

# 고속선 구조물 특성에 대한 궤도품질지수(TQI) 고찰

## A study on Track Quality Index on structure characteristics of High-speed line

1)신준수\*†

Jun-su Shin\*†

**초 록** 고속선 열차운행에 안정성을 고려한 궤도품질지수는 일률적인 절대수치에 기준을 두고 지금까지 선로유지보수를 시행해 오고 있다. 교량, 터널, 토공부에 대한 궤도형식, 취약구간인 분기부, 곡선부, 신축부, 구조물 어프로치 구간에 대해 특성을 분석하고, 궤도해석을 통한 안정성 검토를 거쳐 최적의 TQI기준을 제시한다.

**주요어** : 궤도유지보수, TQI, 진동가속도

### 1. 서론

본 연구는 경부고속철도 1단계 구간에서 현재 고속철도 유지보수를 담당함에 있어 기준이 되고 있는 궤도 품질 지수에 대한 지난 15년간의 경험을 바탕으로 현장과 동떨어져 사용되는 있는 TQI 기준에 대해 깊이 있게 고찰하고자 한다.

### 2. 이론 및 기준

#### 2.1 궤도품질지수(TQI : Track Quality Index)

$$S.X_{ij} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}$$

$n$ =검측점 수  
 $X$ =검측값  
 $\bar{X}$ =검측값의 평균  
 $i$ =세그먼트  
 $j$ =세그먼트 안에 속한 관측지점

궤도품질지수(TQI)는 궤도틀림을 정규분포로 가정하고 평균값 및 표준편차를 하나의 지수로 표현한다. 표준편차를 이용하는 방법, 평균편차를 이용하는 방법 등이 있으며, 현재 국내의 철도운영기관에서 일반적으로 사용하는 기법은 표준편차 값을 이용한다.

#### 2.2 진동가속도

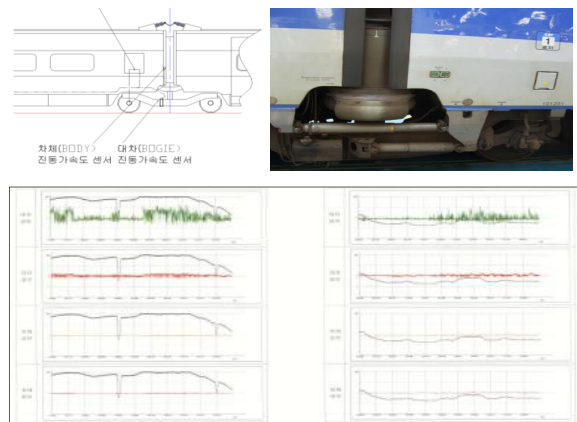


Fig. 1 진동가속도 검측설비 및 측정

- 1) 진동가속도에 의한 승차감 기준
  - Rail의 면맞춤, 줄맞춤 등의 불량에 의한 차량의 충격에 의하여 발생하는 진동
  - 차륜 flat 현상에 의해 레일에 주기적으로 가해지는 충격으로 인한 진동(1eq)

$$Leq [dB] = 20 \log \frac{A_w}{A_{ref}}$$

1) \*† 교신저자 : 한국철도공사 철도교통관제센터

여기서,  $A_w$  : 감각보정된 진동가속도의 실효치  
 ref : 진동의 기준치(Reference)  $10^{-5} \text{ m/s}^2$

Table 1. 우리나라 승차감 지수 평가 척도

승차감 레벨	실효값( $m/s^2$ )	평가
100[dB] 미만	0.1 미만	매우 우수 (very good comfortable)
100[dB] ~ 105[dB]	0.1 ~ 0.178	양호 (good comfortable)
105[dB] ~ 110[dB]	0.178 ~ 0.315	보통 (not uncomfortable)
110[dB] ~ 115[dB]	0.315 ~ 0.562	조금 불편함 (a little comfortable)
115[dB] ~ 120[dB]	0.562 ~ 1	불편함 (uncomfortable)
120[dB] ~ 125[dB]	1 ~ 1.779	매우 불편함 (very uncomfortable)
125[dB] 이상	1.779 이상	극히 불편함 (extremely uncomfortable)

### 3. 분석 및 고찰

T1	총거리(km)	tqi(고저)	tqi(방향)	보수대상(개소)	진동가속도(개소)
교량	88.664	1.934	0.996	2666	3100
터널	89.661	1.150	0.897	1694	553
토공	75.296	1.777	0.986	2866	2048

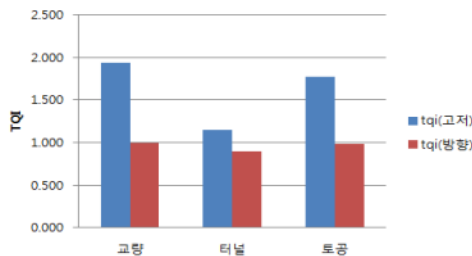


Fig. 2 경부1단계 구조물별 TQI 현황

경부고속철도 1단계 구간의 구조물별 궤도품질지수 현황을 보면 [Fig. 2]와 같다. 구조물별 특성을 반영하지 않고 일률적으로 품질지수를 적용하는 것은 궤도 관리의 효율성면에서 현실과 맞지 않으며, 궤도 유지보수 비용관리나 인력관리면에서도 비효율적이라 사료된다.

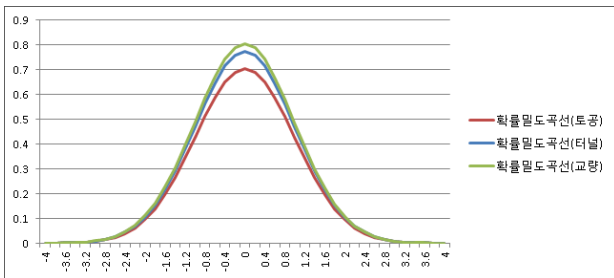


Fig. 3 경부1단계 구조물별 정규분포 확률밀도곡선

T1	tqi(고저)	tqi(방향)
전구간	1.45	0.97
직선	1.58	0.96
완곡곡선	1.25	0.96
원곡선	1.31	0.99
구조물 접속구간	1.69	0.98

Fig. 4 경부1단계 궤도 선형별 TQI 현황

선형별로 품질지수를 분석해 보면, 고저틀림에서는 직선부, 방향틀림에서는 원곡선구간에서 안 좋게 나왔으며, 구조물 접속구간에서는 두 틀림 모두에서 전체구간과 비교했을 때 TQI지수가 안 좋게 나왔다.

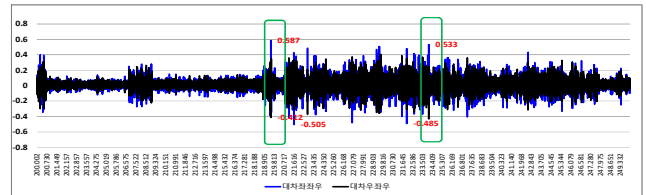
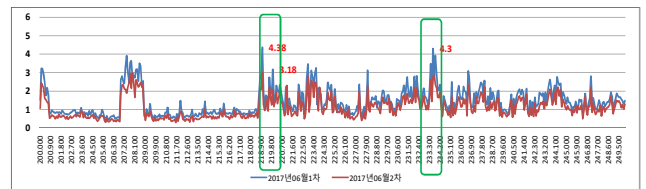


Fig. 5 TQI값에 대한 진동가속도 승차감 검증 현황

### 4. 결론

경부고속철도 1단계 구간에 약 10년의 궤도 검측차 평균 80여회 분량에 대한 궤도별, 구조물별 궤도 품질지수를 제시하였다.

정규분포 2σ에 대한 주의 기준 수치는 상/하선에 미소한 차이를 보이고 있으나 전체 비율로는 같게 분석되었다. 품질지수의 기준 구간을 한국철도에서는 200m 정하고 있으며, 품질지수의 간격 0.25m마다 검측을 하고 있다. 따라서 시종점의 상이하면, 같은 측점이라도 다른 품질지수가 산출되지만, 전체적인 추이를 판별하는 기준에는 무리가 없다고 사료된다.

### 참고문헌

1. 선로유지관리지침(2015), 한국철도시설공단
2. Oh Ji Taek, 외 2명(2000), Study on the Assessment of Track Quality using the Standard Deviation of Track Irregularities, 대한토목학회 학술발표회 논문집