

콘크리트 구조물 기반 녹화 공사에 있어서 콘크리트의 내구안전성 확보를 위한 방수 및 방근 기술의 제고

Reconsideration of Waterproofing and Rootproofing to keep Durable Safety of Concrete Structure in the Greening System

오상근* 김현수** 김영근*** 권시원****
Oh, Sang Keun Kim, Hyeon Soo Kim, Young Geun Kwon, Shi Won

ABSTRACT

Recently, the scale and form of the construction promoting in government and private organization have large scaled town. The underground area of whole town are used for every facilities, and most of concrete area are used for greening part for friendly environment construction. This greening part for concrete area have good point such as being amendment and various economical effect and improvement for environmental problem, moreover, the amount of greening part become great increased. For this factor, we have to newly consider to keep durable safety for concrete structure, therefore, we suggest that how to keep structural safety of greening area on the concrete.

* 정회원 서울산업대학교 건축학부, 교수

** 정회원, 한국건설기술연구원, 건축도시연구실, 책임연구원

*** 정회원, 한국건설자재시험연구원, 방수보수보강센터, 센터장

**** 정회원, BK방수기술연구소, 연구원

1. 서 론

최근 국가 및 민간에서 추진 중인 건설공사의 형태와 규모는 과거 일정 부지에 1-2개 건축물을 짓는 형태에서 벗어나 대규모 타운(Town)을 형성하고, 그 부지 전체를 지하 공간화하여 활용하고 있으며, 그 상부면 친환경 건설을 위해 대부분의 콘크리트 기반 위에 녹화 공사를 시행하고 있다. 이는 기반녹화가 주변 생활공간의 쾌적화, 에너지 절약효과, 도시 미관의 환경개선 등의 장점을 갖고 있어 콘크리트 위에 녹화공간 조성이 증가하고 있다. 반면 이와 같이 건축물 및 콘크리트 기반 시설에서의 녹화(綠化) 공사는 콘크리트의 내구안전성 확보에 대한 또 다른 고려사항이 등장한다. 그 고려사항 중의 하나가 콘크리트 기반녹화 조성 시 방수, 방근에 대한 기술의 중요성으로, 이는 녹화환경과의 상호 연계한 보완적 기술 문제를 적극적으로 해결하는 것으로서, 현장에서의 적극적인 기술 도입 위해 연구, 노력할 필요가 있다. 즉 콘크리트 기반 녹화에 있어서 방수 및 방근층은 콘크리트를 여러 가지 누수의 환경으로부터 보호하는 막(膜)기능을 하지만, 누수의 가장 큰 요인될 수 있는 식물뿌리의 침입 문제나, 배수 관리를 이해하지 않으면, 콘크리트의; 내구안전성 확보는 어려워진다. 실제로 식물뿌리는 콘크리트 구조물의 결합부, 균열, 조인트부위를 따라 침투하여 누수를 야기시킨다., 발생된 균열은 장기간 외기 환경의 변화에 따라 수축·팽창에 의한 거동이 계속되어 누수뿐 만 아니라, 구조적 내구안전성에 까지 영향을 미치게 된다. 또한 낙엽이나 흙먼지 등에 의해 쉽게 문제가 발생하는 배수관계도 누수의 주요 원인이 된다. 이와 같은 현상을 통해 본 고에서는 콘크리트 기반녹화가 갖는 환경조건으로부터 내구안전성을 확보할 수 있는 적합한 방수 및 방근 기술의 도입에 대하여 논하고자 한다.

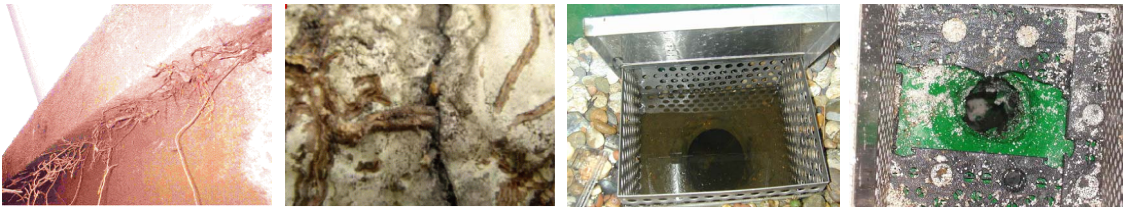


사진 1. 콘크리트 기반녹화시 콘크리트부 내구안전성 저하 원인의 예

2. 콘크리트 기반녹화를 위한 방수재료 선정 시 고려사항

콘크리트 기반녹화에 있어 방수·방근재료는 건축물의 장기적인 내구성 확보와 경제적인 유지관리 누수비용을 고려했을 때 건물에 미치는 영향이 크므로 이에 대한 계획이 매우 중요하다. 콘크리트 기반녹화를 위한 방수·방근재료는 식체층과 건물을 연계하는 구성요소로서 누수문제 발생시 건축물의 내구성과 직결되므로 설계단계에서 이에 대한 기술적 검토가 반드시 필요하다. 콘크리트 기반녹화에 적용하는 방수층의 성능조건으로는 종래의 방수층이 갖추어야 할 수밀성, 인장력, 신축성, 내충격성 등의 성능 이외에 방근성, 내박테리아성, 내약품성 등을 고려해야한다. 특히 구조물의 하중에 대한 안전성 측면에서 경량성을 갖추어야 할 경우도 있다. 한편, 방수층을 식물뿌리 및 각종 녹화로 인해 발생하는 유해요소로부터 보호받을 수 있는 방근층이 반드시 설치되어야 한다.

표 1. 계열에 따른 방수재료의 방근 특성

계 열	특 성	고 려 사 항
아스팔트계열 시트방수	방근성능 없음	장기간 침수시 아스팔트 열화 현상 방근층 설치 필수
도막계열 방수재	방근성능 없음	장기간 침수시 열화 발생 방근층 설치 필수
합성고분자시트계열 방수재	사용두께에 따라 방근성이 다름	조인트처리의 개선 (일자형, I형, 복합형) 시공조건에 따라 방근층 설치 검토
시멘트계방수재	내균열성이 없어 사용 불가	
금속판계열 방수재	방근성능 있음	조인트 처리 주의

3. 콘크리트 기반녹화를 위한 방수·방근 공법 선정의 고려사항

기존 건축물의 콘크리트 기반 등을 녹화할 경우에는 적재 하중조건 및 기존 방수층의 노화상태를 조사하여 보수의 필요 유무를 파악해야 한다. 기존 방수층을 전면 철거할 경우 발생되는 문제점으로는 철거하는데 드는 비용 및 철거시 소음, 폐자재 처분 등이 있다. 기존 방수층을 전면 철거하지 않고, 보수 목적의 방수층을 다시 시공할 경우 발생되는 문제점으로는 기존 방수층과 신규 방수층과의 연속성에 따른 성능확보 유무 등이 있다. 기존 방수층을 남길 것인지, 전면

철거할 것인지의 판단은 각각의 노화정도와 개수 후의 콘크리트 기반 이용 유무, 개수후의 내용년수, 철거에 따르는 경제성 및 환경문제 등 여러 관점에서 종합적으로 검토하여 판단한다.

신설 건축물에 대한 기반녹화 시에는 바탕 콘크리트 위에 어떠한 방수층과 방근층을 설치할 것인가를 심도있게 고려하여야 한다. 우리나라에는 옥상 등과 같은 콘크리트 기반의 방수층은 대체로 누름 콘크리트를 보호층

으로 설치하고 있는데, 이러한 관행이 현재의 콘크리트 기반녹화 방수에 그대로 도입되어 누름 콘크리트 위에 녹화층을 설치하고 있다. 그러나 대부분 외국의 녹화 설계는 방수층위에 누름콘크리트 보호층을 두지 않고 방수층 위에 바로 방근층을 두고 녹화 공사를 시행한다. 이러한 사항을 고려하여 선택할 수 있는 방수공법은 다음의 표와 같으며, 녹화유형 및 규모, 용도 등에 따라 수밀성, 내구성 등을 고려하여 결정하는 것이 좋다.

표 2. 콘크리트 기반녹화의 방수 시공시 재료의 선택 및 시공 권고사항

요 인	방 법
1) 조경 수목의 뿌리에 의한 방수층의 파손 방지(방근 대책)	① 방수재의 종류 및 재질 선정 - 아스팔트계 보다는 합성고분자계 사용 ② 방근층의 설치(방수층 보호) - 플라스틱계, 금속계의 시트 및 필름 또는 성형판
2) 배수층 설치를 통한 체류수의 원활한 흐름	① 방수층 위에 수직수평투수량이 적절한 배수관 설치
3) 체류수에 의한 방수층의 화학적 열화 방지	① 방수재의 종류 및 재질 선정 - 아스팔트계 보다는 합성고분자계 사용 ② 방수재 위에 수밀 코팅 처리(시공 공정 및 비용 증가)
4) 바탕체의 거동에 의한 방수층의 파손 방지	① 콘크리트 등 바탕체가 온도 및 진동에 의한 거동시 방수층 파손이 없을 것 ② 합성고분자계 재료 사용 ③ 거동 흡수 절연층의 구성
5) 유지관리 대책을 고려한 방수시스템 적용	① 만일의 누수시 보수가 간편한 공법(시스템)의 선정 ② 만일의 누수시 보수대책(녹화층 철거 유무) 고려



a) 식재/재료시험 준비 b) 식재 및 식재관리 c) 뿌리침입의 외관확인 d) 뿌리침입의 직접확인
사진 2. 방수 및 방근층의 방근 성능시험과정



사진 3. 시험을 통한 방수 및 방근재료의 결과 예

표 3. 콘크리트 기반녹화에 적용 가능한 방수 및 공법

종 류		녹화방수 시 주의 사항 (녹화부와와의 관계)
아스팔트 혹은 개량아스팔트시트계 방수 공법		- 방근성능이 없으므로 반드시 방근층을 두어야 함.
도막계 방수공법	우레탄계	- 방근성능이 없으므로 반드시 방근층을 두어야 함.
	시멘트혼입 폴리머계	- 방근성능이 없으므로 반드시 방근층을 두어야 함. - 장기간 침수시 분해현상 발생.
	FRP계	- 방근성능이 있음. - 내약품성 및 내박테리아성이 뛰어난.
합성고분자 시트계 방수공법	염화비닐계 시트계	- 시트 자체는 방근성능이 있으나, 시트조인트 접합부에서는 방근성이 결여되기도 하므로 경우에 따라 방근층을 두어야 함. (단 시트의 적용 두께에 따라 방근성 확인 필요)
복합계 방수공법	시트계+도막계 복합계	- 조인트부 시공 안전성 확보됨. - 바탕면 균열 추종성 확보됨. - 공법의 종류에 따라 방근성능이 부족한 것도 있으므로, 사용 재료에 따라 방근층을 두어야하므로 방근 성능 평가가 필요함.
금속판계 방수공법	스테인레스 강판시트, 구리시트계 등	- 방근성능이 있음. - 내약품성 및 내박테리아성이 뛰어난. - 조인트 접합부의 정밀 시공에 유의해야 함.

4. 시공사례 분석을 통한 콘크리트 내구안전성 확보 가능성

표 4~5는 2002년부터 2007년까지 서울시에서 매년 시행하였던 옥상녹화 보급화 시범사업을 대상으로 조사한 방수 및 방근 시공사례를 검토한 결과이다. 2006년도까지는 경향성을 찾기 힘든 상황이었으나, 방수 및 방근기술의 홍보 및 인식고취 등을 통해 2007년도의 방수공법 적용기술 및 방근기술의 적용 부문에서 뚜렷한 차이를 보이고 있다. 표 4에서 보면, 2007년도에 시트복합방수공법의 적용이 급격히 증가함을 알 수 있다. 이는 지난 2005년부터 정부에서 콘크리트 기반녹화에 있어서 구조적 안전성을 확보를 강조하였으며, 특히, 방근성을 갖는 방수공법이나 방근재의 설치를 요구함에 따라 관련 연구기관·시험평가기관·민간기관·기업체 등에서 방수 및 방근기술의 개발 및 관련 지침 등을 연구하고 시행하여 온 결과라 할 수 있다. 시트복합방수공법의 급격히 증가하게 된 것은 식물의 뿌리 침입에 대한 저항성, 즉 방근성이 양호한 공법 중의 하나라고 예측할 수 있다. 특히, 주목할 만한 점은 2007년도 옥상녹화 적용개소 대비 방근기술적용이 상당히 증가하였다는 것이다. 과거 무분별했던 방근기술의 적용과는 뚜렷한 차이를 보이고 있는데, 이는 식물의 뿌리 침입이 콘크리트 구조물의 내구안전성 및 누수안전성 저하에 관계함을 전문가 및 기술자들이 인식하고 이를 시행하고 있음을 알 수 있다. 과거에는 방근재 설치에 대한 중요성은 인식하고 있지만, 국내의 방근기술이 보편화 되어 있지 않아 시공기술자 및 건축주의 요구가 있음에도 불구하고 최소한의 기술 공급조차 이루어지지 못한데서 기인한 것이다. 특히 기존 건축물에 옥상녹화시스템을 설치하는 경우 방수에 대한 정밀분석이 어렵고, 누수안전성을 확보함에 있어 추가적 경비가 소요되므로 경제적 부담에 의해 값싼 공법을 사용하는 경향이 컸기 때문에 판단된다.

이와 같이 콘크리트 기반녹화를 위한 방수 및 방근 공법의 개발과 적용은 녹화환경 및 구조물의 안전성 확보 차원에서 점차 개선되고 있는 경향을 보이며, 향후 관련기술의 지속적이고 체계적인 개발과 연구를 통하여 콘크리트 내구안전성에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

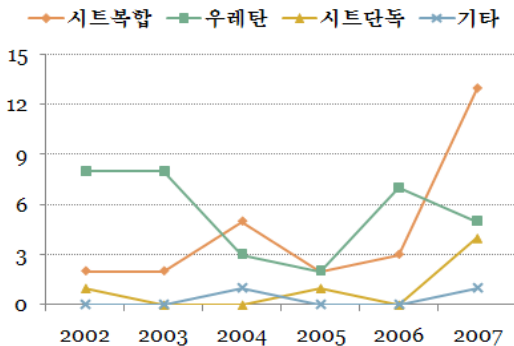


표 4. 공법별 적용 건수

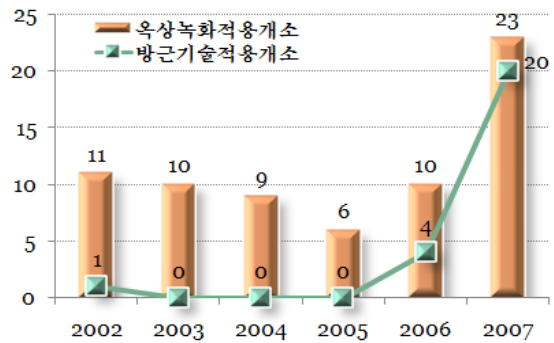


표 5. 방근기술적용개소

5. 결 론

콘크리트 기반녹화의 내구안전성을 확보하기 위해서는 녹화환경의 정확한 분석과 그에 따른 정확한 대안이 필요하다. 본 고를 통해서 방수 및 방근기술에 있어 요구되는 재료 및 공법적 특성과 수년간에 거친 시공사례 등을 분석함으로써 향후 콘크리트 기반 녹화의 내구안전성의 확보를 예측하였다. 콘크리트 기반녹화는 설계에서부터 시공 및 유지관리까지 구조·식물·배수·방수·방근기술 등이 종합적으로 고려되어야 하는 것으로 특히, 구조물에 직접 영향을 미치는 방수 및 방근기술의 식물과의 상호관계 등의 정확한 이해와 적용을 통해 콘크리트 기반녹화의 종합적 안전 시스템 구축 및 내구안전성 확보를 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 오상근 외, 옥상 및 인공지반녹화용 방근재의 성능기준 설정을 위한 방근성 시험방법에 관한 연구, 한국건축시공학회지, 2007. 3
2. 박규성, 권시원, 옥상 및 기반녹화 설계 시 고려해야 할 재료 및 공법 선정에 대하여, 대한건축학회, 2007. 2
3. Procedure of investigating resistance to root penetrations at green roof site, 1999 edition, with editorial changes dated, jan. 2002