

투과일사의 유입길이에 따른 Tilt 창호의 적정 기울기 산정

조 성 우[†]

창원대학교 건축학부

The Calculation on the Optimum Angle of Tilt Type Window by Length of Transmitted Solar Radiation

Sung-Woo Cho[†]

Engineering of Architecture, Changwon National University, Kyungsangnam-Do 641-773, Korea

(Received May 6, 2010; revision received June 7, 2010)

ABSTRACT: This study is suggested tilt window type to be restrained solar radiation through vertical window type in buildings. The shading and aesthetical effect of buildings would be solved by installation of tilt window type. For investigate optimum an angle of tilt window and building azimuth in reference region, the distance of transmitted solar radiation is calculated. The results of calculation showed optimum an angle of tilt window is obtained 7° that the distance of transmitted solar radiation is 20% of 1.5m of balcony width. In case of an tilt window angle of 7°, the optimum building azimuth is showed SW15°~SE15.

Key words: Tilt window(경사창호), Distance of transmitted solar radiation(투과일사길이), Azimuth(방위각), Angle of tilt window(경사창호의 기울기)

기 호 설 명

- b : 창 하부 기울기에 대한 각 [°]
- H : 수직창의 높이 [m]
- h : 태양고도 [°]
- L : 수직창에서의 일사유입길이 [m]
- L' : Tilt 창에서의 일사유입길이 [m]
- t : 창의 상부 기울기에 대한 각 [°]
- T : 시각
- Z : 태양 방위각 [°], Z' : 건축물의 방위각 [°]

그리스 문자

- δ : 태양적위 [°], ψ : 위도 [°]

1. 연구의 목적과 방법

1.1 연구의 목적

건축물에서 에너지 소비량과 일사량과의 관계는 매우 밀접한 관계에 있다고 할 수 있다. 난방부하의 경우에는 일사량을 최대한 실내로 유입함으로써 난방부하를 저감시킬 수 있는 반면, 냉방부하에서는 일사량의 유입은 냉방부하를 증가시키는 매우 큰 요인으로 작용하게 된다.

창호와 블라인드 등을 이용하여 실내로 유입되는 일사량을 줄이기 위한 연구 결과가 발표되고 있으며, 그 가운데 정창현 외 3인⁽¹⁾은 이중창에 대하여 냉방부하 저감에 대한 실험연구를 하였고, 최보혜 외 4인⁽²⁾은 차양일체형 창호시스템에 대한 에너지 성능평가에 대한 모형실험을 실시한 경우와 같이 창호 자체를 활용한 경우와 이현정 외 5⁽³⁾인은 창호에 설치된 블라인드의 작동에 따른 온열환경을 평

[†] Corresponding author

Tel.: +82-70-8934-1300; fax: +82-55-350-5349

E-mail address: c_sungwoo@hotmail.com

가한 경우가 있다. 또한 강윤석 외 2⁽⁴⁾인은 시뮬레이션을 통하여 수직창에 의한 관류와 일사부하가 전체 냉방부하의 약 50% 이상을 차지한다고 하는 보고를 하고 있다. 이와 같이 수직창의 일사유입을 억제시키기 위하여 다양한 방법을 강구하고 있으나, 이 가운데 가장 Passive적인 방법은 차양설치라고 판단되나, 기존 또는 신축 건축물에는 외부 고정 차양을 거의 적용하지 않고 있는 실정이다.

바닥에 도달하는 유입된 일사의 면적은 냉방부하와 직접적인 관계가 있으므로, 하기에는 바닥에 유입되는 일사에 대한 면적 감소는 냉방부하를 저감시키는 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 하기 일사량의 유입 억제를 위하여 기존 시스템 창호에서 창을 바깥쪽으로 기울이는 Tilt형 창호를 제안하고자 하며, 바닥면에 유입되는 일사는 창호의 기울기와 건물의 방위각과 관계가 있으므로, 투과 일사가 유입되는 바닥면의 길이 산정을 통하여 최적의 창호 기울기와 방위각 범위를 알아보하고자 한다.

1.2 연구방법

바닥면에 투과되는 일사의 길이는 태양고도, 건축물과의 방위각에 의하여 결정되므로, 이에 대한 각각의 요소에 대한 개념도를 통하여 삼각함수 정리를 활용하여 수식을 정립하고, 이를 토대로 투과 일사의 길이를 계산하고자 한다.

대상지역은 부산(위도 35°, 경도 127°)으로 하였고, Victor Olgyay⁽⁵⁾가 제안한 온대기후대의 적정방위인 남서 15°와 남동 45°의 범위에 대하여 15° 간격으로 나눈 각각 모델과 창호의 기울기를 기존 차양 길이와 비례하여 기울기를 결정하였으며, 차양길이는 10~40 cm 범위로 하였다.

본 논문에서는 건축물의 방위각과 Tilt 창호의 기울기에 따른 관계를 파악하여 Tilt 창호의 최적 기울기와 건축 최적 방위각의 범위를 알아보하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 태양고도 산출

대상지역의 태양고도는 위도와 적위와 진태양시를 이용하여, 태양고도, 방위각은 구할 수 있으며, 식(1)과 식(2)와 같다.

$$\sin h = \sin \psi \sin \delta + \cos \psi \cos \delta \cos T \quad (1)$$

$$\sin Z = \frac{\cos \delta \cos T}{\cos h} \quad (2)$$

2.2 투과일사면적과 길이 산출

일사가 외부차양이나 블라인드가 설치되지 않은 수직창과 Tilt 창을 통해서 바닥면에 유입되는 길이의 산출을 위한 개념도는 Fig. 1과 같다.

일사는 수직창의 끝부분을 통과하여 바닥면에 투과되므로, 태양고도에 따른 투과된 일사가 유입되는 바닥면에서의 길이(L)는 삼각형 ABC로부터 구할 수 있으며, 식(3)과 같다.

$$\tan t = \frac{L}{H}, L = \tan t \times H \quad (3)$$

Tilt형 창호에 의하여 유입되는 일사의 바닥면에서의 길이(L')를 구하기 위하여 삼각형 A'BA''를 활용할 수 있다.

$$\cos a = \frac{H'}{H}, H' = \cos a H \quad (4)$$

Tilt 창호의 기울기를 a라고 하면 선분 BA'의 길이는 식(4)와 같다.

식(4)를 이용하여 구한 선분 BA''의 길이를 이용하여 삼각형 A'BA''에서 선분 A'A''의 길이를 구할 수 있다. 선분 A'A''의 길이는 수직창에서 유입되는

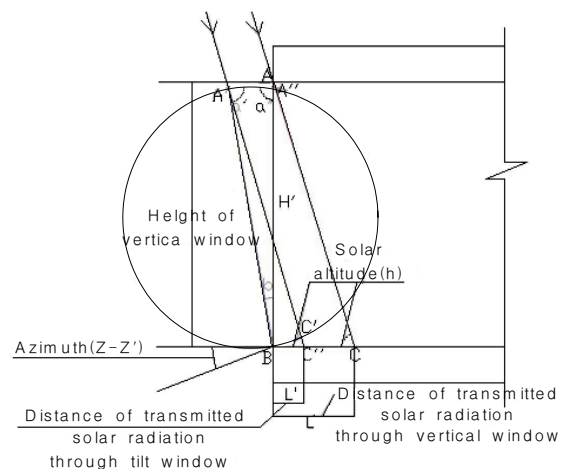


Fig. 1 Concept for calculation of distance for transmitted solar radiation through vertical and tilt type window.

일사 길이(L)에서 Tilt 창에 의해서 유입되는 일사길이(L')를 빼는 것과 같다.

그러므로 수직창에서 유입되는 일사의 길이는 식(3)에 의해서 구할 수 있다.

Tilt창의 기울기 변화에 따라서 유입되는 일사 길이(L')는 식(5)에 의해서 계산될 수 있으며, 이를 건축물의 방위각을 고려하여 다시 풀게 되면 식(6)과 같다.

$$L' = H \cot h - H \cos a \tan a \quad (5)$$

$$L' = (H \cot h - H \cos a \tan a) \times \cos(Z - Z') \quad (6)$$

3. Tilt 창호의 경사각에 따른 투영일사길이

건축물의 방위각 및 Tilt 창호의 기울기 변화에 따른 각각 case에 대한 표시는 Table 1과 같다. 기준 모델은 수직창으로 구성된 Tilt 0으로 하여 타 모델들과 비교 검토하고자 한다.

Table 1에서 S는 남측, W는 서측, E는 동측 그리고 V는 수직창, T는 Tilt 창을 나타내고, 뒤에 붙은 숫자는 Tilt 창호의 경사각을 의미한다. 수직창의 높이는 2.2 m로 하였다.

3.1 대상지역의 태양고도 및 방위각

태양고도가 가장 높은 시간대는 13:00로 나타났고, 시간대별 태양고도와 방위각은 Fig. 2와 같다.

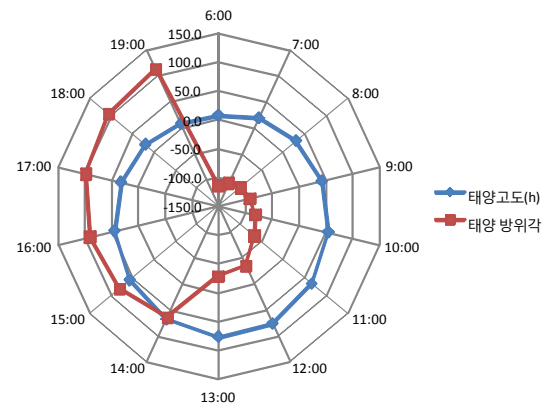


Fig. 2 Sun's altitude and azimuth.

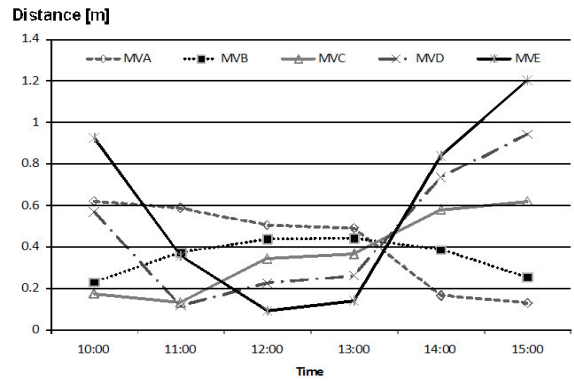


Fig. 3 Transmitted solar radiation distance of Tilt 0.

가 정남인 MVB와 45°로 기울어진 MVE와의 차이는 0.24 m로 나타났다.

3.2 수직창으로 유입된 투영일사길이

건축물에 일반적으로 설치된 수직창을 통하여 10:00~15:00까지 유입된 시간대별 투영일사길이는 Fig. 3과 같다. 5시간 동안 일사가 실내로 유입되는 평균 길이는 MVA는 0.42 m, MVB는 0.35 m, MVC는 0.36 m, MVD는 0.47 m, MVE는 0.59 m로 나타났다. 각 경우에 대한 차를 비교해보면, 건축물의 방위

Table 1 The kinds of model

	SW15	S	SE15	SE30	SE45
Tilt 0	MVA	MVB	MVC	MVD	MVE
Tilt 3	MTA3	MTB3	MTC3	MTD3	MTE3
Tilt 5	MTA5	MTB5	MTC5	MTD5	MTE5
Tilt 7	MTA7	MTB7	MTC7	MTD7	MTE7
Tilt 10	MTA10	MTB10	MTC10	MTD10	MTE10

3.3 Tilt형 창호로 유입된 투영일사길이

3.3.1 Tilt 창호의 기울기가 3°인 경우

Tilt형 창호 기울기가 3°인 경우, 상부가 외부쪽으로 노출 길이는 0.11 m이며, 10:00~15:00의 시간대별 유입된 길이는 Fig. 4와 같다.

Tilt 0 모델과 비교해보면, 5시간 동안 유입된 일사 평균길이는 0.38 m이며, 가장 긴 경우는 MTE3로 그 길이는 0.53 m로 나타났다. Tilt 3 모델은 Tilt 0 모델 평균길이 0.44 m 보다 0.06 m정도 유입된 일사길이가 짧다는 것을 알 수 있다.

3.3.2 Tilt 창호의 기울기가 5°인 경우

창호 상부의 노출 길이는 0.19 m이며, 10:00~15:00의 시간대별 유입된 길이는 Fig. 5와 같다. 평균 길이는 0.35 m로 Tilt 0 모델보다 0.09 m 짧

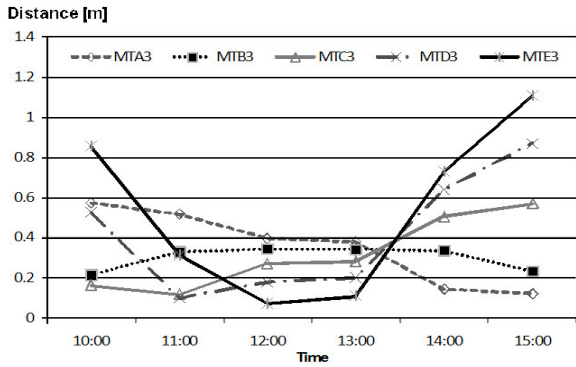


Fig. 4 Transmitted solar radiation distance of Tilt 3 model.

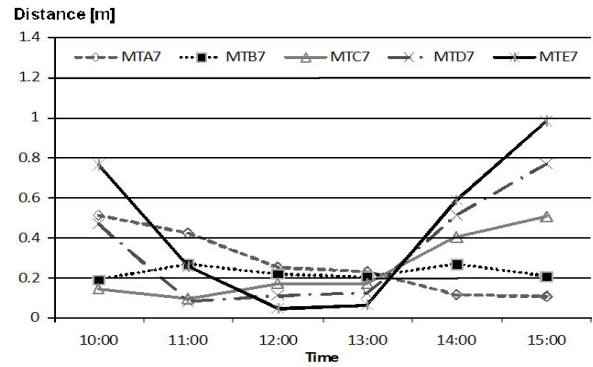


Fig. 6 Transmitted solar radiation distance of Tilt 7 model.

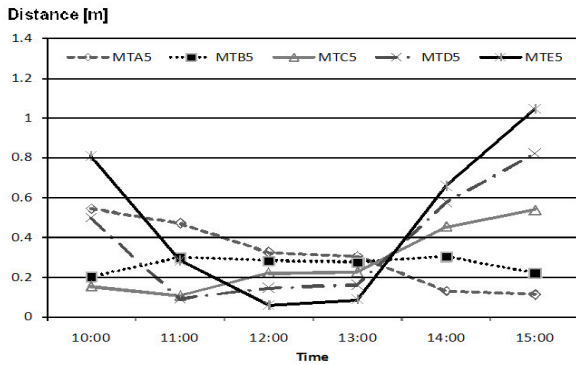


Fig. 5 Transmitted solar radiation distance of Tilt 5 model.

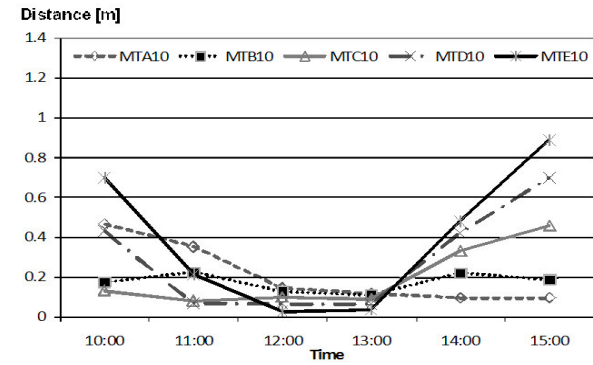


Fig. 7 Transmitted solar radiation distance of Tilt 10 model.

고, 남동 45° 방위각인 MTE5 모델에서의 투과일사 길이는 0.49 m로 가장 긴 것으로 나타났다.

3.3.3 Tilt 창호의 기울기가 7°인 경우

창호 상부의 노출 길이는 0.27 m이며, Fig. 6과 같고, 5시간 동안 평균 유입 일사길이는 0.31 m로 Tilt 0 모델보다 0.13 m 짧게 나타났다. 이는 바닥면에 유입되는 일사량이 Tilt 0모델 비교하여 29.5% 정도 줄어든다는 것을 의미한다. 창호 방위각이 정남인 MVB와 MTB7의 투과일사길이를 비교해보면, MTB7이 0.13 m 짧다.

3.3.4 Tilt 창호의 기울기가 10°인 경우

Tilt 창호의 기울기가 10°인 경우인 경우, 상부의 노출된 길이는 0.38 m이며, 10 : 00~15 : 00의 시간대별 길이는 Fig. 7과 같다. 동일한 조건에서 Tilt 0 모델과 비교해보면, 투과일사 평균길이는 0.25 m로 나타났다.

시간대가 06 : 00~19 : 00인 경우, 건축물의 방위각에 상관없이 수직창으로 유입되는 일사의 평균 길

이는 1.99 m이나, Tilt 창호의 기울기가 3°와 5°인 경우에는 평균길이가 1.95 m와 19.1 m로 큰 차이를 보이지 않으나, 기울기가 7°와 10°인 경우에는 그 길이가 각각 1.88 m와 1.83 m로 10 cm 이상의 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다.

본 논문에서는 Tilt 창호의 기울기가 7°인 경우 창호의 상부길이는 27 cm인 반면, 기울기가 10°인 경우에는 그 길이가 41% 늘어난 38 cm가 되므로 미적 측면에서는 불리하다고 사료된다. 그리고 공동주택의 발코니 폭이 1.5 m인 경우, Tilt 0, 3과 5에서 투과일사 평균길이는 20%를 초과하나, Tilt 7부터는 20% 이하에 속하게 되므로 세탁물의 건조와 동시에 냉방부하 및 미적 측면을 고려하면, Tilt 창호 기울기는 7°가 적절하다고 판단된다.

4. 방위각에 따른 투영일사길이

(1) 건축물의 방위각이 SW15°인 경우

일사투과 길이는 일사가 강한 10 : 00~15 : 00사이 평균 길이를 구하였고, 이를 창호의 기울기에 따

라 나타내었으며, Fig. 8과 같다.

발코니부분에 들어오는 일사의 길이는 수직창과 Tilt 창호 기울기 3°을 제외하고는 20% 이내의 범위에 속하는 것으로 나타났다.

(2) 건축물의 방위각이 S인 경우

건축물의 방위각이 정남(S0°)인 경우, 창호의 기울기에 따른 5시간 동안 투과일사 평균길이는 Fig. 9와 같다.

건축물의 방위각이 정남인 경우, 발코니부분에 들어오는 일사의 길이는 수직창을 제외하고는 20%이내의 범위에 속하는 것으로 나타났다.

(3) 건축물의 방위각이 SE15°인 경우

정남을 기준으로 건축물이 동쪽으로 15° 기울어진 경우, 5시간 동안의 Tilt 창호 기울기의 변화에 따른 투과일사 평균길이는 Fig. 10과 같다. 발코니부분에 들어오는 일사의 길이는 수직창의 경우에는 24.6%이고, Tilt 창호의 기울기가 3°인 경우에는

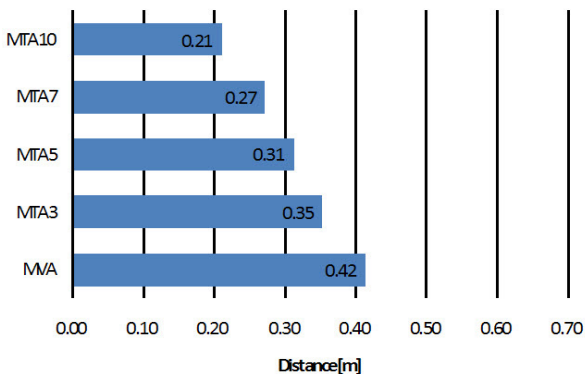


Fig. 8 Transmitted solar radiation distance on the building azimuth at SW15°.

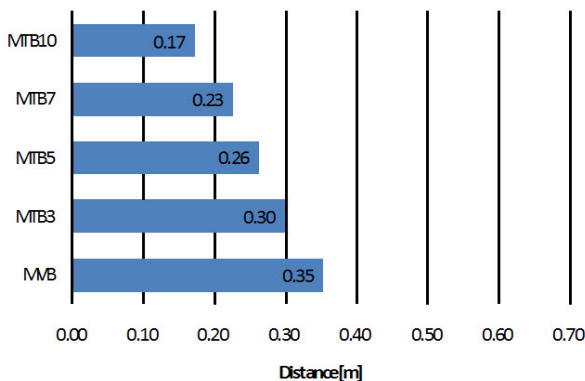


Fig. 9 Transmitted solar radiation distance on the building azimuth at S = 0°.

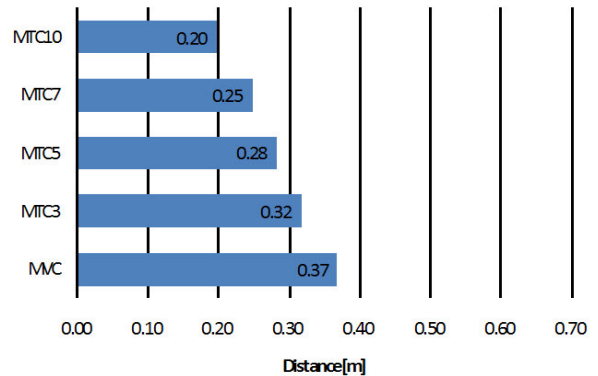


Fig. 10 Transmitted solar radiation distance on the building azimuth at SE15°.

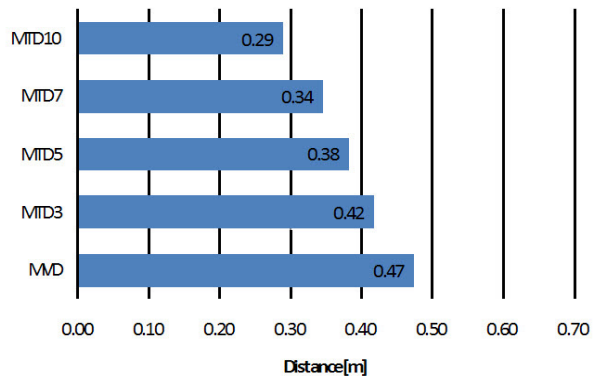


Fig. 11 Transmitted solar radiation distance on the building azimuth at SE30°.

21.3%를 나타내고 있는 것을 조사되어 건축물의 기울기가 SW15°인 경우와 비슷한 양상을 보여주고 있음을 알 수 있다.

(4) 건축물의 방위각이 SE30°인 경우

정남을 기준으로 건축물의 동으로 30° 기울어진 경우에 대한 5시간 동안의 Tilt 창호 기울기에 변화에 따른 투과일사 평균길이는 Fig. 11과 같다.

건축물의 기울기가 30°인 경우, 타 방위각보다 투과일사의 길이가 길게 나타났으며, 발코니부분에 들어오는 일사의 길이가 20% 이내가 되는 Tilt 창호의 기울기는 10°인 것으로 나타났다.

(5) 건축물의 방위각이 SE45°인 경우

일사가 강한 10:00~15:00사이의 투과일사 평균 길이는 Fig. 12과 같으며, 발코니에 유입되는 일사길이가 20% 이내인 경우는 Tilt 창호의 기울기가 5° 이상인 경우로 나타났다.

Tilt 창호 기울기와 건축물의 방위각에 따른 바닥

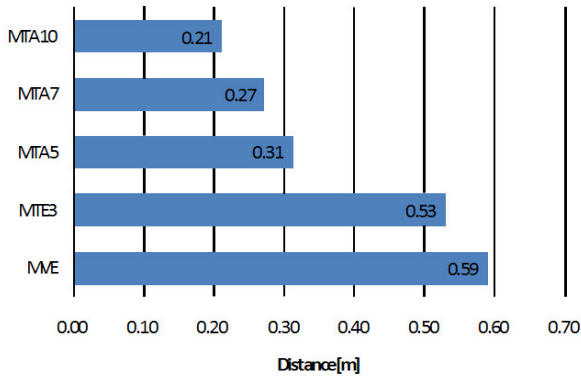


Fig. 12 Transmitted solar radiation distance on the building azimuth at SE45°.

Table 2 Relationship between distance at Tilt angle 7° and building azimuth.

	MTA7	MTB7	MTC7	MTD7	MTA7
10 : 00	0.51	0.19	0.14	0.47	0.51
11 : 00	0.42	0.27	0.10	0.08	0.42
12 : 00	0.25	0.22	0.17	0.11	0.25
13 : 00	0.23	0.21	0.17	0.12	0.23
14 : 00	0.12	0.27	0.40	0.51	0.12
15 : 00	0.11	0.21	0.51	0.77	0.11
Ave	0.27	0.23	0.25	0.34	0.27

면 투과일사 길이에 대하여 분석한 결과, 적정 Tilt 창호 기울기가 7°일 때, 투과일사 평균길이가 발코니 폭의 20% 이내인 것으로 나타났다. 이를 방위각과 종합한 결과는 Table 2와 같다.

건축물의 방위각 범위가 SW15°~SE15°의 범위에서 하계 일사가 강한 시간대의 투과일사 길이가 20% 이내인 경우가 가장 높은 비율을 차지하였고, 평균길이도 이 범위 내에 있으므로, 대상지역의 적정방위각 범위인 것으로 나타났다.

5. 결 론

차양의 역할을 수행할 수 있는 Tilt 창호의 기울기와 건축물의 방위각에 대한 계산결과를 요약하면 아래와 같이 정리할 수 있다.

(1) 외부고정차양의 역할도 동시에 수행할 수 있는 Tilt 창호는 오후 시간대 강한 일사의 실내 유입

을 어느 정도 억제할 수 있으므로 이에 따른 하계 냉방부하의 저감에도 많은 영향을 미칠 것으로 판단된다.

(2) Tilt 창호의 기울기는 발코니 폭 1.5 m를 기준으로 투과일사 길이를 20% 이내로 설정하여 계산한 결과, 기울기는 7°로 나타났고, 이를 방위각과 종합하여 분석해보면, 대상지역의 경우에 있어서 건축물 적정방위각의 범위는 SW15°~SE15°라는 계산결과를 얻었다.

(3) 창호를 통한 일사유입길이에 따른 면적을 구할 수 있으므로, 향후 냉방부하 계산에는 이에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Cheong, C. H., Hwang, S. H., Kim, T. Y. and Leight, S. B., 2009, Potential of cooling load reduction by double window system during summer season in Korea, Transactions of the AIA, Vol. 26, No.2 pp. 275-282.
2. Choi, B. H., Choi, G. S., Kim, K. W., Kang, J. S., and Lee, S. E., 2009, Energy performance evaluation of apartment building in case of applying a blind integrated window system, Proceedings of the AIA, Vol. 29, No. 1, pp. 619-622.
3. Lee, H. J., Ku, H. Y., Koo, S. Y., You, Y. D., Yeo, M. S. and Kim, K. W., 2008, An Experimental study of performance evaluation on an automated venetian blind, Proceedings of the AIA, Vol. 28, No. 1, pp. 619-622.
4. Kang, Y. S., Park, J. I. and Ihm, P. C., 2008. A study on the validity of applying simplified modeling method for heating/cooling load calculation, Proceedings of the SAREK 2008 Summer Annual Conference, pp. 1386-1391.
5. Victor Olgyay, 1968, Design with climate, PRINCETON university press, pp. 200-203.
6. Wilbert F. Stoecker and Jerold W. Jones, 1982, Refrigeration and Air conditioning, McGraw Hill, pp. 380-386.