

공동주택 세대내 결로방지 설계를 위한 실내외 온습도 기준 수립 연구

A Study on the Foundation of the Standard of Temperature and Humidity for Preventing Condensation in Apartment Housings

황하진¹ · 김종엽² · 이종성³

Ha-Jin Hwang¹, Jong-Yeop Kim² and Jong-Sung Lee³

(Received March 28, 2011 / Revised June 28, 2011 / Accepted June 29, 2011)

요 약

최근 공동주택은 에너지 절약을 위한 단열 및 기밀화로 자연 환기량이 감소되고, 세탁물의 실내 건조, 취사 및 목욕 등으로 인해 세대내 결로 발생 가능성이 점점 높아지고 있다. 그러나 실제 생활실태나 환경조건을 반영한 합리적인 결로방지 설계기법이 부족한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 인식하고, 세대내 결로 방지 대처 방안을 강구하기 위해 실제 생활환경 하에서의 실내 온습도 상태를 측정하여 합리적인 결로방지 설계기준을 설정하고자 한다. 또한 기상데이터를 이용한 지역별 외기온의 분석을 통해 합리적인 지역구분 및 결로판정기준용 외기조건을 설정하고자 한다. 결과는 다음과 같다. 결로 판정을 위한 실내 기준은 기온 25℃, 상대습도 55%로 설정하였다. 결로 판정을 위한 실외 기준은 지역을 혹한지, 중부 남부로 구분하고 기온을 각각 20℃, -15℃, -10℃로 설정하였다.

주제어 공동주택, 결로방지 설계기준, 실내 온습도, 외기온도의 표준조건

ABSTRACT

Recently, the chance of dew condensation in apartment buildings is increasing because of several reasons. For example, ventilation rate has been decreased because of high-insulations and airtightness for saving energy. Besides, the humidity has been made by drying washes, cooking and bathing inside of apartment buildings. However, there is lack of reasonable design criteria for preventing condensation in real life and real surroundings. Therefore, this study is aimed at making a reasonable design criteria of preventing condensation by measuring the indoor temperature and humidity in real life. In addition to this, it is aimed at making a reasonable outdoor condition and classifying regions by using weather data. The following are the results. The interior criterion for condensation was set up 25℃ and a relative humidity of 55%. The outdoor criterion for condensation was set up 20℃, -15℃, and 10℃ respectively for the hard frost, middle, and southern areas.

Key words Apartment buildings, Design criteria to prevent condensation, Indoor temperature and humidity, Standards of outdoor temperature

1. 서 론

결로는 일종의 습윤상태로서 어떤 면의 온도가 공기의 노점온도보다 낮을 때 발생된다. 여름철 차가운 물컵의 표면에 발생하는 물방울이나 욕실의 타일에 맺히는 물방울 등이 결로현상이라 할 수 있다.

공동주택의 세대내 결로는 거실, 침실, 현관문, 주방 등 외기와 접하고 있는 부위에서 주로 발생되고 있으며, 슬래브-벽체 접합부위와 같이 단열재가 연속되지 못하는 우각부위, 측

세대의 좌우측벽 주변, P.D/A.D와 면하는 벽 또는 반침 내부, 계단실측 벽면부위, 주방의 조리대와 접한 P.D/A.D 주변 등에서 발생되고 있다. 특히 복도식 아파트 경우 세대 현관문 주위, 그리고 공동주택에서 일반화되어 있는 발코니채시 설치의 경우 발코니와 연결된 벽체 우각부위 등에서 결로의 발생 가능성이 높은 것으로 조사되고 있다. 또한 외기와 직접 면하게 되는 창호 등에서의 발생이 빈번하다.

현재까지 결로 발생의 원인과 대책에 관한 연구를 살펴보면 결로발생 실태조사와 실측을 통한 실내외 온습도 및 결로

1) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원(주저자: hjhwang@lh.or.kr)

2) 한국토지주택공사 토지주택연구원 연구위원(교신저자: jykimgreen@lh.or.kr)

3) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원

발생부위의 표면온도 조사, 실험을 통한 결로방지재의 성능 평가, 시뮬레이션을 통한 결로의 발생유무판단 및 적정 단열 두께의 제시 등 꾸준한 기술개발과 개선이 진행되어 왔다. 그러나 같은 결로 일지라도 다양한 원인, 장소, 타이밍으로 인해 발생되므로 실제 건축물에서 그 원인을 규명하고 대책을 수립하는 것은 결코 쉬운 일이 아니다.

이는 과도한 실내 수증기의 발생이나 환기 부족 등의 이유로 결로 발생을 피할 수 없는 경우도 있으나, 발코니새시가 일반화됨에 따라 실내의 온습도 상태가 변화하고 지역별 외기조건 등 여러 가지 원인으로 인해 결로가 발생할 수 있기 때문에 획일적으로 그 원인을 규명하고 대책을 수립하는데 한계가 있다고 여겨진다. 즉, 부위별 결로 발생 여부를 판단하기 위한 현행 실내온습도는 실내온도 20℃, 상대습도 50%를 가정하여 적용하고 있으나 다른 여러 가지 환경조건을 고려한 설계기법이 부족한 상태이며 결로에 대한 판정이나 방지를 위한 지침이 없는 실정이다. 세대내 결로를 방지하기 위해서는 실제 생활실태나 환경조건을 반영한 합리적인 설계기법의 정립이 절실히 요구되며, 이를 바탕으로 각종 개선방안 및 설계가 이루어져야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 인식하고, 보다 근본적으로 세대내 결로 방지 대책 방안을 강구하기 위하여 실제 생활환경 하에서의 실내 온습도 상태를 측정하여 합리적인 결로 판정 설계기준을 설정하고자 한다.

결로 판정 설계기준 수립을 위한 조사는 2001년 단열기준이 강화되기 이전에 입주한 세대와 2001년 단열기준이 강화된 후 입주한 세대에 대하여 각각 2003년과 2009년 2회에 걸쳐 수행 되었다.

2. 세대내 결로방지 설계기준 설정

2.1 조사개요

현재 국내에서는 공동주택의 생활실태나 환경조건을 감안한 합리적인 결로 저감기술이 구축되어 있지 않아 설계 및 시공에 많은 어려움을 초래하고 있다. 지금까지 결로발생 유무를 검토하기 위한 실내 온습도조건으로는 난방부하계산용 설계값을 이용하고 있지만, 이는 실제 생활실태와 많은 차이를 보일 것으로 예상되며, 방로설계 또한 미약할 것으로 판단된다.

세대내 결로를 방지하기 위해서는 실제 생활실태나 환경조건을 반영한 합리적인 설계기법의 정립이 절실히 요구되며, 이를 바탕으로 각종 개선 방안 및 설계가 이루어져야 할 것이다. 또한 실내 온습도 조건이 같은 경우 외기온도가 낮을수록 표면결로의 발생 가능성이 커진다. 그러므로 지역별 외기온도의 분석을 통해 합리적인 결로판정용 외기조건의 설정이 필요하다.

따라서, 보다 근본적인 세대내 결로 방지대책의 수립을 위

해 측정을 통하여 실제 생활환경 하에서의 실내 온습도조건을 파악하고 이를 바탕으로 합리적인 결로방지 설계기준을 설정하고자 한다. 또한 기상데이터를 이용한 지역별 외기온도의 분석을 통하여 합리적인 지역구분 및 결로판정기준용 외기조건을 설정하고자 한다.

2.1.1 조사대상 세대

세대내의 온습도는 세대가 위치한 지역의 외기조건과 단열두께에 영향을 받으므로 조사대상 세대는 단열기준에 의해 구분되는 중부와 남부로 지역을 구분하였다. 또한 결로는 열교부위가 많을수록 발생위험이 커진다고 판단된다. 따라서 열교부위 발생에 영향을 미칠 수 있는 측세대와 중간세대로 조사대상 세대를 세대위치에 따라 구분하였으며 현관문의 결로발생에 영향을 미칠 것으로 판단되는 편복도형과 계단실형으로 조사대상 세대를 구분하였다.

그림 1은 조사대상 세대의 선정방식을 나타낸 것이며 표 1 및 그림 2는 조사대상 단지의 개요 및 단위세대별 대표평

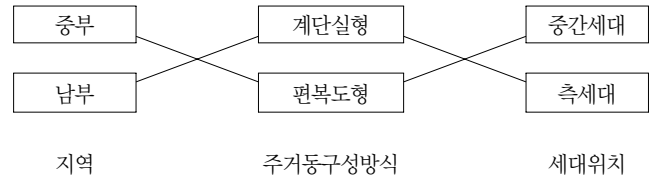


그림 1. 조사대상 세대의 선정방식

표 1. 조사대상 세대의 개요

지역	소재지	세대수 (호)	전용면적 (m ²)	주거동 구성방식	입주 년월	샘플세대수	
						측세대	중간세대
중부	수원	572	46	편복도	'00. 09	12	12
		838	84	계단실	'02. 05	12	12
	춘천	341	46	편복도	'01. 08	14	10
		348	84	계단실	'01. 08	12	11
남부	홍성	636	46	편복도	'01. 09	11	12
		360	59, 84	계단실	'01. 09	12	11
	대구	714	36	편복도	'02. 10	12	12
		656	59, 84	계단실	'01. 05	12	12
총 세대수						189세대	

표 2. 조사대상의 단열두께 및 결로방지재 설계 현황 (단위 : mm)

구분	단열두께*		결로방지재		
	측벽	외벽	천정면		벽면
			측벽, 외벽	코아	
중부	70	50	판상단열재 T15, W300	없음	판상단열재 T15, W300
남부	50	40	없음	없음	없음

* 단열두께는 유리면, 비드법발포폴리스티렌의 적용 기준임.



그림 2. 조사대상단지의 단위세대 평면도

표 3. 조사대상의 측정개요

측정기기	온습도 자동 기록장치(humidity/temperature data logger)
측정위치	전면발코니, 남측침실, 북측침실, 후면발코니의 외벽측 우각부 및 외기 1개소
측정방법	30분 간격으로 48시간 측정
조사기간	2003. 1. 27 ~ 2003. 3. 5

면을 나타낸 것이다. 조사대상 단지의 지역은 중부지역의 수원과 춘천, 남부지역의 홍성과 대구이며 주거동 구성방식, 세대위치 등 세대구분요소별에 따라 약 24세대씩 총 189세대를 선정하였다.

2.1.2 조사방법

세대내 생활실태 조사는 생활양식을 조사하기 위한 설문과 실내 온습도 조사를 위한 측정을 병행하여 실시하였다.

가족구성원 수, 난방관련 사항, 가습기관련 사항, 세탁물건조관련 사항, 환기관련 사항 등은 결로발생에 영향을 미치는 요소이나 본 연구에서는 거주자의 생활방식에 관계없이 실제 어느 정도의 온습도상태로 생활하고 있는지를 파악코자 하였으므로 측정당시 대상세대의 가습기 및 환기장치 가동여부에 대한 조사는 수행하지 않았다.

실내 온습도조사를 위한 측정은 자동으로 온습도를 측정하고 저장할 수 있는 온습도 자동기록 장치를 이용하여 세대당 2일씩 측정하였으며 측정기간 중 대상 단지의 외기온을 1개소에서 측정하였다.



그림 3. 온습도 자동기록 장치를 이용한 실내 온습도 측정

2.2 실내 온습도상태 실측조사 결과

실제 생활환경 하에서 측정된 온습도 데이터를 이용하여 결로판정용 실내 온습도 기준을 설정하기 위해 시간대, 지역, 주거동 구성방식, 세대위치 등 세대구분요소별 온습도 분포를 검토하였다.

남측침실과 북측침실의 주간·야간에 따른 온습도 분포는 그림 4와 같다. 온습도 모두 개구부의 개폐빈도가 낮은 야간이 주간에 비해 높게 나타났으며 기온의 경우 남측침실 주간이 23.3℃, 야간이 23.7℃로 최대 0.4℃이내, 상대습도의 경우 북측침실 주간이 42.2%, 야간이 48.8%로 최대 6.6% 이내의 차이를 보이고 있다. 결로방지 설계기준의 강화를 위해서는 야간 북측침실의 온습도를 이용하여 설계기준을 설정해야

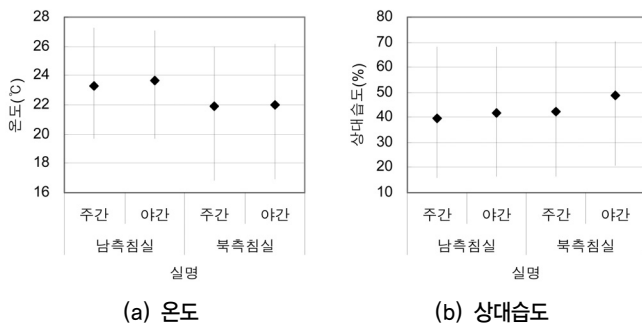


그림 4. 주간야간에 따른 실내 온도의 평균 및 최저최고값

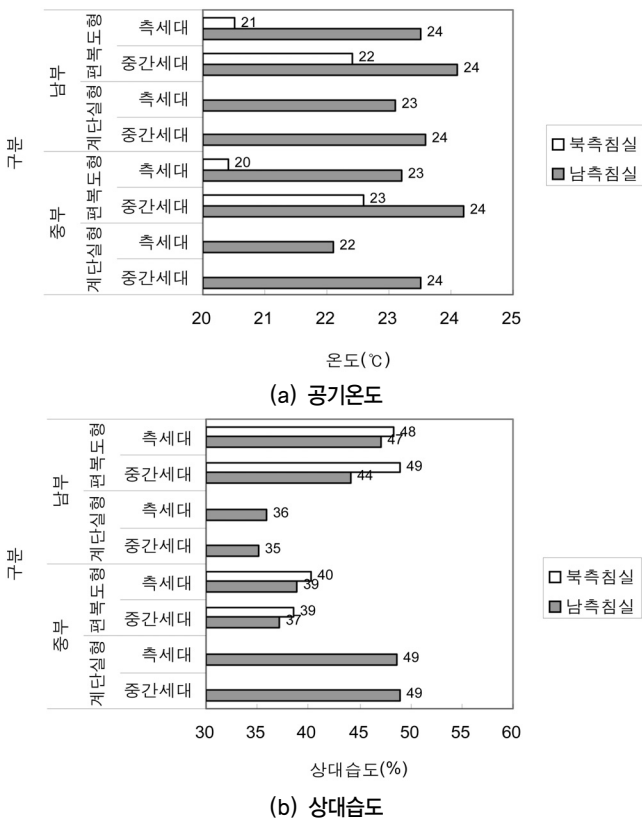


그림 5. 세대 구분요소에 따른 실내 온습도

하지만 동일세대 내의 온습도조건을 남측침실과 북측침실로 구분할 경우 결로방지재의 설계 및 시공상 혼란이 우려됨에 따라 결로판정용 실내 온습도 조건의 설정에 있어 주간과 야간을 구분하지 않고 측정된 데이터를 모두 적용하여 분석하고자 한다.

그림 5는 세대구분 요소별 실내의 온습도를 나타낸 것이다. 실내 기온의 경우 세대위치에 따라 측세대보다 중간세대의 온도가 약 1℃ 높은 것으로 나타났다. 이는 중간세대에 비해 측세대가 외기에 접하는 면적이 크기 때문으로 판단된다. 지역과 주거동 구성방식의 분류에 따른 차이는 보이고 있지 않다. 실내 상대습도의 경우 지역, 세대위치, 주거동 구성방식의 분류에 따른 일정한 경향은 나타나지 않고 있다. 따라서 결로방지 설계기준의 설정은 지역, 세대위치, 주거동 구성방식을 구분하지 않는다.

발코니의 온습도는 외기조건에 큰 영향을 받는다. 따라서 측정하는 시점에 따라 발코니의 온습도는 큰 차이를 보인다. 그림 6은 외기조건에 관계없이 조사시간 동안 측정된 발코니의 온습도 분포를 나타낸 것이다. 측정된 발코니 공간내의 평균 온습도는 9.8℃, 62%로 조사되었다.

2.3 지역별 외기온도 분석

실내 온습도조건 및 구조체의 단열성능이 동일할 경우 외기온도가 낮을수록 실내측 표면온도는 낮아진다. 따라서 외기온도가 낮을수록 실내측 표면결로 발생 가능성은 더 커진

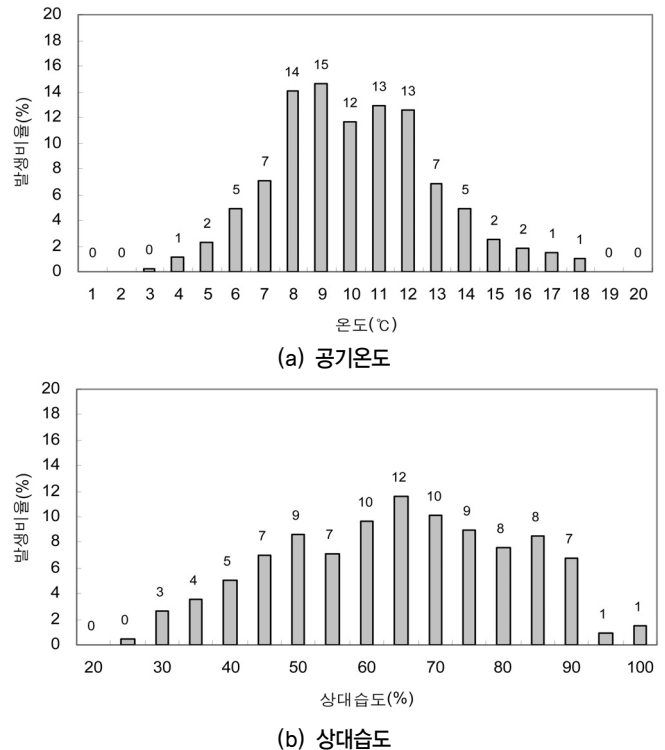


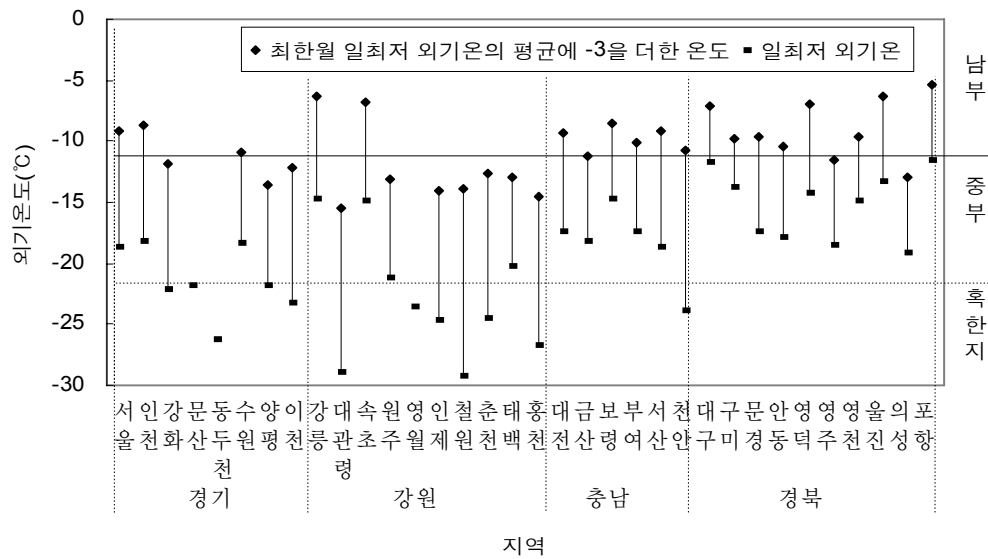
그림 6. 측정기간 동안 발코니공간의 온습도 조성분포

다. 그러므로 외기온도의 표준조건을 일정 기준에 의해 최악 조건으로 설정할수록 구조체의 결로방지 성능은 강화된다.

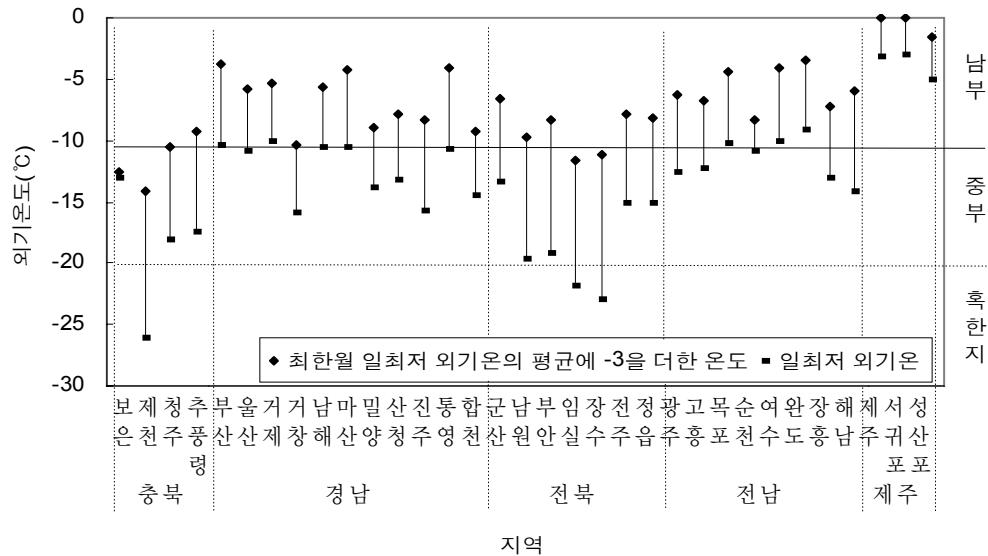
표 4. 결로판정용 외기온 및 지역구분 방법

지역구분	결로판정용 외기온	구분 방법
남부지역	-10℃	최한월 일최저 외기온의 평균에 -3을 더한 온도가 -10℃ 이상인 도시
중부지역	-15℃	최한월 일최저 외기온의 평균에 -3을 더한 온도가 -10℃ 이하인 도시
혹한지역	-20℃	중부지역에 포함된 도시 중 일최저 외기온이 -20℃ 이하로 내려간 적이 있는 도시

결로판정용 외기조건을 설정하기 위해 山田雅士(1979)의 방법에 따라 30년간의 기상 데이터를 이용하여 지역별로 최한월인 1월의 일 최저 외기온도를 구하고 이를 평균한 값에 야간복사에 의한 영향과 일 최저 외기온도의 변동을 고려하여 -3을 더한 뒤, KS F2295 창호의 결로 방지 성능 시험 방법에서 정하는 바와 같이 5℃ 간격으로 0℃부터 -15℃까지 구분하였다. 또한 여기에 최근 7년 이내에 일 최저기온이 -20℃ 이하로 내려간 지역을 혹한지로 별도 구분하였다. 예를 들어 강화의 경우 30년간 측정된 1월 중 일 최저기온의 평균은 -8.8℃이며 여기에 -3을 더하면 -11.8℃이다. 이를 0℃부터 5℃간격으로 구분하면 -10~-15℃사이에 포함되므로 강화의 결로판정용 외기조건은 -15℃로 설정된다. 그러나 강화는 일



(a) 경기, 강원, 충남, 경북



(b) 충북, 경남, 전북, 전남, 제주

그림 7. 지역별 외기조건

표 5. 외기조건에 따른 지역구분

	대한주택공사	에너지절약기준 ¹⁾	개선안
혹한지	경기(강화, 문산, 동두천, 이천) 강원(춘천, 홍천, 원주, 영월, 인제) 충남(천안) 충북(제천) 경북(봉화)	-	경기(강화, 문산, 동두천, 이천, 양평) 강원(춘천, 홍천, 원주, 영월, 인제, 대관령, 철원, 태백) 충남(천안) 충북(제천) 경북(봉화) 전북(임실, 장수)
중부	서울, 인천, 경기 강원(속초, 강릉) 충북(청주, 충주, 보은) 충남(대전, 서산, 보령, 부여) 경북(울진, 문경, 영주, 안동, 의성, 구미, 영천, 영덕) 전북(전주, 정읍, 장수, 남원) 전남(순천)	서울, 인천, 경기 강원(속초, 강릉, 삼척, 동해, 고성, 양양 제외) 충북(영동군 제외) 충남(천안시) 경북(청송군)	서울, 인천 경기(강화, 문산, 동두천, 이천, 양평 제외) 충북(청주, 보은, 충주) 충남(대전, 금산, 부여) 경북(문경, 안동, 의성, 영주) 경남(거창)
남부	기타	강원(속초, 강릉, 동해, 삼척, 고성, 양양) 충북(영동군) 충남(천안시 제외) 경북(청송군 제외) 경남 전북 전남	강원(속초, 강릉) 충북(추풍령) 충남(서산, 보령) 경북(대구, 영덕, 울진, 포항, 구미, 영천) 경남(울산, 거제, 남해, 밀양, 진주, 합천, 산청) 전북(전주, 정읍, 남원, 부안, 군산) 전남(광주, 고흥, 여수, 장흥, 해남, 순천)
제주	-	제주도	경남(부산, 마산, 통영) 전남(목포, 완도) 제주, 서귀포, 성산포

최저기온이 -22.1℃까지 내려간 적이 있으며 이는 -20℃이하의 온도이므로 더욱 안전한 결로방지 설계를 위해 강화의 외기조건은 -20℃로 설정하였다. 이는 다소 과한 설계가 될 수 있으나 공사 공동주택의 결로발생 가능성을 최소화하기 위해 높은 수준의 기준을 적용하였다. 서울, 인천, 대전은 상기방법에 의해 구분할 경우 남부지역에 포함되나 에너지 절약기준상 중부에 포함되어 있다. 따라서 3도시는 에너지 절약기준 및 공사에서 적용된 기존의 지역구분을 반영하여 중부지역에 포함시키는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

그림 7은 기상관측이 이루어지고 있는 전국 67개 도시에 대한 1월 중 일 최저 외기온도의 평균에 -3을 더한 온도와 일 최저기온을 나타낸 것이며 표 5는 상기조건에 따라 지역을 혹한지, 중부, 남부로 구분한 것이다.

2.4 결로방지 설계기준 설정

접합부 열교부위의 실내측 표면결로 발생에 영향을 미치는 환경적 요인에는 실내 공기의 온습도, 외기온도, 실내측 표면에서의 열전달율 등이 있다. 따라서 자료조사 및 측정데이터의 분석을 통해 각 요인에 대한 결로방지 설계기준을 설정하고자 한다.

2.4.1 실내 온습도

표면결로는 표면온도가 공기의 노점온도보다 낮을 때 발생하므로 실내 공기의 노점온도는 실내측 표면결로 발생 여부의 척도가 된다. 노점온도는 공기내 수증기량에 따라 달라지므로, 같은 표면온도에서도 실내공기의 습도조건에 따라 결로발생 여부가 달라진다.

합리적인 실내 온습도조건의 설정을 위해 총 189세대를 선정하여 실제 생활환경 하에서의 온습도를 측정하였으며 측정된 온습도 분포는 그림 8과 같다. 표 6은 실내 온습도의 평균 및 표준편차를 나타낸 것이다. 실내 온도의 경우 21~25℃의 범위에 전체의 약 70%가 포함되어 있으며 평균 22.9℃로 조사되었다. 실내 상대습도의 경우 30%~55%의 범위에 전체의 약 70%가 포함되어 있으며 평균 41.9%로 조사되었다. 여기서 결로방지 설계기준을 강화하기 위해서 측정된 온습도 중 최대값을 설정한다면 실제 생활환경하에서 발생하는 모든 온습도 조건에서 결로가 발생하지 않는 대책을 수립할 수 있겠으나 생산되고 있는 결로방지재의 물성, 철근이 필요로 하는 최소피복두께를 고려해 볼 때 결로방지 설계에 한계가 있으므로 모든 조건을 포함하는 설계는 현재 불가능할 것으로 판단된다. 따라서 설계기준용 실내 온습도는 평균값에 결로방지성능의 강화를 위해 표준편차를 더한 값으로 설정하였다. 설정된 설계기준용 온도는 25℃, 상대습도 55%이며 이는 측

1) 건축물의 에너지 절약기준(2001.5.11)에 의한 지역구분

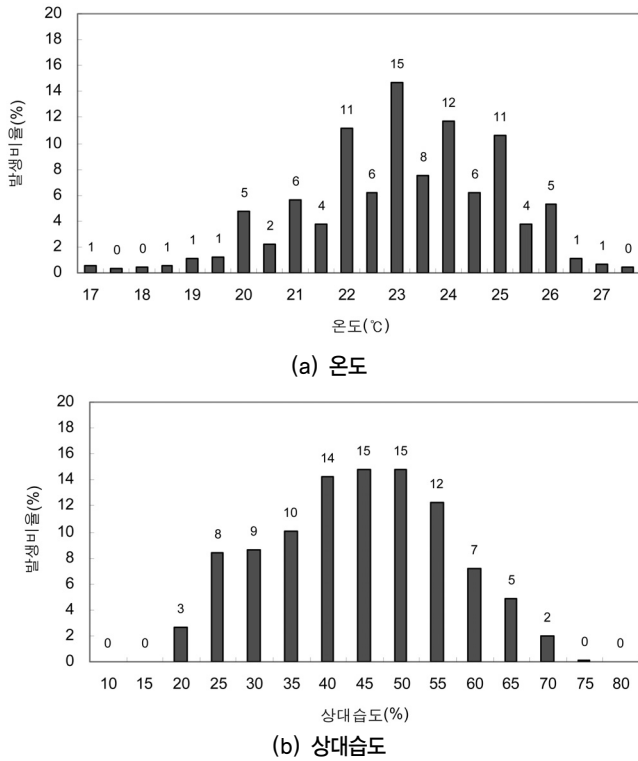


그림 8. 실내 온습도 조성분포

표 6. 실내 온습도 설계기준

구분	평균	표준 편차	설계기준
실내온도	22.9°C	1.9	25°C
상대습도	41.9%	12.1	55%

정된 실내 온습도상태의 약 85%정도 수준을 포함하고 있다.

2.4.2 외기온도

외기온도는 실내측 표면온도에 영향을 미친다. 즉 외기온도가 낮을수록 실내측 표면온도도 낮아진다. 따라서 외기온도가 낮을수록 실내측 표면결로 발생 가능성은 더 커진다. 그러므로 외기온도의 표준조건을 일정 기준에 의해 최약 조건으로 설정할수록 구조체의 결로방지 성능은 강화된다.

결로판정용 외기조건을 설정하기 위해 山田雅士(1979)의 방법에 따라 기상 데이터를 이용하여 지역별로 최한월인 1월의 일 최저 외기온도를 구하고 이를 평균한 값에 야간복사에 의한 영향과 일 최저 외기온도의 변동을 고려하여 -3°C를 더한 뒤, KS F2295 창호의 결로 방지 성능 시험 방법에서 정하는 바와 같이 5°C 간격으로 0°C부터 -15°C까지 구분하였다. 또한 여기에 일 최저기온이 -20°C이하로 내려간 지역을 혹한지로 별도 구분하였다.

표 7은 상기조건에 따라 외기온을 5°C 간격으로 나누고 지역을 혹한지, 중부, 남부로 구분한 것이다.

표 7. 지역별 결로판정용 외기조건

외기온도	지역구분	비 고
-20°C	경기(강화, 문산, 동두천, 이천, 양평) 강원(춘천, 홍천, 원주, 영월, 인제, 대관령, 철원, 태백) 충남(천안), 충북(제천), 경북(봉화), 전북(임실, 장수)	혹한 지역
-15°C	서울, 인천, 경기, 강원(속초, 강릉 제외) 충북(청주, 보은, 충주), 충남(대전, 금산, 부여) 경북(문경, 안동, 의성, 영주), 경남(거창)	중부 지역
-10°C	강원(속초, 강릉), 충북(추풍령), 충남(서산, 보령) 경북(대구, 영덕, 울진, 포항, 구미, 영천) 경남(부산, 마산, 통영, 울산, 거제, 남해, 밀양, 진주, 함천, 산청) 전북(전주, 정읍, 남원, 부안, 군산) 전남(광주, 고흥, 여수, 장흥, 해남, 순천, 목포, 완도) 제주, 서귀포, 성산포	남부 지역

표 8. 조사대상의 측정개요

측정기기	온습도 자동 기록장치(humidity/temperature data logger)
측정위치	대상세대 거실 온습도 1개소, 대상단지 외기 온습도 1개소
측정방법	30분 간격으로 48시간 측정
조사기간	2009. 2. 3 ~ 2009. 3. 19

3. 세대내 결로방지 설계기준의 재검토

3.1 조사개요

현실적인 결로방지 설계기준 수립을 위해서는 실제 거주 상태에서의 실내 온습도 분포에 대한 파악이 필요하다. 이를 위해 토지주택연구원에서는 2003년 전국 189세대를 대상으로 실내 온습도조사를 통해 결로방지를 위한 실내 온습도 기준을 수립하였다(대한주택공사(2003)). 2003년 수립된 실내 온습도 기준은 2001년 입주를 완료한 세대를 대상으로 측정된 데이터를 바탕으로 하였다. 그러나 2001년 단열 기준이 강화됨에 따라 실내 온습도 조건에 변화가 있을 것으로 예상되었다. 따라서 2001년 변경된 단열기준이 적용되어 입주가 완료된 세대를 대상으로 실내 온습도를 조사하였다.

3.1.1 조사방법

세대내 결로방지 설계기준의 재검토를 위한 실내 온습도 조사방법은 2003년 시행방법과 동일하며, 측정개요를 정리하면 표 8과 같다.

3.1.2 조사대상 세대

공사의 결로방지 설계기준에 의거 전국을 3개 권역(혹한지, 중부, 남부)으로 구분하여 실내 온습도를 조사하였다. 또한 2001년 단열규정 강화 이후 설계에 반영되어 입주된 단지를 대상으로 하였다. 표 9 및 표 10은 금번에 조사된 단지의 개요 및 단열기준에 대해 나타낸다.

표 9. 조사대상 세대의 개요

소재지	단지명	세대수 (호)	주거동 구성방식	사업 유형	입주 년월	샘플 세대수
문산	선유2	917	복도형	국민	'08. 06	40
용인	물푸레마을2	389	복도형	국민	'08. 06	40
	함보라마울6	762	계단실형	분양	'08. 05	
광주	송화마을3	853	복도형	국민	'07. 12	40
	송화마을5	576	계단실형	분양	'07. 12	
총 세대수						120

표 10. 공동주택 단열기준

구분	단열두께 (2003년 조사)		단열두께 (2009년 조사)	
	측벽	외벽	측벽	외벽
중부	70	50	95	70
남부	50	40	70	50

표 11. 실내 온습도 측정 결과

구분	흑한지	중부	남부
기온(표준편차)	21.0℃(2.8)	21.5℃(2.9)	19.9(3.1)
상대습도(표준편차)	51.2%(9.3)	43.2(12.0)	55.1(11.3)

표 12. 2003년 수립된 결로방지 설계기준

구분	평균	표준 편차	설계기준
기온	22.9℃	1.9	25℃
상대습도	41.9%	12.1	55%
노점온도	-	-	15.3

표 13. 2009년 측정결과를 바탕으로 분석된 기준

구분	평균	표준 편차	평균+표준편차
기온	21.3	1.7	23
상대습도	50.4	12.4	62.8
노점온도	-	-	15.5

3.2 실내 온습도상태 실측조사 결과

실제 생활환경 하에서 측정된 실내 온습도를 바탕으로 결로방지 설계기준을 수립하기 위해 실내 온습도를 측정하였으며 지역별 측정 결과는 표 11과 같다. 세대내 온습도 조사결과, 기온은 평균 21.3℃, 상대습도는 평균 50.4%로 조사되었다. 결로방지 설계기준 강화를 위해 위 값에 표준편차를 더한 결과 23℃, 62.8%로 나타났다. 기온이 2℃ 낮게 나타났으나 상대습도가 7.8%높게 나타남에 따라 노점온도는 15.5℃로서 기존 결로방지 설계기준의 노점온도인 15.3℃와 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다.

4. 결론

합리적인 결로방지 설계기준의 설정을 위해 거주자의 생활상태에 대한 설문조사 및 실제 생활환경 하에서의 온습도

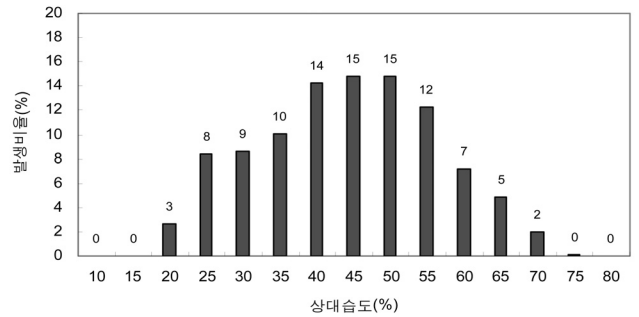
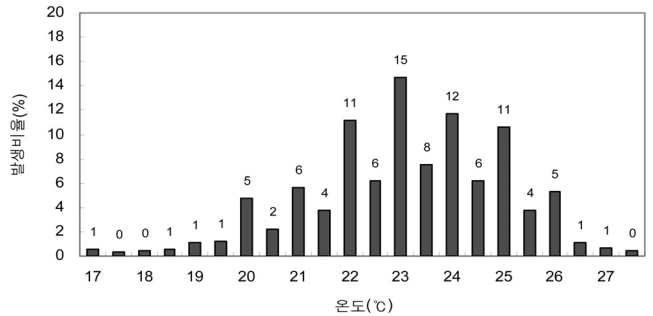


그림 9. 실내 온습도 조성분포

측정 그리고 외기온도의 표준조건을 설정한 결과는 다음과 같다.

1. 실내 온습도상태를 측정 및 분석한 결과 결로 판정기준용 실내 온습도 조건은 온도 25℃, 상대습도 55%로 설정하는 것이 합리적인 것으로 파악되었으며, 이는 실제 생활에서 조성될 수 있는 실내 온습도상태의 약 85%수준을 반영한 설계기준이다.
2. 지역별 결로판정용 외기조건은 기상데이터를 분석하여 흑한지, 중부, 남부로 구분하고 각각 -20℃, -15℃, -10℃로 설정하였다.
3. 2001년 단열 기준의 강화로 인한 실내 온습도 조건에 변화가 있을 것으로 예상되어, 변경된 단열기준이 적용되어 입주가 완료된 세대를 대상으로 2009년에 재검토를 실시하였다. 그 결과, 기온이 2℃ 낮게 나타났으나 상대습도가 7.8%높게 나타남에 따라 노점온도는 15.5℃로서 기존 결로방지 설계기준의 노점온도인 15.3℃와 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다.

참고문헌

1. 국토해양부(2001), 「에너지절약 설계 기준」.
2. 대한토지주택공사(2003), 「공동주택 세대내 결로 방지대책 연구」.
3. KS F 2295, 「창호의 결로방지 성능 실험」.
4. 山田雅士(1979), 「建築の結露」, 井上書院.