

## 기존 라이닝 공법의 문제점과 개선방향에 대한 고찰

### Study on the Improvements and the Problems of Tunnel Lining in Korea.

임수빈 (Soo-Been Im)

(주)아이에이스 컨설턴트 사장, President, IACE Consultant Co., Ltd.

**SYNOPSIS** : NATM has been generalized as a tunnelling method since the early of 1980's in Korea.

But the concrete lining as the secondary supporting system based on the NATM concept has not been treated in tunnelling construction.

The Purpose of this paper is to study the improvements and the problems of concrete lining in the rock tunnel

**Key Words** : Tunnel Lining, NATM, Supporting System.

## 1. 서론

우리나라의 터널건설에 있어서 1980년대 초반부터 적용해온 NATM 즉, 숏크리트와 록볼트 및 강재등의 1차 지보재로 원지반을 보강하여 지반의 자체강도를 최대한으로 활용하는 개념은 20여년을 걸쳐면서 일반화 되었다.

그러나 아직까지도 NATM의 기본개념에 의한 2차 지보재인 라이닝의 역할이 불분명하게 적용되고 있는 실정이다.

그동안 여러나라에서는 터널건설을 통해 획득한 많은 자료들을 활용하여 터널건설의 신기술 개발에 박차를 가하고 있는 실정이다. 우리도 이에 편승하기 위해서는 이제까지 터널건설시 도출되었던 문제점을 검토하고 평가할 필요가 있다.

본 논문은 국내의 터널건설시에 대두되었던 콘크리트 라이닝의 문제점을 검토하고 그 개선책을 제시하는 것이다.

## 2. NATM 개념의 지보재 역할과 현실

### 2.1 NATM 개념

NATM의 개념은 터널굴착과 동시에 1차 지보재를 설치해서 굴착에 의한 주변지반의 이완응력을 원지반의 자체강도로 자립시키고, 굴착완료시까지 계측을 실시해서 지반거동이 수렴하는 것을 확인한 후에 2차 지보재인 라이닝을 타설해서 터널을 마감하는 것이다.

### 2.2 1차 지보재의 역할

1차 지보재란 발파(Drill & Blasting)나 기계굴착 장비로 터널을 굴착하므로써 발생하는 굴착주변 지반의 이완응력을 지지할 수 있도록 원지반을 보강하는 재료를 말한다.

이는 굴착과 동시에 발생하는 이완응력을 지지하도록 초기에 숏크리트와 록볼트를 타설해서 발생하

는 3차원 구속효과로 부분적인 암반 탈락을 방지하고, 링아치(Ring Arching)효과로 원지반과 일체화시켜 응력을 배분시키는 역할을 한다.

3차원 구속효과와 링아치효과 증진을 위한 1차 지보재는 터널 안정 목적의 초기 구조재 역할뿐만 아니라 장기적인 구조재 역할을 해야한다.

그러기 위해선 초기 강도 유지뿐만 아니라 장기적인 내구성 유지에 대한 연구검토가 이루어져야 했으나 국내에선 주로 시공중의 초기강도 유지 지보재로 활용되어 왔다.

### 2.3 라이닝의 역할

라이닝은 사용목적에 따라 그 역할이 각각 다를 수 있다. 라이닝은 크게 마감재와 하중분담의 구조재 역할로 구분할 수 있다.

일반적으로 NATM 개념에서는 1차 지보재 타설후 지반거동의 수렴을 확인한 후에 타설되므로 라이닝은 응력전달의 구조재라기보다는 터널내의 시설물 보존 및 마감재 역할을 한다.

또한, 토사터널이나 연약한 암반터널의 전단면 굴착공법(Shield 또는 Shield TBM 공법등)에서의 라이닝은 영구 구조재 역할을 한다.

### 2.4 국내의 콘크리트 Lining 현실

암반 터널에서의 NATM개념은 1차 지보재를 타설한후에 계측을 실시하여 지반거동의 수렴을 확인하고 현장콘크리트 라이닝을 타설한다.

이론적으로, 지반거동이 수렴한 후에 타설되는 콘크리트 라이닝은 굴착에 의한 이완응력을 받지 않는다. 또한 1차 지보재 타설후에 설치되는 배수성 부직포와 방수막은 라이닝 배면의 침투수를 유도하여 배수시키는 System이므로 라이닝은 수압도 받지 않는다. 따라서 라이닝은 터널내의 시설물을 보존 및 마감재 역할을 하므로 라이닝은 자체형상을 유지할 수 있을 정도의 강도만 유지하면 된다.

그러나, 그간 국내의 터널건설에서는 암반의 양호함이나 불량함에 관계없이 일률적으로 일정한 두께의 콘크리트 라이닝을 타설하도록 규정해 왔다.

콘크리트 라이닝의 현장타설시에 불충분한 공사기간과 콘크리트의 재료특성, 콘크리트의 양생관리, 거푸집의 제거시기, 터널 천단부의 시공성등의 여러조건은 터널 천단부에 빈번히 중균열을 발생시켜 왔다.

그간 국내에서는 라이닝의 기능과 역할에 대한 분명한 규명없이 일률적인 현장 콘크리트 라이닝 타설을 규정해 왔고, 1차 지보재를 단순히 임시 지보재로만 간주해 왔기 때문에, 라이닝의 균열발생은 라이닝에 불확실한 이완하중이 작용하여 발생한 구조적 불안정이라고 생각해 왔다. 양호한 암반구간의 터널천단부에서도 라이닝의 중균열 발생은 빈번해왔다. 이로부터 라이닝의 균열이 구조적 불안전에서 발생한다는 것이 아니라, 콘크리트 라이닝의 현장타설시의 시공성이나, 배수 System의 문제에도 발생할 수 있다는 것을 알 수 있다.

그럼에도 불구하고 시공사는 터널 천단부의 중균열 발생시 주로 구조재 라이닝의 불안정을 보강하는 하자보수방법을 강구해 왔다. 이에 대해 시공사는 시공비에 계상되지 않은 하자보수비의 지출로 경영에 큰 압박을 받아왔다.

## 3. 콘크리트 라이닝의 개선점

최근의 터널에 대한 신기술은 굴착공법을 비롯한 지보재 공법(Supporting System)등의 측면에서 발달해 왔다.

특히, 지보재는 라이닝의 기능과 역할에 대한 개념을 여러측면에서 융통성있게 적용할 수 있도록 발전해 가고 있다.

터널의 기능면에서는 수리터널, 교통터널 등으로 구분해서 라이닝을 적용하고 있다.

국내에서도 터널건설시 표준시방서에만 억매지 말고, 터널의 기능에 따라 다음과 같은 터널 라이닝 역할을 융통성 있게 적용할 수 있도록 검토해야 한다.

- 1) 무지보, 무라이닝 터널
- 2) 방수 System을 무시한 Single Shell 터널
- 3) 배면 유도배수를 고려하여 1차 지보재와 분리된 조립식(P.C) 라이닝 터널
- 4) 외부하중을 전체 지지하는 영구 조립식(Segment) 라이닝 터널

이러한 새로운 라이닝 개념의 터널을 국내에서 적용하기 위해서는

- 1) 1차 지보재에 해당하는 슛크리트와 록볼트의 안정성과 내구성에 대한 재료공학적 연구가 진행되어야 한다.
- 2) 슛크리트와 록볼트 타설장비의 개선에 대한 연구가 진행되어야 한다.
- 3) 라이닝 설치 장비 개발에 대한 연구가 진행되어야 한다.

#### 참고문헌

1. 박남서 (2002), 터널 라이닝에 발생한 균열의 상태평가 비교분석 (한국터널공학회)
2. Barton, N. (2000), TBM Tunnelling in jointed and Faulted Rock (In Press)
3. Gunnard Nord(1998), Rock Reinforcement and Concrete Lining (Atlas Copco)
4. Grimstad, E., N. Barton (1992), Norweign Method of Tunnelling (World Tunnelling)
5. 大窪克己 伊東淳(1998), 高強度 鋼纖維 補強吹付 Concrete 開發
6. R.S.Sinha (1989), Underground Structures Design and Instrumentation (Elsevier Science Publisher)
7. F.O. Franciss (1994), Weak Rock Tunnelling (A. A. Balkema)