

UIC518 방법에 의한 국내 및 프랑스 고속철도 차량 진동가속도 분석

최일윤^{1*}, 김남포², 이준석¹, 임지훈¹

¹한국철도기술연구원 첨단고속철도연구실, ²한국철도기술연구원 물류시스템연구실

Analysis of the acceleration measured on Korea and France high speed railways using UIC518 code

Il-Yoon Choi^{1*}, Nam Po Kim², Jun S Lee¹, Jihoon Lim¹

¹Advanced High-speed Railroad Systems Research Division, Korea Railroad Research Institute

²Logistics System Research Division, Korea Railroad Research Institute

요약 궤도틀림은 직접 궤도검측을 통해서도 평가가 가능하지만, 차체 진동가속도의 계측을 통해서도 간접적으로 관리상태를 파악할 수 있으며, 최근 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 간접적인 방법을 통해 국내 경부고속철도 자갈궤도의 유지보수 수준을 조사하고 평가하기 위하여, 국내 경부고속철도와 프랑스 고속철도(TGV)의 차체 진동가속도 계측을 수행하고 UIC518 규격에 제시된 방법에 따라 차체 진동가속도 계측 데이터에 대한 신호처리를 수행하였다. 차체 진동가속도는 차량의 주행속도에 따라서도 영향을 많이 받으므로, 신호처리된 계측결과를 속도대역별로 구분하여 상하방향 차체가속도 및 좌우방향 차체가속도의 크기에 따른 빈도분포를 계산하였다. 이렇게 계산된 빈도분포로부터 차량 주행속도에 따른 차체 진동가속도의 분포특성을 조사하고 UIC518에 제시된 기준과 비교하였다. 또한, 경부고속철도와 프랑스 고속철도의 상하방향 및 좌우방향 차체가속도의 빈도분포에 대한 정량적 비교분석을 수행하고, 국내 경부고속철도 자갈궤도 구간의 궤도틀림 관리수준을 평가하였다.

Abstract Track irregularities can be evaluated not only directly by track inspection but also indirectly by measurement of carbody accelerations and many researches are being conducted. Carbody accelerations were measured on the Kyeongbu high speed railway and France high speed line to investigate the situation of the track maintenance at Korea high speed line by using indirect method. Digital signal processing for the measured acceleration data were conducted according to UIC518 code. Since the vehicle speed affects the car body acceleration, the lateral and vertical acceleration of the car body were classified according to the vehicle speed and the distribution characteristics of these acceleration were investigated and evaluated by UIC518 criteria. Finally, the running behavior of KTX on Korea high speed railway were compared with that on France. Distribution characteristics of these acceleration were evaluated and discussed in terms of the track maintenance in Korea high speed line.

Keywords : Body acceleration, KTX, Running behavior, TGV, Track irregularities

1. 서론

고속철도에 대한 경험과 지식이 부족한 상황에서 경

부고속철도 개통 이후 고속선의 궤도관리에 여러 어려움과 시행착오가 있었으나, 약 11년간의 고속선 궤도관리 경험과 여러 연구를 통하여 최근 궤도관리에 대한 기술

본 논문은 국토교통부 국토교통과학기술진흥원에서 시행하는 철도기술연구사업의 “궤도인프라의 유지 보수를 위한 고속 종합 검측시스템 기술개발” 과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Il-Yoon Choi(Korea Railroad institute)

Tel: +82-31-460-5347 email : iychoi@krii.re.kr.

Received September 4, 2015

Revised (1st October 20, 2015, 2nd November 18, 2015)

Accepted December 4, 2015

Published December 31, 2015

이 많이 축적된 상황이다[1].

고속선의 궤도관리는 레일, 패드 등의 궤도 구성품과 도상 등을 포함하고 있으며, 여러 가지 원인에 의하여 발생하는 궤도틀림의 관리가 매우 중요하다. 고속선 궤도틀림의 정정작업은 궤도틀림 허용기준에 따라 수행하는 것이 기본 원칙이며, 궤도틀림이 허용기준보다 작은 경우에도 예방 보수 차원에서 궤도보수가 수행되기도 한다. 그러나 국내 고속선의 궤도틀림 기준은 프랑스 기준을 근간으로 하고 있으며, 국내의 고속선 궤도유지보수는 일반철도의 유지보수의 경험과 기술을 바탕으로 축적되었기 때문에 국내 고속선 궤도유지보수가 적절하게 수행되고 있는가에 대한 정량적이고 객관적 평가가 필요하다.

특히, 궤도틀림의 크기와 진전율은 일반적으로 콘크리트궤도보다 자갈궤도에서 크게 발생하므로 자갈궤도에 대한 궤도틀림 보수 및 관리가 중요하며, 보다 높은 기술력이 요구된다[2]. 프랑스는 고속선이 자갈궤도로 부설되어 있으며, 고속선 자갈궤도에 관리에 대한 많은 경험과 기술력을 보유하고 있다.

본 논문에서는 국내 고속선 자갈궤도의 관리수준에 대한 평가를 수행하고자 하였다. 궤도틀림에 대한 평가는 궤도틀림 검측결과를 이용하여 직접적으로 평가하는 방법도 있지만, 차량의 주행안정성 및 승차감을 이용하여 간접적으로도 평가할 수 있으며 이에 대한 연구가 활발히 진행 중이다[2-5]. 본 논문에서는 차량진동가속도 검측결과를 이용하여 국내 고속선과 프랑스 고속선의 관리수준을 비교분석하였으며, UIC518 규격에 제시된 허용기준과의 비교분석을 수행하였다.

2. 차량진동가속도 허용기준

궤도틀림은 차량진동가속도에 영향을 미치게 된다. 기존의 연구에 따르면, 방향틀림과 수평틀림은 좌우방향 차량진동가속도에 주로 영향을 주며, 고저틀림은 상하방향 차량진동가속도에 많은 영향을 주는 것으로 나타났다[5,6].

국내 고속철도 선형관리기준을 규정하고 있는 [선로유지관리지침]에서는 Table 1에 나타난 바와 같이 방향틀림에 대하여 방향틀림의 허용기준 뿐만 아니라 좌우방향 차체가속도 허용기준을 명시하고 있다[7]. 여기서, 좌우방향 차체가속도의 신호처리방법은 UIC518 규격[8]

에 규정된 간편법(Simplified method) 방법과 동일하며, Table 2에 신호처리 방법을 나타내었다.

3. 차량진동가속도 계측결과 분석

3.1 차량진동가속도 계측 개요

차량진동가속도 계측은 국내 경부고속철도 광명~동대구과 프랑스 고속철도에서 수행하였으며, 객실 바닥에 가속도 센서를 설치하여 2,000Hz의 샘플링주파수로 측정을 수행하였다. 국내 고속선은 총 3회에 걸쳐 계측된 데이터 중에서 콘크리트궤도 구간과 기존선 연결선 구간을 제외하고, 160km/h 이상으로 주행한 구간을 대상으로 분석하였다. 또한, 프랑스 고속선은 2차레에 걸쳐 계측된 자갈궤도 구간을 대상으로 분석하였다. 차량진동가속도의 측정 노선 및 시기와 측정대상 차량에 대한 세부내용은 Table 3에 기술하였다.

Table 1. Track irregularities criteria

		Limit		
		Alignment (mm)	Standard deviation (mm)	Acceleration (m/s ²)
Construction		$D_{10m} \leq 3$	$D_{SD\ 10m} \leq 0.8$ $D_{SD\ 20m} \leq 1.1$	ATc ≤ 0.8 ATb ≤ 2.5
		$D_{20m} \leq 3$		
		$D_{all} \leq 6$		
Target		$D_{10m} \leq 4$	$D_{SD\ 10m} \leq 1.0$ $D_{SD\ 20m} \leq 1.4$	ATc ≤ 1.0 ATb ≤ 3.5
		$D_{20m} \leq 4$		
		$D_{all} \leq 7$		
Alert		$6 \leq D_{10m} < 7$	$D_{SD\ 10m} \geq 1.5$ $D_{SD\ 20m} \geq 2.1$	1.0 < ATc ≤ 2.5 3.5 < ATb ≤ 6.0
		$8 \leq D_{20m} < 9$		
		$12 \leq D_{all} < 16$		
Intervention		$D_{10m} \geq 7$	-	ATc > 2.5 ATb > 6.0
		$D_{20m} \geq 9$		
		$D_{all} \geq 16$		
Speed restriction	230 km/h	$12 \leq D_{10m} < 14$ $13 \leq D_{20m} < 15$ $20 \leq D_{all} < 24$	-	2.8 \leq ATc < 3.0 8.0 \leq ATb < 10.0
	170 km/h	$14 \leq D_{10m} < 17$ $15 \leq D_{20m} < 19$ $D_{all} \geq 24$		
	<160 km/h	$D_{10m} \geq 17$ $D_{20m} \geq 19$		

(Note) ATc : Lateral acceleration of carbody
 ATb : Lateral acceleration of bogie
 D_{10m} : Alignment with 10m versine
 D_{20m} : Alignment with 20m versine
 D_{all} : Alignment with 30m versine
 $D_{SD\ 10m}$: Standard deviation of D_{10m}
 $D_{SD\ 20m}$: Standard deviation of D_{20m}

Table 2. Signal processing method

	Cut-off freq.	Filter type
Vertical & Lateral Body Acc.	0.4-10Hz	BandPass Filter, -3dB, gradient ≥24 dB/octave

Table 3. Measurement line, vehicle, and date

Line	Country	Vehicle	Track type	Max. speed (km/h)	Measured date
Paris -Calais	France	Eurostar	Ballasted track	300	2011.10
Paris -Dijon	France	TGV	Ballasted track	300	2012.05
Dijon -Mulhouse	France	TGV	Ballasted track	320	2012.05
Saarbrücken -Paris	France	ICE	Ballasted track	320	2011.10
Kwangmyeong -Dongdaegu	Korea	KTX	Ballasted track	300	2010.05
					2010.06
					2013.06

3.2 경부고속선 차량진동가속도 분석

경부고속선 광명~동대구 고속선 구간의 차체 진동가속도 측정데이터에 대하여 Table 2의 방법에 따라 신호처리, 즉 0.4~10Hz의 대역통과필터링(Bandpass filter)을 수행하였다.

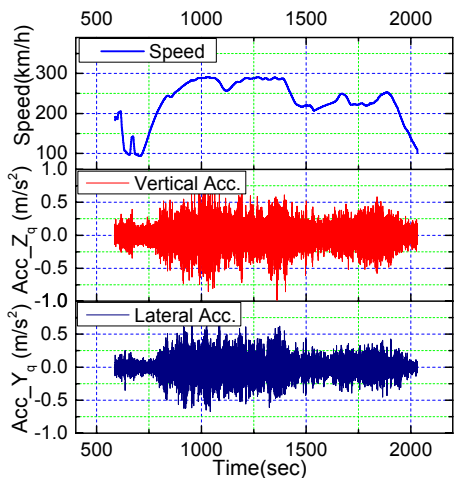


Fig. 1. Example of vehicle acceleration measured on Kyeongbu highspeed railway

신호처리를 수행한 상하방향 차체 진동가속도 및 좌우방향 차체 진동가속도 측정결과 중에서 일부를 발췌하

여 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1의 그래프는 맨 위로부터 아랫방향으로 주행속도(Speed), 상하방향 차체가속도(Acc_Zq), 좌우방향 차체가속도(Acc_Yq)를 의미한다. Fig. 1로부터 상하방향의 차체 진동가속도가 좌우방향의 차체 진동가속도 보다 다소 크게 분포되고 있음을 알 수 있었다. 또한, 차량속도가 증가함에 따라 차체 진동가속도가 다소 커지는 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 차체 진동가속도는 차량의 속도뿐만 아니라 궤도선형 및 궤도틀림 등 궤도상태에 따라 영향을 받게 되며, 측정된 구간의 궤도상태가 동일하지 않기 때문에 유사한 속도에도 차량진동가속도가 다소의 편차를 보이고 있었다.

3.3 프랑스 고속선 차량진동가속도 분석

프랑스 고속선에서 측정된 차량진동가속도 측정결과를 경부고속선과 동일한 방법으로 0.4~10Hz의 대역통과 필터링(Bandpass filter)을 수행하고, Fig. 2에 나타내었다. 국내 고속선의 경우와 마찬가지로 상하방향의 차체 진동가속도가 좌우방향의 차체 진동가속도 보다 다소 큰 값을 보였으며, 속도가 증가함에 따라 차체 진동가속도가 다소 커지는 경향을 보이고 있음을 알 수 있다.

3.4 경부고속선 및 프랑스고속선의 차량진동가속도 분포특성 분석

국내 경부고속선 및 프랑스 고속선의 자갈궤도 구간에서 측정된 차량진동가속도의 크기별 분포특성을 정량적으로 분석하기 위하여 160, 200, 230, 270km/h 속도 대역으로 구분하여 빈도분포특성을 조사하였다.

빈도분포특성은 전체 측정결과에서 변수(x)의 값을 초과하는 초과확률($E_X(x)$)을 백분율로 나타내었으며, 다음 식(1)과 같다.

$$E_X(x) = 1 - F_X(x) \tag{1}$$

여기서, $F_X(x)$ 는 누적분포함수(Cumulative Distribution Function)을 의미하며, 식(2)와 같다.

$$F_X(x) = P(X \leq x) \tag{2}$$

국내 경부고속철도 및 프랑스 고속철도의 차체 진동가속도의 빈도분포를 초과확률($E_X(x)$)로 Fig. 3과 4에

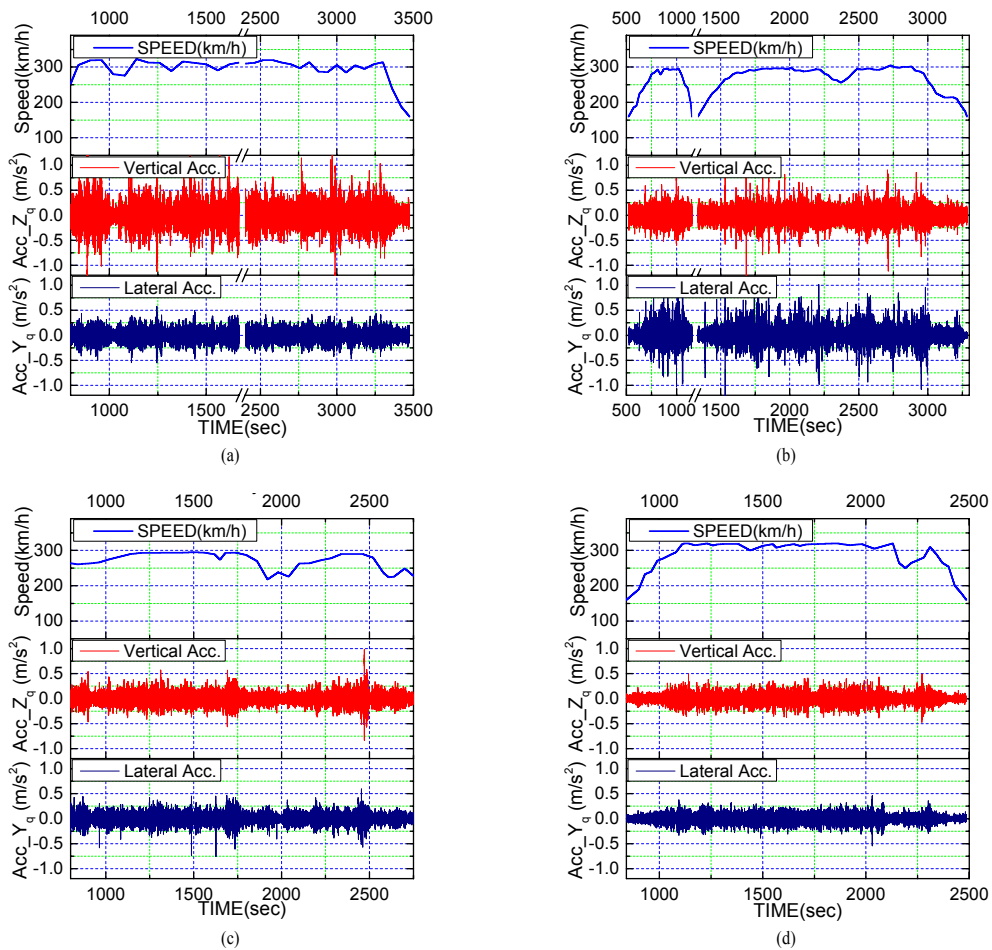


Fig. 2. Vehicle acceleration measured on France highspeed railway
 (a)Saarbrücken-Paris (b)Paris-Calais (c)Paris-Dijon (d)Dijon-Mulhouse

정리하였다. Fig. 3과 4에서 X축은 가속도를 의미하며, Y축은 X축에 해당하는 크기의 가속도 보다 큰 값을 갖는 분포비율을 의미한다. 즉, 동일한 크기의 가속도에서 분포비율이 작을수록 차량진동가속도 측면에서 우수함을 의미한다.

Fig. 3에 나타난 국내 경부고속철도의 좌우방향 및 상하방향 차량진동가속도의 빈도분포에서 속도가 증가할수록 차량진동가속도가 증가하는 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 상하방향의 가속도의 값이 좌우방향 가속도 보다 다소 크게 분포하였다.

한편, Fig. 4에 나타난 프랑스 고속철도의 좌우방향 및 상하방향 차량진동가속도의 빈도분포분석결과에서도 속도가 높을수록 가속도가 크게 나타났다. 그러나 좌우

방향가속도의 경우, 약 0.1% 이하의 빈도분포를 갖는 구간에서는 오히려 속도가 낮은 대역에서 더 큰 좌우방향 가속도가 발생하는 경향을 보이는 현상도 나타났다. 이는 좌우방향 차량가속도에 영향을 주는 방향틀림 또는 수평틀림의 값이 고속구간에 비하여 크게 발생하였기 때문으로 판단된다. 또한, 프랑스 고속철도에서 270km/h 이상의 고속구간은 상하방향가속도가 좌우방향가속도 보다 큰 값을 갖는 것으로 평가되었으나, 160~270km/h 구간에서는 좌우방향가속도가 오히려 상하방향가속도 보다 큰 것으로 평가되었다.

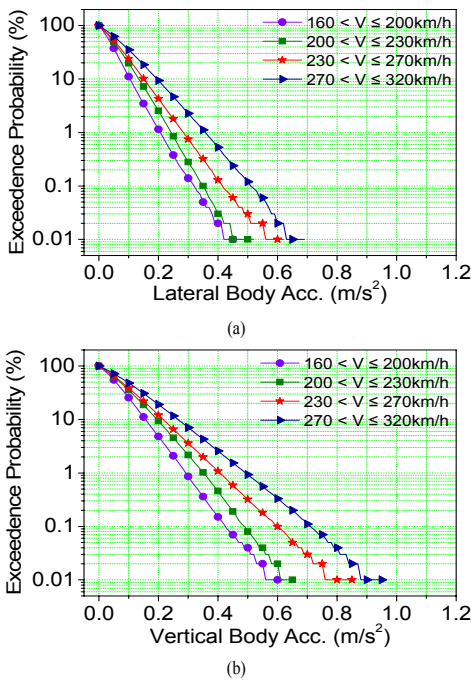


Fig. 3. Exceedance distribution probability on Korea highspeed railway (a)Lateral body acceleration (b)Vertical body acceleration

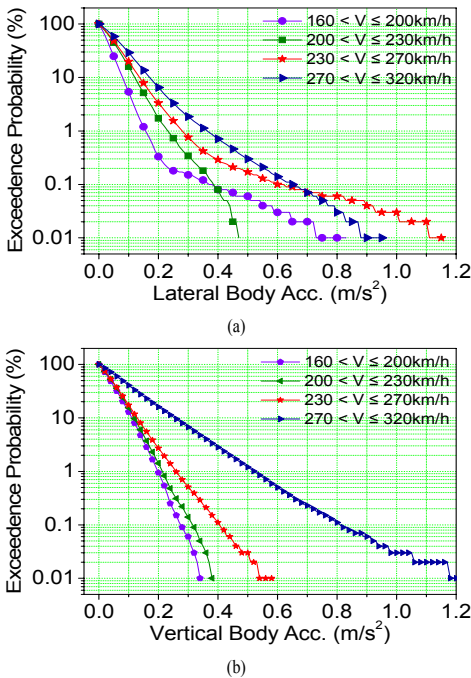


Fig. 4. Exceedance distribution probability on France highspeed railway (a)Lateral body acceleration (b)Vertical body acceleration

국내 경부고속철도와 프랑스 고속철도의 차량진동가속도 비교를 위하여 Fig. 5와 6 그리고 Table 4와 5에 분석결과를 정리하였다.

좌우방향 차체 진동가속도의 초과빈도분포를 속도대역별로 구분하여 경부고속철도와 프랑스 고속철도의 비교결과를 나타낸 Fig. 5로부터 모든 속도대역에서 약 $0.3m/s^2$ 이하의 크기를 갖는 좌우방향 차체 진동가속도의 분포비율은 경부고속철도와 프랑스 고속철도는 거의 유사하였다.

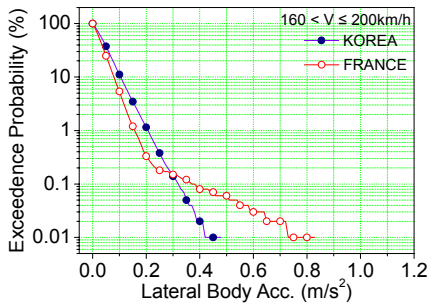
그러나 $0.3m/s^2$ 이상의 비교적 큰 가속도의 값의 분포에서는 경부고속철도의 값이 프랑스 고속철도보다 작은 값을 보이고 있음을 알 수 있다. 즉, 좌우방향 차체 진동가속도 측면에서 국내 경부고속철도가 프랑스 보다 우수하였다.

[선로유지관리지침]에 규정된 궤도틀림 관리를 위한 차체 좌우방향가속도 기준과 비교하면, 경부고속철도의 경우, 230km/h 이상의 속도에서는 좌우방향 차체가속도가 모든 구간에서 $0.7m/s^2$ 이하로써 준공기준인 $0.8m/s^2$ 이내에 분포하고 있었다. 또한, 보수기준 $2.5m/s^2$ 의 약 28% 수준 이내에 분포하고 있음을 알 수 있었다.

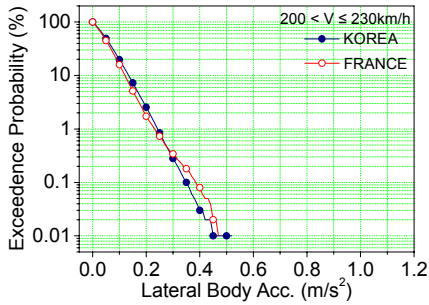
한편, 프랑스 고속선의 차체좌우방향가속도 최댓값은 230~270km/h 속도대역에서 약 $1.2m/s^2$, 270km/h 이상의 속도대역에서 약 $1.0m/s^2$ 이다. 따라서 최댓값 측면에서도 경부고속선의 차체좌우방향가속도가 프랑스 보다 양호한 것으로 평가되었다.

종합적으로 판단해 보면, 국내 경부고속철도와 프랑스 고속철도의 좌우방향 차체 진동가속도의 비교결과로부터 국내 경부고속철도가 상대적으로 우수한 것으로 평가되었다. 이는 좌우방향 차체 진동가속도에 영향을 주는 방향틀림 또는 수평틀림의 궤도틀림의 관리가 경부고속철도가 프랑스 보다 우수할 정도로 충분히 양호하게 관리되고 있음을 의미한다.

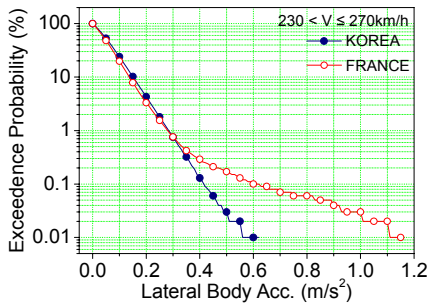
Fig. 6은 상하방향 차체 진동가속도의 초과빈도분포를 속도대역별로 구분하여 비교한 결과를 나타낸 그래프이다. 270km/h 이하의 속도구간에서는 상하방향 차체 진동가속도는 국내 경부고속철도 보다 프랑스 고속철도가 작은 값을 갖는 것으로 평가되었다.



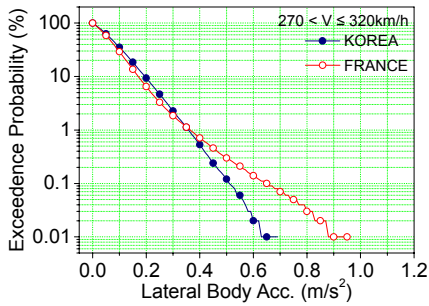
(a)



(b)

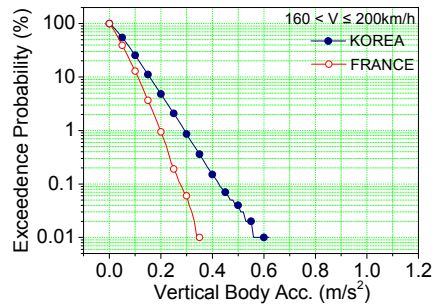


(c)

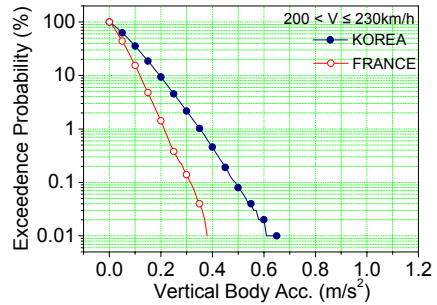


(d)

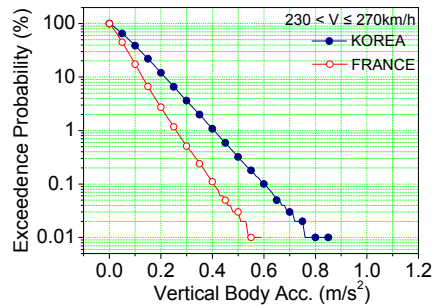
Fig. 5. Exceedance distribution probability for lateral body acceleration on Korea and France
 (a) $160 < V \leq 200 \text{ km/h}$ (b) $200 < V \leq 230 \text{ km/h}$
 (c) $230 < V \leq 270 \text{ km/h}$ (d) $270 < V \leq 320 \text{ km/h}$



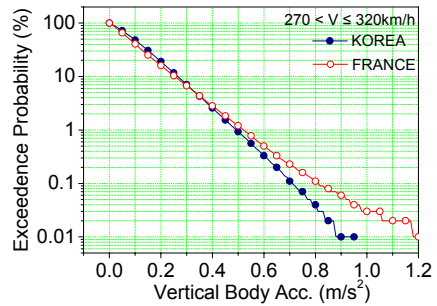
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 6. Exceedance distribution probability for vertical body acceleration on Korea and France
 (a) $160 < V \leq 200 \text{ km/h}$ (b) $200 < V \leq 230 \text{ km/h}$
 (c) $230 < V \leq 270 \text{ km/h}$ (d) $270 < V \leq 320 \text{ km/h}$

Table 4. Exceedance distribution probability for lateral body acceleration on Korea and France

Acceleration (m/s ²)		160<	200<	230<	270<	Total
		V ≤200	V ≤230	V ≤270	V	
0.1~	Korea	11.09	19.72	23.96	35.14	25.06
	France	5.38	15.93	19.83	29.07	25.59
0.2~	Korea	1.15	2.54	4.29	9.34	5.14
	France	0.33	1.72	3.32	6.47	5.36
0.3~	Korea	0.14	0.28	0.75	2.28	1.06
	France	0.15	0.34	0.76	1.85	1.49
0.4~	Korea	0.02	0.03	0.13	0.53	0.22
	France	0.08	0.08	0.29	0.71	0.57
0.5~	Korea	0.00	0.01	0.03	0.12	0.05
	France	0.06	0.00	0.17	0.30	0.25
0.6~	Korea	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
	France	0.03	0.00	0.10	0.14	0.12
0.7~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.02	0.00	0.07	0.07	0.06
0.8~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.01	0.00	0.06	0.03	0.03
0.9~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.04	0.01	0.02
1.0~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01
1.1~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
1.2~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

270km/h 보다 높은 속도구간에서는 상하방향 차체 진동가속도는 상이한 결과를 보였다. 즉, 약 0.4m/s² 이하의 크기를 갖는 좌우방향 차체 진동가속도의 분포비율은 경부고속철도와 프랑스 고속철도가 거의 유사하였다. 그러나 0.4m/s² 이상의 비교적 큰 가속도의 값의 분포에서는 경부고속철도가 프랑스 고속철도보다 작은 값을 보이고 있음을 알 수 있다. 또한, 상하방향 차체 진동가속도의 최댓값은 경부고속철도 1.0m/s², 프랑스 고속철도 1.7m/s²로써 경부고속철도가 작은 값을 보이고 있다.

한편, 국내경부고속철도 및 프랑스 고속철도의 상하방향 차체가속도 최댓값은 모든 속도대역에서 UIC518 규격의 간편법(Simplified method)에서 제시하고 있는 주행거동 (Running behavior)의 기준인 2.5m/s² 보다 작은 값을 갖는 것으로 평가되어 해당 기준을 모두 만족하고 있음을 확인할 수 있었다.

상하방향 차체 진동가속도의 비교결과에서는 270km/h 이하의 속도구간에서는 프랑스가 상대적으로 다소 우수하였으나, 270km/h 보다 높은 고속구간에서는 국내의 경부고속철도가 우수한 결과를 나타냈다.

Table 5. Exceedance distribution probability for vertical body acceleration on Korea and France

Acceleration (m/s ²)		160<	200<	230<	270<	Total
		V ≤200	V ≤230	V ≤270	V	
0.1~	Korea	25.48	35.46	38.76	48.11	39.44
	France	12.91	15.45	17.36	40.55	34.44
0.2~	Korea	4.82	9.36	12.07	19.05	12.83
	France	0.94	1.42	2.72	16.01	12.54
0.3~	Korea	0.86	2.17	3.61	7.08	4.07
	France	0.06	0.14	0.51	6.73	5.14
0.4~	Korea	0.15	0.46	1.08	2.58	1.31
	France	0.00	0.00	0.11	2.82	2.14
0.5~	Korea	0.04	0.08	0.32	0.93	0.43
	France	0.00	0.00	0.03	1.20	0.91
0.6~	Korea	0.01	0.02	0.10	0.33	0.14
	France	0.00	0.00	0.00	0.50	0.38
0.7~	Korea	0.00	0.00	0.03	0.11	0.05
	France	0.00	0.00	0.00	0.23	0.17
0.8~	Korea	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02
	France	0.00	0.00	0.00	0.11	0.08
0.9~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
	France	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04
1.0~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02
1.1~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
1.2~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
1.3~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
1.4~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
1.5~	Korea	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	France	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

4. 결론

궤도의 유지보수에 있어서 높은 기술력과 많은 경험 이 요구되는 자갈궤도로 부설된 국내의 경부고속선의 자갈궤도의 관리는 해외의 고속철도 선진국의 기술에 의존 하지 않고 국내의 독자적인 기술에 의하여 수행되었다. 따라서 국내 경부고속선의 자갈궤도의 유지보수가 적정 하게 이루어지고 있는가에 대한 정량적이고 객관적인 고 찰이 필요하다. 본 논문에서는 국내와 유사한 조건을 갖 고 있는 고속철도 선진국인 프랑스 자갈궤도와와의 차량진 동가속도에 대한 정량적 비교를 통하여 국내의 현황을 확인하였으며, 이러한 비교를 통하여 고속선 유지관리에 피드백하는 과정은 고속철도 자갈궤도 유지보수에 많은 도움이 될 것으로 예상된다.

국내 경부고속철도와 프랑스 고속철도의 자갈궤도 구

간에서의 실제 계측데이터에 의한 차체 진동가속도 비교 결과를 정리하면 다음과 같다.

좌우방향 차체 진동가속도는 160km/h 이상의 모든 속도대역에서 약 0.3m/s² 이하의 분포비율은 경부고속철도와 프랑스 고속철도는 거의 유사하였다. 그러나 0.3m/s² 이상의 비교적 큰 가속도의 값의 분포에서는 경부고속철도의 값이 프랑스 고속철도보다 작은 값을 보이고 있어서 국내 경부고속철도가 프랑스 보다 우수한 것으로 평가되었다. 궤도틀림 중에서 방향틀림과 수평틀림이 좌우방향 차체 진동가속도에 가장 큰 영향을 미치므로, 국내 경부고속선의 방향틀림과 수평틀림의 관리는 좌우방향 차체 진동가속도 측면에서 경부고속철도가 프랑스 보다 우수한 정도로 충분히 양호하게 관리되고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 230km/h 이상의 속도대역에서 경부고속선의 최대 좌우방향가속도는 0.7m/s²로써 [선로유지관리지침]에 규정된 보수기준 2.5m/s²의 약 28% 수준 이내에 분포하였다.

상하방향 차체 진동가속도는 270km/h 이하의 속도구간에서는 프랑스 고속철도가 우수하였으나, 270km/h를 초과하는 고속구간에서는 경부고속철도가 우수한 것으로 평가되었다. 경부고속철도의 상하방향 차체 진동가속도의 최댓값은 1.0m/s²로써 UIC518 규격의 간편법(Simplified method)에서 제시하고 있는 주행거동(Running behavior)의 기준인 2.5m/s²의 40%수준으로 해당 기준을 모두 만족하고 있음을 확인할 수 있었다.

References

- [1] T. K. Kang, "Optimal maintenance technique of the ballasted track in high speed railway", PhD Thesis, Chungnam National University, 2014.
- [2] I. Y. Choi, J. H. Um, J. S. Lee, M. J. Choi, J. H. Lim, "Comparison of ride comfort between Korean and European high speed railway by using continuous comfort method", Journal of the Korean society for railway, Vol.18, No.3, pp. 203-211, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2015.18.3.203>
- [3] M. H. Jung, "Evaluation of track irregularity using frequency response function and measured bogie acceleration", MS Thesis, Changwon University, 2010.
- [4] M. C. Jeong, J. H. Kim, J. H. Lee, Y. S. Kang, J. S. Kong, "Study for progress rate of standard deviation of irregularity based on track properties for the railway track maintenance cycle analysis", Journal of the Korea institute for structural maintenance inspection, Vol.16, No.3, pp. 31-40, 2012.

DOI: <http://dx.doi.org/10.11112/jksmi.2012.16.3.031>

- [5] Korea Rail Network Authority, Maintenance Standard for Railroad, pp. 77-82, Korea Rail Network Authority, 2015.
- [6] I. Y. Choi, J. H. Um, J. S. Lee, H. H. Choi, "The influence of track irregularities on the running behavior of high speed train", IMechE J rail and rapid transit, Vol.227, No.1, pp. 94-102, 2013.
- [7] Y. S. Lim, "Influence analysis of track irregularities on KTX running behavior", MS Thesis, Korea University, 2012.
- [8] International Union of Railways(UIC), UIC 518 - Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour - Safety - Track fatigue - Running behaviour, pp. 67-72, 2009.

최 일 윤(II-Yoon Choi)

[정회원]



- 2003년 2월 : 한양대학교 대학원 토목공학과 졸업(공학박사)
- 2006년 12월 : 미국 Georgia Tech. Univ. PostDoc
- 1996년 8월 ~ 1997년 12월 : 한국고속철도건설공단 연구원
- 1997년 12월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 책임연구원, 연구단장

<관심분야>

궤도 설계 및 유지보수, 검측시스템

김 남 포(Nam Po Kim)

[정회원]



- 2009년 2월 : 아주대학교 대학원 기계공학과 졸업(공학박사)
- 1985년 1월 ~ 1996년 1월 : 대우중공업 철도차량연구소 선임연구원
- 1996년 4월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 책임연구원

<관심분야>

철도차량 동역학 및 차량-궤도 상호작용

이 준 석(Jun S Lee)

[정회원]



- 1994년 7월 : Univ. of Wales, Swansea, 공학박사
- 1995년 12월 ~ 1997년 12월 : 한국고속철도건설공단 수석연구원
- 1997년 12월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 수석연구원

<관심분야>

철도구조물 계측 및 유지보수

임 지 훈(Jihoon Lim)

[정회원]



- 2015년 6월 : 연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정 수료
- 2007년 8월 ~ 2013년 12월 : (주)브이테크 기술연구소 연구원
- 2015년 1월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 선임연구원

<관심분야>

궤도감측 및 유지보수, 구조동역학