

친환경 전통건축의 내부기류 전산해석

김재원[†], 안은영^{**}

요 약

본 연구는 한옥의 실내 온도 및 속도 분포 등에 대한 과학적 분석을 통해서 전통건축이 현대적 건축 부재의 채용 없이 전통적 건축 부재의 조화로운 배치 및 부재 간의 조합을 통해서 소기의 열 공학적 설계를 충실히 수행할 수 있는가를 확인하기 위한 것이다. 이를 위해, 한옥의 내부 기류의 분포 및 온도 분포, 그리고 한옥의 외부형상에 대한 기류분포를 전산 모사하여 한옥의 형태별, 계절별, 주요 기류 및 온도 특성을 제공하는데 있다. 전통 건축물의 주요부재에 관한 열역학적 물성치를 대표 값으로 설정하고 물성치의 변화를 실험 결과를 활용하여 보정하고 한옥 내부의 유동장과 온도분포를 예측하여 그 결과를 제시한다.

Computational Analysis of Air Flows Inside Korean Traditional House

Jay-Won Kim[†], Eun-Yeong Aan^{**}

ABSTRACT

The present investigation is to examine the thermal behaviors of air flows inside Korean traditional house made of the construction materials transmitted. The methodology is numerical predictions of air flows depend on the temperature distribution inside the indoor spaces. The transient computational simulations are performed along with the different house types, weather condition, and operating time. Thermal properties of building units have been obtained by the parallel measurements and utilized in the numerical works. Consequently, the details of flows and temperature of air in the houses illustrate the thermal design of the traditional Korean house satisfy the requirements of human living.

Key words: CFD(전산해석), Numerical Analysis(수치해석), Hanok(한옥), Indoor Air Flow(내부 기류)

1. 서 론

우리나라의 대표적인 주거유형이던 한옥은 산업화, 도시화 과정을 거치면서 아파트 위주의 대량공급 정책으로 급속하게 멸실되었으나 최근 우리문화에 대한 인식의 변화에 힘입어 품격 있는 주거문화를 대표하는 친환경 웰빙주택으로 인식하게 되었다. 그 결과, 한옥이 가지고 있는 취약점을 개선하여 따뜻하

고 편리한 한옥 모델을 개발하여 값싸고 쾌적한 생활 공간으로 만들고자 하는 노력이 이어지고 있다[1]. 한옥을 확산 보급하기 위해서는 한옥이 가지는 고유한 환경 성능을 향상시키고 현대적 삶을 수용할 수 있는 성능기준을 마련할 필요가 있다. 최근에 건축 환경적 측면에서 거주 환경의 열환경, 음환경, 일조 환경 등에 대한 연구가 일부 진행 중에 있으며 창호, 구조, 마감, 방충, 수장, 복합화 등의 각 구분별로 현

※ 교신저자(Corresponding Author): 안은영, 주소: 대전시 유성구 덕명동 산16-1, 전화: 042)821-1750, FAX: 042)821-1595, E-mail: aey@hanbat.ac.kr

접수일: 2011년 4월 18일, 수정일: 2011년 7월 12일

완료일: 2011년 8월 29일

[†] 준회원, 선문대학교 기계공학과

(E-mail: jwk@sunmoon.ac.kr)

^{**} 종신회원, 한밭대학교 정보통신.컴퓨터공학부

(E-mail: aey@hanbat.ac.kr)

※ 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2010-0021154)

대화 기술이 연구되고 있다. 한옥의 성능 향상을 위한 노력으로는 목재의 구조 성능 향상, 창호, 마감(기와)재에 관한 대체재의 개발이 주로 이루어지고 있다[1][2]. 한옥 재료가 가지는 한계를 보완하기 위해 한옥 건축에 적합한 대체재를 개발하는 것도 중요하지만 한옥재료가 가지고 있는 친환경적 효과에 대한 통합적인 분석이 선행될 필요가 있으며, 이를 바탕으로 한옥 고유의 친환경적 장점을 계승, 발전시킴으로써 건강한 주거환경을 꾸준히 지속시킬 필요성이 있다. 이에 따라 본 연구에서는 우리나라의 계절별 요인을 고려하여 한옥의 실내 온도 및 유동 분포 등에 대한 과학적 분석을 통해 현대적 건축 부재의 채용 없이 전통적 건축 부재의 조화로운 배치 및 부재 간의 조합만으로도 소기의 열 공학적 설계를 충실히 수행할 수 있음을 확인하고자 한다. 이러한 목적을 위해서 한옥의 형태별로 외부기류 분포를 계절별로 시뮬레이션하고 외부기류의 분석결과를 한옥 내부의 입력조건으로 하여 한옥 내부의 기류변화와 온도의 특성을 체계적으로 알아보고 이로써 한옥의 재료가 갖는 구체적인 효과와 장점을 검증하고자 한다.

2. 기류 및 온도 분포 분석

2.1 한옥 부재에 대한 물성치 설정

BIM기반의 설계CAD를 이용하여 한옥을 디지털로 설계하는 경우에, 우리는 디지털 설계 도면을 토대로 많은 정보를 획득할 수 있게 된다[3]. 3차원의 가시적 정보는 물론이고 공정정보에 대한 많은 정보를 제공받을 수 있다. 여기에 추가적으로 설계 한옥에 대한 열공학적 측면에서의 분석도 가능한데, 이를 위해서는 먼저, 서피스 기반의 CAD 도면 데이터를 솔리드기반의 데이터로 변환하는 작업을 수행한다. 이러한 데이터 변환 과정 중에 한옥의 계절별 내부의 온도분포 분석을 위한 각 부재의 열전도 계수, 열용량, 비열 등의 물성치를 부여한다. 그러나 기계공학 및 건축 공학 기준의 현대적 물성치 자료에서는 한옥의 건축 부재에 일치하는 공학적 물성치를 결정하기가 매우 제한적이다. 한옥 건축물의 대부분을 차지하는 황토 진흙, 벚짚, 돌의 복합체는 열전도 시험기, 열 풍동을 활용하여 실측 후 전산 해석의 물성치로 활용한다. 각 부재에 사용된 물성치는 열전도 계수, 열전달 계수, 두께 등이며, 천정과 기와사이의 공간

표 1. 주요 부재의 열전도 계수

| 열전도계수 (W/m-K) | |
|---------------|-------|
| 벽 체 | 0.5 |
| 문 | 0.17 |
| 구 들 | 2.9 |
| 기 등 | 0.173 |

에 대한 온도 저항값도 계절별로 산출한다. 본 과제에 수행에 사용된 주요 부재의 물성치는 표 1과 같다. 각 물성치는 상온을 기준으로 설정되었으며 온도에 따른 물성치의 변화는 Boussinesq 근사식을 활용하여 보정한다.

2.2 한옥 외부 기류 해석

한옥 외부 유동장 해석을 위해 상용 프로그램인 XFLOW v0944을 사용하여 전산해석을 실시하였다. 전산해석에 사용된 유동의 지배방정식으로 볼츠만(Boltzmann) 방정식-입자의 분포가 확률적으로 표현되고, 통계역학 특히 입자간의 운동학 이론(kinetic theory)를 통하여 압력, 속도, 밀도와 같은 거시적 물리량과 입자의 분포함수가 연관되어 입자의 흐름(streaming)과 충돌(collision) 항으로 표현하여 유동 해석 시에 격자를 만들지 않고 해석을 수행할 수 있는 기법과 SPH(smooth particle hydrodynamics) 입자해석 기법을 연동하여 개발된 meshless CFD 해석 프로그램인 XFLOW를 이용하였다. meshless CFD 해석 S/W인 XFLOW는 LBM과 SPH의 연동 해석 솔버(solver)를 채택하여 CFD 해석 수렴성이 뛰어나고, 계산속도가 빠르다는 장점이 있다. 무엇보다 기존의 LBM 기법을 이용한 솔버가 슈퍼컴퓨터나 고성능 컴퓨터(HPC, high performance computer) 등에서만 작동하는데 반해 XFLOW는 데스크 PC 및 PC급 워크스테이션에서도 계산을 수행할 수 있다는 이점이 있다. 전산해석에 사용된 경계 조건은 다음과 같다.

- ① 한옥 외부의 기류해석을 위하여 외부평균풍속 남동풍 5.0 m/s을 기준풍속으로 적용하였으며, 기온은 22℃를 고려하였다.
- ② 외기의 풍속조건은 다음과 같이 노풍도 구분(대기경계층 유동)을 고려하여 입력조건을 설정하였다.

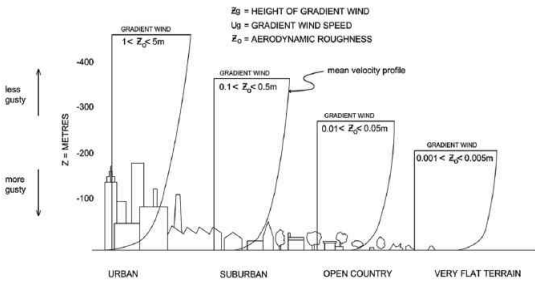


그림 1. 주변 지역 구분

| | | |
|-------|---|--------------------|
| | 산출근거 | 기준 입력값 |
| 외부 풍속 | $VZ = VR \times \left(\frac{Z}{ZR}\right)^\alpha$ | = 5.0 m/s (남동풍) |

여기서, VR: 기준풍속, ZR: 기준높이, α: 노풍도 (0.14)

다음은 일반적인 노풍도 구분에 대한 간단한 도식과 주변지역의 지표면 상태에 따른 노풍도 값을 나타낸다.

표 2 지표면 상태에 따른 노풍도 값

| 노풍도구분 | A | B | C | D |
|-------|------|------|------|------|
| α | 0.33 | 0.22 | 0.14 | 0.10 |

| 노풍도구분 | 주변지역의지표면상태 |
|-------|--|
| A | 대도시 중심부에서 10층 이상의 대규모 고층건축물이 밀집해 있는 지역. |
| B | 높이 3.5m 정도의 주택과 같은 건축물이 밀집해 있는지역, 중층건축물이 산재해 있는 지역 |
| C | 높이 1.5~10m 정도의 장애물이 산재해 있는 지역, 저층건축물이 산재해 있는 지역 |
| D | 장애물이 거의 없고, 주변 장애물의 평균높이가 1.5m 이하인 지역, 해안, 초원, 비행장 |

2.3 한옥 내부에 대한 전산 해석

전산해석에 사용된 지배방정식은 질량 보존 방정식, 운동량 보존 방정식, 에너지 보존 방정식이 사용되었으며, 난류 모델은 표준 k-ε 모델을 사용한다. 사용된 지배방정식 및 난류 모델은 식 (1)~(4)와 같다.

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial u_j \rho u_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \rho g_i \beta (T - T_0) \tag{2}$$

$$\frac{\partial u_j \rho C_p T}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} k \frac{\partial T}{\partial x_j} + \dot{q} \tag{3}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i k) &= \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_i} \right) + G_k + G_b - \rho \epsilon \\ \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i \epsilon) &= \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \frac{\partial \epsilon}{\partial x_i} \right) + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} (G_k + (1 - C_{3\epsilon}) G_b) - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k} \end{aligned} \tag{4}$$

여기서,

$$\begin{aligned} C_{1\epsilon} &= 1.44, C_{2\epsilon} = 1.92, \sigma_k = 1.0, \sigma_\epsilon = 1.3 \\ G_k &= \mu_t \left(\frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) \frac{\partial u_j}{\partial x_i}, G_b = -g_i \left(\frac{\mu_t}{\rho \sigma_h} \cdot \frac{\partial \rho}{\partial x_i} \right) \end{aligned}$$

정적 유동 내의 압력은 (여기서 온도 T_0 , 밀도 ρ_0) $0 = \frac{\partial p_0}{\partial x_i} + \rho_0 g_i$ 로 나타낼 수 있으며, 적분을 통하여 정적 유동 내의 압력 분포에 대한 식 $p_0 = \rho_0 g_i x_i + const$ 를 얻을 수 있다. 이것으로부터 온도 변화 ($T_0 + T'$), 밀도 변화 ($\rho_0 + \rho'$) 그리고 압력변화 ($p_0 + p'$) 를 고려하여 식 (4) 에서의 압력과 부력에 관한 항을 다음과 같이 다시 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \rho g_i &= \frac{\partial p_0}{\partial x_i} - \frac{\partial p'}{\partial x_i} + \rho g_i = -\rho_0 g_i - \frac{\partial p'}{\partial x_i} + \rho g_i \\ &= -\frac{\partial p'}{\partial x_i} + (\rho - \rho_0) g_i = -\frac{\partial p'}{\partial x_i} + \rho' g_i \\ &= -\frac{\partial p'}{\partial x_i} - \rho_0 g_i \beta T' \end{aligned} \tag{5}$$

여기서 $\rho' = -\rho_0 \beta T'$ 이며 β는 체적 팽창계수를 나타낸다.

식 (5)에서 p' 를 p 로 대체하면, 비압축성 유동에 대한 운동량 보존 방정식을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{\partial \rho u_i}{\partial t} + \frac{\partial u_j \rho u_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \rho g_i \beta (T - T_0) \tag{6}$$

전산해석에 사용된 격자의 구성은 사면체(tetrahedron) 격자와 프리즘(prism)격자로 분할하여 구성하였으며 격자가 구성된 모델의 단면을 그림 2에 나타내었다.

프리즘 격자는 히트싱크 내에서 냉각수와 히트싱크의 벽면 및 냉각 핀들이 접하는 부분에 얇은 프리즘 레이어(prism layer)를 삽입하여 큰 속도 및 온도

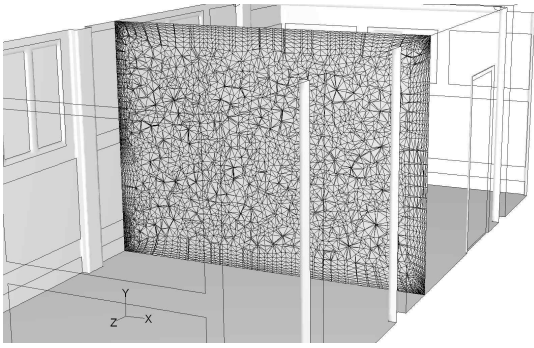


그림 2 한옥 내부 해석을 위한 격자의 형상

기울기에 대한 해석의 안전성을 보강하기 위한 것이다. 그 이외의 영역에 대해서는 사면체 격자로 구성된다. 격자수는 대략 130여만 개로 이루어져 있으며, 전산해석 수행 시간을 단축하기 위하여 정상상태에서 자연대류 유동해석을 실시하였고, 한옥 내부의 온도 변화 및 기류 분포 특성을 관찰하기 위해 정상상태에서 열전달 해석을 실시하였다. 전산해석에 사용된 경계 조건은 다음과 같다[4].

- ① 한옥 외부 경계에 의한 대류열전달 및 벽면 또는 창문을 통하는 전도열전달을 고려하며, 옥외 온도는 22℃이고 옥내 온도는 18℃를 고려하였다.
- ② 한옥의 현물 재료와 동일한 물성 조건을 부여하였다. 본 연구의 목적을 만족하기 위한 하계의 온도 분포와 기류 분포의 정상 상태에서의 유동 변수를 결정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 한옥 외부의 기류 전산해석

다음의 그림 3은 한옥 외부의 기류 해석을 위하여 사용된 모델링 형상을 나타내고 있다. 해석 도메인의

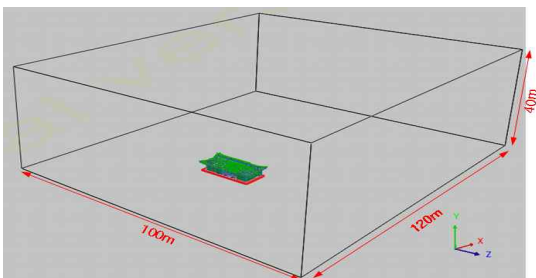


그림 3 한옥 외부의 기류해석 도메인의 크기

크기는 100(가로)m × 120(세로)m × 40(높이)m이며, 해석에 사용된 가상의 입자 수는 약 300만개이며, 한옥 건물에 대하여 평균적으로 약 0.07m의 입자 간격을 적용하였으며, 공간상에 대하여 최대 약 1.12m의 입자간격으로 배치하였다. 한옥 외부의 기류는 외부 기온 22℃로 대류경계층 유동 모델을 이용하여 남동풍 5m/s의 입구 경계조건을 설정하였다. 창문 틈새나 창호지를 통한 통풍효과 및 온도차에 의한 자연대류 현상은 고려하지 않았다. 그림 4는 한옥 외부의 형상에 대하여 모델링된 3차원 형상, 측면도, 정면도 및 배면도에 대하여 각각 나타내고 있다.

다음의 그림 5는 한옥 외부의 기류분포를 한옥의 가로방향 단면에 대하여 나타내고 있다. 기류의 전체적인 유동방향은 해석결과의 왼쪽에서 오른쪽으로 유동방향을 형성하고 있으며, 입구부에 적용된 대류경계층 유동모델에 의하여 지면에서 속도의 no-slip 조건이 적용되고 상부로 올라갈수록 입구유속이 증가하게 된다. 한옥 주변의 기류분포를 살펴보면, 한옥의 전면부에서 정체영역이 형성되어 유속이 감소되며, 지붕의 용마루에서 기류가 박리되어 큰 와류가 형성되면서 한옥의 지붕 뒷면으로 넘어가며 큰 재순환 영역을 형성하면서 후류영역을 생성한다. 이러한



그림 4 한옥 외부의 모델링 형상

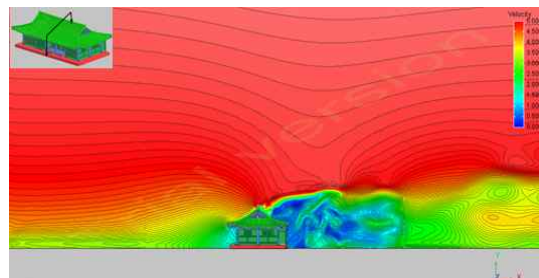


그림 5 한옥 외부의 기류 분포(중간단면, m/s)

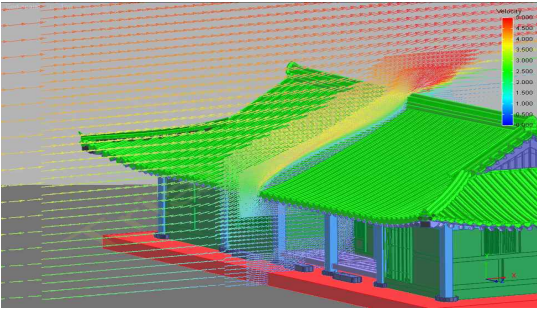


그림 6 한옥 외부의 속도벡터 분포(중간단면, m/s)

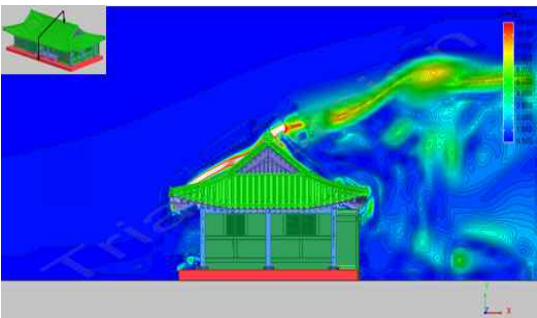


그림 7. 한옥 외부의 와도(Vorticity)분포(중간단면)

현상은 한옥의 길이방향의 단면들에서 유사하게 나타나고 있다. 그림 6은 한옥 외부의 기류분포에 대한 속도벡터를 보여주고 있다.

다음의 그림 7은 한옥 외부의 와도를 나타내고 있다. 대부분의 와도가 생성되는 부분은 추녀에서 생성되기 시작하여 내림마루를 타고 용마루까지 생성되면서 지붕을 넘어간다. 이렇게 생성된 와도는 용마루에서 박리되며 떨어지기도 하고 일부는 다시 지붕의 뒷부분으로 재부착이 되기도 한다. 용마루에서 박리되어 떨어진 와도는 후류부분으로 이동되면서 강도가 점점 작아지면서 소멸되기도 한다. 또한, 기단부에서 약하게 와도가 생성되는 것을 보여준다.

3.2 한옥 내부의 자연대류 및 온도분포 전산해석

외기 조건의 확보를 바탕으로 계절별 실내 기류 해석을 수행하였다. 실험대상 건물의 각 방에 대한 면적비와 건축 자재의 구성은 김도연과 오혜경의 논문[1]을 참조하여 예비 계산의 실효성을 제고하였다. 전산해석은 한옥 내부의 자연대류 및 온도분포 해석을 위하여 사용된 모델링을 바탕으로 수행되었다. 한옥 외부로 노출된 창문 및 외벽면에 대해 혹서기와

혹한기 조건에 따른 외부 대류 열전달 경계조건을 적용하여, 한옥 외부에서 내부로 전달되는 열전달 현상을 고려하였다. 실내의 대청과 연결되어 있는 내벽 부분과 방문 및 천정부분에 대해서도 혹서기 및 혹한기의 외부온도 조건 45℃, -20℃에 대한 대류 열전달 경계조건을 적용하여 열전달을 고려하였다. 또한 방안의 온돌 부분에 대하여도 열전달 효과를 가정하여 경계조건 (윗목과 아랫목으로 구분 후 등은 조건부여)을 적용하였다. 아울러 창, 방문 틈새나 창호지를 통한 통풍효과는 없는 것으로 고려하였다.

다음의 8은 한옥 내부의 자연대류 및 온도분포 해석을 위하여 사용된 모델링 형상을 나타내고 있다. 한옥 외부로 노출된 창문 및 외벽면에 대하여 외부평균기온 22℃의 외부 대류 열전달 경계조건을 적용하여 한옥 외부에서 내부로 전달되는 열전달현상을 고려하였다. 실내의 대청과 연결되어 있는 내벽부분과 방문에 대하여 그리고 천정부분도 실내 평균 기온 18℃와 열전달 현상을 고려하기 위하여 대류열전달 경계조건을 적용하여 열전달을 고려하였다. 또한 바닥면의 온돌 부분에 대하여도 지면의 평균온도 18℃와 열전달효과가 있는 것을 고려하기 위하여 대류열전달 경계조건을 적용하였다. 그리고 창 또는 방문의 틈새나 창호지를 통한 통풍효과는 없는 것으로 고려

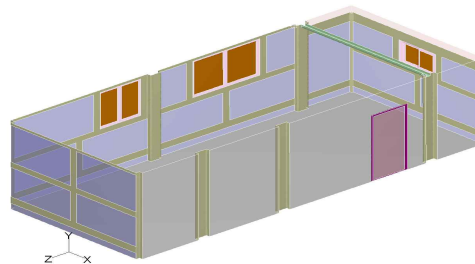


그림 8 한옥 내부의 모델링 형상

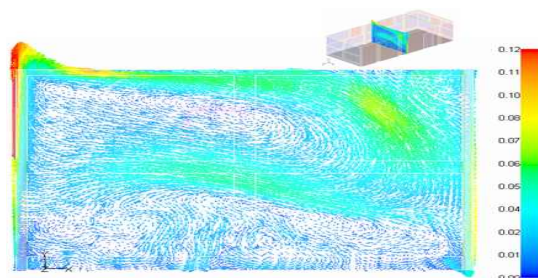


그림 9. 혹서기 한옥 내부기류 분포(중간 단면, m/s)

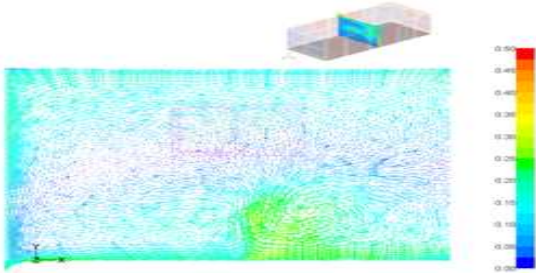


그림 10. 폭한기 한옥 내부기류 분포(중간 단면, m/s)

하였다.

다음의 그림 9, 10은 한옥 내부의 자연대류에 의한 기류분포를 나타내고 있다. 내부의 기류는 옥외의 상대적으로 기온이 높은 외기와 접하고 있는 외벽면 또는 창문을 통하여 외부에서 내부로 열전달효과가 발생되고 있으며, 따라서 해석결과의 왼쪽면에서 공기의 밀도차이에 의한 부력효과가 강하게 발생하는 것으로 나타난다. 이로 인하여 자연대류가 발생되며 기류의 방향은 왼쪽면에서 상승류가 발생되고, 천장면을 따라서 대청과 연결되어 있는 오른쪽면의 내벽으로 기류패턴이 형성되는 것을 알 수 있다. 이때 발생하는 자연대류의 최대 속도는 약 0.12 m/s 정도이고, 방안 전체의 공간에서는 불과 0.04m 정도의 기류 분포를 나타내어 비교적 자연대류 효과는 크지 않은 것으로 보인다. 폭한기와 폭서기에 대해서도 내/외

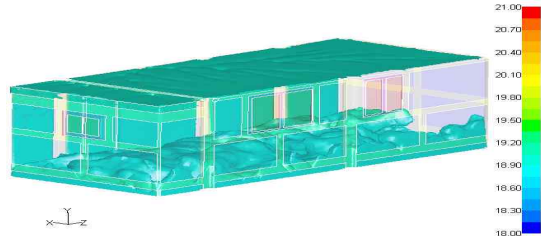


그림 13. 한옥 내부의 19℃ 등온 영역(초록색 부분)

부에 대한 같은 실험을 통한 유동해석의 결과로 계절에 관계없이 유사한 기류분포와 온도 분포를 나타내는 것이 확인되었다.

다음의 그림 11~13은 한옥 내부의 등온 영역을 나타내고 있다. 얇은 창호지를 통한 창문의 외부 열전달 효과가 벽면에 비하여 높기 때문에 창문부분에서 상대적으로 높은 온도분포를 나타내고 있는 것을 다시 한 번 확인 할 수 있다.

다음의 그림 14는 상대적으로 쉽게 외부의 열원이 한옥 내부로 열전달 되는 창문에 대하여, 창문에 인접한 실내의 공기가 자연대류에 의하여 한옥 내부로 이동하는 공기의 궤적을 나타내고 있다. 기류의 궤적은 실선으로 표시되고 있으며, 실선에 표시되는 색깔은 기류의 온도를 나타내고 있다. 이후 창문부분의 공기는 그림 15와 같이 자연대류에 의하여 천장부분으로 거의 수직상승을 하게 되고, 천장을 타고 반대

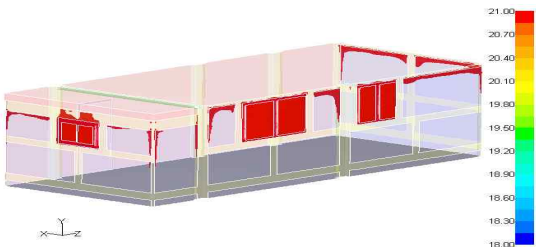


그림 11. 한옥 내부의 최대 온도 영역(21℃ 등온, 붉은색 부분)

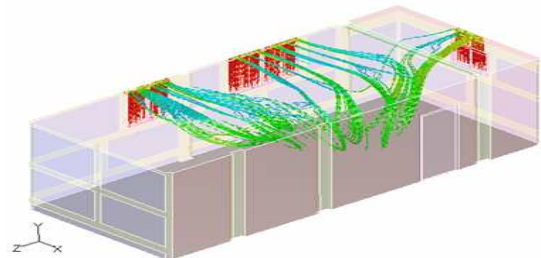


그림 14. 창문에 인접한 기류의 이동 궤적

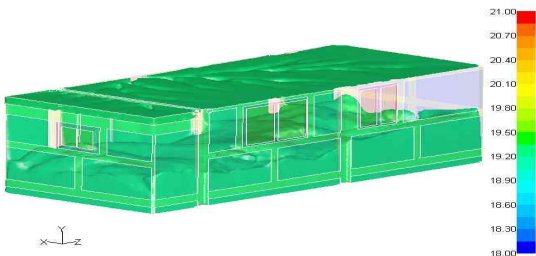


그림 12. 한옥 내부의 19.3℃ 등온 영역(녹색 부분)

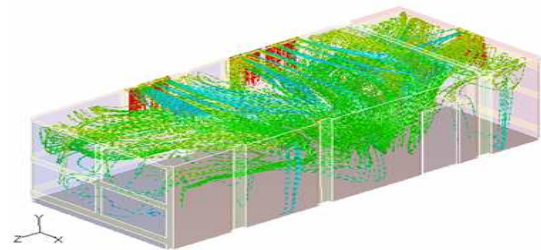


그림 15. 창문에 인접한 기류의 이동 궤적

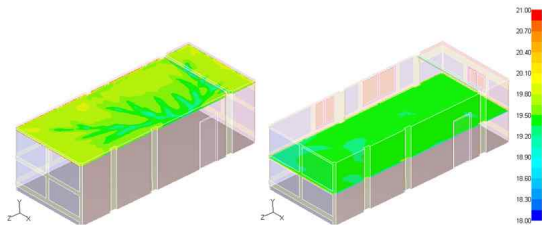


그림 16 한옥 내부의 높이에 따른 온도 분포

편 벽면의 중간위치로 이동한 후에 일부는 하강하고, 일부는 다시 외부기류와 접하는 외벽면으로 이동하는 기류분포 특성을 나타내고 있다.

다음의 그림 16은 한옥 내부의 천장부분과 중간높이에서 온도분포를 나타내고 있다. 천장에서 온도분포는 자연대류의 상승기류가 발생하는 외벽부분과 창문이 접하는 천장부분에서 약 20℃보다 높게 온도분포를 형성하고 있으며, 대청과 접하는 내벽의 가로방향의 중간위치에서 약 19℃보다 낮은 온도분포를 나타내는 것을 보여주고 있다. 실내의 중간높이에서의 온도분포는 거의 온도차이가 약 0.5℃ 이내로 유사한 온도분포를 유지하고 있는 것을 알 수 있다.

표 3은 한옥 내부의 외벽면, 내벽면, 창문, 방문 등의 부재들을 통하여 전달되는 열전달량은 대략적으로 다음과 같이 나타난다.

표 3 한옥 내부의 부재들은 통한 열전달량 비교

| 외벽면 | 내벽면 | 창문 | 온돌 | 방문 |
|---------|----------|--------|----------|---------|
| 51.6(w) | -18.6(w) | 7.6(w) | -12.1(w) | -2.1(w) |

4. 결 론

본 연구는 한옥의 실내 온도 및 속도 분포 등에 대한 과학적 분석을 통해서 전통건축이 현대적 건축 부재의 채용 없이 전통적 건축 부재의 조화로운 배치 및 부재 간의 조합을 통해서 소기의 열 공학적 설계를 충실히 수행할 수 있음을 규명하였다. 이를 위한 전산 해석 방법으로, 한옥의 외부형상에 대한 외부 기류분포를 전산 모사하여 한옥 내부의 입력 조건으

로 취하고, 이를 이용하여 한옥 내부에 대한 형태별, 계절별로 실내 기류와 온도 특성을 획득하였다. 전산 해석을 통해 도출된 온도 분포 및 내부 기류의 분포는 열효율의 측면에 있어서나 건축물 내부 온도의 달성 등에 있어서 건축물 고유의 기능을 발휘하는 것으로 확인 되었다. 이로써, 에너지 효율의 측면에서 볼 때, 현대 생활공간으로서 한옥의 기능적 역할이 충분히 확보될 수 있다고 판단된다. 이러한 연구 결과는 특정 지역이 결정되고, 계절별 풍향과 풍속이 제공되면 보다 다양한 환경특성을 고려한 기류해석 결과를 보다 정밀하게 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

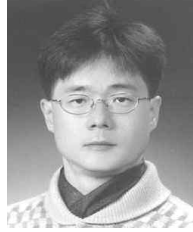
- [1] 국립문화재 연구소 전통건축물 환경특성 및 구성 요소 성능연구, 국립문화재연구소, 2008.
- [2] 송인호 외, 한옥건축 산업화 촉진을 위한 기술 기반 구축기획 연구, 국토해양부, 2008.
- [3] David Nicholson-Cole, The GDL Cookbook 3, Marmalade Graphics, 2001.
- [4] 안은영, 김재원, “한국 전통 가옥 내부 기류 전산 해석,” 한국콘텐츠학회 춘계종합학술대회논문집, 8권 1호, pp. 469-474, 2010.
- [5] 김도연, 오혜경, “북촌한옥 각 실의 용도 및 공간변화 특성에 관한 연구,” 한국가정관리학회지, 제26권, 제92호, pp. 115-127, 2008.
- [6] Hanamann R.J., “Microelectronic Device Thermal Resistance: A Format for standardization,” Heat Transfer in Electronic Equipment (ASME HTD-20), pp. 39-48, 1981.
- [7] 김재원,이현민, 안은영, “전산해석을 통한 한국 전통 가옥의 계절별 기류변화 분석,” 한국멀티미디어학회 춘계학술대회 논문집 제 13권 1호, pp. 36, 2011.
- [8] Kraus, A.D. and Bar-Cohen, A., Thermal Analysis and Control of Electronic Equipment, pp. 302-203, McGraw Hill, New York, 1983.



안 은 영

1989년 2월 동국대학교 전자계산학과 학사
1991년 2월 동국대학교 컴퓨터공학 석사
2000년 8월 동국대학교 컴퓨터공학 박사

2000년 3월~2006년 3월 천안대학교 정보통신학부 조교수
2006년~현재 한밭대학교 정보통신.컴퓨터공학부 부교수
관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 가상현실, 문화기술, 유체 가시화



김 재 원

1991년 KAIST 기계공학과 졸업 (공학박사)
1990년~1995년 대우전자(주) 선임연구원
1991년~1992년 스웨덴 왕립공대 초빙연구원

1995년~현재 선문대학교 기계공학부 교수
관심분야 : 영상처리, 회전유동, 수치해석, 유체기계