碩士學位請求論文
2013학년도

共同住宅 結露 瑕疵의 改善方案

A Study on the Improvement Directions regarding the Condensation Defects of Apartment House

한국건설법무학회

光云大學校 建設法務大學院

建設法務 私法 專攻

李 貞 基

共同住宅 結露 瑕疵의 改善方案

A Study on the Improvement Directions regarding the Condensation Defects of Apartment House

한국건설법무학회

光云大學校 建設法務大學院

建設法務 私法 專攻

李 貞 基

共同住宅 結露 瑕疵의 改善方案

A Study on the Improvement Directions regarding the Condensation Defects of Apartment House

指導敎授 朴 相 烈

이 論文을 法學 碩士學位 論文으로 提出함

2013년 12월

光云大學校 建設法務大學院

建設法務 私法 專攻

李 貞 基

한국건설법무학회

李貞基의 法學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ (印)

審 査 委 員 _____ (印)

審 査 委 員 _____ (印)

한국건설법무학회

光云大學校 建設法務大學院

2013年 12月

감 사 의 글

지금 제 머릿속에 2011년 11월 22일 '감정포럼' 부터 많은 영상들이 지나갑니다. 입학여부를 두고 며칠을 고민한 끝에 '내딛으세요. 그래야 하나님이 돕습니다. 하세요' 라는 오세재목사님의 음성에 따라 발걸음을 내딛은 결과 지금 이 순간을 맞았습니다. 분명한 것은 나의 의지와 행동으로 되어진 것이 아니고 내 곁에서 항상 나를 이끌어 오신 하나님이 계심이 분명하므로 이 모든 영광을 하나님께 돌립니다.

그때 제 자신에게 약속한 것은 '청주에서 다닌다고 절대 결석하지 말고, 모든 행사에 참석한다.' 였고, 지난 2년간 내 머릿속 영상을 글로 표현하자면 2012년 2월 제주도 신입생환영회 때 9기 선배님들의 군대 행진하듯 해변 둘레 길을 함께 걸으면서 제주도 바다의 청회색 빛깔이 주는 감동과 해외연수로 캄보디아 앙코르와트, 태국 방콕, 중국 북경, 베트남 호치민에서 그때 원우님들과 함께 나눴던 시간들이 매우 소중한 기억으로 다가옵니다.

월계동 본교에서 수업하는 1,2학기 때 천둥 번개치는 여름밤, 함박눈 내리는 겨울밤 중부고속도로를 달려 집에 도착하여 '감사합니다. 지금 여기에 있는 것이요' 하면서 혼잣말을 했던 기억... 수업시간에 법률용어가 어려워 헤매고 있을 때 강재철교수님의 '설명과 설득' 의 명료한 강의에 내 눈과 귀가 열리고 가슴이 뻥 뚫렸던 경험, 앉아서 우리나라와 세계의 건설발전사를 꿰뚫어 강의하시는 김희국교수님, 김영수교수님께 '기여도' 기준을 질의했을 때 명쾌한 답변을 들으면서 이런 것이 대학원수업임을 마음으로 느꼈습니다.

무사히 출석만 하면 졸업이 되는 줄 알았는데 아뿔사 석.사.논.문. - 자료를 찾아 읽고 제가 법원감정 10년 하면서 접했던 아파트의 결로가 가장 심각한 하자로 인식되어 결로 현장사례를 접목하여 논문을 진행하였지만 하면 할수록 내 부족함을 확인하고 '포기' 라는 단어가 나를 엄습할 때 지도교수님이신 박상열교수님의 탁월한 전화지도로 겨우겨우 마무리하였으나 어디에 내놓기 부끄럽습니다.

한국건설법무학회

결로 관련 자료를 '아' 하면 '어' 까지 찾아준 박동은실장님, 외국 현장경험을 정리해 주신 하영백전무님, 'ABSTRACT' 를 기꺼이 맡아 준 영문학 교수 막내제부 Park, 둘째 딸이 대학원 다닌다고 자랑하시는 팔순의 친정아버지 이.병.욱, 바쁘다고 끼니 못 챙길까봐 전화로 확인하시는 친정엄마 정.정.순, 쉽지는 않겠지만 마음먹었으면 해보라고 용기 준 남편 Kim, 군입대를 앞둔 아들 김성우는 애매한 표정으로 '엄마는 할 수 있을거야 ' 라던 아들은 제대하여 복학을 했으며, '해외연수 1년 다녀올 동안 졸업이나 하셔' 하고 미국으로 떠난 딸 김원경이 오늘 돌아오고, 지난 2년의 세월이 영상으로 다가옵니다.

그동안 교수님들과 동기 선 후배 원우님들, 친구들에게 많은 도움을 받았습니다. 모든 분들에게 감사와 고마운 마음을 이 지면에 전합니다. 감사합니다.

2013년 최한월에 이정기

한국건설법무학회

국문요약

공동주택 결로 하자의 개선방안

(1) 공동주택 결로 발생원인과 개선방안

결로(結露, Condensation)란 습공기가 차가운 물체의 표면에 닿으면 공기 중에 함유된 수분이 응축되어 그 표면에 이슬이 맺히는 현상을 말하며, 이것은 공기와 접한 물체의 표면 온도가 그 공기의 노점온도(露店溫度, dew point temperature) 보다 낮을 때 일어나는 현상이다.

공동주택에서 결로가 빈번히 발생하는 부분은 측벽과 직접 연결되어 있는 내벽체 부분, 세대간벽 부분, 외부와 연결된 벽체 부분, 간접공간인 엘리베이터 피트와 AD(Air Duct)·PD(Pipe Duct)와 접한 최상층과 최하층의 세대내 벽체에 결로가 주로 발생한다. 이는 외부와 연결된 벽체가 열교(Thermal Bridges)역할을 하기 때문이다.

공동주택에서 설계상 오류로 인한 세대내 결로 발생원인은 설계당초 단지계획에서 북향에 위치한 측벽에 온종일 햇빛이 들지 않아 한겨울에 결로가 발생하므로 단열재를 보완해야 하며, 설계시 구조적으로 평면이 어긋난 부분의 결로 발생원인은 열교현상을 예상하여 결로방지 단열재 상세도면을 작성하여 시공에 반영해야 할 것이다.

시공상 오류로 인한 세대내 결로 발생원인은 설계도면에는 표기되었으나 단열재 누락 및 미시공으로 곰팡이가 발생되며, 또한 발코니의 외부창호 설치가 일반화된 현재 이미 실내공간이 된 발코니 내부의 벽과 천정에 단열재를 설치하지 않아 결로로 인한 곰팡이가 세대내 결로 중 가장 심하게 발생한다.

생활사용상 잘못으로 거실벽의 곰팡이 발생원인은 가습기 사용, 실내에서 빨래 건조, 국물 요리시 주방후드 미사용, 욕실사용 시 환기팬 미가동 등 생활 습관의 잘못으로 과도한 습기로 곰팡이가 발생된다.

여름철 우기시 지하주차장 결로 발생원인은 지하수의 영향으로 지하층의 바닥과 벽의 표면온도 저하와 여름철 우기시 외부 습공기가 램프 등 출입구를 통해 내부로 유입되어 지하주차장의 바닥과 벽체표면에 결로가 발생한다.

한국건설법무학회

이는 여름철의 습도 높은 공기의 노점온도(露店溫度, dew point temperature)보다 지하주차장 내부의 바닥과 벽체의 표면온도가 더 낮아 결로가 발생하는 것이다.

그러므로 공동주택 결로하자 개선방안으로 설계상, 시공상, 생활사용상 오류로 인한 결로로 구분하여 개선방안을 제시하면, 설계오류로 인한 결로 개선방안으로 첫째 국토교통부에서 2013년 10월에 발표한 '공동주택 결로방지를 위한 상세도 가이드라인' 은 세대내 표면 결로를 방지할 수 있는 가이드라인은 제시되었지만, 세대내 발코니가 이미 실내공간으로 편입되었음에도 본 가이드라인에서 누락된 바, 추가로 발코니 결로방지 상세도 가이드라인이 작성되어 발코니 곰팡이 발생을 방지하여야 할 것이다. 둘째 최한월에 -20℃를 기록한 지방을 혹한기 지방으로 별도 구분하여 '건축물의 에너지 절약 설계기준' 에 추가 적용하여 단열재 두께를 보완하여 결로 발생을 방지하여야 할 것이다.

시공오류로 인한 결로 개선방안으로 첫째 공동주택의 최상.하층의 AD(Air Duct) · PD(Pipe Duct)의 세대내 욕실벽체 혹은 침실벽체에 줄눈 부실시공, 벽체 미장 및 단열재 누락이 원인이므로, 설계도면에 단열재가 누락되었더라도 단열재 설치, 정밀한 줄눈시공, 조적벽 미장하여 결로 및 악취를 방지하여야 할 것이다. 둘째 EPS 단열재(스티로폼) 설치시 반드시 습한 쪽에 방습지를 설치하여, EPS 단열재(스티로폼)의 단열기능을 확보할 수 있도록 하여야 한다. 셋째 발코니 외부창호 설치 시 발코니 내부 결로 개선방안은 내벽과 천정에 단열재 및 단열몰탈을 설치하여, 이미 실내공간이 된 발코니의 결로를 방지하여 입주민의 쾌적한 환경을 보장하여야 한다.

생활 사용상 오류로 인한 결로 개선방안은 입주민이 생활하면서 발생하는 습기로 인해 세대내부에 결로가 발생하므로, 주방후드, 욕실 환기팬 및 ERV 상시 가동하고 가습기사용 자제와 실내 빨래건조 지양하여 실내 습도를 높이지 않는다.

여름철 지하주차장 결로 개선방안은 바닥은 조습기능이 있는 하드너 마감, 엘리베이터홀과 비상계단 벽체마감은 조습기능이 있는 노출콘크리트로 하고, 출입문 상하부에 통기구를 설치하여 자동차 배기열이 벽체 표면온도를 높일 수 있도록 한다. 또한 중동국가의 사례와 같이 장기적으로 우리나라도 여름

한국건설보안학회

철 지하층 결로 발생방지를 위해서 코펙과 같은 지하 외벽방수 보호보드를 시공하여 지하벽체의 표면온도를 노점온도 이상으로 유지하여 결로를 방지함이 바람직할 것으로 생각된다.

(2) 공동주택 결로하자의 법적 하자보증 책임과 결로방지 대안제시

공동주택 하자담보와 관련한 법은 민법, 건설산업기본법, 주택법, 집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률 등에 규정되어 있으며, 각 법률에서는 하자보수나 보수기간, 하자담보책임기간, 하자산정기준 등에 대하여 규정하고 있다.

공동주택에서 발생한 하자는 다양한 요인에 의하여 발생하는바 하자의 책임소재에 대한 판단기준을 명확하게 확립하는 것은 사실상 어려움이 있다.

공동주택 하자범위 및 시설공사별 하자담보 책임기간은 주택법46조 주택법 시행령 제59조제1항 관련 [별표6]과 [별표7]에 규정되어 있는데, 결로에 해당되는 부분은 10.마감공사의 바.단열공사이며 하자담보책임기간은 2년이다.

공동주택 결로하자와 관련한 법원판결은 2010년 이후이며, 설계도면과 동일하게 시공되었음에도 결로가 발생하면 설계상 하자로 보아 시공사가 하자보수를 하지 않아도 된다는 불인정되는 추세이고, 발코니 결로는 발코니 외부창호를 시공한 주체가 시공자이면 시공사가 결로하자보수를 해야 한다고 인정하는 추세이다.

입주민은 쾌적한 환경에서 살기를 원하므로 안락한 주거환경을 보장해 주어야 한다.

그러나 공동주택의 세대내 결로하자는 입주민 보건환경에 직접 영향을 미치는 부분으로, 공동주택 구조체의 열교부분을 차단할 수 있도록 설계 당시부터 결로방지 상세 설계도 작성과 결로 발생을 예방할 수 있는 우수한 단열재 개발이 필요하며, 외부에 노출된 구조체 접합부의 단열 시공과 요철부분이 없는 측벽은 외단열 공법으로 시공할 것을 대안으로 제시한다.

우리의 눈에는 보이지 않지만 우리의 주거문화의 개선과 에너지 절감을 위해서 눈에 보이지 않아 소홀히 대한 구조체의 단열에 이제는 눈을 돌려야

한국건설법무학회

할 시기라 본다.

향후 공동주택의 중요한 하자는 지금까지 논의되었던 구조체의 균열이 아니라, 입주민의 경제와 직결되는 냉난방비 증대와 입주민의 건강과 직접적인 관련이 있는 세대내 결로 하자라고 생각한다.

따라서 공동주택의 구조체를 통한 열교현상의 차단과 세대내 결로방지를 위하여 구체적인 상세도와 고성능 단열재 개발 및 단열재 접합부의 정밀한 시공이 요구된다.

한국건설법무학회

ABSTRACT

A Study on the Improvement Directions regarding the Condensation Defects of Apartment House

Lee, Jung Gee
Major in Private Law
Graduate School for Construction Law
Kwangwoon University

Ⅰ. The causes and improvement directions of generating condensation of apartment house

Condensation is a phenomenon that dew forms on the surface by being condensed with contented water when humid air meets on the surface of cold water. This phenomenon is caused when the surface temperature of the matter in contact with air is lower than the dew point temperature of air.

Condensation in apartment house often occurs in the parts of interior wall being connected with side wall directly, the parts of walls between households, walls within households between the top floor and the bottom floor connected indirect spaces-elevator feet with AD(Air Duct)·PD(Pipe Duct). The reason is that the walls connected with exterior play role of thermal bridges.

Generating condensation within households of apartment house by the error of design is surveyed by mildew from condensation of walls such as bad rooms within side wall household to the north in winter. The parts connected with awry wall of apartment house with awry construction plan must be constructed by making a specification plan

for condensation prevention with the interior heat insulator.

There are also the phenomena of condensations by the error of constructions. The exterior windows and door of balcony generate the hardest mildew by not making a plan of heat insulator on the walls and ceilings which are already generated the interior space of balcony whether households or construction company executes the current exterior windows and doors.

The mildew generated on the walls of living rooms by the error of living use is found. The causes of a lot of mildew by extreme humidity are wrong habits of living to dry the wash in the living room and operating a range-hood in case of cooking the liquid part of a dish in the dining room, operating bathroom fan or ERV and self-controling a humidifier.

Also, a high percentage of humidity in summer causes condensation in the bottoms and walls of an underground parking lot by the effects of underground water. Underground water makes the temperature on the ground be lower than exterior temperature in summer season. Being lower of the surface temperature in bottom and wall in rainy season causes condensation on the surface of the bottom and wall by inputting a lot of humid air toward interior through lamp and exit. This phenomenon of condensation comes from the lower surface temperature of the bottom and wall interior to an underground parking lot than the dew point temperature of high humid air.

Thus, this paper will suggest the improvement directions on the condensation defects of apartment house by being classified into design, construction and living use. The improvement directions on condensation by the error of design are these two followings. First, the Department of the National Territory and Public Transport suggested the guideline to prevent the surface condensation within households by writing the specific design of condensation prevention as 'A Guideline of Specific Design for Condensation Prevention of Apartment House' that announced in December, 2013. However, this guideline omitted the fact in spite of containing a balcony within households as interior space already. Thus,

광운대학교 건설법무학회

writing the additional guideline of specific design for condensation prevention in balcony is needed to prevent generating mildew from the condensation of balcony wall and ceiling where germinate much mildew in interior. Second, being classified into bitter cold regions for the region recorded to the degree of −20 Celsius in the coldest month, generating condensation must be prevented by making up for the thickness of a heat insulator and by applying to 'The Design Level for Energy Saving of Construction' in addition.

The improvement directions of condensation by the errors of constructions are following. First, the bathrooms walls or bedroom walls within households of the top floor and the bottom floor of apartment house cause mildew, the smell of tobacco and a stink. These causes come from AD, illegal construction practices of PD wall line wall painting and an omission of a heat insulator. Despite the omission of a heat insulator in design, the installation of a heat insulator, specific construction of line and wall painting can prevent condensation and stink. Second, the function of EPS heat insulator must be secured by installing a damp−proofing paper toward humid phrases in case of the installation of EPS heat insulator. Third, improvement direction of condensation of interior balcony in case of the installation of balcony exterior window and room help the residents to keep clear circumstances by preventing condensation of balcony which has already contained in interior space.

The improvement directions of condensation by the error of living use causes the condensation within households because of the humidity generating during the residents' living. Operating a range−hood in dining room, bathroom fan or ERV can decrease the generating of condensation by the high humidity, excluding from using a humidifier and drying the wash.

The improvement directions of ground condensation of underground parking lot in summer are the use of exposure concrete to help humidity in elevator hall and exit stair, heightening the surface temperature of wall car's exhaust by installing ventilation above or below a doorway. It is desirable to prevent the generating of condensation by keeping the

한국법무학회

surface temperature of underground walls to the degree of above dew point temperature by constructing exterior underground water-proofed board, COPACK to prevent condensation on the underground in summer for a long-period like an example of the Middle East.

II. Legal warranty responsibility for condensation defects of apartment house and alternative ideas for condensation prevention

Defect security and related laws of apartment house are defined in Civil Law, the Basic Laws regarding Construction and Industry, Housing Laws, Laws regarding Possession and Management of Congregate Buildings. Each law defines the period of defect maintenance and maintenance, the period of defect security responsibility and a standard of defect reckoning.

The factors of almost the defect generating in apartment house are various. The responsibility's whereabouts of generating the defect can be classified into the phases of designers, constructers, controllers and residents. It is hard to judge whether the defects depend on the resident or construction badness, that is, it is difficult for the resident to impose the responsibility of the defect outbreak.

Defect range of apartment house and the responsible terms of defect mortgage each facility construction are defined in the Article 46 of Housing Law, the Article 59-1 of Housing Executive Law. The part of condensation and the responsible term of defect mortgage is 2 years.

The residents want to live in clear circumstance, so must keep for the residents be comfortable housing atmosphere. Condensation defect within households of public houses effects on the resident's living circumstance directly. The development of excellent heat insulator is needed to prevent the outbreak of condensation. Also, writing specification design for condensation prevention, specific construction of structure parts and side wall without the parts of ruggedness suggest an alternative idea of exterior heat insulator by a method of construction.

Although we can't see in our eyes, we must take care of the heat

insulator of constructs to improve the culture of living and staying and to save energy. I think the important defects of apartment house in future don't depend on the cracks of constructs discussed above, but on the increase of cool and heat expense related with the residents' economy and the condensation within households connected with the residents' health. Therefore, we must meet a concrete specification plan, the development of a high-level heat insulator and precise construction for connected parts of heat insulator.

한국건설법무학회

목 차

감사의 글 ····· i

국문요약 ····· iii

Abstract ····· vii

목 차 ····· xii

그림목차 ····· xv

표 목 차 ····· xvi

사진목차 ····· xvii

제1장 서언

제1절 연구의 배경 및 목적 ····· 1

제2절 연구범위 및 방법 ····· 2

제2장 결로의 개념과 판정기준

제1절 결로의 개념 ····· 2

제2절 공동주택 결로하자 판정기준과 보수방법 ····· 3

Ⅰ. 결로하자 판정기준, 보수방법 및 비용 ····· 3

Ⅱ. 결로의 하자판정·조사방법 및 보수비용 산정기준 ····· 5

Ⅲ. 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인 ····· 23

제3장 공동주택의 결로 발생원인과 보수방안

제1절 공동주택 결로가 빈번히 발생하는 부위 ····· 26

한국건설법무학회

제2절 현장사례로 살펴본 공동주택의 결로 ····· 29
Ⅰ. 설계오류로 인한 결로 현장 ····· 29
Ⅱ. 시공오류로 인한 결로 현장 ····· 42
Ⅲ. 생활사용상 오류로 인한 결로 현장 ····· 56
Ⅳ. 지하주차장 여름철 결로 현장 ····· 58

제3절 공동주택의 결로 발생원인 ····· 63
Ⅰ. 설계오류로 인한 결로 ····· 64
Ⅱ. 시공오류로 인한 결로 ····· 64
Ⅲ. 생활사용상 오류로 인한 결로 ····· 65
Ⅳ. 지하주차장 여름철 결로 ····· 66

제4절 공동주택 결로 하자의 보수방안 ····· 66
Ⅰ. 설계오류로 인한 결로 하자 ····· 66
Ⅱ. 시공오류로 인한 결로 하자 ····· 67
Ⅲ. 생활사용상 오류로 인한 결로 하자 ····· 68
Ⅳ. 지하주차장 여름철 결로 하자 ····· 68

제4장 공동주택 결로 개선방안

제1절 공동주택 결로가 입주민에게 미치는 영향 ····· 69

제2절 공동주택 결로 개선방안 ····· 70
Ⅰ. 설계오류로 인한 결로 개선 ····· 70
Ⅱ. 시공오류로 인한 결로 개선 ····· 75
Ⅲ. 생활사용상 오류로 인한 결로 개선 ····· 77
Ⅳ. 지하주차장 여름철 결로 개선 ····· 78

제5장 공동주택 결로하자 법적 책임

한국건설법무학회

제1절 하자의 개념과 유형별 구분 ····· 79
Ⅰ. 하자의 개념 및 정의 ····· 79
Ⅱ. 하자의 유형 ····· 81

제2절 공동주택 결로 하자의 법적 책임 ····· 82
Ⅰ. 하자담보 책임 관련법규 ····· 82
Ⅱ. 하자의 책임 소재 판단기준 ····· 84
Ⅲ. 공동주택 하자범위 및 시설공사별 하자담보 책임기간 ····· 88

제3절 공동주택 결로 하자의 분쟁현황 ····· 92
Ⅰ. 공동주택 결로 하자에 대한 판례 ····· 93
Ⅱ. 공동주택 결로 하자 판결 분석 ····· 94

제6장 결어 ····· 95

참고문헌

1. 논문 ····· 99
2. 단행본 ····· 100
3. 공동주택 결로하자 관련 소송판례 ····· 101

한국건설법무학회

그 림 목 차

<그림 2-1> 세대벽체에 대한 결로의 판정기준 및 흐름도 ·····6
<그림 2-2> 세대창호에 대한 결로의 판정기준 및 흐름도 사례 ·····8
<그림 2-3> 발코니 결로의 판정기준 및 절차 흐름도 ·····9
<그림 2-4> 기타 공용부에 대한 결로의 판정기준 및 흐름도 ·····11
<그림 2-5> 창호의 온도측정위치 ·····14
<그림 2-6> 창호 결로 측정장비 ·····14
<그림 2-7> 온도 측정 위치 ·····15
<그림 2-8> 단열-건물요소-열저항과 열투과율의 현장 측정(KS L ISO 9869) ·····16
<그림 2-9> 습공기 선도곡선을 이용한 노점온도 조사방법 ·····20
<그림 2-10> 우각 부위에서 발생한 결로하자의 보완예시 ·····21
<그림 2-11> 가이드라인의 기본 대상 및 범위 ·····24
<그림 3-1> 판상형 공동주택 평면상의 주요 결로 발생 가능 부위 ·····26
<그림 3-2> 탑상형 공동주택 평면상의 주요 결로 발생 가능 부위 ·····27
<그림 3-3> 지하주차장 엘리베이터 진입로, 홀 및 비상계단 하부 ·····28
<그림 3-4> 침실1,3의 측벽에 결로수 및 곰팡이 발생함 ·····29
<그림 3-5> 32평형 결로 방지 평면도 ·····33
<그림 3-6> 측벽 단열, 결로 방지 일람표 ·····34
<그림 3-7> 어긋난 평면에서 접합부 단열재 미설계로 결로발생 ·····35
<그림 3-8> 외벽에 면한 AD,PD에 단열재 누락 ·····38
<그림 3-9> 측벽에 접한 AD,PD에 단열재 누락 ·····41
<그림 3-10> 측벽에 접한 AD,PD에 단열재 올바른 설치방법 ·····41
<그림 3-11> 측벽세대 열교부분 단열몰탈 바르기 표기 ·····42
<그림 3-12> 결로 방지 단열재 평면도 ·····43
<그림 3-13> 최상층 단열재 설치 단면도 ·····47
<그림 3-14> 발코니 외부창호가 설치된 입면도 ·····50
<그림 3-15> 발코니 외부창호가 설치된 평면도 ·····50
<그림 3-16> 발코니 단열, 결로방지 일람표 ·····53
<그림 3-17> 발코니 결로 발생 위치 ·····54
<그림 3-18> 발코니 외부 샤시 설치에 의한 결로 위험 증가 ·····76

광운대학교 건설법무학회

표 목 차

<표 2-1> 세대벽체 결로하자의 보수방법 및 산정기준 ·····21
<표 2-2> 창문에 대한 하자보수처리방안 ·····22
<표 2-3> 발코니 결로하자의 보수방법 및 비용산정기준 ·····22
<표 2-4> 기타 공용부에 대한 하자보수처리방안 ·····23
<표 4-1> 열성능에 따른 TDR값의 범위 ·····72
<표 4-2> 단열재의 두께 ·····73
<표 4-3> 지역별 결로판정용 외기조건-혹한지역 ·····75
<표 5-1> 하자의 구분 ·····81

한국건설법무학회

사 진 목 차

<사진 3-1> 침실1 측벽의 결로수로 인해 장롱수납 불가 ·····30
<사진 3-2> 반침2 측벽 곰팡이 현황 ·····30
<사진 3-3> 측벽에 위치한 화장대 벽 곰팡이 현황 ·····31
<사진 3-4> 침실3 측벽의 곰팡이 현황 ·····31
<사진 3-5> 반침 측벽 결로로 인한 변색 ·····32
<사진 3-6> 측벽에 위치한 화장대 벽 곰팡이 현황 ·····32
<사진 3-7> 101동 1502호 구조 접합부 파우더실 벽체 곰팡이 발생 ·····35
<사진 3-8> 01동 602호 구조 접합부 파우더실 벽체 곰팡이 발생 ·····36
<사진 3-9> 102동 1502호 파우더실 벽체 곰팡이 발생 ·····36
<사진 3-10> 102동 1402호 파우더실 벽체 곰팡이 발생 ·····37
<사진 3-11> 102동 1202호 파우더실 벽체 곰팡이 발생 ·····37
<사진 3-12> 욕실 벽면 타일 표면 결로수 맺힘 ·····38
<사진 3-13> 욕실장 내부까지 결로 현상 확대 ·····39
<사진 3-14> 벽면 상부 타일 해체 후 확인 작업 ·····39
<사진 3-15> 조적벽 줄눈작업 불량, 외기 유입 ·····40
<사진 3-16> 204동 1901호 안방 코너 곰팡이 발생 ·····42
<사진 3-17> 204동 1801호 안방 코너 곰팡이 발생 ·····43
<사진 3-18> 공지붕 하부 단열재 W=400 설치현황 ·····47
<사진 3-19> 203동 1004호 최상층세대 안방 커텐박스 곰팡이 ·····48
<사진 3-20> 202동 1204호 최상층세대 안방 커텐박스 곰팡이 ·····48
<사진 3-21> 202동 1203호 최상층세대 안방 커텐박스 곰팡이 ·····49
<사진 3-22> 1609호 거실 발코니 천장 곰팡이 발생 ·····51
<사진 3-23> 1701호 거실 발코니 천장 곰팡이 발생 ·····51
<사진 3-24> 1822호 거실 발코니 천장 곰팡이 발생 ·····52
<사진 3-25> 1905호 거실 발코니 천장 곰팡이 발생 ·····52
<사진 3-26> 발코니 벽체 곰팡이 발생 ·····56

한국산업대학교

<사진 3-27> 생활 사용상 발생한 곰팡이 ·····57
<사진 3-28> 생활 사용상 발생한 곰팡이-아기집 ·····58
<사진 3-29> 지하주차장 세대진입로 바닥, 벽 결로발생 ·····59
<사진 3-30> 지하주차장 엘리베이터 전실, 비상계단 바닥, 벽 결로발생 ·····59
<사진 3-31> 지하주차장 비상계단 바닥, 벽 결로발생 ·····60
<사진 3-32> 지하주차장 엘리베이터 전실 결로수 ·····60
<사진 3-33> 지하주차장 바닥 결로 발생 ·····61
<사진 3-34> 지하주차장 바닥 세대진입로 결로 발생 ·····61
<사진 3-35> 지하 엘리베이터 홀 바닥 배수판 설치 ·····62
<사진 3-36> Protection board 시공사례 ·····79

한국건설법무학회

제1장 서언

제1절 연구의 배경 및 목적

공동주택(共同住宅, Multi-family housing)이란 하나의 건축물의 벽·복도·계단·기타 설비 및 대지 등의 전부 또는 일부를 여러 세대가 공동으로 사용하면서 각 세대마다 독립된 주거생활이 가능한 구조로 된 주택이다.

2013.5.31.에 개정된 건축법시행령3조의4관련 [별표1]용도별 건축물의 종류에서 공동주택[1]은 아파트, 연립주택, 다세대주택, 기숙사이며, 다가구 주택은 개인소유로 분양할 수 없으나, 여러 세대가 독립된 공간을 유지하면서 주택건물의 벽·복도·계단·기타 설비 및 대지 등의 전부 또는 일부를 여러 세대가 공동으로 사용하는 부분에서 공동주택이라 볼 수 있다

우리나라의 수도 서울시 주거현황[2]을 살펴보면 다가구를 공동주택으로 분류한다면 총364만 가구 중 단독주택 5%를 제외한 95%가 공동주택에 주거하는 것으로 조사되었다. 공동주택 종류별 가구 거주비율은 아파트 44%, 다가구주택 32%, 다세대 주택14% 연립주택 4% 정도이며, 아파트에서 거주하는 비율이 44%로 가장 높았다.

이와 같이 아파트 거주율이 높아지면서 아파트 입주민 삶의 질의 요구도 높아짐에 따라 2000년대 이후 고효율에너지아파트 및 에코아파트 친환경아파트 등의 아파트가 건설됨에 따라 기밀성은 높아지나 오히려 실내 공기질은 나빠져 실내환경의 저하를 초래하고 있다.

특히 아파트 실내의 표면 결로로 인한 곰팡이 발생으로 인한 호흡기 및 피부질환 발생 등 입주민들의 건강상에 많은 영향을 주어 결로 발생을

1) 공동주택의 형태를 갖춘 가정어린이집·공동생활가정·지역아동센터·노인복지시설(노인복지주택은 제외한다) 및 「주택법 시행령」 제3조제1항에 따른 원룸형 주택을 포함한다

2) 이건기(서울시 주택정책실장), 2013, 맑은 아파트 만들기-서울시 주거현황, 광운대 건설법무대학원 수업용 자료.

건설법무학회

억제하는 방법 등이 많이 제시되었으나, 입주민 입장에서는 여전히 결로로 인한 곰팡이 발생으로 쾌적한 환경을 침해당하고 있는 것이 현실이다.

따라서 본 논문의 목적은 아파트 입주민의 입장에서 현장사례를 통해 결로로 인한 곰팡이 발생원인 및 개선방안을 모색하고자 한다.

제2절 연구범위 및 방법

아파트 세대 내 겨울철에 발생하는 아파트 측벽세대 결로, 발코니결로, AD(Air Duct)·PD(Pipe Duct)에 접한 욕실 및 침실벽 등 결로로 인한 곰팡이 발생과 여름철 우기시 발생하는 아파트 지하주차장의 바닥, 비상계단 및 엘리베이터 입구 등의 결로를 연구범위로 하였으며, 연구방법으로 결로관련 자료분석 및 현장사례를 중심으로 결로발생 현상을 살펴보고 결로 방지 대책 및 개선방안을 제시하기로 하였다.

제2장 결로의 개념과 판정기준

제1절 결로의 개념

결로(結露, Condensation)란 수증기를 포함한 습공기가 차가운 물체의 표면에 닿으면 공기 중에 함유된 수분이 응축되어 그 표면에 이슬이 맺히는 현상을 말하며, 이것은 공기와 접한 물체의 표면 온도가 그 공기의 노점온도(露店溫度, dew point temperature) 보다 낮을 때 일어나는 현상으로, 물체 표면온도가 0℃ 이하가 되면 결빙(結氷)이 된다.

결로가 발생하기 쉬운 곳은 난방 시 단열이 잘 되지 않는 외벽이나 외벽과 연결된 내벽, 최상층의 천장, 외기와 접한 유리창틀 주변 등에서 표면 결로가 발생한다.

또한 단열이 잘 된 벽체는 실내측의 표면온도가 실내공기의

한국건설법무학회

노점온도보다 높기 때문에 표면결로는 없으나 벽체 내의 온도는 실외측으로 갈수록 낮아지므로 내부 결로를 일으키기 쉽다.

이와 같이 결로현상이 물체의 표면에서 발생하는 것을 표면결로라 하며, 벽체의 어떤 층의 온도가 습공기의 노점온도보다 낮으면 그 층 부근에서 결로현상이 일어나는데 이것을 내부결로라고 한다.

결로현상은 벽체 및 구조체에 얼룩이 진다든가, 변색, 곰팡이의 발생 및 부식이 심하게 일어나며, 구조체의 결빙과 해빙의 반복으로 구조체의 강도저하와 단열재의 단열성능을 떨어뜨린다.

기본적으로 표면결로를 방지하려면, 벽체의 표면온도를 실내공기의 노점온도 이상으로 상승시키든지 실내의 절대습도[3]를 내려 노점온도를 내리는 방법이 있다.

제2절 공동주택 결로하자 판정기준과 보수방법

현재 정부기관과 법원에서 공동주택 결로하자 판정기준과 보수방법 및 결로방지 상세도 가이드라인이 아래와 같이 발표되었다.

Ⅰ. 결로하자 판정기준, 보수방법 및 비용[4]

1. 결로하자 판정기준

결로로 인한 하자는 곰팡이, 얼룩, 결로수 등의 발생 및 발생흔적이 육안으로 관측되는데, 이는 실내외의 단열성능에 이상이 발생한 기능상의 하자로써 기능상, 미관상, 위생상의 지장을 초래하는 중요한 하자로 판정한다. 각종 결로하자의 보수에 적합한 공법과 보수비를 산출하여야 한다.

---

3) 습공기가 함유한 습도의 양을 나타내는 단위가 절대습도와 상대습도인데, 절대습도란 공기 중에 포함된 실제 수증량(절대습도(kg/kg' 또는 g/g')=공기중에 포함된 수증기 질량/건조한 공기의 질량)이며, 상대습도란 어떤 온도에서 최대로 함유할 수 있는 수증기량에 대한 현재의 수증기량의 비율을 %로 표현한 습도(상대습도(RH:%)=습공기의 수증기압/습공기와 같은 온도에서의 포화수증기압)

4) 건설감정실무, 2011, 서울중앙지방법원 건설소송실무연구회, 35면

한국건설법무학회

광운대학교 VERITAS et LUX 광운 KWANGWOON UNIVERSITY · MAY 1934 SEOUL KOREA

2. 보수방법 및 비용 산출

(1) 세대내벽, 로비벽체

① 보수비 산정방법

곰팡이, 얼룩, 결로수 등의 징후가 특정부분에 집중이 된 경우 당해 부분을 보수범위로 하며, 벽면 전체에 산발적으로 발생한 경우 벽체 전체 면적을 대상으로 보수공법을 적용한다.

② 벽체 보수방법

당해 부위 철거 후 단열성능이 제대로 발휘될 수 있는 보수방법을 적용한다.

③ 각종 창 및 현관문 부위 결로 보수공법

창의 품질불량, 파손의 경우는 단열기준을 만족할 수 있는 공법을 적용한다.

(2) 발코니 새시

① 구분소유자가 외부 새시를 시공했을 시

구분소유자가 사용검사 이후 임의로 새시공사를 한 경우, 결로로 인한 하자의 원인이 외부새시로 판단될 시에는 하자의 보수책임은 분양자가 아닌 새시업자에게 있으므로 시공사의 하자에서 제외하는 것이 타당할 것이다.

② 분양자가 외부새시를 시공했을 시

분양자가 발코니새시를 시공하고 결로로 인한 하자의 원인이 외부새시로 판단될 시에는 결로하자의 보수책임이 분양자에게 있으므로, 당해부위의 결로현상을 해소할 수 있는 적절한 보수방법을 고려하여 적용하여야 할 것이다.

③ 보조주방 외벽의 단열 미비

보조주방 김치냉장고 등의 배면 벽체의 단열미비로 인한 결로하자

한국건설법무학회

발생시, 정상적인 단열성능을 충족할 수 있는 보수방법을 선정하여야 한다.

(3) 지하실

지하층의 단열, 환기시스템 등을 고려한 적합한 보수방법을 선정하여야 한다.

Ⅱ. 결로의 하자판정·조사방법 및 보수비용산정기준[5)]

1. 결로의 판정기준

가. 세대벽체 결로의 판정기준

세대벽체(우각부 포함)에 대한 결로 관련 하자의 판정기준은 다음과 같다. 단, 향후 결로에 대한 설계기준 등이 마련(2013년 기준수립예정)되면, 그 이후에 사업승인이 된 공동주택에 대한 세부 판정은 새로운 설계기준에 따른다.

(1) 세대벽체의 결로 및 곰팡이 현상의 발생여부 판정

결로 및 곰팡이가 발생하지 않은 경우에는 하자가 아니다(하자판정 종료).

결로 및 곰팡이가 발생한 경우에는 다음의 (2)에 따라 검토한다.

(2) 결로 및 곰팡이 발생한 벽체에 대해서는 우선 결로 등이 발생하지 않은 부위와 표면온도를 비교하고, 현저한 차이가 있는 경우에는 하자로 판정하며, 그 차이가 미미할 경우에는 온도측정을 통해 설계표면온도와 실측표면온도를 측정하며, 이를 비교해 하자여부를 판정한다. 벽체에 대한 설계온도 및 실제온도를 측정한다.

설계표면온도는 다음과 같이 측정한 각 온도 값을 통해 계산한다.

$$t_i - R_i \times k \times (t_i - t_0)$$

T_1 : 설계표면온도 T_2 : 실측표면온도

5) (사)한국건설관리학회, 2012.11, 공동주택하자판정기준, 조사방법 및 하자보수비용산정기준 마련을 위한 용역 203~240면

한국건설관리학회

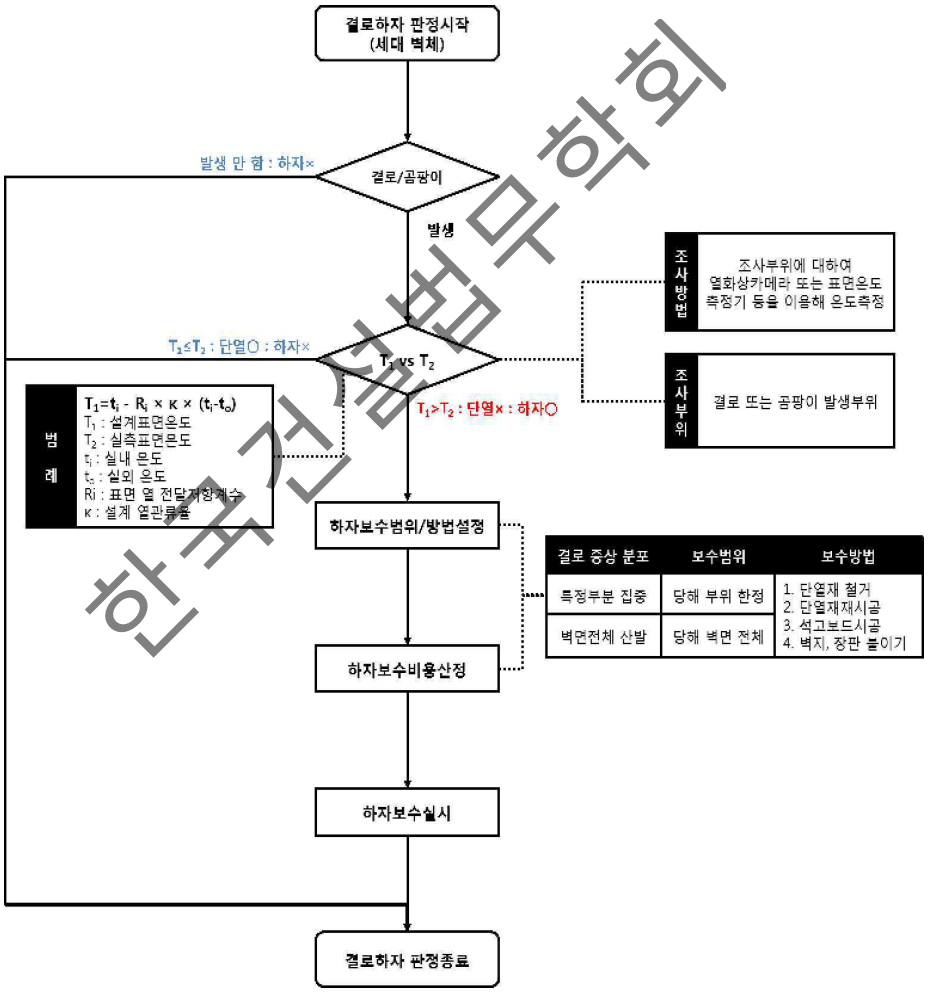
t_i : 실내 온도　　t_0 : 실외온도

R_i : 표면열전달저항계수　　k : 설계열관류율

설계표면온도(T1)가 실측표면온도(T2)보다 클 경우 하자이며, 작거나 같은 경우에는 하자가 아니다.

$T_1 > T_2$ 하자○　　$T_1 \leq T_2$ 하자×

세대벽체에 대한 결로의 판정기준 및 절차는 다음의 흐름도와 같이 행한다.



<그림 2-1> 세대벽체에 대한 결로의 판정기준 및 흐름도

한국건설보수학회

나. 세대창호 결로의 판정기준

세대창호에 대한 결로 관련 하자의 판정기준은 다음과 같다. 단, 향후 결로에 대한 설계기준 등이 마련(2013년 기준수립예정)되면, 그 이후에 사업승인이 된 공동주택에 대한 세부 판정은 새로운 설계기준에 따른다.

(1) 세대창호의 결로 및 곰팡이 현상의 발생여부 판정

결로 및 곰팡이가 발생하지 않은 경우에는 하자가 아니다(하자판정 종료).

결로 및 곰팡이가 발생한 경우에는 다음의 (2)에 따라 검토한다.

(2) 결로 및 곰팡이 발생한 창호에 대한 온도측정을 통해 TDR(온도편차율)을 계산하고, 이를 비교하여 하자여부를 판정한다. 벽체에 대한 설계온도 및 실제온도를 측정한다. 실제온도의 편차율(TDRf)과 설계온도의 편차율(TDRs)을 각기 다음과 같이 계산한다.

$$TDR_s = \frac{t_i - t_s}{t_i - t_0} \qquad TDR_f = \frac{t_i - t_f}{t_i - t_0}$$

TDR_s : 설계온도편차율 TDR_f : 실제온도편차율

t_i : 항온실온도 t_i : 실내온도

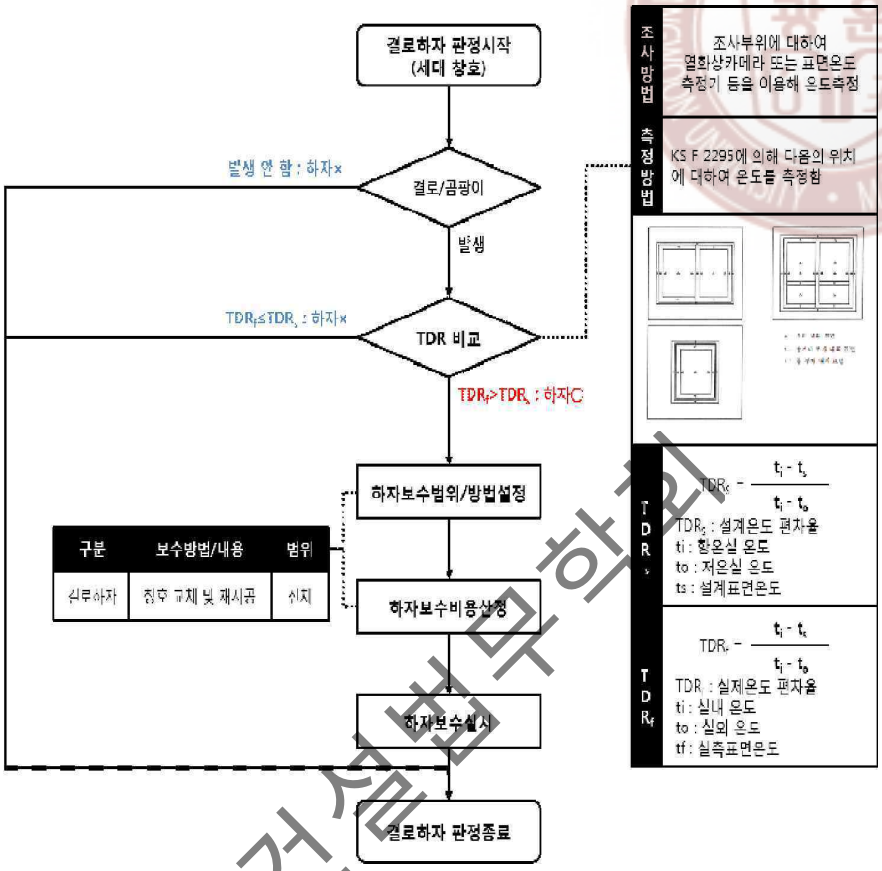
t_0 : 저온실온도 t_0 : 실외온도

t_s : 설계표면온도 t_f : 실측표면온도

* 단, t_s는 2.1.1의 T_1과 동일한 방법으로 산정함

실제온도의 편차율이 설계온도의 편차율보다 클 경우에는 하자로 판정하며, 그에 대한 보수를 하도록 한다. 실제온도의 편차율이 설계온도의 편차율보다 작거나 같은 경우에는 입주자의 과도한 습도발생, 환기불량 등 사용자 부주의로 간주하여 하자가 아닌 것으로 판정한다. 세대창호에 대한 결로의 판정기준 및 절차는 다음의 흐름도와 같이 행한다.

한국건설법무학회



<그림 2-2> 세대창호에 대한 결로의 판정기준 및 흐름도

다. 발코니 결로의 판정기준

발코니에 대한 결로 관련 하자의 판정기준은 다음과 같다.

발코니 창호 공사로 인한 결로발생의 책임은 공사를 실시한 주체가 누구인가에 따라 다음과 같이 구분한다.

① 발코니에 대한 창호 공사를 사업주체가 실시한 경우, 공사에 따른 외부 새시로 기인해 결로가 발생하였다면, 사업주체의 과실에 의한 하자로 인정한다.

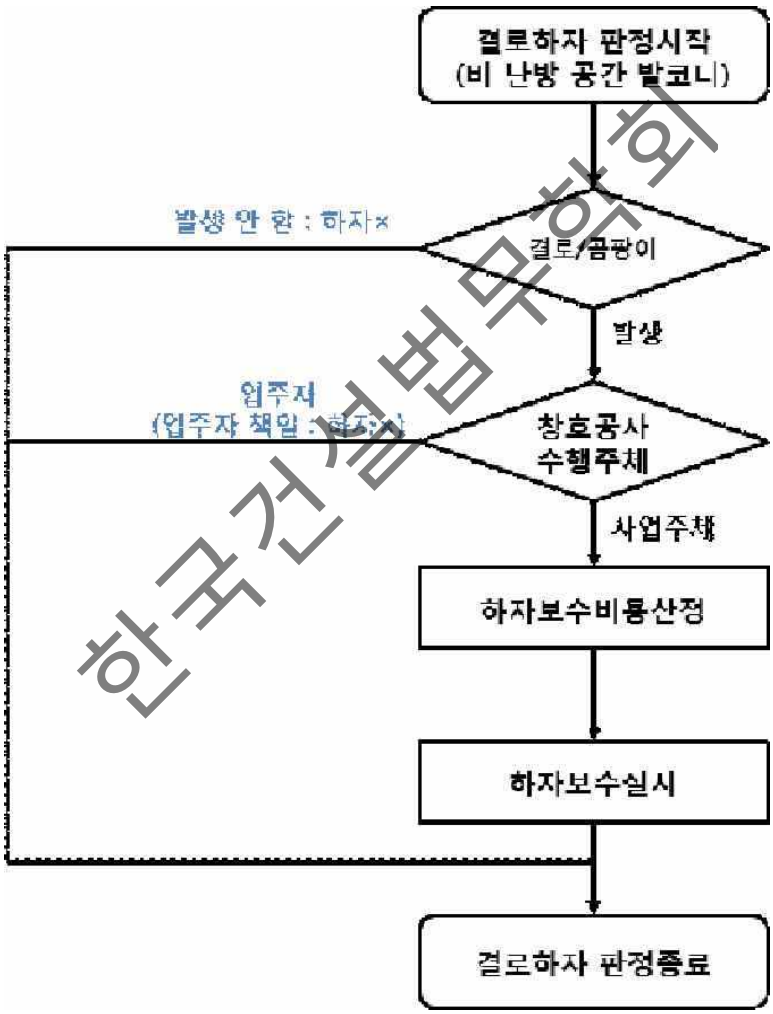
② 발코니에 대한 창호 공사를 입주자가 실시한 경우, 공사에 따른 외부 새시로 기인해 결로가 발생하였다면, 입주자의 과실에 의한 하자이므로

한국건설법무학회

입주자에게 책임이 있다.

단, 향후 결로에 대한 설계기준 등이 마련(2013년 기준수립예정)되면, 그 이후에 사업승인이 된 공동주택에 대한 세부 판정은 새로운 설계기준에 따른다.

발코니에 대한 결로의 판정기준 및 절차는 다음의 흐름도와 같이 행한다.



<그림 2-3> 발코니 결로의 판정기준 및 절차 흐름도

한국건설법무학회

라. 기타 공용부 결로의 판정기준

기타 공용부(지하주차장 등)에 대한 결로 관련 하자의 판정기준은 다음과 같다.

① 결로 및 곰팡이 발생여부를 확인한다.

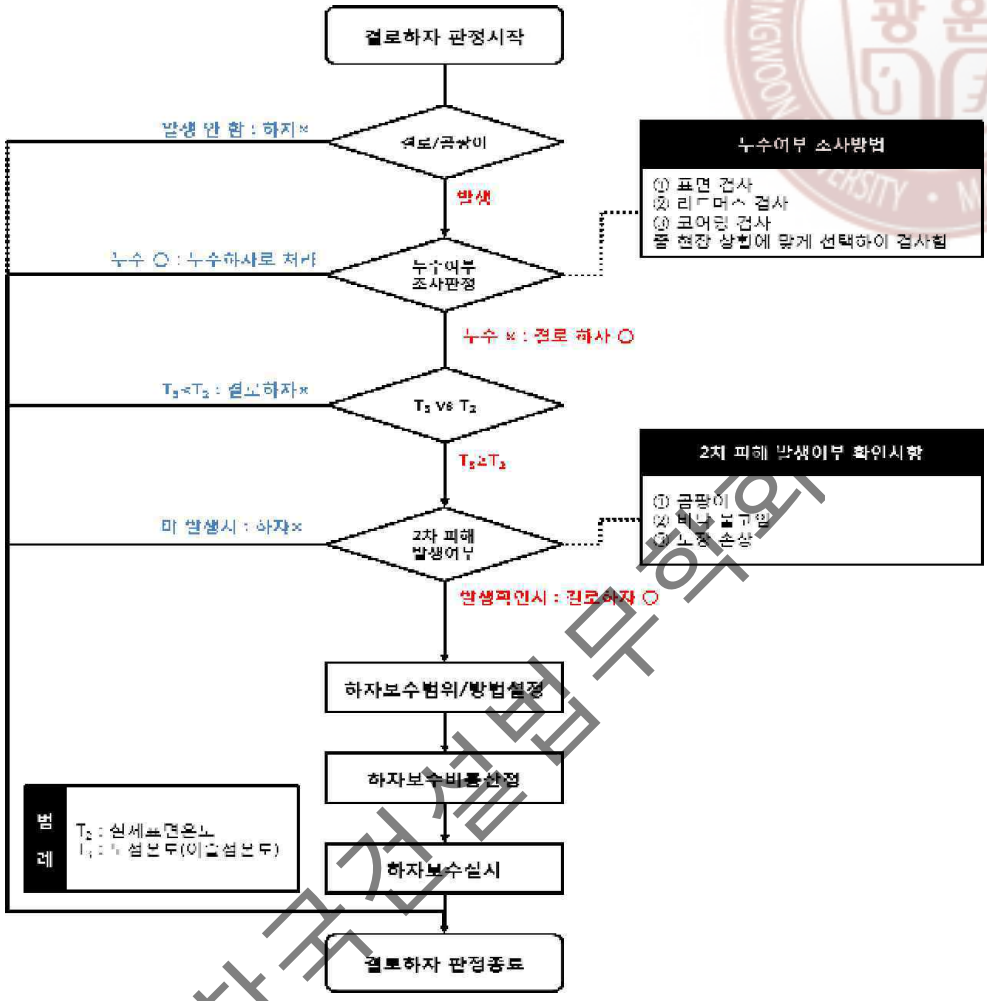
결로 및 곰팡이가 없으면 하자가 아니므로, 판정을 종료한다. 결로 및 곰팡이가 있으면 다음의 방법으로 조사·판정한다.

② 결로 및 곰팡이 발생부위에 대하여 누수여부를 조사한다.

실제표면온도가 노점온도 이하인 경우에는 누수 혹은 결로일 가능성이 있으므로, 우선 누수의 여부를 확인해야 한다. 누수가 아닐 경우에는 실측표면온도를 측정하고, 노점온도를 계산하여, 비교하여 판정한다.

판정 결과 값이 실측표면온도가 노점온도보다 낮거나 같을 경우, 이로 인해 발생한 결로가 2차 피해(곰팡이, 바닥물고임, 도장손상 등)를 유발하는 경우 하자로 판정한다. 단, 향후 결로에 대한 설계기준 등이 마련(2013년 기준수립 예정)되면, 그 이후에 사업승인이 된 공동주택에 대한 세부 판정은 새로운 설계기준에 따른다.

한국건설법무학회



<그림 2-4> 기타 공용부에 대한 결로의 판정기준 및 흐름도

2. 결로 하자의 조사방법

결로하자의 조사방법의 기본 원칙은 다음과 같다.

실제 표면온도의 측정은 결로가 발생되어 있는 상태에서 수행하는 것을 원칙으로 한다. 결로수의 흔적은 있으나 결로수가 없는 경우, 온도 측정은 온도변화가 작아서 정상상태로 계산하여도 오차발생이 최소화 되는 시간대[6]에 시행하며, 설계표면온도 계산에 사용되는 변수들의 값 또한

6) 영향을 받지 않는 시간대

동일한 시간대에 측정한다.

결로 하자판정을 위한 온도측정은 열화상카메라 또는 표면온도 측정기와 같이 결로 발생 부위 및 그 주변을 동시에 측정할 수 있는 기기를 사용한다. 실제 표면온도와 설계 표면온도 비교 시 온도측정 기기의 오차율을 감안한다.

실제 표면온도 측정은 결로발생 부위를 중심으로 수행하며, 주위의 결로가 발생하지 않은 부위와 온도비교도 동시에 수행한다. 결로발생 부위의 실제 표면온도가 주위 표면온도와 차이가 날 경우, 해당 결로 발생 부위의 시공상 결함을 간접적으로 확인할 수 있다.

가. 세대벽체 결로의 조사방법

(1) 결로 및 곰팡이 현상의 조사방법

결로 및 곰팡이 현상이 발생한 부위를 조사한다. 결로 등의 현상이 국부적 현상인지, 해당 면(부위) 전체에 고르게 퍼져 발생하고 있는지를 육안조사를 통하여 확인하도록 한다.

(2) 온도측정

설계도서를 검토하여 세대벽체의 단열부에 대한 설계온도 등을 검토하고, 결로 및 곰팡이 부위에 대하여 표면온도(실측표면온도)를 측정하고, 설계표면온도를 구하기 위해 실내온도 및 실외온도를 측정한다.

나. 세대창호 결로의 조사방법

(1) 조사방법 개요

창호 결로는 일사의 영향을 많이 받으므로 창호의 온습도 측정은 일몰 이후에 한다. 측정창호의 창틀과 창문사이는 틈세바람(극간풍)에 의한 온도저하를 방지하기 위해 밀봉한다.

한국건설법무학회

창호가 시공된 상태에서 실내온도(t_i), 실외온도(t_0), 결로 발생부위 표면온도(t_s) 등의 온도조사를 하여야 하며, 온도조사는 객관성 확보를 위해서 1시간 이상 동안 모니터링하며, 5분 간격으로 온도데이터를 저장한다. 이 값에 대한 평균값을 기준온도로 정한다.

저장된 온도데이터는 측정 장비의 초기오차 발생가능성을 감안하여, 초기 1시간 동안의 온도측정값은 고려하지 않는다.

단열상태에 문제점이 없는 경우, 사용상에 문제가 있는지 확인하기 위해 실내습도의 모니터링도 필요하며, 조사방법은 온도조사와 동일하게 한다.

센서 부착방식 등의 세부 측정 방식은 창호의 결로방지성능 시험방법(KS F 2295)의 내용을 준용한다.

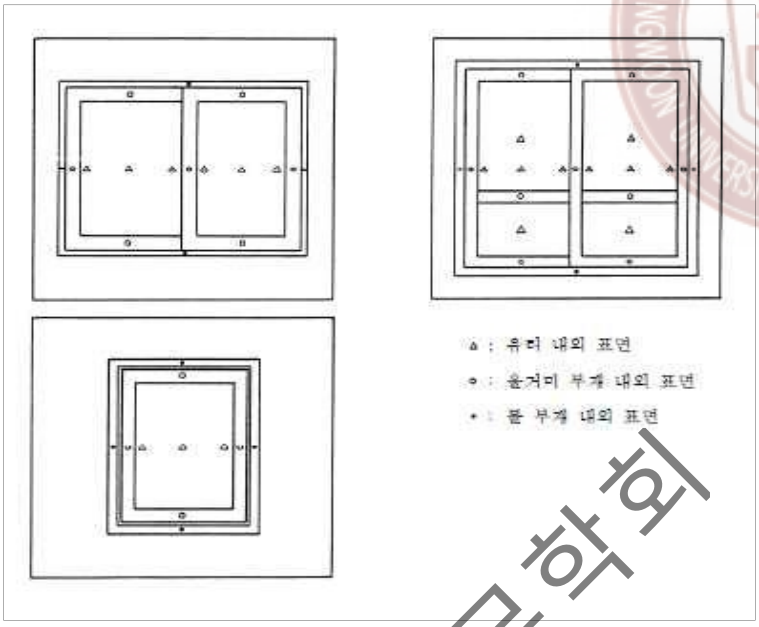
TDR 기준의 객관성 확보를 위해 열관류율을 측정하는 시험에 사용되는 실내온도, 실외온도, 표면 열전달저항계수 등의 수치와 동일한 수치를 적용한다.

(2) 온도측정위치(KS F 2295)

세대창호(창문 및 출입문)의 결로하자 조사를 위한 온도측정은 KSF 2295에 따라 다음과 같은 곳에 대해 측정한다.

유리 면 1장을 기준으로 유리의 울거미 부재 내외 표면 4곳(상하좌우)과 유리 부 상하좌우 4곳과 중앙의 온도를 측정하여 평균값으로 판정한다.

한국건설법무학회

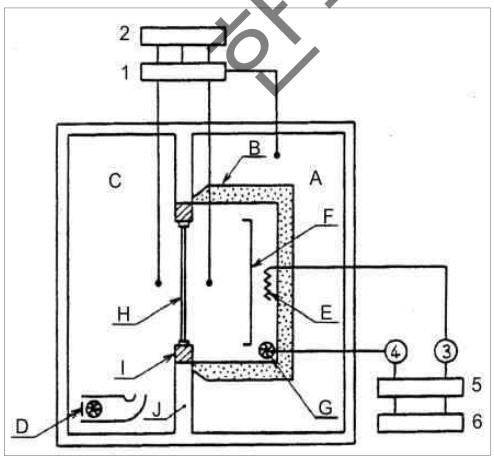


<그림 2-5> 창호의 온도측정위치

(3) 창호의 단열성 시험방법(KS F2278) : 실험실 기준임

1) 측정 장비

약 2,000×2,000㎜의 개구부를 끼워 접하는 항온실과 저온실의 내부에 가열 상자, 저온실 냉풍 취출 장치, 그 밖의 측정기류를 갖춘 것으로 한다.



A: 항온실 1: 기준접점
B: 가열 상자 2: 온도 측정기
C: 저온실 3: 가열 장치용 전력측정기
D: 냉풍취출장치 4: 기류 교반 장치용 전력측정기
E: 가열 장치 5: 전력 조정기
F: 복사 차단판 6: 전원 안정 장치
G: 기류 교반 장치
H: 시험체 I: 시험체 부착틀
J: 칸막이 벽

<그림 2-6> 창호 결로 측정장비

한국건설법무학회

2) 측정 방법

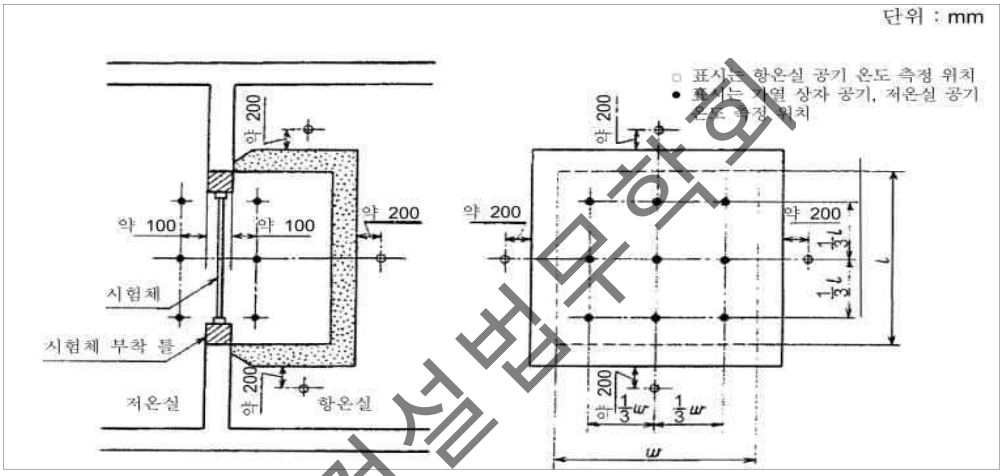
시험체(창호)의 크기는 2,000×2,000㎜로 하며 설정 온도조건은 항온실은 20±1℃, 가열실 20±1℃, 저온실 0±1℃로 한다.

① 창호를 부착한 시험체 부착 틀을 개구부에 부착

② 기류 조건 설정 (표면 열 전달 저항 설정한 때와 동일)

③ 항온실, 가열 상자, 저온실 공기 및 시험체 각 부의 온도 측정

④ 온도 및 열량의 측정은 정상 상태가 된 후 30분 간격, 3회 실시



<그림 2-7> 온도 측정 위치

3) 결과 값 계산

측정 결과를 이용하여 열관류 저항(R)을 아래의 식에서 각각 구하여 평균한다.

$$= \frac{1}{K} = \frac{(\theta_{Ha} - \theta_{Ca})}{Q_H + Q_F - Q_I} + \triangle R$$

이때, K : 열관류율(W/㎡ · K) {Kcal/㎡ · h · ℃}

θ_{Ha} : 가열상자 내 평균 공기 온도(K) {℃}

θ_{Ca} : 저온실내 평균 공기 온도(K) {℃}

Q_H : 가열 장치 공급 열량(W) {Kcal/h}

Q_F : 기류 교반 장치 공급 열량(W) {Kcal/h}

Q_I : 가열 상자 공기 온도의 평균값과 항온실 공기 온도 평균값의 차로부터 구한 교정 열량(W) {Kcal/h}

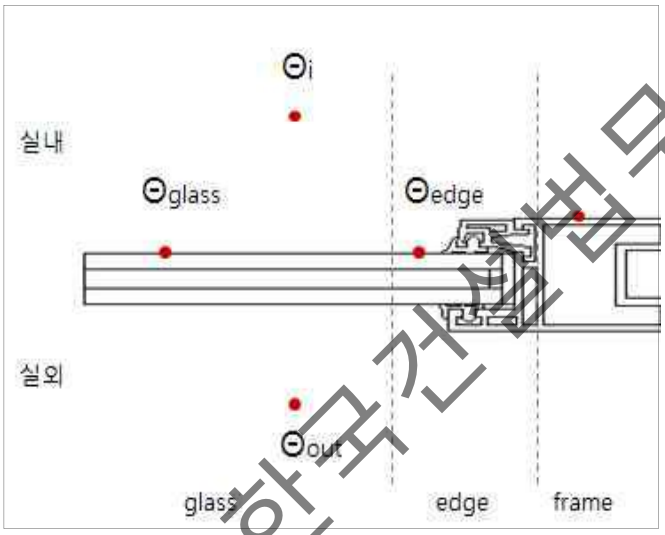
한국건설법무학회

(4) 창호 현장시험 : 성능평가방법(예)

1) 창 결로의 평가방법

창에서 발생하는 결로는 창호 유리부분의 단열성능 검토가 필요하다. 즉 유리중심부의 U_{gc}과 유리 edge의 U_{ge} 값을 평가해야하는데 일반적으로 $U_{gc} \leq U_{ge}$ 때문에 결로는 유리 edge 부분에서 많이 발생한다.

U_{ge} 측정, 측정 방법은 KS L ISO 9869(단열-건물요소-열저항과 열투과율의 현장 측정)에 따른다.



$T_{si} = \theta_i - U \cdot R_{si} \cdot \triangle\theta$

T_{si} : 실내측 표면 온도

θ_i : 실내 온도

U : 재료의 U-value

R_{si}: 내부 표면 열전달 계수 0.13

$\triangle\theta$: 실내외 온도차

<그림 2-8> 단열-건물요소-열저항과 열투과율의 현장 측정(KS L ISO 9869)

2) 창틀 결로의 평가방법

창틀에서 발생하는 결로는 창호 프레임 부분의 단열성능과 기밀성능 검토가 필요하며, 각 성능의 검토는 다음의 방법에 따른다.

① 단열성능

U_f 측정, 측정 방법은 KS L ISO 9869(단열-건물요소-열저항과 열투과율의 현장 측정)의 사항에 따른다.

한국건설법무학회

② 기밀성능

Lab. 테스트와 Field 테스트를 통해 확인된 각각의 통기량을 프레임 길이 당 통기량(㎥/s·m)으로 환산하여 창호의 기밀성능을 비교·평가한다. 그러나 창호의 형태와 개폐방식이 다양하여 프레임 길이 당 누기량으로 환산하는데 어려움이 있으므로 공기 유동이 발생하지 않는 실내외 압력차가 0일 때 창호의 성능을 측정하는 것을 권장한다.

L 측정, 측정 방법은 KS L ISO 9972(단열-건물 기밀성 측정-팬 가압법)의 5.2참조

L_L 측정, 측정 방법은 KS F 2297(창호의 단열성 시험방법)에 따름

프레임 길이당 통기량(㎥/s·m)은 압력차별 프레임 길이 당 통기량(㎥/s·m)으로 한다.

(5) Field Test 기밀성능 측정(KS L 9972)

현장에서 건물 부재의 기밀성 측정을 목적으로 기계적 가/감압을 실시하여 실내외 정압차에서 일어나는 기류량을 측정한다.

1) 측정 장비

공기 이송 장비, 압력 측정 장치, 기류량 측정 시스템, 온도 측정기기(Blower door활용)

2) 측정 방법

창호는 플라스틱 시트나 특별히 제작된 상자를 이용하여 기밀 밀폐 공간으로 덮여 있어야 한다. 기류 측정 시스템과 압력 측정 장치가 들어 있는 공기 이송 장비가 기밀 밀폐 공간에 연결되어 있어야 한다.

① 창호를 기밀 밀폐 공간으로 만듦

② 창호의 면적과 특성을 기록

③ 밀폐 공간과 창호를 100pa로 가압시키고 허용된 방법(연막, 초음파 측정기, 추적가스)을 사용하여 누설 부위를 점검 후 제거

한국건설법무학회

④ 실내외 온도차가 10℃ 이상, 10Pa 이상으로 감압될 때, 적외선 열화상 장비 시스템을 사용하여 누기 지점 점검

⑤ 가압 중지

⑥ 밀폐 공간에 압력 측정 장치를 설치, 자연 조건에서 압력이 영(0)인지 확인

⑦ 10Pa ~ 60Pa까지 10pa 간격으로 압력차를 증가시켜 각 압력차에서의 기류량(㎥/s) 측정

⑧ 정·부 압력에서 수행

⑨ 시험 전후, 실내외 대기 온도 기록

⑩ 공기 이송 장비를 정지시키고 영(0) 기류 압력차를 측정

⑪ 시험 전후에 건물 내외부 온도를 측정, 압력과 습도를 측정

3) 결과

해당 압력차에 대한 측정 누기량은 대수(log-log) 함수로 나타내어 가/감압시의 나누기 그래프로 나타낸다.

① 감압에 따른 누기량

$$V_0 = V(\frac{\rho_{in}}{\rho_{out}})$$

이때, V_0 : 누기량 (㎥/s)

V : 측정 기류량 (㎥/s)

ρ_{in} : 내부 공기 밀도 (kg/㎥)

ρ_{out} : 외부 공기 밀도 (kg/㎥)

② 가압에 따른 누기량

$$V_0 = V(\frac{\rho_{out}}{\rho_{in}})$$

이때, V_0 : 누기량 (㎥/s)

V : 측정 기류량 (㎥/s)

ρ_{in} : 내부 공기 밀도 (kg/㎥)

ρ_{out} : 외부 공기 밀도 (kg/㎥)

③ 기류량

한국건설법무학회

$V = C(\triangle p)^n$ 이때, V : 측정 기류량 (m^3/s)

$\triangle p$: 압력차 (Pa)

C : 누기 계수 ($m^3/(s \cdot Pa^n)$) -최소 자승법 이용 정함

n : 기류 지수 -최소 자승법 이용 정함

다. 발코니 결로의 조사방법

비난방 공간 발코니에 대한 결로현상의 조사는 기본적으로 육안조사를 실시한다. 결로현상이 관측될 때에는 6.4.3절의 판정기준 및 책임소재에 따라 조사, 처리한다.

라. 기타 공용부 결로의 조사방법

지하주차장의 결로를 조사하기 위하여 우선 누수여부를 조사하며, 그 방법은 다음과 같다.

(1) 표면검사방법

드라이어 등으로 검사 부위의 표면을 말린 후, 얇은 유리의 4변 가장자리에 실리콘을 바르고, 벽면과 유리면이 밀착될 때까지 눌러 완전히 밀폐된 상태로 두었다가, 일정 시간이 지난 뒤 접착된 상태에서 유리의 내·외부를 관찰한다.

유리의 외측만 젖은 경우에는 결로현상으로, 검사 부위만 젖은 경우는 누수현상으로, 그리고 내·외부 다 젖은 경우는 누수와 결로가 모두 발생한 상황으로 판정할 수 있다.

(2) 리트머스 검사법

리트머스 종이를 검사 부위에 접촉시켜 결로와 누수를 판별할 수 있다.

누수는 알칼리성을 갖는 콘크리트의 영향을 받기 때문에 붉은색리트머스 종이가 푸른색으로 변화되며, 결로수는 공기 중의 수분으로 생긴 것이기 때문에 리트머스 종이의 색상에 변화가 없다.

(3) 코어링을 통한 검사법

검사부위를 코어링(coring)하여 그 내부의 상태로 결로와 누수를 판별할

한국건설법무학회

수 있다.

코어링(coring)한 결과, 표면 부위만 젖어있을 경우 결로로 판정할 수 있고, 내부까지 모두 젖어있는 경우는 누수로 판정한다.

누수여부의 판정결과 누수가 아닐 경우에는 다음과 같은 노점온도의 조사방법을 따라 조사, 판정하도록 한다.

(4) 노점온도 조사방법

노점온도는 습공기선도(대한설비공학회 편람)를 기준으로 하여 다음과 같이 조사한다.

① 열전식 온도계를 이용하여 실내온도를 측정한다.

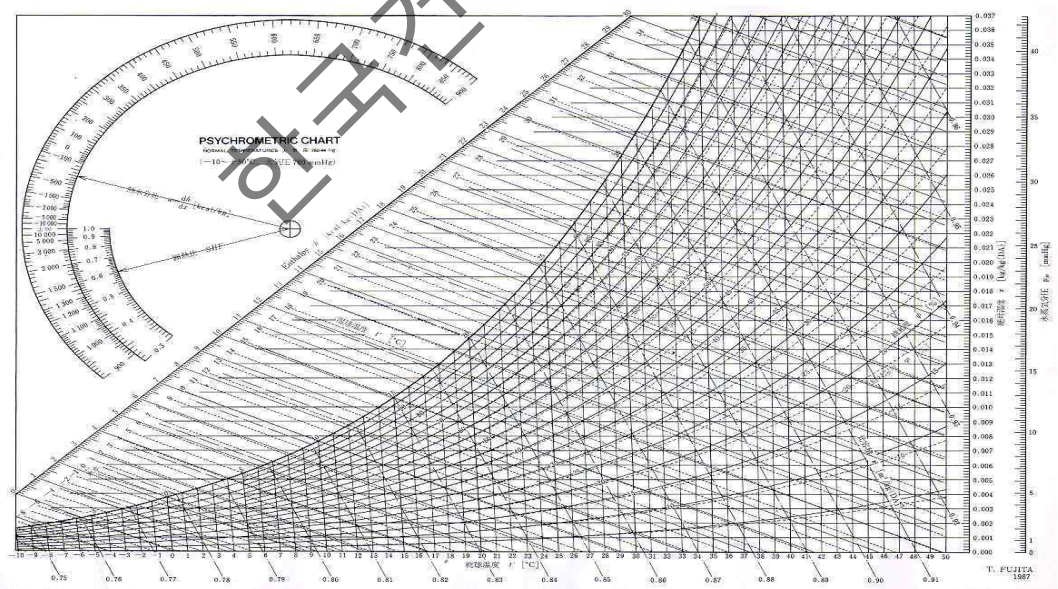
② 아스만습도계 이상의 성능을 가진 습도계를 이용하여 상대습도를 측정한다.

③ 습공기선도에서 실내온도선을 구한다.

④ 습공기선도에서 실내상대습도선을 구한다.

⑤ 습공기선도에서 실내온도선과 실내상대습도선의 교점을 구한다.

⑥ 실내온도선과 실내상대습도선의 교점과 수평선상에 있는 포화습공기선의 온도(노점온도)를 구한다.



<그림 2-9> 습공기 선도곡선을 이용한 노점온도 조사방법

한국건설생활환경시험연구원

3. 결로하자의 보수비용산정기준

가. 세대벽체 결로의 보수비용산정기준

곰팡이, 얼룩, 결로수 등의 징후가 특정 부분에 집중이 된 경우 당해 부분을 보수 범위로 하며, 벽면 전체에 산발적으로 발생한 경우 당해 부위(면) 전체를 대상으로 보수한다.

아래의 그림과 같이 단열 재료의 두께나 열관류율 값을 관련 규정 기준치 이상으로 적정하게 시공하였다 하더라도, 스치로폴 연결 부위나 단열재가 끝나는 우각부 등은 밀실하게 시공하지 않아 부분적으로 곰팡이 등이 발생하는 경우에는 우레아 폼으로 충진 후 테이핑 처리 후 도배지를 교체한다.

한국건설법무학회

<그림 2-10> 우각부위에서 발생한 결로하자의 보완예시

<표 2-1> 세대벽체 결로하자의 보수방법 및 산정기준

항 목	단위	산정기준 : 일위대가	비 고
단열재 철거	m2	건설공사표준품셈 20-6-1절	신규 설치 품의 30% 적용
단열재 붙이기 (벽, 접착제 기준)	m2		
석고판 붙임(본드)	m2	건설공사표준품셈 20-2-3절	
벽지 바르기	m2	건설공사표준품셈 20-3-1절	
우레아폼 충진	m	건설공사표준품셈 13-12-1절	우각부에 한 함

나. 세대창호 결로의 보수비용산정기준

(1) 편복도 현관문

현관문에 기밀성 부족에 의하여 결로가 발생된 경우 문틀 개스킷 등을 교체한다. 문틀에서 발생된 결로수에 의해 주변 벽지에 곰팡이가 발생된 경우는 문틀을 천공하여 우레아폼으로 충진하고, 도배지를 교체한다.

문틀 상단에서 발생된 결로에 의해 현관문 주변의 벽지에 곰팡이가 발생된 경우는 단열재와 도배지를 교체한다.

(2) 창문

현 상태에서 덧창을 덧대어 결로를 치유할 수 있는 경우에는 덧창을 시공한다.

하자가 중요하면서 덧창을 덧대어 결로를 치유할 수 없는 경우에는 철거 후 재시공한다.

<표 2-2> 창문에 대한 하자보수처리방안

하자 기인 사항	교체 및 보수사항	비 고
덧창 추가로 결로 치유 가능시	- 덧창 추가	하자보수
덧창 추가로 결로 치유 불가능시	- 철거 후 재시공	하자보수

다. 발코니 결로의 보수비용산정기준

발코니의 창호설치를 사업주체가 실시하여 하자가 된 사항에 대해서는, 천장 및 벽체에 단열미비로 인한 결로 하자 발생시 정상적인 단열 성능을 충족할 수 있는 적절한 보수공법을 적용한다.

<표 2-3> 발코니 결로하자의 보수방법 및 비용 산정기준

항 목	단위	산정기준(일위대가)	비 고
단열재 붙이기	㎡	2012 건설공사표준품셈 20-6-1절	

한국건설법무학회

라. 기타 공용부 결로의 보수비용산정기준

지하주차장 결로가 발생된 경우 보수비용, 보수기간 등을 고려하여 부위에 따라 다음과 같은 기준으로 보수 처리한다.

① 환기팬이나 제습기 등을 설치하여 결로를 감소시킨다.

② 단열모르타르나 단열페인트를 바른다.

③ 단열층을 설치하거나 차열벽체를 설치한다.

④ 이중벽이 설치되어 있는 경우, 상·하부에 환기구를 설치하여 이중벽 내외부의 온도차와 습도차를 감소시킨다.

<표 2-4> 기타 공용부에 대한 하자보수처리방안

하자 기인 사항	교체 및 보수사항	비 고
결로가 부분적으로 발생한 경우	-환기팬, 제습기 등을 설치	하자보수
결로현상이 약한 경우 (습기, 물방울이 맺힌 정도)	-단열모르타르 또는 단열페인트 도포	하자보수
결로현상이 심한 경우 (물기가 젖어 흘러내릴 정도)	-단열층 또는 차열벽체 설치	하자보수
이중벽이 설치되어 있는 경우	-상·하부에 환기구 설치	하자보수

Ⅲ. 공동주택 결로 방지를 위한 상세도 가이드라인[7)]

1. 개 요

본 가이드라인은 「공동주택 결로 방지를 위한 설계기준」(이하 "기준"이라 한다) 제9조에 따라 공동주택 세대 내의 결로 발생 취약부위에 대한 결로 방지 상세도를 제시하는 것을 목적으로 한다. 동시에 본 가이드라인에서는 공동주택의 유형에 따른 다양한 구조체 접합부를 대상으로 각 부위별 최저표면온도 발생지점의 온도편차율(TDR)을 제시하였다.

7) 국토교통부, 2013.10. 공동주택 결로방지를 위한 상세도 가이드라인(안), 1~2면

한국건설법무학회

가. 대상

본 가이드라인은 공동주택을 대상으로 하며, 판상형 및 탑상형을 모두 포함할 수 있는 단면 상세를 다룬다. 단면 상세 부위는 최상층, 기준층, 최하층(난방 세대 중 최하층)으로 하여, 내단열 및 외단열 공법별로 제시하였다. 또한, 공동주택에서 난방을 하지 않는 비난방 부위인 지하주차장 및 엘리베이터홀, 계단실 부위의 결로 발생을 저감할 수 있는 시공방법 등을 기술하고 관련 사례 사진을 함께 첨부하여 활용할 수 있도록 하였다.

나. 범위

본 가이드라인에서는 2차원 및 3차원 모델의 전열해석 시뮬레이션을 통해 해당 단면에 대한 상세와 이에 대한 최저표면 온도 발생지점의 온도편차율(TDR) 값을 표시하여 사용자가 참고할 수 있도록 하였다.

2차원 모델의 단면은 가능한 다양한 단면을 대상으로 하였고, 3차원 모델은 2차원 모델 중 일부만을 다루며 공동주택에서 자주 반복되어 발생하는 벽체 접합부 등 모서리 부위를 중심으로 한 일반적인 형상을 대상으로 하였다.

아울러, 비난방 부위에 대해서는 주로 지하주차장 부위를 중심으로 하였으며, 엘리베이터홀 및 계단실과 같은 비난방 부위에서도 참고할 수 있다. 비난방 부위에 대한 결로 방지 방법으로는 단열, 환기 및 제습, 결로 유도 장치의 설치 등을 포함하고 있다.

<그림 2-11> 가이드라인의 기본 대상 및 범위

한국건설기술연구원

※ 국토교통부, 2013.10. 공동주택 결로방지를 위한 상세도 가이드라인(안) 참조

한국건설법무학회

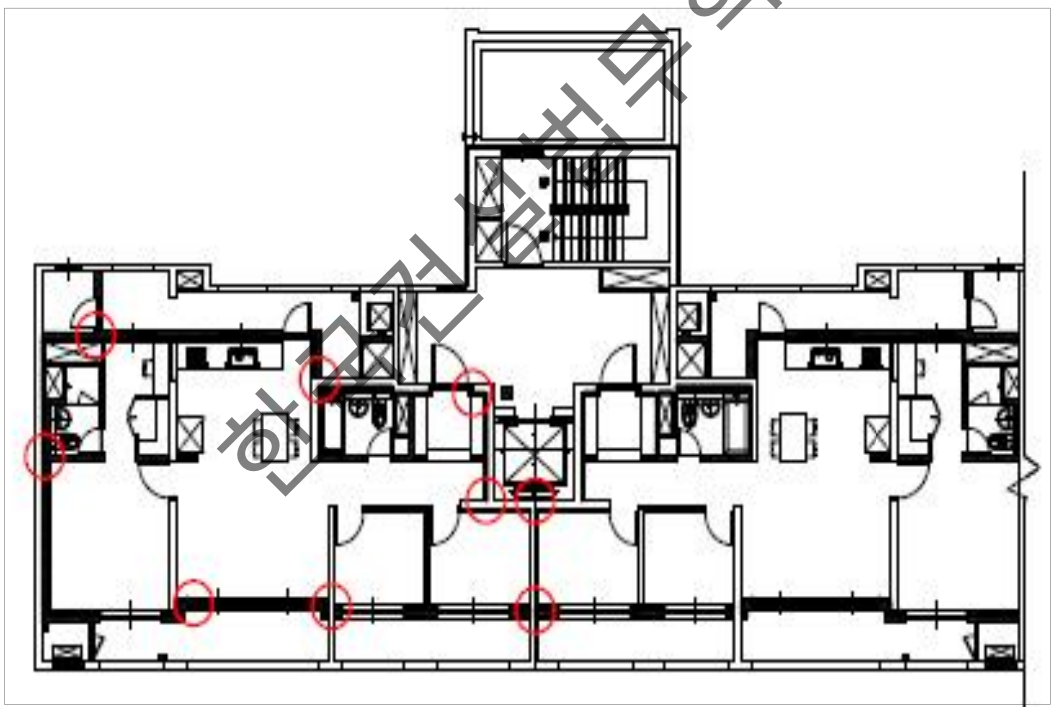
제3장 공동주택의 결로 발생원인과 보수방안

제1절 공동주택 결로가 빈번히 발생하는 부위

겨울철 발생하는 결로의 공동주택 세대내 위치와 여름철 우기시 발생하는 지하주차장 결로의 위치는 아래 평면도의 적색원부분에서 빈번히 발생한다.

Ⅰ. 공동주택 세대내 결로 발생 부위

겨울철 결로가 빈번히 발생하는 판상형 및 탑상형 공동주택의 평면도에서의 위치를 표기하면 그림1, 그림2[8]와 같다.

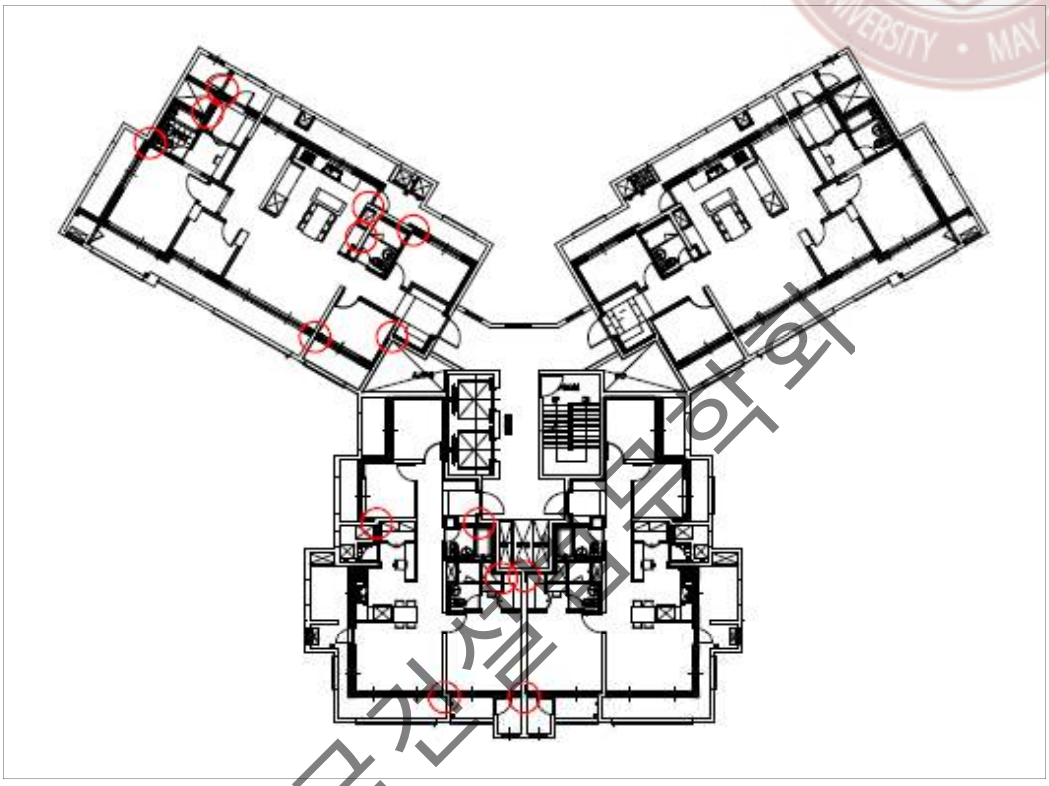


<그림 3-1> 판상형 공동주택 평면상의 주요 결로 발생 가능 부위

판상형 평면의 공동주택에서 결로가 빈번히 발생하는 위치는 측벽과

8) 공동주택 결로방지를 위한 상세도 가이드라인(안) 3~4면(2013.10. 국토교통부)

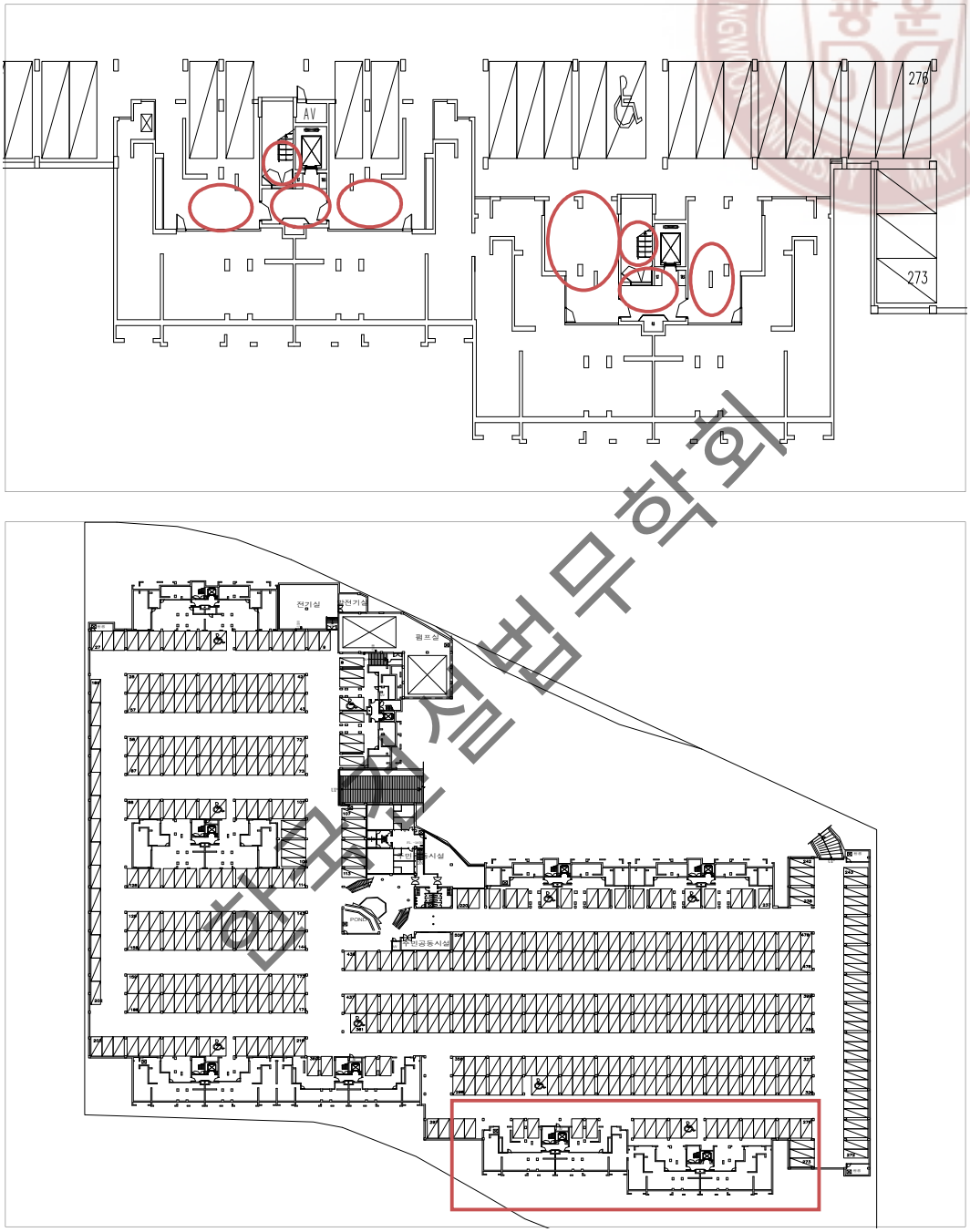
접한 내벽, 세대간벽, 외벽과 접한 내벽, 간접공간인 엘리베이터 피트와 AD·PD에 접한 내벽 등이다.



<그림 3-2> 탑상형 공동주택 평면상의 주요 결로 발생 가능 부위

Ⅱ. 공동주택 지하주차장 여름철 결로 발생 부위

여름철 결로가 빈번히 발생하는 공동주택 지하주차장은 세대내 진입로인 엘리베이터 진입로와 홀, 비상계단 하부이며, 지하주차장 평면도에서 위치를 표기하면 그림3과 같다.



한국전설법무학회

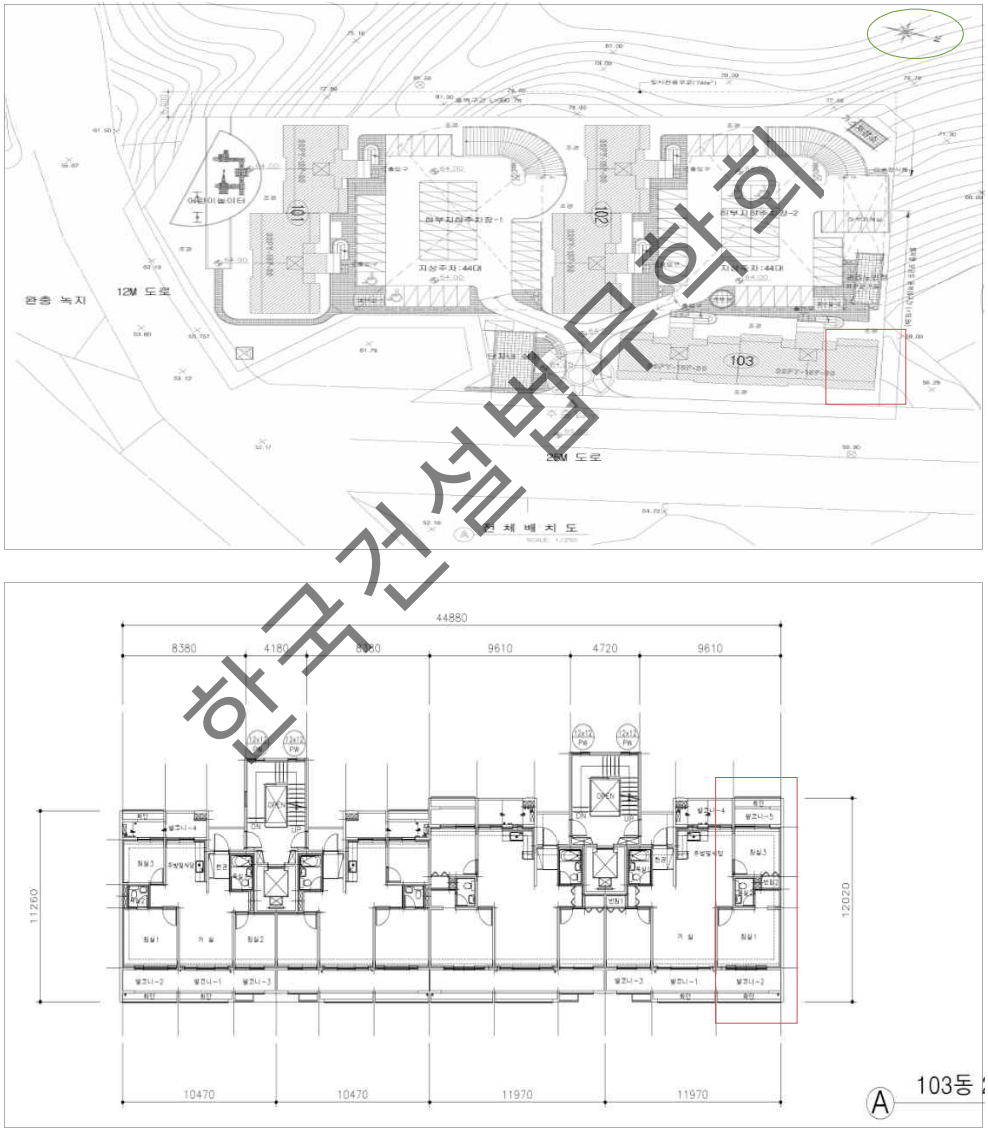
<그림 3-3> 지하주차장 엘리베이터 진입로, 홀 및 비상계단 하부

제2절 현장사례로 살펴본 공동주택의 결로

Ⅰ. 설계오류로 인한 결로 현장

1.1 북향 측벽세대 안방벽 전체 곰팡이 현장

아래 전체 배치도에서 103동 북향 측벽세대 안방 벽체에 전체 결로수 및 곰팡이 발생이 조사됨.



<그림 3-4> 침실1,3의 측벽에 결로수 및 곰팡이 발생함

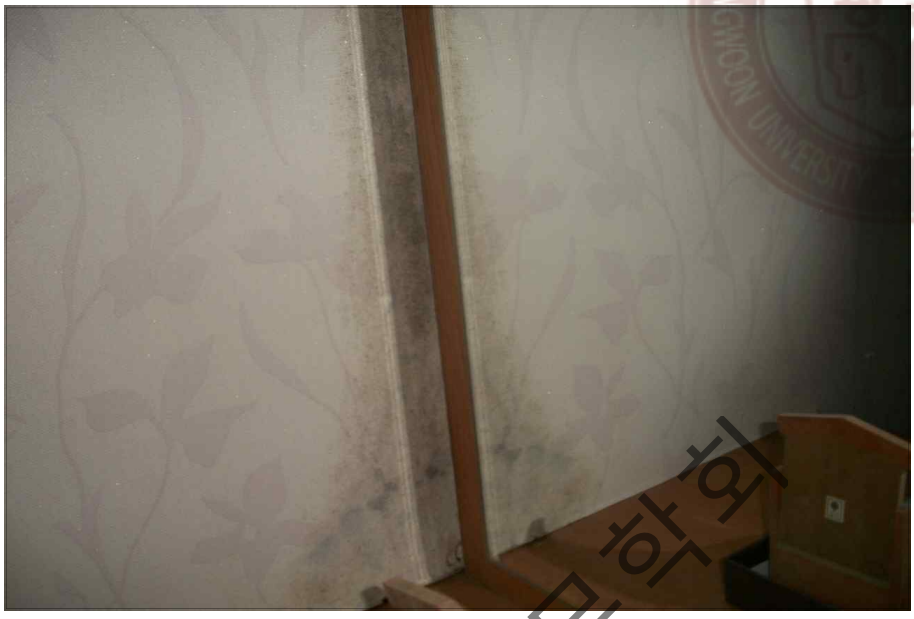
한국건설범무학회

[103동 1301호 측벽세대 결로하자 사진]

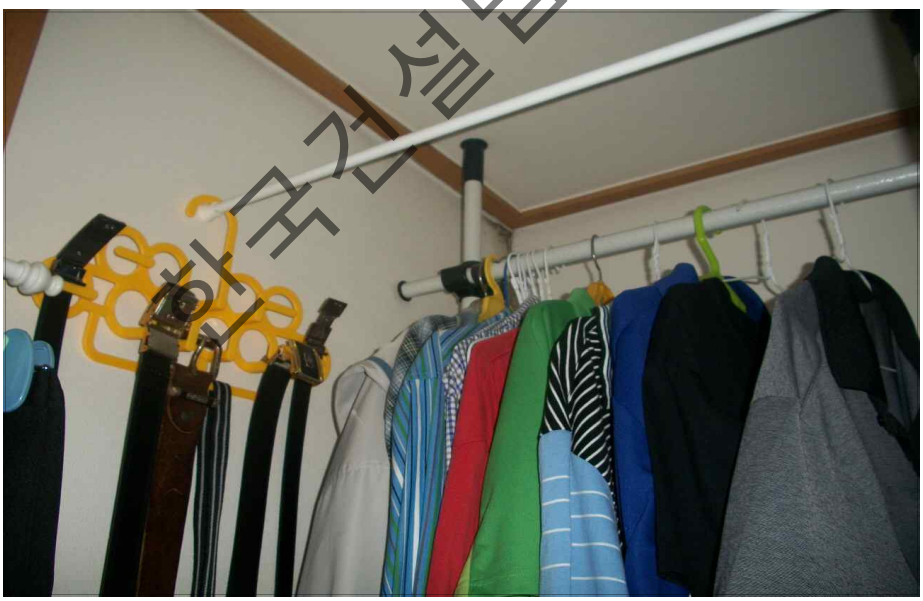
<사진 3-1> 침실1 측벽의 결로수로 인해 장롱수납 불가

<사진 3-2> 반침2 측벽 곰팡이 현황

한국건설법무



<사진 3-3> 측벽에 위치한 화장대 벽 곰팡이 현황



<사진 3-4> 침실3 측벽의 곰팡이 현황

한국건설생활환경시험연구원

[103동 1101호 측벽세대 결로하자 사진]

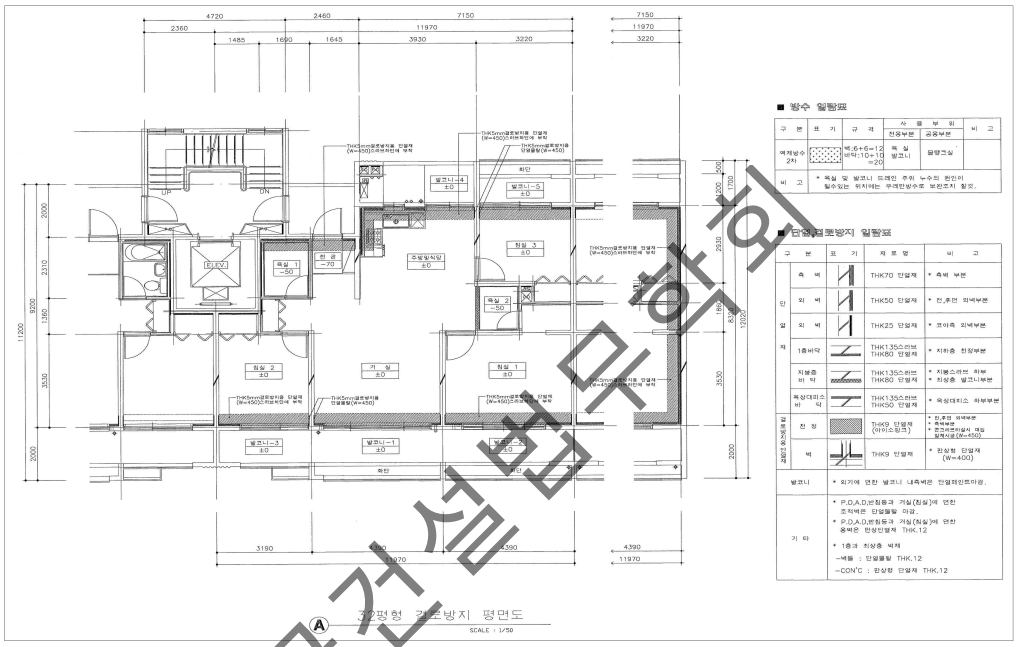
<사진 3-5> 반침 측벽 결로로 인한 변색

<사진 3-6> 측벽에 위치한 화장대 벽 곰팡이 현황

한국건설법무학회

1.2 북향 측벽세대 안방벽 전체 곰팡이 방지 대책

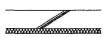
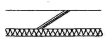
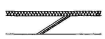
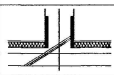
① 본 현장사례 아파트는 2008년 4월에 사용검사승인을 득한 아파트로 아래의 결로방지 평면도면을 검토하면, ■ 단열, 결로방지일람표 단열재 / 측벽 THK70 단열재로 표기되어 있음.



<그림 3-5> 32평형 결로 방지 평면도

한국건설기술연구원

■ 단열,결로방지 일람표

구 분		표 기	재 료 명	비 고
단열재	측 벽		THK70 단열재	* 측벽 부분
	외 벽		THK50 단열재	* 전,후면 외벽부분
	외 벽		THK25 단열재	* 코아측 외벽부분
	1층바닥		THK135스라브 THK80 단열재	* 지하층 천정부분
	지붕층 바 닥		THK135스라브 THK80 단열재	* 지붕스라브 하부 * 최상층 발코니부분
	옥상대피소 바 닥		THK135스라브 THK50 단열재	* 옥상대피소 하부부분
결로방지용단열재	천 정		THK9 단열재 (아이소핑크)	* 전,후면 외벽부분 * 측벽부분 * 콘크리트타설시 매입 일체시공(W=450)
	벽		THK9 단열재	* 판상형 단열재 (W=400)
발코니		* 외기에 면한 발코니 내측벽은 단열페인트마감.		
기 타		* P.D,A.D,반침등과 거실(침실)에 면한 조적벽은 단열몰탈 마감. * P.D,A.D,반침등과 거실(침실)에 면한 옹벽은 판상단열재 THK.12 * 1층과 최상층 벽체 —벽돌 : 단열몰탈 THK.12 —CON'C : 판상형 단열재 THK.12		

<그림 3-6> 측벽 단열, 결로 방지 일람표

② 건축물의 에너지절약 설계기준(건설교통부 고시 제2003-314호, 2003.1.7)의 [별표 2] 단열재의 두께 / 중부지역 / 공동주택의 측벽에는 최소 90㎜ 이상으로 표기되어 있음.(부록2. 참조)

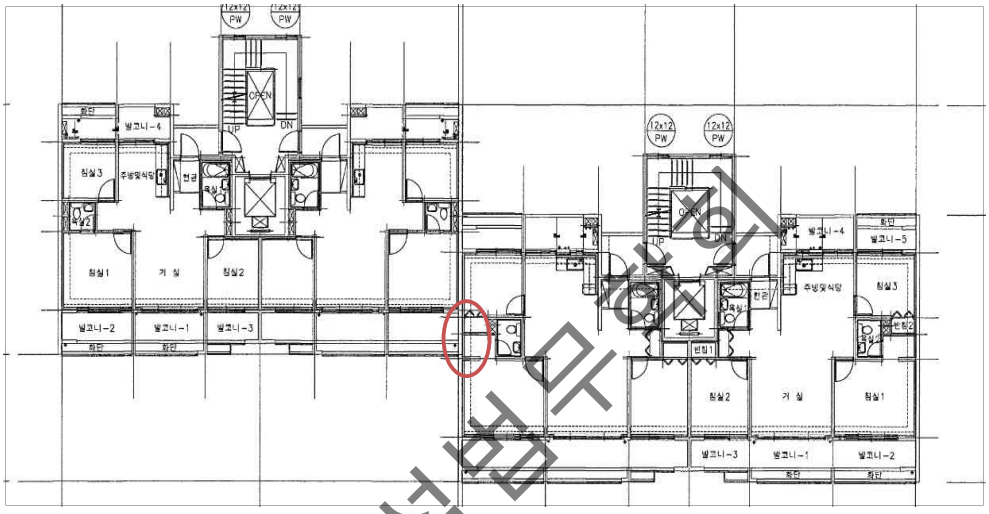
③ 103동 북향 측벽세대의 결로로 인한 곰팡이가 발생한 원인은 상기 ①항의 준공도면에 표기된 측벽 단열재 두께 70㎜가 상기 ②항의 건축물의 에너지절약 설계기준 최소두께 90㎜기준에 미달하여 발생한 것으로 사료되고,

④ 북향에 위치한 우측벽에서 결로로 인한 곰팡이가 많이 발생함은 단열재 두께 최소 90㎜이상의 우수한 단열재를 설계 당시부터 적용하여 북향인 측벽 세대내 결로수 및 곰팡이 발생을 당초부터 차단할 것을 권장한다.

한국건설법무학회

2.1 어긋난 구조평면에서 접합부 단열재 부족시공으로 결로 현장

어긋난 구조평면이 동일한 101동과 102동의 벽과 벽이 접한 부위인 전체 2호라인의 파우더실 화장대 벽면은 결로로 인한 곰팡이가 심하게 발생하여, 곰팡이 냄새 및 세대내 공기질 저하로 입주민의 건강을 위협하고 있다.



<그림 3-7> 어긋난 평면에서 접합부 단열재 미설계로 결로발생

[101동 2호라인 구조 접합부 파우더실 벽면 곰팡이 사례]

<사진 3-7> 101동 1502호 구조 접합부 파우더실 벽체 곰팡이 발생

한국건설법무원

<사진 3-8> [01동 602호 구조 접합부 파우더실 벽체 곰팡이 발생

[102동 2호라인 구조 접합부 파우더실 벽면 곰팡이 사례]

<사진 3-9> 102동 1502호 파우더실 벽체 곰팡이 발생

한국건설법무학회

<사진 3-10> 102동 1402호 파우더실 벽체 곰팡이 발생

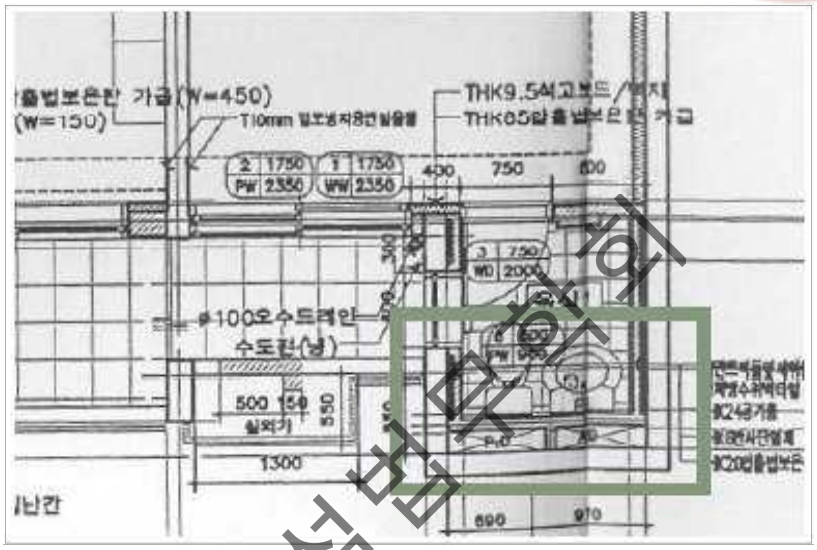
<사진 3-11> 102동 1202호 파우더실 벽체 곰팡이 발생

2.2 어긋난 구조평면에서 접합부 단열재 부족시공으로 결로 방지대책

설계당시부터 결로방지 보조단열재(열전도율 0.029W/mK)를 깊이 450mm, 두께 10mm의 단열상세도를 작성하고, 시공할 때 단열상세도에 의해 세밀하게 시공하여 어긋난 평면 접합부 결로발생을 방지하여야 할 것이다.

3.1 AD, PD벽체 내부 단열재 미설계로 내부벽체 결로 현장[9)]

① 사용 중이 아닌데도 최상층 세대의 욕실벽면과 욕실장 내부에 계속 결로가 발생하여 설계도면을 확인한 결과 아래 도면과 같이 외벽에 면한 AD(Air Duct)·PD(Pipe Duct) 조적벽에 단열재가 누락되었다.



<그림 3-8> 외벽에 면한 AD,PD에 단열재 누락

<사진 3-12> 욕실 벽면 타일 표면 결로수 맺힘

9) 곰팡이 제거 백서(http://blog.naver.com/iecofresh/30037477038)

<사진 3-13> 욕실장 내부까지 결로 현상 확대

상기 욕실의 AD(Air Duct) · PD(Pipe Duct)부분 타일을 일부 철거하고 확인한 결과, 단열재가 설치되어 있지 않았고, 조적벽의 줄눈이 채워지지 않아 외부공기가 직접 유입되는 것을 확인하였다.

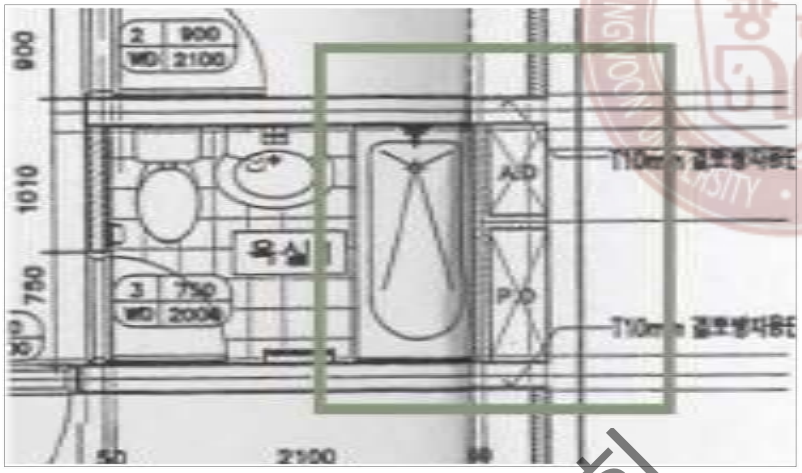
<사진 3-14> 벽면 상부 타일 해체 후 확인 작업

한국건설분쟁조정협회

<사진 3-15> 조적벽 줄눈작업 불량, 외기 유입

② 측벽에 설치된 AD(Air Duct)·PD(Pipe Duct)공간을 간접공간으로 간주하여 욕실벽면에 단열재가 누락되어 사용 중이 아닌데도 지속적으로 결로가 발생하였다.

한국건설법무학회

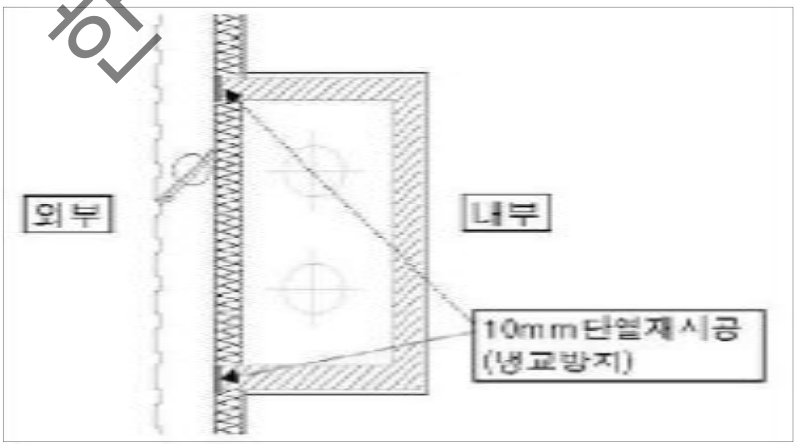


<그림 3-9> 측벽에 접한 AD,PD에 단열재 누락

3.2 AD, PD벽체 내부 단열재 미설계로 내부벽체 결로 방지대책

① 상기 ①항의 욕실 AD(Air Duct) · PD(Pipe Duct)부분 타일을 모두 철거하고 미장 후 단열재를 설치하여, AD를 통해 타세대의 담배냄새나 악취가 전달되지 않도록 재시공하여 결로 발생을 방지하여야 한다. 결로방지를 하여야 될 것으로 사료된다.

② 상기 ②항의 측벽의 AD(Air Duct) · PD(Pipe Duct)부분은 아래의 상세도와 같이 측벽과 동일한 단열재는 물론 조적벽과의 접합부에 열교방지를 위해 10mm 단열재를 설계당시부터 반영하여 결로발생을 방지하여야 한다.



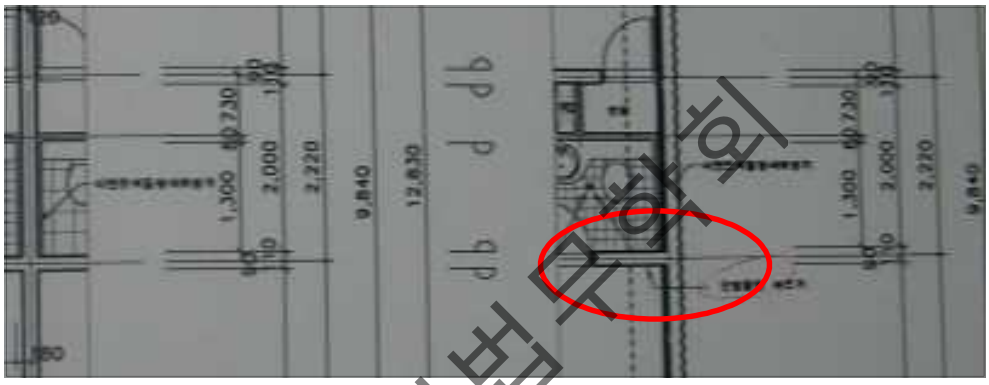
<그림 3-10> 측벽에 접한 AD,PD에 단열재 올바른 설치방법

한국건설감리협회

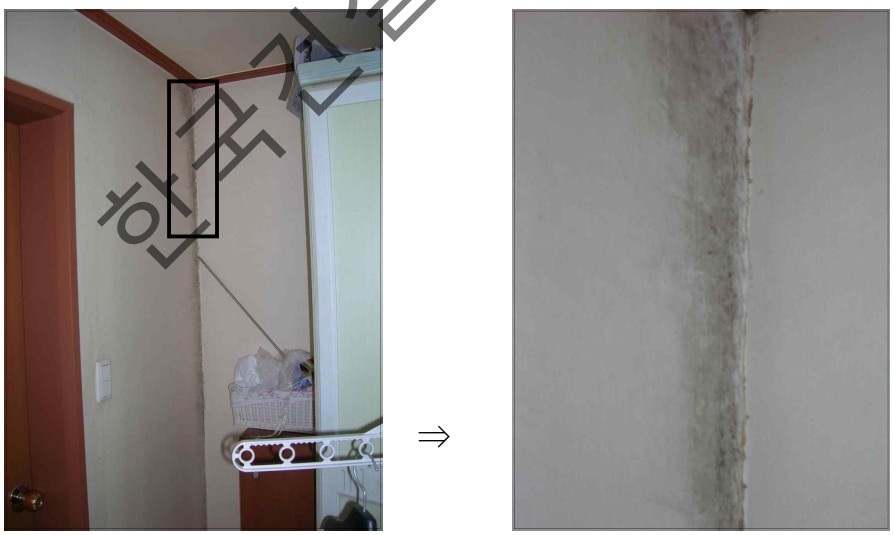
Ⅱ. 시공오류로 인한 결로 현장

1.1 측벽세대 안방과 화장실 벽체 종렬 곰팡이

측벽세대의 안방과 화장실 사이의 벽체는 열교가 발생하는 부분으로, 설계도면에 단열몰탈 바르기로 표기되어 있으나 6개동 중 204동만 단열몰탈이 미시공되어 측벽라인 전체 안방 코너 벽체에 종렬로 곰팡이가 발생된 사례이다.



<그림 3-11> 측벽세대 열교부분 단열몰탈 바르기 표기



<사진 3-16> 204동 1901호 안방 코너 곰팡이 발생

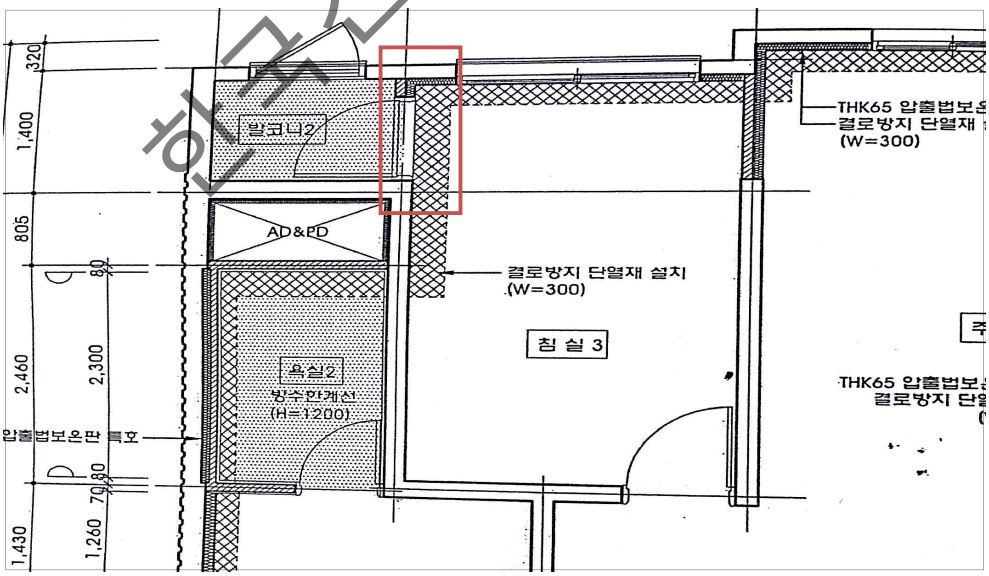
한국건설분쟁학회

<사진 3-17> 204동 1801호 안방 코너 곰팡이 발생

1.2 측벽세대 안방과 화장실 벽체 줄눈 곰팡이 방지대책

벽지 제거 후 단열몰탈 폭 450㎜, 두께 10㎜ 재시공하여 결로 발생을 방지한다.

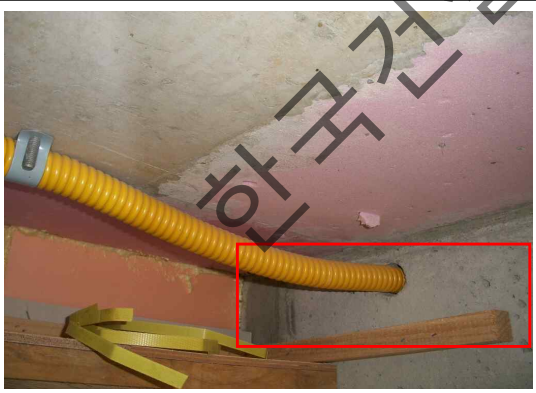
2.1 외기 간접부분 단열재 시공오류로 문틀 위 곰팡이 발생



<그림 3-12> 결로 방지 단열재 평면도

광운대학교 건설법무학회

상기 평면도의 적색선 부분의 침실3에서 발코니2로 통하는 출입문 상부 및 우각부위에 대부분 세대에서 결로 발생되어 천정을 뜯고 조사한 결과 천정에 결로방지재(W=300)가 시공되어 있었으나, 벽체 단열재는 아래 사진과 같이 누락되거나 부실시공되었다.

1	103-703호 거실천정코너 단열재 누락	2	103-703호 침실3의 발코니2 출입구 벽체 단열재 미시공
			
3	103-1402호 침실3의 발코니2 출입구 벽체 단열재 미시공	4	103-1203호 침실3의 발코니2 출입구 벽체 단열재 미시공

한국건설법무학회

광운대학교 VERITAS et LUX

5	103-401호 침실3의 발코니2 출입구 벽체 단열재 부실시공	6	103-401호 침실3의 발코니2 출입구 벽체 단열재 부실시공
7	103-901호 침실3의 발코니2 출입구 벽체 단열재 미시공	8	103-901호 침실3 발코니2 출입구 벽체 곰팡이 발생
9	101-402호 침실3의 발코니2 출입구 벽체 단열재 미시공	10	102-1503호 침실3의 발코니2 출입구 벽체 단열재 부실시공

한국건설법무학회

11	102-1503호 침실3의 발코니2 출입구 벽체 단열재 부실시공	12	102-1503호 침실1 천정코너 결로방지 단열재 누락

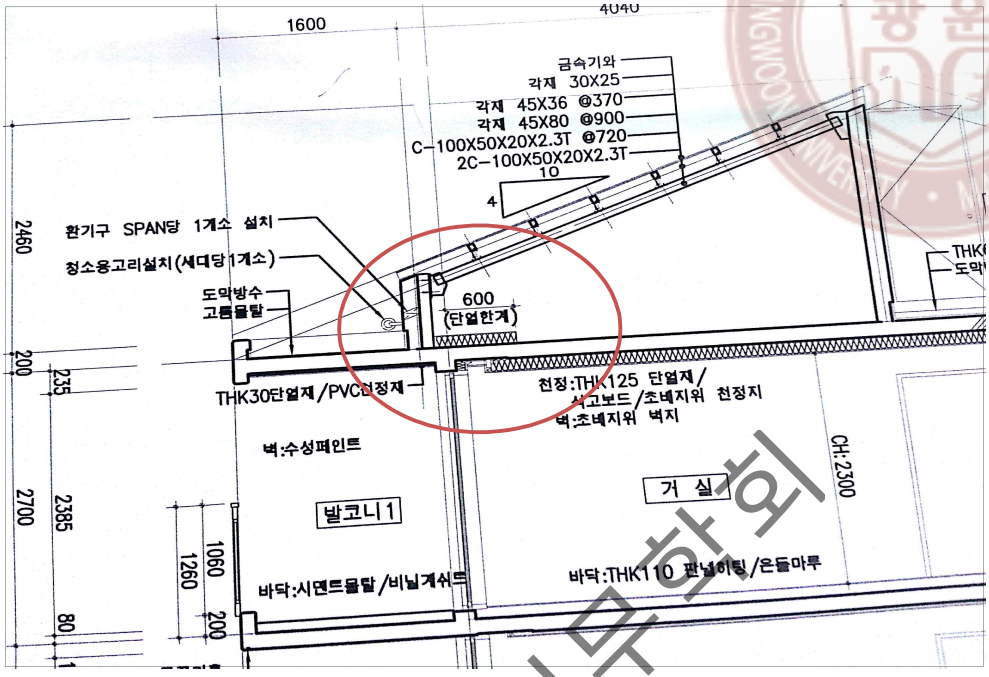
한국건설감리협회

2.2 외기 간접부분 단열재 시공오류로 문틀 위 곰팡이 방지 대책

겨울철 공동주택 세대내 결로 원인은 단열재 부실시공과 열교환환기장치(ERV)의 성능과 관련이 있으나 침실3의 곰팡이 및 위풍은 단열재 부실시공으로 인해 나타나는 현상이므로, 준공도면과 같이 발코니2와 연결된 침실3의 출입구 상부의 단열재를 재시공하여 결로 곰팡이 및 위풍을 방지하여야 한다.

3.1 최상층 세대 안방 커텐박스 부분 곰팡이 발생(단열재 부실시공)

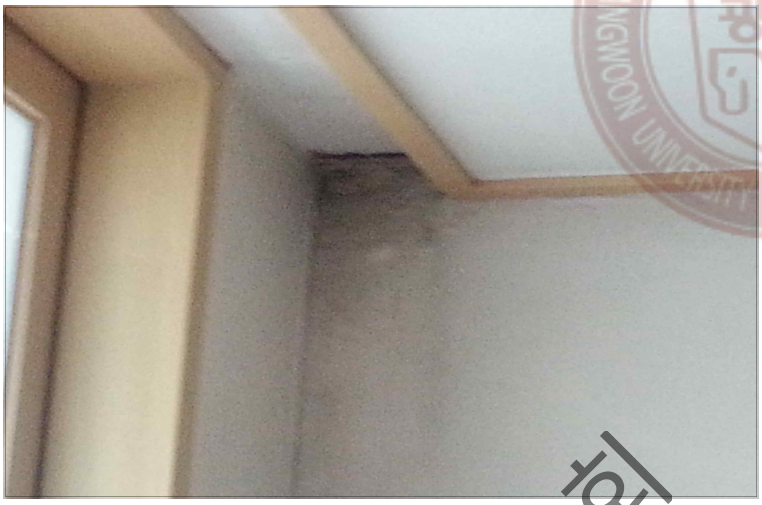
최상층세대의 안방 커텐박스 부분에 곰팡이가 발생되어 준공도면의 단면상세도와 현장조사하여 비교한 결과, 박공지붕 하부의 단열재 폭이 400㎜로 확인되어, 단열재 폭 200㎜ 부족시공으로 인한 부실시공으로 발생된 결로 곰팡이로 확인되었다.



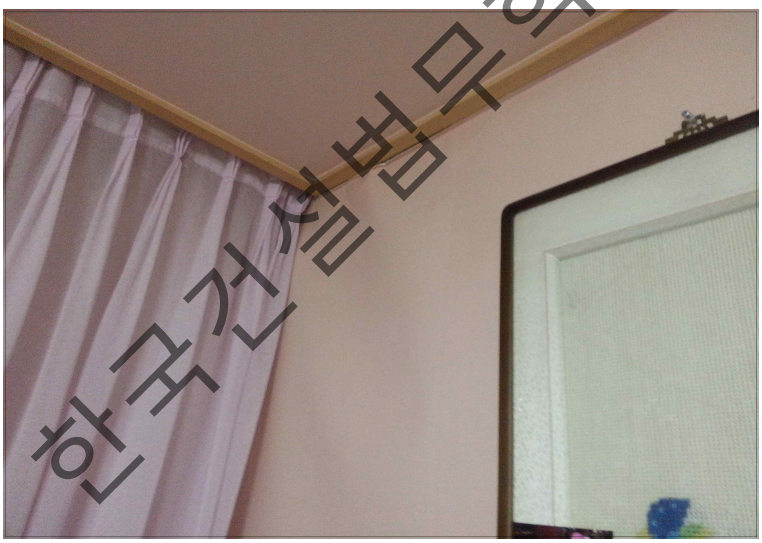
<그림 3-13> 최상층 단열재 설치 단면도

<사진 3-18> 박공지붕 하부 단열재 W=400 설치현황

한국건설법무학회



<사진 3-19> 203동 1004호 최상층세대 안방 커텐박스 곰팡이



<사진 3-20> 202동 1204호 최상층세대 안방 커텐박스 곰팡이

한국건설법무학회

<사진 3-21> 202동 1203호 최상층세대 안방 커텐박스 곰팡이

3.2 최상층 세대 안방 커텐박스 부분 곰팡이 방지대책

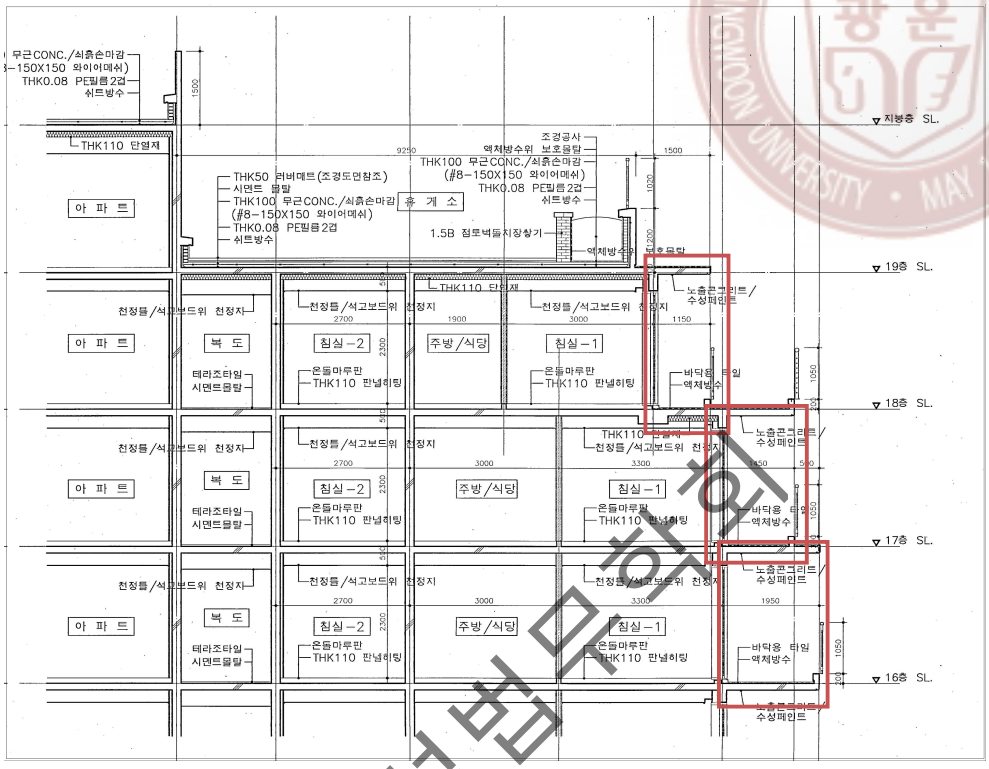
박공하부에 부실하게 설치된 단열재 폭 400㎜를 철거한 후 단열재 두께 thk125, 폭 600㎜를 틈새없이 접착하여 재시공하여 최상층 세대 천정 주변의 곰팡이 발생을 방지하여야 한다.

4.1 발코니 외부창 시공사 설치, 단열재 미시공으로 곰팡이 발생

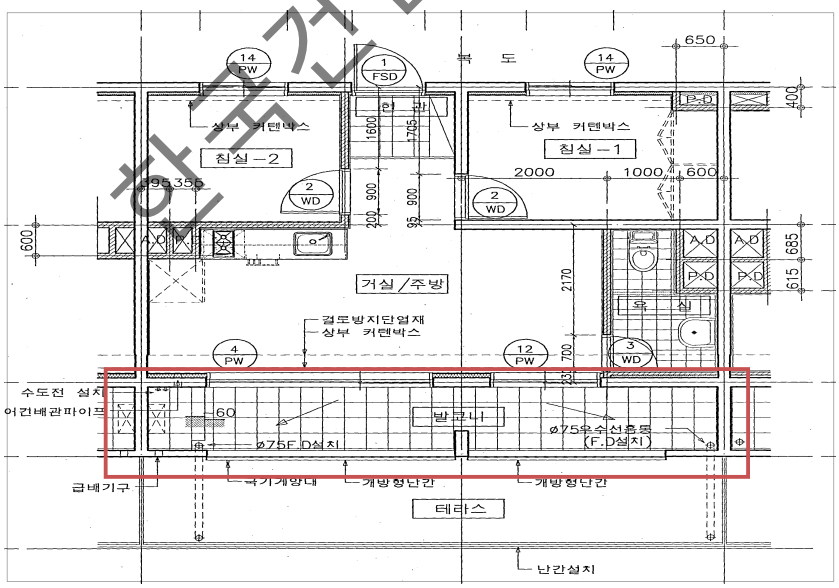
주상복합아파트로써 도로사선제한선으로 인해 후퇴한 16,17,18,19층 세대 전체 발코니 천장에 곰팡이가 심하게 발생하여 입주민들의 환경 및 위생상 위해요인이 될 수 있는 하자가 발생되었다.

시공사에서 세대발코니 외부창호를 설치하면 발코니가 내부공간이 되어 천정 및 벽체에 단열재를 설치해야 하는 것을 기술적으로 아는 바, 시공사에서 발코니 벽과 천정에 단열재를 설치하지 않아 결로로 인한 곰팡이가 심하게 발생된 사례이다. 따라서 발코니 내부 단열재는 시공사에서 재시공하여야 한다.

한국건설분쟁학회



<그림 3-14> 발코니 외부창호가 설치된 입면도



<그림 3-15> 발코니 외부창호가 설치된 평면도

한국건설법무학회

<사진 3-22> 1609호 거실 발코니 천장 곰팡이 발생

<사진 3-23> 1701호 거실 발코니 천장 곰팡이 발생

건설법무학회

<사진 3-24> 1822호 거실 발코니 천장 곰팡이 발생

<사진 3-25> 1905호 거실 발코니 천장 곰팡이 발생

4.2 발코니 외부창 시공사 설치, 단열재 미시공으로 곰팡이 방지대책

발코니 천정은 상부층의 테라스 바닥으로 최상층 바닥과 동일조건이므로 최상층 단열재와 동일한 규격을 시공하여야 하며, 곰팡이 청소 후 110㎜ 단열재+석고보드+수성페인트로, 벽체는 단열몰탈 두께 15㎜로 재시공하여 발코니 외부창 설치로 인해 내부공간이 된 발코니

천정 및 벽체 결로로 인한 곰팡이 발생을 방지하여야 한다.

5.1 외기에 면한 발코니 내벽 단열페인트 미시공으로 곰팡이 발생

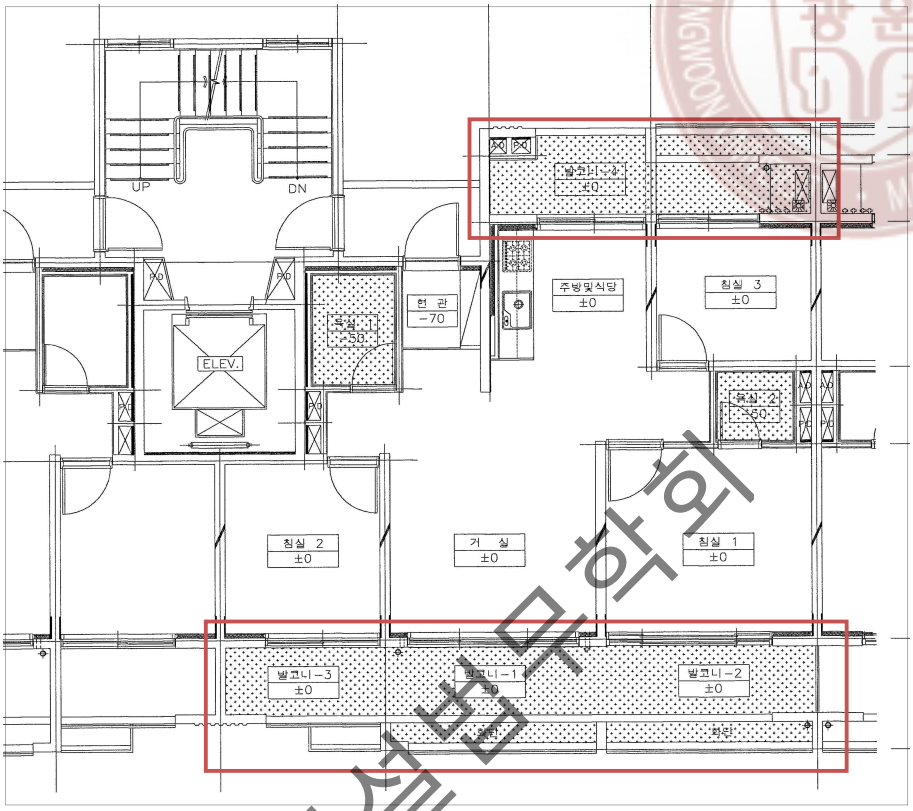
발코니 외부창호를 시공사에서 설치하면서 설계도면의 ■ 단열, 결로 방지 일람표에 단열페인트 시공하게 되었으나, 시공하지 않아 발코니 내벽에 곰팡이가 발생한 사례이다.

■ 단열,결로방지 일람표

구 분		표 기	재 료 명	비 고
단열재	측 벽		THK70 단열재	* 측벽 부분
	외 벽		THK50 단열재	* 전,후면 외벽부분
	외 벽		THK25 단열재	* 코아측 외벽부분
	1층바닥		THK135스라브 THK80 단열재	* 지하층 천정부분
	지붕층 바 닥		THK135스라브 THK80 단열재	* 지붕스라브 하부 * 최상층 발코니부분
	옥상대피소 바 닥		THK135스라브 THK50 단열재	* 옥상대피소 하부부분
결로방지용단열재	천 정		THK9 단열재 (아이소핑크)	* 전,후면 외벽부분 * 측벽부분 * 콘크리트타설시 매입 일체시공(W=450)
	벽		THK9 단열재	* 판상형 단열재 (W=400)
발코니		* 외기에 면한 발코니 내측벽은 단열페인트마감.		
기 타		* P.D,A.D,반침등과 거실(침실)에 면한 조적벽은 단열몰탈 마감. * P.D,A.D,반침등과 거실(침실)에 면한 옹벽은 판상단열재 THK.12 * 1층과 최상층 벽체 —벽돌 : 단열몰탈 THK.12 —CON'C : 판상형 단열재 THK.12		

<그림 3-16> 발코니 단열, 결로방지 일람표

한국건설법무학회



<그림 3-17> 발코니 결로 발생 위치

한국건설기술학회

한국건설법무학회

<사진 3-26> 발코니 벽체 곰팡이 발생

5.2 외기에 면한 발코니 내벽 단열페인트 미시공으로 인한 곰팡이 방지대책

발코니 내벽의 곰팡이 제거 후 단열페인트를 시공하여 결로로 인한 곰팡이를 방지하여야 한다.

Ⅲ. 생활사용상 오류로 인한 결로 현장

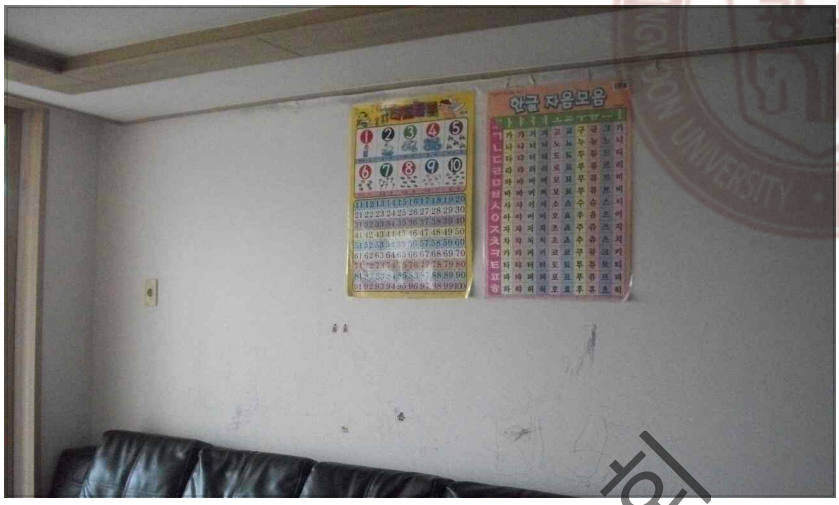
1. 공동주택의 일반적인 평면구조가 주방과 거실 사이에 칸막이 없이 열린 공간으로 이루어져 있어, 주방에서 음식 끓이는 수증기가 주방의 국부 후드를 통해 외부로 배출되기는 해도 일부 내부에 남아 있어, 실내의 수증기량을 높여 주방 및 거실의 벽면에 불규칙하게 곰팡이가 발생된 사례이다.

한국건설법무학회

<사진 3-27> 생활 사용상 발생한 곰팡이

2. 아기를 키우는 가정은 대부분 겨울철에 가습기를 사용하고, 빨래 등을 실내에서 건조하여 실내의 수증기량을 높여 거실 내벽에 곰팡이가 발생한 사례이다.

한국건설법무학회



<사진 3-28> 생활 사용상 발생한 곰팡이-아기집

3. 생활 사용상 오류로 인한 결로 방지대책은 음식을 조리할 때 주방 후드를 수증기가 완전히 흡출될 때까지 가동하고, 곁들여 욕실의 환풍기도 가동하여 전체 환기가 될 수 있도록 한다. 특히 요즘 공동주택에 많이 설치되는 강제환기시스템(ERV)을 항상 가동하여 실내의 온.습도를 조절하여 결로를 방지하며, 실내 공기질을 높여 위생환경을 높여야 할 것이다.

Ⅳ. 지하주차장 여름철 결로 현장

2000년 이후 자동차가 생활필수품 시대로 1세대 2대 이상을 소유하게 되면서, 공동주택 지하주차장의 대형공간이 필요하게 되어 공동주택 단지 전체를 통 지하로 시공하여 지하 3, 4층까지 지하주차장을 시설하게 되었다.

이와같이 지하주차장이 지하로 깊고 넓게 대형공간이 시설되면서 여름철 결로가 발생하여 결로수로 인해 바닥이 미끄러워 입주민들 전도되는 등 안전사고가 발생하고 있어, 아파트 지하주차장의 여름

한국건설법무학회

철 결로발생 현장사례 및 대책을 다음과 같이 언급하고자 한다.

1.1 지하주차장의 세대진입로 결로

준공 후 2년 된 아파트로 여름 우기시 지하주차장에서 세대와 연결된 엘리베이터 진입로의 벽과 바닥에 결로수로 인해 입주민의 전도 등 안전상 위험이 있다.

<사진 3-29> 지하주차장 세대진입로 바닥, 벽 결로발생

<사진 3-30> 지하주차장 엘리베이터 전실, 비상계단 바닥, 벽 결로발생

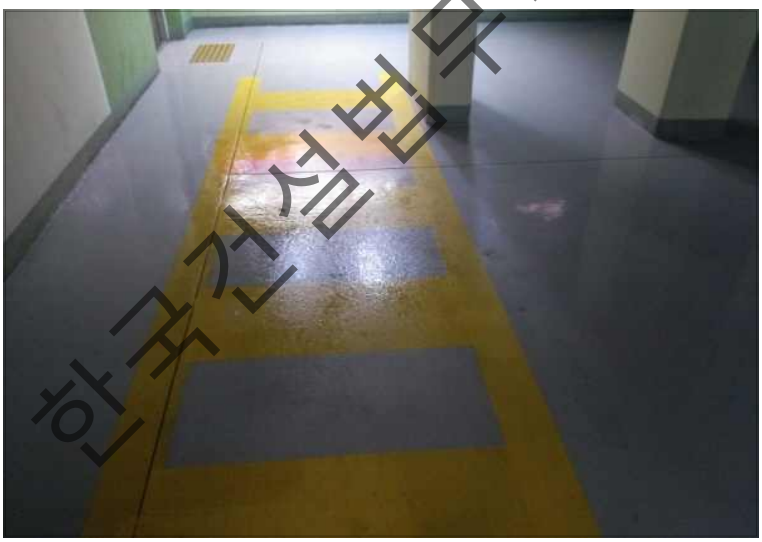
한국건설법무학회

<사진 3-31> 지하주차장 비상계단 바닥, 벽 결로발생

<사진 3-32> 지하주차장 엘리베이터 전실 결로수

한국건설감리협회

<사진 3-33> 지하주차장 바닥 결로 발생



<사진 3-34> 지하주차장 바닥 세대진입로 결로 발생

1.2 지하주차장 바닥 및 세대진입로 결로방지 대책

여름 장마철의 지하주차장에서 세대진입로, 엘리베이터 홀 및 비상계단 하부의 결로원인은 높은 습도가 주원인이다. 따라서 지하층(계단실, 엘리베이터 홀, 연결통로 등)의 결로를 예방하기 위해서는 단열조치 뿐만 아니라 상대습도를 낮추기 위한 대책이 우선 필요하다.

한국건설법무학회

공기 중의 습도를 낮추기 위해서(상대습도 저하 방안) 급, 배기시설 또는 제습시설이 필요하고, 최하층 바닥 및 외벽에 배수판과 단열재를 적용하여 지중의 낮은 온도 열관류율을 낮추는(내표면 온도저하 방지) 방안이 필요하다.

대부분 지하주차장 결로현상은 준공 후 3년 이내에 많이 발생하고, 그 후에는 결로현상이 많이 감소하는 경향이 있는데, 이는 자동차 배기가스로 인해 냉각된 벽체의 온도가 어느 정도 상승했기 때문인 것으로 사료된다.

① 지하주차장 주변이 습지이면서 지하수위가 높은 곳은 바닥 및 벽체에 방습판을 설치하여 결로수가 발생하더라도 배수로로 배수될 수 있도록 하며,

② 지하주차장이 건조한 곳에 위치해 있으면 바닥과 벽체에 조습성능이 있는 노출콘크리트로 마감함이 어느 정도 결로를 저감할 수 있는 방안이다.

③ 아래의 사진은 엘리베이터홀 바닥의 결로수가 심하여 바닥에 배수판을 설치하는 것으로 그 위에 다시 화강석을 설치하여 결로방지 효과가 거의 없었다.

<사진 3-35> 지하 엘리베이터 홀 바닥 배수판 설치

한국건설분쟁학회

제3절 공동주택의 결로 발생원인

공동주택의 외벽이나 바닥, 지붕 등의 구조체에 단열이 연속되지 않는 부분이나, 건물외벽의 모서리부분 혹은 구조체의 일부분에 열전도율이 큰 부분이 있을 때 열이 집중적으로 흐르게 되는데 이러한 현상을 열교(Thermal Bridge)현상이라 한다. 즉 열교(Thermal Bridge)란 열에너지(Thermal Energy)가 물체를 매개로 서로 이동하는 현상(전도(傳導) Conduction)으로, 열교환이 높은 열전도율로 인하여 구조체의 전체 단열값을 낮추게 하는 구조체의 일부분을 의미하며, 이러한 구조체의 열적 취약부위로 인하여 열손실이라는 측면에서 냉교(Cold Bridge)라고도 한다.[10]

건축물의 테두리보, 최상층 슬래브지붕, 발코니의 돌출부위 등은 완벽한 단열을 연속적으로 유지하기 어려운 단열의 취약부위에 열의 출입에 의한 열교현상으로 외부의 냉기가 실내로 침입하여 내벽면의 온도를 저하시켜 결로 발생원인이 된다.

이런 열교현상으로 인해 집안 모서리나 구석, 창문 주위에 온도차로 인해 결로가 발생하게 된다. 특히 결로로 인한 곰팡이 발생은 저항력이 약한 어린이나 노약자에게 호흡기나 피부질환으로 연결되어서 또 다른 사회문제가 야기되며, 첫째 실내 열적 쾌적함의 하락, 둘째 결로로 인한 곰팡이 서식으로 인한 실내 공기질의 하락, 셋째 습기의 유입으로 인한 구조체 및 마감재의 구조적 시각적 문제, 넷째 제반환경으로 인한 건물 가치의 하락 및 내구성 저하로 인한 경제적 손실 등 각종 유해한 결과를 가져오기도 한다.

그러므로 공동주택의 결로 발생원인을 구체적으로 설계, 시공, 생활사용 및 지하주차장으로 구분하면 다음과 같다.

한국건설법무학회

10) 최윤기. 안재봉, 2003, '외기에 면한 초고층 아파트 발코니천정 내부결로 예측', 한국건설관리학회논문집 155면.

Ⅰ. 설계오류로 인한 결로

설계단계에서 발생되는 일반적인 하자는 하자발생 요인을 검토한 결과 설계자가 작성한 도면이나 시방서의 오류에 기인하여 설계단계에서의 부적합한 재료를 사용하거나 부적합한 구조형식이나 공법을 산정한 경우, 도면표기의 오류 등으로 인하여 시공 및 사용 단계에서 하자를 유발하는 직접적인 원인으로 작용되는 경우에는 하자 발생책임은 설계자에게 귀속된다.

세대내 발코니의 곰팡이 발생원인은 대부분의 세대가 외벽창호를 설치하여 발코니가 내부공간이 되어 습도는 높고 온도는 낮아 발코니 내부벽과 천정에 결로로 인한 곰팡이가 발생하므로, 설계 당초부터 발코니 외벽창호 및 내부 단열재를 설치하여 결로발생을 예방해야 할 것이다.

설계당초 단지계획에서 북향에 위치한 측벽세대 내부에 결로가 발생하는데 결로 발생원인은 '건축물의 에너지절약 설계기준' 의 단열재 두께와 동일하게 설계되어 북향의 측벽세대내 결로가 발생하는바, 이는 하루종일 햇빛이 들지 않는 북향의 측벽이 최한월에 결로가 발생하는 것이므로, 설계 단지 계획할 때 북향에 위치한 측벽은 단열재를 보완해야 할 것이다. 설계시 TDR(Temperature Difference Ratio, 온도차비율)에 의한 열성능 평가를 하여, TDR값이 0.2 이상이 될 수 있도록 단열재의 성능을 설계에 반영해야 될 것이다.

설계시 구조적으로 평면이 어긋난 부분의 결로 발생원인은 열교현상을 예상하여 결로방지 단열재를 보강하여 상세도면을 작성해야 할 것이다.

Ⅱ. 시공오류로 인한 결로

공동주택에서 발생하는 결로 하자의 발생원인을 분석하여 그 하자의

한국건설법무학회

발생 원인이 시공자측에 있는 경우 시공자가 하자에 대한 일차적인 책임을 져야 함은 당연하나, 감리자의 경우에도 부실시공이나 시공미숙을 적절히 감독하여 적정하게 시공될 수 있도록 할 책임이 있으므로 감리자 역시 하자에 대한 책임을 나누는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

측벽과 접한 내벽에 곰팡이가 전체 세대에 걸쳐 곰팡이가 발생하였는바, 곰팡이 발생원인이 설계도면에 결로방지 단열몰탈이 폭 450㎜ 설계되어 있었으나 시공시 누락하여 결로로 인한 곰팡이가 발생되었다.

외기와 간접적으로 접한 출입구 주변에 곰팡이가 발생되어, 현장조사결과 곰팡이 발생원인은 단열재의 틈새 및 누락으로 인하여 결로 곰팡이가 발생되었다.

최상층 세대 안방 커텐박스의 곰팡이 발생원인은 최상층 내부 단열재가 커텐박스까지 설계되지 않고, 박공지붕 내부에 폭 600㎜로 단열재가 설치되도록 설계되었는바 현장조사결과 박공지붕 내부의 단열재가 폭400㎜로 설치되어 열교현상으로 인해 결로로 인한 곰팡이가 발생하였다.

Ⅲ. 생활사용상 오류로 인한 결로

유지관리 단계에서 발생한 하자가 입주자 과실로 인한 하자인지 시공불량으로 인한 과실인지를 판단하는 것은 매우 어려우며, 하자에 대하여 입주자는 피해를 받는 약자임을 고려할 때 명백한 입주자측의 과실로 드러나지 않는 이상 하자발생의 책임을 입주자에게 부과하는 것은 현실적으로 어려우므로 입주자의 과실인지의 여부는 감정인 또는 하자판정조정기구(하자심사·분쟁조정위원회)등에서 하는 것이 바람직하다

생활사용상 잘못으로 거실벽의 곰팡이 발생원인은 가습기 사용, 실내

한국건설법무학회

에서 빨래 건조, 국물 요리시 후드 미사용, 욕실에서 목욕 및 세안시 환기팬 미가동 등 생활 습관의 잘못으로 과도한 습기로 인해 곰팡이가 발생하였다.

Ⅳ. 지하주차장 여름철 결로

공동주택 지하주차장의 대형화로 인해 습기가 많은 여름철 우기(雨期) 시 지하주차장 바닥과 엘리베이터 진입로, 홀, 비상계단의 바닥과 벽체 결로가 발생하여 결로수로 인해 입주민의 전도(顚倒) 등 안전사고가 발생하고 있다.

이와같이 지하주차장의 결로 발생원인은 지하수의 영향 등으로 여름철 외부 기온보다 지하층의 온도가 낮아져 바닥과 벽체의 표면온도 저하로 여름철 우기시 램프 등 출입구를 통해 내부로 많은 습공기가 들어와 온도가 낮은 바닥과 벽체표면에 결로가 발생한다. 이는 여름철의 습도 높은 공기의 노점온도보다 지하주차장 내부의 바닥과 벽체의 표면온도가 더 낮아 결로가 발생하는 것이다.

제4절 공동주택 결로 하자의 보수방안

Ⅰ. 설계오류로 인한 결로 하자

1. 북향 측벽세대 안방벽 전체 곰팡이 보수

① 건축물의 에너지절약 설계기준(건설교통부 고시 제2003-314호, 2003.1.7)의 [별표 2] 단열재의 두께 / 중부지역 / 공동주택의 측벽에는 최소 90㎜ 이상이므로, 단열재 두께 최소 90㎜이상의 우수한 단열재를 북향인 측벽 세대내의 벽체에 재시공한다.

② 재시공 방법은 측벽에 설치된 벽지, 석고보드 및 두께 70㎜ 단열재를 철거한 후 단열재 두께 최소 90㎜이상의 우수한 단열재를 측벽에

한국건설분쟁학회

밀착시공하고 우각부에 결로방지 보조단열재(열전도율 0.029W/mK)를 깊이 450mm, 두께 10mm로 보강한 후 석고보드 위 벽지 바르기를 하면 최한월의 결로를 방지할 수 있다.

2. 어긋난 구조평면에서 접합부 단열재 부족시공으로 결로하자 보수

곰팡이가 발생한 어긋난 부위인 2호라인 파우더실 화장대 뒷벽의 보수방안은 벽지를 철거한 후 결로방지 보조단열재(열전도율 0.029W/mK)를 깊이 450mm, 두께 10mm를 보강 설치하고, 석고보드 및 벽지 바르기로 보수한다.

3. AD, PD벽체 내부 단열재 미설계로 내부벽체 결로하자 보수

① 욕실 AD(Air Duct)·PD(Pipe Duct)부분 타일을 모두 철거하고 미장 후 단열재를 설치하여, AD를 통해 타세대의 담배냄새나 악취가 전달되지 않도록 재시공 한다.

② 측벽의 AD(Air Duct)·PD(Pipe Duct)부분은 측벽과 동일한 단열재는 물론 조적벽과의 접합부에 열교방지를 위해 10mm 단열재를 재시공 설치하여야 한다.

Ⅱ. 시공오류로 인한 결로 하자

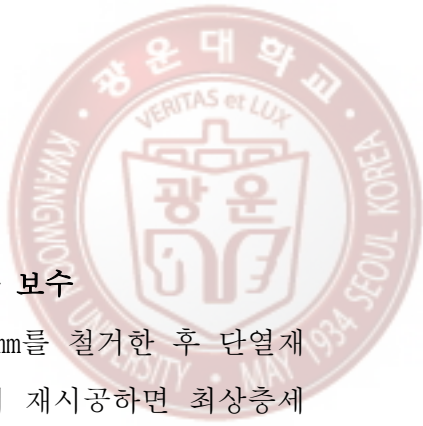
1. 측벽세대 안방과 화장실 벽체 종렬 곰팡이 하자 보수

종렬로 발생된 안방 코너 벽지를 제거한 후 단열몰탈 폭 450mm, 두께 10mm 재시공한다.

2. 외기 간접부분 단열재 시공오류로 문틀 위 곰팡이 하자 보수

공동주택의 간접공간이 발코니와 접해있는 침실 출입문틀 상부의 곰팡이 및 위풍은 단열재 부실시공으로 인한 현상이므로, 발코니로 나가는 침실의 출입구 상부의 단열재를 정밀하게 재시공하여 결로 곰팡이

한국건설감정학회



및 위풍을 방지한다.

3. 최상층 세대 안방 커텐박스 부분 곰팡이 하자 보수

박공하부에 부실하게 설치된 단열재 폭 400㎜를 철거한 후 단열재 두께 thk125, 폭 600㎜를 틈새없이 접착하여 재시공하면 최상층세대 천정 주변 곰팡이 방지대책이 될 것이다.

4. 발코니 외부창호 시공사 설치, 단열재 미시공으로 곰팡이 하자 보수

발코니 천정은 상부층의 테라스 바닥으로 최상층 바닥과 동일조건이므로 최상층 단열재와 동일한 규격을 시공하여야 하며, 곰팡이 청소 후 110㎜ 단열재+석고보드+수성페인트로, 벽체는 단열몰탈 두께 15㎜로 재시공하여 발코니 외부창 설치로 인해 내부공간이 된 발코니 천정 및 벽체 결로로 인한 곰팡이 발생을 방지하여야 한다.

5. 외부 발코니 내벽 단열페인트 미시공으로 발생한 곰팡이 하자 보수

발코니 내벽의 곰팡이 제거 후 단열페인트를 시공하여 결로로 인한 곰팡이를 방지하여야 할 것이다.

Ⅲ. 생활사용상 오류로 인한 결로 하자

생활 사용상 오류로 인한 결로 하자 보수방안은 음식을 조리할 때 주방 후드를 조리시 발생한 수증기가 모두 흡출될 때까지 가동하고, 샤워시 욕실의 환풍기를 가동하여 수증기가 AD(Air Duct)를 통해 배기될 수 있게 한다. 특히 요즘 공동주택에 많이 설치되는 강제환기시스템(ERV)을 항상 가동하여 실내의 온.습도를 조절하여 결로를 방지하고 실내 공기질을 높여 위생환경을 높여야 할 것이다.

Ⅳ. 지하주차장 여름철 결로 하자

한국건설법무학회

지하주차장(계단실, 엘리베이터 홀, 연결통로 등) 바닥 벽체의 결로를 방지하기 위해서는 단열조치 뿐만 아니라 상대습도를 낮추기 위한 대책이 우선 필요하다. 공기 중의 습도를 낮추기 위해서(상대습도 저하 방안) 급, 배기시설 또는 제습시설이 필요하고, 최하층 바닥 및 외벽에 배수판과 단열재를 설치하여 지중의 낮은 온도 열관류율을 낮추는(내표면 온도저하 방지) 보수방안이 필요하다.

대부분 지하주차장 결로현상은 준공 후 3년 이내에 많이 발생하고, 그 후에는 결로현상이 많이 감소하는 경향이 있는데, 이는 자동차 배기가스로 인해 냉각된 벽체의 온도가 어느 정도 상승했기 때문인 것으로 사료된다.

지하주차장 결로 하자 보수방안은

① 지하주차장 주변이 습지이면서 지하수위가 높은 곳은 바닥 및 벽체에 방습판을 설치하여 결로수가 발생하더라도 배수로로 배수될 수 있도록 하며,

② 지하주차장이 건조한 곳에 위치해 있으면 바닥과 벽체에 조습성능이 있는 노출콘크리트 마감이 어느 정도 결로를 저감할 수 있는 방안이다.

한국건설법무학회

제4장 공동주택 결로하자 개선방안

제1절 공동주택 결로하자가 입주민에게 미치는 영향

공동주택의 구조체가 열교현상을 유발하여 결로가 발생되는 것이므로, 열교가 발생되는 구조체에 단열을 하여 결로발생을 방지하는 것이 최상이나, 현재 완벽하게 단열할 수 있는 방법은 없다.

따라서 결로하자의 특징은 세대와 세대 사이의 간벽, 구조체가 겹치

는 우각부, 창호틀 주변, 발코니 외부창호 설치로 내부벽·천정, 최상층 천정 및 북향인 측벽에 결로가 발생하고 아직도 구체적이고 완벽한 결로 방지대책이 없는 실정이다.

가장 좋은 방법은 건물 구조체 외부를 모두 단열재로 감싸는 외단열이 좋지만 그렇게 하기에 개구부 등의 한계점이 많다.

이러한 이유로 완벽한 단열을 하지 못해 공동주택의 결로하자가 발생하면 입주민의 입장에서 보면 단기적 피해로는 첫째 결로수에 의한 벽면의 얼룩과 오염, 둘째 도장면의 분리 및 탈락, 셋째 벽지 곰팡이 및 악취, 넷째 가구의 뒤틀림 등이 발생하고, 장기적 피해로는 첫째 단열저하로 열손실에 의한 난방비용의 증가, 둘째 입주민의 천식 및 알레르기 반응 등 건강을 위협하고, 셋째 구조체 내부결로에 의한 구조체 수명단축 등 광범위한 위해요인이 있다.

제2절 공동주택 결로하자 개선방안

Ⅰ. 설계오류로 인한 결로 개선

1. 공동주택 결로방지를 위한 상세도 가이드라인 적용

가. 세대내 발코니를 실내공간으로 적용할 것

현재 공동주택 발코니 외부 창호설치가 일반화되고 있는 상황에서 발코니가 이미 실내공간으로 사용되고 있음에도, 국토교통부에서 2013년 10월에 발표한 '공동주택 결로방지를 위한 상세도 가이드라인(안)'에서 발코니 외부창호가 있는 상태의 발코니 단열을 언급하지 아니하였는바, 현재 발코니 외부창호를 입주자 혹은 시공자의 설치여부로 발코니 곰팡이 발생 책임소재를 묻는 것에 머물지 말고, 입주민 입장에서 발코니 공간을 설계당시부터 실내공간으로 인식하여 결로 방지를 위한 상세도를 작성하여 발코니에 발생하는 결로로

한국건설법무학회

인한 곰팡이 발생을 방지하여야 한다.

나. 결로 판정을 위한 온도차이비율(TDR) 등급적용[11)]

국토교통부에서 2013년 10월에 발표한 '공동주택 결로방지를 위한 상세도 가이드라인(안)'은 벽체두께(열교 매개체), 벽체단열재 및 결로방지보조단열재의 열전도율을 제시하고, 온도차이비율(TDR)을 상세도와 함께 제시하였는바, TDR값 산정과 TDR값에 따른 열성능 범위는 아래와 같다.

① 결로는 벽체 내표면온도가 노점온도 이하가 될 경우에 발생하는 것으로 실내온도와 상대습도에 직접적으로 영향을 받는다. 따라서 TDR은 모서리부위의 표면온도와 실내외 온도사이의 상호 관계로부터 각 요소의 온도차이비율(TDR:Temperature Difference Ratio)에 따라 모서리 접합부위의 단열성능을 평가할 수 있으며, TDR은 단위가 없는 계수로서 범위는 0~1 사이의 값으로 산정되며, TDR을 산정식은 아래와 같다.

$$TDR = \frac{t_i - t_f}{t_i - t_0}$$

TDR : 실제온도편차율　　t_i : 실내온도

t_0 : 실외온도　　t_f : 실측표면온도

② TDR에 의한 열성능 평가

TDR값을 단열성능에 따라 4등급으로 구분하고, 1급은 모서리부위의 열교현상이 극히 적은 것으로 판단할 수 있고, 2급 이상은 열적으로 양호한 상태로서 접합부위의 내표면에서 결로발생 가능성이 적은 것으로 판단할 수 있다.

그러나 3급 이하의 경우에는 접합부 내표면에서 결로 등의 열적 결함이 발생할 수 있는 것으로 판단할 수 있으며, 열성능에

11) 결로방지 및 단열성능 개선방안 연구, 롯데건설(주) 기술연구소 건축환경담당, 2005. 17~19면

한국건설법무학회

따른 TDR값의 범위는 아래 표와 같다.

열적 성능	열교 발생 범위	TDR	결로발생확율	해당사례
우수 (1급)	무시	<0.15	실내온도20℃, 실외온도-10℃ 기준으로 할 때 최소한 상대습도 85%이하에서는 결로가 발생하지 않는 성능	· 표면벽체의 U값이 1.2W/㎡/K이하 · 외벽모서리 U값이 0.6W/㎡/K이하 · 단열시공된 방
양호 (2급)	적당	0.15 ~0.2	실내온도20℃, 실외온도-10℃ 기준으로 할 때 상대습도 80%이하 결로없고, 85%이상 결로발생	· 표면벽체의 U값이 1.2W/㎡/K이하 · 외벽모서리 U값이 0.6W/㎡/K이하
불량 (3급)	심함	0.2 ~0.3	실내온도20℃, 실외온도-10℃ 기준으로 할 때 상대습도 70%이하 결로없고, 80%이상 결로발생	· 표면벽체의 U값이 1.2W/㎡/K이하 · 외벽모서리 U값이 0.6W/㎡/K이하
매우 불량 (4급)	매우 심함	>0.3	실내온도20℃, 실외온도-10℃ 기준으로 할 때 상대습도 70%미만에서도 결로가 발생할 수 있는 경우	· 표면벽체의 U값이 1.2W/㎡/K이하 · 외벽모서리 U값이 0.6W/㎡/K이하

<표 4-1> 열성능에 따른 TDR값의 범위

③ 결로발생 가능 부위를 상기와 같이 TDR값을 산정하여 검토한 후 2급 이상의 TDR 값을 유지할 수 있는 성능의 단열재를 적용한다.

2. 건축물의 에너지 절약 설계기준에 혹한기 지방 추가 적용

가. 건축물의 에너지 절약 설계기준의 단열재 두께

국토해양부 고시 제2012-69호의「건축법」제66조제2항 및 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」제21조 및 제22조에 따른 '건축물의 에너지절약설계기준'의 단열재 두께는 아래와 같다.

한국건설기술연구원

<표 4-2> 단열재의 두께

[중부지역][1)]

(단위: ㎜)

건축물의 부위 \ 단열재의 등급			단열재 등급별 허용두께			
			가	나	다	라
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우		85	100	115	130
	외기에 간접 면하는 경우		60	70	80	90
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	105	125	140	160
		바닥난방이 아닌 경우	75	90	100	115
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	70	80	90	105
		바닥난방이 아닌 경우	50	55	65	70
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		160	190	215	245
	외기에 간접 면하는 경우		105	125	145	160
공동주택의 측벽			120	140	160	175
공동주택의 층간 바닥	바닥난방인 경우		30	35	45	50
	기 타		20	25	25	30

1)중부지역 : 서울특별시, 인천광역시, 경기도, 강원도(강릉시, 동해시, 속초시, 삼척시, 고성군, 양양군 제외), 충청북도(영동군 제외), 충청남도(천안시), 경상북도(청송군)

[남부지역][2)]

(단위: ㎜)

건축물의 부위 \ 단열재의 등급			단열재 등급별 허용두께			
			가	나	다	라
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우		70	80	90	100
	외기에 간접 면하는 경우		45	50	60	65
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	90	105	120	135
		바닥난방이 아닌 경우	75	90	100	115
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	60	65	75	85
		바닥난방이 아닌 경우	50	55	65	70
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		135	155	180	200
	외기에 간접 면하는 경우		90	105	120	135
공동주택의 측벽			85	100	115	130
공동주택의 층간 바닥	바닥난방인 경우		30	35	45	50
	기 타		20	25	25	30

2)남부지역 : 부산광역시, 대구광역시, 광주광역시, 대전광역시, 울산광역시, 강원도(강릉시, 동해시, 속초시, 삼척시, 고성군, 양양군), 충청북도(영동군), 충청남도(천안시 제외), 전라북도, 전라남도, 경상북도(청송군 제외), 경상남도

한국건설법학회

[제주도]

(단위: ㎜)

건축물의 부위 \ 단열재의 등급			단열재 등급별 허용두께			
			가	나	다	라
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우		45	50	60	70
	외기에 간접 면하는 경우		30	35	40	45
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	90	105	120	135
		바닥난방이 아닌 경우	75	90	100	115
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	60	65	75	85
		바닥난방이 아닌 경우	50	55	65	70
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		110	125	145	165
	외기에 간접 면하는 경우		75	85	95	110
공동주택의 측벽			70	80	90	100
공동주택의 층간 바닥	바닥난방인 경우		30	35	45	50
	기 타		20	25	25	30

나. 혹한기 지역 설계기준에 반영할 것[12)]

① 근간에 지구온난화의 영향으로 중부지역임에도 최한월에 -20℃로 내려가는 지역이 있어 이러한 기후변화를 설계에 반영하여 겨울철 결로 발생을 방지할 필요가 있다.

② 실내 온습도 조건 및 구조체의 단열성능이 동일할 경우 외기온도가 낮을수록 실내측 표면온도는 낮아지므로, 실내측 표면결로 발생 가능성은 더 커진다. 그러므로 외기온도의 표준조건을 일정 기준에 의해 최악조건으로 설정할수록 구조체의 결로방지 성능은 강화된다.

③ 결로판정용 외기조건을 설정하기 위해 山田雅士(1979)의 방법에 따라 30년간의 기상데이터를 이용하여 지역별로 최한월인 1월의 일 최저 외기온도를 구하고 이를 평균한 값에 야간복사에 의한 영향과 일 최저 외기온도의 변동을 고려하여 -3을 더한 뒤, KS

12) 공동주택 세대내 결로방지 설계를 위한 실내외 온습도 기준 수립 연구, 황하진 외2인, 2011, 275면

한국건설법무학회

F2295 창호의 결로방지성능시험방법에서 정하는 바와 같이 5℃ 간격으로 0℃~-15℃까지 구분하여, 최근 7년 이내에 일 최저기온이 -20℃이하로 내려간 지역을 혹한지로 별도 구분하였으며, 지역별 결로판정용 외기조건은 아래표와 같다.

따라서 아래의 혹한 지역을 '건축물의 에너지절약설계기준의 [별표2] 단열재 두께'에 별도로 규정하여 결로방지 설계에 반영할 것을 권장한다.

외기온도	지역구분	비 고
-20℃	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℃	서울, 인천 경기, 강원(속초, 강릉 제외) 충북(청주, 보은, 충주), 충남(대전, 금산, 부여) 경북(문경, 안동, 의성, 영주), 영남(거창)	중부 지역
-10℃	강원(속초, 강릉), 충북(추풍령), 충남(서산, 보령) 경북(대구, 영덕, 울산, 포항, 구미, 영천) 경남(부산,마산,통영,울산,거제,남해,밀양,진주,합천,산청) 전북(전주, 정읍, 남원, 부안, 군산) 전남(광주, 고흥, 여수, 장흥, 해남, 순천, 목포, 완도) 제주, 서귀포, 성산포	남부 지역

<표 4-3> 지역별 결로판정용 외기조건-혹한지역

한국건설법무협회

Ⅱ. 시공오류로 인한 결로 개선

1. 올바른 AD, PD 내부 단열시공

① 공동주택의 최상층과 최하층의 AD(Air Duct)·PD(Pipe Duct)의 세대 내 욕실벽체 혹은 침실벽체에 결로로 인한 곰팡이, 담배냄새 및 악취 등이 발생하는바, 이는 조적벽체로 시공된 AD, PD벽의 줄눈 부실시공, 벽체 미장 및 단열재 누락이 대부분이다.

② 설계도면에 최상층과 최하층의 AD, PD벽체의 단열재가 누락되었더라도 단열재를 설치하지 않으면 거의 결로가 발생한다는 것은 건축

기술자라면 주지하고 있는 사실이므로 준공 후 결로로 인한 곰팡이 발생을 방지하기 위해 설계변경을 하여 공사할 것을 권장한다.

③ AD, PD벽체를 시공할 때 줄눈을 세밀히 시공하고, 가능하면 미장하여 세대간의 담배냄새 및 악취가 전달되지 않도록 해야될 것이다.

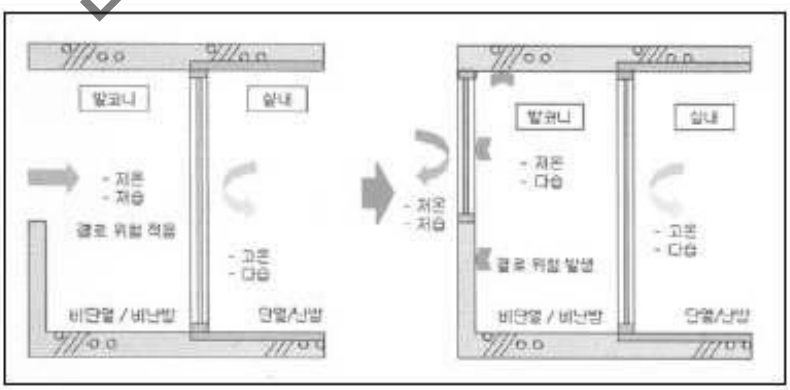
2. 결로방지 상세도에 의한 정밀한 시공

① 공동주택의 결로방지를 위해 국토교통부에서 2013년 10월에 발표한 '공동주택 결로방지를 위한 상세도 가이드라인(안)' 이 제시되어, 앞으로는 설계 당시부터 결로방지 상세도에 의해 정밀하게 시공하면 세대내 결로로 인한 곰팡이 발생을 개선할 것으로 사료되나, 시공할 때 판상형 단열재의 접합부와 구조체의 접합부위 등을 정밀 시공하여 열교현상이 발생하지 않도록 하여야 할 것이다.

② 특히 EPS 단열재(스티로폼) 설치시 반드시 습한 쪽에 방습지를 설치해야 하는데, 그 이유는 EPS 단열재는 물을 흡수하기 때문에 물을 먹은 EPS 단열재는 열교의 매개체 역할을 하기 때문에 단열효과가 전혀 없게 되며, 오히려 물먹은 EPS 단열재로 인해 결로하자가 심하게 유발될 수 있기 때문이다.

3. 발코니 외부창호 설치 시 발코니 내부 결로 개선방안

① 발코니 외부창호 설치시 발코니 내부는 저온 · 다습한 환경으로 변하여 비단열 비난방인 천정과 벽체에 결로가 발생한다.



<그림 3-18> 발코니 외부 샤시 설치에 의한 결로 위험 증가

한국건설법무학회

② 결로발생을 방지하기 위해서는 측벽과 연결되어 있는 벽체는 측벽과 동일한 단열재+석고보드+방습페인트를 설치하고 세대간벽과 외부창호 내부은 단열모르터 15㎜+방습페인트를 권장하며,

③ 발코니 천정은 단열모르터 10㎜+방습페인트를 시공하여, 이미 실내공간이 된 발코니의 결로를 방지하여 입주민의 쾌적한 환경을 보장하여야 한다.

Ⅲ. 생활 사용상 오류로 인한 결로 개선

공동주택에서 입주민이 생활하면서 발생하는 습기로 인해 세대내부에 결로가 발생하는데 결로수에 곰팡이 균이 서식하여 곰팡이가 발생한다.

1. 주방에서 국물 요리시 렌지후드 가동

주방에서 국, 찌개 및 밥을 할 때 발생되는 수증기를 방치하지 말고 렌지후드를 가동하여 빨리 수증기를 AD로 배기하여 수증기가 실내에 머물지 않도록 한다.

2. 욕실 환풍기 혹은 ERV 상시 가동

욕실에서 샤워할 때 반드시 환풍기를 가동한 후 사용하고, IAQ(Indoor Air Quality:실내공기질), ERV(Energy Recovery Ventilation:에너지회수환기장치)가 설치된 공동주택은 입주민의 실내 거주시간대인 저녁과 아침에 가동하여 실내의 온.습기를 조절하면 결로방지에 도움이 된다.

특히 ERV가 설치되지 않은 세대는 욕실문을 개방한 후 욕실 환풍기를 상시 가동하면 결로방지에 상당한 효과가 있다.

3. 생활습관 바꾸기

어린이를 키우는 세대는 가습기를 사용하고, 빨래를 거실에서 건조하는 등 보통의 세대보다 습기발생율이 높아 거실 및 아기방 벽체에 곰팡이가

한국건설법무학회

발생하는데, 우리나라는 3면이 바다로 둘러싸여 습기가 높은 지역으로 가습기를 사용하지 않아도 건조하지 않기 때문에 가습기 사용을 자제하고, 어항을 설치한다든지 화분을 실내에 한 두 개 비치하여 자연스런 습기조절을 하면 결로발생을 다소 개선할 수 있을 것이다.

Ⅳ. 지하주차장 여름철 결로 개선

1. 지하주차장 바닥은 대부분 에폭시 도장을 하는데 이는 조습기능이 전혀 없어 지하수로 인해 여름철 냉각되는 바닥에 결로를 유발하므로, 조습기능 있는 하드너 마감을 권장한다. 하드너 마감을 하면 망상균열이 발생하는데 이는 습기를 어느 정도 머금는 조습기능을 한다.

2. 엘리베이터 홀 마감은 석재보다는 조습기능을 하는 노출콘크리트를 권장하며, 출입도어 상.하부에 통기구를 설치하여 지하주차장의 자동차 배기열이 엘리베이터 홀 벽체와 바닥의 온도를 상승시키도록 조치하여 여름철 결로를 예방한다.

3. 지하주차장의 세대내 진입로와 엘리베이터 홀, 비상계단 하부의 여름철 결로는 준공 후 3년 정도 지나면 많이 감소하는 바, 조습기능이 있는 마감재를 설계에 반영하면 준공 후부터 결로를 예방할 수 있을 것으로 본다.

4. 외국 사례로 중동국가의 모스크 지하 대피시설 외벽에 1979년 당시 영국에서 생산한 코펙[13]이라는 지하옹벽 보호보드를 시트방수 시공 후에 설치한 결과 누수나 결로가 지하공간에 발생하지 않았다. 중동국가에서 지하 옹벽 방수는 외방수 공법으로 시트방수(Sheet waterproof)를 주로

13) 나무 부스러기를 역청질 재료와 섞어서 1인치 두께의 판으로 찍어서 폭 1.2미터, 높이 2.4미터 크기로 절단한 규격제품.

한국건설법무학회

채택하였다. 이 경우 되메우기 공사 때 방수시트의 손상을 방지하기 위해 방수시트 표면에 보호보드를 설치한 후 되메우기를 한다. 보호보드의 기능은 되메우기 공사 때 방수층을 보호하는 역할 뿐만 아니라, 보호보드를 열 관류율이 낮은 재료로 제작할 경우 건물에 발생할 수 있는 결로 방지까지도 기대할 수 있다. 아래의 사진은 코펙과 유사한 보호보드를 외벽 시트방수 위에 시공하는 사진이다.[14]

<사진 3-36> Protection board 시공사례

중동의 사례와 같이 장기적으로 우리나라도 여름철 지하층의 결로를 방지하기 위해서 코펙과 같은 지하 외벽방수 보호보드를 사용하여 지하벽체의 표면온도 저하를 방지하여 지하공기의 노점온도 이상으로 유지하여 결로 발생을 방지함을 권장한다.

제5장 공동주택 결로하자 법적 책임

제1절 하자의 개념과 유형

Ⅰ. 하자의 개념 및 정의[15]

14) 자료제공: 하영백 건축시공기술사, 중동 건축현장에서 직접 시공한 사례임.
15) 민영회 석사논문, 2008, '건설공사 하자담보책임의 분쟁에 관한 연구', 12면

건축물에서 발생하는 하자는 건축물 자체에서 발생하는 물리적인 하자(균열, 누수, 지반침하 등)로부터 이웃 건축물이 신축・증축됨으로 해서 발생하는 일조, 조망, 사생활 침해 등의 환경적 하자, 당사자 사이에서 계약된 조건 (건축물의 사양, 환경적 조건 등)을 지키지 못하여 발생하는 권리상의 하자까지 복합적으로 다양하게 발생되고 있다.

하자는 행위자가 설계・시공행위, 개발행위, 채무행위 등 원인행위를 함에 있어서 도면, 시방서, 관계법규, 계약 등의 내용을 준수 및 주의하여 이행할 의무가 있음에도 이를 이행하지 않아 발생한 불완전한 상태・결과를 의미한다.

이와 같이 건축관련법규 및 도면・시방서에는 있는데 이를 시공하지 않아 안전・기능・미관상 불완전한 상태가 된다면 이는 미시공에 의한 하자이며, 도면・시방서에는 규격 제품을 사용하여야 함에도 불구하고 비규격제품을 시공하여 사용・기능상 쉽게 노후화가 진행된다면 이 또한 오시공에 의한 하자라 할 것이다.

결론적으로 건축물의 하자란 불완전한 설계・시공행위로 인한 건축물의 안전상, 기능상, 미관상의 상태가 불완전하게 된 상태・결과인 것이다.

하자(瑕疵)는 일반적으로 “법률 또는 당사자가 예상한 완전한 상태나 조건 따위가 결여되어 있는 상태”로 정의한다. 하자를 결함(缺陷)이라고도 말할 수 있으나 결함은 “부족하거나 완전하지 못하여 안전성이 결여된 것이므로 법적인 분쟁거리로 발전하지 않는 상태라고 할 수 있다.

법원이나 민법에서는 “하자보수비용”, “하자담보책임”, “하자있는 의사표시” 등 하자라는 용어를 사용하고 있다. 반면 제조물 책임법에서는 “설계상의 결함”, “제조상의 결함”, “표시상의 결함” 등 결함이라는 용어를 사용하고 있다.

그러나 하자와 결함은 용어만 달리할 뿐 동일한 의미로 혼용되고 있으며

한국건설법학회

포괄적으로는 “완전하지 못한 것”으로 이해된다. 기술적인 하자는 발생시점에 의하여 설계상의 하자, 시공상 및 감리상 하자, 사용상의 하자로 분류할 수 있으며, 형태상 하자로 분류하면 물리적인 하자, 법률적 하자, 환경적 하자 및 특약위반의 하자로도 분류할 수 있다.

Ⅱ. 하자의 유형[16)]

건축물의 하자를 여러 기준으로 분류할 수 있지만, 건축공정에 따라 첫째 설계과정에서 발생한 하자인 설계상 하자, 둘째 건축 시공과정에서 발생하는 하자인 시공상 하자, 셋째 감리과정에서 발생한 하자인 감리상의 하자, 넷째 건축물을 양도받은 후 도급인 등이 사용하는 과정에서 후발적으로 발생하는 사용상 하자로 구분할 수 있다. 지방자치단체 하자보수 설손보상 업무처리 지침에 따라 살펴본 하자의 구분은 아래 <표 5-1>과 같다.

공사수급인이 하자보수책임을 부담하는 하자는 일반적으로 건축시공 과정에서 발생한 시공상 하자이다.

<표 5-1> 하자의 구분

하자유형	세부항목
구조결함	- 기초 지반침하, 슬라브 처짐, 균열(수평 및 수직부재), 구조체의 탈락 및 파손등
설비결함	- 배수불량, 배관누수, 배관스케일 및 녹물, 승강기 고장, 부품 작동불량 등
환경결함	- 결로, 누수, 방수 등
내외장 결함	- 변색 및 얼룩, 누수, 부착불량, 작동불량 및 고장, 철재류 및 PVC류의 부식 및 파손, 부착기구의 작동불량 및 파손 등
기타	- 시설파손, 부식과 파손, 보도 및 도로불량, 옹벽 및 담장의 균열과 파손 등

16) 김종서 석사논문, 2012, ‘하자보수보증제도와 법적 분쟁의 쟁점’, 건설법무연구, 115면

한국건설법무학회

제2절 공동주택 결로하자 법적 책임

Ⅰ. 하자담보 책임 관련법규[17)]

공동주택 하자담보와 관련한 사항은 민법, 건설산업기본법, 주택법, 집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률 등에 규정되어 있으며, 각 법률에서는 하자보수나 보수기간, 하자담보책임기간, 하자산정기준 등에 대하여 규정하고 있다.

1. 민법

건축물의 하자보수와 관련하여 민법은 667조 [수급인의 담보책임]에서 “완성된 목적물 또는 완성전의 성취된 부분에 하자가 있을 때에는 도급인은 수급인에 대하여 상당한 기간을 정하여 그 하자보수를 요구할 수 있다.

그러나 하자가 중요하지 아니한 경우 그 보수에 과다한 비용을 요할 때에는 그러하지 아니하다.” 와 “도급인은 하자의 보수에 가름하여 또는 보수와 함께 손해배상을 청구할 수 있다.” 고 규정하고 있으며, 제671조 [수급인의 담보 책임 - 토지, 건물 등에 대한 특칙] 에서는 “토지, 건물 기타 공작물의 수급인은 목적물 또는 지반공사의 하자에 대하여 인도 후 5년간 담보의 책임이 있다. 그러나 목적물이 석조, 석회조, 연와조, 금속 기타 이와 유사한 재료로 조성된 것인 때에는 그 기간을 10년으로 한다.” 와 “ 전항의 하자로 인하여 목적물이 멸실 또는 훼손된 때에는 도급인은 그 멸실 또는 훼손된 날로부터 1년 내에 제667조의 권리를 행사하여야 한다.” 고 규정하고 있다.

2. 건설산업기본법

건축물의 하자보수와 관련하여 건설산업기본법 제28조 [건설공사

17) 손윤숙 석사논문, 2011, ‘공동주택하자감정항목중 준공 전 하자연구’, 19면

한국건설법무학회

수급인의 하자담보책임] 에서는 “수급인은 발주자에 대하여 건설공사의 목적물이 벽돌쌓기구조, 철근콘크리트구조, 철골구조, 철골철근콘크리트구조 기타 이와 유사한 구조로 된 것인 경우에는 건설공사의 완공일로부터 10년의 범위내에서 기타 구조로 된 경우에는 건설공사의 완공일로부터 5년의 범위 내에서 공사의 종류별로 대통령령이 정하는 기간 내에 발생한 하자에 대하여 담보책임이 있다.” 고 규정하고 있다.

아울러, 동법 시행령 제44조 [건설업자의 손해배상책임]에서는 “건설업자가 고의 또는 과실로 건설공사의 시공을 조잡하게 하여 타인에게 손해를 가한 때에는 그 손해를 배상할 책임이 있으며, 건설업자는 제1항의 규정에 의한 손해가 발주자의 중대한 과실에 의하여 발생한 것인 때에는 발주자에 대하여 구상권을 행사할 수 있다. 아울러 수급인은 하수급인이 고의 또는 과실로 하도급 받은 건설공사의 시공을 조잡하게 하여 타인에게 손해를 가한 때에는 하수급인과 연대하여 그 손해를 배상할 책임이 있고, 수급인은 제3항의 규정에 의하여 손해를 배상한 때에는 배상할 책임이 있는 하수급인에 대하여 구상권을 행사할 수 있다.” 고 규정하고 있다.

3. 주택법 및 주택법 시행령

주택법 및 주택법 시행령에서 규정하고 있는 건축물의 하자보수책임은 주택법 제46조 1항의 경우 “사업주체는 건축물 분양에 따른 담보책임에 관하여 민법 제667조 내지 제671조의 규정을 준용하도록 한 ‘집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률’ 제 9조의 규정에도 불구하고 공동주택의 사용검사일 또는 ‘건축법’ 제18조의 규정에 의한 공동주택의 사용승인일부터 공동주택의 내력구조부별 및 시설공사별로 10년 이내의 범위에서 대통령이 정하는 담보책임기간 안에 공사상

한국건설법무학회

잘못으로 인한 균열. 침하. 파손 등 대통령령으로 정하는 하자가 발생한 때에는 공동주택의 입주자 등 대통령령이 정하는 자의 청구에 따라 그 하자를 보수하여야 한다.” 고 규정하고 있으며, 주택법 제46조 1항 부칙3에서는 “이 법 시행 전 ‘주택법’ 제29조의 규정에 의한 사용검사 또는 ‘건축법’ 제18조 규정에 의한 사용승인을 얻은 공동주택의 담보책임 및 하자보수에 관하여는 제46조의 개정규정을 적용한다.”고 규정하고 있고, 동법 시행령 제59조 1항 [사업주체의 하자보수]의 경우 “ 법 제46조 1항의 규정에 의하여 사업주체(동조 제2항 본문의 규정에 의한 사업주체를 말한다. 이하 이 조와 제60조 및 제61조에서 같다)가 보수책임을 부담하는 하자의 범위, 시설구분에 따른 하자보수책임기간 등은 [별표 6]과 같다.”고 규정하고 있다.

4. 집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률

집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률 제9조 [담보책임]에서는 “제1조 또는 제1조의 2의 건물을 건축하여 분양한 자의 담보책임에 관하여는 민법 제667조 내지 제671조의 규정을 준용한다.” 와 “제1항의 분양자의 담보책임에 관하여는 민법에 규정하는 것보다 매수인을 불리하게 한 특약은 그 효력이 없다.” 고 규정하고 있다.

Ⅱ. 하자의 책임소재 판단기준[18)]

공동주택에서 발생한 하자는 다양한 요인에 의하여 발생하는바 하자의 책임 소재에 대한 판단기준을 명확하게 확립하는 것은 사실상 어려움이 있다.

즉 건축물의 시공과정은 상호 연결되어 있어 물리적, 기능적으로 상호영향을 미칠 뿐만 아니라 시공자의 책임으로 돌릴 수 없는 사유가

18) 신현기 석사논문, 2008, ‘건설분쟁의 공동주택 하자보수비 감정연구’, 39면

한국건설법무학회

하자의 원인이 될 수 있다.

예를 들어 시공자가 공사한 건물공사는 이상이 없으나 건축주가 직접 먼저 시행한 지반공사가 부실하여 지반이 붕괴되고, 이로 인하여 건물에 균열이 발생한다면 이를 시공자의 책임으로 돌릴 수는 없는 사항이다.

또한 물리적 원인이 아니라고 하더라도 건축주가 선급금을 약속한 기한에 주지 아니하여 공사를 중단할 경우에 공사중단으로 인한 지체상금의 원인은 선급금 지급 불이행이라는 계약적 요소가 공사중단의 원인으로 검토되어야 한다.

이와 같이 건축물에 발생하는 하자는 하자의 책임소재를 명확히 구분하기 쉽지 않은 일이나, 하자발생요인을 파악하여 하자의 발생 원인이 어디에 있는가에 따라 하자에 대한 책임을 물을 수 있을 것이다.

이때 하자발생의 책임소재는 크게 설계자측, 시공자 및 감리자측, 입주자측 으로 나눌 수 있다.

1. 설계자 책임의 경우

하자발생 요인을 검토한 결과 설계자가 작성한 도면이나 시방서의 오류에 기인하여 설계단계에서의 부적합한 재료를 사용하거나 부적합한 구조형식 이나 공법을 산정한 경우, 도면표기의 오류 등으로 인하여 시공 및 사용 단계에서 하자를 유발하는 직접적인 원인으로 작용되는 경우에는 하자의 발생책임은 설계자에게 귀속된다. 첫째 구조설계의 오류로 인한 내력구조부의 균열 등, 둘째 잘못된 재료나 자재의 산정으로 인한 하자의 발생 등, 셋째 기계 및 기설계의 미비로 인한 부적합한 배관재 또는 위생기구의 설치사용 소음방지장치 누락 등, 넷째 입주자의 생활에 있어 불만을 유발하는

한국건설법학회

공용시설 미비, 조경공간 부족 등도 하자로 인정될 경우 설계자의 책임으로 볼 수 있다. 최근에 주로 발생하는 설계상 하자는 사업승인도면과 사용승인도면의 재료명, 공법 변경으로 인해 사용승인도면을 수정하고 있으나, 입주자 측면 에서는 미시공 또는 변경시공으로 손해배상청구를 할 수 있다. 시공자는 사업승인신청시 사업성 검토를 주로하고 있으나, 착공이 되면 사업승인도면을 수정하는 경우가 많이 있다. 사전에 꼼꼼히 재료명과 공법 등을 검토하여 변경되는 경우를 최소화하여야 하며, 설계변경시에는 근거자료를 확보하여, 공사비 증감이 있을 경우에는 정산이 필요하므로 사용승인신청시 관계자와 협의하여 정산을 하여야 한다.

2. 시공자 및 감리자 책임의 경우

공동주택에서 발생하는 하자의 경우 설계자의 설계오류로 인하여 발생하는 하자를 제외하면 대부분의 경우 시공자의 시공미숙이나 부실시공으로 인한 하자라고 할 수 있다. 따라서 공동주택에서 발생하는 하자의 발생 원인을 분석하여 그 하자의 발생 원인이 시공자측에 있는 경우 시공자가 하자에 대한 일차적인 책임이 있다. 감리자의 경우에도 부실시공이나 시공미숙을 적절히 감독하여 적정하게 시공될 수 있도록 할 책임이 있으므로 감리자에게 하자에 대한 책임을 나누는 것이 합리적인 것으로 판단된다. 각 항목별, 공종별로 감리원의 승인과정을 사용승인신청시 관공서에 제출토록 하여야 하며, 하자의 원인이 시공자의 부적합시공으로 발생되었다고 하여도 감리원의 감리의무를 다하지 않은 경우에는 손해배상 및 책임을 분담하여야 한다.

3. 입주자 책임의 경우

한국건설법무학회

공동주택에서 발생하는 하자의 경우 실적 Data 로 확인할 수 없으나, 상당 부분 입주자의 과실로 하자가 발생하는 경우도 있을 것으로 사료된다.

예를 들어 어린이들의 계단실에서 과도한 높이로 인한 계단난간의 조기파손, 형제 자매간 놀이 시 과도한 충격에 의한 문 손잡이 파손, 장롱과 벽체 사이의 이격거리 과소로 인한 장롱 뒷벽면의 결로 발생 등 입주자 과실의 하자발생 사례가 보고되는 경우가 있다. 그러나 발생한 하자가 입주자 과실로 인한 하자인지 시공불량으로 인한 과실인지를 판단하는 것은 매우 어려우며, 하자에 대하여 입주자는 피해를 받는 약자임을 고려할 때 명백한 입주자측의 과실로 드러나지 않는 이상 하자발생의 책임을 입주자에게 부과하는 것은 현실적으로 어려울 것으로 생각된다.

4. 복합적 원인에 의한 발생한 하자의 책임분배

앞에서 언급한 바와 같이 하자의 발생요인은 다양하며 경우에 따라서는 여러 관련주체가 하자발생의 책임을 가질 경우도 발생할 수 있다. 이러한 경우 하자의 책임분배 및 처리방법에 문제가 발생할 수 있으므로 그 책임 비율과 처리방법 등을 조정받아 하자보수를 수행하는 것이 바람직하다.

5. 각종 설계도서의 우선순위

주택의 설계도서 작성기준(국토해양부고시 제2012-533호) 제10조(설계도서의 해석) ① 설계도서의 내용이 서로 일치하지 아니하는 경우에는 관계법령의 규정에 적합한 범위 내에서 감리자의 지시에 따라야 하며, 그 내용이 설계상 주요한 사항인 경우에 감리자는 설계자와 협의하여 지시내용을 결정하여야 한다.

한국건설법무학회

② 제1항의 경우로서 감리자 및 설계자의 해석이 곤란한 경우에는 당해 공사계약의 내용에 따라 적용의 우선순위 등을 결정하여야 하며, 계약으로 그 적용의 우선순위를 정하지 아니한 경우에는 다음의 순서를 원칙으로 한다.

1. 특별시방서
2. 설계도면
3. 일반시방서, 표준시방서
4. 수량산출서
5. 승인된 시공도면

위 각 서면에 우선하는 것이 계약서(낙찰서, 입찰서, 특수조건, 일반조건 을 포함한다)임은 당연하다. 도면과 시방서에 차이가 있는 경우가 제일 흔한데 원칙적으로 특기시방서의 내용이 도면에 우선한다. 예컨대 도면에 기재된 수치와 시방서의 수치가 다를 경우에 시방서의 수치에 신빙성을 더 인정 하여야 한다. 다만, 도면과 시방서 어느 한 쪽에만 나타난 것은 모두 인정 하는 것이 타당하다.

Ⅲ. 공동주택 하자범위 및 시설공사별 하자담보 책임기간

주택법46조 주택법시행령 제59조제1항관련 공동주택의 하자범위 및 시설공사별 하자담보 책임기간은 아래 [별표6]과 [별표7]과 같다. 본 항에서 결로에 해당되는 부분은 10.마감공사의 바.단열공사이며 하자담보책임기간은 2년이다.

[별표 6] <개정 2008.11.5>

하자보수대상 하자의 범위 및 시설공사별 하자담보책임기간

(제59조제1항관련)

1. 하자의 범위

공사상의 잘못으로 인한 균열 · 처짐 · 비틀림 · 침하 · 파손 · 붕괴 · 누

한국건설법무학회

수·누출, 작동 또는 기능불량, 부착·접지 또는 결선 불량, 고사 및 입상불량 등이 발생하여 건축물 또는 시설물의 기능·미관 또는 안전상의 지장을 초래할 정도의 하자

2. 시설공사별 하자담보책임기간

구 분		하자담보책임기간			
		1년	2년	3년	4년
1. 대지조성공사	가. 토공사		○		
	나. 석축공사		○		
	다. 옹벽공사		○		
	라. 배수공사		○		
	마. 포장공사			○	
2. 옥외급수·위생 관련 공사	가. 공동구공사		○		
	나. 지하저수조공사		○		
	다. 옥외위생(정화조) 관련 공사		○		
	라. 옥외급수 관련 공사		○		
3. 지정 및 기초	가. 직접기초공사			○	
	나. 말뚝기초공사			○	
4. 철근콘크리트공사	가. 일반철근콘크리트공사				○
	나. 특수콘크리트공사				○
	다. 프리캐스트콘크리트공사				○
5. 철골공사	가. 구조용 철골공사			○	
	나. 경량철골공사		○		
	다. 철골부대공사		○		
6. 조적공사	가. 일반벽돌공사		○		
	나. 점토벽돌공사		○		
	다. 블럭공사		○		
7. 목공사	가. 구조체 또는 바탕재공사		○		
	나. 수장목공사	○			
8. 창호공사	가. 창문틀 및 문짝공사		○		
	나. 창호철물공사		○		
	다. 유리공사	○			

한국건설법무학회

구 분		하자담보책임기간			
		1년	2년	3년	4년
9. 지붕 및 방수공사	가. 지붕공사				○
	나. 홈통 및 우수관공사				○
	다. 방수공사				○
10. 마감공사	가. 미장공사	○			
	나. 수장공사	○			
	다. 칠공사	○			
	라. 도배공사	○			
	마. 타일공사		○		
	바. 단열공사		○		
	사. 옥내가구공사		○		
11. 조경공사	가. 식재공사		○		
	나. 잔디심기공사	○			
	다. 조경시설물공사		○		
	라. 관수 및 배수공사		○		
	마. 조경포장공사		○		
	바. 조경부대시설공사		○		
12. 잡공사	가. 온돌공사(세대매립배관 포함)			○	
	나. 주방기구공사		○		
	다. 옥내 및 옥외설비공사		○		
	라. 금속공사	○			
13. 난방·환기, 공기조화 설비공사	가. 열원기기설비공사		○		
	나. 공기조화기기설비공사		○		
	다. 닥트설비공사		○		
	라. 배관설비공사		○		
	마. 보온공사		○		
	바. 자동제어설비공사		○		

한국건설법학회

구 분		하자담보책임기간			
		1년	2년	3년	4년
14. 급·배수위생설비공사	가. 급수설비공사		○		
	나. 온수공급설비공사		○		
	다. 배수·통기설비공사		○		
	라. 위생기구설비공사		○		
	마. 철 및 보온공사		○		
	바. 특수설비공사		○		
15. 가스 및 소화설비공사	가. 가스설비공사		○		
	나. 소화설비공사			○	
	다. 제연설비공사			○	
	라. 가스저장시설공사			○	
16. 전기 및 전력설비공사	가. 배관·배선공사		○		
	나. 피뢰침공사		○		
	다. 조명설비공사	○			
	라. 동력설비공사		○		
	마. 수·변전설비공사			○	
	바. 수·배전공사		○		
	사. 전기기기공사		○		
	아. 발전설비공사			○	
	자. 승강기 및 인양기설비공사			○	
17. 통신·신호 및 방재설비 공사	가. 통신·신호설비공사		○		
	나. TV공청설비공사		○		
	다. 방재설비공사		○		
	라. 감시제어설비공사		○		
	마. 가정자동화설비공사		○		
	바. 자동화재탐지설비공사			○	
	사. 정보통신설비공사		○		
18. 지능형 홈네트워크 설비 공사	가. 홈네트워크망 공사		○		
	나. 홈네트워크기기 공사		○		
	다. 단지공용시스템 공사		○		

한국건설법무학회

[별표 7] <개정 2005.9.16>

내력구조부별 하자보수대상 하자의 범위 및 하자담보책임기간

(제59조제1항관련)

1. 하자의 범위

가. 내력구조부에 발생한 결함으로 인하여 당해 공동주택이 무너진 경우

나. 제62조제3항의 규정에 의한 안전진단 실시결과 당해 공동주택이 무너질 우려가 있다고 판정된 경우

2. 내력구조부별 하자보수기간

가. 기둥 · 내력벽(힘을 받지 않는 조적벽 등은 제외한다) :10년

나. 보· 바닥 및 지붕 : 5년

제3절 공동주택 결로 하자의 분쟁현황

입주민의 건강과 직접적으로 관련된 결로하자가 공동주택 하자소송에서 결로하자 비중은 그다지 크지 않다. 이유는 하자소송의 주체가 입주민이 아니고 하자보증금을 수령하기 위한 방편으로 소송을 하기 때문에 하자로 인정받기 용이한 외벽균열 하자보수금액에 치중하는 것으로 사료된다.

하자관련 현행법에서 주택법시행령 제59조제1항 관련 [별표6] 공동주택의 하자범위 및 시설공사별 하자담보 책임기간에서 결로하자에 해당되는 부분은 10.마감공사의 바.단열공사이며 하자담보책임기간은 2년으로 규정되어 있다.

그러나 공동주택 세대내 결로하자는 결로로 인해 곰팡이가 발생되므로, 장기간 방치하면 입주민의 호흡기 질환 및 피부질환을 유발하고 있으므로 생활건강에 직접적인 영향을 주는 매우 중요한 하자이므로, 결로 하자의 분쟁현황을 다음과 같이 알아보고자 한다.

한국건설법무학회

Ⅰ. 공동주택 결로 하자에 대한 판례

공동주택 결로 하자의 판례는 2010년부터 하급심에서 공동주택 하자 중 하나의 항목으로 판결되고 있으며, 결로하자 인정 판례과 불인정 판례로 구분하여 살펴보기로 한다.

1. 결로하자 인정 판례

공동주택 하자항목 중 전유부분 22.거실천정 결로 및 누수[19] 항목을 원.피고 입회하에 조사하여 양측이 모두 인정하여 측벽세대 결로 하자까지 인정한 판례이며, 전유부분 26.발코니벽체 결로 방지페인트 미시공 관련 하자보수비를 인정하였고[20], 지하계단실과 엘리베이터홀 연결통로의 결로를 입주자의 관리소홀이 아니라 설계.시공상의 과실로 인한 환기불량에 의한 결로발생[21]이라고 구체적인 결로 인정 판례가 2012.10.에 선고되었다.

또한 화해권고로 합의된 사건[22] 중 시공사가 설계도면에 없는 발코니 외부창호를 설치하면서 발코니 내벽에 단열재를 설치하지 않아 발코니 벽과 천정에 결로로 인한 곰팡이 발생하자를 인정한 사례도 있다.

2. 결로하자 불인정 판례

공동주택 발코니 벽 천정 결로 및 곰팡이 발생원인이 설계도면에 없는 발코니 외부창호를 구분소유자가 별도로 설치하면서 발코니 벽 천정에 결로방지재를 설치하지 않아 곰팡이가 발생하였기 때문에 불인정하였고[23], 아파트의 지하주차장에 결로가 발생하게 된 하자(별지1.하자보수책임기간별 보수비용집계표의 공용부분 2항)는 설계도면과 동일하게 시공하였음에

19) 서울중앙지방법원, 2008가합129899 (2010.9.29. 선고), 12면
20) 수원지방법원 성남지원, 2009가합17413 (2011.8.11. 선고), 5면.
21) 수원지방법원 성남지원, 2010가합16942 (2012.10.30. 선고), 10면.
22) 서울중앙지방법원, 2009가합103900 (2010.12.30. 선고)
23) 청주지방법원, 2009가합2238 (2011.5.25. 선고), 10면.

한국건설법무학회

도 결로하자가 발생한 것은 시공상 하자가 아니라 설계상 하자로 인정하여[24] 시공사에게 지하주차장의 결로하자의 책임을 묻지 않은 판례가 있으며, 공동주택 하자항목을 구체적으로 판결한 내용 중 지하층 결로 및 곰팡이 발생에 대하여(공용부분 33번 항목) 결로 원인이 지하층의 환기를 위한 D.A(Dry Area)창호를 설치하지 않아 발생된 결로이나, 이는 설계도면에 D.A(Dry Area)창호 표기가 없고 설계도면과 동일하게 시공하였음에도 결로 발생은 시공자의 책임은 아니라고 배제하였다.[25] 또한 아파트 입주자가 직접 발코니 외부창호를 설치한 경우 발코니 내부 결로로 인한 곰팡이하자를 배제한 판례이다.[26]

Ⅱ. 공동주택 결로 하자 판례 분석

공동주택 결로하자 관련한 판례는 2010년 이후이며, 설계도면과 동일하게 시공하였음에도 결로가 발생하면 시공상 하자로 보지 않고 설계상 하자로 보아 시공자에게 책임을 묻지 않고 배제하였으며, 발코니 벽 천정의 결로하자는 발코니 외부창호를 입주민이 개별적으로 설치하면 배제하였고, 시공사에서 일괄로 설치하면 발코니 결로 하자를 인정하였다.

그러나 현실적으로 아파트 입주민은 결로로 인한 곰팡이로 건강을 해치고 있으므로, 결로가 빈번히 발생하는 지하주차장 엘리베이터홀 연결통로 혹은 발코니 등 의 장소는 발코니 창호를 입주자가 설치하든 시공자가 설치하든 상관없이 설계당시부터 설계에 반영하여 결로 방지 상세도를 작성하여 결로를 방지해야 할 것이다.

24) 서울중앙지방법원, 2009가합30156 (2010.10.7. 선고), 13면.
25) 서울중앙지방법원, 2009가합114436 (2011.11.25. 선고), 20면
26) 서울중앙지방법원, 2009가합116661 (2011.6.15. 선고), 6면

한국건설법무학회

제6장 결어

(1) 공동주택 결로 발생원인과 개선방안

결로(結露, Condensation)란 습공기가 차가운 물체의 표면에 닿으면 공기 중에 함유된 수분이 응축되어 그 표면에 이슬이 맺히는 현상을 말하며, 이것은 공기와 접한 물체의 표면 온도가 그 공기의 노점온도(露店溫度, dew point temperature) 보다 낮을 때 일어나는 현상이다.

공동주택에서 결로가 빈번히 발생하는 부분은 측벽과 직접 연결되어 있는 내벽체 부분, 세대간벽 부분, 외부와 연결된 벽체 부분, 간접공간인 엘리베이터 피트와 AD(Air Duct)·PD(Pipe Duct)와 접한 최상층과 최하층의 세대내 벽체에 결로가 주로 발생한다. 이는 외부와 연결된 벽체가 열교(Thermal Bridges)역할을 하기 때문이다.

공동주택에서 설계상 오류로 인한 세대내 결로 발생원인은 설계당초 단지계획에서 북향에 위치한 측벽에 온종일 햇빛이 들지 않아 한겨울에 결로가 발생하므로 단열재를 보완해야 하며, 설계시 구조적으로 평면이 어긋난 부분의 결로 발생원인은 열교현상을 예상하여 결로방지 단열재 상세도면을 작성하여 시공에 반영해야 할 것이다.

시공상 오류로 인한 세대내 결로 발생원인은 설계도면에는 표기되었으나 단열재 누락 및 미시공으로 곰팡이가 발생되며, 또한 발코니의 외부창호 설치가 일반화된 현재 이미 실내공간이 된 발코니 내부의 벽과 천정에 단열재를 설치하지 않아 결로로 인한 곰팡이가 세대내 결로 중 가장 심하게 발생한다.

생활사용상 잘못으로 거실벽의 곰팡이 발생원인은 가습기 사용, 실내에서 빨래 건조, 국물 요리시 주방후드 미사용, 욕실사용 시 환기팬 미가동 등 생활 습관의 잘못으로 과도한 습기로 곰팡이가 발생된다.

여름철 우기시 지하주차장 결로 발생원인은 지하수의 영향으로 지하층의 바닥과 벽의 표면온도 저하와 여름철 우기시 외부 습공기가 램프 등 출입구를

한국건설법무학회

통해 내부로 유입되어 지하주차장의 바닥과 벽체표면에 결로가 발생한다. 이는 여름철의 습도 높은 공기의 노점온도(露店溫度, dew point temperature)보다 지하주차장 내부의 바닥과 벽체의 표면온도가 더 낮아 결로가 발생하는 것이다.

그러므로 공동주택 결로하자 개선방안으로 설계상, 시공상, 생활사용상 오류로 인한 결로로 구분하여 개선방안을 제시하면, 설계오류로 인한 결로 개선방안으로 첫째 국토교통부에서 2013년 10월에 발표한 '공동주택 결로방지를 위한 상세도 가이드라인' 은 세대내 표면 결로를 방지할 수 있는 가이드라인은 제시되었지만, 세대내 발코니가 이미 실내공간으로 편입되었음에도 본 가이드라인에서 누락된 바, 추가로 발코니 결로방지 상세도 가이드라인이 작성되어 발코니 곰팡이 발생을 방지하여야 할 것이다. 둘째 최한월에 -20℃를 기록한 지방을 혹한기 지방으로 별도 구분하여 '건축물의 에너지 절약 설계기준' 에 추가 적용하여 단열재 두께를 보완하여 결로 발생을 방지하여야 할 것이다.

시공오류로 인한 결로 개선방안으로 첫째 공동주택의 최상.하층의 AD(Air Duct) · PD(Pipe Duct)의 세대내 욕실벽체 혹은 침실벽체에 줄눈 부실시공, 벽체 미장 및 단열재 누락이 원인이므로, 설계도면에 단열재가 누락되었더라도 단열재 설치, 정밀한 줄눈시공, 조적벽 미장하여 결로 및 악취를 방지하여야 할 것이다. 둘째 EPS 단열재(스티로폼) 설치시 반드시 습한 쪽에 방습지를 설치하여, EPS 단열재(스티로폼)의 단열기능을 확보할 수 있도록 하여야 한다. 셋째 발코니 외부창호 설치 시 발코니 내부 결로 개선방안은 내벽과 천정에 단열재 및 단열몰탈을 설치하여, 이미 실내공간이 된 발코니의 결로를 방지하여 입주민의 쾌적한 환경을 보장하여야 한다.

생활 사용상 오류로 인한 결로 개선방안은 입주민이 생활하면서 발생하는 습기로 인해 세대내부에 결로가 발생하므로, 주방후드, 욕실 환기팬 및 ERV

한국건설법무학회

상시 가동하고 가습기사용 자재와 실내 빨래건조 지양하여 실내 습도를 높이지 않는다.

여름철 지하주차장 결로 개선방안은 바닥은 조습기능이 있는 하드너 마감, 엘리베이터홀과 비상계단 벽체마감은 조습기능이 있는 노출콘크리트로 하고, 출입문 상하부에 통기구를 설치하여 자동차 배기열이 벽체 표면온도를 높일 수 있도록 한다. 또한 중동국가의 사례와 같이 장기적으로 우리나라도 여름철 지하층 결로 발생방지를 위해서 코펙과 같은 지하 외벽방수 보호보드를 시공하여 지하벽체의 표면온도를 노점온도 이상으로 유지하여 결로를 방지함이 바람직할 것으로 생각된다.

(2) 공동주택 결로하자의 법적 하자보증 책임과 결로방지 대안제시

공동주택 하자담보와 관련한 법은 민법, 건설산업기본법, 주택법, 집합건물의 소유 및 관리에 관한 법률 등에 규정되어 있으며, 각 법률에서는 하자보수나 보수기간, 하자담보책임기간, 하자산정기준 등에 대하여 규정하고 있다.

공동주택에서 발생한 하자는 다양한 요인에 의하여 발생하는바 하자의 책임소재에 대한 판단기준을 명확하게 확립하는 것은 사실상 어려움이 있다.

공동주택 하자범위 및 시설공사별 하자담보 책임기간은 주택법46조 주택법 시행령 제59조제1항 관련 [별표6]과 [별표7]에 규정되어 있는데, 결로에 해당되는 부분은 10.마감공사의 바.단열공사이며 하자담보책임기간은 2년이다.

공동주택 결로하자와 관련한 법원판결은 2010년 이후이며, 설계도면과 동일하게 시공되었음에도 결로가 발생하면 설계상 하자로 보아 시공사가 하자보수를 하지 않아도 된다는 불인정되는 추세이고, 발코니 결로는 발코니 외부창호를 시공한 주체가 시공자이면 시공사가 결로하자보수를 해야 한다고 인정하는 추세이다.

한국건설법무학회

입주민은 쾌적한 환경에서 살기를 원하므로 안락한 주거환경을 보장해 주어야 한다.

그러나 공동주택의 세대내 결로하자는 입주민 보건환경에 직접 영향을 미치는 부분으로, 공동주택 구조체의 열교부분을 차단할 수 있도록 설계 당시부터 결로방지 상세 설계도 작성과 결로 발생을 예방할 수 있는 우수한 단열재 개발이 필요하며, 외부에 노출된 구조체 접합부의 단열 시공과 요철부분이 없는 측벽은 외단열 공법으로 시공할 것을 대안으로 제시한다.

우리의 눈에는 보이지 않지만 우리의 주거문화의 개선과 에너지 절감을 위해서 눈에 보이지 않아 소홀히 대한 구조체의 단열에 이제는 눈을 돌려야 할 시기라 본다.

향후 공동주택의 중요한 하자는 지금까지 논의되었던 구조체의 균열이 아니라, 입주민의 경제와 직결되는 냉난방비 증대와 입주민의 건강과 직접적인 관련이 있는 세대내 결로 하자라고 생각한다.

따라서 공동주택의 구조체를 통한 열교현상의 차단과 세대내 결로방지를 위하여 구체적인 상세도와 고성능 단열재 개발 및 단열재 접합부의 정밀한 시공이 요구된다.

한국건설법무학회

참 고 문 헌

1. 논문

[1] 김종서(2012). 하자보수보증제도와 법적 분쟁의 쟁점. 석사학위논문. 광운대학교 건설법무대학원

[2] 민영희(2008). 건설공사 하자담보책임의 분쟁에 관한 연구. 석사학위논문. 광운대학교 건설법무대학원

[3] 박효순 외3(2006). 공동주택의 발코니개조가 건물에너지효율등급에 미치는 영향에 관한 연구. 한국에너지기술연구원. 인하대학교

[4] 손윤숙(2010). 공동주택 하자소송 감정항목 중 준공 전 하자에 관한 연구. 석사학위논문. 광운대학교 건설법무대학원

[5] 신현기(2008). 건설분쟁에 있어서 공동주택 하자보수비 감정에 관한 연구. 석사학위논문. 광운대학교 건설법무대학원

[6] 유선용(2007). 발코니 확장형 공동주택의 결로방지를 위한 외피설계. 석사학위논문. 연세대학교 대학원

[7] 이영섭(2002). 벽체표면에서의 결로현상에 대한 판정과 대처방안에 관한 연구. 석사학위논문. 서울산업대학교 산업대학원

[8] 이현정 외2(2010). 공동주택 지하공간의 표면결로 발생현황에 관한 연구. 대림산업기술연구소

[9] 전인호(2011). 지하주차장 벽체의 시공방법에 따른 표면결로 발생 특성에 관한 연구. 석사학위논문. 인천대학교 교육대학원

[10] 정한성 외3(2000). 공동주택 지하공간의 결로판정 기법에 관한 연구. 성균관대학교

[11] 최윤기 외1(2003). '외기에 면한 초고층 아파트 발코니천정 내부결로 예측', 한국건설관리학회논문집.

[12] 홍석진 외2(2010). 공동주택 지하주차장 결로 방지 방안. 한국건축친환경설비학회

[13] 황하진 외2(2011). 공동주택 세대내 결로방지 설계를 위한 실내외 온습도 기준 수립 연구. 한국토지주택공사

한국건설법무학회

2. 단행본 및 연구보고서

[1] 공동주택 하자판정기준, 조사방법 및 하자보수비용 산정기준 마련을 위한 용역. (사)한국건설관리학회. 2013.11.

[2] 공동주택 하자유형 분석 및 사전예방을 위한 연구. SH공사 도시연구소. 2010.

[3] 결로방지 및 단열성능 개선방안 연구. 롯데건설(주) 기술연구소. 2005.12

[4] 양동춘(2008). 08년 시공실태 점검현장 건설기술자 사전교육(결로). 서울지방국토관리청

[5] 강산택. 공기는 물이다(결로현상의 쉬운 이해). 나무집사랑모임 출판부

[6] 최세영. 결로의 발생원인과 대책. ㈜신성이엔지

[7] 곰팡이 제거백서. 결로 곰팡이. 2008.11.

[8] 공동주택에서의 결로 발생 및 대책. 건축행정정보 제22호 41쪽~50쪽

[9] 강재식. 특집-환기와 건물에너지를 고려한 친환경 자연환기 창호시스템. (사)한국그린빌딩협의회(KGBC)

[10] 건축물의 하자와 부실. 방수와 방습(결로), 열교현상. MaxMin하우스

2-1. 인터넷 사이트

[1] 곰팡이 제거 백서(http://blog.naver.com/iecofresh/30037477038)

한국건설법무학회

3. 공동주택 결로하자 관련 소송판례

[1] 서울중앙지방법원, 2008가합129899 (2010.9.29. 선고), 12면

[2] 수원지방법원 성남지원, 2009가합17413 (2011.8.11. 선고), 5면.

[3] 수원지방법원 성남지원, 2010가합16942 (2012.10.30. 선고), 10면.

[4] 서울중앙지방법원, 2009가합103900 (2010.12.30. 선고)

[5] 청주지방법원, 2009가합2238 (2011.5.25. 선고), 10면.

[6] 서울중앙지방법원, 2009가합30156 (2010.10.7. 선고), 13면.

[7] 서울중앙지방법원, 2009가합114436 (2011.11.25. 선고), 20면

[8] 서울중앙지방법원, 2009가합116661 (2011.6.15. 선고), 6면

한국건설법무학회