

# 국내 조립식 아파트의 결로방지대책 및 실태조사에 관한 연구

## A Site Survey on the Strategies for the Prevention of Condensation in Domestic Prefabricated Apartment Buildings

○ 권영철\*, 박진철\*\*, 송국섭\*\*\*, 전봉구\*\*\*\*, 이명호\*\*\*\*\*

### ABSTRACT

This study deals with the condensation in domestic prefabricated apartment buildings. According to the site survey, condensation problems usually occur on the interior surfaces of balconies and storages. It is possible to prevent them through condensation-free design and detail construction and to reduce them through keeping the indoor humidity under 70%. Relative surface temperature of a certain area and ventilation rates of a space turned out to be the most contributable factors to the condensation in buildings.

## 1. 서론

### 1.1 연구의 개요

최근 주택건설부문에서 공업화 주택의 보급이 확대되고 있는 추세이지만 실내환경 성능에 있어서는 벽체의 습기 및 결로발생등으로 인해 거주자의 불편을 초래하는 경우가 있다.

본 연구는 조립식 아파트의 성능평가에 관한 연구로서 결로성능의 평가방법 및 결로방지용 설계지침서를 제시하는데 그 목표를 두고 있는 것으로 그 구체적인 연구의 내용과 범위는 다음과 같다.

첫째, 국내 기존의 조립식 업체별 결로 방지대책에 관한 실태조사를 실시하여 각각의 특징과 장단점을 비교·검토한 후 그에 대한 대응책을 논의하고, 우수사례를 유출해 내었으며, 이를 바탕으로 결로 방지를 위한 각종 대안을 제시하였다.

둘째, 수도권에 건설되어 있는 조립식 아파트 중 평형이나 결로방지방법 측면에서 전형적인 곳을 선정하여, 온습도 및 각 부위별 표면온도를 측정하여, 층별·위치별 발코니샤시 유무에 따른 결로가능성에 대한 노출여부를 검토하였다. 현장실측 결과를 바탕으로 조립식 아파트의 환경성능향상을 위한 설계시 고려사항을 제시하였다.

셋째, 국내의 조립식 아파트의 결로방지대책에 관한 실태조사 및 조립식 아파트의 부위별 온도측정 결과를 바탕으로 결로방지를 위한 성능평가항목을 도입할 세부평가항목을 제시하였다.

### 1.2 연구의 방법

국내 조립식아파트의 결로방지대책에 관한 현장 조사는 1992년 12월부터 1993년 4월사이에 이루어졌으며, 다음과 같이 크게 두가지로 나누어 진행하였다.

첫째, 조립식아파트 설계도면검토를 통한 단열취약부위 및 결로예상부위의 판별작업으로, 동서산업, 삼환까뮤, 삼성중건, 선진엔지니어링, 한성, 대우 등의 본사 및 기술부서를 방문하여, 설계도면검토와 함께 결로방지설계 담당자와의 면담을 통해 설계시 고려사항 및 어려움을 조사하였다.

둘째, 조립식아파트용 판넬 생산공장과 조립식아파트 건설현장방문을 통한 현장조사로, 판넬의 생산에서부터 입주후의 결로발생사례조사에 이르기까지, 현장관계자들의 체험과 연구원들의 관찰 및 실측을 통한 결로성능을 조사하였다.

현장조사는 주로 서울과 수도권의 신도시 중심으로 이루어졌으며, 구체적인 업체별 방문현장은 다음과 같다.

- 동서산업 : 이천 판넬생산공장, 원주 명륜동 현대아파트, 성남 은행동 현대아파트, 분당 야탑동 현대아파트
- 삼환까뮤 : 수원 구운동 삼환아파트, 인천 구월동 삼환아파트, 일산 강촌마을 삼환아파트
- 삼성중건 : 장호원 판넬생산공장, 수원 매탄동 삼성아파트, 충주 신도시 삼성아파트
- 선진엔지니어링 : 서울 상계동 한양아파트, 분당 양지마을 한양아0파트,
- 한성 : 안산 선부동 주공아파트

한편, 층별·위치별 발코니샤시 유무에 따른 결로가능성에 대한 노출여부 검토를 위해, 수도권에 건설되어 입주가 완료된 후 첫 겨울을 지낸 국민주택 규모의 조립식아파트를 선정하여 실내의 온습도 및 각 부위별 표면온도를 측정하였다.

\* 정희원, 중앙대 건축공학과 박사과정  
 \*\* 정희원, 경민전문대 전임강사  
 \*\*\* 정희원, 부천전문대 부교수, 공학박사  
 \*\*\*\* 정희원, 대우전문대 부교수, 공학박사  
 \*\*\*\*\* 정희원, 중앙대 건축학과 교수, 공학박사

## 2. 실태조사를 종합한 결로방지대책

도면 및 현장조사를 통해 나타난 결로방지대책 및 개선을 위한 고려사항을 종합하면 ① 각부위별 설계개선에 의한 결로방지, ② 결로방지용 특수재료에 의한 결로방지, ③ 과다습기배출을 통한 결로방지로 크게 대별된다.

### 2.1 각부위별 설계개선에 의한 결로방지

① 평면 및 입면 계획  
요철을 적게 하여 각 방이 외기에 직접 접한 면적을 줄인다.

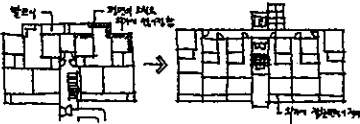


그림 1. 열손실을 줄이기 위한 평면계획

② 지붕  
지붕에 접한 최상층 세대는 외기가 직접 외기에 접해 있고 또한 지붕의 빗물이 최상층 처마로 스며들기 쉬워 결로가 생기기 쉽다.  
따라서 옥상 처마의 위치를 현재보다 돌출시켜 알루미늄 사시를 설치하더라도 물끓기 흠이 사시 바깥쪽에 위치하도록 한다. 특히 사시외부의 코킹처리를 철저히 해서 빗물누수로 인한 피해가 발생하지 않도록 한다.

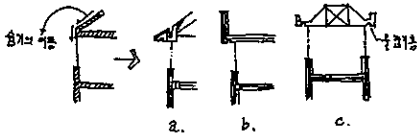


그림 2. 지붕부위의 설계 개선

③ 발코니 및 창고  
공동주택에서는 건축법상 발코니에 알루미늄사시를 설치할 경우 건축면적으로 산입되므로 외기에 개방하도록 되어 있다. 그러나 실제로 있어서는 거의 대부분의 아파트거주자들은 알루미늄사시를 당연히 설치하는 것으로 생각하고 있어, 발코니나 창고에서 결로가 심각한 문제로 대두되고 있다.  
사시설치가 완전히 보편화되어 있는 현실을 감안한다면, 이들공간에 대한 결로방지대책이 강구되어야 할 것이다. 따라서 발코니 내부의 습도가 일정 한도를 넘어갈 경우에는 외기로의 배기가 이루어질 수 있도록 배기팬을 설치하거나 그릴 등을 설치하는 방법등이 고려될 수 있겠다.

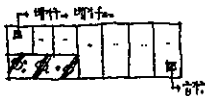


그림 3. 발코니의 급배기구

④ 축벽  
공동주택 축벽은 외기에 직접 접해있어 결로가 생기기 쉬우므로 회사별 차이는 있으나 샌드위치 판넬이나 혹은 solid 판넬 내부에 복합판넬을 부착하는 경우가 많다. 이때 주의할 사항은 축벽내부에 내장된 단열재를 반드시 발코니까지 연장 매립해야 한다. 이렇게 함으로써 이와 접한 창고에서의 내부 결로를 방지하고 냉교현상을 줄일 수 있다.

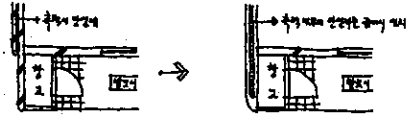


그림 4. 냉교현상을 줄이기 위한 축벽의 단열

⑤ 발코니부위의 세대간 경계  
세대간의 경계벽은 한개의 벽체판넬로서 발코니 외부까지 연장되어 있으나 콘크리트로 세대간이 완전히 막혀있어 화재시 옆세대로 피난이 어렵고, 또한 발코니부위의 경계벽이 냉교현상(cold bridge)의 원인이 되어 이에 대한 대책이 요구된다. 따라서, 경계벽을 경량 칸막이로하여 피난시 쉽게 대피할 수 있으며 냉기의 전달도 최소화될 수 있다. 이때 발코니에 창고위치를 경계벽에 설치하면 피난시 불리하므로 이를 고려해야 한다.

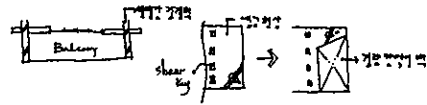


그림 5. 발코니 부위의 세대간 경계벽

⑥ 창틀 및 창틀내부  
창의 인방과 창틀이 냉교현상에 의해 실내측에 결로가 생기는 경우가 많다. 창틀을 목재나 하이사시를 설치할 경우 결로가 잘 생기지 않는다. 또한 창틀을 강성이 있는 경량 콘크리트제품으로 하거나 창틀을 반으로 분리하여 내부에 단열재를 충전시키는 방법도 있다.

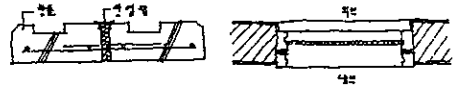


그림 6. 창틀의 절단을 통한 열교방지

⑦ 천정부위  
외기에 접해 있는 천정은 발코니로부터의 냉교로 인해 결로가 생기기 쉽다. 따라서 외벽측 천정에 결로방지용 보드나 몰탈을 45cm폭으로 부착시킨다. 가능한 천정작업은 시공상 어려움이 있어 공장 에서 판넬생산시 미리 매입해서 생산하는 것이 좋다.

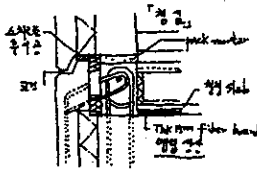


그림 7. 천정 결로방지판의 매립 생산

한편 천정과 접하는 발코니 판넬은 벽체에서 2cm 정도 이격시키고 내부에 백업재를 넣어 코킹처리하면 천정부위에 냉교현상을 줄임으로써 결로방지에 도움이 된다.

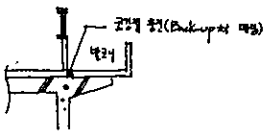


그림 8. 발코니 부위의 열교방지

### ⑧ 판넬 접합부

기존 외벽체의 접합부위는 판넬 조립시 얇은 단열재판을 현장삽입하고 있다. 이 방법은 단열재가 없어서 열교현상이 생기기가 쉽고, 또한 현장작업시 누락의 우려가 있다. 따라서 개선안과 같이 공장에서 판넬 생산시 접합부위의 단열재를 판넬내부에서 밖으로 노출시키고, 현장조립시 접합부에만 글래스울 등의 단열재를 간단히 끼우는 방법이다.

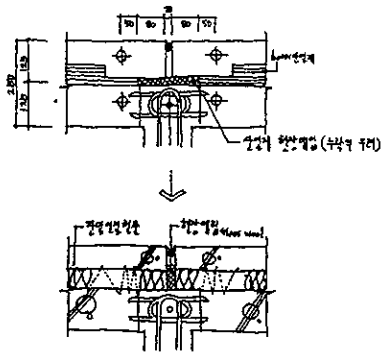


그림 9. 접합부단열재설치 및 이의 개선안

### ⑨ hollow core 슬랩의 접합부

hollow core 슬랩은 주로 일방향 슬랩으로 장스판의 구조물에 설치할 수 있고 상부층의 충격음에 대한 차음능력이 좋으며 구멍내로 설비배관을 설치할 수 있는 장점이 있다. 그러나 슬랩에서 구멍이 한 방향으로만 뚫여있어 천정에 전등설치를 위한 전선의 배치시 벽체와 슬랩의 접합조인트로 전선을 이동시켜야 하므로 이 부위에서 누수현상이 발생하지 않도록 신경써야 한다.

## 2.2 결로방지용 특수재료에 의한 결로방지

현재 국내에서는 조립식 아파트의 결로방지를 위

하여 여러가지 재료를 이용하고 있는데, 이를 결로방지성능, 시공성, 경제성, 재료의 성분, 내구성등의 측면에서 고찰하였다.

현재 국내에서 사용되고 있는 접합부위의 결로방지를 위한 재료의 종류에는 단열 모르타르, Fiber Board, 복합판넬, 압축 스티로폴, 결로방지용 페인트 등이 있다.

### ① 단열 모르타르

단열 몰탈은 스티로폴 알갱이, 접착제, 난연제, 방수액으로 구성되어 있으며, 열전도율은 약 0.035 Kcal/mh°C이며, 종류로는 인슈레이션 컴파운드, 퍼라이트, 퍼라이트 특수단열몰탈, 산도메스, 마이폴 등이 있다. 시공방법으로는 조립식 판넬을 10-12mm 정도 후퇴시켜 미장으로 바른다. 현재 벽체 및 천정부위에 주로 바르고 있으나, 미장작업상의 어려움이 있어 천정에는 사용을 피하고 있다.

### ② 파이버 보드(Fiber Board)

압면과 펄라이트로 구성되어 있고, 판넬 천정부위에 주로 설치하며, 판넬 생산시 폭 45cm정도로 생산공장의 팔렛(pallet)에 미리 들고 콘크리트 타설을 한다. 현재 주택공사 발주 R.C아파트의 천정에도 매립하고 있으며 국내 조립식업체에서 많이 이용하고 있다.

### ③ 복합판넬(集合板)

접착제(Bolt), 스티로폴이나 압면 70mm, 폴리에틸렌필름, 석고보드 9mm로 구성되어 있으며, 공동주택의 축벽, 계단실 열벽체, 엘리베이터실 열벽체, 부엌에서 외기에 직접 접한 벽체 등에 설치하여 보온 및 결로방지를 위하여 설치한다.

단열성능이 우수하고, 넓은 면적의 단열이나 결로방지에 유리하나, 조립식에서 후시공으로 인한 공정상의 불편과 다소 고가라는 단점이 있다.

### ④ 압축 스티로폴

결로하자 발생시 임시로 붙이거나, 축벽에 도배하기 전에 단열보강 및 결로방지용으로 쓰인다. 가격은 싸고, 작업은 용이하다.

### ⑤ 결로방지용 페인트

결로방지용 페인트는 하자보수용 다소 고가인 재료이며 잠수함 내부의 결로방지도 사용되는 것으로, 주로 결로하자 발생시 결로부위에 칠하는 것이다.

## 2.3 습기배출을 통한 결로방지

건물내에서의 주요 습기발생원은 주방, 욕실 및 다용도실 등으로 각부분으로부터의 습기배출방법은 다음과 같다.

### ① 주방에서의 습기배출

배기를 위해 주로 조리대 위에 설치되는 후드는 개구가 가능한 부엌창과 동시에 고려될 때 높은 습기배출효과를 거둘 수 있다.

### ② 욕실의 습기배기

욕실내에서 목욕, 세면, 세탁 등으로 인한 습기

가 출입문의 개폐시 거실내로 유출되기 때문에 욕실 상부에 전동과 동시에 작동되는 배기팬을 설치하여 욕실로부터 유출되는 습기를 줄일 수 있다.

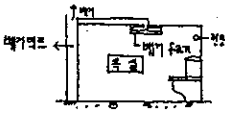


그림 10. 욕실의 습기배출 계획

③ 발코니 상하부에 환기구 설치  
세탁물을 전후면 발코니에서 건조시킬때, 알루미늄늘사시가 설치되어 있는 경우에는 습기가 배출되지 않아, 발코니내부 벽체, 창고 등에서 결로가 발생하게 된다. 특히 작은 규모의 공동주택에서는 발코니공간에 비해 상대적으로 많은 세탁물로부터의 과다습기로 인해 결로현상이 심하게 나타나는 것을 볼 수 있었다.

전후면 발코니에 알루미늄늘사시를 설치할 경우 과다습기를 외부로 배출할 수 있는 배기팬을 설치함으로써 발코니나 창고 내부의 표면결로를 방지할 수 있을 것이다.

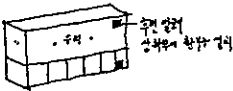


그림 11. 발코니에 설치된 환기구

④ 생활습관의 개선  
건물의 결로는 나라마다 기후, 생활관습, 건축재료, 건물사용방법의 차이에서 생기는 경우가 많다. 건물도 하나의 기계라는 관점으로 보아, 입주자 사용자로 하여금 이용방법을 익히도록 하여 결로문제를 다소 해결할 수 있을 것이다. 즉 과다습기발생시에는 자주 창문을 열어 환기를 시킴으로써 결로발생원인 습기를 제거할 수 있다.

### 3. 국내 조립식아파트 각 부위별 표면온도 실측 결과 및 분석

#### 3.1 측정개요

결로 발생에 기여하는 주요인자는 벽체의 표면온도 및 그 벽체를 둘러싸고 있는 주위공기의 온습도라 할 수 있다. 이러한 점을 감안하여 국내 조립식 아파트의 결로위험에 대한 노출성 여부를 알아보기 위해 전형적인 조립식 아파트를 선정하여 이에 대한 층별(최상층과 가운데층), 위치별(축벽세대와 가운데 세대), 발코니 사시 유무에 따른 부위별 표면온도와 공기의 온습도를 측정하였다.

실측대상 아파트는 서울 근교에 위치한 32평형의 15층 조립식 아파트로, 결로방지용 몰탈을 냉교현상이 예상되는 부위에 시공하는 가장 보편적인 결로방지대책을 적용하고 있는 곳을 선정하였다.

현장실측은 1993년 3월 27일부터 4월 8일까지 몇 주에 걸쳐 여러세대를 하였으나 그 결과정리는 거의 공통적으로 나타나는 현상을 중심으로 간단히 하였다. 측정기간동안의 외기온도는 1.0-12.0℃, 습도는 40-60%의 분포를 하고 있었다.

부위별 표면온도 측정은 미놀타 적외선 표면온도 측정기로 했고, 벽면의 방사율은 흰색 계열의 마감에 해당하는 0.9로 하여 측정하였으며, 실내의 온습도는 독일 일본의 디지털온습도계를 사용하였다.

#### 3.2 층별 및 위치별 측정결과

측정대상 세대는 최상층(15층 세대)과 가운데층(11층 세대), 축벽세대(14층)와 세대사이에 있는 가운데 세대(14층)로 나누어 각 세대의 발코니, 침실, 욕실 등의 바닥과 벽체온도를 측정하였다. 부위별 측정결과는 그림 12와 그림 13과 같다.

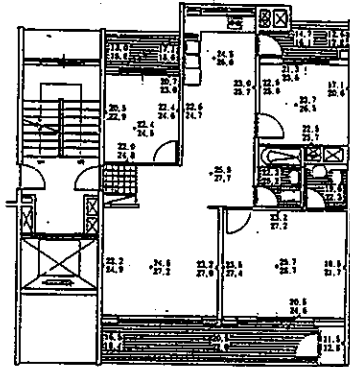


그림 12. 15층세대와 11층세대의 부위별 온도분포(℃) (· 15층 외기온: 12℃)

최상층 세대의 거주공간을 둘러싸고 있는 모든 벽체들(23-25℃)과 바닥온도(24-26℃)는 11층 세대(27-28℃)에 비해 2-3℃ 낮게 나타났다.

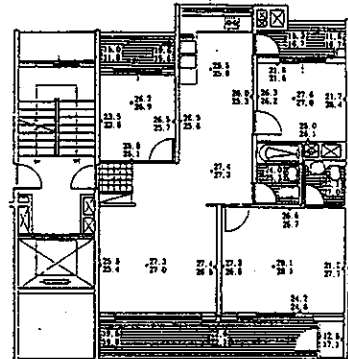


그림 13. 축벽세대와 가운데세대의 온도분포(℃) (· 축벽세대 외기온: 12℃)

계단에 면한 축벽의 온도는 23.5℃로 실내축벽체온도 26.5℃보다 3℃ 낮게 나타났고, 엘리베이터실에 면한 벽체온도는 25.5℃로 실내축벽체온도 27.4℃보다 1.9℃ 낮게 나타났다.

육실이 외기에 면한 측벽을 포함하고 있는 경우에 육실의 벽체표면온도는 22.1-23.1℃로, 인접세대와 면해 있는 가운데 세대의 육실벽체온도 26.5-27.0℃에 비해 평균 4℃이상 낮게 나타났다. 따라서 측세대 외벽면의 단열강화 또는 방열코일의 설치가 요구된다.

측벽결과 상층부 세대(15, 14층)에 주로 결로문제가 발생하며, 12층이하 세대에서는 거의 찾아보기 어려웠다.

발코니와 창고내의 결로는 최상층(15층)세대에서는 거의 모든 세대가 경험하고 있었으나, 15층이라 하더라도 알루미늄샤시를 설치하지 않은 세대에서는 결로문제가 전혀 없는 것으로 나타났다. 따라서 알루미늄샤시를 할 경우에는 반드시 습기배출용 통기구 또는 배기팬의 설치가 요망된다.

외기에 면한 발코니 외벽체의 경우 상부와 하부의 온도차는 약 1.5-2.0℃로 상부의 온도가 하부보다 높게 나타났으며, 발코니의 바닥온도는 외벽면보다 3-4℃ 높게 나타났다. 실제로 결로문제도 외벽체의 하부구석부분에서 주로 발생되고 있었다. 이는 공간을 둘러싸고 있는 구조체간의 상대적인 온도가 결로발생에 있어 중요한 요소임을 드러내 보이는 좋은 예라 볼 수 있다.

### 3.3 발코니 샤시유무에 따른 측정결과

측정대상 세대는 발코니에 알루미늄 샤시를 설치하지 않은 1504호와 샤시를 설치한 1502호였으며, 측정당시의 외기 온습도는 각각 1.3℃와 60%였다. 측정부위별 온도분포는 그림 14와 같다.

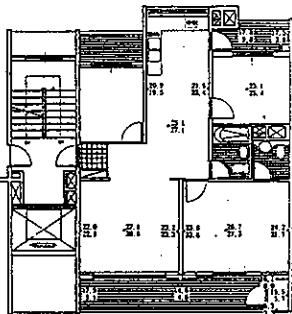


그림 14. 발코니 샤시유무에 따른 온도분포(℃) (샤시설치 : 샤시미설치 외기온:12℃)

발코니샤시 유무에 따른 실내기온의 차는 0.8℃(샤시설치세대 : 20.9℃, 샤시 미설치세대 : 20.1℃)로 매우 작게 나타났으나, 발코니와 접한 외벽 우각부의 실내표면온도의 경우는 측정부위에 따라 약 2℃정도의 온도차(23.0℃와 21.0℃)를 보이고 있었다.

한편 최상층(15층), 측벽세대이면서 알루미늄샤시가 없는 세대의 벽체 우각부의 수직위차별 온도분포를 알아보기위해 바닥으로부터 40cm, 80cm, 120 cm, 160cm, 200cm, 그리고 벽체 모서리로부터 각각 10cm, 50cm 떨어진 지점들과 우각부주위 천정 및 바닥의 표면온도를 측정한 결과 바닥에서 위로 올라갈수록 계속 온도가 떨어지다가 천정부위는 다시 온도가 높게 나타났다(그림 15 참조).

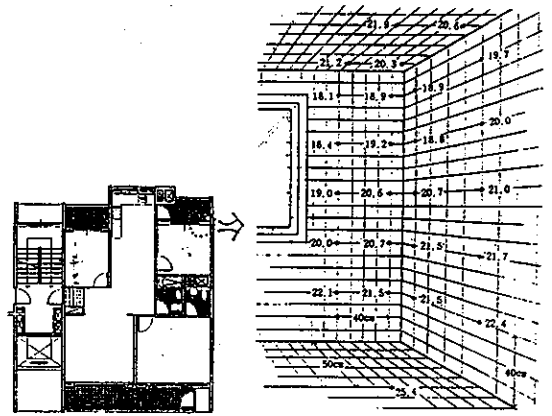


그림 15. 벽체우각부주위의 위치별 온도분포(℃)

바닥온도 25.4℃일때 수직벽체의 온도는 수직높이 40cm간격으로 22.1℃, 20.0℃, 19.0℃, 18.4℃, 18.1℃를 나타냈으며 이때 벽체 모서리 근처의 천정온도는 21.2℃를 나타냈다.

발코니 벽체의 경우는 샤시유무에 따라 매우 큰 온도차(샤시설치세대 : 13.6-19.5℃, 샤시미설치세대 : 2.8-5.1℃)를 보이는데, 실제로 결로가 발생된 부위는 온도는 높더라도 환기가 되지 않는 샤시가 설치되어 있는 발코니 벽체였다.

표 1.에 의하면 실내기온이 20℃일 경우, 실내습도 70%일때 6.2℃ 온도강하가 허용된다고 본다면, 주위온도가 13.8℃ 이하가 되면 결로가 발생할수 있고, 주위온도가 13.8℃일때 실내습도가 70%이상 이 될 경우에도 결로가 발생할 수 있다는 것을 예측할 수 있다.

표 1. 공기의 습도와 노점온도

온도 (℃)	각 온도에서 결로될때까지 냉각할수있는 온도							비고
	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	
-20	12.0	9.7	7.0	5.3	3.8	2.4	1.2	예) t=18℃ RH=50%일때 표면결로될 때까지 냉각 할 수 있는 온도는 11.3 ℃이므로 노점온도는 18-11.3= 6.7℃이다.
-15	13.0	9.7	7.2	5.6	4.0	2.5	1.2	
-10	13.0	10.0	8.0	5.9	4.2	2.6	1.3	
-5	14.1	10.8	8.2	6.2	4.4	2.7	1.3	
0	14.7	11.3	8.7	6.5	4.8	2.9	1.4	
2	15.0	11.7	9.0	6.8	5.1	3.0	1.5	
4	15.3	12.1	9.3	7.1	5.3	3.2	1.5	
6	15.7	12.5	9.7	7.3	5.4	3.3	1.6	
8	16.0	12.9	10.1	7.6	5.5	3.4	1.6	
10	16.4	13.3	10.4	7.8	5.6	3.5	1.7	
12	16.8	13.6	10.7	8.0	5.7	3.5	1.7	
14	17.1	13.9	10.9	8.1	5.8	3.6	1.8	
16	17.5	14.2	11.1	8.3	5.9	3.7	1.8	
18	17.9	14.5	11.3	8.4	6.0	3.7	1.9	
20	18.3	14.7	11.5	8.5	6.2	3.8	1.9	
25	19.2	15.3	11.9	8.8	6.3	3.9	1.9	
30	20.1	15.9	12.3	9.1	6.5	4.1	2.0	
35	21.0	16.5	12.7	9.6	6.8	4.2	2.0	
40	21.9	17.2	13.2	9.9	7.0	4.4	2.1	

창고내부의 벽체온도는 실내측, 인접세대측, 외기측 등이 벽체위치에 따라 샤시설치세대의 경우 각각 18.1℃, 15.5℃, 8.3℃, 샤시 미설치세대의 경우 8.0℃, 5.7℃, 3.3℃로 나타났으며, 결로및 곰팡이는 샤시설치 세대의 외기측 벽내부에 주로 발생하였다. 인접세대들에 대한 측정 결과도 마찬가지로 나타났다. 따라서 알루미늄샤시 설치시에는 발코니에서의 세탁및 빨래 건조로 인한 과다습기를 제거할 수 있는 환기구를 마련하는 것이 요구된다.

## 4. 결로방지성능향상을 위한 세부평가항목 제안

### 4.1 결로방지성능의 평가

조립식 아파트에서 결로는 주로 외부벽체와 접합하는 집합부, 최상층부 천장, 최하층부 바닥, 냉고부, 발코니와 창고 등에서 주로 발생한다. 결로의 발생정도는 주변의 단열성, 실내습기발생량, 기밀성, 거실의 환기풍동성, 냉고부의 온도저하율, 생활습관에 따라 차이가 있다.

결로방지성능의 평가방법은 설계도면을 기준으로 하여 부위별 평가항목을 세분화하고, 결로방지용재료의 성능 및 전문가의 최종평가로 적부판정을 해야 할 것이다.

### 4.2 결로방지성능 평가항목

결로방지성능 평가는 우선 결로와 관련이 있는 요소를 정하고 사전평가 및 시공중 평가로 구분하여 평가항목을 세부적으로 정했다. 평가방법은 <여부>, <적부> 혹은 <양부> 등으로 하여 최종 판정을 내리도록 한다.

표 2. 결로방지성능의 세부 평가항목

구분	항목	평가내용 및 기준
사	습기	평면계획상 및풍동이 되는가
		주방이 구획되거나 급기 및 배기시설의 양부
전	환기	화장실이 기계배기장치나 외기에 직접 접해있는가
		평면 및 입면계획상의 외부벽체 요철의 과소
평	환기	계단실형과 편복도형에서 외기에 접한면적의 과소
		외기에 접한면적의 원충공간의 유무(층별이나 엘리베이터 실과 접한방에 유무)나 창고등의 원충공간(여부)
가	발코니	발코니에 알루미늄사시를 설치하는지의 유무
		지붕설계시 처마부분의 물고기 처리방법의 양부
재료	단열재	단열재가 내장된 축벽판넬을 발코니까지 연장하는 여부
		집합부에 냉고현상 및 결로방지재료의 사용 여부
시공	공	슬림과 벽체의 접합시 방수막 및 단열재의 연결 여부
		세대간의 경계벽을 경향 칸막이등으로 처리 여부
시공	공	거구부의 창대, 인방등에서 냉고현상 여부
		발코니에 알루미늄사시설치시 환기구의 설치여부
시공	공	지하실과 접한방에 단열재의 설치유무 및 방법 양부
		재료
시공	공	복합판넬의 설치시 후대임과 단열재간의 틈의 여부
		벽체와 문틀, 인방등의 설치시 단열재의충진 양부
시공	공	결로방지 재료의 정밀한 시공상태

## 5. 결 론

이상의 국내 조립식 아파트의 결로방지 대책에 관한 실태조사 및 현장실측결과를 통해 나타난 결과 및 제안사항을 정리하면 다음과 같다.

1. 기존 아파트의 경우 거의 모든 세대에서 발코니에 알루미늄 사시를 설치하고 있었으며, 사시설치로 인해 발코니 부위의 결로문제가 심각하게 나타나고 있었다. 이는 발코니 공간이 주로 세탁 및 빨래 건조 장소로 이용되고 있는 반면, 높아진 습기가 외부로 배출되지 않음으로 인해 결로문제가 발생하

고 있음을 확인했다. 이러한 현실을 감안할 때 발코니사시 설치시에는 반드시 온도강하를 고려한 습기 배출용 개구부나 환기장치를 설치하도록 하는 것이 바람직하다.

2. 발코니 부위의 물고기층은 사시설치를 고려하여, 사시설치후에도 반드시 사시 바깥에 위치할 수 있도록 여유있게 설계해야 하며, 설치시에는 사시 주위를 완전히 방수처리하도록 한다. 이렇게 함으로써 사시부위에서의 누수로 인한 습기피해를 줄일 수 있다.

3. 부위별 표면온도 측정결과, 최상층세대와 측벽세대는 가운데세대에 비해 열적으로 불리하여 결로의 가능성이 높게 나타났다. 따라서 이러한 것을 보상하기 위해서는 외기면 벽체들의 단열강화 또는 실의 위치에 따른 난방코일의 조밀배치 등이 필요하다.

4. 결로방지성능의 평가를 위한 세부 평가항목으로 시공전 도면을 통한 평가항목으로 습기의 배기, 평면 및 입면계획, 부위별 설계방법, 건축재료의 적절성 등이 있으며, 이외에 시공정밀도에 관한 시공중 평가항목 등이 있으며, 이에 대한 전문가의 충분한 검토가 필요하다.

5. 주택내에서의 결로방지를 위해서는 실내 상대습도가 70%가 넘지 않도록 하는 것이 바람직하며, 습기과다 발생시에는 적절한 습기배출대책이 마련되어야 한다.

6. 결로발생이 있어 거주자들의 생활습관도 무시할 수 없는 요소로 나타났다. 따라서 생활방식에 따른 결로위험 여부를 홍보함으로써, 거주자들의 이해부족에서 오는 결로피해를 줄일 수 있도록 해야 한다.

## ■ 參考文獻

- 1) 대한주택공사, "결로현상에 관한 연구", 1983
- 2) 이상우 외, "건축환경계획론", 태림문화사, 1993
- 3) 중앙대 건축환경연구소, "조립식 외벽체의 성능 평가에 관한 연구(2)", 1993
- 4) 한국건설기술연구원, "조립식주택의 성능평가 및 설계표준화에 관한 연구, 제1편: 조립식주택의 성능 평가에 관한 연구", 건설부, 1992
- 5) B.Givoni, "Man, Climate and Architecture", 1981
- 6) K.Williams, "Minimum Energy Dwelling", Craftman Book Co., 1979
- 7) -----, "新建築學大系 10. 環境物理", 彰國社, 1984
- 8) 山田雅士, "建築の斷熱", 井上書院, 1981
- 9) 宮野秋彦, "建築の斷熱と防濕", 學芸出版社, 1981

\* 본 논문은 한국건설기술연구원(KICT)의 위탁연구 과제로 수행된 것으로 지원에 감사드립니다.