

건축물 및 녹지배치가 외부 열환경 변화에 미치는 영향분석

Effect of Building and Green on Outside Thermal environment

김정호¹ · 손원득² · 조진영² · 신지웅²

¹(주)EAN테크놀로지 지속가능기술연구소, ²(주)EAN테크놀로지

I. 서론

최근 수년간 이상기후 현상이 지구촌 곳곳에서 발생하면서 그 원인과 대책에 대한 관심이 세계적 관심사가 되고 있다. 아프리카를 비롯한 일부 지역에서는 계속되는 가뭄에 따른 식량부족과 식수오염으로 인하여 기근과 질병이 심각하다. 또한 미국과 유럽 등 다른 지역에서도 폭설, 폭우 등의 현상이 과거 어느 때보다 자주 발생하여 막대한 경제적 피해뿐 아니라 인명피해도 속출하고 있다. 과학자들의 분석에 의하면 이와 같은 이상기후의 빈번한 발생은 인간활동에 의해 발생한 온실가스가 대기 중으로 다량 배출됨에 따라 지구 기온이 상승하는 이른바 온실효과 즉, 열섬현상(Heat Island)이 그 주원인 이다(한국환경과학회, 2009).

일본 센다이시를 대상으로 열화상지도를 작성한 사례에서도 바다, 눈, 산림은 기온과 같은 30°C 정도이었으나, 인공구조물로 덮힌 시가지가 가장 고온지역으로 약 60°C에 이르고 있다. 특히 교외의 주택지도 숲과 논보다는 확실히 고온지역으로 분석되고 있었다. 숲의 도시라고 불리는 센다이에서도 시가지나 주택지에는 녹지가 적은 편이다. 녹지 그리고 지표면의 물을 제거해버린 시가지에서는 표면온도가 기온보다 약 20°C 이상이나 상승하였다.

일반적으로 외부 열환경에 영향을 주는 기후 인자들로서는 기온, 습도, 일조 및 일사, 강우량, 풍향 및 풍속 등이 있으며 이러한 기후요소는 위도, 지형, 해류와 같은 천문지리학적 요인과 대기환류, 기압, 기단과 같은 기상학적 요인, 그리고 식재, 인공구조물, 지표면의 상태 등 물리적 환경요인에 의해 영향을 받는다.

도시 및 단지내 열섬효과에 영향을 미치는 요인은 알베도의 영향, 식재 및 수공간의 영향, 건축물의 배치에 대한 영향

으로 요약될 수 있다(서용철, 2007).

본 연구는 건축물의 신축 그리고 녹지의 배치에 따른 외부 열환경 변화를 분석하고자, 건축물의 신축전 기상요인과 신축후의 기상요인을 비교하였고 특히 녹지의 조건에 따른 외부 열환경 변화 요인도 분석하였다. 이는 향후 도시 열섬 저감을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

II. 연구범위 및 방법

1. 시기 및 범위

본 연구는 건축물의 신축에 따른 외부 열환경 변화를 예측하고자 수도권(수원지역)에 위치한 공동주택단지 1개소를 대상으로 하였다. 연구대상지 및 분석지점은 현재 시공되고 있는 현장의 특수성을 고려하여 본 연구에서는 제시하지 않았다.

2. 연구방법

본 연구에 적용한 시뮬레이션의 경계조건은 수원기상대의 10년(2000~2009)간 기상청 자료를 인용하여 ECOTECT Analysis 2010를 통한 단지 내외부 국소지역의 기후 데이터를 계산하여 적용하였다. 단지 내 외부 열환경 해석을 위해 CFD 기법을 이용하였으며, 주변 지형을 고려한 전체 공간을 약 120만개의 Trimmed mesh로 구성하였다. 단지의 모델링은 주변 지형을 고려한 실제 단지와 유사하게 모델링하였으며, 실제 단지 녹지율을 그대로 반영하였다. 아울러 복사와 대류를 고려하여 시뮬레이션을 실시하였다(손원득 등, 2009).

해석조건은 4가지의 case를 가정하였다. 즉, 건축물 신축

전후의 바람길 변화, 건물 신축전, 건물 신축후(녹지공간을 계획하지 않은 경우), 건물 신축후(녹지공간이 계획된 경우)의 총 4가지로 분류하였다.

분석지점 설정은 음영영향, 녹지배치 위치 등을 고려하여 외부 열환경을 대표할 수 있는 지점 10개소를 설정하였다.

표 1. 해석조건

구분	분석 항목
CASE 1	건축물 신축 전, 후 바람길 변화 유무
CASE 2	건축물 신축전 하절기 온도, 습도, 풍속
CASE 3	건축물 신축후(녹지공간 없는 경우) 하절기(6~8월) 온도, 습도, 풍속
CASE 4	건축물 신축후(녹지공간 있는 경우) 하절기(6~8월) 온도, 습도, 풍속

III. 결과 및 고찰

1. 건축물 신축전·후 바람길 변화

건물 신축 전 내대지 상태의 평균 풍속은 2.2m/s로 나타났으며, 바람장애를 유발할 구조물이 없으므로 하절기 주풍향(서풍)에 순응한 바람길을 형성하고 있었다.

건물 신축 후 평가 대상지의 평균 풍속은 1.8m/s로 나타나 건물 신축 전 대비 약 0.5m/s 저감하는 것으로 나타나 건물 신축 후에 풍속저하 영향은 미미할 것으로 판단되었다.

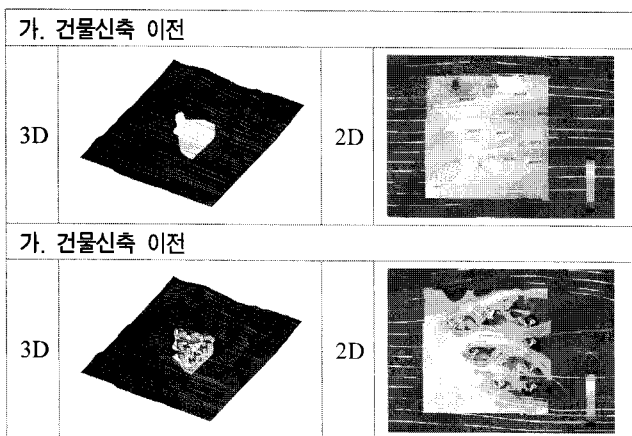


그림 1. 건축물 신축 전·후 바람길 변화

주동 후면에 풍속 저하역이 발생하나 최소 풍속이 0.4m/s

이상 유지되어 기류가 오랜 시간 정체하지 않을 것이며, 단지중앙에 넓은 광장이 형성되어 있고 주풍향인 서측의 주동간 인동거리가 넓어 바람장애 없는 양호한 바람길이 형성되고 있었다. 단지 동측 경계에 인접한 대지의 풍속은 약 1.5m/s, 또 동측으로 약 100m 이격한 위치의 풍속은 1.8m/s로 예측되어, 건물 신축 이전 대비 0.5~0.9m/s의 약간의 풍속저하가 나타났다. 따라서 풍속에 의한 인접대지의 열환경 변화에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단되었다.

2. 건축물 신축 전·후 기상변화

본 연구에서는 계절별 기상특성을 모두 고려하지 않고 도심열섬에 가장 영향이 있는 여름철 기상특성을 대상으로 하였다. 여름철 기상특성을 파악하고자 분석지점별 일평균 온도, 절대습도, 풍속을 예측하였다.

건축물 신축 이전의 경우(CASE 2)를 해석한 결과 온도 분석은 주간(06~20시) 평균 온도는 24.9℃, 야간(20~익일 06시) 평균 온도는 22.4℃로 나타났으며, 수원기상대 하절기(6~8월) 주야간 평균값과 각 0.4℃, 0.0℃의 차이를 보여, 평가대상지의 건물 신축전 상황은 수원지역 하절기 평균온도와 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 습도의 경우 절대습도를 예측하였으며, 예측결과 주간 13.3g/kg, 야간 13.9g/kg, 일평균 13.6g/kg로 나타났다. 일평균 절대습도를 상대습도로 환산시 76.3%이며, 수원지역 하절기 평균상대습도 75.8%와 0.5%의 미미한 차이를 보여 수원지역 평균과 유사하게 나타났다. 주간평균 풍속은 2.7m/s, 야간 평균풍속은 1.7m/s로 나타났으며, 수원기상대 하절기(6~8월) 주야간 평균값과 각 0.4m/s, 0.3m/s의 차이를 보여, 풍속 역시 수원지역 하절기 평균풍속과 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

건축물 신축이후(녹지가 없는 경우)(CASE 3)일평균 온도 분석결과, 주간(06시~20시) 평균 온도는 27.6℃, 야간(20시~익일06시) 평균 온도는 24.6℃, 일평균은 26.1℃로, CASE 2 대비 주간 2.8℃, 야간 2.2℃, 일간 2.5℃ 높게 나타났다. 이는 콘크리트 구조체의 일사 축열후 방사에 의한 온도상승으로 판단되었다. 절대습도의 경우 주간 15.8g/kg, 야간 15.9g/kg, 일평균 15.9g/kg로 주야간의 구분이 거의 없으며, CASE 2 대비 주간 2.5g/kg, 야간 2.0g/kg, 일간 2.5g/kg 높게 나타났다. 이는 온도상승에 의한 포화수증기량 증가의 영향이며, 인체 온열감의 불쾌적 요인으로 보여

졌다. 주간평균 풍속은 2.2m/s, 야간 평균풍속은 1.3m/s로, CASE 2 대비 주야간 평균값과 각 0.6m/s, 0.3m/s정도 낮게 나타났다.

건축물 신축이후(녹지가 있는 경우)(CASE 4)의 온도는 주간(06시~20시) 평균 온도는 25.7℃, 야간(20시~익일06시) 평균 온도는 22.8℃, 일평균은 24.3℃로, CASE 3 대비 주간 1.9℃, 야간 1.8℃, 일간 1.8℃ 낮고, CASE 2와 비교시 주간 0.5℃, 야간 0.4℃, 일간 0.1℃정도 높게 나타나 녹지공간에 의한 온도저감효과가 큰 것으로 나타났다. 절대습도의 경우 주간 14.0g/kg', 야간 14.3g/kg', 일평균 14.1g/kg'로, CASE 3 대비 주간 1.8g/kg', 야간 1.7g/kg', 일간 1.7g/kg' 낮게 나타나, 인체온열감의 불쾌적 요인이 개선된 것으로 판단되었다. 풍속은 녹지가 없는 경우와 동일하였다.

표 2. 건축물 신축 및 녹지배치에 따른 기상변화 예측

구 분		온도 (°C)	습도 (g/kg')	풍속 (m/s)
CASE 2	건축물 신축 이전	주간평균 24.9	13.3	2.7
	주간평균	22.4	13.9	1.7
	일 평균	23.6	13.6	2.2
CASE 3	건축물 신축이전 (녹지 無)	주간평균 27.6	15.8	2.2
	주간평균	24.6	15.9	1.3
	일 평균	26.1	15.9	1.7
CASE 4	건축물 신축이후 (녹지 有)	주간평균 25.7	14.0	2.2
	주간평균	22.8	14.3	1.3
	일 평균	24.3	14.1	1.7

3. 외부 열환경 평가

외부 열환경 평가를 위해 10개 분석점별, 시간별 온도비교를 실시한 결과, CASE 3은 CASE 2에 비해 주야간 평균 온도 차이는 주간 2.8℃, 야간 2.2℃이었고 최대로 주간 3.1℃, 야간 2.5℃ 높게 발생하여 열섬강도가 높은 것으로 나타났다으며, CASE 4는 CASE 3 대비 주야간 평균온도 차이는 주간 1.9℃, 야간 1.8℃이고 최대로 주간 2.1℃, 야간 1.8℃ 낮고, CASE 2대비 평균온도 차이는 주간 0.9℃, 야간 0.4℃이고, 최대온도 차이는 주간 1.3℃, 야간 0.7℃로 약간 높게 나타나 단지 내 녹지공간의 증발냉각효과가 열섬강도를 낮추는 것으로 나타났다.

분석점에서 해석조건별, 시간별 습도비교를 실시한 결과,

CASE 3은 CASE 2에 비해 주야간 평균습도 차이는 주간 2.5g/kg', 야간 2.0g/kg'이고, 최대습도 차이는 주간 2.8g/kg', 야간 2.3g/kg' 높게 발생하여 인체온열감 불쾌적 지수를 높이는 것으로 나타났다. CASE 4는 CASE 3에 비해 주야간 평균습도 차이가 주간 1.8g/kg', 야간 1.7g/kg'이었고, 최대습도 차이는 주야간 모두 1.6g/kg' 낮았고, CASE 4는 CASE 2 대비 주야간 평균습도 차이는 주간 0.7g/kg', 야간 0.4g/kg'이었고, 최대습도 차이 주간 1.0g/kg', 야간 0.5g/kg'로 약간 높게 나타나 단지 내 녹지공간의 증발냉각 효과가 인체온열감의 불쾌적 지수를 개선하는 것으로 나타났다(손원득, 2009).

풍속비교 결과, CASE 3은 CASE 2에 비해 주야간 평균 풍속 차이는 주간 0.6m/s, 야간 0.3m/s이고, 최대풍속 차이는 주간 0.8m/s, 야간 0.4m/s로 풍속변화는 미미하여 열섬 현상에 큰 영향이 없는 것으로 나타났으며, CASE 3과 4는 풍속이 동일하였다.

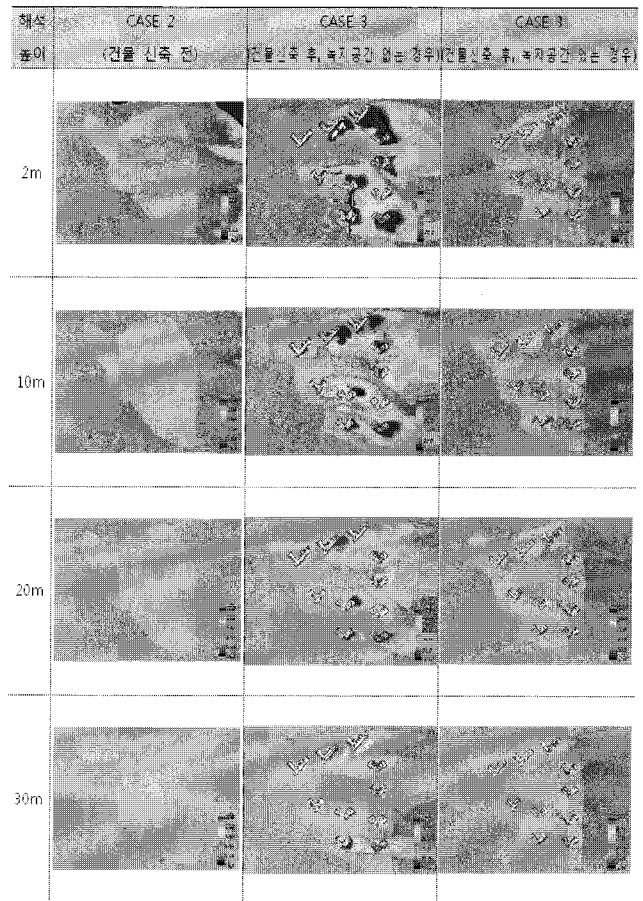


그림 1. 해석조건별 온도예측 결과(낮 12시 기준)

평가대상지의 건축물 신축 전후와 녹지공간의 유무에 따른 외부 열환경 변화를 검토한 결과, 건축물 신축후 기존 나지(자연) 상태에 비해 외부 열환경 변화가 예측되었다. 그러나 건축물 배치와 녹지 배치를 함께 고려한 결과 외부 열환경 변화가 크게 없는 것으로 분석되었다.

그림 1과 그림 2는 해석조건별로 온도 및 바람의 변화예측을 시뮬레이션을 실시한 것이다. 해석은 높이를 고려하여 CASE별 해석높이를 고려하여 분석하였다.

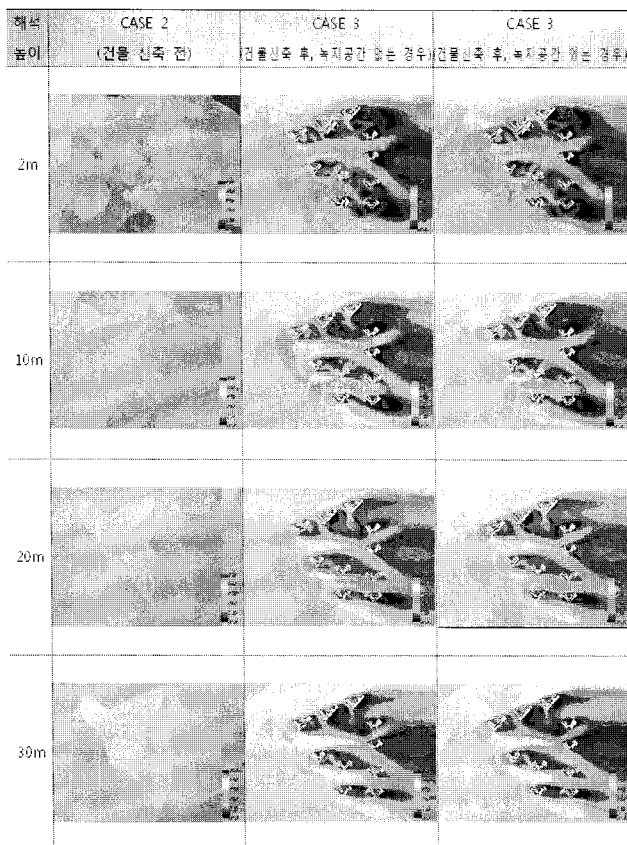


그림 2. 해석조건별 풍속예측 결과(낮 12시 기준)

IV. 결론

도시지역의 건축물 신축 및 녹지배치에 따른 외부 열환경 변화 분석을 통해 도심내 열섬저감 방안을 도출하고자 하였다. 연구대상지인 경기도 서남부지역의 공동주택을 사례로 4가지의 해석조건에 따른 기상 및 열환경 변화를 분석하였다.

평가대상지의 건물 신축 전후와 녹지공간의 유무를 대상으로 열섬현상 영향에 대하여 검토한 결과, 건물 신축 후 녹지가 없는 상태에서는 열환경 변화가 예측되었으나, 단지 내 녹지계획시에는 열섬현상이 신축전 현황과 유사한 것으로 나타나 도심내 녹지의 배치가 열섬에 미치는 영향이 매우 큰 것을 알 수 있다.

본 연구는 단일 건축배치만을 대상으로 한 결과로서 향후 건축물의 배치와 녹지의 배치를 다양한 조건으로 설정하여 연구가 진행된다면, 건축물 및 도시화에 따른 외부 열환경을 최소화 할 수 있을 것이다. 아울러 녹지면적 뿐만 아니라 녹지의 양적 인자도 함께 고려되어야 할 것이다.

V. 인용문헌

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

서용철(2007) 도시열섬 완화를 위한 제도 개선. 한국생태환경 건축학회논문집.

손원득 외 2명(2009) 신재생에너지 적용이 도시열섬방지에 미치는 기여도 분석

한국환경과학회(2009) 그린조경학. 문운당.

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

CD-adapco(2004) STAR-CCM+ Manual