

경부선 고속열차 증속을 고려한 철도인프라 보강 방안

Suggestion to Improve the Railway Infra for Speed Increase of High-speed Train in Gyeongbu Line

김정훈* 박대근** 원용환*** 김만철**** 강영중†
Kim, Jung-Hun Park, Dae-Geun Won, Yong-Hoan Kim, Man-Cheol Kang, Young-Jong

ABSTRACT

Enhancements of transport capacity in Gyeongbu line are continuous with the operating cost reduction and Korean economic development. Besides, requirements of a people about speed-up and customer service after the opening of high-speed railway(KTX) are being increased nowadays. Therefore, development and effort for speed increase of high-speed railway(KTX) have to be encouraged and supported by the government. In this study, market and technology trends for speed increase of high-speed train in Korea and abroad were investigated. As a result, we suggested to improve the railway infra for speed increase of high-speed train in Gyeongbu line.

1. 서 론

철도는 교통수단의 하나로써 다른 교통수단과의 경쟁력이 요구된다. 그러므로 고속열차의 증속은 신선 건설비용보다 적은 비용으로 여행시간 단축효과가 크며, 국민에게 편익을 제공하고 더불어 수입과 직결되므로 끊임없이 추구해야할 사안이다. 더불어 우리나라 경제의 60% 이상을 담당하는 경부축에서의 수송력의 증대는 곧 우리나라 경제발전 및 운영비 절감과 직접적인 연관성을 가지고 있고, 고속철도 개통 이래로 국민들의 보다 빠른 고속화의 요구는 점증하고 있는 상황으로서 이러한 국민적 기대는 고객 서비스 향상 차원과 연계되어 있으므로, 고속철도의 속도 향상을 위한 노력이 경주되고 투자되어야 한다. 따라서 고속철도의 최고 운행 속도를 현재의 300km/h에서 그 이상으로 높이고, 전체적인 여행시간 단축을 위한 인프라 보강 기법과 표정속도를 향상을 위한 설비 업그레이드 방법에 대한 연구가 반드시 필요하다고 판단된다. 하지만 열차의 증속으로 인해 궤도에 미치는 영향이 더욱 더 크게 발생하며 이로 인한 선로 구축물의 안전성이 저하될 우려가 높다. 따라서 최근 철도 시스템의 발전방향에 비추어 안전하고 경제적인 고속철도 운영을 위해서는 고속열차 증속을 고려한 선로구조물의 평가 체계와 보강 및 유지관리를 위한 기반 기술을 개발하는 것이 급선무이다.

국토해양부는 앞으로 운행속도 350km/h(최고속도 400km/h)의 차세대 고속열차를 개발해 2015-2017년께 상용화한다는 계획을 발표하였다. 이렇듯 열차속도는 비약적인 발전을 이루고 있으나 이를 뒷받침하는 철도인프라 기술은 미진한 실정이다. 현재 고속철도는 350km/h로 설계되어 있으며, 운행속도는

† 책임저자 : 정희원, 고려대학교, 건축·사회환경공학과, 교수

E-mail : yjkang@korea.ac.kr

TBL : (02)927-7715 FAX : (02)921-5166

* 정희원, 고려대학교, 건축·사회환경공학과, 박사과정

** 정희원, 한국철도시설공단, 궤도기술팀, 부장

*** 비희원, 한국철도공사, 연구원 기술연구팀, 부장

**** 정희원, 한국철도기술연구원, 차륜궤도연구실, 책임연구원

300km/h이다. 이를 철도 인프라 측면에서 최소 비용으로 보강 기술을 개발하여 고속열차의 증속을 통해 운영효율화를 극대화시키고, 더 나아가 추후 차세대 고속열차의 운행속도를 가능케하여 국민의 편의성 및 경제성 확보는 물론 국가차원에서 이익을 창출할 수 있도록 유도해야한다. 그리고 고속열차의 경우 한 번의 사고가 대형 참사를 초래할 수 있기 때문에 경부선 고속열차 증속을 위한 현 단계에서 철도인프라 기술의 검증이 필요하며, 기존 철도인프라 기술의 검증 및 평가를 통해 문제점을 진단하고 도출하여 그에 따른 철도인프라 보강 기술을 개발해야한다. 또한, 고속열차의 건설 및 운영을 바탕으로 기존 철도인프라 기술을 한층 더 업그레이드하여 해외로의 진출이 필요한 시점이며, 세계화에 대응하여 고속열차 속도향상을 위한 기술적 토대를 구축하는 것이 필요하다.

고속열차의 속도가 향상됨에 따라 설계가 어렵고 이에 대한 설계 지침이 미흡하며, 고속철도 선로 구축물의 제반 기술 역시 해외 기술에 비해 많이 낙후된 실정이다. 하지만 경부선 고속열차 증속을 고려한 철도인프라 보강 기술 개발은 한국의 철도 시스템의 큰 혁신적 발전을 기대할 수 있으며, 기술/경제적으로 큰 가치를 불러일으키는 산업의 원동력으로 자리를 잡을 수 있다. 그러므로 경부선 고속열차 증속을 고려한 철도인프라 보강 기술을 개발하여 선진화된 기술을 갖추고 철도의 최적시스템을 구축해야한다고 판단된다.

따라서 본 연구에서는 고속열차 증속에 대한 국내외 시장환경 및 기술현황에 대해 검토 및 분석을 수행하여 경부선 고속열차 증속을 위한 철도인프라 보강 방안을 강구하고, 나아가야 할 방향을 제시하고자 한다.

2. 국내 시장환경 및 기술현황

2.1 국내 정책 및 시장전망

2017년경 호남고속철도 건설이 완료될 예정이기 때문에 2016년경에 약 300량의 신규 고속차량 수요가 예측되고, 2020년 이후에는 최소한 920량 이상의 신규 고속차량이 필요할 것으로 예측된다. 그리고 현재 운행속도 320km/h급 신형고속열차(KTX II)가 개발되어 시험운행 중에 있으며, 운행속도 350km/h급(최고속도 400km/h) 고속열차(HEMU-400X)는 2007년 개발에 착수하였다. 하지만 차세대 고속열차에 대한 현 철도인프라 기술은 아직 미비하다. 앞으로 개발될 고속열차를 고려하여 고속열차 증속을 위한 경부고속선의 철도인프라 보강 기술의 개발이 반드시 필요한 실정이다. 또한, 한국형 고속철도의 기술개발과 도시철도 기술개발의 중요성이 나날이 부각되고 있으며 국내의 독자적인 철도 기술과 구성품의 개발, 새로운 철도 시스템에 대한 경제적/사회적 요구는 계속 증가할 전망이다.

2.2 국내 기술개발 현황

제 1단계 고속철도 사업에서의 선로시스템은 선진 외국 기술의 자문을 받아 우리의 노력과 기술로 세계적인 품질의 궤도를 건설하여 국내 철도기술을 향상시켰다. 또한, 고속철도 기술의 핵심 중의 하나인 선로시설물의 안정적 유지관리는 300km/h로 주행하는 고속열차의 주행 안전성과 승차감에 직접적인 영향을 끼치게 되므로 매우 중요한 분야이다. 한국 고속철도가 개통된 1단계 구간은 대부분 자갈도상 궤도로 이루어져 있으므로 열차운행에 따른 궤도틀림이 유발될 수밖에 없는 구조이므로 이에 맞는 보수체제를 구축하였지만, 개통초기 급격히 늘어나는 궤도틀림에 의한 열차진동 현상을 해소하기 위하여 당초 계획보다 많은 장비와 인력이 투입되었고, 기존선 유지보수 경험만 가지고 있던 상태에서 고속선 유지관리를 시행함으로써 이제까지 겪어보지 못했던 고속선 선로 특성에 따른 제반 현상들에 의한 궤도틀림과 열차진동에 대처하기 위하여 다양한 방법들이 시행되는 등 많은 어려움을 겪었다. 당초 계획하였던 유지보수 체제와 선로관리 계획의 적용보다는 우선 KTX 기장으로부터 급하게 전달해 오는 열차 진동개소를 보수하기에 급급할 수밖에 없었던 상황이 한동안 계속 되던 때도 있었다. 급기야 2006년 6월 고속선 선로안정화 대책이 수립되고 유지보수에 의한 선로안정화를 고려한 열차운용이 이루어짐과 동시에 진동원인 제거 작업 중심으로 선로 집중작업을 시행함으로써 점차 선로의 상태가 관리범위내로 유지되고 선

로유지관리 체제도 점차 정비되어가고 있다. 이제, 개통이후 선로유지보수 경험을 토대로 선로보수체제 및 전략을 재검토하여 유지관리 정책 및 전략을 재정립하고 장단기 선로관리 계획을 수립하였으며 이를 시행함으로써 안정적이고 최적의 선로상태 유지로 열차 정시운행 및 승차감 향상을 도모하고자 노력하고 있다.

2.3 국내 기술동향(기술수준) 분석

한국의 고속철도는 2004년 4월에 개통하여 안전하면서 신속, 정확하게 수송임무를 충실히 수행하고 있으나, 현재 유지보수 및 소음저감 등으로 속도를 제한하여 최고 운행속도 300km/h로 운행 중이다. 현재 고속철도를 운영하는데 있어서 유지보수비가 한해 3,000억원이 투입되고 있으며, 이러한 유지보수비를 저감시키는 일은 국가차원에서 시급한 과제라고 판단된다. 또한, 궤도/노반 측면에서 설계는 350km/h(운행가능 최고속도)로 되어 있어 구조물(궤도, 토목 등)상의 응력 개념은 문제가 없을 것으로 사료되나, 시험선 구간에서 330km/h로 1회 운행한 경험만이 있고, 현재 경부선에서 국지적 노반 침하, 궤도 틀림이나 소음 등의 문제가 발생되고 있는 등 유지보수성 및 차량 안전성, 승객의 승차감 등을 고려할 때 300km/h 이상의 증속에는 많은 검토가 있어야 하고, 운행선 보강방법 및 유지보수체제를 다시 정립할 필요가 있을 것으로 판단된다.

우리나라 철도 설계기술은 선진국의 60~70% 수준에 불과하며 세계시장 진출을 위한 기술 경쟁력이 많이 낙후되어 있는 실정이다. 앞으로 개발될 고속열차를 고려하여 운행속도 350km/h(최고속도 400km/h)로 달리는 경부선 고속열차 인프라 보강 기술의 개발이 반드시 필요한 실정이라고 판단된다.

3. 국외 시장환경 및 기술현황

3.1 국외 정책 및 시장전망

지속적으로 열차 속도향상을 위한 기술 개발을 도모하는 추세이며, 고속철도의 독자개발 능력을 보유한 철도 선진국들은 자국이 개발한 고속열차의 운영경험의 축적과 함께 보다 빠르고 쾌적한 고속철도시스템을 가장 먼저 개발하기 위해 치열한 신기술 경쟁에 매진하고 있다. 또한, 속도향상에 따른 철도 시설물 설계기준을 비교적 상세히 다루고 있으며, 기존 설계기준과 유지보수 개념의 호환성이 최대한 강조되는 경향으로 발전하고 있다.

3.2 국외 기술개발 현황

일본의 경우, 2000년 4월 큐슈 신간선 개발사업을 통해 2003년 6월 신형 고속열차 1편성을 개발·제작하였고, 이와 별도로 JR 동일본은 2002년 4월 신간선 고속화프로젝트를 착수, 2005년 6월 'FASTECH 360'이란 초고속 시험용 고속열차를 개발함으로써 360km/h급 고속열차 기술을 개발 중에 있다. 그리고 일본의 철도총연에서는 열차 고속화에 따른 주행안전성 및 승차감 분석과 이에 대한 보다 합리적이고 경제적인 구조물 설계를 위한 성능기반형 구조물 설계기준 작성을 위한 연구를 지속적으로 수행하고 있다.

프랑스의 경우, '빠른 운송 수단'을 뜻하는 'Automotrice Grande Vitesse'의 첫글자를 딴 AGV를 개발하였으며, 테제베(TGV)를 제작한 프랑스의 알스톰사가 개발한 차세대 초고속 자체추진 열차로 최고 순항시속은 360km이며, 세계 최초로 객차와 객차 사이에 보기(bogie)가 있는 굴절식 구조를 취하여 안정성이 뛰어나다. 또한, 2007년 최고속도 574km/h의 시운전에 성공하였다. 그리고 기존선 연결을 통한 고속열차 운용 구간을 확대하면서 운용노선에 적합한 차륜형상개발 및 차량 시스템을 연구하고 있다.

독일의 경우, ICE-3라는 ICE 계통 최초의 동력분산식 열차를 개발하여 2002년 8월에 개통한 쾰른~프랑크푸르트 간 고속신선에 운행되고 있고, 최고속도는 330km/h이며 한 단계 더 나아가 속도가 350km/h로 향상된 개량형 Velaro를 개발하고 있다.

3.3 국외 기술동향(기술수준) 분석

고속열차의 증속은 신선 건설비용보다 적은 비용으로 여행시간 단축효과가 크며, 국민에게 편익을 제공하고 더불어 수입과 직결되기 때문에 지속적으로 열차 속도 향상을 위한 기술 개발을 도모하는 추세이다. 그리고 모형실험 및 해석적 방법에 의한 연구를 수행함으로써 철도시설물들의 최적화를 도모하고, 유지보수비용 절감 차원에서의 경쟁력 강화에 기여하는 방향으로 발전하고 있다. 또한, 최근 유럽 등 선진국을 중심으로 철도인프라 기술 부문에 대한 투자가 확대되고 있어 세계시장 규모도 지속적으로 확대될 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 경부선 고속열차 증속을 위해 앞으로 나아가야 할 철도인프라 보강 방향을 정립하기 위해 국내외 시장환경 및 기술현황에 대하여 검토 및 분석을 수행하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 경부 고속선에 최소 비용으로 보강 기술을 개발하여 현 고속열차의 증속을 가능케하여 국민의 편의성 및 경제성 확보는 물론 국가차원에서의 이익을 창출할 수 있도록 유도해야한다고 판단된다.

(2) 고속철도 건설 시 열차의 고속화를 위해서 선로선정 시 곡선부분을 최소화하고 궤도를 직선화하기 위하여 산악지역을 대부분 교량과 터널로 설계한다. 이때 고속열차의 증속은 일반 토공구간에서 교량 및 터널구간으로의 접속구간 또는 교량 및 터널구간에서 일반 토공구간으로의 접속구간에서 추가적인 많은 문제점을 야기시킬 수 있으며, 안전성 및 승차감의 저하를 초래한다. 따라서 고속열차 증속에 대하여 접속구간에 대한 보강 기술이 반드시 필요하다고 판단된다.

(3) 열차의 증속으로 인해 궤도에 미치는 영향이 더욱 더 크게 발생하며 이로 인한 선로 구축물의 안전성이 저하될 우려가 높다. 따라서 최근 철도 시스템의 발전방향에 비추어 안전하고 경제적인 고속철도 운영을 위해서는 고속열차 증속을 고려한 선로구조물의 평가 체계와 보강 및 유지관리를 위한 기반 기술을 개발하는 것이 급선무일 것으로 판단된다.

(4) 경부선 고속열차 속도향상에 따른 선로구조물 보강 기술을 개발하기 위하여, 유지관리 현황 분석을 통해 현 고속선 선로의 상태 및 문제점(유지관리 체계 포함)을 도출하기 위해서는 각 기관에서 실시한 유지관리의 모든 실적과 국가과제로 진행된 G7 등의 연구결과를 매우 효율적으로 분석하고 Data Base화하는 작업(집대성)이 필요하며, Cost-Benefit 해석을 통해 유지관리 체계를 선진화하고 체계화하는 노력이 필요하다.

(5) 문제점 해결을 위한 선로 보강 및 유지관리 기술을 도출하기 위해서는 열차증속에 따른 선로의 부담력 검토 및 파괴 메커니즘 분석이 절대적으로 필요하며, 이러한 분석 및 검토는 그 동안 진행된 많은 연구결과들을 활용하면 효율적으로 진행될 수 있으며, 추가적으로 실험연구가 진행되어야 한다. 또한, 열차증속을 위한 선로의 보강 방안을 빠른 시기에 도출하여 이를 현장에 적용하고 그 적용 결과(적어도 1년 이상의 결과)를 Feedback하여 최적의 보강방안을 도출해야한다. 이러한 보강방안은 유지관리 측면을 반드시 고려하여 경제적이어야 하며, 유지관리 기술에 관해서는 현재 진행되고 있는 유지관리 기술(체계 포함)이 열차증속 시에도 유효한 지를 명확히 분석할 필요가 있다. Cost-Benefit 해석을 통해 현 유지관리 기술(체계)을 적용하면서 최적의 열차증속 크기를 결정할 수도 있으며 또는 현 유지관리 기술(체계)을 예상 열차증속의 크기에 부합되도록 Upgrade할 수도 있을 것으로 판단된다.

현재까지 축적한 고속철도 건설 및 운영 경험을 최대한 활용하고, 보강 및 유지관리 기술을 개발하여 발전시킬 경우 독자적인 기술개발은 물론 해외시장에서의 경쟁력이 충분한 단계에 이르며, 경부선 고속열차 증속을 위한 철도인프라 보강 및 유지관리 기술을 정립함으로써 세계적인 기술 수준까지 근접할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 국토해양부(2007.1-2012.7), “고속선 선로구축물 성능향상 및 유지보수 기술개발”, 차세대 고속철도 사업
2. 국토해양부(2006.10-2007.10), “고속철도 선로구축물 안정화기술개발”, 고속철도 선로구축물 기술개발(G7)
3. 국토해양부(2006), “건설교통 R&D 혁신로드맵 보고서”
4. 국토해양부(2006), “국가철도망구축계획(2006-2015)”
5. 한국철도기술연구원(2006), “해외 고속철도시장의 현황과 진출전략”
6. 한국철도기술연구원(2005), “세계철도기술동향”