傾斜式列車發展及實用探討

203 張祐維、207 吳嘉豪

一、研究動機

2018 年 10 月 21 日，普悠瑪列車在新馬車站發生翻車事故，死傷相當嚴重，衍生出的問題，一度造成社會恐慌，有人甚至指出普悠瑪號不是傾斜式火車，引起各界論述。根據這次的事件，我們也想進一步探討傾斜式火車的發展，以及各國、台灣的使用狀況。

二、研究目的

(一)傾斜式列車的發展

(二)台灣適不適合使用傾斜式列車

(三)台灣與各國傾斜式列車的比較

(四)傾斜式列車總體分析

三、傾斜式列車的發展

(一)自然傾斜式

自然傾斜式，是最早的傾斜技術，利用慣性把向心力透過連桿使車體傾斜，但由於機械反應速度過猛，造成振動頻繁，也容易使旅客暈車，大多已經停用，只剩日本 JR 的 381 系，見圖一。

(二)控制型傾斜式

利用加速計感知檢測向心力大小，再透過電動或油壓等方式使車體主動傾斜，將電子訊號傳送至車體下方的馬達,使車輛傾斜。日本國鐵民營化後，JR 發現 381 系的問題,因此在開發 2000 系柴油特急時，斜角大約是 6 度左右，速度可以提升 25 公里。供電的轉向架因為傾斜過大而必須使用特殊設計。

圖一 日本 JR 的 381 系

圖二 太魯閣列車

(三)空氣彈簧控制型傾斜

雖然最多只能傾斜 2 度,但除了空氣彈簧之外的零件基本上都可以和一般車輛通用，成本也自然壓低了下來，也成了現今主流的傾斜技術。**在一定溫度之下，氣體的壓力與體積成反比的關係**，當氣體的體積被壓縮為一半時，其內部的氣體壓力（彈力）將變為兩倍。空氣彈簧比起傳統的金屬製彈簧，較能吸收許多細小的回彈震盪，能使乘客感受到較為舒適的乘坐感。

圖三 普悠瑪列車

四、台灣與各國傾斜式火車的比較

(一) 英國因電氣化耗費金錢、時間太過龐大，採用柴油傾斜式列車。台灣本來也想購買此種列車，卻因電氣化規劃而取消。

(二) 台灣傾斜技術用於鐵路，其他國家則多用於高速鐵路，行駛速度有明顯的差異。

(三)比較台灣、日本、英國、美國傾斜式列車

國家	台灣	台灣	日本	英國	美國
車輛型式	TEMU2000 型普悠瑪號	TEMU100 型太魯閣號	新幹線 N700 系	221 型 SuperVoyagers	Acela 特快
營運年分	2013	2007	2007	2002	2000
行駛路段	潮州－臺東 (752.5km)	員林－知本 (553.7km)	山陽地區	倫敦 Euston—切斯特、Holyhead—雷克瑟姆	華盛頓特區至波士頓 (734km)
行駛速度	140	130	300	200	240
動力系統	交流電 25KV	交流電 25KV	交流電 25KV	柴油	交流電 11KV
傾斜角度	2	5	1	6	無資料

五、台灣適不適合使用傾斜式列車?

(一)

	170 自強號	282 普悠瑪號
停靠站	台北→松山→七堵→宜蘭→羅東→花蓮	台北→松山→七堵→宜蘭→羅東→花蓮
時間	10:00~12:30	17:40~19:50
總時間	2hr20min	2hr

(二)

	410 自強號	408 太魯閣號
停靠站	台北→松山→花蓮	台北→松山→花蓮
時間	7:59~10:19	7:40~9:40
總時間	2hr20min	2hr

假設:兩輛列車均沒有誤點　　資料擷取自:台鐵火車時刻查詢表

(三)從台北至花蓮，山的阻礙使鐵軌多彎曲，自強號須減慢速度行駛，傾斜式火車則可多加 20km/hr 行駛，降低 20 分鐘的行駛時間，大大提升花東地區的運輸品質，所以本文認為傾斜式火車適用於台灣。

六、傾斜式列車總體分析

乘客影響	一般車輛有機械彈簧、空氣彈簧維持舒適度；傾斜式只有空氣彈簧，舒適度降低。一般列車遇轉轍器時會吸收地面的衝擊，晃動較緩和；傾斜式則因軌道縫隙直接傳回車體，晃動較強烈(有可能造成頭暈、不適)。
安全影響	在地基穩固、鐵軌有保養的條件下，只要規定速限、傾斜角度足夠，不會有危險的疑慮。
速度影響	西部幹線:台北直達高雄，傾斜式比自強號快一個小時。 東部幹線:台北至花蓮，傾斜式比自強號快 20 分鐘。

七、結論

台北至花蓮已經節省 20 分鐘的行車時間，若是行車距離增長，更能看出傾斜式列車真正的成效。

未來發展磁浮式列車不但能節省更多時間，也能改善傾斜式列車搖晃的缺點。

八、參考資料

1. <傾斜式列車技術與發展論文>，鄭錫謙、鄭慧庭、周祺(2018)
2. 維基百科，http:// //zh.wikipedia.org/zh-tw/擺式列車，取自 2019 年 5 月 17 日
3. 台鐵火車時刻查詢表
4. Mook 景點 https://www.mook.com.tw/article.php?op=articleinfo&articleid=13140，取自 2019 年 5 月 17 日