 결과 코너까지 윈인으로 분석 되었다. 첫째 거실창의 쉘의 소손 및 미설치에 따른 침기울 증가가 원인 이었는데 준공일정에 따른 현장 미비점이 윈인으로 분석 되었다. 둘째는 시공은 완료 되었지만 거실창의 하부 겹치는 부분의 틈새에 의한 누기였으며 풍량을 측정 한 결과 2.64m/s로 높게 나타났다. 셋째는 베란다 출입문 또는 주방쪽 출입문의 틈새에 의한 누기발생이었다. 풍량을 측정 결과는 1.60m/s로 나타나 건물 누기량에 영향을 미친 결과로 분석 되었다.

Fig 10는 본인증 기밀시험 측정결과(NT)로 기밀을 강화 했을 때 시뮬레이션 변화를 나타낸 것으로 기밀을 10, 20, 30%를 강화 했을 때 에너지 변화량을 나타낸 것이다. 대부분 현장이 기밀을 10%강화하면 에너지가 10%, 20%강화하면 에너지가 20%, 정도 절감 되는 것으로 나타났다. 27A Type의 경우에는 10, 20, 30%를 강화시 16.2, 32.2, 47.8% 절감되어 비교적 높은 절감율을 보였으며, 84C Type의 경우에는 10, 20, 30%를 강화시 8.1, 16.1, 24.2%로 비교적 낮게 나타났는데 원인은 외기에 면한 벽체의 단열성능과 고기밀성 창조적용, 일사, 방위 등이 영향을 미친 것으로 판단 되었다.

5. 결론

본 연구는 기밀성능 검사가 건축물에 있어 어느 정도의 에너지사용량과 연관성이 있으며 건축물에너지 효율등급에는 어떤 영향을 미치고 있는지에 대한 분석을 하였다.

현장 기밀측정결과가 효율등급에 반영은 되고 있지만 효율등급 전체에 묻혀 잘 나타나지 않고 있는 실정이다. 효율등급이 정적인 건물에 대한 평가라면 기밀시험은 완성된 건물의 기능적인 측면을 검증하고 해석하는 단계임에도 불구하고 그 표현정도가 적은 것이 사실이다.

예비인증과 본인증을 비교해 보면 27A, 43A, 46B, 84C Type은 25.67, 1.59, 5.40, 0.10%로 각각 절감율이 감소되는 것으로 나타나 본인증 실사과정을 거치면서 시공품질에 문제점이 드러 났으며, 27A Type의 경우에는 예비 1등급에서 본인증 2등급으로 등급 조정이 되었다.

기밀강화에 따른 에너지절감측면을 분석해보면 27A Type의 경우 10, 20, 30%를 강화시 16.2, 32.2, 47.8% 절감되어 비교적 높은 절감율을 보였으며, 84C Type의 경우가 가장 낮은 비율임에도 불구하고 8.1, 16.1, 24.2%로 기밀을 강화 할수록 에너지절감이 높아지는 것으로 나타나 시공시 자재선정과 품질 관리가 에너지절감에 중요한 요소임을 증명하는 계기가 되었다.

본인증 실사과정의 인원투입 4명과 장비, 차량임대 등을 감안하면 현장 관심도가 그리 크지 않는게 사실이다. 이는 제도의 문제가 있음을 반영하는 것이라 생각한다. 시공이 완료된 건물의 기밀 시험결과 창조 의 성능이 KOLAS 인증기관 시험성적 수준에 훨씬 미

치지 못하고 창틈으로 2m/s 이상의 침기가 발생함에도 불구하고 전체 등급에 영향이 없다면 문제가 없다는 것이 이제도의 문제점일 것이다. 따라서 제도개선 시 별도의 기밀등급을 표시하는 방안이 진행되어야 하며, 건축물시물레이션에 의한 ECO-2 값과 현장 기밀측정값을 각각 반영하여 건물자체의 에너지효율등급과 기밀등급을 구분하여 명기하는 것이 에너지절감과 현장시공 품질에 더 기여할 것으로 사료된다.

of Korea (SAREK), pp. 513-516

## 후 기

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

## References

1. Huh, E.J., Lee, Y.J., Jeong, H.G., Song, D.S. (2011), A Study on the Field Test Method for Thermal Performance of Building Envelope, Proceeding of Winter Annual Conference of the Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea (SAREK), pp. 191-195.
2. Jung, S.M., Kim, I.H., Choi, S.W. (2011), A Case Study on the Design principle and Construction Technology applied in Passive House for Korean-type Plus Energy House, Proceeding of Spring
3. J. C. Lam, Danny H. W. Li, An analysis of Daylighting and Solar Heat for Cooling Dominated Office Building, Solar Energy, Vol. 65, No4, pp.251-265, 1999
4. Kim, D.W., Kim, Y.I., Chung, K.S. (2012), A Study on Effective Green Technology in Relation to the Energy Performance Improvement of Existing Architectural Structures, Journal of Energy Engineering Vol. 21, No 3, pp. 272-280
5. Hong, S.J., Kim, S.U. (2001), Analysis of Energy Efficiency for Applied Techniques of Zero Energy House, Proceeding of Winter Annual Conference of the Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers