

외벽체 결로개선사례와 결로수 배출방안

현대건축에서 유리의 사용면적이 증가하면서 나타나는 다양한 현상 중에서 결로에 대한 사전검토 없이 시공된 건축물의 결로폐해사례 중에서 실제 결로저감 개선 시공된 공사의 시행 과정을 통해 사전에 결로를 방지할 수 있는 방법을 역설적으로 설명하고 아울러 결로수를 배출하기 위해 준비된 배수구에 고려해야 할 사항을 사진을 통해 기술한다.

권태웅

(주)비엘공간 (kwon@ebi.co.kr)

외벽체 결로개선사례와 결로수 배출방안

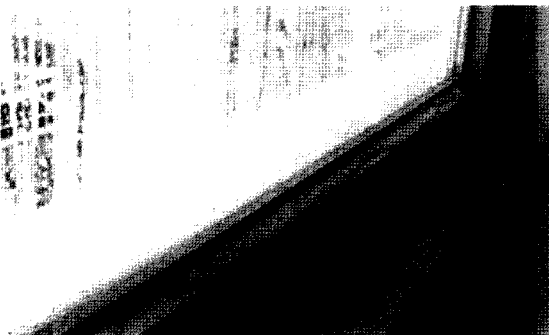
건축물의 외벽은 자연의 변화환경에 종속되지만 명백히 그 힘에 견디는 기능을 가지고 있어야 한다. 유리가 사용된 투명 벽 역시 빛이나 공기, 열기, 냉기를 통과 혹은 차단시키는 기능과 강우나 소리를 차단하는 기능 모두를 포함한다. 이러한 측면에서 유리를 사용한 외벽 또한 실내를 외부와 차단시키기 위해 벽체가 갖는 단열 및 기밀성능을 보유하는 것은 기본적인데, 이는 투명한 단열재라 할 수 있는 “움직이지 않는 투명한 공기층의 개념”이 추가될 수 있다. 이러한 움직이지 않는 투명한 공기층의 대표적인 예로서 복층유리나 이중창을 들 수 있다.

유리표면의 경계 공기층이라 불리는 이 정지 공기

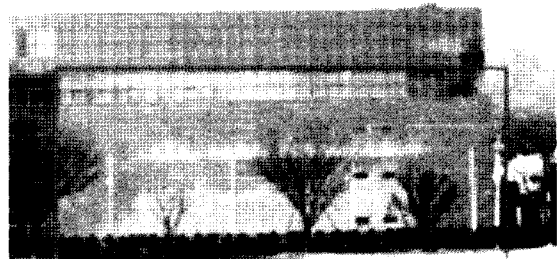
층은 투명벽체 단열향상에 큰 영향을 미치는 중요한 요소 중에 하나이다.

계절, 주야간, 지역, 방위 등에 따라 유리벽(개구부)은 각각 다른 요구인자의 영향을 받기 때문에 이러한 조건들을 종합적으로 파악하고 효과적으로 대처하기 위해서는 단지 개구부의 단열성능 향상뿐이 아니고 겨울철 창문주위에서 일어나는 냉복사를 억제하여 창문 면에서 발생하는 강한 기류를 약하게 함으로서 실내온도를 균일하게 유지하는 방법이 있을 수 있다.

최근 건축기술의 발달과 기능성 유리의 약진으로 투명 유리벽의 사용면적이 증대되고 밀폐성이 향상됨에 따라 상대적으로 결로에 의한 피해가 증가되고 있다. 특히 고층 주거용 건물과 다습환경에 사용된 외벽에서 나타나는 결로의 피해는 매우 심각하지만



[그림 1] 유리창에 발생한 결로



[그림 2] 내부결로로 인해 석재가 젖어 든 상태

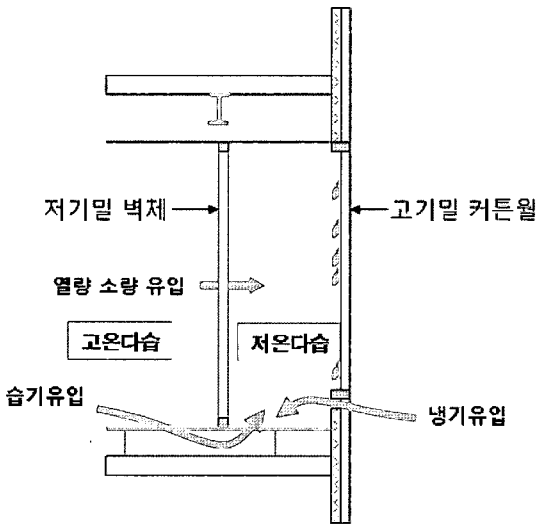
이의 심각성이나 구체적인 실패 사례가 보고되지 않아 불필요한 비용을 낭비하게 되는 경우가 있다.

특히 일반 오피스 건축물과 달리 연중 일정수준의 온습도를 유지해야 하거나 다습환경에 놓인 주거 건축물에는 사전에 체계적인 결로방지 대책을 수립하여 결로에 의한 피해가 없도록 유의하여야 한다.

사례 1은 향온 향습을 유지해야 하는 전산실, 전자 교환실에 나타난 피해와 그 보완과정의 사례이다.

그림 1은 동절기 유리면의 발생하는 결로가 창호 주변을 적시고 석재 내부결로로 인해(그림 2) 석재가 지속적인 습기로 최하부에서는 낙수가 발생한 사례로서 그림 3과 같은 동절기에는 온도가 하강하

고, 하절기에는 온도가 상승하는 구조적 모순을 가지고 있다. 이는 외벽 유리창에 접하는 냉기와 칸막이 벽체의 틈새로 유입된 습한 실내공기가 대상공간에 정체되어 결로를 유발하고 있기 때문이다. 이러한 구조의 근본적인 결로발생 방지법은 ① 고온 측의 습도를 낮게 유지하는 방법과 ② 벽체의 단열성을 향상시켜 벽체의 온도를 노점온도보다 높게 유지하거나, ③ 실내에서 발생하는 수증기의 억제 및 대상공간으로의 습기유동을 차단하고(차습층) ④ 환기에 의한 절대습도의 저하, 단열강화에 의한 실내측 표면온도의 상승유도 ⑤ 직접가열이나 기류촉진에 의한 표면온도의 상승의 방법이 있다.

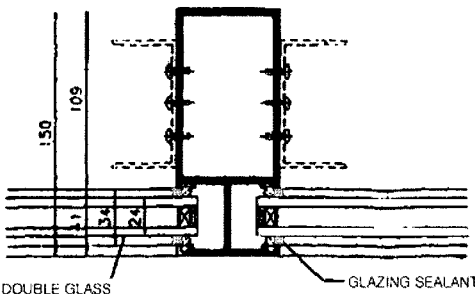


[그림 3] 결로발생 구조단면

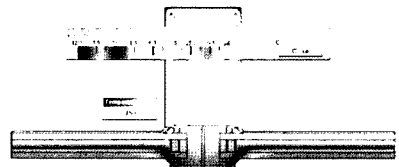
결로 저감 해결방안(a. 커튼월 부분)

현장여건을 감안하여 다음과 같은 방법이 검토되었다. ① 고온 측의 습도를 낮추는 것은 향온향습의 다습조건을 변경할 수 없으므로 ② 벽체의 단열성을 높이기 위해 유리는 일반 복층유리에서 저방사(low-e) 유리로 교환하고 알루미늄 프레임은 비 단열바(그림 4)에서 단열바로 전환이 추천되었으나 구조물을 철거할 수 없으므로 Thermal simulation 결과 시행 가능한 방안 중에서 그림 5와 같은 결과를 얻고 실행되었는데 이는 기존의 비 단열 알루미늄 바의 설치상태를 유지하면서 단열을 하기 위한 방법으로 고안되었다.

개선작업은 그림 6과 같이 기존금속 프레임표면에 폴크 목으로 보온 후 알루미늄 바를 커버 재로 준비하여(그림 7) 폴크 보온재를 커버하는 형식으로(그림 8) 표면결로를 방지하였다.

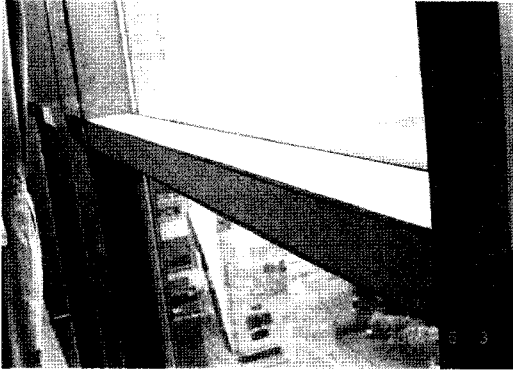


[그림 4] 기존의 일반복층 유리외 비 단열바 단면구조

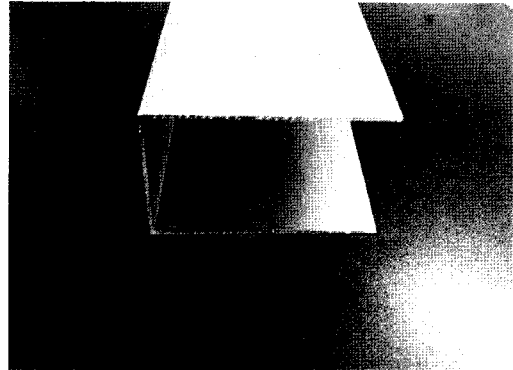


외기 : -11°C, 실내 : 25°C, 절대습도 : 7.5g/kg, 노점온도 : 9°C
최저표면온도 10.5°C
결로발생우려 없음

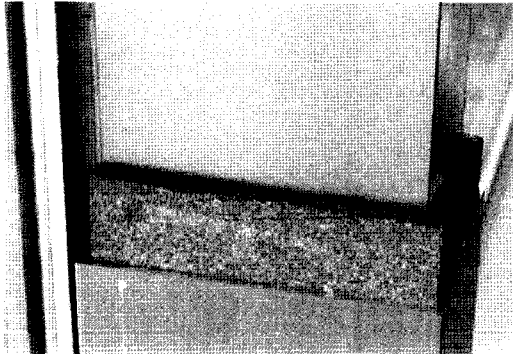
[그림 5] 개선요구 단열바와 Low-e 유리



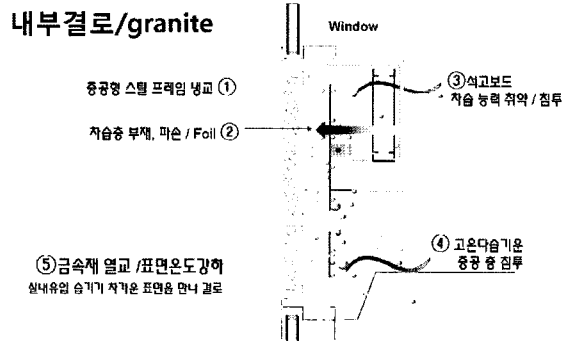
[그림 6] 콜크 감싸기



[그림 7] 덧 커버



[그림 8] 시공과정



[그림 9] 내부결로 / granite

결로저감 해결방안(b. 석재부분)

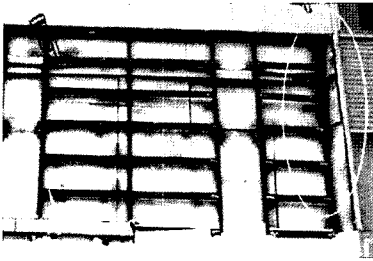
결로발생원인은 실내의 다습한 공기가 Access Floor 및 천정 면을 통해 중공 층에 누기 되어 저온 다습한 환경을 촉진시켜 외벽(석재부분)의 불완전한 차습층과 취약한 단열시공의 결과로 주변 벽체의 저온 다습 현상에 따른 층 전체의 결로현상이 원인이 되었으므로 문제해결의 초점을 단열성능 보강과 차습 층 확보에 두고 전면적인 외부 단열보강과 차습 층 설치계획을 수립 하였으나 외벽(석재부분)은 구조적 취약성으로 인해, 내부공간에서의 단열공사가 불가하므로 외부에서 석재를 제거하여 작업이 진행 되었다.

그림 9는 외부로 면한 석재의 철 구조물의 냉교가 실내의 차습능력이 취약한 석고보드를 통해 유입되면서 결로를 유발시키는데 단열재 내부에 준비된 차

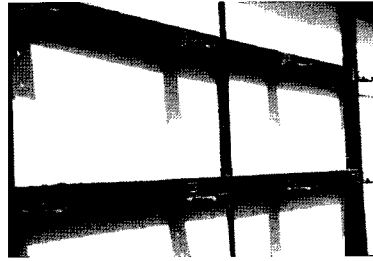
습층이 제 기능을 발휘하지 못하는 것이 주요 원인 중 하나이며 정형화 단열의 약점이기도 하다.

석재가 제거된 상태에서 관찰한 결과, 단열재는 그림 11에서 보는 바와 같이 정형화된 섬유계 단열재의 시공한계로 인해 연결부 정밀시공이 이루어지지 않아 누기된 흔적이 선명히 나타나 있었다. 문제의 해결을 위해 우선 차습과 단열을 목적으로 50 mm 스티로폼을 사용하여 단열용량을 늘렸고, 틈새와 금속노출부분은 모두 층전형 단열재로 도포하여 냉기가 유입되거나 접촉되는 것을 차단하였다(그림 11, 12).

위 작업이 완성된 결과를 IR camera로 확인한 결과, 커튼월 부분 유리와 석재 벽 모두에서 보온단열이 안정적으로 균일하게 분포되었고, 개선공사 이후에는, 동절기 외기온도 13℃에서도 결로가 발생하지 않는 결과를 얻게 되었다.



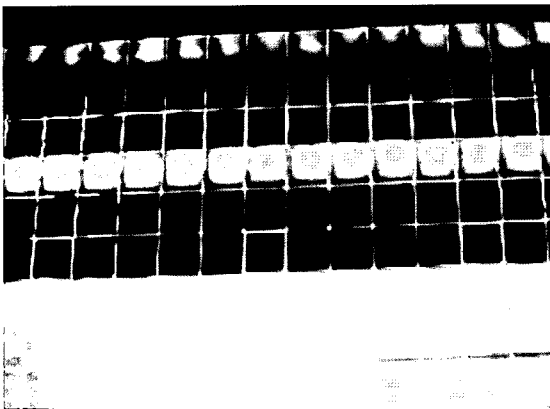
[그림 10] 정형화 단열의 누기



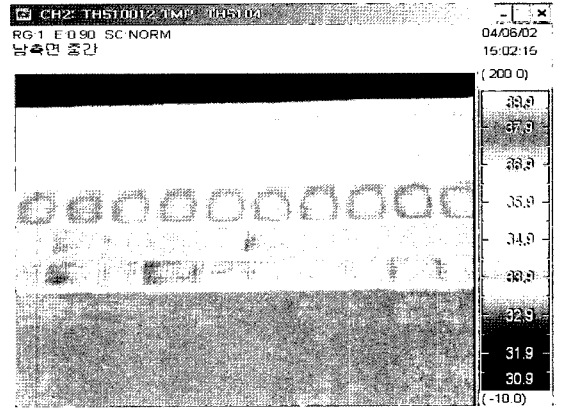
[그림 11] 추가 단열보강



[그림 12] 충전형 단열재 시공

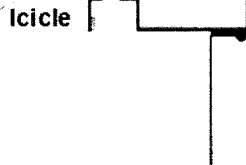


[그림 13] 보수전 IR Camera 촬영



[그림 14] 보수 단열 차습층 확보 후 IR Camera 촬영

냉기침입
Perimeter 온도저하
틈새바람 유발
Frame 내 결빙·팽창
동절기 결빙 고드름 낙하



[그림 15] rain hole

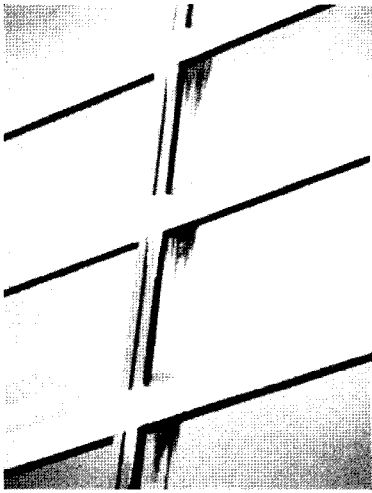
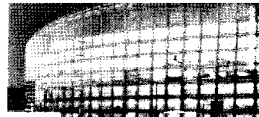
결로 집 배수(drain)

창호, 커튼월 등에서 결로발생은 실내환경 및 외기 온도, 실내외 기류와 설치 위치 등에 의하여 각각 다르기 때문에, 결로를 전혀 없게 한다는 것은 대단히 어려운 일이며, 설사 그것이 가능하다 하더라도 막대한 비용이 소요된다.



[그림 16] 상층부 드레인 유리창 동결

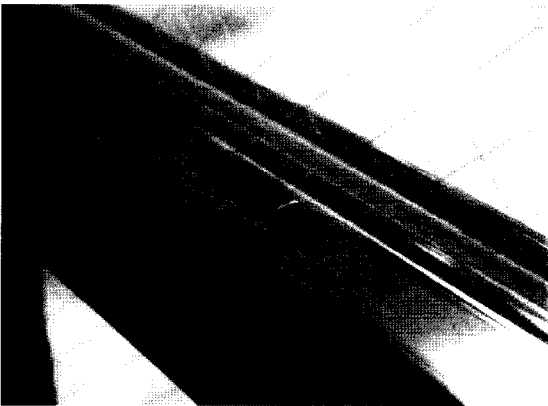
따라서 결로방지에는 어느 정도 예측되는 외부 및 실내환경의 정황을 설정하여 그에 합당하고 적절한 샷시 및 유리를 선택하는 동시에 예상을 웃도는 결로발생에 대하여는 미리 결로수 받이를 준비하여 대처하는 것이



[그림 17] 결로수 고드름(커튼월)



[그림 18] 결로수 고드름(창호)



[그림 19] 결로수 집수 및 배수장치



[그림 20] 결로수 실내배수 배관

보다 현실적이라 할 수 있다. 다만 결로를 집수하고 배출하는 경우에 몇 가지 주의가 필요하다.

결로수를 외부로 배출하기 위해 준비된 Hole을 통해 냉기가 침입해서 가장자리(perimeter)의 온도저하와 틈새바람으로 거주자 민원이 될 가능성이 있고, 결로수가 새시 틀 내에서 얼기 때문에 동절기에는 배수할 수 없음은 물론 고드름이 떨어질 위험도

높다(그림 15).

따라서 내부 결로수는 외부에 배출하지 않고 모아두는 방식으로 충분한 깊이의 결로수 받이를 만들거나, 실외로 배출하지 않고 실내에 전용 배수 드레인 배관을 설치하여 고드름 낙하로 인한 보행자의 안전과 시설물의 피해를 예방하는 준비가 필요하다. (㉔)