

PVC 복합 방수 시트를 이용한 터널의 방배수 공법

오길영 _ 씨카코리아

임영근 _ 씨카코리아

1. 개발배경

토목 공사의 공정 중 방수공정이 차지하고 있는 부분은 3%를 넘지 못하고 있음에도 불구하고 가장 중요한 공정 중 하나로 인식되고 있다. 방수 공정은 터널 구조물의 내구성 및 유지 관리에 가장 큰 영향을 미치기 때문에, 터널 공사에서는 다른 토목 공사에 비하여 방수 시스템의 설계 및 시공이 매우 중요하다. 터널은 떨어져 있는 두 장소를 연결하는 중요한 역할을 하는 시설물이며, 터널 한 개소의 공사비용은 고층 빌딩 3~4동을 건설하는 비용과 맞먹는다. 진축 공사의 경우 이미 수많은 방수 공법과 재료가 개발되어 왔으나, 터널의 경우 방수 공법 및 재료에 관한 연구가 더디며, 기존의 방수 공법으로는 공사 기간의 단축 및 경제성 확보가 어려운 실정이다. 이러한 터널 방수 공법을 개선하고자 우수한 성능을 지니면서도 유지보수 비용과 재료비 절감을 통한 경제성 확보가 가능한 PVC 복합 방수 시트 공법이 개발하였다.

2. 기술의 원리

이 공법은 내구성이 높고 유연성이 우수한 PVC 시트에

배수용 부직포를 열융착하여 일체화시킨 방수 시트를 이용하여, 다양한 부자재를 사용하여 터널의 종류에 따라 가장 적합한 방수 공법을 적용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 특히 방수 시트와 지수관을 열융접하여 밀실한 방수층을 확보할 수 있기 때문에, 방수 시공 후 누수가 발생하더라도 누수 발생 장소를 쉽게 확인할 수 있다. 또한 방수 시공 시 시공자의 부주의로 인하여 발생할 수 있는 문제점을 방지하고, 유지보수 및 품질관리를 용이하게 할 수 있다.

3. PVC 복합방수시트를 이용한 터널의 방배수 공법의 구성 및 원리

PVC 일체형 방수 시트를 이용한 이 공법은 다양한 부자재를 이용하여 터널의 설계 및 시공 상황에 따라 최적의 방수 시스템을 적용할 수 있다. PVC 방수 시트와 배수용 부직포를 열융착시킨 PVC-부직포 일체형 방수 시트는 유연성이 우수하여 터널 굴착시 발생할 수 있는 여굴에 밀착하여 시공될 수 있다. 또한 방수 시트와 부직포가 일체화되어 있으므로, 방수 시트에 부직포를 부착하기 위한 란넬 및 부직포 고정과 같은 시공 단계를 생략할 수 있다.

PVC 방수시트와 배수 부직포가 분리되어 있는 경우, 라이닝 콘크리트 타설 시 현장 타설 콘크리트의 압력으로 인하여 방수 시트를 숏크리트면에 고정시키는 란텔에 응력이 집중된다. 이렇게 란텔에 응력이 집중될 경우 란텔 고정 부위의 방수 시트가 파손되어 누수가 발생하게 되므로, 이를 방지하기 위하여 란텔에 과도한 응력이 집중되면 란텔이 부착면에서 떨어져질 수 있는 약화층을 만들어 시트의 손상을 미연에 방지하였다.

아스팔트 방수 도막을 이용한 보강 부직포 공법에서는 배수 부직포를 숏크리트면에 설치한 후 아스팔트 방수 도막을 시공하여 방수층을 형성한다. 이러한 아스팔트 방수 도막은 콘크리트 라이닝 시공 후 공극 및 균열의 발생을 억제할 수 있는 장점을 가지고 있다.

터널 굴착시 발생하는 천단부의 공극으로 인하여 라이닝 콘크리트에 균열이 발생하거나 라이닝 콘크리트의 일부가 탈락하는 일이 발생하기도 한다. 이러한 문제점을 방지하기 위하여 터널 천단부에 공극이 발생하면 방수 시트 설치 전에 공극부에 그라우팅제를 주입하여 방수 시트 및 라이닝 콘크리트의 손상을 방지하도록 하였다.

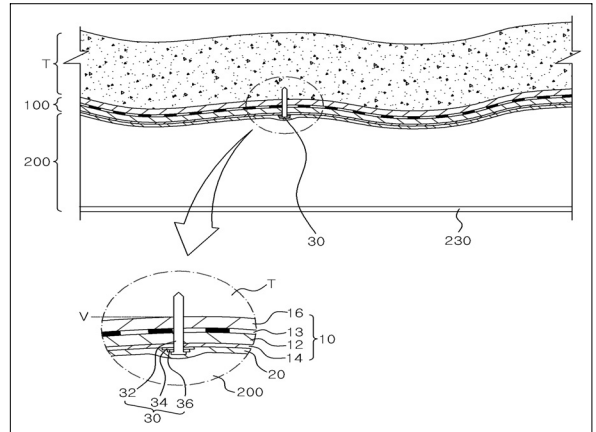


그림 3. 보강 부직포(아스팔트 방수도막)시공

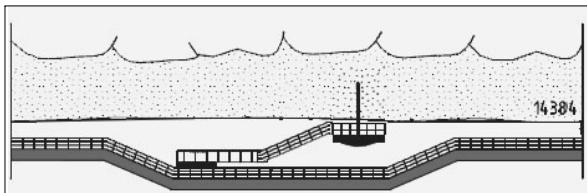
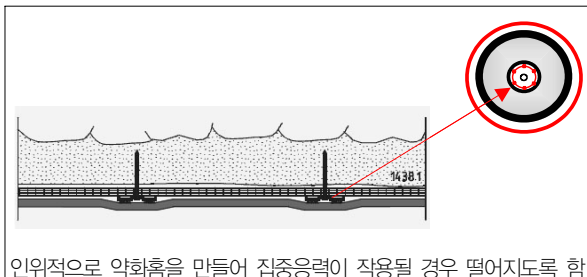
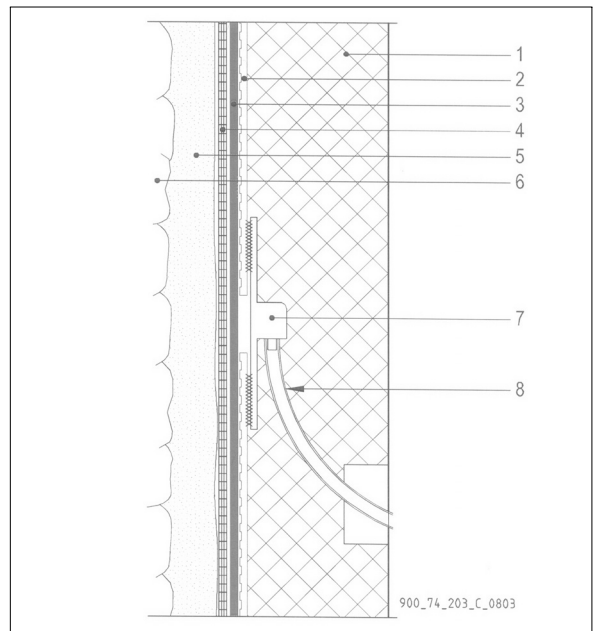


그림 1. PVC 일체형 방수 시트 시공



인위적으로 약화층을 만들어 집중응력이 작용될 경우 떨어지도록 함

그림 2. 응력 집중 방지를 위한 약화층



- ① 라이닝 콘크리트
- ② 구획 구축을 위한 보호막
- ③ PVC SHEET
- ④ 부직포
- ⑤ 숏크리트
- ⑥ 지반
- ⑦ 14mm 격실 그라우팅 소켓
- ⑧ 그라우팅 제어 파이프

그림 4. 그라우팅을 이용한 천단부 공극 채움

4. PVC 복합방수시트를 이용한 터널의 방배수 공법의 기술 특징 및 효과

PVC 일체형 방수 시트 공법은 방수 시트와 지수판이 동일한 재료(PVC)를 사용하므로 재질 간의 부착 및 연결성이 우수하며 특히 본선 굴착 터널과 개착 터널 연결 부위에 적용시 우수한 방수 효과를 발휘할 수 있다. 또한 기존의 방수 시트/부직포 분리형 방수 공법에 비하여 시공성 및 경제성이 우수하고, 영하 20℃ 정도의 저온 환경에서도 방수 시트의 연결성이 저하되지 않으므로 외부 충격으로 인한 누수 하자가 발생되지 않는다. 터널의 내구년수는 100년 정도로 타 구조물에 비교하여 상당히 길기 때문에 터널의 용도에 따라 방수 등급(표 1)을 나누어 이 방수 공법을 적용하여야 한다.

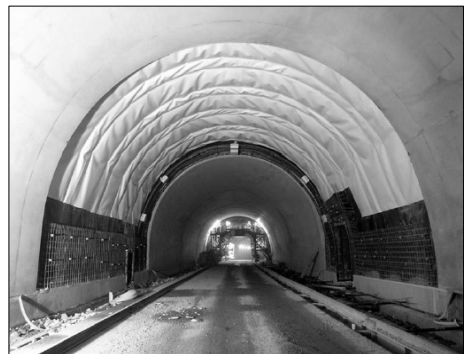


그림 5. PVC 일체형 방수 시트 시공 모습

5. 활용실적

본 기술은 현재까지 주로 NATM 터널 및 굴착터널/개착터널 접속부 등에 적용되어 누수 방지 및 터널의 내구성을 확보하는데 기여하였다(표 2). 기계화 시공보다는

아직 NATM 터널 공법이 주로 사용되고 있는 국내에서는 본 기술의 활용도가 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

표 1. 터널의 용도별 방수 등급

Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
완전건조	거의건조	습윤	물방울떨어짐
표면에 수분의 얼룩이 거의 없는 상태	터널건조면에 물방울이 떨어지지않는 상태 약간의 얼룩상태 검출	부분적으로 물방울이 떨어지는 상태	습윤상태와 물방울이 떨어지는 장소가 있는 상태
주거공간, 저장실, 작업실	일반교통터널, 정거장터널	시설물터널, 방수등급2외의 터널	하수터널

표 2. 본 공법의 주요 시공 실적

공사명	발주처	시공사	년도
서울지하철 301공구	서울지하철건설본부		2006년
성남~여주 복선전철 5공구	한국철도시설공단	남광토건	2011년

6. 결론

이 기술은 방수 시트와 배수 부직포를 따로 시공하여 발생할 수 있는 문제점을 원천적으로 방지하였으며, 시공성 및 경제성 또한 우수한 장점을 지니고 있다. 특히 방수 시트의 원재료 단계에서부터 경제성을 확보하고 우수한

품질 관리를 통하여 토목용 방수 시트의 발전을 가져오게 되었다. 이렇게 시공 비용의 절감 및 품질 관리의 용이성 등을 확보하면서 자재의 효율성까지 갖출 수 있게 되면, 향후 본 방수 신기술의 수요 증가는 물론 터널의 내구성 확보에도 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.