

技 術 展 望

서울市 地下鐵의 運營現況과 建設展望

表 元 根*

序 言
本 論
1. 地下鐵 運營現況
가. 運行路線
나. 施設 및 設備概要
다. 輸送實績
라. 輸送對電力消費實績
2. 地下鐵建設展望
가. 基本建設概況
나. 構造工法
다. 電氣設備
라. 信號保安設備
마. 電車線
바. 通信設備
사. 車輛
아. 軌、道
3. 結 言



서울市廳 앞에서 南大門을 바라본 都市交通
南大門과 德壽宮을 잇는 道路 밑에는 地下鐵 1號線이 달리고 있고 噴水臺 옆을 지나 小公洞 쪽으로 2號線이 83년에 달리게 될 것이다.

序 言

서울市的 過去 1910年の 都市計劃에 依하던 常住人口를 110萬名으로 보아 樹立된 것이었다. 그러나 60年代부터 始作된 3次에 걸친 經濟開發의 促進으로 首都 서울의 人口는 70년에 543萬名 74년에는 654萬名 昨年 78년에 782萬名으로 年平均 4.7%의 增加率을 나타낸 데 비해 一日交通人口는 70년에 600萬名이던 것이 78년에는 1,100萬名으로 年間 9%의 增加率을 보여 圓滑한 交通疎通에 이르지 못하고 停滯過密現象을 나타내고 있다. 이 問題를 解決하기 爲해서 서울市에서는 道路擴張 버스增車 信號體系改善等 短期計劃을 해마다 推進하고 있으며 長期的으로는 都市機能再配置에 努力하고 있으나 路面交通의 根本的인 對策은 地下鐵路線의 擴大에 있다는 結論을 얻어 1號線에 이어 2,3,4號線을 83년까지 完工할 豫定으로 建設을 서두르고 있다.

本 論

우리나라 電氣鐵道の 始初는 1898年 美國人 H. Colblen과 H.D. Bostwick에 依하여 서울의 西大門—清涼里間을 D.C. 600V로 電化하여 路面電車가 運行된 것이 始發點이다. 1963년에는 營業 km가 40.6km에 이르렀으며 213輛의 路面電車가 運行이 되어 市民의 사랑을 받아왔으나 自動車의 普及에 밀려 路面交通處理上 1968年の 路線을 廢止하므로써 213輛의 電車도 사라지고 말았다.

그러나 都市交通은 混雜度를 加重하게 됨으로 그 解決方案으로 1971年 4월에 地上鐵 1號線을 着工 3年 4個月만에 竣工을 보아 1974年 8月 16일부터 運行에 들어가 4年半의 歲月이 지났다.

*正會員: 서울特別市 地下鐵本部 電車課長

1. 地下鐵運營現況

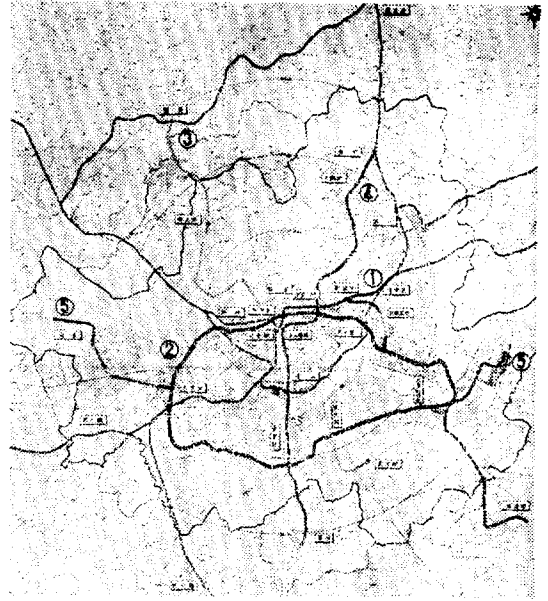
가. 運行路線

現在 電車運行路線(路線圖參照)을 94km에 이르며 地下區間은 直流 1,500V 剛體架線式이며 地上區間은 交流 25KV 60Hz Simple Catenary 電車線式으로 되어 있다.



서울驛前 地下鐵驛에서 地上區間으로 올라오고 있는 1號線電車

路線圖에서 實線으로 된 區間이 地下區間 레일은 地上區間이다. 따라서 城北에서 仁川, 水原方面으로 直通 運轉하는 電車는 交直兩用電車이며 電源切換方式은 手動車上切換方式에 依하고 있다.



서울市地下鐵 및 首都圈路線圖

위 概要에서 車輛을 爲始하여 電氣, 信號, 變電等 列車運行에 支障을 주지 않도록 二重系로 構成이 되어 있어 充分한 安全性을 가지게 하므로써 高密度, 大量 高速輸送에 對應할 수 있도록 되어 있다.

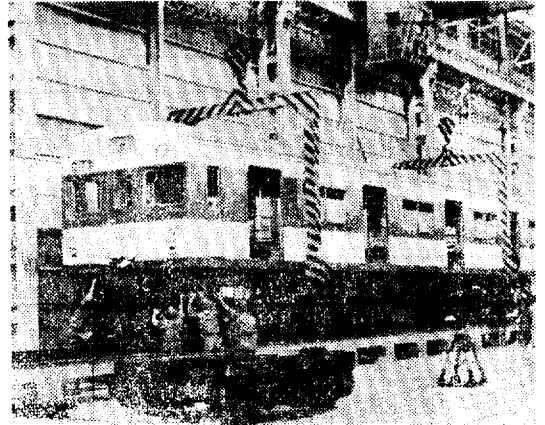
나. 施設 및 設備概要

施設 및 設備概要는 다음 表와 같다.

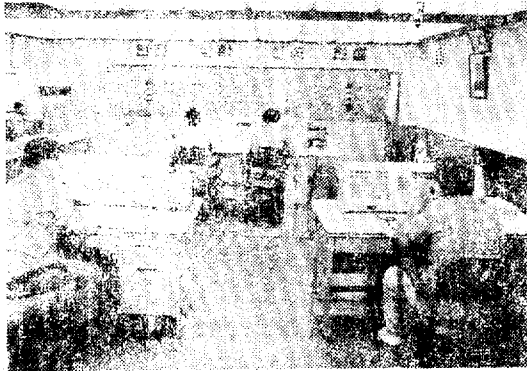
項 目 別	施 設 及 設 備 內 容
軌道 및 構造物	軌間 1,435mm, 本線 9.54km+引込線 2.1km 計 9.74km, 7個驛 Concret 直結道床, 換氣口 100個所, 函型 Rhamen Concret 構造
驛	9個驛(2個驛 섬型 Platform, 7個驛 相對型 Platform)
變 電 所	4個所 設備容量 4萬 5千KW(22KV/D.C.1,500V, 22KV/6.6KV) 韓電 2個變電所에서 受電, 延長給電可能, 2重系로 되어있음
電 車 線	地下區間 剛體電車線, 地上區間 Simple Catenary電車線
電 氣 室	10個所 6,600V/100~200V
驛 電 氣 設 備	照明燈 23,000個(40W), 排水 Pump 60臺, 機械換氣 10個所, 防災設備 10個所
信 號	自動閉塞信號方式, 3位式, 126基, ATS 速度走査式
車 輛	6輛 1編成(T.MM'MM'T.) 96輛
車 輛 檢 修 設 備	留置容量 96輛, 日, 月檢査 및 全般檢査 施行



乘下車光景



全檢査中の 電車



運轉 및 電力司令室

시 76, 77, 78의 3年問의 月別實績을 살펴보면 1月은 前年度 12月과 保合狀態를 維持하고 2月은 若干 減少 되다가 3, 4, 5月까지는 繼續上昇 7月에는 반트시 減少 下降曲線을 나타낸後 12月까지 上昇하는 實態現象을 나타내고 있다.

開通年度부터 78년까지의 輸送人員累計와 79年度 輸送計劃은 다음과 같다.

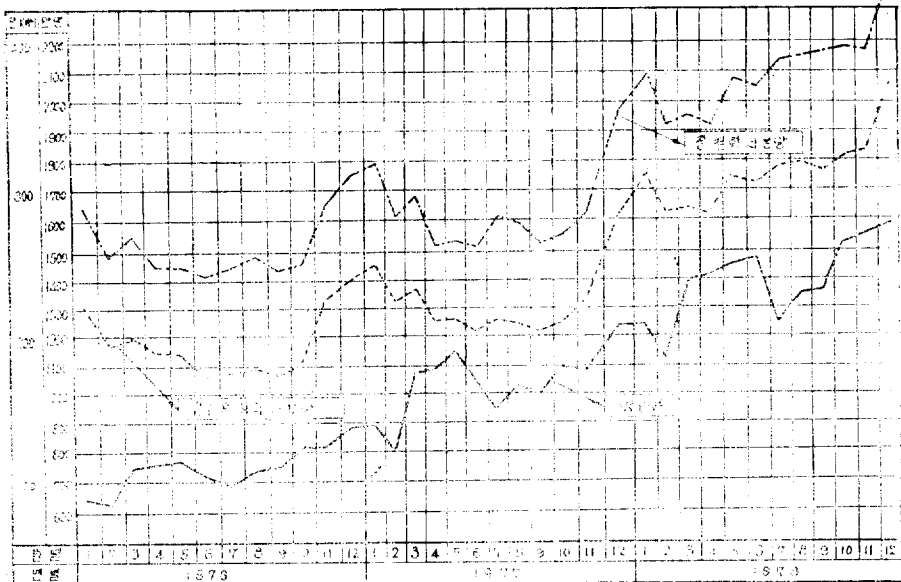
이와같은 輸送需要增加에 對應하여 3次에 걸쳐서 輸送力을 增加하기 爲하여 運轉時隔을 短縮하여 列車運行回數를 增設한 바 있다.

또한 1979年 下半期에는 R.H. 3分時隔으로 短縮시켜 出勤時的 混雜度를 緩和시킬 計劃이다.

다. 輸送實績

二問의 輸送實績을 살펴보면 아래 表와 같다. 여기

輸送人員 및 電力使用實績統計



項目別	年度別					果 計	79 計劃
	74	75	76	77	78		
年間 輸送 人員(千名)	31,776	79,992	89,252	124,970	164,250	490,240	197,000
1日平均輸送人員(千名)	230	219	244	342	450		540
前年對比增加率	—	—	12%	40%	32%	年平均 28%增	20%
增 加 累 計	—	1	1.12	1.56	2.05	2.05	2.47

改正年月日	R.H.	N.H.	列車回數	運用車輛數
75. 7.20	5分	7.5分	322回	186輛(60輛+126輛)
77. 11.21	4.5分	5.5分	398回	— " —
78. 4.15	3.5分	4分	526回	294輛(96輛+198輛)

라. 輸送對電力 消費實績比較

76年度 年間電力消費量은 2,164萬kwh로 月平均 180 kwh, 77年度는 2,688萬kwh에 月平均 224萬kwh 78 . 年度는 3,750萬kwh로 月平均 313萬kwh를 運轉用動力 으로 使用하였다. 여기서 輸送人員增加에 따라 電力消費 度 比例하는 趨勢를 나타내고 있으나 7月만은 輸送 人員의 減少에도 不拘하고 電力이 增加하는 反比例現象을 볼수 있다. 이 理由는 換氣 및 排水稼動에 따른 附帶設備의 負荷增加와 車內換氣負荷의 增加에 依한것 이다.

78年度 電力使用量實績에 따르면 1輛當 1km 運行에 消費되는 電力은 3.5kwh이다. 지금 3.5kwh×860= 3,010kcal/car·km에서 1輛定員의 2.3倍(滿車)인 360 人인 경우 3,010kcal/car·km÷360/car=8.4kcal/人· km인데 比하여 버스는 輕油또는 揮發油를 2km走行에 1l消費한다고 하면

$0.5l \times 0.75 = 0.375kg$ (1km走行時) 發熱量을 11,000 kcal/kg로 보면

4,125kcal/car·km가 됨으로

$4,125kcal/car \cdot km \div 120人/car = 34.4kcal/人 \cdot km$

이와같이 버스와 電車の Energy消費量을 對比하면 4:1란 結果를 얻는다.

(驛, 車輛, 運轉, 電氣, 信號, 軌道通信分野의 諸經費는 除外)

2. 地下鐵建設展望

서울市는 5號線까지의 基本計劃을 確定하여 現在 1 日 1,109萬名의 交通人口 가운데 버스가 725萬名(64%)을 擔當하고 있는 大衆都市交通의 Pattern을 地下鐵에 依하여 轉換시키고자 하고 있다. 1980年代의 高度産業 國家를 志向하여 1983년까지 首都서울의 大衆交通量의

50%線인 600萬名/日을 地下鐵로 輸送케 하려는 것이 だ.

가. 基本建設概況

서울市가 樹立한 地下鐵建設基本計劃은 다음表와 같 だ(路線圖參照)

나. 構造工法

2號線 및 3,4號線의 構造工法은 開鑿式(개착식) Tunnel, 山岳 Tunnel, 高架, 橋梁等으로 나눌수있고 그 構造物과 地質에 따라 工法도 多樣하다. 開鑿式 Tunnel工法은 1號線에서 施行된 것이며 Open cut 工法으로 불리우고 있다. 施工順序는 ① 흙막이 말뚝박기 ② 路面覆工 ③ 掘挫 ④ 構造物築造 ⑤ 뒤메우기 ⑥ 路面 覆工撤去 ⑦ 흙막이 말뚝 베기 ⑧ 路面復舊로 되어 있다.

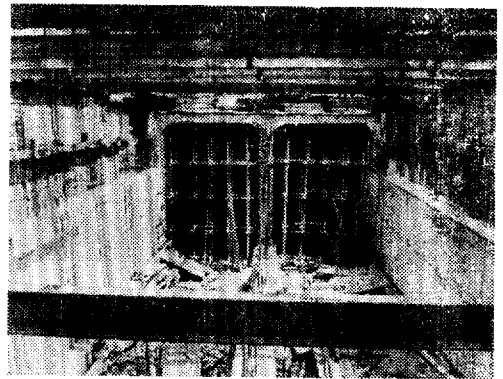
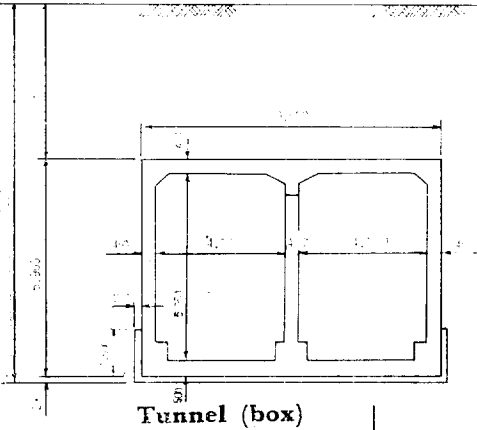
地盤의 起伏이 甚한 區間에는 山岳 Tunnel工法이 施 行되며 水平으로 掘進하여 Tunnel을 築造하는 方法인 데 施工順序는 上部半斷面과 下部半斷面으로 區分하여 上部半斷面을 先掘進한후 鋼 Arch 支保工을 1~2m 間 隔으로 設置하고 1次覆工을 한다. 1次覆工이 完了되면 防水工을 한뒤 下半斷面을 掘挫하여 1次覆工한 下部에 2次覆工을 하게된다.

地上區間에는 P.C. Beam高架橋, 露室大橋에는 鋼桁 桁上路橋로 施工되고, 있다 幅 18m인 이 橋梁에는 左 右兩端에 幅 4m의 車道를 施設하여 高速地下鐵과 兼 用으로 使用될 것이다(露室大橋조감도參照).

다. 電氣設備

電車運轉用과 附帶設備用 電力을 供給하기 爲하여 設 置되는 變電所는 7個所이며 韓電으로 부터 受電하는 變 電所는 4個所로 計劃되어 있다. 7個變電所間은 Loop로 相互連結되어 韓電側의 故障 또는 停電이 있다할지라도 延長給電을 하므로써 運行에 支障을 주지않도록 考

項目別	號線別	計	1 號 線	2 號 線	3 號 線	4 號 線	5 號 線
起 終 點			서울驛앞→清涼里	市廳앞 乙支路 舍堂洞 新村	碧蹄→乙支路 4 街 金湖洞 良才洞	上溪洞→敦岩洞 退溪路←東大門 龍山→果川	金 浦—文來洞 千戶洞 城 南
延 長	km	142.34	9.54km	48.8km	30.0km	27.0km	27.0km
停 車 場 數		115個驛	9	42	22	21	21
運 行 時 隔			3分	3分	3分	3分	3分
輸 送 能 力		600萬名	100萬名	150萬名	120萬名	130萬名	100萬名
運 行 時 期			74. 8. 16부터 運 行 中	83年	83年	83年	85年
起 工			71. 4. 12	78. 3. 9	79. 6 豫定	79. 6 豫定	80 以後



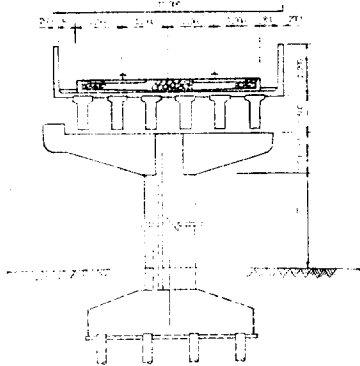
函型 Rhamen構造와 Open Cut 工事現場

慮하였다.

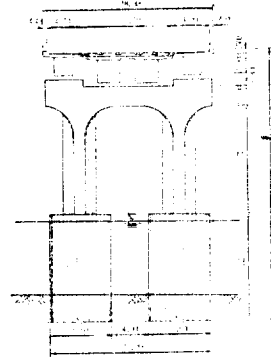
韓電 2次變電所에서 3相 22.9KV 60Hz電源을 受電 電車運轉用은 Silicon整流器를 通하여 D.C. 1,500V로 變成, 電車線에 給電하고 附帶設備用은 高配用 變壓器에 依하여 3相 6.6KV로 Step down하여 各驛 電氣室

에 配電되며 電氣室에서 100V, 200V로 變壓後 照明, 動力, 信號, 通信用負荷에 供給하도록 計劃되어 있다 (給配電系統圖參照).

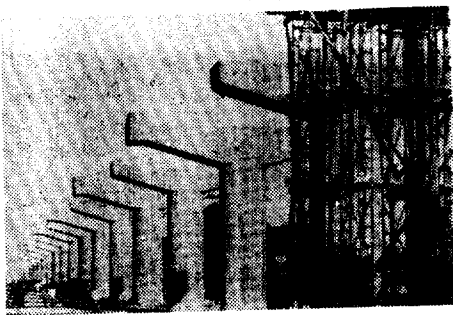
勿論 變電所運用은 1號線과 같이 遠方制御(Remote Control) 방식에 依할 것이다.



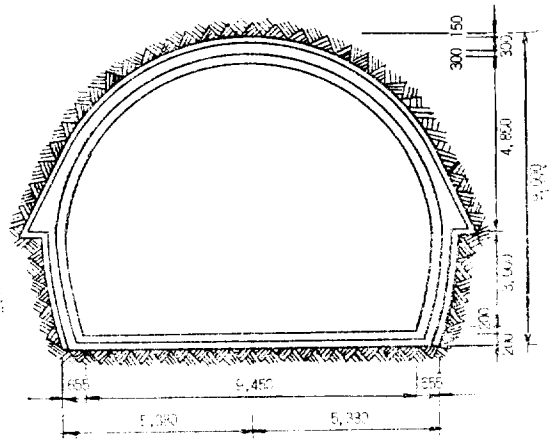
P.C. Beam 高架橋斷面



鋼桁上路橋斷面



高架部

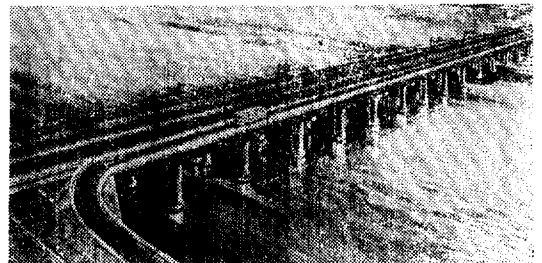


6,600 Tunnel (arch)

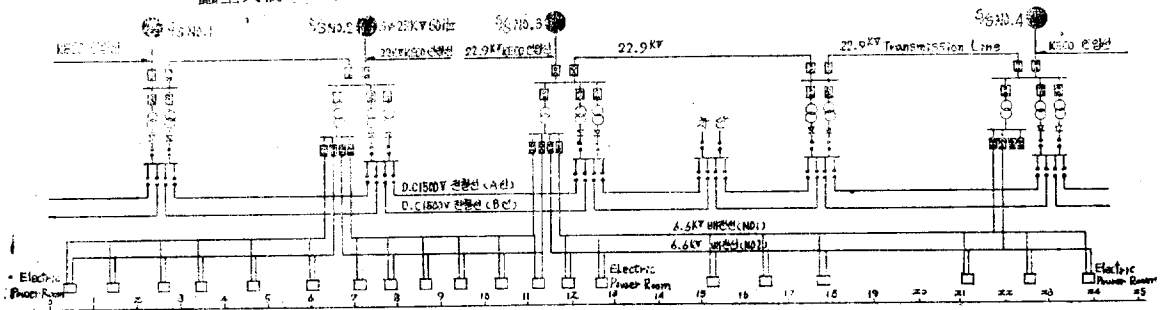
山岳 Tunnel斷面



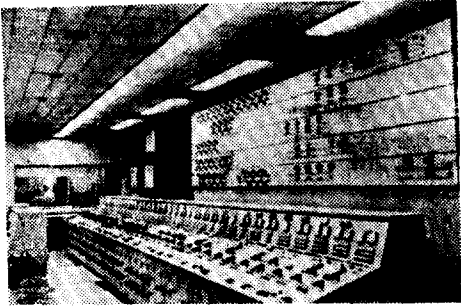
室內大橋 工事現場



室內大橋 조감도



給配電系統圖



電力司令室(遠方制御)

라. 信號保安設備

地下鐵 列車運行的 安全과 乘客輸送의 能率化를 爲하여 列車運行綜合制御裝置(T.T.C. Total Traffic Control)를 設備한다.

이 裝置는 列車 Diagram에 依하여 Set된 列車集中 制御裝置의 表示情報에 依하여 列車을 追跡監視하며 司 令에서 適正한 指示를 내리게 하는 同時 運轉時分을自 動記錄토록 한다. 또한 各驛에 列車接近警報벨과 列車 接近警告燈을 併設하며 列車自動室內表示裝置를 設置 하여 乘客의 安全과 誘導에 萬全을 期한다. 그리고 運 轉驛의 進路設定과 信號表示를 中央制御(Central Train Control C.T.C.)에 依하여 效率的으로 運用하도록 할 것이다. 또한 高密度運轉이므로 追突事故를 防止하기 爲하여 保安上 Back up의 A.T.S.(Automatic Train Stop) 裝置를 設置하는 것은 1號線과 같다.

마. 電車線(Trolley Wire)

地下區間에서는 T Bar型 剛體電車線을 架空設置하 는 所謂 架空第 3軌條方式을 採擇하고 地上區間은 H- eavy Simple Catenary方式으로 170mm²의 硬銅架線 으로 되며 地下區間과 地上區間的 連接區間에는 電車 의 Pantograph의 離線을 防止하기 爲하여 Double Si- mple Catenary方式이 採擇된다. 支持物은 主로 P.C. 柱에 可動 Beam Bracket로 支持될 것이며 驛構內는 V型 Truss Beam에 依할 計劃이다.

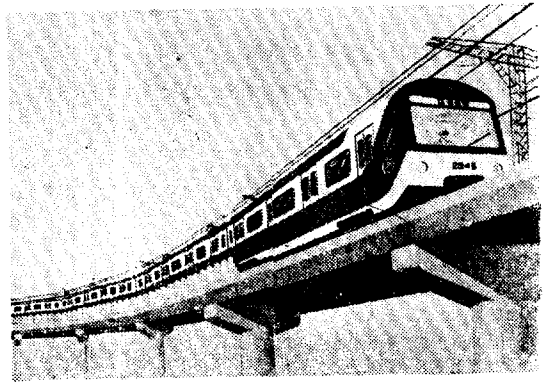
바. 通信設備

列車無線方式은 1號線에 使用中인 VHF 空間波無線 方式을 止揚하고 經濟的이고 正確한 誘導無線方式(Inductive Radio System)을 採擇하게되며 周波數는 100 KHz~250KHz帶가 될 展望이다. 또한 各驛의 放送裝 置는 半永久的인 IC回路音聲記錄方式에 依하여 列車가 驛에 進入 또는 出發時에 自動放送이 되도록 考慮하고 있다.

사. 車 輛

2號線 電車는 1號線電車の 運用經驗을 살려 보다 經

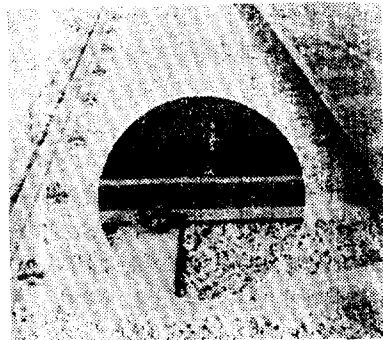
濟的이고 性能이 向上되는 方向으로 檢討되고 있으며 1號線과는 달리 直流專用通勤電車가 될 것이다. 그 特 徵으로는 車型이 半流線形으로 될 것이며 高架區間運 轉時를 配慮하여 振動騒音을 抑制하기 爲하여 Air Sp- ring 臺車를 使用하게 될 것이며 抵抗制御에 依한 1號 線의 速度制御方式을 止揚하여 Chopper 制御方式을採 擇하므로써 粘着, 性能의 向上과 Tunnel 內溫度上昇 을 抑制하며 回生電力式 Brake를 通하여 Peak Load 를 抑制하면서 經濟的 Energy節約效果(30% 節減豫想) 를 노릴 計劃이다.



2號線 車輛 조감도

아. 軌 道

軌間은 1號線과 같은 1,435mm 標準軌間을 使用하 게 되며 使用Rail은 50kgN型을 基準으로 하며 軌度 의 安全度를 높이고 乘車感도 向上시키며 振動, 騒音을 最小限 抑制하기 爲하여 伸縮이음매裝置와 接着絕緣 Rail로 長大化敷設을 할 計劃이며 Rail締結具는 從前 의 Dog Spike를 使用하지 않고 Pandrol型 締結具를 使用하며 騒音에 對한 措置는 Rail基面에 防振 Pad 를 挿入시킬 것이며 高架部에는 2m 높이 的 遮音壁을 設置할 것이다.



Pandrol 締結具

<p.357에 계속>