

交通部鐵路行車事故專案調查報告

鐵路機構：行政院農業委員會林務局

發生日期：107 年 2 月 14 日

發生地點：嘉義線 27K+400M

事故種類：正線出軌事故

交通部

107 年 9 月

報告目錄

壹、調查紀要	1
貳、事故發生與經過	3
2.1 事故說明	3
2.2 處置過程	5
2.3 事故影響	5
參、事實發現	6
3.1 環境	6
3.2 設備	6
3.3 人員	21
3.4 運轉	23
肆、原因分析	25
4.1 直接原因	25
4.2 間接原因	25
4.3 其他因素	25
伍、事故預防措施與建議	26
5.1 預防事故再發生應採取措施	26
5.2 建議事項	26

壹、調查紀要

一、事故摘要

107 年 2 月 14 日 2 次車由奮起湖車站開往嘉義車站，中途停靠梨園寮車站，梨園寮車站開出後，於 15 時 01 分行駛至嘉義線 27K+400M 準備停靠獨立山車站時，第 1 車廂(SPC49)前軸轉向架 1 軸 2 輪出軌。

二、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) 交通部鐵路行車事故調查小組作業要點第四點

調查小組調查行車事故之方式，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，與交通部鐵道局進行調查，並將結果提報審查會議。

三、調查組織

本事故由本部鐵道局(前以鐵路營運監理小組)及 5 位具軌道、力學、車輛及營運等專業之外聘專案委員組成團隊進行專案調查，並由本部鐵路行車事故調查小組定期委員開會確認調查結果。

四、調查過程

107 年 3 月 5 日	啟動專案調查。
107 年 3 月 8、9 日	辦理本事故專案調查簡報討論、文件檢視及現場勘查。
107 年 5 月 3 日	召開本事故專案調查工作會議。
107 年 8 月 15 日	召開本部鐵路行車事故調查小組第 24 次會議，確認本事故專案調查結果。

貳、事故發生與經過

2.1 事故說明

107 年 2 月 14 日 2 次車表訂 14 時由奮起湖車站開往嘉義車站，中途停靠梨園寮車站，梨園寮車站開出後，於 15 時 01 分行駛至嘉義線 27K+400M 準備停靠獨立山車站時，第 1 車廂(SPC49)前軸轉向架 1 軸 2 輪出軌。

搶修列車 521 次於 16 時 04 分自北門車站開出，於 16 時 37 分抵達事故現場辦理搶修作業，17 時 58 分復軌完成，19 時 03 分路線測試完成恢復正常。



圖 2.1-1 列車出軌示意圖



圖 2.1-2 事故現場照片

2.2 處置過程

時間	處置情形
2 月 14 日	
14：00	2 次奮起湖車站開出。
15：01	2 次行駛至嘉義線 27K+400M(獨立山車站)出軌。
15：03	列車長及司機員通報竹崎車站及嘉義車庫請求救援。
16：04	搶修列車 521 次自北門站開出前往獨立山車站辦理搶修。
16：05	郵輪列車 212 次抵達獨立山車站接駁旅客。
16：10	郵輪列車 212 次自獨立山車站開出。
16：37	搶修列車 521 次抵達事故現場辦理搶修作業。
17：52	郵輪列車 212 次抵達嘉義車站。
17：58	復軌完成。
19：03	行車路線完成測試恢復正常。

2.3 事故影響

- 一、人員傷亡：無。
- 二、設備受損：SPC49 車廂轉向架受損。
- 三、運轉延誤：影響列車計 1 列次。

參、事實發現

3.1 環境

一、氣候

依據中央氣象局竹崎測站資料，2月14日15時之氣溫為17.1℃，降雨量為0公厘，查案發當日近10天內(同月1日至14日間)並未發生明顯降豪大雨之情形，降水量介於0mm~19mm；當日最高溫度為17.8℃，現場天候為晴天。

二、周邊環境

事故地點位處臨近車站範圍內，路段型態為高山路線。

3.2 設備

3.2.1 軌道

一、基本資料

路線坡度：下坡路段50‰；曲線半徑：40公尺，超高15mm，列車於進入直線之介曲線段發生正線出軌，出軌地點里程為27K+400處，詳圖3.2.1-1。

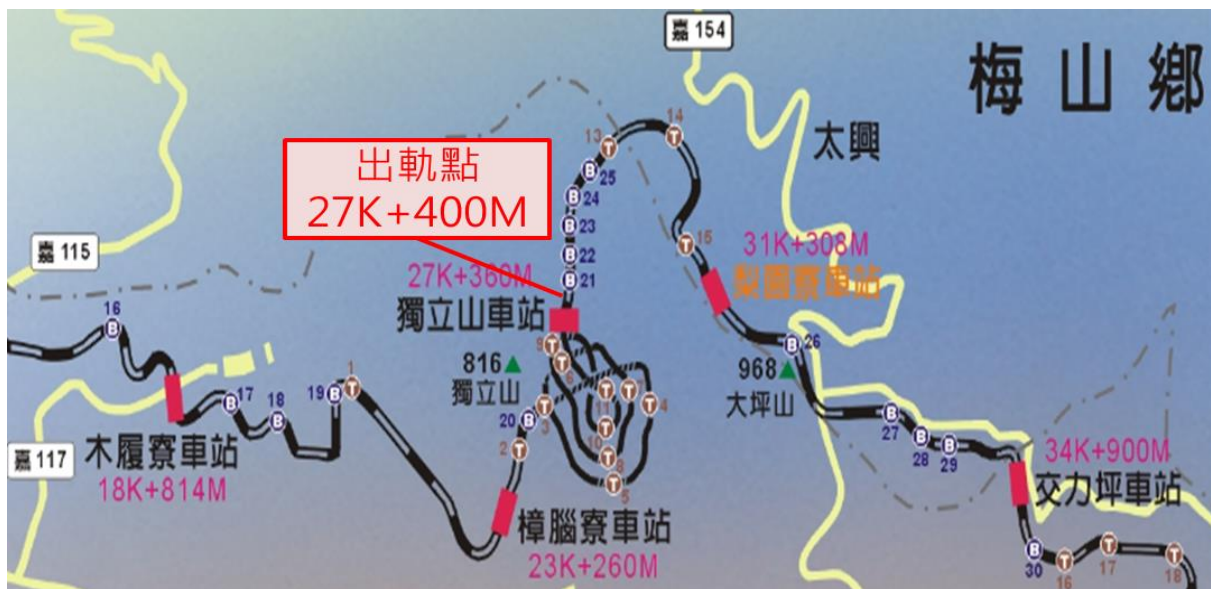


圖 3.2.1-1 事故路段示意圖

二、近期養護情形

(一) 養護規定

針對阿里山森林鐵路軌道線形保養維護部分，依據「阿里山森林鐵路路線養護標準作業程序」、「軌道、橋隧檢查養護作業規定」、「阿里山森林鐵路修建作業規定」、「路線檢查標準作業程序」及「朝巡標準作業程序」等規章程序辦理，除每天早上針對鐵路路線辦理朝巡作業外，每年針對軌道、橋梁及隧道進行年度檢查，另對於軌道部分，每月針對鋼軌及其配件進行檢查，每季則進行道岔檢查，並以靜態軌道檢測儀（762mm 小型軌道幾何檢測儀）進行檢查，前述規章程序所定養護標準如下：

1. 路線軌距之公差，在道岔上靜態值不得大於 5 公厘或小於 3 公厘；其他部分之靜態值不得大於 7 公厘或小於 4 公厘。
2. 曲線半徑 40 公尺；加寬 20（公厘）；曲線超高 73 公厘
$$C = \frac{GV^2}{127R} = \frac{6V^2}{R}$$
【C=超高(公厘)；G=軌距=762(公厘)；V=最高車速(km/h)；R=曲線半徑(公尺)】，另有關本事故路段曲線半徑對應之軌距加寬及超高(詳表 3.2.1-1)。

表 3.2.1-1 事故路段(竹崎至二萬坪)各曲線半徑對應值

竹 崎 至 二 萬 坪	曲線半徑(公尺)	200	100	90	80	70	60	50	40
	軌距加寬(公厘)	4	8	9	10	12	13	16	20
	V=22(km/hr) 超高(公厘)	15	29	32	36	42	48	58	73

3. 鋼軌頭部，其外側內側有顯著磨耗，且最大磨耗量達 10 公厘以上者，應以新鋼軌或適當之再用軌抽換。
4. 軌枕底面至路基面之道碴厚度不得小於 80 公厘，並以 120 公厘為標準。
5. 軌枕之配置間距，直線上以 60 公分為準，除特別情形外，軌枕與軌道中心線應成直角，軌枕之中心應與軌道中心一致。

(二) 養護結果與紀錄

1. 查本案出軌點臨近 27K+300~27K+750 之範圍，其檢修及改善情形之維保相關紀錄如表 3.2.1-2 及表 3.2.1-3 所列，查平時巡檢養護期間已對所發現枕木破損及鋼軌磨耗處進行必要之改善，並針對臨近車站之區域，定期進行道釘及路線巡檢，均依規定辦理相關養護作業。

表 3.2.1-2 事故前缺失改善辦理情形

里程數	缺失項目	改善情形	巡檢日期	完成日期	備註
27K+300		整理鋼軌、枕木		106/11/04	②
27K+500-27K+550		抽換枕木 25 支		106/11/05	④
27K+300~29K+300		巡道釘 2KM	106/11/08		④
27K+300~29K+300	軌道旁 雜草叢生	已完成除草作業 2KM	106/10/18	106/11/10	①
27K+700-27K+750		抽換枕木 25 支		106/11/11	④
27K+650-27K+700		抽換枕木 25 支		106/11/12	④
27K+600-27K+620	枕木腐朽	抽換枕木 3 支	106/10/08	106/11/18	①②
27K+620-27K+650	枕木腐朽	抽換枕木 8 支	106/10/18	106/11/19	①②
24K+700~28K+000		季檢(3.3KM)	106/12/05		②
27K+300~29K+300		巡道釘 2KM		106/12/08	④
25K+300~27K+300		巡道釘 2KM		106/12/15	④
27K+400	鋼軌磨損 壓潰	抽換鋼軌 6 支	106/11/16	106/12/15	①② ⑤
27K+400		抽換鋼軌 7 支		106/12/18	④
27K+300-29K+300		巡檢道釘(2KM)	106/12/21		②
27K+100~27K+150		抽換枕木 25 支		107/01/15	④
26K+900		接縫調整 1 處		107/01/17	④
25K+300~27K+300		巡道釘 2KM		107/01/18	②④
27K+350~27K+400		砸道 50M		107/01/19	④
27K+300~29K+300		巡道釘 2KM		107/01/26	②
21L+300~24K+700		季檢(3.4KM)		107/01/29	②

里程數	缺失項目	改善情形	巡檢日期	完成日期	備註
27K+300~29K+300		巡道釘 2KM		107/01/31	④
24K+700~28K+000		季檢(3.3KM)		107/01/31	②
25K+300~27K+300		巡道釘及護軌道釘 2KM		107/02/07	②④
27K+300~29K+300		巡道釘及護軌道釘 2KM		107/02/08	④
備註：抽檢視竹崎監工區第3道班紀錄表格。 ①路線檢查異常改善追蹤表②養路實施月報表③隨乘機車、列車巡查路線紀錄表 ④養路計畫月報表⑤月檢查紀錄實施表。					

表 3.2.1-3 事故後缺失改善辦理情形

里程數	缺失項目	改善情形	巡檢日期	完成日期	備註
27K+280~27K+300		砸道 20M 抽換枕木 6 支		107/02/15	②
27K+260~27K+300		抽換枕木 25 支		107/03/02	④
27K+300		抽換枕木 15 支		107/03/02	②
27K+280		抽換枕木 10 支		107/03/03	②
27K+220~27K+260		抽換枕木 25 支		107/03/03	④
26K+850~26K+900		砸道 50M		107/03/20	④
27K+800~27K+850		砸道 50M		107/03/28	②
27K+300~29K+300		巡道釘 2KM		107/03/29	④
備註：抽檢視竹崎監工區第2道班紀錄表格。 ①路線檢查異常改善追蹤表②養路實施月報表③隨乘機車、列車巡查路線紀錄表 ④養路計畫月報表⑤月檢查紀錄實施表。					

2. 針對阿里山森林鐵路軌道不整值檢查部分，說明如下：

(1) 依據「阿里山森林鐵路軌道、橋隧檢查養護作業規定」並參照軌道路線幾何部整容許標準值（詳表 3.2.1-4）每季（3 個月）對於軌道 5 項不整值進行量測（含軌距、水平、高低、方向性及平面性等不整值）。

表 3.2.1-4 軌道幾何不整容許標準值(單位:公厘)

標準值種別 容許標準值 軌道不整量種別	平時養護標準值		緊急整修標準值		新線或大修後之標準值
	正線	側線	正線	側線	正、側線
軌距	+7 -4	+8 -5	+14 -6	+15 -7	+4 -3
水平	9	10	15	17	4
方向	14	16	20	22	4
高低	14	16	20	22	5
平面性	18 包括超高遞減量		23 包括超高遞減量		8 除超高遞減量外
註：					
(1) 高低、方向不整以延長 10 公尺計。					
(2) 平面性係以 5 公尺之水平變化量為標準。					
(3) 軌距、水平、高低與方向之容許標準值不包括曲線地段之正規加寬度、超高度及正矢量（包括豎曲線）在內。					

(2) 經查 106 年 12 月 4 日第 4 季及 107 年 1 月 29~2 月 1 日第 1 季靜態手動檢測儀量測紀錄(詳表 3.2.1-5、表 3.2.1-6)，可分別發現 6 處及 13 處軌道幾何不整，另 107 年第 1 季軌道線形量測結果，雖對於軌距尚屬合理範圍內，惟方向、水平、平面性及高低等值均已超過緊急整修標準值，表示於出軌路段附近約 100 公尺處之數值已有顯著增加及異常值數值加大之趨勢，應盡速辦理線形調整；惟對於發現異常結果之事後改善作業，缺乏積極因應處置作為，亦未落實追蹤控管機制。

表 3.2.1-5 106 年第 4 季軌道幾何不整值

里程數	方向		軌距	水平	平面性	高低	
	L	R				左	右
27.353	0-22.4/3			0-15.8/3			
27.361			0+1.2/3				
27.366				0+15.0/3			
27.368					1-25.5/3		
27.475					0-23.2/3		

註：操作手冊範例 2+24.5/3

(1) 數值 2，表示超過該軌道幾何不整之長度(公尺)。

(2) 數值+24.5，表示超過該軌道幾何不整之長度(公厘)內之異常值(+或-為最大或最小)。

(3) 符號/，表示分隔線。

(4) 數值 3，表示超過緊急整修標準值，倘顯示為數值 2，表示超過平時養護標準值。

表 3.2.1-6 107 年第 1 季軌道幾何不整值

里程數	方向		軌距	水平	平面性	高低	
	L	R				左	右
27.364						0+20.4/3	
27.37		11+39.0/3					
27.37	11+35.8/3						
27.373							1-23.8/3
27.373				1+15.9/3			
27.376					1-25.9/3		
27.397		3+23.9/3					
27.399	1+20.8/3						
27.405		3-27.3/3					
27.405	3-30.8/3						
27.412	11-49.6/3						
27.413							
27.426							
27.426	12+62.4/3						
27.449	9-28.0/3						

(3)另依據臺鐵局局本部2月27日成立事故專案小組於3月5日赴現地使用GPS振動測試儀量測結果(詳圖3.2.1-2)，事故現場亦有高低不整現象。

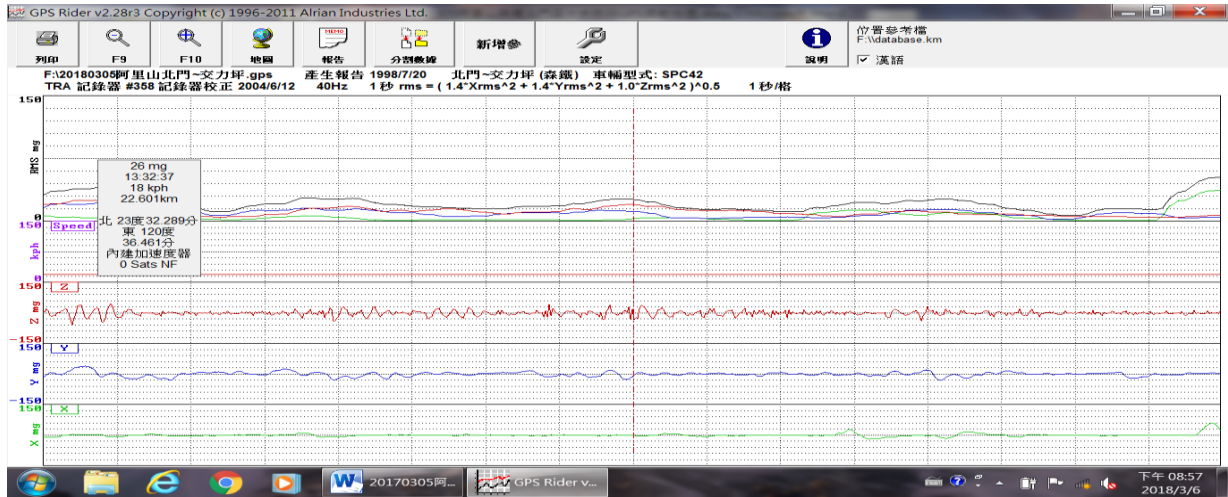


圖 3.2.1-2 事故路段動態不整量測結果

三、現場勘查結果

(一) 事故列車車輪軌落下點位於介曲線段之橫向排水溝(里程27K+407)起算編號10處枕木發生出軌(詳圖3.2.1-3)，並於編號11至編號22間(計12根枕木)，可見枕木表面有列車出軌之輪軌壓痕，詳圖3.2.1-4及圖3.2.1-5，研判出軌可能與列車進站時重壓通過此溝渠有關。

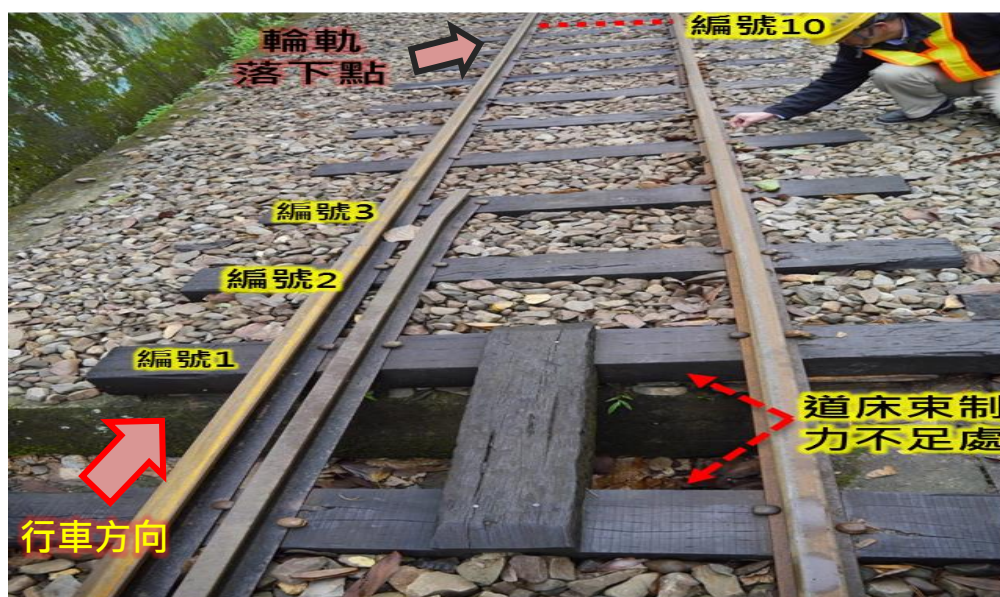


圖 3.2.1-3 出軌枕木近照示意



圖 3.2.1-4 出軌現場遠景照

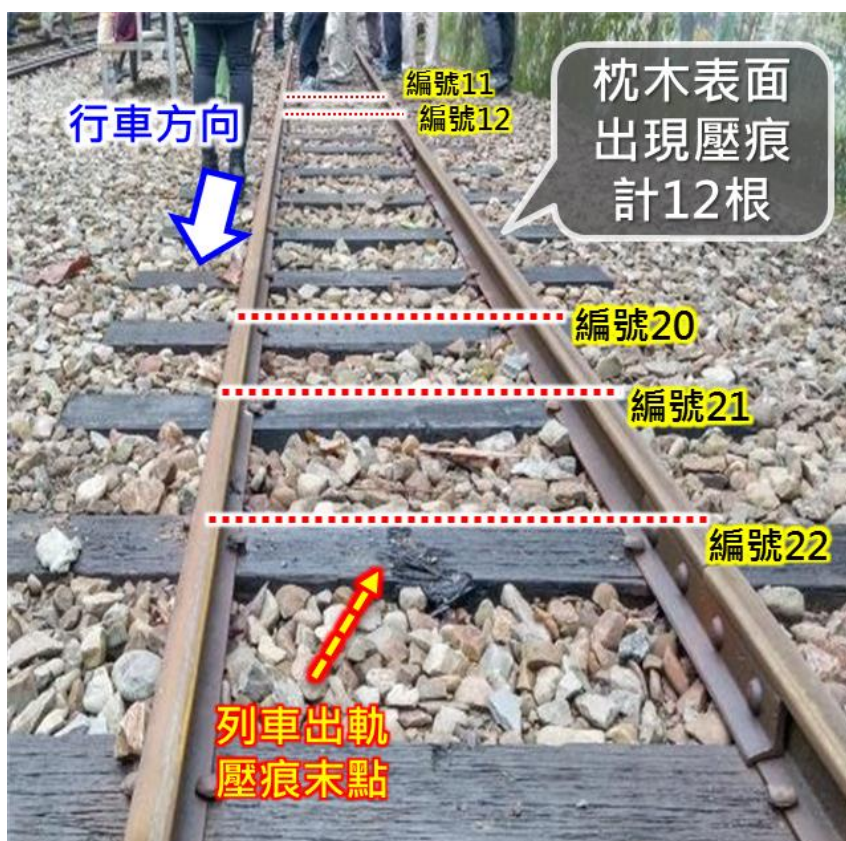


圖 3.2.1-5 出軌枕木壓痕示意

(二) 經量測事故地點 K27+400(舊里程標)位置，軌枕中心距約 57.25cm 大致符合「阿里山森林鐵路修建作業規定」標準間距 60cm 之規定；另出軌事故路段周邊相關線形資料如表 3.2.1-7 及圖 3.2.1-6，事故地點軌道超高為 73mm。

表 3.2.1-7 事故路段線形資料

里程數	27K+385	27K+390	27K+395	27K+400	27K+405
軌距(公厘)	764	764	763	776	784
超高(公厘)	C=0	C=0	C=0	C=41	C=73
鋼軌磨耗量(公厘)	50*22	50*22	50*22	50*22	50*22
註 1：762mm；R=40，C=73；標準鋼軌磨耗量 50*22mm/m，當小於該值即符合標準。 註 2：森鐵養護規定，直線上兩鋼軌軌面高度應相等，曲線除道岔外應將外軌適度提高。					



圖 3.2.1-6 現場量測超高與軌距示意

(三) 現場進行列車動態測試結果，重要發現說明如下：

1. 當列車重壓通過車站臨近一橫向排水溝渠(里程 27K+407)時，可顯見鋼軌有上下浮動之情形，細查該溝渠處鋼軌之固定方式係於 2 根軌道之枕木下以墊木片支撐，因枕木緊臨排水溝，已失去道床束制，相鄰枕木亦約 5 根已鬆動，現場觀測已呈現路基不穩之情事，詳圖 3.2.1-7 及圖 3.2.1-8。



圖 3.2.1-7 軌枕壓痕及道釘鬆動



圖 3.2.1-8 枕木橫向束制不足

2. 當列車重壓駛通過橫向排水溝渠時(詳圖 3.2.1-9),可顯見軌框顯著下沉且軌枕與鋼軌間扣夾力不足,致軌道垂直位移量大,呈現該處路基承载力不足之現象,當列車以營運速度通過之垂向與側向位移量偏大使鋼軌有明顯上下浮動之情事(詳圖 3.2.1-10 ~圖 3.2.1-12),此處存有發生出軌之潛在風險。

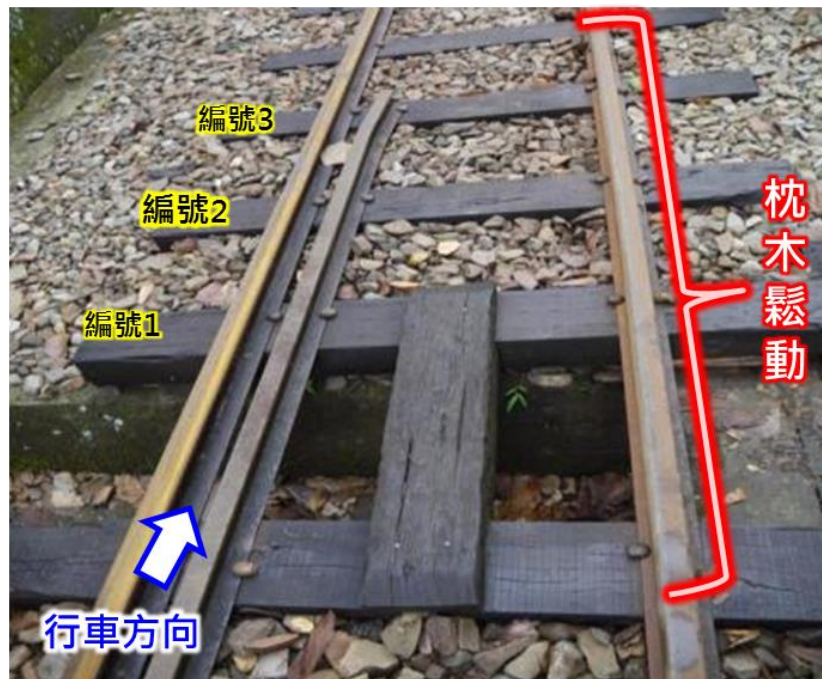


圖 3.2.1-9 橫向排水溝示意



圖 3.2.1-10 列車動態測試 1

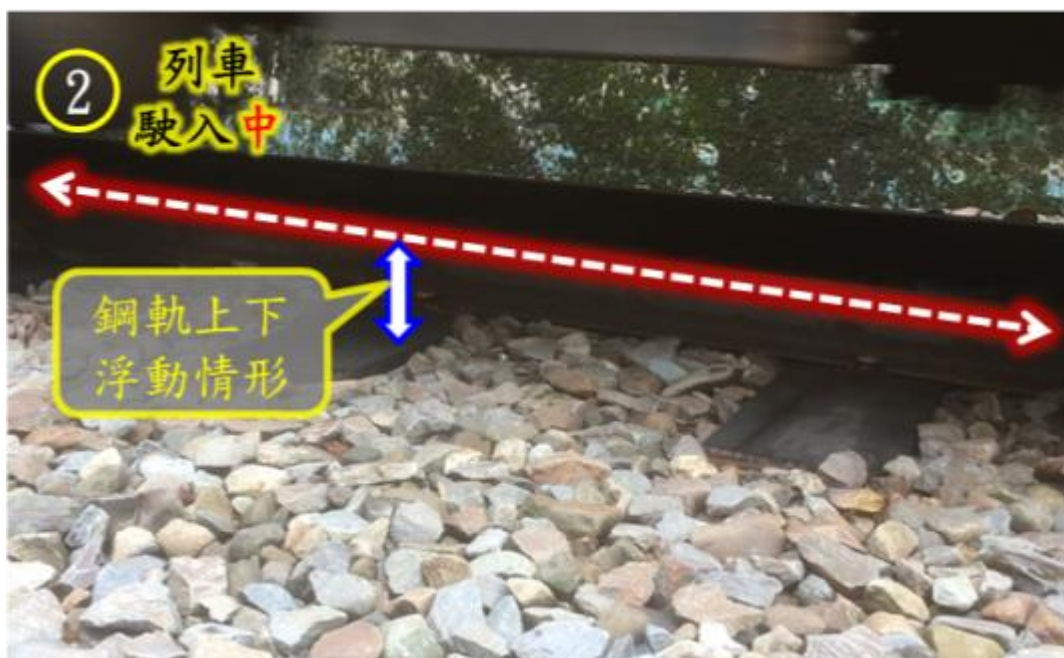


圖 3.2.1-11 列車動態測試 2

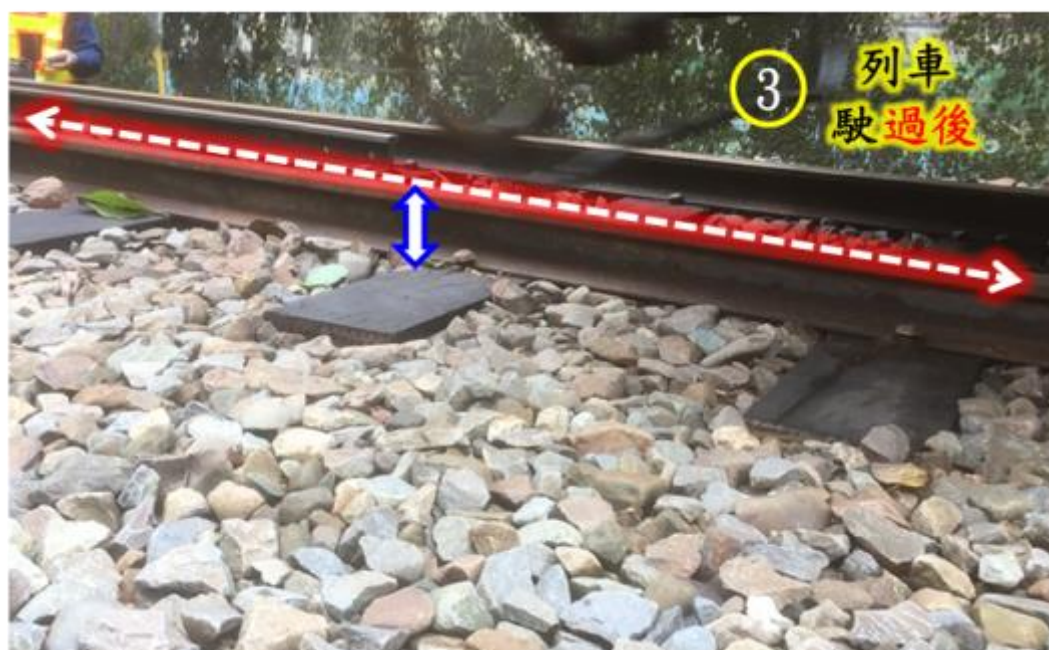


圖 3.2.1-12 列車動態測試 3

3.2.2 車輛

一、基本資料

(一) 液壓式柴油機車(聯控機車，編號：DL49)

- 1.台灣車輛公司製造，於 96 年 5 月開始使用。
- 2.重量：皮重 28 公噸。
- 3.最大牽引重量或載重：65 公噸。
- 4.最高行駛速度：45 公里/小時。
- 5.車輛尺寸：長 10,400 公厘，寬 2,080 公厘，高 3,100 公厘。

(二) 事故客車(阿里山號客車，編號：SPC49)

- 1.嘉機公司於 89 年 4 月製造。
- 2.重量：皮重 11 公噸，載重 4 公噸，總重 15 公噸。
- 3.車輛尺寸：長 11,300 公厘，寬 2,080 公厘，高 2,459 公厘。
- 4.車廂座位數：18 位。

(三) 本次事故列車由 28 公噸聯控機車 DL49 牽引 5 節阿里山號客車，事故列車編組如下圖所示：

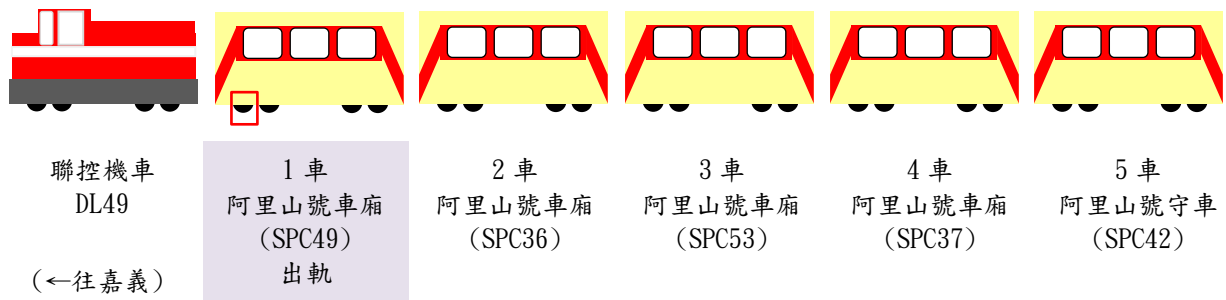


圖 3.2.2-1 出軌事故列車編組示意圖

二、近期檢修紀錄

機車車輛檢修係依據「阿里山森林鐵路機車車輛檢修程序」辦理。經查事故客車(阿里山號客車)之定期檢修分為四級，一級檢修 2 日；二級檢修 1 年；三級檢修 3 年；四級檢修因事故損壞嚴重或車輛大部分自然損壞須重修製，及臨時檢修。本次事故客車 SPC49 近期檢修情形如下。

- (一) 一級檢修：107 年 2 月 13 日執行，包含行走裝置(車輪、車軸、軸承箱)、軋機裝置、聯結裝置、電氣裝置、空氣調節裝置、車內各種設備等狀態及作用，檢修結果皆正常。
- (二) 二級檢修：106 年 2 月 24 日執行，包含更新軸箱黃油、檢查軸承之固定螺絲、更新聯結器避震膠塊、潤滑聯結裝置及轉向架部件、清潔軋機裝置及檢查無漏氣、量測車架左右車身高低差前 9 公厘後 12 公厘等，檢修結果正常，惟左右車身高低差標準未於相關檢修程序或檢修紀錄表註明。該日量測所有車輪厚度大於 24 公厘；車輪高度小於 30 公厘；輪緣角點大於 3 公厘，皆符合規定。
- (三) 三級檢修：107 年 2 月 9 日執行，包含更新軸承箱黃油及固定螺絲檢查、清潔軋機裝置及檢查無漏氣、以液滲檢視聯結器正常、確認聯結器軋座鎖緊、清潔電器裝置、清潔及潤滑轉向架部件、量測車架左右車身高低差前 13 公厘後 11 公厘等，檢修結果皆正常。該日量測車輪之檢查紀錄表如表 3.2.2-1 所示，經量測所有輪緣厚度大於 24 公厘；輪緣高度小於 30 公厘；輪緣角點大於 3 公厘，皆符合規定。

表 3.2.2-1 SPC49 車廂車輪量測表(107.2.9)

車廂編號 SPC49	輪緣厚度 標準值(>24mm)	輪緣高度 (<30mm)	輪緣角點 (>3mm)	檢查結果
車輪 1	30.1	27.9	9	符合
車輪 2	28.9	28.5	9	符合
車輪 3	29.1	28.4	8	符合
車輪 4	29.7	28.1	9	符合
車輪 5	33	25.5	9	符合
車輪 6	33.1	25.6	9	符合
車輪 7	33.1	25.7	9	符合
車輪 8	33.2	25.8	9	符合

(四) 臨時檢修：SPC49 於 107 年 1 月 23 日發生出軌案後，依「阿里山森林鐵路機車車輛檢修程序」規定，發生事故、故障或有故障之虞及其他認為必要時應辦理臨時檢修，爰於 107 年 1 月 24 至 25 日辦理臨時檢修，檢修項目包含如下：

- 1.更新第 5、6、7、8 位(位於出軌轉向架)車輪。
- 2.更新聯結器軛座。
- 3.更新氣軛鐵管。
- 4.更新聯結器。
- 5.更新氣軛切斷考克。

三、事故後檢修紀錄及檢討

(一) 臨時檢修：SPC49 於 107 年 2 月 15 至 23 日辦理臨時檢修，檢修項目包含如下。

- 1.量測轉向架第 5、8 位車輪斜角距離 241.4 公分，第 6、7 位車輪斜角距離 240.6 公分，皆正常無變形。
- 2.量測軸箱第 5、7 位中心距離 1,165 公厘，第 6、8 位中心距離 1,165 公厘，皆正常。
- 3.更新後部氣軛鐵管、上中心盤及 2 座鈹彈簧。
- 4.檢查出軌轉向架結果正常。

(二) 依據阿里山森林鐵路機車車輛檢修程序，雖訂定機車及車輛之車輪檢修標準，惟未訂定同一車廂之同一車軸、同一轉向架及不同轉向架之車輪輪徑差異標準供檢修遵循，以及機車與車輛使用不同輪徑車輪之輪徑差異值標準；且車輪量測記錄表未訂定車輪直徑之量測，查本案出軌原因雖與車輛檢修因素無關，惟在事故車廂汰換（修補）車輪後，未對新舊車輪直徑制定差異標準並進行量測，前述情事仍存有造成車廂出軌之風險。

3.3 人員

一、駕駛及相關人員

(一) 主控司機員

姓名	鄭 OO	職稱	車務長
單位	嘉義車庫	年齡	45 歲
進入森鐵日期	99 年 9 月 10 日		
合格駕駛日期	101 年 2 月 22 日		
技能檢定結果	105 年度術科：合格 105 年度學科：合格		
近期檢查結果	106 年度體檢：合格		
執勤前檢測結果	酒精檢測：無異常 血壓檢測：131/82mmHg		

(二) 助理司機員

姓名	林 OO	職稱	車務長
單位	嘉義車庫	年齡	52 歲
進入森鐵日期	99 年 5 月 21 日		
合格駕駛日期	105 年 3 月 21 日		
技能檢定結果	105 年度術科：合格 105 年度學科：合格		
近期檢查結果	106 年度體檢：合格		
執勤前檢測結果	酒精檢測：無異常 血壓檢測：121/73mmHg		

(三) 列車長

姓名	戴○○	職稱	列車長
單位	北門車站	年齡	41 歲
進入森鐵日期	100 年 3 月 7 日		
技能檢定結果	105 年度術科：合格 105 年度學科：合格		
近期檢查結果	106 年度體檢：合格		
執勤前檢測結果	酒精檢測：無異常 血壓檢測：118/72mmHg		

(三) 技能測驗與體格檢查

1. 依據鐵路行車人員技能體格檢查規則第 5 條及第 16 條規定，鐵路機構對未滿 60 歲之駕駛應每年至少一次進行體格檢查；對行車人員三年一次技能檢定。
2. 經查前述鄭員及林員兩位司機員及戴員列車長，均依規定完成學科及術科檢定合格，並符合上述法令規定。

二、通話及訪談紀錄

經綜整 2 月 14 日第 2 次車 2 位司機員及列車長等關係人之訪談紀錄，對於事發當時之情形描述如下：

(一) 司機員

當日行駛第 2 次列車，當列車進入獨立山站時，15:01 發生列車緊急剎車狀況，隨即下車察看列車狀況，發現第 1 車(SPC-49)後向 1 軸出軌，事故點與停車位置相距約 7.1 米，約在停車位置前 10 米處發生第 1 車廂出軌，15:04 立即通報嘉義車庫，請求派出救援列車及搶修。

(二) 列車長

第 2 次車次於 15:01 行經獨立山站內路段時，車廂差 1 台才對台階就停止，職下車檢查並與司機呼喚應答發現車底有緊勒，職由 5 車巡至 1 車時發現 1 車嘉義向車輪出軌，立即告知司機並通報交力坪站與竹崎站，由司機通報車庫，發現車輪出軌及轉向架擠壞氣軔管(有洩風現象)，再檢查其他車廂無異常後，職播音告知車上旅客。

3.4 運轉

一、車速及速限

事發路段速限 12 公里/時，本案因司機員遺漏放置車速紀錄紙，且未於開車前進行相關行車檢查時及時發現，爰無法由行車紀錄紙確認當時行車運轉情形，無法判斷有無超速之情事。

二、行車運轉調度

在無法得知當時列車進站行駛速度下，透過調閱當時出軌畫面進行現況描述：當列車行經獨立山站前隧道出口轉彎減速進站時，並無發生任何異常狀況（詳圖 3.4-1），惟當緩速進站通過一排水溝渠後（詳圖 3.4-2），再通過約 2 個臨時月臺後預備停車時，即發生出軌之情事（詳圖 3.4-3）；然對於實際行駛速度仍無法由影片予以確認。



圖 3.4-1 出軌列車行車畫面 1



圖 3.4-2 出軌列車行車畫面 2



圖 3.4-3 出軌列車行車畫面 3

肆、原因分析

4.1 直接原因

事故路段現場路基不良，橫跨溝渠兩側支撐不足，動態沉陷致列車動態行駛於事故路段時產生鋼軌上、下抬升浮動情形，外加部分道釘鬆脫及軌床下沉之現象，使車輪產生 3 點支撐、1 輪懸空現象導致出軌。

4.2 間接原因

出軌事故段之軌道線形，平時養護時僅針對路線及軌道進行檢查，對於沿線溝渠之路基下穩固性及支撐性缺乏完善巡檢機制，致未能事前發現臨近車站之一處溝渠軌道下方已有枕木鬆動之情事。

4.3 其他因素

有關天候、車輛、人員及運轉等部分，經檢討尚無涉事故原因。

伍、事故預防措施與建議

本事故調查團隊根據前述事實發現及原因分析，提出 4 項預防事故再發生應採取措施及 5 項建議事項，作為本部後續監督鐵路機構檢討改進之參處，其中：

- (一) 預防事故再發生應採取措施：指與事故原因有直接關聯之檢討改進事項。
- (二) 建議事項：指與事故原因無直接關聯，但有助於提升行車安全之檢討改進事項。

5.1 預防事故再發生應採取措施

- 一、事故路段受限地形因素，出軌處木枕緊臨橫向排水溝，對於道床側向束制較顯不足，應研議有效補強方式或改善軌枕佈設位置及間距之妥適固定工法。
- 二、因軌枕與鋼軌間扣夾力不足，造成鋼軌浮動情形嚴重，請儘速採取補救措施並加強巡檢道碴厚度及路床承載狀況，以確保軌道之穩定。
- 三、事故路段路基不良，橫跨溝渠兩側支撐不足，致產生動態沉陷情形，應制定沿線溝渠路基穩固性及支撐性之巡檢機制。
- 四、針對每季辦理路線與軌道幾何不整檢測之異常結果，缺乏積極因應處置作為，亦未落實追蹤控管，應重新檢討並研提改善作法。

5.2 建議事項

- 一、對於司機員遺漏裝設行車紀錄裝置之情事，請重新檢討相關檢查程序，並請加強人員教育訓練。
- 二、森鐵目前已採用手推式檢查儀進行靜態軌道線形幾何量測，建議可再進一步結合動態振動量測器進行路線檢查，或增購簡易動態沉陷量測設備，以模擬實際列車運轉造成軌道可能出現浮動狀況，俾可預先掌握異常路況及提升旅客乘坐舒適度。
- 三、為防止鋼軌爬行之情事，建議輔以彈性扣件或加設防爬器裝置固定，以扣緊鋼軌與軌枕，俾強化行車安全。

- 四、有關機車車輛檢修程序建請增訂同一車廂之同一車軸、同一轉向架及不同轉向架之車輪輪徑差異標準供檢修遵循，以及機車與車輛使用不同輪徑車輪之輪徑差異值標準。
- 五、查客車二、三級檢修記錄表中皆有車身車架之檢修項目，並量測左右車身高低差，請針對前述左右車身高低差訂定標準值並納入檢修規範俾供遵循；另轉向架部分，建議增加撓曲度量測及加強相關組件檢查。