

# 서울特別市地下鐵의 概要紹介

## 技術報告

裴 元 根\*

### — 차 레 —

- 1. 地下鐵의 建設目的
- 2. 構造物의 概要
- 3. 軌 道
- 4. 送電 및 變電設備概要
- 5. 電力指令所
- 6. 電車線路
- 7. 信號保安設備
- 8. 通信設備
- 9. 車 輛

### 1. 地下鐵의 建設目的

地下鐵建設의 目的은 大衆交通 手段의 革新, 市民交通難의 解消, 都心過密人口의 疏散, 交通公害의 大幅削減 等に 目的을 두어 이를 具現하기 爲하여 1971부터 1985까지 15년간에 걸쳐 서울 都心密集地帶를 貫通하여 周邊地域에 이르는 5個의 地下鐵路線 總延長 約 133km를 最速의 으로 建設하고 其中 東西方向으로 貫通하는 地下鐵鍾路線(第1號線)은 74年 8月中旬까지 完成하고 既存鐵道 京仁線(38.9km), 京釜線(서울~水原 41.5km) 京元線(清涼里~城北 5.6km)을 各各 1974년까지 地下鐵路線과 連結하며 各路線의 交通動線上에는 副都心과 衛星都市 造成을 積極誘導하여 獨立機能을 갖는 自給都市로서 發展하게 하는데 意義가 자못 크다 하겠다. 特히 今回 施工중에 있는 地下鐵第1號線은 5個路線中 가장 時急한 서울역앞~市廳앞~鍾路를 終山 清涼里까지의 都心地下路線이다. 이 路線은 서울역앞과 清涼里 兩終端에서 鐵道電車化路線과 連結하여 直通運轉하므로써 仁川, 水原, 城北等地 首都圈 半徑 45km 以內의 交通時間을 1時間內로 短縮하고 都心東西交通과 漢水南北交通이 主軸이 될것으로 展望하고 있다. 이는 1971年 4月 12日 着工하여 1974年 8月 中旬에 開通하게 되며 延長 9.54km의 複線이며 9個所의 停車場과 1個所 地下檢車庫를 確保하는 建設規模로서 各部分別로 設備 概要를 簡單하게 紹介하고자 한다.

### 2. 構造物의 概要

本地下鐵은 都心中央部를 貫通함에 따라 全區間 開削

式(open cut) 工法에 依據 地下 Tunnel을 構築토록 하였다. 地下 Tunnel 構造物은 開削式工法에 適合한 箱子型鐵筋 콘크리트라멘 構造를 採擇하므로써 容易한 施工으로 工期를 短縮하고 有利한 空間活用으로 經濟性을 增大토록하였다.

또한 全區間에 걸쳐 9個의 停車場은 모두 10輛編成의 1個列車가 停車可能토록 길이 210m 規模로 하였고 Platform은 電車마다와 一致된 높이를 갖어 乘客의 便宜를 圖謀하였으며 大部分의 停車場은 地下 二層構造로서 地下一層에는 出札, 改札, 集札等 設備設備과 換氣室을 配置하였고 地下二層에는 乘降場, 放送室, 信號室로 構成되어 있다.

그리고 地上과 連結되는 停車場 出入口는 道路의 機能을 勘案하여 既存步道에 出入口를 設置하고 一部 大規模발판과 連絡通路를 設置하여 地下開發을 同時에 促進토록 하는 方案까지도 模索하였다. 路線의 概要를 보면 本鍾路線은 既存都市計劃道路의 利用, 國鐵과의 連結運行, 支障物의 迴避 等 諸事項을 勘案하였으며 曲線은 光化門 네거리의 接近通過地點의 R=140部分을 除外하고는 R=400 以上으로 하고 緩和曲線은 R=800 未滿까지 挿入하여 曲線間의 直線距離는 20m를 維持하도록 하였다. 最急勾配는 34/1000가 2處所, 30/1000以下가 25個所이고 線路 總延長은 9.54km이며 이中 地上線이 0.94km, 地下線이 8.6km로서 最深部는 鍾路1街長安빌딩앞 位置의 地下 15.17m이다.

### 3. 軌 道

鍾路線과 直通運轉되는 鐵道の 京釜~京仁線이 50N 레일로 敷設되어 있으므로 이에 맞추어 地下鐵도 50N 레일로 敷設하였다. 다만 分岐器에 使用되는 레일은 從

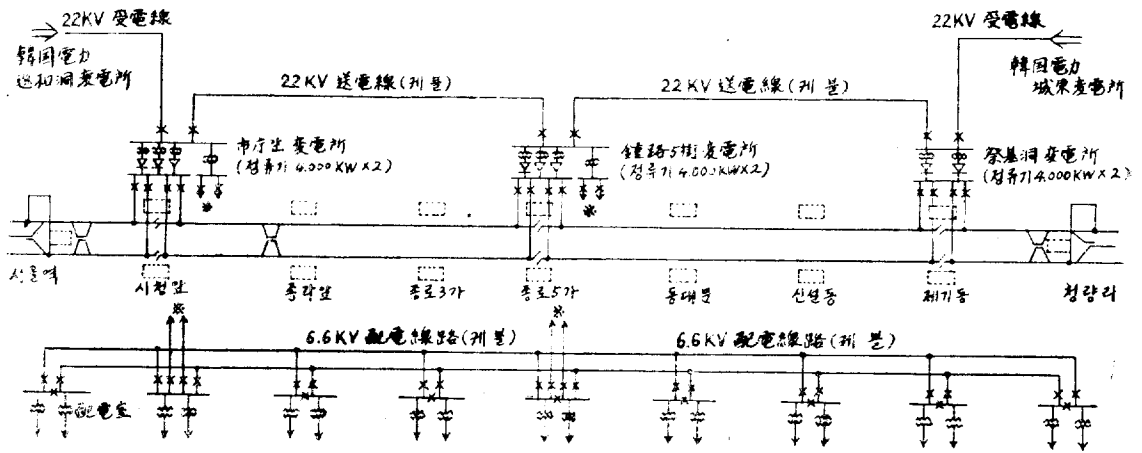
\* 正會員: 서울 地下鐵本部 電車課長

來와 같이 PS레일을 사용하였다. 枕木은 木枕木과 콘크리트枕木中 各各의 長短點이 있으나 木枕木은 彈性이 좋고 레일締結이 簡便하여 取扱이나 加工이 容易하며 比較的 低廉한 價格으로 國內調達이 可能하다는 長點을 勘察하여 全區間에 完全注藥處理된 木枕木을 부설하였다. 道床은 本線區間은 자갈 道床으로 하였고 停車場部分은 서울역앞과 淸涼里를 除外하고는 콘크리트道床으로 하였다. 特히 南大門과 東大門附近은 文化財를 保護하기 위하여 防振道床을 施工하였고 軌條와 施工面間의 높이는 700mm로 定하여 鐵道以上으로 保安度

常運轉確保나 非常時 豫備를 考慮하여 各各 2組을 當初부터 設備한다. 또한 變電所配置에 있어서는 1981年의 時點에 運轉計劃을 基準으로 電壓降上및 將來建設豫定の 2,3號線에 對한 給電을 考慮하여서 配置하였고 直流變電所의 設備은 Silicon Rectifier로 DC 1500V로 變成하며 各 Feeder에는 各各 直流高速度遮斷器를 設備하였다.

또한 受電關係를보면 韓國電力의 巡和洞 s/s와 坡東 s/s로부터 AC 3 $\phi$ 3 $\omega$  22kV를 市廳앞과 祭基洞에 地中 cable로 供給받아 各變電所에서 3相交流 22kV 60Hz

電力系統圖



를 維持하도록 하였다.

4. 送電 및 變電設備概要

電車運轉用과 附帶設備用電力을 供給하기 爲하여 設

를 2回線으로 (1回線常用, 1回線豫備)로 市廳앞~鍾路 5街와 鍾路 5街~祭基洞間을 Loop化하여 受電中 어느 1個의 故障 또는 停電等에도 電車運轉 및 附帶設施의 電源供給에 支障이 없도록 하였다.

附帶設備用電力은 各變電所의 高壓配電用變壓器에 의

各時點에 있어 變電設備容量

區分	變電所	市廳 앞 s/s	鍾路 5 街 s/s	祭基洞 s/s
1974年度開業時		SR 4,000kW×2(1)	SR 4,000kW×1	SR 4,000kW×2(1)
1981時點		SR 4,000kW×2	SR 4,000kW×2	SR 4,000kW×2
將來計劃		SR 4,000kW×3 (2號線에 공급)	SR 4,000kW×3 (3號線供給)	

( )內는 豫備를 表示

置하는 變電所는 다음 電力系統圖와 같이 그 變電所地點 電壓降下 및 電車線容量等을 考慮하여 市廳앞, 鍾路 5街, 祭基洞에 두며 豫備電力을 考慮하여 開業初年度의 容量은 다음表와 같이 하고 負荷의 增加에 따라 設備도 增加할 수 있도록 考慮하였다.

即 1974年 및 1981年始點의 運轉計劃에 의거 Rush hours에 있어 變電所負荷를 檢討한 結果 變成器單位를 4000kW로 하고 市廳 앞 s/s와 祭基洞 s/s는 列車의 正

해 3相交流 6600V로 變壓하여 9個驛舍와 1個의 檢車庫의 配變用電氣室에 供給하여 一般照明的의 경우는 1 $\phi$ 3 $\omega$ 方式을 채택하여 조명에는 200V급, 各種승구등은 100V급으로 하고 一般動力의 경우는 3 $\phi$ 3 $\omega$  200V급을 채택하였다.

1個驛舍의 平均附帶設備의 電力容量은 400KVA정도로 설계 되었고 照明設備은 各國地下鐵驛의 設備를 檢討比較하여 concourse는 平均照度 250lx, platform은

:200lx 本線區間에는 保安 및 作業을 爲하여 平均 20lx 정도로 設計되었고 光源은 地下의 溫度等을 考慮하여 壽命이 길고 效率이 좋은 40W형광 Lamp를 사용하였다.

### 5. 電力指令所

電力系統의 運用의 合理化와 供給電力의 安定化를 期하기 爲하여 全變電所를 集中遠方監視 및 制御하는 電力指令所를 鍾路 5街에 두고 各變電所 및 終端에 설치하는 結電 Tie Post와 各驛電氣室을 無人化하여 이를 上記 指令所에서 集中遠方制御하고 電車用電力과 地下鐵 管線 一般電力設備를 總合運轉하며 그 重要業務는 다음과 같다.

- 電力運營에 關한 指令 및 連絡
- 無人變電所의 運轉 및 監視
- 電力量의 集計
- 變電所의 Data의 集計 및 記錄
- 各種警報의 傳達
- 電力系統 運營에 關한 計錄統計作成

### 6. 電車線路

電車線은 斷線을 防止하고 tunnel의 斷面을 縮少하며 施設費의 節減을 期할수 있는 剛體電車線을 使用하여 設置하고 給電線은 剛體電車線이 兼하는 것으로 別途로 設備하지 아니한다.

이와 같이 剛體電車線에 對하여 簡單히 材質, 形狀等에 對하여 紹介하면 T字形 aluminium의 材質은 첫째 導電率이 높으며 따라서 斷面積을 적게할 수 있고 耐蝕性에 對하여 多少問題가 있으나 現時點에서는 使用上 큰문제가 없기 때문에 半永久的이라고도 말할 수 있다.

그리고 trolley wire의 形狀은 catenary式의 電車線路에는 一般의으로 圓形溝付 trolley wire를 使用하지만 tension이 없는 剛體電車線에는 여러가지點을 考慮하여 機形溝付 trolley wire를 使用하였고 또 double trolley式 剛體電車線은 single trolley에 比하여 trolley wire의 張替의 周期는 길게 되지만 여러가지 經濟性을 考慮하여 single trolley式을 採用하였다.

AC 25,000V를 使用하는 國鐵과 DC 1,500V를 使用하는 地下鐵의 交直流 接續區間을 交直 dead section 區間이라고 말하며 그 길이는 AC側이나 DC側에서 부터 運轉士가 失念하여 電車が notch를 넣은대로 冒進한 事故時에도 電車에 支障이 없게 50m로 設備하였다.

### 7. 信號保安設備

#### (1) TTC(列車運行總合制御裝置)

列車運轉의 安全 迅速 正確의 效率을 確保하며 運營의 合理化를 期하기 爲하여 TTC裝置를 授用하였다. 本裝置는 program 列車運行制御裝置(PTC)로서 自動制御하여 列車集中制御裝置(CTC)를 經유 現場驛에 傳御情報를 傳送하게 된다. 情報內容은 出發時刻, 驛名, 進路, 列車番號, 旅客案内等이며 進路를 自動制御하고 集中照明表示盤에는 列車番號, 列車位置表示 信號燈의 顯示, 進路構成表示等을 集中表示하게 된다.

#### (2) ATS(自動列車停止裝置)

既存鐵道와 直通運轉을 前提로 하는 鍾路線은 裝置의 特性, 保守度, 價格等 多方面으로 檢討 結果 停止信號重復(R-LAP) 方式의 ATS(連續速度照査付)를 授用하였다. 本裝置는 列車에 의해 自動的으로 制御되는 信號 顯示(進行, 注意, 警戒, 停止)에 依해 地上으로부터 車上裝置에 情報를 傳達하면 制限速度를 超過時 乘務員에게 警告(bell)하여 3秒內에 brake handle을 操作하도록 하고 運轉士가 이것을 履行하지 않을때는 非常 brake가 動作하여 一定距離內에서 停車하게 하는 保安設備이며 高密度輸送의 安全度를 加一層 높이게 하였다.

### 8. 通信設備

各司令室(運轉司令室, 電力司令室)에 司令裝置를 設置하여 必要한 事項을 各驛 運轉中인 列車 및 關係箇所에 指示하고 重要한 內容은 錄音하게 하며 運轉司令室內에 列車無線集中制御裝置를 設置하고 tunnel內에는 全線에 亘하여 潮洩同軸 cable (wire antenna)를 架設하였다. 또 列車編成의 前後部 運轉室에 無線機를 設置하여 運轉司令의 指示를 받아 列車運轉의 安全을 도모하며 曲線部分의 乘降場 platform에는 ITV를 설치하고 車掌이 車客의 乘降狀態를 確認토록 하여 車客의 安全을 確保토록 하였다. 이밖에 wire-less方式의 放送裝置, 案内揭示裝置, 電氣時計 等を 設置하여 車客에 對한 service를 向上시키는 方向으로 設備하였다.

### 9. 車 輛

#### (1) 車輛의 方式

地下鐵 鍾路線이 直流 1,500V, 國鐵은 AC 25,000V

로 電化되므로 直通運轉을 爲하여 車輛을 直流 15,000V 와 交流 25,000V 60Hz에 共히 運轉될 수 있는 交直兩用電車로 하였다.

또 車體의 規格은 地下部分과 鐵道路線의 乘降場規模를 考慮하여 車體長을 19,500m/m (連結器포함시 20,000m/m)이고 幅은 3,180m/m로 하였다. 또한 車體높이는 通勤列車의 居住性を 考慮하여 3,800m/m로 하였으며 收容能力을 크게 하기 爲하여 座席配置는 긴 의자로하고 立席者用으로 손잡이를 設備하였다. 定員은 電動車(M)座席 54 + 立席 106 = 160名 制御車(Tc)座席 48 + 立席 100 = 148名 이며 rush hour에는 360名 程度의 收容能力을 갖이게 하였다.

또 列車編成은 6輛을 基本編成으로 하고 輸送需要에 따라 8輛, 10輛의 編成으로 運轉할 것이며 電動車(MM')는 2輛을 1 unit로 하여 主電動機를 制御하도록 設計되어 있다.

(2) 車輛의 構造

車體는 鋼體輕量化를 指向하였으며 車體內部에 輕合金板을 使用하여 不燃性構造로 하면서 防音, 斷熱에 對하여도 充分히 檢討하였으며 乘降門은 兩側에 4個所로서 兩便으로 열리도록 하였으며 그幅은 1,300m/m이며 暖房裝置는 電氣暖房으로 하고 通風用으로 天부에 換氣口와 扇風機를 裝置하였다.

電氣部品은 不燃性材料를 使用하게 하고 故障防止와 點檢, 補修가 容易한 構造를 選擇하였으며 特히 制御回

路 및 補助回路는 可及的 無接點方式으로 채택하였다.

(3) 列車의 編成

列車의 編成은 다음과 같으며 開業時에는 6輛編成을 基準으로 하였다.

6輛編成: Tc—M—M'—M—M'—Tc (4M2T)

8輛編成: Tc—M—M'—M—M'—M—M'—Tc (6M2T)

10輛編成: Tc—M—M'—M—M'—Tc—Tc—M—M'—Tc (6M4T)

註 Tc: 制御車(運轉臺, 車掌室付)

M': 電動車(pantograph 主電動機, 主 Tr. 主 Rf 裝備)

M: 電動車(速度制御裝置, 主電動機, M.G.C.M 裝備)

(4) 性能

運轉性能은 驛間距離 1~3km의 通勤電車로 計劃되어 平均速度는 44km/h, 最高速度는 110km/h로 하여 6輛編成時 加速度는 2.5km/h/sec, 減速度는 常用 3.5 km/h/sec, 非常 4.5km/h/sec가 되어 서울驛앞 地下鐵驛~清涼里地下鐵驛間을 各驛停車(30秒)하여 18분에 運轉할 수 있는 性能을 가지게 하였다.

(5) 重要諸元 및 特性

車輛의 重要諸元 및 特性은 다음과 같다.

項 目	諸 元	備 考
車 種	通勤形交直兩用電車	
軌 間	1435mm	
電 氣 方 式	D.C1, 500V, A.C25KV, 60Hz	
往 能		
速 度	44km/h	
最 高 速 度	110km/h	
加 速 度	2.5km/h/sec (6輛編成時)	
減 速 度	常用 3.5km/h/sec 非常 4.5km/h/sec	
自 重		
中 間 電 動 車	M43.5ton M'46.5ton	
制 御 車	Tc34.5ton	
定 員		
中 間 電 動 車	座席 54 立席 106 計 160名	
制 御 車	座席 48 立席 100 計 148名	
車 體		
構 造	鋼製輕量構造, 內部輕合金板(無塗裝) 不燃防音斷熱設計	
連 結 面 間 距 이	20,000mm	
車 體 寬 이	19,500mm	

車 體 幅	3,180mm
지붕 높이	3,800mm
Panto, 접은 높이	4,500mm
床面 높이	1,200mm
側出入口	兩側 4個所 幅 1,300mm×높이 1,860mm
臺 車	
方 式	搖枕式 Bogie臺車
主 電 動 機	脈流直卷補極付
出 力	120KW×8
速 度 制 御	
方 式	抵抗制御, 直並列制御, 界磁制御
車 體 附 屬 設 備	
客 室 燈	40W 螢光燈(制御車 22個 其他車 24個)
運 轉 室 燈	40W Transistor形 直流螢光燈 1個)
放 送 裝 置	分散形 Transistor放送裝置
扇 風 機	單相交流 100V×40cm扇 (7個/兩)
暖 房 裝 置	700W+350W 2回路形 Unit-Heater
乘客非常連結裝置	客室非常警報裝置
運轉保安設備	速度照査付 A.T.S.
連結裝置	
列車無線	空間波無線
乘務員室間	連絡用電話

<p.14에서 계속>

높이기 위해 熱出力을 24MW에서 40MW, 中性子束을  $1.9 \times 10^{15}$ 에서  $3 \times 10^{15}$ n/cm<sup>2</sup>로 올려주므로서 本格的 sodium冷却高速爐의 개발에 進入했다 한다. 이나라는 처음부터 Na冷却, 氧化物燃料를 使用하는 方式을 取하고 그밖의 方式에는 全然 손을 대지않고 있는것이 特色이다. 이實驗爐(Rapsodie)에서 얻어진 資料를 토대로하여 原型爐(Demonstration Fast Reactor)가 Marcoule에 建設되었는데 1973년에 임체에 到達하여 곧 全出力으로 가동할 예정이다. 이 原子爐를 그들은 Phénix라고 부르고 있다. 大形實用爐의 設計作業은 1969년에 始作하였고 1975년부터 建設에 着手하여 1980년頃に 임체에 到達시킬 예정이며 電氣出力은 1000 MW程度로 잡고 있다.

### 13. 結 論

全世界的으로 uranium가 어느程度 埋藏되었는가 하는 統計的資源量은 共產國家가 資料를 提示않고 있기 때문에 확실히 않다. 그러나 自由世界の 資料를 토대

로 想定할때 uranium에서 얻어질수 있는 總 energy量은 石炭으로 換算해서 約 7.2兆ton, 石油로 해서 5兆 KJ의 燃焼에 相應한다. 그러나 이 數字는 天然 uranium을 100%分裂시킬수 있다고 할때의 경우이고 現在 實用 단계에 있는 輕水爐와 같은 熱中性子爐로 利用한다면 上記數字의 2/100程度에 불과하다. 勿論 uranium資源의 探鑛歷史는 짧기 때문에 今後에도 探鑛으로 늘어날 餘地는 있다 하겠다. 더우기 地球上의 海水中에는 約 40億ton의 방대한 uranium이 含有되어 있는것으로 알려져 있다. 그러나 우리가 留意해야 할 重要한 點은 天然 uranium의 大部分을 찾아하는 U<sup>235</sup>을 活用할수 있는 새로운型の 原子爐의 개발로서 현재의 熱中性子爐의 경우보다 비약적으로 많은 energy量을 uranium資源으로 부터 빼낼수 있다는 點이다.

이 새로운型的 原子爐가 곧 高速增殖爐인 것이다.

以上の 論議에서 알수 있듯이 高速增殖爐는 原子力發電爐의 最終形態로 認識되어 왔고 따라서 世界先進各國은 이의 개발에 積極적으로 임하게 되는 것이라 하겠다.