

과학과 공학, 시뮬레이션 및 계측학 분야의 연구동향

임 호 진
대 립 산 업
기 술 연 구 소 / 연 구 원

1. 서 론

실내공기의 질(IAQ: Indoor Air Quality)을 향상시키기 위한 과학과 공학, 시뮬레이션, 계측학 분야의 연구동향은 오염물질의 평가 및 제어, 환기방법의 개선, 해석모델의 개발과 시뮬레이션, 측정방법 개선을 위한 노력에서 볼 수 있다.

오염물질의 평가 및 제어의 측면에서 오염물질의 실측, 휘발성 유기물(VOC)의 방출과 정 규명, 오염물질 제어방법, 실험장치의 개발을 통한 계측방법 개선 등을 들 수 있으며, 환기방법 개선의 측면에서 치환환기시스템의 설계요건, 건축부재를 통한 환기요건에 대한 이론 및 실험연구가 진행되고 있다.

또한 경제성 있는 성능중심의 설계안 도출을 위해 건축물의 설계단계에서 시공후 발생할 수 있는 IAQ 관련 문제점을 사전 예측하는 방법으로 기초적인 수치해석모델, 종합적인 해석모델, 기류해석 및 IAQ 예측 프로그램 등이 개발되거나 전산유체역학 코드가 활

용되고 있다.

이러한 모델의 검증을 위하여 축소모형측정, 실규모모형측정, 현장실측 등이 수행되고 있으며 보다 정확한 측정을 위해 오염원 채집 방법의 개선, 계측방법의 개선, 실험장치의 개발 및 활용에 대한 연구가 이루어지고 있다.

나아가 오염물질을 방출하는 건축재료에 대한 평가와 데이터 베이스 구축, 예측모델 개발, 현장실험 및 모형실험을 통한 종합적인 전문가 시스템의 구축을 위한 연구도 추진되고 있다.

근본적으로는 건축재료에 대해 오염물질 방출량 및 방출시간을 평가하고 건축재료 및 부품 생산에 인체에 무해한 수준의 방출농도를 유지할 수 있도록 적용함으로써 보다 건강한 실내환경을 창조하려는 노력으로 이어지고 있다.

본 고에서는 Indoor Air '96 나고야에서 발표된 연구논문을 통하여 과학과 공학, 시뮬레이션, 계측학 분야의 국제적인 최신 연구동향을 살펴보고 이 분야에서의 국내연구방향을

표 1. 과학과 공학, 시뮬레이션 및 계측학의 국제연구동향

분 야	연 구 내 용	연구논문 편수
IAQ	실측조사	5
	오염물질 평가 및 제어	19
	자연 에너지 활용	2
환기 시스 템의 설계	환기요건	3
	시스템 설계	3
시뮬레이션	수치해석 모델 개발	21
	CFD 코드에 의한 해석	8
측정	오염원 채집방법	3
	계측방법의 설계 및 개선	5
	실험장치의 설계 및 개선	8
연구논문의 총계		77

제시하고자 한다.

2. 과학 및 공학 분야의 연구동향

IAQ 개선을 위한 과학 및 공학분야의 해결책은 IAQ 실태파악, IAQ의 제어과정 및 방법, 오염원의 방출과정 규명, 근본적으로 공기오염 원인 건축재료의 품질인증작업을 통한 건축재료의 품질향상노력 등으로 요약될 수 있다.

Indoor Air '96에 나타난 연구논문이 그 나라의 연구관심분야 및 연구활동의 특성을 대표한다고 할 수는 없지만 발표된 연구논문을 근거로 한 나라별 특징을 살펴보면 다음과 같다.

이스라엘에서는 공동주택의 실내공기오염에 대한 실태조사가 연구되었으며 일본, 독

일, 이태리, 노르웨이, 러시아, 폴란드, 싱가포르, 필리핀, 브라질 등에서는 공조시스템에서의 오염물질 제어와 이를 위한 실용적인 시스템에 대한 연구가 진행되고 있다.

미국, 캐나다, 러시아에서는 근본적으로 건축재료에서의 유해물질 방출과정 규명과 인체에 미치는 영향에 대해 연구가 진행되고 있으며, 나아가 덴마크에서는 모든 제품에 대한 유해물질 방출농도 평가를 통한 DIDL (Danish Indoor Climate Labelling)이 국가적 차원에서 이루어지고 있다.

DIDL은 건강한 실내환경을 창조하기 위해 건축관련 제품을 개발하는 제조업자들에 대한 기술적 지원과 보다 나은 건축제품을 선택하는 도구가 되며 제조업자 및 최종 사용자들이 건물제품이 실내환경에 미치는 영향을 보다 잘 이해할 수 있게 한다.

DIDL의 주요한 원칙은 새로 제조된 제품으로부터 나오는 냄새의 감각적 평가와 함께 휘발성 유기물질(VOC)의 방출량을 화학적으로 측정된 결과를 바탕으로 실내에서 적절한 시간치를 결정하는 것이다. 그림 1은 DIDL에 의한 시험 및 평가과정의 흐름도이다. DIDL(Danish Indoor Climate Labelling) 라벨을 획득하기 위한 요건은 설치, 유지관리 등에 대한 지침을 포함하며 그 결과 제품은 예상수명을 얻고 제품의 생애기간 동안 IAQ의 수준을 유지할 수 있다. 발표된 연구들의 주요한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) 민감도분석을 이용한 다존 기류모델의 평가

건물내 기류해석모델을 검증하기 위해 입력변수변화의 영향이 다존기류모델과 시뮬레

이선 결과물에 미치는 영향을 검토하는 방법으로 민감도 분석(sensitivity analysis)을 이용하였다.

2) 치환환기과정을 형성하는 실의 열적조건과 가능성

부력, 공급기류, 기하학적 조건이 치환환기 시스템의 기류형성에 영향을 미치므로 환기

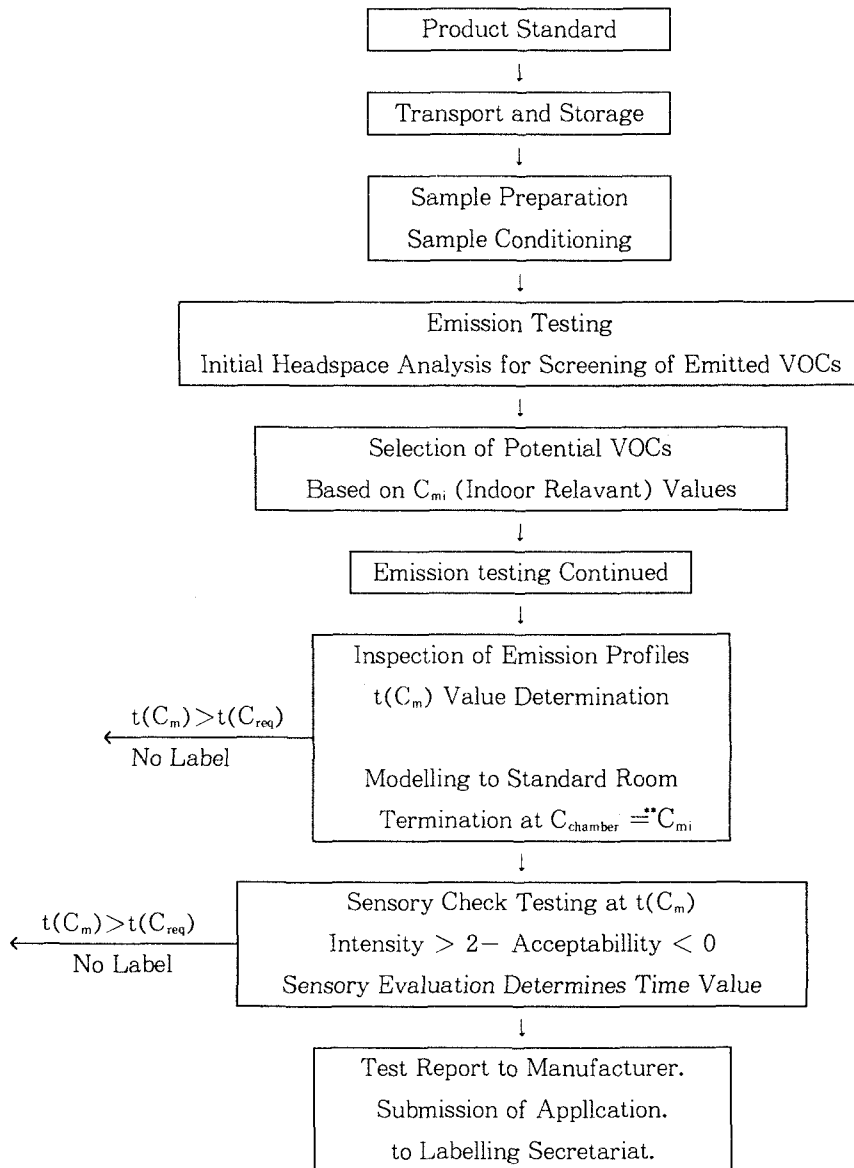
와 실내열원사이의 비율을 유지하면서 이러한 요인들이 개별적으로 최적화되어야 한다.

3) 병원수술실 환기요건의 평가

외과수술중 에너지 절약의 필요성과 수술 후 패혈증의 위험을 고려하여 수술실의 환기요건에 대한 평가시 새로운 접근방법이 필요하다. IAQ 절차의 적용은 필터효율, 스태핀

표 2. 과학 및 공학 분야의 나라별 연구동향

나 라	발 표 내 용
일 본	<ul style="list-style-type: none"> - 각종 기류해석 모델을 이용한 평가 - 외기도입제어에 의한 사무소 건물의 IAQ - 지각된 IAQ의 평가 - 건강한 모델 주택 조사
필 리 핀	<ul style="list-style-type: none"> - 열적 불쾌감 감소를 위한 고온다습 지역의 사무실에서 - 건조 공기를 공급하는 시스템
싱 가 포 르	<ul style="list-style-type: none"> - 공조건물에서의 오염물질 제어와 모델링
캐 나 다	<ul style="list-style-type: none"> - 실내 VOC 농도의 제어 - 건축재료에서의 유해물질 방출과 IAQ 모델링 - 건축재료에서의 유해물질 방출과정 모델링
미 국	<ul style="list-style-type: none"> - 실내공기오염원의 화학적 변화 - 주거지역의 이산화질소의 노출이 개인노출에 미치는 영향 - 짚섬보드에 적용된 실내 라텍스 페인트에서 나오는 VOC 방출물의 모델링
브 라 질	<ul style="list-style-type: none"> - 비주거용 건물에서 자연채광이 에너지 사용에 미치는 영향
이 태 리	<ul style="list-style-type: none"> - 병원 수술실 환기요건의 평가
독 일	<ul style="list-style-type: none"> - 신축 사무소의 공조를 위한 냉난방용 콘크리트 천정
덴 마 크	<ul style="list-style-type: none"> - 건축재료에서 나오는 유해물질의 라벨링
노 르 웨 이	<ul style="list-style-type: none"> - 영화극장에서의 IAQ와 열환경의 측정
러 시 아	<ul style="list-style-type: none"> - IAQ와 독소방출 - 주거지역내의 알루미늄 플랜트에 의한 실내 및 실외 공기질 - 환기 및 실내청정시스템에서 공기질 제어의 경향 - 실비나이트에서 방출되는 IAQ와 기후에 치명적인 실내공기에 대한 노하우
폴 란 드	<ul style="list-style-type: none"> - 치환환기과정을 형성하는 실의 열적조건과 가능성
이 스 라 엘	<ul style="list-style-type: none"> - 전형적인 공동주택에서의 실내공기오염



- C_{mi} : Concentration in Standard Room of VOC_i
- $t(C_m)$: The Indoor Relevant Time Value
- $t(C_{req})$: The maximum Allowable Time Value for Labelling

그림 1 DiCL에 의한 시험 및 평가과정

의 일관성, 입자의 발생율과 같은 특별한 정보를 근거로 환기요건에 대한 심도있는 분석이 이루어졌다.

4) 신축 사무소 건물의 공조를 위한 냉난방용 콘크리트 천정

사무소 건물의 공조를 위해 강화 콘크리트 바닥(천정)이 난방 또는 냉방이 되었다. 중공바닥이 천정표면에 부착되었으며 공기는 중공바닥의 공극을 통해 분배되는 중에 천정

면에 의해 가열, 냉각되었다. 이 시스템은 ① 운전비와 초기투자비가 적게 들고, ② 냉방 유닛이 열펌프로써 난방의 역할을 하므로 화석연료를 대체하며, ③ 천정고가 낮아지므로 건물용적을 줄일 수 있고 공사비용을 낮출 수 있으며, ④ 환기율이 매우 낮아 냉기류를 피할 수 있으며, ⑤ 재순환되는 공기가 없어 병든건물증후군을 피할 수 있는 잇점이 있다.

- 1. Outside Air (Fresh Air)
- 2. Exhaust Air
- 3. Heat Recovery Unit
- 4. Ventilation Fans
- 5. Air Supply Duct
- 6. Exhaust Air Duct
- 7. Lowered Ceiling
- 8. Outcoming Supply Air
- 9. Cavity Floor
- 10. Concrete Ceiling With Heating/Cooling Medium Pipes
- 11. Room Exhaust Air
- 12. Office Room
- 13. Corridor

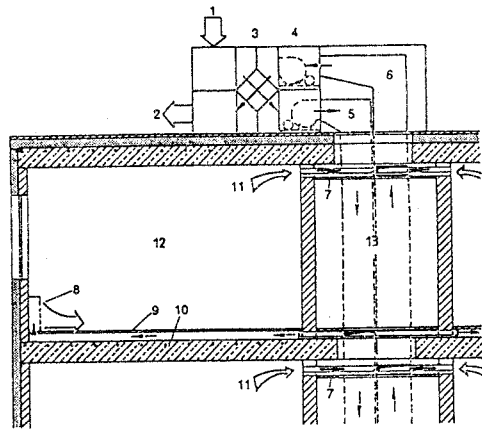


그림 2 냉난방용 천정으로 사무소 건물에 공기를 공급하는 원리

- 1. Double Ceiling
- 2. Cavity (Air Supply, Installations)
- 3. Heating/Cooling Medium Pipes Heating/Cooling Level
- 4. Upper Reinforcement
- 5. Concrete Ceiling
- 6. Lower Reinforcement
- 7. Pipe Spacing

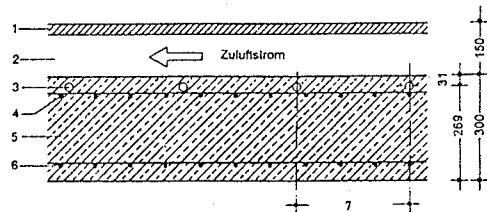


그림 3 냉난방용 천정을 위한 구조 다이어그램

5) 건축재료에서의 유해물질 방출과 IAQ 모델링

쾌적한 IAQ를 얻기 위해 건축가, 공학기술자, 건물주, 관리자 등이 환기전략 뿐만 아니라 건축재료, 마감재 등을 선택할 수 있는 통합지식기반 전문가 시스템을 개발하기 위하여 건축재료와 마감재에서 나오는 오염원 및 침전 특성에 대한 축소 및 실규모의 실험과 건물내 오염물질의 농도를 예측할 수 있는 모델을 개발하였다.

6) 주거지역의 이산화질소노출이 개인노출에 미치는 영향

미국, 독일, 노르웨이, 한국, 영국, 스위스, 러시아, 일본, 이태리, 폴란드, 인디아, 중국, 캐나다, 멕시코, 핀란드, 크로아티아, 필리핀 등이 국제공동연구로서 13개국 17개도시 실내 및 실외환경에서 겨울철 2일동안 이산화질소 농도를 실측하였으며 개인노출과 비교하였다. 이 자료는 실내 및 실외농도와 각 나라 사람들의 활동패턴(개인노출)사이의 관계를 설정하는데 사용될 것이다. 이 연구의 방법론과 참가조직은, 가정구성의 차이, 활동패턴, 외기수준 등이 다양한 오염원에 대한 개인노출에 미칠 수 있는 영향을 평가하기 위해 수많은 다른 실내공기오염원에 대해 활용되었다.

3. 시뮬레이션 분야의 연구동향

시뮬레이션 분야에서는 인체주위의 열환경, 환기력, 맛통풍, 열습기 부하 등에 대한 기초 연구와 호흡높이에서의 IAQ, 실내기류분포,

대공간내에서의 온도분포, 쾌적도, 대개구부를 통한 기류분포 등의 건축물내의 온열환경 예측, 환기효율 예측, 종합적인 IAQ 시뮬레이터 개발, 시스템 설계 등의 응용연구가 진행되었으며 그 내용은 표 3과 같다.

발표된 연구들의 주요한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) CFD에 의한 인체주위의 열환경 해석 (그림 4, 5 참조)

인체의 온열감은 인체와 주위환경과의 열전달 특성에 직접적으로 달려 있는데 이 특성은 기류, 열복사, 열전도, 습기 이동, 일사 등의 수치해석적 방법으로 검토될 수 있다. 이 연구는 전산 열 마네킨의 개념을 묘사한다. 인체주위의 기류와 온도장이 전산유체역학으로 열 마네킨을 모델링함으로써 검토되었다. 모델화된 마네킨의 대류열전달특성이 세가지 유형의 기류장에 대해 예측되었으며 전산유체역학 시뮬레이션은 저 레이놀즈수의 $K-\epsilon$ 난류모델을 이용하여 인체의 복잡한 형태를 모델링하기 위해 BFC 좌표계에서 수행되었다. 얻어진 결과는 실험자료와 잘 일치하였다.

2) 열 및 습기전달 네트워크모델과 수치해석적 검토에 근거한 상태와 에너지 공급에 대한 최적화 이론

건물의 HVAC 시스템 및 설치, 거주자들을 위한 열 및 습기 전달 모델, 에너지 공급에 대한 최적화 이론과 그 결과들이 열적 쾌적, 에너지 절약의 관점에서 소개되었다. 이러한 방법은 다변수 입력 및 출력 시스템을 다루기 때문에 한 실내의 거주자를 위한 최

표 3. 시뮬레이션 분야의 나라별 연구동향

나 라	발 표 내 용
한 국	- 통신실의 기류 시스템에 대한 수치해석적 연구
일 본	- CFD에 의한 인체주위의 열환경 해석 - 열 및 습기전달 네트워크 모델과 수치해석 검토에 근거한 상태와 에너지 공급에 대한 최적화 이론 - IAQ 시뮬레이션 - 환기력의 예측 - 실내 맞통풍의 계산방법 - 열적으로 유도된 자연환기상태에서 기온과 습도의 확률론적인 특성 해석 - 응고 및 융해과정 중의 실내 열 및 습기부하 해석 - 냉각 튜브의 냉각효과 - 호흡높이에서의 IAQ에 대한 CFD 해석 - 온화한 기후에서 주택내 IAQ의 현장 실측과 수치해석 시뮬레이션 - 롤 스크린과 일체화된 기류창(Air Flow Window)의 수치해석 - 실내환기효율을 예측하는 존 모델 - 아트리움 공간의 온도분포를 예측하는 단순화된 수치 시뮬레이션
중 국	- 공기 청정기의 용량계산
싱 가 포 르	- 3차원 젯트 공기분사기의 설계와 연구 - 대개구부를 통한 기류의 2차원 수치해석
미 국	- 대공간에서 개인의 쾌적에 대한 시뮬레이션 모델 - Z-30 IAQ 시뮬레이터
프 랑 스	- IAQ 지표를 사용한 환기전략의 평가

적 열쾌적 분포나 복잡한 냉난방 시스템을 위한 최적 에너지 분포를 위한 디자인에 이용한다. 이러한 수치해석 연구는 고단열, 바닥난방, 자연 에너지 이용 등의 조합의 장점을 보여주고 있다.

3) IAQ 시뮬레이션을 위한 윈도우 응용 프로그램

IAQ는 실내공기질, 싱크효과, 외기의 질, 극간풍, 환기전략, 환기효율, 공기청정기의

활용과 같은 몇가지 요소들에 의해 영향을 받는다. 따라서 건물에서의 IAQ를 평가할 때 이 모든 요소들을 고려하는 것은 중요하다. 이 논문은 일반적인 동적인 질량균형 모델을 제시하고 있는데 가장 중요한 요소들을 통합시키고 있으며, 이 모델에 근거한 사용자 편의의 윈도우 응용 프로그램이 개발되었다. 이 프로그램은 TVOC, CO₂, VOC 성분의 농도를 시뮬레이션한다. 빌딩의 기밀성에 대한 데이터 베이스, 기후 데이터, 공기청정

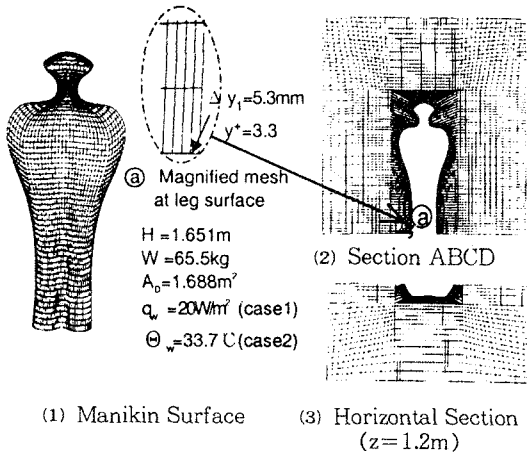
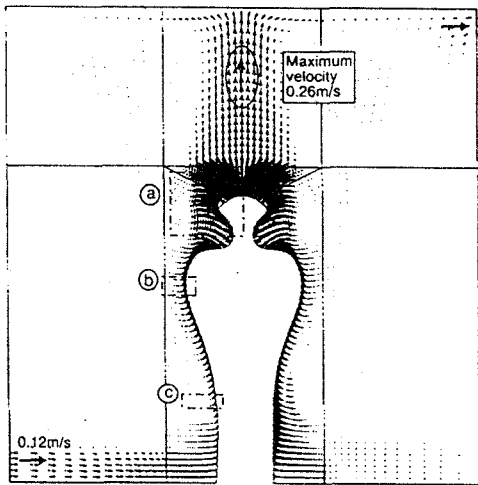


그림 4 전산 열 마네킨과 그리드 시스템

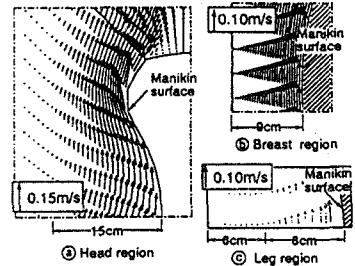
기 및 설비형 필터에 대한 데이터 등이 프로그램에서 실행되었다. 방사율, 싱크율 데이터, 외기조건에 대한 데이터들이 데이터베이스에 포함되었다.

4) 맞통풍 계산방법

마찰계수는 일반적으로 풍력계산에서 레이놀즈수에 따라 크게 변화되었으나 국부적인 압력손실은 상수로서 충분하다. 기류에서 레이놀즈수는 일반적으로 크며 구멍의 두께는 작다. 따라서 개구부 주위의 마찰의 영향은



(1) Velocity Distribution



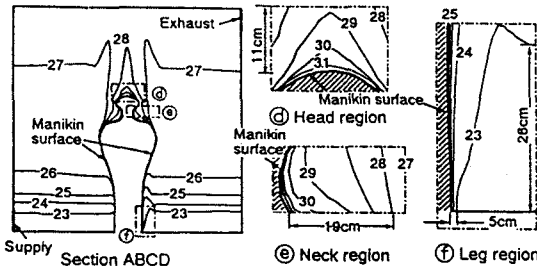
(2) Air Temperature Distribution(°C)



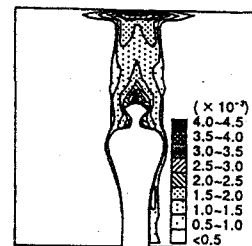
(4) Surface Temperature (°C)



(5) Convective Heat Transfer Coefficient(W/m²C)



(2) Air Temperature Distribution(°C)



(3) Distribution of Turbulence Energy k(m²/s²)

그림 5 시뮬레이션 결과 (정체 기류의 경우)

작으며 국부적인 압력 손실은 흐름의 측면과 일치하여 세밀하게 변화되고 있으므로 그러한 변화와 관련하여 계산이 중요하다. 풍력계산은 구동압력과 흐름율을 결정함으로써 설명된다.

5) 열적으로 유도된 자연환기상태에서 기온과 습도의 확률론적인 특성 해석

다실주거에서 표면결로를 막기 위해서는 실간 자연통풍이 가장 영향력이 있는 요소중의 하나이다. 이 논문에서는 실내공기온도와 습기의 확률론적 특성을 해석하는 방법이 온도차와 부력에 의한 자연환기조건하에서 제시되었다. 현재의 방법은 많은 응용에 대한 상세한 결과를 제공하고 있으며 실내기후를 분석하는데 사용될 수 있다. 간단한 계산은 외부기후와 열적자연통풍의 확률론적 성질이 실내기후와 표면결로의 발생에 중요한 영향을 미치고 있음을 보여준다.

6) 응해 및 응고과정중의 실내 열 및 습기 부하의 해석

이 논문은 0°C 이하의 토양에서 냉각이 일어날 때, 건물에서의 열 및 습기부하의 수치해석에 대한 것이다. 0°C 이하의 토양에서 얼지 않는 물이 있기 때문에 얼고 녹는 토양에서 습기와 열을 동시에 고려한 문제는 복잡하다. 이 논문의 목적은 건물주위의 토양에서 낮은 온도의 건물에서 얼고 녹는 과정과 관련된 일시적인 열과 습기의 이동문제를 모사하고 논의하는 것이다. 토양에서 응고가 일어날 때 건물의 열 및 습기 부하가 계산되고 논의되었다. 제안된 방법은 2차원 반 유한영역을 대상으로 유한차분법이다. 응고시 해석방법은

반복법이다.

7) CLIM 2000 소프트웨어에 도입된 IAQ 지표를 사용하는 환기전략의 평가

이 논문에서는 에너지 소비를 고려한 환기시스템을 평가하는데 유용한 공기질에 대한 지표를 제안한다. 매시간 계산된 우리의 지표는 CO₂, CO, NO₂, HCHO의 4가지 오염원을 고려한다. 몇가지 환기전략이 수립되었고 2명의 성인과 2명의 아이들이 사용하는 전형적인 프랑스 집에 설치되었고 에너지 관리를 위한 소프트웨어 CLIM 2000를 사용하여 시뮬레이션 되었다. 여기서 2가지 경우(흡연, 비흡연)에 대한 공기질과 에너지 소비에 대한 결과와 환기전략이 제시되었다.

8) 3차원 젯트 공기 분사기의 설계와 연구

새로운 환기시스템은 대규모 원유 운송 통로의 수선과정에서 사용되었다. 잘 조직된 공기흐름의 패턴 및 전체 환기시스템을 갖기 위해 소위 3차원 젯트공기분사기가 개발되었다. 이 3차원 공기분사기는 동적압력이론에 근거를 두고 있다. 입력튜브의 횡단면에서 속도의 프로파일은 분사기의 각부분에 유량할당을 결정하기 위해 연구되었다. 각부분의 실제 유량은 분사기의 각부분의 저항에 의해 균형이 조절되었다.

9) 냉각튜브의 냉각효과

냉각 튜브의 냉각효과가 실험적으로 해석적으로 조사되었다. 현존하는 빌딩에서 냉각 튜브의 측정된 공기와 표면온도는 단순화된 해석모델에서 계산된 값과 비교되었다. 냉각 튜브 시스템의 특성을 나타내는 기본적인 방

정식에서 변수의 수는 무차원 표현과 몇개의 적당한 어림값을 도입함으로써 축소되었다. 이러한 단순화된 방정식의 수치해석적 결과는 냉각효과의 간편한 평가를 위해 그래픽한 형태로 제시되었다. 전진차분법과 빈도응답법은 그러한 시간과 기억용량의 계산량에 대하여 비교되었다. 잠열의 사용뿐만 아니라 젖은 냉각튜브의 열적, 습기적 특성이 현열과 잠열을 고려하여 평가되었다. 젖은 냉각튜브를 이용하는 방법은 효율적인 에너지 절약을 위한 것으로 제시되었다.

10) 호흡 높이의 공기질(IAQ)에 대한 전산유체역학(CFD) 해석

현재의 기류분포 디자인은 열적흐름의 효과와 이러한 것들이 실내환경의 거주자들의 지각과 오염물질의 분포에 영향을 미치는지 고려하지 않고 거주공간을 위한 수용가능한 평균적인 실내온도와 IAQ를 성취하는데 초점을 맞추고 있다. 최근의 연구는 몇몇 기류분포전략에서 치환환기, 호흡높이에서의 공기질이 인체주위의 열흐름에 기인한 거주공간의 나머지 영역보다 더 중요하다고 지적해왔다. 기류분포 디자인에 대해 이것이 의미하는 것은 실내공기의 공급율과 에너지 소비의 측면에서 매우 중요하다. 본 논문에서는 실내공기의 질에 대한 실내공기의 움직임의 효과를 결정하기 위해 치환환기(displacement ventilation)와 고수준 혼합환기를 사용하여 환기되는 사무실안에서 실내공기의 질에 대한 전산유체역학적 평가를 수행하였다. 이를 위하여 전산유체역학 코드인 VORTEX를 오염물질의 분포, 실내공기의 평균나이와 환기효율을 계산하기 위하여 사용하였다. 그림 6~그

림 8과 같이 치환환기 시스템이 혼합환기 시스템보다 실거주자들에게 보다 신선한 공기를 많이 공급할 수 있으며 거주공간에 분포된 공기의 평균나이도 낮아 환기효율도 높은 것으로 나타나 약 1/2 정도의 신선한 공기

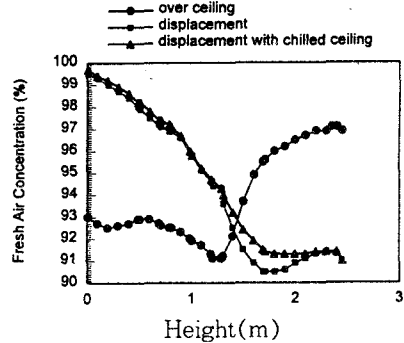


그림 6 호흡높이에서 수직면 신선 공기의 백분율

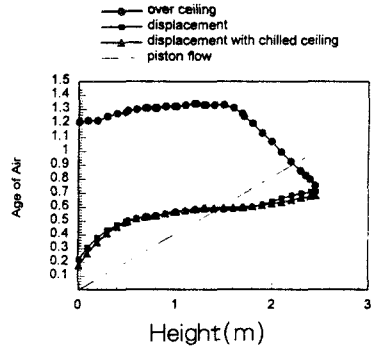


그림 7 호흡높이에서 수직면 공기의 나이

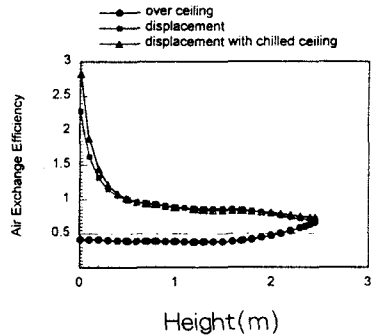


그림 8 호흡높이에서 수직면 환기효율

공급율로도 혼합환기 시스템만큼의 호흡높이
에 비슷한 공기의 질을 제공할 수 있다.

4. 계측학 분야의 연구동향

계측학 분야에서는 채집기, VOC 농도의
측정 및 감시, 포름산의 분석방법, 환기율 측

표 4. 계측학 분야의 나라별 연구동향

나 라	발 표 내 용
일 본	<ul style="list-style-type: none"> - 다공성 폴리머 비드의 식별기에 의한 TVOC 모니터링 방법의 개발과 응용 - 실내공기제어를 위한 이산화탄소 사용 검토 - 반도체 가스센서의 IAQ 모니터링 활용 : 오존과 공존하는 ETS와 VOC - 실내공기내 포름알데히드의 연속분석기 개발 - 실내공기의 포름산 분석방법 개발과 실제측정예의 활용 - 공기중 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons의 입자크기 분포 - 자연형 채집기의 평가 방법론 - 이산화질소용 색측정계의 개발 - 실내공기오염이 돌연변이 유도체에 대한 개인노출에 미치는 영향
중 국	<ul style="list-style-type: none"> - 유리타일의 방사능에 대한 연구 - 실내 및 실외환경에서의 자연형 개인용 채집기를 위한 새로운 샘플링 방법
대 만	<ul style="list-style-type: none"> - 실내공기에서 VOC의 GC/MS 해석에 미치는 습도의 영향
홍 콩	<ul style="list-style-type: none"> - 비인식된 TVOC와 인식된 VOC 측정
이 집 트	<ul style="list-style-type: none"> - 고효율 특수필터 시험방법의 비교
미 국	<ul style="list-style-type: none"> - 환기율 측정 방법의 비교 : Perfluorocarbon 추적가스(Tracer Gas) 방법과 가압법 (Fan Pressurization) 시험 - 공기중의 곰팡이 입자 샘플의 준비와 계수절차의 평가
캐 나 다	<ul style="list-style-type: none"> - 재료방출시험과 연구를 위한 실규모 실험실의 성능평가
영 국	<ul style="list-style-type: none"> - 내부건물표면의 추적라벨이 붙은 에어로졸 이동 측정 : IAQ의 의미
프 랑 스	<ul style="list-style-type: none"> - 자연형과 설비형 채집기를 이용한 실험실내 VOC의 측정치 비교
독 일	<ul style="list-style-type: none"> - 사용이 편리한 실내공기 측정시스템 : 바이오 진단 전략 - 집 먼지에서 Pyrethroids Sub-ppm 농도 신속 결정방법
이 태 리	<ul style="list-style-type: none"> - DNPH 방법을 이용한 알데히드와 케톤 최신자동분석기와 래스토랑내 흡연 및 비흡연 구역의 공기 모니터링예의 활용
폴 란 드	<ul style="list-style-type: none"> - 건축 부재 요소에 의한 환기
스 웨 덴	<ul style="list-style-type: none"> - Photoacoustic Spectroscopy에 의한 실내 TVOC 농도의 결정 - 저속열풍속계 시험용 풍동실험실의 기류특성
핀 란 드	<ul style="list-style-type: none"> - 실내기류 특성 파악용 초음파 풍속계의 활용
노르웨이	<ul style="list-style-type: none"> - 거주공간의 청정지표 정의
덴 마 크	<ul style="list-style-type: none"> - IAQ연구를 위한 VOC 발생 시스템 - IAQ와 전자코 - 레이저 도플러에 의한 기계환기시설을 갖춘 실의 기류특성 측정

정법, IAQ의 모니터링, 각종 최신 IAQ 관련 측정 시스템 활용방법 등에 대한 연구결과들이 발표되었다.

발표된 연구들의 주요한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) DNPH 방법을 이용한 알데히드와 케톤 최신자동분석기와 레스토랑내 흡연 및 비흡연 구역의 공기 모니터링에의 활용
DNPH(dinitrophenylhydrazone)방법은 공

기로부터 측정대상물질을 채취하는 것과 DNPH 추출과 HPLC 분석방법을 조합한 방법으로 민감하며 특이성이 있어 넓은 범위의 알데히드와 케톤을 동시에 감지할 수 있다. 다양한 용도이며 컴퓨터로 제어된 이 장치의 핵심은 자동집진장치(Auto Impinger)이다. 이 방법은 Formaldehyde, Acetaldehyde, Acrolein, Acetone 농도의 모니터링에 적용되었는데 레스토랑의 흡연 및 비흡연 구역에 적용된 결과는 그림 9와 같다.

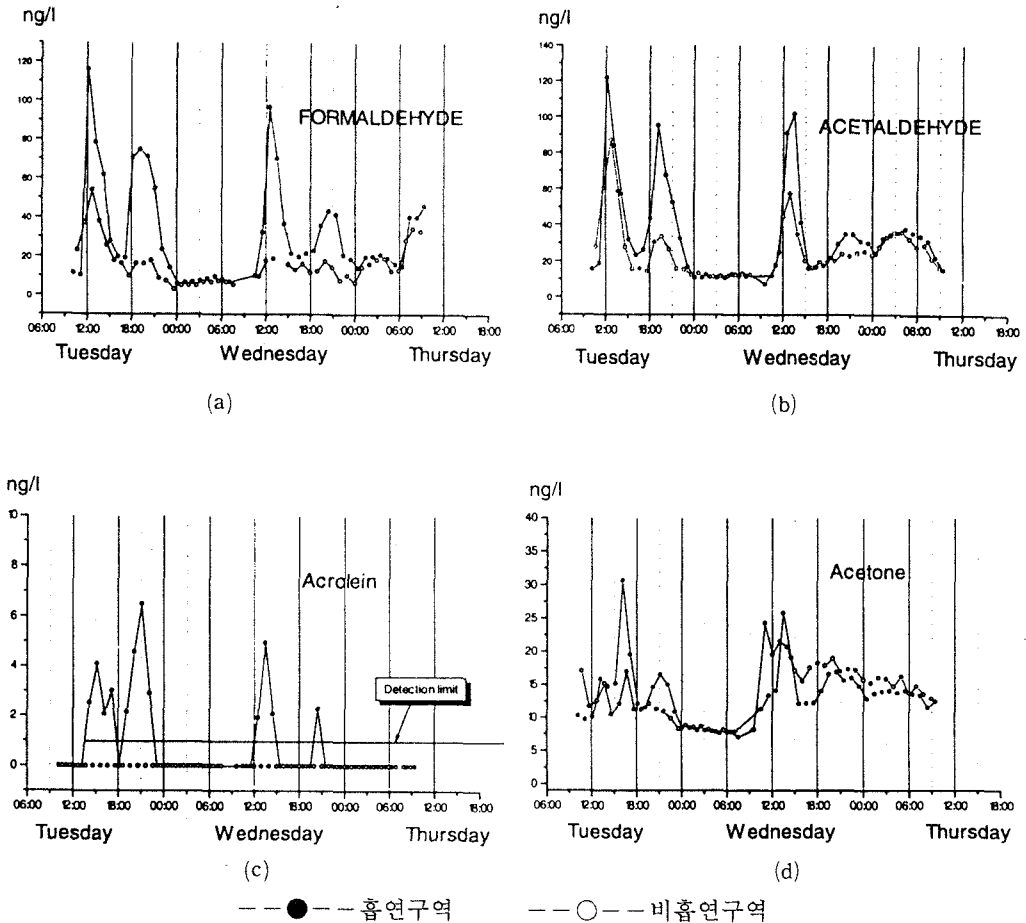


그림 9 2일의 샘플채취기간중에 측정된 Carbonyl compound의 농도

2) IAQ 연구를 위한 VOC 발생 시스템
휘발성 유기물(VOC)로 오염된 공기를 얼마나 인간이 얼마나 지각하는가를 연구하기 위한 장비로 개발되었는데 이 장비는 동적

증기발생기(Dynamic Vapour Generator)와 희석 시스템(Dilution System)으로 구성된다.

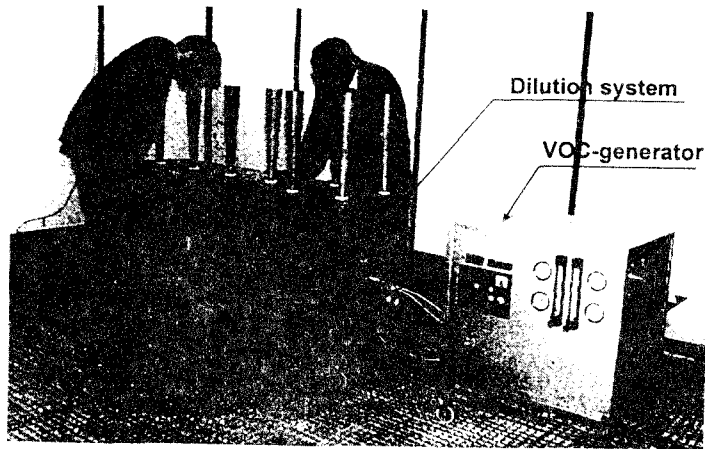


그림 10 VOC 발생 시스템

3) IAQ와 전자코
전자코는 패턴인식 소프트웨어와 함께 센서들 집합 설계된 장치인데 전자코를 사용하여 Decipol로 사무실공간의 감각적인 공기질을 평가하는 것이 가능한지를 조사하기 위하여 2개의 IAQ연구가 수행되었다. 실험데이터의 분석에서 다양한 선형모델과 신경망모델이 사무실공간의 질을 예측하기 위한 센서의 반응 데이터에 적용되었다. B&K사의 8개의 다용도 고감도 Infrared Photoacoustic Spectroscopy 센서와 선형모델을 결합시킨 것이 가장 좋은 결과를 내었다.

4) 실내기류 특성 파악용 초음파 풍속계의 활용

난류실기류에 대한 3차원 초음파 풍속계의

적용성이 검토되었는데 그 연구결과는 전방향성 센서와 비교되었다. 초음파 풍속계는 현장 및 실험실 측정용으로 적합하며 측정된 벡터속도는 전산유체역학 시뮬레이션 결과와 직접적으로 비교될 수 있다. 난류에서 전방향성 센서로 측정된 평균속도와 난류강도는 상응하는 벡터 결과물과 상당한 차이가 있으며 열쾌적평가를 위해 흔히 사용되는 전방향성 결과들은 초음파풍속계로 측정된 결과로부터 계산될 수 있다.

5) 건축 부재 요소에 의한 환기

실내 미기후를 조정하는 기본요소로서 건축부재는 정량적이며 정성적으로 기류에 영향을 미친다.

본 연구는 건축부재를 통한 공기공급량을

결정하는 것으로 위생, 환기, 단열의 측면뿐만 아니라 나아가 제어 및 공급시스템을 통해 증감되어야 할 필요환기량을 예측하는 것이다. 본 연구는 창, 프레임 조인트, 창문턱, 벽의 연결부위 등의 4가지 건물요소에 의한 환기율에 대한 것으로 그 결과로서 환기량과

그 과정의 특성을 결정하는 곡선을 얻었다. 얻어진 결과는 건축요소를 통한 환기 시뮬레이션 모델을 분석하는데 도움이 되며 소위 인텔리전트 부재를 연구하는데 사용될 것이다.

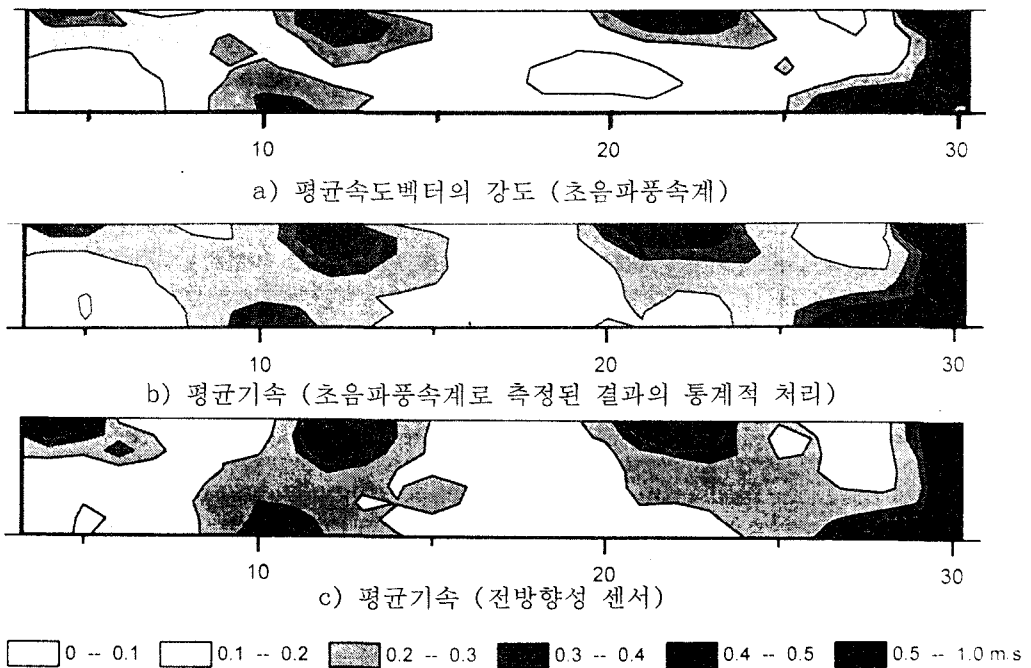


그림 11 초음파 및 전방향성 풍속계로 측정된 대공간의 기류분포

5. 맺음말

이상의 논문을 통하여 세계 전문가들의 실내공기질(IAQ)의 개선을 위한 다양한 측면에서 보다 근본적으로 해결하고자 하는 움직임을 볼 수 있었다.

우리나라에서도 실제적으로 건강한 실내환

경을 창조하기 위해서는 1차적으로 건축자재에서의 오염물질 방출량을 사전에 규제하여 생애기간동안 실내공기의 질을 저하하지 않는 건축자재를 생산하는 것이 필요하며, 2차적으로 건축물의 실내환경에 대한 시뮬레이션, 환기 시스템에 대한 시뮬레이션, 실험을 통한 충분한 사전 검토에 의해 건축물을 설계, 시공해야 할 것이다.