복사냉난방(Radiant Heating and Cooling System) 표준화 추진 동향

방 만 희
기술표준과 주무관
02-509-7251
mapang@mke.go.kr

복사 냉난방(Radiant heating and cooling system) 분야는 공간의 표면에 설치된 방열면에서의 복사 열교환을 통하여 건물의 냉난방을 수행하는 시스템으로 정의할 수 있으며, 가열 혹은 냉각된 공기를 직접 공간에 순환시키는 대류 냉난방 시스템에 비하여 균일한 온도분포를 얻을 수 있을 뿐 아니라 기류에 의한 불쾌감을 해소함으로써 인체의 열쾌적에 보다 유리한 방식이다.

또한 인체와 표면과의 복사 열교환을 이용하여 실온이 낮아도 난방의 효과가 있기 때문에(냉방의 경우에는 실온이 높아도 냉방 효과가 있음) 쾌적 및 에너지 절감을 동시에 이룰 수 있는 선진적인 냉난방 기술로, 우리나라의 온돌 난방은 대표적인 복사난방 시스템이라고 할 수 있다.

우리나라는 생활 수준의 향상에 따라 개인적 차원에서의 well-being 개념 및 사회적 차원에서의 LOHAS (Life style Of Health And Sustainability) 개념의 확산과 더불어 실내 열환경의 개선을 통한 쾌적 및 에너지 절감에 대한 사회적 관심이 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 사회 분위기를 만족시키기 위해, 보다 쾌적하고 에너지 절감을 위한 복사 냉난방 시스템 기준이 요구된다고 할 수 있다

국내의 주거건물에서는 대부분 온수온돌을 이용한 복사난방이 적용되고 있으나, 관련된 기술표준 없이 시공사의 경험에 의하여 복사난방 시스템이 설계, 시공되고 있다. 그러므로 복사난방의 설계에서부터 시스템의 제어 및 열성능 해석, 구성 및 시공, 운영 및 성능평가에 대한 기술 표준이 요구되는 실정이다. 또한 복사냉방을 통해 에어컨에 의한 과도한 전력소비를 저감하기 위한 연구가 국내외에서 꾸준하게 진행되고 있는 실정을 감안하여 복사냉방에 대한 기술 표준화의 필요성이 제기 되어왔다.

이에 따라 지식경제부 기술표준원에서는 다음 4가지 사항의 기술표준화를 목표로 2006년부터 복사냉난방의 국제표준화 및 국가표준화를 추진 중에 있다.

① 복사 냉난방이 이루어지는 공간에서의 열쾌적 기준 설정 및 열쾌적을 만족시키기 위해 복사 냉난방 시스템이 갖추어야 할 열원, 분배시스템, 패널 등의 설계 기준 정립
② 실내 열환경을 쾌적하게 유지하고 에너지 절감을 위한 복사 냉난방의 제어 방법과 시스템의 성능을 평가하기 위한 동적 열성능 해석 방법 정립
③ 복사 냉난방의 설계 기준에 따른 시스템의 구성 및 시공 기준 설정

④ 복사 냉난방 시스템의 커미시닝, 운영 및 유지관리에 필요한 지침 설정, 복사 냉난방 시스템의 성능 평가 항목 및 평가 방법 설정

1. 국제표준화 추진 동향

복사냉난방 시스템의 국제표준화 동향을 살펴보면, 2006년 신설되어 우리나라에서 컨비너를 수임 중인 TC205(건물환경설계)/WG8(복사냉난방시스템)에서 추진 중인 복사냉난방 시스템 관련 7종의 국제표준이 있다. 이는 2007년 우리나라에서 제안하여 승인된 표준안으로 현재 4종의 표준안이 WD(작업문서)단계에 있으며, 2008년 12월 중 2종의 표준안이 CD(위원회 안)로 등록될 예정이다.

표 1 - 복사냉난방(Radiant Heating and Cooling System) 국제표준안

문서 번호	제목	비고
[illegible]	Part 1 : Definition, symbols, and comfort criteria	
[illegible]	Part 2 : Heating and cooling capacity	CD등록예정
[illegible]	Part 3 : Design and dimensioning	
[illegible]	Part 4 : Dynamic analysis	
ISO/AWI 11855-5	Part 5 : Installation and commisioning	
ISO/AWI 11855-6	Part 6 : Operation and maintenance	
ISO/AWI 11855-7	Part 7 : Electric heating system	

1.1 세계가 주목하는 복사냉난방

유럽, 북미, 중국 및 일본에서 복사 냉난방에 대한 관심이 꾸준히 증가하고 있으며, 이 증가세는 복사 냉난방의 시장 규모를 통해 분석할 수 있다.

유럽

유럽에서는 최근 신축 건물의 50% 이상에 복사난방 시스템이 설치되고 있으며, 냉방부하가 상대적으로 작은 유럽 기후의 특성상 복사냉방 시스템의 적용이 증가하고 있음. 특히 유럽에서는 주거건물 뿐 아니라 사무소 건물, 대공간 냉난방에 복사 냉난방을 적용하고 있으며 관련 제품을 취급하는 기업체의 기술 개발 또한 활발하게 이루어지고 있다.

북미

미국에서는 쾌적 및 에너지 절감 등 복사난방의 장점에 대한 인식의 증가로 복사 난방의 적용이 매년 20% 이상 증가하고 있는 추세이다. 북미 시장으로 보았을 때에는 2004년복사난방 시스템으로 $468,000,000의 수익을, 2011년에는 $1,567,000,000의 수익을 거둘 것으로 예상되고 있다. 한편 주거건물에 적용하는 것 이외에, 강설량이 많은 캐나다와 미국북부의 경우에는 실외에 복사 난방을 적용하여 눈을 녹이는 (snow-melting) 기술을 많이 적용하고 있다.

중국

중국의 경우 공기를 직접 대우는 공열식(라디에이터) 난방을 해왔으나 최근 온돌 난방이 급속히 전파되어, 대도시를 중심으로 새로 건설되는 아파트의 20% 이상에서 한국식 온돌 난방이 적용되고 있다. 특히 상하이의 경우 '온돌협회(地暖分会)', '지판채난(地板供暖)협회'가 구성되어 온돌의 보급을 촉진시키고 있다.

일본

일본의 상난방 협회에 따르면 복사난방 시스템의 시장은 매년 12%의 꾸준한 증가세를 보이고 있으며 최근 신축 아파트 등에 한국식 온돌 난방을 표준 사양으로 적용하는 곳이 늘고 있다

1.2 국제표준화의 기대효과

1995년 1월에 제정된 무역상 기술 장벽에 관한 협정(WTO/TBT:Technical Barriers to Trade)은 각국이 건축설비기준과 같은 강제 규격을 제정하는 경우 국제표준을 따를 것을 의무화하고 있다.

따라서 국제표준으로 복사냉난방에 대한 규격이 제정될 경우, 한국도 원칙적으로 그것을 따라야 하며, 이렇게 되면 국내의 난방설비업체는 해외로의 수출에 어려움을 겪게 되며, 지금까지의 기술 체계 또는 제품의 사양을 변경해야하는 상황이 발생하게 된다. 이러한 점을 고려하여, 우리나라에서는 복사냉난방 분야 국제표준을 개발함에 있어 국내 복사 냉난방 기술의 특성을 국제 표준화 활동에 반영하기 위해 주요 건설사, 설비설계사무소, 자동제어 업체 등 관련 산업체의 적극적인 참여를 유도하고 있다.

2. 국가표준화 추진 동향

기술표준원에서는 우선적으로 ISO/TC205 활동을 통한 국제 표준화를 추진하고 있으니, 국가 표준화 또한 국제 표준과 상호 보완적인 관계를 유지하며 추진할 예정이다.

이에 우선 2008년 말까지 "경량온수온돌 패널의 설계 및 시험방법"을 제정하고 향후 국제표준화 추이를 보아 복사냉난방 분야에 필요한 국가표준을 개발할 예정이다.

표 2 - 국가 표준 개발시 고려사항

국제표준			국내 현실	국가 표준 개발시 고려사항
분 류	세부항목	내용구성		
Ⅰ. 설계기준	1. 폐적기준	△	⇒ 폐적기준에 있어서 유럽이나 미국과는 달리 국내는 좌식문화	⇒ · 바닥표면 온도 제한을 다시 고려해야 함 – 국가적인 필요가 수용될 수 있도록 설계 변수를 지정하거나 예외 등급의 형태로 나누는 것 등 제안
	2. 용량결정	○		
	3. 설계/구성	○		
	4. 수배관	×	· 바닥복사 난방 시스템에 있어 거의 모든 건물에 온수배관을 이용해서 바닥난방을 사용	· 바닥 재료의 열특성에 따라 예측치 사용량 및 온도 쾌적범위가 달라지는데 이에 대한 내용도 보완
	5. 열원	×	⇒	⇒ · 수배관 시스템 설계에서 필요한 조건들을 도출 하고, 열원 및 밸런싱등 제어에 관한 내용 보완
	6. 제어	×		
Ⅱ. 동적열성능해석	1. 시스템구성	○	· 에너지절약 설계기준이 사양기준으로 운영되지만, 추후 외국과 더불어 초광베이스 기준으로 나아갈 가능성이 있다.	⇒ · 별도의 수정없이 국제표준안의 내용을 각국의 에너지 관련 기준에 맞추어 적용가능
	2. TABS개념	○		
	3. 간략계산법	○		
	4. 시뮬레이션	○		

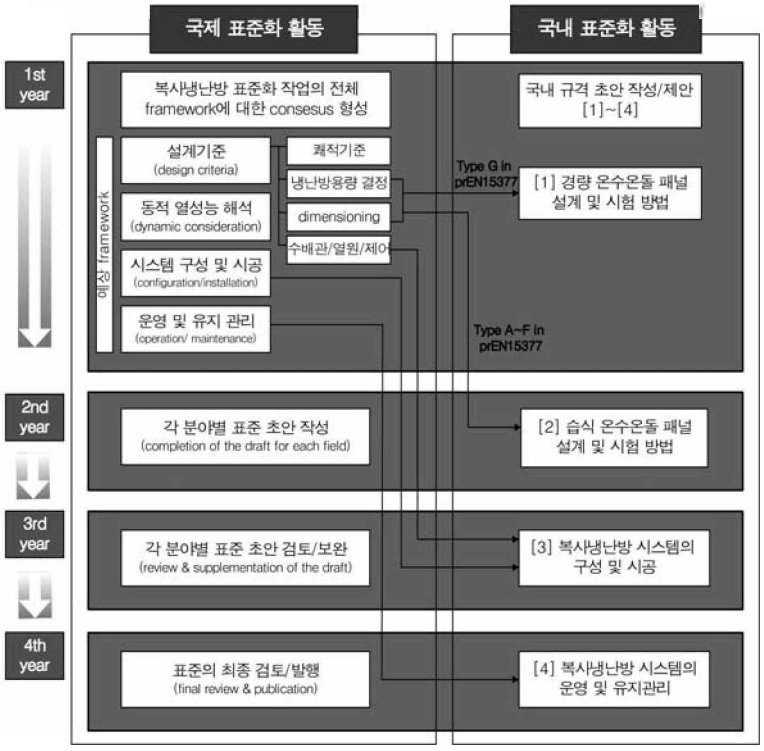


그림 - 국제 표준화 활동과 연계한 국내 표준화 활동

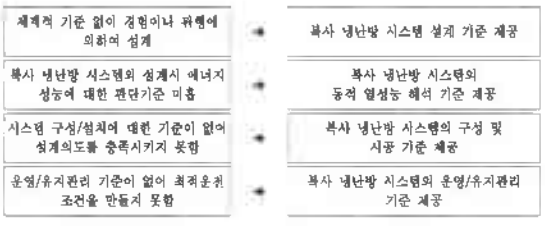
2.1 복사 냉난방의 표준화로 인한 기대효과

복사 냉난방의 표준화 작업은 시스템 설계 기준, 동적 열성능 해석 기준, 패널 및 부속 시스템의 구성 및 시공 기준, 커미셔닝 및 운영·유지관리 기준 등에 대해 작성된다.

이러한 표준화로 인하여, 복사 냉난방이 적용된 건물에서 재실자 쾌적을 만족시키고 건물의 에너지 절감을 유도할 수 있는 복사 냉난방 시스템의 설계 기준을 도출하고, 건물의 유형 및 용도에 적합한 복사 냉난방 시스템을 구성하는 한편 시스템의 성능 평가를 위한 에너지 해석 방법을 정립함으로써 복사 냉난방 시스템의 설계 단계에서부터 운영 단계의 전과정에서 활용할 수 있는 기준을 정립할 수 있을 것이다.

최종적으로 복사 냉난방 시스템에 대한 표준 제정을 통하여 재실자 쾌적 만족을 통한 생산성 향상, 건물의 에너지 절감을 통한 국가 에너지 절감을 도모하고 지속 가능한 설비 시스템 설계/시공 기술을 확대 보급함으로써 냉난방 설비 관련 업체의 기술 경쟁력을 향상시킬 수 있다.

또한 건강한 생활환경 확보로 보건/의료비 등의 사회 간접비용 경감, 삶의 질 향상으로 복지사회 구축을 위한 기본 요구를 충족시키고, 관련 기준의 국제화 선진화를 통하여 관련 산업의 건전한 경쟁력 강화, 최종적으로 건물 부문의 환경 친화형 기술의 발전과 성능 향상에 기여하여 국가의 기술 경쟁력 향상에 기여할 수 있을 것으로 예상된다. 복사 냉난방의 표준화로 인한 구체적인 기대효과를 요약하면 다음과 같다.



2.2 복사 난방 표준화로 인한 경제적 효과

설계 과정 및 설비의 운영단계에서 얻을 수 있는 경제적 효과를 정리하면 다음과 같이 요약할 수 있다.

o 설계과정 정립을 통한 인건비 절감

- 요구 성능을 만족시킬 수 있는 설계 기준 및 절차 제공
- 설계 과정의 간소화, 일관된 프로세스 제공 설계 시간 및 노동력 절감

o 쾌적감 확보를 통한 생산성 향상

- 패널 해석에 근거한 방열량 계산을 통해 적정 열유속 확보 가능
- 설계 온수온도 및 실내온도 유지로 쾌적감 확보 재실자 생산성 향상

o 복사 난방 시스템의 동적 해석을 통한 에너지 소비량 예측

- 동적 열부하 계산에 근거한 열원 사이징이 가능해짐
- 에너지 소비량 예측을 통한 시스템 대안 선정
- 에너지 절약적인 시스템 구성

o 시스템 최적화를 통한 운전비, 유지관리 비용 절감

- 설계가 잘 이루어졌어도 초기 셋팅을 잘못하거나 운용 시 관리기준 부재로 시스템 성능이 저하되는 경우가 많음 → 설치, 커미셔닝 기준을 제공하여 설계안대로 운전될 수 있도록 함
- 운전비, 유지관리비용 절감

2.3 복사냉방의 파급효과

국내 주거 건물의 냉방 시스템으로는 대부분 공기식(에어컨) 이용하고 있으며, 국내 에어컨 수

요는 보급율 약 35%, 매년 600만대 이상의 생산 현황을 보이고 있다.

그러나 에어컨에 의한 에너지 소비량은 매년 급증하고 있으며, 전력설비 6,000만kW 가운데 에어컨에 의한 소비전력이 약 1,000만kW(16%)로 피크부하시 전력수급에 어려움을 주고 있다.

이러한 관점에서, 전력소비를 저감시킬 수 있는 대체 냉방 시스템이 요구되고 있으며 외국에서는 공기를 냉각시키는 방식이 아닌, 구조체를 냉각시켜 냉방을 수행하는 복사 냉방 시스템을 적극적으로 도입하고 있다. 복사 냉방 시스템이 가져올 수 있는 경제적인 파급효과로는 다음과 같은 것들이 있다.

- ○ 설비중복투자 방지: 기존 온돌 배관에 냉수를 공급하여 복사 열교환을 통해 냉방
- ○ 운전에너지 저감: 실온이 상대적으로 높게 유지되어도 낮은 복사면의 온도를 통해 쾌적을 유지할 수 있으므로, 실내 설정온도를 높일 수 있음
- ○ 재생가능 에너지 이용: 상대적으로 높은 온도의 냉수로 냉방이 가능하므로 지역 냉열원, 지중열 등을 효과적으로 이용할 수 있음
- ○ 하계피크부하 저감: 시스템 특성상 연속운전이 필요하며 이는 부하를 분산시키는 효과가 있으므로 최대부하 이전의 효과를 가져올 수 있음

이렇게 복사 냉방을 적용할 경우 에어컨에 의한 냉방 수요를 분담하고, 표준화를 통해 복사 냉방 시스템의 기술 정착 및 시장 진입을 촉진시킨 것으로 전망된다.

3. 복사냉난방 표준화 방향

우리나라는 2천년 이상 복사난방 시스템인 온돌을 이용한 난방 문화를 지켜 왔다. 온돌은 한글, 금속활자와 더불어 한민족 3대 발명품 중 하나라고 할 정도로 과학적이고 선진화된 난방 시스템이다.

오늘날 세계는 이러한 난방 시스템의 쾌적성과 효율성에 주목하고 난방뿐만 아니라 냉방에도 활용하기 위한 기술을 발전시켜 나가고 있다.

2천년의 문화적 경험을 바탕으로, 우리나라에서는 복사냉난방 분야의 선두에 서야 할 것이다.

복사냉난방시스템의 국제표준화를 추진함에 있어 항상 이를 염두에 두어야 할 것이며, 국가표준화를 통한 국내기술수준 향상도 함께 고려되어야 할 것이다.

| 기술표준 2008.11