

독일, 일본, 프랑스, 이탈리아 고속전철 시스템 비교, 분석

김인구*
베를린공대

Compare and Analysis of high speed railway systems for japan, france, italy and germany

Dr.-Ing. In-Ku Kim
Technical University of Berlin

Abstract - This paper provide you compare to high speed train for japan, france, italy germany and introduce to his drive, brake system.

차가 개발되었다. 원래의 시리즈 "0"은 이 때 부터 큰 거리운행에 사용되었다. 그림 1 에 일본의 철도 노선도를 소개 하였고 그림 2 에 시리즈 300종의 하나인 "Nazomi"의 구동 System회로를 소개하였다.

1. 서 론

편안하고 안전하면서도 빨리 움직여야 하는 현대인 들을 위해서 새로운 교통수단이 요구되는데 이것을 만족시키는 데 가장 좋은 방법이 고속전철임은 이미 잘 알려져 있다. 고속전철의 장점은 환경 친화적인 요소, 안전하면서도 편안한 여행을 할 수 있는데 있다. 그러나 꼭 고속이라는 한가지 이유만으로 이것이 요구되는 것 만은 아니다. 사실 가장 큰 이유를 든다면 환경문제가 다른 어떠한 교통수단보다 뛰어나다. 이것이 고속전철을 필요로 하는 가장 기본적인 이유라 하였다. 이 고속철도는 점점 더 사랑 받고 있으며 (예: 독일의 ICE, 프랑스의 TGV, 일본의 Shinkansen 등) 한국에서도 일부구간이 이미 시험 운행중에 있다. 특히 최초로 이 시스템을 개발한 일본에서뿐만 아니라 유럽이나 미국에서도 수 백대의 기관차가 운행되고 있다. 고출력과 고속을 요구하는 기관차는 열차의 형태를 결정하는데 아주 중요한 역할을 하고 있다. 본 논문에서는 현재 각국에서 운영되고 있는 각국의 고속전철 시스템을 조사 비교 분석하였다.

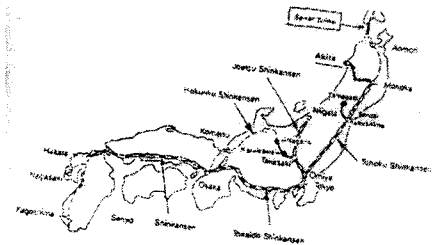


그림 1: 일본의 철도 노선도

2. 열 차

2.1 일본

일본에서는 이미 60년대에 고속철도가 운행되었다. 1964년 10월에 도쿄와 오사카에 운행된 신간선(Shinkansen)은 당시의 철도여행에서 생각할 수도 없는 컨셉트를 제공하였다. 이 열차의 속도는 시속 약 210 Km에 달했고 1965년에 4시간으로 계획된 히카리(Hikari)는 3시간안으로 줄일 수 있었다. 그럼에도 불구하고 점점 더 커지는 선로의 하중과 그로 인해서 생기는 소음을 호소하는 주민들의 항의에 따라서 보다 빠른 속도를 낼 수 있음에도 불구하고 그 프로젝트는 이뤄지지 못했다. 아울러 일본 국철의 적자운영으로 경제적인 이유로 인하여 1985년에서야 약간씩의 가속을 가능하게 하였고 그것도 새로이 투입된 기관차의 현대화에 의해서 이루어 질 수 있었다. 도쿄와 오사카 사이의 운행시간이 최고속도 220Km로서 세시간보다 더 짧은 시간에 운행이 가능하게 되었다. 하지만 이와 같은 20년 이상 고속기술이 계속하여 발전하였음에도 불구하고 적자운영에서 헤어나올 수 없게 되었다. 따라서 철도청은 3개의 민간기업에 넘겨지게 되었고 그 3개의 회사들은 일본중앙철도회사(JRC), 일본동부회사(JR-E) 그리고 일본서부회사(JR-W)이다. 이 3사는 경제적인 문제(오늘날까지 해결되지 못한 일들)로 인하여 고속전철의 지속적인 발전을 주도하지는 못하였다. 1992년에 아주 경제적인 200, 300, 100N 시리즈열

2.1.1 운영

도쿄와 신간선 사이의 열차운행은 시간당 11개의 열차가 양방향으로 운행되었다. 아울러 이 모든 열차의 운영을 안전하고 원활하게 하기 위하여 도쿄역에 개설된 중앙제어기관에 의해서 모든 것이 통제되며 이 중앙제어소는 여러개의 그룹으로 운영되고 있으며 다음과 같다.

1. 열차운행의 통제 그룹
이 그룹은 모든 열차의 움직임을 파악 통제하고 이것을 큰 표시판에 표시하고 고장이나 문제가 생겼을 경우에 가능한 가장 빠른 시간 이내에 정상적인 운영을 할 수 있도록 신속하게 필요한 모든 조치를 취할 의무가 있다.
2. 승객 information 그룹
이 그룹은 여행객에 관한 한 완벽하면서도 정확한 모든 정보서비스를 책임진다. 예를 들면 다음 열차와의 연결문제, 갈아타는 문제, 연착, 최신 뉴스, 철도청의 확인서비스를 책임진다
3. 기관사와 열차의 주차 그룹
이 들은 모든 기관차의 기관사와 연계하여 고장이 나 문제가 생겼을 경우 응급조치와 고장수리를 위한 가능한 모든 정보를 제시한다.
4. 에너지공급그룹
이 그룹은 철도의 모든 에너지에 관한 것을 관리한다. 각 객차의 운행상태와 열차하부 정비상태를 조사 점검하며 정비공들과 연계하여 비상시나 고장시에 정상상태로 운행할 수 있도록 모든 가능한 조치를 취하도록 한다.

5. 신호와 전자기 관리그룹

이 그룹은 안전장치관리, 유무선 통신기기관리 그리고 이들 운행에 필요한 소모품들을 관리한다.

2.1.2 보수 및 관리

모든 구간의 신뢰와 안전을 위하여 매일 전문가로 구성된 안전검사그룹으로 하여금 모든 철도구간과 이 구간을 한치도 빠짐없이 검사하고 전기기기들을 조사, 검사, 수리 보수를 하게 한다. 부가적으로 열차에 한번씩 검사를 위해서 7개의 객실로 구성된 특별히 제작된 열차로서 신간선의 일반열차와 같은 속력으로 운행 검사한다. Boardcomputer를 이용하여 전체 선로와 운송 능력을 검사하고 눈에 띄는 비정상적인 정보들을 테이프에 녹음하여 신간선 운영진에게 SMIS(신간선 경영진정보 시스템)를 통하여 연락을 취한다. 매일 조사보고서와 SMIS 데이터의 컴퓨터분석결과보고서를 토대로 약 3000명의 보수진들이 마지막 열차운행이 끝나는 밤12시부터 아침 6시까지 필요한 모든 조치를 취한다. 이 보수관리는 4단계로서 이뤄지는데 매일 모든 열차의 외부에서부터 중요한 작용을 하는 회전기까지 검사를 한다. 두 번째로서 30,000Km 또는 최소한 12 개월마다 한번씩 정기검사를 한다.

2.1.3 전망

이미 앞에서 언급한 것과 같이 도쿄-신간선(도쿄에서 오사카까지) 선로는 현재 과중한 부하로 증편 할

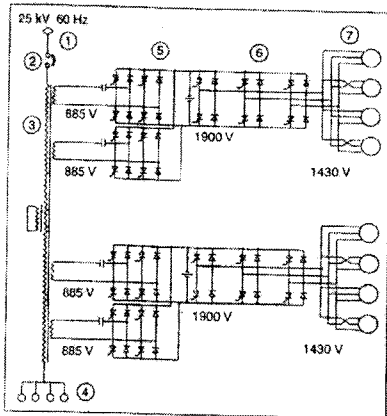


그림 2 : 시리즈 300종의 하나인 "Nazomi"의 회로

수 없게 되었다. 점점 더 늘어나는 교통량을 충족시키는 새로운 방법들이 시험되고 있다. 미래에도 일본 열차 세계 고속전철의 선두그룹에 서기 위해서는 환경 문제 또한 선두에 서야 한다. 70년대와 같이 장점이 단점을 보완하지 않고서는 우리는 그 사이에 고속전철의 지속적인 발전을 기대할 수 없음을 알고 있다. 여기에서 능동적이거나 수동적이던 소음문제 또한 발전되어야 한다. 수동적인 방법의 한가지로서 이미 일본 고속전철구간에 설치된 방음벽을 들 수 있다. 능동적인 방법으로는 열차의 구조를 개선하는 것이라 할 수 있겠다. 소음의 원인이 시속 250 km 이상에서는 선로와 접촉되는 열차바퀴에 있지 않고 공기와 열차간의 문제라는 놀라운 사실이다. 그럼에도 불구하고 현재의 상황은 속도와 출력면에서 문자 그대로 상상을 초월한다고 표현할 수 밖에 없다. 그리고 계속해서 시행된 새로운 테스트구간의 결과로 볼 때 다음 단계의 개선을 생각하고 있다. 이것은 새로운 열차를 제작하는 재료의 개선으로 좁은 열차가 되므로 인하여 생기는

좌석수의 감소로 좀 더 높은 속도와 빈번한 열차배정은 긍정적인 방향으로 해석되어 지고 계속해서 증가하는 승객 수에 대응하는 최소한 해결하는 방안으로 생각할 수 있다. 더구나 이 새로운 열차로 인하여 생기는 에너지절약, 수리 보수비 절감 등은 아주 경제적으로나 효율적인 면에서는 기쁜 소식일 수밖에 없고 다른 경쟁자로 하여금 더 높은 비용을 부담하게 함으로써 경제적인 면에서는 아주 효과적이라 할 수 있다.

2.2 이탈리아

지난 수 년 간 이탈리아에서 철도를 꾸준히 이용하는 승객들의 숫자는 현재 12%밖에 되지 않으나 점점 더 늘어나는 추세이다. 밀라노에서 나폴리에 이르는 남-북 주요간선은 위에 제시한 숫자보다 높은데 그 수는 거의 27%에 달한다. 이로 미루어 볼 때 전국철도승객의 수는 더욱 더 높아 간다고 추측할 수 있다. 이탈리아에는 고속시스템인 "Altavercita"(AV)를 발전시켰으며 이것은 지형상 남-북 노선에 중점을 둘 수밖에 없었다. 동시에 이와 연계한 시스템을 계속 개발 발전시키고 있고 약 1600 Km 에 달하는 중장거리 시스템인 "Ferrvie delle stato"(이탈리아의 국철, FS)를 개발하였고 이것은 현재 55%이상 전철화 하였다. 35%가 왕복선이고 그중 25%는 자동화된 구간으로 구성되어 있다. AV System이 운영 되기까지 FS는 15량의 ETR 450 "Pandolini" 시스템인 기관차를 투입하였고 이것은 고지대에서도 운영이 가능한 시스템을 포함하고 있다. 주로 남-북 주축선 즉 토리노 - 밀라노, 베네치아 - 로마간 선로이고 이 열차는 9개의 객차로 구성되었으며 1등 석 4칸과 2등 석 5칸이 연결되었고 이것으로 매일 약 10000 Km나 운행된다.

표 1 : 이탈리아의 고속전철의 일반사항

최고속도	300 Km/h
최저곡률반경	5500 m
최고한계높이	105 m
최고경사율	
일반구간	21%
터널구간	15%
터널의 단면적	80 m ²
선로공급전압	AC 25 kV 50 Hz

2.2.1 21세기의 고속전철계획

이탈리아의 철도 구간은 AV시스템 뿐 만 아니라 다른 열차들로 연계 구성되어 운영되고 있다. IC(Intercity)와 EC(Eurocity)는 다른 나라에서와 마찬가지로 주로 낮에는 장거리에 운용되고 밤에는 화물열차가 운행되고 있다. 이 선로들은 약 1200 Km 에 이르며 구간은 밀라노 - 제노바와 사선(동-서)노선으로는 토리노 - 베네치아에 연결되어 진다. 이 구간들의 사양은 아래 표 1에 소개 하였고 이 구간에는 주로 전동 열차로서 기관차는 ETR 500 으로서 운행된다. 아울러 이 기관차는 더 큰 구간에 사용될 수도 있는데 주 운행선으로 현재 개설 되어 있는 구간을 사용하되 이 구간들 중에는 많은 구간들이 최고속도 200 Km/h 이상으로 개선될 수 있는 구간들이다. 이들은 각각 700석의 좌석을 갖고 있는 ETR-500 시리즈의 100 대의 객차가 계획 운영되고 있다. 2000 년에는 여러 곳의 선로에 각각 매일 25,000 명에서 45,000명의 여행객들을 예상하고 있으며 이것은 매일 약 4천만 Km 의

여행거리를 예상하는 것이며 연간 146억 Km를 뜻하며 현재여행객의 30% 증가를 의미한다. 이것은 또한 전체선로 승객의 7% 이상의 증가를 의미하는 수치이다. 이로 인하여 AV System의 도입을 촉진하고 다음 십여년 간의 Pendolini를 변화하게 하는 것이고 AV System의 설계와 기술적인 장비수준을 높이게 되는 것이고 현재의 선로를 사용하여 200 Km/h 속도를 확실하게 가능하게 하는 것이다. 이 수치들은 20세기에 ETR 450과 460 그리고 ETR 500 으로 운행될 구간이라는 의미이다. Pendolini는 알프스지방 즉 프랑스, 독일, 오스트리아와 스위스에 연결되어 질 것이고 여행시간을 줄이게 될 것이다. 그림 3 에 이탈리아의 철도 노선도를 소개 하였고 그림 4에는 이탈리아의 ETR 500의 회로도를 소개 하였다.

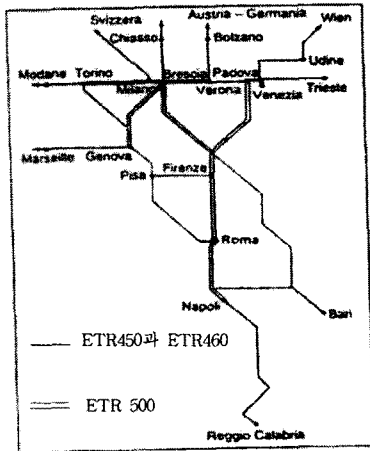


그림 3 : 이탈리아의 철도 노선도

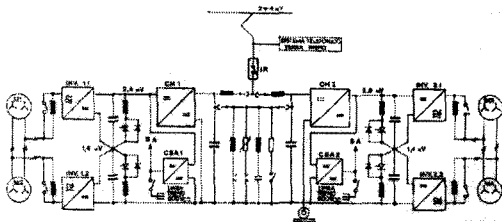


그림 4 : ETR 500(Italy)의 회로

2.3 프랑스

1981년에 파리와 리용간 시속 260Km의 고속열차(SNCF)는 운행이 시작되었고 이 선로구간은 프랑스정부에 의해서 1995년 5월 11일의 결정에 의한 것으로 확실하고 철저히 계획된 대로 운행되고 있다.(1996년도까지 약 1255 Km 구간) 15년간의 설계 기간에 SNCF 는 조금씩 그리고 신뢰성이 있는 TGV세대의 기초를 쌓아 왔고 컨셉트대로 실현되었다. 이와 같은 운행경험으로 인하여 시속 300 Km 까지는 기술적으로 가능하다는 것이 증명되었고 기술적인 발전은 운행비용을 줄이는 데 일익을 담당하였다. 이것은 1991년 말의 보고서의 내용이고 대단히 팔목할만한 일이었다. 1억 8천만의 여행객과 4억 Km 의 여행거리는 평균 75%의 객차에 여행객을 실어 나른 이용율에 달하는 것으로 기록될 수 있고 철도를 이용한 최고속력의 기록은 시속 515,3 Km 에 이를 수 있었다. 이것으로 볼 때 미래의 TGV는 계속 운행속도를 높이게 될 것으로

예상된다. 그림 5에 프랑스의 TGV-철도 노선을 그림 6에는 TGV-모터의 블럭회로 일부분을 그림 7에는 TGV의 전체회로를 소개 하였다

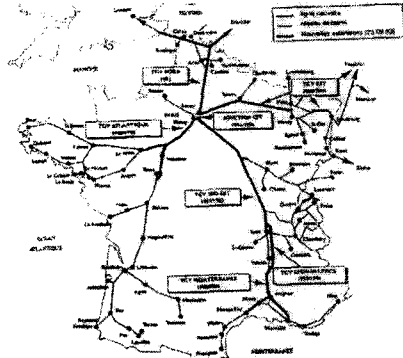


그림 5 : 프랑스의 철도 노선

미래 유럽 고속열차 네트워크는 아주 훌륭하다고 할 수 있는데 12월 17일 브뤼셀에서 유럽연합국들의 교통부장관으로 구성된 위원회에서 받아 들여 졌으며 영국과 프랑스를 잇는 도버해협을 지하터널의 개통으로 이 구간의 고속철도는 프랑스에서뿐만 아니라 유럽연합국에서도 아주 중요한 구간으로 인식되게 되었다. 지금까지 항상 프랑스 파리를 지나는 철도구간은 이 새로운 고속구간으로 인하여 조그만 마을까지도 국철의 연결에서 독립할 수 있게 되었다. 다른 유럽연합국내의 고속전철 구간에 반하여 극심한 경사에도 불구하고 프랑스전철은 이것을 극복해 현실화하는데 성공하였다. 혼합된(고속과 일반국철) 구간은 불가능 하지만 지하운하와 이탈리아를 향한 알프스 지방의 계획된 것은 예외라고 할 수 있다. 아주 많은 교통량을 견디어 내야 하는 프랑스의 부분구간의 사용량증가로 15%의 운행비용 절감을 기대할 수 있는 "TGV Duplex"의 2층 열차를 개발하게 되었다. 여기에는 여러 가지 기술적인 도약이 필요했었는데 프랑스의 국철기준 즉 17t 이상의 하중을 견디어야하는 조항을 넘기기 위해서이다. 이러한 이유로 인하여 TGV에서 처음으로 알루미늄을 열차의 구조물에 이용하기에 이르렀다. 미래를 더 높은 속도를 위한 즉 "TGV의 고급화"라는 구호아래 시속 360 Km를 달릴 수 있도록 개발해야 했고 또 한번 2층 열차를 위해 한번 더 기술적인 도약이 필수 불가결하게 되었다.

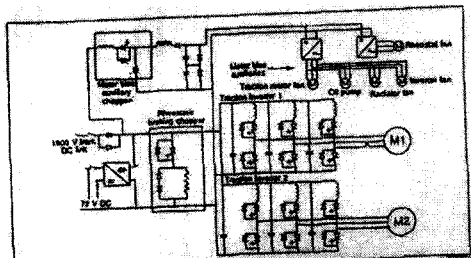


그림 6 : TGV모터의 블럭회로도(Eurostar)

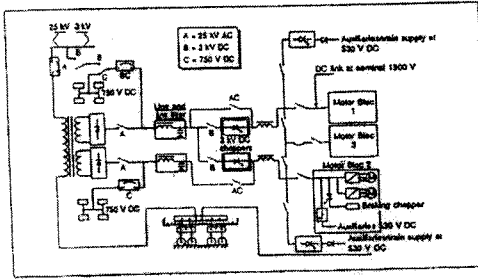


그림 7 : TGV-전체회로(Eurostar)

2.4 독일

독일에서는 1991년 여름에 ICE 세대가 시작되었고 60대의 ICE 열차는 1994년까지 6천만 여객을 운반하였고 모든 기관차가 각각 약 5백만 Km를 운행하도록 하였다. 독일 철도청의 ICE는 예전과 변함없이 독일 국민에게 사랑 받았고 거의 모든 열차 여행객은 이 ICE열차를 즐겨 이용하였다. 출장 또는 공식적인(회사를 위한) 여행객은 이 클래스에서 약 40%에 달하였다.(표 2참조)

표 2 : ICE 승객의 분포도

2 등 석		1 등 석	
35%	그외 여행객	11%	그외 여행객
20%	휴가 여행객	9%	휴가 여행객
10%	출퇴근 여행객	4%	출퇴근 여행객
35%	출장 및 회사 단체여행객	76%	출장 및 회사 단체여행객

ICE를 이용하는 승객중 18%

ICE를 이용하는 승객중 72%

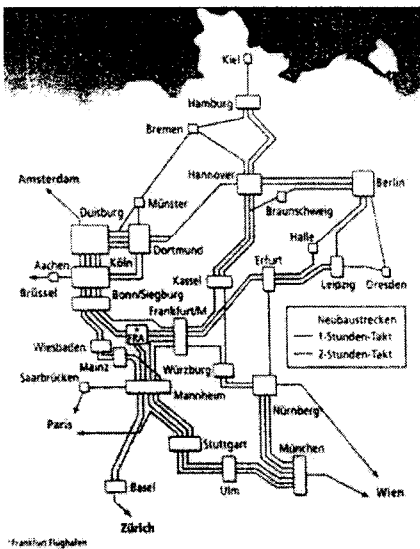


그림 8 : 독일의 철도 노선

3개구간 즉 함부르크와 프랑크푸르트, 스위스의 수도 Bassel을 잇는 구간, 함부르크/브레멘-하노버-뷔르츠

부르크와 뮌헨을 잇는 구간, 함부르크/브레멘-베를린-카셀-프랑크푸르트-슈트트가르트-뮌헨을 잇는 구간들은 독일 열차중 중-장거리 여행구간의 27%에 이르고 독일 철도청은 이 구간을 중점적으로 관심을 두고 있다. 1994년에는 ICE 운항에 10억 3천8백오십만 마르크라는 전문학적인 개발비 투자를 목표로 하였는데 이것은 1993년에 비해 약 27%의 증가를 의미한다. 또한 이것은 장거리여행구간에 1/3에 달하는 수치이다.

1994년에 새로운 구간인 Nantenbach의 커브로 늘었고 프랑크푸르트에서 뷔르츠부르크 까지의 구간은 오르막 내리막의 새로운 구간으로 확장되었다. 그 외에도 철로를 이용한 구간확장은 계속되어 졌다. 1991년의 ICE-1은 요구되는 지역을 보충하는 것으로 국철에 대응한 ICE-2 시리즈 기관차가 투입되었으며 이 구간의 최고속도 경계를 넘는 ICE-3 시리즈를 개발하였다. 또 하나의 괄목할만한 발전은 시속 330 Km를 자랑할 수 있는 새로운 기관차가 개발되었다는 것이다. 이 열차는 여러 가지 다른 종류의 전기를 동시에 사용할 수 있는 첫 번째 것으로 기록되어 졌다. 현재의 2가지의 기관차를 조합한 ICE와 12개의 중간열차로서 구성되었고 앞으로의 열차는 이것의 반 정도의 길이로 운행되며 여객 수에 따라서 더 긴 열차로 구성될 수 있다는 것이다. 필른- 라인 마인의 새로운 구간에는 새 세기를 시작하는 기간에 완성되는 것으로 300 Km/h 이상의 고속열차가 가능할 뿐 아니라 새로운 요구에 대응하는 적당한 ICE기관차를 운행 할 수 있도록 노력하고 있다. 운행시간손실을 최대한 줄이기 위해 짧은 시간에 고출력을 낼 수 있도록 즉 기관차의 출력은 15-20 KW-t이 필요한데 이 극한 요구에 부응되는 필수 불가결한 새로운 기관차가 ICE-3 로 명명되면서 이 기관차를 제작하게 되었다.(그림 9) 최소한 유럽연합국측면에서 볼 때 같이 발전하면서도 지금까지 각

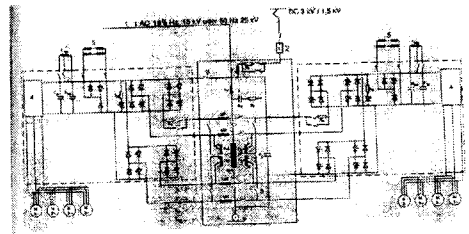


그림 9 : ICE 3 회로도

국가적으로 개발된 또는 계획된 고속열차의 빠르고 새로운 요구에 부합되는 미래의 ICE세대에 새 의미를 둘 수 있다. 또한 이것은 유럽내의 기술적으로나 운영 면에서나 가능하다는 전제하에서 생각해 볼 수 있는 일이다. 이것은 미래의 유럽 열차의 기술적인 사양을 잘 조화시킬 수 있을 것이다. 고속전철의 지속적인 발전을 위해서 다음과 같은 기술적인 국제 사양(TSI)이 결정된 이후에나 가능한 일이다.

1. 열차 최고길이는 400 m로 할 것.
2. 각 바퀴의 최고 하중은 17t까지 할 것
3. 승객차의 열차높이는 760mm 와 550mm로 할 것
4. 운용구간내의 전류, 열차안전, 통신시스템의 제어
5. 승객칸과 기관사칸의 기압에 대한 방어장치

3. 비교 분석

3.1 평가와 전망

여기에서 우리는 고속열차의 문제를 쉽게 해결하는 것에 대한 분석과 평가를 얘기하고자한다. 무엇보다도

먼저 우리는 이 시점에서 각종 각국 열차에 따라서 여러 가지 다른 차이가 있으므로 브레이크시스템과 기관차에 대해서 좀더 세밀하게 주시해야 한다. 예를 든다면 프랑스의 열차들 중에서 발전계통은 다른 모델과 현저한 차이를 보이기 때문이다. 일본의 모델에 의하면 첫 세대의 차종을 제외하고 직류모터로 운영되고 있는 반면에 독일과 이탈리아의 열차에서는 유도기가 사용되고 있다. Shinkansen, ICE, Pendoline 들은 거의 비슷한 네트워크와 같은 브레이크 시스템을 사용하고 있다. 선형 와류를 이용한 브레이크는 동력적으로 볼 때 선로에 아주 많은 부담을 주기는 하지만 비상브레이크 작동시에는 접착력과는 상관없이 보다 나은 안전을 보장하기 때문이다. 일본의 고속시스템에서 주의해야 할 장점은 거의 확실한 정확도에 있다. 더구나 이것은 일본과 같이 밀집된 주거구간을 운행해야 하고 언착된 시간을 보완하기 위한 가속이 소음공해 때문에 거의 불가능하기 때문이다. 일본의 열차들은 환경 친화적인 면에서 다른 시스템보다 앞서가고 있다.

3.2 브레이크 시스템

브레이크에 대한 한 안전을 우선 생각하여 운행하고 어떠한 상황에서도 열차를 세울 수 있어야 한다. 이와 같이 브레이크의 능력은 전기적인 장단점과 비용문제에 있어서 고속열차구조에 결정적인 역할을 담당한다. 그리고 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 시스템들은 아래와 같다.

1. 발전기적인 브레이크(전기적)
2. 와류 브레이크(전기적)
3. 저항을 이용한 브레이크(전기적)
4. 브레이크 패드(기계적)
5. 회전판 패드 브레이크(기계적)

안전하게 열차가 정지할 수 있도록 하기 위해서는 모든 기관차에 두 가지(전기적, 기계적) 브레이크 시스템이 장치되어 있어야 한다. 이 브레이크 시스템은 첫째로 서로간에 관계없이 작동해야 하고 두 번째로 전력 공급이 끊어진 상태에서도 완전한 브레이크능력을 갖고 있어야 한다. 프랑스의 TGV 시스템에서는 발전적인 브레이크를 사용하고 있지 않다.(한국 TGV는 아직 계획중이고 결정되지 않았다) 프랑스 기술진들은 이 이유를 이론적으로는 가능하지만 실제로 에너지를 공급하는 쪽으로 되돌려지지 않는다고 설명하고 있다. 이것은 일본과 독일 시스템에서 성공하여 사용되고 있는 것을 볼 때 틀린 것이다. 프랑스인들이 이와 같이 결정할 때는 가격을 최대한 낮추려는 데 그 목적이 있음에 의심의 여지가 없다. 그리고 이들은 특별히 필요하지 않다면 열차를 새롭게 하는 어떠한 조치도 취하지 않았다. 그리고 이것은 새로운 생산라인과 관계되는 어떠한 비용도 들이지 않으려는 데 있다. 우리는 이 주장을 모든 TGV 열차 세대를 자세히 관찰해보면 충분히 알 수 있다. 예를 들면 모터와 브레이크 그리고 기관차들의 두바퀴들의 조합을 보면 거의 변하지 않았거나 아주 적은 부분만 개조된 것을 확실히 알 수 있다. 그리하여 항상 모든 것을 바로 전 세대의 것으로 대체함으로써 지대한 비용을 절감하고 있다. 프랑스 기술진들은 물론 이것을 알고 있고 다음과 같은 전략을 갖고 있기 때문이라고 할 수 있다.

1. 프랑스는 유럽에서 최초로 고속열차 운행이 시작되었고 아주 결정적이고 빠른 속도로 발전되었다.
2. 그들은 유럽에서 가장 큰 네트워크를 구성하고 있다.
3. 프랑스는 아주 유리한 지리적 위치에 있다.
4. 그들은 일찍이 유럽의 고속 네트워크의 장래성을 발견하고 이 시장을 선점하는데 목표를 두었다.

(예: 도버해협을 유로터널)

5. 프랑스는 일본과 마찬가지로 완전한 처음부터 고속 선로를 위해 투자를 하였고 그로 인하여 높은 경사를 피하였고 그것은 혼합선로를 설치하는 것보다 훨씬 더 경제적으로 선로를 구축할 수 있었다. 그것과는 달리 독일과 이탈리아는 혼합 선로를 설치하였고 이것은 한편으로는 화물열차와 환경 친화적인 면에서는 좋은 점이 있으나 또 다른 면에서는 선로구축에 아주 비싼 대가를 지불해야 했다. 그리하여 새로운 선로에서 이들은 오직 승객들을 위한 선로를 결정하게 되었다.

3.3 동력

프랑스인들의 동기모터를 기관차에 투입한 것에 대해서는 그들의 결정이 잘못 되었다고 할 수 있다. 그래서 그들은 이것에서 벗어나기 위하여 비동기모터로 넘어가기 위해 노력하고 있다.(TGV- PBKA 와 TGV- Korea) 이 주장은 모터의 작용원리를 주시함으로써 이해 될 수 있다. 동기 모터는 전력 공급측에서 무효전력을 필요로 하지 않지만 비동기 모터는 이것을 필요로 한다. 이 말은 동기 모터는 활용도와 효율이 높고 Thyristor로서 간단하게 운영될 수 있다. 하지만 동기 모터는 여자전류를 필요로 한다. 비동기 모터는 동기 모터와 달리 튼튼하고 유지보수비가 적게 든다. 동기 모터는 브러시가 수명이 다하게 되면 새것으로 교체해 줘야 한다. 그래서 이때마다 모터를 분해해야 하며 이 작업을 쉽게 할 수 있도록 하기 위해서 기관차의 구조상 단점을 가질 수밖에 없다. 아울러 동기 모터는 비동기 모터보다 가격면에서 비싸다. 슬립링을 장치 하는데 그를 위한 공간이 더 있어야 하고 비동기 모터는 효율이 낮은 이유로 많은 열이 발생한다. 그러나 동기 모터의 전기적인 장점을 요즘 많이 사용하고 있고 GTO와 같은 반도체를 사용하는 Conveter로 인하여 더 이상 결정적인 영향을 미치지 않는다. 미래에는 동기 모터가 더욱 더 관심을 끌게 될 것이라는 데 있다. 그 이유는 새로운 발견을 거듭하는 영구자석이 슬립링을 통한 여자전류를 대신 할 수 있기 때문이다. 예를 들어서 영구자석을 이용한 동기모터는 그 자계를 쉽게 제어 할 수 있을 뿐 아니라 하락하는 가격으로 인하여 영구자석으로 대체 할 수 있어서 그에 따른 보상이 가능하게 될 것이라는 것 때문이다.

4. 결론

본 논문의 목적은 각국의 고속전철을 동력 기술적이 측면에서 비교 하는 데 있다. 이를 위해서 일본, 프랑스, 이탈리아와 독일의 고속전철 시스템을 비교하였다. 이미 공개적으로 발표된 자료들만을 사용 하였는데 상세한 자료들을 접근하는 데 있어서 그렇게 쉽지 않았기 때문이다. 모든 열차의 사양을 하나의 도표에 표시 하고자 하였으나 그 방대한 자료를 하나의 도표에 정리한다는 것은 쉽지 않았고 그래서 각 열차별로 정리 하였다. 지면 관계상 이 모든 자료를 제시할 수 없음이 아쉽고 특히 열차들의 중요한 차이들은 모터와 브레이크 시스템에서 쉽게 찾아 볼 수 있었다. 프랑스 열차는 동기 모터를 사용하고 저항을 이용한 브레이크 시스템을 이용함으로써 다른 나라와는 달리 특별하다고 할 수 있다. 이에 반하여 다른 열차들은 비동기모터를 사용하였고 브레이크시스템을 작동할 때 에너지 흐름을 반대 방향으로 할 수 있는 시스템을 적용하였다. 일본열차의 구조개선 문제에서는 속도를 높임과 동시에 열차축의 하중을 낮추려는 의도와 열차의 흔들림을 줄이기 위한 것은 새로운 기술적인 도전이라고 할 수 있다. 이것으로서 일본에서는 열차무게(거의 대

부분이 한 개의 축당 6t)를 줄이려 하는 이유를 설명할 수 있다. 독일에서 새로운 ICE세대(ICE 2와 ICE 3)는 아주 대단한 발전을 이루었고 고속열차의 여러 가지 연결가능성으로 인하여 좀 더 큰 유연성에 대한 것을 크게 개선하였다. 그래서 고객의 주문에 상응하는 충분한 조건을 제시 할 수 있다. 또한 기존의 ICE 1에 비해서 열차 무게를 현저하게 줄였다. 다른 국가들과의 경쟁에 뒤쳐지지 않기 위해서 열차의 속도를 좀 더 높이고 무게를 줄이며 안락도를 높이는 것이 꼭 필요하다. 마지막으로 언급하고 싶은 것은 모든 철도 분야(메카니즘, 구조 등)에 아주 관심을 가질 분야가 많다는 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Hanitsch, R. U. Lorenz, D. Petzold. ; Elektrische Energietechnik, 1986, 저자명, ISBN 3-540-1661-0
- [2] Heuman K. : Grundlagen der Leistungselektronik, 3., ueberarb. u. erw. Aufl. Stuttgart : Teubner, 1985. ISBN 3-519-26105-7
- [3] Bystron, K.: Leistungselektronik
- [4] Boem, W. : Elektrische Antriebe
- [5] Dreiman K. : Elektrische Antriebe an Fahrzeugen
- [6] Vogel, J. : Elektrische Antriebstechnik
- [7] Michel, M. : Leistungselektronik, Springer Verlag, 1992, Berlin, Heidelberg, New York, ISBN 3-540-54471-2.
- [8] Dreimann, K.; Hallman, D.: Asynchron-Fahrmotoren in Antriebssystemen fuer leichte Nahverkehrsfahrzeuge. ETG-Fachbericht 50, 1994.
- [9] Vaske, P.: Elektrische Maschine und Umformer
- [10] Kuenzel, T.: Bahnentwicklung in Japan Ausgewahlte Zaehlen, Daten, Fakten.
- [11] Dietrich, U.: Technische Systemdaten Inter City Express