

東京 都營 地下鐵 工事 成長하는 12號線

On The Subway Construction of ToKyo M.P

君島光夫*
翻譯 編輯室

都市活動의 活性化, 職場과 住宅地의 遠隔化, 自動車 利用의 增大를 背景으로 東京의 交通停滯나 通勤, 通學의 混雜은 深刻性이 增大되고 廣域化되어 있다.

이와같은 狀況中에 東京都는 21世紀를 向하여 都市構造의 再編과 多樣化되는 交通needs를 反響하는 都市 高速鐵道의 整備, 充實을 推進하고 있다.

都營 12號線은 都市의 北西部, 都心部, 下町地區, 山崎地區의 11區를 環狀으로 連結하고 都市內를 放射狀으로 달리는 既設의 鐵道와의 交叉가 많은 路線으로서 東京에서 새로운 交通 net work의 形成이나 交通 不便地域의 解消, 沿線 各地域의 活性化等に 크게 寄與하는 路線이다.

이 路線은 新宿 副都心을 起點으로 하여 柳町, 春日, 上野光小路, 藏前, 兩國, 森下, 浜松町, 六本木, 青山一丁目, 代代木을 環狀으로 經由하여 新宿으로 되돌아 오는 約 29Km(建設 Km)와 이곳부터 東中野, 練馬를 거쳐 光丘에 이르는 約 14Km(建設Km)가 되는 延長 約 43Km의 路線이다.

都營 12號線에는 38個所의 驛을 計劃하고 있다.

新宿 - 光丘間(放射部)

新宿 - 光丘間에는 12個所의 驛을 計劃하고 있고 建設은 東京部 交通局이 行한다.

이 中 練馬 - 光丘間은 1992年 12月10日에 開通하였다.

繼續하여 新宿 - 練馬驛은 1995年度末 開通을 目標로 하여 1991年 8月부터 工事に 着手하였다.

西新宿 - 森下 - 新宿間(環狀部)

西新宿 - 森下 - 新宿間에는 26個所의 驛을 計劃하고 있고 建設은 東京部 地下鐵建設(株)가 擔當하고 1997年末 開通을 目標로 하여 1993年 2月부터 工事に 着手하였다.

【都營 12號線의 工事方法】

1. 建設工法

地下鐵의 建設工事は tunnel의 깊이, 附近의 地質이나 土質, 埋設物이나 街路의 狀況, 沿道의 建物이나 構造物 等を 考慮해 넣은 後에 最適한 工法을 決定한다.

특히 周邊의 環境이나 沿道에 사는 사람들에게 주는 影響을 最小限으로 멈추게 하는 것을 最優先으로 工法을 選擇하고 있다.

都營 12號線의 工事方法은 主로 驛, 出入口, 換氣口 등은 地上으로부터 掘下하는 開鑿工法으로 行하고 驛과 驛사이는 地中깊게 橫穴式으로 掘進하는 Shield 工法으로 施工한다.

* 東京都交通局 建設工務部計劃課 技術士

許認可等の 経緯

'72年 3月 1日 都市交通審議會「東京圏高速鐵道網整備計劃」答伸 第 15號.

'74年 8月30日 都營 12號線西新宿~高松町間免許取得

'84年 8月 9日 都市計劃變更決定(練馬~光丘間 高松車庫를 包含. 東京都告示 等 제748號

'85年 7月11日 運輸政策審議會答伸 第7號~(光丘~大泉學園町, 約 4km 追加)

'85年 8月 7日 練馬~光丘間工事施行認可(運輸省)

'86年 2月20日 練馬~光丘間道路不敷設許可(建設省)

'86年 8月13日 練馬~光丘間工事施設認可(建設省).

'87年 3月17日 東京都地下鐵建設・經營調查會最終報告

'88年 7月28日 東京都地下鐵建設株式會社發足

'88年12月21日 地下鐵 12號線建設推進本部「Linear motor 方式」決定

'90年 5月31日 東京都地下鐵建設株式會社西新宿~新宿間第三種鐵道事業免許取得

'90年11月 7日 新宿~練馬間 環境影響評價書公示(東京都告示 第1145號)

'91年 2月 5日 新宿~練馬間 工事施行認可(運輸省)

'91年 2月16日 都市計劃變更決定(新宿~練馬間) 東京都告示 第157號

'91年 2月20日 新宿~練馬間道路不敷設許可(建設省)

'91年 6月29日 新宿~練馬間中 環狀 6號線部分 除區間의 工事施行認可(建設省)

'92年 1月16日 新宿~練馬間中 環狀 6號線部分의 公私施行認可(建設省)

'92年 4月19日 西新宿~新宿間工事施行認可(運輸省)

'92年 5月13日 都市計劃變更決定(西新宿~新宿間) 東京都告示 第567號

'92年 5月30日 西新宿~新宿間道路不敷設許可(建設省)

'93年 3月19日 西新宿~新宿間工事施工認可(建設省)(汐留地區를 除外함)

'93年 8月19日 西新宿~新宿間工事施行認可(建設省)(汐留地區)

2. 開鑿工法

가장 一般的인 地下鐵 建設工法으로 掘鑿 깊이가 比較的 얕은 경우나 斷面이 큰 驛部等에 採用된다. 우선 地下鐵 拘縮 豫定幅의 兩側에 工事に 必要한 깊이의 흙막이 鋼말뚝이나 連續壁을 建入하고 그 周圍를 파내면서 말뚝에 路面을 받기 위한 beam을 걸고 覆工板으로 뚜껑을 하고 交通에 指章이 없도록 한다.

그후 掘鑿을 開始하여 上下水道, gas 等の 埋設物을 嚴重히 防護하면서 必要한 깊이까지 掘進하고 拘縮을 築造한다. 構築이 完成된 後에는 埋設物을 安全하게 만들도록 바꾸고 土砂를 되메우기 하고 道路를 原來대로 復舊한다.

3. Shield 工法

Shield 工法이란 地中 깊이 두더퀴와 같이 水平으로 掘進하는 工法이다. 이 工法은 미리 tunnel斷面에 맞는 크기의 鋼鐵製의 筒을 組立해 두고 이것을 地中으로 밀고 前進하면서 全面의 土砂를 掘鑿하고 그 뒤로 鐵製 또는 鐵筋 concrete製의 segment를 組立하여 tunnel을 築造하여가는 方法이다. 都營 12號線에서는 土砂掘鑿에서 搬出까지를 Computer 制御로 行하는 機械式의 密閉型 shield機를 주로 採用하여 工事を 行하고 있다. 地下鐵이 점점 깊어진 지금 이 方法이 많이 使用되게 되었다.

이 工法은 地表面에 影響이 거의 없고 보다 安全하게 工事が 進行되는 利點이 있다.

【安全하고 밝은 시원한 未來를 目標로 하는 都營交通】

1. 安全하고

地下鐵은 路線의 大部分이 tunnel內를 走行하기 때문에 驛施設이나 車輛等에는 万全의 安全對策이 講究되어 있다.

특히 都營 12號線에는 Hitech 機器 等 最新의 技術을 導入하여 安全性의 向上을 圖謀하고 있다. 地震이나 火災等의 非常時에 乘客을 安全하게 避難, 誘導함과 함께 列車의 安全運行을 確保하기 위하여 各種의 防災設備을 設置하고 있다.

列車의 安全運行을 위하여 都市圈에서는 처음으로 列車의 運轉을 發車에서 停止까지 自動적으로 行하는 ATO 裝置(自動列車運轉裝置)를 全車에 設置하고 事故防止와 運轉效率의 向上에 万全을 基하고 있다.

2. 밝고 시원한

都營 12號線에서는 아름답고 魅力있는 都市로 만들기 위하여 地域에 親近味 있는 快適한 design을 驛舍에 採擇하여 快適性의 確保를 圖謀하는 등 밝고 시원한 路線을 目標로 하고 있다.

身體가 弱한 分이나 高齡者 等이 保護者 없이 目的地까지 安全하고 더욱이 身體의 負擔이 적은 方法으로 移動할 수 있도록 Elevator, Escalator, Slope, 2 段난간, 視覺障害者 誘導用 block等을 設置한다.

3. 未來를 目標로 하여

都營 12號線은 Linear motor方式의 車輛을 導入함과 함께 驛冷房이나, 車輛冷房을 行하는 것 等 조용하고 快適한 21世紀를 目標로한 車兩

으로 한다.

【Linear motor 車輛의 構造】

Linear motor 車輛은 磁氣浮上하여 走行한다. 鐵車輛式의 Linear motor 車輛은 都市內用으로 浮上은 하지 않으나 車輛에 裝置된 Linear motor와 rail 사이에 敷設한 reaction plate와의 사이의 磁力을 利用하여 推進力을 얻는다. 都營 12號線은 이 鐵車輛式이다.

Linear motor는 回轉式 motor를 下圖와 같이 切開하여 直線上으로 편 構造에 의해 直線運動을 行하는 motor로 扁平한 形狀이 된다.

【Linear motor 車輛의 特徵】

1. 低騒音

motor의 回轉音이나 gear의 騒音이 없고 또한 曲線通過時의 쓸리고 軋는 音의 防止 等 低騒音化를 期待할 수 있다.

2. Compart

motor가 扁平하기 때문에 車輛의 床을 낮게 할 수가 있고 小型化가 圖謀된다. 따라서 tunnel 斷面積을 約 半정도로 할 수 있고 建設 cost가 節約된다.

3. 路線의 短縮

Linear 車輛에서는 車輛의 摩擦에 의하지 않고 推進力을 얻으므로 從來보다도 急 curve, 急 勾配의 走行을 할 수 있다.

【都營地下鐵 12號線 西新宿驛 建設工事 概要】

都營 地下鐵 12號線은 都의 北西部, 都心部, 下町地區, 山手地區의 11區를 環狀으로 連結하고 都市內를 放射狀으로 달리는 既設의 鐵道와

의 交叉가 많은 路線이고, 東京에서 새로운 交通 net work의 形成이나 交通 不便地域의 解消, 沿線 各地域의 活性化 等に 크게 寄與하는 것이다.

이 路線은 新宿 副都心을 起點으로 하여 春日, 上野 廣小路, 兩國, 浜松町, 六本木, 代代木를 環狀으로 經由하여 新宿으로 되돌아 오는 約 29km와 이곳부터 東中野, 練馬를 經由하여 光丘에 이르는 約 14km로 되는 延長 約 43km의 路線이다.

1. 西新宿驛의 概要

西新宿驛은 新宿副都心の 中心이 되는 驛으로서 都廳舍 및 都議會棟 앞의 超高層 building 群에 끼워진 副都心 街路 4號線內에 設置된다. 放射部와 環狀部의 接續點이 되는 當驛은 直通 運轉과 環狀運轉을 할 수 있는 機能을 完備한 複式 Home 2 面, 4號線을 갖는 鐵筋 concrete 造 地下 3層의 驛이다. 地下 1層에는 concourse, 定期卷發賣室 등이 地下 2層에는 改札口, concourse 驛務 諸室, 換氣, 機械室, 電氣室, 變電所 등이 地下 3層에는 platform이 만들어지고 電動車는 이 層을 通過하게 된다. 또한 驛의 前後에는 環狀運轉을 하기 위한 渡線이나 引上線을 配置하게 되는 것 등에서 開鑿延長이 443m의 大規模의인 工事로 되어 있다.(驛名은 假称이다)

2. 施工方法

工事로 覆工式 開鑿工法으로 施工한다. 우선 地下鐵構築 建設位置의 周圍에 흙막이 鋼말뚝이나 地下鐵續壁을 建入하고 路面을 받는 steel beam을 걸치고 復工板으로 뚜껑을 해서 交通에 支障이 없도록 한다. 그 후 上下水道, gas 등의 埋設物을 防護하면서 必要한 깊이까지 掘下하고 鐵筋 concrete 構築을 만든다. 構築完了後 埋設

物을 安全하게 받아 바꾸고 모래로 되메우기하고 道路를 원래돌 復舊하여 終了한다.

○ 都營 12號線 12-000形 Linear motor 驅動車輛

東京部 交通局

“새로운 交通 net work의 形成을 目標로 하는 都營 12號線”

“安全하고 밝은 시원한 未來를 目標로 하는 都營交通”

未 來

speed를 求하는 것은 아니고 조용하고 快適한 走行을 爲하 Linear motor car.

環境과의 調和를 重要하게 하고, 멋있는 未來의 發進

다음代를 向하여 斷續해 달리기 爲하여 사람과 함께 한 優美하고 정답고 부드러운 交通을 目標로 하고 있다.

構 想

東京都가 銳意 建設과 씨름하고 있는 地下鐵 12號線은 1982年 3월에 都市交通, 審議會에서 質問에 對答한 13路線中の 하나로서, 新宿 副都心을 起點으로 하여 다시 新宿으로 되돌아오는 環狀部와, 이곳으로부터 練馬區 光丘에 이르는 放射部로 된 延長 約 43km의 路線이다. 東京의 北西部, 都心部, 下町 그리고 山手를 連結하고 既設의 鐵道와의 交叉도 많고 새로운 net work의 形成, 交通不便 地域의 解消, 그리고 沿線地域의 活性化 等に 크게 寄與하는 것이 期待되고 있다.

12號線은 輸送需要에 適合한 小斷面 地下鐵로서 建設함에 依하여 建設費 削減을 圖謀한다. 이를 爲하여 compact 한 new type의 車輛을 開發하였다. 또한 Linear motor 驅動方式을 採用함에 依해 이 長點을 살려 路線計劃의 自由度를 增大시키고 다시 客室空間의 擴大를 意圖하고

있다.

이번에 練馬~光丘間の 部分開美用으로서 Linear motor 驅動的 12-00形을 30輛(6輛編成 5列車)를 製作하였다. VVVF inverter 制御裝置에 의한 intelligent 化 등 最新의 技術을 驅使하여 安全性, 經濟性, 乘心地 等の 向上을 追求하고 있다. 또한 冷房裝置나 客室案内 表示器를 設備하는 등 Service 向上에 努力하였다.

더구나 製作에 앞서 21世紀의 首都 東京에 잘 어울리는 車輛으로 하기 위하여 學識 經驗者에 의한 『12號線 車輛 design 檢討 委員會』를 開催하여 여러 가지 提言을 듣고 製作하였다. 車體 design은 『次世大 感覺』 『친숙하기 쉽게』 『輕快感』 等を motive로 하고 있다.

끝으로 이 12-00 形을 오래도록 사랑해 주시기를 仰望함과 함께 製作에 있어 指導와 協力을 해주신 關係분들께 깊게 謝禮드리는 바입니다.

概要

1. Simple한 “linear motor”가 動力源

Linear motor은 扁平한 形을 한 여러 가지의 merit(長點)을 갖는 先進의 動力源이다. 磁力으로 浮上하여 超高速으로 달리는 中央 linear express의 power로서 모두 같은 linear motor 이나 都營 12號線에서 사용되는 것은 이것과는 달라서 荷重을 鐵車輛으로 支持하고 推進만을 linear motor로 行하는 방식이다. motor의 構造는 鐵心에 coil을 감은 平板狀의 一次側 coil(linear motor)을 台車의 下部에 裝置하고 이것과 相對되는 rail 사이의 枕木上에 2次側 導體(reaction plate)를 敷設한 것이다.

1. 次側 coil에 電流를 흐르게 함에 의해 推進力이 發生되고 車輛이 進行한다.

回轉部나 摩擦部가 없는 simple하고 silm한

motor 이다.

2. 先進 및 快適한 linear motor 電動車.

道心을 달리는 地下鐵에 最適한 長點 Linear motor 驅動方式의 導入은 tunnel 斷面을 작게 하는 등 建設 cost를 低減함과 함께 快適한 車內 空間을 만들기 始作하였다.

① linear motor는 扁平한 形狀을 하고 있기 때문에 低床化가 圖謀되고 車輛이 compact하게 된다.(=tunnel 直徑 縮小) 또한 車輛은 compact 하여도 客室의 天井을 높게 할 수 있다.

② linear motor는 reaction plate와의 사이에서 direct하게 推力을 發生한다. 車輛과 rail의 摩擦에 의하지 않는 이 驛動方式 때문에 從來보다 急勾配의 언덕길 走行을 할 수 있다.

③ 台車에 steering 機能을 갖게함에 의해 急 curve 에서도 smooth한 走行을 할 수 있다.

④ 驅動機構에 回轉部가 없는 것, steering 台車에 의해 빠격거리는 音이 抑制되는 것 等에 의해 低騒音化를 期待할 수 있다.

台車

快適한 linear motor 驅動式 空氣 spring 台車이다. 曲線의 走行性 向上을 圖謀하기 위해 self steering 機能을 갖게하고 빠격거리는 音 低減을 위하여 防音車輛을 사용하였다. 또한 基礎 brake는 disk 方式이다. linear motor 裝架方式는 構造가 다른 3種類의 台車を 採用하고 있다.

車體

經量화를 위하여 耐飾 aluminum 合金製로 하였다. 居住性, 快適性を 最大限으로 確保하기 위하여 車輛限界를 가득차게 使用하여 車體側面은 『 < 』와 같이 icked었다. 先頭部는 大型 曲面 glass를 使用하여 aerodynamic 感覺의 등근 部分을 붙치고 soft한 느낌으로 하였다. 客室內는 全體의 色調를 暖色系로 整理하여 밝고 시원한 image를 하였다. 天井은 높이를 2100mm를

確保하고 凹凸을 적게하고 貫通口는 wide 하게 하는 것 등에 의해 좁은 感을 느끼게 하지 않은 研究를 하고 있다.

安 全

몸 가까이 使用하는 것이기 때문에 每日의 발이 되기 때문에 萬一의 mistake도 許容되지 않는다.

安全運轉을 위한 여러 가지의 hitech 裝置. 最新의 technology가 安全을 지킨다.

① 運轉台

自動列車 運轉裝置의 出發 押 button이나 各種 操作機器가 機能的으로 集約된 運轉台는 全譯 島式 form에서의 wonman 運轉에 對應하기 위하여 左側에 配置, console 右側에 manual 運轉用的 wonhandle mascon을 左側에 Form 監視用 monitor를 設置하였다.

② 主電動機(Linear motor)

Linear motor는 回轉形 motor를 그림과 같이 切開하여 半徑方向으로 展開한 것으로 回轉運動 代身에 直線運動을 行하는 것이다. Linear motor에 交流電流를 흐르게 하면 回轉磁界에 相當하는 移動磁界가 생겨서 reaction plate 表面의 磁束變化에 의하여 fleming의 法則에 의한 推力이 發生하여 linear motor(=車體)가 움직인다는 原理이다.

③ 制御裝置(VVVF inverter)

2兩分 計4 臺의 linear motor를 1臺의 VVVF inverter로 一括 制御한다. 主回路素子에는 高內壓, 大容量型(4.5 KVA, 3.6KA)의 GTO thyristor를 採用하고 論理部는 16 bit의 全 digital 制御이다. 또한 直流高速度 真空遮斷器의 採用 등에 의해 無保守化와 小形, 輕量化를 實現하고 있다.

④ 空氣 Brake 裝置

全 電氣指令式的 linear motor 推進車輛用 Brake 裝置이다.

正確한 Brakecylinder 壓力을 얻을 수가 있

고, 空走時間도 短縮되어 ATO 運轉에 對應한다.

⑤ 車輛 情報制御裝置(ATI)

光 fiber를 使用하여 列車內에 micon network를 構成하고 있다. 運轉士의 操作이나 ATO의 指令을 傳하는 制御機能을 始作으로 異常表示나 處置를 guidance 하는 monitoring 機能, 客室의 案内表示나 自動放送을 行하는 乘客 service 機能 등 綜合的인 制御 system이다.

⑥ 自動 列車運轉裝置(ATO)

運轉士의 押 button 操作으로 列車를 出發시켜 ATO 制限速度 以下로 驛間을 走行, 다음驛의 定位置에 停車하기 까지의 運轉을 自動的으로 行한다. 驛部에 敷設한 誘導 loop에 의해 地上과 交信하고 驛名, 行先, 列車番號 등의 情報을 授受한다. 運轉制御는 Fuzzy 制御方式으로 驛間의 路線 data를 記憶, 좋은 運轉을 實現하고 있다.

快 適

새로운 發想, 創造的인 驛舍 design.

老人들이나 handicap을 갖춘 分들에게 부드러운 配慮.

驛도 車輛도 親近味 있는 amenity를 追求하고 있다.

安全한 마음과 休憩의 한때를 언제나 提供하고 있다.

① 自動 列車制御裝置(ATC)

列車의 安全을 確保하는 保安 system. rail 等に 흐르게한 地上信號를 車上에서 受信하고 列車速度가 制限速度를 넘으면 Brake를 作用시켜 列車를 自動的으로 減速한다. 12號線에서는 制限速度를 指示하는 信號(ATC 信號)와 構內運轉 等を 指示하는 副信號(ATC 情報)의 2種類가 傳送되고 있다.

② 放送, 非常通報裝置

車內 天井에 묻혀 넣어진 6個의 speaker에

의한 快適한 車內放送.

車側 左右의 speaker에 의해 車外放送도 할 수 있다. 또한 各 客室마다 6台的 杯狀通報器와 door 近處에 裝置하여 재빠른 非常通報를 support. 乘務員이 通話할 수 없는 때에도 運轉 指令所와 interphone 通話를 할 수 있도록 되어 있다.

③ 光 空間 傳送裝置

近赤外線 beam을 使用하여 地上과 車輛間의 信號通信을 行한다. 驛 from의 映像을 車上에 傳送하여 運轉台에서 乘降客이나 door의 狀況을 監視할 수 있는 畫傷傳送, 基地內에서의 檢査時 等に 使用하는 data 傳送 等 幅넓게 使用되고 있다.

④ Head up Display(HUD)

HUD는 運轉士의 努力輕減과 安全性 向上을 위하여 開發된 것으로 運轉士의 前方 視野內에 運轉情報의 表示를 行하는 裝置이다. 前方을 보면서 計器의 確認을 할 수 있다. 鐵道車輛으로서 는 世界 最初의 搭載가 되었다.

⑤ 客室 室內 表示裝置

行先 表示裝置나 放送裝置와 自動的으로 關係

되어 다음의 驛名, 先行, 乘換 等の 案内表示를 한다. event 情報 等の service 情報도 車輛情報 制御裝置의 指示로 表示할 수 있도록 되어 있다.

⑥ 冷房裝置

各 車輛의 天井部에는 本體를 2台, 制御用 inverter 裝置 1台를 裝置하고 slit에서 冷風을 불어내고 있다. 車內의 居住性을 保持하기 위하여 冷房裝置는 두께 200mm라는 超薄型化를 實現하고 客室 天井높이 2100mm를 確保하고 있다. VVVF inverter 制御方式으로 決定한 情密한 冷房, 除濕運轉을 하고 있다.

⑦ 各驛에 Elevator, Escalator

都營 12號線의 各 驛에는 高齡者나 handicapped이 있는 分이라도 負擔이 적은 方法으로 移動할 수 있도록 Elevator, Escalator, Slope, 2段난간, 點字 block 等を 配置하여 安心하고 利用할 수 있도록 研究를 實施하고 있다.

⑧ 의자車 space

身體가 不自由한 分들을 위하여 車輛의 內部에 의자車의 space를 設置하였다.