



# 궤도유지보수를 위한 궤도틀림 분석 및 관리 전산시스템의 개발



오 지 택\*

## 1. 서 론

세계 각 국의 철도기관들은 열차의 고속화와 운행의 고밀화 및 유지보수작업인력확보의 어려움으로 인하여 유지보수환경이 점차 열악해지는 문제점을 인식하였다. 이에 따라 궤도 유지보수의 효율성을 극대화하기 위한 보수작업의 기계화와 보수작업계획의 전산화에 대한 지속적인 연구개발을 수행하여 상당부분 실용화에 성공하였다. 국내에서도 경부선 등과 같은 주요 선에 있어서는 선로용량을 초과하거나 거의 육박하는 수준의 열차운행조건에 직면하게 되었다. 이에 따라 국철에서는 철도유지보수 및 관리에 대한 전산화 시스템의 개발에 박차를 가하고 있는 실정이다. 이러한 전산시스템 중 궤도틀림에 대한 시스템의 개발은 점차 고속화되어가는 열차에서의 승차감 향상기술과 유지보수체계의 개선에 있어서 필수적이라 할 수 있다. 특히, 최근의 검측차량은 측정된 궤도틀림정보를 디지털화하여 일반 컴퓨터에서 관리 및 분석이 용이하도록 되어 있다. 본 연구에서는 궤도의 유지보수 및 관리의 지표라 할 수 있는 궤도틀림에 대한 분석 및 이력관리를 위하여 개발된 전산시스템

에 대하여 현황과 함께 간략히 소개하고자 한다.

## 2. 궤도틀림의 정의

궤도틀림은 두 개의 레일위치에 대한 기하학적 불일치로부터 야기되며, 통상 4개 유형의 궤도틀림을 정의한다. 그림 1은 레일위치에 대한 기하학적 변수를 나타낸다. 이 4개 유형의 궤도틀림은 표 1과 같은 연직(vertical)틀림, 줄방향(alignment)틀림, 레일높이(superelevation)틀림 및 궤간(gauge)틀림으로 정의된다.

궤도의 품질은 궤도틀림의 분석을 통하여 평가할 수 있으며, 평가방법은 크게 3가지로 다음과 같다.

- 1) 최대값 방법(현행 국철의 정비기준)
  - ▷ 검측된 궤도틀림자료의 종거를 직접적으로 보수기준으로 활용하는 방법
  - ▷ 본선 직선 7mm/10m, 곡선 3mm/2m (면마춤의 예)
- 2) P value 방법(일본)
  - ▷ 검측된 궤도틀림자료 중 3mm를 초과하는 종거의 전체 검측자료 비율(%)

\* 정회원 · 한국철도기술연구원, 철도구조물연구팀장

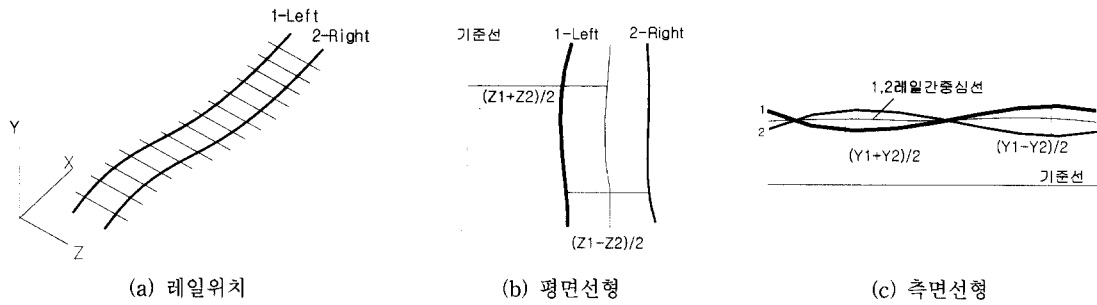


그림 1 레일위치에 대한 기하학적 변수

표 1 궤도틀림의 기하학적 정의

연직틀림	$\frac{1}{2}(Y1+Y2)$	레일높이틀림	$\frac{1}{2}(Y1-Y2)$
줄방향틀림	$\frac{1}{2}(Z1+Z2)$	궤간틀림	$\frac{1}{2}(Z1-Z2)$

- ▷ 전 측정점 중 3mm초과측점의 비율(%)
- 3) 표준편차 방법(유럽,일본 등)
  - ▷ 궤도틀림분포의 정규분포로 간주하고 궤도틀림의 평균값에 대한 분산정도를 평가하는 방식

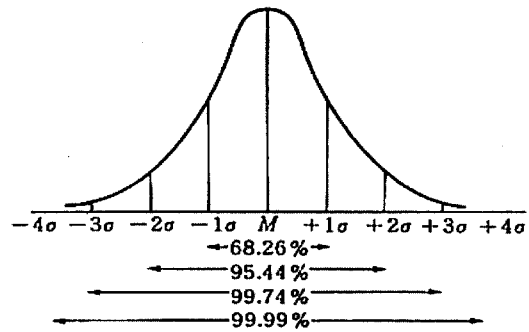


그림 2 궤도틀림의 정규분포

이상과 같은 3가지 방법 중 궤도의 품질을 가장 잘 표현하는 것은 표준편차에 의한 방법으로 알려져 있다. 이는 컴퓨터의 발달과 더불어 궤도틀림의 분석은 더 이상 문제가 되지 않기 때문이기도 하다.

### 3. 궤도틀림의 표준편차

궤도틀림 중 연직과 레일높이는 차량과 교량의 연직진동에 주로 기여하며, 줄방향, 궤간 및 레일높이는 및 교량의 수평과 비틀진동에 기여한다. 또한 궤도의 유지보수에 있어서 연직틀림은 중요한 지표가 된다. 이러한 궤도틀림은 궤도중축인 x를 따라 랜덤하게 분포하는 것으로 알려져 있으며, 정규분포(Gaussian Distribution)특성을 갖는 것으로 알려져 있다. 궤도틀림을 그림 2와 같은 정규분포로 고려할 경우, 궤도틀림자료의 68.25%가 평균값(M)으로부터 표준편차량  $\pm\sigma$ 범위 내에 분포하며,  $\pm 2\sigma$  범위 내에서는 95.44%가 분포한다. 표준편차  $\sigma$ 는

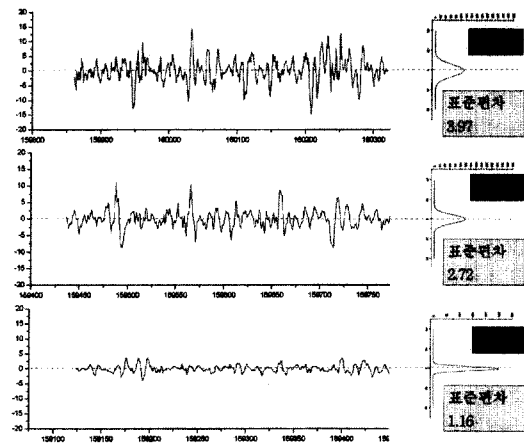


그림 3 궤도틀림 표준편차에 의한 품질분류

자료의 분산정도를 나타내는 지표이나, 궤도에서와 같이 평균값이 매우 유사한 대상에 있어서는 분산정도를 궤도품질의 평가기준으로 활용할 수 있다. 그림 3은 궤도틀림의 표준편차에 의한 궤도품질 평가 예를 나타낸다.

#### 4. 궤도품질평가의 지표

궤도품질을 평가하기 위한 지표로서 궤도틀림의 표준편차를 이용한 궤도유지보수기준체계를 수립하기 위한 일련의 기술적 검토를 수행하였다. 궤도틀림의 표준편차를 이용한 궤도품질의 평가방법은 차량의 진동응답 등과 관계되어 궤도유지보수기준의 수립에 매우 광범위하게 활용될 수 있는 장점이 있다. 그림 4와 5는 경부선 하행 일부구간에서의 궤도틀림 표준편차 변화에 대한 이력 예를 나타낸다.

본 연구에서 수행한 궤도품질의 지표로서 궤도틀림의 표준편차와 표준편차의 변화율에 대한 분석결과 궤도틀림의 표준편차는 검측시점에서의 궤도 형상에 대한 정보를, 표준편차의 변화율은 궤도의 건전도에 대한 정보를 제공한다. 그림 6부터 8은 기계보선작업계획수립을 위한 궤도틀림 표준편차의 적용개념을 나타낸다.

그림 6은 유도상궤도의 품질에 따른 MTT(Multiple Tie Tamper, 기계보선장비)투입주기 모델을 나타

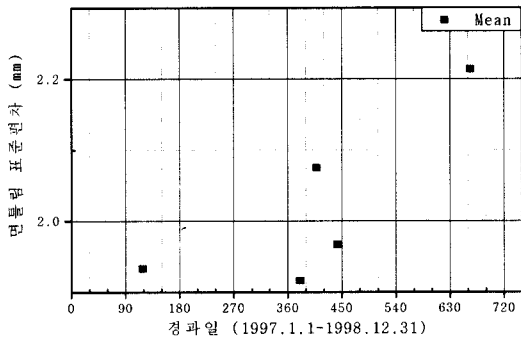


그림 4 세류-병점

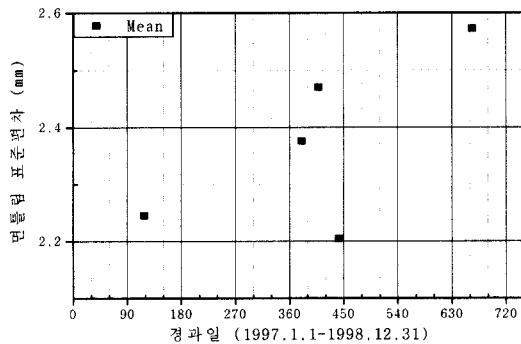


그림 5 오산-송탄

낸다. 본 연구에서는 궤도틀림의 진행을 Bi-linear 모델로 가정하였다. 그림 8과 9는 궤도품질에 따른 MTT투입주기의 변화를 나타낸다.

그림 7은 연간 MTT작업이 4회 투입되어야 하는 구간에 적용된 손상-보수 모델이며, 그림 8은 연간 1회 MTT작업이 필요한 구간을 나타낸다. 이는 궤도틀림의 표준편차 및 표준편차의 변화율(초반손상율)을 이용한 궤도품질관리가 예방유지보수 체계화에 적합함을 나타낸다.

#### 5. 궤도틀림관리의 전산화

최근의 발전된 전산환경은 과거 방대한 궤도검측자료분석의 어려움을 해소시켜 주었다. 궤도검측시스템에서 측정된 궤도틀림자료에 대한 디지털

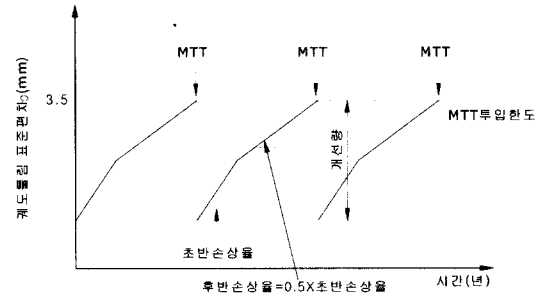


그림 6 궤도틀림의 진행 및 보수 모델

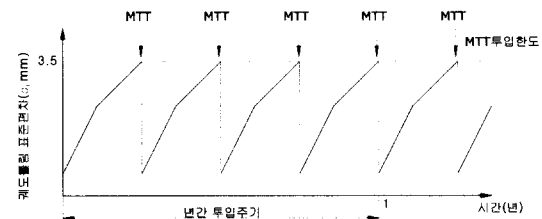


그림 7 궤도품질불량구간

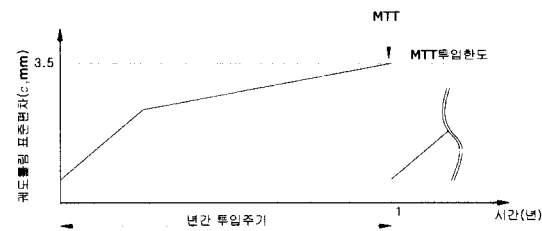


그림 8 궤도품질건전구간

화와 전산프로그램의 개발로 인하여 방대한 선로에 대한 통계처리 및 이력관리가 전산화된 기반에 매우 용이하게 되었기 때문이다. 다음은 유럽과 일본에서의 전산화기반에 근거한 궤도틀림관리사례를 소개하였다.

5.1 유럽

궤도틀림의 표준편차를 이용한 궤도관리에 있어서는 네덜란드 Delft공대의 C. Esveld교수가 80년대 초반부터 현재까지 십 수년간 광범위한 연구를 수행하여 왔다. 대표적이라 할 수 있는 연구사례로서 1983년 수행된 ORE D161과 B12 프로젝트는 유럽 9개국에서의 궤도검측시스템간 상호비교를 가능하게 한 궤도틀림의 등가표준편차계수를 제안하였다. 이 연구성과는 1995년 철도차량의 동적안전성, 궤도피로 및 승차감에 대한 시험과 인증을 위한 기준 UIC-518 OR로 이어졌다. UIC-518 Code에서는 유럽 10개국 각각의 궤도검측시스템으로부터 구한 궤도틀림표준편차를 환산할 수 있는 계수가 표 2와 같이 제시되었다. 이러한 유럽의 연구성과와 Code화로부터 유럽의 철도는 궤도품질의 평가 및 분석에 대한 연구성과의 상호조화 및 교류가 한층 원활하게 되었다.

표 2 UIC-518 OR Code의 등가표준편차계수

검측차량	계수 K	
	연직궤도틀림	종방향궤도틀림
BR(United Kingdom)	1.14	1.20
CFF(Switzerland)	0.91	1.47
CFF/long(Switzerland)	1.25	-
CFR(Romania)	1.40	1.95
CSD	1.52	1.77
DB(Germany)	1.24	1.47
FS(Italy)	1.33	1.72
NS(The Netherlands)	1.00	1.00
PKP(Poland)	0.73	0.71
RENFE(Spain)	0.91	1.47
SNCF(France)	0.91	1.47

$$\sigma_{(other)} = K \cdot \sigma_{(NSvehicles)}$$

$$Peak\ value_{(other)} = K \cdot peak\ value_{(NSvehicle)}$$

5.2 일본

일본의 경우 최근들어 종래의 P value 방법에 의한 궤도품질의 평가부터 궤도틀림의 표준편차에 의한 방식으로 전환하고 있는 추세이다. 1997년 발행된 RTRI의 철도구조물등설계표준·동해설 궤도구조 [유도상궤도] (안)에서 제시하고 있는 표준편차의 활용에는 다음과 같다. 유도상궤도에서 열차주행 안전성 및 안정성을 검토하는데 궤도틀림의 진행 평가를 위하여 궤도틀림의 표준편차를 이용한 궤도의 열화-복원 모델을 그림 9와 같이 설정하였다.

일본 국철·JR에서는 아직까지 P value방법을 궤도 품질을 평가하기 위한 궤도틀림 지표로 사용하고 있으나, P값이 10~50의 범위를 벗어날 경우 품질에 대한 변별력이 낮아지는 단점이 있다. 이러한 단점을 해소하기 위하여 선택한 것이 보다 넓은 범위에 적용가능한 평가지표로서 10m 현 정시 궤도틀림의 표준편차이다. 그림 10은 일본궤도에서의 P값과 10m 현 정시 궤도틀림의 표준편차간

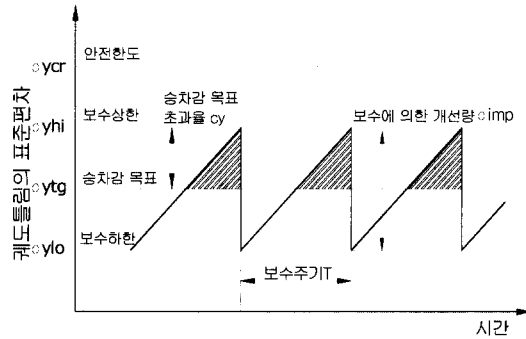


그림 9 궤도틀림의 열화-복원

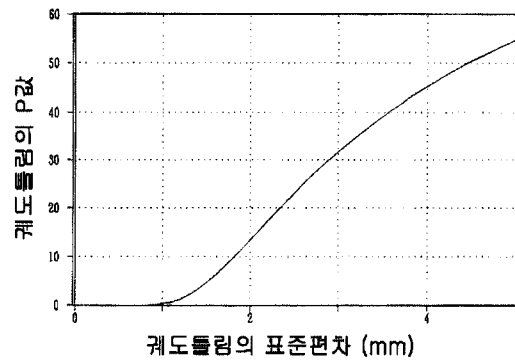


그림 10 궤도틀림의 표준편차와 P값의 관계

의 상관관계를 나타내고 있다. 다음은 일본에서의 궤도틀림 표준편차를 이용한 기준사례를 나타낸다.

▷ 허용 고저틀림(면마춤)

궤도보수에 대한 목표기준은 안전한도와 승차감 한도로 차별하여 적용하고 있으며, 각각 궤도틀림에 대한 표준편차를 이용하고 있다.

- 안전한도 ; 차량의 주행안전성 확보가 목표
- 승차감한도 ; 승객의 승차감 확보가 목표
- 고저틀림의 표준편차와 차량의 연직진동가속도와 의 관계에 경험적인 식(1)을 활용

$$\sigma_{av} = k_v \cdot \sigma_y \cdot V \tag{1}$$

여기서  $\sigma_{av}$ 는 연직진동가속도의 표준편차( $m/s^2$ ),  $k_v$ 는 연직진동가속도에 대한 차량의 동요계수(0.0010~0.0015),  $\sigma_y$ 는 고저틀림의 표준편차(mm) 및 V는 열차속도(km/h)이다. 승차감한도는 승객 만족도에 대응한 값(예 :  $2.5m/s^2$ =만족도 90%,  $2.0m/s^2$ =승객 만족도 95% 등)으로 할 수 있으나, 현재까지도 진동에 대한 승객 만족도의 평가기준이 확립되어 있지 않다.

5.3 기계화유지보수작업

본 연구에서는 궤도틀림의 표준편차와 표준편차 변화율을 이용하여 1종 및 2종 기계작업 측면에서 궤도품질평가 지표의 활용방안을 제시하였다.

5.3.1 1종기계작업측면

Bi-linear로 가정한 궤도틀림의 손상진행 예측모델을 통하여 연간 MTT작업에 대한 운용계획을 수립하는데 표준편차는 MTT작업의 투입시기를 결정하는 지표로서 활용이 가능하다. MTT의 투입은 동일한 열차하중을 지지하는 인접한 구간일지라도 각각의 궤도품질에 따라 각각 차별투입되어야 할 것이다. 국내에서는 아직까지 유도상궤도에 대한 MTT의 투입주기 제한과 같은 기준은 없으나, 국내 궤도조건에 부합되는 기준의 설정이 절실하다 할 수 있다. 궤도정정보수를 위해 투입되어야

하는 MTT작업이 일정횟수 이상을 넘게 투입된다면, 궤도의 수명을 감소시키는 역효과가 나타날 수 있다. 이러한 예는 현재 철도선진국인 프랑스에서조차도 1986년 고속신선의 부설후 MTT의 오용에 따른 부작용으로 개통후 불과 5년을 넘기지 못하고 전면 갱환계획을 수립하고 점진적인 갱환작업을 착수하게되는 시행착오에서도 찾아볼 수 있다. 일본의 예로 RTRI가 1997년 제시한 160km/h미만의 일반철도의 유도상궤도 설계표준(안)의 6장 6.2.2.3항기준에 대한 해설에서 연간 MTT의 투입을 1회로 고려하고 있으며, 1997년 2월 RTRI가 발표한 20년간 궤도틀림 및 MTT보수와 의 상관관계분석보고서는 MTT의 투입주기를 연간 0.5회로 평가하여 수행하였다. 이러한 일본의 MTT투입주기 값들은 국내 궤도실정과 잘 맞지 않을 수 있으나, 상대적으로 국내 궤도에서의 현 MTT운용실적과 비교해보면 국내 MTT운용의 적합성에 대한 검토가 과학적으로 수행되어야 할 필요가 있다고 판단된다.

5.3.2 2종기계작업측면

만약, MTT작업의 투입이 과다하게 평가된다면 일단 유도상궤도가 돌이킬 수 없는 소성변형상태에 도달한 것인가를 검토하여야 한다. 즉, 연간 MTT의 투입횟수가 일정횟수이상 투입되어야 하는 것으로 평가될 경우는 대상 구간에서의 현장조사를 통하여 자갈채취를 통한 세립분 함유량 및 궤도구성품의 이상유무검사 등을 수행하여야 한다. 현행 국철에서의 2종기계작업의 수행여부를 결정하는 지표인 도상자갈세립분 함유량(25%)기준은 실제 궤도 전 구간에 대하여 적용하기가 쉽지 않은 문제점이 있다. 연간 MTT의 투입주기가 일정값 이상으로 평가되는 구간에 대해서는 세립분 평가와 향후 MTT투입비용 대비 2종작업비용에 대한 경제성 분석을 통하여 2종작업의 시행여부를 결정하는 체계가 합리적이라 판단된다.

6. 궤도유지보수용 전산시스템의 현황

궤도유지보수시스템은 기본적으로 궤도틀림에 대한 분석과 이력관리, 유지보수작업의 이력 및 유지보수작업계획수립 등과 같은 기능을 갖추고 있다.

특히 전산화된 유지보수시스템은 보선작업계획자가 그 작업의 실시를 결정함에 있어 그 사용이 가능한 자원을 가장 효율적으로 운영하고 자원에 대한 모든 정보를 접할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다. 이러한 시스템들은 궤도의 회복불능손상을 미연에 방지하기 위한 예방보수(Preventive Maintenance, PM)계획을 수립하고 제한된 자원의 효율적인 운영을 위하여 개발된 것들이다. 철도선진국의 전산화된 유지보수시스템의 최신동향은 다음과 같은 3가지 표현된다.

- ▷ 적합한 방대한 자료를 축적한 데이터베이스를 구축
- ▷ 궤도의 손상모델을 개발
- ▷ 보수의 수요와 자원배분의 극대화를 위한 전산 시스템을 구축

전산화된 유지보수시스템의 필요성과 현황에 대해서 간략하게 기술하면 다음과 같으며, 표 3은 세계 각 국에서 개발하여 시험중이거나 활용중인 전산화된 궤도 유지보수시스템 사례를 나타낸다.

- ▷ 열차의 고속화와 운행의 고밀화 및 유지보수작업인력확보의 어려움으로 인하여 유지보수환경이 점차 열악해지는 문제점에 세계 각국의 철도기관들은 직면
- ▷ 궤도 유지보수의 효율성을 극대화하기 위한 보수

작업의 기계화와 보수작업계획의 전산화에 대한 지속적인 연구개발을 수행하여 상당부분 실용화에 성공

- ▷ 국내에서도 철도유지보수 및 관리에 대한 전산화 시스템의 개발에 박차를 가하고 있는 실정이며 궤도틀림에 대한 시스템의 개발은 점차 고속화되어가는 열차에서의 승차감 향상기술과 유지보수체계의 개선에 있어서 필수적

유럽의 ERRI에서 개발된 ECOTRACK은 가장 최근에 개발된 궤도유지보수용 전산시스템으로 간략한 소개를 하면 다음과 같다. 1991년 개발을 착수한 후 5년의 연구개발 끝에 1995년 시제품(Prototype)을 발표하였다. 이 시제품은 2년간의 실무투입과 보완을 거쳐 1998년부터 상용화 되어 사용되기 시작하였다.

■ ECOTRACK의 특징

- ▷ Switch와 Crossing을 제외한 3,000~5,000km연장 궤도의 유지보수 및 갱신작업 책임자의 의사지원 도구
- ▷ 철도유지보수비용의 대부분을 차지하는 본선, 고속선 그리고/또는 중량하중(과대축중) 궤도를 주 대상으로 함
- ▷ 연속적인 기계화 유지보수작업(Tamping, Grinding 등)주기를 3개월~3년 사이로 설정하고, 부분갱환(레일, 침목+체결구, 자갈치기 등)과 궤도구

표 3 세계 각 국의 궤도유지보수 전산시스템

철도기관	시스템	특징·가동 상황 등
영국국철	미니 MARPAS, MARPAS: 보수 및 갱신계획 지원시스템 RRNPV: 레일교환계획	· 틀림진행의 수치/통계분석 · 차종별 평가 · 승차감 악화를 고려 · 실시 시기별 경비평가
JR그룹	SMIS : 신간선 정보관리 시스템	· '75년 이후 가동중 · 계속적으로 기능 향상중
네덜란드 국철	BINCO : 보수계획 지원 시스템	· 레일삭정 계획 포함
프랑스 국철	GOP : 노상을 포함한 보수시스템	· 도상+중간층=노상계수정 · '83이후 가동중
ERRI	ECOTRACK : 경제적 궤도관리시스템	· 궤도상태관리 · 보수작업계획 · 갱신작업계획 작성

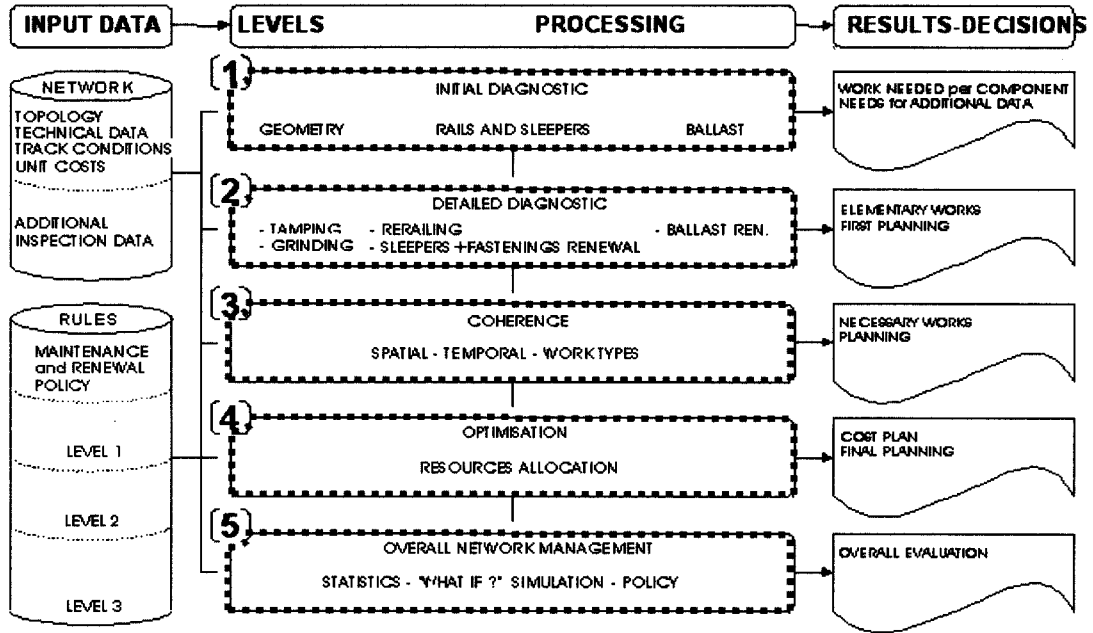


그림 11 ECOTRACK의 구성도

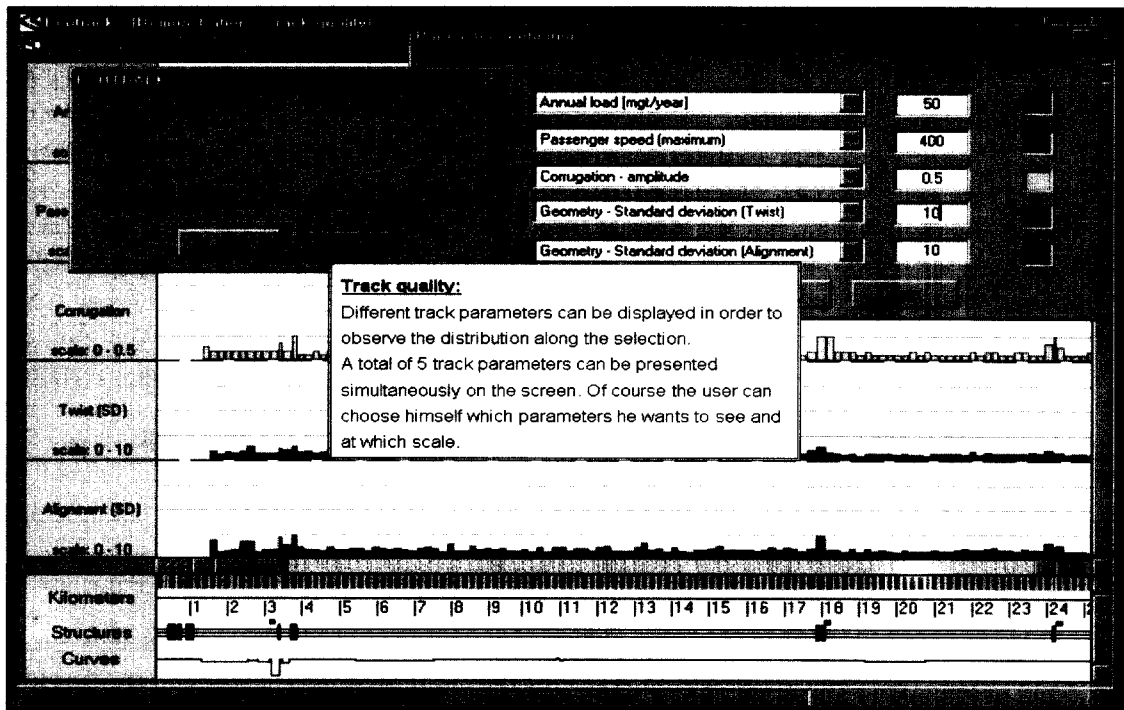


그림 12 ECOTRACK의 궤도검측자료분석결과와 출력예

성요소의 전체 갱환주기를 1년~10년 또는 그 이상으로 하여 결정하는데 사용하도록 개발됨.  
 ▷ 궤도의 구간분할을 200m, 500m 또는 1,000m로 설정하여 임의의 구간에 대한 기술적해석dmf 수행할 수 있으며 전체 지역 또는 전체 철도망에 대한 경제적 관점에서의 보수자원배치를 최적화 함.

ECOTRACK은 궤도유지보수에 필요로하는 방대한 기술적 및 경제적 예측모델이 반영된 시스템이며, 궤도유지보수관련 정보(검측자료, 보수이력, 보수방식 및 보수기준 등)에 대한 이력을 필요로 한다. ECOTRACK과 같은 전산화된 시스템의 도입 적용을 위한 선행기반으로서 필수적인 4개 항목은 다음과 같다.

- 1) 전산화기반하에 조직화된 형태의 새로운 보선 체계구축과정이 필요
- 2) 보선관련 규칙(기준)의 조정/개정을 위한 신뢰할 수 있으면서 충분한 이력관리 자료
- 3) 정량화된 예측모델의 지식과 효과적인 인적/물적 자원의 최적화를 위한 simulation 체계
- 4) 계획(예방)유지보수에 대한 사전지식/경험이 있는 보선계획수립자

**7. 보선계획지원시스템의 개발**

본 연구에서는 국내 철도운영기관에서도 철도선진국과 같은 전산화된 궤도유지관리 및 계획수립 지원체계구축을 위하여 한국철도기술연구원의 기본연구사업으로 추진된 “보선작업의 기계화 및 현대화 계획수립을 위한 연구”에서 개발된 프로그램을 소개하고자 한다. 개발된 전산프로그램은 궤도의

기하학적 손상을 나타내는 궤도틀림의 분석 및 이력관리와 기계보선작업(Mechanized Track Maintenance)계획 수립을 위한 1종(MTT) 및 2종(Ballast Cleaner)작업의 투입주기 등을 평가한다. 전산시스템을 구성하는 각 모듈은 표 4와 같다.

표 4에 나타난 5개 모듈중 1. TIVMA 및 2. TIVMB는 국철의 EM-120으로 검측한 궤도틀림자료를 선로별, 구간별(역간 및 50m구간)로 분류 저장하고 표준편차 및 표준편차의 변화율(궤도손상진행율)을 구간별 열차 통과톤수(MGT)와 관련되어 분석하는 기능을 갖고 있다. 3. TIPVPM은 단순한 bi-linear 궤도손상진행예측모델로 구성되어있으나, 향후 추가연구를 통하여 좀더 신뢰도 높은 궤도손상진행예측모델이 개발될 경우 손쉽게 모듈을 upgrade할 수 있도록 하였다. 실질적으로 전산시스템으로부터 얻게될 분석결과와 신뢰도는 전적으로 TIPVPM모듈에 사용한 궤도파괴예측모델에 의존하게 된다. 4. VMPLS는 국내 각 선로별, 구간별(역간 및 50m구간) 시급히 보수해야 하는 취약개소를 수시보수에 적합하도록 분석제공하고, 계획보수를 위한 보수우선순위를 평가하는 부분이다. 마지막으로 5. VMOPL은 기계보선작업에 대한 종합적인 정보로서 선로별, 구간별 1종 및 2종기계작업의 투입주기(시기)등과 장비작업소요량을 평가하는 부분이다.

궤도의 유지보수는 철도운영의 안전을 위하여 충분히 수행되어야 하는 매우 중요한 작업으로서 가용한 인력, 장비 및 작업시간의 효율적인 활용을 위해서는 유지보수자원에 대한 최적운용이 가능한 체계가 조속히 구축되어야 할 것이다. 이는 기존선의 고속화, 고밀화 및 KTX의 기존선 직결운행 등과 같이 지난 수 십년간 정체되어 왔던 철도운영환경이 변화하면서

표 4 기계보선작업의 지표인 궤도틀림관련 Raw data및 분석자료의 Visualization 모듈

1. TIVMA (Track Irregularities Visualization Module A) 궤도틀림 각 항목에 대한 선로별/구간별 Display와 Print 모듈
2. TIVMB (Track Irregularities Visualization Module B) 궤도틀림 분석결과에 대한 선로별/구간별 Display와 Print 모듈
3. TIPVPM (Track Irregularities Progress Prediction Visualization Module) 궤도틀림의 손상진행에 대한 예측 모듈(MTT의 투입주기평가부분 포함)
4. VMPLS (Visualization of Maintenance Priority on Lines and Sections) 궤도 각 선로별/구간별 기계보선작업 우선순위 Display와 Print 모듈
5. VMOPL (Visualization of Maintenance Operation Period on Lines) 선로별/구간별 1종 및 2종 기계작업의 투입시기, 장비배치 및 운용을 위한 작업소요량 평가와 Display 모듈



궤도유지보수가 직면하게될 높은 수준의 유지보수기준 및 작업시간의 부족 등을 해결하기 위하여 적극적인 대처가 그 어느 때보다도 절실하다 할 수 있다. 표 5는 전산시스템에서 처리할 대상선로를 나타낸다.

7.1 Visualization 및 Analysis 모듈

그림 13, 14참조

표 5 전산처리 대상 선로

1	경부선	6	경북선	11	대구선	16	동해선	21	교외선
2	호남선	7	경원선	12	과천선	17	진해선	22	광양선
3	중앙선	8	경인선	13	분당선	18	전라선	23	영동선
4	충북선	9	경의선	14	장항선	19	군산선	24	태백선
5	경전선	10	경춘선	15	대구선	20	일산선	25	정선선

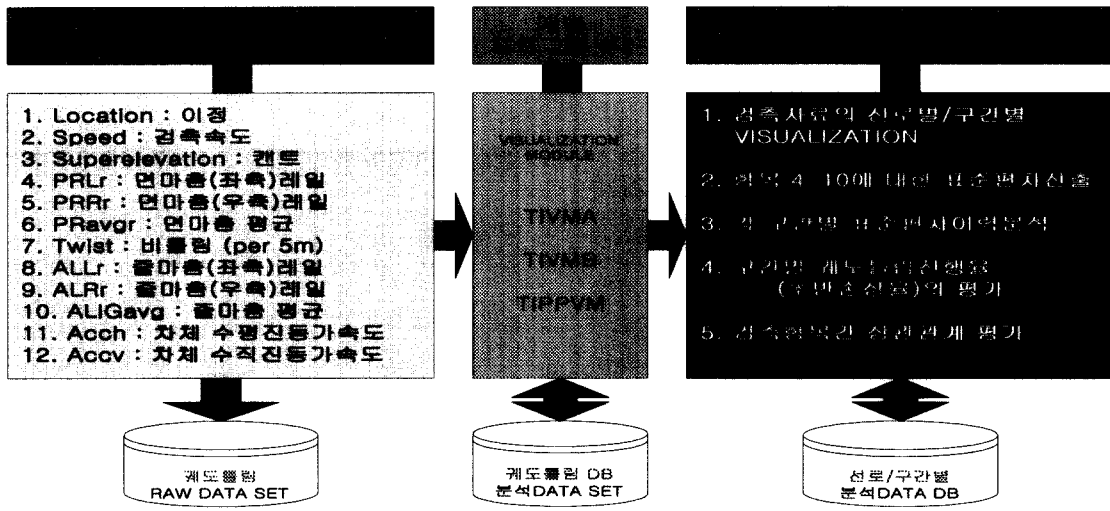


그림 13 궤도틀림 표준편차 및 궤도손상을 분석

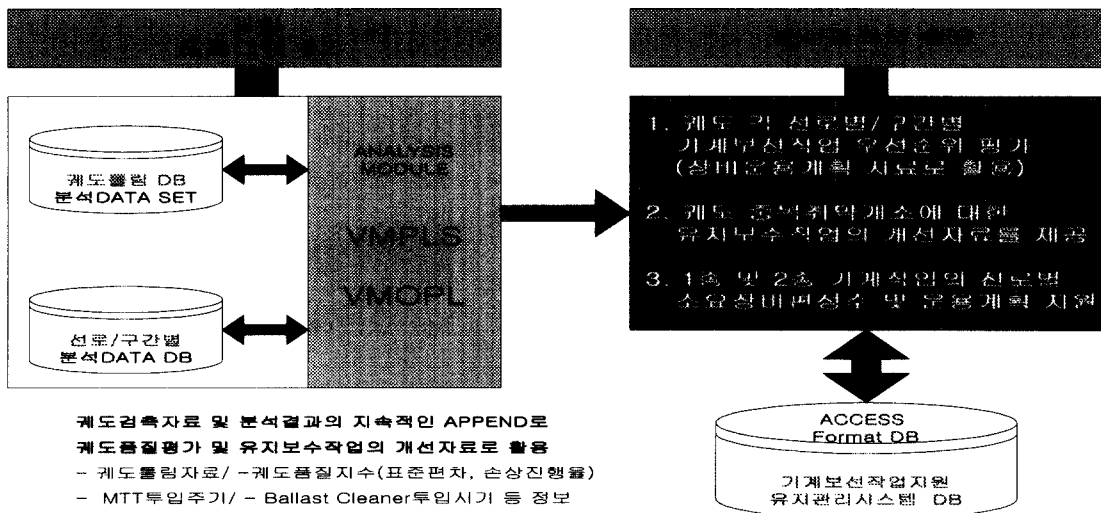


그림 14 기계보선작업 지원정보의 분석

7.2 전산시스템 출력정보

본 연구에서 개발된 궤도틀림의 선로별, 구간별 분석 프로그램의 출력 예를 그림 15부터 17에 나타내었다.

그림 16은 25개의 선로중 임의 선로, 구간 및 visualization하고자 하는 궤도틀림항목에 대한 선택메뉴를 나타낸다.

그림 17은 임의 구간에서의 궤도틀림 취약개소에 대한 확대 및 관리기능을 나타낸다.

개발된 전산프로그램은 궤도틀림의 분석 및 이력관리를 통하여 1종/2종 기계보선작업의 투입주기 및 작업수요량예측에 의한 예방유지보수체계를 위한 지원정보를 제공한다.

8. 결 언

본 연구에서는 궤도유지보수측면에서의 궤도품질평가를 위한 궤도틀림 지표수립에 대한 연구를 수행하고 그에 기초한 예방유지보수체계 지원 전산시스템을 개발하였다. 궤도틀림의 표준편차와 표준편차의 변화율을 이용하여 기계보선작업계획의 수립에 활용하는 방안을 제시하고 본 연구의 결과로부터 도출한 결론을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 궤도보수는 크게 정정(correction)과 갱환(replacement)으로 작업성격상 분류할 수 있으며, 궤도틀림의 표준편차는 정정작업인 1종기계작업의 기준으로, 표준편차의 변화율은 갱환작업인 2종

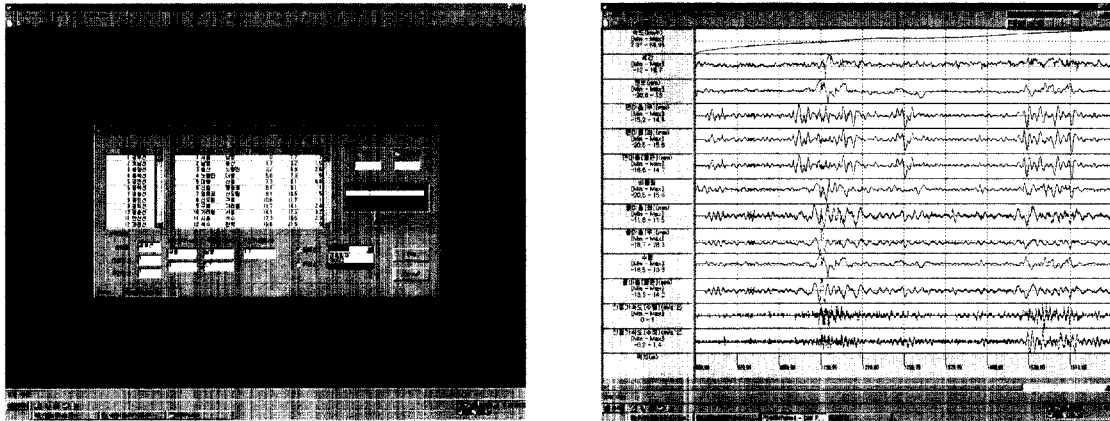


그림 15 초기메뉴 및 궤도틀림자료 출력

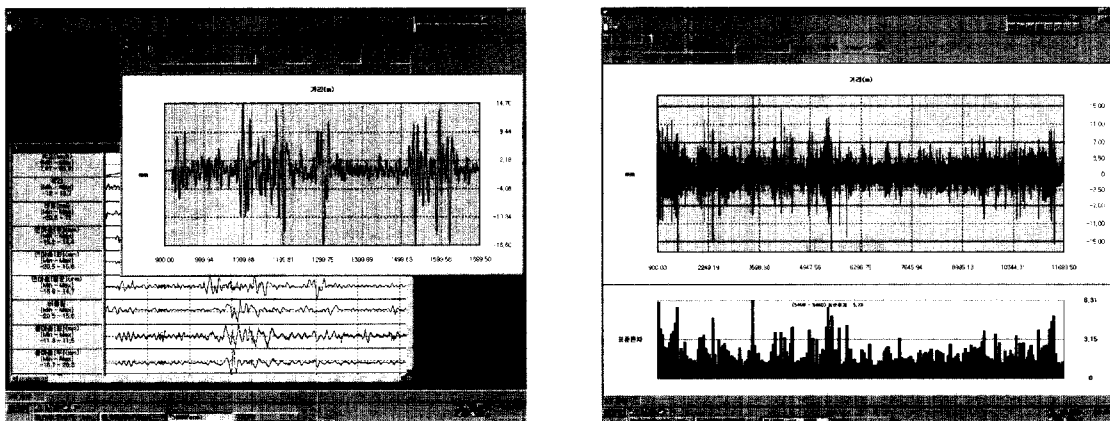


그림 16 임의 선로, 구간에서의 궤도틀림 분석 및 이력관리

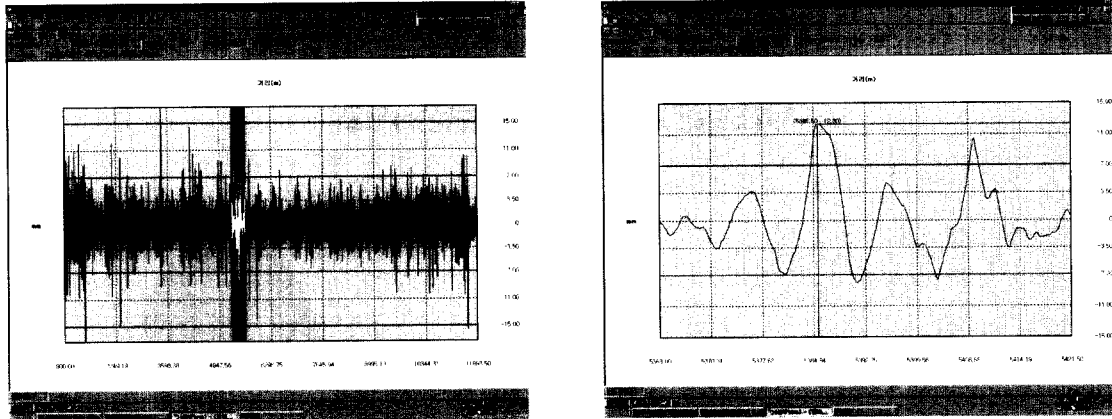


그림 17 궤도틀림 취약개소에 대한 수시보수를 위한 visualization

- 기계작업의 기준에 적합한 지표가 될 수 있다.
- 2) 향후 궤도유지보수조건외의 수준향상과 보수자원의 효율적인 운영위하여 선로조건에 따른 보수기준의 차별화 및 재설정이 필요하리라 판단된다.
  - 3) 궤도의 품질을 규정하기 위해서는 궤도틀림의 표준편차에 대한 이력분석이 반드시 필요하며, 국내 궤도틀림의 진행예측기법의 체계화가 진행되어야 할 것이다.
  - 4) 현행 기계보선의 작업효율향상을 위해서는 계획 보수체계로의 전환이 불가피하며, 기계보선작업의 집중화를 위한 장기계획수립이 필요하다.
  - 5) 지속적인 궤도틀림분석자료의 축적은 향후 궤도유지보수관련 기준의 개발, 차별화 및 궤도손상원인의 규명을 통한 궤도구조의 개선에 반드시 필요한 기초자료의 확보차원에서 매우 중요하다 할 수 있다.
  - 6) 전산시스템의 구축을 통하여 국내 궤도고유의 특성분석이 가능하며, 국내 실정에 적합한 보수체계개선의 방향설정에 기여할 수 있다.

향후 철도토목분야에 대한 기초연구의 수행과 한국적 실정에 맞는 현장자료의 분석 및 축적은 경부고속철도, 기존선고속화 및 기타 도시철도의 건설에 필요한 철도고유기술의 개발 및 자립을 위해서 매우 중요한 부분이라 할 수 있다.

### 참 고 문 헌

1. 오지택 등, 보선작업의 기계화 및 현대화 계획 수립을 위한 연구, 연구보고서, 한국철도기술연구원, 2000
2. UIC, Possibility of creating a standard computer-aided track appraisal system for the planning of track maintenance work, Report IF 1/85, 1985
3. UIC, Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour Safety-Track fatigue-Ride quality, UIC Code 518 OR 1st Ed., 1995