



## 공동주택의 단열, 결로방지 설계 사례조사를 통한 설계 계획안 제시

### *A Design Improvement for Insulation and Condensation Prevention by the Case Studies in Apartment Buildings - Focused on The Viewpoint of The Designer*

이상현\* · 정민희\*\*

Sang-Heon Lee\* · Min-Hee Chung\*\*

\* School of Architecture &amp; Building Science, Chung-Ang Univ., South Korea (sangheon123@cau.ac.kr)

\*\* Corresponding author, School of Architecture &amp; Building Science, Chung-Ang Univ., South Korea (mhloveu@cau.ac.kr)

#### ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this study is to derive improvement measures through investigation and evaluation of actual design cases in order to secure insulation and condensation protection performance of apartment buildings. It is intended to present basic data for securing future insulation and condensation prevention design errors and performance of apartment buildings. **Method:** In order to secure insulation and condensation protection performance of apartment houses, the design criteria according to the applicable laws and regulations were reviewed to derive the method of insulation and condensation prevention performance evaluation according to drawings and areas. Based on the performance evaluation method derived, improvement measures were derived through actual design case drawings and simulation analysis. **Result:** The areas where insulation weak spots and error areas appeared repeatedly were walls within the generation, adjacent generational walls, walls facing the bathroom, wall facing the balcony, wall condensation protection material, ceiling condensation protection material, bottom floor, lower bathroom slab, and the evaluation results and improvement measures were presented for each area.

#### KEYWORD

공동주택  
단열  
결로Apartment building  
Insulation  
Condensation

#### ACCEPTANCE INFO

Received Jul 15, 2019  
Final revision received Aug 9, 2019  
Accepted Aug 14, 2019

© 2019 KIEAE Journal

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

정부의 에너지 절감 정책에 따라 공동주택 설계 시 단열성능 확보를 위해 「건축물의 에너지절약 설계 기준[1]」, 「에너지 절약형 친환경 주택의 건설기준[2]」을 만족시켜야 하고 세대의 결로방지를 위해 「공동주택 결로방지를 위한 설계기준[3]」을 근거로 설계를 진행해야 한다.

공동주택은 설계 특성상 다양한 단위세대의 조합으로 주동을 설계한다. 단위세대의 배치에 따라 판상형, 탑상형(타워형) 형태의 주동으로 구성되며 최근에는 두 형태가 결합된 복합형 구조도 많이 나타나고 있다. 주동 구성을 위해 다양한 단위세대의 배치가 설계되며 이는 단위세대 조합에 따른 다양한 접합부위가 발생한다는 것으로 단열과 결로방지 성능측면에서는 취약한 부위로 분류할 수 있다. 주동 전체의 단열 및 결로 성능을 확보하기 위해서는 각 단위세대의 부위별 성능 확보와 각 단위세대를 배치하면 발생된 접합 부위 성능을 확보하기 위한 설계 및 평가가 이루어져야 한다.

2014년부터 2017년까지 A건설사의 실제 공동주택 설계를 살펴

본 결과, 단열재와 결로방지재의 설계가 미흡하거나 과설계되는 설계적 오류가 반복되고 벽체와 슬래브에 접하는 단열 및 결로 취약부위의 패턴이 유사하다는 것을 확인하였다. 이러한 반복적인 오류에 대한 DB를 구축하여 향후 설계자들이 범할 수 있는 있는 설계 오류를 줄이고 실제 현장에서도 참고자료로 활용된다면 시공 오류 발생 및 하자 저감에 도움이 될 것으로 사료된다.

기존 단열, 결로 성능 확보에 관한 연구를 살펴보면 하자 사례 평가, 법규에 대한 개선방안 도출, 불박이장 또는 창호에 대한 설계 개선방안 등에 대한 사례는 많지만 주동 및 단위세대의 접합부 사례 평가에 대한 연구는 미미한 실정으로 분석되었다.

따라서 본 연구에서는 공동주택의 단열, 결로방지 성능 확보를 위한 성능 평가 방법을 제시하고 이를 바탕으로 실제 설계사례 조사 및 평가를 통해 개선방안을 도출하여 향후 공동주택의 단열 및 결로방지 설계 오류 방지 및 성능 확보를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

### 1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구의 범위 및 방법은 아래와 같다. 첫째, 공동주택의 단열 및 결로방지 성능 확보를 위해 해당 법규와 법규에 따른 설계 기준을 고찰하였다. 둘째, 도면 및 부위에 따라 단열 및 결로방지 성능평가 방

법을 도출하였다. 셋째, 도출된 성능평가 방법을 바탕으로 실제 설계 사례 평가를 위해 도면 및 시뮬레이션 분석을 진행하였다. 넷째, 평가 사례를 바탕으로 개선방안을 도출하였다.

## 2. 공동주택의 단열 및 결로방지 성능평가 방법

### 2.1. 법규 현황

#### 1) 단열 설계

공동주택의 단열 설계를 위한 법규는 정부의 에너지 절감정책에 따라 지속적으로 강화되고 있다. 건축물의 에너지절약설계기준은 2008년 1월 11일부터 시행되어 최근 개정 내용은 「국토교통부고시 제2017-881호, 2018.9.1.시행」을 따르고 있고, 친환경주택의 건설기준 및 성능 법규는 2009년 10월 20일부터 시행되어 지속적으로 강화되었다. 2017년 12월 15일 이전의 사업승인을 받은 공동주택은 두 기준을 모두 만족하는 단열 설계를 진행해야 했다. 그러나 친환경주택의 건설기준 및 성능 법규가 에너지절약형 친환경주택의 건설기준[국토교통부고시 제2018-533호, 2018.9.3. 시행] 개정됨에 따라 2017년 12월 15일 이후 사업승인을 받은 공동주택은 에너지절약형 설계기준에서 Table 1.과 같이 규정하고 있는 부위별 열관류율(단위 : W/m<sup>2</sup>·K)에 따라 단열 설계를 진행하면 된다.

Table 1. The thermal transmittance standards for building elements

Elements		Region			
		Central 1	Central 2	Southern	Jeju
Exterior wall of living room	Directly facing the outside air	0.15	0.17	0.22	0.29
	Indirectly facing the outside air	0.21	0.24	0.31	0.41
Top floor	Directly facing the outside air	0.15		0.18	0.25
	Indirectly facing the outside air	0.21		0.26	0.35
Basement	Directly facing the outside air	0.15	0.17	0.22	0.29
	Indirectly facing the outside air	0.21	0.24	0.31	0.29
Interlayer floor of floor heating		0.81			
Window and door	Directly facing the outside air	0.90	1.00	1.20	1.60
	Indirectly facing the outside air	1.30	1.50	1.70	2.00
Exterior side window in balcony		2.40			
Housing door of apartment	Directly facing the outside air	1.40			
	Indirectly facing the outside air	1.80			
Fire door in living room		1.40			

#### 2) 결로방지 설계

공동주택 결로 방지를 위한 설계기준은 2014년 5월 7일부터 시행되었으며 최근 개정내용은 「국토교통부고시 제2016-835호 일부개정, 2016. 12. 7. 시행」에 따라 설계를 진행하고 성능을 평가한다. 500세대 이상의 공동주택 단지에는 의무적으로 적용해야 하며 성능 기준은 Table 2.와 같다. 성능 평가 기준으로 실내와 외기의 온도차이에 대한 실내와 적용 대상 부위의 실내표면온도차이비율(TDR : Temperature Difference Ratio)을 산출하여 평가한다.(실내온도 : 25℃, 상대습도 : 50% 기준)

$$TDR = \frac{\text{실내온도} - \text{적용 대상부위의 실내표면온도}}{\text{실내온도} - \text{외기온도}} \quad \text{식 (1)}$$

또한 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인[국토교통부 2014.5.7. 시행][4]에 따라 결로방지재를 천장과 벽에 아래와 같이 의무적으로 설계해야 한다.

첫째, 단위세대에서 직, 간접으로 면하는 모든 천장슬래브와 경계벽에 결로방지재(열전도율 0.036W/mK 이하)를 폭 300mm, 두께 10mm 이상으로 연속 시공하여야 한다.

둘째, 첫째 항목을 만족하여도 설계도서 검토 시 결로방지 설계기준의 만족여부에 대한 판단이 어려울 경우 전열해석 시뮬레이션을 통해 만족여부를 평가하여야 한다.

일반적으로 건설사에서는 결로방지재의 폭을 기준층은 450mm, 최상층은 750mm를 적용하여 성능을 만족시키고 있다.

Table 2. The TDR standard of apartment houses

Elements		Region			
		I	II	III	
Entrance door	Fire door, front door	Door panel	0.30	0.33	0.38
		Casing	0.22	0.24	0.27
Joints of walls		0.25	0.26	0.28	
Windows facing the outside air	Glass central part		0.16	0.18	0.20
	Glass corner		0.22	0.24	0.27
	Glass casing		0.25	0.28	0.32

### 2.2. 단열 및 결로방지를 위한 성능평가 방법

공동주택 설계 도서에서 단열 및 결로방지 설계 평가에 필요한 도면을 형별 성능관계내역, 단위세대 평면도, 주단면도, 동평면도, 방수, 단열, 결로방지 평면도로 Table 3.처럼 분류하여 성능 평가방법을 제시하였다.

외벽 단열재는 외기에 직접, 간접 접하는 면에 따라 끊기지 않게 연속설계를 해야 하고, 외벽 단열재를 따라 슬래브 하단에 천장 결로방지재를 설계해야 한다. 또한 옹벽에 의해 벽체 단열재가 끊기는 경우 한쪽 면이라도 난방이 적용되는 부위에는 옹벽 양쪽에 벽체 결로방지재를 설계해야 하지만 비난방-비난방 부위는 벽체 결로방지재 생략이 가능하다. 외벽단열재와 천장 결로방지재, 벽체 결로방지재 설계는 서로 유기적인 관계가 있으므로 단열 및 결로방지 설계 시 모두 고려해야 한다.

부위별 결로방지성능 평가 방법은 Table 4.처럼 슬래브-외벽, 세대간 옹벽, 세대내 옹벽으로 나누어 부위별로 분류할 수 있으며 표의 해당 번호를 Fig. 1.에 표기하여 도식화하였다.

## 3. 설계 사례 평가 및 개선방안 도출

### 3.1. 설계 사례 평가 개요

본 연구에서 평가된 설계 사례는 2014년부터 2017년까지 A건설사의 제주도를 제외한 전국의 공동주택 설계 사례 약 50건을 대상으로 도면검토를 진행하였다. 설계 사례 검토는 2장에 제시된 평가 항목을 기준으로 실시하였다.

Table 3. Evaluation method by drawing types

Drawing types	Contents of reviews
Details related to performance by type	- Insulator installation position, type, thickness and heat transmission coefficient shall be checked by area
Floor plans of units	- Missing insulators on the floor plan or areas excessively designed shall be checked. - Joint areas such as window + insulator, insulator + insulator, etc. shall be reviewed. - The areas indirectly facing open air such as AD/PD, E/V shaft, etc. shall be reviewed
Main sectional views of units	- The parts with missing insulators and thermal bridge areas shall be reviewed - Areas where a flat extended to include balcony space and a flat not extended meet with each other one on top of the other shall be checked. - Areas where a system air-conditioner is to be installed inside the roof shall be checked. - The positions where insulators of the lowest floor slab or the slab of the flat on top of the piloti are constructed shall be checked. - The details such as the difference in the heights of the roof and the top floor shall be checked.
Floor plans of blocks	- Wall, ceiling or bottom areas that adjoin other types or that protrude shall be reviewed - Wall, ceiling or bottom areas which divide a flat extended to include balcony space and a flat not extended shall be reviewed - Flats of which the piloti adjoins a flat on the same floor or one floor down (Adequacy of the condensation prevention material position shall be checked.) shall be reviewed - Flats on the top floor with no flats on both sides (Adequacy of the condensation prevention material position shall be checked.) shall be reviewed
Floor plans of water-proofing, insulation, and prevention of condensation	- Type of insulator and position of condensation prevention material by area shall be checked. - It shall be checked whether the ceiling condensation prevention material is connected to the wall insulator. - If the ceiling condensation prevention material is disconnected by a concrete retaining wall, it shall be supplemented using a wall condensation prevention material. - Criteria for application of wall condensation prevention material · Boundary wall between two heated spaces: Wall condensation prevention material shall be installed on both sides. · Boundary wall between a heated space and unheated space: Wall condensation prevention material shall be installed on both sides. · Boundary wall between two unheated spaces: Wall condensation prevention material may be left out.
Subsidiary welfare facilities and others	- Insulator type, thickness and missing parts shall be checked by area.

Table 4. Method of evaluating condensation prevention performance by area

No.	Area		Content of evaluation
1	Slab-Outer walls	Ceilings	- A condensation prevention material shall be installed on all slab-boundary walls of flats directly or indirectly facing open air. - It shall be checked whether the ceiling condensation prevention material is connected to the wall insulator. - If the ceiling condensation prevention material is disconnected by a concrete retaining wall, a wall condensation prevention material shall be installed.
2-1	Retaining walls between flats	Wallpapered surfaces	To be installed on both sides of the wall (heated-heated or unheated areas)
2-2		Unpapered surfaces	Installation of condensation prevention material shall be left out (unheated-unheated areas)
3-1	Retaining walls inside flats	Wallpapered surfaces	To be installed on both sides of the wall (heated-heated or unheated areas)
3-2		Tiled surfaces of bathroom	Condensation prevention material + epoxy bond + tile

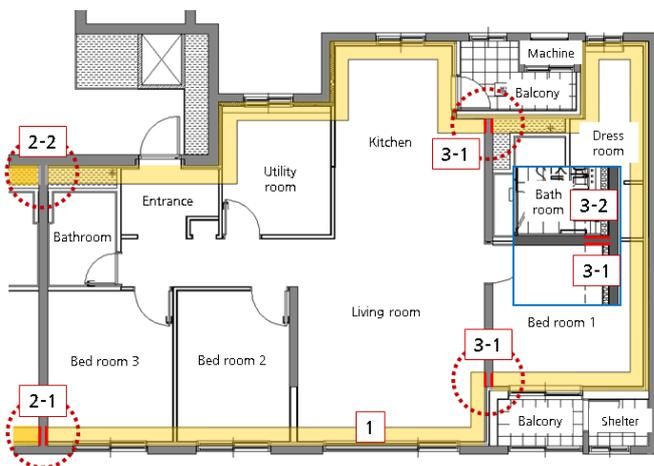


Fig. 1. Evaluation area for insulation and condensation prevention

도면상 설계 변경이 가능한 오류는 도면 수정으로 개선사항을 도출하였고 단순 도면 검토로 판단이 어려운 경우 전열해석 프로그램

으로 분석 후 평가를 진행하였다.

전열해석 프로그램은 ISO표준 해석 규격 코드와 타당성 평가가 가능하고 수렴의 정밀도가 높은 PHYSIBEL을 이용하였다[5]. 본 성능 평가에서는 용도에 맞게 정상상태의 열흐름을 갖는 BISCO 9.0W(2차원 해석), TRISCO 12.0W(3차원 해석)를 이용하여 용도에 맞게 분석하였다.

평가 결과, 단열 취약 부위의 패턴이 유사하고 설계 도면상에 나타나는 오류 부위가 반복적인 것을 확인하였다. 이를 바탕으로 세대 부위별로 세대 외벽 접합부, 인접세대 경계벽, 욕실에 면한 내벽, 발코니에 면한 벽체, 벽체 결로방지재, 천장결로방지재, 최하층 바닥, 욕실 슬래브 하부로 분류하여 개선방안을 도출하였다.

### 3.2. 개선방안 도출

#### 1) 세대 외벽 접합부 단열

단위세대 내 외벽에 대한 단열, 결로방지 성능 평가를 실시하였다.

Table 5.는 침실2 우각부와 AD/PD 면의 조적으로 인해 벽체 단열재가 끊는 것으로 단열 설계 변경이 필요하다. 이에 대한 대안으로 AD/PD 내부 단열재와 침실2의 단열재를 연속 설계하면 단열 성능 확보 및 결로 발생을 저감시킬 수 있다.

Table 6.은 외벽 돌출 설계(주방, 식당부위)에 따라 벽체 단열재가 끊겨 벽체 결로방지재를 양 쪽 벽에 설계하였다. 그러나 주방, 식당부위의 외벽 단열재와 벽체 결로방지재가 이격되어 (약 10~20mm) 열교현상에 따른 결로성능 분석이 필요할 것으로 판단하였다. 시뮬레이션 분석 결과 열교는 발생되지만 표면온도가 17.1°C로 법적기준인 13.9°C(이슬점 온도)를 만족하는 것으로 분석되었지만 이러한 열교부위는 결로하자 가능성을 높이기 때문에 설계를 지양해야 한다.

Table 5. AD - PD adjacent part

Existing case	Improvement plan

Table 6. The exterior wall - interior wall joint connection

Drawing	Simulation result

2) 인접세대 경계벽 단열

인접세대 경계벽에 대한 단열 및 결로성능 평가를 실시하였다. Table 7.은 세대 경계벽이 난방공간과 난방공간 사이에 위치하고 있어 단열재가 불필요하다. 단열재가 과설계된 부분으로 벽체 단열재 및 석고보드를 삭제하고 벽체 우각부위에 벽체 결로방지재를 설계하여 개선하게 되면 자재 및 시공비가 절감되어 시공성도 향상될 수 있다.

Table 7. Partition wall between housing unit

Existing case	Improvement plan

3) 욕실에 면한 내벽

Table 8.은 욕실 내부에 벽체 단열재가 과설계된 경우로 현관과 욕실 사이에는 난방공간이므로 단열재를 설계하지 않아도 된다. 욕실 벽체에 설계된 단열재를 삭제하고 현관에서부터 이어지는 천장결로방지재 설계 라인에 맞춰 벽체 결로방지재를 보완해 주면 개선이 가능하다. 욕실은 공간 특성상 타일로 마감을 한다. 타일은 단열재면보다 포졸면에 시공할 때 부착강도가 높아져 타일 탈락에 따른 하자예방에도 도움을 줄 수 있다.

Table 8. A wall facing a bathroom(entrance - bathroom)

Existing case	Improvement plan

4) 발코니에 면한 외벽 단열

Table 9.는 외벽 벽체 단열재의 불연속 설계 사례로 단열이 끊긴 부분에서 열교가 발생하여 결로하자가 예상된다. 주로 공동주택 최상층 펜트하우스 설계 시 주로 나타나는 오류로 창호와 벽체 단열재가 끊기지 않게 연속 설계하면 단열 및 결로성능을 만족시킬 수 있다.

Table 9. Insulation discontinuity design(Balcony)

Existing case	Improvement plan

5) 벽체 결로방지재 설계

난방 공간-비난방 공간과 난방-난방 공간의 경계벽(Fig. 1. 3-1 참조) 양쪽면에는 벽체 결로방지재가 설계되어야하고, 비난방-비난방 공간(Fig. 1. 2-2 참조)의 경계벽에는 벽체 결로방지재를 설계하지 않아도 된다.

Table 10.의 경우 욕실이 외벽에 접해있고 한 쪽이 난방공간인 경우로 양 쪽 벽면에 벽체 결로방지재를 해야 한다. 양 벽면 모두 벽체 결로방지재가 누락됨에 따라 욕실과 AD/PD면에 설계를 보완하면 성능을 만족시킬 수 있다.

Table 11.은 난방 - 난방 구간에서 자주 발생하는 설계 오류로 벽체 결로방지재가 외벽 단열재와 연속으로 설계되지 않은 경우이다. 개선방안으로 침실 부위의 벽체 결로방지재를 외벽 단열재와 연속되게 연장시키면 법규를 만족시켜 결로 하자 가능성을 저감시킬 수 있다.

비난방 - 비난방 구간의 경계벽 양 쪽에 벽체 단열재 또는 결로방지재를 설계하는 사례가 많이 발생된다. Table 12.는 벽체 결로방지재와 외벽 단열재까지 중복으로 과설계되어 벽체 결로방지재와 단열재를 모두 삭제하여 설계를 개선할 수 있고 이에 따라 자재비, 노무비 절감이 가능하여 시공성을 향상시킬 수 있다.

Table 10. A part between heated space and unheated space(AD/PD -bathroom)

Existing case	Improvement plan

Table 11. A part between heated spaces (Bedroom - Bedroom part)

Existing case	Improvement plan

Table 12. A part between unheated spaces(AD/PD - AD/PD part)

Existing case	Improvement plan

6) 천장 결로방지재 설계

천장 결로방지재는 외벽 벽체 단열재를 따라 직접, 간접외기에 접한 면에 설계해야 한다. Table 13.은 간접외기인 코어부위에 면한 부위에 천장 결로방지재가 누락 설계된 경우로 천장 결로방지재를 보완하면 개선할 수 있다. 이런 경우는 주로 단위 세대 조합에 따라 나타나는 설계 오류의 대표적인 사례로 단위세대 위치가 측벽부위 또는 세대 사이에 끼어있는 지에 따라 천장 결로방지재와 벽체 단열재 설계 여부를 면밀히 검토해야 한다.

이와 반대로 Table 14.는 천장 결로방지재가 과설계 되어 천장 결로방지재의 위치를 AD/PD 내부로 조정하고 불필요한 실내 구간의 천장 결로방지재를 삭제하면 법규와 성능을 만족시킬 수 있다.

Table 13. Missing ceiling condensation resistance material (Unit - core part)

Existing case	Improvement plan

Table 14. Over-design ceiling condensation resistance material(Unit - AD/PD part)

Existing case	Improvement plan

7) 최하층 슬래브 하부 단열

단열 설계 시 Table 15.와 같이 최하층 바닥의 보 하부 단열재를 누락하는 경우가 빈번히 나타난다. 본 사례는 보의 두께가 1,500mm로 슬래브 하단보다 상대적으로 두꺼워서 단열재 설계를 누락한 경우로 실제 콘크리트 1,500mm의 열관류율은 0.85W/m²·K(실외측 표면열전달저항 : 0.15m²·K/W, 실내측 표면 열전달저항 0.086m²·K/W 적용)로 중부 1 기준 0.21W/m²·K에 만족하지 않는다. 콘크리트 1,500mm를 적용하여 계산하여 단열재 두께를 슬래브 하단과 다르게 설계할 수는 있지만 현장 시공성을 높이기 위해서 슬래브 하단에 설치하는 단열재와 동일하게 설계하여 시공성 및 단열성능을 개선할 수 있다.

Table 15. The beams of bottom floor

Existing case	Improvement plan

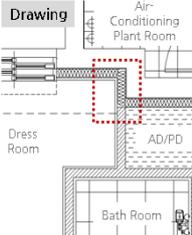
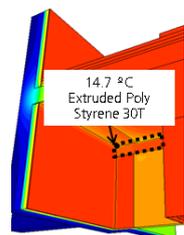
8) 옥실 슬래브 하부 단열

공동주택에서 일반적으로 옥실을 설계할 때 옥실의 물 넘침과 슬리퍼 간섭 때문에 슬래브를 30mm정도 낮춰서 설계한다. 슬래브를 낮춰서 설계하다보니 평면도상으로 확인이 어려운 단열취약 부위가 발생하게 된다. Table 16.의 경우 옥실 슬래브를 세대 층고보다 낮춰 설계하면서 AD/PD부위도 함께 슬래브를 낮춰서 설계 및 시공된 사례이다. Table 16.의 기존 사례 사진 처럼 옥실 슬래브 하부 측면에

대한 상세도가 마련되어 있지 않아 실제 현장마다 시공을 상이하게 하고 있다. 본 사례는 외기(실외기실 포함)에 접한 욕실 설계 시 욕실 하부 측면에 적정 단열재 설계를 위한 개선방안으로 현장에서 시공 기준 선정 시 참고가 가능하다. 적정 단열재 선정을 위해 시뮬레이션을 이용해 분석한 결과는 다음과 같다.

측면 단열재를 설계하지 않을 경우 드레스 룸의 우각부 표면 온도는 7.5°C, 천장 결로방지재(압출법보온판 3호 10T, 열전도율 0.031W/m·K)적용 시 13.1°C로 결로성능 기준인 이슬점 온도13.9°C보다 낮아 결로성능을 만족하지 못하였다. 개선 방안으로 압출법보온판 3호 30T 단열 설계를 강화하면 우각부 표면 온도가 14.7°C로 개선되어 결로성능을 만족하는 것으로 분석되었다.

Table 16. Selection of insulation materials on the lower side of bathroom slab

Existing case		Improvement plan
 <p>Drawing</p>	 <p>Picture</p>	 <p>14.7 °C Extruded Poly Styrene 30T</p>

#### 4. 결론

공동주택 설계는 정부의 에너지 절감 정책에 따른 단열 설계와 거주쾌적성을 높이기 위한 결로방지 설계가 의무적으로 적용되고 있다. 공동주택은 단위세대의 조합으로 주동을 설계하여 다양한 주동 형태가 발생하게 되고 이에 따른 단열 취약부위가 발생하게 된다. 본 연구에서는 실제 단열 및 결로방지 설계 사례 평가를 통해 실무에서 주로 발생하는 단열 취약부위의 패턴이 유사하다는 것을 조사하였고 도면 및 시뮬레이션 분석을 통해 개선사항을 도출하여 공동주택의 단열 및 결로 설계 시 설계 오류를 방지 할 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다.

본 연구의 결론은 다음과 같다.

단열 및 결로방지 성능 평가 방법으로 도면별, 부위별 평가 방법을 제시하였다. 도면별 평가는 설계도서의 형별 성능관계내역, 단위세대 평면도 및 주단면도, 동평면도, 방수·단열·결로방지 평면도에 따라 각각 세부적으로 평가를 진행하였다. 부위별 결로방지성능 평가를 위해 슬래브-외벽 접합부(천장), 세대간 옹벽(도배면, 비도배면), 세대내 옹벽(도배면, 욕실타일면)에 대해 평가 내용을 제시하였다.

제시된 방법에 따라 단열 및 결로방지 성능 평가를 진행한 결과, 단열 취약 부위 및 오류 부위가 반복적으로 나타난 부위는 세대 외벽 접합부, 인접세대 경계벽, 욕실에 면한 내벽, 발코니에 면한 외벽, 벽체 및 천장결로방지재, 최하층 및 욕실 슬래브 하부였고 각 부위에 대한 평가 결과 및 개선방안을 도출하였다.

세대내 벽체의 경우 외벽 단열재가 연속설계 되지 않아 단열이 끊기는 사례가 많이 발생되었다. 인접세대간 벽체는 단위세대 설계 조

합으로 주동을 설계함에 따라 측벽의 단열재를 삭제하지 않고 그대로 설계하여 단열재를 과설계하는 경우가 발생하였다. 개선방안으로 단열재를 삭제하고 결로방지재로 보완하여 실제 현장에서는 자재비 및 시공비가 절감되는 효과도 기대할 수 있다.

욕실에 면한 벽체 설계 시 마감재로 타일을 적용하는데 타일은 골조면에 접착하는 것이 단열재에 접착하는 것보다 하자 예방에 도움이 되므로 가능하다면 벽체 단열재에 타일을 접착하는 설계는 지양해야 한다.

주로 공동주택 최상층 펜트하우스 설계 시 주로 나타나는 설계 오류는 테라스 문 주변 벽체 단열재가 끊기는 경우로 벽체 단열재를 연속 설계하면 성능을 만족 시킬 수 있다.

벽체 결로방지재 설계의 경우 난방-난방, 난방-비난방 접합부위의 양쪽 벽에 모두 설계해야 하는데 비난방 벽면에 설계를 누락하는 경우가 많이 발생하고 비난방-비난방 구간에는 벽체 결로방지재와 벽면단열재를 설계하지 않아도 되는데 과설계되는 경우가 발생한다.

천장 결로방지재의 경우 간접 외기에 접하는 면에 설계를 누락하여 보완해야하는 경우, 시공성을 저감시키는 불필요한 과설계에 따른 위치 조정으로 개선이 가능하다.

최하층 바닥을 설계할 때 슬래브 하부뿐만 아니라 보의 하부에도 시공성을 위해 슬래브하단과 동일한 단열재를 설계해야 하며 욕실 슬래브를 세대 층고보다 낮춰 시공하는 경우 욕실 슬래브 하부 측면 부위에 단열재를 압출법보온판 3호기준으로 30T를 설계해야 결로성능을 확보할 수 있는 것으로 분석되었다.

본 연구에서는 단열 및 결로방지 설계관점에서 평가를 진행하여 추후 설계 면적, 단열재별 성능 등에 대한 다양한 요소가 반영된 평가 방법을 제시하는 연구가 필요하다. 또한 설계 시 빠른 의사결정을 위해 이러한 사례 DB구축은 지속적으로 이루어져야 하고 다양한 매체를 통해 공유되어야 한다고 사료된다.

#### Reference

- [1] 국토교통부, 건축물의 에너지절약설계기준, 국토교통부고시 제2017-881호 // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Energy Conservation Design Standards for Buildings, MOLIT Notice No. 2017-881)
- [2] 국토교통부, 에너지절약형 친환경주택의 건설기준, 국토교통부고시 제2019-321호 // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Standard for the Construction of Energy-Saving Environmentally Friendly Housing, MOLIT Notice No. 2019-321)
- [3] 국토교통부, 공동주택 결로 방지를 위한 설계기준, 국토교통부고시 제2016-835호 // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Design Criteria for Preventing Condensation in Apartment Houses, MOLIT Notice No. 2016-835)
- [4] 국토교통부, 공동주택 결로 방지를 위한 상세 가이드라인 // (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Detailed Guidelines for Preventing Condensation in Apartment Houses)
- [5] 이상헌 외 3인, 다차원 전열해석을 통한 공간간소형 외단열 공법의 열 성능 개선효과에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 계획계, Vol.32, No.09, 2016, pp.121-128 // (Lee, Sang-Heon, Choi, Ji-Hye, Baik, Ho, Effectiveness of the Thermal Performance Improvement for Concurrent EIFS through Multi-dimensional Heat Transfer Analysis, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, Vol.32, No.09, 2016, pp.121-128)