

국내 지하구조물에 적용 가능한 방수 기술 제안 연구

A Study of proposal for Waterproofing technology proper to the underground Concrete Structure

선 윤 숙* 김 진 성* 박 진 상* 권 시 원* 오 상 근**
Seon, Yun Suk Kim, Jin Sung Park, Jin Sang Kwon, Shi Won Oh, Sang Keun

ABSTRACT

The goal of waterproofing materials and construction method used for underground structure can be attained only when construction is done perfectly free of laitance, moisture and foreign substances on concrete surface. However, construction engineers agree that it is difficult to perfectly carry out such work in practice and realization of perfect waterproofing for underground structures is impossible in reality. Therefore, this study is to examine and explore waterproofing materials and construction method completely meeting environmental impacts that underground structures receive and thereby suggest waterproofing technology applicable to underground structures, in order to prevent problems caused by leakage for underground structures.

1 서론

지금까지의 방수 개념은 구조물의 보호라는 시설물 안전 및 내구수명 확보차원에서만 다루어져 왔으나 최근 지하수의 고갈에 따른 건물 주변부의 침하 및 생태계의 변화, 지하 구조물내에서 발생되고 있는 환경유해물질 등에 대한 관심은 건설기술 분야만의 문제가 아닌 사회적 문제로까지 대두되고 있다. 특히 지하 구조물에 있어서의 방수는 연약 지반에 건설될 경우 누수에 대한 구조물의 안전성이 요구되고 있으며, 국가기반시설등은 공공적 특성에 따라 사회간접 자본시설로서의 안전성확보라는 책임도 크게 요구받고 있다. 따라서 철저한 사전조사 및 예측을 통해 방수에 필요한 요소를 도출하여 설계에 반영하고, 이를 시행함으로써 설계 목적과 일치하는 완전 비배수형태의 구조물을 구축할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 지하 구조물에 있어서 더 이상 누수에 의한 문제가 발생하지 않도록 지하구조물이 처한 환경적 영향에 충분히 대응할 수 있는 방수재료 및 공법에 대하여 검토·연구하여 지하 구조물에 적용 가능한 방수기술을 제안하고자 한다.

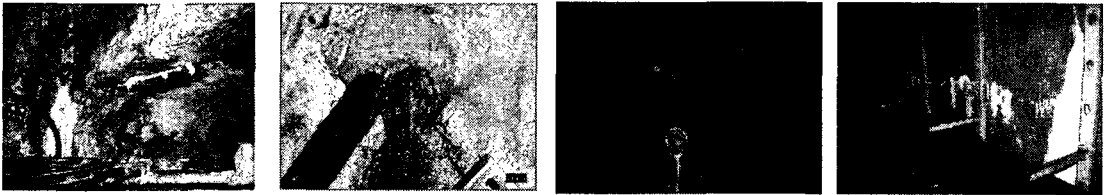
2 지하구조물의 방수현황 및 문제점

좁은 국토의 우리나라 건설시장은 지상의건설 면적의 제약을 많이 받으므로 지하구조물의 형태가

* 정희원, 서울산업대학교 대학원

** 정희원, 서울산업대학교 건축공학과 교수

적극추진되고 있다. 특히 전기·통신·가스·상하수도·냉난방 관로 시설 및 설비를 구축하기 위한 집약적 공동구, 지하철도·지하차도, 에너지 저장시설 등의 도시기반시설, 지하주차장·지하상가·지하보도 등의 공공시설물이 만들어지는 등 지하구조물 개발이 지속적으로 계획되고 있다. 이러한 지하에 건축되는 철근콘크리트 구조체는 이론적으로는 물시멘트비 50%이하의 콘크리트로 그 자체가 충분한 수밀성을 가지고 있기 때문에 밀실하고 치밀한 상태의 품질이 확보된다. 이는 지하의 토압, 수압에 대한 내력과 지하수의 침투억제효과가 충분하게 발휘할 수 있다. 그러나 콘크리트작업공정이나 공법(가설계획), 지하구조물의 입지상황, 콘크리트 구조체의 수밀성 여부, 방수공법의 선정 등의 조건에 의해서 방수성능에 큰 영향을 받기 쉽다. 현행 중인 지하구조물의 국내사례를 조사한 결과 대부분은 이미, 과거의 많은 누수하자 문제점이 도출되어 개선을 필요로 하는 기존 방수재를 그대로 적용하는 사례가 많았으며, 새로운 공법 적용시에도 해당 현장에 대한 다양한 환경적 변수를 전혀 고려하지 않고 시공하는 경우가 대부분이었다. 다음 그림1은 누수사고의 사례이다.



전력구 보수부위 열화

통신구 재누수

균열부의 누수상황

증방향균열부위누수

그림 1 누수사고 사례

3 지하구조물 방수 공법 및 방수재 선정시 검토사항

지하구조물은 부등 침하에 따른 지속적인 거동이 예상되며, 진동에 의한 지속적인 영향이 구조물 전면에 미치게된다. 또한 화학적 침식 및 방수 바탕면의 습윤 함유에 의한 수막 형성 가능성이 높은 곳에 시공되어진다. 따라서 지하구조물 방수에 적용되는 방수재료는 표 1와 같은 사항이 검토되어야하며 처음 설계자는 방수재료를 선정함에 있어 신중히 결정해야 한다. 또한 건축물 및 구조물의 예상수명을 고려하고, 각각의 적용시 세부적 요구사항은 모든 조건에서 동일하도록 하여야한다. 방수에 필요한 일반적인 사항은 다음과 같으며 이러한 실태를 고려해서 사전에 시공방법에 대응한 방수공법을 선정하여야 한다.

표 1 방수시스템의 검토 항목 구분 및 내용

구분	검토사항		구분	검토사항		
방수 성능 시험 (구조물 환경 조건에 따라 항목 변경)	공법	1. 염수침적 안정성	공	바탕처리 방법		
		2. 구조물 거동대응성		a. 건조바탕	용제계 재료 사용 유무	
				b. 습윤바탕	공정수(바탕처리 제외)	
	3. 상온습윤면부착안전성	기본공정(프라이머 도포→ 방수제처리→보호층 설치)				
	재료	1. 방수성	양생기간			
		2. 내외력성능	a. 글래패임내구성	도포방법		
			b. 내충격성	두께 균질성		
		3. 접착성	시트간 접착			
		4. 접합부 안전성	바탕면 접착			
		5. 내화학성	시트간 접착			
6. 반복거동에 대한 저항성	a. 내피로	재료간 접착				
시공 및 유지관리 계획	시방서		생산 기술	생산공정		
	누수보수대책			기술인증		
		적용실적				

4 지하구조물 적정 방수공법 선정을 위한 검토

본 연구는 철근콘크리트 구조물에 일반적으로 적용되는 방법을 기준으로 하였다. 방수공사에 있어 가장 기본이 되는 사항으로는 콘크리트 바탕면 정리이다. 방수공법이 적용될 콘크리트 바탕은 오물, 먼지 등은 제거하고, 결함부위 등을 보수하며, 물로 청소하거나 화학적·물리적 방법으로 청소하여 깨끗하게 준비하도록 한다. 콘크리트 구조물에 적용되는 방수공법은 표 2 와 같다.

표 2 콘크리트 구조물에 적용되는 방수공법의 종류

지하 방수 공법	구체방수공법		무기질계 혼화제, 유기질계 혼화제	
	외방수 공법	선공법	<ul style="list-style-type: none"> · 개량아스팔트 방수 · 시트방수 (PE계, 비가황고무계, 염화비닐수지계, EVA계) · 도막방수 고무아스팔트 뿔칠, 우레탄고무 뿔칠 	후공법
내방수공법		· 폴리머시멘트 방수		

4.1 기초부의 방수시공 사항

건축물의 기초부는 지반면 아래에 오는 것으로 외부 정수압에 영향을 받게 된다. 지하수는 철근콘크리트 기초부에 있는 바탕의 공극 등을 통해 습기가 투과하거나 콘크리트 균열부에 의한 누수 등의 영향을 끼칠 수 있다. 기초부의 수밀성은 방수시스템 설계시, 방수공사의 작업 등 기초공사 및 설계 등에 의해 결정되어 져야 한다. 이러한 수밀성 확보를 위한 방수시스템의 선정은 기초부의 사용형태, 기초부의 토질, 지하수 압, 황산과의 접촉 및 기타 지하수의 화학물질, 기초깊이, 방수시스템의 시공 등에 의하여야 한다. 이러한 사항은 설계단계에서 고려되어야 하며, 기초설계는 내부환경에서 요구되는 환경적·구조적 구성요소의 적절한 조합에 의하여야 한다. 내부환경의 성능을 확보하기 위한 방법으로는 다음과 같은공법이 있다.

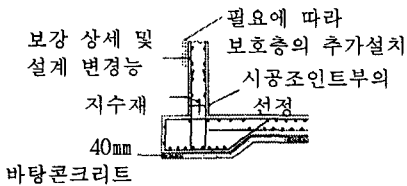


그림 2 전면 보호공법 상세도

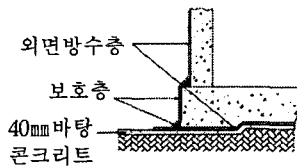


그림 3 구조적 완전방수 상세도

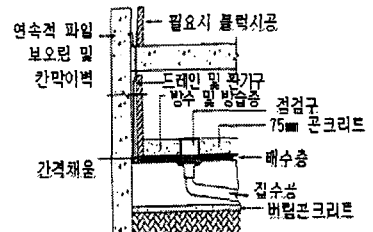


그림 4 배수보호 공법 상세도

(1) 전면 보호 공법

구조체의 사면을 감싸는 완전일체형 방수층이다. 방수층은 구조체에 접촉불량으로 누수되는 등의 부동침하와 관련한 문제가 발생되지 않도록 기초부에 완전히 접촉되어야 하며, 방수는 지반침하, 온도의 급변, 수축변화로 인한 구조물의 거동에 따른 보호대책을 계획하여 손상·변형 등이 없도록 하여야 한다.

(2) 구조적 완전보호공법

물의 침투를 최소화하거나 완전히 막아내는 콘크리트 구조물의 성능이다.

(3) 배수구 보호 공법

기초외부로 유도시키기 위한 중공벽 및 바닥에 설치되는 배수로이며, 바다 구조는 물이 세는 것을 최소화 시킬 수 있도록 설계되어야 한다. 습기침투는 중공내부를 환기시킴으로서 방지할 수 있고, 바

다, 벽위에 방습층을 시공함으로써 효과적으로 대처할 수 있다. 이 보호시스템은 기초부에서 방수하기 힘든 칸막이벽 등과 같은 현장타설벽에 적합하다.

4.2 지반층의 방수시공 사항

토양에 접하는 지반층은 일반적으로 누수가 되어서는 안된다. 방수형태는 하부로부터 올라오는 습기나 지하수를 막아내는 것이어야하나 바닥최상부가 손상된 곳은 제외되며, 지반층 위·지반면에 접지된 지반층을 보호하는 방수공법을 적용해야 한다. 지반층은 물이 증발되거나, 이동하며 침수되는 것에 영향을 받기 쉽다. 토양은 잘 굳으므로 철근배근시 손상을 최소화하기 위해 방습층을 두어 보호하며, 누름콘크리트는 40mm의 두께로 유지하여야 한다. 이러한 지반층은 지하수위가 높은 저지대에 위치한 지역은 집수력이 높기 때문에 보호마감이 필요하며 최소 150mm 두께의 밀실한 콘크리트위에 누름콘크리트를 타설하기 전에 최소한 0.50mm 방습층(DPM)을 두어야 한다. 지하수위가 낮은 지역이나, 바닥 보호마감이 중요하게 요구되는 곳은 지하수위가 낮더라도 습기가 상승할 수 있으므로 제시된 바닥마감 처리로 보호되어야 하며, 0.25mm 두께의 방습층(DPM)을 콘크리트 타설 전에 시공하여야 한다. 방수층은 바닥 마무리에 어떠한 영향을 미치지 않는 지역에서 환기가 잘되는 곳은 방습처리가 불필요하다.

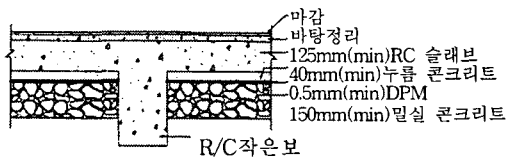


그림 5 수위가 높은 땅

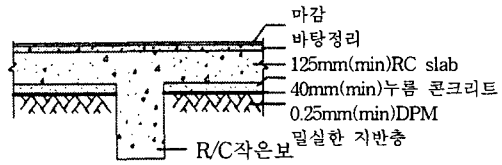


그림 6 수위가 낮은 땅

또한 지반면에 직접 접한 조적조의 방습층은 지반선에서 습기 차단 처리가 필요한 곳에 DPC가 연속적으로 형성되어야 한다. 땅으로 떨어지거나 건물 벽으로 스며드는 빗물을 막는 방법은 DPC를 벽 마감벽을 기준으로 150mm 이상 DPC를 설치하는 것이다. DPC는 모르타르와 겹치게 시공하며, 외부 미장으로 마감 가능하도록 처리한다.

5 결론

지하구조물의 콘크리트는 온전하게 수밀한 구조체가 아니며, 시공 완료된 후에도 균열이 발생할 수 있다. 그러므로 지하구조물의 콘크리트 바탕 조건에 따라 방수재료를 선정 및 시공할 필요가 있다. 대부분의 방수공법은 현장 적용성이 뛰어나지만, 세부적인 방수공법을 적용하기 위한 결정은 콘크리트 구조물이 설계될 때 이루어져야 하며 방수공법의 선정, 시공, 사용, 검사 등에 있어서 시공 환경이 고려된 좀 더 체계화되고 계획적인 방수공사가 이루어져야 한다고 사료된다.

참고문헌

1. 건축 방수시스템의 설계와 시공, (주)청우미디어, 오상근 외, 1997.
2. 방수공사 핸드북, 동영사, 미장방수공사협회, 1997.
3. 실무자를 위한 방수 공사 매뉴얼, 도서출판 건설도시, 현대건설 기술연구소
4. 지하 전력구조물 방수시스템 개발, 최종 보고서, 산업자원부(2005.2)
5. 싱가포르 규격 cp 82 : 1999, 철근콘크리트 구조물 방수의 시공 표준
6. 영국 표준 BS 8102 : 1999, 지하수(지표수)에 대하여 구조물 보호를 위한 실행 규정