

공동주택단지내 외부환경이 도시열섬에 미치는 영향 요인 분석

The Analysis on Factors Affecting Outside Environmental Heat Island

이용준¹ · 김정호¹ · 오은주¹ · 조진영¹ · 김진호²

¹(주)BEL테크놀로지 기술연구소, ²삼성건설 기술연구소

서론

도시열섬현상은 일사열이 건축물 외장재에 전달되어 표면온도가 증가하여 도시 내부의 온도를 상승시키는데 영향을 미치고, 녹지공간 비율의 감소는 수목 및 녹지의 차양 증발산 효과를 감소시켜 도시 미기후 형성에 영향을 미치고 있다. 또한 열섬현상으로 인하여 온도가 상승된 공기는 도심지를 뒤덮음으로써 대기오염확산 및 자연정화를 막게 된다. 이러한 도시열섬현상 규명과 완화를 위해서 국내외에서는 많은 연구가 시행되고 있으며 도시 내 수목식재에 관하여 중요성을 강조하고 있다. 기존자료에 의하면 국외에서 수목피복의 10% 증가는 여름철 온도를 0.5~1.0℃ 정도 감소시키는 것으로 나타났으며, 구마모토(Kumamoto)시에서 여름철 기온을 조사한 결과, 오후 3시에 공원지역과 주변지역과는 약 2.5℃의 온도 차이가 있었으며, 냉각효과는 공원에서 20m 정도 떨어진 지역에서까지 나타났다고 하고 있다. 인공구조물이 우점하는 도시에서 녹지는 도시대기를 가열하는 현열을 잠열로 전환하여 대기온도를 낮추고, 수목은 인공구조물에 도달하는 태양복사를 차단하거나 흡수하여 구조물의 축열에 의해 온도상승을 저감시켜 냉방에너지를 절약한다. 그리고 수목을 이용한 증산 및 차양기능은 도시의 인공폐열을 제어하며 체감온도지수 저감효과를 가지고 있다.

도시 및 건축외부공간을 친환경적으로 제어하기 위한 패시브적 방법 중 대표적으로 지목되는 것이 식생 및 수공간에 의한 냉각효과이며, 도시화와 더불어 콘크리트 포장화에 의한 영향은 보행자에게 불편감을 주며, 이것이 인접한 건물의 실내에도 영향을 미치므로 포장재질에 따른 영향 역시 중요한 문제로 드러나고 있다.

본 연구에서는 전산유체역학(Computational Fluid

Dynamics, CFD)을 통해 단지 외부 온열환경 해석방법을 이용하여 외부 온열환경 영향인자들의 조절성능을 검토하고 비교분석하여 최적화한 대안을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 연구범위

본 연구는 건축물의 신축에 따른 외부 열환경 변화를 예측하고자 테스트 모델을 통한 열환경 변수를 비교 분석하였다.

2. 시뮬레이션 설정

본 연구에서 적용한 시뮬레이션의 경계조건은 5년(2005~2009)간 기상 데이터 및 실측 자료를 인용하였다. 단지 내·외부 열환경 해석을 위해 기계 및 건축분야에서 많이 이용되고 있는 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics, CFD)을 이용하였으며, 주변 지형을 고려한 전체 공간을 약 300만개의 Trimmed mesh로 구성하였다. 단지의 모델링은 주변지형을 고려한 실제 단지와 유사하게 모델링 하였으며, 실제 단지 녹지율을 그대로 반영하였다. 해석에 적용한 모델을 아래와 같다.

표 1. 해석적용모델

구분	내용
CODE	STAR-CCM+ 5.02
MESH	Trimmed mesh
Radiational	S2S Radiation model Multiband Thermal Radiation Solar Loads
Turbulence	Standard K-ε model

해석조건은 크게 2가지의 Case로 설정하였다. 일사성분에 의한 영향(Case 1), 외부환경 및 표면변수에 의한 영향(Case 2)으로 분류하였다.

분석지점설정은 음영영향, 지면포장 등을 고려하여 외부 열환경을 대표할 수 있는 지점을 설정하였다.

결과 및 고찰

1. 시뮬레이션을 통한 외부 열환경 예측

1) Case 1 : 일사성분에 의한 영향

일사성분(직달 또는 직달+확산반사) 반영 여부에 따른 영향도를 해석한 결과, 직달 및 직달+확산에 따른 표면 온도차는 약 0.4℃이었고 호흡면(1.6m)에서의 온도차는 약 1.7℃차로 해석되었다. 이는 확산일사가 온도형성에 높은 영향도를 가지고 있기 때문으로 예측되었다.

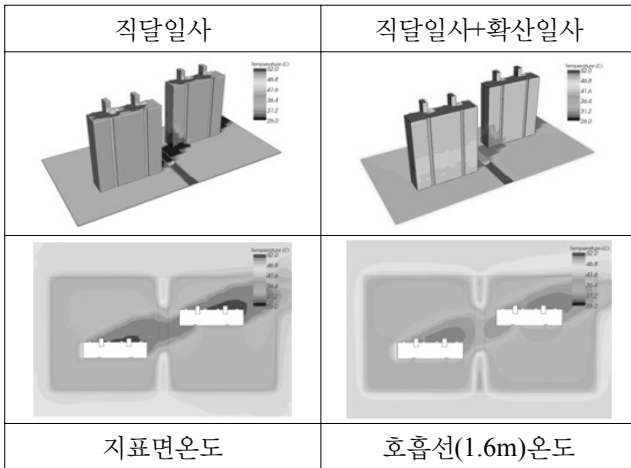


그림 1. 일사성분에 의한 온도분포

2) Case 2 : 외부환경 및 표면변수

본 해석은 직달일사만을 고려하여 해석한 결과이다. 이는 다른 변수를 제어하고 외부 기후환경과 지표면상태가 단지 내 외부 열환경에 미치는 영향을 분석하기 위함이다.

일사성분을 고려한 바람의 유무에 따른 영향도를 살펴본 결과, 바람이 지표면 및 호흡선 온도 저감에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 예측되었다. 풍속이 증가함에 따라 일사성분의 반영에 따른 차이는 급격히 감소하였다.

풍향에 의한 외부 열환경을 살펴본 결과, 주동의 온도분

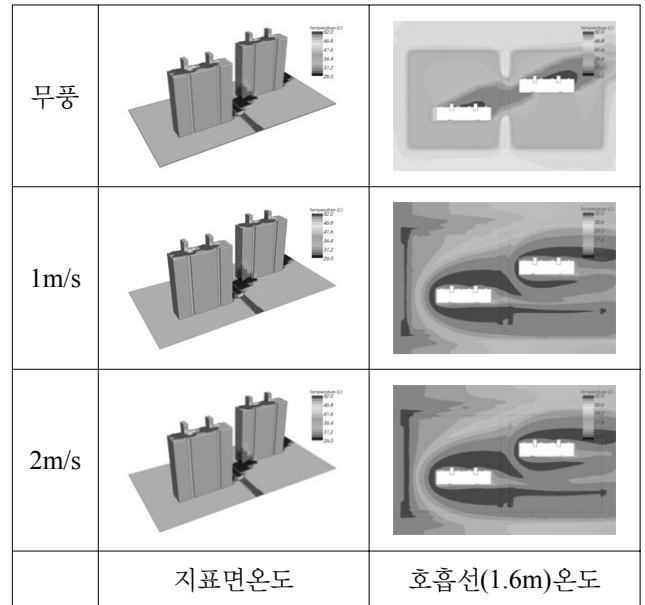


그림 2. 바람의 유무에 따른 온도분포

포에는 큰 영향을 주지 않으나 호흡면 높이(1.6m)의 온도분포에 있어서는 차이가 있는 것으로 해석되었다.

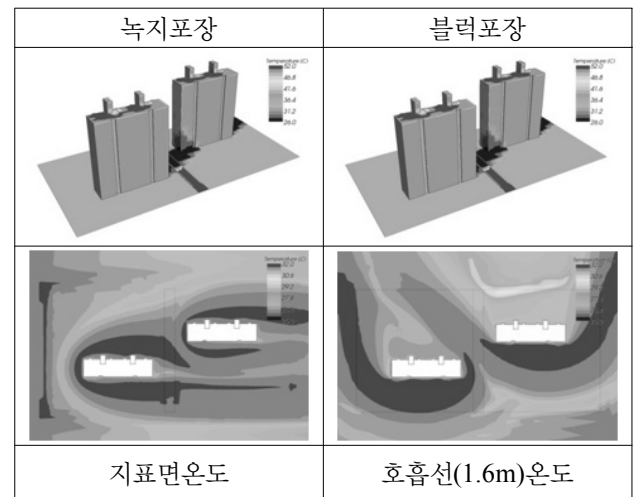


그림 3. 풍향에 의한 온도분포

지면의 녹지 및 블록포장에 따른 외부 열환경을 분석한 결과, 지표면에서 최대 13℃, 호흡면 높이에서 최대 10℃의 온도 차이가 났다.

이는 녹지가 주변의 온도 저감에 미치는 영향을 반영한 것이다. 블록포장의 경우 지표면 뿐아니라 반사에 의해 주동의 하부층에도 영향을 주어 벽면온도를 상승시키는 것으

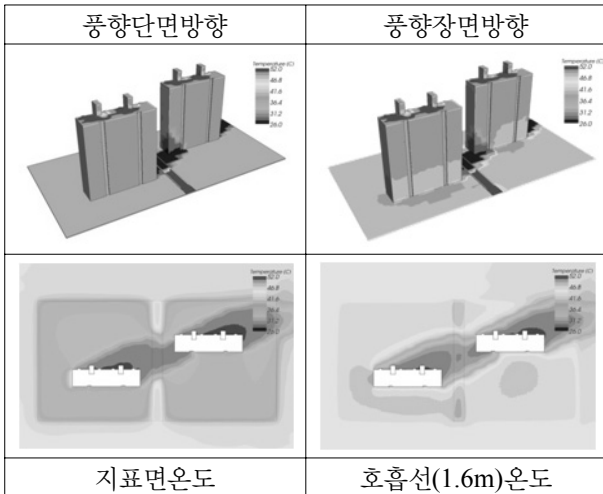


그림 4. 지면 포장상태에 따른 온도분포

로 해석되어 녹지의 확대가 온도 저감에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

2. 시뮬레이션 결과와 실측자료의 비교를 통한 단지 내 열환경 예측

그림 5는 여름철 14시의 호흡선 온도분포 시뮬레이션 값과 지점별 온도값을 제시한 것으로 시간대별 실측 결과와 CFD해석결과는 블록공간>녹지공간>수공간의 형태로 동일한 경향을 보이고 있었다. 실측과 시뮬레이션은 같은 경향의 풍속분포와 오차율 17% 범위내에 속하였다.

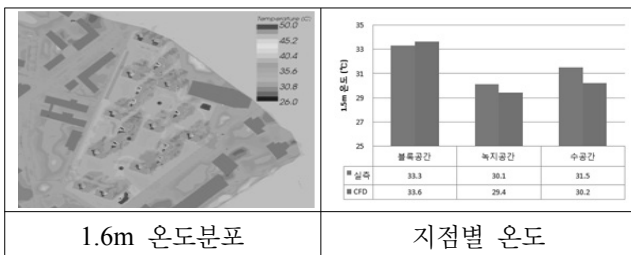


그림 5. 시뮬레이션 결과와 실측데이터 비교분석

결론

본 연구는 도시화로 인하여 날로 심각해지고 있는 열섬저

감을 위하여 외부 열환경 영향인자의 영향도 검토 및 외부 열환경 시뮬레이션 방법의 실측자료와의 비교분석을 하고자 하였다.

외부 열환경 영향인자의 순위는 풍속 > 음영 > 지면상태 > 풍향 순으로 나타났으면 풍속이 외부 열환경에 있어 가장 큰 영향인자인 것으로 해석되었다. 또한 외부 열환경 요소를 고려한 실제 단지의 외부 열환경을 평가한 결과, 실측데이터와 같은 경향을 보이며 오차율 또한 크지 않아 실측 데이터를 대체하여 시뮬레이션을 통한 외부 열환경을 평가가 타당할 것으로 판단되었다.

본 연구는 테스트 모델을 통한 일부 외부 열환경 인자에 대한 평가 결과로서 향후 다양한 영향인자의 조건 설정을 통한 연구가 진행된다면, 좁게는 아파트 단지 넓게는 도시 계획시 실측을 대체하여 열환경을 평가하고 최소화 방안을 제시하여 열섬현상을 최소화할 수 있을 것이다.

인용문헌

박사근, 장길수, 송민정, 신훈(2006), 적외선 열화상을 이용한 건축 외장재의 일사표면온도와 흡수율 추정에 관한 실험적 연구, 한국생태환경 건축학회 논문집

서용철(2007). 도시열섬 완화를 위한 제도개선, 한국생태환경건축학회논문집

남중우(2007) 친환경 단지 실측 및 시뮬레이션 검증을 통한 아파트 단지내 열환경 개선방안. 연세대학교 대학원 석사학위논문.

Shinsuke KATO et al(1997). Chained analysis of wind tunnel test and CFD on cross ventilation of large-scale market building. Journal of Wind Engineering and industrial Aerodynamics, 67&68, pp.573-587

Suhas V. Patankar(1980) Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Mcgraw-Hill.

Giovani B(1998). Climate Consideration in Building and Urban Design. 853 John Wiley&Sons Inc

Akbari, H., Taha, H.(1992) The impact of tree and white surfaces on residential heating and cooling energy use in four Canadian cities. ENERGY 17(2), 141-149

CD-adapco(2004) STAR-CCM+ Manual.