



國家運輸安全調查委員會

重大運輸事故 調查報告

中華民國 110 年 12 月 1 日

交通部臺灣鐵路管理局

第 611 次車

鳳林隧道列車分離事故

報告編號：TTSB-ROR-23-01-001

報告日期：民國 112 年 1 月

本頁空白

依據中華民國運輸事故調查法，本調查報告僅供改善鐵道運輸安全之用。

中華民國運輸事故調查法第 5 條：

運安會對於重大運輸事故之調查，旨在避免運輸事故之再發生，不以處分或追究責任為目的。

本頁空白

摘要報告

民國 110 年 12 月 1 日，交通部臺灣鐵路管理局（以下稱臺鐵局）一列由臺東站開往花蓮站之第 611 次復興號列車，約 2039 時行經萬榮站至鳳林站間，發生第 3 車與第 4 車分離，列車經重新連掛後續行至鳳林站，該起事故無人員傷亡。

事故地點位於鳳林隧道路段，為交通部鐵道局東部工程處「C031 代辦臺鐵南平至萬榮雙軌化土建及電車線工程」工區範圍，工程其中一主要工項，是將南平至萬榮間單線路線改建為雙線路線，當時營運中的西正線永久軌與另一側改建中的東正線永久軌施工區，有採用施工圍籬進行阻隔。

事故當天，臺鐵局第 611 次復興號列車，表訂由臺東站開往花蓮站，於 2039 時行駛至萬榮至鳳林間鳳林隧道時，因施工圍籬脫落傾倒撞及第 3 車後端手動解鎖裝置提手，致提手上提並轉動，使第 3 車與第 4 車間之連結器解連造成列車分離。列車分離後，韌管壓力驟降至 0kg/cm^2 致列車緊急緊韌作動，並於 2040 時停止於 K33+946 處。

列車停車後，車長進行列車巡檢發現第 3 車與第 4 車分離，列車於 2049 時開始執行退行連掛程序，列車經重新連掛完成後於 2055 時繼續行駛，2102 時列車進入鳳林站停車。

依據中華民國運輸事故調查法，本案為營運中鐵路列車造成人民生命、財產重大影響之鐵道事故，國家運輸安全調查委員會認定有調查之必要，並為本次鐵道事故調查之獨立機關，受邀參與本次調查之機關（構）包括：交通部臺灣鐵路管理局、交通部鐵道局東部工程處、工信工程股份有限公司、台灣世曦工程顧問股份有限公司。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，調查發現共計 7 項，改善建議共計 6 項，如下所述。

壹、調查發現

調查報告依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以

下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」、「其他調查發現」。

與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素，包括不安全行為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失。

與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響鐵道運輸安全之潛在風險因素，包括可能間接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件、以及關乎組織與系統性風險之安全缺失，該等因素本身非事故之肇因，但提升事故發生之機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關聯，但基於確保未來鐵道安全之故，所應指出之安全缺失。

其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進鐵道安全、解決爭議或澄清待決疑慮之作用者。其中部分調查發現係屬大眾所關切，以作為資料分享、安全警示、教育及改善鐵道安全目的之用。

與可能肇因有關之調查發現

1. 施工單位工信工程進行施工圍籬移設時，沿用既有施工圍籬的舊孔洞實施複焊，造成焊孔擴大、鏽蝕延續等結果，即使另外加設斜撐鋼筋進行額外加固，仍無法符合原始設計之應力抵抗值，在歷經約1個月多趟次列車通過後，施工圍籬焊接點逐漸鬆動不穩固，可抵抗的應力逐漸下降，當事故列車通過時，因施工圍籬應力承受不住風壓吸引，進而發生脫落傾倒現象。
2. 事故列車通過該路段時，自第1車開始與脫落傾倒之施工圍籬發生

碰撞並延續至第2、3、4車，其中第3車後端手動解鎖裝置提手上留有與施工圍籬高度相關性之紅色漆料，顯示曾與施工圍籬發生碰撞，造成提手上提並轉動，使連結器解連造成列車分離。

與風險有關之調查發現

1. 工程主辦機關鐵道局東工處及監造單位台灣世曦於抽查時，發現施工單位工信工程於現場設置之施工圍籬，未依規範執行維護且有侵入建築界限之情形，但未立即要求工信工程改正，不利於施工圍籬之安全管理。
2. 施工單位工信工程之施工圍籬施工圖未符合現場實際狀況，包括未標示出施工圍籬遇有落水井的施工工法，且施工圖底柱鋼筋有剛好落於擋碴牆間隙之情形，不利於現場施工人員按圖施工，無法確保施工圍籬符合既有的應力檢核計算標準以及假設條件。
3. 臺鐵局未規範列車分離後，在路線恢復正常運轉前的確認程序及恢復正常運轉之條件，當有外物或設備遺留在路線上時，容易與後續通過之列車產生碰撞，衍生二次事故。

其他調查發現

1. 可排除本次列車分離事故屬於人為操作手動解鎖裝置提手、連結器高差及車廂前阻後湧等因素所造成。
2. 施工圍籬固定於擋碴牆面之選擇，會影響施工圍籬脫落時傾倒之方向，如施工圍籬設置於面向營運路線之擋碴牆面，在發生脫落傾倒時，因缺乏擋碴牆阻隔，有較高的風險向營運路線傾倒而危害運轉安全。

貳、改善建議

致交通部臺灣鐵路管理局

1. 增訂運轉規章或標準作業程序，訂定列車分離事故後，現場確認程

序及恢復正常運轉之條件，以避免產生二次事故。(TTSB-RSR-23-01-001)

致交通部鐵道局

1. 針對移設後重複使用之施工圍籬，制定額外加固或其它監控措施並納入規範，並重新考量臨軌路段施工圍籬與擋碴牆之間的配置方式，防止施工圍籬脫落。(TTSB-RSR-23-01-002)
2. 強化臨軌路段施工圍籬的品質查證內容，將是否侵入鐵路建築界限以及穩固狀態列為查證之重點，確保施工圍籬符合設置規範。(TTSB-RSR-23-01-003)
3. 督導交通部臺灣鐵路管理局，確實完成增訂運轉規章或標準作業程序，納入列車分離事故後，現場確認程序及恢復正常運轉之條件。(TTSB-RSR-23-01-004)

致台灣世曦工程顧問股份有限公司

1. 強化臨軌路段施工圍籬的抽查機制，包括施工圍籬是否侵入鐵路建築界限、穩固狀態及養護情形，確保臨軌路段施工圍籬品質。(TTSB-RSR-23-01-005)

致工信工程股份有限公司

1. 針對移設後重複使用之施工圍籬，重新評估額外加固或其它監控措施，並重新考量臨軌路段施工圍籬與擋碴牆之間的配置方式，防止施工圍籬脫落。(TTSB-RSR-23-01-006)

目錄

摘要報告.....	iii
目錄	vii
表目錄	xi
圖目錄	xiii
英文縮寫對照簡表.....	xvii
第 1 章 事實資料.....	1
1.1 事故經過.....	1
1.2 人員傷害.....	3
1.3 損害.....	3
1.3.1 車輛損害	3
1.3.2 設備損害	8
1.4 人員資料.....	11
1.4.1 司機員資歷及當日勤務	11
1.4.2 機車助理資歷及當日勤務	11
1.4.3 車長資歷及當日勤務	11
1.4.4 值班站長資歷及當日勤務	11
1.4.5 調度員資歷及當日勤務	12
1.5 車輛資料.....	12
1.5.1 列車基本諸元	12
1.5.2 列車編組使用情形	15
1.5.3 事故列車維修紀錄	16
1.5.4 事故列車連結器型式	26
1.5.5 列車分離緊急緊軔作動機制	27
1.6 軌道、設備與設施資料.....	29
1.7 天氣資料.....	31

1.8	其它資料.....	31
1.8.1	事故路段工程概述	31
1.8.2	施工圍籬基本資料	34
1.8.3	施工圍籬管理及養護	36
1.8.4	事故路段曾通過列車車型資料	38
1.8.5	臺鐵路列車分離事故處理程序	38
1.9	通信與通聯.....	39
1.9.1	通訊系統	39
1.9.2	通聯紀錄	40
1.10	紀錄器.....	41
1.10.1	列車自動防護系統紀錄	41
1.10.2	列車車前行車影像紀錄	42
1.10.3	車站影像紀錄	45
1.11	殘骸檢視與現場量測資料.....	46
1.12	醫療與病理.....	48
1.13	生還因素.....	49
1.14	測試與研究.....	49
1.14.1	漆料比對檢測	49
1.14.2	連結器手動解鎖裝置推力測試	52
1.14.3	施工圍籬應力計算檢核	54
1.14.4	事故列車煞車距離計算	57
1.15	組織管理.....	57
1.16	訪談摘要.....	59
1.16.1	臺鐵路司機員訪談紀錄摘要	59
1.16.2	臺鐵路機車助理訪談紀錄摘要	60
1.16.3	臺鐵路車長訪談紀錄摘要	61
1.16.4	臺鐵路值班站長訪談紀錄摘要	62
1.16.5	臺鐵路調度員訪談紀錄摘要	63

1.16.6	臺鐵局工務單位職員訪談紀錄摘要	64
1.16.7	工信工程職員訪談紀錄摘要	66
1.16.8	台灣世曦職員訪談紀錄摘要	68
1.16.9	鴻欣營造職員訪談紀錄摘要	69
1.16.10	鐵道局東工處職員訪談紀錄摘要	70
1.17	事件序	72
第 2 章	分析	74
2.1	列車分離肇因及過程分析	74
2.1.1	施工圍籬脫落並撞擊解鎖裝置	74
2.1.2	列車分離造成緊急緊軔作動	75
2.1.3	其它影響列車分離因素之排除	76
2.2	施工圍籬安全管理	77
2.2.1	施工圍籬脫落之因素	77
2.2.2	施工圍籬設計規劃	77
2.2.3	施工圍籬養護	79
2.3	列車分離後行車運轉處置	80
第 3 章	結論	81
3.1	與可能肇因有關之調查發現	81
3.2	與風險有關之調查發現	82
3.3	其他調查發現	82
第 4 章	改善建議	84
4.1	鐵道安全改善建議	84
附錄 1	民國 110 年 11 月 30 日運用檢修紀錄表	86
附錄 2	民國 108 年 1 月 2 日檢驗申請單	88
附錄 3	民國 110 年 10 月 28 日檢驗申請單	89
附錄 4	民國 110 年 12 月 1 日鳳林站列車到開時刻登記表	90

附錄 5 通聯抄件.....	91
附錄 6 鳳林隧道施工圍籬應力檢核計算.....	100
附錄 7 交通部鐵道局品質查證程序（摘錄）.....	104
附錄 8 圍籬安裝施工自主檢查表.....	105
附錄 9 圍籬安裝施工抽查紀錄表.....	106
附錄 10 附件清單.....	107
附錄 11 工信工程股份有限公司來會陳述意見.....	108

表目錄

表 1.3-1 事故列車第 1 車車廂損害點量測	4
表 1.3-2 事故列車第 2 車車廂損害點量測	5
表 1.3-3 事故列車第 3 車車廂損害點量測	7
表 1.3-4 事故列車第 4 車車廂損害點量測	8
表 1.5-1 臺鐵局 E400 型電力機車基本諸元資料.....	13
表 1.5-2 臺鐵局 SP20000 型客車車廂基本諸元資料.....	14
表 1.5-3 事故客車編組行駛歷程	15
表 1.5-4 交通部訂頒檢修規則車輛檢修類型	16
表 1.5-5 臺鐵局客車車輛常態性檢修類型	17
表 1.5-6 臺鐵局客車車輛週期性檢修類型	25
表 1.5-7 事故車輛 SP20013、SP20063 號連結器檢修紀錄	27
表 1.6-1 事故前 10 日南平道班工作日誌	30
表 1.8-1 事故發生前一個月內鳳林隧道工程施工紀錄	33
表 1.8-2 鳳林隧道施工圍籬相關工作項目及各單位權責	36
表 1.8-3 事故當日所有通過列車車型車輛寬度	38
表 1.10-1 事故當日列車通過鳳林隧道順序	42
表 1.10-2 事故列車前後趟車次影像序列	43
表 1.14-1 列車漆料樣本採樣說明	49

表 1.14-2 漆料比對檢測結果	52
表 1.14-3 連結器手動解鎖裝置推力測試結果	53
表 1.15-1 鳳林隧道施工圍籬品質查證紀錄	58
表 1.17-1 事故時序表.....	72

圖目錄

圖 1.1-1 事故地點示意圖	1
圖 1.1-2 列車分離停車後車輛相對位置示意	2
圖 1.1-3 鳳林隧道路線示意（攝於民國 110 年 12 月 2 日北洞口）	3
圖 1.3-1 事故列車第 1 車車廂損害位置示意圖	4
圖 1.3-2 事故列車第 1 車車廂損害位置示意圖	4
圖 1.3-3 事故列車第 2 車車廂損害位置示意圖	5
圖 1.3-4 事故列車第 2 車車廂損害照片	6
圖 1.3-5 事故列車第 3 車車廂損害位置示意圖	6
圖 1.3-6 事故列車第 3 車車廂損害照片	7
圖 1.3-7 事故列車第 4 車車廂損害位置示意圖	8
圖 1.3-8 事故列車第 4 車車廂損害照片	8
圖 1.3-9 設備損傷相關照片	9
圖 1.3-10 鳳林隧道施工圍籬缺口處（攝於民國 110 年 12 月 2 日）	9
圖 1.3-11 缺口之施工圍籬.....	10
圖 1.3-12 車輛零件散落相對位置	10
圖 1.5-1 事故列車編組示意圖	12
圖 1.5-2 E400 型電力機車連結端設備	13
圖 1.5-3 臺鐵局復興號客車運行編組運用表（節錄）	15

圖 1.5-4 事故編組 11 月 30 日運用檢修過程更換車廂示意	16
圖 1.5-5 柴田式密著型連結器（非事故車輛）	26
圖 1.5-6 柴田式一般型連結器（非事故車輛）	26
圖 1.5-7 E400 型電力機車駕駛室 A-1 告警示意圖	28
圖 1.5-8 A-1 作動示意圖	28
圖 1.6-1 事故路段線型圖	29
圖 1.6-2 事故路段軌道形式	29
圖 1.8-1 鳳林隧道於 C031 工程範圍內之架構	32
圖 1.8-2 鳳林隧道無道碴軌道施工圖面	32
圖 1.8-3 鳳林隧道施工圍籬施工圖面	33
圖 1.8-4 鳳林隧道內施工圍籬結構	34
圖 1.8-5 鳳林隧道施工圍籬照片（攝於民國 110 年 12 月 2 日）	35
圖 1.8-6 鳳林隧道施工時序示意圖	36
圖 1.9-1 臺鐵局行車調度無線電話系統架構圖	40
圖 1.10-1 臺鐵局 E400 型電力機車列車自動防護系統架構	41
圖 1.10-2 事故列車 ATP RU 資料	42
圖 1.10-3 事故列車萬榮站進站影像	45
圖 1.10-4 事故列車萬榮站停靠影像	46
圖 1.11-1 施工圍籬缺口位置	46

圖 1.11-2 現場連壁鋼筋檢視.....	47
圖 1.11-3 現場底柱鋼筋檢視.....	47
圖 1.11-4 第 4514 次司機員拍攝照片（攝於民國 110 年 12 月 2 日）	48
圖 1.14-1 施工圍籬漆料檢測樣本	51
圖 1.14-2 事故列車柴田式連結器解鎖步驟示意	53
圖 1.14-3 施工圍籬應力檢核計算內容	56
圖 1.14-4 WinBeam 計算撓曲	56
圖 1.14-5 事故列車實際煞車距離計算	57
圖 1.15-1 C031 工程施工圍籬檢查或確認機制.....	58
圖 2.1-1 SP20000 型客車車廂與鳳林隧道施工圍籬套繪圖.....	75
圖 2.1-2 列車分離過程相對位置圖	76
圖 2.2-1 施工圖說中底柱鋼筋落於擋碴牆間隙	78
圖 2.2-2 施工圍籬重疊搭設	79

本頁空白

英文縮寫對照簡表

ATP	automatic train protection	列車自動防護系統
BC	brake cylinder	軔缸
BP	brake pipe	軔管
EB	emergency brake	緊急緊軔
IRC	International Residential Code	國際住宅規範
MC	main air compressor	主風泵
MMI	man machine interface	人機介面
MR	main reservoir	主風缸
MREP	main reservoir equalizing pipe	主風缸均衡管
MSO	mobile switching office	系統設備交換中心
RU	recording unit	紀錄單元
SDH	synchronous digital hierarchy	同步光傳輸網路
SDU	speed and distance unit	速度與距離單元

本頁空白

第 1 章 事實資料

1.1 事故經過

民國 110 年 12 月 1 日，交通部臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵路局）一列由臺東站開往花蓮站的第 611 次復興號列車，由電力機車 E410 號牽引 8 輛復興號客車，2036 時¹自萬榮站開車，於 2039 時行駛至萬榮至鳳林間的鳳林隧道，因列車軔管（brake pipe, BP）壓力由 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 降至 $0\text{kg}/\text{cm}^2$ ，造成列車緊急緊軔（emergency brake, EB）作動，列車於 2040 時停止於 K33+946 處（如圖 1.1-1）。



圖 1.1-1 事故地點示意圖

列車停車後，司機員於 2042:49 時透過行車調度無線電話請車長進行列車巡檢，車長於 2043:52 時回報，客車第 3 車廂（SP20013）與第 4 車廂（SP20063）發生分離。

¹ 本報告所列時間皆為臺北時間（UTC+8 小時），採 24 小時制。

2047 時鳳林站值班站長告知車長已通知調度員狀況，並且可以開始執行退行連掛程序，2049 時司機員依車長行車調度無線電話之調車號訊，駕駛前部分離車輛退行約 204 公尺至 K34+150 處（如圖 1.1-2），重新連掛後於 2055 時繼續行駛，2102 時列車進入鳳林站停車，本次事故未造成人員傷亡。

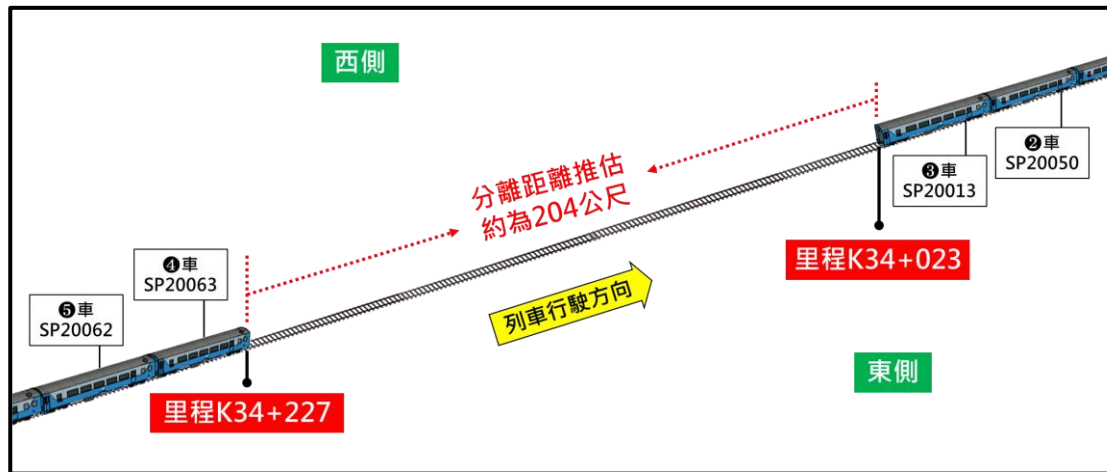


圖 1.1-2 列車分離停車後車輛相對位置示意

事故地點鳳林隧道路段，位在交通部鐵道局東部工程處（以下簡稱鐵道局東工處）「C031 代辦臺鐵南平至萬榮雙軌化土建及電車線工程（以下簡稱 C031 工程）」工區範圍內，該工程其中一主要工項，是將現有南平至萬榮間單線路線改建為雙線路線，同時將鳳林隧道既有道碴式軌道改建為無道碴軌道。

鳳林隧道北洞口里程為 K34+545，南洞口里程為 K35+399，隧道總長計 854 公尺，事故當時是屬於單線區間，上、下行列車均行駛在新設的西正線永久軌上，另一側為改建中的東正線永久軌施工區域，在事故當時是以施工圍籬進行阻隔（如圖 1.1-3）。



圖 1.1-3 鳳林隧道路線示意（攝於民國 110 年 12 月 2 日北洞口）

1.2 人員傷害

本次事故無人員傷亡。

1.3 損害

依據相關單位提送資料與調查小組現場檢視結果，本次事故損害部分可區分為車輛損害及設備損壞兩部分：

1.3.1 車輛損害

調查小組觀察事故列車編組車廂外觀，發現在車廂東側有多處刮痕跡象，以下分別說明各車廂檢視之結果。

經檢視第 1 車車廂（車號 SPK21014）發現車廂空調機下方排水管遺失，且支架上有使用束帶之舊痕跡，此為調查小組認定事故車輛

損害之起點第 0 點(如圖 1.3-1、圖 1.3-2)，而該損害處距離軌面之高度、距離車身外緣之深度如表 1.3-1。

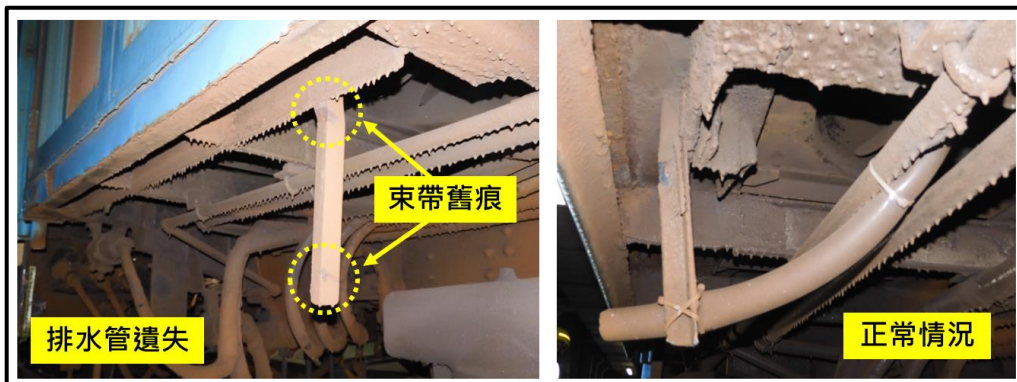


圖 1.3-1 事故列車第 1 車車廂損害位置示意圖

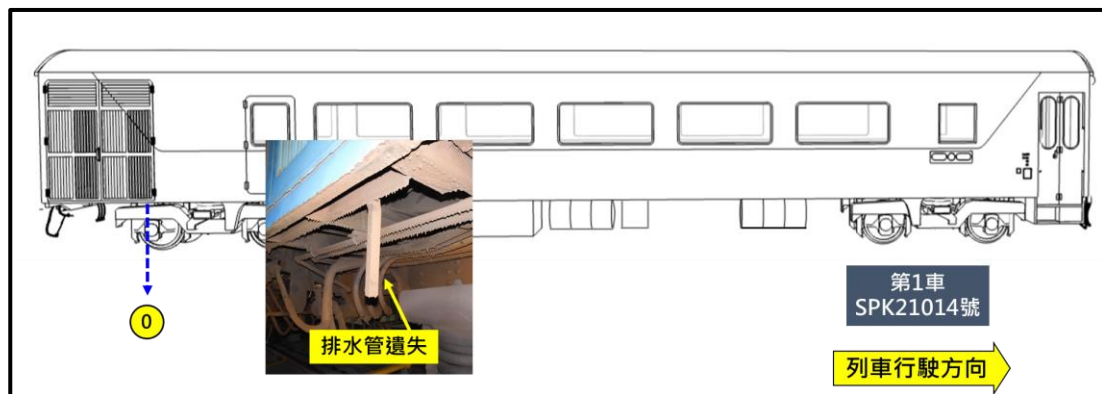


圖 1.3-2 事故列車第 1 車車廂損害位置示意圖

表 1.3-1 事故列車第 1 車車廂損害點量測

編號	距離軌面高度 (單位：公分)	距離車身外緣深度 (單位：公分)
0	72	35

另檢視第 2 車車廂(車號 SP20050)有 13 處凹陷或刮痕(如圖 1.3-3)，有關各損害處距離軌面之高度、距離車身外緣之深度彙整如表 1.3-2，其中東側旅客上下車門台階踏板及車廂端部有明顯凹陷情形，另車廂下方設備如主風缸、水平調整桿等設備則有刮傷情形(如圖 1.3-4)。

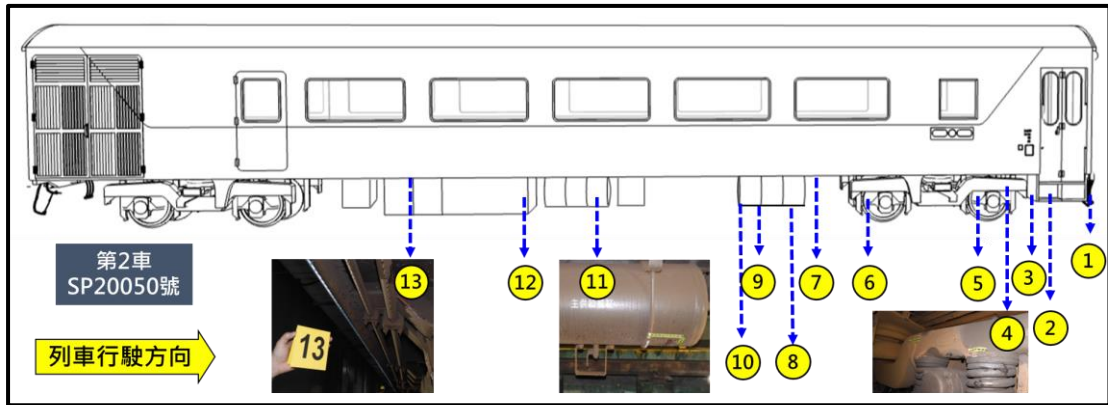


圖 1.3-3 事故列車第 2 車車廂損害位置示意圖

表 1.3-2 事故列車第 2 車車廂損害點量測

編號	距離軌面高度 (單位：公分)	距離車身外緣深度 (單位：公分)
1	60	15
2	60	15
3	60	15
4	60	15
5	79	53
6	30	59
7	70	78
8	65	66
9	52	60
10	72	44
11	49	67
12	70	36
13	72	36

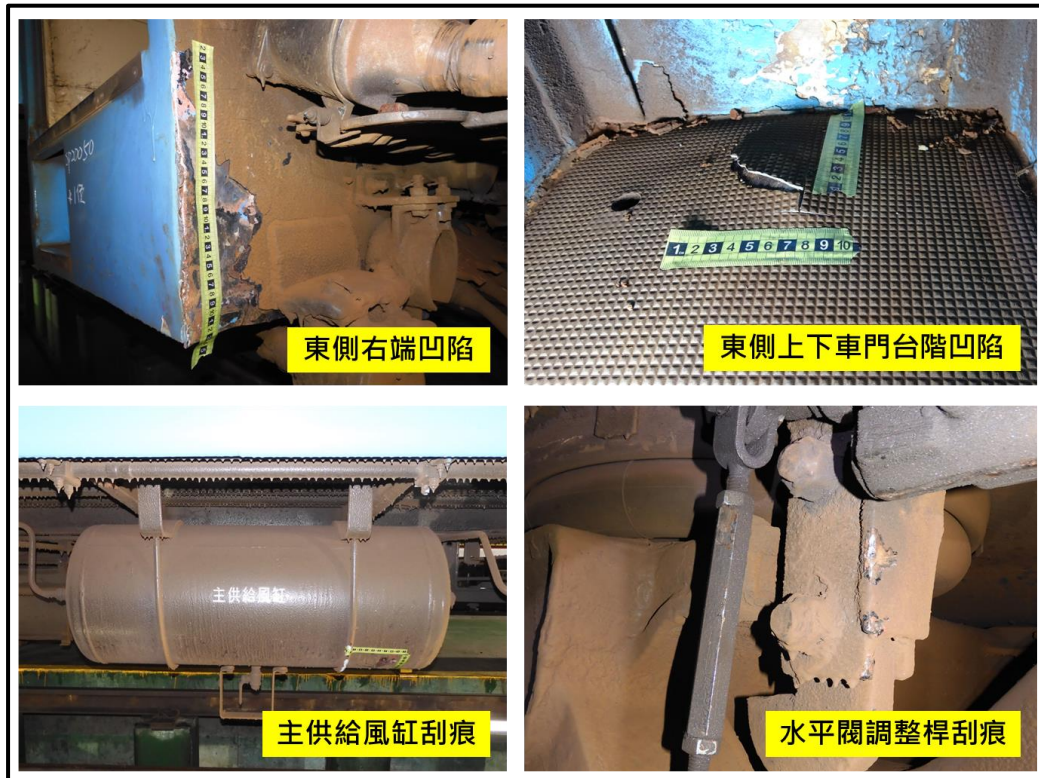


圖 1.3-4 事故列車第 2 車車廂損害照片

檢視第 3 車車廂（車號 SP20013）發現 3 處刮痕（如圖 1.3-5），至於損害處距離軌面之高度、距離車身外緣之深度彙整如表 1.3-3，本車損傷處較集中於車廂後部，包括變流器箱及後轉向架上，此外本車後端的手動解鎖裝置提手上亦有刮痕，另車廂後端的三相 UVW 供電線亦有損傷情形，調查小組進行車輛會勘時，該供電線已被拆卸放置於車廂內（如圖 1.3-6）。

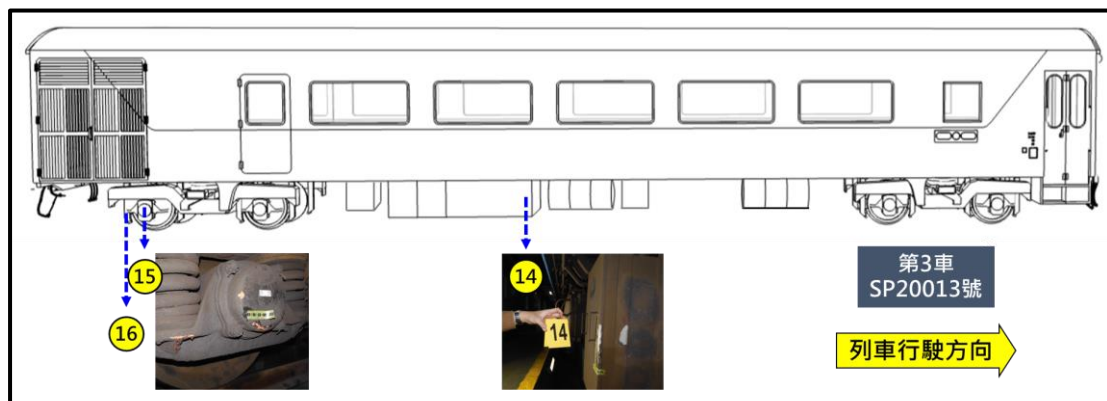


圖 1.3-5 事故列車第 3 車車廂損害位置示意圖

表 1.3-3 事故列車第 3 車車廂損害點量測

編號	距離軌面高度 (單位：公分)	距離車身外緣深度 (單位：公分)
14	43	33
15	35	52
16	35	56

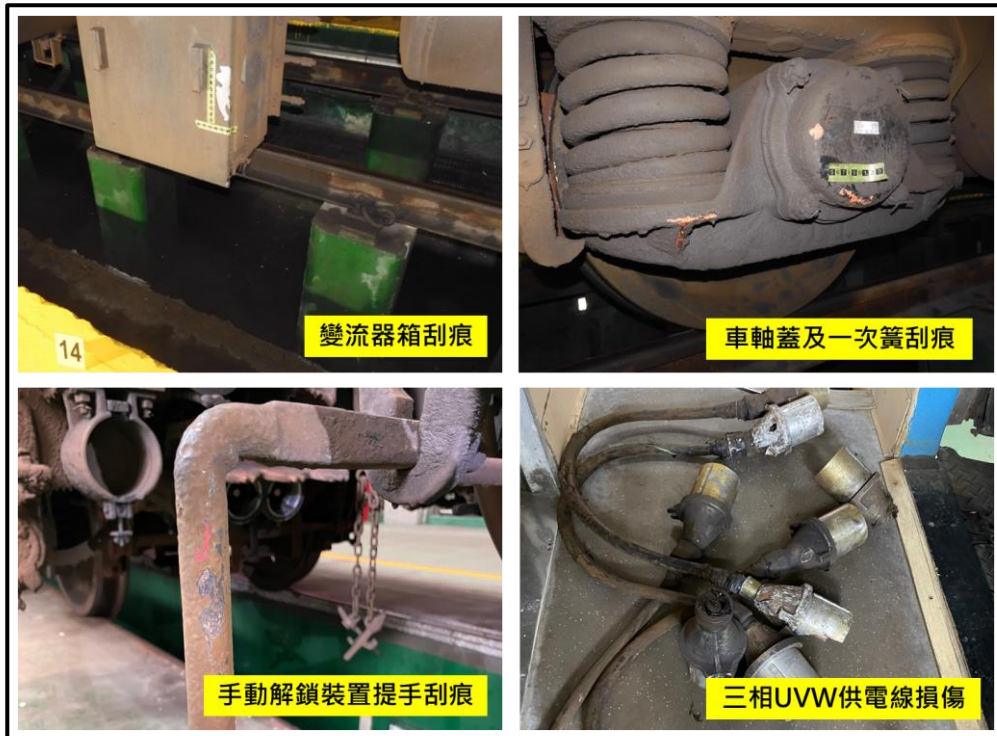


圖 1.3-6 事故列車第 3 車車廂損害照片

檢視第 4 車車廂（車號 SP20063）發現 2 處刮痕（如圖 1.3-7），損害處距離軌面之高度、距離車身外緣之深度彙整如表 1.3-4，本車損害多集中在車廂中段，包含變流器箱、接線管等（如圖 1.3-8），另本車前端三相 UVW 供電線亦有損傷情形，調查小組於會勘時已被拆卸放置於車廂內。

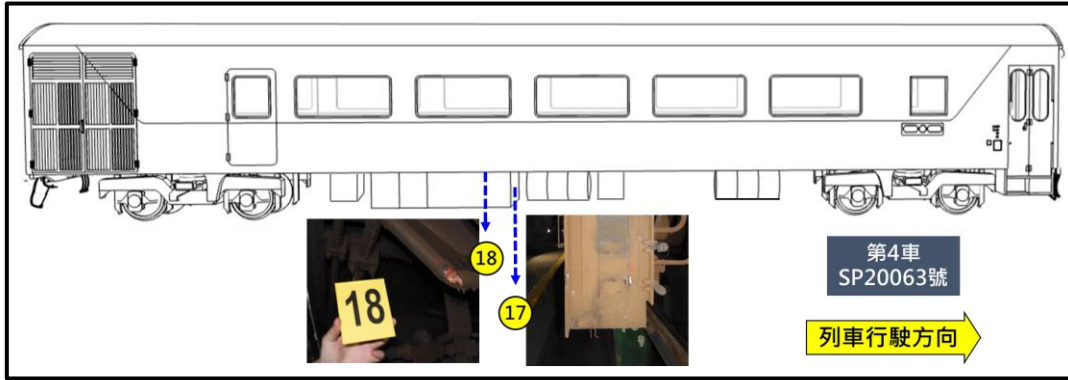


圖 1.3-7 事故列車第 4 車車廂損害位置示意圖

表 1.3-4 事故列車第 4 車車廂損害點量測

編號	距離軌面高度 (單位：公分)	距離車身外緣深度 (單位：公分)
17	34	35
18	88	36



圖 1.3-8 事故列車第 4 車車廂損害照片

1.3.2 設備損害

調查小組於民國 110 年 12 月 10 日凌晨進入事故地點鳳林隧道現場，觀察到無道碴軌道的表面有被異物刮傷之新痕，此外位於 K34+660 的列車自動防護系統 (automatic train protection, ATP) 地上感應子 (balise) 有被異物撞擊之刮痕 (如圖 1.3-9)。



圖 1.3-9 設備損傷相關照片

另鳳林隧道當時正辦理東正線永久軌改建，工區與西正線永久軌以施工圍籬進行阻隔，惟因施工圍籬已於事故後（民國 110 年 12 月 2 日跨 3 日）拆除，調查小組於現場觀察到拆卸下的施工圍籬已被放置在道旁，並藉由鐵道局東工處、臺鐵局等相關單位提供事故後之會勘照片，了解在 K34+810.5 處，有兩片施工圍籬寬之缺口（如圖 1.3-10），而其中一片施工圍籬被移至路線旁，另一片施工圍籬已在事故翌日上午，由第 4514 次司機員撿拾後，移送至臺鐵局花蓮機務段存放（如圖 1.3-11）。



圖 1.3-10 鳳林隧道施工圍籬缺口處（攝於民國 110 年 12 月 2 日）



圖 1.3-11 缺口之施工圍籬

另調查小組發現，自 K34+810.5 處起往鳳林站方向，有許多車輛零件散落於軌道旁，包括金屬角鐵、三相 UVW 供電線、供電線拉勾、排水管等零件，有關其散落地點與施工圍籬缺口、隧道口等相對位置如圖 1.3-12 所示。



圖 1.3-12 車輛零件散落相對位置

1.4 人員資料

1.4.1 司機員資歷及當日勤務

事故列車司機員於民國 107 年進入臺鐵局服務，曾擔任技術助理工作，於民國 108 年完成 43 期司機員班訓練，並於當年取得機車助理乘務資格，後續於民國 109 年取得電力機車之司機員乘務資格。事故當日 1704 時於臺東機務段上班報到，執行勤前酒精測試及血壓量測結果均合格。

1.4.2 機車助理資歷及當日勤務

事故列車機車助理於民國 107 年進入臺鐵局服務，曾擔任技術助理工作，於民國 107 年完成 42 期司機員班訓練，並於當年取得機車助理乘務資格，後續於民國 109 年取得電力機車之司機員乘務資格。事故當日 1704 時於臺東機務段上班報到，執行勤前酒精測試及血壓量測結果均合格。

1.4.3 車長資歷及當日勤務

事故列車車長於民國 86 年進入臺鐵局服務，曾擔任道班工、站務佐理等工作，於民國 93 年完成車長班訓練，後續民國 94 年起擔任車長乘務工作。事故當日 1724 時於臺東站上班報到，執行勤前酒精測試結果為合格。

1.4.4 值班站長資歷及當日勤務

事故當日鳳林站值班站長於民國 84 年進入臺鐵局服務，曾擔任站務佐理、車長、列車長等工作，於民國 101 年完成 27 期運輸班訓練，後續民國 102 年起擔任副站長職務。事故當日為夜班，1832 時於鳳林站上班報到，執行勤前酒精測試結果為合格。

1.4.5 調度員資歷及當日勤務

事故當日轄區值班調度員於民國 78 年進入臺鐵局服務，曾擔任營業工、站務員、車長、副站長、替班站長等工作，於民國 98 年起擔任調度員工作，目前職稱為主任調度員兼東區領班。事故當日為夜班，2000 時於綜合調度所行控室上班報到，執行勤前酒精測試結果為合格。

1.5 車輛資料

1.5.1 列車基本諸元

本次事故列車第 611 次復興號，是由一輛 E400 型電力機車與六輛 SP20000 型客車車廂、一輛 SPK20000 型客車車廂以及一輛 SPK21000 型客車車廂所組成，自列車行駛方向北端算起，電力機車與第一車至第八車車廂車號分別為：E410、SPK21014、SP20050、SP20013、SP20063、SP20062、SP20059、SP20044、SPK20001（如圖 1.5-1）。

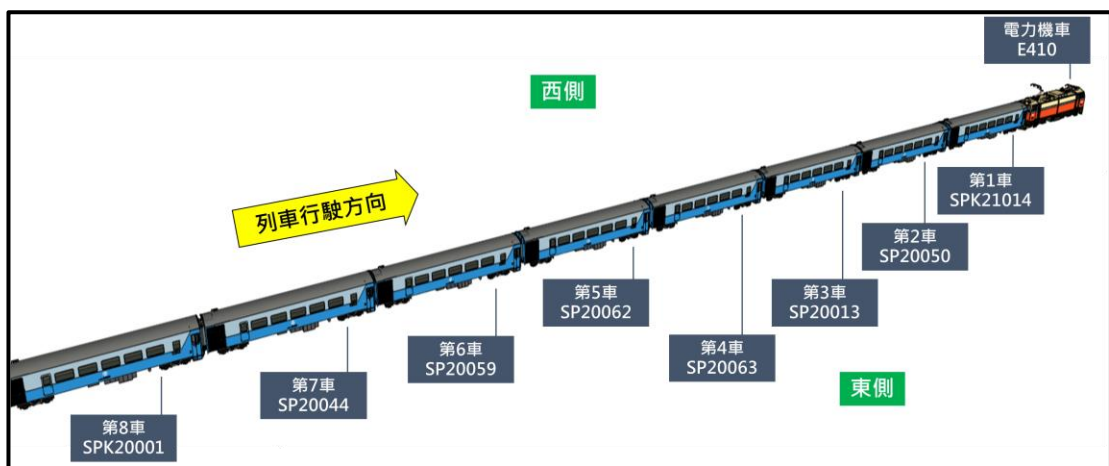


圖 1.5-1 事故列車編組示意圖

依據臺鐵局員工訓練中心「GE 電力機車構造與電路說明」，E400 型電力機車主要是以集中供電牽引客車車廂為目的，該機車配置有三

相交流馬達發電機組，可提供三相 440 伏特電力，做為車廂照明、空調系統的供電來源。

該 E400 型電力機車與客車車廂間主要以自動連結器相互連結，並由六芯控制跳線、三十二芯控制跳線、UVW 三相交流供電電纜、主風缸均衡管（main reservoir equalizing pipe, MREP）、制軔管等管線，進行電力或高壓空氣之傳送（如圖 1.5-2）。

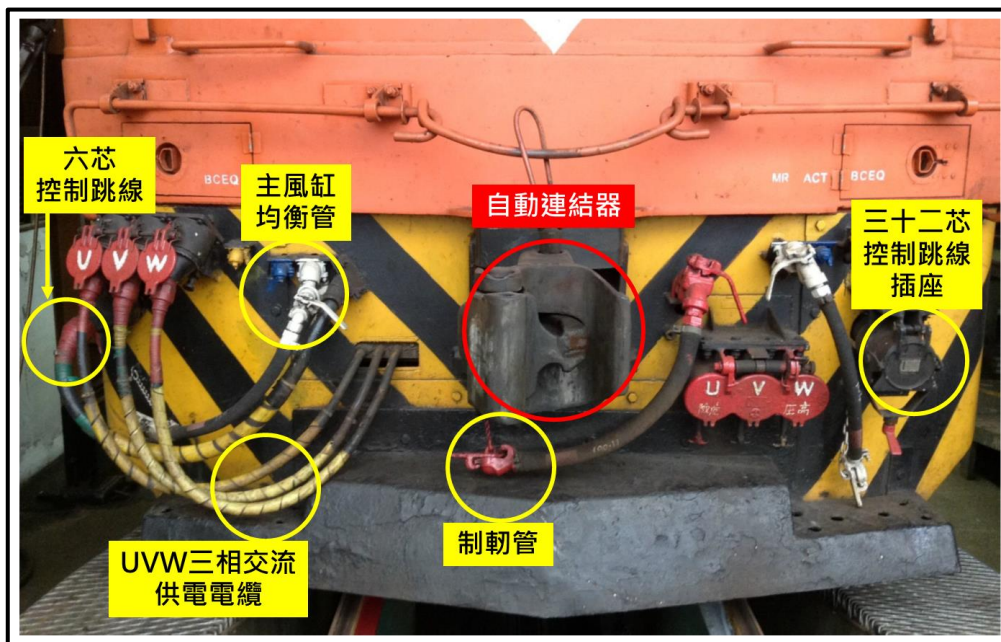


圖 1.5-2 E400 型電力機車連結端設備

依臺鐵局提供之 E400 型電力機車構造圖說內容，本型機車是由美國通用電氣公司（Manufacturer G.E Co. LTD）生產製造，E410 號目前配屬七堵機務段，有關於 E400 型電力機車的基本諸元資料，如表 1.5-1 所示。

表 1.5-1 臺鐵局 E400 型電力機車基本諸元資料

項目	規格
總重	96,000 公斤
軸重	16,000 公斤

機車長度（含連結器肘間）	16,459 公厘
機車寬度（左右兩側扶手）	2,972 公厘
機車高度（集電弓下降）	4,100 公厘
設計最高車速	130 公里/小時
額定功率	3,100 千瓦/4,200 馬力
起步牽引力	22,600 公斤力
連續牽引力	16,800 公斤力
牽引馬達	6 具 GE761 型
傳動齒輪比	88：23
軔機系統	西屋 26LA 型
馬達交流發電機組	GDY60A1 型
轉向架形式	2 副 3 軸動力轉向架

事故列車復興號客車車廂，是由唐榮鐵工廠生產製造，本型式客車車廂共區分為 SP20000 型一般客車車廂、SPK20000 型具備手軔裝置客車車廂、SPK21000 型附設車長室客車車廂，SP20000 型客車車廂基本諸元資料，如表 1.5-2 所示。

表 1.5-2 臺鐵局 SP20000 型客車車廂基本諸元資料

項目	規格
總重	35,100 公斤
車廂長度	20,000 公厘
車廂寬度	2,900 公厘
車廂高度	3,800 公厘
設計最高車速	100 公里/小時
軔機系統	EVD 氣軔裝置
轉向架形式	2 副 2 軸無動力轉向架

1.5.2 列車編組使用情形

依臺鐵局提供之編組運用表（圖 1.5-3），在事故列車行駛前，編組曾於前一日（民國 110 年 11 月 30 日）在七堵機務段實施運用檢修及大洗作業，客車車廂後續附掛於第 7035 次車由七堵站運行至樹林調車場跨夜停放，事故當日上午該客車車廂作第 642 次車編組，由樹林調車場行駛至臺東站，在第 642 次車抵達臺東站後實施站掃，編組續做第 611 次車行駛，在事故列車行駛至萬榮至鳳林間鳳林隧道發生分離前，該編組累計行駛約 526 公里（表 1.5-3）。

運號 用碼	七堵機務段【復興號】客車運行				110.7.30 152電	編組
	臺東	花蓮	七堵	樹林調		
F31	17:30		△X○ 21:46	(7035) 工廠 逢週一~六附掛	22:50	2 組 × 8 車
				(642)	09:26	
	18:05	(611)	21:25	(605) 逢週一~六行駛	10:05	
		06:05		(605B) 工廠 逢週一~六行駛	10:38	
		14:02	(691) 逢週日行駛	17:07		
					1517.0	
註：第1、8車44位，第1車為哺(集)乳室車廂。						

圖 1.5-3 臺鐵局復興號客車運行編組運用表（節錄）

表 1.5-3 事故客車編組行駛歷程

車次	行駛區間	行駛公里數	累計公里數
7035	七堵-樹林調車場	37 公里	37 公里
642	樹林調車場-臺東	368 公里	405 公里
611	臺東-事故地點	121 公里	526 公里

另調閱該編組民國 110 年 11 月 30 日的運用檢修紀錄表（詳附錄 1），原檢修編組的組成順序為：SPK21014、SP20050、SPK2008、SP20063、SP20062、SP20059、SP20044、SPK20001，關於該編組行走裝置、軔機裝置、連結裝置、電氣裝置、空氣調節裝置、供水裝置、車門及各種設備等檢修項目均勻選正常。

另在運用檢修紀錄表的記事中載有「2008 山北橡皮風擋柱破留車更換 SP20013 連掛正常」之紀錄，故經運用檢修完畢後的編組順序調整為：SPK21014、SP20050、SP20013、SP20063、SP20062、SP20059、SP20044、SPK20001（如圖 1.5-4）。

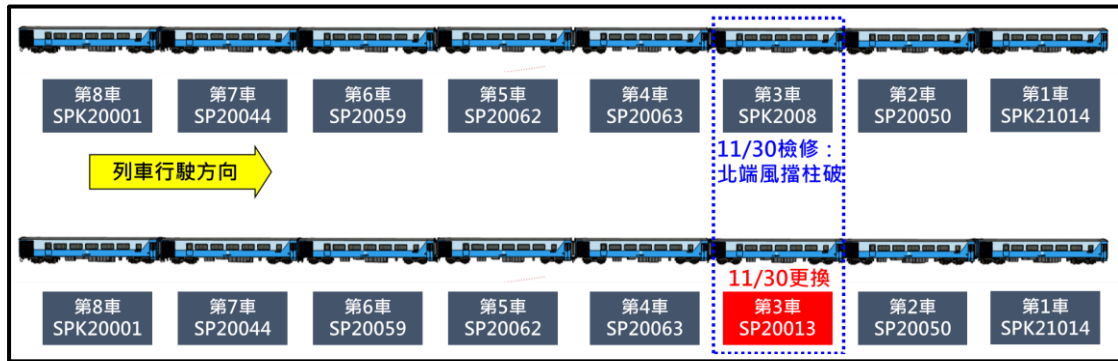


圖 1.5-4 事故編組 11 月 30 日運用檢修過程更換車廂示意

1.5.3 事故列車維修紀錄

有關於鐵路機車車輛檢修，交通部訂頒有「鐵路機車車輛檢修規則」作為營運單位之規範，而臺鐵局依據前述部頒規則訂有「交通部臺灣鐵路管理局車輛檢修程序」，作為車輛檢修之標準及程序。本次發生列車分離的車輛是屬於 SP20000 型客車車廂，適用上述「車輛」之檢修規範。

依交通部訂頒之檢修規則第十六條規定，車輛檢修分為不定期檢修、定期檢修及臨時檢修，其中不定期檢修與定期檢修另有區分子類型，綜整如表 1.5-4。

表 1.5-4 交通部訂頒檢修規則車輛檢修類型

車輛檢修類型	檢修規則	分類	對象
不定期檢修	第 17 條	列車檢修	客車、貨車
		隨車檢修	客車、貨車
		停留檢修	貨車

		運用檢修	客車、貨車
		交接檢修	貨車
定期檢修	第 18 條	一級檢修	客車、貨車
		二級檢修	客車、貨車
		三級檢修	客車、貨車
		四級檢修	客車、貨車
臨時檢修	第 21 條	-	客車、貨車

因此臺鐵局的車輛檢修程序中，針對「客車」車輛的檢修類型區分有：列車檢修（包括始發、中途及終到檢修）、隨車檢修、運用檢修、一級檢修、二級檢修、三級檢修、四級檢修、臨時檢修等計 8 種檢修類型。

其中隨車檢修、臨時檢修兩種檢修類型，屬於非常態性的臨時檢修型態，其餘有關臺鐵局客車車輛常態性的檢修類型，彙整如表 1.5-5 所示。

表 1.5-5 臺鐵局客車車輛常態性檢修類型

檢修類型	施行期限				
列車檢修	1. 始發檢修。 2. 中途檢修。 3. 終到檢修。				
運用檢修	依旅客列車運用行駛 2,400 公里以內施行一次。				
一級檢修	1. 客車：				
	級別	A 級	B 級	C 級	D 級
	標準期限	60 日	50 日	40 日	30 日
	最高期限	60 日以內	55 日以內	50 日以內	40 日以內
	2. 貨車：(略)				
	註：依臺鐵局「客貨車一級檢修級別期限表」，SP20000				

	型客車車輛為 C 級。								
二級檢修	1. 氣軔裝置（膜板閘除外）：一年以內。 2. 供水裝置：一年以內。 3. 列車用發電機及其附屬品：一年半以內。 4. 車輛蓄電池：一年半以內。 5. 車輛用電扇：一年半以內。 6. 空氣調節裝置：一年半以內。								
三級檢修	1. 客車： <table border="1" data-bbox="491 721 1286 918"> <thead> <tr> <th>A 級</th> <th>B 級</th> <th>C 級</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>三年以內</td> <td>二年六個月以內</td> <td>二年三個月以內</td> </tr> </tbody> </table> 客車之級別分類由主管處另定之。 2. 貨車：(略) 3. 不常使用之客車得延長至三年一次。 註：依臺鐵局車輛檢修程序「客車三級檢修期限表」，SP20000 型客車車輛為 B 等級。			A 級	B 級	C 級	三年以內	二年六個月以內	二年三個月以內
A 級	B 級	C 級							
三年以內	二年六個月以內	二年三個月以內							
四級檢修	1. 客車：以十五年以內施行一次，但依實際車況得增減之。 2. 貨車：(略)								

以下進一步就臺鐵局車輛檢修程序，將各級檢修重點列出，另針對連結裝置檢修的內容特別列出如下：

列車檢修（節錄）

十四、檢查車軸發熱程度，以手觸軸箱或以電子測溫儀錶或目視感溫貼紙量測方式施行之。

十五、檢修行走狀態時，應注意確無下列各款規定情事（略）

十六、檢修連結裝置之狀態及作用時，應注意確無下列各款規定

情事：

- (一) 解鎖槓桿不在定位。
- (二) 解鎖鏈或鈎捲上。
- (三) 連結狀態不完全。
- (四) 前後車輛連結器高度相差 100 公厘以上。
- (五) 渡板與解鎖鏈或鈎有撞觸之虞。

十七、檢修軔機裝置時應注意確無下列各款規定情事，但(二)款之檢查以由該站起掛之車輛為限(略)

十八、檢修風檔及渡板之狀態時，應注意確無下列各款規定情事(略)

十九、檢修電氣連結線之狀態時，應注意確無下列各款情事(略)

二十、檢修列車後部標誌之狀態時，應注意確無下列各款情事(略)

二十一、檢修供水裝置之狀態及作用時，應注意確無下列各款規定情事(略)

二十二、檢修車內設備時，應注意確無下列各款規定情事:(略)

二十三、檢修電氣裝置之狀態及作用時，應注意確無下列各款規定情事(略)

二十四、列車檢修除「十四」至「二十三」之規定外，對於易於發現之輪箍、輪轂及車軸有無損壞、鬆弛或脫出，連結裝置、軔機裝置、彈簧裝置等各部份有無損壞、脫落，載貨狀態是否適合及其他情形，應在時間許可內儘量檢修之，對於修繕車票記載之故障狀態並應予注意。

二十五、列車始發檢修時，應對車輛施行第「十五」至第「二十四」之檢修。

列車中途檢修時，應對車輛施行「十四」「十五」「十八」「二十」「廿四」之檢修，但遇車輛摘掛時，該摘掛車輛應依照前項之規定檢修。

列車終到檢修時，應對車輛施行「十四」「十五」「廿一」

「廿二」「廿三」「廿四」之檢修，並注意已否到達檢修期限，但該列車到達後規定應施行運用檢修者，「廿三」「廿四」得予免辦。

運用檢修（節錄）

二十六、客車運用檢修時，應就下列各重要項目之狀態及作用，

由外部施行檢查：

- (一) 行走裝置。
- (二) 軔機裝置。
- (三) 連結裝置。
- (四) 供水裝置。
- (五) 車內各種設備。
- (六) 電氣裝置。
- (七) 空氣調節裝置。

二十九、檢修連結裝置時，應注意確無下列各款規定情事：

- (一) 連結器體、楔、肘、肘銷、解鎖槓桿裝置等有疤痕、破損、彎曲、脫落情形。
- (二) 解鎖槓桿不在定位。
- (三) 解鎖鏈或鈎捲上。
- (四) 前後車輛連結器高度相差 100 公厘以上。
- (五) 連結狀態不完全。
- (六) 渡鈹與解鎖鏈或鈎有接觸之虞。

一級檢修（節錄）

三十六、一級檢修時，應就下列各款規定狀態及作用施行檢修：

- (一) 行走裝置：輪軸、軸箱導架、軸承裝置及油潤裝置、彈簧裝置。

- (二) 軋機裝置：基礎軋機機構。氣軋裝置、閘瓦間隙自動調節器、手軋機及停留軋機。
- (三) 連結裝置：自動連結器裝置、緩衝裝置。
- (四) 供水裝置：管、塞門、把手、閘類、上水貯氣筒及水箱。
- (五) 車架、轉向架及空氣彈簧空氣源裝置。
- (六) 車身、室內設備、廁所設備及車側聯動門、通道自動門裝置。
- (七) 電氣裝置、發電機、發電裝置之吊架部份、發電裝置之驅動部份、變壓器、整流器、變流器、蓄電池、電氣連結線、車身之電氣裝置、終站指示器及LED裝置。
- (八) 空氣調節裝置。

施行(三)檢修時，自動連結器頭部份，應予分解檢修連結器楔，除大型者外，均須抽出檢修，但有高壓電線阻礙者得六個月以內抽出檢修一次。

四十三、檢修連結裝置時，應注意確無下列各款規定情事：

- (一) 連結器胴、器頭、肘、肘開、鎖、提鎖桿、提鎖擋、肘銷、解鎖槓桿、解鎖槓桿托、解鎖槓桿擋、解鎖鏈及鉤、從鈹、從鈹導架、胴托及滑靴、連結框、楔及其插銷彈簧、磨擦子、橡皮簧、磨擦子襯鐵、簧箱等有疵痕、破損、彎曲、安裝不良、脫落、作用不良等情事。
- (二) 「栓鎖作用」「解鎖作用」或「肘開作用」不靈活或有他物夾雜其中。
- (三) 於解鎖位置時，僅行推壓肘面，即能成為栓鎖位置。
- (四) 由解鎖位置僅用手輕輕將肘拽開時不能成為肘開

位置或僅用解鎖槓桿不能將肘充分開放。

- (五) 在栓鎖位置將鎖腳由下部予以垂直撞上時能使「鎖」上升。
- (六) 由軌面至連結器中心之垂直高度超過規定限度。
- (七) 同一車輛前後連結器中心垂直高度之差超過規定限度。
- (八) 肘與護臂內面之距離，在栓鎖位置或肘開位置超過規定限度。
- (九) 肘與肘座之間隙超過規定限度。
- (十) 肘銷之直徑過小或肘銷孔之直徑過大超過規定限度。
- (十一) 肘銷與肘銷孔之直徑間隙超過規定限度。
- (十二) 肘銷孔襯套之厚度超過規定限度。
- (十三) 從鈹之彎曲超過規定限度。
- (十四) 從鈹與從鈹導架之間隙超過規定限度。
- (十五) 連結器楔之厚度超過規定限度。
- (十六) 連結器肩部與車架端樑托座間之間隙少於 60 公厘。
- (十七) 連結器器體、頸部、其上下或左右方向之彎曲超過規定限度。
- (十八) 連結器之搖頭作用不靈活。

二級檢修（節錄）

在臺鐵局車輛檢修程序中，客車二級檢修並無對連結裝置檢修項目進行特別規範，另參考檢修程序第十二條規定：二級檢修時，除不得已情形外，應同時施行一級檢修。

另檢視臺鐵局「復興號車型定期檢修一級檢修基準」與「復興號

車型定期檢修二級檢修基準」內容，在連結裝置的檢修基準以二級內容較為詳細；在檢修工單方面，兩級別之表單均共用「莒光號、復興號一、二級檢修紀錄表（機械）」同一表單。

三級檢修（節錄）

七十六、

（一）施行客車三級檢修時應先自車輛將輪軸軸承、自動連結器裝置、緩衝裝置、軔機裝置、電氣裝置、空氣調節裝置及彈簧裝置等重要部份卸下檢修，對客車全部機構之狀態及作用施以精密之檢修及按檢查後之需要將有關部份分解後施行修理。

八十四、檢修連結裝置時，應予解體，除依第「四十三」條之相關規定辦理外並須注意確無下列各款情事：

- （一）連結器框、從板、從板托、橡皮簧等變形、疵痕、毀損、腐蝕、或磨耗逾限。
- （二）連結器胴托之滑靴變形或磨耗過甚、厚度已少於3公厘。
- （三）肘頭部牽引接觸面之磨耗量逾限。
- （四）與鎖接觸面之肘尾端部磨耗量逾限。
- （五）刪除
- （六）與肘尾端或器體接觸面之鎖部磨耗量逾限。
- （七）與鎖接觸面之器體內部磨耗量逾限。
- （八）連結器胴面及胴托之磨耗量逾限。
- （九）肘銷襯套嵌入孔之內徑磨耗逾限。
- （十）從板下部或厚度之磨耗量逾限。
- （十一）從板導架厚度之磨耗量逾限。
- （十二）刪除

- (十三) 連結器鎖腳其與器體內壁接觸面之磨耗量逾限。
- (十四) 提鎖桿及其下孔、肘開、鎖、提鎖桿與解鎖槓桿安裝孔等之磨耗量逾限。
- (十五) 從鈹導架與從鈹之間隙逾限。
- (十六) 刪除
- (十七) 從鈹導架之前後從鈹裝入部之距離逾限。
- (十八) 解鎖槓桿平行部與槓桿擋之間隙逾限。
- (十九) 連結器框之緩衝器安裝部最大距離逾限。
- (二十) 連結器與車架端梁之間隙過小。
- (二十一) 連結器肩部與車架端梁托座間隙過小。
- (二十二) 連結器楔之厚度及寬度磨耗逾限。
- (二十三) 連結器框托厚度之磨耗量逾限。
- (二十四) 渡鈹前端超出連結器外面之尺寸不合標準。
- (二十五) 刪除
- (二十六) 刪除
- (二十七) 刪除
- (二十八) 器體之連結部輪廓磨耗過甚，器體頭部之彎曲過大，自器體銷孔中心至與肘尾嵌合部之距離過小，自肘銷孔中心至與器體嵌合部之距離過大及肘頭部之磨耗過甚等超過規定限度。
- (二十九) 刪除
- (三十) 密著式連結器十字頭及銷磨耗量逾限或有龜裂(應以探傷檢查)。

四級檢修 (節錄)

九十三、客車有下列各款情形之一時，須將其全部機構分解後施行更新檢修。

(一) 發生事故之車輛其損壞情形特別嚴重時。

(二) 車輛大部份自然損耗必需重行翻造時。

九十四、四級檢修(更新檢修)除按全般檢修之規定施行外，應對車身底架，車身各梁柱、銅管類、車頂結構及轉向架等部份予以徹底分解檢修之。

綜上，調查小組蒐集本次發生列車分離的客車車輛 SP20013 (第3車)、SP20063 (第4車)週期性檢修歷程，有關檢修時間及檢修單位彙整如表 1.5-6。

表 1.5-6 臺鐵局客車車輛週期性檢修類型

車號 類型	SP20013 (第3車)		SP20063 (第4車)	
列車檢修	110年12月1日 臺東站			
運用檢修	110年11月30日 七堵機務段			
一級檢修	110年11月3日	七堵機務段	110年11月24日	七堵機務段
二級檢修	110年3月30日	臺北檢車段	110年7月5日	臺北檢車段
三級檢修	108年4月18日	高雄機廠	108年6月26日	高雄機廠
四級檢修	本車廂未施作過四級檢修 註：依據交通部訂頒之檢修規則第十九條規定，定期檢修之各級檢修週期基準如下：(略) 四級檢修：必要時施行之。		本車廂未施作過四級檢修 註：依據交通部訂頒之檢修規則第十九條規定，定期檢修之各級檢修週期基準如下：(略) 四級檢修：必要時施行之。	

1.5.4 事故列車連結器型式

本次發生分離之車廂連結器分別位在 SP20013 號車廂後端及 SP20063 號車廂前端，其分別屬於柴田式一般型（C 型）及柴田式密著型（HC 型）兩類，此兩型式的連結器構造大致相同，僅在於密著型連結器於護臂處，設計有十字頭銷及銷座（如圖 1.5-5、1.5-6）。

臺鐵局無明文規定兩型連結器不得相互連掛，而有關於發生分離事故車輛的連結器檢修紀錄、連結器檢修標準及檢修量測結果，彙整如表 1.5-7。

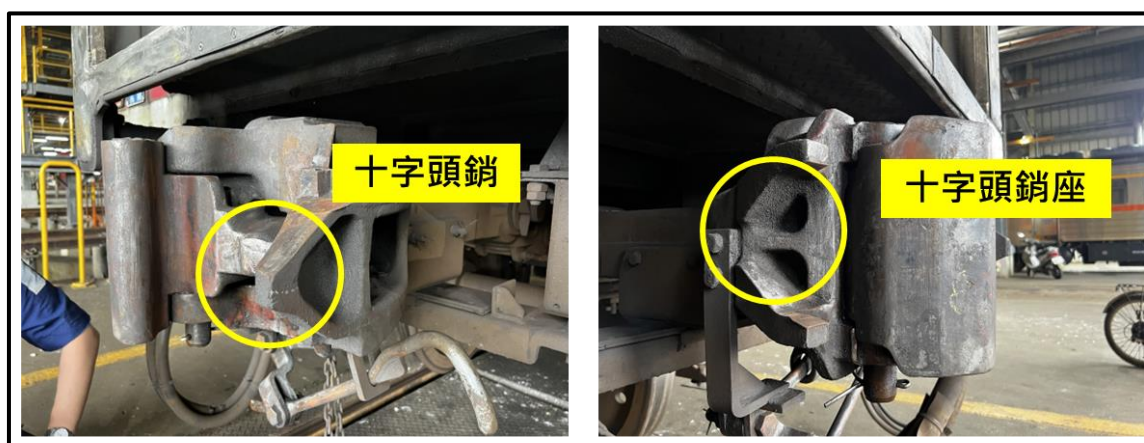


圖 1.5-5 柴田式密著型連結器（非事故車輛）



圖 1.5-6 柴田式一般型連結器（非事故車輛）

表 1.5-7 事故車輛 SP20013、SP20063 號連結器檢修紀錄

檢修等級	標準	量測結果	
		SP20013 (一般型)	SP20063 (密著型)
列車檢修	前後車輛連結器 高度相差 100 公厘以下	連結裝置欄位勾選 正常	
運用檢修	前後車輛連結器 高度相差 100 公厘以下	連結裝置欄位勾選 良好	
一級檢修	845~890 公釐 前後高度差 ≤ 30 公釐	前部 852 後部 870	前部 873 後部 870
二級檢修	845~890 公釐 前後高度差 ≤ 30 公釐	前部 850 後部 855	前部 860 後部 855
三級檢修	855~890 公釐	前部 867 後部 863	前部 868 後部 877

1.5.5 列車分離緊急緊軔作動機制

事故列車司機員表示列車行駛至鳳林隧道時，電力機車 E410 號發生 A-1 作動，依據臺鐵局七堵機務段「GE 電力機車故障排除手冊」內容，A-1 作動是因「A-1 充氣切斷引導閥」作動導致，而 A-1 充氣切斷引導閥則是根據軔管內空氣壓力差來誘導閥的作動，當軔管壓力驟減時，機車將會切斷動力並切斷向軔管充氣，同時朝行駛方向進行撒砂。

會產生軔管壓力驟減致誘導 A-1 充氣切斷引導閥作動的情況包括：司機員操作緊急緊軔、車長啟動車長閥、列車自動防護系統作動等，都會造成軔管壓力急速下降誘導 A-1 充氣切斷引導閥作動；此外當列車分離導致軔管破、斷裂時，亦會導致誘導該閥發生作動，當有 A-1 作動發生時，駕駛室內的告警燈號如圖 1.5-7 所示。

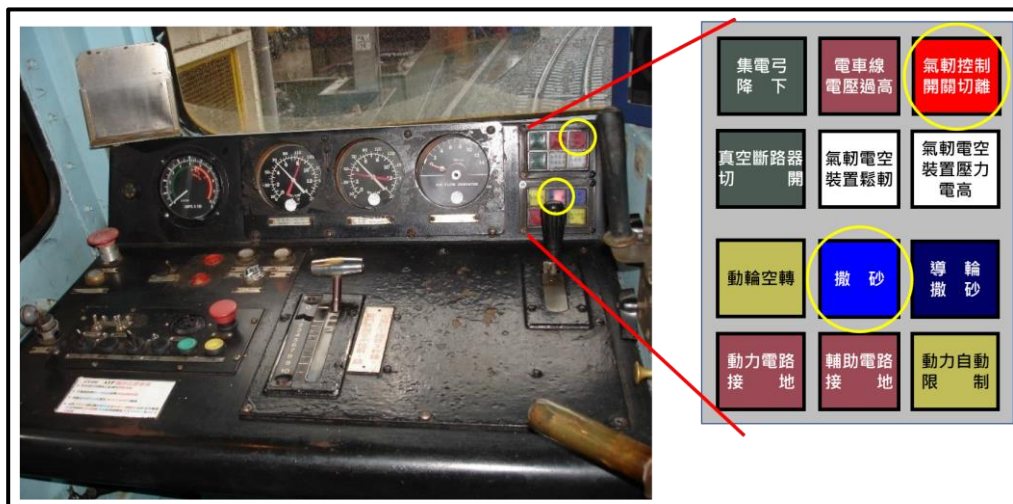


圖 1.5-7 E400 型電力機車駕駛室 A-1 告警示意圖

進一步說明當列車分離導致軔管斷裂時，A-1 作動觸發的成因，E400 型電力機車藉鼓風機馬達同軸驅動帶動主風泵（main air compressor, MC）運轉，主風泵將建立的壓縮空氣帶入主風缸（main reservoir, MR），同時建立主風缸壓力及軔管壓力。

當發生列車分離導致軔管破裂時，因軔管壓力會由 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 迅速降至 $0\text{kg}/\text{cm}^2$ ，將誘導 A-1 充氣切斷引導閥作動，使電力機車切斷動力，同時使全列車軔缸（brake cylinder, BC）壓力達到緊急緊軔最大值，促使緊急緊軔作動（圖 1.5-8）。

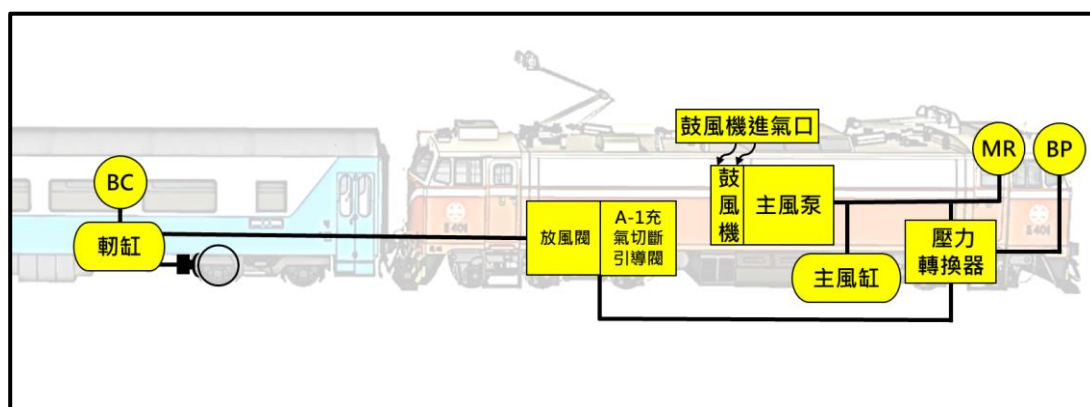


圖 1.5-8 A-1 作動示意圖

1.6 軌道、設備與設施資料

依據臺鐵局提供路線資料，隧道南口為半徑 2,000 公尺之曲線段，往北自 K34+900 起為直線路段，往北向是屬於 13.0% 下坡路段（如圖 1.6-1），依據臺鐵局行車實施要點第七十四條規定，以甲種客車編組之列車速限為 90 公里/小時。

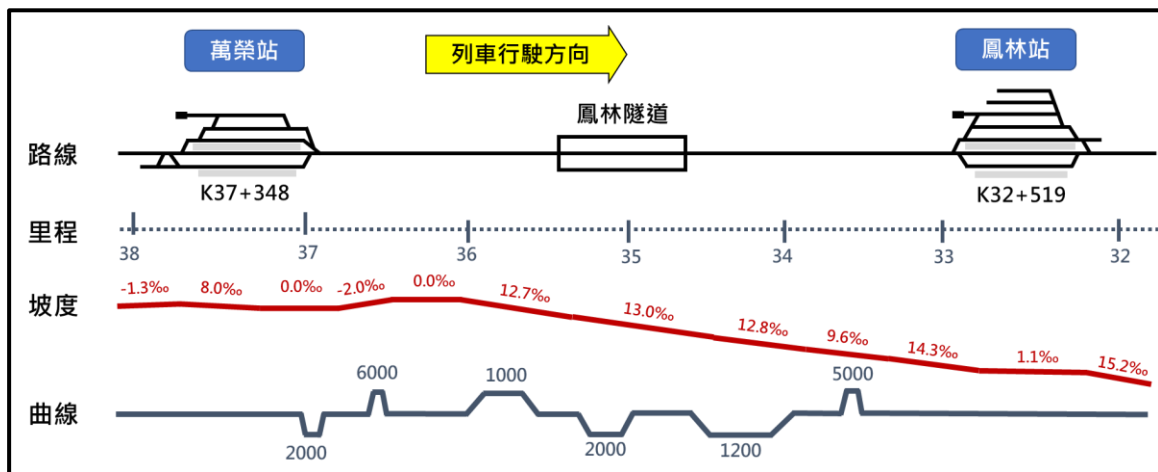


圖 1.6-1 事故路段線型圖

事故時，該路段位於 C031 工程工區，為單線路段，軌道型式屬於無道碴式軌道（如圖 1.6-2）。



圖 1.6-2 事故路段軌道形式

依據臺鐵局鳳林工務分駐所道班轄區配置，鳳林隧道分屬南平道班及光復道班管轄，兩道班以 K35+500 做為轄區分界，依前設備損害章節，本次施工圍籬缺口是位於 K34+810.5 處，該處屬南平道班管轄範圍，調查小組蒐集南平道班事故前 10 日的工作日誌內容，彙整如表 1.6-1。

表 1.6-1 事故前 10 日南平道班工作日誌

日期	工作項目
110 年 11 月 22 日	徒步查道。 人工砸道： 1. 南平站#11A 岔前夾膠。 2. 南平站#11A 岔踵。 3. 南平站#13B 岔踵。 4. K28+000 (西) FRP。 5. K28+100 (西) 焊點。 6. 鳳林站#12 尖踵。
110 年 11 月 23 日	助勤志學抽換南昌路平交道鋼軌。
110 年 11 月 24 日	人工砸道： 1. 壽豐站#14A 尖踵。 2. 壽豐站南西 EJ 南。
110 年 11 月 25 日	抽換鋼軌：鳳林站#17 岔前 (焊 4 日)。 人工砸道：鳳林站#17 岔前。
110 年 11 月 29 日	徒步查道。 人工換碴：K33+650。
110 年 11 月 29 日	人工換碴：K33+850。 人工砸道： 1. K33+850。 2. 南平站#11A 岔前夾膠。

1.7 天氣資料

事故當日晚間無降雨，根據交通部中央氣象局「歷史逐時氣象資料」，當日鳳林測站（花蓮縣鳳林鎮）晚間 20 時氣溫為攝氏 15.0℃、全日亦無降雨紀錄。

1.8 其它資料

1.8.1 事故路段工程概述

本次事故路段是「鐵路行車安全改善六年計畫（104 至 111 年）」項目下「C031 代辦臺鐵南平至萬榮雙軌化土建及電車線工程」之範圍，鐵道局東工處為工程主辦機關，施工單位為工信工程股份有限公司（以下簡稱工信工程），監造單位為台灣世曦工程顧問股份有限公司（以下簡稱台灣世曦）。

C031 工程項目下有「無道碴軌道工程施工計畫」，無道碴軌道範圍包括鳳林隧道及萬里溪橋等路段，鳳林隧道無道碴軌道工程則是依據「鳳林隧道無道碴軌道版施工圖」、「鳳林隧道東正線無道碴軌道版施工圖」等圖說進行施作；另依 C031 工程細部設計圖之「施工圍籬詳圖」中一般說明：承包商應事先至現場確實查勘，並充分了解工地情形後，依實際需求（如施工時程、方式、順序等）且不影響台鐵（台灣鐵路管理局）營運，擬定具體可行之施工計畫（含圍籬及大門建議位置）等有關圖說與資料，提送業主核可後方可施工。因此針對事故路段鳳林隧道施工圍籬還另訂有「鳳林隧道施工安全措施（含圍籬架設）計畫」。

綜合上述各項工程文件，鳳林隧道在 C031 工程範圍內，主要工程除包含雙軌化無道碴軌道施工外，另配合施工需要設置施工圍籬，關於鳳林隧道之整體工程架構，彙整如圖 1.8-1。

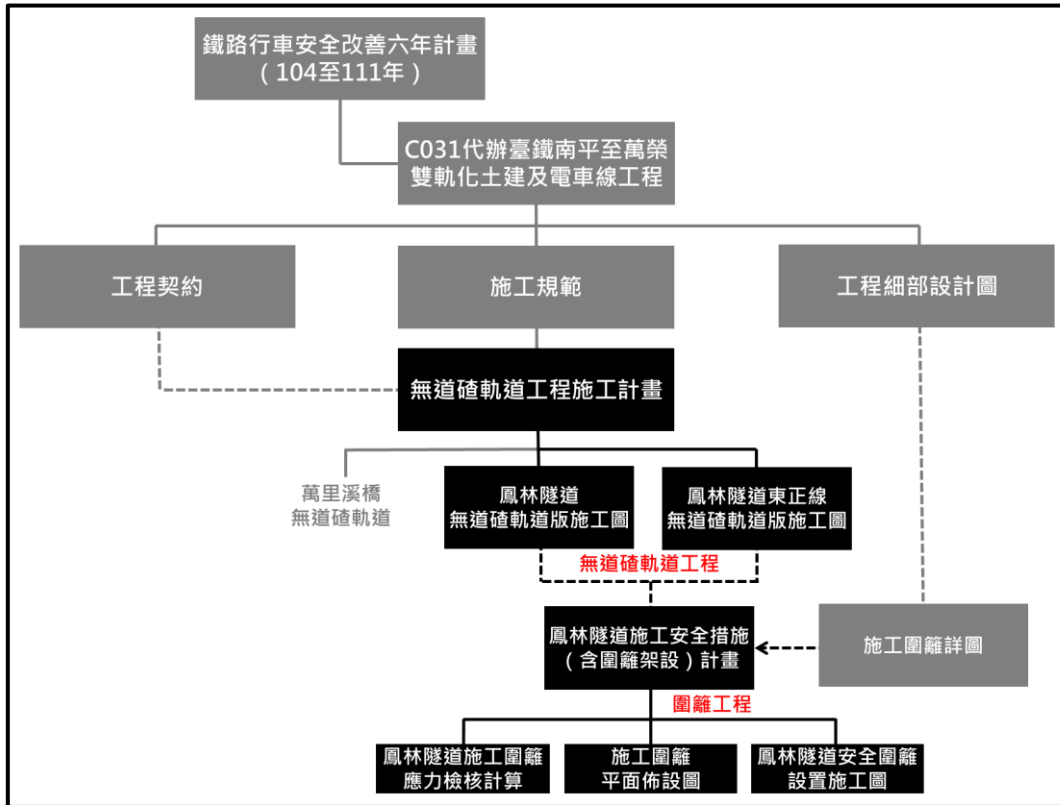


圖 1.8-1 鳳林隧道於 C031 工程範圍內之架構

依據「鳳林隧道無道碴軌道版施工圖」及「鳳林隧道安全圍籬設置施工圖」內容，有關於無道碴軌道以及施工圍籬施工圖面，如圖 1.8-2、圖 1.8-3 所示。

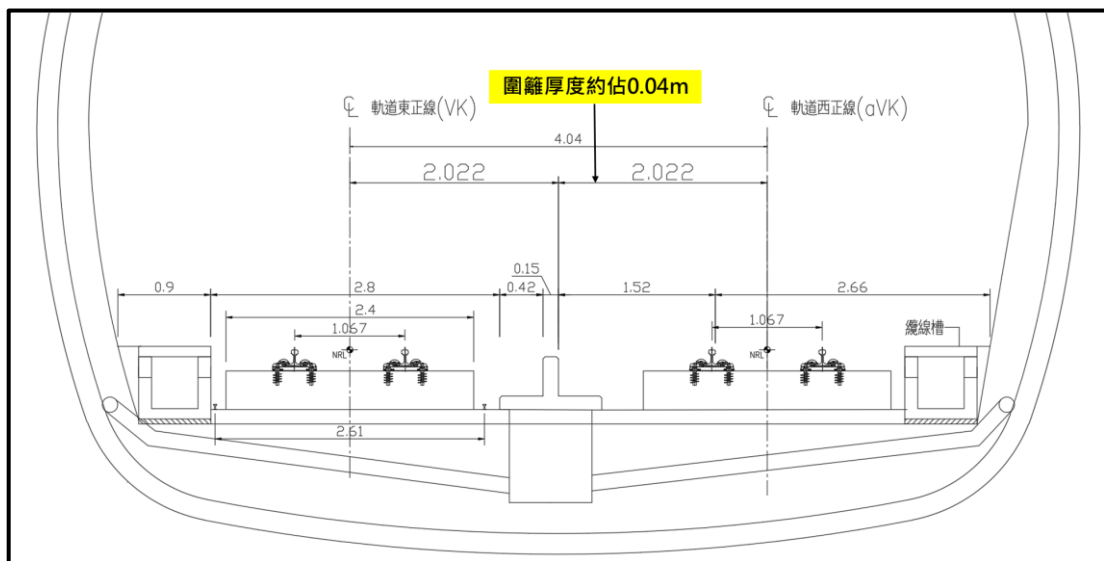


圖 1.8-2 鳳林隧道無道碴軌道施工圖面

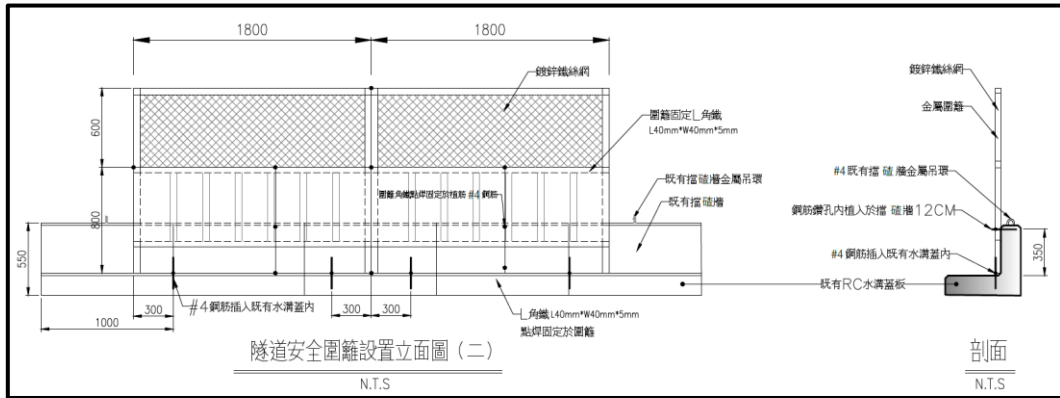


圖 1.8-3 鳳林隧道施工圍籬施工圖面

另依據施工單位提送之「公共工程施工日誌」，有關 110 年 12 月 1 日事故發生前一個月內，所有涉及鳳林隧道之工程項目，彙整如表 1.8-1 所示。

表 1.8-1 事故發生前一個月內鳳林隧道工程施工紀錄

日期	施工紀錄
110 年 11 月 27 日	鳳林隧道東正線無道碴道版基礎植筋 34K+500~35K+400
110 年 11 月 26 日	鳳林隧道東正線無道碴道版基礎植筋及 34K+500~840 拉拔檢驗
110 年 11 月 25 日	鳳林隧道東正線無道碴道版基礎植筋
110 年 11 月 24 日	鳳林隧道東正線無道碴道版基礎植筋
110 年 11 月 23 日	鳳林隧道東正線無道碴道版基礎植筋
110 年 11 月 22 日	鳳林隧道東正線無道碴道版基礎植筋 34K+600~35K+400
110 年 11 月 17 日	鳳林隧道北口東正線植筋 34K+600~35K+400 鳳林隧道北口東正線 34K+500 接頭坑移設
110 年 11 月 16 日	11/15 跨 11/16 鳳林隧道往南電車線安全缺失改善及巡檢 鳳林隧道北口東正線植筋 34K+600~35K+400
110 年 11 月 15 日	鳳林隧道北口東正線植筋 34K+600~35K+400
110 年 11 月 14 日	鳳林隧道北口植筋放樣 34K+600~35K+400
110 年 11 月 13 日	鳳林隧道北口植筋放樣 34K+600~35K+400

110年11月12日	隧道北口植筋
110年11月11日	鳳林隧道北口植筋材料搬運 34K+600~35K+400 隧道北口海側接頭坑移位
110年11月10日	鳳林隧道北口東正線基礎放樣及燈具維修
110年11月4日	鳳林隧道東正線地面清洗
110年11月3日	鳳林隧道東正線地面清洗

1.8.2 施工圍籬基本資料

依據鳳林隧道施工安全措施（含圍籬架設）計畫第二章內容：本工程於施工前，須在施工地區之周圍設置圍籬，本次圍籬架設計畫之執行係依據「C031 代辦臺鐵南平至萬榮雙軌化土建及電車線工程」細部設計圖之施工圍籬詳圖修訂，以配合本工程鳳林隧道內相關工項之施工（節錄）。

依該計畫內容及施工圖，鳳林隧道內的施工圍籬型式屬「半阻隔式圍籬」，寬度為 1.8 公尺，高度為 1.4 公尺，每片圍籬在擋渣牆橫向植入 1 支連壁鋼筋，植入深度規範為 12 公分，另於擋渣牆垂直植入 2 支底柱鋼筋，植入深度無規範（如圖 1.8-4）。

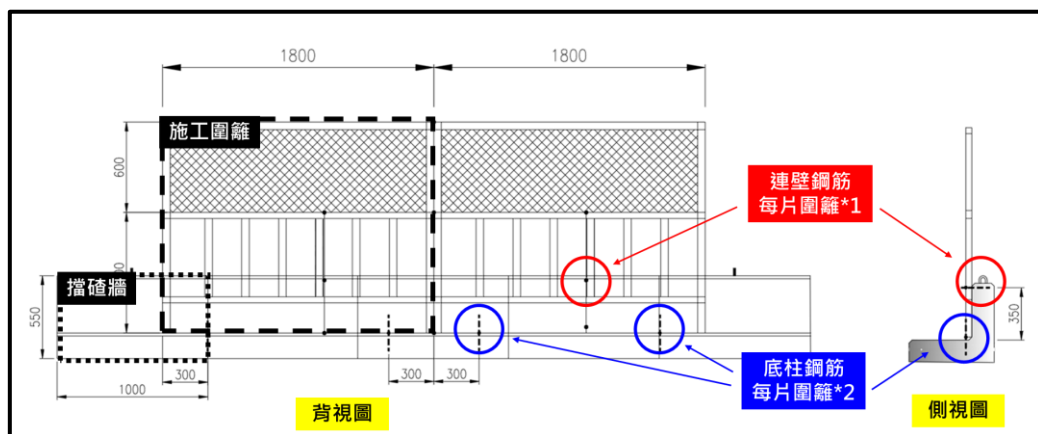


圖 1.8-4 鳳林隧道內施工圍籬結構

施工圍籬是由上半部的鍍鋅鐵絲網（寬 1.8 公尺/高 0.6 公尺）、下半部的槽型鋼板（寬 1.8 公尺/高 0.8 公尺）以及 L 角鋼組成，每片

施工圍籬重量為 37.88 公斤²。

施工計畫內容敘明，鳳林隧道設置半阻隔式圍籬之目的是：用以區隔本工程區域與營運中鐵路，以防止施工人員、機具侵入鐵路行車安全淨空。然因施工圍籬均已在事故後拆除，因此施工圍籬狀況僅能由各單位提供之事故翌日聯合會勘照片進行檢視（如圖 1.8-5）。



圖 1.8-5 鳳林隧道施工圍籬照片（攝於民國 110 年 12 月 2 日）

依據施工單位說明，施工圍籬是民國 107 年 11 月 27 日至 12 月 20 日新設置，由施工單位發包給鴻欣營造股份有限公司（以下簡稱鴻欣營造）辦理，當時架設施工圍籬的目的是為了區隔新設西正線永久軌施工工區，施工單位後續於民國 108 年 1 月 2 日向監造單位提送檢驗申請單（附錄 2）。

C031 工程鳳林隧道新設西正線永久軌於民國 110 年 5 月 20 日啟用，同時既有舊路線於同日停用，將改建為無道碴式軌道之東正線永久軌。

² 鍍鋅鐵絲網計 4 公斤、槽型鋼板計 15 公斤、L 角鋼計 18.88 公斤。

施工單位後續於民國 110 年 10 月 1 日至 10 月 28 日間進行圍籬移設，同樣是由鴻欣營造進行施作，工程主要將施工圍籬正、背面實施轉向（如圖 1.8-6），將綠色面朝向西正線永久軌，以劃分後續的東正線永久軌施工區域，並於民國 110 年 10 月 28 日向監造單位提送檢驗申請單（附錄 3）。

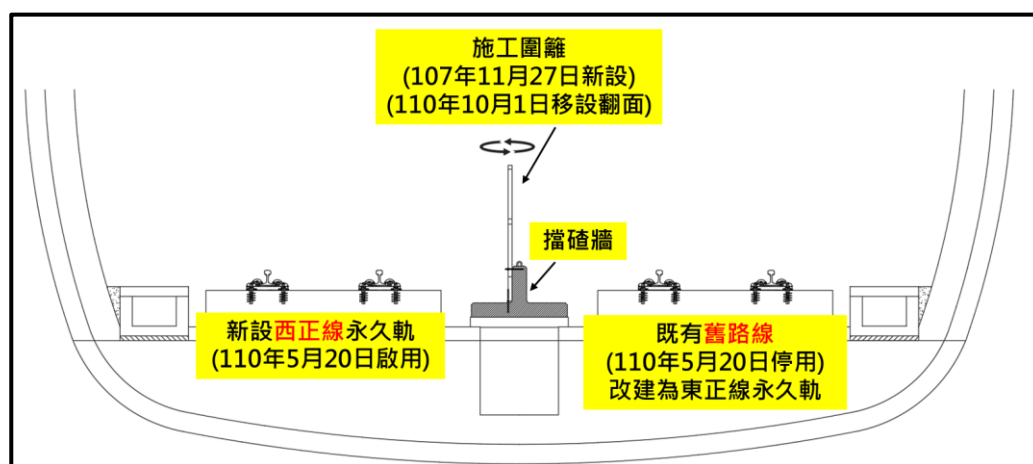


圖 1.8-6 鳳林隧道施工時序示意圖

1.8.3 施工圍籬管理及養護

有關鳳林隧道內施工圍籬的管理及養護，是依據「鳳林隧道施工安全措施（含圍籬架設）計畫」及交通部鐵道局「施工技術規範（土建工程類）第 01564 章」辦理，調查小組檢視相關文件內容，將施工圍籬相關工作項目及各單位權責，彙整如表 1.8-2。

表 1.8-2 鳳林隧道施工圍籬相關工作項目及各單位權責

工作項目	工程主辦機關	施工單位	監造單位
施工	予以備查	圍籬應依設計圖所示之型式製造，並在設計圖或監造單位（工程司代表）規定之位置上構築。 施工完成後進行自主檢	同意核定 執行現場 查驗

			查，後續提送檢驗申請單向監造單位申請現場查驗。	
移設	予以備查		圍籬及大門之移設，應依設計圖或監造單位（工程司代表）指示之位置施作。 移設完成後進行自主檢查，後續提送檢驗申請單向監造單位申請現場查驗。	同意核定 執行現場查驗
油漆	定期	-	每年至少油漆一次。	-
	不定期	-	如有圖案油漆剝落，應立即修護整理。	-
清洗	定期	-	應至少每季清洗一次。	-
	不定期	工程司指示	-	監造單位指示
維護	-		圍籬不論任何原因發生損壞應於三日內修復。	-

另依據訪談紀錄，施工單位及監造單位表示，平時工程完工後，均會對施工範圍進行全面檢視，以確保材料、機具無遺留，並確認將現場環境復舊，關於工區的施工圍籬，會以目視方式進行檢查，確認是否穩固或是否有脫落情形。

1.8.4 事故路段曾通過列車車型資料

會行經此事故路段之列車車型計有 TEMU1000 型傾斜式電車組、TEMU2000 型傾斜式電車組、EMU500 型電車組、DR2900 型機動車、DR3000 型機動車、DR3100 型機動車、推拉式電車組、E400 型電力機車、SP20000 型客車、FP10000 型客車等車型。

依「鳳林站列車到開時刻登記表(附錄4)」內容，事故當日自首班列車算起，至事故列車通過鳳林隧道前，總計有 48 趟次列車行經事故路段，以下依據各列車車型之車輛寬度，由大至小排序，彙整如表 1.8-3 所示。

表 1.8-3 事故當日所有通過列車車型車輛寬度

車型	車輛寬度(單位：公釐)
E400 型電力機車	2,972
DR3000 型機動車	2,930
TEMU1000 型傾斜式電車組	2,910
TEMU2000 型傾斜式電車組	2,900
SP20000 型客車	2,900
FP10000 型客車	2,900
推拉式電車組	2,885
DR3100 型機動車	2,885
EMU500 型電車組	2,853
DR2900 型機動車	2,850

1.8.5 臺鐵局列車分離事故處理程序

依臺鐵局行車實施要點第四百五十七條規定：

掛有氣軔不貫通車輛之列車，於運轉中發生分離時，應依下列規定辦理：

- 一、分離之後部車輛，必須竭力設法使其迅速停車，在後部車輛未停車前，前部車輛不得停車。
- 二、分離之後部車輛有逆行溜入後方站之虞時，前部車輛應速駛往前方站報告或以不超過每小時二十五公里之速度逆行追蹤。
- 三、分離之後部車輛，如已停車或認為在逆行途中能自動停車可以重行聯掛時，前部車輛應以不超過每小時十五公里之速度逆向追蹤聯掛之。

經臺鐵局補充說明，本案事故列車屬於氣軔貫通列車，當發生列車分離情事，後部分離車輛會啟動煞車機制，因此適用行車實施要點第四百五十七條第一項第三款之規定。

另依據動力車乘務員標準作業程序編號 3-7「列車分離及站間中途遺留車輛運轉處理」，司機員之處置程序為：

- 一、氣軔貫通之列車發生分離時：
 - (一) 前部車輛應竭力使分離車輛停車。
 - (二) 以無線電話通知值乘之車長及有關人員採取必要之措施。
 - (三) 停車後，會同車長及有關人員檢查軔管、連結器等，若尚可使用，則依車長所顯示之調車號訊予以重新連掛。
 - (四) 施行貫通氣軔試驗，依車長之出發號訊開車續駛。

1.9 通信與通聯

1.9.1 通訊系統

臺鐵局設有「行車調度無線電話系統」做為行車保安及列車調度使用，該系統主要由「系統設備交換中心（含備援中心）」、「無線電

轉播站」、「無線電中繼站」、「無線電調度台」等設備所組成，各設備間透過臺鐵局既有的環島同步光傳輸網路（synchronous digital hierarchy, SDH）連線進行通訊工作。系統中的終端使用設備則有「無線電桌上台」、「無線電車上台」及「無線電手持機」，終端設備則是經無線電轉播站及無線電中繼站的涵蓋訊號，來進行收話與發話（如圖 1.9-1）。

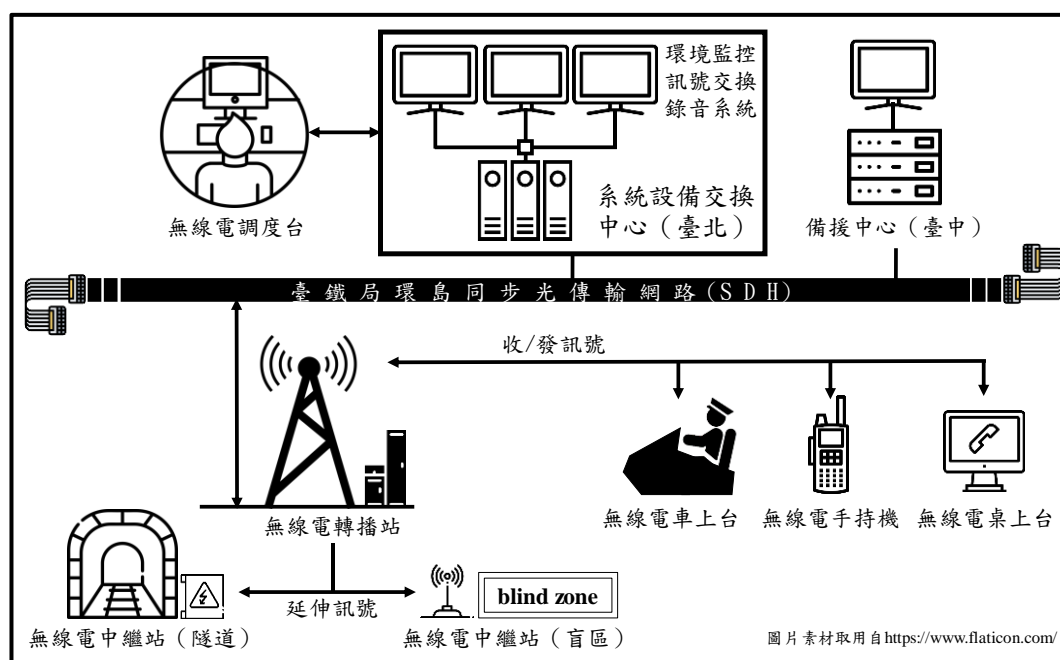


圖 1.9-1 臺鐵局行車調度無線電話系統架構圖

而整個行車調度無線電話系統的中樞大腦為系統設備交換中心（mobile switching office, MSO），設置於臺鐵大樓 4 樓，主要用於控制並監控整個系統的運作情形，其內部設有錄音系統，可將終端使用設備的通話內容進行錄音。

1.9.2 通聯紀錄

經蒐集事故當日通聯記錄，自 2041:06 時至 2138:31 時止，計有 9 組發話單位，總計 155 筆紀錄，關於通聯抄件內容詳附錄 5。

1.10 紀錄器

1.10.1 列車自動防護系統紀錄

E400 型電力機車上裝設有列車自動防護系統，該系統是由龐巴迪股份有限公司 (Bombardier Transportation Ltd.) 所製造，主要設計用來輔助司機員，以最安全及最有效率的方式駕駛列車，系統主要透過車上的感應器天線以接收地上感應器資訊，包含速限、號誌、目標距離等等，相關資訊會顯示在駕駛台人機介面 (man machine interface, MMI)，如司機員有超速行為時，ATP 系統將會發出告警並採取緊軔措施。

ATP 系統在車上設有紀錄單元 (recording unit, RU)，該紀錄單位與列車上多功能車輛匯流排連接，可監測匯流排上的列車行駛資訊，同時將資料儲存在紀錄單元內，關於車速紀錄的資訊來源，是由速度與距離單元 (speed and distance unit, SDU) 接收機車兩組轉向架上的轉速器脈衝數所計算出 (如圖 1.10-1)。

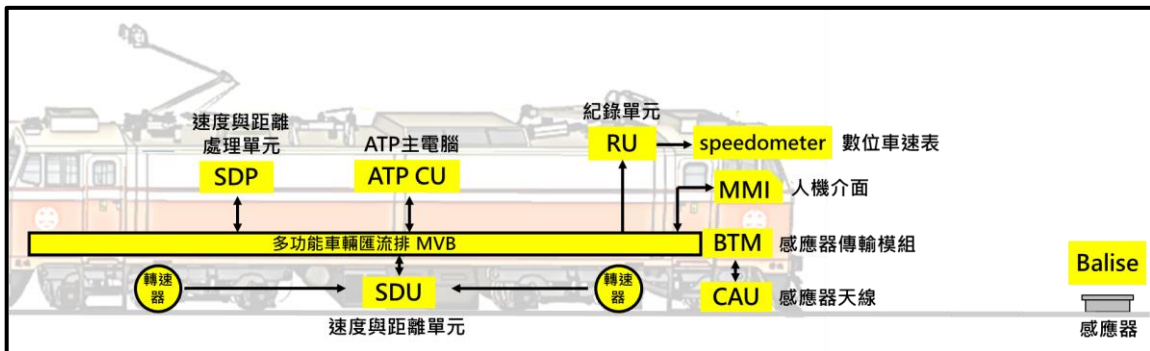


圖 1.10-1 臺鐵局 E400 型電力機車列車自動防護系統架構

調查小組取得事故列車 ATP RU 資料，經擷取 2035:00 時至 2103:00 時，萬榮至鳳林站間之時間 (TIME)、車速 (SPEED) 及限制速度 (MMI_V_PERMITTED) 原始資料，此外 2039:05 時發生緊急緊軔作動 (*VDX_IN_STATUS_1: [EB oder(Available)]*) 之紀錄，一併彙整如圖 1.10-2。

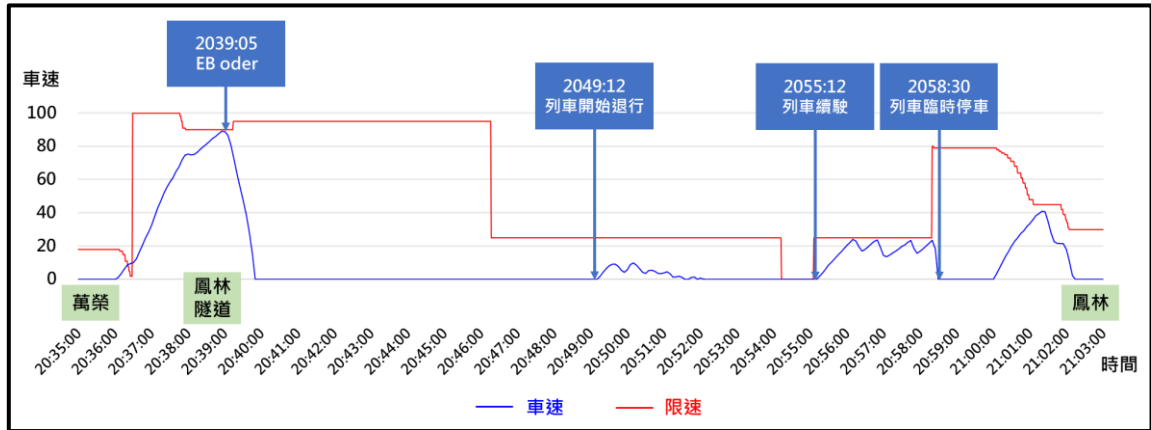


圖 1.10-2 事故列車 ATP RU 資料

1.10.2 列車車前行車影像紀錄

本案調查小組另外取得事故列車、事故前三趟列車、事故後三趟列車行經鳳林隧道時的車前行車影像（表 1.10-1），惟各列車車前行車影像時間均為獨立，無法進行時間校正；另事故路段位於隧道內，光源較為缺乏，故擷取之影像紀錄畫面較為模糊。

以下依據各該車前行車影像紀錄時間之順序，製作影像序列如表 1.10-2。

表 1.10-1 事故當日列車通過鳳林隧道順序

車次	方向	行車影像時間	機車號碼
441	上行	約 1854 時	TED2009
4556	下行	約 1922 時	EM550
445	上行	約 2013 時	TED2011
611	上行	約 2038 時	E410
438	下行	約 2104 時	TED2038
317	上行	約 2113 時	DR2908
4558	下行	約 2138 時	EM549

表 1.10-2 事故列車前後趟車次影像序列

時間	影像/說明
約 1854 時	 <p data-bbox="699 864 1104 904">第 441 次車通過鳳林隧道</p>
約 1922 時	 <p data-bbox="687 1406 1115 1447">第 4556 次車通過鳳林隧道</p>
約 2013 時	 <p data-bbox="699 1948 1104 1989">第 445 次車通過鳳林隧道</p>

<p>約 2038 時</p>	 <p>第 611 次車通過鳳林隧道</p>
<p>約 2104 時</p>	 <p>第 438 次車通過鳳林隧道</p>
<p>約 2113 時</p>	 <p>第 317 次車通過鳳林隧道</p>



1.10.3 車站影像紀錄

調查小組另調閱事故列車停靠萬榮站的影像紀錄，來檢視列車停站的狀況，經查萬榮站總計有 16 支監視攝影鏡頭，其中編號第 6、14 號鏡頭可分別拍攝到事故列車進站時東側及西側之樣貌（如圖 1.10-3）。從影像內容顯示，事故列車於萬榮站停靠 1 分 41 秒，列車停站期間無旅客上下車，另在東側軌道處及西側月台處，均無人員接近（如圖 1.10-4）。



圖 1.10-3 事故列車萬榮站進站影像



圖 1.10-4 事故列車萬榮站停靠影像

1.11 殘骸檢視與現場量測資料

調查小組於民國 110 年 12 月 10 日凌晨進入鳳林隧道現場，因現場施工圍籬均已遭拆除，故由施工單位、監造單位協助指出事故翌日會勘發現的施工圍籬缺口位置（示意如圖 1.11-1）。

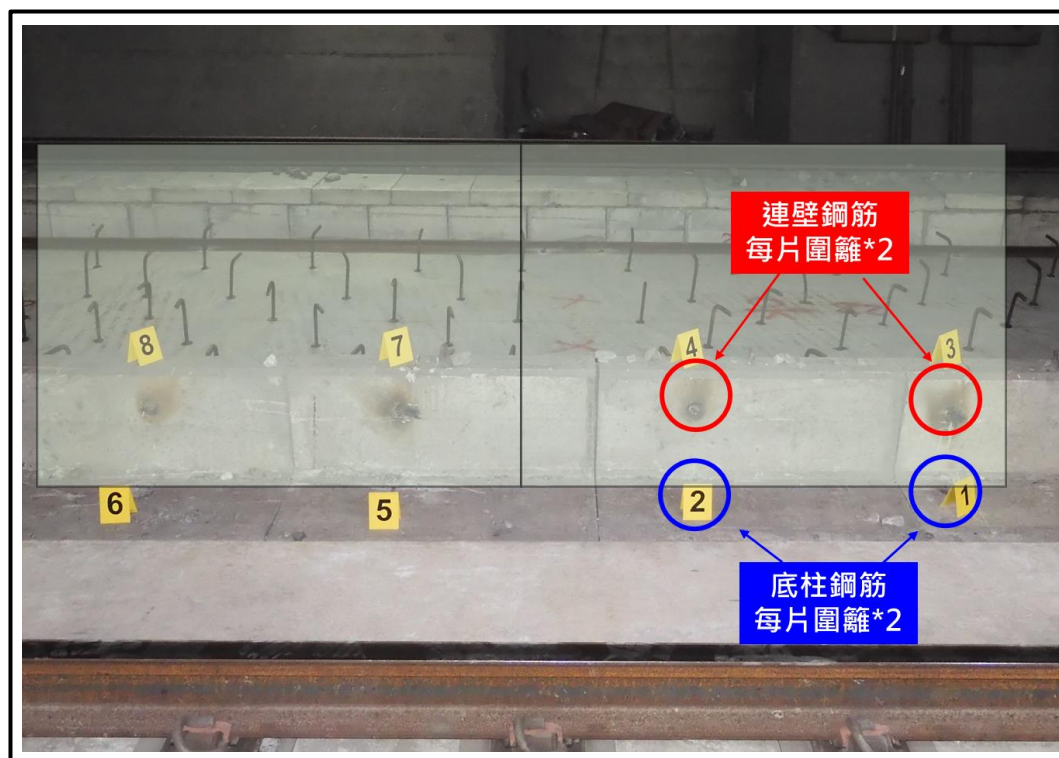


圖 1.11-1 施工圍籬缺口位置

依前述鳳林隧道安全圍籬設置施工圖（前圖 1.8-4），與實際施工圍籬缺口位置圖比較，現場施工圍籬的連壁鋼筋，相較於施工圖多一

處，依據圍籬施工人員訪談紀錄，該施工方法是為了避免連壁鋼筋剛好落在擋渣牆與擋渣牆間縫隙處，所以在每座擋渣牆上都植入連壁鋼筋（如圖 1.11-2）。



圖 1.11-2 現場連壁鋼筋檢視

另有關於底柱鋼筋的植入深度，在施工圖面上並無明確規範，調查小組實地檢視擋渣牆底柱鋼筋孔洞，發現部分底柱鋼筋深度約略為一指節長度，約 3 至 5 公分（如圖 1.11-3）。另現場擋渣牆上有部分連續之孔洞，經工程單位補充說明，是因為在植筋鑽孔時鑽掘到混凝土鋼筋，是屬於放棄的無效孔。



圖 1.11-3 現場底柱鋼筋檢視

施工圍籬的缺口狀況，除前圖 1.3-10、1.3-11 事故翌日各單位會勘時拍攝外，調查小組另取得事故翌日第 4514 次司機員現場拍攝之照片（如圖 1.11-4）。



圖 1.11-4 第 4514 次司機員拍攝照片（攝於民國 110 年 12 月 2 日）

依臺鐵局說明，該次車於事故現場停車，係因花蓮機務段指示第 4514 次車司機員以 30 公里/小時慢行通過鳳林隧道，同時注意路線旁是否有無相關異物，經該次車司機員觀察發現路線旁疑似有施工圍籬殘骸，故於現場臨時停車進行檢視，並執行現場拍照，同時將一片施工圍籬殘骸攜回花蓮機務段存放。

觀察第 4514 次司機員拍攝之照片，發現施工圍籬其中一片曾與外物發生碰撞致嚴重變形散落於軌道旁，而另一片施工圍籬則是以頭下腳上方式，朝永久東正線工區方向傾倒，經調查小組電話訪談該司機員得知，該司機員僅有將變形之施工圍籬移置車上送回花蓮機務存放，至於其餘的施工圍籬因無侵入淨空，也未散落在軌道旁，因此該司機員並未進行碰觸。調查小組後續也攜回該變形之施工圍籬，進一步執行漆料比對檢測。

1.12 醫療與病理

無相關議題。

1.13 生還因素

無相關議題。


1.14 測試與研究


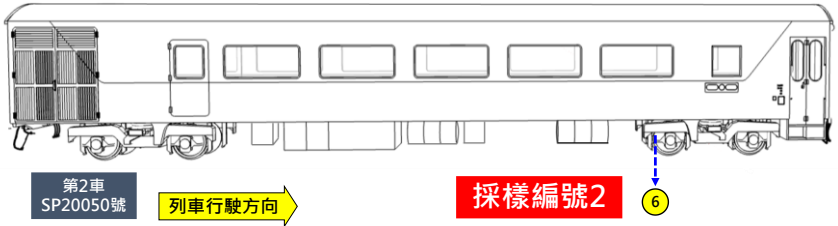

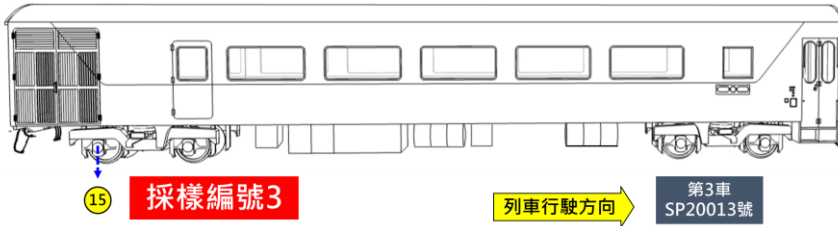

1.14.1 漆料比對檢測

調查小組於民國 110 年 12 月 9 日前往臺鐵局花蓮機務段進行車廂漆料採樣，並於民國 110 年 12 月 10 日、111 年 2 月 8 日分別攜回脫落之施工圍籬殘骸，並採集施工圍籬正、背之漆料樣本，一併委託工業技術研究院綠能與環境研究所進行紅外線光譜檢測。

本次調查小組送檢測的列車漆料樣本計有五處（如表 1.14-1）；另脫落之施工圍籬採集正面綠色、背面紅色之漆料樣本，有關施工圍籬採集樣本均為片狀物（如圖 1.14-1）。

表 1.14-1 列車漆料樣本採樣說明

採樣編號	漆料樣本位置	圖片
1	第 2 車 SP20050 號 東側旅客上下台階	 

<p>2</p>	<p>第 2 車 SP20050 號 東側前轉向架</p>	 
<p>3</p>	<p>第 3 車 SP20013 號 東側後轉向架</p>	 
<p>4</p>	<p>第 3 車 SP20013 號 後端手動解鎖裝置提手</p>	

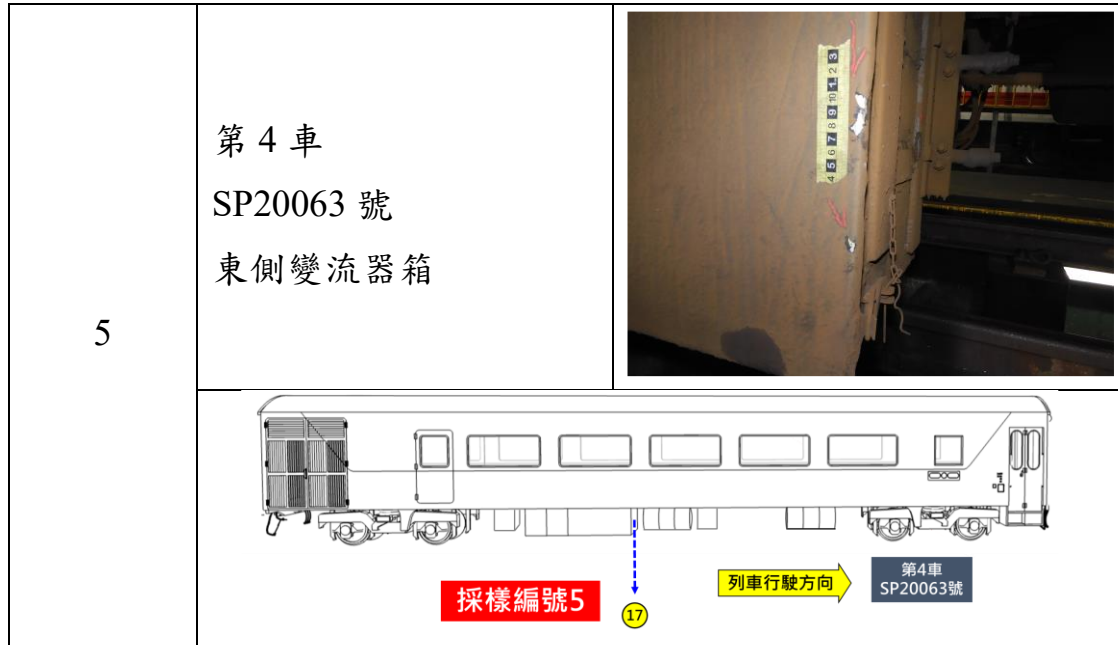

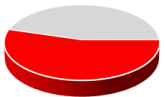








圖 1.14-1 施工圍籬漆料檢測樣本

檢測單位是透過「Bruker Lumos II 傅立葉轉換紅外線顯微鏡」進行漆料光譜比對³檢測，關於檢測結果彙整如表 1.14-2。

³ 檢測方法為參考 ASTM E2937-18 Standard Guide For Using Infrared Spectroscopy In Forensic Paint Examinations，為有機成分檢測。

表 1.14-2 漆料比對檢測結果

採樣 編號	漆料樣本 位置	正面綠色漆料 相關係數 (%)	背面紅色漆料 相關係數 (%)
1	第 2 車 SP20050 號 東側旅客上下台階	99.0 	54.5 
2	第 2 車 SP20050 號 東側前轉向架	98.3 	57.1 
3	第 3 車 SP20013 號 東側後轉向架	N/A	93.0 
4	第 3 車 SP20013 號 後端手動解鎖裝置 提手	N/A	83.8 
5	第 4 車 SP20063 號 東側變流器箱	92.8 	86.5 
備註：N/A 表示未於漆料樣本中檢出相同顏色漆料。			

1.14.2 連結器手動解鎖裝置推力測試

調查小組為瞭解事故列車連結器裝置解鎖所需力值，另於民國 111 年 2 月 7 日前往臺鐵局七堵機務段進行實車測試，依據 1.5 節內容，本次發生列車分離之連結器屬於柴田式連結器，本型連結器的解鎖步驟如下（如圖 1.14-2）：

- (1) 先將手動解鎖裝置向上提起；

(2) 再將連桿以順時鐘方向旋轉一定角度。

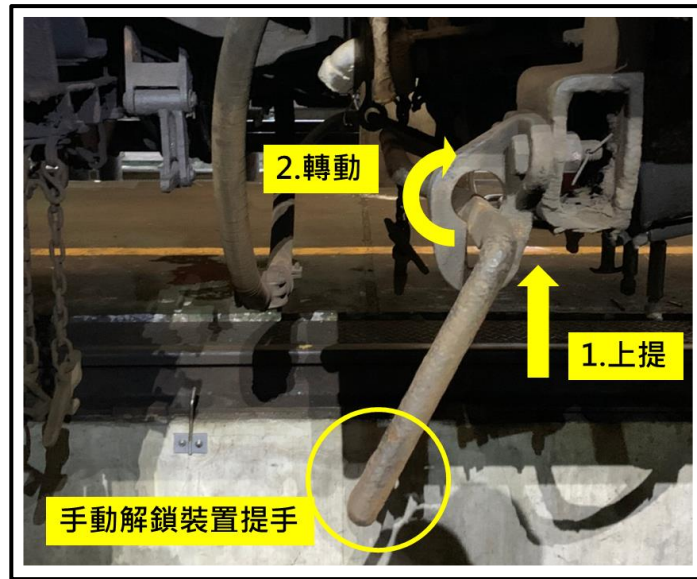




圖 1.14-2 事故列車柴田式連結器解鎖步驟示意

調查小組除使用事故車廂做測試外，另向臺鐵路商借一組同型連結器車廂作為對照組，透過測距儀（Leica DISTO D510）與拉力儀（Nidec FG-3009）量測手動解鎖裝置「上提力」、「轉動力」及「轉動角度」三項數據，採所需最大力值為測試結果（表 1.14-3）。

表 1.14-3 連結器手動解鎖裝置推力測試結果

測試項目	量測數據		實測圖
	事故組	對照組	
上提力	36 牛頓力	37 牛頓力	

轉動力	192 牛頓力	106 牛頓力	
轉動角度	41 度	N/A	
<p>備註：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 對照組連結器於測試當日曾施以潤油進行潤滑。 2. 1 牛頓力約等於 0.102 公斤力。 			

1.14.3 施工圍籬應力計算檢核

調查小組進一步檢視施工單位提送監造單位審查的「鳳林隧道施工圍籬應力檢核計算」(附錄 6) 報告內容，以確認各項應力檢核相關計算依據及來源，說明如下：

有關計算報告中的風力分析，主要是參考交通部鐵道局「施工技術規範(土木工程類)第 01525 章」橋梁工程施工作業安全一般要求(6) 環境載重作為計算基準，摘錄如下：

A. 風力：其效應依表 4 所示考量風速及承受風壓之支撐架高度等

因素，最小設計風力=最小風壓×受風面積。

表 4 最小風壓表

支撐架高度 h (m)	最小風壓 (kgf/m^2)
$h \leq 9$	$(1.6V - 24) \times Q$
$9 < h \leq 15$	$(1.6V - 16) \times Q$
$15 < h \leq 30$	$(1.6V - 8) \times Q$
$h > 30$	$1.6V \times Q$

a. 表 4 所列各符號定義如下：

V ：基本設計風速 (m/sec)，台灣地區各地之基本設計風速 (50 年回歸期) 如表 5 所示。(表 5 下略)

$Q=0.3+0.2 \times W \leq 3 \text{ m}$ ， W 為支撐架沿風力方向之寬度 (m)。

b. 支撐架之施工期間為 1 年、2 年及 3 年之風速則依表 4 所列分別乘 0.91、0.96、1.0。

c. 若支撐架下方設有交通出入口供公眾車輛進出，表 4 之最小風壓應再加 25 kgf/m^2 。

檢視該計算報告數值，因施工圍籬高度為 1.4 公尺，因此風壓是以表 4 $(1.6V - 24) \times Q$ 做為計算式；而關於風速設計，計算報告是以花蓮縣花蓮市 47.5m/sec 做為計算基準，惟參考表 5 內容，對於花蓮縣鳳林鎮之風速應是以 42.5m/sec 做為計算基準，故該報告內容以 47.5m/sec 計算，是採用較嚴苛值。

此外，計算報告將施工圍籬施工期間設定為 1 年，故另乘上 0.91 之係數，並假定施工圍籬下方有交通出入口之條件，另外加計 25 kgf/m^2 的安全風壓，經以上條件計算出的風壓為 56.3 kgf/m^2 。

計算報告後續依施工圍籬圖說，將下半部槽型鋼板風壓受力設 $W1=56.3 \times 0.9=50.67 \text{ kg/m}$ 、上半部鍍鋅鐵絲網風壓受力設 $W2=56.3/2 \times$

0.9=25.34kg/m，將此結果帶入「WinBeam」軟體進行應力分析，進一步檢視有關 WinBeam 參數之設定條件，其與施工圍籬圖說一致（如圖 1.14-3）。

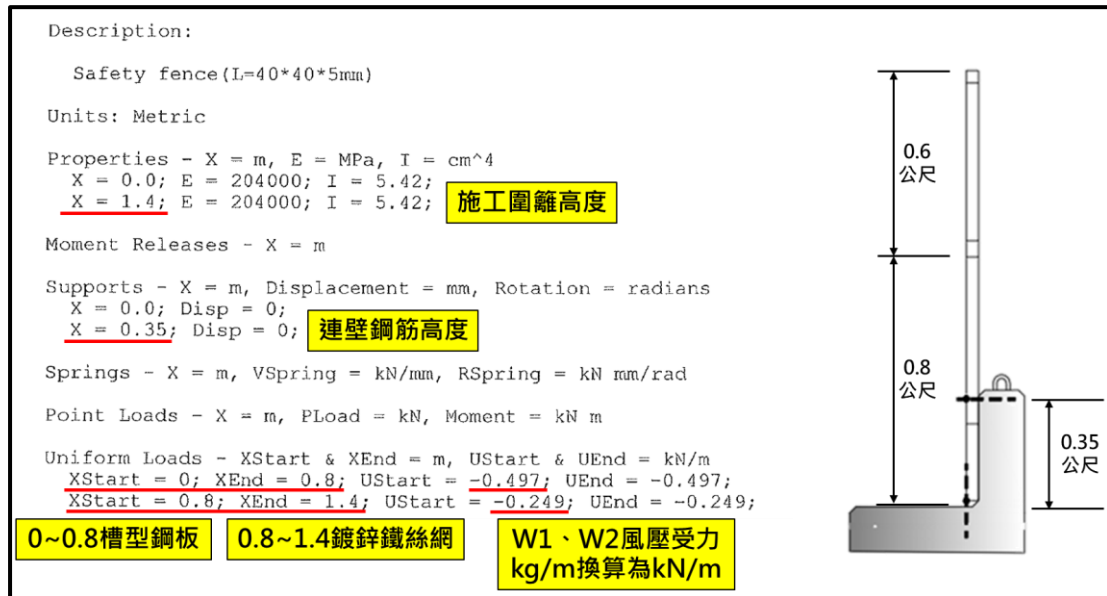


圖 1.14-3 施工圍籬應力檢核計算內容

經 WinBeam 檢核施工圍籬受風壓時撓曲（Deflection）結果，最大撓曲量為 0.54 公分（如圖 1.14-4）。

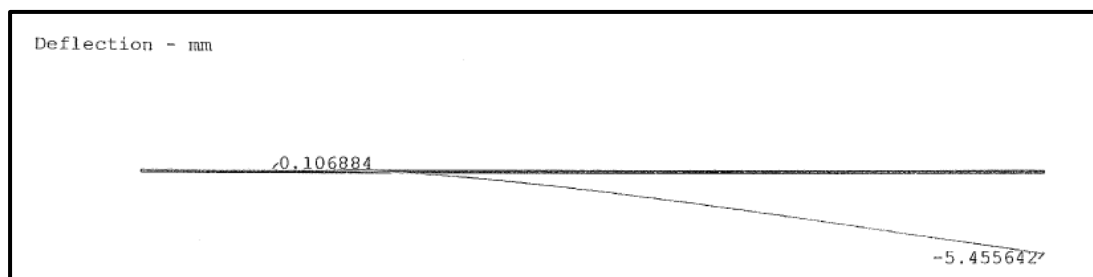


圖 1.14-4 WinBeam 計算撓曲

最後計算報告參考國際住宅規範（International Residential Code, IRC）TABLE R301.7 針對結構物的允許撓度計算式為 L/240，而施工圍籬每片高度為 140cm，其允許的撓度量為 0.58。

1.14.4 事故列車煞車距離計算

調查小組透過事故列車 ATPRU 資料，將 2039:05 時發生 A-1 作動時 87 公里/小時之車速，至 2039:50 時列車停止之逐秒車速實施積分計算煞車總距離（如圖 1.14-5），經計算事故列車發生 A-1 充氣切斷引導閥作動後的實際煞車距離約為 622.7 公尺，另依列車最後停止里程 K33+946 回推，發生 A-1 充氣切斷引導閥作動時之里程點約在 K34+568.7 處（第 3 車後端則為 K34+645.7 處）。

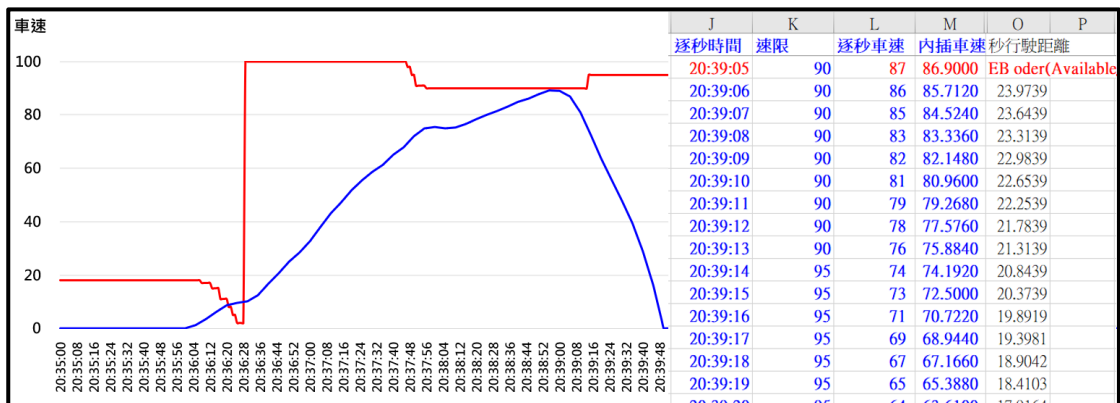


圖 1.14-5 事故列車實際煞車距離計算

1.15 組織管理

調查小組為了解本案工程主辦機關如何對施工單位及監造單位進行施工管考，同時為進一步了解本案工程中鳳林隧道施工圍籬的檢查歷程，因此針對組織管理面向進行相關資料蒐集。

依交通部鐵道局制定「品質查證程序（文件編號 RBH-2-C33）」文件（附錄 7），執行品質查證之目的為「驗證承包商及監造單位施工管理執行成果」，依該程序內容工務段或工程隊會赴工地現場進行品質查證，頻率每週不得少於 1 次；依據訪談紀錄，品質查證並不是針對某特定工項或特定廠商執行，屬於工區現場抽查性質。

而針對 C031 工程施工圍籬部分，另在「品質計畫」及「監造計畫」中，分別有「圍籬安裝施工自主檢查表」、「圍籬安裝施工抽查紀

錄表」等文件，來規範施工圍籬檢查及抽查項目。

綜上所述，在 C031 工程中關於施工圍籬的檢查或確認機制，可彙整如圖 1.15-1 所示。

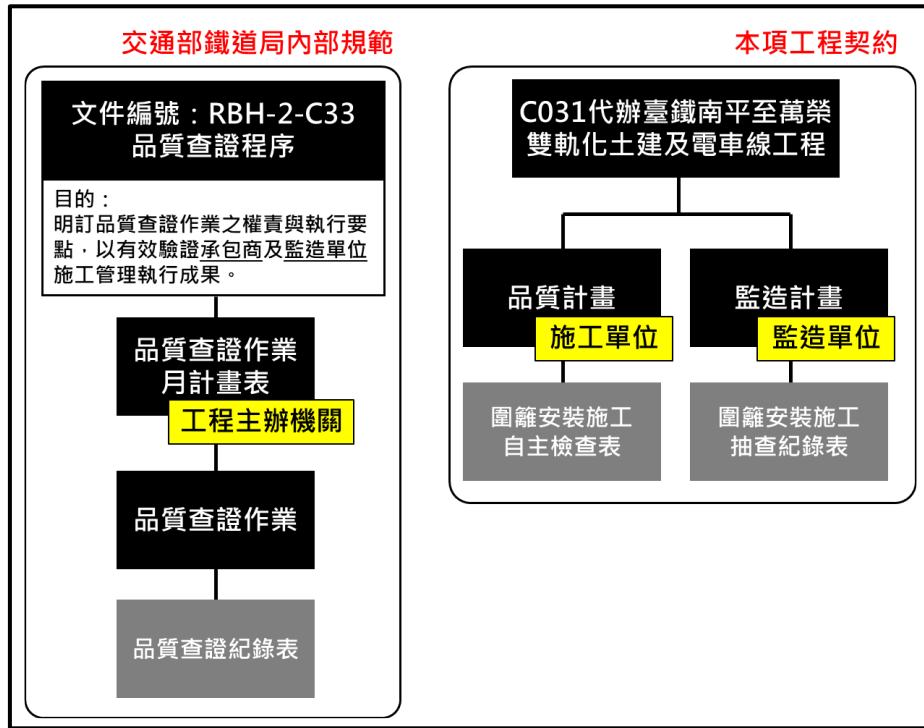


圖 1.15-1 C031 工程施工圍籬檢查或確認機制

經調查小組蒐集工程主辦機關近期對 C031 工程鳳林隧道施工圍籬進行兩次的品質查證紀錄，共計有兩次，分別是於民國 110 年 10 月 14、15 日，以及民國 110 年 10 月 28 日辦理，茲將辦理結果彙整如表 1.15-1。

表 1.15-1 鳳林隧道施工圍籬品質查證紀錄

查證編號	11010-1-2	11010-1-5
查證地點	鳳林隧道	鳳林隧道
查證日期	110 年 10 月 14、15 日	110 年 10 月 28 日
查證項目	鳳林隧道半阻隔式圍籬施作	鳳林隧道半阻隔式圍籬施作
查證方式	現場查證	現場查證

查證情形	<ol style="list-style-type: none"> 1. 查證鳳林隧道（34K+540~35K+400）半阻隔式圍籬施作。 2. 鐵路西正線東側半阻隔式圍籬高度 1.4m 符合規定。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依據施工圖圖號 RWDLCE70040-1，半阻隔式圍籬高度 140cm，長度 180cm。 2. 現場量測半阻隔式圍籬高度 140cm、長度 180cm，尺寸與施工圖相符，結果符合。
------	--	--

檢視施工單位近期對 C031 工程鳳林隧道施工圍籬的安裝施工自主檢查表，在民國 110 年 10 月 28 日施工單位的施工前、中、後檢查結果均為合格（如附錄 8）。另檢視監造單位民國 110 年 10 月 30 日辦理的施工抽查紀錄表中，有關材料檢查與定位抽查項目，發現有「部分材料鏽蝕」、「部分侵入路權」之結果（如附錄 9）。

另監造單位曾於民國 110 年 12 月 1 日以 CM 南榮字第 1100000806 號書函送施工單位，內容提及前述缺失並未改善，且仍存有施工圍籬侵入鐵路建築界限 1.9 公尺範圍的狀況。依據訪談紀錄得知，該處約略靠近鳳林隧道北口，與本次事故之施工圍籬缺口地點不同。

1.16 訪談摘要

1.16.1 臺鐵局司機員訪談紀錄摘要

該員事故當日上午擔任第 2 次觀光列車乘務由花蓮至臺東，在臺東稍作休息後，晚間擔任第 611 次乘務由臺東返回花蓮，兩趟列車都是雙人勤務配置，該員是擔任列車駕駛，另有一人擔任機車助理。

該員表示事故上午駕駛第 2 次觀光列車行經鳳林隧道時，並無特別異常狀況，而晚間駕駛事故第 611 次列車行經鳳林隧道時，該員清楚該路段線型是屬於下坡，有 90 公里/小時的速限，而在列車接近鳳

林隧道出口時，有聽見類似撞擊的異音，但該員當下並無法判定是車輛本身機件或是外力造成的聲響，而該異音是先前從未聽過的，當時駕駛室內相關儀表並無變化。

該員在聽到異音後曾經操作軔機進行控速，但目的主要是將車速維持在 90 公里/小時速限內，在操作軔機後約 1 至 2 秒，機車就發生 A-1 作動⁴，駕駛臺的警示燈有亮起，接著機車風缸開始有急速漏氣的情形，同時列車也自動緊急緊軔，該員表示在列車停下後，曾經實施兩次緊急排氣進行復位均無效。

該員進一步說明當遇有 A-1 作動的緊急應變，就是實施緊急排氣復位處置，並找出駕駛室可能漏氣的管路位置，當 A-1 作動時司機員不需任何操作，列車即會自動緊急緊軔停車，如果復位都無效，會再進一步檢查列車是否有其它位置發生漏氣。

列車停車後，鳳林站有用行調無線電詢問發生什麼事，該員表示當時還未能查明 A-1 作動原因，因此有向車站請求救援，後續也請車長進行列車巡檢，才知道第 3、4 車發生分離情形，也才知道 A-1 作動無法復位的原因。

後續司機員跟車長聯繫連掛事宜，由車長進行指揮重新連掛，連掛完畢後實施氣軔試驗，繼續行駛進入鳳林站。

1.16.2 臺鐵路機車助理訪談紀錄摘要

該員事故當日擔任第 2 次觀光列車花蓮至臺東的機車助理，以及第 611 次臺東至花蓮機車助理職務。

該員說明事故列車行駛在鳳林隧道時，曾聽到機車後部發出未曾聽過的金屬碰撞聲響，因鳳林隧道上行方向為下坡路段，因此本務司機員有進行煞車控速，在控速後沒多久，列車快行駛出鳳林隧道時，機車發生 A-1 作動，當 A-1 作動發生後列車開始自動煞車，該員印象

⁴ 有關 E400 型電力機車 A-1 作動說明，請參閱 1.5.5 節內容。

中最後停在鳳林站前約 700~800 公尺接近標誌位置，因當時天色昏暗，所以未確認查看列車附近的里程標。

該員表示原本以為是 ATP 當機造成 A-1 作動，但是停車後查看 ATP 螢幕狀況顯示均正常，後續本務司機員有操作緊急排氣復位，但是都無法有效復位，所以請車長進行車廂巡視，看是否可能是人為拉動車長閘導致，直到車長回報才知道發生列車分離。

該員表示列車分離後，與車站、車長的聯繫都是由他辦理，他是使用機車後端的行調電話進行聯繫，列車後續依車長號訊顯示，退行回去後部車廂重新連掛，連掛完畢後進行氣軔試驗無異狀，再依調度員指示進入鳳林站。

該員補充，在聽到機車後部有撞擊異音後，因為列車正好在實施控速，且異音出現後沒多久就發生 A-1 作動，因此沒有針對該異音進行特別處置。

1.16.3 臺鐵局車長訪談紀錄摘要

該員事故當日的勤務為上午第 2 次觀光列車由花蓮至臺東，回程第 611 次車臺東返回花蓮。

列車分離發生前，該員是位在第一車最北端的車長室內，列車經過鳳林隧道時，並未聽見或發現任何異常，當時車廂內部也無異常狀況，後續列車臨時停在萬榮至鳳林站間，停車約 3 分鐘後，該員曾主動用行車調度無線電呼叫司機員問停車原因，但司機員第一時間未回應，似乎是在處理其它問題。

後續有聽到司機員用行調電話向鳳林站請求救援，並請車長查看車廂是否有漏氣情形，該員從第一車車廂內部開始逐車巡查，當時車廂內部供電、燈光、冷氣均正常，一直走到第 3 車南端時，發現第 4 車車廂已經分離，於是透過行車調度無線電話告知司機員發生列車分離情事。

該員下車查看分離的 3 至 4 車車間設備，發現供電纜線損壞，但

空氣軟管並未損壞，該員後續引導司機員退行，將列車重新實施連掛完畢後，繼續由第 4 車巡視車廂，同時安撫車廂內旅客。

該員一直走到末端第 8 車後執行氣軟試驗，當時第 4 車至第 8 車車廂內，仍有蓄電池持續供應緊急照明，但空調因供電管線斷損已無法運作，至於車上旅客均安全無礙。

該員表示並未特別注意軌道狀況，僅特別留意列車退行重新連掛時連結器是否確實落鎖，該員在乘務生涯中，曾遇過因站內貨物列車調車時連結器未落鎖導致列車分離，至於旅客列車在行駛過程中發生列車分離，這還是第一次遇到。

該員補充列車分離退行時，並未向調度員請求退行命令，是因為後方分離列車已佔據軌道電路區間，所以不會有其它車輛進入，事故列車後續進入鳳林站後，才聯繫調度員處理旅客接駁事宜，此外該員表示，如旅客站立在兩列車通道間，均會進行柔性勸導。

1.16.4 臺鐵局值班站長訪談紀錄摘要

事故當日該員於 1840 時起在鳳林站擔任夜班勤務，當天在事故列車接近鳳林站前，行車室控制盤面會有列車接近鈴聲響起，該員按下確認鈴後，即前往月台等待列車進站，該員表示事故當日在月台上稍微等候一陣子，約 2041 時接獲事故列車司機員通報機車空氣壓力無法建立，需要請求救援，因此該員返回行車室通報調度員狀況，後續再於行車調度無線電中聽到車長回報有列車分離情形。

該員表示鳳林至萬榮站間列車佔用偵測為雙計軸系統，事故當日列車分離後仍位在同一區間，因此從行車室控制盤面無法看出有列車分離情形，後續調度員有請車長檢查列車狀況，車長用無線電回報說空氣軟管、連結器均正常，但供電電纜已斷損，後續車長引導列車退行連掛，當連掛完成後也確認空氣軟管可以貫通，就請示調度員列車是否可以駛入車站。

該員表示列車後續進入鳳林站第 3 股道，司機員進行列車檢查確

認可以繼續行駛，車長另有要求事故列車旅客改乘後續第 317 次車進行接駁，旅客接駁完畢後，事故列車就改第 611B 次車迴送花蓮。該員表示事故列車退行連掛，是由現場決定後請示調度員同意，處理原則上都儘量避免列車停在站間，避免旅客長時間於站間等候。

該員說明鳳林隧道有雙軌化工程，所以週一至週四晚間幾乎工程單位都會申請進場，近期因為有工程延宕狀況，所以近期五六日晚間也開始會有進場申請，該員補充車站是依據綜合調度所發佈的副局長電報，來審查施工日期是否符合以進行准駁，申請人由施工負責人作為代表，以鳳林隧道雙軌化工程來說，施工負責人是東工處的人員，他們有經過臺鐵局代訓，取得合格證照才可進行施工申請。目前東工處有電力維修車停放在鳳林站第 5 股道，有時候電力維修車也會申請車次進入施工。

該員表示鳳林隧道雙軌化工程期間，並未有因工程而發生的行車事故，車站對於施工單位的協助就是執行斷電封鎖，至於車站行車室監視系統不會有工區相關影像畫面。

1.16.5 臺鐵局調度員訪談紀錄摘要

該員職務為臺鐵局綜合調度所東區調度台領班，擔任東區領班約已一年多的時間，事故當日因為有調度員休假，故替班擔任第 1 台調度工作，第 1 台調度轄區為臺東站至花蓮站，當日勤務是夜班 20 時至隔日 8 時。

該員表示在擔任東區領班這一年經驗中，轄區內有零星幾件工程延誤事故，另外比較大型的工程事故包括 408 事故、海端工程車事故等，至於鳳林-萬榮間的雙軌化工程，印象中並無發生過工程影響行車的事故，另該員在鐵路歷年工作中，曾聽聞過列車分離事故，但這次是第一次親自遇到列車分離事故。

事故當日鳳林站有先通報 611 次的 MR 氣壓無法建立，當時有請求救援，後來車長巡查後發現第 3、4 車車廂有分離情形，該員表示

列車分離後因韌管斷開，在氣韌無法貫通狀態下列車會自動煞停，後續收到車長回報韌管未受損，因此現場決定重新連掛，連掛完畢後續行進入鳳林站，

該員表示列車分離非常仰賴乘務員回報現場狀況，包含韌管是否正常、破裂等等，才能考量是否續駛或是安排救援等事宜，事故當日列車進入鳳林站後，現場有回報車廂客室內燈光熄滅，考量沒有燈光無法載客，所以有發布行車命令請旅客全部轉乘後續的自強號，經過司機員檢查確定 611 沒問題後編組迴送花蓮。

該員說明列車分離後實施退行連掛，綜合調度所並不需開立行車命令，另外該員表示至隔日上午 8 點下班前，印象中並未收到後續有司機員或車站通報鳳林隧道工區有任何異常情形。

該員補充，當發生行車事故時，行控室主要工作是在處理當下的運轉調度，有關後續事故原因或維修安排，並不是由行控室處理；另發生在站間路線的調車作業，主要都是由車長與司機員相互聯繫，例如列車停在橋樑上、現場坡度等問題，都是要由乘務員現場判斷，此外調車完畢後氣韌貫通測試結果，也都是要由現場回報。至於列車分離後退行連掛也屬於調車一部份，因此司機員不需關閉 ATP，改為調車模式即可，在該模式下 ATP 有調車限速保護機制。

該員表示發生列車分離並不會擔心前後有列車駛來發生衝撞，因為有號誌防護，事故當天有先將萬榮站上行出發號誌取消，即使有後續列車已從萬榮站開出，但因為接近之中途閉塞號誌顯示險阻，所以會以無閉塞方式運轉，速度慢司機員也可清楚看到前方列車，至於在這次事故中，該員主要是擔心旅客是否有受傷情形。

1.16.6 臺鐵局工務單位職員訪談紀錄摘要

該員為臺鐵局花蓮工務段鳳林工務分駐所職員，擔任過現場道班、副領班、領班、監工等職務，職務經歷都是在工務體系內，事故當天該員為常日班。

該員說明，鳳林隧道管轄分屬鳳林工務分駐所轄下南平道班與光復道班，兩道班是以 K35+500 作為分界，其位置約略是在鳳林隧道南口，而這次發現的圍籬缺口處里程是位在 K34+700，是屬於南平道班管轄範圍。

事故當晚南平道班班長是從行調無線電話中，聽到轄區內有發生行車事故，後續道班班長曾聯繫鳳林站，初步瞭解是發生列車分離事故，而恢復行車後，工務單位並無收到任何異常通報。

該員說明，鳳林隧道的雙軌化工程，東工處在施作時有用施工圍籬進行阻隔，臺鐵局工務單位除了在連續假日時會確認有無停工，在徒步巡檢時也會看看相關施工機具有否有影響路線，也會確認臺鐵局既有的軌道、扣件等設備是否有被損壞，但對於施工圍籬除非是有明顯的傾斜狀況，才會進一步用建築界限尺量測，不然工務單位人員不會刻意去搖晃圍籬來確認穩固度。

該員在工務分駐所任職期間內，鳳林隧道雙軌化工程並無衍生過行車事故，而該員印象中在施工圍籬剛架設完畢後，曾有司機員反映列車通過時，會聽到圍籬震動的異音，因此後續有請東工處工程單位對施工圍籬進行加強固定；此外曾有司機員反映列車接近時，施工怪手仍在移動的情況，位置雖然是在施工圍籬範圍內，但後續也有跟工程單位進行提醒。

在列車分離事故發生的隔日，該員表示早上接獲機務單位說有司機員在鳳林隧道檢到施工圍籬浪板，此外發生列車分離的復興號車廂有受損情形，所以約上午 8 時前往花蓮站進行會勘。

該員表示，會勘時發現列車有被異物撞擊的痕跡，後續又有接到東工處資訊要辦理會勘作業，所以又前往鳳林隧道，當時會勘是從隧道北口進入，一開始就看到混凝土道床有不明刮痕，沿線也看到類似有車輛零件散落，再一直往隧道南端行走，發現到施工圍籬有一處缺口。該員說明該缺口範圍大約是 2 片施工圍籬，其中 1 片在東正線永久軌工區旁，據了解是上午一名區間車司機員移出去的，另 1 片則已

被攜回花蓮機務段。

該員補充臺鐵局建築界限規範是 1.9 公尺，圍籬設置不得侵入此範圍，至於東工處在圍籬完工後，是否有告知臺鐵局進行確認，該員的印象中並未告知工務分駐所，但是否另外有告知工務段、工務處，該員並無相關資訊。該員表示即使施工圍籬設在擋碴牆西側，靠營運路線側位置，但按施工圖面顯示，應該也未侵入 1.9 公尺界限。實務上如果施工圍籬有影響營運安全，分駐所會直接聯繫東工處的窗口，並不會聯繫施工單位或監造單位。

該員說明臺鐵局在新建或改建月台及設施工程結束後，會申請淨空檢查車來確認相關界限，但類似這種圍籬工程是屬於臨時工項，每天都是在變動的，所以不會申請淨空檢查，該員並不清楚施工單位有無量測淨空的相關設備。

另該員表示工務單位知道當天有列車分離事故，但是列車停車地點是在隧道外，且依據往昔經驗，列車分離大多是因為連結器因素造成，所以並未聯想到可能是工區問題，而後續列車也沒有相關異常通報，所以並沒有特別安排徒步巡檢。

1.16.7 工信工程職員訪談紀錄摘要

該員負責 C031 工程之統籌工作，已進駐工地現場約 3 年，對於整體施工進度及狀況相當瞭解，主要工作是統籌所有進度以及施工排成，並執行 C031 所有的工程項目。

該員表示 C031 工程鳳林隧道施工圍籬大約是在 108 年施作，當時正在進行西正線永久軌彈性基板工程，當彈性基板工程完工且通車後，換進行東正線永久軌工程，當時將既有施工圍籬全面拆除後再重新裝設，施工工法是沿用 108 年的工法，而施工圍籬有區分為正、背兩面，正面的光滑浪板部分朝向列車行駛面，背面有骨架的部分朝向施工工區面。

該員說明鳳林隧道內的施工圍籬屬於 1.4 公尺半阻隔式圍籬，圍

籬正面設有兩處向下的底柱鋼筋，目的是要防止施工圍籬位移，而該底柱鋼筋深度在計劃書中並未規定，僅規定橫向的連壁鋼筋深度要達 12 公分，計劃書中也未要求要灌入鋼筋膠。至於施工圍籬施作是由工信工程的下包商進行，工信的工程師會到現場監督下包商是否按圖施工，全程均都會到場監工且辦理自主查驗，等到施工完畢確定沒問題後，再填寫申請單送監造單位進行查驗。

該員表示在 12 月 1 日晚間事故發生，一直到 12 月 2 日早上會同相關單位一起進入鳳林隧道勘查，才發現施工圍籬有缺口，其餘施工圍籬則是依接受東工處指示，於 12 月 3 日凌晨開始進行拆除。

平時在工程收工前，會對施工範圍進行全面檢視，確保是否有材料、機具等遺留在現場，會用錄影方式進行記錄，同時上傳雲端給監造單位，至於施工圍籬則是以目視方式檢查。至於施工圍籬定期檢查則是一年一次，會對施工圍籬進行整修及上漆，並將不堪用的圍籬篩選淘汰，事故當時 C031 工程進度屬於超前狀況，但因為事故過後東工處要求改夜間施工，對整體工程進度會有影響。

該員表示，鳳林隧道內部照明設備是屬於永久設施，在鳳林隧道土建時已完成，並非是在本次工程才加裝，照明設備要用手動方式開啟，只有在施工或搶修時才會打開，平時夜間時段、沒有工程時均不會開啟。

有關施工圍籬設置位置，依設計圖都是裝設在擋碴牆西側，東、西正線切換時有將施工圍籬實施翻面，施工圍籬可抵抗的風壓及應力都有經過結構計算書計算，當初應有考量各種不同面向的風壓。

該員說明向監造單位申請施工查驗後，有發現到部分施工圍籬侵入鐵路建築界限，原因是該段因為落在土建集水井因此受影響，後續有馬上進行改善。該員表示從 C031 工程開工至今，未曾接收過有施工圍籬異常狀況，而施工單位對於鐵路建築界限檢查的量測工具為量尺。

該員表示，初步看過事故列車前方攝影機畫面，看到鳳林隧道內

的施工圍籬都是完整的，但為何事故後到現場會勘時，發現其中兩片卻有問題，是否可能是因外力造成的結果，該員認為對於隧道內的施工圍籬來說，風壓最大的時機應該是在列車通過前，如果說列車通過圍籬時才有風壓影響，似乎不符合邏輯。

1.16.8 台灣世曦職員訪談紀錄摘要

該員自 106 年 9 月起擔任 C031 工程的監造工作，監造範疇包括土建、軌道、電車線等項目，監造工作主要內容是在監督工程單位是否按核定的工程計畫及圖面施工，並執行抽查驗工作。

該員說明 C031 工程鳳林隧道的施工圍籬歷程，該施工圍籬依據施工圖說只有一個版本，就是設立於擋碴牆西側，鳳林隧道是在 110 年 5 月時完成東西線切換，列車開始行駛西正線永久軌，當時施工圍籬並未進行更動，依據工程網圖，東正線的既有舊道碴要在 10 月底前完成清碴，以利後續的無道碴軌道植筋鋪設，所以工程單位在 10 月 1 日開始進行圍籬轉向，並於 10 月 28 日向監造申請查驗。該員補充圍籬轉向屬於移設工程，並未規定一定要使用新品，可以將堪用的舊品續用，新設跟移設在工程計價是不一樣的。

該員表示施工圍籬檢查可區分為兩種，第一種是每日施工完成的檢查，施工人員在收工前必須確認圍籬是否穩固或是否有剝落情形，這些在收工紀錄中都會登載；至於圍籬的定期檢查，目前規定是每一年要重新檢視並重新上漆。

對於施工圍籬的底柱鋼筋深度，該員表示並無特別規定，因為底柱鋼筋目的並非用於固定，而是用於對抗風壓作用力，因此對於深度並沒有特別規定。另該員補充施工圍籬連壁鋼筋深度 12 公分的查驗方式，因施工廠商會事先裁切好鋼筋長度，當連壁鋼筋安裝完成後，量測裸露鋼筋長度即可知道植入深度。至於圍籬應力均有經過雙方的技師計算，都是在合理範圍值內。

本次事故發生後，監造單位內部有召開討論會議，未來圍籬如果

設在擋渣牆臨軌側，且距離軌道中心 1.9~2.3 公尺範圍內，將會建議在圍籬相鄰浪板間再加設 2 支鋼筋或橫向桿進行補強防護，避免圍籬因風壓或年久失修脫落。

該員表示施工單位 10 月 28 日申請施工圍籬抽查驗時，監造單位有發現兩個缺失，一個是圍籬有侵入 1.9 公尺的建築界限，另一個是發現部分圍籬的扣件有生鏽情形，經該員說明該侵入建築界限之施工圍籬大約是接近隧道北口處，猜測可能是因為怪手進入東正線施工時履帶或怪手臂不小心碰觸到水溝蓋板，導致圍籬偏移侵入建築界限，而本次脫落的施工圍籬距離北口約 150 公尺，兩者應無關聯。

該員表示 110 年 12 月 1 日監造單位曾聽聞有復興號列車發生分離事故，但當時並不清楚事故原因，直到翌日上午收到東工處通知有施工圍籬被列車捲入，因此才有後續的會勘作業，在會勘結束後各單位認為要將圍籬拆除，因此於 12 月 3 日凌晨開始進行拆除作業，直至 12 月 8 日才完成全面拆除，至於鳳林隧道路段的工程經東工處指示，一律改為夜間施工。

該員補充圍籬工程設計與規劃是都由施工廠商辦理，再由監造負責審核，施工圍籬的搭建是屬於假設工程，所謂假設工程是為了要達成某種目的而設置的臨時構造物或臨時設施，所以由施工廠商辦理，業主、設計單位、監造單位都不能限定假設工程的工法，不然會有綁標問題。

1.16.9 鴻欣營造職員訪談紀錄摘要

該員是執行 C031 工程鳳林隧道圍籬新設及移設工程廠商職員，屬於工信工程的下包商，不論是 107 年圍籬新設以及 110 年的圍籬移設都是由該廠商進行承攬施做。

該員表示圍籬工程都是在夜間施工，夜間沒有列車的時段大約有 3 至 4 小時，施工圍籬的施作都是依據施工圖說，110 年進行圍籬移設工程主要是將既有圍籬轉向，原有的底柱鋼筋與連壁鋼筋位置都照

原有位置，工程圍籬孔洞也是相同的。

該員說明移設時並未要求重新清潔或噴漆，但是承商考量圍籬重複焊過的孔洞會變大，所以有另外實施加固，是在圍籬背面的角鐵上增焊一處斜撐鋼筋，並和擋渣牆金屬吊環連接，這是在施工圖說上沒有的，是屬於廠商額外強化的部分。

至於施工圖說規範連壁鋼筋深度為 12 公分，底柱鋼筋並未規範深度，該員對於實務做法進行補充，因為施工人員在進行鑽孔時，會在電鑽鑽頭上標註 12 公分的記號，因此不論是鑽連壁孔或底柱孔，都會以 12 公分的標準進行鑽孔。

該員並不清楚為何圍籬設計是放在擋渣牆西側靠臨軌面，他們僅負責新設、移設、拆除，施工圍籬架設完畢後由工信進行驗收，至於有關圍籬清潔或是重新上漆並不是他們的工項，假如施工圍籬後續有問題，工信會打電話請他們進行補強，不過該員印象中自從施工圍籬完工後並未發生過任何問題，或是有特別需要補強的部分，除圍籬工程外，該員並未參與 C031 工程中的其它工項。

該員補充說明底柱鋼筋與施工圖面位置不符的原因，是因為擋渣牆是 1 公尺一塊，施工圍籬長度是 1.8 公尺一面，如果完全依照施工圖說在每片施工圍籬內縮 30 公分處打底柱鋼筋，可能會造成有部分孔洞會剛好落在擋渣牆與擋渣牆間的縫隙處，所以承商是按照擋渣牆的寬度，每 1 公尺打一處底柱鋼筋，而施工圍籬與施工圍籬間，會在上、中、下角鐵處各焊一處焊點。

1.16.10 鐵道局東工處職員訪談紀錄摘要

該員主要承辦 C031 工程標案業務，該工程於 106 年 9 月 20 日開工，鳳林隧道僅是 C031 工程的其中一部分，本案另有委託台灣世曦執行監造業務。

該員說明鐵道局對於工程品質政策的執行方式，在鐵道局訂有品質作業要點，會要求各單位主管每週到工地檢查一次，現場段、隊每

週也要辦理品質查證，查證對象可以是對施工單位，也可以是對監造單位，但是品質查證並不是針對特定工程或特定廠商，類似現場抽查的制度。

有關鳳林隧道的施工圍籬，首先是由施工廠商提出施工計畫書、施工圖、結構計算書等等，再由監造進行審核及核定，東工處再予以備查，並依據這些圖說進行品質查證。

該員另外補充施工圍籬樣式及安裝方式，均由施工廠商提出，至於施工廠商是否要繼續往下發包，東工處均不會干涉，例如模板、鋼筋等找外部單位做，這個工程主辦機關都不會去干涉

該員說明，針對施工圍籬施工廠商外包人員，東工處依據契約設計圖及施工規範，僅針對人員進場前之基本安衛資格，以及施工完成之品質做查證及督導，未就施工人員是否具焊接證照人員辦理查證。對於外包人員焊接技術、焊接資格或焊接證照，施工廠商會有自己的方式確認，基本上也不會隨便亂找人。

針對過往是否有針對施工圍籬進行查證，該員說明通常是以淨空尺寸查證為主，當淨空超過 1.9 公尺就算是通過，而該員也提到，施工圍籬並不算是主結構工程，也不一定所有查證都會剛好查到。

該員認為施工圍籬焊接品質要求應由監造單位負責監督，而鐵道局雖然針對焊接訂有技術規範，但是那是針對永久工程鋼構部分，施工圍籬是屬於假設工程，技術規範不會規範到那麼細。

東工處對於每項工程都有辦理施工協調會議，該會議是由監造召開，工程主辦機關及施工廠商都會派員參與，該員印象中在施工協調會議上，並沒有針對施工圍籬進行過特別討論，該會議的主要目的都是以工程進度為討論議題。

依職安法規定，施工階段都需要進行風險評估，但施工圍籬以往並沒有發生過倒塌情形，同時其目的主要是在防止人員進入，所以施工圍籬並不會像主結構，例如：橋墩施工、深開挖等重大工程，進一步做風險評估。

該員說明在這次事故發生後，鳳林隧道工程全面改為夜間施工，有關施工圍籬部分，以往都是用目視及用徒手搖晃的方法檢查，但現在會進一步用徒手測試及鐵鎚敲打看看有無鬆脫。在事故後東工處內部也有進行檢討，初步有討論出四種防護機制，包括：電子圍籬、紅外線偵測、電子輔助瞭望員、緊急通報按鈕等措施。

1.17 事件序

將本次事故時序列表 1.17-1 所示。

表 1.17-1 事故時序表

時間	運轉過程	資料來源
2036:03	第 611 次復興號列車自萬榮站出發。	車站影像紀錄 ATP 紀錄
2038:31	第 611 次復興號列車進入鳳林隧道。	行車影像紀錄
2039:05	第 611 次復興號列車發生 A-1 作動，ATP 資料紀錄 EB oder 作動，當時車速為 87 公里/小時。	ATP 紀錄
2039:50	第 611 次復興號列車停止於里程 K33+946 處。	行車影像紀錄
2042:18	機車助理呼叫鳳林站請求救援。	通聯紀錄
2042:49	機車助理通知車長進行列車巡視。	通聯紀錄
2043:52	車長回報第 3 車與第 4 車發生分離。	通聯紀錄
2045:21	ATP 資料紀錄 EB oder 復歸。	ATP 紀錄
2049:01	車長開始顯示退行號訊。	通聯紀錄
2049:12	第 611 次復興號前部分離車輛開始退行。	行車影像紀錄 ATP 紀錄
2052:03	第 611 次復興號前部分離車輛停止退行。	行車影像紀錄

		ATP 紀錄
2052:07	車長進行連掛作業。	通聯紀錄
2054:24	事故列車進行氣軔試驗。	通聯紀錄
2055:12	事故列車現場開車。	行車影像紀錄 ATP 紀錄
2056:43	司機員呼叫鳳林站取消救援。	通聯紀錄
2058:17	車長呼叫司機員臨時停車	通聯紀錄
2058:30	事故列車臨時停車。	行車影像紀錄 ATP 紀錄
2059:45	車長呼叫司機員繼續行駛。	通聯紀錄
2100:01	事故列車續駛。	行車影像紀錄 ATP 紀錄
2102:14	事故列車進入鳳林站停車。	車站影像紀錄 行車影像紀錄 ATP 紀錄

第 2 章 分析

本章依據第 1 章事實資料內容進行分析，包含列車分離肇因及過程分析、施工圍籬安全管理以及列車分離後行車運轉處置等三項議題，分析如下⁵：

2.1 列車分離肇因及過程分析

2.1.1 施工圍籬脫落並撞擊解鎖裝置

鳳林隧道內之施工圍籬在里程 K34+810.5 處有兩片施工圍籬寬之缺口，經調查小組檢視該脫落之施工圍籬，有明顯與外物撞擊後的金屬凹陷與金屬摺痕等現象。

依事故列車損害情形顯示，共計 4 節車廂受損，自第 1 車至第 4 車車廂的損害點位，均位在靠近施工圍籬設置側，損害情形除車廂設備有與外物撞擊後的金屬凹陷及外觀刮痕等現象外，另有部分三項 UVW 供電纜線受損。

依臺鐵局 SP20000 型客車車廂基本資料、施工圍籬基本資料、鳳林隧道斷面圖及現場量測 K34+810.5 處施工圍籬距軌道中心 2,065 公厘等數據進行套繪，模擬施工圍籬如發生脫落傾倒現象，在過程中將會與 SP20000 型客車車廂產生接觸（如圖 2.1-1），且該接觸範圍與本次事故車輛損害第 0 點至第 4 點位置相符。

⁵ 本報告係使用事件序與安全因素分析方法，係本會整合澳洲與加拿大運輸事故調查機關之安全調查方法而成之結構化分析工具。事件序分析係依據時間順序，整理運具、系統、或第一線人員所發生之安全事件或狀況；安全因素分析則包含識別與檢驗事故相關安全因素之存在，並找出相互影響因素，進而產出調查發現與改善建議之分析步驟，以及藉由異常事件、個人作為/技術性失效、局部條件、風險控管機制與組織影響等五項安全因素類別所產出安全因素關係圖（稱 safety factors map 或 accident map）。

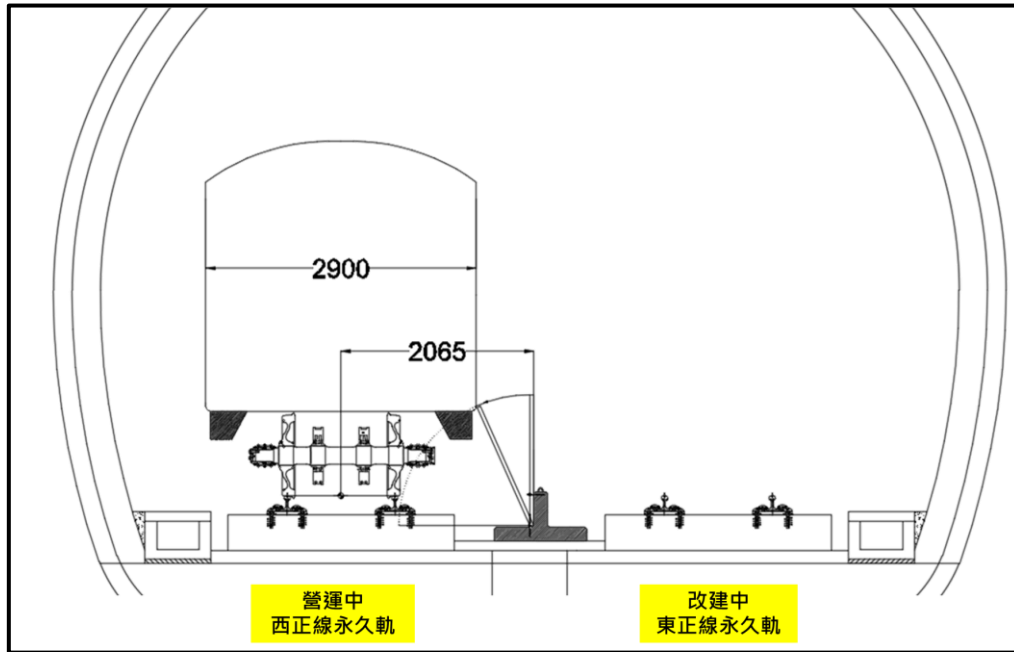


圖 2.1-1 SP20000 型客車車廂與鳳林隧道施工圍籬套繪圖

依據漆料比對檢測結果顯示，五處車輛損害之樣本，與施工圍籬正面綠色漆料性質或背面紅色漆料性質之相關係數，最大值落在 83.8% 至 99.0% 範圍，呈現顯著相關性，證明車輛損害處確實為施工圍籬撞及所造成。

本會同時檢視與列車分離原因有重要相關性的第 3 車後端手動解鎖裝置提手，發現與施工圍籬背面紅色漆料有 83.8% 高度相關性，顯示該解鎖裝置提手確實曾遭施工圍籬撞及。

本會調查認為，事故列車分離原因係第 3 車廂後端手動解鎖裝置提手與施工圍籬發生撞及，造成提手上提並轉動，使連結器解連所造成。

2.1.2 列車分離造成緊急緊軔作動

按照事故列車分離後，前部車輛與後部車輛停止位置及緊急緊軔距離計算結果，彙整事故過程相對位置如圖 2.1-2 所示，依事故列車 ATP 紀錄資料計算出煞車距離 622.7 公尺，回推控制緊急緊軔作動之 A-1 充氣切斷引導閥應於 K34+645.7 處開始作動，距離 K34+810.5 施

工圍籬脫落處後方計 164.8 公尺。

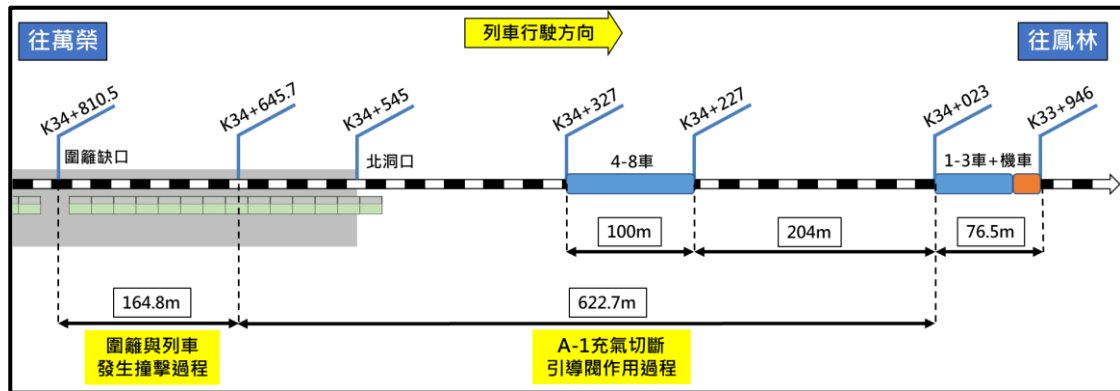


圖 2.1-2 列車分離過程相對位置圖

本會綜合施工圍籬脫落處、列車煞車距離計算及事故列車實際停車處等時間空間位置判斷，認為施工圍籬脫落里程早於緊急緊軔作動之里程，顯示事故列車先受施工圍籬撞及造成列車分離後導致緊急緊軔作動。

2.1.3 其它影響列車分離因素之排除

造成列車分離的可能因素尚包括有：人為操作手動解鎖裝置提手、連結器高度差異過大及車廂前阻後湧造成連結器上下分離等原因。

調查小組調閱事故列車事發前停靠萬榮站時車站影像紀錄，不論是在東側軌道處及西側月台處，均無人員有與事故列車第 3 車或第 4 車手動解鎖裝置提手接觸之情形，因此可排除人為操作手動解鎖裝置提手所造成。

另依據事故車輛檢修歷程，各級檢修結果並未發現第 3 車後端與第 4 車前端連結器高度有不符高差標準之情形，此外由 ATP 車速紀錄顯示，事故列車 2036:03 時自萬榮站開車至 2039:05 時發生緊急緊軔作動過程間，車速並未有急遽減速，以致車廂前阻後湧造成連結器上下分離之情形。

綜上所述，本會排除因人為操作手動解鎖裝置提手、連結器高差及車廂前阻後湧等可能造成列車分離之因素。

2.2 施工圍籬安全管理

2.2.1 施工圍籬脫落之因素

依據施工廠商工信工程提供 C031 工程鳳林隧道施工圍籬應力檢核計算顯示，在連壁鋼筋及底柱鋼筋視為不可動固定支撐點的條件下，施工圍籬允許的撓度量大大於撓曲檢核值，因此鋼筋的設置位置與焊接方式，為施工圍籬穩固性之重要因素。

依據調查小組蒐集之資料及訪談紀錄顯示，工信工程於 C031 工程鳳林隧道之施工圍籬曾於民國 110 年 10 月進行移設，是將既有施工圍籬正、背面實施轉向，並將影響施工圍籬應力最為關鍵的連壁鋼筋，複焊於施工圍籬舊孔洞上。

本會認為，工信工程於施工圍籬之架設，採取沿用既有孔洞複焊容易衍生焊孔擴大、鏽蝕延續等不利於穩固之現象，即使另加設斜撐鋼筋進行額外加固，可能無法完全符合原始設計之應力抵抗值，在歷經約 1 個月多次列車通過後，施工圍籬焊點逐漸鬆動不穩固，可抵抗的應力逐漸下降，當本次事故列車通過時，因施工圍籬應力承受不住風壓吸引，進而產生脫落傾倒現象。

2.2.2 施工圍籬設計規劃

工信工程於 C031 工程鳳林隧道之施工圍籬自民國 107 年 11 月 27 日起新設，並依據「鳳林隧道安全圍籬設置施工圖」進行施作。110 年 10 月將施工圍籬進行移設轉向時，設置施工圖並未因應移設實施進版，因此施工圍籬本身仍位於擋碴牆西側，原本與營運路線間存在擋碴牆，在營運路線切換後，變為直接鄰近列車行駛路線側。

移設後的施工圍籬淨空，依據施工圖說以及調查小組現場會勘量測之結果為 2.065 公尺，該施工圍籬雖鄰近列車行駛路線側，但仍位於鐵路建築界限 1.9 公尺之範圍外。

本會認為，施工圍籬設置之目的，主要是用於阻隔營運路線及施工區域，若有脫落或傾倒之情形，在缺少擋碴牆阻隔的條件下，該脫落或傾倒之施工圍籬，更容易發生如同本案向營運路線方向侵入之風險，喪失其用於阻隔之主要目的。

另依據設置施工圖顯示，每片施工圍籬長度為 1.8 公尺，每片施工圍籬應有 1 支連壁鋼筋及 2 支底柱鋼筋，惟在圖說中底柱鋼筋有剛好落於擋碴牆間隙之情形（圖 2.2-1）。

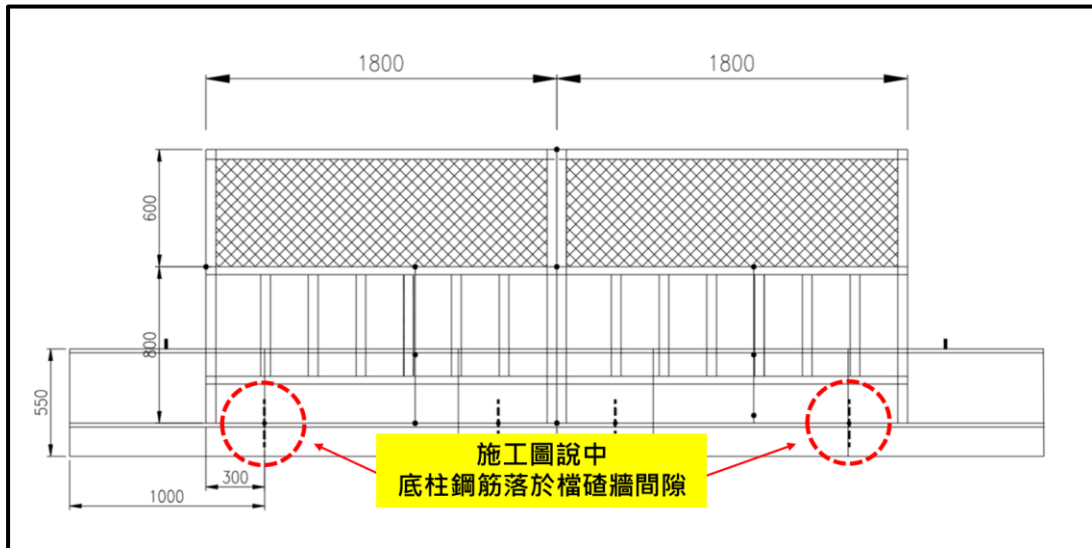


圖 2.2-1 施工圖說中底柱鋼筋落於擋碴牆間隙

經調查小組現場調查發現，工信工程於每片施工圍籬改用 2 支連壁鋼筋及 2 支抵柱鋼筋支撐，現場狀況有與施工圖說不符之結果，依訪談紀錄及工信工程人員補充表示，增設連壁鋼筋是屬於額外加固之作法。

而在鳳林隧道內擋碴牆每隔 10 公尺處，均設置有 1 處落水井，然施工圍籬在落水井處的施作方式，於施工圖說中並未特別註明，進一步檢視事故後會勘照片發現，部分施工圍籬在遇有落水井處，有重

疊搭設之情形（如圖 2.2-2），顯示工信工程之施工圍籬施工圖未符合現場實際狀況。



圖 2.2-2 施工圍籬重疊搭設

本會認為，施工圍籬圖說為施工人員施作時，依循的重要文件，因此工信工程所製作之圖說未符合現場條件，不利於現場施工人員按圖施工，無法確保施工圍籬符合既有的應力檢核計算標準以及假設條件。

2.2.3 施工圍籬養護

事故發生前，C031 工程鳳林隧道施工圍籬，有工程主辦機關鐵道局東工處執行的品質查證作業及監造單位台灣世曦所執行的施工抽查機制。

依據鐵道局東工處提供之鳳林隧道施工圍籬品質查證紀錄顯示，鐵道局東工處在對施工圍籬進行品質查證時，主要是以尺寸是否符合施工圖說來做為查證重點；另依據監造單位台灣世曦對施工圍籬的抽查結果顯示，發現有部分施工圍籬已侵入 1.9 公尺之建築界限範圍，且施工單位工信工程已逾 1 個月未進行改善。

雖然，該處非本次事故發生位置，但本會認為施工圍籬設置之目的，主要在於區隔施工區域與營運路線，避免機具、人員侵入路線範圍，因此施工圍籬是否有侵入建築界限以及是否穩固影響運轉安全甚

巨，監造單位台灣世曦卻未立即要求施工單位工信工程改正，使該路段產生施工圍籬碰撞列車之風險。

另依據訪談紀錄顯示，工信工程所設置之 C031 工程鳳林隧道施工圍籬並未按照「鳳林隧道安全措施（含圍籬架設）計畫」或「施工技术規範（土木工程類）第 01564 章」執行定期油漆及清洗工項，但鐵道局東工處及台灣世曦於相關檢查機制中均未提出該缺失。

本會認為，工信工程於鳳林隧道工地有施工圍籬侵入鐵路建築界限及未按計畫及規範執行維護等現象，但工程主辦機關鐵道局東工處及監造單位台灣世曦均未能立即要求施工單位工信工程改正，顯示鐵道局東工處、台灣世曦及工信工程均未能落實相關施工圍籬設置及養護規範，不利於施工圍籬之安全管理。

2.3 列車分離後行車運轉處置

依據事故列車影像、通聯及訪談紀錄內容，在列車重新連結駛進鳳林站後，鳳林至萬榮站間路線隨即恢復正常運轉，事故路段並未執行巡軌或實施慢行等措施，在事故翌日仍有司機員於路線旁攜回施工圍籬之殘骸。

經查臺鐵局現行運轉規章針對列車分離事故處理程序，僅著重在將前、後部車輛停止，以及規範車輛重新連掛處置程序，但對於因外物侵入淨空造成列車分離後的行車運轉處置未進一步規範。

另臺鐵局訂有「行車事故應變處理標準作業程序」以供乘務員、值班站長、調度員等行車人員作為事故處置指引，但列車分離事故類型並未被納入該標準作業程序中。

本會認為，列車分離之發生可能是因外物侵入淨空所造成，因此在無法確認車輛分離真正原因及現場完全淨空前，臺鐵局對於事故路段應先適度採取慢行機制或執行巡軌後，再重新恢復正常運轉，避免後續列車與侵入淨空之物件再衍生出二次事故。

第 3 章 結論

調查報告依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」、「其他調查發現」。

與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素，包括不安全行為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失。

與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響鐵道運輸安全之潛在風險因素，包括可能間接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件、以及關乎組織與系統性風險之安全缺失，該等因素本身非事故之肇因，但提升事故發生之機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關聯，但基於確保未來鐵道安全之故，所應指出之安全缺失。

其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進鐵道安全、解決爭議或澄清待決疑慮之作用者。其中部分調查發現係屬大眾所關切，以作為資料分享、安全警示、教育及改善鐵道安全目的之用。

3.1 與可能肇因有關之調查發現

1. 施工單位工信工程進行施工圍籬移設時，沿用既有施工圍籬的舊孔洞實施複焊，造成焊孔擴大、鏽蝕延續等結果，即使另外加設斜撐鋼筋進行額外加固，仍無法符合原始設計之應力抵抗值，在歷經約 1 個月多趟次列車通過後，施工圍籬焊接點逐漸鬆動不穩固，

可抵抗的應力逐漸下降，當事故列車通過時，因施工圍籬應力承受不住風壓吸引，進而發生脫落傾倒現象。(2.2.1)

2. 事故列車通過該路段時，自第 1 車開始與脫落傾倒之施工圍籬發生碰撞並延續至第 2、3、4 車，其中第 3 車後端手動解鎖裝置提手上留有與施工圍籬高度相關性之紅色漆料，顯示曾與施工圍籬發生碰撞，造成提手上提並轉動，使連結器解連造成列車分離。
(2.1.1)

3.2 與風險有關之調查發現

1. 工程主辦機關鐵道局東工處及監造單位台灣世曦於抽查時，發現施工單位工信工程於現場設置之施工圍籬，未依規範執行維護且有侵入建築界限之情形，但未立即要求工信工程改正，不利於施工圍籬之安全管理。(2.2.3)
2. 施工單位工信工程之施工圍籬施工圖未符合現場實際狀況，包括未標示出施工圍籬遇有落水井的施工工法，且施工圖底柱鋼筋有剛好落於擋碴牆間隙之情形，不利於現場施工人員按圖施工，無法確保施工圍籬符合既有的應力檢核計算標準以及假設條件。
(2.2.2)
3. 臺鐵局未規範列車分離後，在路線恢復正常運轉前的確認程序及恢復正常運轉之條件，當有外物或設備遺留在路線上時，容易與後續通過之列車產生碰撞，衍生二次事故。(2.3)

3.3 其他調查發現

1. 可排除本次列車分離事故屬於人為操作手動解鎖裝置提手、連結器高差及車廂前阻後湧等因素所造成。(2.1.3)
2. 施工圍籬固定於擋碴牆面之選擇，會影響施工圍籬脫落時傾倒之

方向，如施工圍籬設置於面向營運路線之擋渣牆面，在發生脫落傾倒時，因缺乏擋渣牆阻隔，有較高的風險向營運路線傾倒而危害運轉安全。(2.2.2)

第 4 章 改善建議

4.1 鐵道安全改善建議

致交通部臺灣鐵路管理局

1. 增訂運轉規章或標準作業程序，訂定列車分離事故後，現場確認程序及恢復正常運轉之條件，以避免產生二次事故。(TTSB-RSR-23-01-001)

致交通部鐵道局

1. 針對移設後重複使用之施工圍籬，制定額外加固或其它監控措施並納入規範，並重新考量臨軌路段施工圍籬與擋碴牆之間的配置方式，防止施工圍籬脫落。(TTSB-RSR-23-01-002)
2. 強化臨軌路段施工圍籬的品質查證內容，將是否侵入鐵路建築界限以及穩固狀態列為查證之重點，確保施工圍籬符合設置規範。(TTSB-RSR-23-01-003)
3. 督導交通部臺灣鐵路管理局，確實完成增訂運轉規章或標準作業程序，納入列車分離事故後，現場確認程序及恢復正常運轉之條件。(TTSB-RSR-23-01-004)

致台灣世曦工程顧問股份有限公司

1. 強化臨軌路段施工圍籬的抽查機制，包括施工圍籬是否侵入鐵路建築界限、穩固狀態及養護情形，確保臨軌路段施工圍籬品質。(TTSB-RSR-23-01-005)

致工信工程股份有限公司

1. 針對移設後重複使用之施工圍籬，重新評估額外加固或其它監控措施，並重新考量臨軌路段施工圍籬與擋碴牆之間的配置方式，防

止施工圍籬脫落。(TTSB-RSR-23-01-006)

附錄 1 民國 110 年 11 月 30 日運用檢修紀錄表

交通部臺灣鐵路管理局機務處
運用檢修紀錄表

次：7635 日期：110年11月30日

車號	SPK 21074	SP 20050	SPK 2008	SP 20063	20062	20059	20044
	SPK 20001	9車	10車	11車	12車	13車	14車
裝置名稱	檢修項目				檢查情形	檢修人員	
1. 行走裝置	1. 車輪、軸箱、軸溫度貼紙、軸箱導架狀態及作用				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
	2. 各彈簧(空氣彈簧)裝置狀態及作用				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
	3. 懸吊裝置狀態及作用				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
2. 軋機裝置	1. 基礎軋機或單元式軋缸狀態及作用				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
	2. 氣軋軟管、管路、考克、風缸狀態及作用				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
3. 連結裝置	1. 連結器狀態及作用				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
4. 電氣裝置	1. 照明設備、電扇、標誌燈狀態及作用				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
	2. 充電及連結線狀態				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
	3. 自動門作用檢查				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
	4. 廁所作用檢查				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
	5. 旅客資訊系統狀態及作用檢查				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
5. 空氣調節裝置	1. 空調機及其附屬設備狀態及作用檢查				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
6. 供水裝置	1. 各閥類及配件狀態及作用檢查				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
7. 車門及各種設備	1. 廁所裝置及其附屬設備狀態及作用				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
	2. 上下台門、門機狀態及作用檢查				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		
	3. 座椅、窗等車廂附屬設備狀態及作用檢查				<input checked="" type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 修妥		

審核：
主任： 材料主任： 段長：

第 1 頁 共 2 頁

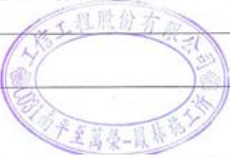
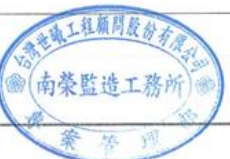
交通部臺灣鐵路管理局機務處

運用檢修紀錄表

日期： 年 月 日

重要事項紀錄	記事					
	2008 山北撥皮風擋拉破 留車 更換印20013 重掛正常					
保養用料	名稱	材料編號	車號	位置	數量	領用人簽名
	鏢	36.01.2035.72	SPK21014	# 6位	1	
	鐵		SP20050	# 4位	1	
	閘		SPK20001	# 12位	1	
	瓦		SP20062	# 4位	1	
			SP20044	# 6位	1	

附錄 2 民國 108 年 1 月 2 日檢驗申請單

交通部鐵道局東部工程處			
承包商檢驗申請單			
工程名稱：C031 代辦臺鐵南平至萬榮雙軌化土建及電車線工程			
申請日期	108 年 01 月 02 日	編號	C031-C014-023
位置	34K+560-35K+543.8 =983.8M		
工程項目	壹. 甲. 一. J. 4 半阻隔式圍籬(新設) · H=1.4m		
是否高風險 施工項目	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	風險因子	<input type="checkbox"/> 墜落 <input type="checkbox"/> 感電 <input checked="" type="checkbox"/> 倒塌、崩塌 <input type="checkbox"/> 火災、爆炸 <input type="checkbox"/> 中毒、缺氧 <input checked="" type="checkbox"/> 影響鐵、公路營運 <input type="checkbox"/> 其他
防制作為	施工圍籬架設應固定在堅固地面防止圍籬傾倒 承商填表人： _____ 承商安衛人員： _____		
門禁管制	<input checked="" type="checkbox"/> 施工人員 <input checked="" type="checkbox"/> 勞保 <input checked="" type="checkbox"/> 教育訓練 <input checked="" type="checkbox"/> 危害告知 <input checked="" type="checkbox"/> 勤前教育 <input checked="" type="checkbox"/> 安全防護用具 <input checked="" type="checkbox"/> 工作證		
附件			
預定檢查時間	108 年 01 月 02 日		
承包商	現場工程師： _____	工地主任： _____	
承包商 品管工程師	_____		
監造單位	_____		
監造單位 檢查人	_____		
監造單位 批示			

註：申請時應將使用之相關抽查用表填報作為附件。

備註：本表全部內容得視工程需要，予以調整或修正。

附錄 3 民國 110 年 10 月 28 日檢驗申請單

交通部鐵道局東部工程處 承包商檢驗申請單

工程名稱：C031 代辦臺鐵南平至萬榮雙軌化土建及電車線工程

申請日期	110 年 10 月 28 日	編號	C031-C014-110
位置	34K+540-35K+410, L=870M		
工程項目	壹.甲.一.J.5 半阻隔式圍籬(移設), H=1.4m		
是否高風險	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	風險因子	<input type="checkbox"/> 墜落 <input type="checkbox"/> 感電 <input checked="" type="checkbox"/> 倒塌、崩塌 <input type="checkbox"/> 火災、爆炸 <input type="checkbox"/> 中毒、缺氧 <input checked="" type="checkbox"/> 影響鐵、公路營運 <input type="checkbox"/> 其他
防制作為	施工圍籬架設應固定在堅固地面防止圍籬傾倒, 增加瞭望員巡視。 承商填表人: _____ 承商安衛人員: _____		
門禁管制	<input checked="" type="checkbox"/> 施工人員 <input checked="" type="checkbox"/> 勞保 <input type="checkbox"/> 教育訓練 <input checked="" type="checkbox"/> 危害告知 <input checked="" type="checkbox"/> 動前教育 <input type="checkbox"/> 安全防護用具 <input checked="" type="checkbox"/> 工作證		
附件			
預定檢查時間	110 年 10 月 29 日		
承 包 商	現場工程師:	工地主任:	
承 包 商 品管工程師			
監造單位			
監造單位 檢 查 人			
監造單位 批 示			

註：申請時應將使用之相關抽查用表填報作為附件。

備註：本表全部內容得視工程需要，予以調整或修正。

RBH-2-C31-01



0-20190102

附錄 4 民國 110 年 12 月 1 日鳳林站列車到開時刻登記表

車次		到達時間		開車時間		早到 時分	早開 時分	晚到 時分	晚開 時分	附 註	
		規定	實際	規定	實際						
421	→	→		14	16					太台東→樹林	
222	14	32								普樹林→鳳林	
642	14	40		14	42					復興樹林→台東辦客	
225				14	47					普鳳林→樹林	
307	15	8	9	15	09	10		1	1	DMU 新左營→花蓮辦客	
426	→	→		15	19.5	21				太樹林→知本	
425	15	28	29	15	29	30			1	普台東→樹林辦客	
1	→	→		16	00					莒元台北→台北	
324	→	→		16	21					P.P 花蓮→台南	
X 326	16	54	55	16	56				1	普花蓮→新左營辦客	
431	16	53.5		16	55					普台東→樹林辦客	
4537	17	16		17	17					區台東→花蓮	
432	17	46		17	47					太 樹林→台東辦客	
4543	18	04		18	06					區開車玉里→花蓮	
4552	18	30		18	31					區開車和平→玉里週六日例假停駛	
332	18	34.0	35	18	35	36		1	1	DMU 花蓮→新左營辦客	
439	18	47.5		18	49					P.P 台東→樹林辦客	
441	→	→		18	56					太知本→樹林	
4556	19	19		19	20					區開車花蓮→台東授受	
445	→	→		20	15					普台東→樹林	
611	611B	20	41	21	00	21	41	19	58	復興台東→花蓮辦客	
438	→	→		20	55.5	21	03.5		7	普樹林→台東	
317	21	10	21	17	21	18		7	7	DMU 新左營→花蓮辦客	
4558	21	32.5		21	34	21	36		2	區開車花蓮→玉里	
447	X	21	33		21	36	21	37	1	太台東→樹林辦客	
448	22	46.5	22	48	22	49		15	1	太樹林→台東辦客	
7601	→	→	22	04	23	04	23	47	20	15	貨. 逢六. 日. 例假日停駛
323	23	14		23	16					DMU 新左營→花蓮辦客	

附錄 5 通聯抄件

發話人：

第 611 次司機員 (E410 號前端 76097+14099)、
 第 611 次機車助理 (E410 號後端 76096+12091)、
 第 611 次車長 (14425)、
 鳳林站值班站長 (14101)、
 富源站值班站長 (14114)、
 第 438 次車長 (14101)、
 第 317 次司機員 (78037)、
 第 317 次車長 (14438)、
 第 447 次車長 (14432)

編號	時間	發話單位	發話內容
1	2041:06	車長	611 機車長有事嗎
2	2041:13	機車助理	有一點問題我們處理一下
3	2041:25	車長	(雜訊)
4	2041:43	車長	(雜訊)
5	2041:52	車長	611 611 車長呼叫
6	2042:10	機車助理	鳳林 611 呼叫
7	2042:14	鳳林站	鳳林回答
8	2042:18	機車助理	我們要請求救援
9	2042:23	鳳林站	請問有什麼事嗎
10	2042:26	機車助理	我們這邊 MR 的氣沒有上來
11	2042:31	機車助理	車子沒辦法鬆軔
12	2042:35	鳳林站	好 收到
13	2042:43	機車助理	611 車長 611 呼叫

14	2042:47	車長	回答
15	2042:49	機車助理	請問你可以巡一車到八車 就是有沒有漏氣的聲音嗎
16	2042:55	車長	好 我 等我一下 我一車走過去 等一下
17	2043:48	車長	(雜訊)
18	2043:52	車長	我發現問題了 離開 三車四車脫離了 分離了 我現在沒看到四車了 三車四車分離了
19	2044:04	機車助理	三車四車分離收到
20	2044:07	車長	那現在怎麼辦
21	2044:20	車長	鳳林 有收到嗎 我現在三車四車 四車不見了 四車以後不見了
22	2044:26	鳳林站	好 收到 那個611請問你機車號碼幾號
23	2044:31	車長	410 E410
24	2044:37	鳳林站	E410
25	2044:40	車長	我現在三 我車現在只剩下三車 我四車沒看到 有 看到了 他在離我大概 脫離五百公尺了
26	2044:52	車長	那現在怎麼辦
27	2044:55	鳳林站	你現在
28	2045:00	車長	要回去接嗎 要回去接嗎
29	2045:06	鳳林站	不然我派那個站員到現場看好了 然後看要不要倒回去連掛
30	2045:15	車長	(雜訊)
31	2045:17	車長	可是我電源線這些沒辦法 電源線又

			斷掉
32	2045:24	鳳林站	電源線斷掉喔 那韌管有沒有那個問題 可以先拉回來車站
33	2045:33	車長	我看一下 我沒有帶手電筒
34	2045:36	車長	我現在三車這邊的韌管是可以 你要叫我到四車去嗎 我等下 要去後面接嗎 等我一下 611 機車長你要退回去接嗎
35	2045:53	機車助理	(雜訊)
36	2045:59	機車助理	可以退行回去接 要跟調度員講一下
37	2046:03	車長	我卡在 現在留在軌道上 也沒辦法車進來了 不過你跟調度講 我現在卡在鳳林萬榮間喔
38	2046:31	車長	現在怎樣 我是要退還是怎樣
39	2046:40	車長	(雜訊)
40	2046:41	車長	鳳林有收到嗎 我三四車 現在三車跟四車分離了
41	2046:49	鳳林站	來 收到
42	2047:12	鳳林站	611 車長 鳳林呼叫
43	2047:16	車長	回答 我要去四車那邊 後面五台要去看一下
44	2047:24	鳳林站	611 車長 鳳林呼叫
45	2047:27	車長	回答
46	2047:29	車長	回答
47	2047:31	鳳林站	你先檢查一下 然後調度員說可以回去連掛喔
48	2047:38	車長	好 我現在看三車的韌管是可以啦

			啊電源線 我要看一下 電源線我要看一下 電源線脫 脫開了啊
49	2047:58	鳳林站	611 車長鳳林呼叫 調度員問 師傅請你說注意安全 然後看旅客有沒有受傷
50	2048:07	車長	我現在只能顧三車 後面四到八我沒辦法過去啦 我先看一下我這邊 我現在往回走
51	2048:27	司機員	611 呼叫鳳林站
52	2048:31	鳳林站	好 鳳林回答
53	2048:33	司機員	請問我們可以退行了嗎 還是要再等你們的那個 命令
54	2048:40	鳳林站	那個調度員說可以 如果可以連掛的話 請退行回去連掛好嗎
55	2048:46	司機員	好的 呼叫 611 車長
56	2048:54	車長	回答
57	2048:55	司機員	我現在要退行回去了 那您注意安全一下 可以嗎
58	2049:01	車長	好 收到 我現在 好幫你看 大約目前距離四車大概五百米啦 我現在給你引導 我在後面這邊五百米左右
59	2049:12	司機員	好的 我現在退行 大約五百米 收到謝謝
60	2049:40	車長	師傅 速度稍微再慢一點喔
61	2049:45	車長	大概 還有三百米喔
62	2049:49	司機員	再三百米 收到謝謝
63	2050:07	車長	來 再一百五慢一點再慢一點喔

64	2050:18	車長	慢一點 還有一百米 大概延長十車 延長十車
65	2050:24	車長	客車五車
66	2050:35	車長	來 客車四車
67	2050:44	車長	來 客車三車
68	2050:52	車長	來 客車二車
69	2051:01	車長	來 611 客車一車 客車一車 你等一 下慢一點喔 先停車一下 我看一下那 個電 看一下那個電車線 來停車先阿 卡阿卡 611 請停車一下 我檢查一下 電器線一下
70	2051:17	司機員	611 停車
71	2051:34	車長	好來 611 來 延長再一車 再一車連 掛 可以來連掛一車
72	2051:42	車長	來 611 來 連掛 連掛一車 再一車 延長一車
73	2051:49	車長	慢一點 慢一點喔 來七米
74	2051:51	車長	來 再五米 再五米 來 再五米 慢一點 五米
75	2051:58	車長	來 再二米 再二米
76	2052:02	車長	來 再一米
77	2052:04	車長	阿卡 阿卡 阿卡
78	2052:06	車長	拉一下
79	2052:07	車長	好好 停車停車 我接一下
80	2053:45	車長	611 先等我一下喔 我先做一下 Air 我先看一下後端五到八車 我看一下 喔

81	2053:56	車長	你不要動 我看一下五車八車喔 你要繼續
82	2054:01	車長	雜訊
83	2054:02	車長	雜訊
84	2054:24	車長	鳳林 鳳林要開了 來611來氣軔試驗請緊軔
85	2054:32	司機員	611 緊軔
86	2054:37	車長	好 緊軔收到
87	2054:41	車長	好來 611 請鬆軔
88	2054:44	司機員	611 鬆軔
89	2055:01	車長	好 611 氣軔試驗 All Right 來611現場可以開車
90	2055:07	車長	611 現場請開車 謝謝
91	2055:11	司機員	611 開車謝謝
92	2056:16	車長	鳳林請問一下 我等一下旅客是要鳳林轉還是怎樣
93	2056:22	鳳林站	那個 在鳳林等317好了
94	2056:27	車長	收到厚
95	2056:32	車長	我有旅客要到豐田的捏 可以 317請他增停豐田好嗎
96	2056:43	司機員	那 鳳林站 再麻煩幫 611 取消救援 謝謝
97	2056:49	鳳林站	說要取消救援是嗎
98	2056:53	司機員	是的
99	2056:56	鳳林站	收到 你那個電器連結線沒問題嗎
100	2057:01	機車助理	電器連結線那我們進站再來看好了 謝謝

101	2057:06	鳳林站	收到
102	2057:15	車長	鳳林我剛才查 那個三車那個都斷掉 三條我看斷 一條不見 另外一條半 剩一半了
103	2057:24	鳳林站	好 收到
104	2057:26	車長	我只看到海側的啦 山側這邊是沒接 是嗎 我只看到海側的啦
105	2057:37	鳳林站	啊先進來三股
106	2057:40	車長	可以可以 先進三股
107	2058:17	車長	611 可以停車一下嗎 好像那個電器聯 結線有掉下去 你先阿卡可以嗎 停 下來一下 請停車
108	2059:10	438 車長	鳳林 438 車長呼叫 謝謝
109	2059:15	鳳林站	啊 鳳林站回答
110	2059:18	438 車長	師傅 請問等一下 438 一樣在鳳林等 待交會嗎
111	2059:24	鳳林站	對啊 等那個 611 近來
112	2059:27	438 車長	好收到 謝謝師傅
113	2059:45	車長	好 611 可以開了 請開車謝謝
114	2059:50	司機員	611 開車 謝謝
115	2101:18	車長	鳳林鳳林 我的山海側的電源線 都 一條不見 一條半毀 一條我是看是 好的啦 有聽到嗎 山海側都是這樣 子
116	2101:29	鳳林站	收到
117	2106:25	司機員	雜訊
118	2113:34	鳳林站	雜訊

119	2113:35	鳳林站	611 鳳林呼叫
120	2113:39	司機員	雜訊
121	2113:40	司機員	611 請說
122	2113:42	鳳林站	師傅那個命令 110 號 調度員姓藍 611 鳳林花蓮間停駛 611B 迴送花蓮 然後 317 接駁 增停豐田
123	2113:58	司機員	恩 請問副座可以拿給我紙本嗎 還 是我過去拿
124	2114:03	鳳林站	好 收到 那要等一下 那個師傅你 準備好的時候請通知我
125	2114:09	司機員	好的 我 那我現在過去那邊跟你拿 命令 謝謝
126	2114:15	鳳林站	等一下 師傅 我先那個 317 開走再 來好嗎
127	2114:19	司機員	好的
128	2114:43	鳳林站	317 車長 鳳林呼叫
129	2114:47	317 車長	聽到 請講
130	2114:49	鳳林站	師傅 有增停豐田 你知道嗎
131	2114:53	317 車長	你現在講我才知道 好 OK 了解
132	2114:58	鳳林站	命令 110 號 調度員姓藍 317 次辦理 接駁 611 次 增停豐田
133	2115:08	317 車長	好 了解了
134	2115:40	富源站	恩 富源呼叫鳳林
135	2115:49	富源站	富源站呼叫鳳林
136	2115:54	鳳林站	哪裡叫鳳林
137	2115:57	富源站	副座 我們這邊原本有一個 611 的阿伯 他要去花蓮轉乘 447 喔 你再注意一

			下他有沒有順利轉乘
138	2116:10	鳳林站	好 收到
139	2116:12	富源站	一個年紀滿大的阿伯 他大概 80 幾歲了 他原本要到花蓮去轉乘 447 如果看可以的話 看是不是在鳳林直接讓他轉乘 447
140	2117:24	317 車長	317 機車長 我們等一下增停豐田 你知道齣
141	2117:35	317 司機員	好 了解
142	2117:37	317 車長	對
143	2127:08	317 車長	317 後部 All Right
144	2127:47	317 車長	好來 317 豐田請開車
145	2127:53	317 司機員	好 豐田開車 All Right
146	2129:20	司機員	鳳林站 611 司機員準備好待開 謝謝
147	2129:25	鳳林站	鳳林站收到 要在 447 後面開喔齣 謝謝
148	2129:31	司機員	611B 收到 謝謝
149	2129:33	車長	雜訊
150	2129:35	車長	雜訊
151	2129:38	車長	鳳林等一下你等我 我等一下搬到八車去啦 沒電我只能拿我的手電筒啊
152	2136:12	鳳林站	447 車長請關車門 謝謝
153	2136:17	447 車長	收到
154	2138:25	鳳林站	611B 鳳林呼叫 準備來開車喔
155	2138:31	機車助理	611 收到謝謝

附錄 6 鳳林隧道施工圍籬應力檢核計算

DESIGN CALCULATION SHEET

一、施工圍籬水平力分析

※水平分力主要考量水平地震力、風力所造成之水平推力，
由上述水平分力造成之傾倒力矩，以檢核本施工圍籬抗傾倒之安全性。

(一)地震力分析

施工期間(年)	$V(S_s^D \leq 0.6)$	$V(S_s^D \geq 0.7)$
1	0.051W	0.055W
2	0.066W	0.071W
3	0.077W	0.082W

註： S_s^D 由交通及建設部頒「鐵路橋梁耐震設計規範」表2-5查得
假設施工圍籬施工期間不足1年，以1年計，且 $S_s^D \geq 0.7$
∴水平地震力採用 $V_e = 0.055W$ (W：施工圍籬總靜重)

L角鋼(40×40×5mm)=2.95kg/m
面積1.8m×0.8m(t=1.2mm)槽型鋼板=15kg
面積1.8m×0.6m金屬網=4kg
故1.8m×1.4m圍籬總重量W
 $W = 2.95 \times (1.4 \times 2 + 1.8 \times 2) + 15 + 4 = 37.88 \text{ kg}$
∴ $V_e = 0.055 \times 37.88 / 1000 = 0.0021 \text{ ton}$

(二)風力分析

支撐架高度 h (m)	最小風壓 (kgf/m ²)
$h \leq 9$	$(1.6V - 24) \times Q$
$9 < h \leq 15$	$(1.6V - 16) \times Q$
$15 < h \leq 30$	$(1.6V - 8) \times Q$
$h > 30$	$1.6V \times Q$

- 花蓮縣基本設計風速為 47.5 m/sec。
- $Q = 0.3 + 0.2 \times W$ ，W為支撐架沿風力方向之基本寬度。
 $Q = 0.3 + 0.2 \times 1.8 = 0.66 \text{ m}$
- 施工圍籬施工期間為1年，風速則依上表在乘 0.91。
- 施工圍籬下方設有交通出入口供公眾車輛進出，上表之最小風壓應在加 25 kgf/m²

/

DESIGN CALCULATION SHEET

施工圍籬高度 9m 以下，施工期間 1 年，且下方設有交通出入口。

依上表計算風壓力為 $(1.6 \times 47.5 - 24) \times 0.66 \times 0.91 + 25 = 56.3 \text{ kgf/m}^2$

最小設計風力 = 最小風壓 \times 受風面積

受風面積 = $1.8 \times 1.4 = 2.52 \text{ m}^2$

$$\text{最小設計風力 } V_w = 0.0563 \times 2.52 = 0.142 \text{ ton}$$

取 1.8m \times 1.4m 圍籬分析：

風力(0.142ton) > 水平地震力(0.0021ton)，所以由風力控制，

而採用 $H_{\max} = 1.4/2 = 0.7\text{m}$ 進行傾倒分析：

總傾倒力矩 $M_d = V \cdot H$

$$\begin{aligned} M_d &= 0.142 \times 0.7 \\ &= 0.099 \text{ t-m} \end{aligned}$$

總抵抗力矩 $M_r = W \cdot B/2$

$$\begin{aligned} M_r &= 0.0379 \times 0.02 \quad (1/2 \times 40\text{mm})/1000 = 0.02\text{m} (\text{L角鋼長為} 40\text{mm}) \\ &= 0.0008 \text{ t-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{安全係數 } FS &= \frac{M_r}{M_d} \\ &= \frac{0.0008}{0.099} \\ &= 0.008 \end{aligned}$$

NO!

由以上檢核得知，僅靠圍籬自重無法抵抗傾倒，須於既有水溝蓋板及既有擋渣牆，分別埋置 #4 支柱鋼筋及埋置 #4 壁連桿鋼筋。

(三) 抗傾倒力矩分析

於既有擋渣牆頂部下來植 #4 鋼筋，植筋深度 L 依可行性試驗結果判定，初步估計為 12cm，可讓鋼筋達降伏強度 F_y 。

$$\begin{aligned} \#4 \text{ 鋼筋 } A_s &= 1.327 \text{ cm}^2, \quad F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ T &= A_s \times F_y = 1.327 \times 4200 = 5573.4 \text{ kg} = 5.57 \text{ ton} \\ M_{r1} &= T \times 0.35 = 5.57 \times 0.35 = 1.95 \text{ t-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{安全係數 } FS &= \frac{M_r + M_{r1}}{M_d} \\ &= \frac{0.0008 + 1.95}{0.099} \\ &= 19.7 > 1.2 \end{aligned}$$

OK!

2

二、施工圍籬構件分析計算

1. L角鋼40mm×40mm×5mm之斷面性質

剖面模數 (Z)	= 1.91	cm ³
慣性矩 (I)	= 5.42	cm ⁴
斷面積 (A)	= 3.76	cm ²
彈性係數 (E)	= 2100000	kg/cm ²
容許應力 (Fb)	= 1512	kg/cm ² (0.6Fy)
容許剪力 (Fv)	= 1008	kg/cm ² (0.4Fy)

2. 載重計算

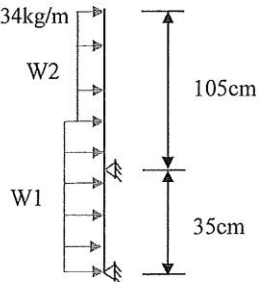
計算風壓力為 $(1.6 \times 47.5 - 24) \times 0.66 \times 0.91 + 25 = 56.3 \text{ kgf/m}^2$
作用在1.8m×1.4m施工圍籬上

3. 圍籬L角鋼立桿應力檢核計算

$$W1 = 56.3 \times 0.9 = 50.67 \text{ kg/m}$$

$$W2 = 56.3 / 2 \times 0.9 = 25.34 \text{ kg/m}$$

圍籬上部分為鍍
鋅鐵絲網



依據WinBeam分析結果：

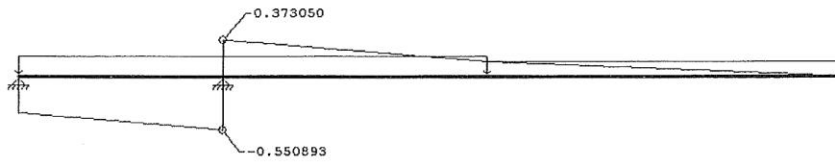
檢核彎曲應力 (Bending Stress)



$$M_{\max} = 0.162 \text{ KN-m} = 1653.1 \text{ kg-cm}$$

$$f_b = \frac{M}{Z} = 865.5 \text{ kg/cm}^2 < 1512 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

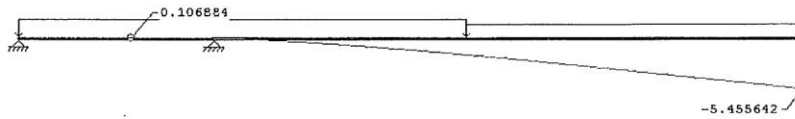
檢核剪應力 (Shear Stress)



$$V_{\max} = 0.55 \text{ KN} = 56.1 \text{ kg}$$

$$f_v = \frac{V_{\max}}{A} = 14.9 \text{ kg/cm}^2 < 1008.0 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

檢核撓曲 (Deflection)



$$\delta_{\max} = 0.54 \text{ cm} < 0.58 \text{ cm} \quad \frac{L}{240} \quad \text{OK!}$$

4

附錄 7 交通部鐵道局品質查證程序 (摘錄)

交通部鐵道局

文件編號	RBH-2-C33	頁次	1/4	核准	局長
文件名稱	品質查證程序	版次-日期	3-20200909	製作	工程管理組

一、目的
明訂品質查證作業之權責與執行要點，以有效驗證承包商及監造單位施工管理執行成果，均能符合要求。

二、權責

項目	主辦	協辦	核定
品質查證作業月計畫表	監造單位	承包商	監造單位主管 (送工務段或工程隊備查)
	工務段 工程隊	監造單位 承包商	工程處
品質查證作業	監造單位	承包商	監造單位主管 (送工務段或工程隊備查)
	工務段 工程隊	監造單位 承包商	工務段或工程隊 (送工程處備查)

三、程序

1. 品質查證實施頻率

- (1) 工務段或工程隊對監造單位執行各項施工管制作業進行查證，查證頻率每週不得少於 1 次，並得依據施工進度及監造單位之執行績效做適當調整。
- (2) 工務段或工程隊併同監造單位至施工中之工地現場對承包商進行品質查證，查證頻率每週不得少於 1 次。
- (3) 監造單位應依本程序規定，對承包商進行品質查證，查證頻率每週不得少於 2 次，並得依據施工進度及承包商之執行績效做適當調整。
- (4) 各單位辦理品質查證時應分別訂定品質查證作業月計畫表(RBH-2-C33-04)，監造單位應於作業前月 20 日完成核定(送工務段或工程隊備查)、工務段或工程隊應於作業前月 25 日報工程處完成核定。品質查證作業月計畫表(RBH-2-C33-04)之擬訂，應依下列原則辦理：
 - <1> 工程初期(開工後 3 個月內)應依契約(特訂條款、一般條款、施工規範)及相關法令規定對期限內應提送之各項計畫送審情形進行品質查證。
 - <2> 施工階段(開工 3 個月後至工程完工前)應以至工地現場進行品質查證為主，工地現場查證事項及內容應含查證監造單位及承包商之施工結果是否符合契約圖說、臨鐵路側施工或設施有無影響臺鐵營運，及夜間封鎖斷電巡檢與沿線施工情形等。
 - <3> 工程完工前依一般條款 K.15 所列事項進行品質查證。
- (5) 各標整體施工計畫「工程施工風險評估報告」中所列之高風險施工項目，應納為品質查證重點事項，作業過程中工務段(或工程隊)及監造單位應依相關程序規定至施工中之現場辦理品質查證及追蹤改善，並留存紀錄。若高風險施工項目屬長期延續性工項，可免每日辦理品質查證，惟頻率仍不應小於前(1)(2)項規定，相關事宜併入品質查證作業月計畫表，由工程處審核。
- (6) 查證單位確實依月計畫表排定之查證項目及期程辦理品質查證，並得依現場實際施工狀況及承包商之執行工項做適當調整。

2. 品質查證內容項目

- (1) 執行查證時，查證人員應對查證項目，確認其作業是否正確符合規定。查證時若有疑問，

附錄 8 圍籬安裝施工自主檢查表

工信工程股份有限公司—鳳林施工所

圍籬安裝施工自主檢查表 表單編號：C031-C014-110

工程名稱		C031 代辦臺鐵南平至萬榮雙軌化土建及電車線工程			
分項工程名稱		壹.甲.一.J.5 半阻隔式圍籬(移設), H=1.4m		協力廠商 鴻欣營造	
檢查位置		34K+540~35K+410, L=870M		檢查日期 110 年 10 月 28 日	
檢查時機		<input checked="" type="checkbox"/> 檢驗停留點★ (<input checked="" type="checkbox"/> 安衛查驗點※) <input type="checkbox"/> 不定期檢查			
施工流程		<input checked="" type="checkbox"/> 施工前 <input type="checkbox"/> 施工中檢查 <input type="checkbox"/> 施工完成檢查			
檢查結果		<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="checkbox"/> 有缺失需改正 <input type="checkbox"/> 無此檢查項目			
施工作业前 應提出證明文件紀錄		材質證明		<input checked="" type="checkbox"/> 齊全 <input type="checkbox"/> 不齊全	
檢查項目 (★檢驗停留點/※安衛查驗點)		檢查標準 (定量定性)		實際檢查情形 (敘述檢查值) 檢查結果 備註 <small>(檢查人簽名 (加註日期/時間))</small>	
施工前	材料檢查	無損壞		無損壞 0	
	定位	無侵犯路權線及開挖區		無侵犯 0	
施工中	★立柱埋設深度	立柱埋入深度>40cm		電焊固定 0	
	★立柱間距	<input type="checkbox"/> 全阻隔圍籬:間距 1.2M <input checked="" type="checkbox"/> 半阻隔圍籬:間距 1.8M		⊙ 1.8m 0	
	★防溢座位置	與圍籬間緊密無空隙		緊密 0	
施工後	★清理	不得遺留雜物		清潔 0	
※安全衛生查驗點		檢視承攬廠商安全衛生自動檢查表單填報情形及填具施工安全衛生檢查紀錄表		<input checked="" type="checkbox"/> 施工前	有 0
				<input type="checkbox"/> 施工中	
				<input type="checkbox"/> 施工後	
				<input type="checkbox"/> 不定期	
缺失複查結果	施工前	<input type="checkbox"/> 已完成改善 (檢附改善前中後照片) <input type="checkbox"/> 未完成改善, 填至「不合格追蹤管制表第___項」進行追蹤改善 複查日期: 年 月 日 複查人員職稱: 簽名:			
	施工中	<input type="checkbox"/> 已完成改善 (檢附改善前中後照片) <input type="checkbox"/> 未完成改善, 填至「不合格追蹤管制表第___項」進行追蹤改善 複查日期: 年 月 日 複查人員職稱: 簽名:			
	施工後	<input type="checkbox"/> 已完成改善 (檢附改善前中後照片) <input type="checkbox"/> 未完成改善, 填至「不合格追蹤管制表第___項」進行追蹤改善 複查日期: 年 月 日 複查人員職稱: 簽名:			
1. 檢查標準及實際檢查情形應具體明確或量化尺寸(例: 磚砌完成後須不透光)或量化尺寸(例: 磚縫 7mm-10mm)。 2. 檢查結果合格者應註明「○」, 不合格者註明「✕」, 如無需檢查之項目則打「/」。 3. 嚴重缺失、缺失未完成改善, 應填具「不合格追蹤管制表第○項」進行追蹤限期改善。 4. 現場檢查時, 應同時審視施工廠商現場安全衛生之執行情形。 5. 本表由現場工程師實地檢查後嚴實記載簽認, 並應由工地主任(工地負責人)確實核閱。 6. 檢查表之編號應確實編列, 且表單編號應具連續性不得跳號(不得以年月日形式編列)。 現場工程師簽名: 工地主任(工地負責人)簽名:					

附錄 9 圍籬安裝施工抽查紀錄表

PD-01 台灣世曦工程顧問股份有限公司
圍籬安裝施工抽查紀錄表

編號:

工程名稱		C031 代辦臺鐵南平至萬榮雙軌化土建及電車線工程			
分項工程名稱		半阻隔式圍籬(移設)			
抽查位置		2+4k+540~2+5k+410 (L:870m)	抽查日期	110年10月30日	
抽查時機		<input checked="" type="checkbox"/> 檢驗停留點★ (<input type="checkbox"/> 安衛查驗點※) <input type="checkbox"/> 不定期抽查			
施工流程		<input type="checkbox"/> 施工前 <input type="checkbox"/> 施工中檢查 <input checked="" type="checkbox"/> 施工完成檢查			
抽查結果		<input type="checkbox"/> 檢查合格 <input checked="" type="checkbox"/> 有缺失需改正 / 無此檢查項目			
施工作業應提出證明文件記錄				<input type="checkbox"/> 齊全 <input type="checkbox"/> 不齊全	
管理項目 (★檢驗停留點/※安衛查驗點)		抽查標準 (定量定性)	實際抽查情形 (敘述抽查值)	抽查結果	備註 抽查人簽名 (加註日期/時間)
施工前	材料檢查	無損壞	部份材料鏽蝕	X	
	定位	無侵犯路權線及開挖區	部份侵入路權 1.9m	X	
施工中	★立柱埋設深度	立柱埋入深度>40cm 12cm	12cm	0	
	★立柱間距	<input type="checkbox"/> 全阻隔圍籬:間距 1.2m <input checked="" type="checkbox"/> 半阻隔圍籬:間距 1.8m	@1.8m 符合	0	
	★防溢座位置	與圍籬間緊密無空隙	/		
施工後	★清理	不得遺留雜物	無遺留雜物	0	
※安全衛生查驗點	檢視承攬廠商安全衛生自動檢查表單填報情形及填具施工安全衛生抽查紀錄表	<input checked="" type="checkbox"/> 施工前	已填妥	0	
		<input type="checkbox"/> 施工中			
		<input type="checkbox"/> 施工後			
		<input type="checkbox"/> 不定期			

附錄 10 附件清單

項次	資料名稱	備註
1	C031 工程鳳林隧道施工安全措施（含圍籬架設）計畫	
2	C031 工程無道碴軌道工程施工計畫	
3	C031 工程品質計畫	
4	C031 工程細部設計圖	
5	C031 工程鳳林隧道安全圍籬設置施工圖	
6	臺東線路線 PP 圖（花蓮港~三民）	
7	鐵路機車車輛檢修規則	
8	交通部臺灣鐵路管理局車輛檢修程序	
9	復興號車型定期檢修一級檢修基準	
10	復興號車型定期檢修二級檢修基準	
11	交通部鐵道局施工技術規範（土木工程類）第 01564 章	
12	1201 臺鐵第 611 車次鳳林隧道事件檢討報告	
13	交通部臺灣鐵路管理局行車實施要點	
14	交通部臺灣鐵路管理局動力車乘務員標準作業程序	
15	FTIR 成分檢測（漆料成分比對分析）測試報告	
16	交通部鐵道局品質查證程序（RBH-2-C33）	

附錄 11 工信工程股份有限公司來會陳述意見

報告章節/頁數	原報告內容段落	陳述意見
2.2.1	<p>貴會調查報告「2.2.1 施工圍籬脫落之因素」第三段所述：「本會認為，工信工程於施工圍籬之架設，採取沿用既有孔洞複焊容易衍生焊孔擴大、鏽蝕延續等不利於穩固之現象，即使另加設斜撐鋼筋進行額外加固，可能無法完全符合原始設計之應力抵抗值，在歷經 1 個月多次列車通過後，施工圍籬焊點逐漸鬆動不穩固，可抵抗的應力逐漸下降，當本次事故列車通過時，因施工圍籬應力承受不住風壓吸引，進而產生脫落傾倒現象。」之結論（與「3.1 與可能肇因有關之調查發現」之內容相同），似有速斷。</p>	<p>按：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、縱使複焊於既有舊孔洞上，但是所稱產生焊孔擴大、鏽蝕延續，僅屬理論上之推測，事故圍籬之焊孔是否擴大、鏽蝕情況等並未實際確認。而擴大之焊孔是否可經由滿焊而消除焊孔擴大之不利因素？位在隧道內無淋雨之圍籬是否確有鏽蝕狀況？凡此重要之因素，報告均並未調查或論及。 二、報告雖提及施工時有另加斜撐鋼筋進行額外加固，但卻在無具體佐證之下，僅以推測的方式即認定斜撐鋼筋無法完全符合原始設計之應力抵抗值，實非正辦。報告結論僅以

報告章節/頁數	原報告內容段落	陳述意見
		推測方式，且推測之引據均是對本公司不利之因素，殊嫌速斷且行政程序上有違「有利不利一律注意原則」。
2.2.3	<p>貴會調查報告「2.2.3 施工圍籬養護」第五段所述：「本會認為，工信工程於鳳林隧道工地有施工圍籬侵入鐵路建築界限及未按計畫及規範執行維護等現象，但工程主辦機關鐵道局東工處及監造單位台灣世曦均未能立即要求施工單位工信工程改正，顯示鐵道局東工處、台灣世曦及工信工程均未能落實相關施工圍籬設置及養護規範，不利於施工圍籬之安全管理。」之結論，恐對本件事故有連結之誤解。</p>	<p>按：</p> <p>鳳林隧道工地有施工圍籬侵入鐵路建築界限乙節，並非事故位置附近之圍籬，如此敘述將誤認事故位置之圍籬早已侵入鐵路建築界限，但工程主辦機關鐵道局東工處及監造單位台灣世曦均未能立即要求改正，易有事故之發生具有人為不作為因果關係之解讀連結。</p>
		再者，列車高速通過長隧道，將產生活塞效應，於某位置所產生風壓之大小並非定值且有正

報告章節/頁數	原報告內容段落	陳述意見
		<p>或負（推力、吸力）之方向性，列車通過事故圍籬時之風壓是產生推力還是吸力？事故圍籬之破壞與受力方向是否符合列車通過之風壓過程？均有探究之重要性。倘列車通過時之風壓作用在圍籬是推力的話，圍籬縱有破壞脫落亦是遠離車廂，不會發生本件碰撞事故。</p>
		<p>事故圍籬（高度 1.4 公尺）距離列車外圍達 0.61 公尺之距離，加上圍籬上部是網狀鏤空（高度 0.6 公尺），下部是擋碴牆（高度 0.35 公尺），所產生風壓之作用高度僅剩 0.45 公尺，此等速度之列車與距離產生之風壓應力是否足以作用在圍籬上達到破壞程度？在通車多時皆未曾有此問題之背景下，亦應有探究之必要。</p>
		<p>事故列車之調查，自第 2 車車廂開始，全部都是凹陷或刮痕（傷）且為數眾多，確實符合行</p>

報告章節/頁數	原報告內容段落	陳述意見
		<p>駛列車與異物接觸之動態情狀。惟第 1 車車廂並無任何凹陷或刮痕(傷)，僅有發現車廂空調機下方排水管遺失，且支架上有使用束帶之舊痕跡。此一情狀除與第 2 車車廂以後之受損情狀(滿布凹陷或刮痕)完全不同之外，設若該排水管是圍籬所撞擊才脫落的話，僅有留下束帶之舊痕跡而旁邊完全沒有任何凹陷或刮痕(傷)，則該排水管之脫落是否為圍籬所撞擊而發生，顯非無疑。貴會認定此為事故之第 0 點，實有速斷。</p> <p>按理，該排水管是自行脫落之可能性應遠高於因圍籬撞擊而脫落之可能性，且排水管掉落對於本件事故產生之位置順序與因果關係均有其探究之重要性。</p>
		<p>至於事故發生前是否有速度更快之列車(風壓更大)通過卻未發生問題？而關於列車車前行</p>

報告章節/頁數	原報告內容段落	陳述意見
		<p>車影像紀錄，調查報告雖說明隧道內光源較缺乏，故畫面較為模糊。惟縱使畫質不清晰，但若可看出在列車通過時圍籬如果無異常晃動，亦是佐證圍籬未受風壓影響的重要佐證，此部分也應列入分析與評估。</p>
		<p>進一步，若事故發生前有速度更快之列車通過卻未發生問題且事故列車車頭 CCTV 通過之影像並無圍籬鬆動之情事，而第 1 車車廂排水管脫落之列車通過後卻發生圍籬傾倒，如此顯然差異之現象也有探究之必要性。若模擬列車通過時之風壓，遠低於破壞強度或不同於破壞方向時，上開零件脫落之探討與重要性更不應忽略。</p>