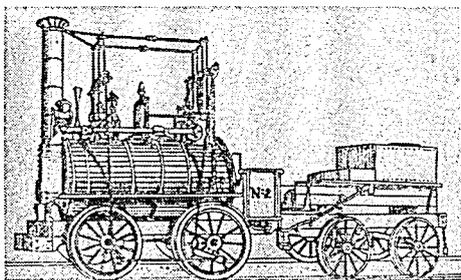


鉄道の誕生

伊藤 健 雄



(はしがき) 鉄道も古い時代には、非常に原始的な線路があっただけで、動力も僅かに馬が使用せられただけであった。蒸気機関車が発明せられたのは遙か後のことであって、その後、機関車の発達に伴って線路もそれを負担し得るように次第に強化せられて今日の鉄道にまで発達したのであった。

G. Stephenson二番目の機関車 (1815年) 古い時代の鉄道は鉱山その他の私企業の極めて小規模な輸送の役割を果たすものに過ぎなかったが、後には、一般客貨の輸送を目的とする公共の機関となり、その規模も全国に行きわたる鉄道網を持つ広大なものとなり、交通輸送の主役を演ずる時代を迎えるに至った。

この小文は鉄道誕生までの記事を収録し、発達の経緯を記述することに努めたが「鉄道誕生の日」としては George Stephenson が Stockton と Darlington との間を自己の製作した機関車を運転して一応の成功を取めた1825年9月27日をその日であるとする者も多いようであるが、筆者は動力として機関車のみを使用し、しかも、一般の客貨を輸送することを目的として作られた最初の公共用鉄道である Liverpool and Manchester 鉄道の発足した日を鉄道の誕生日と認めることとした。それは現在の鉄道が馬を機関車と併用したり、捲上機を併用したりする鉄道とは全く別種のものと考えられる上、公共性を無視しては存在の意義を失うものと考えられるが故である。

尚、本文を記述する上に主として参考とした文献は次の書籍である。

英国鉄道論 :— ジョージフィンドレイ 著

English Railways :— Vernon Summerfield 著

Early Railways :— S. B. Snell 著

鉄道工学 :— 柴田元良 著

(古代の線路) 古代の線路の目的は、第一に車両を目的の方向に導くことであり、第二に、凹凸のある岩盤や、軟かい土砂等天然の地盤の上を通すよりも、車両を抵抗を少なく楽に運搬出来るようにすることの2であった。

このような目的のために作られたものを線路と呼ぶことが許されるならば、線路は既にギリシア時代に存在していたのである。

その後に栄えたローマ人が、全欧州に跨がる広い版図に、多大の労力と資材を費して、10ft以上の広い巾を持つ平坦な道路を建設したのに対して、ギリシア人は岩盤に狭い巾の2本の轍(わだち)を穿って同じ目的を達成している。この「轍を持つ道」を多くの学者は鉄道線路の最も原始的な形態であると考えている。

地中海沿岸の所々に残された遺跡によればこの轍の道は略等高線に沿うて建造せられ、

所々に側線や、前の車両を追い越すための通過線等まで作られている。しかし、この方法は岩盤が地表に露出しているか、少くとも浅い所にある場合のみ可能であって、それ以外の場合には、ローマ時代のように舗装した道路を作るか、土の上を通すしか方法がなかったようである。（筆者がポンペイの遺跡を視察した時道路に2本の轍の線条が深く穿たれているのを見たが、ポンペイがローマの支配を受ける前にギリシア文明の影響を受けてこの道が作られたのではないかと思われた。）

又、紀元前600年頃コリント地峡（ギリシア本土と Peloponnesus 半島とを結ぶ地峡で、現在は運河が横断している。）を横断して、舟を運搬する一種の鉄道があったと云う記録がある。なお、推定ではあるが、ピラミッド建設の際に大きな岩石の運搬にも同様の方法が採られたものと思われる。更に、16世紀のイタリアで要塞を建造するのに、木製のレールと貨車を使用せられた記録がある。

世に云う暗黒時代には、鉄道も多くの科学技術と同様に発達が止まったようである。スカンデナビアで古く鉄道が使用せられたと云う噂があるが正確な記録がない。

（鉱山と鉄道）1530年頃 Tyrol 地方の鉱山で鉄道が使用せられたようである。記録によれば、軌道は木製で、細長い鉄片で被覆して曲線部の摩耗を減少することに努めたとのことである。車両は長さ約4ft、巾及び高さは2½ftであった。ゲージは略2ft位かと推定せられる。鉱山の坑道では、重い鉱石を積載した車両を凹凸の激しい路面では、狭いトンネルの中で側壁に激突させずに運搬することは困難であって、軌道を敷設することが最良の方法であると考えられたことは容易に想像出来るのであるが、このようにして鉄道は鉱山の附属施設として、普及の道を歩み始めた。

1530年以降の鉱山に関する書籍に鉄道に関する記事が載せられている。

その最古のものはドイツであって、木製のフランジ附車輪を木製のレール上を走らせるものであったが、他の例も略同様であった。

このような軌道が車両を運搬する上に便利なのが認められ、やがて、坑道外の部分にまで適用せられるようになり、船着場まで延長せられるに至った。

1550年に発行された *Cosmographie Universelle* に Alsace の Leberthal 鉱山の狭軌鉄道の記事がある。1556年発行の Georg Bauer の著書にもレール上を走る貨車の記事がある。ベルリンの交通及び建造物の博物館に Siebenburgen の Transylvania 金鉱で、16世紀に使用した木製のフランジ附車輪を持つ貨車と軌道の断面図及び分岐器に関する記事がある。

英国に車両とレールを紹介したのは Huntingdon Beaumont であると云うことであるが真偽は不明である。1597年の記事に Wolaton Hall 炭坑から Trent 川まで運搬する貨車に関する記事に彼の名がある。この方面の先駆者であることは事実と思われる。

1602年に Tyne 川の Newcastle（イングランド北東部タイン川河口に近い工業都市で、Northumberland 炭田の中心に立地。第1図参照）に英国最初の木製鉄道を敷設した年である。Beaumont は、この地方に無かったボーリング機、排水用の新しい機械等と共に「馬1匹で石炭を炭坑から埠頭まで運ぶことの出来る車両」を携えて来た。Tyrol の場合には運搬車が小型であることと、中央ヨーロッパの当時の労働事情から人力で運搬せられたことと思われる。Beaumont の鉄道のゲージは4ft（後に広く英国の炭坑で使用せられたのは4ft 8inでそれより少し狭いだけの値）で、車両も相当大きかった筈であるから馬が必要であったことと思われる。その後、この炭坑線の貨車も大型のものが出来て



第1図 1845年当初の英国鉄道分布図

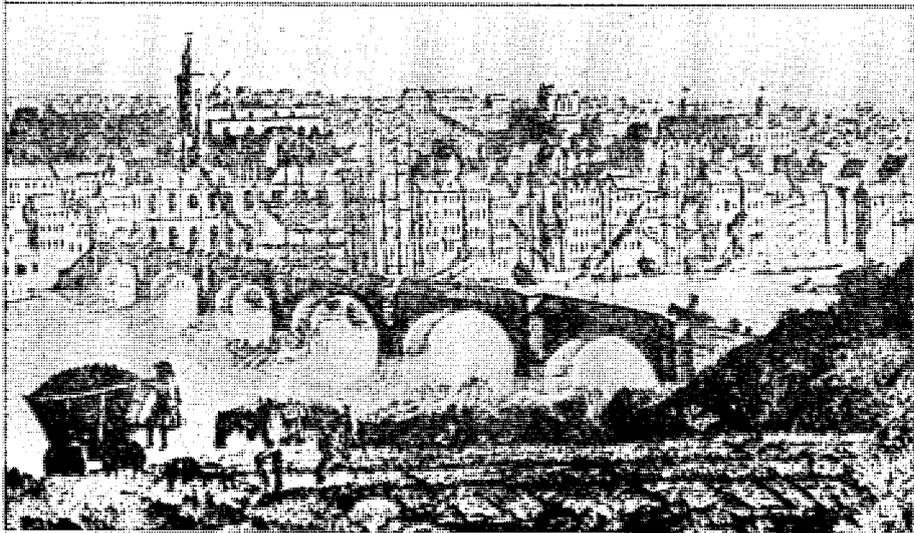
の馬が車について歩いている。しかし、この方法は、木製の車輪と、木製のレールとの間の摩擦係数が減少すると非常に危険になる。従って悪天候の時にはレールの上に砂や灰を撒布させることとしたが、偶々急に豪雨が降るとこの方法は効果がなく、実際に荷車が操作不能に陥り勾配を滑り落ちて麓にうず高い残骸を積んだ事故の記録が幾つかある。

木製の車輪は摩耗が速く不経済であるため1760年頃に铸铁製の車輪に改めたが、その結果、木製レールの摩耗が速くなった。最初レールの上部に細長い鉄片を被せて、それが摩

1676年には積載量 53cwt (約 2t700kg) のものが使用せられた。

Northumberland 地方で使用した鉄道に関する記録によれば、軌道は木製で船を解体して得た檣材を使用し、レールは高 7 in 巾 5 in、又横枕木の間隔は 2 ~ 3 ft、ゲージは 3 ~ 5 ft であった。なお、切取築堤橋梁等を築造して線路の勾配を緩やかにすることに努めた。その結果、普通の道路ならば馬 1 頭で $\frac{1}{2}$ ton を牽引するに過ぎないのに、石炭を $2\frac{1}{4}$ ton 積載した貨車を引くことが出来た。急な下り勾配 ($\frac{1}{10}$ ~ $\frac{1}{8}$ 即ち 5 ~ 7 %) の場所では、御者は車から馬をはずして、重力を利用して車を自由に走らせ、その代りに 1 対の車輪に挺子による簡単なブレーキを設ける方法を採用した。

第 2 図は 1783 年の記録によるもので、Newcastle and Parkmoor Waggonway でこの方法が行われている図である。荷車が危険な下り勾配を降っているにも拘らず、御者は少しも警戒の表情も現わしておらず、元気の無い足取り



第2図 1783年当時の Newcastle-upon-Tyne 線

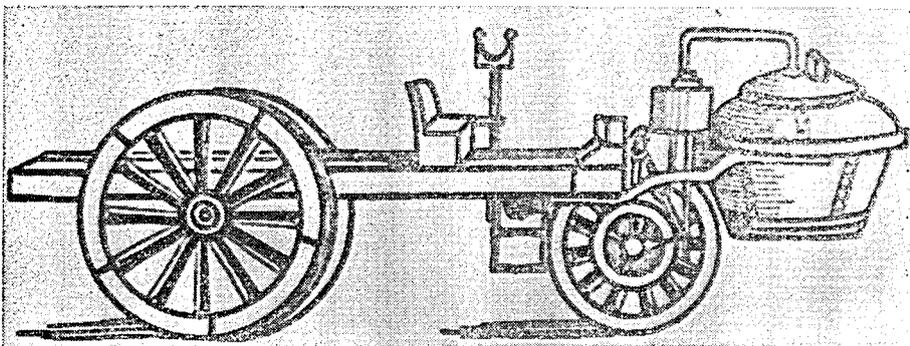
耗すると更換する方法を採り、後には帶鉄を使用することとしたが、何れも摩耗が速かったので、遂にレール全体を鑄鉄で作ることになった。Shropshire の Coalbrookdale で Richard Reynolds が1767年11月に使用したのが、成功した最初であった。その結果はレールの修繕費を減少したばかりではなく、摩擦の減少に伴い、馬の牽引重量を2倍にすることが出来た。

石炭は後には動力として鉄道の発達に大きい役割を果たしたが、この時代には石炭は燃料であって直接工業に役立ったのも後のことである。(この当時は、製鉄業の場合でも精錬するのに木炭を使用していた。) 石炭が機械工業に動力として使用し始められたのは、17世紀に蒸気機関が発明せられてから後のことであって、鉄道の発達を「機関車」と云う面で大きく援助することとなり、かくて、産業革命の大きな推進力となったのである。

17世紀に英国人の Marquess は彼の著書 Century of Inventions の中で、蒸気を動力とする種々な機械が近く出現することを予言した。

又、英国人 Thomas Savery は、蒸気力による揚水機械の特許を1698年に取った。7年後フランスの技師 Denis Papin は Savery の考えを基として安全弁を発明した。又、英国人 Thomas Newcomen は従来ボイラーとシリンダーが同じ胴 (Chamber) の中に入れられていたのを分離する方法を考案した。彼は蒸気力を機械工業に取り入れた最初の人であって、18世紀後半の Boulton や Watt が蒸気機械の実用化に成功したその基礎を作った点で2人の功績に比肩すべきものと考えられる。Watt は蒸気機関に関して余にも有名な人物であるが、船舶や車両 (機関車) に使用することには終始変らず反対をした人でもあった。

1768年フランス人 Nicholas Joseph Cugnot は機関車を製作し、(第3図参照) 更に2年後にはそれより大型のものを製作した。但し、何れもレールの上を運転するものでな



第3図 Cugnot の機関車1771年

く、道路の上を走る蒸気を動力とした自動車とも云うべきもので、先端の重い3輪車であった。しかし、2番目の車両が道路沿いの壁を破壊したため、フランス政府は使用を禁止し、この発明家は次第に忘れ去られていった。

(運河と鉄道) 運河は申すまでもなく人工の水路で、現在、人工の水路は種々の目的 (灌漑、水道、発電用水路等) に造られるが、最初は交通輸送のためのものであって、18～19世紀産業革命前後に盛んに掘削せられ、運河時代と呼ばれる一時期を現出した。今日、欧米内陸に発達している運河網の原型も、大洋を結ぶパナマ、スエズ両運河も、この時代に作られたものである。

運河は舟運によるため輸送費が低廉である利点を持つが、又幾つかの大きい欠点を挙げることが出来る。第一にその築造に長い年月を要すること、(当初の鉄道と比較すると年数と月数との差があった。)第二に工事費が巨額に上ること、第三に、土地が海面から高くなるに伴って閘門の数が増加し、運用の面からも建設の見地からも困難が甚しくなる。

このため、陸地に深くは行って高低差が大きくなった場合に、運河の築造を打ち切り、鉄道を建設して物資を運河まで輸送する、いわば、運河の培養線としての鉄道が敷設せられるに至った。その結果、運河会社が船舶と鉄道との両方を経営することとなった。

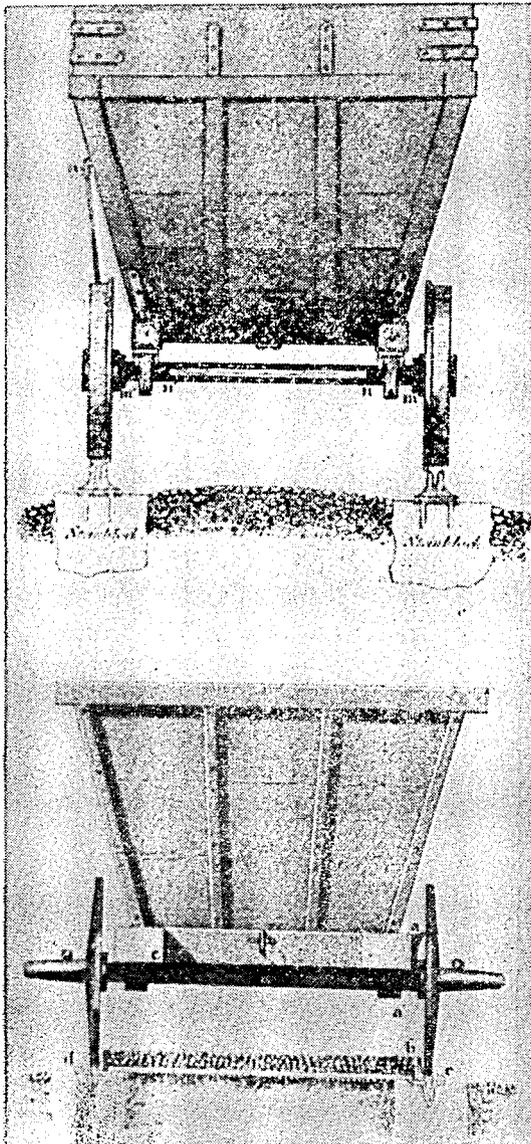
初めの間は、鉄道は止むを得ない時のみ小規模に敷設せられたが、その実用価値が一般に認められるに従い、運河との均衡が変り始めた。

鉄道が鉱山(英国においては特に炭坑)の私設鉄道(専用鉄道)として数多く設置せられ、運河の培養線として更に発達し、次第に重視せられるようになって来たが、まだこの当時は一般の旅客貨物を取り扱う公共用の鉄道(public railway)ではなかった。

なお、英国国会が最初に認可した鉄道計画は Leeds の Middleton Tramway で1758年であった。公共用鉄道の建設に対する見解を最初に公表したのは、英国では William Thomas が1800年2月に Literary and Philosophical Society of Newcastle に発表した論文であるようである。

かくて、1801年に、英国の Grand Surrey Iron 鉄道が世界で始めて、公共用鉄道としての認可を議会から受けた。但し、旅客を取り扱わず、機関車を使用する計画がなかった点は近代的公共鉄道と相当の隔りがあった。

この鉄道は Thames 河岸の Wandsworth から Mitcham を経て Croydon に至る9㍍の距離のものであった。最初の公共用鉄道が大都市を結ぶ重要な路線が選ばれなかった理由は、当時の世界各国の鉄道と同様に、英国でも鉄道は一地方の利益をはかるもので距離も短いものであるとの考え方が固定して、現在のよう長距離輸送の根幹であると云う観念がなかったからである。



第4図 1820年代のドイツの鉄道(上は凸縁型レール Plate-rail)

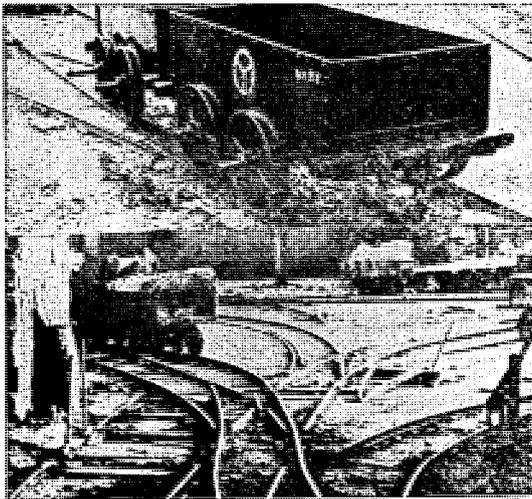
場所によっては水運が得られないために、運河の代用物として建設せられた鉄道もあった。当時 England 及び South Wales 地方に馬車鉄道が 23 以上も認可を得ていて、大部分は建設せられたが、その内、8 は運河会社の経営であった。

世界各国に於ける鉄道は、このような小さな規模のものが、数多く散在していた時代があって、それが、蒸気機関車の発明発達に従い機能が長距離輸送に適するようになり、小会社は次第に統合せられ、又、連絡するようになって大型の鉄道会社が登場し、更に、国家的見地の上に立つ整然たる鉄道網が形成せられたのである。大会社に統合せられた多くの小会社は、なお、名目だけは存続し、大会社に賃貸する形を採ったものが多かった。

蒸気機関車を最初に使用したのは、Scotland の Kilmarnock and Troon 鉄道で、ゲージは 3 ft 4 in, 1817 年に George Stephenson の機関車を使用した。軌道が弱かったために直ぐ廃止せざるを得なかった。

この当時使用せられたレールに就いて述べる。1797 年に Benjamin Outram は L 型の Plate rail (第 4 図の下図) を考案して、一時盛んに使用せられた。このレールに使用する車両はフランジがないため道路上も運行出来る利点もあるが、又、次に述べる重大な欠点があった。L 型の上に突き出ている部分は車両を導く役には立つがレールの強度には余り役に立たないため、レールが弱く破損が頻発した。又、突出部があるために、レール上に土砂が堆積して摩擦が非常に増加した。かくて Plate rail は順次突椽型レール (edge rail) に更換せられていった。

1801 年、North Wales の Port Penrhyn から Penrhyn のスレートの石切場に行く Lord Penrhyn 鉄道に使用するために Benjamin Wyatt が、卵形断面のレールとレールを跨ぐように 2 つのフランジを持つ車輪を考察した。その結果、車両の走行抵抗を減少することは出来たが、車輪とレールとの接触面積が小であるために摩擦が速くなったので、Wyatt はレールの上面を平らにし、車輪も 2 のフランジの間の凹部の中央部を埋めて水平な面でレールに接触させることに改めた。(第 5 図参照) この場合、分岐器が複雑になる欠点はあるが、車輪を車軸に固定する必要が無いためゲージを正確に保守しなくとも脱線の心配がないと云う利点もあった。



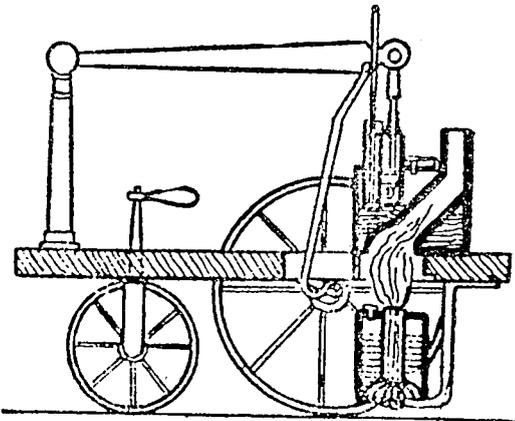
第 5 図 North Wales の Nantle 鉄道の double-flange の車輪と分岐器

なお、レールの品質に就いては、1776 年に Sheffield の近くで鉄製のものが使用せられた記録がある。しかし、鋼製レールが最初に使用せられた年及び場所に就いては諸説がある。Midland 鉄道で 1857 年に Derby に鋼製レールを敷設したと云う説がある。鋼は 1856 年、英国の Henry Bessemer が酸性転炉法を発明したのが工業化に成功した初めてであるが、その特許を持つ John Brown 会社が Sheffield の工場で 1860~1861 年に鋼製レールの製造を開始している。それ以前に Steeled rail と呼ぶ鉄の表面を硬化したレールが使用せられたことがある。Bessemer 郷は自叙伝の中に、彼

の特許による最初の鋼製レールは London North Western 鉄道の Camden 貨物駅に 1862年5月9日に敷設したと述べている。

(揺籃期の機関車) 蒸気機関は18世紀の初期から鉱山の排水ポンプに使用せられた。その蒸気の圧力は非常に低かったので、シリンダーもコンデンサーも大型になり、到底、車両に載せることの出来るものではなく、従って、総べて固定式であった。当時の蒸気機関の権威者であった James Watt は、この種の機械は最早完成の域に達したとの信念から移動式の機械の考案には、前述の通り、反対の立場を取った。

Cugnot が蒸気力によって自動する車両を製作してから16年後の1784年に Watt の弟子の William Murdoch が道路上を走る蒸気機関車を試作して実験を行ったが、Vicar of Rudruth が、機関車の前を「悪魔が追ってくる」と呼びながら走って妨害をした。又、師の Watt の怒を買って彼は苦しんだ。(第6図)



第6図 Murdoch の蒸気車両

レール上を運転した最初のことであった。始運転の時は 15ton の貨物を 5 台の貨車に積載した総重量 20ton を牽引し、速度 5 哩/時、又、石炭消費量 25ポンド/哩で全線を運転した。この始運転に関して Homfray は不可能説を唱えた友人との賭に勝つことが出来たと伝えられる。

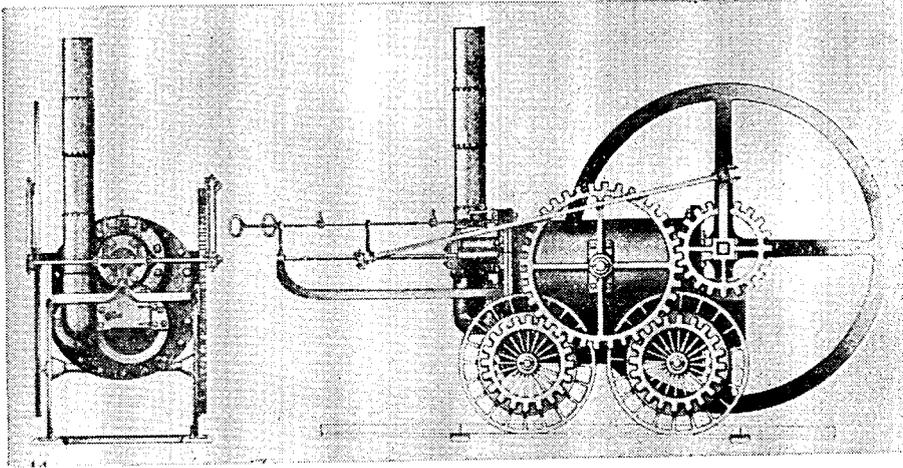
Trevithick の最初の機関車は 25 lb/in^2 と云う比較的高圧の蒸気を使用し、これをシリンダーの中で膨脹させてから空気中に放出する新しい方法を採用した点で既に Watt よりも進歩したものであって、蒸気の単位重量当りの出力を増加することが出来た。第7図は 1805年に Gateshead の炭坑のために製作した第二の機関車であるが、この図でわかる通り、まだ、極めて原始的なものである。

シリンダーは1つであって、ボイラーの胴 (Barrel) の中に納められ、近づくことが出来ず「トロンボーンの側面のような」装置と「脱穀機の廻し棒のような」2本の連結桿 (両側に各1本) を持つ遊び車 (fly wheel) を備え、それから側輪へ歯車で連結する仕組みである。

Trevithick の考え方には2つの優れた特長があった。第一に、車輪とレールが、互に平滑な面で接している場合に作用する粘着力 (側輪とレールとの間の摩擦力) が車両を牽引する上に十分な値を持つと確信した点、第二は、石炭を充分強力で燃焼させるために必要

このような情勢の中において、各国の技術者は「実際に役に立つ機関車」に関する研究設計に努力を続けた。中でも著名であるのは Richard Trevithick であって、1802年に新型の機関車を建造した。

South Wales の製鉄業者の Samuel Homfray は Trevithick を招聘して、Penydarren 鉄道の機関車を建造させた。この鉄道はゲージ 4 ft 2 in で铸铁製の Plate rail を使用した延長 9 哩のものであった。Trevithick の機関車が貨車を牽引してレール上を運転したのは、1804年2月13日であって、蒸気力により



第7図 Trevithick の二番目の機関車（1805年）

な draft（送風による通気）には、排気を煙突の下部で噴出させるのが最も簡単で適切であると考えた点である。

Trevithick の機関車が成功しなかったのは軌道が弱く、しかも、十分な負担力を持つ軌道に変える費用が余りにも高価であると会社が考えたがためであった。

又、Trevithick は Wylam 炭坑の Blackett の委嘱によって、1805年5月に機関車を製造した。この鉄道は1807年まで木製レールであったが機関車の重量に堪えられず交換を行った。なお、フランジを持つ車輪が使用せられたと伝えられる。

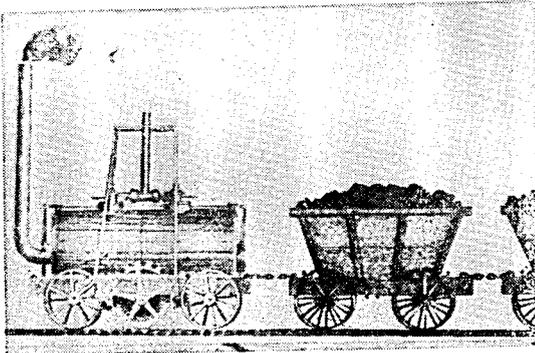
機関車の歴史を述べる時、Mathew Murray も忘れてはならぬ人物である。或る歴史家は「最初に成功した機関車の製作者」として称賛している位である。1779年に彼の取った特許によると、シリンダーを水平に設置し、draft を自由に調節して蒸気圧を一定にすることが出来たとのことである。

Murray の最初の機関車は Middleton にある Brandling の所有する炭坑鉄道に使用したもので、車輪を5個持ち、その内の4個は機関車を支持する役目を、残りの1つは歯車で、軌道の一方の側に置かれた歯軌条と噛み合い牽引を行う役目のものであった。

1812年6月24日に試運転を行ったが、当時の記事によれば、「Brandling の所有鉱山から Leeds までの鉄製レールの軌道で石炭を運搬するのに馬の代りに蒸気力を利用するた

めに……造られた機械によるもので、事実4馬力の力を持ち……荷重が軽い場合には10哩/時の速さで運転することが出来る。この実験は数千の見物人の前でわれ、完全な成功を取めた。

歯輪を使用した他の1人は John Blenkinsop である。彼はレールの破損を防ぐには、機関車の重量を減少することが最善の策であって、その結果、粘着力が減少して、牽引力が落ちることを、歯輪によって償うことが出来ると考えた。



第8図 Blenkinsop の機関車

彼は1811年に Murray に注文して、その特許と Trevithick の特許とを取り入れた機関車を製作した。又、この機関車を運転する Middleton 鉄道のレールを強度の高い鑄鉄製のものとした。

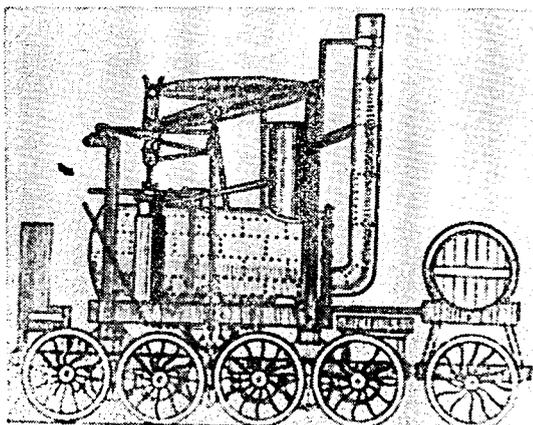
第8図は Blenkinsop の機関車であるが、その改良せられた主な点は、シリンダーを2個にして遊び車を廃止した点である。シリンダーが1個の場合には、運悪く、機関車が停止した時に、回転力を与えることが出来ない dead centre の場合には crawlbar (長い鉄の丸棒で一端に爪がつけてある。)を挺として車輪を動かして出発させねばならなかった。又、これまで、シリンダーを水平に置いた場合には、早い速さで前後に動く crosshead によって火夫が致命傷を受ける危険があったが、シリンダーを縦に置いたためにこの危険を避けることが出来た。しかし、不思議なことに、Blenkinsop は Trevithick の排気を利用する方法を採用せず、最初の頃は排気を短い管から放したが、音響が大きかったので煙突を別に立てて排気用とした。

この機関車は 100ton の重量の列車を 3 $\frac{1}{2}$ 哩/時 で運転出来た。最初の機関車 Prince Regent and Salamanca 号は1812年8月12日から Middleton 鉄道の定期運転に従事し、その後、この型の機関車は4台に増設せられ、30年間運転に従事した。

総べての発明には数多くの失敗が伴うものである。

1812年英国人 William Chapman が Heaton 炭坑で試みた方法は、機関車を鎖にのせて、それに沿うて走らせる方法であったが摩擦力が足りなく、機関車だけを走らせるのが精一杯と云う状態であった。又、1813年には William Brunton が、いなごの足のような形の2本の足を持つ機関車を作ったが、一方向だけしか走ることが出来なかった上に、間もなく爆破してしまい、鉄道史上、最初の大事故を記録したに止まった。

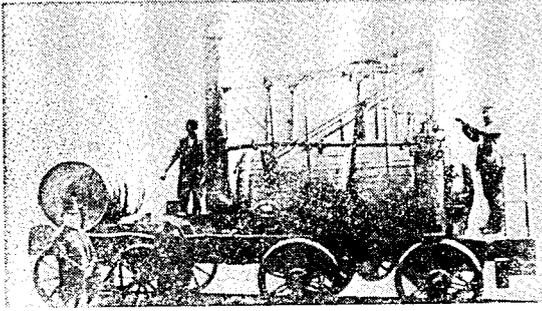
次に現われた有名な機関車製作者は英国人の William Hedley である。彼の所属する Wylam 炭坑鉄道は、従来木製レールが使用されていたのを plate rail の 5ft ゲージに改造した直後の状態であった。彼の製作した有名な Puffing Billy 号は、Blenkinsop がボイラーの中の焰道 (flue) が1本真直に通っているだけの非能率的なものであったのに反して、Trevithick が使用したU字型に反転する形式のものとし、排気を噴射させて通気させる方法も採用し、更に又、歯車を廃止し粘着力による運転に復帰している。シリンダーはボイラーの外側に出して接近し易くした。(第9及び10図参照)



第9図 Hedley の機関車 (1815年)

最初の機関車は4輪であったが、輪重が重すぎて Plate rail を破損したので、主体を2台のボギー台車に載せて、8個の車輪によって受けることとし、それ等の車輪を歯車によって動かせることとした。(Chapman の考案を採用) 1830年頃に、Wylam 炭坑鉄道は 4ft 8 $\frac{1}{2}$ in のゲージに改造せられ、機関車は再び4輪となったが、この型式の機関車は、1862年まで使用せられた。

Hedley の功績は実に大きかったが、それにも拘らず余り評価せられなかった傾向があるのは、1人の偉大なる人物が出



第10図 Puffing Billy 中の1台 (1862年)

展に寄与した人物である。

しかし English Railways の著者 Vernon Sommerfield は彼を次のように評している。「大衆の評価と云うものは、他の多くの事項に就いても然りであるが、歴史上の真実と必しも常に一致するものと限らない。彼は機関車及び線路に関して偉大なる功績があったばかりではなく、Liverpool and Manchester 鉄道会社の指導者達が線路の勾配を所々に急な部分を作って、そこは捲揚機を置く案に傾き、全線に機関車を使用することを躊躇していたのを説得した功績も大である。しかし、彼は偉大なる発明家若しくは刷新者ではなく……彼は生れながらの天才であって、教育によって育てられた者ではなかった。先輩の仕事に基づいて進歩した人であった。……」

Stephenson は 1781 年に、Wylam 鉄道の線路の傍に今も尚残っている家に生れた。1813年には既に機械に関する独学の天才とし名をあげていた。

その当時 Killingworth の炭坑から Tyne 川の石炭船積のための埠頭まで鉄道があったが輸送に要する時間と費用は少なかった。Stephenson は初め地形を利用して所々に急勾配の場所を作り、この線路が複線であったのを利用して、釣瓶式にロープをかけて、積載車が勾配を下りる力を利用して空車を引き上げる装置を作った。しかし、この方法は、全線の内、比較的小部分にしか適用することが出来なかった。残りの大部分は馬による外に方法がなく、しかも飼葉の値はナポレオン戦争のために急激に高騰を続けた。そこで、この鉄道の共同責任者の Lord Ravensworth は Stephenson に「動く車両」の製作を命じた。機関車は1814年に完成した。彼は、Murray の最初の機関車を見て、それに優る機関車を作ろうと努力した。最初の機関車は Blucher 号と命名された。(別に Blucher と云う俗称もあった。又、この機関車の製作者が1844年に Newcastle and Darlington 鉄道の開業式での演説中「我々はそれを My Lord と呼んだ」と述べているがこの言葉は慶賀の意を表わす非公式のものと思われる。) Blucher 号の試運転は 1814 年 7 月であった。

Stephenson は機関車に歯車を使用せず、車輪と平坦な面のレールとの間に作用する粘着力で十分な牽引力を得ることが出来ると信じた。

又、車輪に運動を伝達するのに歯車を使用せず連結桿 (connecting rods) と coupling を使用することとし、更に、従来の機関車がバネがないためにレールを破損する欠点を steam spring を考案して防いだ。蒸気バネとは堅形ピストンの上に錘りを置いて、ピストンの上下動に幾分の弾性を与えるように工夫したもので、1820年代に鋼のバネが発明せられるまでは、これ以外に適当な弥縫策はなかったのである。しかし、これ等の点を除け

現したためである。

(George Stephenson) (1781~1848) 鉄道の歴史上、機関車に関する技術だけでなく、軌道に関しても最も偉大な人物としての名声を得たのは George Stephenson であって、「機関車の父」とも「偉大なる鉄道の建設者」とも呼ばれている。彼は偉大なる技術家であった上に、鉄道に非常な熱意を持ち、卓抜した政治的手腕を発揮して、大きく鉄道の発

ば「Middleton の機関車の丸写しのようなもので、Hedley の機関車より保守的である。」と云われている。

Stephenson は陸続と多くの機関車を製作し、何れも成功を取めている。しかし、何れも焔道は1本であったため蒸気の発生が悪く、石炭の消費量が多かった。但し、この欠点は炭坑鉄道で、石炭がバラストに使用せられる程、価値の少ないものであったから、ここでは小さい問題と考えられた。

この時代になると、方々に散在している鉄道の中には、その所有者の貨物の運搬の外に、一般の貨物も委託を受けて輸送するようになり、又、稀には旅客も取り扱うようになって来た。一般旅客貨物を最初に取り扱ったのは1807年で Swansea and Mumbles 鉄道であった。

しかし、このような公共的な鉄道にも機関車が使用せられなかったのは、大衆が機関車を恐れていたからである。

この鉄道の Tyne 川に沿う部分は、村の街の中を通っていたが、前に述べた Vicar of Redruth のような苦い経験を幾度か味った。1人のスコットランド人の旅行者が Killingworth の近くで生垣を飛び越えて逃げながら「今、街路に悪魔がいるのを見た。」と叫んだ。道を行く馬も機関車の排気音と車輪がレールを打つ音響で驚いて暴れた。煙突から滝のように降る灼熱した石炭によって火災が起きた。更に又、滾々たる黒煙が町に拡がり不平の声が高まった。かくて、機関車は資本家が自己の利益を延ばすための道具であって、一般大衆には有害無益なものであると云う考えが民衆の間に拡がった。その上、鉄道が一般の旅客貨物を取り扱うためには法律上の認可を必要とした。

George Stephenson は1821年 Stockton and Darlington 鉄道の技師に任命せられ、息子の18才の Robert を伴って赴任したが、その時は、まだ、線路が建設せられる前であった。彼は直ちに、前任者の George Overton の原案を変更して、Killingworth と同様 4 ft 8 in のゲージ（数年後に $\frac{1}{2}$ in を増加したが摩擦を減少するためと云われる。）とし、edge rail (Plate rail のように車輪を受ける面が平面でなく、現在のレールのように突き出た頭を持つレール) を使用することとした。想像ではあるが、彼の脳裏には、将来鉄道は全国に拡がり相互に連絡する運命を持つものであるから、同一の規格で建設せねばならないと云う考えがあったように思われる。彼は会社の幹部に、この会社の線路の西の方の部分は丘陵地帯であるから「Brusselton 傾斜」と「Etherley 傾斜」に巻揚機械を設置し、それと馬を併用すべきであるが、Shildon から Stockton の埠頭までの20哩は緩勾配であるから機関車を使用するのが至当であると説得した。世界で始めて公共用鉄道に機関車が使用せられたのは、1825年9月27日のことであって、Stephenson の Locomotion 号がこの区間を運転したのであった。

この鉄道が議会の認可を受けるまでには非常な困難があった。先づ最初に Stockton の議事堂で「Stockton から Darlington 及び Winston を通って石炭、鉛其他を容易に且つ迅速に輸送するために鉄道と運河との建設の可能性と優劣の比較を諮問する」委員会が作られた。当時第一流の土木技術者であった John Rennie は運河案を支持したが、その予算は問題にならぬ位大であった。

1818年11月13日に初めて議会に提出し、1819年の議会で僅かな差で否決せられたが、その理由は1人の貴族が、その領地を鉄道が通過し、特に狩猟のための狐の住みかが線路の通る所にあたると知って赫怒して反対したためであった。

そこで、新計画を樹てる際に、この「神聖な場所」を避け、1821年の議会の承認を得、ついで1821年4月19日に女王の勅許を得た。

その時には、まだ機関車を使用することは考慮にはいっていなかったので法案にも認可条項がはっていなかったが1823年5月に次の条項が加えられた。

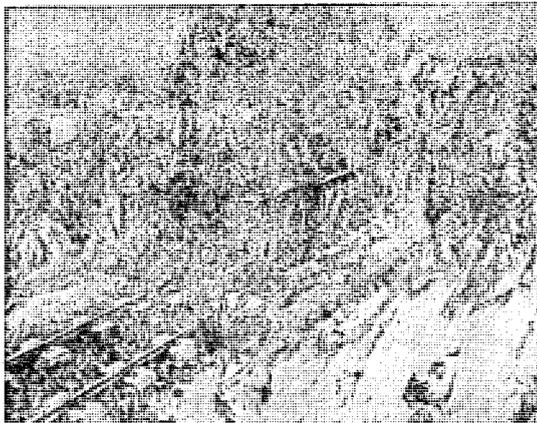
「経営者の営む当該会社、若くは経営者より権限を与えられたる、又は許可せられたる人又は人達が次の行為を行うことは合法である。

即ち単一又は複数の機関車又は可動性の機械……鉄道又は軌道に載せて使用することが出来る。その目的は商品その他の貨物及び旅客輸送の利便を計ることにある。」

かくて鉄道人にとって忘れることの出来ない記念日1825年9月27日を迎えた。

Shildon を発車した列車は、貨車21両に臨時の座席を設け、次に Experiment 号と呼ばれる客車1両を連結し、後部に、その朝早く Witton Park 炭坑からの盈車の石炭車10両を連結した編成であった。

この列車に対して会社が株主に発行した乗車券は300枚であったが、多数の招待せられない人々が乗り込み、恐らくは、その倍位にはなったことと想像される。この列車の前を赤い旗を持った人が乗馬で先駆した。列車は1両の貨車に欠陥を発見して外したことで、給水用ポンプの調整のために、予定外の停車をしたことを除けば順調な運転が出来た。1万2千人の大群衆の目の前で、列車は Darlington 郊外に停車した。Darlington から Stockton へ行く途中で、線路が通行税を取る道路と並行している区間に差しかけた時、乗馬の人や各種の馬車が列車と共に走り出し、大混乱が起った。(第11図は当時の模様を画いた絵画)



第11図 Stockton and Darlington の
記念日の光景

かくて Stephenson 自身運転に当たった Locomotion 号は Stockton の埠頭に4万の群衆と21発の祝砲に迎えられて到着した。

この事は確かに鉄道史上、特筆に価する事件であって、ここに鉄道は誕生したと見なす人が多いが、実際には、機関車が馬よりも経済的なものであって実用価値の優れていると認められるには、まだ改良せねばならない幾多の点があったのである。この事件の後にも機関車は石炭の輸送にだけ使用せられたに止まる。

この当時の機関車の車輪は鋳物で一体として造られていたが、車輪とレールの

破損は甚しく、運転可能な状態に維持するためには莫大な費用を必要とした。

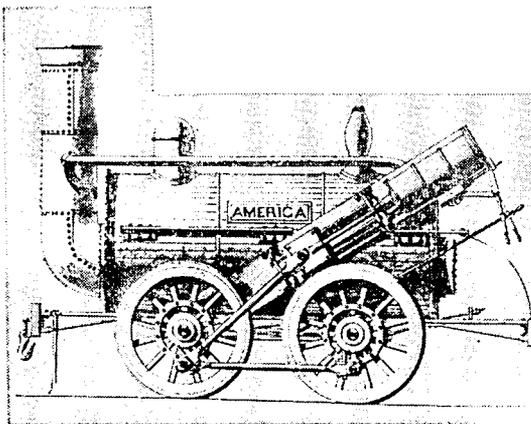
かつて Wylam 鉄道で Hedley の助手をしたことのある Timothy Hackworth は Robert Stephenson (George の息) と共同して改善に努め、車輪に錬鉄のタイヤを嵌め、又バネの問題も解決し、修繕費を減少することが出来た。又、ボイラーが爆破する事故が起り、Locomotion 号も他の1台の機関車共々爆破した。

1828年頃、Hackworth は6輪の機関車を建造した。この機関車のボイラーは、やはり堅型であったが、焔管は Trevithick の優れたU字型を採用し、更に、後にこれを改良し

た。その結果は優秀な成績を取めることが出来た。

(米国の鉄道) 英国の機関車の進歩を、馬車鉄道を持つ他の国々は非常に興味の眼をもって見ていた。アメリカ人 John Stevens は 1824 年に小型の実験用機関車を製作して New York 郊外の円形軌道に設置した。この機関車のボイラーは水管式で 500 lb/in^2 (Trevithick 25 lb/in^2 Hedley の Viewer 号 50 lb/in^2) の非常に高圧を使用した。シリンダーは 1 個で、軌道の中央に歯輪レールを備えていた。車輪に運動を伝達するのに歯車を使用した。しかし、これは模型で、実用には供されなかった。

実用を目的として最初に作られた機関車は Delaware and Hudson 運河会社の鉄道 (Pennsylvania の Honesdale の埠頭から Carbondale の鉱山まで延長 16 哩で 1829 年営業開始) のために製作せられた。会社はその前年に Horatio Allen を英国に派遣し、機関車の知識を修得すると共に機関車を購入することを命じた。彼は 2 台注文したが、1 台は普通の Stephenson 型 (Stourbridge の Rastic 会社製) 他の 1 台は Robert Stephenson の会社で製作した America 号で、前者よりも更に改良を加えた型であった。(第 12 図参照)



第 12 図 America 号機関車 (Locomotion から Rocket に進歩する途中の段階の機関車)

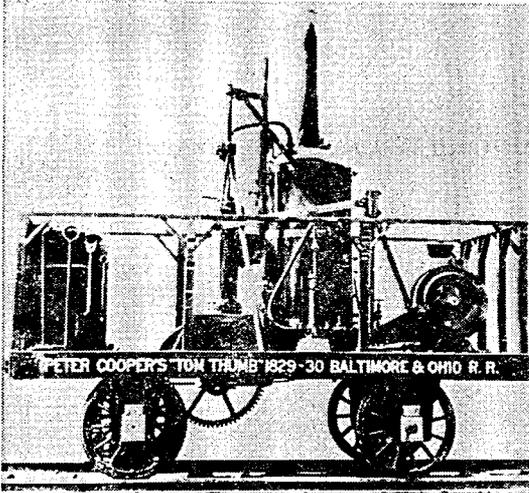
たことがなく、その後も無い。」この試運転は無事終了したものの、弱い軌道に非常に大きい損害を与えたため Honesdale では蒸気機関車の使用を断念し、2 台の機関車は線路からはづし、固定の動力機械として使用せられた。

米国の鉄道史上最も重要な地位を占めたのは Baltimore and Ohio 鉄道である。この鉄道が計画せられた当時は、米国でも運河が盛んに作られていた。しかし、Baltimore 市は背後に丘陵が連なっているため、それを貫通して運河を築造することは到底不可能と考えられ、結局、唯一の打開策は鉄道以外にはないと考えられた。

鉄道建設の発起人の中には、鉄道をこの市の物資輸送の目的のために作ると云う意図の外に、鉄道を将来国家の客貨輸送の根幹となるべき重要な機関であると考えてその建設に奔走したものも少なくなかった。Carrollton の Charles Carroll 老人は米国の独立宣言に署名をした最後の生残者であったが、Baltimore で鉄道の礎石を敷設した時に行った演説の中で、彼はこの事業を一生の中で最も重要な仕事であって、独立宣言の署名にも劣るものではないと述べている。

1829 年に線路がまだ数哩しか敷設せられていなかった時、New York の Peter Cooper

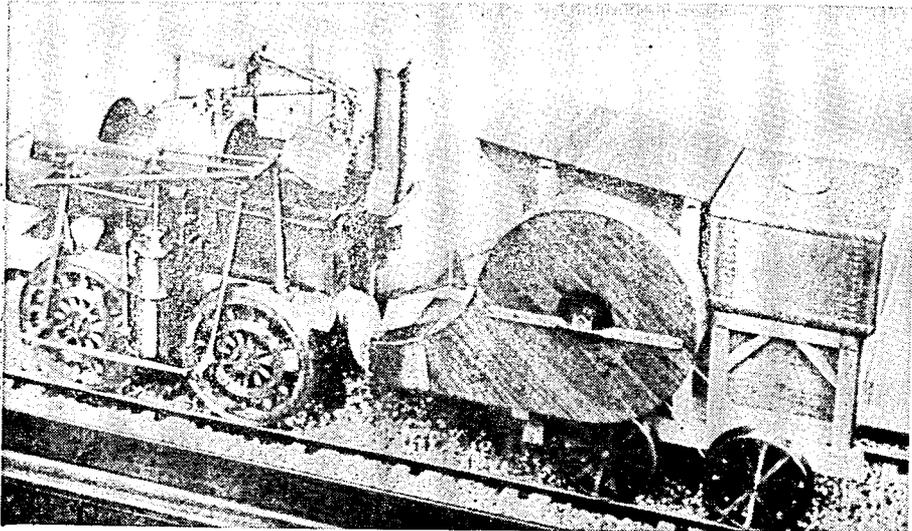
しかし、実際に運転したのは Stourbridge Lion 号だけで、1829 年 8 月 29 日に Honesdale で Allen が試運転を行った。50 年後の彼の手記によると身体の危険を覚悟で彼は義務の遂行に敢然と当たったようである。「後続車両をつけていない機関車は手を動かすと同時に運動を開始した。瞬く間に直線が過ぎ、何も考える暇も無く (恐ろしい) 曲線が近づき過ぎ去った。……忽の間に私は 3 哩を走破し人々の限から遠ざかり、独り Pennsylvania の森の中にいた。私はその時まで、機関車は勿論如何なる機械類も動した



第13図 Cooper の機関車

彼は Stockton and Darlington 鉄道が開業して間も無い頃に訪れ、1829年に Lyons & St. Etienne 鉄道に使用する目的で2台の機関車を製作した。この鉄道は全長38哩で、その前年に一部分開業したばかりであった。全線の約半は相当の勾配区間で貨車を自走させることが出来た。この鉄道も初めは機関車と馬を併用した。

Seguin の機関車は相変わらず堅型のシリンダーを使用した。車輪に対する衝撃を緩和する工夫が加えられている。又、Cooper と同様に排気を噴射させて火力を強める方法によらず、1対の回転式送風機をテンダーに載せて、テンダーの車輪の回転を動力として、ベルトによって送風機を働かせ、皮製の可撓性のパイプによって炉に風を送る仕組であった。(第14図参照) このような方法は勾配線を運転する場合、下り勾配を機関車が惰性で下っている時の方が、上り勾配で速度が落ちている時よりも炉に強く風を送ることにな



第14図 Seguin の機関車 (1829年)

が機関車を使用すべきことを幹部に説いた。

彼の製作した機関車 Tom Thumb 号は、その名に適しく小型であった。(第13図参照) この機関車は重量1 ton を僅かに越えるだけで堅型のボイラーと1個のシリンダーを持っていた。出力は1馬力を僅かに越えるものであった。1830年に複線区間で、この機関車と馬とで、同種の貨車を牽引して、並んで出発させた。機関車はベルトで動かす送風機が破壊するまで馬よりも好成績をあげた。

(フランスの鉄道) 鉄道の揺籃時代のフランスの優れた技術者は Marc Seguin である。

り、適当な方法ではない。Seguin は後に送風機を廃止して blast によることに改めた。Seguin のボイラーは独特のもので Trevithick の U 型焔管と、Robert Stephenson が Rocket 号で初めて採用した多管式との中間の型のものであった。即ち、Seguin は炉をボイラーの罐の下方に置き、その周囲を水で囲み、炉から 1 本の太い焔管をボイラーの前面まで走らせ、そこから数多くの細い管に分れさせ、反転してボイラーの中を通過して焚口の上部に設置した煙突に連結する方法を採った。

Seguin は R. Stephenson と同様に細い管を多数使用する方が、1 本の太い管よりも伝熱面積が大で、効率よく蒸気を作り得ることを知っていたのである。この方法によって、炉の中の火力も減少させ、煙突から出る火の子の雨も減少させ、効率も高めることが出来た。

(Liverpool and Manchester 鉄道) 1829年には蒸気機関車は英米仏3国で使用せられるようになったとは云え、完全に機関車に類していた鉄道はなく、まだ、馬の代用物に過ぎなかった。2つの都市を結ぶ鉄道で全く機械力だけを使用した最初の近代的鉄道は Liverpool and Manchester 鉄道である。この線の線路の建設及び機関車を採用するに至ったことは George Stephenson の功績に帰する点が非常に大きかった。即ち、鉄道を建設するには3つの大きな障壁があって、彼とその同志の人々は非常な苦心をして、これを乗り越えねばならなかった。

第一の障壁は鉄道を嫌う多くの有力者達の反対運動に打ち勝って議会の承認を獲得する戦いであった。当時、貨物を運河によって輸送すると、この両都市間に要する時間が、New York から Liverpool までに要する時間より長くかかることが時々あると云う一般の声を無視して、運河の所有者達は、その独専権が失われることを恐れて鉄道に反対した。馬車の所有者も強力な競争相手の出現に怯えた。鉄道が出現した場合に自己の權益が犯される立場の人々は機関車に対して種々な悪評を世間に撒きちらしたためと思われるが地主達も連合して妨害をしたばかりか、一般の人々も不安の念を強く持った。

機関車に対する風説の主なもの、機関車から出る煙は人間を窒息させ、小鳥を殺す、牝牛は驚いて乳が出なくなる、家屋とか、工場等は火の子のため火災を起こす、と云う類のものであったが、このような噂を信ずる人は決して少くなかった。もっとも、中には、反対することによって相当の報酬が貰えるものと予期して反対した人々もあった。

最も強烈な反対を受けたのは Liverpool と Manchester の両市であって、Stephenson の雇った測量師達は、鉄道に反対する者の雇った無頼漢の群に妨げられたり、猟番に追いかけられたりして、結局、測量を夜間行わなければならなくなった。又、議会の鷹派の法律家達は提出された鉄道計画案に何か欠点がないかと鵜の目鷹の目で審議を行った。この当時の事を記述したロンドン西北鉄道会社総支配人ジョージフィンドレーの著書英国鉄道論(1889年)中の「回想文」の明治27年速水太郎の翻訳文より再録して当時の労苦を偲ぶこととする。

「六十年後の今日に在りては此の如き妄想を熱心に信じたる愚人の如きは実に一笑に値せず。然れども当時此大起業を首尾克く成功せしめんとして彼等の名誉を賭し満腔の熱血を絞りたる新事業の率先者に取りては斯る至愚の反対も中々笑うべきことにはなく非常の痛苦を感じたるや疑なし。此の大困難にも拘らず終に千八百二十五年三月に於て測量完成し、議案を国会委員の前に提出するに至りたり然れども此折角の議案は三十七日間の大議論の末、重もに地主及び運河所有者の反対によって否決せられ爰に反対者は一時勝利を

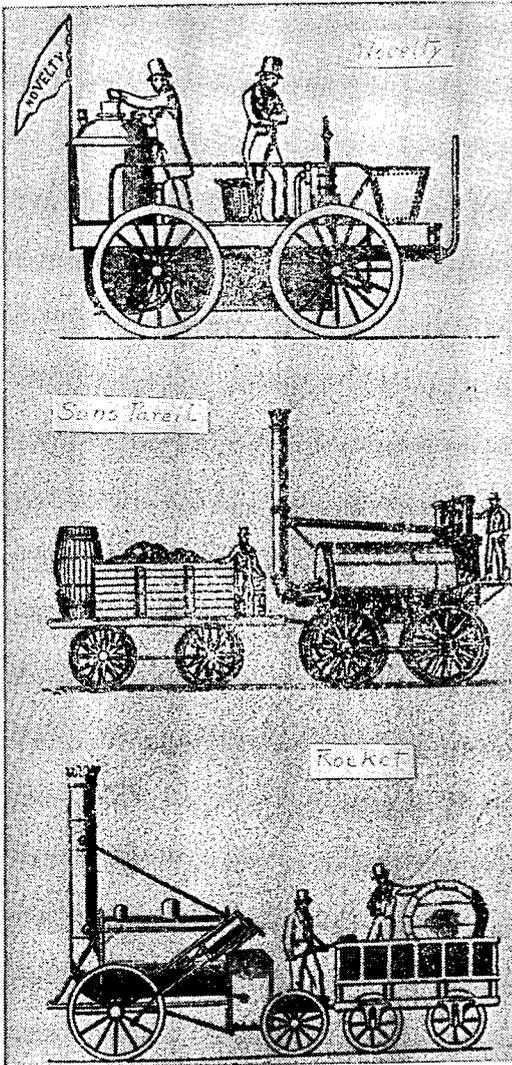
収めたり……前失敗に少しも挫折せず技士及び勇敢なる後援者は蹶然として起ち数多の困難を排して更に測量を完成し議案を次の国会に提出し終に通過するに至りたり。議案は1826年5月7日に於て批准を得て…」と云うことであつた。

Stephenson の第二の戦いは鉄道建設のための土木工事であつて、その品質共に未だ且つて遭遇したことのないものであつて、その対策には新しい技術を必要とした。

特に Chat Moss は地質が非常に軟弱な沼沢地で、人間すら歩くことの出来ない土地と云われていただけに、その横断には非常な苦心を要した。

Stephenson の第三の戦いは輸送、特に運転に関する問題であつた。

この当時は前記の通り、馬と牽引力の小さい機関車を併用していたので、線路の勾配もそれに適するように配分せられていた。即ち運河の場合の考え方のように出来るだけ平担線又は非常に緩い勾配を延ばし、高低差を集めて短い急勾配部分（これを incline と呼



第15図 Rainhill の競争に参加した機関車

び、運河の開門に当たる)を作り、ここに捲揚機を設置する。複線の場合急勾配を下る車両群の重量によって勾配を上る車両群を引き上げる動力費を節減することが出来る。(炭坑線に於いては勾配を下る車両の方が重いのが常である)技術者の中には、この方法を緩勾配区間にまで適用すべしとの意見も出たが、実際上の困難が大きくて実行せられなかった。このような情勢下にあつて、鉄道委員会は、優秀な性能を持つ機関車を公募し、その能力を知った上で、輸送方法を決定することを決意し、ここに有名な Rainhill trials が行われることとなった。

1829年10月、既に建設済みの平担軌道1 $\frac{1}{2}$ 哩で競争試験が行われた。

会社は競争に参加する機関車の応募条件として「コークスの消費量、速度、出力、自重」の4点について採点し、最優秀機関車に対して500ポンドの賞金を与えることを申し出た。

なお、機関車は4輪又は6輪とし、自重は4 $\frac{1}{2}$ 又は6tonを越えぬこと、及び速度10哩/時の時、自重1ton当り20tonの車両を牽引出来ることを条件とした。この厳しい条件には当時の何の機関車も合格しなかった。(Locomotion号は8ton)これに対して数多くの紙上応募もあったが問題となるものは少なく、結局、実際に挑戦したのは3組であつた。

英国人 Braithwaite と、スウェーデン人 Ericsson は共同してロンドンで蒸気路面客車の改良に従事していたが Novelty 号を製作して応募した。(第15図参照)この機関車は路面客車の原理により設計せられ、荷重が軽い場合には30哩/時を越える快速で運転することが出来た。しかし、George Stephenson は、この機関車が群衆の喝采をあびて走り去った時に言った。「我々はこのようなものに恐れる必要はない。あれには力がない」そして、この予言は的中し、相續いで起きた破損のために除外せられた。

次に出場したのは Timothy Hackworth の Sans Pareil 号であった。この機関車は Stockton and Darlington 鉄道の標準型機関車を縮小したような型で、4輪車であった。しかし、自重が重すぎた上に、燃料消費量が多く、その上に、肝心の時にボイラーに亀裂を生じたので、当時よく用いられた応急策により、オートミールを水中に入れて水止めを行ったが、オートミールによって給水ポンプが塞ってしまった。

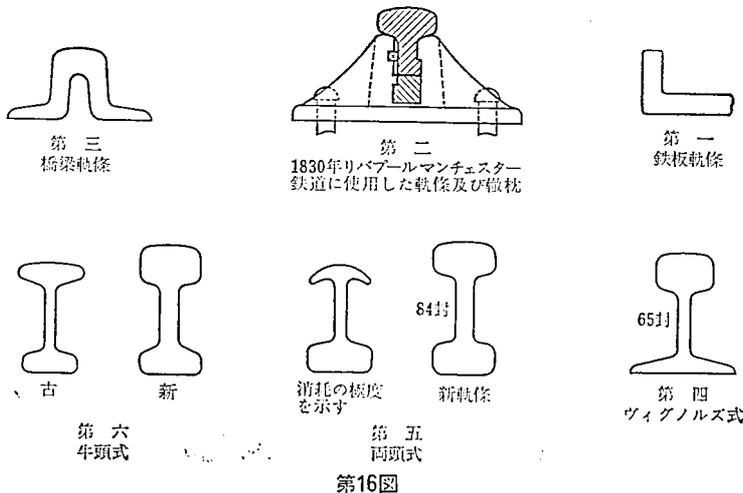
試験の条件を完全に満足させた唯一の機関車は Robert Stephenson の Rocket 号であった。彼は南米に3年間居住した後1827年に帰国してから機関車の改良に尽瘁した。彼は機関車の設計にバネを採用し、豎形のボイラーを廃止した。又、細い焔管を数多く使用したために燃料が少なくて多量の蒸気を発生させることが出来、経済的であった。

Rainhill で所定の荷重を牽引して運転した時、大部分の区間は自重して僅か14哩/時の平均速度で走ったが、最後の部分は Novelty の最高速度に近い29哩/時で走った。賞金を獲得した後に、既に捲揚機を使用することに決められていた Sutton Incline (1/96≒1%)の勾配を客車を牽引して20哩/時の速さで上り、固定機械を使用する案を粉碎した。かくて1830年9月16日に公共の利便を目的とし、蒸気機関車のみを動力とする世界最古の鉄道が誕生したのである。

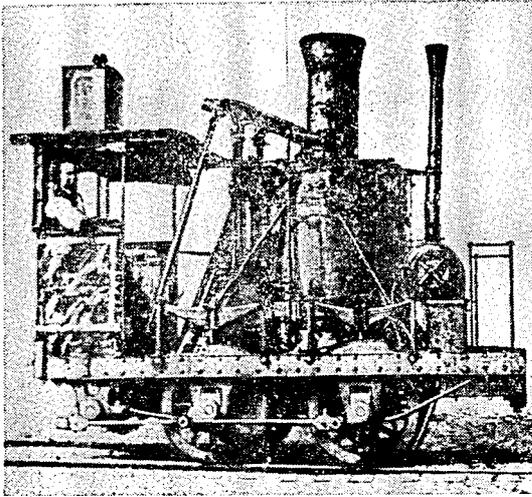
(軌道に就いて) 前記速水氏の訳文から抜書すれば次の通りである。

魚腹型鑄鉄レールが生れたのが1789年でローボロフに敷設せられ、長さは3~4呎で枕木の代りに切石を使用した。鍛鉄レールは1820年にパーゲンショーの考案したもので28 lb/yardの大ききでストックトン、ダーリントン及びスチブソンソンのリバプール、マンチェスターに使用したものである。その長さは15呎、重量35lb/yardであった。

尚「軌条(レール)を据るには大低切石を角と角とを接して排列し、築堤又は泥炭地のみ梘の枕木を用いたり。この軌条は魚腹なりしが追々需要の増加するに従い、其製造の困



第16図



第17図 Baltimore and Ohio 鉄道の Grasshopper 型機関車

難なるより平底と称する一種の大頭突起のものを使用するに至りたり。

此の軌条は第16図4の如くヴィグノルズ式と称し……同時にブルーネル氏は橋梁軌条と称するものを製造したり。此の軌条は枕木を豎に敷き其の上に据るものにして大西鉄道線路の定式となれり。1837年に於てロック氏は第16図5の如き両頭にして転倒使用すべき軌条を發明し84 lb/yardにしてグランドジョンソン鉄道に於て始めて之を採用したり。此の軌条は一頭消耗すれば之を転倒し他の一頭を使用する目的なりしが実地使用の後屢々転倒するに非れば轍枕に接する処のみ凹み車輪の運転に支障を来すを以て……終に同図6の如く牛頭式軌条に一着を

輪し需要を著しく減少するに至りたり。此の牛頭式軌条はステブソン氏の単頭式軌条を改良且つ重大にしたるのみにしてシュロップシャイル共同鉄道に於て凡そ40年前に使用したるものと稍其の形を同くせり。1847年前は軌条の西端を接続するに轍枕を用いたりしが同年アダムス氏は挾接板を以て之を接続するの法を發明してより線路に著しく屈伸力を与えたり……軌条は其の長厚切口断面とも皆次第に増加しつつありと雖其の最大改良は恐らく鍛鉄より一躍してベッセマー鋼を使用したることなるべし……」

(米国の鉄道) 英国の次に鉄道が誕生したのは米国の Baltimore and Ohio 鉄道で、ここでも機関車の競走試験が行われたのであるが、それは Rainhill より18ヵ月後のことであった。機関車の制限重量は Rainhill の場合より嚴重で3½-tonであった。更に「機関車は30日間日常一般の業務を遂行すること。15tonの車両を牽引して15哩/時で運転すること」と云う実際の使用情況に近い条件が加えられていた。又、会社は出場する総べての機関車に対してテンダーを用意する旨申し出た。参加者は5人であったが、時計製造業者の Phineas Davis の堅形ボイラーを持つ York 号が勝利を得た。その結果、この型式が Baltimore and Ohio 鉄道の最も古い標準型式となった。この型式のものは Grasshopper (いなご) と呼ばれ、18台製作せられたが、その最後のものは1893年まで運転に従事し、その当時には他の古い機関車に比較し、かなりの差をつけて世界最古の現役機関車となっていた。(第17図参照) この鉄道は1835年には Baltimore から76哩の距離にある Harpers Ferry まで延長せられ、総べて蒸気機関車によって運転せられた。

(その他の国々の鉄道の誕生) は第1表に示す通りのようであって、我が国は1872年、明治5年10月14日新橋横浜間が開通したのである。

第1表 世界鉄道開業年次

イギリス	1825	ベルギー	1835	イタリー	1839	印 度	1853
アメリカ	1830	ド イ ツ	1835	ス イ ス	1844	日 本	1872
フランス	1832	ソ 連	1838	カナダ	1850	中 国	1877

参考文献 (図・表)

第1図 English Railways

第3図 " "

第6図 " "

第9図 " "

(A) Stephenson の二番目の機関車——English Ry

レールの断面図は「英国鉄道論」

鉄道開業年代表は柴田氏

其の他の図は Early Railways