

차열도료 적용을 통한 국내 건축물의 에너지 성능 변화에 관한 연구

최두성*, 전흥찬**, 조균형***

*청운대학교 건축소방설비학과 전임강사, 공학박사, **수원대학교 건축공학과 박사과정,
***수원대학교 건축공학과 교수, 공학박사

A Study on the Change in Energy Performance of the Domestic Building by the Isolation-heat Paint

Choi, Doo-Sung* Chun, Hung-Chan** Cho, Kyun-Hyong***

*Dept. of Building Equipment & Fire Protection System, Chungwoon University(trebelle@chungwoon.ac.kr),
**Dept. of Architectural Engineering, Suwon University(chun4575@suwon.ac.kr),
***Dept. of Architectural Engineering, Suwon University(khcho@suwon.ac.kr)

Abstract

In this study, it is quantitatively analyzed for thermal Characteristics of isolation-heat paint which has been supplied to a domestic market through experiments and simulations. In the case of experiment using the container box, it shows 8% decrease on cooling energy consumption in a summer season, but shows increase on heating energy consumption. As a result, the analysis has found increase of energy consumption. As a result of holding simulations with meteorological data of domestic major cities, it shows an increase of energy consumption in domestic condition, and it is hard to expect an energy saving from the isolation-heat paint unless greater air-conditioning load.

Keywords : 차열도료(Isolation-heat Paint), 일사반사율(Reflectance), 에너지절감(Energy saving), 시뮬레이션(Simulation)

1. 서 론

최근 에너지절약이 세계적인 관심사로 대두되고 있다. 우리나라는 에너지의 해외의존도가 90%이상이고 전체 에너지사용량 중 건물부분이 차지하는 비율은 2007년도 기준 약 22% 이상¹⁾으로 매년 증가하여, 장기적으로는 선진국 수준인 국가 전체의 40%까지 증가가 예상²⁾되어지고 있어 건축물의 열성능 향

상을 위한 연구와 개발은 에너지 절약에 있어 매우 중요한 의미를 갖는다.

국내에서도 이러한 건물의 에너지 절약을 위한 방안으로서 여러 차례에 걸친 단열강화 조치를 취하여 건물의 에너지소비 절약을 도모

1) 전현수 외 3인, 건축물 에너지 절감을 위한 효율적인 대응방안 연구, 한국건축사공학회 추계학술발표대회 논문집, 2010, pp.211~214

2) 에너지관리공단, 건물부분의 에너지 소비동향과 전망, 에너지관리 제 366호, 2004, pp.3~15

해 왔으며, 이에 따라 다양한 단열재가 개발되어 건축물에 많이 이용이 되고 있다. 그러나 이러한 단열재의 경우 단열 효과를 높이기 위해서는 두께의 증가가 필연적이고, 결국 벽체 두께의 증가를 초래하여 건축물의 사용면적 감소 및 건축비용의 증가 등과 같은 단점을 가지고 있어 최근에는 이를 보완할 수 있는 방안으로 하절기 건물의 표면온도를 낮춰 냉방부하를 줄일 수 있는 차열도료의 개발에 많은 연구가 이루어지고 있다. 하지만 차열도료의 경우 하절기 냉방부하 절감만을 목적으로 이용되고 있어, 아직까지 동절기 난방부하에 미치는 영향에 관한 연구가 이루어지지 않고 있는 상황이다.

이에 본 연구는 차열도료가 가지는 성능을 실험 및 시뮬레이션을 통해 하절기와 동절기의 냉·난방에 따른 에너지소비량을 정량적으로 분석하여 차열도료의 열적 성능을 평가하고자 한다.

2. 실험 구성 및 방법

본 연구는 실험을 통해 차열도료가 가지는 성능을 동일색상의 일반도료와의 비교 실험을 통해 평가하고, 시뮬레이션 분석을 수행하여 실험 결과에 대한 검증과 실험조건에 반영되지 못한 주요 변수의 적용에 따른 결과를 분석하였다.

2.1 Mock-up 실험

그림 1과 같이 L5,899×W2,348×H2,390(mm)의 컨테이너박스를 일사가 고르게 분포되도록 3m 이상으로 배치하였으며 실험동은 일반 도료를 도포한 A동과 차열도료를 도포한 B동으로 구성하였다. 실험에 사용된 차열도료는 국내제품 A사(반사율 86%), B사(반사율 85%), C사(반사율 81%) 중 A사 제품을 적용하였다.



그림 1. 실험동 구성

각 실험동 내·외부 표면에 열전대선(T-type) 센서를 부착하여 30초 간격으로 온도를 측정하고, 일사량계를 통해 일사량을 측정하였다.

차열도료 및 일반 도료의 열적 성능 측정에 필요한 장비를 다음 표 1에 나타낸다.

표 1. 실험 장비

| 명칭 | 용도 | 사양 |
|-------|-------------------|-------------------|
| 데이터로거 | 센서에서 측정된 온도 기록 | HP Agilent 34970A |
| 일사량계 | 일사량 측정 및 기록 | TES-1333R |
| 열전대선 | 온도측정 센서 | T-Type |
| 히트펌프 | 냉·난방을 통한 내부 온도 유지 | KHS-090M |
| 적산전력계 | 히트펌프 전력사용량 측정 | |

실험 방법은 다음과 같다.

① 실험동인 컨테이너박스에 동일색상의 차열도료(반사율 86%) 및 일반도료(반사율 70%)를 각각 도포한다.

② 실험동 내·외부에 센서를 부착하고, 실험동 최상부에 일사량계를 설치한다. 에너지소비량 분석을 위해 히트펌프 냉·난방기 및 적산전력계를 설치한다.

③ 측정시간은 09:00~17:00로 30초 간격으로 온도 및 일사량을 측정한다.

④ 에너지소비량 측정을 위한 히트펌프 가동의 경우 하절기 및 동절기 실내권장온도인 26℃, 20℃를 유지하고 전력사용량을 측정한다.

⑤ 실험 전 1시간 동안의 환기를 실시하여 내부 오염물질 제거 및 동일한 조건의 실내 온도를 맞춘 후 실험을 실시한다.

2.2 시뮬레이션

앞서 실험진행 시 실험조건에서 제외된 변수가 종합적인 열특성에 미치는 영향을 정량적으로 분석하기 위해 부하 및 에너지소비량을 시뮬레이션을 통해 분석하였다.

본 시뮬레이션은 앞서 제한된 실험조건(반사율)의 적용범위를 벗어나, 궁극적으로 마감 재료의 반사율이 건물 부하 및 에너지소비량에 미치는 영향을 정량적으로 파악하여 본 실험 결과에

대한 검증 및 보완을 목표로 하였다. 분석을 위해 사용된 프로그램은 건물부하 및 에너지소비량을 정량적으로 평가할 수 있는 Visual DOE V.4.0를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

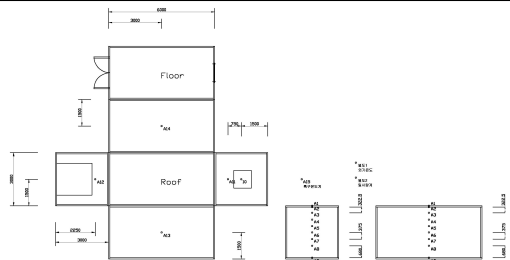
3. 실험내용

3.1 실험개요

본 실험의 목적은 차열도료가 가지는 성능을 일반 도료와 상대 비교하여 하절기 및 동절기에 나타날 수 있는 에너지절감효과를 정량적으로 나타내는 것이다. 측정 후 분석에 사용된 데이터는 기상상태가 맑은 날을 적용하였으며, 온도 및 일사량은 30초 간격으로 샘플링 하였다. 모든 온습도 센서는 직사광선이 직접 센서에 비추는 것을 방지하기 위해 알루미늄테이프로 마감하였으며, 각 실험동별 총 17곳 위치의 온도를 측정하였다. 이 중 차열성능이 가장 확실하게 나타나는 옥상표면온도 및 실내천장온도, 그리고 높이별 수직온도 데이터를 분석하였다.

다음 표 2에 총 17곳 중 본 분석에 이용된 센서의 세부 위치를 나타낸다.

표 2. 온도센서 세부 위치



| 번호 | 위치 | 비고 |
|----|---------------|--------|
| 1 | 지붕면 온도 측정 | 수직온도분포 |
| 2 | 천장면 온도 측정 | 수직온도분포 |
| 3 | 230cm지점 온도 측정 | 수직온도분포 |
| 4 | 210cm지점 온도 측정 | 수직온도분포 |
| 5 | 190cm지점 온도 측정 | 수직온도분포 |
| 6 | 170cm지점 온도 측정 | 수직온도분포 |
| 7 | 150cm지점 온도 측정 | 수직온도분포 |
| 8 | 바닥면 온도 측정 | 수직온도분포 |
| 17 | 실내 복사온도 측정 | 흑구온도 |

실험은 하절기실험의 경우 8월 21일부터 9월 16일까지 3단계로, 동절기실험의 경우 12월 18일부터 26일까지 2단계로 나누어 다음 표 3과 같이 실시하였다.

표 3. 실험 유형

| 구분 | 실험 | 유형 | | 실험일 |
|--------|------|---------|--------|---------------|
| | | 하트펌프 가동 | 단열재 여부 | |
| 하절기 실험 | 실험 1 | X | O | 8월21일~8월24일 |
| | 실험 2 | O | O | 8월25일~9월4일 |
| | 실험 3 | X | X | 9월14일~9월16일 |
| 동절기 실험 | 실험 4 | X | X | 12월18일~12월19일 |
| | 실험 5 | O | X | 12월20일~12월26일 |

여기에서 실험 1, 2는 실험동 내부에 50mm 스티로폼 단열재를 적용하여 실험을 진행하였고, 스티로폼의 단열성능으로 인해 차열도료와 일반도료간의 내부 온도차가 미미하여 실험 3 이후의 실험에서는 단열재를 제거한 채 실험을 진행하였다. 모든 실험은 창을 통해 일사가 유입되는 것을 방지하기 위해 일사를 차단한 채 실험을 진행하였다.

4. 측정결과 및 분석

4.1 일사에 따른 수직온도분포(실험 1, 3, 4)

하절기실험의 경우 실험 1에서 가장 일사량이 높았던 21일의 측정시간대 평균 온도, 습도, 일사량은 각 33.2℃, 61.5%, 847W/m²로 나타났으며, 그림 2에서와 같이 일사량이 가장 높은 시간은 11:30~12:00 사이로 1,228 W/m²로 나타났다.

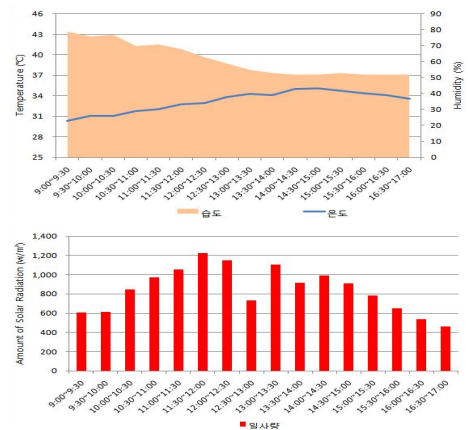


그림 2. 하절기 실험 1 온도 및 습도, 일사량(8월21일)

아래 그림 3의 11:30 경을 보면 외기온도 32.8℃일 때 내부 온도 차는 각 240cm지점 1.21℃, 230cm지점 0.98℃, 210cm지점 1.03℃, 190cm지점 0.81℃, 170cm지점 0.89℃, 150cm지점 1.23℃, 바닥면 0.56℃로 차열도료의 온도가 낮게 나타났다. 반면 일사량이 536W/m²인 16:00 경 외기온도 34℃일 때 내부온도차는 240cm 지점만 0.61℃ 나타나며 그 이하 지점부터는 거의 온도차가 없는 것으로 분석되었다. 일사량이 증가할수록 각 실험동의 온도차가 증가하지만, 내부 단열재로 인하여 그 증가폭이 크지 않은 것으로 분석되었다.

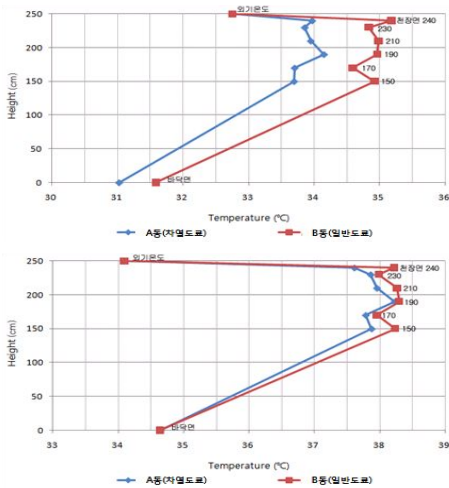


그림 3. 11:30~12:00(위) 16:00~16:30(아래)

반면 내부 단열재를 제거한 실험 3의 경우 가장 일사량이 높았던 9월15일의 측정시간대 평균 온도, 습도, 일사량은 각 31.2℃, 43.1%, 839W/m², 최대일사량은 1,142W/m²로 8월21일의 조건과 유사하지만, 단열재를 제거한 만큼 그림 4와 같이 내부 온도 차는 각 240cm지점 6.99℃, 230cm지점 1.73℃, 210cm지점 1.84℃, 190cm지점 1.86℃, 170cm지점 1.89℃, 150cm지점 1.8℃, 바닥면 3.31℃로 차열도료가 낮게 나타났다. 특히 지붕면의 경우 단열재를 제거한 만큼 일사량이 강할 때 차열효과가 없는 일반 도료와 온도 차이가 급격하게 벌어지는 것으로 분석되었다.

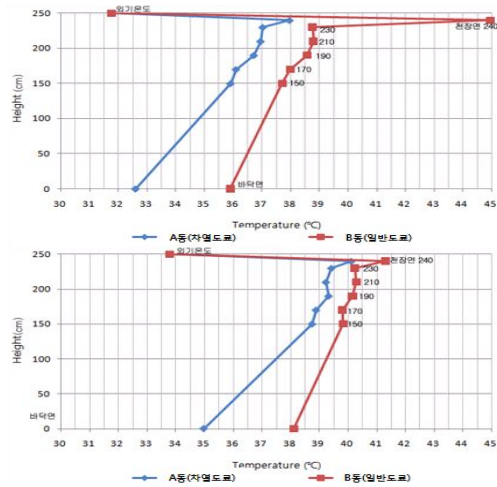


그림 4. 12:00~12:30(위) 15:30~16:00(아래)

동절기실험인 실험 5의 경우 측정일 중 일사량이 가장 좋은 12월18일을 기준으로 분석하였다. 측정시간대 평균 온도, 습도, 일사량은 각 5.6℃, 43.1%, 412W/m², 30분 평균 일사량이 가장 높은 시간은 12:00~12:30 사이로 660W/m²으로 나타났다.

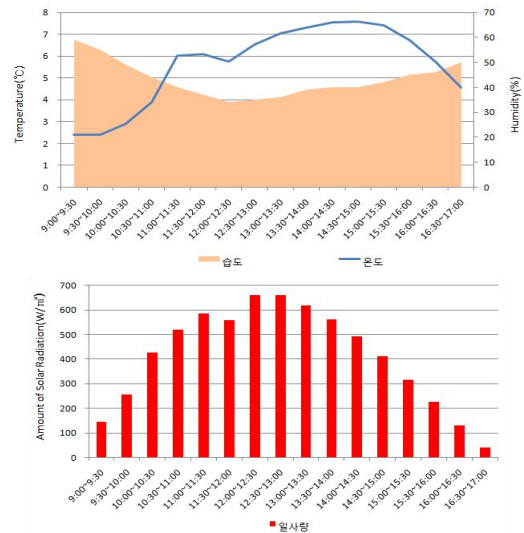


그림 5. 동절기 실험 5 온도 및 습도, 일사량(12월18일)

그림 6의 12:00 경을 보면 외기온도 6.1℃일 때 내부 온도 차는 각 240cm지점 2.61℃, 230

cm지점 0.87℃, 210cm지점 0.61℃, 190cm지점 1.02℃, 170cm지점 1.03℃, 150cm지점 0.65℃, 바닥면 2.02℃로 역시 하이퍼실이 낮게 나타나 동절기에 차열도료는 일사를 반사시켜 난방부하를 증가시키는 것으로 분석되었다.

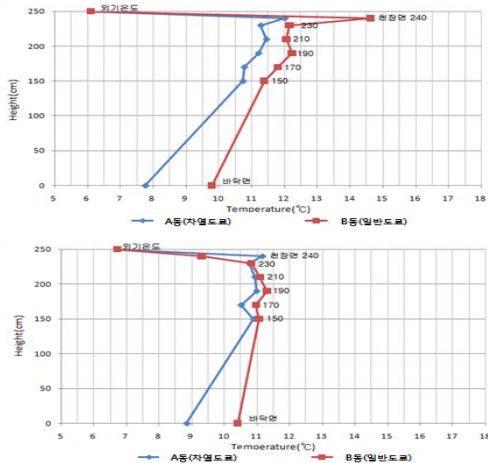


그림 6. 12:00~12:30(위) 15:30~16:00(아래)

4.2 전력소비량 측정(실험 2, 5)

하절기와 동절기의 차열도료의 사용으로 인한 에너지절감률을 측정하기 위해 히트펌프 냉·난방기를 가동하여 실험을 진행하였다.

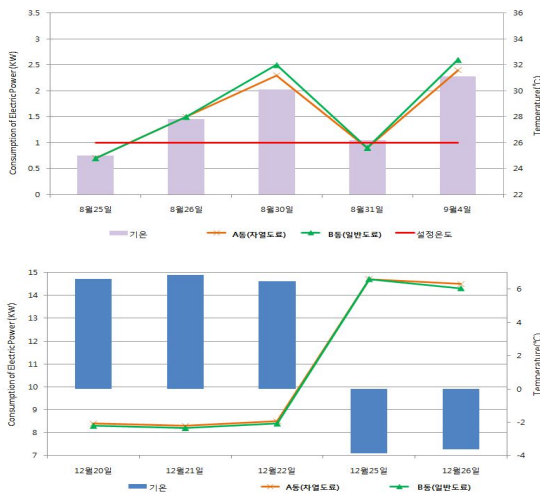


그림 7. 하절기 전력소모량(위) 동절기 전력소모량(아래)

그림 7은 각각 하절기와 동절기에 사용된 전력소모량을 나타내었다. 하절기와 동절기 실내온도는 실내권장온도인 26℃로 설정하였다. 하절기의 경우 기상악화로 8월30일 및 9월4일의 경우 평균일사량이 21일 대비 약 40% 낮게 측정되었지만 일사차단에 의해 전력소모량이 0.2kW 낮게 나타나는 것으로 분석되었다. 반면 동절기의 경우 일사량이 12월 18일과 비슷하게 나타난 12월26일의 경우 반대로 전력소모량이 0.2kW 높게 나타나는 것으로 분석되었다.

5. 시뮬레이션 분석

5.1 시뮬레이션 조건

시뮬레이션의 기본 입력 조건은 다음과 같다.

① 실험동 모델의 크기는 실험에 사용된 컨테이너박스과 동일한 L5,899×W2,348×H2,390(mm)로 모델링한다.

② 부하조건

인체(인/㎡)≒0, 조명(W/㎡)≒0, 기기(W/㎡)≒0, 침기(n/h)=0.3, 기후조건은 대한민국 표준기상데이터³⁾를 적용한다.

③ 공조조건

시스템 입력조건(소비전력) : 냉방 3.60kW (1.10kW), 난방 3.80kW(1.15kW)으로 냉·난방 부하발생에 따른 연중 지정시간(09:00~17:00) 동안 상시 가동하는 것으로 한다.(냉방 26℃, 난방 20℃)

④ 실험동 외피 구성은 다음 표 4에 나타낸다.

표 4. 실험동 외피 구성

| 구성 | 두께 | 열전도율 (W/m·K) |
|----------------------------|------|--------------|
| 도료 | - | - |
| THK1.6 SIDE PANNEL (SS400) | 1.6 | 58.6 |
| 스타폼 | 50.0 | 0.04 |
| 합판 | 2.7 | 0.12 |

3) 한국태양에너지학회, 대한민국 표준기상데이터

5.2 지역별 에너지소비량

본 차열도료의 국내 적용 시 각 지역별 에너지소비량 산출을 목적으로 시뮬레이션을 수행하였다. 분석된 지역의 위도 및 일사량⁴⁾은 다음 그림 8에 나타낸다.



그림 8. 분석 지역 위도 및 일사량

실험에 사용된 일반도료 및 차열도료와 동일한 반사율(일반도료 70%, 차열도료 86%)을 적용하였으며 시뮬레이션 수행 결과는 다음 표 5과 같다.

표 5. 지역별 에너지소비량(Σ1~12월)

| 지역 | 일반도료 (반사율 70%) | | | 차열도료 (반사율 86%) | | | 에너지 소비감소량 (kWh) |
|----|-------------------|-------------|--------------|-------------------|-------------|--------------|-----------------------|
| | 냉방 (kWh) | 난방 (kWh) | FAN (kWh) | 냉방 (kWh) | 난방 (kWh) | FAN (kWh) | |
| 서울 | 255 | 1,094 | 97 | 114 | 1,291 | 99 | -58 |
| | 1,446 | | | 1,504 | | | |
| 대전 | 273 | 1,002 | 96 | 128 | 1,208 | 93 | -57 |
| | 1,371 | | | 1,429 | | | |
| 대구 | 291 | 901 | 85 | 151 | 1,091 | 85 | -49 |
| | 1,277 | | | 1,327 | | | |
| 울산 | 299 | 792 | 77 | 144 | 972 | 76 | -24 |
| | 1,192 | | | 1,168 | | | |
| 광주 | 300 | 867 | 87 | 148 | 1,058 | 85 | -37 |
| | 1,291 | | | 1,254 | | | |
| 부산 | 221 | 753 | 66 | 113 | 914 | 67 | -54 |
| | 1,040 | | | 1,094 | | | |
| 제주 | 230 | 680 | 62 | 121 | 827 | 63 | -39 |
| | 972 | | | 1,011 | | | |

분석결과 차열도료를 적용할 경우 일반도료 대비 하절기 냉방에 따른 에너지소비량은 연간 최대 55% 감소, 난방에 따른 에너지소비량의 경우 23% 가량 증가하는 것으로 나타났으나,

⁴⁾ 기상청, 전국 시도별 평균년 일사량 데이터

국내 지역의 경우 전체적으로 난방부하가 냉방 부하보다 크게 나타나기 때문에 오히려 에너지 소비량이 증가하는 것으로 분석되었다. 국내 지역의 경우 에너지절감효과가 나타나지 않는 바, 차열도료의 적용으로 인한 에너지절감효과가 나타날 수 있는 해외(미국)의 지역을 추가 분석하여 다음 표 6에 나타낸다.

표 6. 해외 지역의 에너지소비량(Σ1~12월)

| 지역 (위도) | 일반도료 (반사율 70%) | | | 차열도료 (반사율 86%) | | | 에너지 소비감 소량 (kWh) |
|-------------------------|-------------------|-------------|--------------|-------------------|-------------|--------------|---------------------------|
| | 냉방 (kWh) | 난방 (kWh) | FAN (kWh) | 냉방 (kWh) | 난방 (kWh) | FAN (kWh) | |
| Tulsa (36.11°) | 415 | 927 | 96 | 290 | 1,067 | 91 | -10 |
| | 1,438 | | | 1,448 | | | |
| Nashville (36.07°) | 372 | 857 | 83 | 236 | 992 | 86 | -2 |
| | 1,312 | | | 1,314 | | | |
| Lubbock (33.33°) | 292 | 855 | 86 | 170 | 984 | 85 | -4 |
| | 1,233 | | | 1,236 | | | |
| Waco (31.37°) | 543 | 49 | 80 | 373 | 58 | 71 | 170 |
| | 672 | | | 502 | | | |
| San Antonio (29.31°) | 560 | 367 | 74 | 370 | 437 | 63 | 131 |
| | 1,001 | | | 870 | | | |
| Miami (25.47°) | 732 | 50 | 68 | 461 | 70 | 44 | 275 |
| | 850 | | | 575 | | | |

분석결과 해외(미국)의 경우 역시 위도가 국내와 비슷한 Tulsa(36.11°), Nashville (36.07°), Lubbock(33.33°)지역의 경우 국내 분석결과와 유사하게 나타났으며 위 지역 역시 에너지절감효과를 보기 어려운 것으로 분석되었다. 하지만 위도가 이보다 낮은 세 지역의 경우 냉방부하가 난방부하보다 크게 나타나 차열도료를 적용할 경우 각각 Waco 25%, San Antonio 13%, Miami 32%의 에너지가 절감되는 것으로 나타났다.

각 지역의 기후 특성마다 차이를 보이지만 일반적으로 33° 정도의 위도까지는 에너지절감효과를 보기 어려운 것으로 나타났으며, 이보다 위도가 낮아질수록 냉방부하가 난방부하보다 크게 나타나 차열도료 적용 시 에너지절감효과가 있는 것으로 분석되었다.

국내의 경우 위도가 가장 낮은 제주지역의 경우에도 위도가 33° 보다 위에 높은 지역으로 나타나 국내에서는 차열도료의 에

너지절감효과를 보기 어려운 것으로 분석되었다.

5.3 반사율에 의한 에너지소비량

실험에서 반영된 제한된 반사율의 적용 범위를 벗어나 궁극적으로 마감 재료의 반사율이 건물 부하 및 에너지소비량에 미치는 영향을 정량적으로 파악하는 것을 목적으로 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션 수행을 위해 대전의 기상데이터를 적용하였으며, 마감재료의 반사율⁵⁾은 10% 기준하여 10%씩 변화를 주어 최대 90%까지 적용하였다.

분석된 반사율에 따른 에너지 소비량 결과를 다음 표 7에 나타낸다.

표 7. 반사율에 따른 에너지소비량(Σ1~12월)

| 반사율 | 냉방 (kWh) | 난방 (kWh) | FAN (kWh) | 연간 전력소비량 |
|-----|----------|----------|-----------|----------|
| 10% | 1,094 | 606 | 149 | 1,849 |
| 20% | 938 | 643 | 137 | 1,718 |
| 30% | 787 | 684 | 125 | 1,596 |
| 40% | 645 | 729 | 113 | 1,487 |
| 50% | 511 | 807 | 105 | 1,423 |
| 60% | 386 | 897 | 99 | 1,382 |
| 70% | 273 | 1,002 | 96 | 1,371 |
| 80% | 177 | 1,123 | 94 | 1,394 |
| 90% | 97 | 1,263 | 94 | 1,454 |

반사율에 따른 에너지소비량을 정량적으로 분석한 결과 반사율이 증가할수록 냉방 시 에너지소비량은 감소하는 반면, 난방 시 에너지소비량은 증가하는 것으로 나타났다.

대전을 기준으로 할 때 반사율이 10%~70%로 증가할수록 에너지소비량이 점차 줄어들어 70%에서 연간 에너지소비가 가장 적게 나타났으며, 80%부터 냉방에너지 소비량보다 난방에너지소비량의 증가폭이 커져 오히려 에너지소비량이 증가하는 것으로 분석되었다.

⁵⁾ ASHRAE HANDBOOK, FUNDAMENTALS, 2001, pp.3.8

또한 반사율이 커질수록 냉방 시 에너지소비량이 난방 시 에너지소비량보다 큰 것으로 분석되어, 일사량이 높은 지역일수록 에너지절감 효과가 크게 나타날 것으로 분석되었다.

6. 결 론

본 연구는 차열도료를 시공함에 있어 일반도료와의 비교 실험 및 시뮬레이션을 통해 열특성에 대해 분석해 보았다. 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 차열도료를 도포한 경우 내부 단열재 유무와 상관없이 일사를 차단하여 내부 온도를 낮춰주는 효과가 있는 것으로 분석되었다.
- (2) 차열도료 적용 실험 결과 하절기 냉방부하가 감소하여 에너지소비량이 약 8% 감소하는 것으로 분석되었으나, 동절기의 경우 난방부하의 증가로 인해 에너지소비량이 증가하여 연간 종합하여 판단하였을 때 일사 및 외기온도의 조건에 따라 오히려 에너지소비량이 증가하는 경우도 나타날 수 있는 것으로 분석되었다.
- (3) 각 지역의 차열도료 적용에 따른 시뮬레이션 분석 수행 결과, 국내의 경우 난방부하가 냉방부하보다 크게 나타나 차열도료의 적용에 따른 에너지절감효과는 없는 것으로 분석되었다.
- (4) 국내의 경우 에너지절감 효과가 나타나는 지역이 없어 해외(미국)지역의 추가 분석 결과 각 지역의 기후조건에 따라 조금씩 다르긴 하지만 일반적으로 차열도료를 적용할 경우 위도 33°보다 높은 경우에는 에너지절감효과를 보기 어려운 것으로 분석되었다.
- (5) 실험에 적용된 차열도료의 반사율 외에도 타 마감 재료의 반사율이 건물 부하 및 에너지소비량에 미치는 영향을 정량적으로 평가한 결과 대전을 기준하였을 때 반

사율이 70%까지는 에너지소비량이 감소하지만, 70%를 넘어가는 순간부터 다시 에너지소비량이 증가하는 것으로 분석되었다.

본 연구는 차열성능을 가지는 도료에 대해 실험을 통해 차열도료의 열특성 및 국내에서의 적용 가능성에 대하여 정량적으로 평가하였다. 위 실험결과를 종합한 결과, 국내 건축물에서 차열도료의 적용은 하절기의 경우 에너지를 절감할 수 있는 반면, 동절기에서는 일사차단의 효과로 인해 오히려 에너지소비량이 증가하는 것으로 나타나, 에너지절감효과를 기대하기 어려운 것으로 분석되었다. 하지만 본 실험 및 시뮬레이션의 경우 건물 내부의 장비 및 조명, 인체부하를 고려하지 않아 내부발열량이 높은 건물의 경우에는 국내에서도 차열도료의 적용으로 인한 에너지절감효과를 볼 수 있을 것으로 판단되어지며, 난방부하를 고려하지 않는 건축물에 적용될 경우 에너지절감효과가 나타날 것으로 평가되었다.

또한 단열성능의 변화에 따른 에너지소비량의 변화를 고려치 않아, 차후 차열성능 뿐만 아니라 단열성능과 연계하여 추가 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 진현수 외 3인, 건축물 에너지 절감을 위한 효율적인 대응방안 연구, 한국건축시공학회 추계학술발표대회논문집, 2010, pp.211~214
2. 에너지관리공단, 건물부문의 에너지 소비 동향과 전망, 에너지관리 제366호, 2004, pp.3~15
3. 한국태양에너지학회, 대한민국 표준기상데이터, 2010
4. 기상청, 전국 시도별 평균년 일사량 데이터,

- 2011
5. ASHRAE HANDBOOK, FUNDAMENTALS, 2001, 3.8pp
6. Architectural Energy Corporation, VisualDOE 4.0 User Manual, 2004