

臺鐵6432次普悠瑪列車新馬站內 正線出軌事故初步調查結果

1021鐵路事故行政調查小組

107年11月26日

簡報內容

- 事故發生經過
- 行政院成立調查小組
- 調查紀要
- 重要事證
- 重要事實發現
- 事故原因
- 後續作業
- 重要議題說明
 - ✓ 是否因傾斜功能失常出軌？
 - ✓ 是否因緊急煞車或撞擊異物出軌？
 - ✓ 數位速度表顯示與實際車速有無不符？
 - ✓ 實際車速與速度把手操作有無不符？

事故發生經過

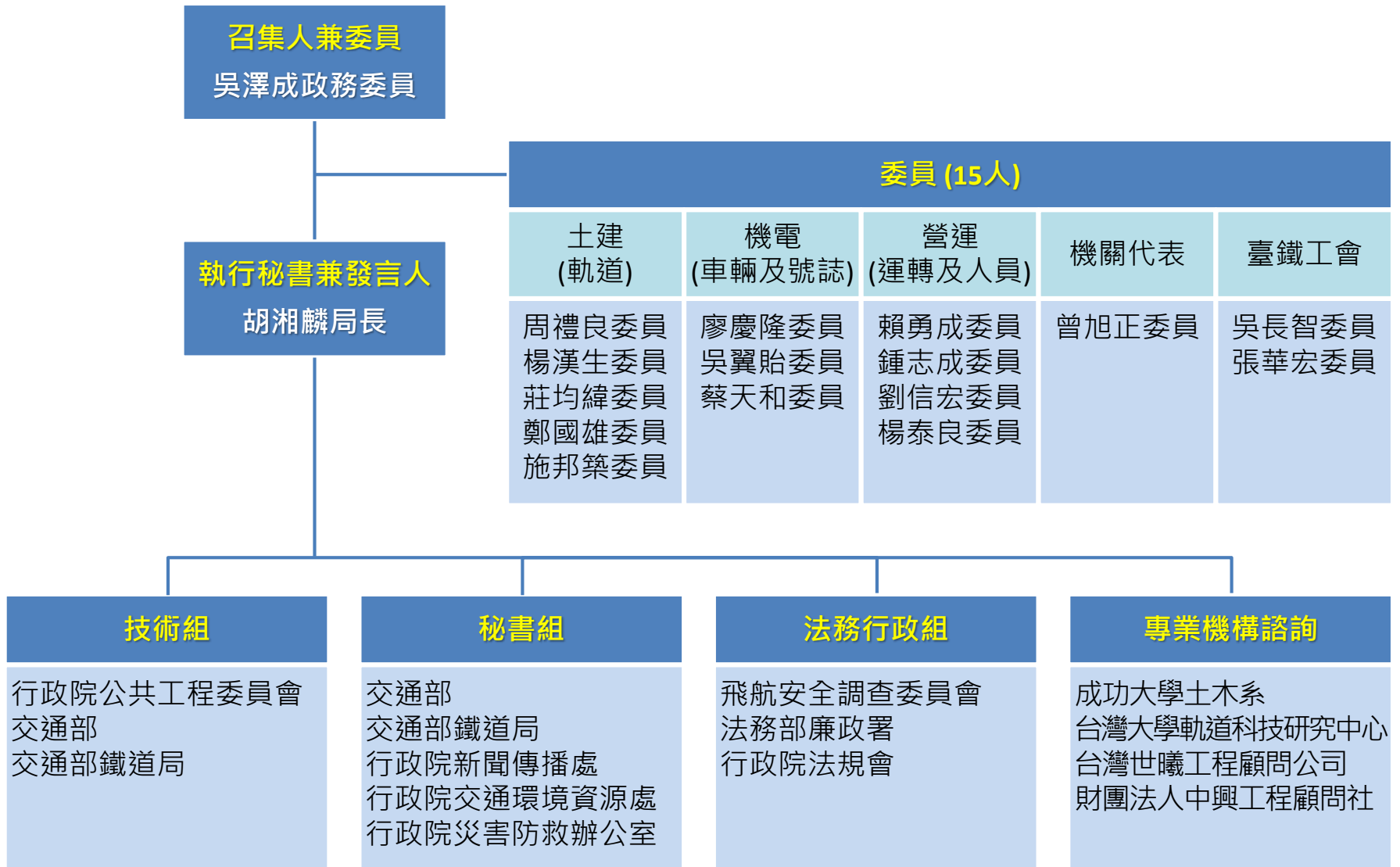
- 107年10月21日第6432次普悠瑪列車於14時49分自樹林站開往台東，15時39分起列車出現動力時有時無及停留軔機作動現象。
- 司機員於16時05分第一次通報福隆站後，沿途持續與綜合調度所調度員及臺北機務段檢查員通聯尋求支援；列車於16時14分在大溪站前約1.8公里處(里程K43+000)因停留軔機作動停車，16時17分司機員將ATP隔離後續行。其後按表於宜蘭站(16時34~37分)、羅東站停車(16時43~44分)。
- 列車於16時49分進入新馬站月台前(里程K89+220)曲線半徑306公尺彎道處，8節車廂全數出軌，其中4節車廂傾覆，造成旅客18人死亡、267人受傷。



行政院成立調查小組 (1/2)

- 行政院賴院長迅即指示由吳澤成政務委員於107年10月22日邀集鐵路領域相關學者專家、行政院公共工程委員會、災害防救辦公室、交通環境資源處、新聞傳播處、法規會、飛航安全調查委員會、法務部廉政署、交通部及鐵道局共同成立「1021鐵路事故行政調查小組」(以下稱本調查小組)，並將原交通部依鐵路法第56條之5規定成立鐵路行車事故調查小組委員納入，由鐵道局胡湘麟局長擔任執行秘書兼發言人。
- 本調查小組任務係為釐清事實，探討真正事故原因，找出問題並提出改善對策。

行政院成立調查小組 (2/2)



調查紀要

- 調查小組由交通部鐵道局偕同調查委員就可能事故原因，積極進行資料蒐集、交叉比對、模擬測試、人員訪談及委託專業機構進行模擬或分析。
- 截至目前，計召開7次委員會議、38次工作會議，3梯次計31人次人員訪談、2次實車模擬、2次設備測試、3次現場勘查，另並委託成功大學土木系、台灣大學軌道科技研究中心、台灣世曦工程顧問公司、財團法人中興工程顧問社協助進行相關專業模擬或分析。

重要事證

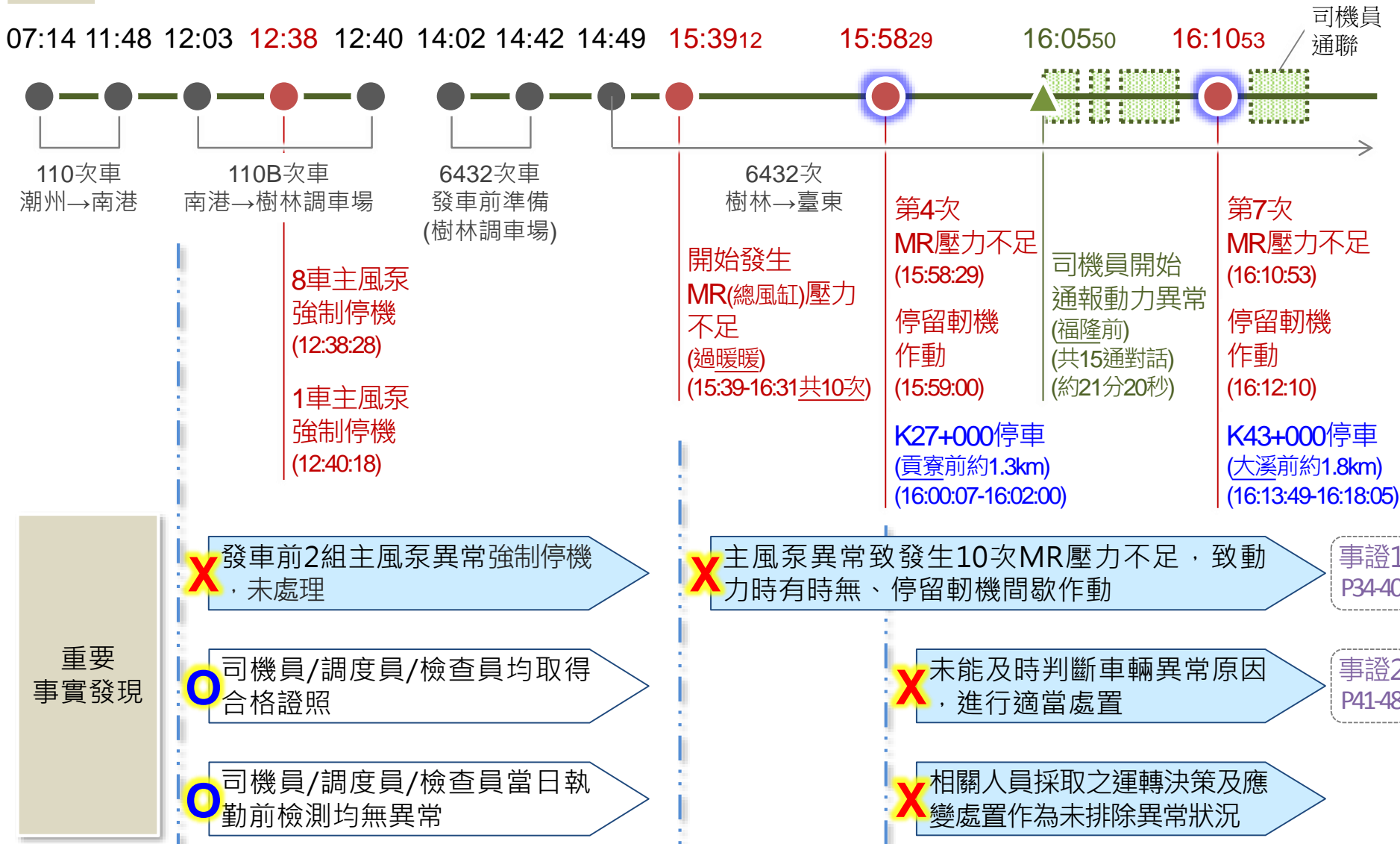
- 一. 相關監視影像紀錄
 - 新馬站月台監視影像
 - 駕駛艙前端行車影像
- 二. 列車控制監視系統(TCMS)紀錄資料
 - 實際車速、速度把手位置、煞車把手位置、ATP隔離狀態、主風泵狀態、總風缸(MR)壓力狀態
- 三. 自動列車防護系統(ATP)紀錄單元(RU log)
 - ATP系統允許運轉速限、實際車速、ATP隔離狀態
- 四. 通聯紀錄
- 五. 相關標準作業程序規章
- 六. 路線及車輛維修紀錄

以上部分物證於第一時間經宜蘭地檢署扣押在案，經公文協調共同勘驗或取得備份

重要事實發現 (1/3)

日期 107年10月21日

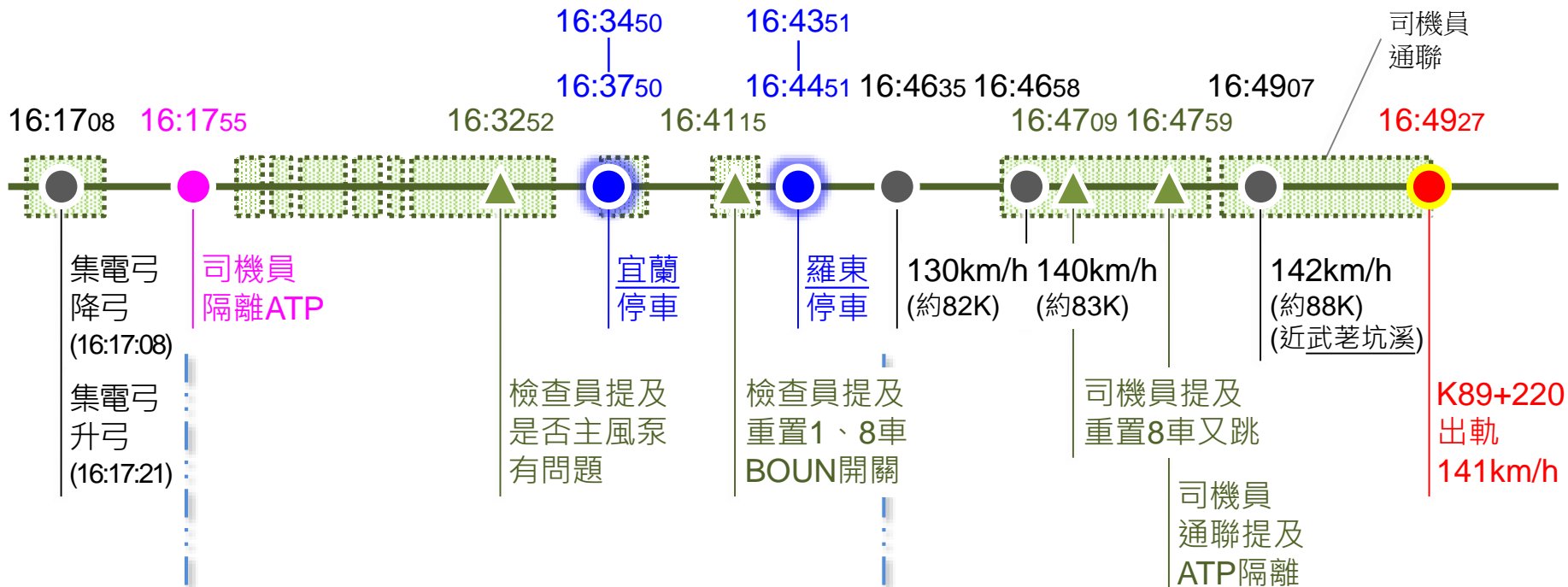
編組 普悠瑪TEMU2007+TEMU2008



O : 與事故原因尚無關聯

X : 與事故原因有關

重要事實發現 (2/3)



重要事實發現

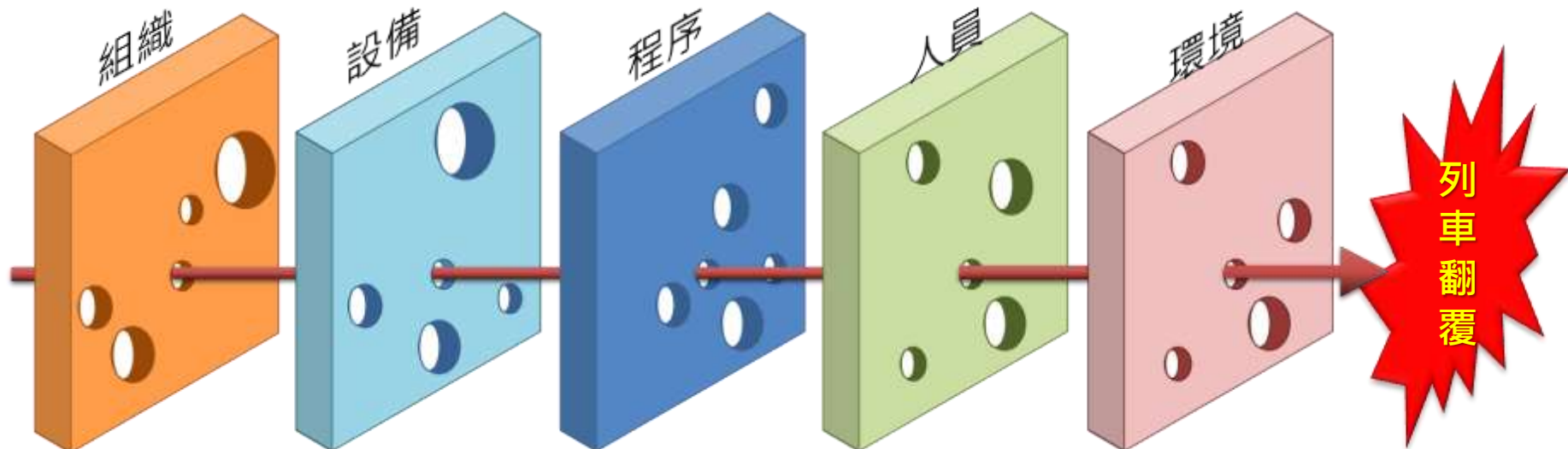
- X** ATP系統被司機員隔離 (ATP system isolated by driver) [事證3 P49-52]
- X** ATP遠端監視未連線，未發出告警訊息 (ATP remote monitoring disconnected, no alarm message) [事證4 P53-54]
- O** ATP系統軟硬體無異常 (ATP system software/hardware normal)
- O** 車輛主要設備無異常 (車輪、轉向架等) (Vehicle main equipment normal (wheels, bogies, etc.))
- O** 傾斜裝置無異常 (Tilt device normal)
- X** 司機員於列車行進中持續通聯及嘗試排除異常狀況 (Driver continuously communicates and attempts to resolve abnormal conditions during train movement) [事證5 P55-57]
- X** 列車未減速進入彎道，車速超過曲線傾覆臨界速度 (Train does not decelerate into curve, speed exceeds curve overturning critical speed) [事證6 P58-62]
- O** 速度把手及數位速度表測試無異常 (Speed handle and digital speedometer test normal)
- O** 軌道狀態無異常 (Track condition normal)

O : 與事故原因尚無關聯 **X** : 與事故原因有關

重要事實發現 (3/3)

- 一. 事故列車2組主風泵於發車前即強制停機，未正常運作，使列車於15時39分12秒起計發生10次總風缸壓力不足狀況，致動力時有時無、停留軔機間歇作動。
- 二. 司機員於16時17分55秒隔離ATP系統；司機員於16時47分59秒通聯提及：「現在變成把ATP把它關起來」，機車調度員回覆：「ATP關起來會好嗎？」
- 三. 事故列車ATP遠端監視系統未連線，致未發出告警訊息。
- 四. 事故列車16時44分51秒從羅東站出發，速度把手置於140 km/h段位，16時46分58秒列車速度達140km/h。16時46分57秒起司機員與機車調度員、臺北機務段檢查員通聯(通話時間計2分09秒)，嘗試排除列車異常狀況，未操作煞車把手，列車未減速進入彎道，16時49分27秒速度141km/h，超過曲線傾覆臨界速度，列車出軌；16時49分28秒最後紀錄顯示，速度把手置於OFF段位，車速135km/h。
- 五. 人員證照與勤前檢測、事故路段軌道狀態、ATP軟硬體、列車傾斜裝置、速度把手、數位速度表及相關設備(車輪、轉向架等)，無異常。

事故原因分析 - 起司理論



- 安全管理制度不完善
- 主風泵過去曾發生異常但未真正找出原因並予修復
- 司機員管理未落實

- 主風泵異常致MR壓力不足，致動力時有時無、停留軔機間歇作動
- ATP系統被隔離
- ATP遠端監視未連線，未發出告警訊息

- 相關人員採取之運轉決策及應變處置作為未排除異常狀況

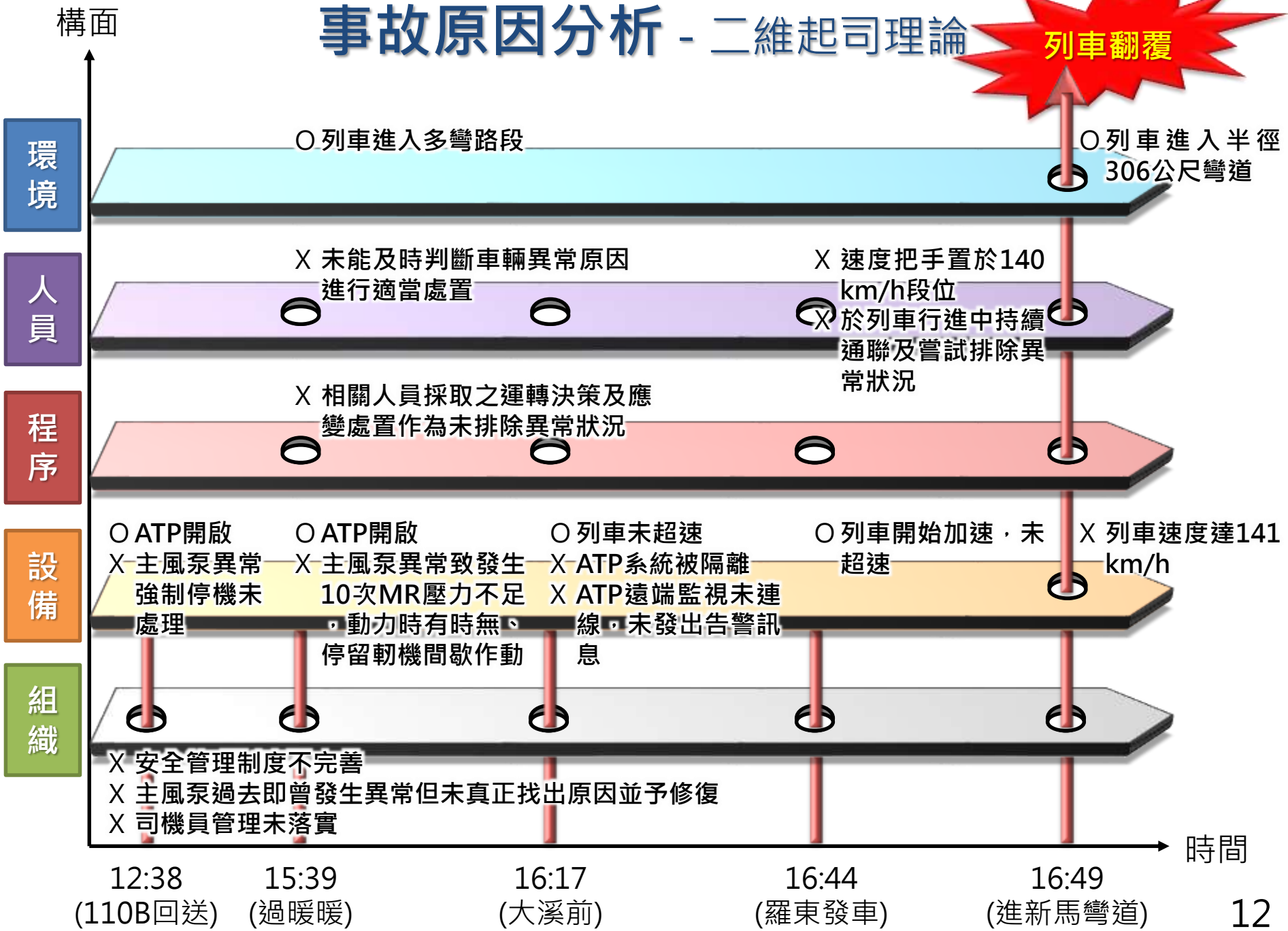
- 司機員於列車進行中持續通聯及嘗試排除異常狀況
- 未能及時判斷車輛異常原因，進行適當處置

- 列車未減速進入彎道，車速超過曲線傾覆臨界速度

人員操作、作業程序、機械設備及組織管理等個別層面的問題或異常湊巧同時穿過每一道防護措施的漏洞

只要當時任一環節能有效處置，事故就不會發生

事故原因分析 - 二維起司理論



事故原因

事故列車以超過速限(75km/h)的速度(141km/h)進入半徑306公尺的新馬站彎道，致列車前進方向第1節車廂右側車輪浮起後出軌並向左側傾覆，隨後第2至8節車廂也相繼出軌。

事故列車行進中，因主風泵異常，發生列車動力時有時無、停留軔機間歇作動之異常狀況，相關人員採取之運轉決策及應變處置作為未排除異常狀況；司機員於列車行進中，同時持續通聯嘗試排除列車異常狀況，進入新馬站彎道前未依規定減速。

又ATP系統被隔離，且普悠瑪列車之ATP遠端監視功能未連線，致相關防護措施均未被執行。

後續作業

- 截至目前為止，本事故調查所得各項事實發現，應可推斷事故原因，然為使調查報告更具科學專業分析基礎及佐證，本調查小組仍將持續委託學術或專業機構辦理下列模擬分析工作：
 - ✓ 曲線翻覆臨界速度模擬
 - ✓ 列車出軌後車廂碰撞行為分析與動畫模擬
- 有關本事故所涉檢討改善事項，本調查小組已於調查過程中就需立即改善事項，包括督促司機員不得自行隔離ATP及因故隔離須降速運轉、檢討ATP隔離相關規定、完成普悠瑪列車遠端監視連線、確實找出主風泵異常原因並予改善、搶修後之新馬站軌道平整再改善等，已要求臺鐵局落實執行。後續將就各項事實發現及事故原因，深入探討潛在問題，研提完整改善對策。
- 有關調查報告之定稿尚待繼續完成。

議題1

是否因傾斜功能失常出軌？

議題1：是否因傾斜功能失常出軌？

- 事故列車各車廂傾斜控制(TC)單元紀錄卡(CF卡)已毀損無法讀取。
- 事故列車與其他觀測列車通過武荖坑鐵橋之傾斜角度，按駕駛艙前端行車影像顯示如下表。

列車車型及運轉日期	傾斜角度	平均
107年11月07日 F1038 推拉式	- 4.5	- 4.4
107年11月08日 F541 EMU電聯車	- 4.3	
107年11月08日 第280次 普悠瑪	- 7.2	- 7.0
107年11月10日 第732次 普悠瑪	- 6.8	
107年10月21日 第6432次 普悠瑪 (事故列車)	- 5.8	-

- 依曲線傾覆臨界速度分析結果，非傾斜列車於306公尺彎道之臨界速度為112km/h，傾斜列車則為121km/h，事故列車速度達141km/h，無論列車有無傾斜均超過臨界速度。

駕駛艙前端行車影像解析傾斜情形

107.11.8 EMU541次(無傾斜功能)
(往內傾斜4.3 °)



107.11.10 普悠瑪732次
(往內傾斜6.8 °)



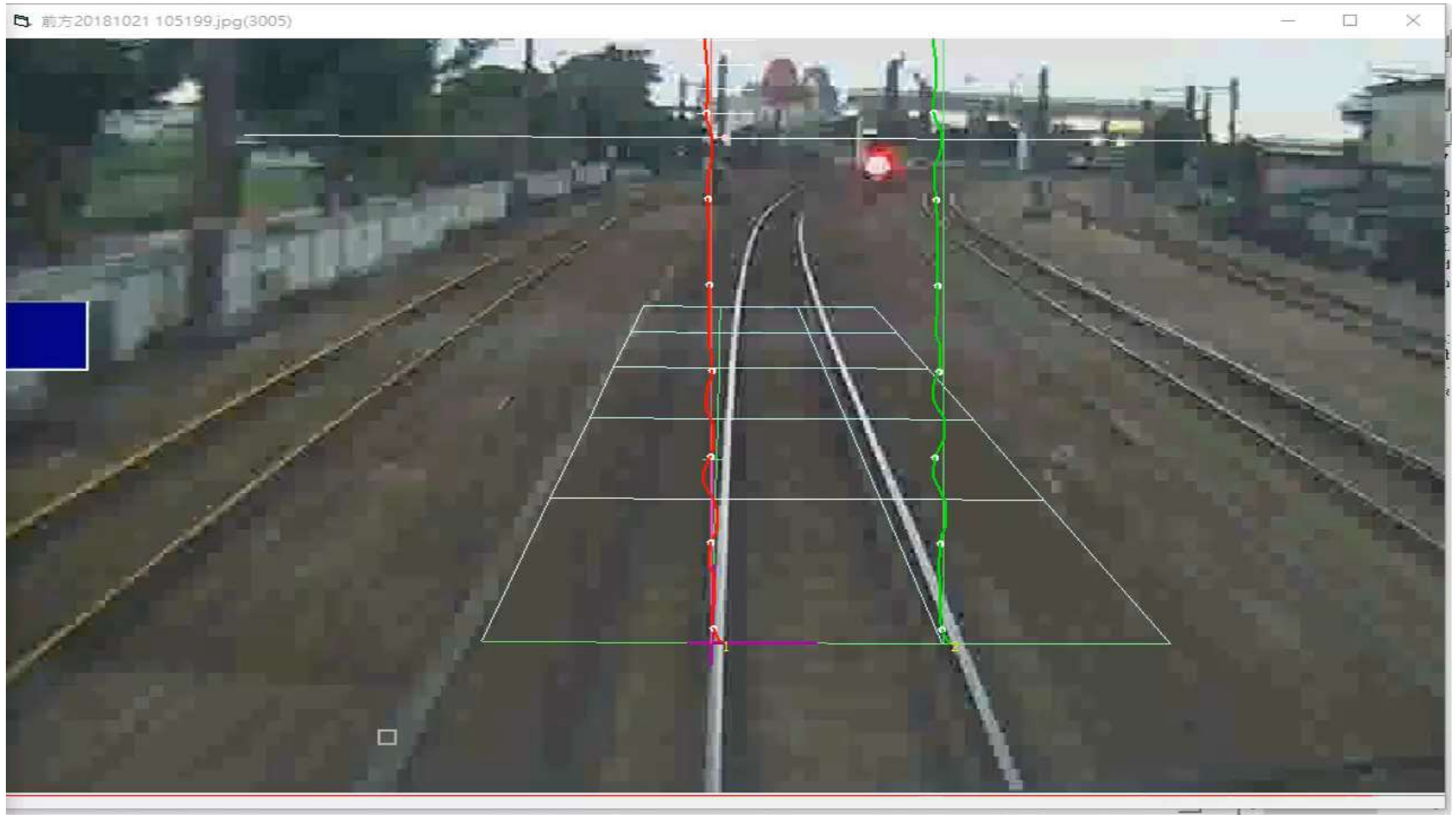
107.10.21 普悠瑪6432次
(往內傾斜5.8 °)



議題2

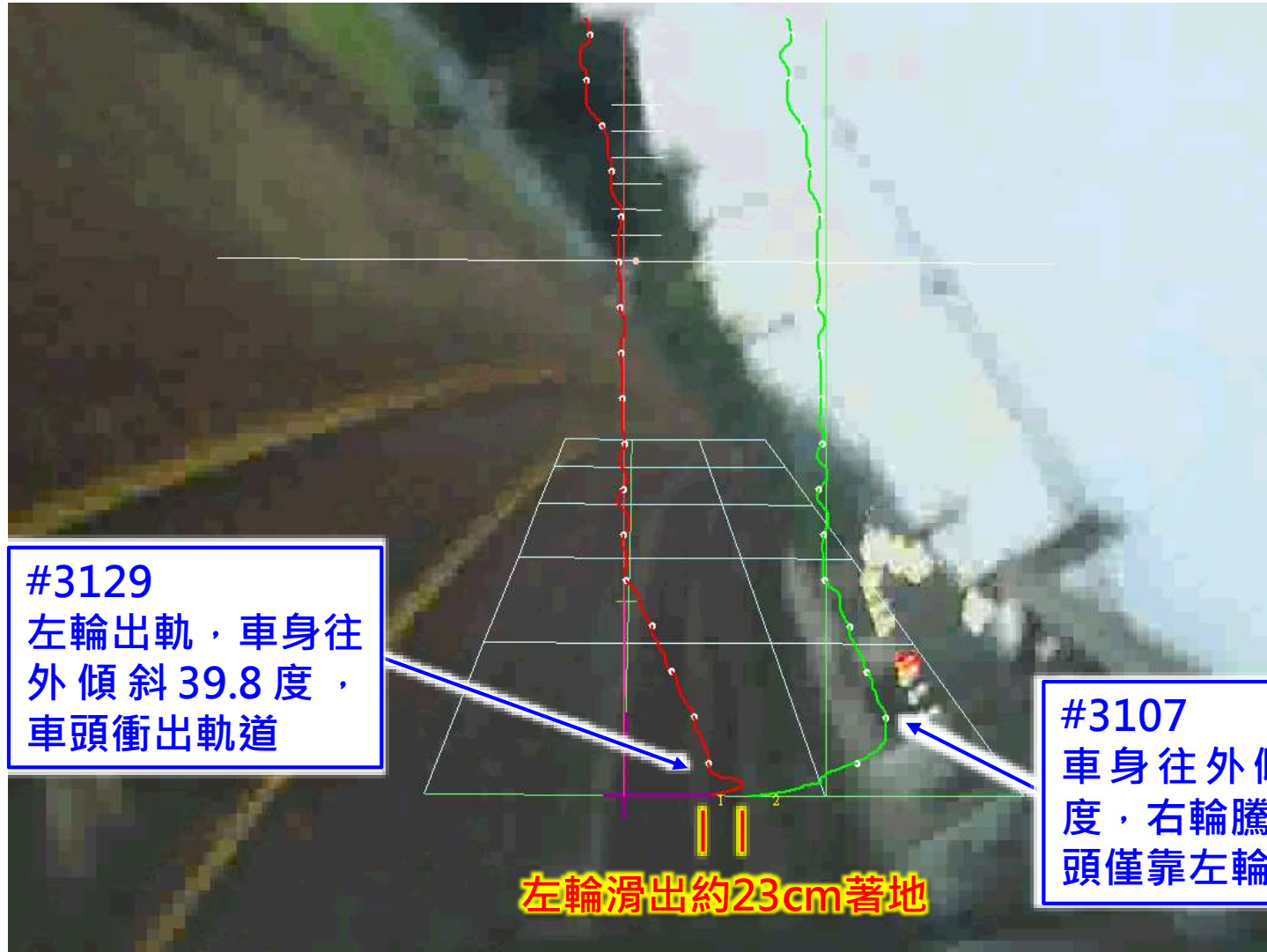
是否因緊急煞車或撞擊異物出軌？

事故列車出軌前影像解析



駕駛艙前端行車影像紀錄

事故列車先向左傾斜0.73秒之後出軌 (出軌時尚未碰到月台)



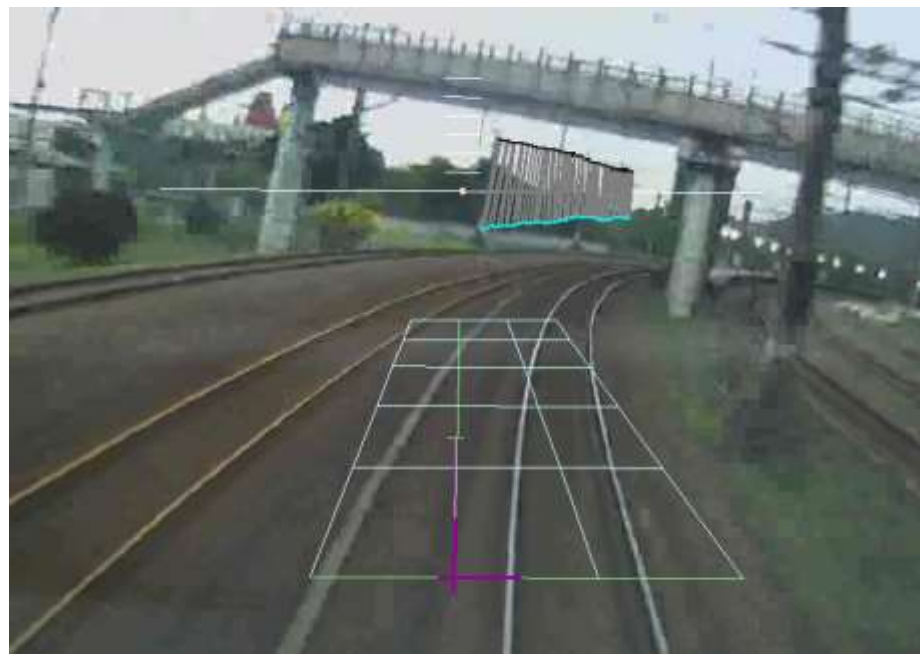
第1節車廂右輪浮起時之護軌



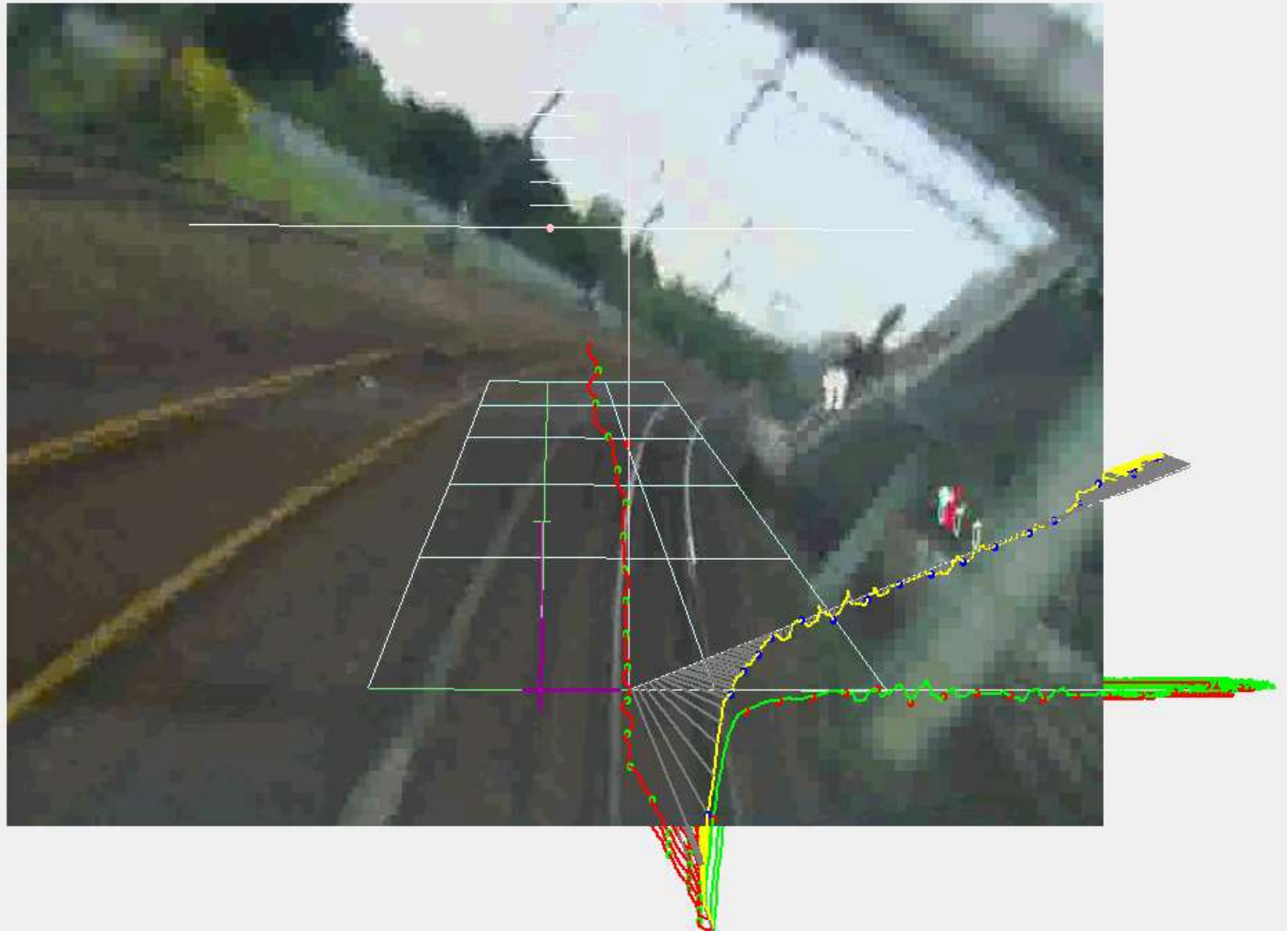
護軌內側遭騰空之右輪撞擊



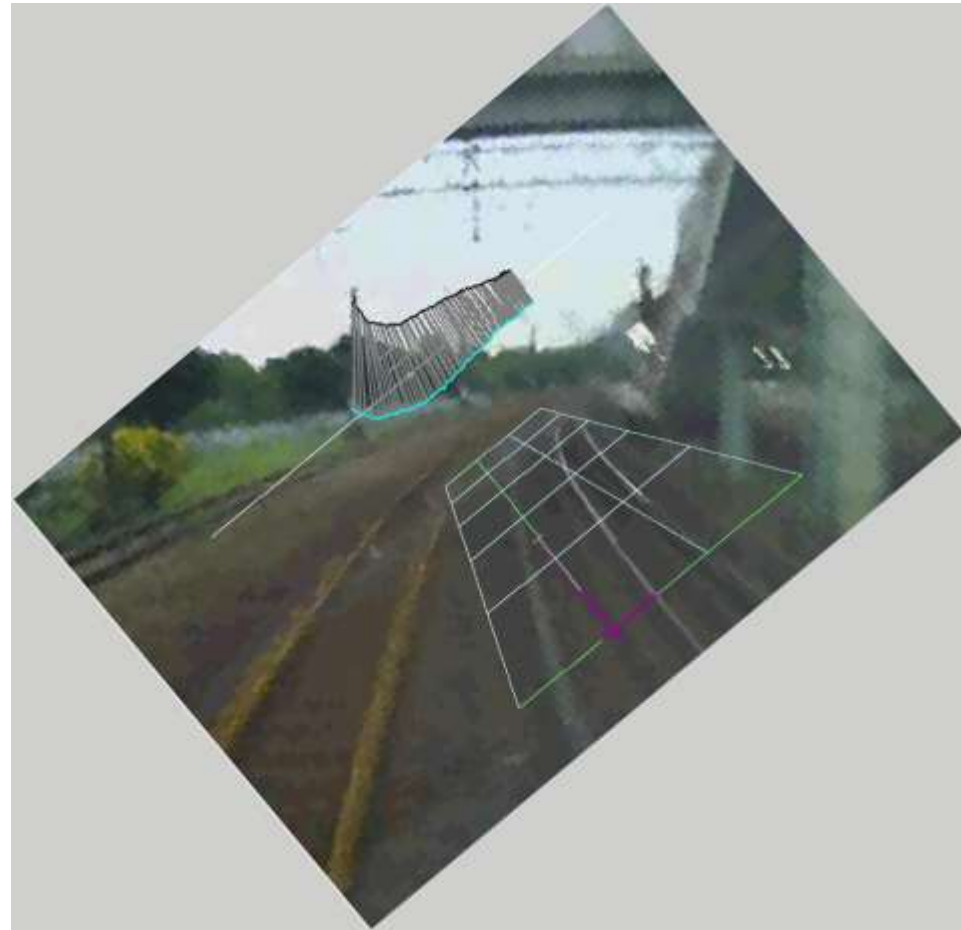
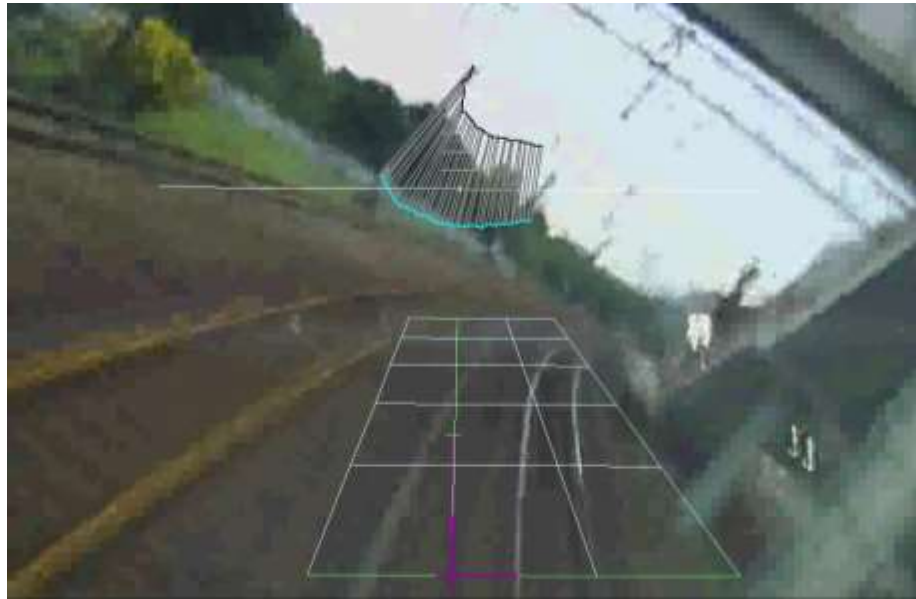
第1節車廂右輪出軌時，車身往外傾斜12度



第1節車廂左輪往左出軌位置



第1節車廂左輪出軌時，車身往外傾斜39.8度



議題2-1：是否因緊急煞車出軌？

- ❑ TCMS紀錄顯示，事故列車速度自出軌前6公里到出軌點均維持在139-142km/h，無任何煞車作動紀錄。
- ❑ 駕駛艙前端行車影像顯示，列車於出軌前速度維持一定，無減速或緊急煞車跡象。
- ❑ 事故路段鋼軌面無緊急煞車痕跡。



議題2-2：是否因撞擊異物出軌？(1/2)

- ❑ 駕駛艙前端行車影像顯示，無撞擊異物致列車跳動或遭衝擊情形。
- ❑ 車廂前方外觀無撞擊異物痕跡。
- ❑ 主排障器(距離鋼軌面85-150mm可排除大型障礙物)及輔助排障器(距離鋼軌面35-40mm可以排除小石頭)均未發現撞擊痕跡。



議題2-2：是否因撞擊異物出軌？(2/2)



第1節車廂前方轉向架
主排障器



第1節車廂前方轉向架
輔助排障器

議題3

數位速度表顯示與實際車速有無不符？

議題3：數位速度表顯示與實際車速有無不符？

- ❑ TCMS於列車運轉中持續記錄列車實際速度，速度把手操作與TCMS記錄之速度無異常。
- ❑ 事故列車數位速度表之顯示狀態並無紀錄，事故發生前之顯示情形無法還原；惟該速度表經拆卸測試無功能異常情形。

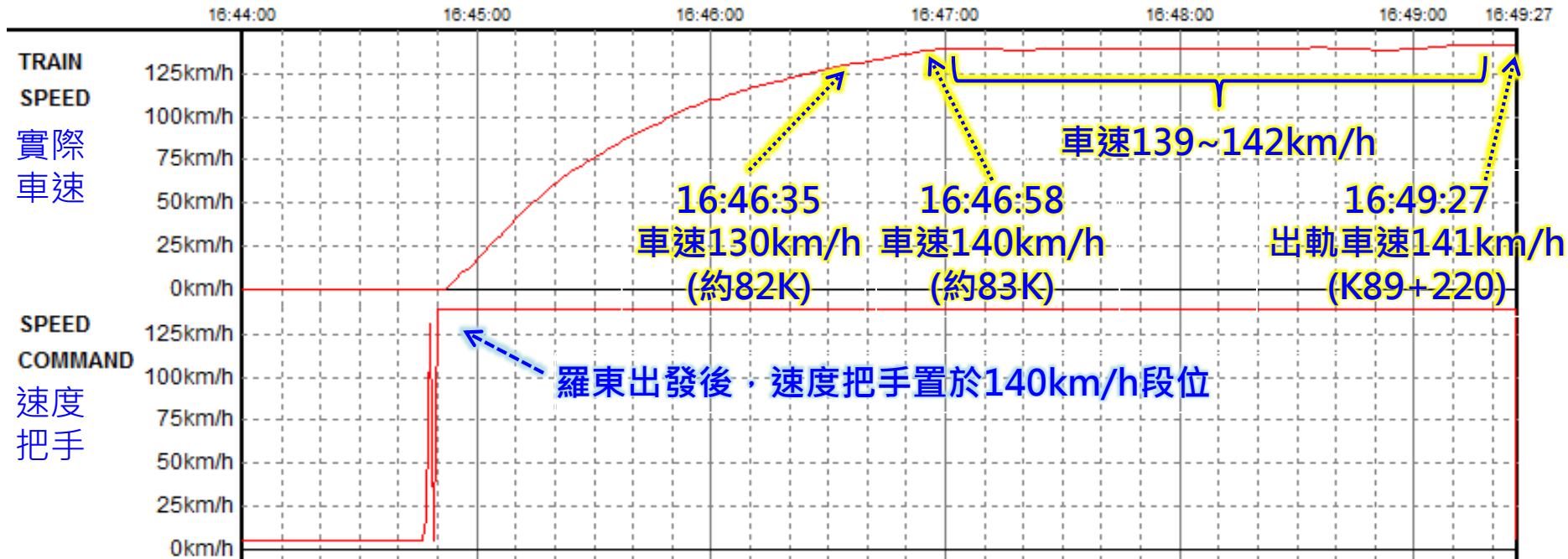


議題4

實際車速與速度把手操作有無不符？

議題4：實際車速與速度把手操作有無不符？

- 按TCMS紀錄顯示，速度把手操作與實際車速無異常。
- 事故列車速度把手，經宜蘭地檢署10月26日拆卸裝設於其他普悠瑪列車測試功能無異常。



簡報完畢

事證1

事故列車動力時有時無之原因
(主風泵異常之影響)

普悠瑪主風泵



主風泵功能與運作機制

□ 主風泵功能

- ✓ 製造壓縮空氣，提供全車軔機(煞車)、真空廁所、空氣彈簧(傾斜裝置)、自動門機所需之空氣源。每列普悠瑪有4組主風泵(第1、3、6、8車)。

□ 若部分主風泵異常，將導致MR(總風缸)壓力下降。當MR壓力低於一定數值時，為避免需煞車時無足夠空氣壓力制軔煞車，列車將啟動安全機制：

- ✓ 小於5.5bar時，即自動切斷動力，使列車滑行。
- ✓ 小於5.0bar時，即強制啟動停留軔機，使列車停止運轉。

□ 正常運作之主風泵持續充氣，當MR壓力大於5.5bar時停留軔機鬆軔，大於6.0bar時動力恢復。

事故列車動力時有時無之原因

- 事故列車動力時有時無、停留軔機間歇作動之原因，按TCMS紀錄顯示，係因第1、8車主風泵於前一趟任務(第110B次)回送進入樹林調車場時，於12時38分28秒、12時40分48秒即強制停機停止運作。
- 第6432次行駛於樹林至七堵路段，因彎道較少，傾斜裝置並未快速消耗空氣；然七堵站之後路段彎道多，傾斜裝置快速消耗空氣，致MR壓力時有不足，列車啟動安全機制所致，並非ATP隔離所造成。

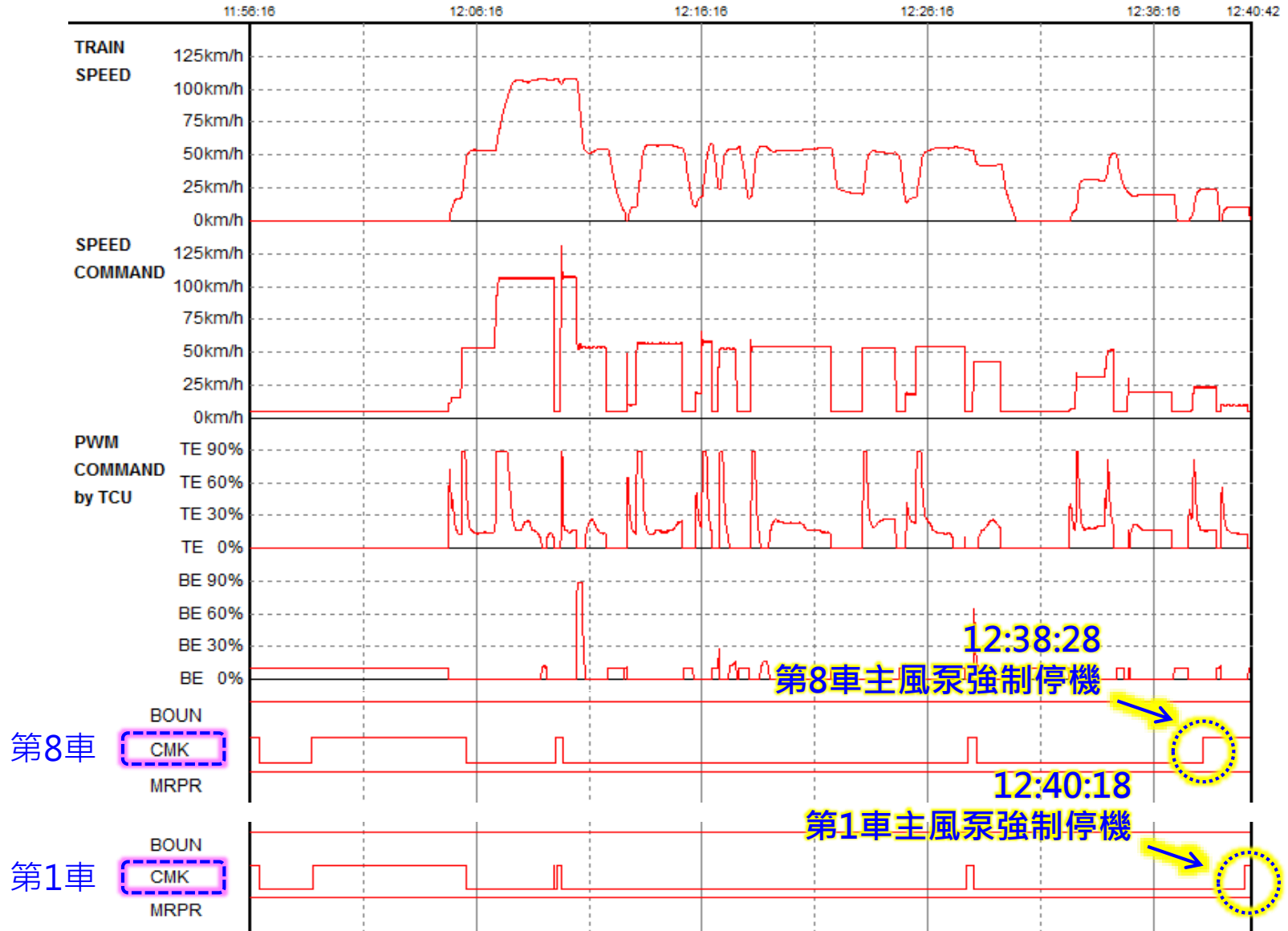
第6432次列車行駛路線



七堵之後彎道多，傾斜裝置快速消耗空氣，致總風缸壓力時有不足，列車動力時有時無

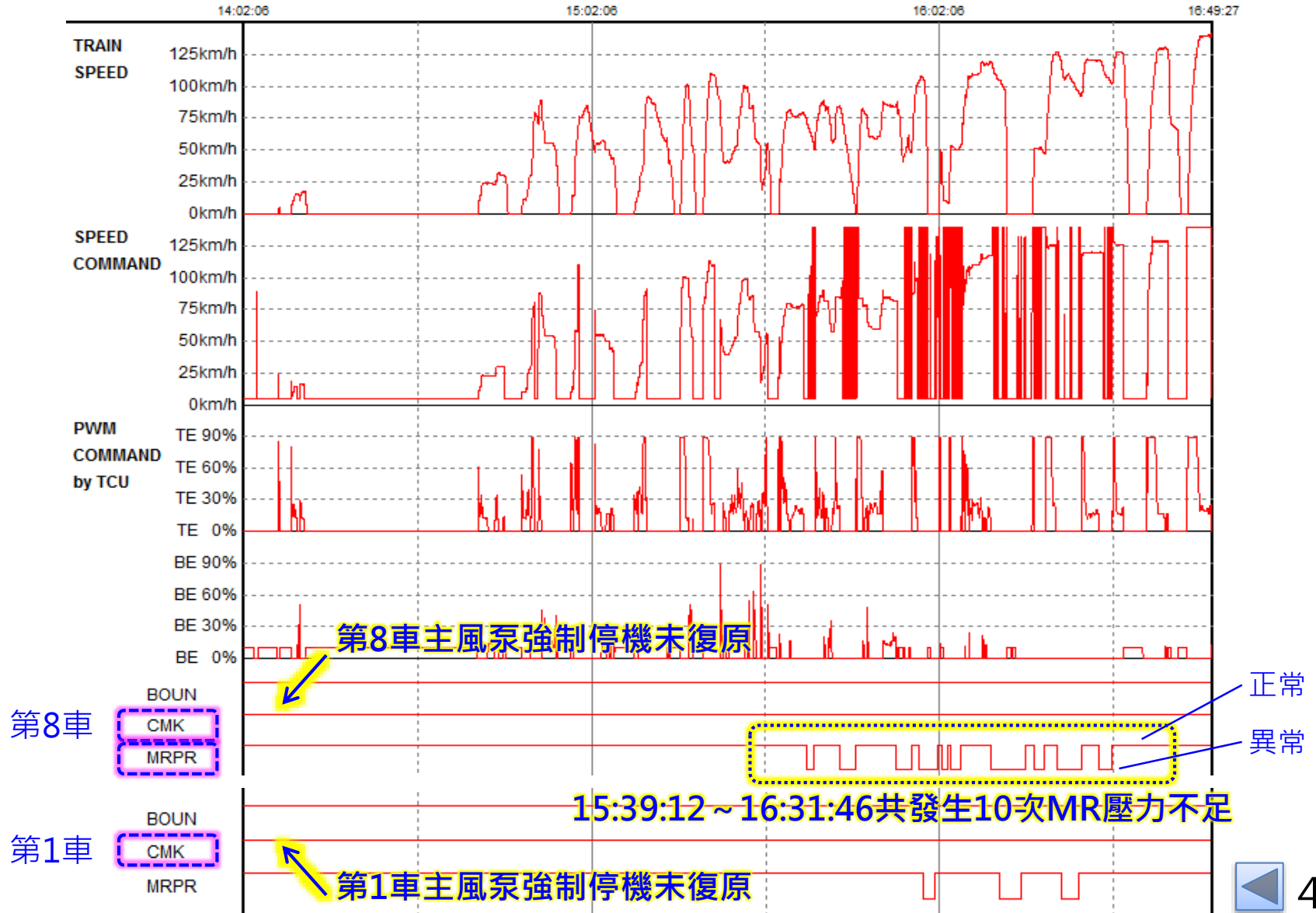
TCMS紀錄 - 第110B次列車主風泵運作狀況

運行方向：南港→樹林調車場



TCMS紀錄 - 第6432次列車主風泵運作狀況

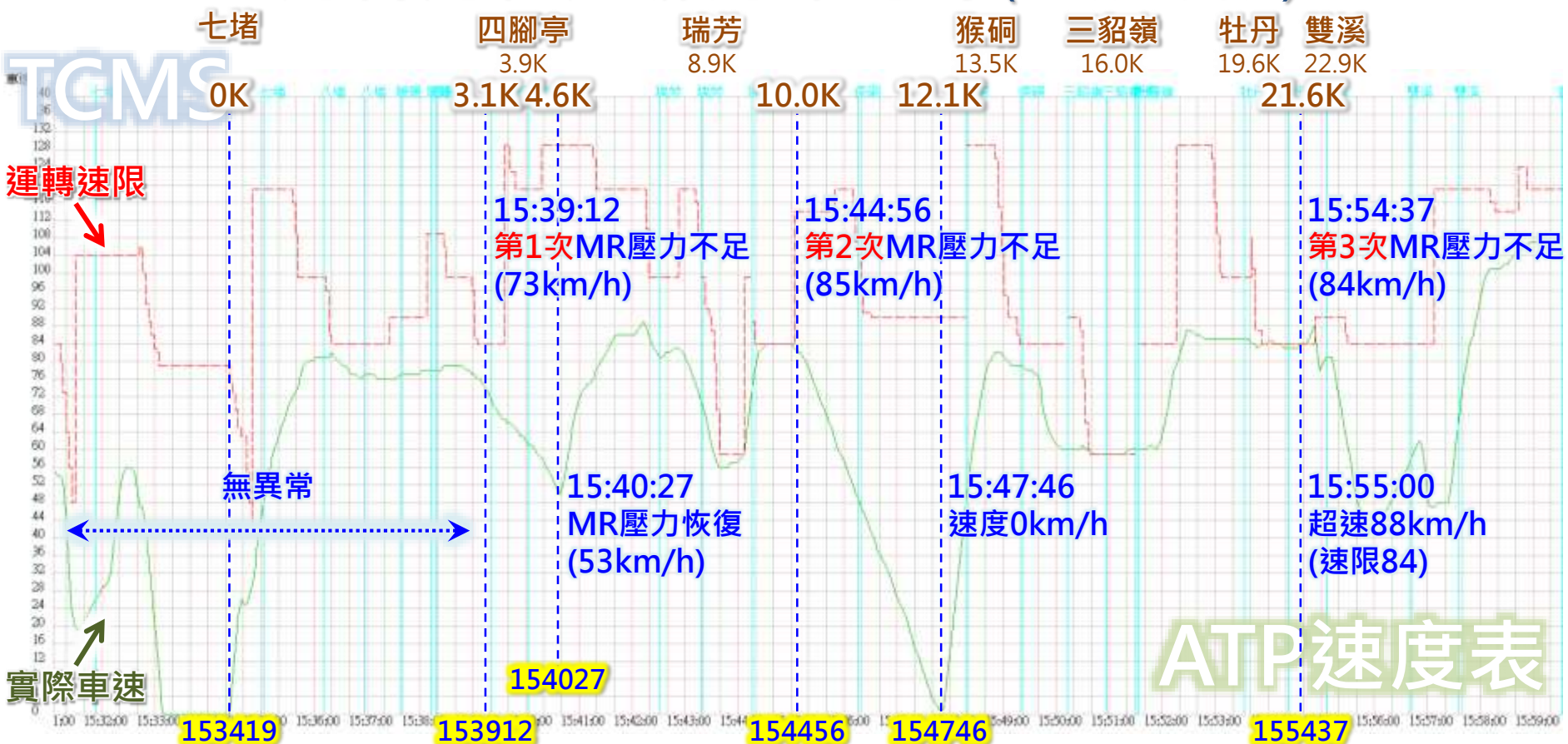
運行方向：樹林→新馬



事證2

- 未能及時判斷車輛異常原因進行適當處置
- 相關人員採取之運轉決策及應變處置作為未排除異常狀況

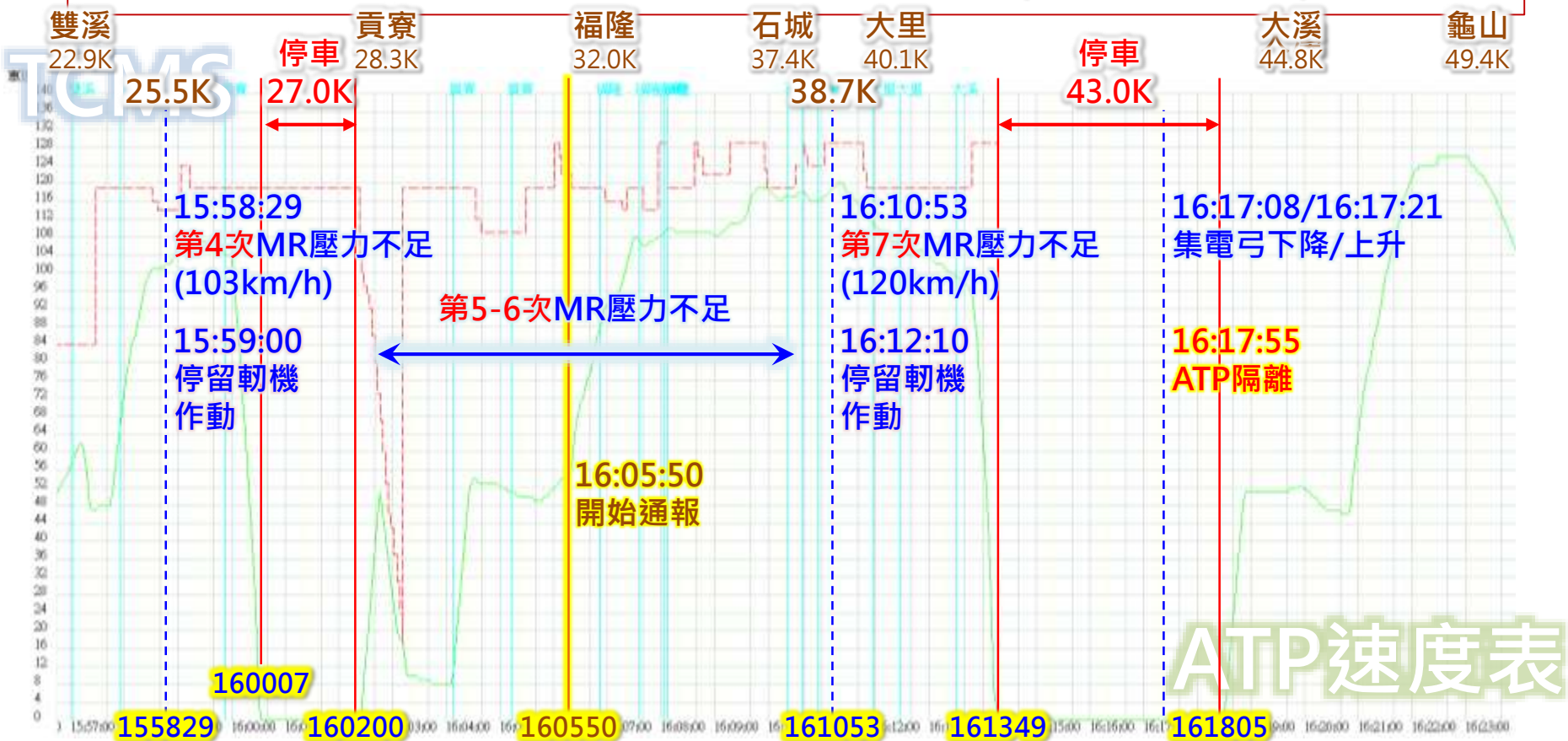
運轉過程通聯紀錄比對 (七堵→雙溪)



(無相關對話)

通聯紀錄

運轉過程通聯紀錄比對 (雙溪→龜山)



ATP速度表

16:05:50 ~ 16:06:35 【司機員 - 福隆站長】

司機：6432機車有問題，有時候動力會自動的消失，麻煩報告一下調度員。(16:05:59)

16:07:10 ~ 16:07:18 【福隆站長 - 司機員】

福隆：我已經向調度報備了喔，調度員說你能跑就盡量跑。(16:07:10)

通聯紀錄

司機員請站長轉告調度員列車異常

(下頁續)

16:07:55 ~ 16:09:04【機車調度員 - 司機員】

司機：故障指示燈，就是1車跟8車那個空壓機那個跳開。(16:08:14)
機調：空壓機跳開，1車到8車空壓機跳開。(16:08:20)
司機：對呀！那個應該不會影響。(16:08:24)
機調：那～空壓機跳開，就是你的空調，就是那個冷氣嘛，對不對？(16:08:27)
司機：對，但是我的動力有時候它會自動就是切掉就沒有了。(16:08:33)
機調：這樣子厚，好，那你現在開沒有問題吧？(16:08:38)
司機：好，現在沒有問題，最好是看花蓮的時候，那個列檢可不可以上來看一下，花蓮檢查員。
(16:08:43)
機調：你宜蘭有沒有停？你宜蘭有沒有停？(16:08:50)
司機：我宜蘭有停耶。(16:08:55)
機調：好！宜蘭有停，我宜蘭叫列檢的上去看一下，厚。(16:08:57)

機車調度員
向司機確認
異常狀況，
並表示於宜
蘭請列檢員
查看

16:13:48 ~ 16:15:11、16:16:19 ~ 16:17:31【臺北機務段檢查員A - 司機員】

司機：電門它自己會歸零，然後停留軔機會作用。(16:13:57)
司機：我現在停留軔機駕駛端這邊，還有一個沒辦法鬆軔。(16:16:32)
司機：它經過中性區間之後，後來之後它電門拉就都沒有速度。(16:16:46)
檢A：經過中性區間是不是，啊你～咦？你會不會是VCB沒有閉合？(16:16:53)
司機：VCB有閉合啊。(16:16:59)
司機：還是我給他重新降弓再一次？(16:17:06)
檢A：沒關係，你再重新降弓再一次，如果真的不行有沒有，上面有杜檢查員的電話，你撥過去，
0928那支，這樣比較快。(16:17:08)

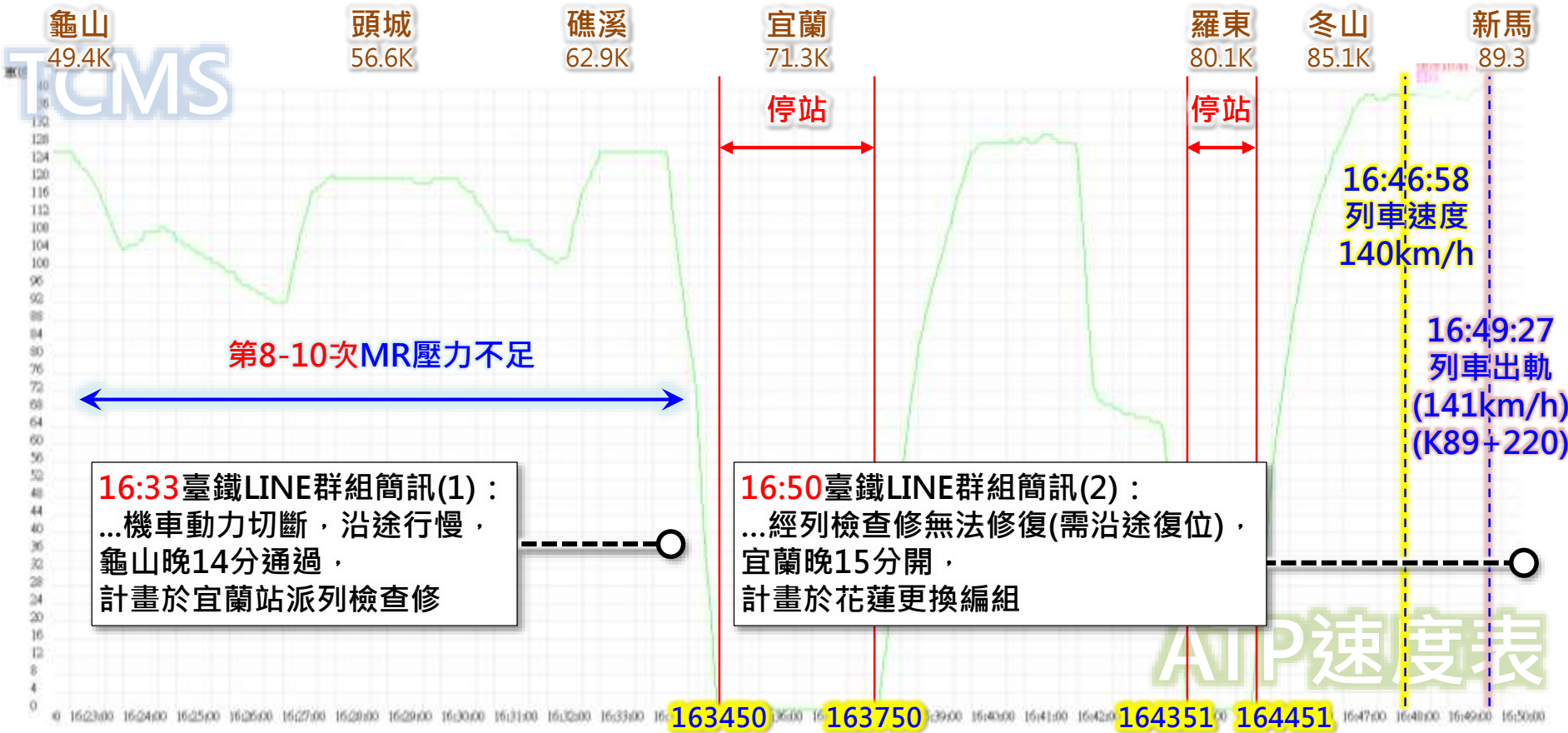
檢查員A向
司機確認異
常狀況，並
建議重新降
升集電弓

16:19:51 ~ 16:20:29【行車調度員A - 司機員】

行調：請問你有沒有在移動啊？(16:19:54)
司機：有在移動啊，可是它現在是滑行，還是沒有動力。速度49，可是是在滑行。(16:19:56)
行調：哇～沒有動力，那你～你至少要溜到龜山站內啊。看能不能啊，溜到龜山站內。(16:20:07)
司機：溜到龜山站內？(16:20:14)
行調：你後面6234跟著吶。(16:20:15)
行調：你～你不要，可以動就溜到站內啦。(16:20:21)
司機：好。(16:20:24)
行調：如果沒有動力的話。(16:20:25)

行車調度員
告知司機員
後方有列車
，若無動力
建議滑行至
龜山站

運轉過程通聯紀錄比對 (龜山→新馬)



16:33 臺鐵LINE群組簡訊(1) :
 ...機車動力切斷，沿途行慢，
 龜山晚14分通過，
 計畫於宜蘭站派列檢查修

16:50 臺鐵LINE群組簡訊(2) :
 ...經列檢查修無法修復(需沿途復位)，
 宜蘭晚15分開，
 計畫於花蓮更換編組

16:20:35 ~ 16:20:59、16:22:19 ~ 16:24:01 【機車調度員 - 司機員】

機調：剛剛檢查員有叫你再升降弓對不對？(16:22:22)
 司機：剛剛有降弓再重新啟動，對。(16:22:25)
 機調：好，那你現在可以了厚？我跟你講厚～(16:22:27)
 司機：欸，現在還是不行啊。(16:22:30)
 機調：還是不行？(16:22:32)
 司機：它現在又沒有動力了。(16:22:33)

(下頁續)

通聯紀錄
 司機告知機車調度員重新降升集電弓後仍動力異常

司機告知機車調度員其他異常訊息顯示狀況

司機請求停靠頭城站，但未獲同意

檢查員 B 向司機確認異常狀況

16:20:35 ~ 16:20:59、16:22:19 ~ 16:24:01 【機車調度員 - 司機員】(續)

機調：這樣子喔。(16:22:36)

司機：我看等一下看能不能溜到頭城。(16:22:38)

機調：.....我是說你顯示什麼東西？顯示什麼故障？(16:22:58)

司機：目前顯示的故障，它是傾斜裝置車間通訊異常(機調: 傾斜怎樣?) 通訊異常，還有空壓機強制停止。(16:23:04)

機調：.....這樣子厚，你頭城有停車嗎？(16:23:33)

司機：呃~ 現在停留軔機燈又亮了。(16:23:37)

機調：.....那你車子還可以動嗎？(16:23:48)

司機：現在是在滑行。就不要再動了。(16:23:51)

16:25:18 ~ 16:25:49、16:25:57 ~ 16:26:04 【司機員 - 頭城副站長】

司機：請跟調度員報備一下6432請求頭城停車。(16:25:33)

頭城：你說，有人坐錯車要我跟調度員報備嗎？(16:25:41)

司機：欸，欸。(16:25:46)

【頭城副站長 - 行車調度員 B】

頭城：6432說有人坐錯車，可以在我這邊停，可以嗎？

行調：不行！不行！不行！

頭城：調度員說不行喔，沒辦法啊。(16:25:57)

司機：知道，謝謝！(16:26:01)

16:26:54 ~ 16:34:18 【臺北機務段檢查員 B - 司機員】

檢 B：怎麼可能會這樣？你現在就繼續跑，如果它亮的時候，你趕快叫列車長，你先探頭，先探頭到車窗外看看，看是哪一車綠色燈在亮，不然你這樣沒辦法抓，你這樣怎麼抓呢？(16:29:09)

司機：.....車長也在這邊看，還有宜蘭工務段的啊。(16:29:40)

檢 B：.....你直接探頭就知道了嘛。(16:30:46)

司機：我怎麼探頭，我探頭警醒就會卡掉啊。(16:30:59)

檢 B：好，那列車長叫他看一下，現在車子還在走嗎？還在走嗎？(16:31:03)

司機：那個車側燈，不是不是，那個車側旁邊，不要摔下去，有亮嗎？(16:31:08)

檢 B：在車窗注意一下就好啦。(16:31:18)

司機：看不到，不要看了，太危險了。(16:31:26)

16:26:54 ~ 16:34:18【臺北機務段檢查員 B - 司機員】(續)

檢 B：現在還有動力嗎？現在還有動力是不是？(16:32:09)

司機：沒有吶，現在每一車車側燈都沒有亮啊，都正常啊。(16:32:14)

檢 B：那就應該不是停留軔機的問題吧。(16:32:21)

司機：應該不是停留軔機的問題，應該是電門吧。因為電門有時拉有，有時候拉沒有，這樣，有時候跑到一半，速度又自己變零這樣。(16:32:25)

檢 B：那~那你是全列車都一樣嗎？那你看馬達，馬達有沒有隔離掉？馬達。(16:32:29)

司機：對，我現在駕駛端這邊變成是備援傾斜。(16:32:45)

檢 B：電源阻絕，那個是，是不是風泵有問題？那主風泵，那電源阻絕是哪一車知道嗎？(16:32:52)

司機：這是駕駛端。(16:33:04)

檢 B：.....好好，原則我會幫你換車，你先儘量開，我看是不是，我叫花蓮那邊換車好了。(16:34:10)

檢查員 B 向
司機確認主
風泵狀況

16:35:53 ~ 16:37:14【機車調度員 - 司機員】

(對話主要內容為機調向司機確認礁溪之後的列車狀況)

機車調度員
向司機確認
異常狀況

16:40:31 ~ 16:42:57【臺北機務段檢查員 B - 司機員】

檢 B：那你看看你的MR現在是多少？(16:40:40)

司機：現在MR是7點多。(16:40:45)

檢 B：7點多，那它會不會上來？(16:40:49)

司機：會呀，會上來，很慢。(16:40:56)

檢 B：那你看空壓機，剛剛故障時空壓機有沒有亮起來？空壓機有沒有顯示故障？(16:41:02)

司機：嘿，好，空壓機有顯示，嘿。(16:41:09)

檢 B：第幾車知道嗎？(16:41:12)

司機：第1、第8，第1車跟第8。(16:41:13)

檢 B：第8車，我跟你講，那很簡單，你第8車對不對，你叫列車長把你駕駛室後面右邊第3排，後面最上面那一排，從右邊算來第3個，BOA、BOUN把那個把它扳下來再扳上去。(16:41:15)

檢查員 B 向
司機建議操
作BOUN排
除異常狀況

司機：列車長不在這邊，他在後面(第1車)。(16:42:27)

檢 B：第1車，那也沒關係，叫他先做後面那個，先做第1車，你叫他先做第1車的。最上面，駕駛室進去，上面那個BREAKER，電氣室把它打開，最上面那一排，右邊算來BOUN那個BREAKER扳下來再扳上去。你這一車你不能做的話，叫他(車長)過來再幫你做啦。(16:42:46)

司機向機車
調度員回報
BOUN操作
後未排除異常，ATP隔離後有動力

檢查員 B 向
司機確認
BOUN操作
後之狀況

16:46:57 ~ 16:48:32 【機車調度員 - 司機員】

機調：請問一下，你有去復位那個主風泵的BREAKER嗎？(16:46:58)

司機：強制空壓機的BREAKER？(16:47:05)

機調：是，你有去復位嗎？(16:47:07)

司機：就第8車而已，又跳。(16:47:09)

司機：.....1車沒有去復。(16:47:16)

機調：1車沒有去復是不是？(16:47:17)

司機：對。(16:47:18)

機調：你8車復位起來它又掉了，是嗎？(16:47:57)

司機：對啊，對啊，現在變成把ATP把它關起來。(16:47:59)

機調：ATP關起來會好嗎？(16:48:05)

司機：ATP關起來現在速度是有的。(16:48:08)

機調：不是，ATP關起來它會是好的嗎？(16:48:14)

司機：目前關起來它現在速度是有的，觀察看看。(16:48:18)

機調：好好好，那我叫列車長去你那邊，你教他看怎麼復位，好不好？(16:48:23)

16:48:52 ~ 16:49:42 【臺北機務段檢查員 B - 司機員】

檢 B：6432你現在BOUN有叫列車長幫你復位嗎？(16:48:54)

司機：1車沒復位，8車復位之後還是跳。(16:48:59)

檢 B：1車，什麼跳開？你說什麼東西跳開？(16:49:13)

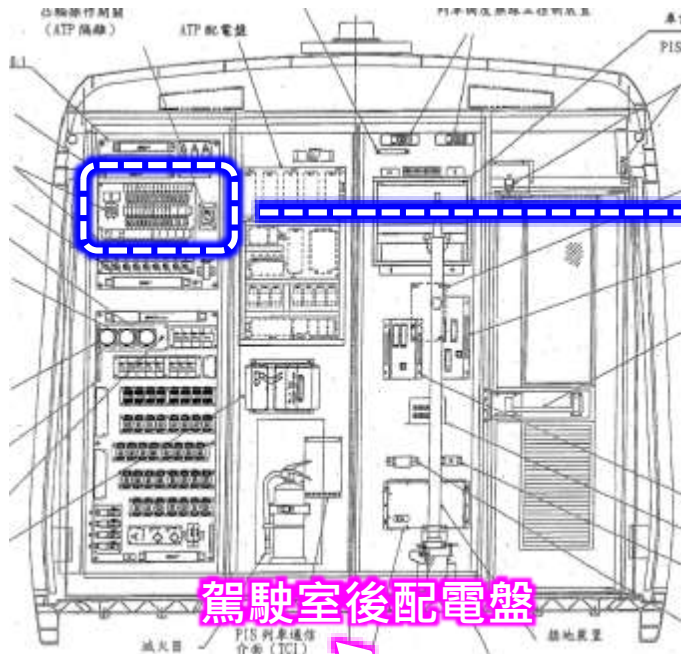
司機：那個，就是那個空壓機強制停止。(16:49:19)

檢 B：好，你再去復位一次，BOUN去扳下再一次啊。你再去叫列車長再扳一次啦。有聽到嗎？喂？(16:49:26)

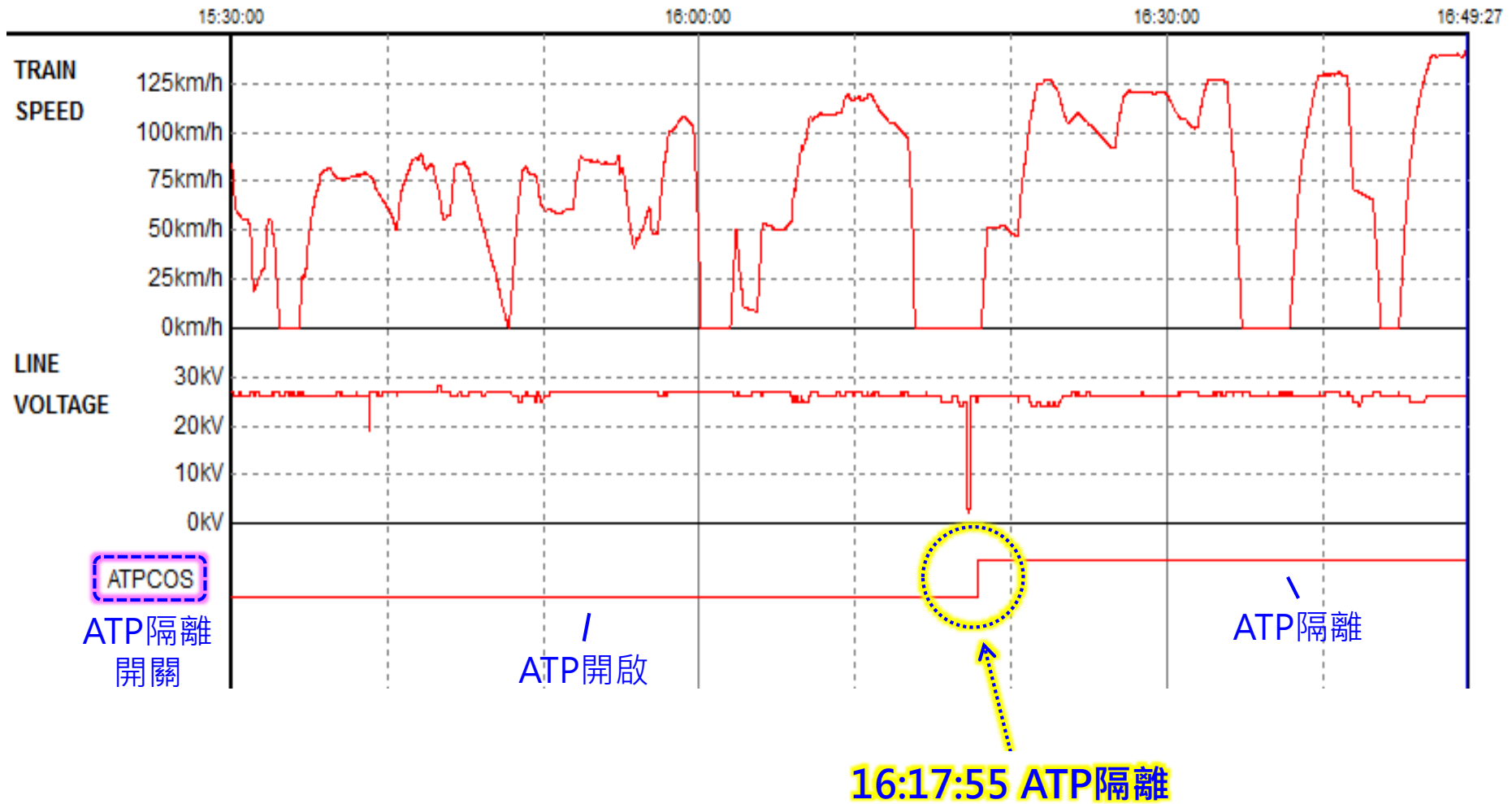
事證3

ATP系統被司機員隔離

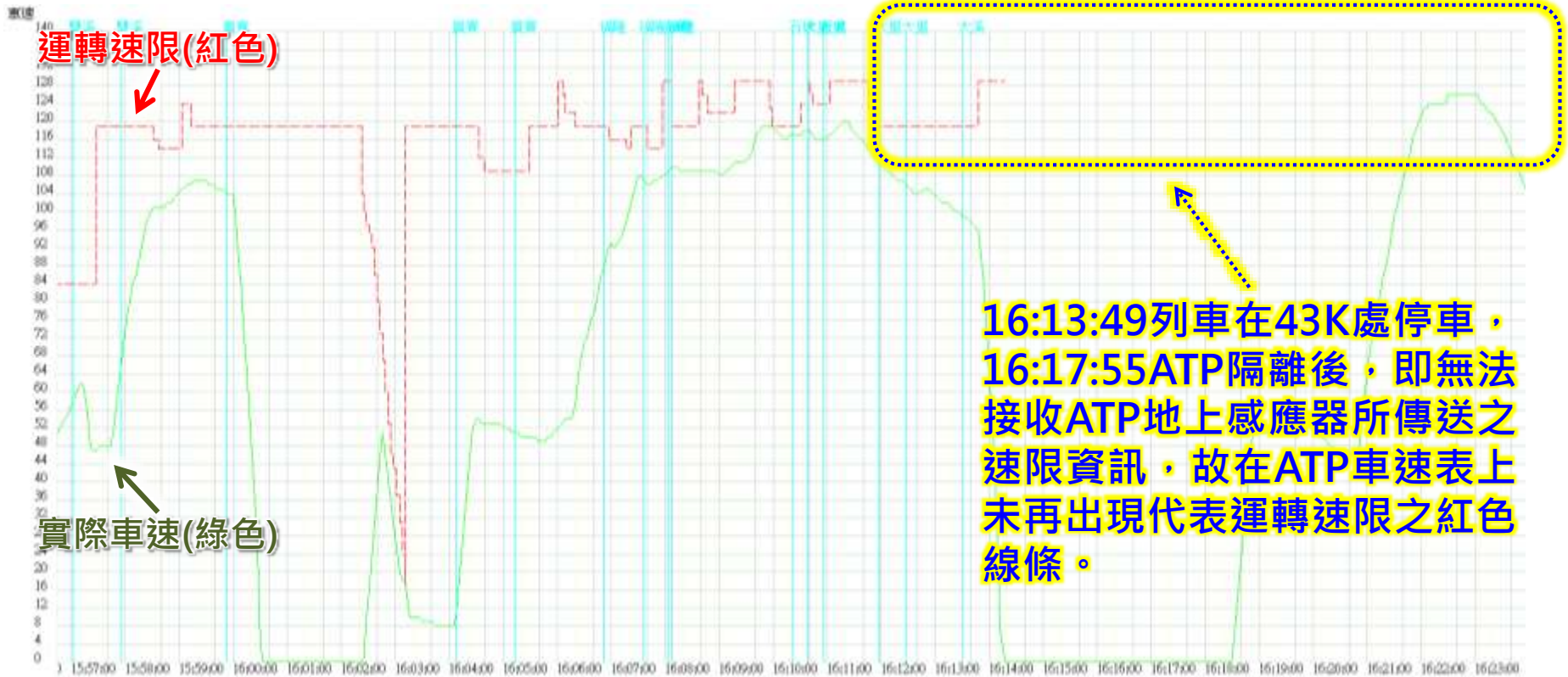
ATP隔離開關



ATP隔離 - TCMS紀錄



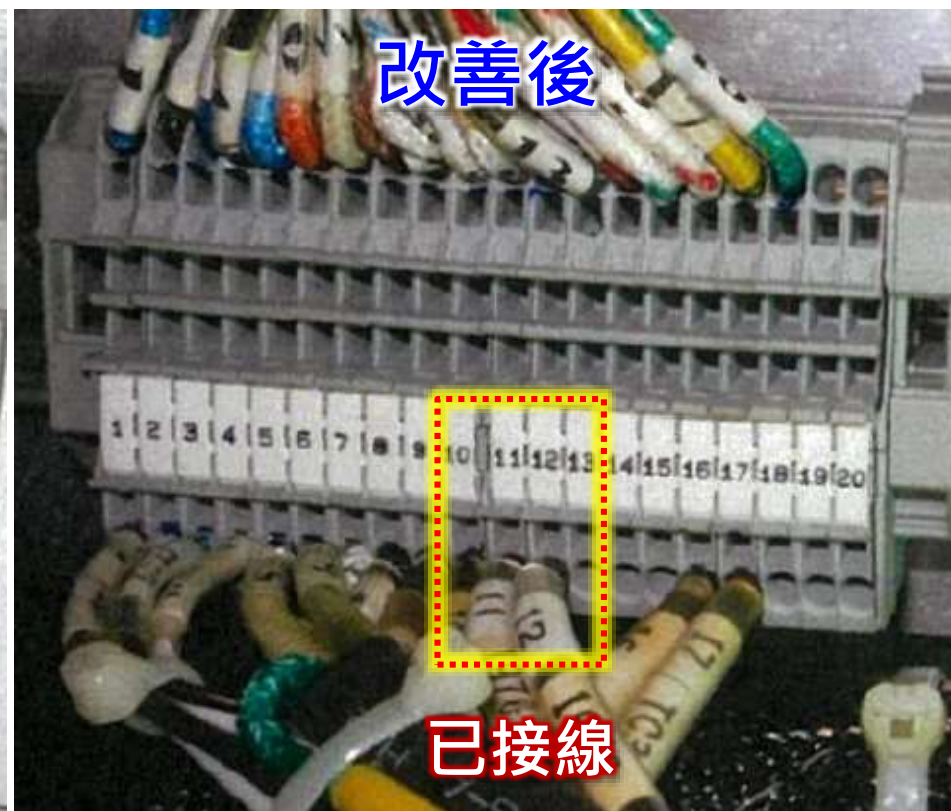
ATP隔離 - ATP車速表



事證4

普悠瑪列車ATP遠端監視連線情形

普悠瑪列車ATP遠端監視連線情形

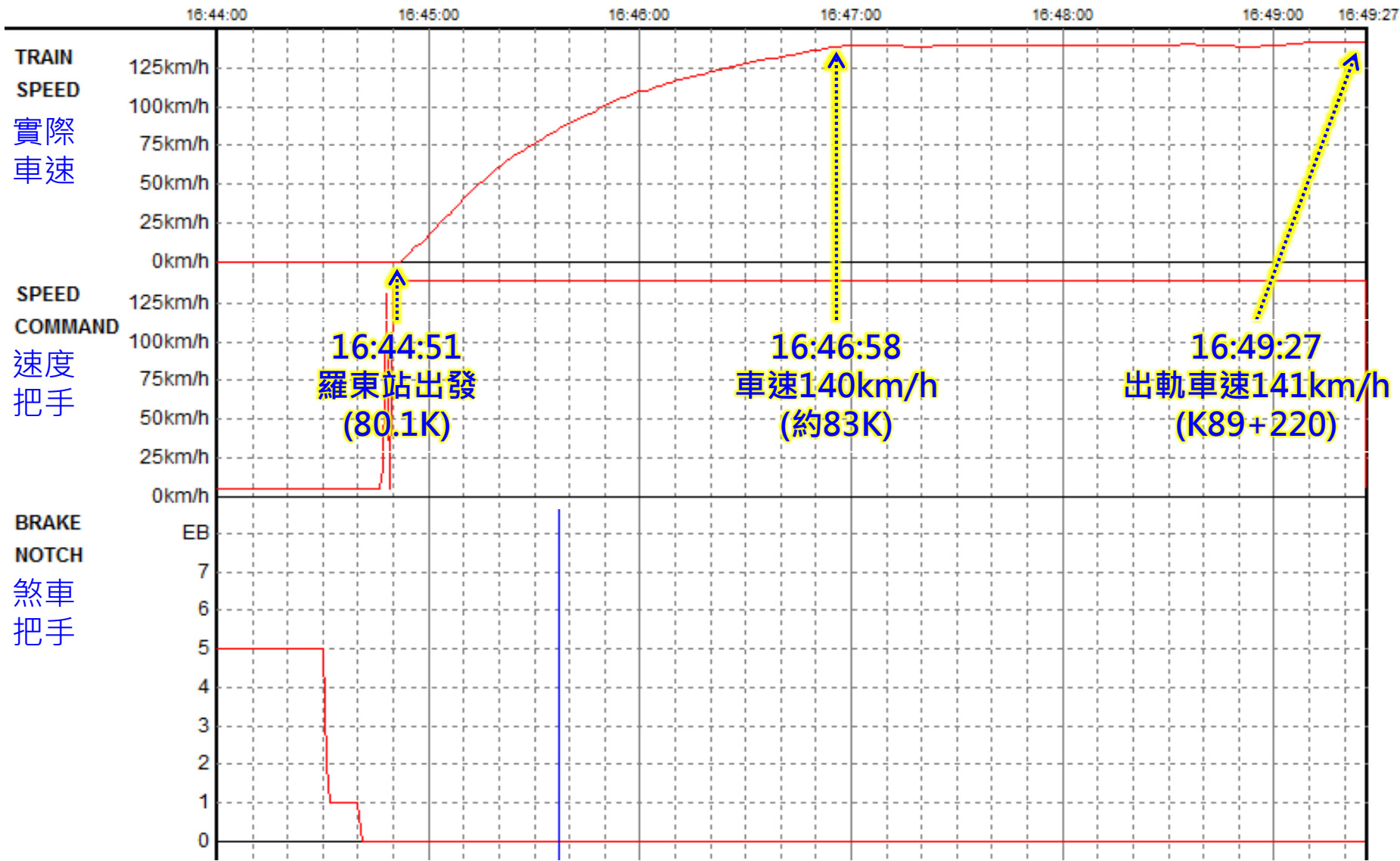


說明：11、12號為ATP遠端監視接點

事證5

司機員於列車行進中持續通聯及嘗試排除異常狀況

運轉過程通聯紀錄比對 (羅東→新馬)



16:46:57 ~ 16:48:32【機車調度員 - 司機員】

機調：請問一下，你有去復位那個主風泵的BREAKER嗎？(16:46:58)

司機：強制空壓機的BREAKER？(16:47:05)

機調：是，你有去復位嗎？(16:47:07)

司機：就第8車而已，又跳。(16:47:09)

司機：.....1車沒有去復。(16:47:16)

機調：1車沒有去復是不是？(16:47:17)

司機：對。(16:47:18)

機調：你8車復位起來它又掉了，是嗎？(16:47:57)

司機：對啊，對啊，現在變成把ATP把它關起來。(16:47:59)

機調：ATP關起來會好嗎？(16:48:05)

司機：ATP關起來現在速度是有的。(16:48:08)

機調：不是，ATP關起來它會是好的嗎？(16:48:14)

司機：目前關起來它現在速度是有的，觀察看看。(16:48:18)

機調：好好好，那我叫列車長去你那邊，你教他看怎麼復位，好不好？(16:48:23)

16:48:52 ~ 16:49:42【臺北機務段檢查員B - 司機員】

檢B：6432你現在BOUN有叫列車長幫你復位嗎？(16:48:54)

司機：1車沒復位，8車復位之後還是跳。(16:48:59)

檢B：1車，什麼跳開？你說什麼東西跳開？(16:49:13)

司機：那個，就是那個空壓機強制停止。(16:49:19)

檢B：好，你再去復位一次，BOUN去扳下再一次啊。你再去叫列車長再扳一次啦。有聽到嗎？喂？(16:49:26)

事故列車 16:44:51 從羅東站出發，16:46:58 列車速度達 140km/h，16:49:27 列車出軌。在此 2 分 29 秒過程中，司機員持續與機車調度員、臺北機務段檢查員通聯，嘗試排除列車異常狀況，通話時間達 2 分 09 秒。

事證6

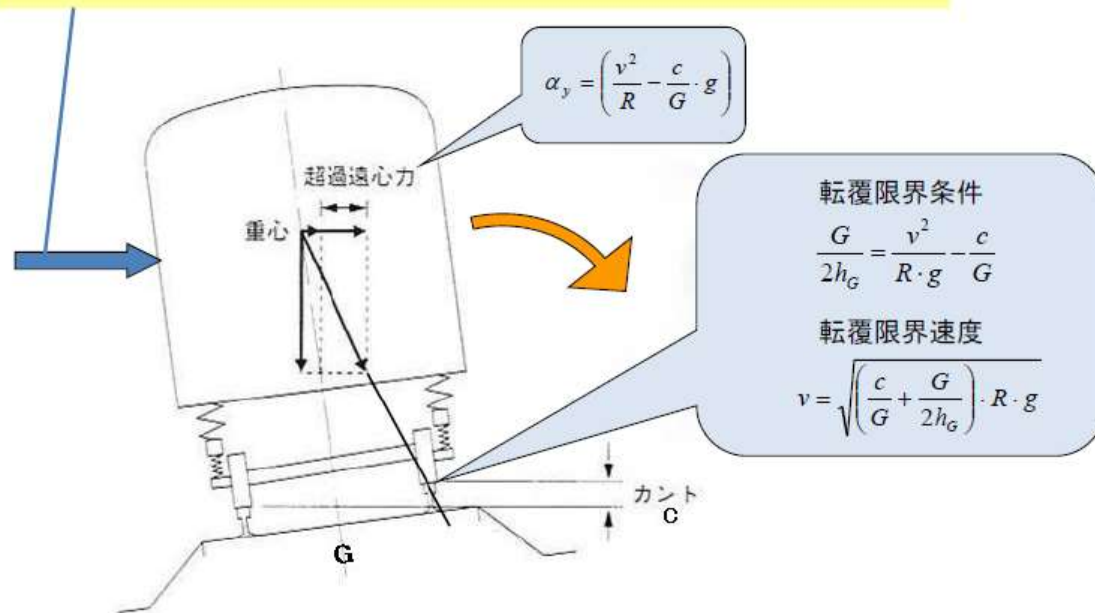
車速超過曲線傾覆臨界速度

曲線傾覆臨界速度分析 - 計算公式

□ 理論公式

転覆現象と限界速度

- ・ 著しい横方向力
> 速度超過による超過遠心力 (横風がない場合)



- 日本福知山線出軌案例之計算公式(該案與1021事故路線及情節相似)

$$v = \sqrt{\left\{ \frac{GD}{2h_G^*} - \left(1 - \frac{\mu}{1+\mu} \cdot \frac{h_{gr}}{h_o^*} \right) \frac{\alpha_y}{g} + \frac{C}{G} \right\} Rg}$$

理論公式 + 列車慣性橫向擺動因素
(臨界速度減少約15km/h)

曲線傾覆臨界速度分析 - 計算結果

- 以理論公式計算，4位分析者對於曲線傾覆臨界速度分析結果，介於127~136km/h之間。
- 倘考量列車慣性橫向擺動因素，在臨界速度減少約15km/h之下，推算曲線傾覆臨界速度介於112~121km/h之間。

臨界速度	理論公式				理論公式 + 列車慣性橫向擺動因素			
列車傾斜角度	0°	1°	1.6°	2°	0°	1°	1.6°	2°
楊漢生委員	126.6	-	131	-	-	-	-	-
台灣世曦	130.02	133.11	134.95	136.18	-	-	-	-
郭振銘委員	131	133	-	135	-	-	-	-
交通部鐵道局	128	130	-	133	113	115	-	118
範圍	127 ~ 136				112 ~ 121			

單位：km/h

普悠瑪駕駛台



列車無線
防護設備

ATP監控面板

MR/BP壓力表

TCMS

數位速度表

速度把手

BC1/BC2壓力表

煞車把手

TCMS紀錄 - 出軌前車速及速度/煞車把手位置

