

국내 기존선 고속화 기준 정립을 위한 국외 기준 및 사례 고찰

Case Study on Foreign Criteria to Increase Operating Speed of Existing Line

김만철*, 최영태*†, 여인호*, 오주한**, 최유복**

Man Cheol Kim*, Yeong-Tae Choi*†, Inho Yeo*, Ju-Han Oh**, Yu Bok Choi**

초 록 철도경쟁력향상을 위하여 주요노선에 준고속차량인 EMU-250 도입을 추진하고 있다. 이에 준고속대역(250km/h)에 적합한 합리적인 철도건설기준 정립이 필요하다. 해외의 기존선 증속 기준과 사례를 조사하여 우리나라 현황에 적합한 기준을 마련하고자 한다. 프랑스에서는 일반기준(standard limit)을 기본으로 일부 예외규정(extraordinary limit)을 허용하여 경제적인 선형개량을 도모하고자 하였다. 일본은 향상된 차량성능을 반영하기 위하여 단계적인 차량 증속시험으로 경제적인 증속을 도모하였다. 일본과 프랑스 모두 고비용의 철도시설물 개량보다는 차량의 특성을 충분히 반영하고, 기준(승차감 중심)을 초과하는 경우에 대해서 제한적으로 선형개량을 하여 경제성을 확보하고자 하였다.

주요어 : 기존선 고속화, 철도선형기준, 해외사례, 증속, 준고속화

1. 서 론

국토부는 철도의 경쟁력향상을 위해서 주요 노선축인 서해선, 중앙선, 경전선, 원강선 등에 준고속차량 EMU-250 도입을 위한 기존선 고속화 추진계획을 수립하였다. 기존선의 고속화 및 고속화 효과 증대를 통한 철도의 속도경쟁력 향상을 위해서는 열차운행속도를 제약하고 있는 현행 철도건설기준에 대해, 열차운행의 안전성, 승차감, 유지보수성 등을 고려한 250km/h 대역의 합리화가 병행되어야 한다. 이에 본 논문에서는 해외의 기존선 고속화와 관련된 기준과 사례를 조사하여 비교·검토하였다.

신호체계를 적용한다. 따라서 경제성을 고려하여 기존 일반철도 개량 최고속도를 220km/h로 규정한다.

일반기준(Standard limit)과 예외규정(Extraordinary)을 두어 기존선 개량에는 예외규정을 일부 허용하여, 합리적이고 경제적인 개량이 되도록 하고 있다. 아래 Table 1은 프랑스 선형관련 기준을 나타낸다.

이러한 기준을 적용하여 일반선인 Niort-La Rochelle 구간(75km)을 150km/h에서 200km/h로 증속하여 운영중에 있다.

2. 해외 기존선고속화 기준 및 사례

2.1 프랑스 기준 및 사례

프랑스는 220km/h를 기준으로 일반철도와 고속철도로 구분하였으며 이에 따라 다른

Table 1 Criteria for line alignment in France

Criteria		≤230	≤270	≤300	≤320	≤350
Line factor (×1000)	K	390	576	720	850	1,000
Cant	d					
Maximum limit	(mm)	180	180	180	180	180
Cant deficiency	l					
Standard limit		110	100	80	75	65
Extraordinary Limit		140	130	100	90	80
Cant deficiency variation	Δl					
Standard limit	/Δt	30	30	30	30	30
Extraordinary limit	(mm/s)	50	50	50	50	50
Cant variation	Δd					
Standard limit	/Δl	180/V	180/V	180/V	180/V	180/V
Extraordinary limit	(mm/s)	216/V	216/V	216/V	216/V	216/V

† 교신저자: 한국철도기술연구원 첨단궤도토목본부 (yeongtaechoi@krrri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 첨단궤도토목본부

** 한국철도시설공단 KR연구원 시설연구

*** 한국철도시설공단 궤도설계부

개량시 종단선형에 대한 고려는 하지 않았으며, 자갈도상두께 확보하였고, 레일과 체결구, 파손이 심한 침목을 교체하여 증속후 유지보수저감과 승차감을 확보하도록 하였다. 평면선형을 조정을 최소화하였고, 선형기준을 만족하지 못하는 일부구간(Curve n°56)에서는 155km/h로 속도를 제한하여 운행하도록 하였다. 승차감과 관련이 있는 line factor(Cant/R(곡선반경))라는 경험적인 지수를 도입하여 곡선반경과 캔트를 결정하도록 유도하였다. 즉, 과업구간에 동일한 line factor를 적용하여 동일한 승차감을 얻을 수 있도록 하고 있다.

2.2 일본 기준 및 사례

일본의 선형설계기준은 법령, 성령, 철도사업자의 사내기준에서 정한다. 법령에서는 최고속도와 안전에 관련된 철도사업법과 시행규칙을, 성령은 ‘철도에 관한 기술상의 기준’을 정하며, 사내규정은 상위 기준에 근거하여 실시기준과 세목을 정의한다.

이중 기준선 고속화에 관련된 주요 선형기준을 살펴보면 다음과 같다. 신간선의 최대 허용 캔트는 200mm, 부족캔트는 90mm를 표준으로하나 도카이도신간선은 110mm를 적용하였다. 완화곡선은 아래 식 중 최대값으로 결정된다($L = \max(L_1, L_2, L_3)$).

$$L_1 = \frac{V}{3.6} \times \frac{C_d}{C_{d,0}} = 0.0075 C_d V$$

$$L_2 = \frac{V}{3.6} \times \frac{C_m}{C_{m,0}} = 0.0062 C_m V$$

$$L_3 = 0.3 C_m$$

여기에서 C_d 부족캔트량, C_m 캔트량, $C_{d,0}$ 시간당 부족캔트 변화량(신간선의 경우 37mm/sec), $C_{m,0}$ 시간당 캔트변화량(신간선의 경우 45mm/sec), V 최고속도이다.

주목할 만한 점은 캔트를 적용중심이 우리나라(내측레일 기준)와 다르게 궤도중심을 기준으로 적용한다. 따라서 내측레일에서는 도상두께가 얇아져 이부분의 두께가 적용한계를 결정하기도 한다. 기존선 증속시 차량의 성능(속도증가, 차량자중 감소)도 향상됨

으로 궤도에 부담되는 하중(횡압)도 다르다. 따라서 개발된 차량을 대상 노선에서 단계적 증속시험으로 승차감 등을 평가하여 최종 운행속도를 결정한다.

차량의 고유진동수를 고려한 완화곡선사이의 원곡선 및 직선 길이에 대한 규정이 있었으나 주행안정성에 문제가 없는 것으로 평가되어 현재는 적용되지 않는다. 아래 Fig. 1과 같이 완화곡선만 적용하여 승차감을 향상시켰다. 평면선형의 경우와 같은 이유로 종곡선 및 종곡선사이의 직선의 길이를 별도로 규정하지 않고 있다.

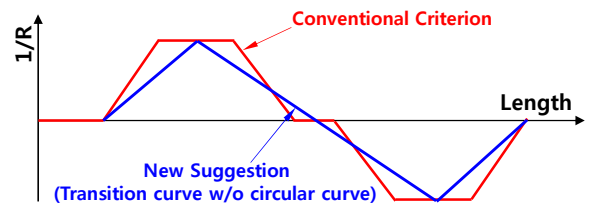


Fig. 1 New criteria for transition curve application

3. 결론

프랑스와 일본의 기준과 사례를 검토할 결과, 기존선 증속을 위하여 일부 예외 규정을 두어 비용을 최소화하려고 노력하였다. 증속시 차량개발이 동반됨으로 발전된 차량의 특성을 충분히 반영하여 비용절감을 도모하였다. 따라서 국내관련 기준 재정시에도 차량을 특성을 충분히 반영한 기존선 개량 기준을 마련해야 할 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 한국철도시설공단의 “기존선 고속화를 위한 철도기준 합리화연구”의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Investigation on Railway Geometry standard of HSL on Existing Line in France, Technical Report, Systra, 2018
- [2] Investigation on Railway Geometry standard of Speed-up on Existing Line in Japan, Technical Report, Japan Railway Track consultants Co., LTD., 2018