

電鐵運用과 高速列車 開發方向 ①

~日本鐵道現況과 韓國鐵道の 將來~

金 烈 會

<鐵道廳營業管理課 事務官>

第 5 章 高速列車의 保安對策

産業構造가 다양화하고 사회와 人口構造가 複雜해짐에 따라 人口의 流動이 점차 빈번하여지고 産物의 流通體系도 나날이 변하여 가기 때문에 輸送需要는 해마다 급격한 增加를 거듭하고 있는 趨勢에 있다.

또 각 交通機關은 需要者가 요구하는 良質의 輸送 service 를 提供하기 위하여 車輛을 整備하고 speed 向上을 기함으로써 수시로 변천하는 輸送體制에 適應하려 하고 있다.

그리고 現代人은 무엇보다도 交通機關에 대하여 speed 를 요구하기 때문에 각 交通機關은 다투어 輸送 media 인 車輛이나 船舶, 비행기의 speed-up 을 위하여 끊임 없는 技術開發에 노력하고 있다.

鐵道에 있어서도 列車의 高速化는 가장 중요한 技術課題中的 하나로서 先進 여러 나라에서는 超高速列車의 開發을 위하여 활발한 研究를 계속하고 있을 뿐만 아니라 在來線에 運用되고 있는 各級列車에 대하여도 그 速度를 向上시키기 위하여 在來線을 電鐵線으로 改良한다든가 線路의 勾配나 曲線을 調整한다든지 또는 各線區의 線路條件, 氣溫 등에 가장 적합한 特殊車輛을 개발하여 投入함으로써 列車의 高速運轉을 推進하고 있다.

이와 같이 列車의 speed 化는 需要者의 輸送

選好性에 符合되는 反面 列車의 安全運行에는 보다 큰 制約을 加하게 되는 兩面的인 모순을 지니게 되는 것이다.

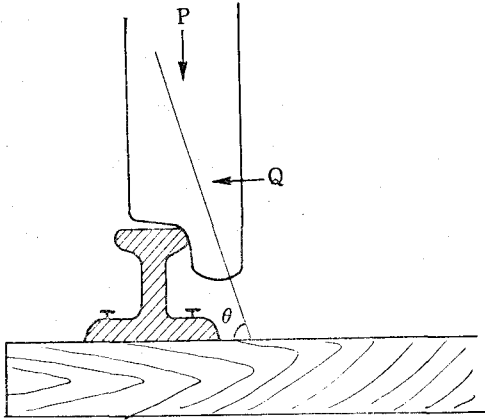
그러므로 모든 交通機關이 그러하듯이 鐵道에 있어서도 一面으로 列車의 高速化에 힘을 기울이면서 한편으로는 列車의 安全運行을 위하여 부단한 對策을 강구하고 있다.

列車의 保安對策은 크게 線路補修, 車輛補修, 信號施設改良, 列車運轉管理 등으로 나누어 考察할 수 있다.

鐵道의 具備條件으로서는 迅速, 快適, 安全, 正確, 低廉, 頻度, 大量性으로 要約할 수 있는데 이에 대한 利用者側의 욕구나 필요성은 地域에 따라 다르며 幹線이나 支線이나에 따라 차이가 있다.

線路는 曲線部가 가급적 적은 반면, 曲線半徑이 될 수 있으면 커야 하고 勾配도 緩慢한 것이 理想的이며 列車事故要因을 除去할 수 있는 것이다.

列車의 走行速度가 빠르면 빠를수록 車輛의 左右動(sideway swaying), 蛇行動(snake motion), 또는 軌道 틀림(track irregularity)이 커지고 이에 따라 車輛의 橫衝擊(lateral force)이 커지면서 軌道에 가해지는 橫壓(lateral pressure)이 增加하며 그 결과 개못(dog spikes)이 밖으로 밀려나거나 위로 솟아 軌間이 넓어지고 枕木이 흔들려 갑작스러운 線路 뒤틀림이 생기기 때문에 脫線事故(derailment accident)를 일으키



〈그림-32〉 車輛의 脫線限界

게 되는 것이다.

脫線要因을 〈그림-32〉에 의하여 說明해 보기로 한다. 그림에서 車輛의 輪重을 P , 橫壓을 Q , 라 할 때 脫線係數는 橫壓과 輪重의 比로 나타낸다. 一般的으로 $\frac{Q}{P} < 0.8$ 이면 脫線危險이 없고 $\frac{Q}{P} > 1.0$ 이면 脫線危險이 있는 것이다. 壓力角 θ 는 $\theta = 59^\circ$ 가 安全 값이며 $\theta = 64^\circ$ 가 脫線危險角이다.

$$\frac{Q}{P} < 0.8 (\text{安全}), \quad \frac{Q}{P} > 1.0 (\text{脫線危險})$$

통계적으로 보면 脫線은 貨物列車인 경우가 많으며 그것은 走行中 貨車의 車輪部分動搖가 심하기 때문에 일어나는 것이다. 그리고 線路上에서의 脫線은 연속적인 曲線部分에서 많이 발생하는데 그것도 列車가 進行하는 方向으로 보아 第3番曲線의 20~40m 부분에서 특히 頻繁하게 일어나고 있다. 따라서 曲線部 列車脫線을 방지하기 위하여 曲線部分의 線路敷設은 일반적으로 相互式工法(zig-zag method)을 採用하는 경우가 많으며 또한 列車의 走行速度를 制限하는 것이 일반적인 傾向이다.

曲線部에 있어서 列車의 最高速度를 制限하는 것은 脫線事故를 방지하는 한편 列車顛覆에 대한 安全性을 확보하기 위하여 필요한 것이다.

曲線의 外方顛覆에 대한 安全性을 spring 變動을 고려하지 않고 靜的으로 計算한다면 車輛의 重力과 遠心力作用點의 軌道中心으로부터의 間격이 安全率 a 以上 되는 條件은

$$\frac{G}{2} \times \frac{1}{a} \geq H \times \left(\frac{V^2}{gR} - \frac{C}{G} \right) \text{이다.}$$

G =軌間 V =走行速度
 a =安全率 C =cant
 H =車輛重心 높이 g =重力加速度
 R =曲線半徑

따라서 曲線制限速度는

$$V = \sqrt{gR \left(\frac{G}{2aH} + \frac{C}{G} \right)} \text{가 된다.}$$

그러나 대부분 鐵道の 曲線制限速度는 軌間에 관계 없이 $2.8\sqrt{R} \sim 4.3\sqrt{R}$ 의 範圍에 있음을 기억해 둘 필요가 있다.

列車速度는 列車種別에 따라 각각 다르지만 列車速度 決定에 있어서 가장 key-point 가 되는 것은 代表速度(cant 設定速度)를 결정하는 문제로서 cant 와 밀접한 關係가 있다.

均衡 cant 算定式은 列車에 작용하는 重力과 遠心力의 均衡으로 아래와 같이 구해진다.

$$C = GV^2/gR$$

C =cant(mm) V =設定速度(km/n)
 G =軌間(mm) R =曲線半徑(m)
 g =重力加速度(=9.8m/sec²)

均衡 cant 는 $C = GV^2/127R$ 로 算定하고 있는 鐵道가 많으며 우리 나라 鐵道에 있어서도 $C = 11.3V^2/R (=GV^2/127R)$ 로 計算되고 있다.

cant 의 設定速度는 크면 클수록 좋은 것이지만 貨物列車 등 低速列車에 대하여는 過大 cant 로 되어 內外軌의 輪重不均衡이 크게 되는 結果 曲線內方顛覆의 위험성이 있는 것이다. 曲線內方顛覆은 車輛의 spring 을 생각하지 않을 때 아래와 같은 경우 顛覆되는 것이다.

$$\frac{G}{2} \times \frac{1}{a} \geq \frac{C}{G} H$$

G =軌間 H =車輛의 重心高
 a =安全率 C =cant

따라서 最大 cant C_m 은 $C_m = G^2/2aH$ 이다.

우리 나라 鐵道の 最大 cant 는 $C_m = 160$, $C_m/G = 0.111$ 이다.

지금까지 車體를 剛體로 하여 靜的計算을 하여 制限速度를 정하는 것을 說明하였지만 車輛의 動的인 영향을 생각할 경우 顛覆危險率 D 는 아래와 같이 표시된다.

$$D = D_1 + D_2 + D_3$$

$$D_1 = \frac{2h}{G} \left(\frac{V^2}{gR} - \frac{C}{G} \right)$$

$$D_2 = \frac{2h}{G} \left(1 + \frac{W_T}{W_B + W_T} \cdot \frac{hT}{h} \right) \alpha$$

$$D_3 = \frac{h_B \rho u^2 S C_y}{WG}$$

W = 車輛重量의 $\frac{1}{2}$ R = 曲線半徑

W_B = 車體重量의 $\frac{1}{2}$ C = cant

W_T = 臺車重量 g = 重力의 加速度

h = 車輛重心高의 25%增 ρ = 空氣의 密度

h_B = 車體重心高의 25% u = 風速

h_T = 臺車重高 S = 車體側面積의 $\frac{1}{2}$

V = 走行速度

G = 車輛接觸點間隔 (= 軌間)

α = 橫振動加速度에 의한 係數

C_y = 바람에 대한 車體의 抵抗係數

여기에서 D_1 은 不均衡遠心力에 의한 係數

D_2 는 振動에 의한 係數

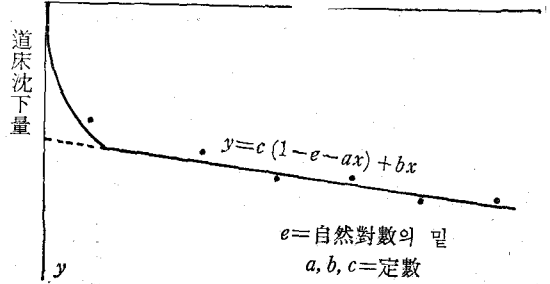
D_3 는 風壓에 의한 係數이다.

D 가 1을 넘으면 列車가 顛覆하게 된다. 이와 같이 曲線外方顛覆에 대해서는 不均衡遠心力, 振動, 風壓의 영향을 고려하지 않으면 안된다.

不均衡遠心力은 cant 不足量과 밀접한 관계가 있으며 cant 不足量이 커지면 그만큼 不均衡遠心力은 커져서 顛覆危險性이 있기 때문에 線路의 軌間과 車輛의 諸元, 振動 風壓 등을 고려하여 許容 cant 不足量을 列車運行的 安全性의 面에서 결정해야 하는데 그 값은 대체로 0.045~0.063 사이에 있다.

요컨대 線路構造上的 缺陷으로 인하여 발생하는 列車事故는 脫線이 가장 많고 그 다음이 顛覆事故이며 그 事故要因으로서는 橫壓과 曲線部에 있어서의 cant 過大 또는 cant 不足에 의하여 발생하고 있음을 설명하였다.

이와 같이 線路構造上的 缺陷으로 인한 사고는 線路軌間調整, 曲線緩和, cant 調整 등 線路의 維持補修를 철저히 함으로써 방지할 수 있는 것이다. 線路는 특수한 구조의 경우를 제외하고는 흙과 자갈을 기초로 하기 때문에 力學的으로 보면 불안정한 構造物이며 심한 振動이 계속되는 列車의 反復的 荷重에 의하여 軌道를 破壞시



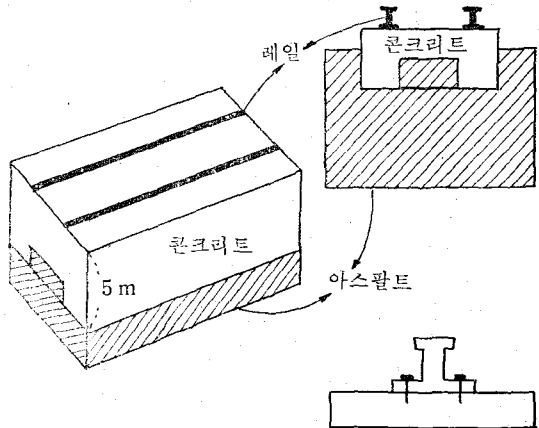
<그림-33> 道床의 沈下狀態

키게 된다. 軌道破壞의 主現象은 道床沈下지만 軌道各部의 變形과 損耗도 있다. 道床作業 후의 道床沈下 狀態는 <그림-33>과 같은데 道床은 처음에는 급격히 沈下하지만 그 후에는 천천히 내려 앉으면서 차츰 軌道構造의 強度에 따라 直線에 가까워진다. 맨처음의 急激沈下部分은 주로 枕木밑의 道床 間격을 좁혀 주는 것이고 그 뒤의 直線部分은 자갈이 枕木 옆쪽으로 흘러 내리거나 路盤의 흡속으로 끼어들기 때문에 일어나는 것이다.

이와 같은 道床沈下의 大小와 不均衡性이 列車事故를 일으키는데 문제가 되지만 rail, 枕木, 자갈 등의 개량에 의하여 事故要因을 제거할 수 있는 것이다.

日本의 山陽新幹線은 超高速列車의 安全運행을 위하여 <그림-34>와 같은 軌道工法을 채용함으로써 軌道를 보호하고 있다.

다음 列車事故는 車輛의 缺陷에서 일어나는 수가 많은데 주로 車輪, 車軸, spring 등 走行裝



<그림-34> 山陽新幹線의 슬라브 軌道

置와 制動裝置 그리고 連結裝置가 故障나서 사고를 유발하는 경우가 많다.

車軸에 발생하는 고장중에서 가장 중요한 것은 切損으로 曲모멘트가 큰 곳, 즉 內側에 발생하기 쉬우며 列車運行中 車軸切損으로 인한 事故를 미연에 방지하기 위하여 肉眼檢査로부터 과학적 檢査方法인 探傷法이 실시되고 있다.

車輪缺陷으로 인한 고장중 가장 빈번한 것은 外輪弛緩故障이며 이것을 방지하기 위하여 최근에는 일체 차륜을 사용하는 경향이 많다. 外輪의 幅은 특수한 것을 제외하고는 대개 140 mm이며 外輪部 車輪의 輪心에 外輪附着은 所定作業基準에 의하여 정밀을 기하지 않으면 안되는 것이다.

列車가 勾配 위를 走行할 때에 車輛의 制動裝置가 고장을 일으켜서 중대한 列車事故를 일으키게 하다가 制動力의 良否는 곧 列車의 安全運行에 가장 기본적인 조건이 되는 것이다. 列車의 制動裝置는 여러 가지 종류가 있지만 그 어느 것을 막론하고 다음과 같은 諸條件이 구비되어야 하는 것이다.

- ① 制動 및 緩解作用이 확실하고 制動力의 加減을 자유롭게 할 수 있어야 하고
- ② 制動作動時에 騒音이 없고 車輛의 汚損이나 磨耗가 적어야 하며
- ③ 특히 非常制動을 언제든지 作動시킬 수 있고 이것이 항상 유효한 결과를 가져 와야 한다.

또 列車運行中 가장 잦은 사고의 하나가 分離事故인데 이것은 車輛의 連結裝置故障으로 인하여 발생한다. 그러므로 連結器는 일반적으로 다음과 같은 條件을 구비하여야만 列車의 分離事故를 방지할 수 있는 것이다.

- ① 連結과 解放이 쉽고 취급상의 불편이 없어야 할 뿐만 아니라 그 작용이 확실하여야 한다.
- ② 引張이나 壓縮에 대응할 만한 충분한 強度를 가져야 하며 그 型式이 각각 다른 連結器라도 相互連結이 가능하여야 하며
- ③ 連結器로 인하여 列車의 길이 가 길어지지 않아야 한다.

앞서 말한 바와 같이 車輛缺陷으로 인한 列車事故를 예방하려면 車輛檢査를 철저히 함으로써

작게는 給水給油로부터 시작되는 日常檢査는 말할 것도 없고 크게는 車輛解體作業을 하는 全般檢査에 이르기까지 세심한 檢査를 하는 것이 要諦라 할 수 있다.

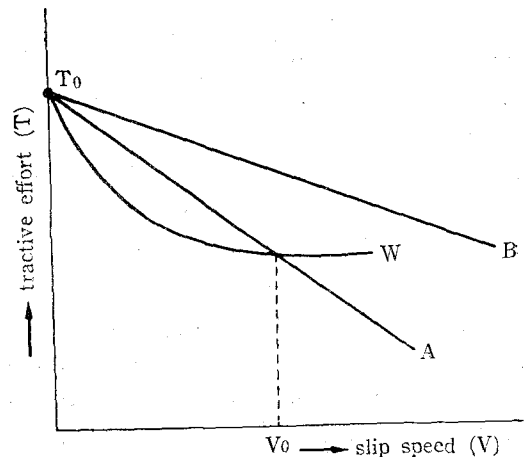
車輛檢査의 종류는 대개 定期檢査(regular inspection), 日常檢査(daily inspection), 臺車檢査(bogie inspection), 要部檢査(mainpart inspection), 全般檢査(general inspection) 등으로 분류하고 있다.

다음에 電氣車輛의 특성과 保安問題에 대하여 간단히 살펴보고자 한다.

電氣車輛의 出發時 粘着係數(adhesion coefficient)는 直流機關車와 直流流兼用機關車가 25%, 交流機關車가 35%, 直流動車와 交流機關車가 14% 그리고 交流動車가 16~18%이며 일반적으로 말하면 粘着力보다 견인력이 강할 때 스티프가 생기지만 粘着力이 극히 不安定할 때에는 牽引力이 약하더라도 스티프가 일어나게 되는데 이것을 방지해 주는 것이 電氣車輛의 再粘着力인 것이다.

電氣車輛에 있어서 再粘着力의 특징을 <그림-35>를 통하여 설명하기로 한다.

그림에서 出發時의 牽引效率를 T_0 , μ 를 粘着係數, W 를 車輪의 重量曲線이라 하고 走行中인 車輪의 牽引效率이 μW 보다 크게 되었다고 가정하자. 이 때 滑走速度(slip speed)가 생기게 되면 牽引效率은 機關車의 特性에 따라 각각 다르겠지만 A 曲線이나 B 曲線으로 진행하게 될 것



<그림-35> 再粘着의 特徵

이다. 만일 $\frac{dT}{dV}$ 의 경사가 牽引效率 μW 曲線보다 급한 경우에는 μW 는 V_0 에서 균형을 유지하고 이후부터는 계속해서 滑走를 하게 되는데 再粘着力은 電氣車輛이 다른 動輪에 의하여 加速력이 붙거나 粘着係數가 크게 되었을 때 발생하는 것이다.

列車은 粘着係數 μ 가 커질수록 speed-up 이 가능한 것인데 μ 는 15~35%라는 한계가 있거 때문에 외국에서는 粘着力을 높임으로써 列車의 速度向上과 아울러 高速列車의 安全運行을 기하려고 하고 있다.

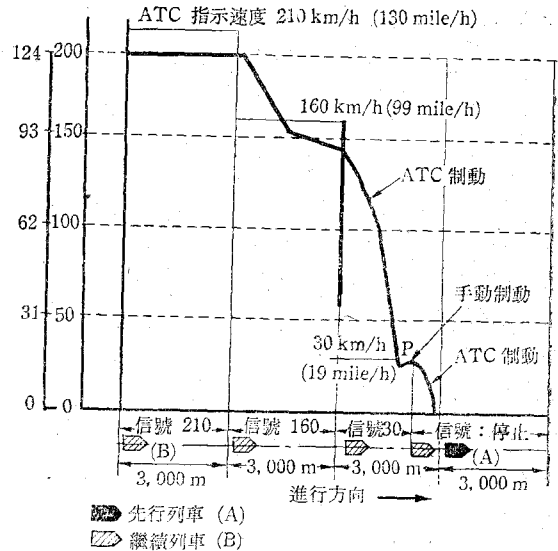
粘着係數 μ 를 높이는 방안으로서 spark 法, sand blast 法, plasma 法 등이 있는데 spark 法은 藥品을 사용하여 線路를 깨끗이 함으로써 粘着力을 높이는 것이고 sand blast 法은 熱風熱砂로서 레일을 乾燥시키면서 粘着力을 높이고 空轉을 방지하는 방법이다. 또 plasma 法은 아직 實用化된 것은 아니지만 英國에서 개발하고 있는데 이것은 plasma 原理를 이용하여 線路의 粘着力을 높이는 방법인데 sand blast 法보다 취급이 간편하고 機械部分의 고장을 방지할 뿐만 아니라 그 持續性이 우수하기 때문에 이것이 實用化할 경우에 高速列車의 speed-up 이나 保安面에 큰 공헌을 하리라 생각된다.

日本의 경우 横川(Yokokawa)~輕井澤(Karuziwa)간 11.2 km 區間の 66.7% 勾配에서 E F 63 新型機關車를 개발하여 electric-magnetic 方式에 의한 粘着運轉을 1964년부터 시행하고 있다. 上行電動車의 경우에는 뒷쪽에 EF 63을 연결하고 客車나 貨車인 경우에는 앞뒤 양쪽에 EF 63을 二重聯運轉하고 있으며 下行의 客車나 貨車인 경우에는 電氣 브레이크가 없으므로 앞쪽에 二重聯하고 運轉中에는 notch-off 한 채로 運轉하고 있다. 이 때 車輪의 回轉力에 의하여 모터에서 發電이 되고 그 發電力으로 브레이크를 작동시키는 것이다.

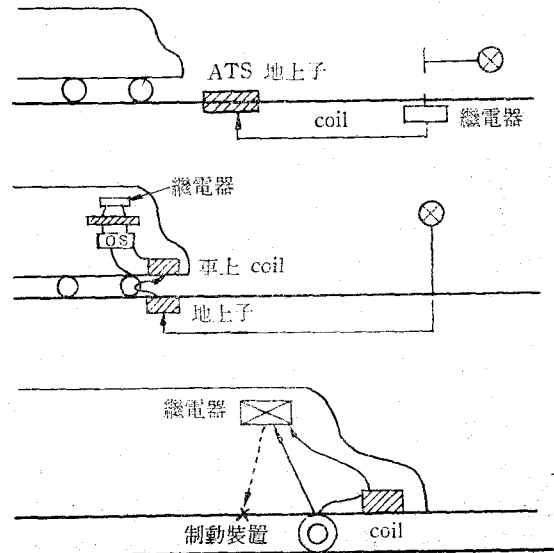
列車의 安全運行에 있어서 가장 중요한 것은 완벽한 信號保安施設을 개량하는 문제라 할 수 있으며 先進諸國의 鐵道에서는 여러 가지 새로운 保安裝置를 계속 改良發展시키고 있다.

A. B. S 나 C. T. C 도 일종의 列車保安施設이라

볼 수 있지만 A. B. S 와 C. T. C 信號方式을 채용하는 것은 線路能力을 높이고자 하는데 보다 큰 목적이 있는 것이다. 最近 널리 採用되고 있는 列車保安施設로서 가장 중요한 것은 A. T. S 와 A. T. C 方式이 있는데 A. T. S (automatic train stop device)란 停止信號區間に 列車가 접근했을 때 자동적으로 경보가 울려서 기관사로 하여금 열차를 정지시키게 하는 것이고 이때 만일 기관사가 5초 이내에 열차를 정지시키지 못할 때에는 자동적으로 열차가 정지되도록 設計된 安全



<그림-36> 日本新幹線の A. T. C 減速曲線



<그림-37> A. T. S 및 A. T. C 原理

裝置를 말하며 A.T.C(automatic train control)란 機關車에 장치된 信號 박스에서 지시하는 速度로 기관사가 運轉하며 만일 기관사가 지시 速度를 무시하고 運轉할 때에는 열차는 자동적으로 制動이 걸려 減速하게 된 장치이다.

이것을 日本新幹線의 예를 들어 설명하면 <그림-36>에서 바는 바와 같이 先行列車(A)가 정지하고 있을 때 後續列車(B)는 6km 後方地點에서 210km의 列車速度가 160km 速度로 減速하고 3km 後方に 이르러서는 A.T.C 制動이 자동으로 걸리게 되어 160km의 列車速度는 30km로 減速하면서 先行列車(A)의 150~200m 地點에 와서 自動停止하게 된다.

A.T.S의 原理를 <그림-37>에 의하여 간단히 설명해 보기로 한다.

列車가 아무 장애 없이 進行할 때에는 레일 위에 설치된 A.T.S 地上子에서 列車情報를 cable을 통하여 前方信號機의 繼電器(relay)에 傳達하고 前方信號機는 進行信號를 나타내게 되므로 열차는 장애 없이 계속 運行이 가능한 것이다. 이때 後續列車前方에 다른 열차가 들어 있어 前方信號機가 停止信號를 나타내고 있을 때에는 信號機에서 coil을 통하여 車上에 장치된 車輛 coil에 전달하고 이것이 다시 B.P.F(band path filter)를 거쳐 車上의 繼電器에 전달되어 자동 경보를 울리게 되는 것이다. 만약 이때 車上의 繼電器가 作動하지 않을 때에는 즉시 브레이크에 列車情報를 전달하게 되어 자동적으로 열차는 停止하게 되는 것이다.

日本 新幹線의 A.T.C 原理도 이와 비슷할 때 특수한 것은 車上에 speed-checker가 있어서 끊임 없이 列車情報를 繼電器에 전달하고 만약 列車가 減速區間에 들어 오게 되어 그 사실을 coil을 통하여 繼電器에 알려 주면 繼電器에서는 자동적으로 制動裝置(breaker)에 減速命令을 내리게 되는 것이다.

아직 實用化할 단계는 아니지만 최근 先進國에서는 A.T.O(automatic train operation) 方式을 研究開發中에 있는데 이 A.T.O 方式은 ① 加速制御 ② 減速制御 ③ 定時運轉 ④ 定速運轉 ⑤ 定位置停止가 완전히 자동적으로 이루어져 그야

말로 無人運轉이 가능하게 되는 것이며 이 A.T.O 方式은 英國이나 日本 등에서 1980年代에 가서는 그 實用化가 이루어질 것으로 보여진다. 요컨대 최근 超高速列車의 選擇 傾向이 增大하는데 따라서 列車의 安全性 確保問題는 그 중요성이 더욱 커지고 있다는 것을 깊이 인식할 필요가 있다.

第6章 韓國의 經濟構造와 交通體系

최근 우리 나라의 經濟는 지속적인 高度成長을 거듭하여 產業構造를 대폭 변화시켰으며 輸出을 증대시키고 國內貯蓄을 增加시키는 한편 農水産物의 増産과 社會間接資本의 擴充을 통하여 우리 經濟의 安定基盤構築에 매우 큰 성과를 거두어 왔음은 누구도 부인하지 못하는 사실일 것이다.

1960년 우리 나라의 產業構造를 살펴보면 1次産業인 農水産部門이 37%, 2次産業인 鑛工業部門이 16%, 3次産業部門이 47%로서 1次産業과 3次産業의 比重이 크고 2次産業部門이 매우 낮은 수준에 있는 기형적인 經濟構造를 이루고 있었으나 1972년에 와서는 農水産部門이 29%로 낮아지는 반면 鑛工業部門의 비중이 대폭 높아져서 24%의 비중을 차지하게 되어 차츰 均衡的인 經濟構造로 정비되어 가고 있다.

第1次經濟開發5個年計劃期間中 力點을 두었던 肥料, 시멘트 部門과 第2次經濟開發5個年計劃期間中 3次戰略産業으로 育成하여 온 機械, 鐵鋼, 石油化學分野의 生産增加가 가장 두드러지게 나타나고 있다.

그리고 工業部門의 성장과 함께 급속한 템포로 늘어나고 있는 것은 輸出商品으로서 1960年度에 3,240萬弗에 불과하던 輸出實績이 1972년에 이르러서는 18億弗에 달하여 12년 동안에 55배로 증가되었는데 이는 年平均 40%의 획기적인 伸長率인 것이다.

農業開發은 工業成長爲主의 成長政策에 따라 상대적으로 다소 저조한 현상을 보였으나 1968년부터 본격적으로 農業開發에 중점이 두어져 高米價政策의 實現, 水利施設의 대대적인 개발, 農漁民所得増大를 위한 特別事業의 시행 등으로 農

業部門에의 投資가 크게 확대되고 있으며 1972년부터는 農工業간의 所得格差 해소를 위한 새마을事業의 전개로 農業部門의 개발은 더욱 촉진되고 있다.

農業과 工業의 併行發展을 이룩하고 效率이 높은 産業의 基盤을 構築함으로써 國民經濟의 能率을 極大化하는 與件을 조성하기 위하여 정부는 우리 國土의 綜合開發을 계속 추진하고 있다.

이와 같이 우리 나라의 産業構造가 高度化됨에 따라 生産部門과 輸送部門의 關聯性은 더욱 긴밀하여져서 兩部門間的 均衡이 經濟成長을 촉진시키는 가장 중요한 열쇠가 되고 있다.

그런데 1970년 이전까지는 원활한 經濟活動을 뒷받침하는 輸送部門에의 投資不足으로 상당한 輸送隘路를 겪어 왔으나 그후 高速道路의 建設, 鐵道機關車 및 車輛의 導入, 自動車·船舶·航空機의 增強 등 적극적인 輸送力 強化策에 의하여 1972년부터는 각 輸送手段間的 均衡적인 발전을 기할 수 있는 契期를 마련하기 시작하였다.

<表-14>에서 보는 바와 같이 1965~1973년 사이에 우리 나라의 經濟規模는 5.5배로 확대되었고 旅客과 貨物의 輸送量은 약 3배로 늘어났다. 이것을 좀더 세밀히 고찰하면 1960~1970년의 약 10년 동안에 GNP 成長率은 年平均 9.4%의 경이적인 高度成長을 기록하였으며 이에 따라 輸送需要도 격증하여 같은 期間中 貨物은 年平均 13.6%, 旅客은 12.7%의 成長率을 나타내고 있다.

社會間接資本으로서의 交通部門에 막대한 資金을 투자하여 왔고 또 類例를 찾아볼 수 없는 高度成長을 기록하였음에도 불구하고 해마다 輸送隘路를 일으키는 요인은 무엇인가?

첫째 生産部門에 비하여 輸送部門의 投資效果

<表-14> 經濟成長과 輸送活動 (65=100)

區分	年度	61	65	68	70	73
GNP(10億원)	指數	613.6	805.9	1,127.3	2,545.9	4,414.3
旅客輸送(百萬人km)	指數	10,132	15,131	24,829	30,362	43,656
貨物輸送(百萬元km)	指數	3,951	5,810	9,331	13,382	15,940

가 長期間의 懷妊期間을 요한다는 점이며

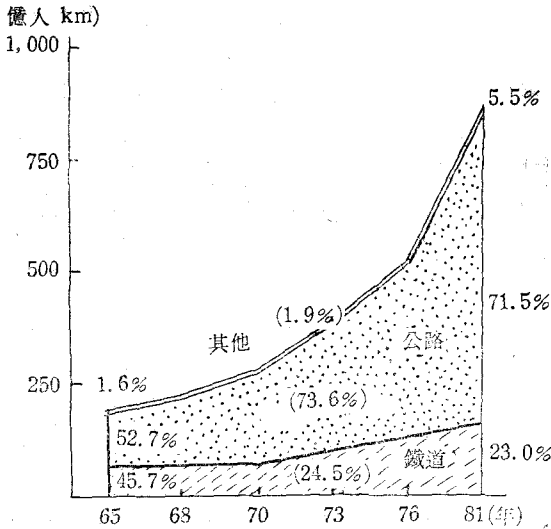
둘째 交通部門의 附加價值가 國民總生産에서 차지하는 比率이 先進國의 경우 6~9%가 일반적인 현상인데 반하여 우리 나라의 경우 1972년의 예로 보아 4.6%로서 아직도 낮은 비율을 유지하고 있고

세째 國內總資本形成中 交通部門資本形成率은 開發途上國家에서 요구되는 25~40% 수준에 미달되는 23%線에 머무르고 있어 아직도 일반적으로 요청되는 投資水準에 미달하고 있는 실정이며 네째 각종 輸送施設과 裝備가 매우 老朽되어 있어서 급격히 증가하고 있는 輸送需要를 감당하려면 다른 國家보다 오히려 더 과감한 交通投資가 요구되고 있다.

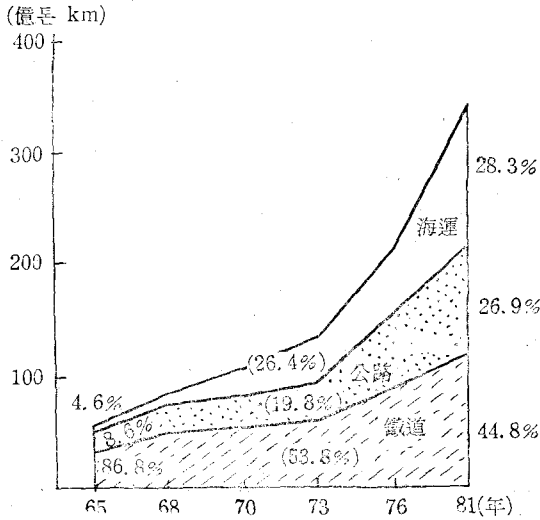
마지막으로 아직도 우리나라 輸送體系에 있어서 大宗의 地位를 차지하고 있는 鐵道部門 附加價值的 구성비가 해마다 떨어지고 있는데 이것은 高速道路의 建設, 海運·荷役部門에의 投資가 집중되었기 때문이다.

이와 같이 우리나라는 第3次5個年計劃期間中 社會間接資本에 집중적인 投資를 계속하여 道路, 海運分野는 크게 伸長하였으나 鐵道에 대한 投資는 매우 빈약하여 鐵道の 基礎施設과 基礎裝備인 機關車와 車輛의 老朽度가 加速化되는 경향에 있었다. 그리하여 1970년 7월 京釜高速道路가 開通되고 같은 해 12월 湖南高速道路가 開通됨에 따라 鐵道旅客需要中 優等旅客의 상당량이 高速道路로 轉稼되었고 또 嶺東高速道路, 南海高速道路를 비롯하여 主要幹線 道路網의 擴充과 鋪裝 그리고 高速道路 車輛의 新規導入과 既存車輛中 老朽車輛의 대체가 크게 실현되었기 때문에 公路의 旅客輸送分擔率이 <그림-38>에서 보는 바와 같이 1965년에 52.7%였던 것이 1973년에는 73.6%로 크게 증가된 반면 鐵道는 1965년의 45.7%에서 1973년에는 24.5%로 떨어져 우리나라 陸上交通에 있어서 旅客輸送은 自動車 중심의 輸送體制로 變換되었음을 알 수 있다.

이에 반하여 우리나라의 貨物輸送構造는 <그림-39>에서 보는 바와 같이 아직도 鐵道依存도가 매우 높은 수준에 있음을 나타내고 있다. 1965~1970년까지만 하더라도 우리나라의 貨物



<그림-38> 우리나라의 旅客輸送構造



<그림-39> 우리나라의 貨物輸送構造

輸送은 鐵道一邊到의 輸送體系로서 鐵道가 과중한 輸送負擔을 지고 있는 반면에 物動量은 해마다 격증하여 鐵道의 한정된 輸送能力으로서는 도저히 감당할 수 없었던 것이다.

이와 같은 物動量의 增加傾向과 輸送部門의 不均衡은 1967~1970년 사이에 더욱 심각한 양상을 띄게 되었고 이것이 産業全般에 과급되어 經濟生活의 終局目標인 安定的 成長을 阻害하는 重大한 隘路部門이 되었다. 그러나 1970년 下半期에 高速道路의 개통으로 鐵道貨物中 비교적 高等級에 속하는 一般貨物의 대부분이 公路貨物로 轉

換된 데다가 1971~1972년의 兩個年間 不動產景氣의 급속한 후퇴와 더불어 시멘트와 煉炭業界에 심각한 不況이 겹쳐 鐵道의 貨物輸送需要는 급격히 감소하였다. 이러한 景氣沈滯는 各 輸送機關에 가지도 과급되어 鐵道는 한 때 貨物 유치에 腐心하는 등 아주 어려운 고비를 맞았으나 이것은 어디까지나 일시적인 현상에 불과하였고 1972년 下半期 이후 景氣가 서서히 회복됨에 따라 鐵道輸送需要는 급템포로 增加하였으며 鐵道貨物의 輸送力은 큰 制約을 받지 않을 수 없게 되었다.

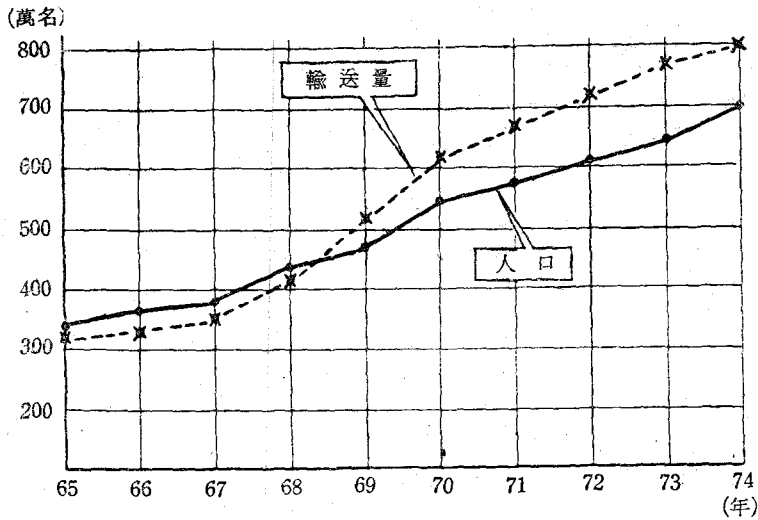
더욱 1973년 末 세계적인 에너지 需給政策의 수정을 불가피하게 하여 從來의 油類爲主에서 다시금 無煙炭의 增産을 서두르게됨에 따라 시멘트와 함께 鐵道貨物輸送에 큰 제약요소로 되고 있다.

요컨대 우리나라는 3차에 걸친 綜合經濟開發計劃 遂行過程에서 基礎産業部門에 집중적인 投資를 投入한 결과 그것이 일정한 懷妊期間을 거쳐 거대한 物動量으로 나타났을 뿐만 아니라 國家의 經濟發展과 병행하여 國民의 經濟生活이 차츰 윤택해짐에 따라 個人의 事業目的 이외에 관광이나 親知訪問旅行의 動機가 크게 작용하여 旅客需要도 國民所得水準의 향상과 함께 계속 伸長하는 추세에 있는 것이다.

그러나 이와 같은 輸送需要의 급격한 증가를 消化시킬 만큼 충분한 交通部門의 성장이 뒤따르지 못하였기 때문에 특히 貨物에 있어서는 해마다 輸送難을 加重시키는 큰 요인이 되고 있는 것이다.

서울~釜山間 450 km 輸送 거리의 좁은 國土 위에 2,3次 經濟開發 5年計劃 期間中 京仁·京釜 高速道路를 비롯하여 嶺東·湖南·南海 高速道路를 개통시킨 외에 主要幹線道路網을 擴張整備하는 한편 道路交通裝備를 대폭 增備함으로써 旅客輸送의 大宗을 鐵道에서 自動車로 移行시킨 점은 우리나라가 經濟開發段階에서 經濟發展段階로 발돋움하는데 커다란 전환점을 마련하였다고 생각 하는 것이다.

그러나 앞서 말한 바와 같이 貨物輸送에 있어서는 아직도 鐵道依存度가 높은 水準에 있는 반면에 鐵道輸送能力이 한정되고 있다는 점에 큰 문제점이 있는 것이다.



<그림-40> 서울시 인구의 증가와 운송량 증가 추세

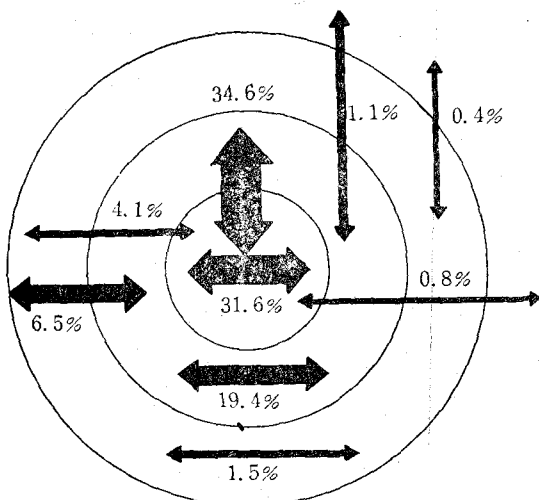
이상에서 우리나라의 경제구조와 교통체계를 개괄적으로 고찰하였는데 여기에서 해운과 항공 교통에 대하여 언급하지 않은 이유는 이兩者가 국내 운송 문제에 큰 영향을 끼치지 못하고 있기 때문이다. 우리나라 육상 교통에 있어서 가장 문제가 되는 것은 도시 교통의 혼잡 해소와 산업용物資의 운송 문제를 해결하는 것으로서 이 문제에 대하여는 본稿의 중심이 되는 것이므로 章을 나누어 비교적 상세하게 論述하고자 한다.

기록하여 온 반면에 도시와 농촌간에 雇傭과 所得의 격차를 크게하여 인구의 都市集中 현상을 더욱 촉진하는 결과가 초래되었다. 우리나라 인구의 年平均 增加率이 지난 10년 동안에 2.3% 수준이었는데 반하여 首都 서울의 경우 年 10%의 인구 증가를 기록하였으며 1974년에는 常住人口 700萬을 突破하기에 이르러 서울시 行政力은 先進國의 예와 같이 住宅問題, 公害問題, 交通問題로 集中投入하지 않으면 안되게 되었다.

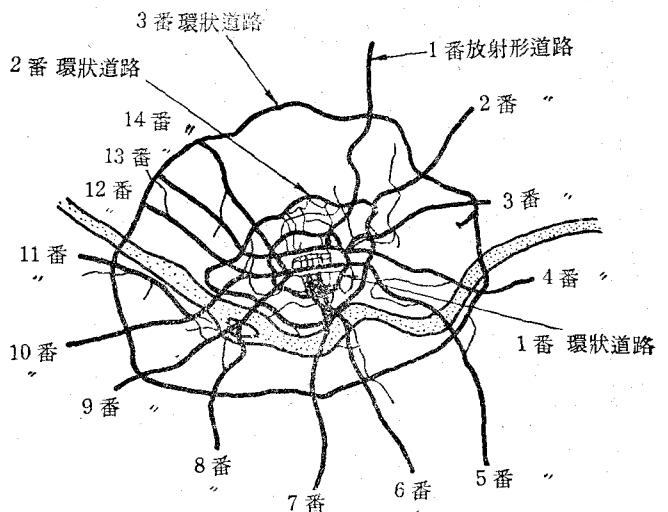
第7章 都市交通의 開發과 電鐵運用

우리나라는 지난 10년 동안 高度의 經濟成長을

서울시의 交通問題를 좀더 구체적으로 고찰해 보면 1960년 서울 인구는 244萬으로서 全國人口의 9.8% 比重을 점하고 있었는데 대하여 1966년 347萬, 1970년에는 553萬으로 증가하여 年平均



<그림-41> 서울시 교통량의 흐름



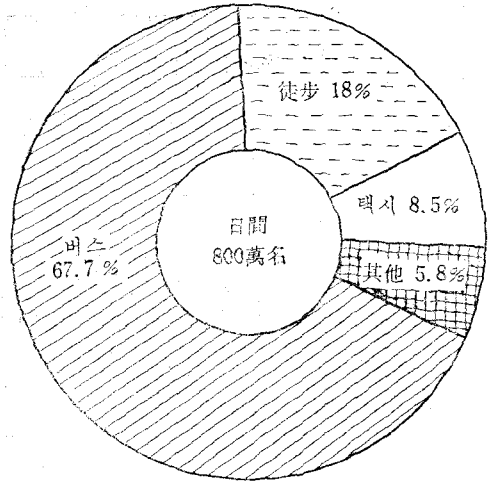
<그림-42> 서울시 道路網計劃

均 8.5%의 成長率을 나타냈으며 1972년에 와서는 607萬으로 늘어났고 1974년에는 700萬을 돌파할 것으로 예상되어 20%라는 놀라운 증가 추세를 보이고 있다.

이와 같은 계속적인 인구 팽창 결과로 서울의 都市機能에 여러 가지 제약을 가하는 요소가 많게 되었으며 따라서 서울시 當局은 1981年代까지 서울 都心人口를 750萬名으로 묶어 놓은 반면에 半徑 45 km까지의 周邊地域에 住居地域을 개발하여, 1千萬人口를 收容할 계획으로 있다. 人口와 輸送量의 增加趨勢는 <그림-40>에 표시한 바와 같다.

서울의 道路는 도심지로부터 변두리쪽으로 열네개의 放射線型 幹線網이 集中되어 있으며 이 放射線型 幹線道路에는 수많은 支線道路가 연결되어 교외로 뻗고 있다.

이제까지 서울 都心部의 道路改良은 80%가 서울시 都市計劃에 의존하고 있었으나 지금에 와서는 道路新設이나 路幅擴張은 한계점에 달하게 되어 더 이상의 開發은 불가능한 상태에 놓여 있다. 서울시 核心部를 중심으로 交通量의 흐름(flow)을 보면 <그림-41>에 나타난 바와 같이 크게 東西間의 흐름과 南北間의 흐름으로 구분할 수 있는데 東西間의 交通量이 南北部의 交通量보다 약 2.5배가 많은데 반하여 道路의 交通容量은 南北으로 뻗친 道路가 東西로 뻗친 道路쪽보다 월등히 좋은 條件에 놓여 있다. 서울시의 道

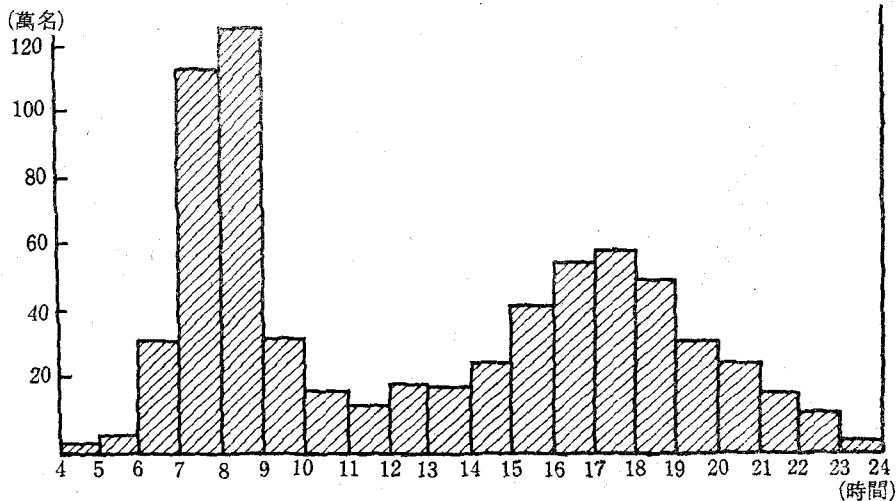


<그림-43> 서울시 交通의 수단별 分擔率

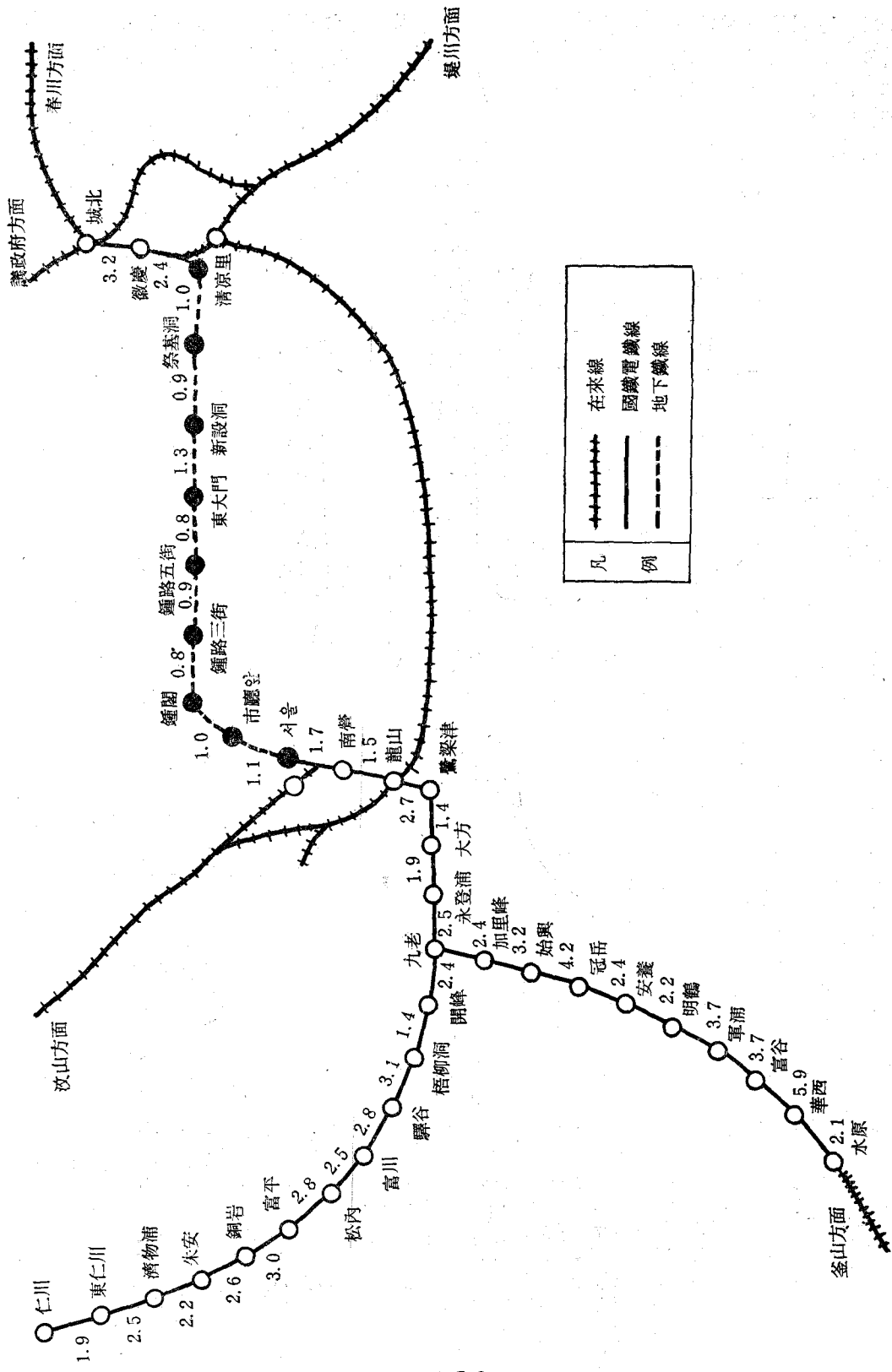
路網整備計劃은 <그림-42>를 참고해 주기 바란다.

1973년 현재 서울시에 등록된 自動車總數는 79,971臺에 달하며 이 중에서 乘用車는 45,653臺로서 전체의 절반 이상을 차지하고 大衆交通手段인 버스는 불과 6,204臺에 불과한 형편이다.

버스는 <그림-43>에 나타난 바와 같이 서울시내 全體交通人口의 약 68%를 수송함으로써 막중한 역할을 하고 있지만 路面混雜으로 더 이상의 增車가 어려울 뿐만 아니라 업자들이 자발적인 增車를 기피하고 있어 러시 아우어에는 상당수의 車輛이 모자라는 형편이며 서비스면에서도 車輛의 老朽와 滿員乘車 등으로 시민들이 안락한



<그림-44> 서울시 交通需要의 時間帶分佈



凡	在來線
例	國鐵電鐵線
	地下鐵線

〈그림 45〉 首都圈 電鐵線一覽

여행을 하기에는 너무나 거리가 먼 실정이다.

버스 이외에 通勤列車도 都市交通에 상당한 역할을 하고 있으며 비정상적이기는 하지만 택시도 通勤交通의 일익을 담당하고 있다. 도시의 평면적인 확대와 더불어 앞으로 郊外鐵道의 역할은 더욱 커질 것이며 특히 郊外線의 電鐵化는 이러한 경향을 촉진하게 될 것이다.

앞에서도 잠깐言及했지만 서울의 都市交通問題는 본질적으로 좁은 地域內에 인구나 各種機能이 집중하고 있는데 기인하는 것이며 職場과 家庭間의 거리가 멀수록 交通需要는 質的·量的으로 增大해지고 처리 하기가 곤란하게 되는 것이다.

交通需要의 時間的 偏重 즉 러시아우어는 大都市 交通問題解決의 가장 중요한 문제점이 되고 있다.

<그림-44>에 표시한 바와 같이 1日交通量은 約 800萬名에 이르고 있지만 이것을 시간별로 보면 아침 7~9시 사이가 27%, 저녁 5~7시 사이가 18%로서 약 45%에 해당하는 360萬名의 交通需要가 4시간 동안에 발생하며 아침 러시아우어 때의 交通需要中 가장 큰 比重을 차지하는 집단은 학생들로서 러시아우어 交通需要의 약 1/3의 比重을 점하고 그 다음이 會社員, 公務員集團 등이 뒤따르고 있으며 社交活動이나 오락을 목적으로

로 한 여행은 극히 制限되어 있는 것이 특징이다.

위와 같은 서울시 交通의 混雜度를 해소하기 위하여 정부는 1971년부터 首都圈高速電鐵建設을 착수하여 74년 8월 15일부터는 清凉里~서울驛間 地下鐵 1號線 9 km 와 既存國鐵線인 京仁線(서울~仁川間) 38.9 km, 京釜線(서울~水原間) 41.5 km 그리고 京元線(清凉里~城北間) 5.6 km 를 동시 개통함으로써 서울 都心地와 居住地域인 周邊都市間의 直通輸送이 가능하게 되었다. 독자들의 편의를 위해서 이번 8월 15일에 개통된 首都圈電鐵線區와 驛名 그리고 驛間 거리를 <그림-45>에 표시하여 둔다.

地下鐵은 都市交通手段中에서 그 輸送能力이 우수할 뿐만 아니라 需要增加에 따라 客車의 增結만으로도 供給에 彈力性을 부여할 수 있다는 점과 地面을 점유하지 않는 장점 때문에 土地利用度가 높은 大都市 交通手段으로서 가장 그 適合性이 認定되고 있는 것이다. 서울시 地下鐵建設의 長期基本計劃을 살펴보면 1971년부터 1985년까지 15년 동안에 이미 建設이 끝난 鍾路線(1號線) 9 km 를 포함하여 總延長 133 km 를 建設할 豫定으로 있는데 <그림-46>에서 보는 바와 같이 2號線은 永東~金浦間, 3號線은 水陰里~佛光洞間, 4號線은 九老洞~千戶洞間, 5號線은 麻浦~南廣州區間에 그 立地가 검토되고 있으



韓國 洋 灰 株 式 會 社
東 洋 セ 멘 트 工 業 株 式 會 社
大 韓 洋 灰 工 業 株 式 會 社
雙 龍 洋 灰 工 業 株 式 會 社
韓 一 시 멘 트 工 業 株 式 會 社

며 2~5號線은 1號線 建設이 끝난 후 착공하되 建設優先順位는 각 路線別 輸送需要를 감안하여 결정하게 될 것이다.

各線上의 車輛은 6~8輛으로 편성하여 3~4분 간격으로 운행하게 되며 近郊部에 있어서는 6~12분 간격에 表定速度 36 km/h로 설정하게 된다.

1974년 8월 15일 개통되는 首都圈 電鐵區間의 列車運行은 基本編成이 6輛으로서 淸涼里~九老間은 平常時 7分 30秒, 러시 아우어엔 5分 간격으로 운행되고 九老~仁川間은 러시 아우어에 15分, 平常時는 20分으로, 九老~水原間은 40分 간격으로 운행될 예정이다. 이와 같은 列車編成은 鍾路線이 國鐵線과 直通輸送을 한다는 前提下에 日平均 輸送需要 80萬名을 소화할 수 있도록 계획한 것이다.

이 線區는 1981년에 가서 列車의 基本編成을 10輛으로 늘리고 러시 아우어엔 2分 30秒, 平常時엔 5分 간격으로 운행함으로써 일간 200萬名을 수송하게 될 것이다.

首都圈 電鐵運用的 효과를 보면 대략 아래와 같은 점을 들 수 있을 것이다.

(1) 서울 周邊地域의 개발을 촉진하여 都心地인구를 대폭 郊外部로 분산시키는데 기여하고

(2) 都市交通의 여러 가지 문제중에서 가장 중

요한 交通事故를 크게 줄일 수 있으며

(3) 首都 서울은 李朝 500년 동안 좁은 地域에 集約的으로 개발되었으므로 都市計劃을 통한 再開發이 사실상 한계점에 이르렀다는 점에서 交通滯症(congestion) 현상이 두드러지게 나타나고 있는데 이런 地下鐵의 運用開始에 따라 大量輸送이 可能하게 되어 서울시 交通滯症을 크게 완화하게 될 것이며

(4) 國鐵線과 연결되어 一貫輸送을 하게 될 地下鐵은 運行中 障礙物이 없기 때문에 輸送時間을 대폭 단축시킬 수 있는 것이다. 一例를 들면 서울역 앞에서 버스를 타고 淸涼里까지 가려면 보통 40분내지 1時間 걸리던 것이 地下鐵을 이용하게 되면 불과 18분밖에 걸리지 않게 된다.

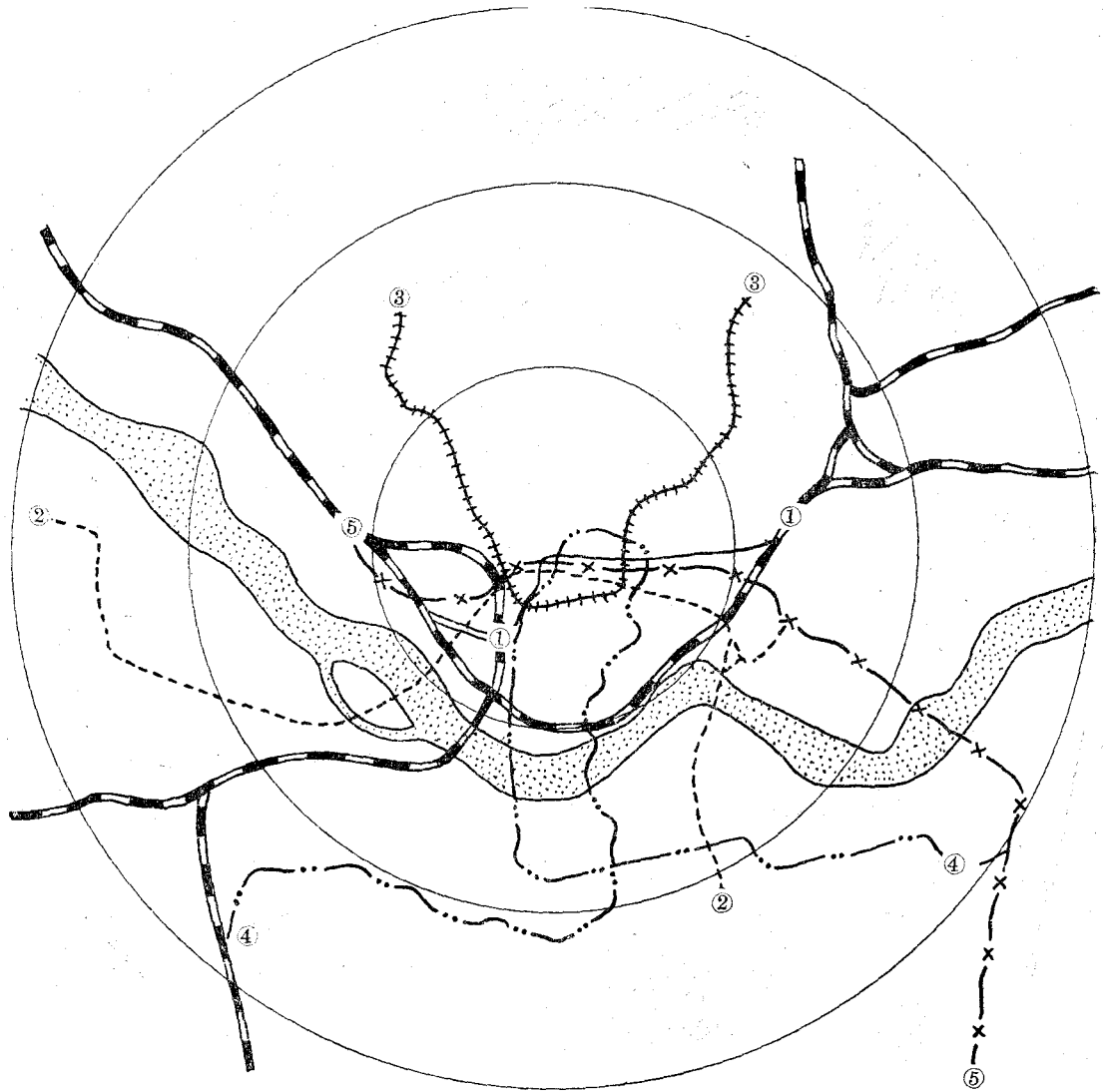
(5) 地下鐵이 5號線까지 建設運用되고 國鐵의 郊外部인 城北~議政府間, 서울~汶山間, 城北~淸平間, 淸涼里~龍山間과 郊外線이 電鐵化되면 서울시의 大衆交通手段은 버스로부터 완전히 都市高速電鐵로 轉換되어 大都市機能을 한층 높여 줄 것이 豫見된다.

그러면 다음에 首都圈電鐵의 電氣, 車輛問題를 간단히 설명함으로써 本章을 끝맺고자 한다.

首都圈의 電氣方式은 國鐵에 있어서는 交流, 單相, 600 c/s 25,000 V 方式을 채용하고 있으며 給電方式은 AT 架線方式은 simple catenary

發 展

現代 시 멘 트 株 式 會 社
亞細亞 시 멘 트 工 業 株 式 會 社
星 信 化 學 株 式 會 社
高麗 시 멘 트 製 造 株 式 會 社
유니온 白洋灰 工 業 株 式 會 社



<그림-46> 서울시 地下鐵網 計劃圖

(架空單線式)로 하였으나 다만 京仁線中 서울~九老間은 運轉用 電流容量을, 京釜線中 九老~水原間은 장래의 130 km/h 高速運轉에 대비하여 高張力重架線方式 (heavy simple catenary) 을 도입하였다.

給電線과 電車線間의 電壓은 50,000 V, 給電線과 rail, 電車線과 rail 間은 각각 25,000 V 가 되며 이들 電壓의 變動幅은 +10%, -20%를 허

용함으로써 電車線과 給電間에는 최대 55,000V 에서 최저 40,000 V 의 電壓이 加하여지게 되어 있다.

서울 地下鐵의 電氣方式은 外國에서 보편적으로 채용하고 있는 直流 1,500 V, 剛體架線方式을 도입하였는데 地下鐵에서 剛體架線方式을 채택한 이유는 電車線이 끊어질 염려가 없어 列車運行이 안전하기 때문이다. 일반적으로 架線式

電車線인 경우에는 直流專用 電動車的 車體 위에 지붕 絶緣을 실시하여 列車運行의 안전을 도모하는 것이 원칙이다.

지붕 絶緣은 車輛의 지붕을 難燃性絶緣物로 덮고 또 지붕 위의 노출된 金屬體는 車體와 絶緣하거나 難燃性絶緣物로 덮음으로써 만약의 경우 電車線이 끊어져 電車지붕에 떨어지더라도 列車防護가 가능하도록 考案된 것이다.

그러나 交流區間에 있어서는 架線電壓이 높기 때문에 지붕 絶緣을 실시하여도 소용이 없고 變電所의 保護裝置가 速應的으로 作動하여 事故電流을 끊을 수 있도록 安全裝置를 설치하는 것이 원칙이다.

따라서 이번에 運用되는 首都圈電鐵車輛은 國鐵의 交流區間과 地下鐵의 直流區間에 겸용되는 電車を 도입하였다. 이 電車는 地下鐵에서는 D.C 15,000 V 를 電車線으로부터 直接變電하여 움직이고 國鐵區間에서는 A.C 25,000 V 를 電車線으로부터 받아 가지고 電動車에 장치된 變壓器에서 다시 D.C 15,000 V 로 바꾸어 主電動機에 공급함으로써 車輛을 움직이게 되어 있다.

電氣는 九老變電所에서 給電容量 30,000 KV 變壓器 2臺를 가지고 首都圈國鐵區間 全域에 供給하게 되며 8개의 補助區分所(SSP)와 2개의 末端區分所(ATP)를 두어 給電系統을 이루고 있고 A.C-D.C의 接續地點인 서울역과 淸涼里에는 각각 50 m의 dead section을 두어 直交流區間의 電車線을 접속하고 있다.

國鐵電車線의 높이는 5.2 m를 표준으로 최고 5.4 m, 최저 5.1 m로 하였고, 勾配는 3/1000 이하로 하여 電氣의 集電을 양호하게 하였으며 pantograph의 編摩耗를 방지하기 위하여 電車線에는 최대 200 mm의 左右編位를 두었다.

그러나 首都圈電鐵에 있어서 문제가 되는 것은 貨物列車의 直通運行이 困難하다는 점이다. 원래 首都圈電鐵 목적이 都市交通難을 해소시키기 위한 것이기 때문에 電車線의 架線範圍도 旅客列車運行을 중심으로 計劃하여 各驛의 上下本線과 副本線으로 한정하였다. 따라서 產業線을 통하여 輸送된 貨物列車은 首都圈各驛의 側線架線이 되지 않아서 電氣機關車로 一貫輸送할 수 없고

忘憂里에서 디젤 機關車로 바꾸어야 하는 불편이 따르게 되어 貨物輸送力이 어느 정도 제약될런지 못하게 되는 것은 불가피한 일이다.

第8章 產業物資 輸送問題

1974년 8월 현재 우리 鐵道의 營業料는 總 6,133 km로서 產業·文化·政治·軍事的 動脈으로서 國民經濟發展에 커다란 영향을 끼치고 있으며 한편으로는 輸送 서비스의 供給者로서 또 다른 한편에서는 各種財貨와 勞動力을 소비하는 需要者로서 國民經濟와는 항상 밀접한 관계를 맺고 있다.

前章에서 이미 論及한 바와 같이 우리 나라의 輸送構造는 旅客에 있어서는 자동차가, 貨物에 있어서는 鐵道가 분담하는 比重이 높은 수준을 접하고 있다.

1973년 우리나라 國內貨物의 總輸送噸數는 1億 2,000萬噸이고 그 중에서 鐵道가 輸送한 量이 3,800萬噸으로서 約 32%의 輸送分擔을 하였으며 이것을 다시 噸 km로 살펴보면 總國內貨物 159億 4,000萬噸 km 중에서 85億 9,000萬噸 km를 鐵道가 輸送하여 約 54%의 分擔比重을 나타내고 있어 아직도 우리나라의 主要 中長距離需要貨物은 鐵道輸送에 의존하는 면이 크다고 평가하지 않을 수 없다.

<表-15> 鐵道貨物의 構造 (單位:1,000噸)

品目別	年度		65		70		73	
	區分	噸數	比重	噸數	比重	噸數	比重	
無煙炭		9,152	40.9	12,068	38.2	13,634	36.1	
시멘트		1,517	6.8	4,858	15.4	7,545	20.0	
油類		746	3.3	2,419	7.7	2,744	7.3	
糧穀		1,162	5.2	1,299	4.1	1,599	4.2	
肥料		1,656	7.4	1,052	3.3	1,533	4.1	
鑛石		1,049	4.7	1,777	5.6	1,841	4.9	
鐵道用品		882	3.9	962	3.0	1,017	2.7	
軍貨物		2,053	9.2	2,116	6.7	1,664	4.4	
政策物資計		18,217	81.4	26,551	84.2	31,577	83.6	
一般物資		4,160	18.6	5,000	15.8	6,135	16.4	
合計		22,377	100	31,551	100	37,702	100	

우리나라 鐵道需要貨物の 構造를 보면 <表-15>에 나타난 바와 같이 주로 無煙炭, 시멘트, 肥料, 糧穀, 油類, 鑛石, 軍貨 등을 輸送하고 있으며 이들 政策物資의 輸送比重이 總鐵道輸送貨物の 약 85%를 점하고 있다. 鐵道가 이와 같이 運賃이 低廉하여 原價面에서 적자를 면치 못하는 政策物資爲主의 輸送을 하기 때문에 國鐵財政赤字要因은 해마다 加重되고 있으며 이에 따라 鐵道の 開發과 輸送 시스템의 改編作業에 커다란 제약을 가하고 있다.

鐵道輸送의 3要素는 線路(通路), 機關車(動力), 客貨車(容器)라 할 수 있는데 1960年代 이후 動力車 디젤化와 貨車大型化에 집약적인 노력을 하여 온 반면에 客車나 線路는 그때그때 當面한 보틀넥을 해소시키는 정도에 그쳐서 前記 3者의 均衡發展을 기할 수 없는 立場에 있었다. 그 이유는 第1,2次經濟開發5個年計劃期間 동안 基礎産業部門에 集中投入한 投資效果가 일정한 懷妊期間을 거쳐 거대한 物動으로 再現되었고 이에 따라 鐵道는 貨物輸送에 보다 큰 比重을 두지 않을 수 없었기 때문이다.

그 결과 國鐵의 機關車는 牽引力이 큰 大型機關車로 대체되었고 貨車는 貨物の 出荷單位에 적합하게 개발된 것이 아니라 政策物資輸送에 알맞도록 50톤級 大型貨車로 만들어졌으며 30톤級 小型貨車는 해마다 一定水準을 廢車하고 있기 때문에 貨物の 平均積載噸數는 차츰 커가는 傾向에 있다. 그리고 貨物の 平均輸送單位가 5~10톤級에 불과한 一般貨物은 機動性이 强하고 신속한 輸送이 가능하며 그 위에 運賃이 出荷單位에 알맞게 책정된 大型自動車로 계속 전환되고 있는 實情에 있다.

國鐵에서도 이와 같은 急送貨物の 市場性을 확보하기 위하여 小貨物專用列車와 急行貨物列車를 設定運行中에 있으나 여러 가지 면에서 자동차와 경쟁 조건이 불리하므로 큰 효과를 기대하지 못하고 있는 것이다.

그러나 高速貨物列車의 開發問題는 國鐵에서 오랫동안 宿願課題로 검토되어 왔으며 外國의 예와 같이 5~10톤級 國鐵 컨테이너의 導入과 함께 地域間 高速貨物列車를 가까운 장래에 開發해야

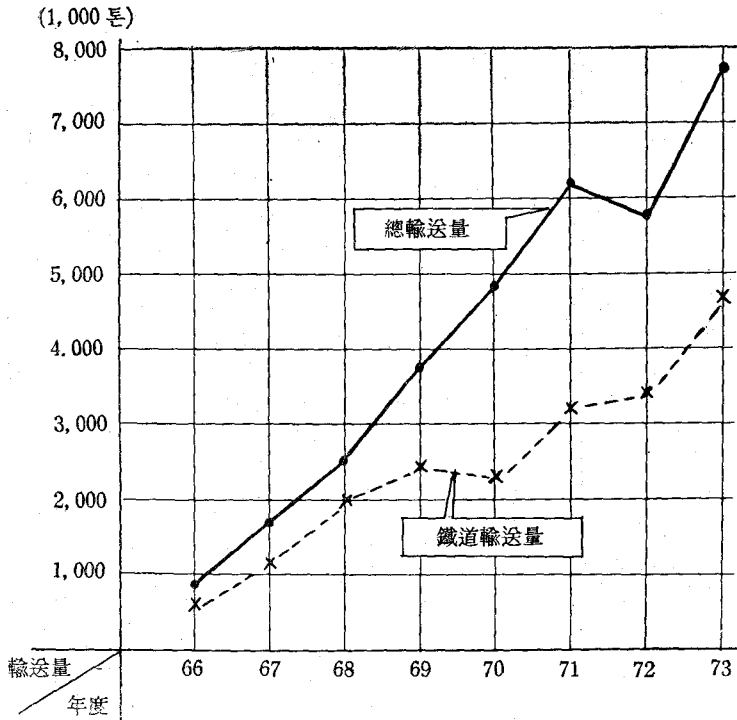
될 것이라고 筆者는 확신하고 있다.

鐵道貨物輸送에 있어서 가장 중요하고도 當面한 問題는 政策物資의 圓滑한 輸送을 기하는 것인데 특히 無煙炭과 시멘트는 그 産業立地가 대부분 太白·嶺東地方에 偏在하고 있어 반드시 嶺東·太白·中央線을 거쳐 輸送되어야 하기 때문에 輸送力이 한정된 輸送 루트에서 언제나 輸送 競合을 일으키게 마련이다.

無煙炭은 年間總生産量 1,600萬噸중 이 지구에서 生産되는 無煙炭이 1,100萬噸으로서 약 70%의 生産比重을 차지하고 있으며 시멘트는 公稱生産能力 1,048萬噸중 이 지구에서 930萬噸이 生産되어 약 88%의 生産比重을 점하고 있다. 이와 같이 主要産業物資의 生産地가 太白·嶺東地區에 편재한데다가 이들 物資의 소비도 주로 서울 地區에 치우치고 있어 嶺東·太白·中央線의 限界輸送能力으로서 이 지구에서 生産되는 産業物資의 輸送을 크게 제약하는 요소가 되고 있다. 예를 들면 無煙炭의 경우 총 生産량의 약 55%線이 서울 地區로 搬入되고 있으며 또 內需用 시멘트중 약 65%線이 서울 지구에서 소비되고 있어 同一經路로 수송되는 無煙炭과 시멘트 사이에 激甚한 輸送競合을 일으켜 특히 시멘트의 鐵道輸送은 언제나 피해를 입고 있는 實情에 있다.

1974년 4월 韓國洋灰工業協會에서 發행한 「韓國의 시멘트 産業」에 의하면 工場과 消費地間의 第1次輸送에 있어서도 <그림-47>에서 보는 바와 같이 鐵道輸送能力 부족으로 해를 거듭할수록 자동차 輸送量이 증가하고 있어 輸送費가 시멘트 消費者價格에 미치는 압력이 가중되고 있는 高층을 기술하고 있다.

無煙炭, 시멘트 등 産業物資의 輸送能力을 강화하기 위하여 國鐵에서는 1968년부터 産業線 電鐵化를 착수해서 1973년 6월 中央線中 淸涼里~堤川間 155.2 km를 開通시켰고 1974년 6월에는 太白線中 堤川~古汗間 80.1 km가 완성되어 현재 運用中에 있다. 또 1972年末까지 太白線中 古汗~栢山間 23.6 km와 嶺東線中 鐵岩~栢山間 4.3 km를 개통시킬 예정으로 공사가 進行중에 있으며 1975年末로 嶺東線의 北坪까지의 殘餘區間 57.5 km가 完공되면 産業線電鐵이 모두 끝나



〈그림-47〉 시멘트의 輸送實態

게 된다.

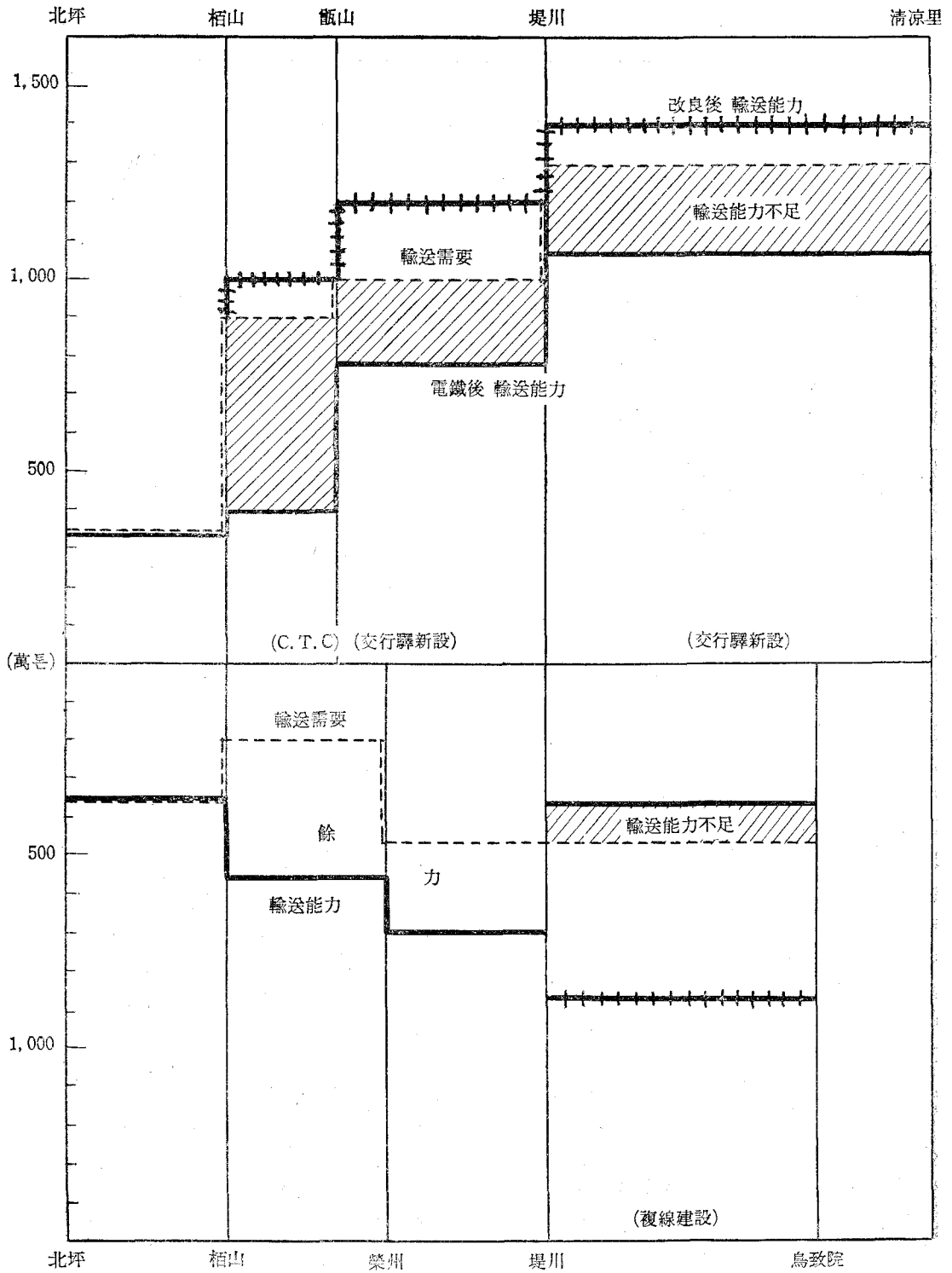
産業線 電鐵效果를 中央線의 예로 보면 堤川~清涼里間 輸送時間이 4시간 30분에서 4시간으로 줄어 30분이 단축되었고 線路容量은 34회에서 45회로 증가되어 貨物輸送力은 830萬톤에서 1,040萬톤으로 늘어나게 되었다.

産業線電鐵이 착수된지 7년이 지나는 동안 정부의 産業物資需給政策이 여러번 수정되었고 또 국내의 景氣變動과 세계 經濟의 與件變動에 따라 産業物資의 生産과 需給規模가 電鐵計劃樹立當初에 예측했던 것과는 상당히 달라졌다. 그러나 최근 筆者가 추정한 産業線 物動量과 電鐵이 완전 개통되는 1976년의 産業線 輸送能力을 비교하여 좀더 구체적인 설명을 하고자 한다.

〈그림-48〉에 제시한 바와 같이 종래 嶺東線에서 발생한 輸送需要는 墨湖港 海送量을 제외하고는 모두 榮州를 경유하여 輸送되어 왔다. 그러나 太白線中 古汗~黃池가 뚫려져서 서울 地區를 비롯한 堤川上行으로 수송되는 貨物은 수송 거리

가 50 km나 짧아진 太白線 輸送需要로 전환되어 〈그림-48〉에서 보는 바와 같이 栢山~堤川~清涼里間은 '76年度에 있어서도 輸送力不足現象이 일어날 것으로 예견된다. 이에 대한 對策으로 鐵道廳에서는 74년 4/4분기까지 中央線의 兩水~菊秀間에 있는 新院驛을 交行驛으로 승격시켜 線路容量을 45회에서 50회로 增強시키는 동시에 堤川操車場을 現 340輛에서 710輛으로 확장하고 아울러 忘憂驛 中繼能力을 日間 150輛 정도 擴張強化함으로써 '76년까지 대처할 계획으로 있다.

'74年末 鐵岩까지 電鐵이 運用되면 鐵岩·黃池地區 無煙炭은 太白線 經由 直通輸送이 가능하지만 栢山~堤川間線路容量不足으로 鐵岩·道溪地區 無煙炭 일부와 東海地區에서 출하되는 시멘트 일부가 적어도 2個年(1975~1976) 동안 현재의 輸送經路이며 輸送餘力이 있는 榮州·堤川經由 輸送이 되어 無煙炭과 시멘트 間에 다시 한번 단거리 輸送競合이 일어나게 될 것으로 생각된다.



<그림-48> 産業線輸送需要와 輸送能力比較('76기준)

鐵道廳에서 검토되고 있는 栢山~甌山間 CTC 化와 甌山~堤川間 交行驛 新設事業이 76年度에 실현된다 하더라도 그 輸送效果는 77년에야 나타나게 되며 단거리 輸送經路를 통한 列車運用은 無煙炭, 시멘트의 계절적 수요에 따라 탄력성 있게 조절될 것이 아닌가 생각 된다. 三谷, 嶋潭, 立石里, 雙龍 등 內陸地方의 시멘트 生産量은 線路容量不足으로 인한 輸送制約은 받지 않을 것으로 예상되고 있으나 嶋潭, 立石里所在 시멘트工場規模가 倍加될 경우 所在驛構內 容量擴張이工場擴張時期와 어느 程度 매치될 것이냐에 따라 鐵道輸送能力이 결정될 것으로 생각된다.

忠北線은 産業線과 主要幹線을 연결시켜 주는 役割을 하며 또 최근에 와서는 시멘트·鑛石 등 輸出貨物과 工業原料의 대부분이 이 線을 통하여 輸送되는 반면 堤川地區所在 各種工場에 石膏, 油類, 其他原料를 공급하는 면에서 그 중요성이 더욱 커지고 있다. 그뿐만 아니라 76년부터는 忠北線 需要가 能力을 초과하여 太白·嶺東地區 産業物資輸送을 制約하게 되며 中央線 堤川上行輸送能力도 限界點에 이르러 首都圈電鐵線區의 旅客列車가 大幅增加되는 77년부터는 水原 및 仁川 이남에 공급되는 産業物資는 忠北線經由 수송이 불가피하게 되는데 現在能力을 가지고는 이 막대한 物動量을 처리할 수 없기 때문에 鐵道廳은 中央線의 榮州下行 輸送能力을 강화하는 한편 忠北線의 複線計劃을 추진하고 있다.

<그림-48>에서 보는 바와 같이 忠北線의 현재 貨物輸送能力은 300萬톤인데 반하여 76년 輸送需要는 400萬톤으로 예견되어 약 100萬톤의 輸送能力 부족이 예견되고 있다.

忠北線 複線事業과 中央線 榮州 이남의 輸送能力增強事業은 연차적으로 네크 區間부터 착수될 것이지만 만약 이 사업이 예정대로 진행되지 못할 경우 太白·嶺東地區에서 생산되는 主要産業物資輸送에 일정 기간 동안 많은 制約을 받게 된다.

요컨대 우리 나라의 主要産業物資는 太白·嶺東地區에 편재되고 있는 반면 소비지로 연결되는 鐵道輸送能力이 일정되어 있기 때문에 앞으로 産業物資需要增加에 따르는 輸送力增強對策을 적

시에 강구하지 않으면 無煙炭, 시멘트 등 主要政策物資輸送에 커다란 차질을 초래할 것이 예견되므로 장기적인 안목에서 産業物資의 輸送問題를 미리 검토할 필요가 있다고 생각된다.

第9章 鐵道幹線網의 整備와 高速列車開發方向

筆者는 2個月餘間의 日本研修와 9年間의 鐵道經驗을 통하여 얻은 知識으로 日本의 鐵道營業과 鐵道技術開發問題를 서술하였고 또 우리나라 鐵道營業現況과 首都圈 및 産業線電鐵問題에 대하여 개괄적인 설명을 하였다.

筆者가 歸國後 運轉係長으로부터 設備係長으로 轉補되면서 産業線과 首都圈의 電鐵事業에 直接參與한 바 있으며 또 鐵道廳 長期計劃樹立 멤버로 참가한 體驗을 통하여 평소부터 計劃實務者로서 생각해 오던 바를 토대로 하여 장래 鐵道가 구상해야 할 幹線網의 整備方案과 高速列車開發方向을 筆者 나름대로 제시함으로써 本稿의 결론을 맺고자 한다.

주지하는 바와 같이 우리나라는 일찍부터 鐵道가 敷設되어 近 1世紀를 지나 오는 동안 혹은 大陸侵略의 도구로서 혹은 哀愁와 浪漫이 서린 地上의 鐵馬로서 그 슬한 榮辱의 역사를 지나왔지만 지금까지 陸上交通의 王者로서의 지위에는 변함이 없다. 그러나 외국의 鐵道와 비교하여 보면 아직도 技術이나 營業面에서 그 수준이 떨어지고 있는데 우리 鐵道는 國土面積 1,000 km² 當 營業 km 가 32.6 km로서 아시아 지역에서는 비교적 넓은 鐵道網을 가졌다고 할 수 있으나 아직도 世界水準에까지는 미달되고 있으며 또 인구 100萬名 當 營業 km 는 102 km로서 世界各國鐵道에 비교하여 보면 人口比例의 營業 km 는 가장 낮은 水準에 머무르고 있다.

前述한 바와 같이 우리나라의 旅客輸送은 점차 鐵道로부터 公路輸送手段으로 轉換되고 있는데 반하여 貨物輸送은 아직도 鐵道分擔比重이 상당히 높은 편에 있는데 이와 같은 경향은 日本의 경우와 정반대로 되어 있다.

日本鐵道營業의 주축은 어디까지나 旅客輸送이

며 貨物輸送은 컨테이너를 제외하고는 公路輸送이 大宗的地位를 차지하고 있는데 그 이유는 대체로 다음과 같은 점에서 찾을 수 있을 것이다.

① 貨車의 平均積載量이 15톤 내외의 소형으로서 최근 새로 개발되고 있는 大型 트럭 輸送에 비하여 별로 경제성이 없으며

② 産業立地의 대부분이 臨海地區에 分散되고 있어 大量輸送은 海運輸送이 가능하고

③ 主要企業大部分이 貨物自動車를 보유하고 있어 自家輸送이 가능한 점 등이다.

우리나라는 남북이 분단되어 最長輸送 km 가 불과 600 km 내외이며 최근 수년 동안에 개발된 高速道路의 영향을 받아 鐵道旅客의 상당수가 公路로 轉稼되어 鐵道營業을 주도하는 것은 오히려 旅客輸送이 아니라 貨物輸送이라는 점이 日本의 경우와 다르다 하겠다.

이와 같이 우리 鐵道가 收益이 높은 旅客輸送에 있어서 해마다 自動車에 뒤떨어지고 있는 이유는,

① 南韓 全域의 수송 거리가 짧아 鐵道輸送의 長距離性이 크게 작용하지 못하고 있으며

② 速度面에서 볼 때 高速 버스와 비슷하여 競爭條件이 크게 유리하지 못하고

③ 高速 버스는 최근에 도입·개발되었기 때문에 最新裝備를 갖추었고 따라서 速度나 性能面에서 鐵道輸送裝備보다 훨씬 優秀할 뿐만 아니라

④ 高速 버스, 一般中·短距離 버스의 運行頻도가 매우 높아 旅客의 旅行待機時間이 거의 없으며

⑤ 旅客 서비스에 있어서도 質的·量的으로 公路交通手段이 월등히 높다는 점을 들 수 있다.

그러나 장기적인 안목으로 展望할 때 80年代에 이르러서는 高速道路가 自家用車, 觀光 버스, 大型 트럭 등으로 덮이고 따라서 輸送能力이 限界點에 到達하게 되어 高速 버스는 速度運用에 많은 제약이 가해질 것이며 이때 高速鐵道運用의 필요성이 대두될 것으로 筆者는 확신하고 있다.

이에 대하여 筆者가 計劃者로서 평소부터 생각하고 있었던 점을 요약해 보면

첫째 都市鐵道網의 整備問題에 대하여

① 首都圈電鐵網을 확대하여 京釜線은 大田까지 複複線을 敷設, 電鐵化하고 首都交通圈의 範圍

를 京釜線에 있어서는 적어도 天安까지, 中央線은 楊平까지, 京春線은 淸平까지, 京義線은 汶山까지 擴大시키는 동시에 京元線의 議政府와 郊外線을 연결하는 서울 北部循環鐵道網을 구성할 필요가 있다. 그리고 京仁線에 貨物專用線을 건설하고 서울 南部旅客輸送網은 富川~安養~果川~往十里를 거치는 南部循環鐵道를 형성하여 서울 南北部, 郊外部 通勤人員을 처리해야 할 것이며 이렇게 될 경우 地下鐵 2,4,5號線과 연결되어 都心地 交通機能을 한층 강화시키게 된다.

② 都市鐵道網 整備에 있어서 또 하나 구상해야 할 점은 大邱·釜山交通圈의 形成問題다. 이地區는 蔚山工業團地를 비롯하여 浦項製鐵, 德下石油化學團地, 龜尾工業團地가 이미 形成되어 工場이 움직이고 있고 大邱·釜山 兩大都市를 核으로 하여 학생, 회사원, 공무원 등 通勤需要가 大幅 늘어날 것이 예상되므로 大邱線, 東海南部線을 複線電化하고 京釜線全區間을 電鐵로 연결함으로써 大邱·釜山圈 通勤需要에 대처해야 한다. 以上 서울 交通圈과 大邱·釜山交通圈의 鐵道網整備方案을 圖示하면 <그림-49>와 같다.

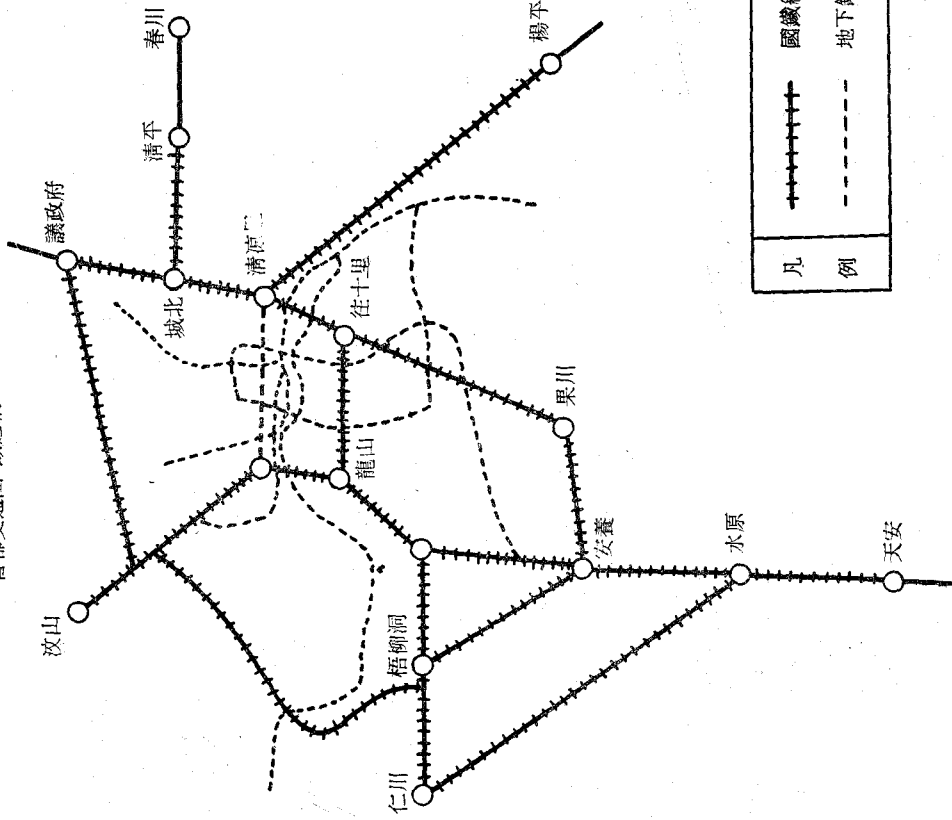
둘째 産業線 輸送能力補強과 幹線鐵道에의 連結輸送問題에 대하여

① 현재 産業線 電鐵은 産業物資의 주된 輸送路를 중심으로 이루어진 것으로 예를 들면 中央線만하더라도 堤川以南은 電鐵이 되지 않고 在來線으로서 계속 運用하게 되는 것이다. 이 결과 어떤 電鐵線區에 있어서는 電氣機關車와 디젤機關車を 공동으로 運用하게 되어 動力車 運用效率를 低下시키고 있다.

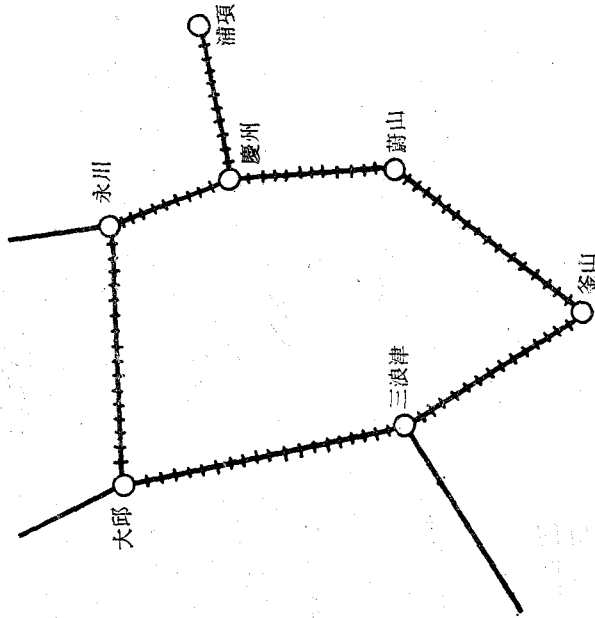
따라서 中央線 堤川~慶州間, 嶺東線 鐵岩~榮州와 北坪~江陵間 그리고 旌善線과 咸白線을 電鐵化해서 産業物資輸送力을 擴充強化하고 幹線인 京釜線과 忠北線을 電鐵로 연결함으로써 鐵道 幹線網을 정비해야 한다.

② 京釜線은 大田~釜山間을 A. B. S化하여 輸送力을 強化하게 되면 '70年代末까지의 輸送需要는 대처할 수 있겠으나 80年代初에 이르러서는 線路容量不足으로 幹線需要를 充分히 감당할 수 없으므로 앞서 말한 바와 같이 서울~大田間을 複複線化함과 동시에 全區間을 電鐵로 개량

首都交通圈 鐵道網



大邱・釜山交通圈 鐵道網



凡	國鐵線
例	地下鐵線

<그림-49> 都市交通網의 整備方案

해야 한다.

③ 日本의 新幹線과 같이 한때 서울~釜山間에 새로운 電氣鐵道를 建設하고 이 區間에 超高速列車을 운행하자는 논의도 있었으나 막대한 建設費가 所要되어 結局 京釜線 電鐵化로 낙착되었음은 주지의 사실이거니와 이 문제는 電鐵화된 京釜線이 다시 한계점에 달하여 貨物列車과 區間旅客列車 運用線區로 변경될 것을 예상하고 또 장래 남북이 통일될 경우를 생각해서 80년대 後半까지 꼭 실현되었으면 하는 것이 筆者의 소망이다.

세계 高速列車 개발에 대해서

① 都市交通圈의 旅客은 대부분이 通勤旅客이므로 通勤型列車을 개발해야 한다. 현재 首都圈과 地下鐵에 도입 운용되고 있는 電動車는 AC—DC 兼用이며 驛間 거리가 짧고 일시에 大量人員을 처리할 수 있는 都市型으로 고안된 것이다.

日本에서 도입된 이 電動車는 日本國鐵에서 특히 通勤型列車로 개발한 것인데 加減速性能이 우수하여 高速運轉이 가능하고 4—DOOR 型으로 되어 불과 20~30秒 내에 많은 人員이 타고 내릴 수 있는 우수한 차량이다.

都市通勤型電動車는 앞으로 우리 실정에 알맞고 運轉速度를 높이는 면으로 계속 연구 개발할 필요가 있으며 뿐만 아니라 같은 都市通勤型列車라 하더라도 運用線區에 따라 都心型和 郊外型을 분리 개발해 보는 것도 바람직한 일이 아닌가 생각된다.

② 産業線에 투입되고 있는 旅客列車도 貨物列車과 똑같은 電氣機關車로 끌고 있는데 筆者는 장래 主要幹線의 電鐵網이 확대될 경우 長距離 旅客列車運用에 적합한 새로운 型的 動力車를 개발함으로써 旅客列車運轉速度를 향상시키고 動力

車의 낭비를 방지할 필요가 있다고 생각한다.

예를 들면 山岳이나 大雪地區에 알맞는 旅客列車라든가 京釜幹線에 적합한 長距離用 電動車를 특별히 고안해서 旅客列車의 高速化를 기할 필요가 있는 것이다.

③ 幹線網 整備 이전에 在來線列車의 高速列車 轉換이 당면한 과제라 보겠는데 이것은 主要幹線의 曲線, 勾配, 構造物, 車輛 등을 改良함으로써 旅客列車의 速度를 평균 120 km 정도로 유지해야 하며 支線의 旅客列車는 성능이 우수한 動車 列車로 대체하여 運轉速度를 높이면서 列車頻度를 향상시킬 필요가 있다.

④ 列車 다이어는 幹線을 중심으로 규격화하면서 支線列車와는 待期時間 없이 접속이 가능하도록 net-dia를 편성하고 주요 觀光地 및 中小都市에 운행되는 버스 會社側과 협동하여 單一乘車券으로서 접속 여행이 가능하도록 해야 하며 또 가능한 한 國鐵에서 直營 버스와 連絡船을 운용하는 것이 바람직한 일이다.

⑤ 國鐵貨物取扱驛을 약 150個 정도로 정비해서 輸送力을 집약하고 地域間 急行貨物列車를 증설해서 貨物輸送에 있어서도 運行時間을 단축하여 市場性을 확보할 필요가 있다. 그리고 國鐵에서도 컨테이너를 개발하여 컨테이너 전용의 高速貨物列車를 대폭 增設함으로써 地域間 物資流通의 원활을 기하여야 한다.

요컨대 우리나라의 鐵道는 그 技術面에서 매우 후진성을 면치 못하고 있기 때문에 가까운 日本이나 先進諸國에서 계속 研究開發하고 있는 새로운 鐵道技術을 꾸준히 도입하는 한편 列車의 高速化와 새로운 輸送資源의 개발에 계속 노력해야 할 것이다.