



건축물 지붕(옥상) 누수 유형 및 대책방안 제안

글 | 김동균 | 고객센터서비스부 차장
전화 02-3433-7554 E-mail : dk1004@ssyenc.com

건축물 준공 후 유형별 하자 발생 빈도를 보면 누수가 가장 많고 보수비용 또한 가장 많이 투입되고 있으며 특히 지붕(옥상)에서의 누수는 방수공법이 발달하였음에도 불구하고 지속적으로 발생하고 있는 바, 지붕 누수 유형을 살펴보고 설계, 시공, 유지관리 측면에서 고려해야 할 사항을 분석하여 지붕 공사시 참고자료로 활용하고자 한다.

1. 서론

1) 제안의 목적

건축공사, 특히 지붕공사의 가장 어렵고 관심을 갖는 부분이 습기와 물에 대한 피해로부터 주거생활을 보호하는 방수공사라고 할 수 있다. 누수하자는 건축물의 수명에 커다란 영향을 미치지만 하자발생의 빈도 및 보수비용 또한 가장 많고 보수방법도 만만치 않는 것이 현실이다.

이러한 누수하자는 생활불편 뿐만 아니라 건축물 수명 단축, 부위별 기능 상실, 건축물의 가치 하락, 구조적 문제 등 전반적인 관리 대상 문제로 점점 부각되고 있다.

과거에는 건축물에서의 누수는 단순한 하자로 간주되어 부분적인 보수로 종결을 보았으나 생활수준의 향상에 따른 내부 마감재의 고급화와 다양성에 따라 보수범위가 늘어나고 과거에 비해 복잡한 양상을 띠고 있는 것이 현실이다. 그 결과 하자보수와 민원 처리에 막대한 비용과 인력이 소요되고 결국은 기업 이미지에도 부작용을 초래하고 있는 실정이다.

그러므로 본 제안서에는 현재 건축물에서 발생하고 있는 누수, 특히 당사에서 준공한 건축물의 지붕(옥상) 누수 하자사례를 유형별로 살펴보고 그에 따른 원인을 분석하고, 문제점을 파악하여 이에 대한 개선안을 제시하고 시공단계에서의 하자방지 뿐만 아니라 설계단계에서도 반영될 수 있도록 하고자 한다.

2) 제안의 범위

본제안서는 건축물의 누수가 빈번히 발생하는 부분인 지붕(옥상)을 대상으로 한정하며, 슬라브, 파라펫, 경사지붕, 창호 등 공종별로 분류하고 시공 현황, 각 부위별 하자를 방지하기 위한 대책과 개선안과 관련된 상세도 등을 분석하여 현장에 적용성 여부를 제안한다.

3) 제안의 방법

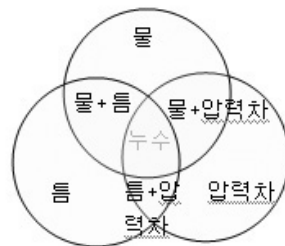
건축물 지붕 누수 하자사례 자료 수집, 누수하자 분석 및 문제점 파악, 보수현황, 개선방안 및 향후 대책을 기본으로 제안하고자 한다.

2. 건축물 누수 하자

2-1. 일반적인 누수 원인

건축물에서 발생하는 누수를 원인별로 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 설계상 원인 : 주요부위 상세 누락, 방수표시 부정확, 방수공법 선정 불합리, 설계자의 방수관심 부족
- 2) 재료적 원인 : 배합비 혼합 무시, 기준미달 제품 사용, 규정량 미사용, 보관시 부주의, 용도에 부적합 자재 사용
- 3) 시공상 원인 : 크랙 발생, 이물질 미제거, 모체 레이턴스, 청소 불량, 시공속도 무시, 숙련공 부족, 방수공의 경험에 의존, 후속작업에 의한 손상, 습윤보양 불량, 품질관리 미흡, 하자사례 활용 미흡
- 4) 누수의 Mechanism



누수는 물+틈+압력차가 공존할 때 발생하며 1가지 요인만 제거해도 누수발생 방지가 가능하다

2-2. 지붕방수 작업 전 검토사항

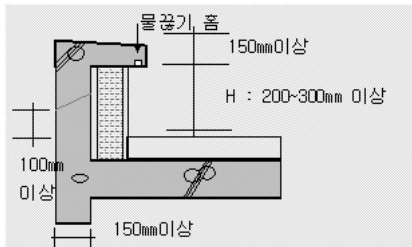
앞서 기술한대로 지붕 누수는 사소한 결함에서도 발생 할 수 있기 때문에 설계, 시공, 관리 각 단계별로 철저한 사전검토가 필요하다

1) 바탕면 검토사항

- 구배는 반드시 구조체에서 형성하여야 하며 누름층에서의 구배는 효과가 많이 감소된다.
- 비노출방수 : 1/100~1/150
- 노출방수 : 1/50~1/20로 유지
- 함유율8~10% 이내로 유지하고, 특히 Deck Plate는 건조가 느리므로 주의
- 모든 방수방안은 제물 미장으로 하고 결함부 위는 수지 모르타르로 처리
- PC, ALC판의 경우 이음부위 단차가 생기지 않도록 주의

2) 파라펫(Parapet) 검토사항

- 콘크리트 이어치기는 방수 보호면보다 100mm 이상 높은 위치에서 바깥구배로 형성
- 수직면과 방수턱의 두께는 150mm 이상
- 상부 방수턱이 있는 경우 물끊기 홈 설치



3) 누름층 검토사항

- 누름층의 두께 최소 600mm 이상
- 신축줄눈 폭은 20~25mm, 깊이는 누름층을 완전히 끊을 수 있는 정도
- 신축줄눈 간격 : 파라펫 등에서 600mm 이내, 간격은 3m 이내
- 누름층의 신축, 거동에 의해 방수층 파단이 발생할 수 있으므로

하부에 절연필름(Film) 설치

- 누름 콘크리트 타설 시 장수층 손상 주의

4) 루프 드레인(Roof Drain) 검토사항

- 슬라브와 일체 시공하고 슬라브면 보다 30mm 낮춰서 설치
- 루프 드레인의 배수분담 면적은 설계보다 여유 있게 처리

5) 기타 검토사항

- 거푸집 이음부, 곰보면, 결함부위, 이물질은 사전에 처리완료
- 모서리는 방수층 접착을 위해 L=50~70mm 정도의 코너깔기 (Cant Strip) 형성
- 방수 단부 보호를 위해 콘크리트 턱 설치

3. 유형별 지붕누수 사례 분석

3-1. 옥상 드레인

드레인의 효율적인 역할은 옥상 바닥면의 구배상태에 있으며 구조체인 콘크리트와 일체 타설이 가장 중요하다



[그림 1] 옥상 드레인 누수 확인

1) 드레인 누수 현황 및 원인

일반적으로 지붕 드레인은 구조체 시공시 슬라브를 매립하여 구조체와 일체시공을 하게 된다. 이 과정에서 우수처리 계획을 소홀하게 되면 하자가 발생하게 되고 보수 또한 쉽지 않다. 드레인 누수의 가장 근본적인 문제는 슬라브(골조)와 드레인 사이 균열이 발생하고 방수층의 파손이며 방수층이 드레인 위로 감아올리지 못하여



[그림 2] 침실 천정 및 벽지 훼손

방수기능을 하지 못하는 경우도 있다.

결국 가장 낮게 시공된 드레인 주변으로 집중되는 물이 선홍통으로 배출되기 전에 드레인과 구조체 사이 틈으로 먼저 유입되어 침실 등으로 떨어지게 된다. 또한 누름층 하부로 유입되는 물을 배출하는 기능이 없는 드레인을 선택하여(외단열의 경우 단열재 하부로 우수 유입이 많음) 중간층에 항상 물이 정체되어 방수층 파손이나 슬라브 균열부위로 누수가 발생하게 된다.

2) 설계 및 시공시 유의사항

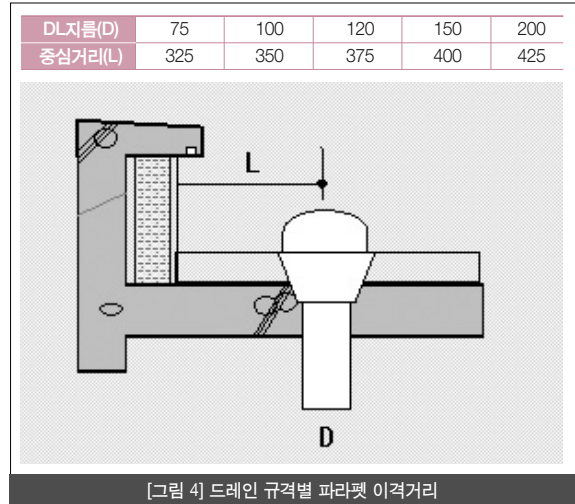
① 드레인의 설치

슬라브 형틀에 선부착하여 콘크리트와 일체 시공을 하고 우수 흐름을 위해 드레인의 몸체 높이를 주변 콘크리트보다 30mm 낮게 시공하도록 한다.



[그림 3] 드레인 주위 방수보강 상세

② 루프 드레인(Roof Drain)이 파라펫 쪽에 치우치면 방수시공이 어려워 누수의 우려가 크므로 드레인 지름에 따른 이격거리를 유지하도록 한다.



[그림 4] 드레인 규격별 파라펫 이격거리

3-2. 옥상 파라펫

옥상 파라펫은 외기에 노출되어 있고 길이 방향으로 긴 형상으로 온도변화에 의한 신축팽창의 영향을 많이 받고 균열에 취약한 부위라고 할 수 있다. 현장에서는 시공성을 고려하여 파라펫을 일체식으로 타설하지 않고 대부분이 이어치기를 하고 있으며 이는 조인트(Construction Joint)를 발생하게 되고 응력의 집중으로 인한 균열 발생이 용이하게 된다. 또한 골조공사의 마무리 시점, 디테일 미흡, 시공지침 미 준수 등 파라펫의 누수는 여러 가지 원인에 의해 수반되는 결과로 나타난다.



[그림 5] 파라펫 외벽 누수

1) 파라펫 누수 원인

파라펫 누수 원인은 파라펫의 콘크리트 균열과 그에 따른 방수층의 파손이 가장 큰 원인으로 분석된다. 골조 공사시 슬라브와 수직부(파라펫)에 불가피하게 시공 조인트(Construction Joint)가 형성되고 구조적으로 가장 취약부위인 이어치기 부분에서 응력의 집중 현상과 신축팽창으로 인해 균열이 점차 확대된다.

그리고 무근 콘크리트의 신축 팽창시 발생하는 거동(Movement)이 파라펫에 전달 될 경우 동일한 곳에 균열이 집중적으로 발생한다. 이는 콘크리트 타설 시 이어치기 품질관리 미흡과 신축줄눈 간격 및 위치 오류, 콘크리트의 신축팽창을 흡수할 수 있는 절연재의 누락(규격 부족) 때문인 것으로 파악된다.

이러한 구조체의 균열은 파라펫 방수층의 파손을 유발하게 되는데 방수자재의 신축력 부족과 방수층의 도막 두께 부족으로 구조체의 거동에 쉽게 파손된다. 특히 파라펫의 균열을 예상하고 방수를 보강하여야 하지만 파라펫이 작업하기가 어렵고 수직부위에 충분한 도막두께를 확보하기가 어렵고 품질 관리적 측면에서 해결 할 수 있는 여지가 충분한 데도 불구하고 각 방수공법에 따른 특기시방을 준수하지 않고 작업자의 경험에 의존함으로써 적절한 품질을 확보하지 않는 것도 문제라고 할 수 있다



[그림 6] 파라펫 균열 및 누수 현황

2) 개선방안 및 대책

① 파라펫 구조체 시공관리 사항

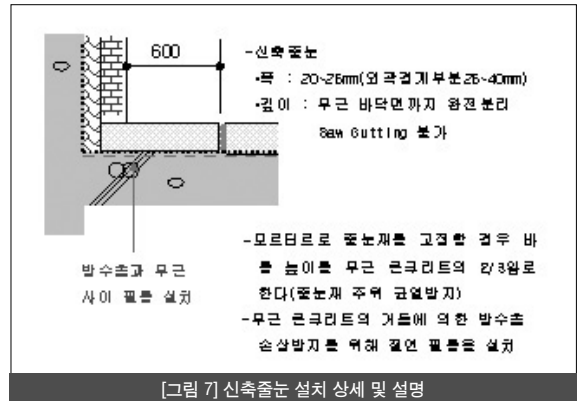
파라펫 구조체 시공시 벽두께는 150mm 이상, 철근은 복배근을 원칙으로 하고 콘크리트는 방수층 마감층으로부터 최소 100mm 이상의 높이에서 바깥구배로 이어치기를 한다.

② 수직부 완충재 설치

[사진 6]에서 보는 바와 같이 방수층 보호를 위한 무근 콘크리트는 온도변화에 의해 수평거동을 하는데 파라펫에는 이를 흡수할 수 있는 완충재가 필요하다. 무근 콘크리트가 파라펫까지 시공될 경우 슬라브(무근)규격과 콘크리트 열팽창계수(0.00001L/°C)를 감안할 때 최소 30mm 이상의 단열재를 사용하도록 한다.

③ 신축줄눈의 적절한 배치

모든 신축줄눈의 간격이 일정할 필요는 없지만 누름 콘크리트 두께의 30배 이내를 원칙으로 하며 일반적으로 3m 간격으로 적절히 분할하되 외곽부는 파라펫 방수 보호층에서 600mm 이내로 한다. 그리고 신축줄눈 깊이는 콘크리트가 완전히 분리되도록 하는 것이 중요하며 폭은 20~25mm가 적당하다.



[그림 7] 신축줄눈 설치 상세 및 설명

3-3. 트렌치 및 다락방누수

옥상 트렌치 및 다락방 테라스 누수가 발생 할 경우 피해 보상으로 발전 할 수 있기 때문에 이에 대한 철저한 시공관리가 필요하다.



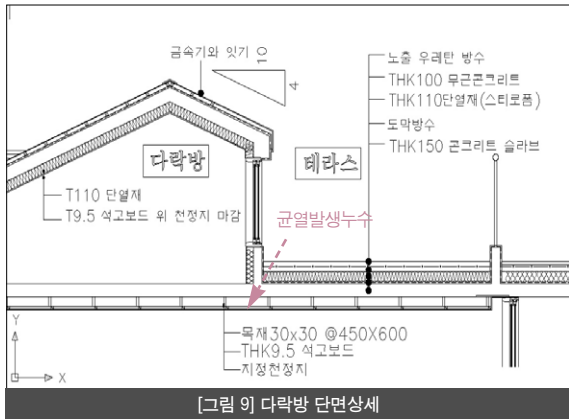
[그림 8] 옥상 트렌치 방수층 박리 및 파손



1) 누수 원인

옥상 트렌치 및 다락방 누수 원인은 구조체 균열, 바탕면의 균열 및 박리(뜯짐), 방수층 파손 등 크게 3가지로 구분할 수 있다.

첫째, 구조체 균열은 골조공사 품질관리 미흡에 따른 층간조인트의 균열로 방수층 하부로 우수가 침투하는 경우이다. 우수 침투로 철근의 부식 및 콘크리트의 중성화로 균열 폭 및 깊이가 점차 확대되면서 우수 침투량이 많아진다. 방수층 하부로 침투되는 우수는 하절기에는 수증기압을 유발하고 동절기에는 동결융해 반복 작용에 의해 방수층 및 바탕면의 노후화를 촉진하게 된다.



[그림 9] 다락방 단면상세



[그림 10] 누수에 의한 피해

둘째, 바탕면의 균열 및 박리는 아무리 방수작업을 잘하였다 할지라도 바탕층에 문제가 발생하면 방수층의 방수성능을 상실하게 되는데 이러한 바탕면 문제는 대부분이 시공과정에서 그 원인을 찾을 수가 있다. 콘크리트 동해, 고층부 콘크리트 타설 시 시공성 확보를 위한 가수(加水) - 건조수축 증가, 레이턴스 증가, 콘크리트 강도 저

하, 수밀성 및 내구성 저하 - 그리고 바탕면 두께 부족(30mm), 초기 양생(습윤) 미비로 초기 건조수축균열, 몰탈 사용, 단열재 하부로 유입되는 물의 부력작용 등 하자 유형별로 다양한 원인이 존재한다.

셋째, 방수층 파손은 앞서 서술한 바탕면의 문제 이외에도 바탕면의 양생시간 부족 및 함수율 과다, 바탕면 처리 불량, 도막재의 두께 부족, 외기에 의한 열화, 방수 시방기준 미 준수, 무리한 공정 진행 등으로 발생한다.

2) 개선방안 및 대책

① 층간조인트 시공관리

골조공사 중 발생하는 층간조인트는 시간이 경과할수록 균열이 확대되는데 이를 예방하기 위한 시공조인트 품질관리를 위한 기술지침은 여러 가지가 있으나 이를 실시에 적용하기는 매우 어렵다. 이에 대한 보완책으로 균열에 대비하여 탄성퍼티를 시공하게 되는데 구조체와의 부착강도 확보를 위해서는 견출 작업 전에 해야한다. 견출 작업 후 실시할 경우에는 그만큼 박리될 가능성이 매우 높아 효과가 감소된다.

② 바탕면 시공(품질)관리

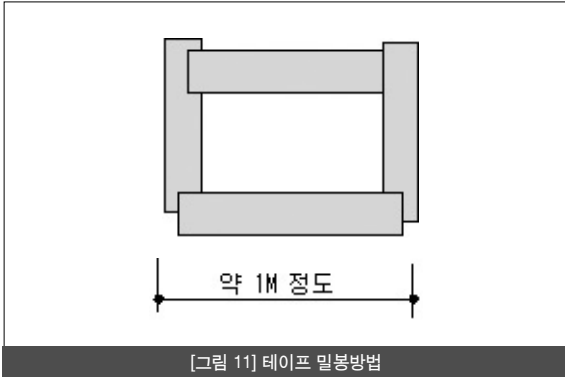
옥상 작업은 특수성(안전, 공정 등)때문에 현장에서 대부분 빠른 공정진행을 유도하면서 골조공사에서 방수작업까지 최소한의 공기로 관리하고 있다. 방수작업의 성공은 바탕면 관리에 있다고 해도 과언이 아니기 때문에 이에 대한 철저한 품질관리가 요구된다.

방수층 보호 또는 바탕면은 반드시 콘크리트로 시공되어야 하며, 콘크리트 품질에 악영향을 주는 요소(가수, 이어치기, 두께부족, 양생부족, 충격 등)는 배제되어야 하며 콘크리트의 강도 확보와 균열 방지를 위해서는 습윤양생, 신축줄눈 설치, 와이어메쉬, 구배확보, 동절기 공사 지양, 몰탈 사용 금지, 적정 두께가 확보되어야 하며 방수층과의 부착강도를 위해 콘크리트 타설 후 충분한 양생기간을 두어 함수율을 8~10% 이내로 유지하며 반드시 쇠퇴손 마감을 하도록 한다.

<표 1> 바탕면 건조확인

바탕면 확인사항	일반		건조가 느린경우	
	A	B	A	B
기상경과	A	B	A	B
양생일수 (최소)	3주	6주	6주	9주
비온후 양생일수	누름층 2일이상	노출 방수 5일 이상	누름층 3일이상	노출 방수 7일 이상
육안확인	얼룩이 없이 잘 건조된 색			

- A : 양생기간중 건조가 양호한 경우
- B : 강우 등으로 양생시 습기의 영향을 자주 받은경우
- ※ 건조의 간이 확인방법
 - 테이프로 밀봉시킨 P.E 필름 이용
 - 밀봉된 P.E필름속에 신문지를 넣고 2시간 후 신문지의 연소가 잘되면 O,K
 - 신문지를 넣지 않은 상태로 24시간 방치 후 P.E필름에 결로수가 없으면 O,K



③ 방수공사 품질관리(도막방수 중심)

주제/경화제를 현장배합 하는 2액형 도막방수제는 혼합에 따라 재료 물성이 크게 달라지므로 반드시 제조사의 시방에 따라 정확하게 계량하여 혼합비를 준수하도록 하고 특히 점도 조절을 목적으로 혼합 후 용제 첨가는 물성저하 및 경화수축 증가의 원인이 되므로 주의가 필요하다.

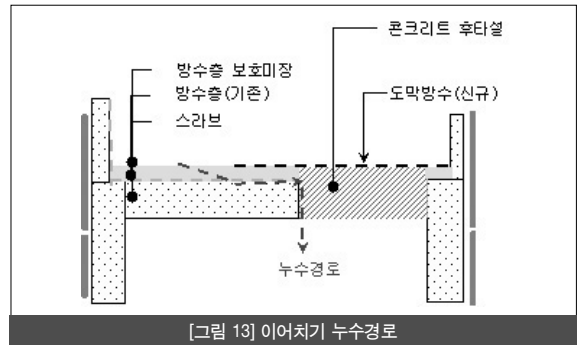
프라이머는 도막방수제에 따른 제품을 사용하고 도포 후에도 오염되지 않도록 관리가 필요하다. 도포작업 시 기상조건은 5℃ 이하에서는 작업을 중지하고 하절기에는 고온 다습한 오전을 피해 가능한 오후3시 이후 시공하는 것이 바람직하며, 작업시 부풀음(Air Pocket) 여부를 확인하고 작업 완료 후에는 담수시험을 실시한다.

3-4. 이어치기 누수



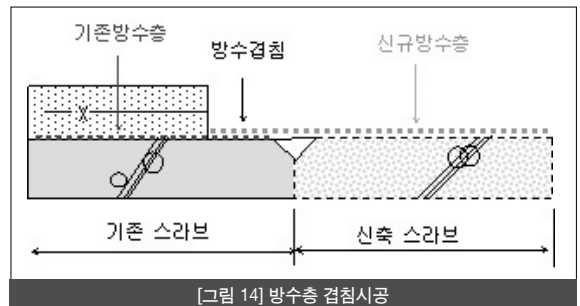
1) 누수원인

기존 슬라브를 커팅 후 장비 기초를 신설한 부위로 방수작업 범위를 감안하지 않고 기초 크기보다 조금 크게 RC부분만 커팅함으로써 기존 방수층과 겹침시공이 불가한 상태로 기초를 시공하여 방수보강이 누락되었다. 또한 신축(기초)와 기존 슬라브 간 변위에 대해 방수층의 신축 성능이 부족하고 조인트에 대한 방수가 허술한 것이 주요 원인이다.



2) 개선방안 및 대책

지붕층의 기존 골조를 해체할 경우 구조문제도 중요하지만 누수대책 또한 매우 중요하다. 기초 구조물(슬라브)을 해체할 경우 고려사항으로는 방수층의 충분한 확보와 연결철근 이음길이 및 방수층 겹침길이 확보이다. Asphalt Sheet 일 경우 300mm, Urethane의 경우 100mm 이상을 확보하는 것이 중요하고 동일한 공법(자재)을 사용해야 한다. 그리고 콘크리트 타설시 조인트에 면목을 설치하여 줄눈(V형)을 설치하고 신, 구 콘크리트 접합면은 되도록 거칠게 하여 부착강도를 최대화하며 사전에 이물질이 없도록 청소와 함께 습윤 상태에서 타설하는 것이 중요하다. 콘크리트 양생 후 방수작업 전에 조인트의 보강을 철저히 하고(경우에 따라 전체방수 전 조인트 누수 확인을 위한 담수시험) 자재에 적합한 겹침 시공을 하도록 한다.





3-5. 실링(Sealing) 하자에 의한 누수

1) 금속기와 누수



[그림 15] 금속기와 조인트 누수현황

① 누수원인

- 콘크리트 벽체와 금속기와(철골 트러스) 조인트 코킹이 박리되어 누수 발생
- Sealing재의 접착저해 요소 수분, 먼지, 유분 시멘트풀, 처리 불량

② 개선대책

- 피착면 유해요소의 완벽한 제거
- 벽체에 V-Cutting 후 피착재에 적합한 Sealing재를 시공한다(작업 범위 계약 조건에 명시)
- Sealing재는 조인트 거동에 신축 대응, 우수한 내구성, 수밀성 있는 재료를 사용

2) 지붕 Top Light 누수



[그림 16] Top Light 전경



[그림 17] Top Light 하부 누수 현황

① 누수원인

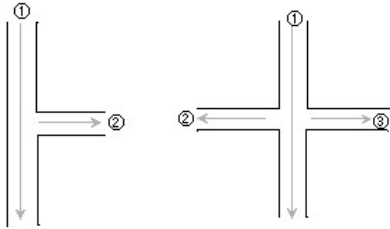
- Top Light(AL+24mm 유리) 실링재 박리
- AL 후레싱과 방수턱 조인트 균열
- Top Light 기초와 RC 슬라브 조인트 균열 및 방수층 파손

② 개선방안 및 대책 - Sealing 공법

- Sealing 작업 전 준비사항
 - 작업 중지 : 강우, 강설, 피착재의 표면온도 50℃ 이상, 기온 5℃ 이하 또는 30℃ 이상, 습도 85% 이상, 풍속 10m/sec 이상
 - 피착면의 청소 : 수분, 먼지, 유분, 레이턴스 등을 브러시를 이용, 완전히 제거
 - 백업재 : 조인트 폭보다 3~4mm 큰 것, 일정한 깊이로 설치하되 당일 실링재 충전 부위만 설치
 - 마스킹 테이프 : 제거시 점착액이 남지 않는 제품을 선택
- 프라이머 도포
 - 바탕면 : 이물질 청소, 함습율 7% 이하
 - 사용시간 : 도포 후 5(20~60℃)~8시간(5~20℃) 이내에 작업 완료
- Sealing재의 접착
 - 3면 접착시 내부 응력의 불균형으로 파괴우려, movement가 적은 부위에 적용
 - 2면 접착시 하부에 Bond Breaker를 사용해 신축적으로 대응

- 시공순서 및 이음부 처리

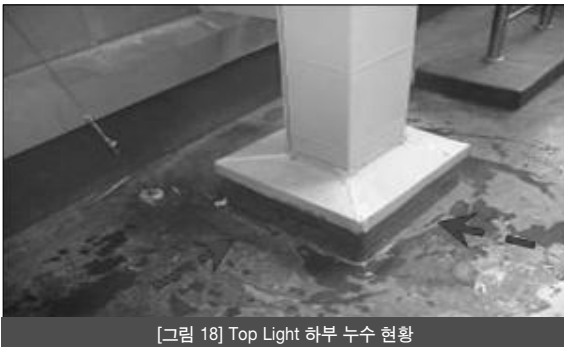
- 충전작업 순서



- 이음부 처리 : 교차부, 코너에서 이음금지, 이음면은 경사지게 하고 톨루엔으로 청소 후 Sealing

3-6. 시설물 기초 주변 누수

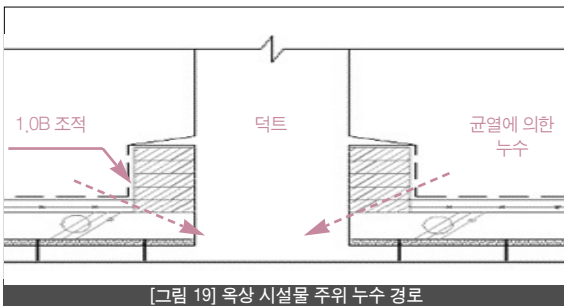
옥상에 설치하는 시설물은 외기의 변화를 직접 받으며, 방수층에 영향을 끼친다.



[그림 18] Top Light 하부 누수 현황

① 누수원인

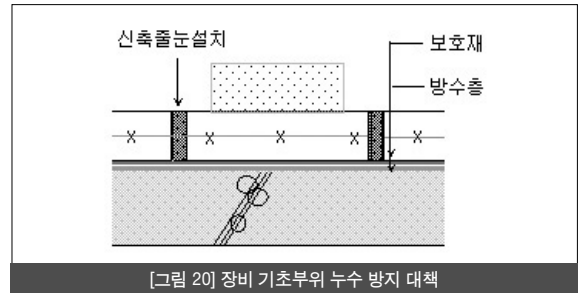
- 덕트 기초를 조적으로 시공하여 균열 유발
- 기존 방수층위 조적 시공으로 틈 발생
- 조인트 방수보강 없이 덧씌우기 시행



[그림 19] 옥상 시설물 주위 누수 경로

② 개선대책

- 장비(덕트) 기초는 진동을 감안 콘크리트 사용
- 기존 방수층과 충분한 겹침길이 확보 연결철근 겹침이음 길이 확보
- 기계진동, 하중 바람에 의한 흔들림으로 방수층을 손상 시키지 않도록 방수층과 분리



[그림 20] 장비 기초부위 누수 방지 대책

4. 결론

현재 건축물에 사용되고 있는 방수공법은 새로운 소재의 발전과 이에 따른 공법의 탄생은 옥상과 같이 복잡한 외력이 작용하고, 외기에 직접 면하여 방수층의 온도변화가 큰 부위의 적용에 문제점을 가지고 있으며, 특히 기능공의 작업여건과 기능 수준에 밀접한 관계를 맺고 있는 등의 단점도 내포하고 있다.

지금까지 건축물 지붕(옥상)의 누수 원인을 분석해본 결과 대부분이 방수층 파손, 구조체의 균열, 시공 및 설계 문제, 관리상 문제 등 복합적인 요인에 의해 누수가 발생한 경우가 많다. 이는 건축물 옥상 작업은 안전, 시공성, 품질관리 측면에서 기준층에 비해 어렵기 때문인 것으로 생각되며 공사 관리에 있어서 방수공사에서만 문제가 아니라 전반적인 문제로 다루어져야 하며 따라서 누수 대책 또한 설계와 시공, 골조와 방수공종 등 각 분야, 공종별로 검토되어야 할 것으로 생각된다. S