

處置迅速、應變得宜 臺中捷運烏日文心北屯線電聯車 聯結器故障處理之策進作為

文圖/邱智顯

臺中捷運烏日文心北屯線本局於去年109年6月完成系統穩定性測試後交付台中捷運公司模擬演練，及完成了初履勘作業，交通部109年11月6日函發臺中市政府營運許可。中市府遂於11月16日起辦理試營運，開放全線18個車站供臺中市民免費自由搭乘，但於試乘期間11月21日11時57分TR17列車(車組號碼：33/34)行駛於高鐵臺中站尾軌經過橫渡線折返時，列車緊急煞車(EB)作動，觀察車間通道地板有局部塌陷情形，於是臺中捷運公司變更正線運轉模式為局部運轉，試乘區間為G0北屯總站至G13大慶站，隨後相關單位趕赴現場勘查發現TR17列車，車間半永久式聯結器牽引裝置軸心斷裂。(詳如圖1及圖2)

事件發生後廠商川崎公司、本局相關單位與台中捷運公司三方配合下決定中斷全線試營運作業，進行事件調查、研析及改善作業。作業初期擬定以確認本次故障發生係為個案或通案事件進行調查，隨即依排程進行全車組聯結器電纜及聯結器拆解作業，並邀請第三方公正單位完成全車隊聯結器牽引裝置軸心檢查作業，廠商於12月7日提送初期調查報告，同時本局立即召開臺中捷運烏日文心北屯線電聯車聯結器故障廠商調查報告檢討會議。

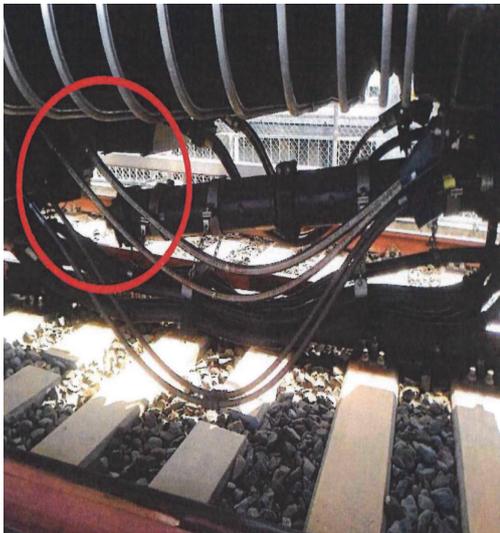


圖1 車間半永久聯結器斷裂位置

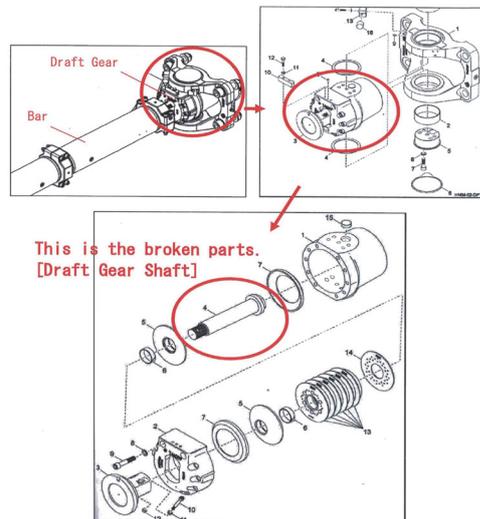


圖2 車間半永久聯結器牽引裝置軸心圖

於相關調查進行及廠商研析提供替換備品作業期間，受到來自臺中市政府、市議會及臺北市政府、市議會以及媒體各界的關切；為維持事件調查之客觀專業、公正及公信力，本局依柯文哲市長指示邀集業界及學界等各方專家學者，成立「臺中捷運烏日文心北屯線電聯車半永久式聯結器故障調查報告審查委員會」，委員會由7位專家學者組成，委員會任務為1.協助檢視廠商提出故障原因之合理性，2.協助確認廠商所提解決對策之可行性，3.協助對外說明廠商調查報告審查結果。

本次故障發生之後，廠商川崎公司(KHI)進行全面性故障調查。在故障分析部分，故障原因經實驗室破損分析，在兩個斷裂面上皆觀察到海灘條紋狀的紋路，確認為疲勞斷裂。疲勞斷裂之原因，經實際量測列車上半永久式聯結器自由度不佳，確認因組裝不當聯結器錨固件出現非預期摩擦力導致過大彎矩，直接作用於牽引裝置軸心上造成應力集中進而發生軸心疲勞斷裂。委員會針對軸心強化、材料材質、組裝安裝及預防維修等四個面向深入檢討。

在材料材質部分，建立嚴格的製程管制，確保軸心材料適當熱處理，避免強化軸心機械性質未達原廠需求規格，於材料供應商出廠前即進行適當的熱處理，簡化材料加工製程，另於強化軸心運抵時依品管程序抽樣送檢以確認材料規格。

在製造組裝程序部分，修正原有之組裝程序，建立適當的組裝程序以確保半永久九式聯結器(SPC)總成組裝之正確。為防範因作業人員疏失所造成之缺失，故於強化軸心組裝過程中加入各個檢查點以確保安裝強化軸心之牽引裝置於組裝過程無誤，川崎公司(KHI)為展現對此事件負責之態度，後續並將持續進行長期之監控，以確保牽引裝置運作正常。

在安裝作業部分，為改善軸心上出現之應力集中現象，將鎖固的方式改為壓入緊配，並將鎖固與牽引裝置吸能組件壓縮量調整螺紋移至牽引裝置外蓋後方，以消弭於原軸心螺紋處之應力集中現象，另強化軸心需進行全面性之設計檢討及完整之設計驗證測試，廠商川崎公司對於強化軸心進行完整之疲勞分析，確保足夠之軸心疲勞強度。強化軸心元件進行多項元件設計驗證測試，包含疲勞拉伸、靜態拉伸/壓縮及疲勞彎矩測試，以確保強化軸心能完全符合設計所需。

110年1月4日廠商川崎公司於法國生產之第1批升級軸心運抵14支至工地，並由本局會同廠商及中捷公司進行隨機抽樣，送第三公正SGS進行檢驗作業，1月13日第2批25支升級軸心到貨，抽樣1支送金屬中心檢驗，檢驗結果都符合規定，廠商川崎公司於現場安裝半永久式聯結器總成完成後，進行各項實際之靜動態驗證，含測試軌100公里驗證、主線300公里動態測試、全載重AW3(500公里)動態驗證及型式合格測試(Type Test)，以確保執行更換作業的正確性及列車適用於臺中烏日文心北屯線主線線形各項運行條件。(詳如圖3及圖4)



圖3 列車滿載AW3載重驗證測試

圖4 設置三軸位移量測及車下攝影鏡頭

柯市長在農曆年後第一個上班日，南下臺中關心電聯車聯結器改善進度，並搭乘列車檢視測試情形。柯市長肯定本局於電聯車聯結器故障，改善期間積極負責的態度，並藉由專家學者協助徹底找出問題解決問題，以昭公信，確保日後營運安全。(詳如圖5及圖6)

臺中捷運烏日文心北屯線電聯車半永久式聯結器故障調查報告審查委員會計召開20次審查委員會及10次分組工作會議，以釐清事件故障原因，確保營運安全為最高原則；臺中捷運烏日文心北屯線半永久式聯結器故障調查案，經過廠商的檢討調查及強化軸心改善作業，並實施測試驗證作業，經審查委員會審查符合驗證要求，廠商已確保強化後之半永久式聯結器正常運作，審查委員會更進一步建議可提供收費營運服務(Revenue Service)，臺中市政府依本府110年2月17日審議完成之調查報告進一步擬定恢復試營運及通車時間。

本故障事件發生由單純專業問題演變成政治化事件，在柯市長及府級長官領導策進下，面對問題解決問題，於短短3個月內處理完成，順利讓台中捷運綠線3月25日恢復試營運，4月25日通車營運，團隊處置迅速且應變得宜，充分發揮團隊專業及合作精神，表現獲得柯市長肯定。



圖5 柯市長視查臺中電聯車測試情形



圖6 柯市長視查臺中電聯車測試情形

Prompt and Appropriate Handling: after Coupler Failure on Taichung MRT Wuri-Wenxin-Beitun Line

After the coupler failure on the Taichung MRT Wuri-Wenxin-Beitun line, which happened on November 21, 2020, DORTS's staff proactively and responsibly handled the incident with a thorough fulfillment of their obligations. Eventually, trial operations of the Taichung MRT commenced on March 25, 2021, and it was officially opened to traffic on April 25 of the same year. The residents of Taichung can now appreciate the safe, comfortable, and rapid transportation provided by their metropolitan rapid transit system.