

# 콘크리트 라이닝 구조물의 누수에 의한 열화특성

## Effect of Leakage on Deterioration of Concrete Lining Structure

정 호 섭\*      김 동 규\*      김 성 수\*\*      박 광 필\*\*\*  
Jung, Ho Seop   Kim, Dong Gyou   Kim, Seong Soo   Park, Kwang Pil

---

### ABSTRACT

In this study, the degree of deterioration on the tunnel lining concrete due to crack and leakage was evaluated by field-investigating the conventional tunnels constructed a long time ago. By examining the exterior, conducting the non-destructive test and collecting cores for the tunnel concrete linings, this study evaluated the compressive strength and the permeability, and also performed instrumental analyses.

### 요 약

본 연구에서는 과거에 축조되었던 노후터널에 대하여 현장조사를 통하여 터널 라이닝 콘크리트에 발생한 균열과 누수에 대하여 열화정도를 평가하였다. 터널 콘크리트 라이닝에 대하여 외관조사, 비파괴시험, 코어를 채취하여 압축강도 및 투수성 평가와 시편에 대한 기기분석을 실시하였다.

---

## 1. 서 론

지하 공간의 효율적인 활용을 위해서 지하콘크리트 구조물의 중요성은 점차 증가되어 가고 있으며 반영구적으로 인식되어 오던 콘크리트 구조물의 내구성 문제가 대두됨에 따른 균열 및 누수에 대한 연구의 필요성이 크게 부각되고 있다. 터널 구조물에서 발생하는 변상은 여러 가지 내적, 외적요인에 의하여 발생할 수 있으며 특히 터널 구조물의 특성상 지하 공간에 건설되므로 지하수 및 토양에 유해이온과 접촉할 수 있는 경우가 많다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 누수현상이 심한 재래식 터널 몇 곳을 선정하여 라이닝 콘크리트의 누수에 의한 변상특성과 성능저하 원인에 대하여 물리·화학적으로 고찰하였다.

## 2. 구조물의 변상 및 고찰

터널구조물의 변상에 대한 종류는 크게 균열, 누수, 부식, 탈락 등으로 분류할 수 있으며 국내외 터널 변상사례조사결과 대부분의 변상빈도가 균열 및 누수에 의한 것으로 조사되었다. 터널구조물은 지반 혹은 암반내에 건설되는 특수성 때문에 주로 지하수 등에 접하게 된다. 터널내에 누수가 발생하면

---

\* 정회원, 한국건설기술연구원, 기반시설연구본부 지반연구실, 선임연구원

\*\* 정회원, 대전대학교, 건설시스템공학과, 교수

\*\*\* 정회원, 대전대학교, 토목공학과, 박사수료

터널의 수명을 단축시킬 뿐만 아니라 내구성 저하로 이어진다. 누수의 원인으로서는 콘크리트 라이닝 배면의 지하수의 존재, 터널 방수공 및 배수공의 불량 등이 있으며 또한 시공불량으로 인한 라이닝의 표면 불량 및 시공 후 발생한 균열을 방치함으로서 누수가 발생된다. 그림 1은 터널 배면으로부터 침출수가 용출되는 장면이며 그림 2는 동절기에 지하수가 터널 내부로 유입되어 결빙되어 나타나는 현상을 보여주고 있다. 지금까지 누수가 없었던 장소에서 누수현상이 보인다면, 누수위치가 변동된 경우에는 환경변화나 지반활동 발생과 관련이 있는 경우가 있으므로 특히 주의를 기울일 필요가 있다. 또한 그림 3은 누수에 의하여 발생하는 라이닝 콘크리트의 백화 및 백태를 나타낸 것이다. 백태는 콘크리트 라이닝 노후화의 정도를 나타내는 징후로서 발생부위에 대한 주의가 필요하다. 침출수의 수질을 분석한 결과 콘크리트의 성능을 저하시킬 수 있는 황산염 이온의 농도는 콘크리트에 직접적으로 영향을 미치는 정도의 농도는 아니었으나 장기간 노출되었을 경우 화학적 침식에 대한 내구성 저하도 고려해야 할 것으로 판단된다. 이와같이 누수지역이거나 누수흔적이 존재한 콘크리트 라이닝 표면에서 채취한 시편을 대상으로 기기분석을 실시한 결과를 그림 4에 나타내었다. 그 결과 ettringite와 thaumaiste 피크가 검출된 것으로 보아 지하수 또는 외부토양으로부터 유입된 황산염이온이 지배적으로 반응하였다고 추정할 수 있으며 SEM 및 EDS분석으로 열화물질을 확인할 수 있었다.

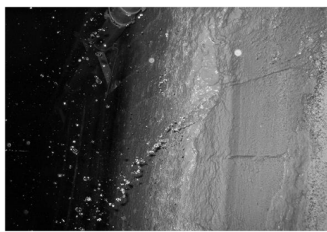


그림 1. 침출수 용출



그림 2. 축빙



그림 3. 균열부 백태

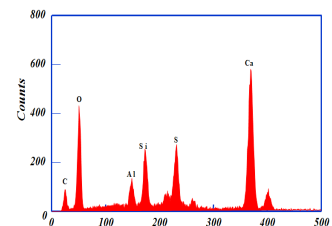
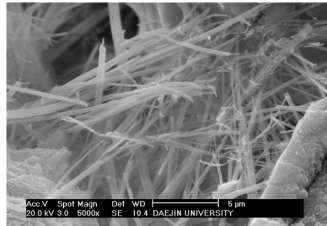
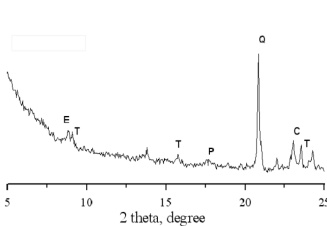


그림 4. 라이닝 콘크리트 표면 시편에 대한 기기분석결과

### 3. 결론

터널구조물에 발생하는 균열 및 누수에 관한 현장조사 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 외관조사 결과 터널의 공용연수에 관계없이 대부분의 터널이 균열로 인한 누수와 박리, 박락 등 심각한 성능저하현상이 발견된 것을 알 수 있었다.

(2) 지하수 수질분석결과 황산염이온 농도가 콘크리트 성능을 저하시킬 정도의 것은 아니었으나 장기간 노출되었을 경우 화학적 침식에 대한 내구성 저하를 고려해야 할 것으로 판단된다.

(3) 열화된 콘크리트 라이닝 표면에서 채취한 코어시편을 기기 분석한 결과 ettringite와 thaumasite 같은 열화물질이 검출되는 것으로 보아 황산염이온의 침투가 진행되는 것으로 조사되었다.