

콘크리트 구조물의 지하방수 개선 방향

Improvement of Underground Waterproof for RC structures

○ 민 병 렬* 김 성 옥** 이 문 환** 이 장 화*** 권 기 주****
Min, Byung-yeol Kim, Sung-Wook Lee, Mun-Hwan Lee, Jang-Hwa Kwon, Ki-Joo

ABSTRACT

Nowadays, utilization of underground space is increasing due to diversion of industry structures and development of urban transportation. To ensure the underground space as a living space, many problems have to be solved and one of them is ensurance of waterproof. As the fundamental study to improve the underground waterproof system for RC structures. This study investigates the underground environment, waterproof system and factors causing leakage and provides the direction of improvements.

1. 서 론

최근 산업구조의 전환 및 도시교, 수단의 발전 등에 의해서 대도시를 중심으로 한 도시공간 부족현상 및 토지의 유효이용이라는 관점에서 지하공간 이용방안이 절실히 요구되고 있다.

이와 같이 생활공간으로서의 지하공간을 확보하기 위해서는 여러가지 해결해야 할 문제점이 매우 많으며, 그중의 하나가 방수성능을 들 수 있다. 지하공간을 계획하는 경우에는 지하구조물의 안전성 측면에서 토압, 간극수압, 지내력 및 지반침하 등을 고려하여야 하며, 공용성 측면에서 지하굴착시 인접건물과의 이격거리, 인접도로의 침하방지, 매설관 등 주변 피해방지 대책이 필요하게 된다. 또한 건물이 완

성된 후 누수가 발생할 경우에는 외벽측에서는 보수가 사실상 어려우며, 내벽에서의 보수에 대해서도 보수효과가 불확실하기 때문에 신뢰성이 높은 방수공법은 설계시점에서 고려하여야 한다.

본 연구에서는 콘크리트 지하 구조물에서의 누수요인, 방수공법, 방수체계를 분석하여 지하방수 공법에 대한 개선방향을 제시하고자 한다.

2. 지하구조물 주변 환경조건

지하구조물을 계획하는 경우 구조물의 안전을 위하여 건설규모, 구조물의 지지반, 지반 개량 또는 보수공법 실시 여부, 지하방수 공법 등을 검토하여야 하며, 이들 사항의 검토에는 지층 및 지하수의 존재를 정확히 파악할 필요가 있다. 특히 지하수위는 지형이나 토질 및 지층의 구성외에 우기와 건기의 기상조건이나 강우량과 배수상황 등에 의해서 변하기 때문에 지하

* 한국건설기술연구원 선임연구원
** 한국건설기술연구원 연구원
*** 한국건설기술연구원 수석연구원
**** 한국전력기술연구원 선임연구원

방수 공법에 가장 큰 영향을 준다. <그림 1>은 지하구조물 주변의 지하수 환경 개념에 대한 사항을 보여주고 있다.

지하구조물에 있어서 누수발생의 주요 형태는 크게 지하수의 존재 형태, 유로 공극형태, 물의 운동형태로 나누어 생각할 수 있다.

(1) 지하수 존재형태

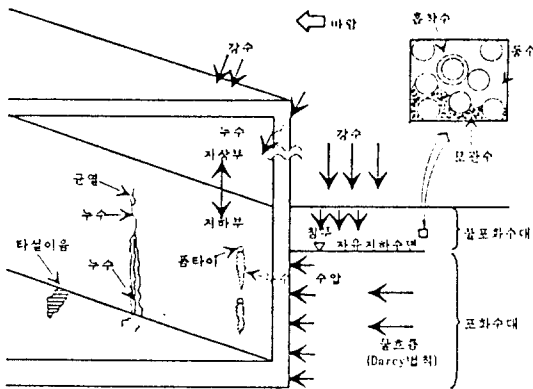
<그림 1>에서와 같이 크게 나누면 불포화수와 포화수로 나눌 수 있고, 불포화수는 모관수, 흡착수 및 강우의 지반침투에 의한 중력수로 분류된다. 한편 포화수는 자유 지하수로서 수두(水頭)차에 의해 흐르게 된다.

(2) 유로공극 형태

콘크리트의 불량 시공이음(cold joint), 균열, 폼타이 구멍, 관통파이프 등 건설당시 또는 사용기간 중에 구조적, 환경적 요인에 의해서 발생하는 여러 형태의 콘크리트 공극이 누수의 요인이 된다.

(3) 물의 운동형태

물의 운동형태로서 불포화대에서는 중력, 포화수대에서는 수압력으로 작용하게 된다.



<그림 1> 지하구조물 주변의 지하수 환경 개념

지하방수를 고려함에 있어 누수는 대개 그리 깊지 않은 지하구조물 즉 불포화수대

의 중력수에 의해 발생하고, 바다, 강, 호수부근의 지하구조물 및 깊은 곳에 위치한 지하공간에서는 포화대의 자유지하수의 수압에 의해 누수가 발생하게 된다.

따라서 지하방수의 재료 및 공법을 선정할 때는 지하층의 깊이에 따라 이상과 같은 누수의 특성을 고려하는 것이 바람직하다.

3. 콘크리트 구조물의 지하 방수 체계

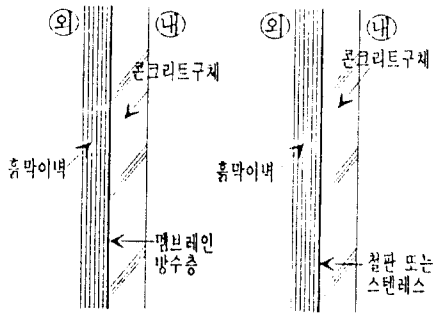
지하 방수 공법은 크게 방수층의 위치 및 방수처리 정도에 따라 분류할 수 있다.

3.1 방수층의 위치에 의한 분류

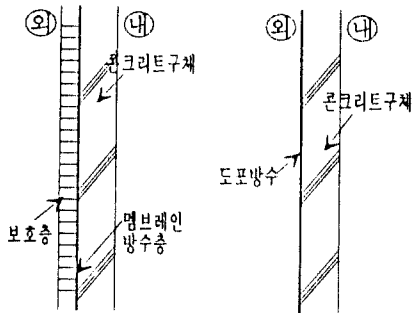
일반적으로 방수는 구체의 어느쪽에 방수를 시행하는가에 따라 다음과 같이 분류된다.

- (1) 외방수 공법 : 지하외벽의 방수층을 형성하는 방법으로 외벽 콘크리트 타설전에 방수층을 시공하는 「선공법」과 타설후에 방수층을 시공하는 「후공법」이 있다<그림 2>.
- (2) 내방수 공법 : 지하슬래브 및 외벽의 실내측에 방수층을 설치하는 방법으로 이중벽을 병용하는 경우가 있다<그림 3>.
- (3) 이중벽 공법 : 지하외벽의 실내측에 블록 및 PC판 등에 의해 이중벽을 설치하고 외벽에서 침투한 지하수를 이중벽내의 배수구에서 받아 펌핑을 통해 외부로 배수하는 공법이다<그림 4>.
- (4) 구체 방수공법 : 콘크리트 자체의 수밀성을 높여 방수성능을 향상시키는 방법으로 특수한 형틀이나 콘크리트의 조합방법 또는 방수용 혼화제를 첨가하여 콘크리트 자체만으로 방수의 목적을 달성하는 공법이다.
- (5) 기타 공법 : 옥내인입용 슬리브 배관,

지하공간 개착시 가설된 흙막이 부재 등의 구체 통과재 주위의 지수처리, 콘크리트 타설시기의 차이에 의해 생기는 타설이음부의 방수 등 여러가지 경우로 이용되는 방수공법이 있다.

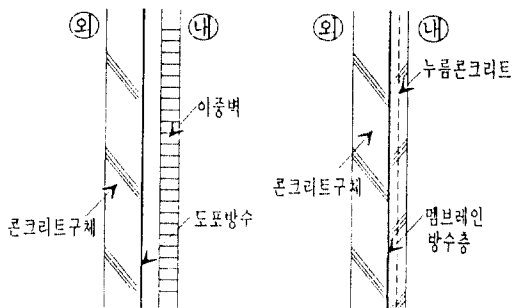


(a) 외방수의 선공법

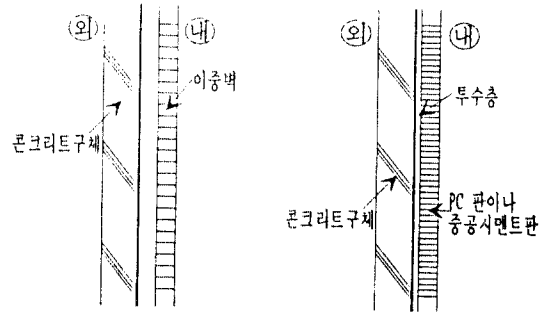


(b) 외방수의 후공법

<그림 2> 외방수 공법의 예



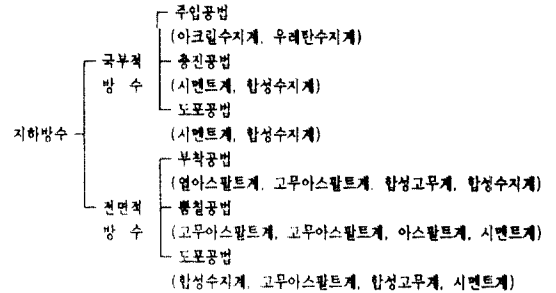
<그림 3> 내방수 공법의 예



<그림 4> 이중벽 방수공법의 예

3.2 방수처리 정도에 따른 분류

방수처리의 정도에 따라 <그림 5>와 같이 콘크리트 구체의 결합부분만을 방수처리하는 「국부적 방수」와 콘크리트 구체전면에 걸쳐서 방수처리를 행하는 「전면적 방수」로 분류한다.



<그림 5> 국부적 방수 및 전면적 방수체계

4. 방수사고의 유형 및 원인

지하구조물에서 발생하는 방수사고 유형은 지상의 옥상, 벽체 등 노출부보다는 비교적 단순하지만 일단 발생한 방수체계 손상 원인을 분석하기는 상대적으로 어렵다. 그 이유는 지하구조물의 외벽은 흙으로 채워져 있거나 표면이 포장 또는 치장재로 덮여져 있어서 구조물 내벽에서 발생하는 누수현상만 보고 누수경로 및 원인을 추정하여야 하기 때문이다.

지하구조물의 방수사고 유형은 방수체계를 포함하여 구조물 구체에 발생하는 직접적인 사고와 앞으로 방수사고를 유발할 수 있는 간접적인 외부환경의 변화로 나눌 수 있다.

방수사고를 일으키는 원인으로는 부적절한 설계 및 시공에 기인한 건설당시의 과오와 주변에 구조물을 건설하거나 홍수발생 등의 인위적, 자연적 간접재해가 있으며 이 간접재해로 나타나는 방수환경의 변화는 지하수의 흐름 및 지하수위 변동, 지표면 포장에 따른 지표 유입수의 흐름 변동, 이들이 복합적으로 관련되어 발생하는 부동침하 또는 구조물의 이상 거동현상을 들 수 있다. 그리고 이러한 사항들이 장·단기적으로 방수체계를 손상시키는 결정적 요인을 제공한다.

<표 1>은 방수사고의 유형과 원인을 나타낸 것이다.

<표 1> 지하구조물의 방수사고 유형 및 원인

사고유형	사고원인	유형											
		초기 공법	구체 공법	벽리	방수 보식	중공	법법	실상 공법	드레지 공법	드레지 공법	관통 연결보	누수 발생	
지표 환경	지하수	○											
	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
설계 부적절	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
재료 부적절	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
공법 불량	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
시공 불량	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
유지 관리	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												
	지하수												

5. 콘크리트 구조물의 지하방수 개선방향

콘크리트 구조물의 지하방수 성능을 개선하기 위해서는 구조물 설치장소의 주변 환경, 구조물의 종류 및 형태, 방수재료의 방수성능, 공법의 적용조건, 시공성, 경제성 등을 종합적으로 고려하여야 한다. 콘크리트 구조물의 지하방수 공사시 기본적으로 고려해야 할 개선방향은 다음과 같다.

5.1 지층상황 및 지하수의 확인

지하방수재료 및 공법의 선택을 위해서는 먼저 구조물의 지지지반, 지하수 흐름 경로, 지하수위 등을 정확히 파악할 필요가 있다.

특히, 지하수위는 지층의 구성외에 건설 지역의 강우량을 비롯한 기상조건과 배수 상황, 지하 매설 관로의 손상에 따른 주변 지하수 흐름 등이 변화할 수 있다.

따라서 지하구조물의 계획시에는 미리 부지지반의 시추조사를 하여 충분히 지하수의 상황을 파악하여야 한다.

5.2 바탕 콘크리트의 수밀성 향상

방수 바탕재로서의 콘크리트 자체는 투수계수가 상당히 작은 불투수성 재료에 가깝지만 균열과 불량시공이음, 신축이음, 폼타이 등의 틈새를 통해서 누수발생이 가능하다. 따라서 콘크리트 배합설계에서 양생까지 콘크리트 매스(mass)자체의 수밀성을 유지해야 할 뿐만 아니라 다른 요소들과 결합되는 부분의 틈새 발생을 최대한 억제하여야 한다.

5.3 적절한 방수공법의 선정

지하방수는 일단 누수가 발생하면 지상의 옥상부위나 외벽에 비하여 보수가 매우 어렵기 때문에 사용하는 방수재료 및 공법의 특성을 충분히 파악하고 내구성이 있는 공법을 선정하여야 한다.

5.4 안전성의 확보

지하 방수작업은 대체로 좁은 공간에서 수행하기 때문에 방수재료 및 공법이 현장 작업원의 건강과 생명에 위험을 초래해서는 안되며 또한 작업바다, 작업통로 등 가설설비를 항상 정비하여 예기치 않은 전락 사고가 일어나지 않도록 하고 지상에서의 낙하물에 대한 방호설비를 설치하는 것이 매우 중요하다.

5.5 제도의 개선

현재 방수공사에 관련한 시방서에서는 재료의 화학적·물리적 물성의 기본 조건만 규정하고 있다. 기본적인 물성만을 만족한다고 실제시공에 사용되었을때 충분한 방수성능을 발휘하는 것은 아니다. 따라서 내구성과 관련한 항목들은 KS나 다른 규정에 포함시키고 방수재료를 중심으로한 표준시방서를 방수부위를 기준으로도 정리하여 실질적인 표준시방이 되도록 해야 할 것이다.

또한 각 방수공법별 기능공제도의 도입, 전문자격을 득한자가 시공하도록 제도화하여 시공 및 품질관리의 철저를 기함으로써 하자발생 및 누수사고를 최소화하여야 한다.

5.6 보수체계의 확립

지하방수는 지상부분에 비해 시공이 매우 어려울 뿐만 아니라 각종 방수재료 및 공법의 내구년한에 따라 반드시 재시공 및 보수를 하게 된다.

따라서 최초 지하구조물 설계시 향후 보수를 용이하게 할 수 있도록 보수체계를 미리 수립하여두는 것이 필요하다.

5.7 새로운 지하 방수 시스템의 응용

새로운 지하 방수시스템으로 지하 구조물을 구축하기 전에 지중연속벽을 설치하고 연속벽으로 둘러싸인 내부를 굴착하여 노출된 지중연속벽에 방수층을 형성하고 그

내측에 지하외벽을 구축하거나 지중연속벽을 외벽으로 활용하는 지중연속벽 공법과 점토의 일종인 벤토나이트가 물을 흡수하면 겔(gel)상태로 되어 현저하게 팽창하는 성질을 이용하여 지하의 외방수로 이용하는 벤토나이트 공법 또는 수 mm의 두께의 강판을 전부 용접하여 지하구조물을 둘러싸는 강재 Box형 공법 등을 이용할 수 있다.

6. 결 론

본 연구는 콘크리트 구조물의 방수공법 및 체계의 개선을 위한 기초연구로서 지하 구조물에서의 지하수에 대한 환경개념, 일반적인 방수체계, 누수요인 등을 검토하여 지하방수에 대한 개선방향에 대해서만 제시하였다.

지하방수 공법은 주변환경의 조건, 구조물의 형태, 방수의 재료 및 공법에 따른 방수성능, 시공성 등 종합적인 검토에 의해서 평가되어야 한다.

따라서 향후 계속적인 연구를 통하여 지하층의 각종 조건에 적절한 방수공법 및 방수시스템을 제시할 예정이다.

參 考 文 獻

1. 建築工事標準仕様書・同解説, JASS 8, 防水工事
2. 佐藤紅男, 地下防水工事, 建築技術, 1993. 9
3. 伊藤 洋, 地下防水の止水・改修工法, 建築技術, 1992. 9
4. 迫英介외 2인, 地下外壁防水, 建築技術, 1989. 5.
5. 長田雅夫, 設計の立場からみた地下防水の要求性能, 建築技術, 1992. 9.
6. 地下コンクリートの防水と補修, 建築技術, 1987. 1.