

**臺鐵 0604 富里-東竹及 0622 富源-光復
正線出軌事故專案調查報告**

交通部

105 年 10 月

報告目錄

| | |
|----------------------------|----|
| 壹、專案調查紀要 | 1 |
| 1.1 調查目的 | 1 |
| 1.2 調查依據 | 1 |
| 1.3 調查人員及過程 | 1 |
| 貳、0604 富里-東竹站間正線出軌事故 | 3 |
| 2.1 事故摘要 | 3 |
| 2.2 處置過程 | 4 |
| 2.3 影響情形 | 5 |
| 2.4 調查事實 | 6 |
| 2.5 原因分析 | 27 |
| 參、0622 富源-光復站間正線出軌事故 | 30 |
| 3.1 事故摘要 | 30 |
| 3.2 處置過程 | 32 |
| 3.3 影響情形 | 33 |
| 3.4 調查事實 | 34 |
| 3.5 原因分析 | 54 |
| 肆、檢討與改進 | 56 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| 4.1 綜合分析與說明 | 56 |
| 4.2 檢討改進事項 | 56 |

壹、專案調查紀要

1.1 調查目的

臺鐵 105 年 6 月 4 日中午於富里-東竹站間發生莒光號列車出軌事故，造成該路段暫停運轉近 23 小時，嚴重影響花東地區交通運輸。因正線出軌事故屬本部重大事故調查範圍，且疑因鋼軌挫屈導致出軌事故極為複雜及罕見，爰經 6 月 21 日本部鐵路重大事故調查第 10 次會議決議啟動專案調查，聘請軌道、土木學者專家參與現勘調查。另臺鐵 6 月 22 日下午於富源-光復站間再發生列車出軌事故，造成該路段暫停運轉近 20 小時。考量二案發生間隔在 3 週內，發生地點均位於花東地區，爰決定二案一併辦理專案調查，以確實查明事發原因並研擬改進對策。

1.2 調查依據

(一) 鐵路法第 56 條之 5 第 2 項

交通部應聘請專家調查重大事故之發生經過及其發生原因，並視調查需要，請鐵路機構或相關行車人員說明，及配合提出行車紀錄、設施、設備等相關資料及物品。

(二) 交通部調查鐵路重大事故作業要點第四點

本部調查重大事故之方式，以審查會議為主，必要時得針對個案辦理專案調查：……(二)專案調查：本部得視個案需要，選派委員若干人，與鐵路營運監理小組進行調查，並將結果提報審查會議。

1.3 調查人員及過程

(一) 調查人員

| | |
|------|--|
| 領隊 | - 楊正君執行秘書（鐵路營運監理小組） |
| 定期委員 | - 吳福祥委員（中華大學教授、交通部高速鐵路工程局局長退休） |
| 專案委員 | - 廖慶隆委員（臺灣大學軌道科技研究中心主任） - 洪振發委員（臺灣大學工程科學及海洋工程學系暨軌道科技研究中心教授） |

| | |
|--------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 鄭國雄委員（臺北市政府捷運工程局副局長退休） - 季國欖委員（台灣高鐵公司維修分處軌道電力部經理） - 葉志銘委員（交通部鐵路改建工程局工務組科長） - 魏道佳委員（交通部高速鐵路工程局捷運工程處軌道課課長） |
| 鐵路營運 監理小組 | <ul style="list-style-type: none"> - 第一組：張文俊副組長、宋鴻康科長、劉建愷、林坤霖 - 第三組：范揚材副組長、倪成亮、李文峰 |

(二) 調查過程

| | |
|-----------------|---|
| 105 年 6 月 21 日 | 召開本部鐵路重大事故調查第 10 次會議，決議啟動專案調查。 |
| 105 年 6 月 23 日 | 鐵路營運監理小組與葉志銘、魏道佳等 2 名委員前往 0622 事故地點進行初步勘查。 |
| 105 年 6 月 29 日 | 召開本案專案調查第 1 次會議。 |
| 105 年 7 月 5、6 日 | 鐵路營運監理小組與吳福祥、廖慶隆、鄭國雄、魏道佳等 4 名委員進行 0604、0622 事故之文件檢視及現地勘查。 |
| 105 年 8 月 8 日 | 召開本案專案調查第 2 次會議。 |
| 105 年 9 月 12 日 | 召開本部鐵路重大事故調查第 12 次會議，針對專案調查結果進行報告及最終確認。 |

貳、0604 富里-東竹站間正線出軌事故

2.1 事故摘要

105 年 6 月 4 日清晨富里道班於富里-東竹站間（單線）K104+655 處（上行第 3 閉塞／下行第 1 閉塞號誌機前）執行鋼軌枕木(一木枕及一 PC 枕)抽換作業，於 04:30 抽換完成後，經檢查發現路線方向有微量不整，即於 05:45 進行方向整正，並經工務人員 09:57 隨乘列車巡查確認無異常。

當日第 412 次列車於 12:14 行經該路段後，向富里站回報發現路線異常，惟第 651 次莒光號列車於 12:30 自富里站發車，12:33 行經 K104+655 上行第 3 閉塞號誌機前，司機員發現前方路線鋼軌有挫屈現象，立即緊急煞車但已來不及，列車越過鋼軌挫屈地點，致列車第 2 車至第 7 車共 6 節車廂出軌（詳圖 2.1-1~2.1-3），並造成富里-東竹站間暫停運轉。經搶修後，出軌車輛於 5 日 06:15 復軌，路線於 11:32 修復後恢復行車。



圖 2.1-1 事故地點位置圖



圖 2.1-2 第 651 次列車出軌示意圖

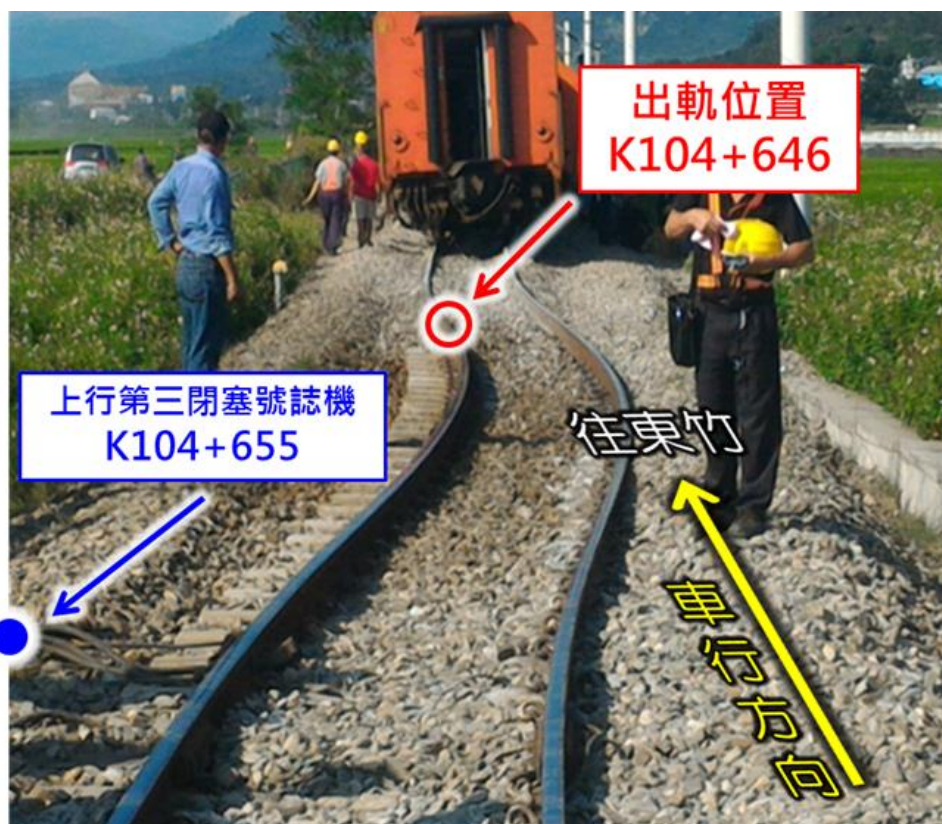


圖 2.1-3 K104+646 鋼軌挫屈照片

2.2 處置過程

| 時間 | 處置情形 |
|-------------|--|
| 6 月 4 日 | |
| 00:21-04:30 | 富里道班於 K104+655 抽換鋼軌夾膠絕緣接頭下之大木枕及 PC 枕各一支。 |
| 05:45~07:30 | 經富里道班副領班至施工處再作檢查確認，發現抽換點路線方向有微量不整，再執行方向整正作業。 |
| 09:57 | 池上分駐所主任隨乘第 4621 次列車巡查池上-瑞穗站間路線，行經 |

| | |
|---------|--|
| | 施工處未發現軌道有異常現象。 |
| 12:14 | 第 412 次列車司機員行經東竹-富里站間第一閉塞號誌機附近，發現本次車突然搖晃嚴重，立即緊軔降低速度，並通報富里站副站長。 |
| 12:16 | 富里站副站長通知池上工務分駐所表示第 412 次司機員通報第一閉塞號誌機附近有路線搖晃。 |
| 12:31 | 第 651 次列車司機員接獲富里站副站長通知，第 412 次列車司機員通報出發第一閉塞號誌機附近路基不穩，請注意行駛。 |
| 12:33 | 第 651 次列車司機員於事故地點前約 150 公尺處發現軌道異常，立即緊急煞車但已來不及，列車越過鋼軌挫屈地點造成出軌。 |
| 12:46 | 池上工務分駐所成立緊急應變小組。 |
| 13:00 | 局本部及花蓮地區緊急應變中心成立。 |
| 13:20 | 玉里-富里間啟動公路接駁機制。 |
| 13:27 | 第 9002 次搶修車花蓮站開車。 |
| 13:31 | 第 9001 次搶修車臺東站開車。 |
| 13:40 | 車上旅客 50 人接駁至玉里站。 |
| 17:39 | 搶修吊車進場。 |
| 6 月 5 日 | |
| 06:15 | 出軌客車全部復軌並拖離現場。 |
| 11:32 | 路線復舊，恢復正常行車。 |

2.3 影響情形

一、人員受傷情形

第 651 次列車上 50 名乘客，無人死傷。

二、設備受損情形

(一) 軌道部分

1. 路線受出軌車輛輾壓損壞範圍約 250 公尺。
2. 共更換 PC 枕 300 支、鋼軌 180 公尺、橡膠墊片 700 片、彈性扣夾 1,100 顆、尼龍絕緣座 1,100 塊、石碴 110 立方公尺。

(二) 車輛部分

1. 第 2 車 35FPK11526 出軌（先拖至東竹站，6 月 14 日拖回臺東整理，17 日回送潮州基地）：#2 位 32 芯線基座損壞。
2. 第 3 車 35FPK10541 出軌（拖至東竹站）：全位空簧損壞脫落移

位、抗搖桿扭力感損壞、手軔機機構損壞、#4 位 32 芯線基座損壞、軔缸管路損壞作業不良。

3. 第 4 車 35FPK10531 出軌（拖至富里站）：全位空簧損壞脫落移位、前後部連結器護吊及調整桿斷損、後部渡鈹變形、手軔機復原簧及連接桿損壞變形、#3 位出入台階凸起變形。
4. 第 5 車 35FPK10514 出軌（拖至富里站）：#1、2 位空簧不良位移、前連結器護吊變形、螺栓斷 2 支。
5. 第 6 車 35FPK10533 出軌（先拖至東竹站，6 月 14 日拖回臺東整理，16 日回送潮州基地）：後部連結器護吊變形及螺栓斷 2 支、前連結器 U 形滑板螺栓斷 1 支。
6. 第 7 車 35FPK10513 出軌（先拖至富里站，6 月 14 日拖回臺東整理，16 日回送潮州基地）：後部連結器護吊海側螺栓斷 2 支、後部連結器 U 形滑板螺栓斷 1 支、後部軔托螺栓段 2 支。
7. 電力機車 E205、第 1 車 35FPK11507 未出軌，拖至花蓮站；第 8 車 35FPK10534、第 9 車 45MBKK80012、第 10 車 45MBKK80008 未出軌，6 月 7 日回送潮州基地。

（三）電訊及號誌部分

1. 電訊部分：富里-東竹間損壞更換 96 芯光纜 429 米 1 組、24 芯光纜 429 米 2 組、TC-01B 線槽 150 米。
2. 號誌部分：ATP 地上感應板損壞 2 只。

三、運轉影響情形

6 月 4 日 12:33 至 5 日 11:32 富里-東竹站間不通，影響列車計 53 列次、總延誤時間 947 分鐘、受影響旅客約 12,430 人。

2.4 調查事實

一、天候部分

依據中央氣象局玉里測站資料，6 月 4 日 12 時之氣溫為 35.0℃，當日最高溫度為 12:56 之 36.3℃，詳圖 2.4-1。

| 測站:C0Z061_玉里 觀測時間:2016-06-04 | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | Press | | temperature | dew point | RH | WD/WS | | | |
| 觀測時間 (LST) ObsTime | 測站氣壓 (hPa) StnPres | 海平面氣壓 (hPa) SeaPres | 氣溫 (°C) Temperature | 露點溫度 (°C) Td dew point | 相對濕度 (%) RH | 風速 (m/s) WS | 風向 (最多風向) (360degree) WD | 最大陣風 (m/s) WSGust | 最大陣風風向 (360degree) WDGust |
| 7 | 990.0 | | 25.1 | | | 0.7 | 81 | | |
| 8 | 989.6 | | 29.4 | | | 0.2 | 0 | | |
| 9 | 989.8 | | 30.7 | | | 0.7 | 352 | | |
| 10 | 989.0 | | 32.1 | | | 0.5 | 315 | | |
| 11 | 988.6 | | 34.1 | | | 1.4 | 317 | | |
| 12 | 988.1 | | 35.0 | | | 0.9 | 321 | | |
| 13 | 987.4 | | 35.5 | | | 1.9 | 323 | | |
| 14 | 987.4 | | 34.9 | | | 2.7 | 323 | | |
| 15 | 987.5 | | 33.9 | | | 2.9 | 324 | | |
| 16 | 987.6 | | 32.7 | | | 2.2 | 322 | | |
| 17 | 988.3 | | 31.8 | | | 1.8 | 328 | | |

| 測站:C0Z061_玉里 觀測時間:2016-06 | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | temperature | | | | |
| 觀測時間 (LST) ObsTime | 氣溫 (°C) Temperature | 最高氣溫 (°C) T Max | 最高氣溫時間 (LST) T Max Time | 最低氣溫 (°C) T Min | 最低氣溫時間 (LST) T Min Time |
| 4 | 29.1 | 36.3 | 2016-06-04 12:56 | 23.9 | 2016-06-04 05:13 |

圖 2.4-1 中央氣象局玉里測站溫度資料

二、軌道部分

(一) 基本資料

1. 事故地點位於花蓮起點 K104+646 處，其結構型式為路堤段，平面線形為直線路段，無超高 ($C=0$)，縱剖面坡度（車行方向）為下坡 6.1‰，長度約 540 公尺，運行前、後方銜接段均為下坡段（前方坡度 5.58‰、長度約 380 公尺；後方坡度 14.2‰、長度約 660 公尺，詳圖 2.4-2）。
2. 軌道型式係道碴軌道，軌枕間距約 58 至 60 公分。Pandrol 之 e 型扣件，50 公斤級（50N）鋼軌，為連續長焊鋼軌路段。

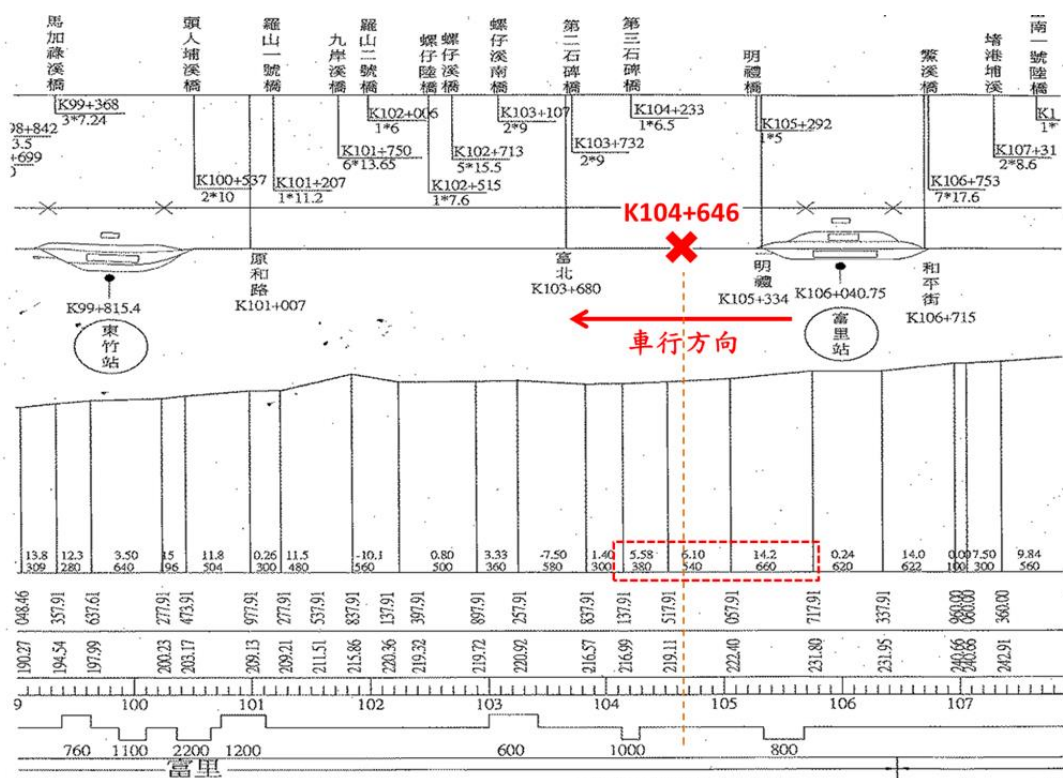


圖 2.4-2 事故路段線形資訊



圖 2.4-3 K104+655 鋼軌夾膠絕緣接頭

3. 現場原由魚尾銲連接方式改為以鋁熱焊接，成為連續長焊鋼軌，里程範圍為 K104+310~K104+655，於 91 年 10 月 15 日鋪設，鋪定溫度 34℃，未有焊接檢測紀錄，之後亦無重新鋪定紀錄。
4. 事故地點前、後 200 公尺範圍內，在 K104+655 處有 4 孔夾膠絕緣接頭，接頭處為承接木枕，鄰近軌旁為第三閉塞號誌機，詳圖 2.4-3；另 K104+820 處亦有 4 孔夾膠絕緣接頭。

(二) 近期養護情形

1. 超音波探傷：依據 104 年 6 月 4 日執行之超音波探傷紀錄，在 K104+300、K104+450、K104+650、K104+655、K104+790 等鄰近事故地點之位置，其左、右軌檢測值均小於 3 公厘，結果均屬正常。
2. 路線檢查報告：依據 105 年 3 月 10 日執行之 EM80 軌道檢查車第 1 次全線軌道檢查結果 (K140+789~K70+956) 及 5 月 3 日路線振動檢查不良處月報表，事故路段均未列屬不良路段。另 1 月 7 日及 3 月 28 日辦理之每季軌道設備檢查結果為正常。
3. 事發前檢查養護紀錄：5 月 6 日中型砸道車砸道 (K103+700~K104+700)；5 月 11 日中型砸道車砸道 (池上~東竹~富里)；5 月 24 日夜間中型砸道車砸道 (東竹~富里)、K104+662 (EM80 缺失)；6 月 2 日中型砸道車砸道 (K103+000~K105+280)；6 月 4 日抽換 PC 枕。
4. 隨乘機車巡查路線紀錄：查 5 月 3 日至 6 月 4 日間共 23 日、27 列次巡查結果，事故路段均未有不整或不良狀況。
5. 經檢視平日養護工作紀錄表單，其中工作項目僅以文字簡述呈現 (例如：完成轄內不良點整修)，且形式上記載「工作完成即為完成自主檢查」，未有施工後相關之檢查紀錄，以致尚難以確認相關之工作細項內容及是否已確實施作完成。

(三) 事發當日養護巡檢及列車通過情形

1. 臺鐵局未提供書面施工計畫或類似文件，僅書面答覆說明富里道班副領班於5月份檢查軌道時，發現 K104+662 有木枕腐朽、相鄰 PC 枕表面有破損，故排定於6月4日夜間抽換整修。
2. 依6月3日第412次列車行車錄影畫面顯示，在 K104+655 第三閉塞號誌機處、未實施軌枕抽換工作前，該處道碴及軌枕呈現白色，疑似有噴泥之現象，路基已屬弱化，詳圖 2.4-4。
3. 依據工單、路線封鎖工作紀錄簿、保安裝置保修工作簿等紀錄，6月4日 00:21~04:30 於 K104+655 抽換鋼軌夾膠絕緣接頭之大枕及 PC 枕，由池上工務分駐所富里道班4人執行，另三民、玉里道班各支援2人。
4. 前述軌枕抽換作業結束後，經富里道班副領班至施工處再作檢查確認，發現抽換點路線方向有微量不整，爰於 05:45~07:30 執行方向整正作業（砸道），由富里道班4人執行。另從第401次列車行車錄影畫面顯示，05:36 列車行經 K104+655 時，海側路線約有6支枕木有浮起現象（無石碴），詳圖 2.4-5。
5. 方向整正作業結束後，池上分駐所主任隨乘第4621次列車（無錄影設備）巡查池上-瑞穗站間路線，於 09:57 行經施工路段未發現異常。另從第411次列車行車錄影畫面顯示，08:30 列車行經 K104+655 時，原海側枕木浮起區段已有石碴覆蓋，詳圖 2.4-6。
6. 在第651次列車出軌前，自6月4日約5時起雙向共有21列次通過事故地點，其中在第4621次列車（09:57 通過）之後通過該路段之列車計10列次，除第412次司機員回報發現疑似路線異常外，其他司機員均未回報發現異常。此外，前述21列次僅4列次裝設行車錄影設備，其中本次調查共取得第401次（05:36 通過）、第411次（08:30 通過）、第412次（12:14 通過）行車錄影畫面，惟第408次（10:41 通過）則未取得。從第412次列車行車錄影畫面顯示，12:14 列車行經 K104+655 時鋼軌已呈現不整現象，詳圖 2.4-7~2.4-8。



圖 2.4-4 K104+655 處 6 月 3 日抽換軌枕前之路線狀況



圖 2.4-5 K104+655 處 6 月 4 日抽換軌枕後之路線狀況



圖 2.4-6 K104+655 處 6 月 4 日鋼軌方向整正後之路線狀況



圖 2.4-7 K104+655 處 6 月 4 日事故發生前之路線狀況

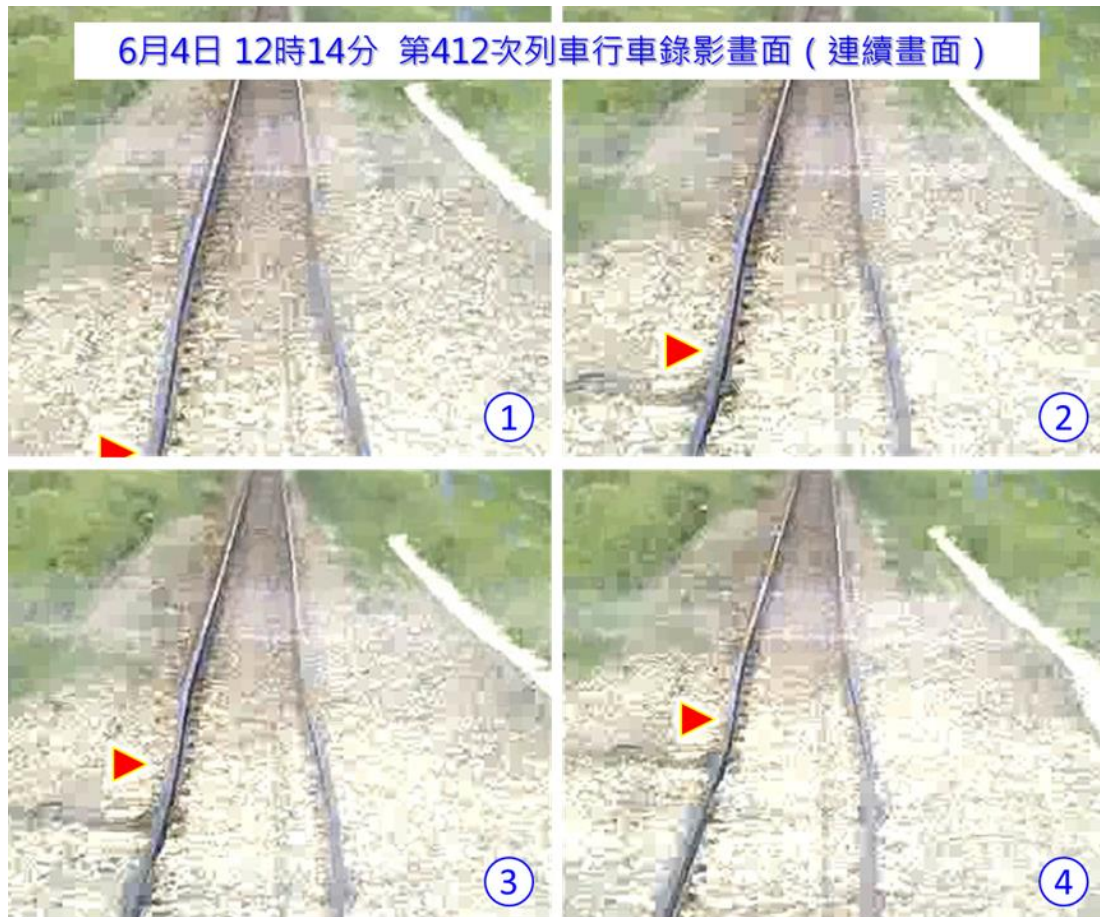


圖 2.4-8 6 月 4 日第 412 次列車通過 K104+655 處連續畫面

(四) 軌道運動分析

1. 以飛機三軸及操控動作概念，應用在軌道運輸而言，若以 Y 軸（橫軸）為轉軸，作車廂上下動作，稱為俯仰（Pitch）；若以 X 軸（縱軸）為轉軸，作車廂左右旋轉動作，稱為翻滾（Roll）；若以 Z 軸（垂直軸）為轉軸，作車廂左右搖擺動作，稱為偏擺（Yaw），詳圖 2.4-9。
2. 經分析 6 月 3 日夜間第 448 次及 6 月 4 日上午第 401 次、第 411 次列車通過事故地點之行車錄影畫面：
 - (1) 第 448 次列車通過時，有路線高低不整（隆起）所造成車廂震動之俯仰情形（詳圖 2.4-10）。
 - (2) 第 401 次列車通過時，路線所造成車廂震動角度變化量，較第 448 次角度小，顯示路線經夜間維修後，軌道高低不整情形獲得改善（詳圖 2.4-11）。

(3) 第 411 次列車通過時，與第 401 次錄影畫面比對，軌道高低不整情形無明顯變化，然已有軌道變形、方向不整增大情形（詳圖 2.4-12）。

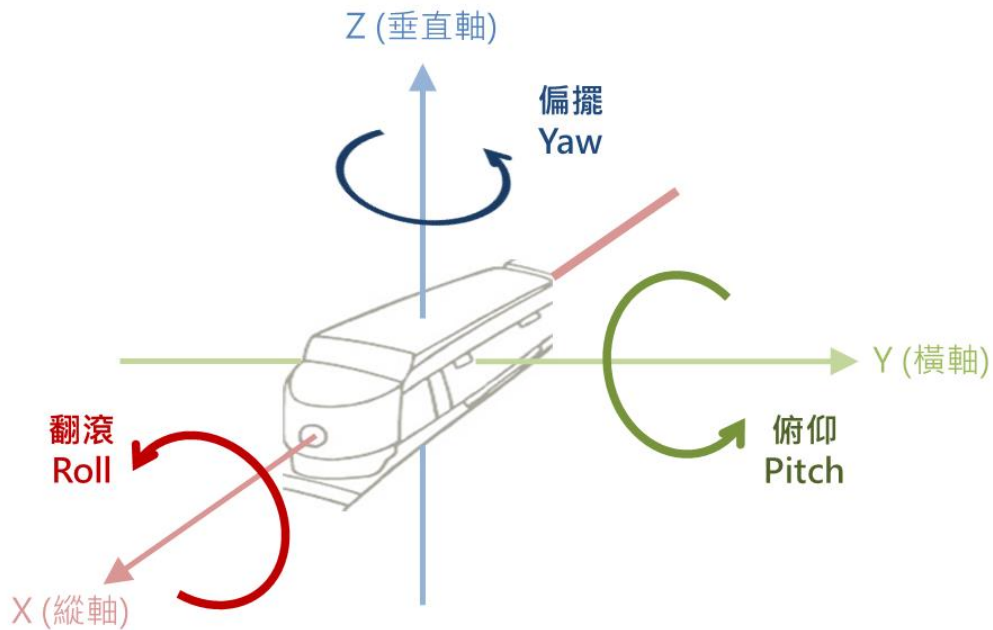


圖 2.4-9 俯仰、翻滾、偏擺示意圖

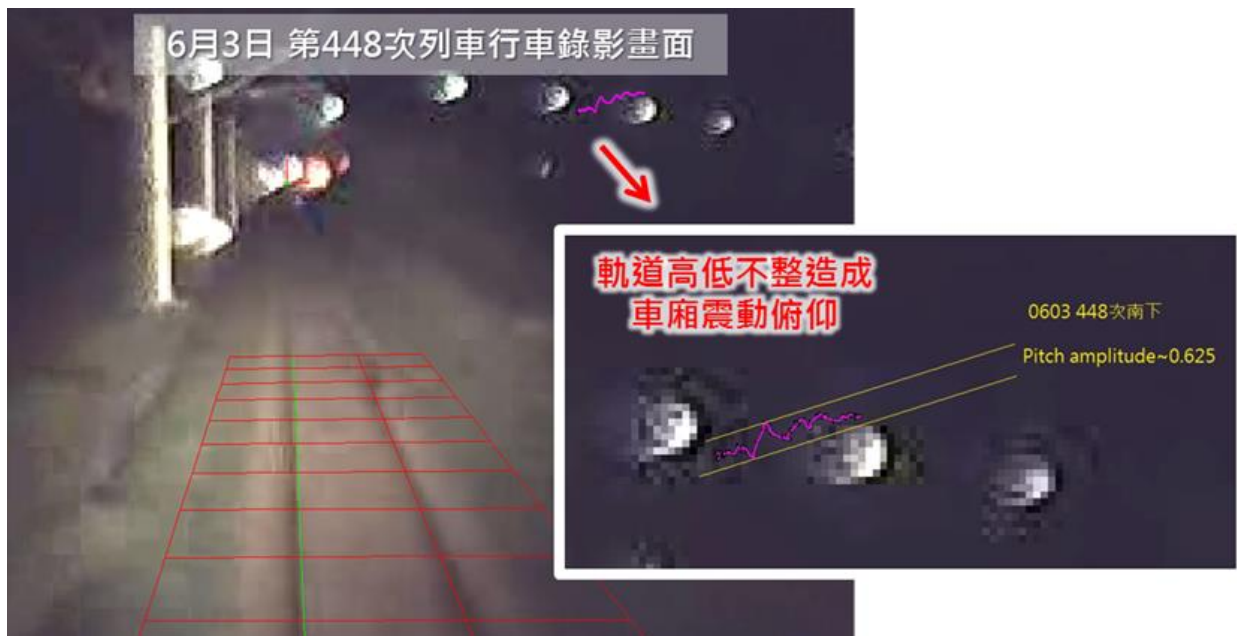


圖 2.4-10 6 月 3 日夜間列車通過事故地點之俯仰情形



圖 2.4-11 6 月 4 日清晨列車通過事故地點之俯仰情形

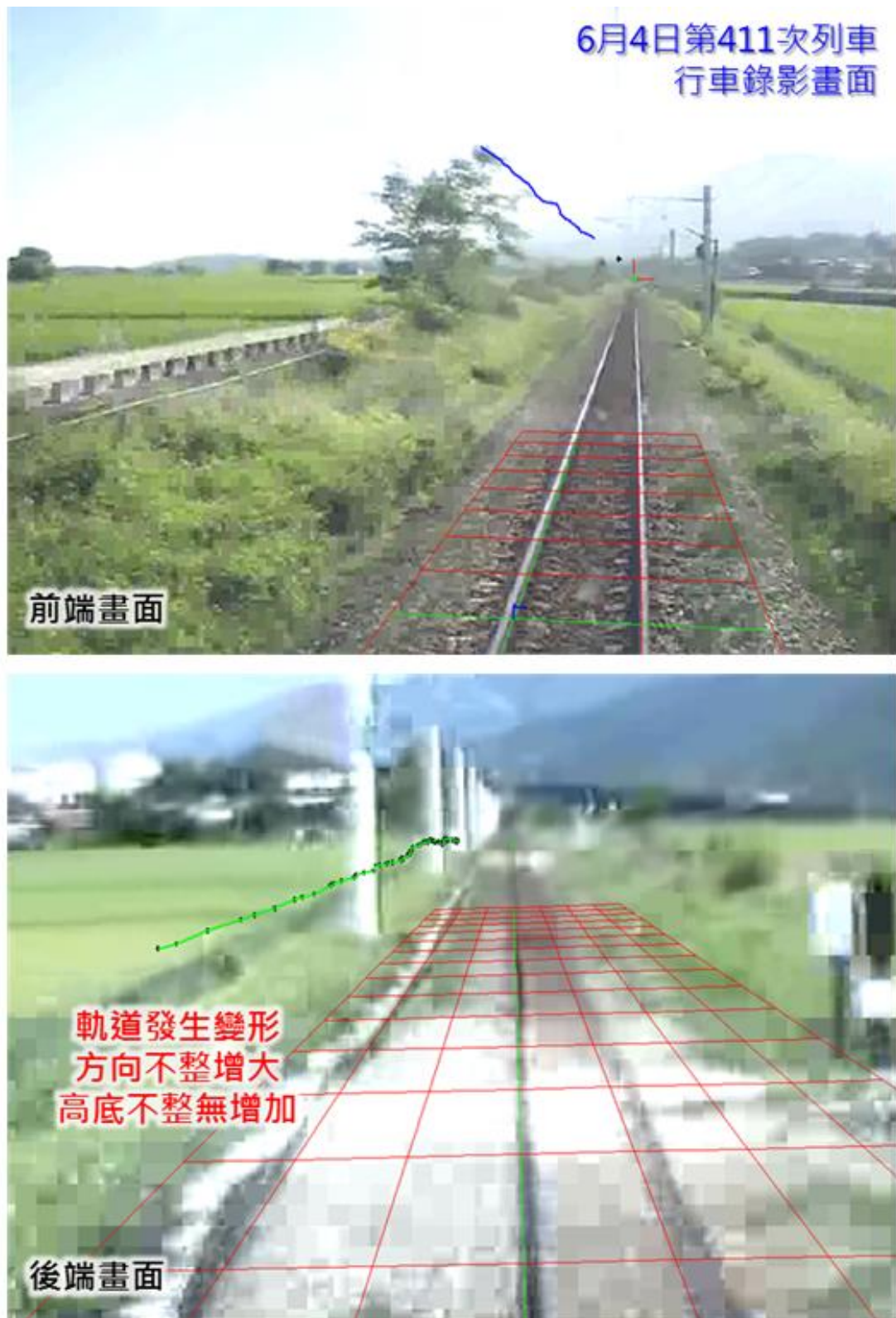


圖 2.4-12 6 月 4 日上午列車通過事故地點之俯仰情形

3. 經分析 6 月 4 日第 412 次列車通過事故地點之行車錄影畫面(詳圖 2.4-13、2.4-14)，軌道嚴重變形，列車發生巨烈搖擺，其中：
- (1) 前端畫面顯示，該路段在事故發生前，已有 5~6 公分鋼軌偏移情形；另車廂偏擺現象較明顯，翻滾及俯仰不明顯。
 - (2) 後端畫面顯示，車廂有明顯側滾，即翻滾及偏擺較為明顯。

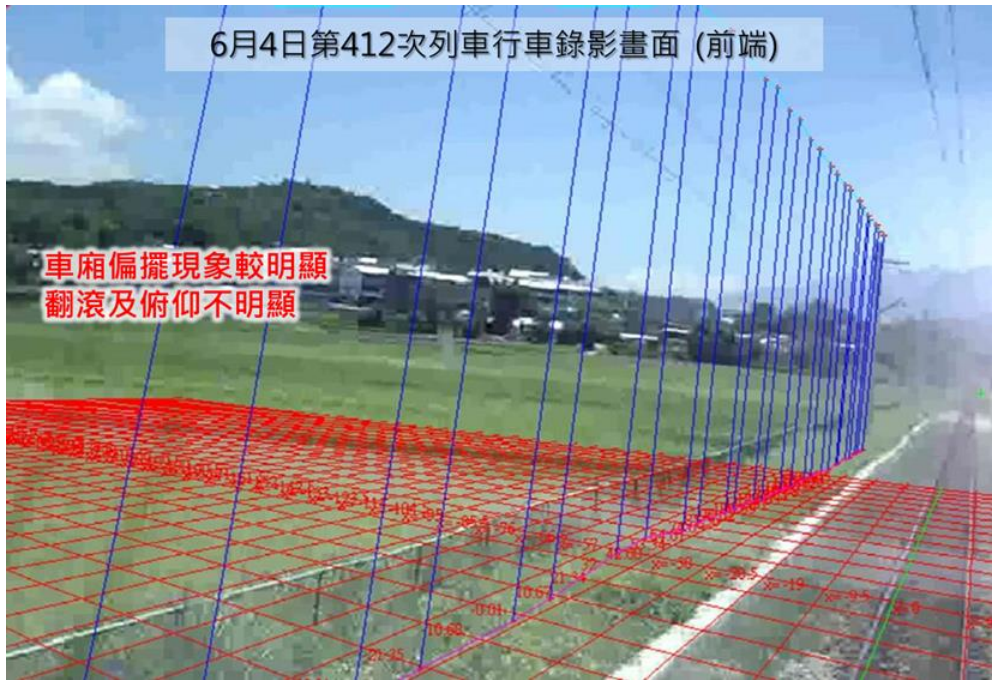


圖 2.4-13 第 412 次前端畫面顯示車廂偏擺情形

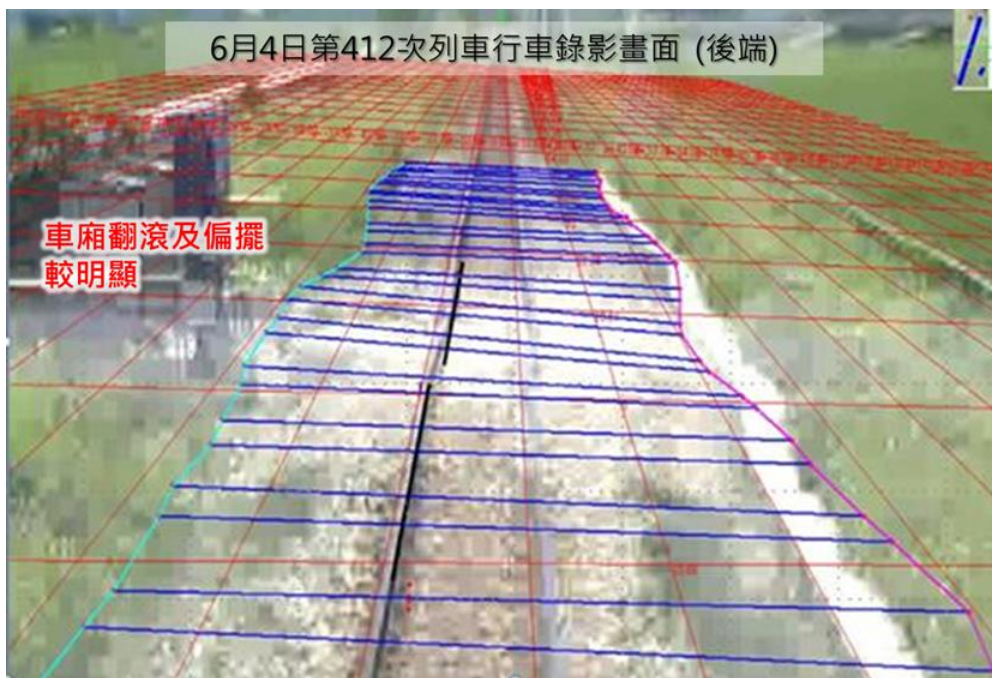


圖 2.4-14 第 412 次後端畫面顯示車廂翻滾及偏擺情形

(五) 事發後鋼軌溫度量測

1. 按臺鐵局調查報告，事後量測現場軌溫為 63°C ，惟該溫度僅依量測人員口述記載，並無照片紀錄佐證。
2. 依部頒「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」第 2.3 條規定，長焊鋼軌鋪定溫度應依照「鋼軌鋪定溫度範圍表」辦理，即從可鋪定範圍最低溫度 25°C 與預期最高鋼軌溫度 60°C ，得出規範鋼軌溫度容許升溫 35°C 。按當日事後量測現場軌溫為 63°C ，假設以 91 年鋪定溫度 34°C 為準，二者相差 29°C ，並未超過前述部頒規範之容許升溫 35°C （詳圖 2.4-15）。

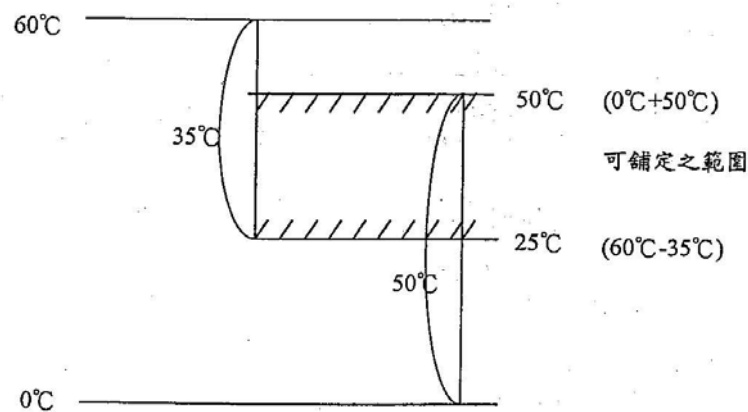


圖 2.4-15 鋪定溫度範圍示意圖

3. 臺鐵局轄區 18 處工務分駐所 105 年 6 月 30 日完成增設鋼軌溫度監測系統設備，其中 4 處設在花東地區（池上、鳳林、花蓮、臺東）。觀察 7 月 1~6 日量測結果（7 月 7~9 日受颱風影響不納入，另臺東量測期間為 7 月 19~24 日），最高軌溫為鳳林所 59.7°C （4 日 14:36 量測，當日最高大氣溫度 35.2°C ），至各地每日最高軌溫分別為：池上所 $47.1\sim53.2^{\circ}\text{C}$ （大氣溫度 $37.2\sim41.9^{\circ}\text{C}$ ）、鳳林所 $54.5\sim59.7^{\circ}\text{C}$ （大氣溫度 $34.4\sim35.7^{\circ}\text{C}$ ）、花蓮所 $50.1\sim55.8^{\circ}\text{C}$ （大氣溫度 $33.2\sim34.6^{\circ}\text{C}$ ）、臺東所 $48.3\sim53.3^{\circ}\text{C}$ （大氣溫度 $37.8\sim40.2^{\circ}\text{C}$ ），量測結果尚無出現超過 60°C （詳表 2.4-1）。
4. 若因溫度導致鋼軌挫屈，在挫屈前一般會出現軌枕上浮現象，降低橫向穩定性，惟本事故並無發現類似情事，尚難論斷本案

軌道挫屈與高溫之直接關聯性。另從 6 月 3 日列車監視畫面可發現事故現場道碴及軌枕呈現白色，似已有噴泥、路基弱化情況；6 月 4 日該處抽換接頭木枕及 PC 枕，若施工未補碴，路基不穩情況無法獲得改善。

表 2.4-1 花東地區鋼軌溫度量測結果

池上分駐所（軌溫監測設備於池上車站南端路線）

| 日期 | T,MAX | | TIME,max | | 備註 | T,異常修正 | | TIME,max | |
|----------|-------|------|----------|----------|-----------|--------|------|----------|----------|
| | 軌溫 | 大氣溫 | 軌溫 | 大氣溫 | | 軌溫 | 大氣溫 | 軌溫 | 大氣溫 |
| 105/7/1 | 51.8 | 37.8 | 11:45:46 | 11:45:46 | | | | | |
| 105/7/2 | 53.2 | 38.9 | 12:14:59 | 12:54:58 | | | | | |
| 105/7/3 | 52.2 | 38.1 | 12:44:14 | 12:39:15 | | | | | |
| 105/7/4 | - | - | - | - | 設備維修無資料 | | | | |
| 105/7/5 | 47.1 | 37.2 | 16:22:23 | 16:17:24 | | | | | |
| 105/7/6 | 51.1 | 41.9 | 13:07:09 | 12:42:10 | | | | | |
| 105/7/7 | 35.8 | 32.4 | 09:46:30 | 10:06:29 | | | | | |
| 105/7/8 | 240 | 237 | 17:00:40 | 17:00:40 | 異常，可能颱風影響 | | | | |
| 105/7/9 | 249 | 245 | 09:30:11 | 09:30:11 | 異常，可能颱風影響 | 43 | 33.5 | 12:50:05 | 12:50:05 |
| 105/7/10 | 46.7 | 34.9 | 13:29:20 | 13:24:20 | | | | | |

鳳林分駐所（軌溫監測設備於鳳林車站北端第1、2股間）

| 日期 | T,MAX | | TIME,max | | 備註 | T,異常修正 | | TIME,max | |
|----------|-------|------|----------|----------|---------|--------|-----|----------|-----|
| | 軌溫 | 大氣溫 | 軌溫 | 大氣溫 | | 軌溫 | 大氣溫 | 軌溫 | 大氣溫 |
| 105/7/1 | 56.4 | 35.2 | 13:56:50 | 13:56:50 | | | | | |
| 105/7/2 | 56.6 | 35.5 | 12:56:50 | 12:36:50 | | | | | |
| 105/7/3 | 55.9 | 34.4 | 13:56:50 | 12:56:50 | | | | | |
| 105/7/4 | 59.7 | 35.2 | 14:36:50 | 12:16:50 | | | | | |
| 105/7/5 | 55.3 | 35.7 | 13:16:50 | 11:56:50 | | | | | |
| 105/7/6 | 54.5 | 34.7 | 14:36:50 | 12:16:50 | | | | | |
| 105/7/7 | 44 | 31.9 | 10:16:50 | 10:16:50 | 尼伯特颱風影響 | | | | |
| 105/7/8 | 27.7 | 25.9 | 09:36:50 | 10:36:50 | 尼伯特颱風影響 | | | | |
| 105/7/9 | 45.8 | 30.4 | 13:16:50 | 12:56:50 | | | | | |
| 105/7/10 | 50.2 | 32.4 | 12:36:50 | 12:16:50 | | | | | |

花蓮分駐所（軌溫監測設備於短鋼軌模擬現場環境放置分駐所辦公室東南側）

| 日期 | T,MAX | | TIME,max | | 備註 | T,異常修正 | | TIME,max | |
|----------|-------|------|----------|----------|---------|--------|-----|----------|-----|
| | 軌溫 | 大氣溫 | 軌溫 | 大氣溫 | | 軌溫 | 大氣溫 | 軌溫 | 大氣溫 |
| 105/7/1 | 52.5 | 33.8 | 14:56:52 | 09:36:52 | | | | | |
| 105/7/2 | 52.3 | 33.2 | 14:26:52 | 10:06:52 | | | | | |
| 105/7/3 | 50.1 | 33.2 | 14:56:52 | 09:46:52 | | | | | |
| 105/7/4 | 52.7 | 34.1 | 14:26:52 | 09:16:52 | | | | | |
| 105/7/5 | 55.8 | 34 | 14:48:57 | 09:48:57 | | | | | |
| 105/7/6 | 53.6 | 34.6 | 14:58:57 | 09:58:57 | | | | | |
| 105/7/7 | 45 | 33.9 | 10:48:57 | 10:38:57 | 尼伯特颱風影響 | | | | |
| 105/7/8 | 27.3 | 26.6 | 14:58:57 | 14:48:57 | 尼伯特颱風影響 | | | | |
| 105/7/9 | 41.4 | 29.1 | 13:58:57 | 14:08:57 | | | | | |
| 105/7/10 | 40.9 | 30.5 | 09:08:57 | 10:18:57 | | | | | |

臺東分駐所（軌溫監測設備於臺東站調車及機迴線一股，臨分駐所旁）

| 日期 | T,MAX | | TIME,max | | 備註 | T,異常修正 | | TIME,max | |
|----------|-------|------|----------|----------|----|--------|-----|----------|-----|
| | 軌溫 | 大氣溫 | 軌溫 | 大氣溫 | | 軌溫 | 大氣溫 | 軌溫 | 大氣溫 |
| 105/7/1 | 50.6 | 39.3 | 13:13:07 | 11:03:11 | | | | | |
| 105/7/19 | 51.7 | 39.6 | 11:35:49 | 10:05:20 | | | | | |
| 105/7/20 | 49.1 | 39.5 | 12:43:46 | 11:38:35 | | | | | |
| 105/7/21 | 50.2 | 39.8 | 12:42:48 | 12:27:45 | | | | | |
| 105/7/22 | 48.3 | 37.8 | 13:07:40 | 10:57:44 | | | | | |
| 105/7/23 | 53.3 | 39.8 | 13:16:55 | 11:06:59 | | | | | |
| 105/7/24 | 53.1 | 40.2 | 12:26:10 | 09:46:16 | | | | | |

說明：7/2~7/18，人員誤觸導致電腦系統故障數據中斷

(六) 軌道力學分析

1. 分析說明

- (1) 本案事故路段路線條件為：路線為直線段、無軌道超高；鋼軌為 50 kg/m (50N)，橫向阻力限制 400 kg/m 以上、扣夾扣壓力 750 kgf 以上。
- (2) 側向阻力為每股軌道 400 kgf/m 時，理論挫屈強度為 82.2 tf，以佐藤吉彥迴歸經驗式估算可得最小挫屈強度為 70.23 tf，其迴歸經驗式為挫屈後 (post buckling) 之穩定最小挫屈強度，評估時採用其迴歸經驗式之計算值。
- (3) 理論式與迴歸經驗式所計算之 50N 鋼軌挫屈強度，均大於鋼軌溫差變動 35°C 時之溫度軸力 53.5 tf，及溫差變動 40°C 時之溫度軸力 61.1 tf。如依「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」之規定，應不致發生鋼軌挫屈現象。
- (4) 50N 鋼軌 (或道碴) 側向阻力如降至每股軌道 200 kgf/m 時，依迴歸經驗式估算可得最小挫屈強度為 48.47 tf。若溫差變動 32.5°C 時之溫度軸力 49.64 tf，有挫屈發生之虞。
- (5) 臺鐵 50N 鋼軌採用扣夾之扣壓力 750 kgf 以上，以鋼軌基部兩面扣壓之摩擦係數合成為 0.5~0.65，一支鋼軌兩側基部扣夾之水平力大於 700 kgf，大於道碴側向阻力。因此，道碴軌道側向阻力如有不足，除了扣夾鬆脫外，應為道碴結構問題。
- (6) 夏天鋼軌溫度高，鋼軌熱軸向力大，當軸向力與挫屈強度接近時，則鋼軌受側向力而產生之側向撓度將會放大，當側向位移達臨界位移後也將出現挫屈現象。
- (7) 抽換 2 支軌枕，施工後如夯實度不足，所牽動之道碴將影響 4 支軌枕之側向勁度其影響範圍將為 2.4 m (假設軌枕距離 0.6 m)，而明顯影響挫屈強度。若施作 3 支軌枕，道碴條件不佳狀態影響範圍達 5 支，接近挫屈半波長，也會出現挫屈現象。即道碴受干擾後如無妥善處理，溫差 32°C 雖未達臨界溫度，但挫屈強度降低也會出現挫屈現象。

2. 分析結果

- (1) 若道碴軌道之施工與維護確實符合「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」之規定，當溫度變動達 35°C 時，鋼軌熱軸力尚小於最小挫屈強度，應不致發生挫屈現象。但熱軸力與挫屈強度之比值可達 0.7 以上，對於側向位移會明顯放大（如放大倍數 $\alpha = 1/(1-0.7) = 3.3$ ），若軌道不整或道碴基礎勁度變動，產生較大衝擊力時，其側向變形將被放大，也可能出現挫屈現象。
- (2) 第 651 次列車出軌後所量測之鋼軌溫度為 63°C，假設以 91 年鋪定溫度為 34°C，二者溫差 29°C，鋼軌熱軸力約 44.3 tf，抽換 2 支軌枕牽動道碴範圍，將使 4 支軌枕之道碴阻力受影響。若道碴未確實夯實，其影響達挫屈半波長之一半以上將明顯使挫屈強度降低。
- (3) 列車通過道碴基礎勁度變動位置，將出現結構不連續狀態之衝擊，其衝擊力包含垂向與側向分量，該側向力分量將增加鋼軌側向撓度，經鋼軌熱軸力影響之放大，致產生軌道不整，而使列車發生搖晃，輪軸持續側向撞擊鋼軌而放大線形不整，造成列車出軌條件。

三、車輛部分

(一) 基本資料

1. 事故機車（E205 型）

- (1) 購置於美國通用電氣公司，於 67 年啟用
- (2) 總重：96 噸（6 軸，單軸重 16 噸）
- (3) 機車尺寸：長 17,094 mm，寬 2,971.8 mm，高 4,100 mm
- (4) 馬力：4,200 HP
- (5) 最高速度：110 km/h

2. 事故車輛（3FPK10500）

- (1) 目前共有 42 輛

(2) 車輛皮重（空重）：32.53 噸

(3) 車廂尺寸：長 20,000 mm，寬 2,900 mm，高 3,800 mm

(4) 車廂座位數：52 席

(5) 最高速度：110 km/h

3. 事故列車第 651 次莒光號編組如下：

| ←車行方向（往東竹） | | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|
|  | | | | | | | | | | |
| 機車 | 1 車 | 2 車 | 3 車 | 4 車 | 5 車 | 6 車 | 7 車 | 8 車 | 9 車 | 10 車 |
| E205 | 35FPK 11507 | 35FPK 10526 出軌 | 35FPK 10541 出軌 | 35FPK 10531 出軌 | 35FPK 10514 出軌 | 35FPK 10533 出軌 | 35FPK 10513 出軌 | 35FPK 10534 | 45MBKK 80012 | 45MBKK 80008 |

（二）機車 E205 保養維修紀錄

1. 臺鐵機車車輛保養除依鐵路法子法「鐵路機車車輛檢修規則」辦理外，另訂定「各型機車檢修程序」、「各型機車定期檢修之各級檢修項目」、「車輛檢修程序」等規章程序。
2. 依據高雄機務段 E200 型機車運用表，E205 機車於 105 年 6 月 3 日第 611 次運用 21:33 抵達花蓮站，經由花蓮機務段執行日檢 1A 檢修，結果動力系統、傳動裝置、走行系統、儀錶、車身、電氣系統、連結裝置、輔助設備、其他系統皆未發現異常；僅在軔機系統項目中更換第 3、4、10 位軔塊及調整軔缸行程。
3. 105 年 3 月 29 日由高雄機務段執行 2C 檢修，結果走行系統、軔機系統、動力系統等項目皆為正常。

（三）各車輛保養維修紀錄

1. 本次客車編組於臺東站始發，依規定由臺東機務分段執行氣軔試驗，經查列車氣軔試驗記錄表，105 年 6 月 4 日列車編組軔試驗正常。
2. 客車 1 級檢修項目包含走行動態、軔機裝置、連結裝置、電氣裝置等項目，檢查結果皆為正常。各節車廂 1 級檢修日期如下：

- (1) 1 車 (35FPK11507)：105 年 4 月 28 日
- (2) 2 車 (35FPK10526)：105 年 4 月 28 日
- (3) 3 車 (35FPK10541)：105 年 4 月 26 日
- (4) 4 車 (35FPK10531)：105 年 4 月 18 日
- (5) 5 車 (35FPK10514)：105 年 4 月 26 日
- (6) 6 車 (35FPK10533)：105 年 4 月 20 日
- (7) 7 車 (35FPK10513)：105 年 4 月 22 日
- (8) 8 車 (35FPK10534)：105 年 4 月 14 日

四、人員及運轉部分

(一) 工務人員

1. 基本資料

6 月 4 日 00:21~04:30 抽換軌枕作業人員，包括池上工務分駐所富里道班 4 人及三民、玉里道班各 2 人；當日 05:45~07:30 執行方向整正作業人員為富里道班 4 人。檢視前述 8 人工作資歷，除富里道班副領班有 19 年資歷、另有 1 人有 2 年 7 個月資歷外，其餘 6 人僅有 2~6 個月資歷，詳表 2.4-2。

表 2.4-2 工務人員基本資料

| 部門 | 姓名 | 職稱 | 年齡 | 進入臺鐵 | 進入部門 | 當日維修工作 |
|------|-----|------|----|-----------|-----------|--------------|
| 富里道班 | 鍾○○ | 副領班 | 49 | 86/07/15 | 100/09 | 抽換軌枕 方向整正 |
| | 陽○○ | 服務佐理 | 31 | 105/04/06 | 105/04/06 | |
| | 張○○ | 服務佐理 | 29 | 105/04/06 | 105/04/06 | |
| | 呂○○ | 服務佐理 | 31 | 105/04/06 | 105/04/06 | |
| 三民道班 | 許○○ | 技術助理 | 33 | 102/11/08 | 102/11/08 | 抽換軌枕(支援) |
| | 方○○ | 技術助理 | 29 | 104/12/07 | 104/12/07 | |
| 玉里道班 | 蘇○○ | 技術助理 | 30 | 104/12/07 | 104/12/07 | |
| | 劉○○ | 服務佐理 | 33 | 105/04/06 | 105/04/06 | |

2. 訓練紀錄

查 8 名當班人員中，4 名 105 年 4 月進入臺鐵人員於 4 月 7~8 日參加新進人員訓練且測驗結果合格，2 名 104 年 12 月進入臺鐵人員於 12 月 29 日完成新進人員訓練；另該等 8 人均於 105 年 5 月 27 日完成在職教育訓練。

3. 勤前酒精血壓檢測

按臺鐵局書面答覆說明，6 月 4 日當日皆無飲用酒精飲料，惟未提供書面紀錄。

4. 工作及休假狀況

按臺鐵局書面答覆說明，當班人員於事發前一個月並無大量加班，有固定排休。

(二) 機務人員

1. 第 651 次列車司機員資料如下：

| | | | |
|---------|-----------------------------------|----|------|
| 姓名 | 黃○○ | 職稱 | 司機員 |
| 單位 | 臺東機務分段 | 年齡 | 52 歲 |
| 進入臺鐵日期 | 77 年 10 月 1 日 | | |
| 合格駕駛日期 | 101 年 9 月 6 日 | | |
| 近期檢查結果 | 105 年技能檢查：學、術科均合格 104 年體格檢查：合格 | | |
| 執勤前檢測結果 | 酒精檢測：無異常 血壓檢測：128 / 78 mmHg | | |

2. 第 651 次列車學習司機員資料如下：

| | | | |
|---------|-----------------------------------|----|------|
| 姓名 | 林○○ | 職稱 | 技術助理 |
| 單位 | 臺東機務分段 | 年齡 | 28 歲 |
| 進入臺鐵日期 | 103 年 11 月 21 日 | | |
| 合格駕駛日期 | 尚未取得 | | |
| 近期檢查結果 | 105 年技能檢查：學、術科均合格 104 年體格檢查：合格 | | |
| 執勤前檢測結果 | 酒精檢測：無異常 血壓檢測：128 / 75 mmHg | | |

(三) 通話及訪談紀錄

經綜整 6 月 4 日無線電通話紀錄，並佐以 6 月 28 日富里站副站長、富里道班副領班、第 412 次及第 651 次列車司機員等關係人之訪談紀錄，內容如下：

| 時間 | 發話人 | 發話／訪談內容 |
|--------------|----------|---|
| 《以下為訪談紀錄》 | | |
| 約 12:14 | 412 次司機員 | 412 次車駛至東竹站-富里站間第一閉塞號誌機附近，發現本次車突然搖晃嚴重，立即緊急降低速度，並通報富里站。 |
| 《以下為無線電通話紀錄》 | | |
| 12:14:24 | 412 次司機員 | 富里，412 呼叫聽到請回答。 |
| 12:14:28 | 富里站副站長 | 富里收到。 |
| 12:14:31 | 412 次司機員 | 剛剛 412 在第一閉塞那邊撞了一下很大力，麻煩工務的出來看一下，謝謝。 |
| 12:14:39 | 富里站副站長 | 富里出去第一閉塞那裡是嗎？ |
| 12:14:43 | 412 次司機員 | 第一閉塞那邊接頭那個方向可能有跑掉了。 |
| 12:14:48 | 富里站副站長 | 好，收到。 |
| 《以下為訪談紀錄》 | | |
| 約 12:16 | 富里站副站長 | 通知池上工務分駐所第一閉塞 412 司機有通報路線搖晃。 |
| 約 12:18 | 富里道班副領班 | 12:18 池上工務分駐所來電告知富里出去第一個閉塞附近路線有問題；12:23 撥電話到富里站確認地點；12:28 從東里家裡開車出發。 |
| 約 12:30 | - | (651 次約 12:30 抵達富里站，約 12:31 出發) |
| - | 651 次司機員 | 於富里站開車越過出發號誌機時，接獲副站長通知。 |
| 《以下為無線電通話紀錄》 | | |
| 12:30:57 | 富里站副站長 | 651 司機員富里站呼叫。 |
| 12:31:03 | 651 次司機員 | 收到請說。 |
| 12:31:06 | 富里站副站長 | 出發第一閉塞路基不穩，剛剛 412 司機員有通報，請注意行駛。 |
| 12:31:13 | 651 次司機員 | 收到。 |
| 《以下為訪談紀錄》 | | |
| - | 651 次司機員 | 富里站開車後，當列車速度達 60 km/h，逐段收電門；當列車速度達 80 km/h 時，即開始施制控速並注意運轉《平時列車依標準運轉法須知加速至 95 km/h》，於事故地點前約 150 公尺處發現軌道異常，立即緊急煞車，當時列車通過路線異常地點速度約為 61 km/h。 |

| | | |
|--------------|----------|------------------------|
| 《以下為無線電通話紀錄》 | | |
| 12:33:30 | 651 次司機員 | 富里站！富里站！6..... |
| 12:33:33 | 651 次司機員 | 651 呼叫！ |
| 12:33:36 | 富里站副站長 | 富里收到。 |
| 12:33:38 | 651 次司機員 | 我的車出軌了啦！ |
| 《以下為訪談紀錄》 | | |
| - | 651 次司機員 | 除富里站外，亦通報綜合調度所及臺東機務分段。 |

(四) 車速及速限

第 651 次列車於約 12:31:10 自富里站出發後，以 78 km/h 速度行經 K105+095 處後（此處速限 90 km/h），司機員即切斷動力預作煞車準備，惟該處為 6.1~14.2‰下坡，爰列車因慣性滑行致速度增為 82 km/h（此時為 12:33:07，推算列車位於 K104+773，此處速限 95 km/h）。復因司機員發現前方路基線形不整而啟動煞車，惟仍以 63 km/h 速度於 K104+646 出軌，並於 12:33:54 停於 K104+468 處。

（註：以上時刻係依車載紀錄表示）

(五) 異常運轉通報規定

1. 本案事故所涉之異常運轉通報規定如下：

- (1) 「行車實施要點」第 458 條規定：「列車發生故障或途中發現路線、電車線有異狀及其他情事致中途停車，認有通知值班站長或中央控制區間調度員之必要時，應依下列方式之一處理：一、用電話或利用附近之電話通知。...」，另第 478~483 條規範路線故障所應採取之安全防護、搶修及檢查相關規定。
- (2) 「動力車乘務員運轉標準作業程序」編號肆-7 規定：「一、列車運轉中發現所屬路線故障、橋梁異狀或列車劇烈跳動時：
 - (一)應立即停車，以行調無線電話或沿線電話，連絡前、後方站站長，轉知相關單位派員處理。...」。

2. 事故發生後之運轉限制相關電報內容如下：

- (1) 池上工務分駐所於 6 月 5 日 12:30 拍發第 6006 號電報，內容為「105 年 6 月 4 日於本段轄內 K104+450~K104+655 處，因

天氣炎熱導致鋼軌溫度過高挫屈，致使 651 次於中午 12 時 45 分出軌，經本段緊急處理後已恢復行車，惟路基尚未穩固，仍需持續進行養護，K104+450~K104+655 區間自即時起慢行 20 km/hr...」。

(2) 綜合調度所行車組於 6 月 8 日 14:40 拍發第 208 號電報，內容為「因臺東工務段持續整修東竹=富里間受列車出軌事故影響之路線 (K104+450=655 處)，105 年 6 月 5 日口下出第 206 號行車電報之慢行日期、速度訂正如下：一、東竹=富里間路線 (K104+450=655 處)：(一)自即時起至 105 年 6 月 8 日 17 時 00 分止，慢行 20 K/H。(二)自 105 年 6 月 8 日 17 時 00 分起，慢行 60 K/H...」。

3. 前述「行車實施要點」係為臺鐵局上階規章，僅原則性規範遇有路線異常之通報對象及方式；「動力車乘務員運轉標準作業程序」係屬行車實施要點之下階規章，規範司機員遇到各類狀況之通報對象及必要處置。除前述規定外，臺鐵局並未提出其他用以規範值班站長或調度員之類似規章程序，也缺乏後續列車接獲路線異常後之慢行通過與確認等相關規定，僅憑司機員個人經驗決定當下應減低之速度，並佐以目視注意運轉。

2.5 原因分析

一、軌道部分

(一) 道碴軌道結構整體條件雖不及混凝土道床，倘若確實依部頒「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」進行施工養護，即使鋼軌溫度變動達規範容許升溫 35°C，鋼軌熱軸力尚小於最小挫屈強度，應不致發生挫屈現象。惟當路線未確實養護，列車通過道碴基礎勁度變動位置，將產生較大衝擊力，其側向力分量將增加鋼軌側向撓度，經鋼軌熱軸力影響而放大，致產生軌道不整，而使列車發生搖晃；倘輪軸持續側向撞擊鋼軌而放大線形不整，將增加列車出軌風險。

- (二) 從 6 月 3 日列車行車錄影畫面發現 K104+655 抽換軌枕前，道碴及軌枕呈現白色，已有道床噴泥現象，路基呈弱化狀態，顯示路線養護狀況不佳。6 月 4 日事發前深夜執行軌枕抽換並進行方向整正，該施工作業造成軌道擾動，以致側向支承（橫向穩定）產生弱點。倘若道碴未確實夯實，經分析其牽動之道碴範圍將影響 4 支軌枕之側向勁度，降低挫屈強度，即使 09:57 第 4621 次列車巡檢通過無異常，然後續仍有 10 列次通過該路段，接頭弱點伴隨軌枕上浮，車軸重量輾壓逐漸加大該路段鬆動，使道床橫向穩定性不足，且經影像分析該路段事發前已有約 5~6 公分之鋼軌偏移情形，致第 651 次列車通過時，其後節車廂晃動及車軸左右蛇行，於 K104+646 處車輪爬上鋼軌頭部後出軌。
- (三) 本案推判路線平時養護不佳、施工擾動又未確實將道碴夯實，致道床穩定性不足，惟臺鐵局養護表單內容缺乏養護後量測數據，尚無法進一步驗證。另經軌道力學分析，本案雖無法排除高溫導致鋼軌挫屈，惟因未發現一般挫屈前會出現之軌枕上浮現象，爰鋼軌溫度或為本案放大軌道變形因素之一，然似非造成鋼軌挫屈之主要原因。

二、運轉部分

臺鐵局現行規章對於發現路線異常之通報、慢行確認及應變處置，僅訂有原則性規範，缺乏全面且詳細之規定，以致本案富里站副站長僅能以「請注意行駛」提醒第 651 次司機員，而第 651 次司機員亦僅能憑個人經驗，以低於平時運轉速度 15 km/h 之車速操作，惟發現軌道異常時已煞車不及。因此，臺鐵局對異常情事缺乏完整之作業規定，係為本案造成列車出軌間接原因之一。

三、車輛及人員部分

本案事故機車（E205 型）及車輛（3FPK10500）經查均依臺鐵局相關檢修規定辦理，檢查結果均為正常，尚無涉事故原因。事發前抽換軌枕之 8 名作業人員中，除副領班有 19 年資歷、另有 1 人有 2 年

7 個月資歷外，其餘 6 人僅有 2~6 個月資歷，雖均已完成相關訓練，整體經歷略為資淺，惟無法論斷資歷與事故之直接關聯性。

參、0622 富源-光復站間正線出軌事故

3.1 事故摘要

105 年 6 月 22 日 00:18~05:50 瑞穗道班於富源-光復站間（單線）K53+153 處之富源北二平交道執行降道工程。施工完成後，第 4634 次列車於 14:07 行經該路段後，向富源站回報列車有下陷及搖晃現象，惟第 307 次柴電列車於 14:47 行經該路段時查覺後部車輛疑似出軌，經確認列車前位算起第 7 車至第 9 車共 3 節車廂出軌（詳圖 3.1-1~3.1-5），造成 2 名乘客受傷，且富源-光復站間暫停運轉。經完成出軌車輛復軌、路線及電力設備搶修復舊後，該路段於 23 日 10:40 恢復行車。



圖 3.1-1 事故地點位置圖



圖 3.1-2 第 307 次列車出軌示意圖



圖 3.1-3 第 307 次列車出軌照片(1)



圖 3.1-4 第 307 次列車出軌照片(2)



圖 3.1-5 第 307 次列車出軌照片(3)

3.2 處置過程

| 時間 | 處置情形 |
|-------------|--|
| 6 月 22 日 | |
| 00:18-05:50 | 瑞穗道班於 K53+153 富源北二平交道執行降道工程。 |
| 14:04 | 第 4634 次司機員行經富源北二平交道，發現列車突然上下跳動及搖晃厲害。 |
| 14:07 | 第 4634 次抵達富源站後，司機員向站長通報富源北二平交道異常晃動。 |
| 14:10-14:17 | 富源站站長通知瑞穗道班領班、副領班平交道異常晃動訊息，副領班準備前往現場。 |
| 14:47 | 第 307 次列車行經平交道，司機員於 K53+000 處察覺後部車輛疑似出軌，立即停車請車長及隨車機務員確認。 |
| 14:48 | 車長回報第 7、8、9 節車廂出軌。 |
| 14:58 | 局本部緊急應變中心成立。 |
| 15:25 | 瑞穗-光復間啟動公路接駁機制。 |
| 15:42 | 摘解出軌車廂，旅客由車長引導至前部 6 節車廂搭乘後開車。 |
| 15:48 | 第 307 次列車抵達光復站，延誤 55 分鐘。 |
| 6 月 23 日 | |
| 00:30 | 出軌客車第 7 車復軌，第 8、9 車吊離現場。 |
| 06:48 | 路線復舊。 |
| 10:37 | 電力設備復舊並完成通電。 |
| 10:40 | 恢復正常行車。 |

3.3 影響情形

一、人員受傷情形

第 307 次列車上約 200 名乘客，無人死亡、2 人受傷。

二、設備受損情形

(一) 軌道設備部分

1. 路線受出軌車輛輾壓損壞約 300 公尺。
2. 共更換 PC 枕 239 支、鋼軌 50 公尺、橡膠墊片 478 片、彈性扣夾 956 個、尼龍絕緣座 956 塊、石碴 229 立方公尺。

(二) 車輛設備部分

1. 第 6 車 DR3041：南端連結器受損。
2. 第 7 車 DR3048 出軌：車體部分設備受損，包括空氣彈簧 x2、BC 管 x1、接地線 x1、手軔機 x1（8mm 鋼索）、逆轉機微動開關 2.0 電纜線、RV 空氣軟管 x2。
3. 第 8 車 DR3094 出軌：車體部分設備受損，包括空氣彈簧 x2、BC 管 x1、接地線 x1、手軔機 x1（8mm 鋼索）；車身端部變形破損，電桿穿破車頂，車身傾斜 45 度，車身北端變形破損；北端轉向架旋轉 10~30 度，偏移 50 公分；南端轉向架分離落於車後方約 1~2 公尺。
4. 第 9 車 DR3047 出軌：車體部分設備受損，包括空氣彈簧 x2、BC 管 x1、接地線 x1、手軔機 x1（8mm 鋼索），逆轉機微動開關 2.0 電纜線、RV 空氣軟管 x2；車身受損傾倒 90 度；底盤與軌道摩擦受損；北端轉向架未完全脫離；南端傳動軸因轉向架分離長端脫出滑套，經初步檢查傳動軸及齒輪並無損傷；南端轉向架與車身分離約 100 公尺。
5. 第 1 車 DR3036、第 2 車 DR3088、第 3 車 DR3035、第 4 車 DR3042、第 5 車 DR3083 均未出軌及受損。

(三) 電力部分

電桿 4 根、基礎 3 座、單懸臂組 2 組、雙懸臂組 1 組、主吊線 250

公尺、接觸線 250 公尺、BF 礙子 24 組、BF 饋電線 500 公尺、吊掛線組 25 組、終端設備 2 組。

(四) 號誌及電務設備部分

1. ATP 地上感應板損壞 2 只 (CBF 及 CBC 板各 1 只)、感應板接續盒損壞 1 只、ATS 標誌燈損壞 1 只、單燈式號誌機及其基柱。
2. 053T 及(1R)T 軌道電路故障，光復-東里間計軸器故障 19 處。
3. 富源北二平交道錄影監控主機故障 (中斷錄影約 5 小時)。

三、運轉影響情形

6 月 22 日 14:47 至 23 日 10:40 富源-光復站間軌道不通，影響列車計 43 列次、總延誤時間 739 分鐘、受影響旅客約 6,700 人。

3.4 調查事實

一、天候部分

依據中央氣象局光復測站資料，6 月 22 日 15 時之氣溫為 34.3℃，當日最高溫度為 13:28 之 35.2℃，詳圖 3.4-1。

| 測站:C0T960_光復 觀測時間:2016-06-22 | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | Press | | temperature | dew point | RH | WD/WS | | | |
| 觀測時間 (LST) ObsTime | 測站氣壓 (hPa) StnPres | 海平面氣壓 (hPa) SeaPres | 氣溫 (°C) Temperature | 露點溫度 (°C) Td dew point | 相對濕度 (%) RH | 風速 (m/s) WS | 風向 (最多風向) (360degree) WD | 最大陣風 (m/s) WSGust | 最大陣風風向 (360degree) WDGust |
| 7 | 996.9 | | 26.9 | | | 1.1 | 177 | | |
| 8 | 997.1 | | 28.9 | | | 2.0 | 178 | | |
| 9 | 997.2 | | 31.1 | | | 1.9 | 178 | | |
| 10 | 997.0 | | 32.4 | | | 1.6 | 184 | | |
| 11 | 996.7 | | 33.5 | | | 1.1 | 134 | | |
| 12 | 995.8 | | 33.4 | | | 1.3 | 79 | | |
| 13 | 995.3 | | 32.3 | | | 1.1 | 96 | | |
| 14 | 994.6 | | 33.7 | | | 1.6 | 109 | | |
| 15 | 994.2 | | 34.3 | | | 2.2 | 127 | | |
| 16 | 994.5 | | 31.4 | | | 1.1 | 94 | | |
| 17 | 994.8 | | 29.5 | | | 0.5 | 57 | | |

| 測站:C0T960_光復 觀測時間:2016-06 | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | temperature | | | | |
| 觀測時間 (LST) ObsTime | 氣溫 (°C) Temperature | 最高氣溫 (°C) T Max | 最高氣溫時間 (LST) T Max Time | 最低氣溫 (°C) T Min | 最低氣溫時間 (LST) T Min Time |
| 22 | 28.7 | 35.2 | 2016-06-22 13:28 | 23.1 | 2016-06-22 05:03 |

圖 3.4-1 中央氣象局光復測站溫度資料

二、軌道部分

(一) 基本資料

1. 事故地點位於花蓮起點 K53+141 處，其結構型式為路堤段，平面線形為曲線路段（曲線半徑 $R=1,300$ 公尺，車行方向右彎），超高度 65 公厘，縱剖面坡度（車行方向）為上坡 2%，長度約 283 公尺，運行前方銜接段為上坡（坡度 8.3%、長度約 650 公尺）、後方銜接段為下坡（坡度 0.3%、長度約 586 公尺），詳圖 3.4-2 ~ 3.4-3。
2. 事故地點南側 K53+153 為一處與公路橫交之富源北二平交道（詳圖 3.4-4），寬度 14.4 公尺，涵蓋在軌道曲線半徑 1,300 公尺之路段範圍內。另經檢視事故路段之鋼軌形狀，鋼軌踏面完好，未有軌頭磨耗之情形。
3. 軌道型式採道碴軌道，軌枕間距約 58 至 60 公分。Pandrol 之 e 型扣件，50 公斤級（50N）鋼軌，為連續長焊鋼軌路段。

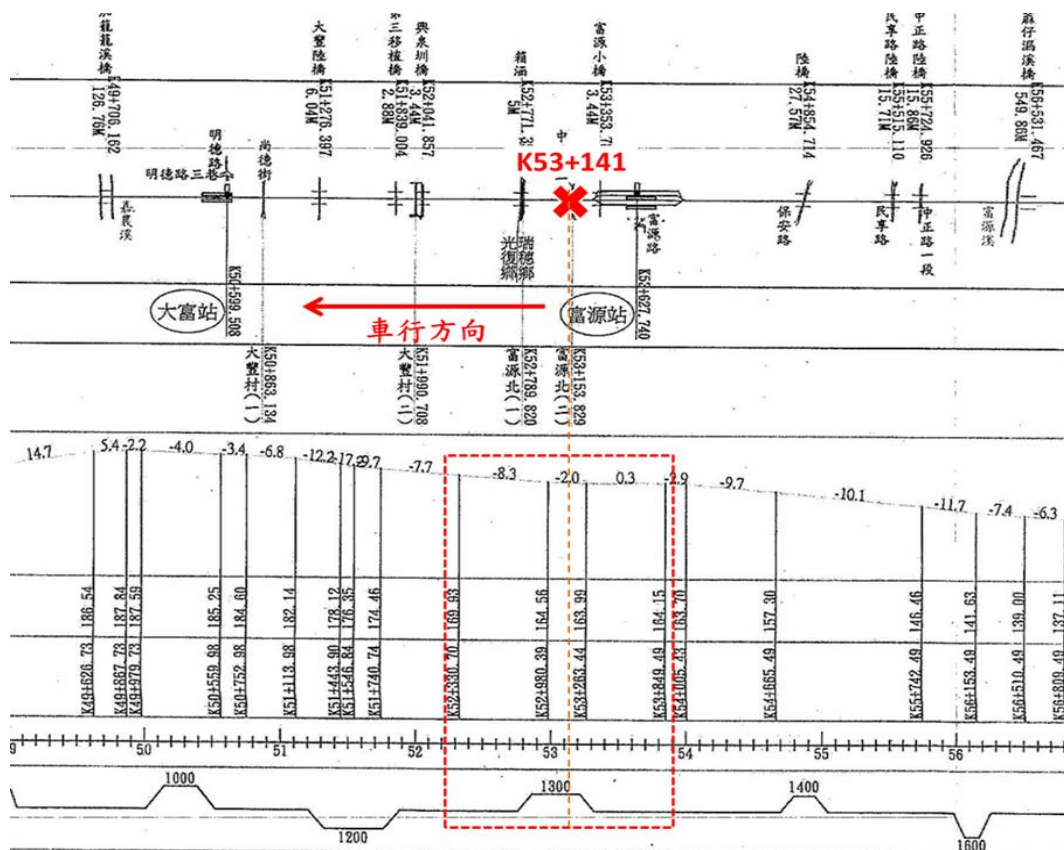


圖 3.4-2 事故路段線形資訊

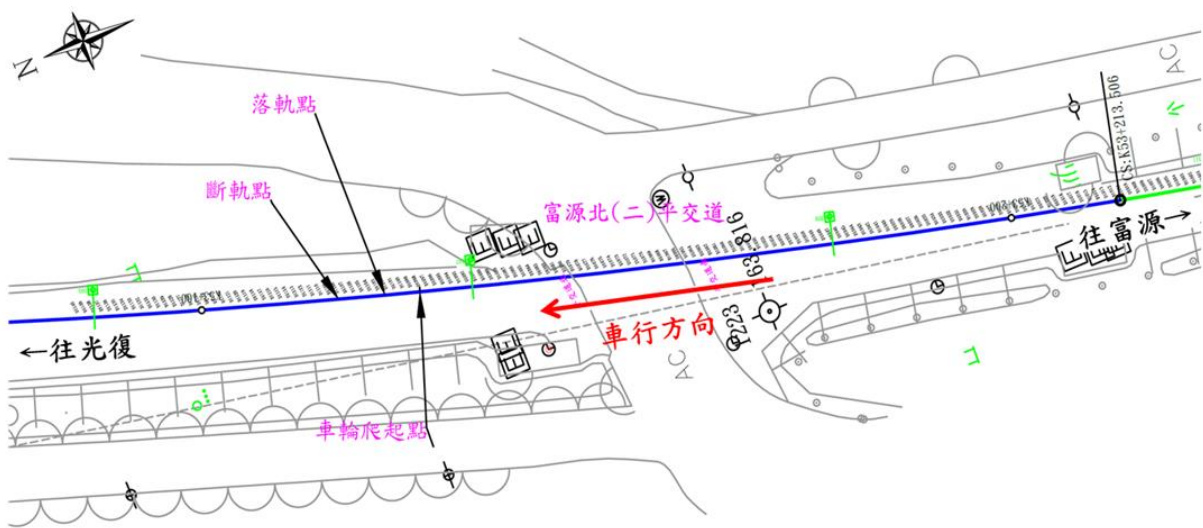


圖 3.4-3 事故路段線形圖



圖 3.4-4 富源北二平交道

4. 鋼軌長度為 390 公尺 (K52+800~K53+190)，於 103 年 4 月 23 日重新鋪設，鋪定溫度 38℃。焊口採鋁熱劑焊接，焊接日期為 103 年 4 月 22 日至 6 月 4 日，超音波檢測結果均合格。事故現場鋼軌斷口為瓦斯壓接處，斷口顯示部分區域平整，有壓接不良現象，未有該瓦斯壓接相關施作及檢驗紀錄，詳圖 3.4-5。

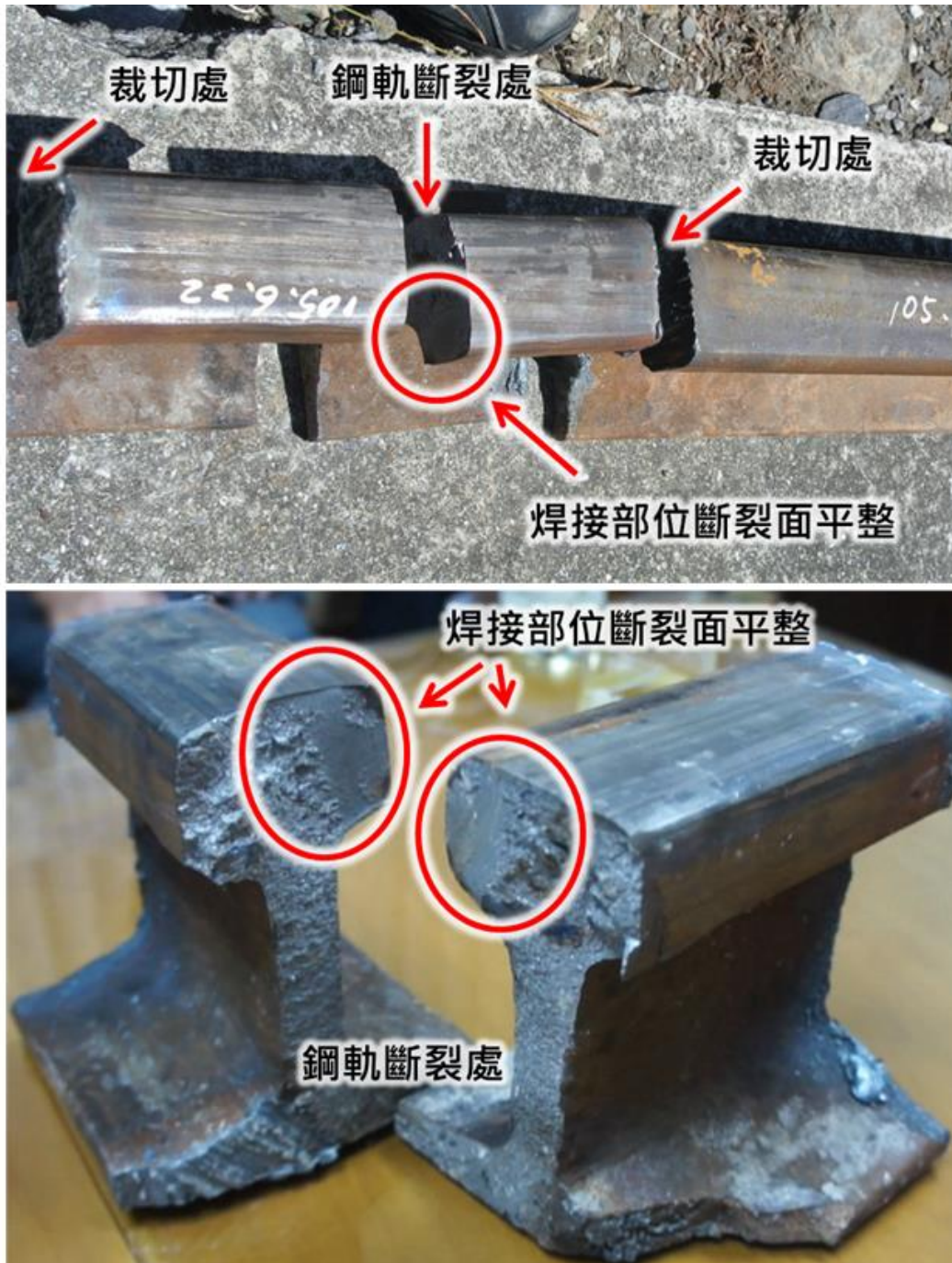


圖 3.4-5 事故路段斷軌圖

(二) 近期養護

1. 路線檢查報告：依據 105 年執行之 EM80 軌道檢查車第 1 次全線軌道檢查結果（K0+100~K70+500）及 4 月 26 日路線振動檢查不良處月報表，事故路段均非屬不良路段。另依 105 年 6 月辦理 EM80 軌道路線檢查手抄本，事故路段亦未有不良情況。
2. 事發前檢查養護紀錄：4 月 27 日 K52+700~K53+300 卸石碴作業；4 月 28~29 日 K52+700~K53+300 曲線撥道作業；5 月 3 日富源北二平交道人工砸道作業；5 月 12 日富源北二平交道拆裝作業；5 月 18 日富源北二平交道養護作業；5 月 25 日 K52+800~K62+400 人工砸道作業；6 月 15 日富源北平交道養護作業；6 月 22 日富源北二平交道降道工程。
3. 隨乘機車巡查路線紀錄：5 月 19 日發現 K53~K53+500 高低不整及方向不整、富源北二平交道南端高低不整，復於 5 月 24 日進行人工砸道及撥道。
4. 經檢視平日養護工作紀錄表單，其中工作項目僅以簡述呈現（例如撥道工程、平交道整修、降道工程），且形式上記載「工作完成即為完成自主檢查」，未有施工後相關之檢查紀錄，以致尚難以確認相關之工作細項內容及是否已確實施作完成。
5. 另依臺鐵人員口述說明，事故路段及鄰近平交道於 5 月 12 日、5 月 18 日執行養護作業時，將曲線半徑 1,300 公尺調整為 1,320 公尺，超高度自 95 公厘調整為 65 公厘，採內軌抬高方式施工。在 6 月 22 日降道工程時，軌道高程調降 50 公厘，調整範圍為富源北二平交道平交道（長度 14.4 公尺）及其前、後各約 4~6 公尺，作業完成後並未施行臨時速限。惟上述曲線半徑及超高度調整，並未作成文字紀錄。

(三) 事發當日養護巡檢及列車通過情形

1. 臺鐵局未提供書面施工計畫，僅提供 6 月 22 日道班工作日誌及路線封鎖工作紀錄簿，記錄當日 00:18~05:50 封鎖光復-瑞穗站

間路線，並進行斷電手續及接地作業，以辦理富源北二平交道降道工程，由鳳林工務分駐所瑞穗道班 5 人執行，另光復、志學道班、機械隊、分駐所合計支援 14 人。工作完成後，由技術領班在道班工作日誌之自主檢查欄位，記錄工作項目並簽名，惟該表單格式並未列出檢查項目，故無法認定實際檢查內容。

2. 在第 307 次列車出軌前，自 6 月 22 日約 6 時起雙向共有 25 列次通過事故地點，除第 4634 次司機員回報發現疑似路線異常外，其他司機員均未回報發現異常。
3. 前述 25 列次僅 5 列次裝設行車錄影設備，其中本次調查共取得第 412 次、第 422 次行車錄影畫面，至第 401、408、411 次則未取得。從行車錄影畫面顯示，第 412 次列車 11:39 行經富源北二平交道時，路線狀況尚屬正常（詳圖 3.4-6），但第 422 次列車 13:58 行經平交道時，北端東側 3~5 公尺範圍內鋼軌面明顯方向性不整（詳圖 3.4-7）。另第 307 次列車 14:46 行經平交道時，第 6 車已有跳動情形（詳圖 3.4-8）。



圖 3.4-6 6 月 22 日 11:39 富源北二平交道路線狀況



圖 3.4-7 6 月 22 日 13:58 富源北二平交道路線狀況



圖 3.4-8 第 307 次列車通過富源北二平交道畫面

4. 經查臺鐵局提供事故後 K52+770~K53+330 檢查數據，其中 K53+000~K53+200 之軌距為 1,060~1,069 公厘、水平為 63~70 公厘，鋼軌磨耗計 11 處。另距離出軌地點最近之 K53+140，其之軌距為 1,065 公厘、水平為 67 公厘、鋼軌踏面磨耗 0.5 公厘，左側石碴寬度 80 公分、厚度 35 公分，右側石碴寬度 60 公分、厚度 45 公分。

(四) 軌道運動分析

1. 經分析第 412 次、第 422 次列車通過事故地點之行車錄影畫面，發現：
 - (1) 二列車後端畫面顯示鋼軌偏移情形逐步增加（詳圖 3.4-9）。
 - (2) 二列車之翻滾現象均不明顯，但均有明顯車輛及鋼軌偏移，顯示車廂有平移運動發生，即有方向不整，但無水平不整（詳圖 3.4-10、3.4-11）。
 - (3) 第 422 次列車後端畫面發現有明顯俯仰現象，但無翻滾現象，二列車均顯示有仰角發生（詳圖 3.4-12）。



圖 3.4-9 二列車鋼軌偏移增加情形

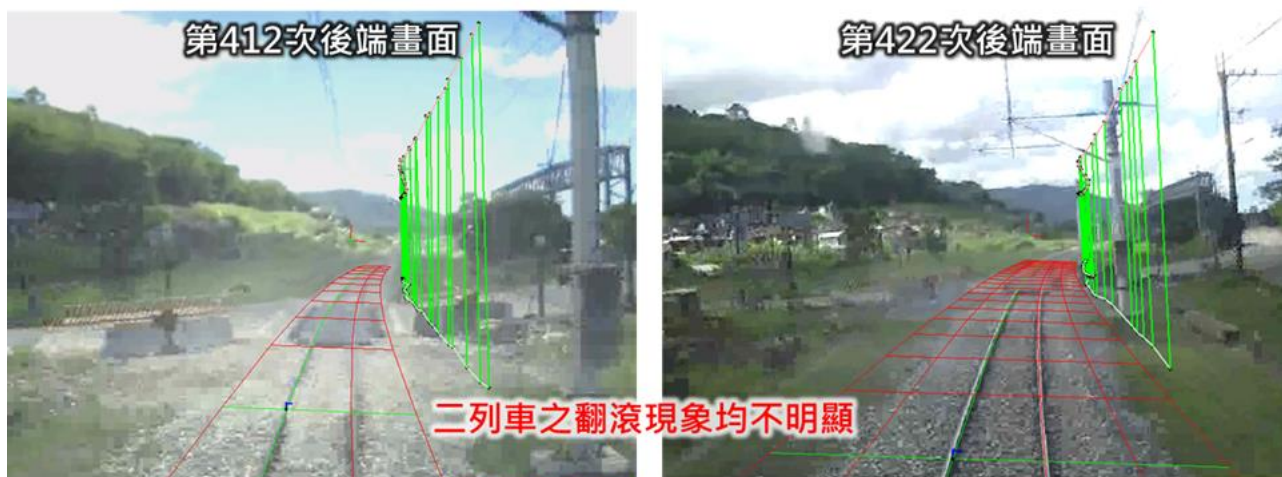


圖 3.4-10 二列車翻滾現象



圖 3.4-11 二列車鋼軌偏移情形

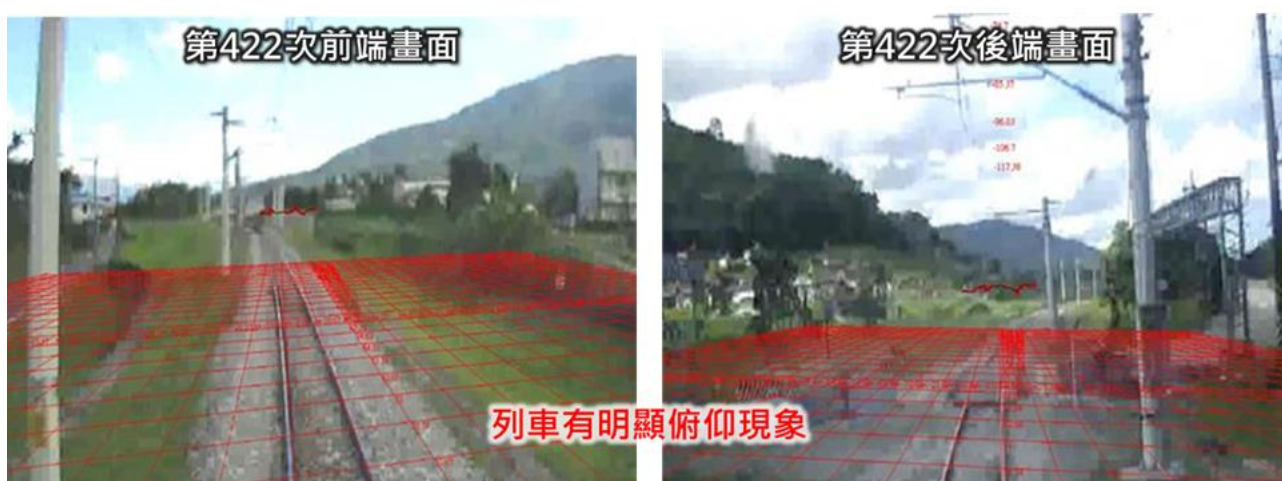


圖 3.4-12 第 422 次列車俯仰現象

2. 經分析第 307 次列車通過事故地點之平交道錄影畫面，發現：
- (1) 因平交道北側突然下陷，車輛有波長甚短之高低不整現象。
 - (2) 第 6 節車廂有明顯下沉現象，其他車廂可能因平交道錄影速度因素，無明顯下沉情形（詳圖 3.4-13）。
 - (3) 事故次日（23 日）現地勘查時，發現該處鋼軌線形有明顯不平順情形（詳圖 3.4-14）。

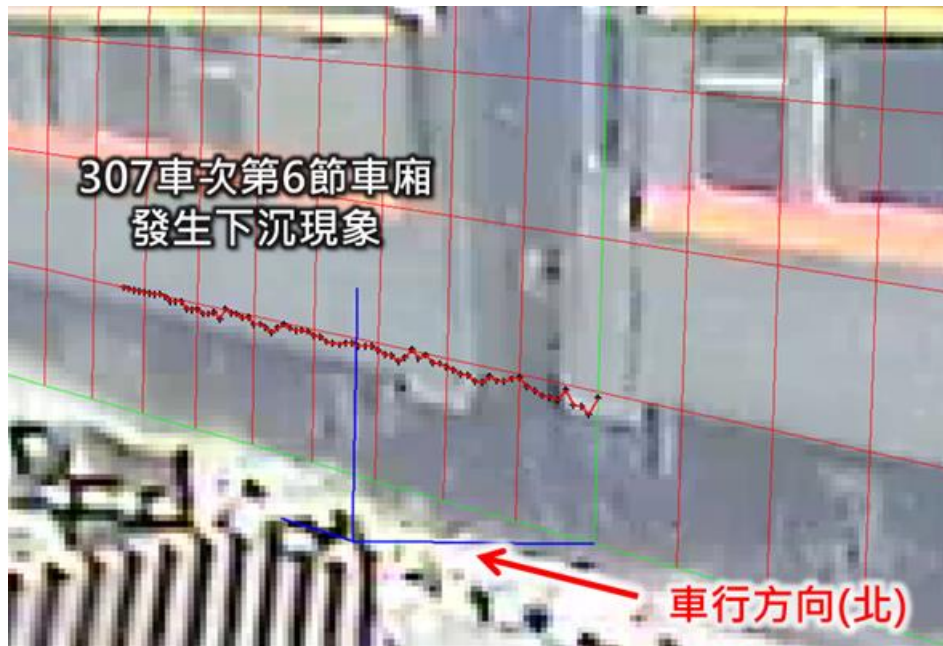


圖 3.4-13 第 307 次列車通過平交道下沉現象



圖 3.4-14 事故次日平交道鋼軌線形

(五) 事發後鋼軌溫度量測

1. 按臺鐵局所提資料，事後於 15:58 量測現場軌溫為 54℃，當時大氣溫度為 34℃。另與 103 年鋪定溫度 38℃ 比較，二者相差 16℃，並未超過部頒「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」之容許升溫 35℃。
2. 臺鐵局於 6 月 24 日至 7 月 4 日 09:00~16:00 量測事故現場鋼軌溫度，並每小時記錄一次，結果每日 12:00~14:00 量出當日最高鋼軌溫度為 47.3~53.3℃，其大氣溫度為 36~42℃，量測結果尚無出現軌溫超過 60℃（詳表 3.4-1）。

表 3.4-1 富源北二平交道鋼軌溫度量測結果

單位：℃

| 時間 | 6月24日 | | 6月25日 | | 6月26日 | | 6月27日 | | 6月28日 | | 6月29日 | |
|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 |
| 09:00 | 33.5 | 38.7 | 34 | 39.5 | 38 | 43.2 | 32 | 44.8 | 33 | 43.4 | 31 | 38.3 |
| 10:00 | 36.5 | 40.2 | 40 | 43.8 | 36 | 46.6 | 33 | 45.9 | 36 | 42.9 | 36 | 41.8 |
| 11:00 | 37 | 45.5 | 41 | 47.3 | 41 | 47.7 | 34 | 48.3 | 37 | 45.6 | 39 | 42.4 |
| 12:00 | 40.5 | 51.5 | 39 | 46.8 | 42 | 48.8 | 34 | 49.2 | 37 | 44.5 | 43 | 44.3 |
| 13:00 | 41 | 50.8 | 41 | 44.5 | 35 | 42.4 | 34 | 52.6 | 40 | 45.1 | 44 | 47.5 |
| 14:00 | 38 | 42.9 | 42 | 47.9 | 40.5 | 43.6 | 34 | 53 | 40 | 47.3 | 40 | 49.1 |
| 15:00 | 35.5 | 41.6 | 32 | 36.8 | 42 | 45.3 | 44 | 52.8 | 40 | 46.8 | 36 | 42.3 |
| 16:00 | 36 | 36.1 | 30 | 32.1 | 37 | 44.8 | 36 | 48.8 | 37 | 44.5 | 36 | 39.6 |

| 時間 | 6月30日 | | 7月1日 | | 7月2日 | | 7月3日 | | 7月4日 | |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 | 大氣溫度 | 鋼軌溫度 |
| 09:00 | 32 | 41.3 | 31 | 40.2 | 33 | 41.6 | 35 | 40.2 | 34 | 40.8 |
| 10:00 | 35 | 42.3 | 33 | 45.2 | 40 | 41.1 | 37 | 43.3 | 39 | 41.4 |
| 11:00 | 42 | 46.5 | 36 | 48.5 | 42 | 45.8 | 38 | 45.6 | 41 | 44 |
| 12:00 | 43 | 49.5 | 38 | 47.1 | 45 | 48.9 | 41 | 47.8 | 43 | 49 |
| 13:00 | 40 | 45.2 | 39 | 51.6 | 40 | 52.4 | 41 | 49.9 | 39 | 51.1 |
| 14:00 | 42 | 51.5 | 41 | 53.3 | 40 | 46.8 | 37 | 46.8 | 39 | 46 |
| 15:00 | 40 | 48.7 | 37 | 53 | 37 | 46.2 | 37 | 45.3 | 37 | 43.9 |
| 16:00 | 38 | 42.8 | 35 | 45.5 | 36 | 43.8 | 38 | 42.3 | 35 | 43.3 |

(六) 軌道力學分析

1. 分析說明

- (1) 本案事故路段路線條件為：路線曲率半徑為 1,300 公尺、超高度 65 公厘；鋼軌為 50 kg/m (50N)，橫向阻力限制 400 kg/m 以上、扣夾扣壓力 750 kgf 以上。
- (2) 側向阻力為每股軌道 400 kgf/m 時，理論挫屈強度為 82.2 tf，

以佐藤吉彥迴歸經驗式估算可得最小挫屈強度為 70.23 tf，其迴歸經驗式為挫屈後（post buckling）之穩定最小挫屈強度，評估時採用其迴歸經驗式之計算值。

- (3) 理論式與迴歸經驗式所計算之 50N 鋼軌挫屈強度，均大於鋼軌溫差變動 35°C 時之溫度軸力 53.5 tf，及溫差變動 40°C 時之溫度軸力 61.1 tf。如依「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」之規定，應不致發生鋼軌挫屈現象。
- (4) 50N 鋼軌（或道碴）側向阻力如降至每股軌道 200 kgf/m 時，依迴歸經驗式估算可得最小挫屈強度為 48.47 tf。若溫差變動 32.5°C 時之溫度軸力 49.64 tf，有挫屈發生之虞。
- (5) 臺鐵 50N 鋼軌採用扣夾之扣壓力 750 kgf 以上，以鋼軌基部兩面扣壓之摩擦係數合成為 0.5~0.65，一支鋼軌兩側基部扣夾之水平力大於 700 kgf，大於道碴側向阻力。因此，道碴軌道側向阻力如有不足，除了扣夾鬆脫外，應為道碴結構問題。

2. 分析結果

- (1) 若道碴軌道之施工與維護確實符合「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」之規定，當溫度變動達 35°C 時，鋼軌熱軸力尚小於最小挫屈強度，應不致發生挫屈現象。但熱軸力與挫屈強度之比值可達 0.7 以上，對於側向位移會明顯放大（如放大倍數 $\alpha = 1/(1-0.7) = 3.3$ ），若軌道不整或路線基礎勁度變動，產生較大衝擊力時，其側向變形將被放大，也可能出現挫屈現象。
- (2) 第 307 次出軌列車鋼軌鋪設時與當時溫差為 16°C，鋼軌熱軸力為 24.44 tf。列車行經平交道，由於路基基礎差異及其勁度之不同，平交道道碴基礎有局部下沈（或隆起）情形，將造成列車通過時衝擊軌道線形。

三、車輛部分

(一) 基本資料

1. 事故車型 (DM3000 型)

(1) 購置於日本日立公司，於 79 年啟用

(2) 目前共有 26 組，計 78 輛

(3) 車輛皮重 (空重)

A. DR3001-DR3054：39 噸

B. DR3071-DR3097：36 噸

(4) 車廂尺寸

A. DR3001-DR3054：長 20,274 mm，寬 2,930 mm，高 4,070 mm

B. DR3071-DR3097：長 20,274 mm，寬 2,850 mm，高 4,070 mm

(5) 車廂座位數

A. DR3001-DR3054：40 席

B. DR3071-DR3097：54 席

(6) 最高速度：110 km/h

2. 事故列車第 307 次自強號編組如下：



3. DR3000 型車廂與轉向架之連結係靠中心梢固定，並藉由中心梢旁之襯墊潤滑，襯墊其材質為石墨，轉向架與車廂無其他固定點 (詳圖 3.4-15)。



圖 3.4-15 DR3000 型轉向架中心梢支撐點及襯墊

(二) 事故編組保養維修紀錄

臺鐵 DR3000 型柴油客車保養，除依鐵路法子法「鐵路機車車輛檢修規則」辦理外，另訂定「各型機車檢修程序」、「各型機車定期檢修之各級檢修項目」、「車輛檢修程序」等規章程序。本次事故編組檢修情形如下：

1. 出軌車輛 DR3048、DR3094、DR3047

(1) 105 年 3 月 1 日執行 4A 全盤拆解檢修，檢查不良部分均已更換新品，經檢視相關檢修紀錄，尚無未符合臺鐵局檢修項目及週期規定；另 DR3048 車輪踏面不良亦於本次檢修更換新品，並於 105 年 3 月 30 日完成車輛試車。

(2) 104 年 7 月 20 日執行三級檢修，105 年 1 月 13 日執行二級檢修。

2. 其他車輛

(1) 1 車 (DR3036)：二級檢修 105 年 6 月 16 日；三級檢修 105 年 3 月 24 日。

(2) 2 車 (DR3088)：二級檢修 105 年 6 月 16 日；三級檢修 105 年 3 月 24 日。

(3) 3 車 (DR3035)：二級檢修 105 年 6 月 16 日；三級檢修 105 年 3 月 24 日。

(4) 4 車 (DR3042)：二級檢修 105 年 4 月 28 日；三級檢修 105 年 2 月 4 日。

(5) 5 車 (DR3083)：二級檢修 105 年 5 月 13 日。

(6) 6 車 (DR3041)：二級檢修 105 年 4 月 28 日；三級檢修 105 年 2 月 4 日。

3. 事發後量測

出軌車輛 7~9 車由臺東機務分段量測紀錄，車輪尺寸包含車輪內面距離尺寸、輪緣厚度尺寸、輪緣高度尺寸、及輪箍厚度尺寸等皆符合檢修規定；另其他車輛 1~6 車由花蓮機務段量測，亦符合檢修規定。

(三) 事故編組事發前運用情形如下：

| 日期 | 說明 | 備註 |
|-----------|---------------|--------------|
| 105/06/17 | 373 次返回段檢查 | 行走裝置及轉向架檢查正常 |
| 105/06/18 | 407 次台東-樹林運用 | |
| | 440 次樹林-台東運用 | |
| | 440 次返回段檢查 | 行走裝置及轉向架檢查正常 |
| 105/06/19 | 372 次台東-台中運用 | |
| | 373 次台中-台東運用 | |
| | 373 次返回段檢查 | 行走裝置及轉向架檢查正常 |
| 105/06/20 | 304 次台東-新左營運用 | |
| | 437 次新左營-樹林運用 | |
| 105/06/21 | 416 次樹林-新左營運用 | |
| | 327 次新左營-台東運用 | |
| | 327 次返回段檢查 | 行走裝置及轉向架檢查正常 |
| 105/06/22 | 302 次台東-新左營運用 | |
| | 307 次新左營-花蓮運用 | (事故車次) |

(四) 現場勘查情形

1. 105 年 6 月 23 日進行事故現場勘查時，發現事故編組車體及轉向架連接之中心梢似有潤滑不足情形，經臺鐵局說明此車型為轉向架襯墊及中心梢旁襯墊固態潤滑，非為倚靠中心梢潤滑；

另同一轉向架車輪出現光滑不一情形，經臺鐵局說明轉向架車輪磨損為出軌撞擊軌枕及道碴，較光滑面仍停於軌道上。經檢視檢修紀錄尚無不妥之處，另車輪於 4A 檢修時已更換為新車輪。

2. 105 年 7 月 5 日至花蓮機廠檢視出軌第 7 車 (DR3048)，發現行進方向之前轉向架第 1 軸左側車輪及第 2 軸右側車輪受損，後轉向架第 1 軸及第 2 軸皆為右側車輪受損，研判事故編組係往軌道內軌出軌。

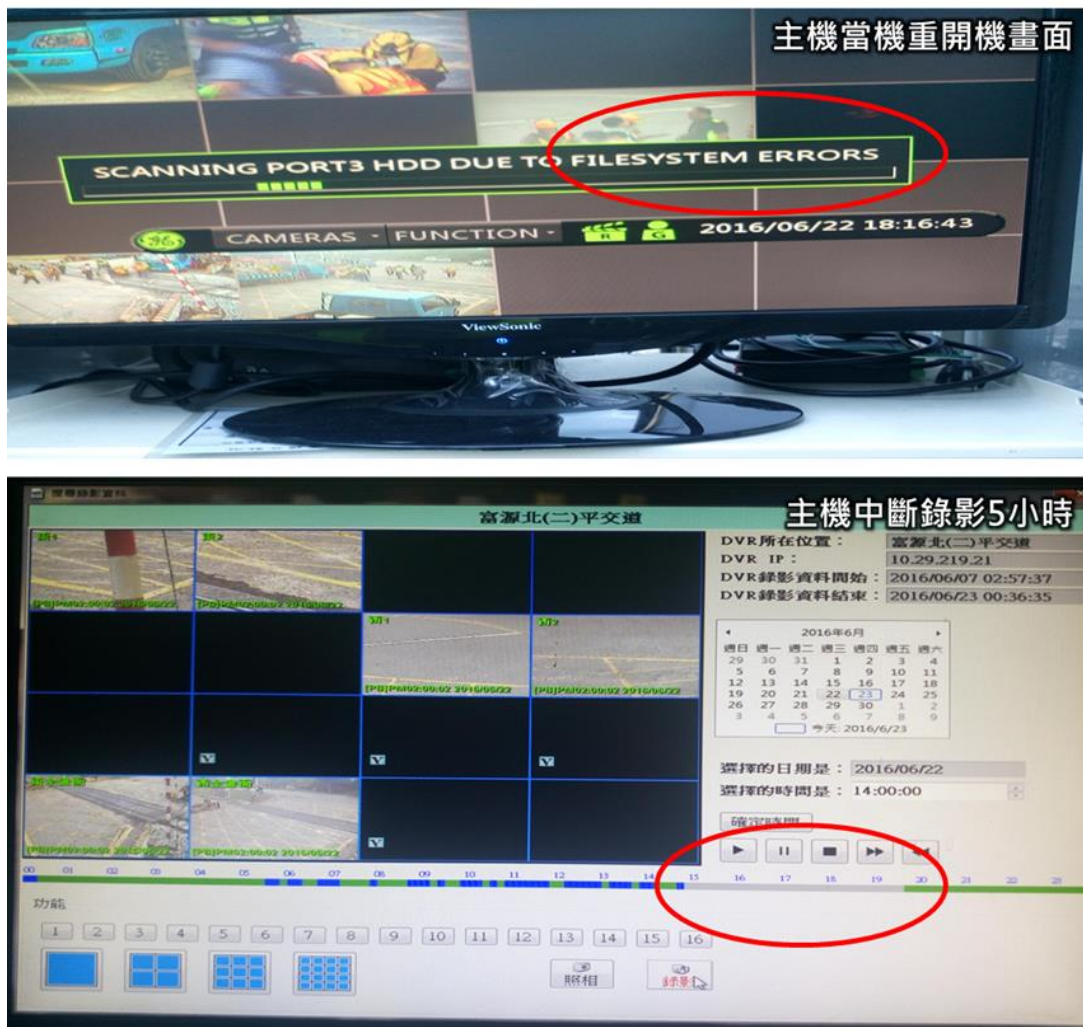


圖 3.4-16 平交道錄影監控主機當機

四、電訊部分

本案事故一併造成富源北二平交道錄影監控主機當機，於 14:45:56~19:46:18 中斷錄影約 5 小時，經臺鐵局研判係因事故現場電車線斷落引起電力干擾所致，經多次重開機始恢復正常（詳圖 3.4-16）。惟此狀況造成平交道現場 6 具監視器均未拍攝第 307 次第 7~9 車出軌畫面，無法針對出軌原因進行影像分析。

五、人員及運轉部分

（一）工務人員

1. 基本資料

6 月 22 日 00:18~05:50 執行平交道降道工程之作業人員，除鳳林工務分駐所瑞穗道班 5 人執行，另光復、志學道班、機械隊、分駐所合計支援 14 人。檢視前述 19 人工作資歷，瑞穗道班領班、副領班均有 25 年以上資歷，其他超過 20 年資歷計 3 人、4~8 年資歷計 6 人、1~3 年資歷計 5 人、其餘 3 人資歷未滿半年，詳表 3.4-2。

2. 訓練紀錄及勤前酒精血壓檢測

- (1) 查 19 名作業人員，均有進行超過 100 小時專業訓練（1 人為 62 小時）或 7~8 小時勞安訓練。
- (2) 另按臺鐵局書面答覆說明，6 月 22 日當日皆無飲用酒精飲料，惟未提供書面紀錄。

3. 工作及休假狀況

按臺鐵局書面答覆說明，當班人員於事發前一個月並無大量加班，有固定排休。

表 3.4-2 工務人員基本資料

| 部門 | 姓名 | 職稱 | 年齡 | 進入臺鐵 | 進入部門 |
|-------|-----|-------|----|--------------------|-----------|
| 瑞穗道班 | 沈○○ | 技術領班 | 50 | 79/03/07 (26 年) | 79/03/07 |
| | 劉○○ | 技術副領班 | 55 | 73/01/30 (32 年) | 88/07/01 |
| | 蔡○○ | 技術助理 | 31 | 104/01/09 (1.5 年) | 104/01/09 |
| | 羅○○ | 技術助理 | 34 | 100/12/23 (4.5 年) | 100/12/23 |
| | 邱○○ | 契約人員 | 47 | 98/08/16 (7 年) | 98/08/16 |
| 光復道班 | 林○○ | 技術領班 | 52 | 80/01/16 (25 年) | 80/01/16 |
| | 莊○○ | 技術助理 | 49 | 104/12/07 (<0.5 年) | 104/12/07 |
| | 陳○○ | 服務佐理 | 25 | 105/04/06 (<0.5 年) | 105/04/06 |
| 志學道班 | 莊○○ | 技術副領班 | 32 | 100/11/04 (4.5 年) | 100/14/04 |
| | 李○○ | 技術助理 | 34 | 100/11/04 (4.5 年) | 100/14/04 |
| | 陳○○ | 技術助理 | 32 | 104/01/09 (1.5 年) | 104/01/09 |
| | 游○○ | 技術助理 | 35 | 104/01/09 (1.5 年) | 104/01/09 |
| | 黃○○ | 服務佐理 | 30 | 98/08/16 (7 年) | 98/08/16 |
| | 黃○○ | 契約人員 | 47 | 105/05/03 (<0.5 年) | 105/05/03 |
| 機械隊 | 邱○○ | 技術副領班 | 55 | 75/03/08 (30 年) | 77/09/12 |
| | 彭○○ | 技術助理 | 46 | 84/11/10 (20.5 年) | 85/11/10 |
| | 莊○○ | 技術助理 | 27 | 102/11/08 (2.5 年) | 102/11/08 |
| | 郭○○ | 技術助理 | 34 | 104/01/09 (1.5 年) | 104/01/09 |
| 鳳林分駐所 | 吳○○ | 助理工務員 | 39 | 97/07/31 (8 年) | 97/07/31 |

(二) 機務人員

第 307 次列車司機員資料如下：

| | | | |
|---------|-----------------------------------|----|------|
| 姓名 | 簡○○ | 職稱 | 機車長 |
| 單位 | 花蓮機務段 | 年齡 | 57 歲 |
| 進入臺鐵日期 | 73 年 1 月 25 日 | | |
| 合格駕駛日期 | 77 年 7 月 30 日 | | |
| 近期檢查結果 | 105 年技能檢查：學、術科均合格 104 年體格檢查：合格 | | |
| 執勤前檢測結果 | 酒精檢測：無異常 血壓檢測：135 / 83 mmHg | | |

(三) 通話及訪談紀錄

- 綜整 6 月 22 日無線電通話紀錄及 6 月 28 日富源站站長、瑞穗道班領班、副領班、第 4634 次司機員訪談紀錄，內容如下：

| 時間 | 發話人 | 發話／訪談內容 |
|-------------------|-----------|---|
| 《以下為訪談紀錄》 | | |
| 約 14:07 | 4634 次司機員 | 約 14:04 駛至富源北二平交道，當時速度約 45 km/h，發現列車突然上下跳動及搖晃厲害，俟到站後立即口頭通報值班站長。（通報內容同上） |
| 約 14:10 -14:20 | 富源站站長 | 約 14:10 打電話給瑞穗道班領班，約 14:12 給副領班，均無人接聽。 約 14:14 副領班回電後，告知 4634 次司機員通報內容，副領班即準備從住所出發。 約 14:17 領班回電後，告知 4634 次司機員通報內容，領班回覆晚上會再整修。 （當時運轉科到站督導事故演練，故站長未做其他處理） |
| 《以下為無線電通話紀錄》 | | |
| 14:46:14 | 307 次司機員 | 富源站。 |
| 14:46:19 | 307 次司機員 | 307 呼叫。 |
| 14:46:30 | 307 次司機員 | 我在平交道那邊，後面好像有問題，好像出軌。 |
| 14:47:02 | 307 次司機員 | 307 隨車機務，聽到請回答。 |
| 14:47:08 | 307 次司機員 | 後面是怎樣。 |
| 14:47:14 | 富源站站長 | 307 你現場已經停下來是嗎？ |
| 14:47:19 | 307 次司機員 | 那個車子是出軌是嗎？後面？ |
| 14:47:37 | 307 次司機員 | 307 列車長，聽到請回答。 |
| 14:47:50 | 307 次司機員 | 307 列車長，聽到請回答。 |
| 14:48:09 | 307 次司機員 | 車輛是出軌喔？ |
| 14:48:16 | 307 次隨車機務 | 欸，漏油了。 |
| 14:48:21 | 307 次司機員 | 你再講一遍，怎麼樣？ |
| 14:48:24 | 307 次隨車機務 | 漏油啦。 |
| 14:48:27 | 307 次司機員 | 漏油，還是出軌？ |
| 14:48:29 | 307 次隨車機務 | 漏油、出軌，全部倒下去了。 |
| 14:48:34 | 307 次司機員 | 好好好。 |

2. 另摘述 6 月 28 日第 307 次列車司機員之訪談紀錄內容如下：

| | |
|------|-----------------------------|
| 行保會問 | 富源通過時有沒有從行車調度無線電接到什麼訊息？ |
| 司機員答 | 完全沒有。 |
| 問 | 富源站值班站長也沒有通知你嗎？ |
| 答 | 沒有。 |
| 問 | 行駛至 K53+141 之前有沒有發現前方路線有異狀？ |

| | |
|---|---|
| 答 | 行駛至富源北(二)平交道有察覺列車稍有上下震動，但目視沒有異狀。 |
| 問 | 請簡述列車出軌前運轉狀況。 |
| 答 | 富源北(二)平交道後，列車自動緊急煞車，ATP 顯示故障，油溫過熱、警鈴響，確認後部發現列車後方塵土飛揚，即以行動調度無線電通報富源站，並請列車長確認是否已出軌。 |
| 問 | 之後，如何處理？ |
| 答 | 即以行車調度無線電通報調度員，請求救援。 |

(四) 車速及速限

本案事故路段之速限為 110 km/h。第 307 次列車司機員事前因未接獲軌道異常之通報，爰於 14:46 通過富源北二平交道時，並無減速跡象，運轉速度為 101 km/h。

(五) 異常運轉通報規定

1. 本案事故所涉之異常運轉通報規定如下：

- (1) 「行車實施要點」第 458 條規定：「列車發生故障或途中發現路線、電車線有異狀及其他情事致中途停車，認有通知值班站長或中央控制區間調度員之必要時，應依下列方式之一處理：一、用電話或利用附近之電話通知。…」，另第 478~483 條規範路線故障所應採取之安全防護、搶修及檢查相關規定。
- (2) 「動力車乘務員運轉標準作業程序」編號肆-7 規定：「一、列車運轉中發現所屬路線故障、橋梁異狀或列車劇烈跳動時：(一)應立即停車，以行調無線電話或沿線電話，連絡前、後方站站長，轉知相關單位派員處理。…」。

2. 事故發生後之運轉限制相關電報內容如下：

- (1) 花蓮工務段養路室於 6 月 23 日 10:30 拍發養路第 015 號電報，內容為「因路線故障，臺東線光復~富源間 K52+900~K53+200 處即時請慢行 20 km/h...」。
- (2) 綜合調度所行車組於 6 月 23 日 10:55 核定拍發第 207 號電報，內容為「因花蓮工務段轄區內光復~富源間受 307 次出軌事故影響，經搶修後路線需持續進行養護，為維行車安全，

光復~富源間路線（K52+900=K53+200 處）自即時起慢行 20 K/H...」。

3. 前述「行車實施要點」係為臺鐵局上階規章，僅原則性規範遇有路線異常之通報對象及方式；「動力車乘務員運轉標準作業程序」係屬行車實施要點之下階規章，規範司機員遇到各類狀況之通報對象及必要處置。除前述規定外，臺鐵局並未提出其他用以規範值班站長或調度員之類似規章程序，也缺乏後續列車獲報路線異常後之慢行通過與確認等相關規定。

3.5 原因分析

一、軌道部分

- (一) 事故路段經 105 年 4 月至 6 月多次整修養護，內、外軌恐均有調降；又 6 月 22 日富源北二平交道降道工程將軌道高程調降 50 公厘，產生擾動且路基不穩，其降道範圍僅包括平交道前、後各約 4~6 公尺路段，緩衝長度甚短，其縱面線形折角大於 1‰。在路段線形定線基準（內軌）已變動之情況下，卻僅憑道班人員施工經驗將線形整平拉順，缺乏完整量化測量紀錄輔以確認，難以確保施工後軌道線形之正確性。
- (二) 在軌道養護作業不完善，產生擾動卻未能確實復原之情形下，平交道及道碴基礎狀況已屬不佳，又當日事發前已有 25 列次通過該路段，車軸重量輾壓逐漸加大該路段之鬆動及軌道不整範圍，爰導致第 307 次列車通過時，因路基鬆軟使後節車廂晃動及車軸左右蛇行，致 K53+141 處車輪爬上鋼軌頭部後出軌。
- (三) 瓦斯壓接斷口雖有壓接不良現象，惟未發現車輪爬上或衝擊痕跡，似非鋼軌斷裂之原因，推斷鋼軌可能遭列車出軌後之車輪衝擊側向擠壓以致斷裂。

二、車輛部分

本案 DR3000 型事故編組經查均依臺鐵局相關檢修規定辦理，檢查結果均為正常。

三、運轉部分

對於發現路線異常之通報及應變處置，現行規章程序僅對司機員訂有原則性規範，對值班站長或調度員似無相關規定，且缺乏其他列車獲報路線異常後之慢行通過與確認等相關規定，以致富源站站長接獲通報後，並未提醒第 307 次司機員。倘若詳細規範獲報路線異常後之列車慢行通過與確認等相關規定，供相關行車人員遵守，或可避免出軌事故發生。

四、其他部分

至於人員及電訊部分，經檢討尚無涉事故原因，惟因平交道錄影監控主機當機，中斷錄影約 5 小時，無法針對出軌原因進行影像分析。

肆、檢討與改進

4.1 綜合分析與說明

綜觀分析 0604 富里-東竹站間及 0622 富源-光復站間正線出軌事故之發生原因，均具有下列共通性構成因素：

一、事故前均有辦理路線養護或降道施工作業，且未實施列車慢行降速通過之配合措施

- (一) 兩案事發前均有辦理路線養護或降道施工作業，施工結果認定或線形整平拉順成果確認，均仰賴道班人員施工經驗判斷，缺乏完整量化測量與紀錄輔助確認。其中，降道工程雖有起道機、中型機械砸道車輔助施工作業，但仍無法認定養護後之道床及路線線形符合正常營運之穩定狀態。
- (二) 路線養護作業及降道施工後，產生軌道道床擾動未能確認達穩定狀態前，且路線未實施慢行降速營運之配套措施，致正常營運車速車軸重量輾壓逐漸加大該路段之鬆動，使道床橫向穩定性不足造成鋼軌側向偏移之情形。

二、事故前皆獲得路線異常之通知，惟並未達到有效警示效果

- (一) 臺鐵局對於發現路線異常之通報、慢行確認及應變處置，僅訂有原則性規範，缺乏全面且詳細之規定。現行規章程序僅對司機員規範而值班站長或調度員似無相關規定，且缺乏其他列車獲報路線異常後之慢行通過與確認等相關規定。
- (二) 因對於發現路線異常之通報及應變處置，缺乏全面且詳細之規定，致兩次事故皆錯失有效適當處置機會，係為造成列車出軌間接原因之一。

4.2 檢討改進事項

鐵路法第 44 條之 1 規定略以，國營鐵路之監督準用第 36 條、第 41 條規定，其中第 36 條規定：「地方營、民營及專用鐵路運輸上必要之設備，交通部認為不適當時，得定期通知其改正」，第 41 條規定：「交

通部應定期或視需要，派員視察地方營、民營及專用鐵路之工程、材料、營業、運輸、財務、會計、財產實況及附屬事業之經營等情形；必要時，得予查核，並命其提出有關文件、帳冊，如認為辦理不善，應命其限期改善」。

因此，本部依上開法令提出 7 項事故預防改進事項、6 項一般改進事項及 7 項建議事項，持續列管追蹤，直至全數結案為止。

一、事故預防改進事項

- (一) 調整基本軌高程作業應有完整作業計畫及其前後線形應具適當緩和長度，施作後亦應有相關量測紀錄並確保軌道線形之正確性。
- (二) 限於人力機具及維修作業時間帶之不足，應針對不同型態及範圍之作業擬定詳細計畫，評估各分項施工作業細節（包括施工能量、作業時程管控、工程品質確認等），且在未完成全部工序及道碴夯實穩定前，仍應持續觀察與監測軌道穩定狀況。
- (三) 軌道養護作業後，未確認達穩定狀態前，各營運列車或工程車通過施工路段應透過管理作為，明定降低車輛通過速度以維行車安全。
- (四) 對於發現路線異常之通報、慢行確認及運轉應變處置，應訂定全面且詳細之作業規定，供司機員、車站、綜合調度所及相關單位確實遵守。
- (五) 應對鋼軌溫度之即時監控、紀錄方式、警戒值等訂定監測處置，其相關通報、檢查、運轉調度等應變措施，應制定標準作業程序。
- (六) 軌道養護相關工作表單，內容缺乏養護前、後之量測數據及標準，應全面檢視並優先修正重要表單，以逐步建立完善養護機制。
- (七) 進行各項養護作業或事故等之搶修復原作業，皆應依標準作業程序辦理，並完成各項作業自主檢查報表填報及保存相關文件紀錄。以「工務處養路標準作業程序」之編號 004「抽換木枕標準作業程序」為例，訂有施工後檢查相關項目及內容，惟養護後未見填報抽換木枕作業自主檢查表；另該檢查表應檢討增加「道碴補

碴夯實」之檢查項目。

二、一般改進事項

- (一) 對於路線施工作業地點及相關內容，應建立事前告知相關司機員之作業機制，俾司機員通過該等路段時能加強警覺及注意，並於發現異常時立即通報。
- (二) 關於正線出軌事故之內部調查作業，在影像調閱、人員訪談、軌道設備保全、軌溫分析、原因探討等內容，有時效較慢或完整性不足等情形，請重新檢討事故調查作業程序並作必要修正。
- (三) 6月22日富源-光復事故現場鋼軌斷口之瓦斯壓接處，斷口顯示部分區域平整，有壓接不良的現象。請檢討全面檢查計畫並檢視各焊口，若有不良之情形應即處理改善，並應留存完整之檢測紀錄。
- (四) 鋼軌接頭（傳統魚尾鉗普通接頭或絕緣接頭）及焊點處容易發生道碴沉陷鬆動、鋼軌接頭弱點等病害，甚或枕木上浮等不良情況，請全面檢視並加強鋼軌接頭及焊點處道碴之夯實養護。
- (五) 相關之養護作業或事故等之搶修復原作業，皆應依標準作業程序辦理，並保存文件記錄（包括復原前後之照片）。
- (六) 對於0622事故地點平交道監視系統故障情事，應協同設備廠商檢討發生原因並提出預防對策。

三、建議事項

- (一) 建議增設車輛動搖狀態監測系統，設定列車振動管制值，以有效及快速檢測軌道狀態，維持軌道良好品質。
- (二) 建議應有效的發揮（或更新）軌道檢查車功能，俾每日營運前就能夠完整掌握軌道、電車線及號誌系統的現況資訊，以提高行車安全。
- (三) 建議採小型軌道線形量測及自動化砸道維修機具，減少因人工靠經驗判斷所造成的誤差，並增加維修效率及標準化作業。
- (四) 以風險管理之角度進行施工管理，定期檢討高風險區域與相關作

業項目，確定高風險施作項目並優先納入 KPI 目標管理。針對所發生之風險案例，應辦理事故原因探討，採取改善、修訂、補充 SOP 或規章等作業流程，以確實達到預防的效果。

- (五) 建議善加利用普悠瑪號之影像系統，發現異常之軌道變形或車輛震動，應即採取應變措施。
- (六) 未來當平交道處發生鐵公路車行高程衝突時，建議應以協調調整公路高程為優先。
- (七) 對於傾斜式列車行車速度提升所造成路線結構及設施、設備之使用期限及維修作業影響，建議做進一步評估。