

옥상방수 개선방향에 대한 연구

A Study on Improving WaterProofing System of the roof

권병현*○ 허재훈* 이성일* 한정훈* 김창덕**
Kwon, Byung-Hun Heo, Jae-Hoon Lee, Sung-Il Han, Jung-Hoon Kim, Chang-Duk

요 약

최근 공동주택(아파트)의 품질에 대한 관심이 높아지고, 대형 구조물들이 건축물의 옥상부분을 활용하려는 인식의 변화와 더불어 옥상 방수의 재료와 공법에 대하여 관심이 증대되고 있다. 현재 까지 구조물의 유지관리 및 사용상의 편의를 위해 많은 방수 재료 및 공법이 개발되어 왔으나 여러 가지 기존의 방수하자 요인에 대하여 충분히 대응할 수 있는 방수 재료 및 공법이 미흡한 실정이다. 더욱이 옥상 방수에 있어 바탕상태 및 콘크리트의 물리적 거동으로부터 자유로울 수 있는 공법의 개발이 시급한 실정이다. 따라서 본 연구는 기존의 대표적인 옥상 방수 공법에 대하여 알아보고 문제점을 분석함으로써 옥상 방수 에 대한 새로운 방향으로의 시야를 넓혀보고자 한다.

키워드: 옥상방수, 패널공법, 탈기

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

과거 일반주택 및 건축물에서의 누수는 단순한 시공하자로 간주되어 크게 문제시되지 못해왔다. 그러나, 최근 인천국제공항, 월드컵 경기장등 일련의 누수 하자는 주거생활의 불편, 구조적 안전성 문제, 경제적 손실, 기업의 신뢰성 상실, 건축물의 가치 하락등 사회적 문제로 부각되었다.

더욱이 공동주택(아파트)의 품질에 대한 관심이 높아지고, 대형 구조물들이 건축물의 옥상부분을 활용하려는 인식의 변화와 더불어 옥상 방수의 재료와 공법에 대하여 관심이 증대되고 있다.

옥상 방수 공사는 중간층 또는 지하층, 기타 방수 공사보다 외부 환경요인에 직접 노출되어 있어 방수 성능은 물론, 콘크리트의 내구성을 장기간 확보·유지하기 위하여 많은 노력이 필요한 실정이다. 일반 콘크리트 건축물의 옥상방수에 주로 적용되어 왔던 방수공사로써 아스팔트 방수, 도막방수공법과 시트방수공법을 이야기할수 있다. 그러나 현재의 대부분 옥상 방수공사에서 사용되는 재료는 콘크리트의 균열 발생 및 물리적 거동에 의해 파단 되거나, 손상을 입어 장기적으로 옥상방수(차수)의 기능을 점차 잃어 가고 있다.

따라서 본 연구에서는 기존의 대표적인 옥상 방수

공법에 대하여 알아보고 문제점을 정리함으로써 옥상 방수 공법에 대한 새로운 방향으로의 시야를 넓혀보는데 그 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 옥상방수가 대부분 습식공법인 아스팔트공법과 우레탄 공법, 반건식공법인 개량 아스팔트 시트공법으로 시공되고 있는 상황에서 이러한 공법들을 비교·분석하고 문제점을 파악해본다. 또한, 기존의 습식·반건식 공법이 주류를 이루고 건식공법이 개발되고 있는 현 상황을 과도기적 단계로 설정하고 앞으로 나아가야할 옥상방수 공법의 방향을 제안한다.

이와 같은 연구를 수행하기 위해 다음과 같이 진행하였다.

- (1) 옥상방수 공사의 현황을 분석한다.
- (2) 대표적인 옥상 방수 공법을 조사한다.
- (3) 조사한 옥상 방수 공법을 비교·분석한다.
- (4) 현행 옥상 방수공법의 문제점을 고찰한다.
- (5) 옥상방수의 건식공법을 적용한 사례를 수집한다.
- (6) 옥상 방수의 과도기적 단계를 설정하고 앞으로 나아가 가야할 방향을 제안한다.

2. 옥상방수의 현황 분석

2.1 옥상방수의 대표적 공법

옥상 방수는 오랜 역사를 지닌 아스팔트 방수를 중

* 학생회원, 광운대학교 건축공학과, 학사과정

** 중신회원, 광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사

심으로 시트방수, 도막방수 등이 있으며 각 재료 및 공법상의 차이를 고려하면 보다 많은 종류의 공법으로 분류된다. 국내에서는 아스팔트 방수공법이 옥상방수의 주류를 이루어 왔다. 최근 들어 현장에서는 아스팔트 방수공사의 노동력 및 공기질감, 시공상의 불편함 및 결점등의 보완을 위한 대체재료로써 많은 종류의 시트 및 도막방수 재료가 개발, 도입되고 있는 실정이다. 또한 합성 고분자 재료(시트,도막), 금속재료(스테인레스공법, 패널공법)등 여러방면으로 연구 개발되어 제품화 되고 있다.

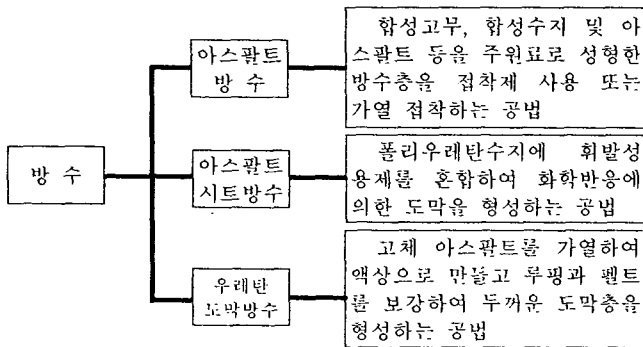


그림 1. 옥상방수의 대표적 공법

2.2 공법별 비교 및 분석

방수공법은 크게 습식, 건식, 반건식으로 나눌 수 있으며 각 공법에 대한 대표적인 공법들을 몇 가지의 특징으로 비교 분석 하였다.

표 1. 재료상의 비교

공 법 명	재료상의 특징
기존 방수공법	아스팔트 방수 (열공법) 1.간일한 품질확보가 어렵다. 2.간열발생 빈도가 적다. 3.이음이 없이 연속적인 방수성 유지가능 4.반드시 보호누름층이 필요하다.
	시트방수 공법 (고분자 아스팔트) 1.유기재료로 경년수축이 크며, 내구성이 짧다 2.용접접합이 가능하다. 3.마감재료로도 사용가능 4.간일한 품질확보 가능 5.온도변화에 대한 물성변화가 적어 기상조건이 심한 곳에도 사용가능
	우레탄 도막방수 1.배합에 의한 품질의 편차가 심하다. 2.도막방수층 이음매가 없고 일체형으로 형성 3.신축성이 양호하며, 경미한 바탕관열에 견딜 수 있다. 4.노출방수가 가능하여, 누수시 보수가 용이 5.자외선에 약하며 내구성이 짧다
신기술 413호	스카이패널 공법 1.유지보수가 간단하다 2.습윤면 시공가능 3.간열 추종성이 좋다 4.수축 팽창에 파단이 없다 5.부풀림현상이 없다 6.금속자재이므로 취급에 주의가 필요 7.내구성이 좋다. 8.하자발생시 확인이 용이

스카이패널 공법은 공장 제조시 액상재료만 사용하

지 않고 바탕층에 경질금속시트를 설치한 후 시트 표면에 도막 방수재를 도포하여 2~3중의 다층 방수층을 형성하도록 하였으며 경질시트로 콘크리트와 가장 유사한 열팽창계수를 갖는 철판을 주방수층으로 사용하였다.

표 2. 바탕상태 및 시공요건

공 법 명	바탕상태 및 시공요건
기존 방수공법	아스팔트 방수 (열공법) 1.바탕면마감이 비교적 거칠어도 시공가능 2.화재, 화상의 위험으로 사용에 제약. 3.공정수가 복잡하여 공기가 길어진다. 4.수직면 시공이 불가능 5.습윤 상태에 시공이 불가능하다
	시트방수 공법 (고분자 아스팔트) 1.바탕면의 평화도가 요구된다. 2.복잡한 끝마무리가 어렵다. 3.공사비가 많이 소요된다. 4.반드시 보호누름층이 필요하다. 5.습윤상태에 시공이 불가능하다..
	우레탄 도막방수 1.바탕면의 평화도가 아주 우수하여야 함 2.경화시간이 길어 공기가 길어진다. 3.수직부위시공이 어렵다. 4.습윤면 시공 불가능
신기술 413호	스카이패널 공법 1.바탕면 평화도 보통 2.습윤면 시공 가능한 건식공법 3.바탕상태 영향없음 4.시공성이 양호하다. 5.공사비가 저렴하다

바탕상태 및 시공요건은 표2에서 알 수 있듯이 건식공법인 스카이패널 공법은 시공시에 제약이 적을 뿐만아니라 바탕면의 가공공정도 줄일 수 있다.

표 3. 유지관리 및 하자보수

공 법 명	유지관리 및 하자관리
기존 방수공법	아스팔트 방수 (열공법) 1.부분보수 어렵다 2.보수범위가 광범위하며, 보수비용이 많이 든다 3.유지관리 어려움
	시트방수 공법 (고분자 아스팔트) 1.부분보수 어렵다 2.보수범위가 넓어 유지보수비용이 많이 든다 3.누수시 원인 및 부위 확인이 불가능하다 4.유지관리 어려움
	우레탄 도막방수 1.부분보수가 가능 2.통기성이 없어 바탕의 부풀음 사고가 많다 3.신축성에 비하여 간열저항성이 약하여 방수층의 파단사고 발생 4.유지관리 보통임
신기술 413호	스카이패널 공법 1.부분보수 가능 2.연결부위의 하자가 많다 3.조인트 부분 방수층 품질확보가 관건이다. 4.파라펫 마감부위 하자발생 우려 5.탈코트 주기적 관리 필요 6.유지관리 보통임

스카이패널 방수공법은 경질금속시트와 스카이코트 도막방수재를 복합한 건식 복합 방수공법이므로 재료의 내구성이 장기적이기 때문에 경제성의 측면에서도 타공사에 비해 적을 뿐만 아니라 만일 하자가 발생하여도 그 누수부위의 확인이 쉽고, 국부적이며 하자보수 비용의 측면에서도 타공사에 비해 현저히 낮다.

기존의 누름공법에서의 하자보수처럼 전면 제거하는 것과는 달리, 매우 경제적이고 효율적이다. 스카이패널 방수공법은 간편한 시공으로 공정이 단축되므로 TOTAL COST의 절감효과가 있다.

표 4. 경제성의 비교 (단위: m²당:바닥기준)

공법명		재료비	노무비	합계
기존 방수공법	아스팔트방수	5,860	19,462	25,322
	시트방수공법 (고무화아스팔트)	5,427	6,120	11,547
	우레탄 도막방수	16,901	9,033	25,934
신기술 413호	스카이패널 공법	26,905	15,971	42,876

초기공사비는 타공법의 공사비에 비해 많이 누수하자의 측면에서 볼 때 연질 시트나 액상재료를 사용할 때는 바탕콘크리트의 성능에 따라 방수 성능이 좌우되므로 바탕정리등의 문제로 인해 시공의 난이도가 높아 하자비용이 더욱 증가되며 복합방수공법으로 대체 사용하게 되면 전체 공정이 단순하게 되고 시공의 편이성과 시공 속도의 증진, 시공상 하자 발생율이 저감되며 유지관리에 사용되는 금액을 낮출수 있는 장점이 있다.

3. 옥상 방수 사고 분석

방수 재료별 사고유형을 보면 아스팔트 공법은 부풀림 사고가 가장 많은 것으로 나타나고 있다. 시트공법은 부풀림과 접합부 및 끝단부위의 박리 현상이, 도막방수의 경우 파단이 가장 많은 하자 발생 요인이 되고 있는 것을 알수 있다.

표 5. 재료별 사고유형

사고유형 재료별	부풀림				파단	끝단,접합부 박리	기타	계
	부풀림	파단	끝단,접합부 박리	기타				
아스팔트 방수	245 (43.1%)	100 (17.6%)	153 (27.0%)	70 (12.3%)	568 (100%)			
시트방수	79 (38.8%)	42 (20.5%)	72 (35.3%)	11 (5.4%)	204 (100%)			
우레탄 도막방수	12 (20.3%)	29 (49.3%)	13 (22.0%)	5 (8.4%)	59 (100%)			
계	336 (40.5%)	171 (20.5%)	228 (28.7%)	86 (10.3%)	831 (100%)			

3.1 방수 재료의 결합

표 6. 재료별 통기성 유무

재료별	아스팔트	시트방수공법 (고무화아스팔트)	우레탄
물성			
수증기투과성	없음	없음	없음
비고	바탕의 잉여수, 콘크리트의 건조양생과 밀접한 관계		

표 7. 재료별 접착력 (단위: Kgf/cm²)

재료별	아스팔트	시트방수공법 (고무화아스팔트)	우레탄
물성			
바탕면과의 접착력	7.5	2.1	11.0
동일재료간 접착력	21.0	-	25.0
내구성 접착력	-	2.4	-
습윤상태의 접착력	불가	불가	불가

3.2 옥상방수의 하자요인

콘크리트 구조물의 옥상은 외부 환경에 직접 노출되어 있어 가장 열악한 환경조건으로 다양한 방수재료가 존재함에도 불구하고 실제 적용되는 것은 일부분에 국한되어 있으며, 이러한 방수재료 역시 내구성 및 방수 품질의 지속성에 어려움을 가지고 있으며, 시공시 방수 재료의 특성 뿐만 아니라 바탕층의 상태에 따라 방수재의 성능이 결정된다

4. 옥상방수의 개선방향 분석

4.1 탈기의 필요성

평지붕 형식이 많은 내화건축물에서 기존의 습식과 반건식의 방수공법은 빗물이 실내로 진입하는 것을 막아주지만 대신 실내에서 발생하는 습기를 차단하여 구조체에 축적되고, 이러한 통기성의 결여는 구조물 실내의 표면결로를 일으키는 주요 원인이 된다.

표 8. 단열재의 포수와 열전도율의 변화

단열재종류별	절건상태 (Kcal/mh°C)	포수상태 (Kcal/mh°C)	차 (Kcal/mh°C)	열전도율 상승율
유리면	0.049	1.029	0.99	20.2배
암면	0.046	1.267	1.221	27.1배
스티로폴	0.029	0.040	0.011	0.38배
우레탄폼	0.027	0.069	0.042	1.56배
질석	0.080	0.714	0.634	7.93배
요소발포보온재	0.035	0.458	0.423	12.08배

표8 에서 분석된 바와 같이, 포수상태의 열전도율은 절건상태의 열전도율에 비해 최고27.1배(암면)로, 탈기성능이 부족한 경우 단열성능의 저하에도 큰 영향을 준다. 따라서 이러한 하자발생을 억제하기 위해서는 효율적인 탈기시스템이 요구된다.

4.2 기존 방수공법의 탈기대책

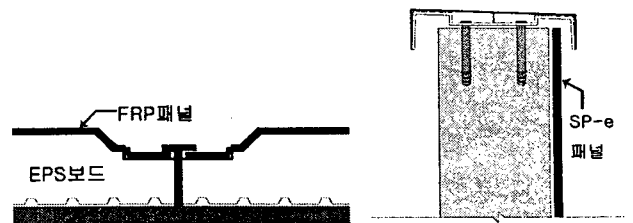


그림 2 신기술 323호

그림 3 신기술 413호

그림2의 신기술 323호의 경우 FRP패널을 방수층으로 하여 내구성을 확보하고, 요철부를 둔 EPS 보드를 하부에 두어 고정하도록 하고 있다. 그림3의 신기술 413호는 SP-e패널을 구조체에 앵커볼트로 고정하여 탈기공간을 확보하였다.

그림2, 3과 같은 패널공법에서 재료자체는 통기성이 없으며, 신기술 323호의 경우는 요철을 둔 단열재를 함께 시공해야 탈기효과를 기대할 수 있으며, 신기술 413호의 경우는 탈기를 위한 공간이 부족하여 탈기에 대하여 큰 효과를 기대하기 어렵다.

4.3 탈기시스템의 기대 효과

1. 기존의 습식, 반건식 방수공법에서의 방수층 부풀어오름 등의 결함발생을 방지 할 수 있다.
 2. 구조체 내부의 수분을 방출하여 구조물의 내구안전성을 향상시킬 수 있다.
 3. 결로와 곰팡이 발생을 억제하여 거주환경의 개선을 기대할 수 있다.
 4. 단열성능 저하를 방지하여 에너지절감효과를 기대할 수 있다.
- 따라서 방수층을 비롯한 단열재 및 구조체의 결함을 억제하여 장기적으로 큰 경제적 효과를 기대할 수 있다고 판단된다.

5. 결론 및 향후 과제

본 연구는 옥상방수에 있어서, 기존의 습식공법과 반건식공법, 그리고 최근 연구되어 사용하고 있는 건식공법의 하나인 스카이패널 공법을 대상으로 각 공법을 재료, 시공, 경제성, 하자보수 및 유지관리의 측면에서 비교·분석하여 기존의 습식 및 반건식 방수공법의 문제점과 이에 대한 대체방안으로서 최근 시공되고 있는 건식공법인 패널공법에 대하여 조사하고 이를 보완하여 외부침수에 국한되지 않고 습기에 의한 내부결로를 고려한 방수공법의 방향을 제시하였다.

향후 과제는 본 연구에서 제시한 내용을 근간으로 한 통기성에 초점을 맞춘 탈기 시스템의 개발이다. 이를 위해서는 기존의 패널공법의 보완 및 신기술 개발뿐만 아니라 통기를 위한 옥상 구조의 개발 등 탈기시스템에 대한 다방면의 연구가 지속적으로 이루어

져야 할 것이며, 이를 통해 누수 및 내부결로를 최소화 할 수 있는 방안이 나올 것이다.

6. 감사의 글

부족한 지식만으로 논문이라는 부담을 안고 시작한 막막하기만 했던 출발이 아쉬움뿐인 마무리로 바뀐 지금, 이 시간에 서 있기 까지 저희에게 아낌없이 도움을 주신 많은 분들이 있었기에 이 논문의 완성이 가능하였다고 생각합니다. 미숙하고 실수투성이인 저희들을 끝까지 이끌어 주신 김창덕 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 방수공사의 전반적인 이해에 도움을 주신 미장방수조적공사협회 협의회 선병렬 사무국장님, 방수 시공 및 제도에 대한 이해를 넓혀 주신 이화공업주식회사의 조현호 이사님, 방수재료의 동향 및 자료조사에 도움을 주신 (주)스페이스의 김정기 이사님과 권혁용 선배님, 그리고 저희 조를 담당하며 여러 가지로 도움을 주신 상혁이형에게도 감사드립니다.

참고문헌

1. 오성근,장성주(1994). 방수공사기술세미나교재 p.77~134
2. 대한전문건설협회 미장방수공사협회(2003) 2003년 미장 방수 타일 하자사례집
3. 송병창(2002). 건설신기술 제 323호
4. (주)space, 건설신기술 제 413호 및 현장조사
5. 장성주(2002). 경질금속시트를 이용한 복합방수공법의 개발 및 적용에 관한 연구 p.23, p.34 p.48~51, p.63~68, p87~89, p91~94

Abstract

Recently, people have been more interested in the quality of the apartment house, and the new trend has come out, which we use the rooftop of big buildings, people take a propound interest in materials and methods of the rooftop waterproofing. So far, many methods have been developed for convenience of maintenance and use. However, we don't have enough methods and materials to handle many problems and causes. We need the method which is not influenced by movement and cracks of substrate.. Therefore, what we are going to do is to check and analyze the present waterproofing methods of the rooftop and then suggest the new way.

Keywords : waterproofing, panel method, air circulation