

# 出口가 보이는 英佛海峽터널공사

김 대 인

## 1. 천신만고끝에 實現되는 2世紀의 꿈

氷河時代가 끝나고 海面의 상승으로 대륙에 陸續되어 있던 英國이 섬으로 된 것은 불과 8,000년 전이었으며 그때부터 가래~도버間 34km의 좁고 얇은 水路는 英國으로서는 언제나 중요한 존재였다.

시-저와 윌리엄 征服王은 바다로 인하여 英國을 제패하지 못했고, 나폴레옹과 히틀러의 막강한 군대도 이 海峽을 건너지 못했다. 英國은 이 해협 의 덕택으로 대륙의 紛爭에도 휩쓸리지 않고 독자 의 議會制度를 발달시켜 다른 나라보다 빠르게 工業社會를 이룩하여 드디어는 太陽이 지지않는 世界帝國을 이룬 것도 바로 이 海峽 때문이라고 아니 할 수 없다.

한때 폭풍우로 연락선과 비행기가 결항되었을 때 英國新聞이 「대륙이 孤立됐다」고 대서특필한 적이 있다. 英國인이 유럽이라고 하는 것은 The Continent(歐洲大陸)와 같은 뜻으로 自國英國이 포함되지 않은, 즉 大陸의 이웃이지 그 일부가 아니라는 의식이 현재도 영국인 가슴깊이 지배하고 있다.

英佛海峽터널의 최초제안은 아직 철도도 없었던 1802年 나폴레옹 시대의 프랑스技師 마대유가 주장했다. 그후 터널案, 橋梁案 등이 제안되었지만 긴밀한 조사끝에 터널의 실현가능성을 論證하여 정력적인 계몽활동으로 世論을 야기시킨 것은 프랑스의 도·가몽의 功績으로 보고 있다. 英佛의 鐵道經營者가 의욕을 갖고 1878년부터 1882년에 걸쳐 兩國의 해안부터 각각 2km 가량 海底部를 試掘했는데 英國軍部の 異論이 강해서 결국 이 계획은

포기되었었다.

금세기 전반에 두차례의 大戰의 戰禍에서 간신히 일어난 1950年 후반에 또다시 터널계획이 진지하게 검토되었다. 안내역의 가그란트氏는 英國의 하르구로라고 하는 콘설탄트회사 출신으로 아직 청년기사였던 1950年대의 계획시부터 지금까지 海峽터널계획에 관여하고 있었으며 그때의 검토결과 는 1960년에 보고서도 나왔지만 특히 英國側의 工事着手意欲이 없었다.

그러다 英佛 兩國政府는 1966년에 겨우 터널건설의 결의를 설명했는데 여러가지 우여곡절끝에 양국간에 정식협정이 체결되어 공사가 실제로 시작된 것은 1973年 11月이었다. 그 얼마 후인 1년2개월이 지난 1975年 1月 英國政府(勞動黨)는 財政難을 이유로 터널건설을 중지한다고 일방적으로 발표했다.

세번째 계획은 대처女史의 英國 보수정당정권이 정부자금을 쓰지 않고 민간자본만으로 건설한다면 계획추진을 방해하지 않겠다는 입장을 표명하면서 부터 출발했다.

1984年 11月 양국수뇌회담에서 터널계획추진에 합의, 兩政府의 작업팀에 의한 검토를 거쳐 85년에 海峽固定設備에 관한 제안이 공모되어 鐵道터널案, 道路橋案, 鐵道道路터널併設案 등 5개안이 제출되었다. 그중에서 선택된 것이 현재 工事中인 鐵道터널案인데 1986年 北佛蘭西 리루市會見에서 대처수상과 미테랑대통령은 同案의 채용을 확인하였다. 따라서 건설추체로서 英佛合併의 유로터널社가 설립되었고 英國議會에서의 장기간의 청원심사를 거쳐 1987年 7月 條約批准書가 양국정부간에 교환되어 工事が 본격화되었다. 그래서 1993년에는 최초의 構想으로부터 2世紀나 걸려온 오랜 꿈이 實現되려 하고 있다.

\* 본고는 일본에서 발간하는 「토목시공」誌 4월호에서 발췌하여 建協, 金大仁 土木課長이 번역한 것이다.

## 2. 유로터널은 어떤 것인가

全額民間資本이라는 방침에는 당초 의문의 소리가 적지 않았다. 사실 최초의 株式發行時 英佛兩國의 투자자들이 소극적이어서 관계자가 분주하기도 했다. 1989년부터 1990년에 걸쳐서 工事費의 증가로 인하여 유로터널社와 건설업자와 은행간에 심각한 대립이 표면화되었다. 그러나 결과적으로는 民間프로젝트로 추진했기 때문에 터널의 完成을 볼수 있게 되었다. 資金을 세계 금융기관으로부터 조달해야 되므로 政治理由로 공사를 중지할수도 없고 공사를 빠른 시일에 매듭짓지 않으면 事業의 採算性에 크게 영향을 미치게 된다.

兩國政府는 建設資金을 내지않는 대신, 條約에 따라 터널 計劃을 보장하고 있다.

유로터널社측은 터널作業만 하는 것이 아니라 完成후에는 철도경영에 참여하기로 되어있다. 英佛兩國鐵과의 협정에 따라 터널線路容量(1시간당 片道 20列車)의 절반은 유로터널社가 사용하고 터널兩端에 만들어진 터미널間을 왕복하는 자동차전용열차를 운행하며 또한 트럭, 버스, 家用用車를 輸送하기도 한다. 그리고 線路容量의 남은 절반은 英佛兩國鐵이 여객열차와 화물열차를 운행하기로 되어 있다.

條約發效日(1987年 7月29日)부터 55년후에 터널은 英佛兩國政府로 귀속되고 유로터널社는 사명을 끝마치게 되는데 그때까지 建設資金을 회수하고 利益을 株主에게 배당할 것을 전제로 한 이른바 BOT方式(Build, Operate and Transfer)으로 수행하게 된다. 자본금 17億파운드(約2兆4億원), 1985年 가격의 순공사비 約42億파운드(約5兆34億원), 여기에 관리비, 건설중 이자, 85년이후의 물가상승을 감안한 總工事費는 約76億파운드(約9兆64億원)에 달한다.

## 3. 터널설비 및 공사개요

日本 青函터널과 비교, 英佛海峽터널의 특징을 관찰해보면 터널全長은 青函터널이 조금 더 길지만 海底部는 英佛쪽이 더 길다. 水深은 青函쪽이 훨씬 깊고 그 깊은 해저로부터 100m 밑을 掘鑿했

는데 英佛海峽은 水深도 얇고 해저부의 土被도 훨씬 얇다.(그림 1)

青函터널의 기술진은 복잡하고 곤란한 海底의 지질과 악전고투하며 大量的 藥劑를 주입하면서 在來工法으로 굴착한데 비해 英佛海峽의 해저는 거의 鈔-구로 일본의 전문가가 보면 부러울 정도의 地質이라 한다.(그림 2) 굴착은 全長에 걸쳐서 굴착기(T. B. M)를 쓰고 있으며 최근에는 1주일에 300m이상도 掘進할 수 있다.

青函터널海底部는 먼저 先進導坑을 본터널보다 밑부분의 위치에 파고 뒤이어서 複線鐵道用 본터널과 보수용의 서비스터널을 팠다.

英佛터널은 全長에 걸쳐서 單線鐵道터널 2본이 서비스터널을 가운데 감싸고 있는 형태로 굴착하였다. 單線이라고 해도 대형트럭과 버스를 실은 자동차 수송전용열차를 운전하기 위한 內徑 7.6m의 거대한 斷面이다.(그림 3)

철도터널과 서비스터널은 여러곳에서 연결되어 補修作業과 異常時 여객의 피난에 사용된다.(그림 4) 또 서비스터널을 넘어 본터널 相互間을 큰 斷面の 通風덕트로 여러곳에서 연결하여 열차통과시에 생기는 風壓을 상호 분산토록 하고 있다.(그림 5)

터널내에는 철도의 線路, 電話設備, 신호통신설비 외에도 조명, 소화설비, 피난용보도 등을 만들었고 또 水管 2本을 배치하여 冷水를 순환시켜 온도상승을 방지시키도록 하고 있다.(그림 6, 7)

양측 坑口附近과 海峽部 두군데에서 서비스터널을 立體交替시켜 밖으로 내보내고, 2本の 철도터널을 접합시켜 철도노선에 건너가는 선을 만들어 보수작업이나 異常時 單線運轉에 될수 있는한 많은 線路容量을 확보하도록 하고 있다.

兩側 海岸基地에 入坑을 파고 그 바닥부근부터 海陸兩方向에 서비스터널을 先進시키며 양측 각 6本の 터널을 동시에 掘鑿하였다. 따라서 굴착기도 모두 12대가 소요되는 계산이 되는데 佛側陸地部는 短距離이므로 본터널 2本을 1대의 기계로서 굴착도록 했다.

陸地部 全터널과 해저부 서비스터널은 먼저 貫通되고 현재 굴착을 계속하고 있는 것은 海底部터널 4대뿐이다. 軟弱地盤이 있는 佛側은 이제까지의 실적을 높이 사서 川崎, 三菱兩社製의 기계가 사용되고 있다.

〈그림1〉 青函터널 平面 및 縱斷圖

(S. Miyazaki & Y. Iwahashi, *The Progress of Construction of the Seikan Tunnel*, JRE No 106, July, 1988.)

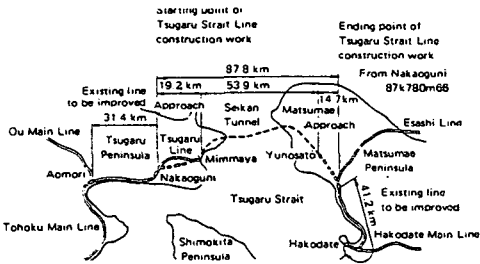
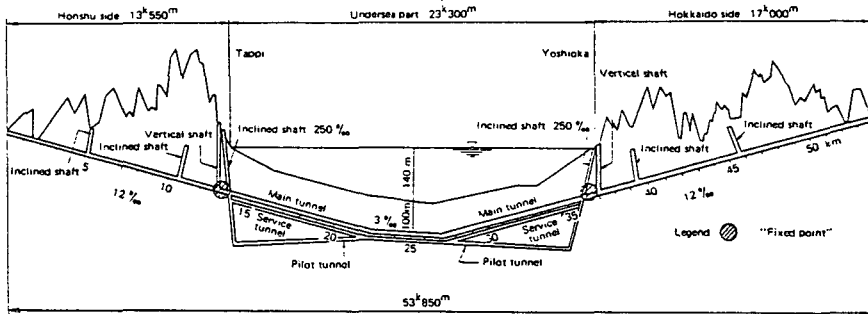
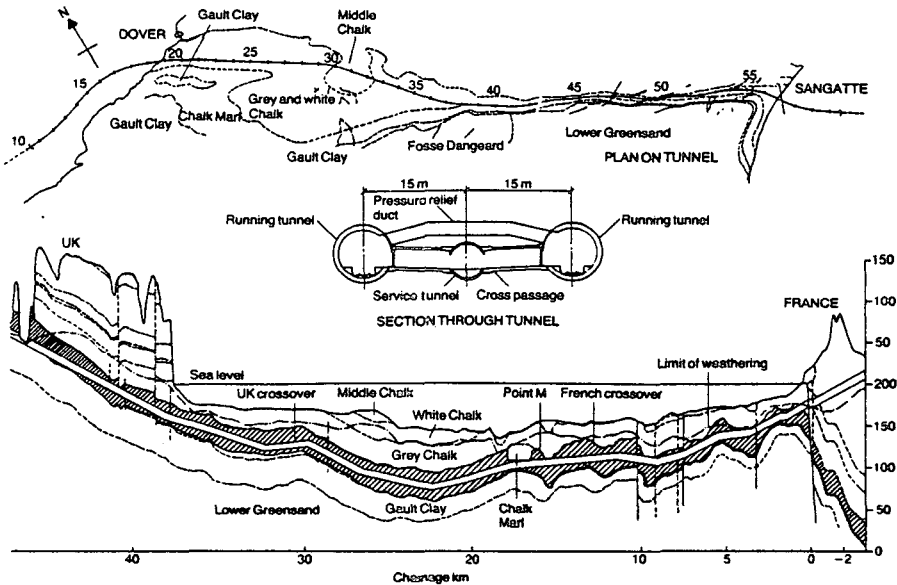


Fig. 3 Tsugaru Strait Line

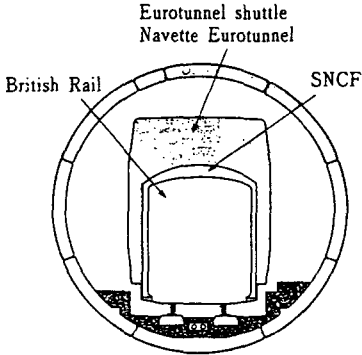


〈그림2〉 英佛海峡터널 平面, 橫斷面, 縱斷面 및 地質略圖

(Institution of Civil Engineers, *The Channel Tunnel*, Thomas Telford, 1989.)



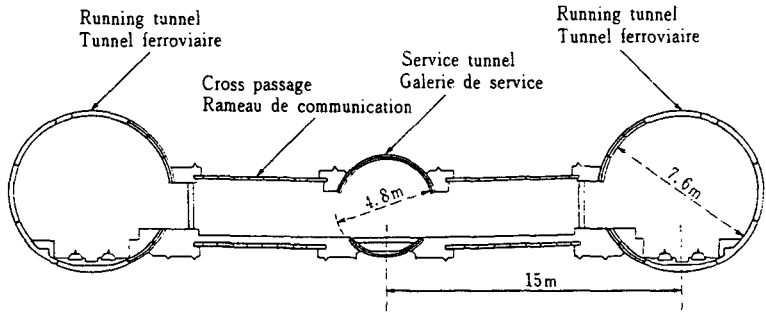
(그림3) 鐵道터널斷面(內徑 7.6m)  
車輛限界內 最外側은 유로터널社 自動車輪送列車  
다음이 國鐵, 最小의 것이 영국 國鐵



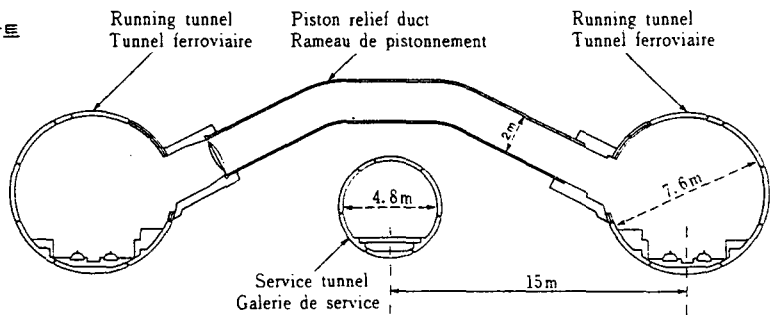
佛側 굴착기에는 1대마다 여성이름의 애칭이 붙어 있는데 英측은 이런 습관이 없는 것 같다. 일본에서 여성의 入坑 기피문제가 간혹 화제가 되었었는데, 가그란트씨에 의하면 영국측에도 20년전만 해도 일본과 같은 상황이었다고 한다. 그런데 기술자 부족으로 女性土木技師가 현장에 진출하게 되고, 또 어느 토목기술전문잡지의 편집장에 취임한 정력적인 여성의 활동이 높이 평가되어 점차 이러한 기피의식이 해소되었다고 한다.

佛側의 산갓트 工事基地는 해안에서 가까운 평지로서 광대한 用地에 直徑 55m, 깊이 66m로 파리의 개선문이 모두 들어갈 수 있는 大立坑을 파고 이곳을 이용하여 자재반입, 굴착토사반출, 작업원이 출입하고 있다. 주위에는 터널 覆工用 새그먼트

(그림4) 2本個의 單線鐵道터널과 서비스터널을 連絡하는 補修作業 및 避難用通路



(그림5) 鐵道터널을 연결하는 通氣덕트 上下列車가 마주 지나갈때는 弁(판)이 닫히도록 되어 있음.



를 만드는 콘크리트공장과 資材積置場이 배치되어 있다. 가까운 언덕斜面에 거대한 塹을 만들어 排出 土砂를 그곳에 버린다. 일부는 터널용지내의 盛土用으로도 使用한다. (사진 1) 英國側 工事基地는 도버와 福스턴(Folkston)의 中間에 있는 색스피 아그리프라고 하는 白亞의 斷崖直下와 頂上으로 분리되어 있다. 아래쪽 基地는 海面을 메워서 확보

한 좁은 장소이다. (사진 2)

여기서 斜坑을 2本 내리고 하나는 자재반입전용, 다른 하나는 굴착한 土砂를 搬出하는데 사용하고 있다. 위의 基地와는 좁고급한 勾配의 도로터널이 연결되어 있을뿐, 佛側에 비하여 조건이 훨씬 좋지 않다. 이를 극복하기 위해 頂上의 基地로부터 직접 立坑을 내려 작업원의 출입에 사용하고 있다.

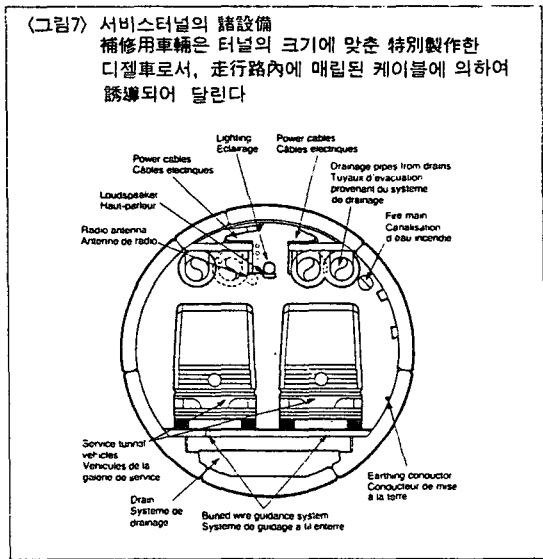
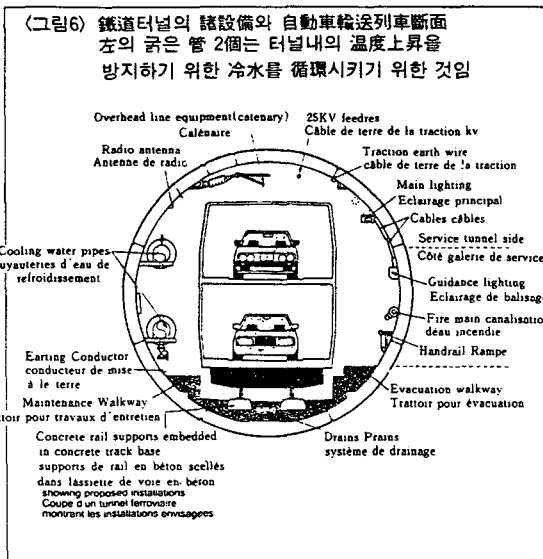


사진1. 프랑스측 상갓트 工事基地大立坑의 底部



사진2. 영국측 세이크스피아크리프 崖下工事基地

또 절벽아래를 달리는 國鐵의 本線으로부터 임시 측선을 分岐하여 자재반입에 사용하고 있다. 排出土砂는 터미널용지의 盛土用으로 사용하는 것이 좋겠지만 陸側터널이 完成되지 않아 운반이 불가능하므로 절벽아래 기지부근의 海面을 매립하여 공사가 끝나면 매립지로 개발한다고 한다.

英側은 현장부근에서 良質의 모래를 얻기 어려워 스코틀랜드에서 채취한 화강암을 碎石하여 댐즈江 河口까지 운반하고 그곳에서 다시 분쇄하여 모래를 만들어 새그멘트를 제작하여 이것을 약 80km 떨어진 현장까지 철도로 운반하고 있다. 양측 모두 작업원은 거의 自國民인데 英側은 북부로부터 온 사람이 많고 佛側은 지방사람이 많다. 어쨌든 兩側은 탄광폐쇄 등으로 실업자가 많은 지역이다. 양측의 工事基地에는 新幹線의 指令室을 연상케 하는 훌륭한 指令室이 있다. 컴퓨터를 구사하여 坑內의 樣相이 한눈에 들어오고 異常時의 처리

도 신속히 이루어질 수 있도록 되어있다.

#### 4. 터미널설비와 자동차수송계획의 개요

유로터널사는 개업시작과 동시에 철도사업자가 되어 自動車輸送專用列車(셔틀列車)를 운행할 수 있게 되고 自動車積下(신고내리기)를 위하여 광대한 터미널설비를 터널양측에 건설하고 있다. 이것이 青函터널과의 크게 다른 점이라고 할 수 있다.

英佛兩國鐵의 여객열차, 화물열차는 이곳 역에서 停車하지 않고 직행하는데 셔틀열차는 兩驛間을 왕복할뿐 國鐵의 선로에는 들어가지 않는다. 셔틀열차의 諸元(車輛限界)은 兩國鐵 것보다 훨씬 큰 거대한 것으로 보통의 선로에는 들어가지 못한다. 그래서 차량의 검사수선설비도 佛側터미널構內에 만들어져 있다.

터미널설계도 아주 巧妙하게 되어 있어서 機關車付替나 방향전환이 필요없이 양터미널에 거대한

루-프(loop)선을 설치하여 항상 一方向으로만 진행하면 된다. 루-프선은 英側은 시계방향, 佛側은 반시계방향으로 되어 있어서 차량의 한쪽에 偏重되지 않도록 되어 있다.

플래트포움과 列車着發線은 兩驛이 모두 4面8線으로서 장애에는 각각 倍로 증설할 수 있다. 着發線의 跨橋가 4本 있는데 열차 에서 내린 자동차는 列車前半에 위치한 2個橋, 열차에 타는 자동차는 列車後半에 위치한 2個橋를 이용하여 출입한다. 자동차의 構內移動도 平面文叉가 생기지 않도록 잘 설계되어 있다. 터미널에 도착한 자동차는 우선 요금소에서 운임을 지불하고 出發國과 到着國의 국경구속을 出發驛에서 동시에 끝낸다. 개업시인 1993년에는 市場統合이 실현될 것임으로 이론적으로는 입출국수속이 歐洲共同體加盟國民에게만은 없을 것이지만 각국 모두 치안방법 같은 독자적인 미묘한 사정 때문에 형식적 수속이 있을 것이다.

열차에는 驛務員의 지시로 운전자가 스스로 차를 열차에 싣고 승용차와 버스의 승객(운전자포함)은 자동차내에 있고 트럭운전자는 列車前頭에 있는 휴게실로 간다. 도착후에는 자기가 운전해서 열차로부터 내려간다. 도착역에서의 國境手續은 없고 바로 驛構外로 나간다.

英側터미널은 福士頓(Folkston)市 교외의 찰튼에 있는데 배후에는 丘陵, 앞에는 국철노선과 고속도로가 있어 用地의 제약이 크다. 民家가 가까이 있어 루-프線을 뚫어 놓은 터널을 만드는 등 環境對策에도 신경쓰고 있다.(그림 8)

佛側 터미널은 칼레(Calais)市 교외의 고개르에 있고 용지는 굉장히 광대하여 여유가 있으며 地表의 바로 밑에 대량의 물이 포함된 軟弱地盤이 있어 構造物의 기초공사나 배수대책에 고심하고 있다. 構內에 서틀列車的 車輛檢査基地外에 상업시설이나 관광시설을 개발해서 회사의 수익성을 도모하고 있다.

서틀열차는 트럭용과 버스, 승용차용을 따로따로 운행한다. 트럭용 차량은 重量經減을 위하여 車輛側壁을 格子로 하고 안전상의 배려로 운전원을 列車前頭의 객차에 태운다. 트럭은 全重量 44톤까지 길이 19미터의 약 14개 車輛의 전후에 승강용차량을 연결하여 고정편성한 것을 2編成併結하고 전후에 기관차를 연결한다. 버스, 승용차용은 버스전

용 12개 차량의 兩端에 승강용차량을 연결, 고정편성했고 승용차전용차량(길이 25m, 2층구조 1량에 승용차 10대積載) 12량의 兩端에 승강용차량을 연결, 고정편성한 것을 併結해서 전후에 기관차를 연결한다.

각 차량은 防火扉로 밀폐시켜 운전원과 승객은 차내에 남아 있게 된다. 트럭열차와 버스승용차 열차는 피크시에는 15분 간격으로 운행토록 계획하고 있다.

## 5. 유럽幹線 교통망의 형성

英佛海峽을 횡단하는 여객은 88년에 약 6,000만 명, 화물은 약 7,000만톤이었는데 2003년에는 각각 倍로 증가할 것으로 보고 있다. 이중 여객은 1/3, 화물은 1/5정도를 터널로 운반한다는 유로터널측의 예상이다. 이렇게 된다면 자동차 수송만 가지고도 採算性이 충분한데 英佛兩國鐵로부터 받는 선로사용료는 고스란히 남는 것으로 計算하고 있다.

페리(Ferry)회사도 大型船을 투입시키고 있어 총수요가 순조롭게 신장되면 다행이지만 그렇지 못할 경우 파란이 있을지 모르겠다. 英佛兩國과 벨기에 國鐵은 공동개발하는 수퍼트레인으로 런던, 파리, 브리셀의 세 도시간을 연결, 비행기보다 優位를 확보하려고 하고 있다.

프랑스國鐵은 터널개통에 맞추어 파리로부터 리루를 경유하여 해협에 달하는 T. G. V北方線의 공사를 서두르고 있으나 英國側의 高速新線計劃은 난항을 하고 있어 당분간은 佛側만 시속 300km로 파리~런던간을 3시간으로 운행할 수 밖에 없다. 특히 런던은 공항과 도로의 혼잡이 심해 여기서 상당한 여객이 비행기로부터 鐵道로 轉移될 것으로 보고 있다.

작년 12월 歐洲共同體는 歐洲各國의 철도를 高速化하는 국제적 네트워크를 형성하는 정책을 시도했다. 공항과 고속도로의 신설이 점차 어렵게 되어 高速鐵道網의 일부가 될 것은 자명한 일이다.

금세기의 프로젝트에 여러가지 형태로서 일본이 관여했다. 建設資金은 1/3은 日本銀行이 제공하고 국제은행단의 技術顧問에는 미국과 독일의 콘설턴트와 제휴해서 海外鐵道技術協會(JARTS)가 참가했다.