한국가구학회지(Journal of the Korea Furniture Society)
Vol. 27 No. 4 October, 2016, 318-324

연결통로의 형태 및 마감에 따른 실내 온열환경 평가

홍 진 영, 김 유 정, 김 현 진, 강 유 진, 김 수 민†

숭실대학교 건축학부

Evaluating on Indoor Thermal Environment by Shape and Finishing of Passageway

Jin-Young Hong, Yu-Jeong Kim, Hyeon-Jin Kim, Yujin Kang, Sumin Kim†

School of Architecture, Soongsil University, Seoul 06978, Korea

Abstract: Recently, pedestrians suffered inconveniences with moving on the next building due to the high-rise buildings. So, the number of passageways is increasing for convenience of pedestrians. Currently, people are paying attention to building energy saving. We anticipated that It increases the cooling load of the building and building energy by a passageway. We chose a passageway for a subject because people are paying attention to building energy saving lately. The purpose of this study was to analyze the indoor thermal environment according to the passageway. We measured temperature of building with passageway using a multifunctional device in order to progress the study. On analysis based on investigation, finishing material and glass area of passageway have an effect on indoor thermal environment. The result shows that the cooling load of building alter depending on characteristic of passageway.

Keywords: *Passageway, Thermal environment, Cooling load*

1. 서 론

도시화로 인한 건축물이 밀집하게 되고, 복합성, 유연성, 소통, 이질성 등에 대한 문제를 해결하기 위한 건축이 요구되고 있다(최 외 2012). 이때, 건축물의 고층화 및 대형화로 인하여 건물 간의 이동 시간이 증가하여 불편함을 느낄 수 있으므로, 이러한 이동의 불편함을 줄이고 건축물의 활용도를 높이기 위하여 건물 사이에 연결통로를 설치하는 사례가 늘어나고 있다. 연결통로는 지표면 접촉 없이 다닐 수 있는 길이라는 사전적 의미를 지니고 있으며, 건축에서는 주로 건물과 건물 사이에 놓인 다리를 의미한다. 특히 도시 환경에서의 연결통로 외피로 둘러싸여 보행자가 비, 바람과 같은 외부 기후에 영향을 받지 않도록 하였다. 이때, 주로 건물의 2층과 3층 사이를 연결해주며 이보다 높은 층에 위치한 경우도 있다. 건물과 건물 사이의 연결통로는 보행자의 편리함을 주는 것과 동시에 소매점의 수익을 주기 때문에 대게 대형 쇼핑센터에 건설되고 있다. 또한 대학교 캠퍼스와 대형병원에서도 연결통로를 통하여 보행자의 안전과 편리함을 주고 있다.

이러한 연결통로 형성으로 인하여 환경적 문제가 발생할 수 있으므로, 전 외(2010)의 연구에서는 기류형성에 대한 해석이 진행되었다. 그러나 건물의 연결통로로 인한 온열환경 문제에 대한 연구는 아직 미비한 것으로 판단되었다. 이에 본 연구는 연결통로에 의하여 열전달 및 바람의 영향으로 인

2016년 9월 18일 접수; 2016년 10월 13일 수정; 2016년 10월 25일 게재확정
† 교신저자 : 김 수 민 (skim@ssu.ac.kr)

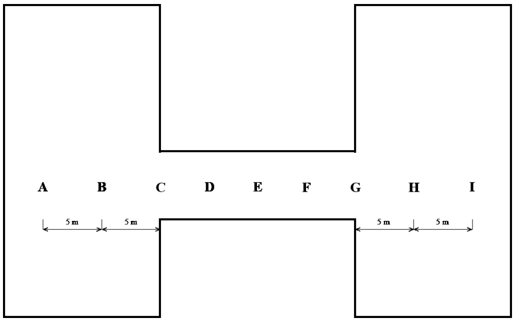
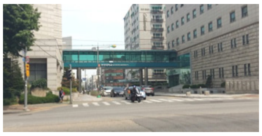


Fig. 1. Location of measurement.

Table 1. Classification of passageway

Finishing material	Glass area	Photo
(a) Concrete	over 50%	
(b) Concrete	under 50%	
(c) Stone	over 50%	
(d) Stone	under 50%	
(e) Aluminium	-	
(f) Plastic	-	
(g) Glass	-	

접 건물의 실내는 인접하지 않은 실내보다 냉·난방 부하가 높게 나타날 수 있다고 판단하여, 연결통로가 있는 실제 건축물들을 선정하여 연결통로가 인접 실내 온열환경에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 이때, 연결통로의 마감재와 형태 및 위치에 따라 온열환경이 다르게 나타날 것으로 예상하였다. 그러나 연결통로와 건물 사이에 출입문 유·무에 따라 건물 실내에 연결통로가 미치는 영향이 달라질 것이며, 연결통로의 창호에 의하여 연결통로가 받는 일사량이 다를 것으로 판단되어 추가적으로 이와 같은 변수들을 고려하여 분석하였다.

2. 측정 방법

연결통로의 마감에 따른 연결통로 및 건물 내부의 온열환경의 변화를 조사하기 위하여 다기능 측정기 LM-8000을 이용하여 온도를 측정하였다. 연결통로는 형태와 마감 종류가 다양한 총 40개를 선정하였다. 측정시간은 2016년 5월 17일부터 2016년 6월 2일까지 일사에 의한 영향을 가장 많이 받는 오후 2시에서 4시 사이에 측정하였다. 측정은 바닥에서 1.2 m 떨어진 위치에서 온도를 측정하였고, 측정 점은 Fig. 1과 같이 연결통로가 위치한 층의 실내(A, B, H, I)와 연결통로(C, D, E, F, G)로 총 9부분으로 분류하여 측정하였다. 또한 연결통로에 형태 및 마감재에 따른 온열환경을 분석하기 위하여 마감재 종류, 연결통로의 높이와 길이를 측정하였다. 그리고 그 외의 변수에 의한 영향을 확인하기 위하여 출입문의 여부 및 창의 개폐 여부를 확인하였다. 선정된 40개의 연결통로는 지붕 마감재에 따라 콘크리트(11개), 석재(10개), 알루미늄(8개), 플라스틱(6개), 유리(5개)로 Table 1과 같이 5종류의 마감으로 분류하였다. 알루미늄, 플라스틱, 유리 마감은 창의 면적이 모두 벽 면적의 50% 이상으로 창의 면적에 따른 분류는 마감재가 콘크리트와 석재인 연결통로를 창의 면적이 50% 이상과 미만으로 분류하였으며, Table 1의 사진을 통하여 확인할 수 있다.

총 9부분에서의 온도 측정값은 측정 시기가 다르기 때문에 외기온도에 따른 오차를 줄이기 위하

Table 2. Temperature of measurement point at passageway

No.	Finishing material	Temperature (°C)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Concrete	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.6	26.6	26.5	26.2
2		26.5	26.7	27.2	27.7	28.1	27.6	27.1	26.9	26.4
3		29.6	29.7	30.3	30.4	30.4	30.3	30.3	30.2	30.0
4		27.2	27.2	27.3	27.3	27.4	27.2	27.1	26.9	26.8
5		28.4	28.5	28.6	28.6	28.6	28.6	28.4	28.3	28.3
6		28.6	28.7	28.8	28.8	28.8	28.6	28.5	28.2	28.0
7		28.7	28.8	28.8	28.9	28.9	28.8	28.7	28.3	28.0
8		28.3	28.4	28.5	28.9	29.0	29.0	28.9	28.8	28.5
9		27.5	27.6	27.6	27.8	28.0	27.8	27.7	27.7	27.6
10		27.3	27.6	27.8	28.0	28.5	27.8	27.4	27.3	27.2
11		26.9	26.9	27.0	27.2	27.3	27.3	27.3	27.3	27.1
12	Stone	27.1	27.2	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3		
13		29.0	29.0	29.1	29.2	29.2	29.2	29.1	29.0	29.0
14		27.6	27.5	27.5	27.7	27.9	28.0	28.0	27.9	27.2
15		26.5	26.8	27.0	27.3	27.4	27.3	27.3	27.3	27.2
16		27.1	27.3	27.7	27.7	27.8	27.7	27.6	27.6	27.5
17		28.8	29.0	29.5	29.7	30.1	29.5	29.3	28.8	28.7
18		30.5	30.7	30.8	30.9	31.1	30.9	30.8	30.7	30.5
19		25.8	25.9	26.0	26.1	26.3	26.2	26.0	25.8	25.7
20		25.7	25.7	25.8	25.8	25.8	25.7	25.7	25.6	25.5
21		28.5	28.6	29.5	30.1	29.2	28.7	28.3	26.4	26.2
22	Aluminium	29.8	29.8	29.9	29.9	30.0	30.0	29.9	29.9	29.8
23		27.7	27.9	28.0	28.4	28.9	28.5	28.2	27.8	27.7
24		29.7	29.7	29.8	29.9	30.1	30.0	29.9	29.8	29.6
25		28.4	28.4	28.6	28.7	28.8	28.8	28.7	28.7	28.6
26		29.0	29.1	29.3	29.4	29.6	29.5	29.1	29.0	28.8
27		27.5	27.6	27.7	29.3	29.9	29.6	28.2	27.8	27.6
28		27.4	27.6	27.7	28.8	29.0	28.8	27.6	27.4	27.3
29		27.5	27.7	28.2	28.9	29.0	28.8	28.0	27.8	27.7
30	Plastic	29.0	29.1	29.1	29.2	29.3	29.1	29.1	28.8	29.0
31		27.7	27.7	27.9	28.8	29.4	28.8	28.2	28.1	28.0
32		29.0	29.3	30.0	30.4	30.5	30.2	30.1	29.4	29.1
33		29.7	29.8	29.8	31.8	33.3	32.0	31.5	29.3	29.2
34		29.4	29.5	29.8	30.0	30.1	29.4	28.4	27.9	27.6
35		28.4	28.6	29.2	29.6	30.4	29.7	29.2	28.8	28.5
36	Glass	28.0	28.4	28.8	29.7	30.8	30.2	29.6	27.3	27.1
37		27.9	28.2	29.1	29.2	29.2	29.3	28.8	28.3	27.8
38		28.6	28.8	28.9	29.0	29.2	29.1	28.4	28.1	27.3
39		27.9	28.2	28.4	28.5	28.7	28.6	28.5	28.3	27.8
40		27.2	27.4	27.6	27.8	27.8	28.4	28.1	27.9	27.8

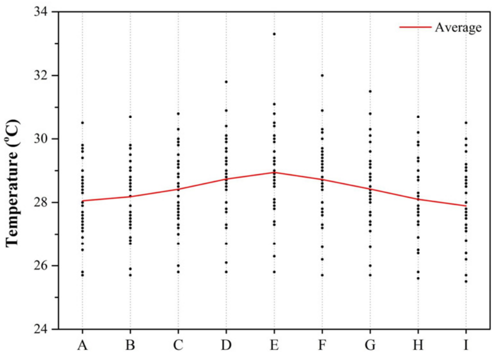


Fig. 2. Temperature at total measurement point.

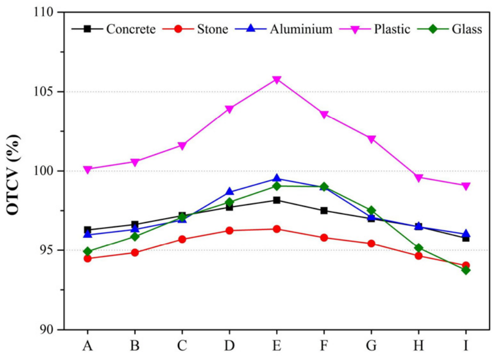


Fig. 3. OTCV according to finishing material of passageway roof.

여 식 (1)을 이용하여 외기온도 대비 값(Outdoor Temperature Contrast Value; OTCV)을 산출하였다. 식 (1)의 T_i는 내부온도, T_o는 외기온도를 의미한다.

$$OTCV(\%) = \frac{T_i(℃)}{T_o(℃)} \times 100 \qquad (1)$$

3. 측정 결과

3.1. 연결통로에 의한 온열환경 분석

연결통로에 의한 온열환경의 변화를 확인하기 위하여 선정된 40개의 연결통로가 있는 건물부터 건물까지 총 9부분의 온도를 측정하였다. 측정된 결과는 Table 2와 같다. 전체 측정 온도 값을 통하여 Fig. 2와 같이 연결통로의 중앙(E)에 가까워질수록 온도가 높아지는 양상을 나타냄을 확인하였다. 연결통로는 일사에 의한 영향으로 내부의 온도는 계속해서 상승하기 때문에 이를 통해 비교적 온도가 낮은 건물 내부로 열전달이 이루어지는 것을 확인하였다.

3.2. 연결통로 마감에 따른 온열환경 분석

3.2.1. 지붕 마감재에 따른 온열환경

연결통로 지붕 마감재의 종류에 따라 온도 측정 결과 값을 OTCV로 산출하였다. Fig. 3은 마감재에 따른 OTCV 평균값이며, 플라스틱, 알루미늄, 유리, 콘크리트, 석재 순으로 OTCV가 크게 나타났다. 다른 재료에 비하여 OTCV가 가장 높게 나타난 플라스틱 마감에서는 실내 온도가 가장 높아지는 연결통로의 중앙(E)에서 105.8%로 OTCV가 가장 낮은 석재 마감(96.3%)보다 9.5% 높은 것으로 확인하였다. 또한 중앙뿐만이 아니라 전체적으로 다른 재료에 비하여 높게 나타났다. 알루미늄, 유리, 콘크리트 마감의 경우에는 전체적인 그래프 양상은 비슷하게 나타났으며, 연결통로 중앙(E)에서 각각 99.5, 99.1, 98.2%로 나타났다. 이때, 유리 마감에서 연결통로와 건물이 만나는 부분인 B와 C, G와 H 사이에서 OTCV가 급격하게 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이는 연결통로와 건물이 만나는 부분에 출입문이 모두 설치되어 있어, 건물 실내의 온열환경에 연결통로가 미치는 영향이 다른 마감에 비하여 낮기 때문이다. 그리고 마감 재료가 석재인 경우, 중앙(E)에서 96.3%이며 전체적으로 낮은 값을 갖는 것으로 확인되었다. 이에 따라 마감재별로 이러한 특징을 보이는 원인 마감재의 열용량과 관계가 있다고 판단하였다. 재료별 열용량은 Table 3과 같다. 열용량이 큰 마감재일수록 외기의 영향으로 인한 실내의 온도가 높아지는 것이 느리기 때문에 마감재가 석재, 콘크리트, 알루미늄, 유리, 플라스틱 순으로 OTCV가 낮게 나타난 것으로 판단되었다. 열용량이 높으면 외부의 열이 실내에 미치는 영향이 낮아지기 때문에, 이와 같이 마감재의 열용량은 OTCV에 많은 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 이때, 알루미늄, 유리, 플

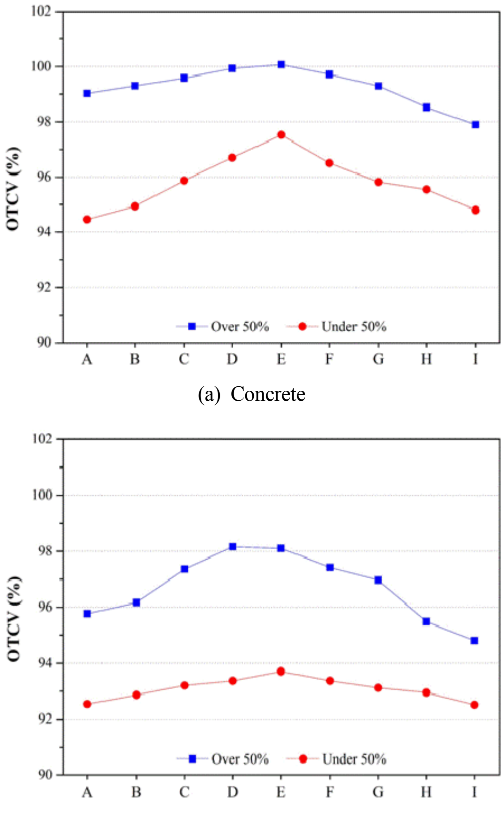
Table 3. Heat capacity of finishing material of roof types

Finishing material	Heat capacity (kcal/m^3 · °C)
Concrete	462
Stone	572
Aluminium	589
Plastic	304
Glass	446

라스틱의 경우에는 콘크리트와 석재에 비하여 마감 두께가 얇기 때문에 알루미늄의 열용량이 석재보다 높음에도 불구하고 OTCV가 높게 나타난 것을 확인하였다.

3.2.1. 창호 면적에 따른 온열환경

건축물에 있어 건물 에너지 소비량은 창호 성능에 많은 영향을 받는다(임 외 2014). 창호 성능은 실내 온열환경 변화에 중요한 변수로 작용할 수 있으며, 연결통로는 대부분 채광이나 환기를 위하여 유리로 된 개구부가 있다. 따라서 유리를 통한 일사 취득으로 실내 온도 상승이 발생할 수 있으므로 창호가 연결통로의 벽 면적에 차지하는 부분을 고려해주어야 한다. 이전 유 외(2011), 위 외(2014) 연구에 따라 창호의 차폐율에 의하여 일사 취득량이 달라질 수 있다는 것을 확인하였고, 연결통로에서의 창호는 수직입사이며 일반 유리로 투과율이 약 70-90% 임을 확인하였다. 이에 본 연구는 콘크리트와 석재 마감인 연결통로를 창의 면적이 50% 이상인 경우와 50% 미만인 경우로 나누어 Fig. 4와 같이 분석하였다. Fig. 4(a)는 콘크리트 마감 연결통로로 창의 면적의 50% 이상일 경우 연결통로 중앙(E)에서 OTCV는 100.1%로 나타났으며, 창의 면적이 50% 미만인 경우에는 97.5%로 나타났다. Fig. 4(b)는 석재 마감 연결통로로 중앙(E)에서 창의 면적이 50% 이상일 때 98.1%, 50% 미만일 때 93.7%로 나타났다. 이를 통하여 창의 면적이 50% 이상일 때 OTCV가 약 3% 이상 차이가 발생할 수 있으며, 창을 통한 일사 취득을 반드시 고려해야 한다는 것을 확인하였다.



(a) Concrete

(b) Stone

Fig. 4. OTCV according to window area.

3.3. 연결통로의 형태에 따른 온열환경 분석

3.3.1. 길이와 위치 높이에 따른 온열환경

3.2에 따라 연결통로 마감은 연결통로의 실내 온열환경에 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 그러나 연결통로의 길이와 위치한 높이에 따라 온열환경이 다르게 나타날 수 있다. 따라서 동일한 마감재를 이용한 연결통로를 형태에 따라 분류하여 실내온도 변화를 분석하였다. 이때, 형태 외의 실내 온열환경에 영향을 미칠 수 있는 창의 면적, 출입문 여부와 같은 변수가 동일한 연결통로를 두 개씩 선정하여 비교 분석하였다.

Fig. 5는 동일한 높이에서 연결통로 길이에 따른 온열환경 변화를 분석한 결과이다. 선정된 두 연결통로는 콘크리트 마감이고, 높이가 4 m이다. 연결통로의 길이가 12, 29 m일 때의 OTCV를 비교 분석하였다. 이를 통하여 동일한 마감재를 사용

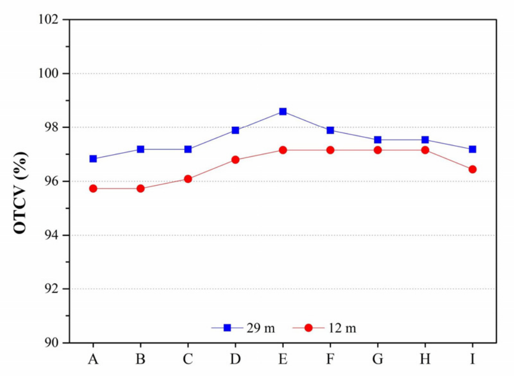


Fig. 5. OTCV at 4m height by length of passageway.

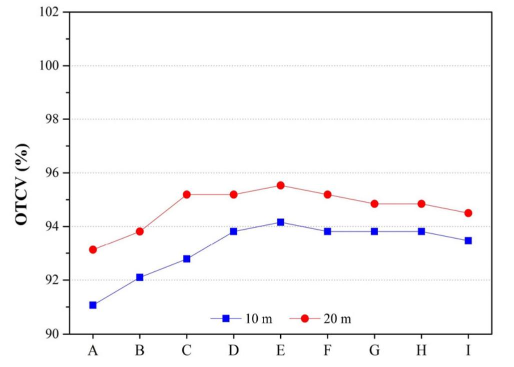


Fig. 6. OTCV at 14 m length of passageway by different height.

하고 동일한 위치에 있는 경우, 연결통로의 길이가 길수록 OTCV가 높아지는 것을 확인하였다. 연결통로의 길이의 차이는 2배 이상이지만 OTCV의 차이는 약 1%이기 때문에, 연결통로의 실내 온열환경은 마감재 종류와 창호 면적에 의한 영향보다 연결통로의 길이에 의한 영향이 미비하다고 판단하였다.

그와 반대로 Fig. 6은 동일한 길이를 가진 연결통로가 위치한 높이에 따른 차이를 분석한 결과이다. 선정된 두 연결통로는 석재 마감이고, 길이가 14 m이다. Fig. 6은 연결통로가 설치된 높이가 각각 10, 20 m인 경우의 OTCV를 비교 분석하였다. 그래프를 통하여 연결통로의 길이가 동일한 경우, 설치된 위치에 따라 2%의 OTCV 차이를 보임을 확인하였다. 두 연결통로가 20 m 이하에 위치하고

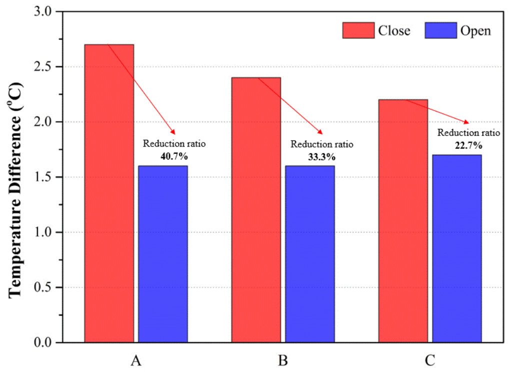


Fig. 7. Temperature difference by opening and closing of door.

있어 바람에 의한 차이가 적기 때문에 높은 곳에 위치한 연결통로의 OTCV가 높게 측정되었으나, 고층 빌딩에 위치한 경우에는 바람의 영향을 많이 받기 때문에 다른 경향을 보일 것으로 판단하였다.

3.3.2. 출입문 여부에 따른 온열환경

측정 결과를 통하여 연결통로의 출입문 여부에 따라 건물 내부의 온열환경이 변화한 것으로 판단되어 연결통로와 건물 사이에 출입문의 있거나 없는 경우로 나누어 온도차를 Fig. 7과 같이 분석하였다. 비교 연결통로는 석재 마감으로 양쪽 문이 모두 열려있는 경우(없는 것과 동일하게 봄)와 양쪽 문이 모두 닫혀있는 경우로 확인하였고, 통로의 중앙(E)과 건물 내부(A, B, C)의 온도 차이를 비교하였다. 분석 결과, A에서 가장 눈에 띄게 온도차가 발생하였다. 온도차의 감소율은 각각 40.7, 33.3, 22.7%로 나타났으며, A는 연결통로에서 10 m 떨어진 지점에서 온도를 측정한 결과로 연결통로와 건물 사이(0 m)인 C의 결과보다 확연히 차이가 크게 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 보행자의 편의와 건물의 활용도를 높이기 위해 설치된 건물과 건물 사이의 연결통로의 온열환경 변화를 분석하였다. 연결통로부터 건물까지를 9부분으로 나누어 온도를 측정한 후, 측정

일이 다르기 때문에 따른 외기온도 영향으로 인한 OTCV를 산출하여 연결통로의 마감과 형태와 같은 열 환경 요소에 대한 분석을 진행하였다. 분석을 통한 결론은 다음과 같다.

(1) 전체적으로 연결통로의 중앙에서의 온도가 가장 높게 측정되었으며, 건물 내부로 갈수록 온도가 감소하는 경향성을 확인하였다.

(2) 연결통로의 천장 마감재는 실내 온열환경 변화에 많은 영향을 주는 요소이다. 플라스틱과 유리인 경우가 높게 나타났으며, 열용량이 큰 석재와 콘크리트가 낮게 나타났다.

(3) 다음으로 창의 면적이 넓을수록 OTCV가 높게 산출되었는데, 이는 창을 통한 일사 취득이 많아졌기 때문이다. 따라서 열용량이 큰 석재를 사용하더라도 창의 면적이 넓어질 경우, 열용량이 적은 마감재를 적용한 것보다 열적 쾌적성이 떨어질 수 있다.

(4) 연결통로의 길이와 위치에 따른 OTCV 차이는 미비하게 나타났으며, 높이는 바람의 영향이 크게 작용할 것으로 판단되었다. 그리고 출입문 개폐에 따라 연결통로의 중앙(E)과 건물 내부(A, B, C)와의 온도차가 발생하였다.

연결통로 내부는 마감재와 창의 면적에 의한 영향이 가장 크게 나타났으며, 연결된 건물 내부의 온열환경에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 본 연구를 통하여 확인할 수 있다. 그러나 연결통로의 설치를 통해 얻어지는 보행자의 편의 등을 위하여 연결통로는 필수적일 수밖에 없다. 따라서 본 연구의 결과는 연결통로 설치에 있어 기초적인 자료가 될 수 있다고 판단된다. 그러나 본 연구는 연결통로로 인한 온열환경 변화에 대한 기초적인 연구로써 추후 정확한 창, 출입문, 재료의 물성과 설치 각도 등과 같은 세부적인 변수 조건에서의 온열환경 변화에 대한 심화적인 연구가 진행될 필요가 있다.

사 사

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2013R1A1A1058448).

참 고 문 헌

위승환, 이종기, 김석환, 김수민, Jae D. Chang. 2014. 아트리움형 공간 내 수직온도차에 따른 온열환경. 한국가구학회 25(2): 122-128.

유슬기, 김지경, 정주희, 정수광, 김수민. 2011. 재래시장 아케이드의 열 차단 효과와 투과율에 따른 온열환경 분석. 한국건축친환경설비학회 5(3): 137-143.

임현석, 박우현, 정유근. 2014. 건물에너지 성능에 미치는 주요 변수의 중요도 평가. 2014년도 한국생태환경건축학회 추계학술대회 14(2).

전병진, 장병윤, 최형권. 2010. 복합 건축물 연결 통로에서의 기류형성에 관한 수치적 해석 연구. 한국전산유체공학회 15(3): 81-86.

최병보, 전현식, 윤석일, 김석환, 이상진, 김수민. 2012. 복합문화시설내 공간 구조에 따른 일조와 일사가 실내 온열환경에 미치는 영향. 설비공학 24(11): 751-758.