

# 궤도유지보수 작업주기 연장 방안에 대한 연구

## A Study on the Method for Track Maintenance of Status Work Cycle Extension

이재선\*, 박용걸\*

Jae-Seon Lee\*, Yong-Gul Park\*

**초 록** 궤도유지보수에서 궤도틀림을 설정 보수기준 이내로 관리하는 것은 매우 중요한 사항이며, 객관적 데이터에 근거한 보수목표 설정 및 목표달성을 위한 최적의 보수방안 선정 및 시행하면서 최종적으로 궤도유지보수 작업주기를 연장하는 방법을 도출하는 것이 바로 효율적인 궤도관리라 할 것이다. 본 연구는 정기적인 궤도검측차의 검측데이터 출력결과를 활용해서 궤도품질지수를 정확히 산정하여 그것을 바탕으로 예방·개선·유지보수 목표를 명확히 설정하고, 목표달성이 가능하고 궤도유지보수 작업주기를 최대한 연장할 수 있는 최적의 보수방법을 아래와 같이 구분하여 제시하고자 한다.

- 1) 선형관리                      2) 도상자갈 관리                      3) 도상안정제 적용 방안

**주요어** : 궤도유지보수, 주기, 궤도틀림, 궤도품질, TQI, 표준편차, 선형관리, 자갈치환, 크리너, 도상안정제

### I. 서론

궤도의 선형을 나타내는 궤간, 고저, 방향, 수평 등의 측정치는 열차의 반복적인 통과에 의해 점진적인 소성변형 즉, 궤도틀림이 발생한다. 그러므로 궤도틀림을 관리한다는 것은 결국 검측된 궤도틀림 데이터의 값이 관리 기준에 도달했는지를 지속적으로 확인하고, 이 값이 기준을 넘지 않도록 적절한 보수작업을 시행하여 적정상태로 유지하는 것이다.

궤도유지보수에서 중요한 업무 중의 하나는 이러한 궤도틀림을 보수기준 이내로 관리하는 것이라 할 수 있으며, 객관적 데이터에 근거한 보수목표 설정 및 목표달성을 위한 최적의 보수방안을 선정하고 시행하면서 최종적으로 궤도유지보수 작업주기를 연장하는 방법을 도출하는 것이 효율적인 궤도관리에 가장 근접하는 것이라 하겠다.

본 연구는 정기적인 궤도검측차의 검측데이터를 활용하여 궤도품질지수를 정확히 산정 후 그것을 기반으로 예방·개선·유지보수 목표를 명확히 설정하고, 목표달성이 가능하고 궤도유지보수 작업주기를 최대한 연장할 수 있는 최적의 보수방법을 제시하고자 한다.

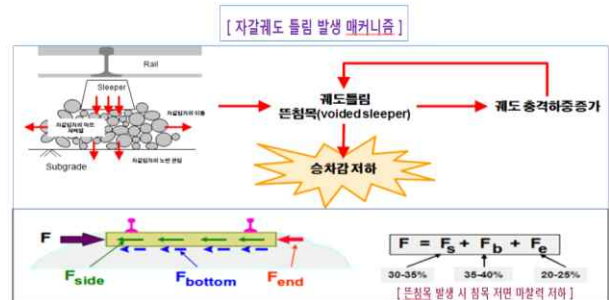
### II. 본론

#### 1. 궤도틀림 이론

##### 1.1 궤도틀림 정의 및 종류

##### 1.2 고속선 궤도틀림 원인

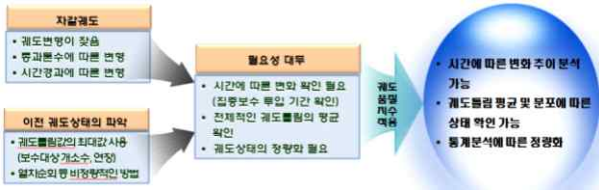
- 1.2.1 자갈도상궤도 특성상 열차 운행 시 반복 충격에 의해 자갈층 유동으로 미세한 틀림 발생
- 1.2.2 휨강성이 큰 레일 사용으로 침목과 도상이 분리되는 뜬침목 발생
- 1.2.3 열차 하중과 진동, 레일 요철 등에 의해 자갈 진동 및 유동으로 도상침하
- 1.2.4 뜬 침목 발생 시 침목과 도상자갈간 마찰력 저하로 인해 약 35-40% 도상형저항력 감소로 특히 하절기 방향틀림에 영향



\* 서울과학기술대학교 철도전문대학원

## 2. 궤도품질의 정의

2.1 궤도품질지수(Track Quality Index)의 정의  
 궤도의 품질을 정량적으로 평가하고 시간경과에 대한 궤도틀림의 진행상태를 파악하는 방법으로 궤도틀림치의 최대값을 통계적으로 처리, 지수화한 것을 궤도품질지수라고 한다.



## 2.2 궤도품질 평가방법

### 2.2.1 Peak Value 방법

검측된 궤도틀림 자료의 중거를 직접적으로 보수기준으로 활용하는 방법

### 2.2.2 P(Probability) Value 방법

검측된 궤도틀림자료 중 3mm를 초과한 부분의 비율(%)을 궤도틀림지수(P)로 관리하는 방법

### 2.2.3 표준편차(Standard deviation)

궤도틀림의 분포를 정규분포로 간주하고 궤도틀림의 평균값에 대한 분산정도를 평가하는 방법

### 2.2.4 궤도 길이기반 품질 평가 방법

궤도 실측길이를 활용하여 궤도품질을 평가하는 방법을 제안(미연방 철도국(FRA))

## 2.3 궤도품질 지수의 활용

2.3.1 위치별 직전 검측일 궤도품질지수 분석 (검측차 운행 즉시 비교)

### 2.3.2 기간별 추이 분석

연도별 TQI 비교를 통한 작업품질 효과 확인  
 년 평균 대비 분기별 상태 확인

### 2.3.3 구조물, 선별 추이 분석

교량, 토공, 터널부 등 구조물별 TQI를 비교 분석  
 선별 TQI를 비교 분석

### 2.3.4 작업품질 평가 및 활용

[보수작업 목표관리제]

현 선로상태	GOOD	NOT BAD	BAD
작업 후 상태	GOOD	NOT BAD	BAD
GOOD	예방보수	개선보수	개선보수
NOT BAD	×(N.A)	유지보수	개선보수
BAD	×(N.A)	×(N.A)	×(N.A)

(TQI) : GOOD 1.34미만, NOT BAD 1.34~1.7, BAD 1.7초과

[주요작업 품질 평가]

1,2종 기계작업, 곡선레이저 선형정정, 도상안정제 살포 등 주요작업 전후 품질을 평가하여 타당성 및 확대 방안을 검토

## 3. 궤도유지보수 작업주기 연장 방안

## 3.1 선형관리

### 3.1.1 선형작업만 시행 시

작업 후에는 다소 양호한 선형으로 복원되었으나 효과 미흡



### 3.1.2 자갈치환 후 선형작업 시행 시

자갈치환 작업 후 단계적 양로작업을 통한 선형정정 시행 시 품질개선 효과 우수



### 3.1.3 자갈치환 병행과 선형정정만 시행한 경우 TQI 비교

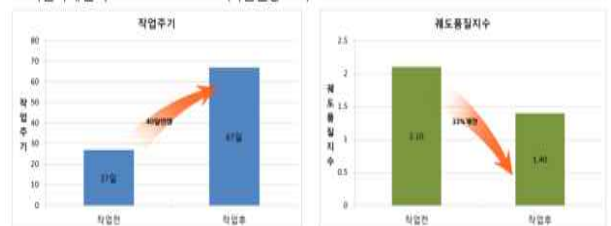


## 3.2 도상자갈 관리

### 3.2.1 흡입식 크리너 작업 관리

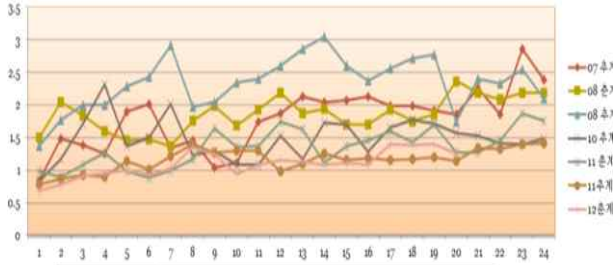
국부적인 마모 및 세립화된 구간에 대한 자갈치환 방법인 흡입식 크리너 사용 방법 개선  
 당초: 침목 측면만 제거, 흙서기 피함  
 개선: 침목 하면 바닥까지 제거  
 하절기 야간 시행

<작업사례분석> T1117583~118860(작업연장 85m)



### 3.2.2 벨러스트 크리너(C.L) 작업 관리

열차하중 재하를 통한 층다짐 방식으로  
 건설과정 고려 5차 층다짐 시행  
 당초: C.L작업 시 당일 층다짐으로 도상  
 두께를 확보하는 방안(2010년 추계)  
 개선: 열차하중 재하에 의한 단계적 층다짐  
 시행 방안(2011년 추계)



시행시기	작업주기		
	작업 전(a)	직후 1년(b)	b/a(%)
07추계	46.82	51.28	109.5
08추계	66.82	71.82	107.5
08추계	43	52.28	121.6
10추계	18.65	16	85.8
11추계	53.05	117.55	221.6
11추계	47.3	117.5	248.4

### 3.3 도상안정제 적용 방안

3.3.1 케도틀림이 자주 발생하는 개소의 보수  
 주기 연장을 목적으로 도상안정제 살포

3.3.2 보수주기 30일 미만개소 구간 도상안정제  
 살포 이후 작업주기 60일 이상 유지



## III. 결 론

본 연구에서는 한국철도공사 케도검측차(EM140K) 출력 리포트를 표준편차로 산출한 케도품질지수(TQI)를 기반으로 보수작업 목표를 산정하고, 일정 수준 이상의 케도품질을 확보하는 보수작업의 주기를 최대한 연장할 수 있는 방법을 도출하였으며 그 결론은 다음과 같다.

1) 선형작업만 시행 시와 자갈치환 작업 후 단계적 양로작업을 통한 선형정정 시행 시 TQI 분석 및 보수주기 확인 결과 최선의 작업방법은 근본적인 원인제거와 원형보수 병행작업임을 확인하였다.

2) 흡입식 크리너 작업시 침목 하면 바닥까지 마모자갈 치환 후 반복 SPOT 탬핑으로 도상 안정화한 경우에 100%이상 보수주기 연장되었으며, 벨러스트 크리너(C.L) 작업 시 당일 층다짐으로 도상두께를 확보하는 방안보다 열차하중 재하에 의한 단계적 층다짐을 시행하는 작업이 케도품질 확보 및 보수주기 향상에 매우 효과가 높은 것으로 나타났다.

3) 케도틀림을 저감하는 방안으로 시공이 간단한 도상안정제를 자갈표면에 살포하는 방안을 적용 결과 교량 신축부, 구조물 접속부, 케도 강성천이 구간 등에서 발생하는 도상자갈 이완을 억제하여 케도 안정화를 이루는데 매우 효과적이었으며, 보수주기 30일 미만개소 구간 도상안정제 살포 이후 거의 대부분의 구간에서 작업주기 60일 이상 유지하는 것을 확인하였다.

4) 이상의 연구결과를 통해 향후 위에서 제시한 선형관리, 도상자갈 관리, 도상안정제 적용 방안을 고려하여 보수작업을 시행하여야 케도유지보수 작업주기 연장 및 케도품질 확보 등 효율적인 케도관리가 가능할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- [1] 한국철도기술연구원(2010), 고속검측차 특성을 고려한 케도 검측결과 분석 연구
- [2] 강기동 외(2004), 고속철도 케도검측자료 분석 기법에 관한 연구, 한국철도학회, pp. 291-295
- [3] 오지택 외(2001), 케도품질평가를 위한 케도틀림 지표에 대한 연구, 한국철도학회 논문집, pp. 450-457
- [4] 김남홍 외(2009), 케도검측데이터를 활용한 케도품질지수 산출 방법론 고찰, 한국철도학회 논문집, pp. 66-72
- [5] 심운섭 외(2010), 고속선 케도틀림 진전예측에 관한 연구, 한국철도학회, pp. 261-267
- [6] 한국철도공사(2011), 선로유지관리기준
- [7] 철도시설공단(2016), 선로유지관리지침

(한국철도학회 정기학술대회 Full Paper  
 -Template 작성일: 2017.9.14)