

# 磁氣浮上走行車와 超高速電氣鐵道

## 1. 超高速電鐵과 Linear Motor

最近 産業分野의 급진적 발전은 운수 운반관계 설비機器등 각 産業部門 전반에 걸쳐 質的인 면에서 불 때 高速化 自動化 安全化 無公害化 등에 치중되어 기술개발이 촉진 되게끔 하여 놓았다.

運送部門에 있어서도 격증하는 수송 수요에 대처하고 수송효율을 높이기 위하여 육상수송수단의 하나인 電鐵의 超高速化 전환이 시급하게 되었고 이의 실현을 위한 개발 연구가 美國을 위시하여 英國, 獨逸, 日本과 그의 여러나라에서 활발하게 추진되고 있다.

현재까지 최고속 철도로서는 일본의 新幹線電鐵이며 最高走行速度는 260[km/h]이나 앞으로 개발될 電鐵用走行車의 속도는 時速400[km/h]로 부터 500[km/h] 範圍로 설정하고 있으며 이에 적합한 電鐵用 走行車를 비롯하여 走行方式 設備機構 등 해결되어야 할 제반 문제점에 관한 연구실험이 진행되고 있는 것으로 알려져 있다.

이와 같은 電鐵超高速化 計劃은 計劃 設立과 더불어 해결되어야 할 첫번째의 과제가 되었던 것이 車輛의 驅動方式이었다. 從來方式인 回轉形電動機에 의한 車輛과 rail間的 粘着驅動方式은 速度가 증가 하면 粘着係數가 저하하게 되어 粘着推進速度가 限界點에 달하게 된다. 이 粘着驅動에 의한 上限速度는 實驗결과 331[km/h]로 밝혀져 그 이상의 速度를 얻기 위하여 非粘着驅動方式에 적합한 驅動裝置의 개발이 선행되게 되었다.

非粘着推進裝置로서는 propeller, jet推進裝置도 생각할 수 있으나 직접 直線推力를 발생시킬 수 있는 電動機인 linear motor가 地上輸送機關으로서의 非粘着驅動用電動機로 적합함이 인정되어 linear motor를 超高速電鐵用電動機로 이용하게 되었으며 특히 車輛이 超高速을 유지하려면 地面과 마찰없이 浮上된 상태로 水平面에 대한 평형이 유지되어야 하기 때문에 이에 必要한 浮上力, 水平復元力등을 얻는 方式으로서는 電

磁力을 이용하게 되었다.

linear motor를 電鐵車輛의 驅動用 電動機로 쓰이는 경우에 있어서의 장단점은 다음과 같다.

① 極間隔과 電源周波數를 적당히 설정하여 走行速度의 上限速度를 정할 수 있다.

② 非粘着驅動이므로 最大加速度, 最大減速度로서 加減速시킬 수 있다.

③ 電動機의 一次側 或은 二次側 중 하나를 地上에 설치하게 되므로서 車輛重量이 輕減되며 齒車裝置가 必要없고 構造가 간단하다.

④ 發電制動, 逆相制動, 回生制動等 一般電氣制動이 簡單히 이루어 질 수 있으며 冷却問題가 용이하게 해결된다.

⑤ 周波數 및 電壓變換方法에 의한 速度制御가 가능하며 특히 최근 대용량 thyristor가 개발됨에 따라 安定動作이 가능한 inverter라든가 位相制御裝置에 의한 速度制御가 편리하다.

그의 高速化에 따르는 集電問題가 생기지 않는다는 점등의 장점을 가지고 있으나 力率 및 效率이 낮으며 건설비가 과다하게 되는 缺點도 있다.

## 2. 走行車의 浮上和 安定化 方法

電鐵用車輛을 非粘着으로 超高速走行시키기 위하여 車輛을 地面으로 부터 浮上시키고 水平 平衡을 유지시켜 安定化 하는 방법으로는 超電導磁氣浮上方式이 채용되고 있다.

一例를 들면 그림 1에서와 같이 車上에 超電導 coil을 설치하고 軌道에는 常電導 coil을 설치하며 이 coil과 水平面內的 超電導 coil間에는 車輛走行時高速度的 相對運動에 의하여 反발력이 생기게 되어 車體가 浮上하게 된다. 즉 그림 1에서 超電導 coil의 相對運動에 의한 誘導電流를  $i_s$ , 地上의 常電導 coil의 勵磁電流를  $i_m$ 이라하고 두 coil間的 相互 inductance를  $M$ 이라 할 때 車上 coil과 地上 coil間에 작용하는 單位 長當의 電磁力  $f_z(t)$ 가  $f_z(t) = -\frac{i_s i_m(t)}{9.8} \frac{\partial M}{\partial Z}$  [kg/m]로計

\* 正會員: 漢陽工大教授(工博)

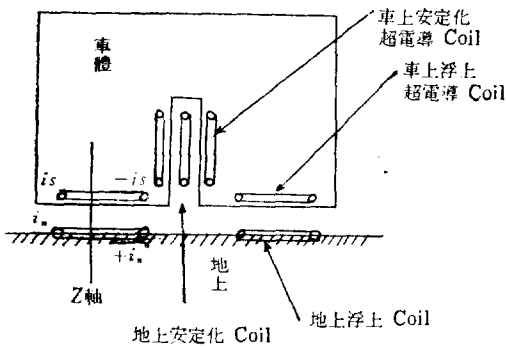


그림 1. 磁氣浮上和 平衡安定化方式의 coil 配置圖例

算되는 힘만큼 Z軸方向에 나타나 이것이 浮上力으로 작용한다. 또한 이 磁氣浮上 coil과 直角을 이루는 車體에 固定된 두 個의 超電導 coil과 地上에 固定시킨 常電導 coil間에도 同과 같은 原理의 電磁力이 작용하여 走行時 車體를 水平面에 대한 平衡을 유지시켜 주는 역할을 하여 安定化를 얻게 된다.

以上과 같은 車體의 磁氣浮上和 平衡方法 外에도 地上에 常電導 coil代身에 linear motor의 二次側에 해당하는 Al板의 rail을 常電導體로 사용하는 경우도 있으며, 原理의으로는 같으나 coil配置 方式등 구조상으로 여러가지 형태의 方式이 구상되고 있다.

### 3. 磁氣淨上走行試驗車의 一例

現在 개발연구가 進行되고 있는 超高速電氣鐵道用 磁氣浮上式 走行試驗車는 여러가지로 勾안製作되어 試驗運轉되고 있으나 日本, 日立製作所 笠戶工場에서 試作되

어 研究中에 있는 試驗車의 例를 들어 소개하면 다음과 같다.

日本 國鐵이 計劃하고 있는 時速 500[km/h]의 走行速度를 갖는 超高速電氣鐵道開發을 위한 磁氣浮上走行試驗車의 主要仕様을 보면,

走行車 길이	7,000mm
走行車 폭	2,500mm
走行車 높이	2,200mm
走行車重量	3,500[kg]
走行速度	60[km/h]
加減速度	最高 3.5km/h/s
浮上 높이	100mm以上
浮上力	3500kg以上
推進力	最大 950kg

이 試驗裝置의 構成圖는 그림 2와 같다.

그림 2는 走行試驗線에 浮上走行狀態의 斷面을 나타낸 것이며 紙面을 通하여 나오는 방향이 前面에 해당된다. 이 試驗裝置에서는 linear motor의 一次側은 地上에 固定되어 있고 二次側은 車上에 固定시킨 一次 地上 設置方式을 擇한 것이고, 車體에 固定된 二次 Al 導體板(reaction plat)은 上下部의 地上 固定設置 案內 rail에 의하여 走行時 問題되는 一次와 二次間의 空隙을 유지 하게끔 되어 있다.

이상 超高速電氣鐵道開發에 있어서 핵심이 되는 驅動方式에 電磁力의 應用面을 개략적으로 알아 보았다. 앞으로 走行車의 輕量化문제 車體의 強度 linear motor의 一次와 二次間 및 超電導 coil과 常電導 coil間의 電磁 現象에 起因되는 振動等 여러가지 問題가 해결되어야 할 과제로 남아 있으며 현재의 研究進行 추세로 보아서 1980年代에는 超高速電氣鐵道가 실현 될 것으로 전망 된다.

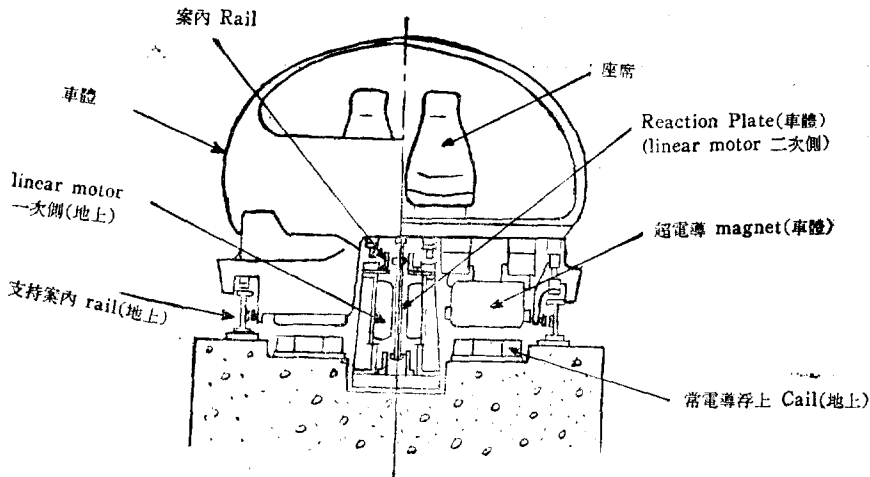


그림 2. 磁氣浮上試驗車의 斷面圖의 한 例