

레일을 중심으로 한 철도의 기원 및 발전 과정(Ⅰ)¹⁾

■ 韓國高速鐵道建設公團 中央軌道基地事務所長 鐵道技術士 徐 士 範

1. 서론

철도(鐵道)의 역사는 레일(rail)의 발달로부터 시작되었다고 한다. 철도(鐵道)는 그 발상지인 영국에서 railway(미국 : railroad, 프랑스 : Chemins de fer, 독일 : Eisenbahn, 네덜란드 : Spoorweg, 이탈리아 : Ferrovia, 스페인 : Ferrocarril, 중국 : 鐵路)라고 불려지고 있다. 이것을 직역하면 “레일 길(rail 道)”로 된다. 이 단어가 나타내는 것처럼 간단하게 말하면, 철도란 레일의 위를 달리는 교통기관이며, 철도에 있어 레일은 가장 중요하고 불가결·기본적인 부재이다. 따라서, 레일은 철도의 심볼이라고 할 수 있다.

철도를 상징하는 레일은 그간 많은 검토가 가해지면서 그 형상 및 재질이 현재와 같이 발전하여 왔다. 즉, 철도는 근대 공업의 발달과 함께 발전하여 철도를 상징하는 레일도 이 사이에 제조법, 품질, 수송력, 보수 등의 면에서 많은 검토가 이루어져 현재에 이르렀다고 할 수 있다.

금년은 우리나라에 철도가 도입된지 100주년 이 되는 뜻깊은 해이다. 따라서, 본고에서는 세계 철도의 탄생과 발달에 관하여 레일을 중심으로 고찰하며, 아울러 궤도(軌道, track)의 발달에 대하여도 함께 기술한다.

2. 레일과 차륜의 시초

차륜은 인류에 있어 가장 행운인 발명의 하나이다. 이것을 지지하고 안내하기 위하여 발명되

1) 편집자 주 : 편집위원회에서는 이 기사의 원고량이 1회에 전부 게재하기에는 부적절하다고 판단하여 2회에 걸쳐서 게재하기로 결정하였으며, 동시에 목차를 포함시켜 원고의 전체적인 내용을 이해하는데 도움이 되도록 하였습니다. 이번 호에는 “10. 궤간 싸움”까지 게재합니다.

목차

1. 서론
2. 레일과 차륜의 시초
3. 탄광에서 생긴 사다리궤도
4. 사위가 명성을 올린 철판레일
5. 주철 L형레일
6. 점착의 장애를 넘은 철레일
7. 마차철도와 증기기관차의 탄생
8. 철도의 탄생
9. 연철레일의 개발 및 동력차의 발달
10. 궤간 싸움 - 의지가 통하지 않는 다수결
11. 우두레일과 쌍두레일
12. 평저레일
13. 레일 재질의 발달
14. 재료가 역사를 말하는 철도궤도
15. 우리나라 궤도의 발달
16. 도시철도의 탄생과 발달
17. 철도의 증후과 발전
18. 고속철도의 궤도구조
19. 결론

있던 궤도가 현재에 이르기까지에는 차륜의 발명에서부터 천수백년을 필요로 했다. 그 구조는 원리적으로 큰 변화가 없었지만 각 시기에 있어 재료와 함께 상당한 발전을 이루어 오고 있다. 레일로 대표되는 궤도재료는 궤도의 역사를 이야기하여 준다. 레일(rail)은 중량물 운반의 수단으로서 발달한 차량을 원활하게, 저항을 뒀 수 있는 한 작게 하여 주행시킬 목적으로 고안되었고, 재질은 목재이면서 현재와 유사한 것이 산업혁명전인 16세기 후반에서 17세기 전반에 걸쳐 독일 및 영국에서 사용되어 왔다고 한다.

인류가 육상교통수단으로 처음 사용하였던 방법은 원시적인 기구를 이용하여 인력으로 사람이나 짐을 옮겼을 것이다. 중량물 운반의 수단으로서 인간생활의 역사중에서 가장 먼저 시도된 것은 견인저항을 감소시키는 것이었다. 유사 이전에도 미끄럼재나 굴림대를 사용하여 중량물의 운반저항을 감소시킨 것은 대량·중량물의 운반에 대한 인간의 소박한 지혜였다.

이윽고, 역사를 여는 기원전 3000년경에는 둥글게 깎은 통나무에 거칠게 깎은 나무 차축(車軸)을 취부한 차륜(車輪)이 출현하고, 계속하여 조잡하게 자른 판을 서로 고정하여 거의 원형의 윤곽으로 주위를 깎아맞춘 원반형상의 합판차륜이 출현하였다.

철도의 원형인 전용궤도의 역사는 오래되어 고대 이집트나 그리스 시대부터 수레바퀴 자국에 돌을 넣어 단단하게 하는 것이 시도되었다고 한다. 즉, 차의 하중이 무거우면 바퀴 자국이 남게 되어 여기에 자갈을 채웠다고 한다. 또한, 일설에는 바퀴자국의 자리에 판을 깔아서 차륜을 유도하는 방법이 옛날 그리스 시대에도 있었다고 한다.

인류는 도로교통수단으로서 도로 위의 차를 동물이 끌게 하여 사람이나 물건을 운반하기 시작하였다. 차를 견인한 최초의 가축은 소였으나, 다

음에 야생 당나귀가 이용되었고, 더욱이 기원전 2000년경에는 말이 이용되었다. 차륜도 스포크(spoke)가 붙은 것으로 발달하여 2륜차, 4륜차 또는 무개차, 유개차 등의 차가 여러가지로 사용되게 되었다.

3. 탄광에서 생긴 사다리 궤도

고대 로마시대의 도시도로에는 궤도가 아닌 돌길(石道)이 있고, 거기에는 차의 바퀴자국이 남아 있어 이것을 차륜이 직진하도록 인위적으로 제작한 홈(溝)이라고 해석하는 전문가도 있다. 로마시대로 되어서는 "모든 도로는 로마로 통한다"라는 격언과 같이 그 시대에는 포장도로가 널리 건설되어 차륜에도 철의 테두리가 이용되었다. 로마군은 기원전 50년경 영국에 침입하여 2륜마차(戰車)를 주행시켜 깊은 자국을 남기고 돌아갔다. 그 당시 전차의 차륜간격을 1,372 mm(4' 6")이고, 그 후 영국에서는 차량의 차륜간격을 그것에 맞추어 제작하였기 때문에 이것이 후세의 마차철도에서 철도로 인계되어 세계의 표준궤간의 단서가 되었다고 한다.

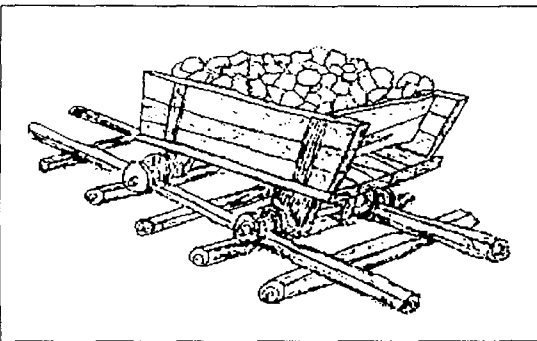
로마제국 멸망후 후기 중세시대에 이르는 1000년간은 기술개발의 불모시대이며 인류의 지혜는 동면하였다. 그간에 차륜과 차량은 계속 이어져 왔지만, 궤도(軌道, track)의 발달은 16세기의 철광석이나 석탄이 대량으로 채굴되기 시작한 시대를 기다리게 되었다. 광산의 갱내 운반차를 위한 평탄한 길을 확보하는 땅 고르기는 큰 작업이었다.

일정한 간격을 가지고 설치한 한쌍의 봉상재(棒狀材)의 위를 플랜지(輪緣)가 붙은 차륜으로 주행하는 차량이 기록으로 남아있는 것은 독일의 G. Agricola가 1550년에 저술한 채광 야금기술의 체계적인 기록 "금속에 대하여" 중에 있는 탄차의 그림이 처음일 것이다. 즉, 땅을 고르던 당

시의 갱부들이 오늘날 말하는 Q.C에 의하여 목재로 만든 사다리꼴의 궤도같은 것을 제작하였다(그림 1). 당시 독일의 트란실바니아의 탄갱내에서 실용화되어 왔다고도 한다. 독일의 루루 탄전에 이 기록이 있지만 그 명칭이 “영국식 석탄 수송로”로 쓰여져 있는 것으로 보아 발상지는 영국으로 추정된다. 갱내 운반차 차륜의 홈(溝)은 탈선방지 대책이었지만 전체가 목재이었기 때문에 절손·균열·부식으로 인한 사고가 끊이지 않았다. 그러나, 어쨌든 인위적으로 최초의 궤도가 만들어졌다는 점에 의의가 있다.

또한, 일설에는 16세기초에 독일의 Harz 광산에서 차륜이 땅에 덜 박히고, 원활하게 통행할 수 있도록 목재를 깔은 것이 최초의 철도 형태라고 한다. 영국에서는 17세기초 경에 뉴카슬 부근의 탄갱에서 목제(木製)의 궤도를 사용하여 말 1필로 8~9 t의 석탄차를 끌었다고 하는 보고도 있다.

산업혁명에 앞서 16세기에서 17세기에 걸쳐 영국에서는 석탄의 이용이 높아져 대량의 석탄 채굴과 수송이 필요하게 되었다. 그래서, 당시 석탄 수송의 간선이었던 것은 하천이나 운하에 의한 주운(舟運)이었지만 탄갱의 갱구에서 선적장까지는 짐말이나 짐마차에 의하지 않을 수 없었다.



<그림 1> 사다리 궤도와 탄차

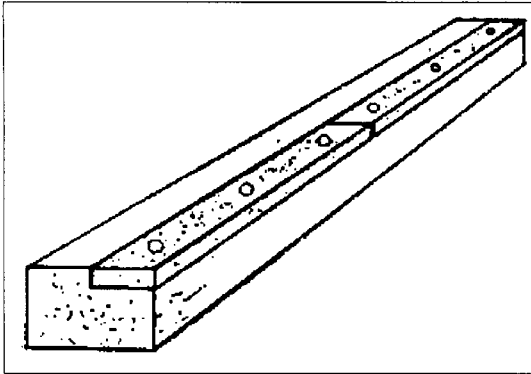
짐마차가 중량화, 대형화하면 차륜이 도로에 박히기 때문에 탄광 주인은 자기의 비용으로 차륜에 닿는 부분에 목판이나 돌을 깔아 견인 저항을 줄이며 운반능률의 향상에 노력하였다. 예를 들면, 어느 탄광에서 두 가닥의 줄기를 도로에 묻고 군데군데를 횡재로 연결하여 그 위로 짐마차를 주행시켰다고 하는 기록이 남아 있다. 1679년 경에는 석탄운반을 위하여 전나무의 각재를 침목 위에 취부한 것이 출현하여 말의 견인중량이 4배로 증가하였다고 하는 기록도 있다. 이것에서 철도가 비롯되었다고 한다.

4. 사위가 명성을 올린 철판 레일

목제의 레일 이후에 가장 큰 진보는 200년후인 18세기 중반에 이르러 철제(鐵製) 레일의 등장이었다. 유럽내에서 영국의 제철소와 탄갱은 선구적으로 발달되어 있었지만 대륙에서의 7년전쟁의 종결과 함께 철강 수요가 떨어져 제철소 구내에는 판로를 구하는 철강재가 산적되어 있었다.

영국의 Derby 제철소에서는 구내의 목재 레일의 파손이 빈발하여 골머리를 앓던 주인 Derby가 사위인 Richard Reynolds에게 대책을 세울 것을 명하였다. Reynolds는 이것과 철강의 재고에 대한 일석이조의 해결책으로서, 그림 2와 같이, 봉강을 평판으로 고치고, 이것을 떡갈나무에 못을 박아붙이는 것을 고안하였다.

Derby는 사위 Reynolds가 이것을 크게 떠벌렸다고 상대를 하지 않았지만, 차륜을 주행시켜 보았더니 극히 경쾌하고 또 목재가 쪼개지는 일도 없어 누구의 눈에도 훌륭한 발명인 것이 분명하게 되었다. 이 날이 1767년 11월 13일로 철제 레일의 등장 기념일이다. 그 후 1771년까지에 약 800 t의 철판(鐵板)레일이 생산되어 Reynolds는 기술과 경영의 양면에서 면목을 일신하였다. 사위가 명성을 올린 것이었다.



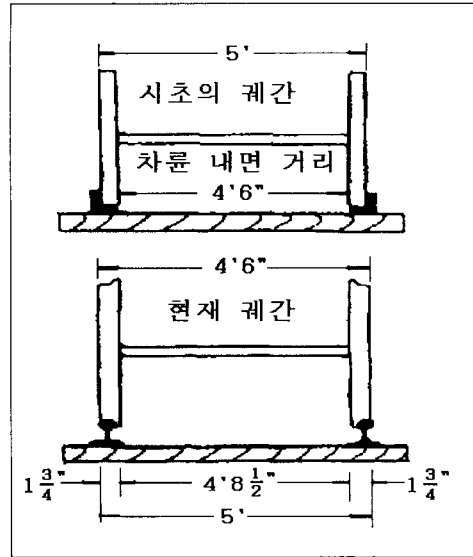
<그림 2> 철판레일

종방향 각재의 마손을 개선하기 위하여 각재 위에 사용된 이 최초의 주철판(鑄鐵板) 레일은 각재의 내용한도(耐用限度) 연장과 차륜의 원활한 주행에 대단히 유용하였지만, 이 주철판의 단부는 때때로 박리하여 뱀의 머리처럼 솟아올라 차륜을 파손시키는 결점도 있었다.

5. 주철 L형 레일

상기의 결점을 개선하여 탈선을 방지하기 위하여 1776년에는 L형 단면의 주철재(鑄鐵材)를 토대에 직접 취부하는 것이 출현하였다. 이 L형재는 그림 3에 나타난 것처럼 장변(長邊)이 토대의 위에 놓여지고 단변(短邊)은 외연(外緣)에 수직으로 세우고 있다. 보통의 짐차와 같이 플렌지가 없는 차륜을 가진 차는 장변의 위를 전주(轉走)하고 단변이 유도 안내의 역할을 하여 탈선을 방지한 것이다. 이 경우에 당시의 마차견인차량의 차륜 외면거리는 1,524 mm (5')이었으므로 좌우 한쌍의 L형재의 외면거리도 여기에 맞춘 것이다.

또한, 플렌지 붙은 차륜에 대하여는 내연에 단변을 세워 현재의 레일과 같은 모양의 역할을 하게 하였다. 이렇게 하여 처음으로 오늘날의 레일의 형식을 갖춘 것이 형성되었다. 이 경우에 좌우 한쌍의 레일의 내면거리는 차륜 답면폭 44.5×2



<그림 3> 표준궤간의 기원

= 89 mm를 차인하여 1,435 mm로 된다. 이것이 오늘날의 표준궤간의 기원이라는 설이 있다.

단순한 주철판과 달리 무거운 차륜을 지지하고 주행저항을 감소시키고, 차륜을 유도하여 탈선을 방지하며, 차륜의 원활한 주행을 확보할 목적으로 취부시킨 철의 봉상재가 레일(rail)이라고 불리게 된 것은 이 시대의 일이다. 그리고, 이와 같이 나무의 종각재(縱角材) 위에 취부되었던 레일은 스트랩 레일(strap rail)이라고도 불려졌다. 더욱이, 그림 3의 경우 말의 주행에 편리하도록 하기 위하여 궤간내에 토사를 전충한 것도 있지만, 이것은 토사가 레일 위로 모이는 결점이 있었다.

6. 점착의 장애를 넘은 철레일

철재 레일의 전기는 플렌지 붙은 레일의 발명이다. 1789년 Wiliam Gessop는 단면 변화 플렌지 붙은 레일을 발명하였다. 주철제 엣지 레일(edge rail)은 그 형상 때문에 어복(魚腹)레일(fish vellied rail, 또는 fish bellied iron edge rail)이라고도 불려진다. 이 어복레일은 지점에서

는 단면계수가 작고 중간부에서는 이것을 크게 하여 부재의 부담을 평균화하고 있는 점에서 극히 합리적인 설계이었다.

그림 4에서 보는 바와 같이 레일의 양단하부에 돌 또는 목 침목을 부설하고 여기에 볼트를 깊이 끼워 레일을 고정시켰다. 레일 단부는 설치하기 편리하도록 폭이 약간 넓게 되어 있다. 오늘날의 평저레일과 비슷한 단면이며, 또 중앙부는 복부가 높은 쌍두레일과 유사하다. 옛지 레일의 특징은 종강성이 크고 곡선 부설이 용이한 것이다. 더욱이, 옛지 레일은 스트랩 레일과 달리 플렌지 붙은 차륜을 레일의 옛지(緣)로 지지하기 때문에 단면을 종길이로 직립시켜 설치한 레일의 호명이다. 단면이 변화하는 레일은 당시의 길이가 짧은 석탄차량에는 이것이 매우 적합하였지만, 짧은 것(3ft에 불과) 밖에는 만들 수 없었던 점이 불편하였다. 플렌지 붙은 차륜용의 복부가 높은 레일은 그후의 쌍두(雙頭)레일 또는 우두(牛頭)레일의 시초라고도 한다.

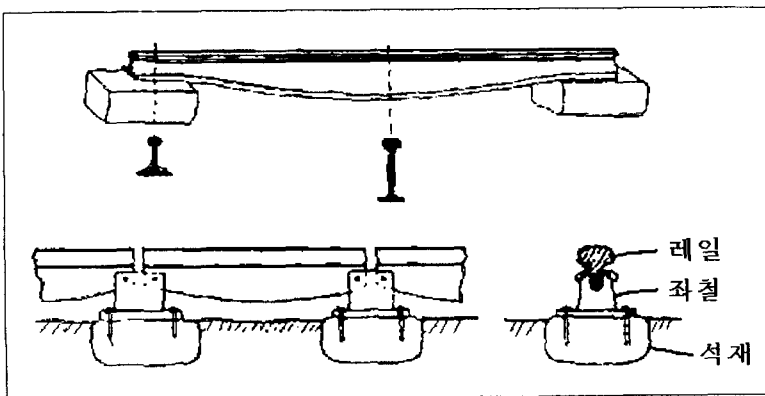
당시의 동력은 인력 또는 가축의 힘이었으며, 그외에 경사면 등의 자연조건을 이용하는 경우도 있었다. 인력을 이용한 철도를 인차(人車)철도로 부르는데 예가 있으며, 가축의 힘으로서 말을 이용하여 발달된 것이 마차(馬車)철도이다. 특히,

동력으로서 말을 이용한 철도의 경우에는 도로위를 주행하는 마차보다 무거운 중량을 운반할 수 있게 되었다.

7. 마차철도와 증기기관차의 탄생

18세기 후반에서 19세기 전반의 공업화에 의한 산업혁명은 원재료나 원료·제품 등의 수송량을 급격하게 증가시켜 종래의 마차에 의한 도로수송으로는 대응할 수 없었으므로 수송능력이 우수한 새로운 교통기관이 요망되었다.

그 하나로서 국토의 기복이 비교적 적은 영국에서는 운하망이 적극적으로 건설 정비되어 하천과 함께 수운(水運)이 이용되었다. 또한, 내륙의 광산 등에서 운하로 운반하는 수단으로서 레일을 이용한 궤도와 마차에 의한 방식(철도에서의 말 1마리의 견인능력은 도로에서의 말 약 10마리에 필적)이 채용되었다. 이 철도는 전용적인 것이 많았지만, 통행료의 지불에 의하여 누구라도 이용할 수 있는 공공적인 것도 개통되었다. 이들의 말에 의한 견인되는 철도는 지형상의 문제로 운하의 건설이 어려운 지역이든가 수송수요가 비교적 적은 지역에 적당한 교통기관으로서 수운의 보완기관으로 이용되었다.



<그림 4> 주철 어복레일

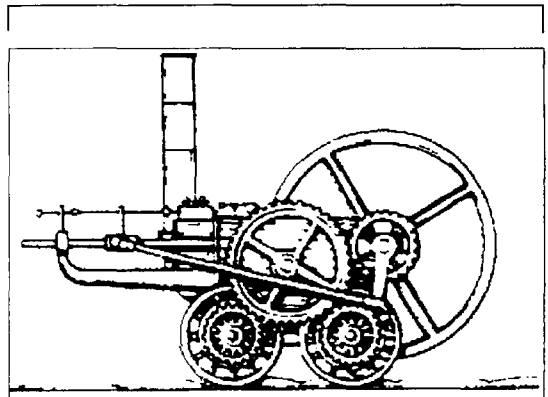
영국의 교통은 1673년에 런던을 기점으로 하는 역마차가 달리기 시작한 이래 그 보급이 눈부시게 되는 한편, 현대 용어로 말하자면 탄광의 “전용철도”이었던 궤도도 단순한 각계에서 주철판 붙이, L형 레일, 더욱이 옛지 레일로 개량 강화되어 차륜의 대형화, 중량화도 가능하게 되었다. 그래서, 마차와 당시 플레이트 웨이(plate way), 트램 웨이(tram way), 또는 레일 웨이(rail way) 등으로 불려지던 궤도가 결합하여 1801년 세계 최초의 공공 마차철도(馬車鐵道)인 사레이 철도(Surrey Iron Railway) 회사가 발족되었고, 1805년 약 17 km의 선로가 개통되었다. 어떠한 사람이라도 궤간 1,435 mm에 맞춘 마차를 가지고 오면 통행료를 지불하고 궤도 위를 주행할 수 있었다. 결국, 회사에서 차량을 가지고 있지 않고, 통행료 수입으로 성립한 회사이며 오늘날 말하는 유료도로와 같은 성격의 것이었다. 그후에 마차철도는 다른 곳으로도 퍼져 영국에서는 1825년까지 16 회사, 합계 약 373 km의 선로를 가지고 마차철도가 영업을 하였다.

한편, 철도의 기술특성의 하나인 대량수송을 가능하게 한 증기기관의 이용은 18세기말에 연구가 시작되었다. 영국의 J. Watt가 1765년에 증기기관을 발명하여 공장의 동력만이 아니고 차량의 동력에도 이것을 이용하려고 하는 움직임이 나타났다. 1769년에 프랑스의 N. J. Cugnot, 또 1786년에 W. Murdock이 증기차를 만들어 도로 상을 운전하였다. 또한, 이들 자동차로 철로 위를 달리게 하였고 J. Blenkinsop에 의하여 기관차로 레일 위를 달리게 하였으나 모두 성공하지 못하였다.

증기기관차를 제작하여 레일 위를 주행시킨 최초의 사람은 “기관차의 아버지”라고 불리는 영국의 Richard Trevithick이다. 그림 5에 보이는 Trevithick이 1804년에 발명한 증기기관차는 10 t의 철광석을 실은 화차를 끌고 8 km/h의 속도

로 주행하는데 성공하였다. 이 증기기관차는 사우스 웨일즈의 철광장과 가까운 운하와의 자재 수송에 제공되었지만 기관차나 레일 등에 트러블이 많아 영속되지 않았다. 궤도 위를 운전한 Trevithick 모형(중량 4.5 t)은 기관차의 치차가 레일의 횡으로 취부한 등간격의 돌기, 즉 래크 레일(rack rail)과 맞물리어 진행하는 방식이었다. 이것의 실용화는 문제가 많았고, 결국에는 Stephenson의 점착방식에 의한 기관차가 실용화에 성공하였다. 그러나, Trevithick이 고안한 치차식 철도는 후세에 급구배 구간엔 전용의 치차식 철도로서 실현되었다. 그후 증기기관차는 개량과 함께 각지의 탄광선에 채용되었지만 기관차의 신규 제작비가 비싸고 동력효율도 낮았다. 그때문에 수송톤당의 비용에서는 마차 견인에 비하여 장점이 적어 보급이 진행되지 않았다.

상기와 같이 속도향상에 따른 점착이 염려되어 일시기에는 이(齒)가 나온 레일도 만들어졌다. 그러나, William Hedley에 의하여 평활한 레일 표면 위를 원활하게 주행하는 기관차가 제작되어, 1813년 와이람 탄갱에서 주행함에 따라 증견인의 경우에도 상당한 속도까지 치차는 불필요한 것이 증명되었다. 이것은 점착방식에 의한 철차륜/레일 시스템의 기본이 확립되었다는 점에 의



<그림 5> Trevithick의 SL ; 중량 4.5 t(1804년 영국제)

의가 깊다. 1814년에는 영국의 Geroge Stephenson 등에 의하여 증기기관차 “Blcher”의 제작에 성공하였다. 이들 기관차는 광산의 마차철도에 널리 이용되었으나 모두 전용철도이었으며, 이들이 동력상으로 본 철도의 기원이라 할 수 있다.

이 당시의 철도차량은 4륜마차를 그대로 복사하여 바꾼 듯한 것이었지만, 원시적인 시초부터 따라 다녔던 흔적이 궤도에도 그대로 적용되어 왔다. 기묘한 것으로 초기에 기관차 제작자가 당시의 도로전용차의 차축 폭에서 유도하였던 표준게이지의 선로폭 4피트 8인치(1435 mm)가 유지되어 있고, 게다가 Malta섬에 남아있는 선사시대의 수레바퀴 자국의 자취나 고대 아라비아의 사원용 수레의 그것과 같은 치수라고 하는 것도 불가사의하다.

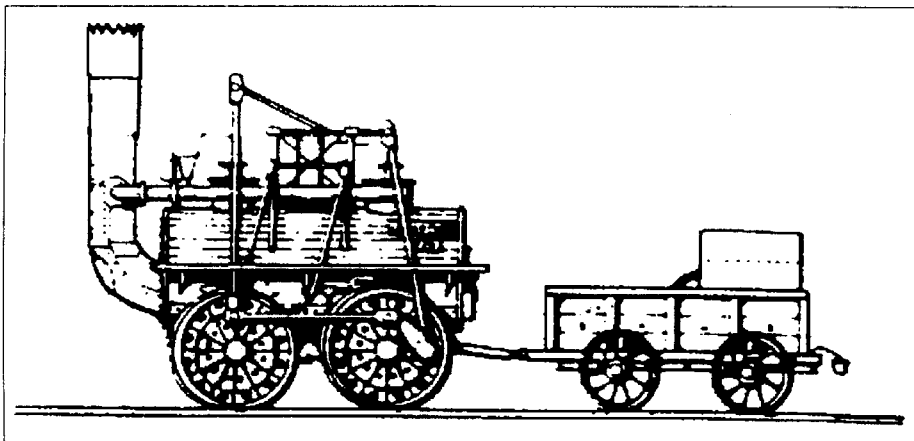
8. 철도의 탄생

세계 최초의 기계동력 방식에 의한 공공철도로 된 영국의 Stockton-Darlington 사이의 약 40 km는 당초의 계획에서는 석탄의 반출을 주된 목적으로 하여 운하로 할 것인가 아니면 철도로 할

것인가가 비교 검토되었다. 그 구간은 지형의 표고차가 큰 점 등으로 철도의 건설비가 운하의 반액으로 끝나므로 민영의 철도가 선정되고 동력은 당시 일반적인 말 견인으로 계획되었다. 또한, 철도의 건설 착공에 이르기까지에는 연선의 사냥장을 잃는 귀족이나 운송업자 등의 반대도 강하였지만, 건설자금을 모으기 위하여 연간 15 % (최저 보증 5 %)의 높은 배당을 선전하고, 인가를 필요로 하는 국회의 의원이나 개개의 지주에게 철도의 유리성을 설득하여 겨우 지지와 이해를 얻을 수가 있었다. 그즈음에 G. Stephenson은 증기기관차의 실용화에 심혈을 쏟고 개량을 거듭하여 탄광철도에 납입하였다.

그는 탄광철도에서의 실적으로부터 S&D(Stockton & Darlington) 철도에서의 증기기관차 견인방식의 성공을 확신하고, 이의 채용을 열심히 요망하였다. 또한, 회사의 유능한 리더인 은행가 E. Peace도 탄광에서의 사용 상황을 견학하고 Stephenson의 열의와 증기동력에 의한 경영 전망을 받아들여 1825년에 세계 최초의 증기동력에 의한 근대의 공공철도가 개업하였다.

이와 같이 하여, 세계에서 최초의 공공용 철도(鐵道)가 개업한 세계적 철도기념일은 1825년 9



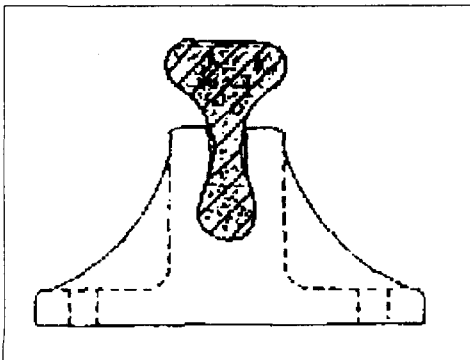
<그림 6> “Locommotion” 호 SL

기관차 견인방식의 성공을 확신하고, 이의 채용을 열심히 요망하였다. 또한, 회사의 유능한 리더인 은행가 E. Peace도 탄광에서의 사용 상황을 견학하고 Stephenson의 열의와 증기동력에 의한 경영 전망을 받아들여 1825년에 세계 최초의 증기동력에 의한 근대의 공공철도가 개업하였다.

이와 같이 하여, 세계에서 최초의 공공용 철도(鐵道)가 개업한 세계적 철도기념일은 1825년 9월 27일이다. 개업일의 기념 열차는 Stockton-Darlington 사이의 43 km의 선로에서, 그림 6에서 보는 것과 같은, “철도의 아버지”라고 불리는 Geroge Stephenson이 만들고, “Locomotion”호(중량 6.5 t)라고 명명된, 증기기관차가 총중량 약 90 t, 33 량의 열차(약 600인의 승객과 약간의 석탄을 적재)를 견인하여 전구간을 약 7~13 km/h (16 km/h이라는 설도 있음)의 속도로 주파하였다(Stephenson 자신이 운전하였다 함).

전장 약 9 m, 기관차 중량 6.5 t, 동륜 직경 1219 mm, 보일러 압력 1.7 kgf/cm² (1825년 영국제)

Trevithick의 시기에는 취약한 주철제의 레일 밖에 얻을 수가 없었지만, S&D 철도에서는 인성이 높은 연철제 레일을 채용할 수 있었던 것도 행운이었다. 스티븐슨 자신도 레일과 이음매의 특허를 갖고 있었지만 여기서는 그림 7에 보이는



<그림 7> 연철 압연레일

것과 같은 J. Birkenshaw 연철압연 레일을 채택하였다. 이 레일은 1805년에 고안된 어복레일(fish-belly rail)이라 부르는 형상의 것이었다.

이 철도에 관하여는 상기도 언급하였지만, 지주의 반대에 의하여 건설에 관한 법안의 의결이 2년간 지연된 일, 또 Darlington에 사는 고액출자자를 위하여 구배 회피와 함께 선로가 우회된 일 등 비화가 있다. 150년 후도 어딘가에 같은 모양의 일이…….

동년 10월 10일부터 그 지방민의 요청에 따라 여객과 화물의 취급을 시작한 것이 최초의 철도 영업이었다. 그러나, 이 때는 간간이 말에 의한 견인이 많았고, 또한 수송물도 주로 석탄이었다. 이 철도는 처음에 마차철도로 계획하였던 것을 증기철도로 바꾼 것이고, 사람들이 불안하게 생각하였기 때문에 증기기관차에 의한 수송은 석탄 등의 화물에 한정하고 여객은 마차에 의한 수송에 의존하였다. 또 일부 구간에 설치한 증기기관에 의한 로프견인운전도 병용되었다.

종래의 마차에 의한 공공철도에서는 자체 수송용의 차량을 보유하는 일은 없었지만, S&D 철도는 기관차와 약 150량의 화차를 보유하고 주로 석탄수송을 시작하였다. 당초는 마차업자에 의한 승합마차가 주 3~4회 운행되고 있는 정도로 여객의 수요는 기대할 수 없었다. 이윽고, 여객수송 다이어가 설정되어 이용이 증가되고 운행 다이어의 조정이 곤란하게 되었기 때문에 1934년에 객·화 수송 모두 자체의 보유차량에 의한 증기 견인방식의 6 왕복으로 되었다.

그러나, S&D 철도의 “Locomotion”호에 의한 운행은 기관차의 성능이나 비용면에서 반드시 성공이라고는 말할 수 없었다. 기관차는 보일러 위에 중방향 형의 실린더를 설치한 모양이 흉한 구조로서 보일러 안을 한 개의 염관(焰管)이 통할 뿐이었다. 이것이 긴 연돌(煙突)을 새빨강게 작렬시켜 연돌에서 화염을 토하며 달리므로 기관

일된 것이 1833년이였다.

9. 연철레일의 개발 및 동력차의 발달

당초의 레일은 모두 주철제이였지만 1784년 영국의 H.Cort가 연철을 제조하는 Puddle 노(爐)를 고안하여 처음으로 연철(鍊鐵)레일이 출현하였다. 1783년 증기기관을 이용한 압연기(壓延機)도 발명되었으므로, 이로써 영국에 있어서 Derby 2세의 코크스(Koks) 고로(高爐)기술(1735년), Puddle법, 압연법이 상호 결합하여 선철-연철-압연의 일관 생산체계의 기초가 구축되었으며, 근대적인 레일의 제조가 가능하게 되었다.

또한, 이와 같은 기술적 배경을 기초로 세계의 철도기념일에 앞서 수년전인 1820년 영국의 J. Birkenshaw는 처음으로 연철을 압연하여 그림 7의 압연레일(길이 3.962~4.572 m(13~15'), 중량 12.9 kg/m(26 lb/yd))을 제작하였다. 이것이 최초의 압연레일으로서 마모와 저항을 줄이기 위하여 둥글게 폭을 넓힌 두꺼운 복부로 만들어져 있고, 주철레일과 비교하여 길이가 길고, 이음매부에는 체어(chair)라고 부르는 주철제 지지대로 지지하는 구조이다.

증기동력의 철도가 운하수송을 능가할 수 있다고 평가된 것은 1830년 9월 15에 개업한 영국의 Liverpool-Manchester간 50 km의 철도이었다. 이 철도는 일반의 여객과 화물을 본격적으로 취급한 최초의 철도로서 본격적인 여객수송용으로서의 최초이며, 또한 개업 당초부터 모든 차량이 증기기관차로 견인된 세계 최초의 도시간 공공철도로서 여객·화물의 모든 영업을 증기기관차의 견인에 완전히 의존하였다. 서해안 항만의 Liverpool과 당시에 세계 최대의 방적공업 도시인 Manchester 사이의 구간에서는 18세기말에 건설되었던 운하가 있었다. 그런데, 화물의 유동

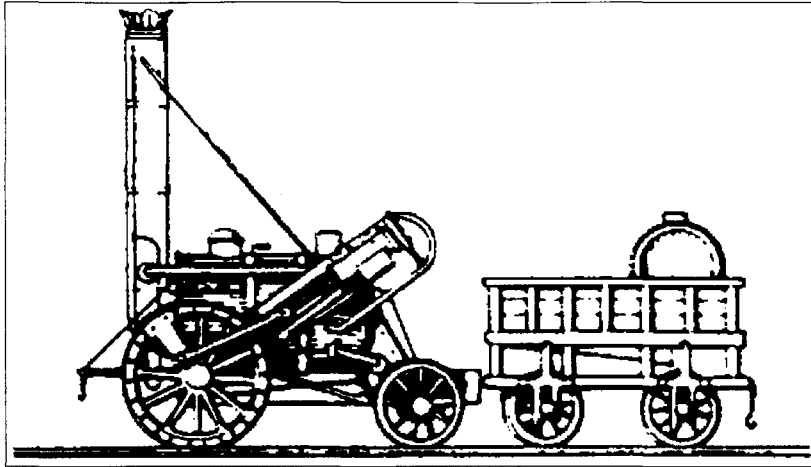
이 1일 1000만 t을 넘어 더 이상 대응할 수 없게 되어 수송기관을 증강하는 수단으로서 민영철도의 건설이 계획되었다. 그러나, S&D 철도의 실적에서도, 기관차의 신뢰성도, 성능도 낮았기 때문에 당초의 계획에서는 증기기관차의 채용을 결정하지 않았다. 그래서, 사용하려는 기관차를 전국에서 널리 현상모집하여 기관차 콘테스트를 하여 그 결과에 의하여 채용 여부를 결정하는 것으로 하였다.

콘테스트의 기관차 시방조건은 중량 6.1 t 이하, 가격은 550 파운드 이하, 20 t의 열차를 16 km/h 이상으로 견인할 수 있고, 콘테스트 당일에 평탄 구간 3 km를 10 왕복할 수 있는 것 등이었다.

전국에서 많은 관중이 모여 세기적으로 개최된 기관차 콘테스트에는 5 량이 참가하였다. 2 량은 시방조건에 의해서 실격되었고, 2 량은 고장으로 주행할 수 없었으며, 그림 8과 같은, Stephenson이 제작한 "Rocket"호 기관차(4.3 t)가 최고속도 35 km/h, 평균속도 22 km/h(열차속도에 대하여는 20~30 km/h라는 문헌도 있음)의 훌륭한 기능을 발휘하여 합격됨으로써 시비없이 결정되었다. "Rocket"호 기관차의 연관(煙管)식 보일러, 좌우에 배치한 실린더와 크래프 기구 등의 합리적인 구조는 그후의 증기기관차의 기본적 설계로서 최후까지 답습하였다. 이때 부설된 레일은 1829년 Blenkinsop가 만든 연철제 압연 어복레일(길이 15' (4.58 m), 17.4 kg/m)이다.

개업한 L&M 철도는 여객의 이용이 예상을 상회하여 그 수입이 화물의 2배 이상인 좋은 업적을 거두었다. L&M 철도가 실증한 수송력·속도·비용 등 우수한 증기동력의 철도는 요원(燎原)의 불꽃처럼 영국의 국내와 해외에 보급되기 시작하여 영국에서는 20년후에 영업 킬로가 1만 km를 넘었다.

이 시기에 있어서도 마차철도의 자취가 있고



<그림 8> "Rocket" 호 SL
 전장 약 6.9 m, 기관차 중량 4.3 t, 동륜 직경 1435 mm, 불꽃 격자 면적 0.5 m²,
 보일러 압력 3.3 kgf/cm² (1829년 영국제)

레일의 지지는 블록이었지만, 적어도 터널내에 자갈이 부설되어 있어 자갈도상 궤도의 원형이 탄생하고 있다.

이 철도의 개업에 따라 궤도와 증기기관차 견인차량이 일체로 된 본격적인 철도시대로 되어 그 후 영국 전 국토의 철도망이 형성되었고 수송을 신속하게 하여 산업의 발달을 한층 촉진하게 되었다. 그리고, 철도는 영국에 이어 미국에서는 1827년에 볼티모어·오하이오 철도회사가 설립되어 1830년에는 영업이 개시되었고, 1832년에 프랑스, 1835년에 벨기에와 독일에 보급되는 등 구미 각국으로 철도가 급속하게 퍼졌다. 그 이후의 1 세기는 "철도의 세기"라고 하여도 좋을 정도로 철도가 육상교통의 주요 부분을 독점하고, 증기열차가 중심적인 운행형태이었다.

1850년대에는 영국에서 약 2만 km, 미국에서 약 3만 km의 철도가 보급되었고, 아시아에서는 1853년에 인도, 이어서 오스트레일리아, 뉴질랜드, 세이론 등 영국의 식민지이었던 지역에서 철도가 개통되었다. 미국의 대륙횡단철도가 처음으로 동서를 연결하게 된 것은 1869년이며, 또한

세계 최장의 단일 철도인 시베리아 철도가 Vladivostok까지 도달한 것은 20세기초이었고, 19세기 후반은 세계적으로 "철도의 약진시대"이었다. 이리하여 철도는 육상교통기관으로서 각국에서 발달되었고, 차량이나 선로의 개선과 진보도 급진전되어 사회·경제의 개발을 촉진하고 현대 사회생활에 있어서 중요한 존재가 되었다. 또한, 이와 같이 하여 1960년대말까지 세계의 철도 총영업연장은 130만 km를 돌파하였다.

다른 한편, 철도의 또 하나의 기술특성인 고속수송의 근본으로 되는 전기운전이 발달하였다. 1879년 독일 베를린 공업박람회에서 Siemens에 의하여 처음으로 소형의 전기기관차로 객차 3량을 견인하여 운전하게 되었고, 이어 1881년에 독일의 베를린 교외에서 전기기관차가 정식으로 일반 공중수송용의 전기철도에 채용되어 영업을 개시하였다. 이것은 철도의 무연화(無煙化)가 가능하고 동력분산방식을 취함으로써 전기철도는 당초에 도시내에서, 뒤이어 도시근교철도로 발달하였다. 특히, 제1차 세계대전(1914~1918)시의 석탄 부족은 철도의 전철화를 자극하였다.

또한, 1910년경 독일에서 개발된 디젤전기기관차는 1932년 이후 세계 각국에 보급되었으며, 특히 석유자원이 풍부한 미국에서 발달하였다. 이와 같이 디젤기관(Diesel Engine)을 중심으로 하여 내연기관이 동력으로서 사용되기 시작하였으며, 처음에는 전기기관차나 내연기관차로 객차차를 견인하였으나 전동기나 내연기관을 객차에 분산 탑재하는 동력분산방식의 복합단위열차(multiple unit train)도 개발되어 철도의 근대화가 이룩되었다.

10. 궤간싸움 - 의지가 통하지 않는 다수결

철도의 탄생 당시 마차의 차륜간격은 4' 3"이었으므로 이것이 표준궤(標準軌)의 기원은 아니다. 현재 표준궤로 되어있는 4' 8-1/2"의 등장은 19세기 초두에 스티븐슨이 화부에서 기사까지 등용시킨 키팅워스의 탄쟁내이었다(이설이 있음). 그후 세계 각지에서 철도가 부설되자 전략상에서 각종 궤간(軌間)이 부설되어 최적궤간에 관한 논의가 활발하였다. 이 논의가 최고조에 달한 것이

영국에 있어서 광궤와 당시 협궤로 칭하고 있던 4' 8-1/2" 궤간이 대립한 1844년이다. 브르넬 부자가 스티븐슨에 대항하는 의미로 광궤 7' 1/4"를 채택한 Great Western 철도가 개업하고 3년 후의 일이다. 궤간의 혼재는 극히 불편하였으므로 궤간 통일의 기운이 높어져 왕성한 논쟁이 전개되었다. 견인기관차의 고속성능에서는 광궤에 승리의 판정을 내리고 있었지만, 영국내에서의 부설 비율이 7 : 1(1900 : 270 마일)이었기 때문에 영국의회에서는 4' 8-1/2"(1,435 mm)를 표준궤간으로 하는 법률(궤간법)을 의결하였다. 그간의 경위를 "The Gauge War"라고 부른다. 궤간법이 성립된 후에도 광궤 및 삼선궤(3線軌)가 부설되었지만, 1892년에 이르러 전부 도태되어 영국에서는 표준궤로 통일되었다. 즉, 당시에 약 500 km에 달한 2,134 mm 궤간의 철도는 1892년까지 모두 1,435 mm 궤간으로 바뀌었다. 그러나, 이 광궤의 정확한 반분인 희망봉 궤간이 다른나라(일본, 오스트레일리아, 뉴질랜드, 남아프리카)에 부설되어 1,067 mm의 협궤궤간으로 남아 있다.

◀다음호에 계속▶