

## 철도운행선 선로침하 억제를 위한 노반개량 방안과 효과

### The Effect and method of railway subgrade rehabilitation for preventing track settlement

김유봉\*†, 강기동\*, 원용환\*\*

Yoo Bong Kim\*†, Kee Dong Kang\*, Yong Hoan Won\*\*

**초 록** 유럽에서는 토노반의 연약화로 인해 발생하는 철도운행선의 선로침하를 철도노반개량 전용장비를 이용한 토노반의 개량을 통해 오랜 시간 동안 성공적으로 억제하고 있다. 유럽의 사례를 중심으로 철도노반장비의 노반개량 방법 및 효과를 연구 함.

**주요어** : 토노반 개량, 철도노반개량장비, 철도운행선의 선로침하 억제, 유지보수

## 1. 서 론

유럽 중요철도노선의 토노반은 토질역학이 설립되기 전인 19세기 중후반부터 경험적으로 시공되었다. 또한, 대부분의 우리나라 철도도 노반침하에 대한 역학적인 설계개념 없이 건설되었다. 이로 인한 토노반의 연약화로 선로침하가 증가되었으며, 이는 필연적으로 많은 유지보수 비용과 시간의 증가, 열차운행 수입의 감소, 국민 교통 불편의 가중 등 많은 문제점을 발생 시키게 된다.

국부적인 보수작업은 근본적인 보수가 되지 않아 유지보수가 반복적으로 필요 하나, 이를 근본적으로 해결 할 수 있는 노반개량방안과 그 효과에 대하여 유럽철도의 적용사례를 중심으로 논의 하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 열차운행선 선로침하의 문제점

#### 2.1.1 노반침하에 의한 선로침하의 원인

시공 시 부실시공, 물의 배수불량, 열차의

운행횟수, 축중, 속도 증가에 의해 노반침하가 발생하고, 선로침하가 증가됨.

#### 2.1.2 노반침하의 문제점 및 개량 필요성

선로침하로 인한 궤도틀림이 발생하면, 열차주행 안전성, 승차감의 저하, 유지 보수작업량의 증가로 비용, 작업시간이 증가 되고, 유지보수 완료 전까지 열차운행이 제한 되어, 감속운전으로 인한 열차운영 수입의 감소 및 국민의 교통 불편이 가중 되는 등 많은 문제점을 발생 시킴.

### 2.2 노반개량 방안

철도노반 개량장비의 작업범위는 궤도의 자갈도상과 토노반 개량, 기존자갈재생이며, 작업순서는 fig.1의 내용과 같은 순서로 시행한다.

- ① 기존 자갈도상 철거(제1 굴착체인)
- ② 철거자갈 재생(약 50%)
- ③ 기존 토노반 철거(제2 굴착체인)
- ④ 토노반 재시공
- ⑤ 자갈도상 재시공(신규자갈+재생자갈)
- ⑥ 자갈도상 다짐, 청소, 마무리

### 2.3 노반개량의 효과

#### 2.3.1 토노반 품질 향상

† 교신저자: 삼표레일웨이(주)  
(kiddy72@sampyo.co.kr)

\* 삼표레일웨이(주)

\*\* 한국철도공사

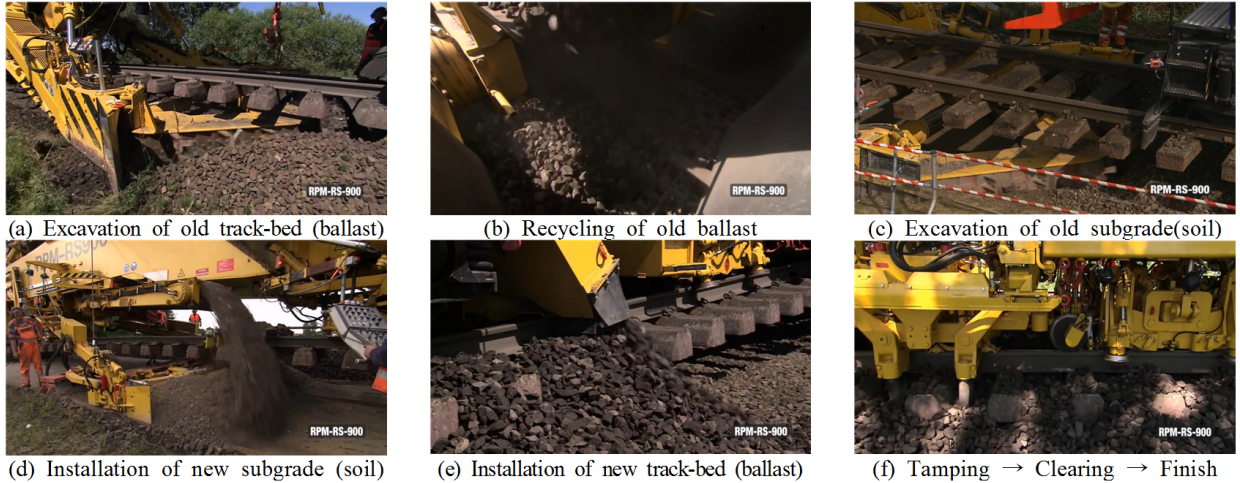


Fig. 1 Working process of a formation rehabilitation-ballast bed clearing machine

취약노반의 개량 후 노반변형계수( $E_{v2}$ )가 8MPa에서 35~45MPa로 노반의 지지력이 증가하였으며(Fig 2 참조), 철도운행선의 선로 침하 및 궤도틀림이 감소하였다.

이를 통해 열차의 주행안전성과 승차감이 향상 되었다.

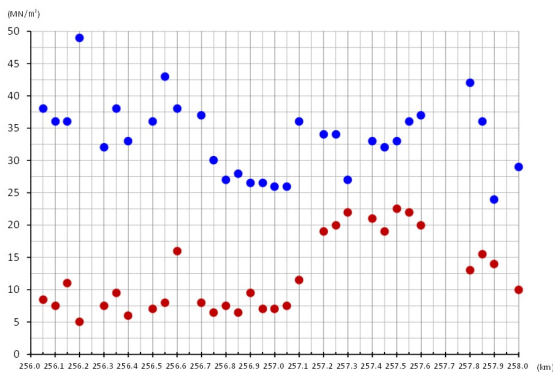


Fig. 2 Deformation modulus are Main Line between Vienna and Salzburg in Austria

### 2.3.2 유지보수 감소

토노반 개량 후 도상다짐 주기가 2년 에서 7년으로 3.5배 증가하여, 유지보수작업이 감소 하였다.

Table 1 Average cost per year for different type of formation

노반상태 분류	연 평균유지보수 비용	비율
양호노반	\$38,750	100%
연약노반. 1	\$70,156	181%
연약노반. 2	\$85,703	221%
연약노반. 3	\$313,359	809%

토노반 품질향상으로 선로 유지보수비는 최대 8배까지 절감이 가능하다.

### 2.3.3 열차운행 제한 최소화

선로 유지보수를 위한 열차차단 작업의 감소로 열차운행 제한에 따른 운영수입의 감소 및 국민의 교통 불편을 최소화 할 수 있다.

### 2.3.4 기타 효과

기존자갈을 50% 정도 재생하여 재사용하므로, 재료비 및 폐자재의 처리비가 절감되며, 전용장비가 작업하는 선로만 점유하므로, 측선에서는 안전한 열차운행이 가능하다.

## 3. 결론

국내의 강화노반이 시공되지 않는 자갈 도상궤도(약 6,000km 중 1,200km)와 북한철도(5,232km 중 1,500km)의 토노반 개량에 적용할 경우 매우 효과적인 공법이라 판단됨.

## 참고문헌

- [1] Klaus Riessberger (2005) Problems in Railway -Subgrades, *Transport Research Board Conference, Washington DC, USA.*
- [2] Rainer Wenty, (2006) Track construction and maintenance machines and technology for heavy haul lines, *The Asian Journal(vol.3)*, pp. 99-113.