



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 113 年 06 月 21 日

國營臺灣鐵路股份有限公司

第 229 次車新自強號

新和仁隧道正線出軌事故

報告編號：TTSB-ROR-25-11-001

報告日期：民國 114 年 11 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 113 年 6 月 21 日，國營臺灣鐵路股份有限公司（以下簡稱臺鐵公司）一列由花蓮縣瑞穗站往北開往新北市樹林站之第 229 次車新自強號列車（以下簡稱事故列車），由 12 節車廂組成，行經花蓮縣新清水隧道後，於新和仁隧道南口前，撞及由大清水溪溢流至軌道上之土石流，造成事故列車第 1 車、第 2 車及第 9 車出軌。

依車前影像紀錄、閉路電視、事故現場勘檢情形，1632:06 時北迴線里程 K51+178 至 K51+200 間之軌道遭大清水溪溢流至軌道上之土石流淹沒，1649:54 時，事故列車以時速約 118 公里/小時撞及土石流後車頭抬起，造成第 1 車第 4 軸、第 2 車全 4 個軸、第 9 車第 2 軸出軌及第 1 車主排障器斷裂，另因主風泵損壞導致總風缸壓力下降而觸發列車緊急緊軔，1650:22 時事故列車停車於北迴線里程 K50+696 處（新和仁隧道內）。本次事故計造成 9 人受傷。

依據中華民國運輸事故調查法及重大運輸事故之範圍，國家運輸安全調查委員會為負責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、交通部鐵道局及臺鐵公司。

本事故調查報告於 114 年 9 月 23 日經本會第 78 次委員會議審議通過。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，分述如後：

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，包括不安全作為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失等。

與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響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，但提升了事故發生機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關聯，但基於確保未來運輸安全之故，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運輸安全、解決爭議或澄清待決疑慮之使用者。其中部分調查發現係屬大眾所關切，且常見於國際運輸事故調查組織調查報告之標準格式中，以作為資料分享、安全警示、教育及改善運輸安全目的之用。

與可能肇因有關之調查發現

1. 臺鐵公司花蓮工務段值班室即時監看西正線攝影機之原始設計，與值班室內其他攝影機不同，不具有 AI 辨識及告警功能，臺鐵公司並未將此差異告知或訓練值班人員，因此值班人員未能即時發現事故前一日及當日均發生土石流溢流至軌道之情況，致未通知行控處轉知列車司機員，以即時停止列車運轉。
2. 司機員未收到土石流溢流至軌道上之告警，撞及土石流前，司機員亦未發現路線上之土石流，未操作司軔閥或按壓緊急煞車開關，列車以時速約 118 公里/小時撞及軌道上之土石流後出軌，司機員於撞擊後 4 秒，負傷操作司軔閥把手至緊軔位。

與風險有關之調查發現

1. 臺鐵公司未依農業部農村發展及水土保持署每年公布土石流潛勢溪流對

鐵路之影響範圍，訂定完整土石流資訊掌握、預警及應變等作業機制，不利即早發現大清水溪之土石流情形。

2. 交通部及臺鐵公司於地震後，未與土石流潛勢溪流之上中下游權責機關建立土石流聯合勘查、治理、預警等合作機制，不利即時掌握流域崩塌、河道堆積等資訊，可能增加土石流入侵軌道之風險。
3. 臺鐵公司執行大清水溪橋特別檢測結果發現，大清水溪有河道淤積需追蹤觀察情況，惟後續臺鐵公司未依鐵路橋梁檢測作業手冊進行監測改善追蹤作業，無法即早辨識該路段存在土石流入侵軌道之風險。
4. 臺鐵公司機務段在職訓練教材未包括 EMU3000 型緊急煞車開關設備介紹，不利司機員於遇緊急狀況時可選擇按壓該開關，以降低列車衝擊之傷害。

其他調查發現

1. 事故列車司機員、列車長之乘務資格、體格及尿液檢查、酒精檢測等無與本案有關之異常發現。

貳、運輸安全改善建議

調查期間運輸安全通告

本會於民國 113 年 7 月 19 日對農業部林業及自然保育署阿里山林業鐵路及文化資產管理處、國營臺灣鐵路股份有限公司、台灣高速鐵路股份有限公司、台灣糖業股份有限公司等發布以下之調查期間運輸安全通告。

1. 請鐵道營運機構評估土石流潛勢溪流可能影響鐵道橋梁之路段，建立縝密之監控及應變機制，避免列車因撞及土石造成事故。

致交通部

1. 協助國營臺灣鐵路股份有限公司與農業部、經濟部、交通部中央氣象署、國家災害防救科技中心等機關，建立土石流潛勢溪流之聯防機制。

致交通部鐵道局

1. 本於監理機關權責請就本案致國營臺灣鐵路股份有限公司有關之安全改善建議，納入鐵路法第 41 條所定定期及不定期檢查。

致國營臺灣鐵路股份有限公司

1. 依農業部農村發展及水土保持署發布土石流潛勢溪流及大規模崩塌潛勢區影響範圍之清單，建立土石流潛勢溪流觀測、預警、應變之標準作業程序。
2. 重新檢視鐵路橋梁檢測作業手冊之規定，於橋梁檢測後(含定期檢測、防汛檢測、特別檢測)發現河道淤積、異常等情形，應建立安全評估與改善追蹤機制。
3. 重新檢視修訂預警系統之訓練教材及說明，明確區分具告警功能及未具告警功能設備之差異。
4. 重新檢視 EMU3000 型列車訓練教材，特別著重於 EMU3000 型列車與既有車型之設備功能的差異訓練。

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.....	xv
第 1 章 事實資料.....	1
1.1 事故經過.....	1
1.2 人員傷害.....	2
1.3 損害.....	3
1.3.1 列車損害.....	3
1.3.2 軌道損害.....	4
1.3.3 其他損害.....	5
1.4 人員資料.....	5
1.4.1 司機員.....	5
1.4.2 列車長.....	5
1.4.3 花蓮工務段值班人員.....	6
1.5 列車資料.....	6
1.5.1 緊急煞車開關.....	7
1.5.2 列車防護無線電.....	7
1.6 軌道及設施資料.....	8
1.6.1 大清水溪橋檢測.....	8
1.6.2 鐵路邊坡養護.....	9
1.6.3 軌道巡查紀錄.....	11
1.7 天氣.....	12
1.8 土石流潛勢溪流.....	12
1.8.1 土石流潛勢溪流劃設原則.....	12
1.8.2 土石流潛勢溪流.....	13
1.9 邊坡預警系統.....	14

1.9.1 緣由.....	14
1.9.2 系統架構.....	16
1.9.3 預警統包案第二次變更設計	17
1.9.4 邊坡預警系統之監視機制	18
1.9.5 邊坡預警系統紀錄	20
1.9.6 教育訓練.....	21
1.10 紀錄器.....	23
1.10.1 紀錄器時間同步.....	23
1.10.2 列車自動防護系統	24
1.10.3 列車控制監視系統 TCMS.....	25
1.10.4 影像紀錄器.....	26
1.11 訪談摘要.....	27
1.11.1 第 229 次司機員.....	27
1.11.2 第 229 次列車長.....	28
1.11.3 第 229 次便乘列車長.....	28
1.11.4 花蓮工務段值班人員.....	28
1.11.5 臺鐵花蓮工務段主管.....	29
1.11.6 中華電信專案經理.....	30
1.12 事件序.....	32
第 2 章 分析.....	33
2.1 土石流潛勢溪流因應作為	33
2.1.1 土石流發生原因	33
2.1.2 土石流潛勢溪流對鐵、公路之影響	34
2.1.3 土石流觀測機制	34
2.1.4 大清水溪河道變化	35
2.2 大清水溪橋檢測.....	38
2.3 邊坡預警系統功能.....	39
2.3.1 工程契約第二次變更	40
2.3.2 邊坡預警系統監視機制及人員教育訓練	41

2.4 司機員相關作為.....	43
第 3 章 結論.....	44
3.1 與可能肇因有關之調查發現	44
3.2 與風險有關之調查發現.....	45
3.3 其他調查發現.....	45
第 4 章 運輸安全改善建議	46
4.1 改善建議.....	46
4.2 已完成或進行中之改善措施	47
附錄 1 外物入侵告警系統啟動暨解除處置辦法	48
附錄 2 告警系統之告警紀錄	57
附錄 3 大清水溪橋特別檢測結果	58

本頁空白

表目錄

表 1.5-1 EMU3000 型列車基本性能諸元	6
表 1.6-1 鐵路橋梁檢測類別表.....	9
表 1.6-2 新和仁隧道南口橋梁檢測結果.....	9
表 1.6-3 邊坡分級標準及處置對策一覽表.....	10
表 1.6-4 鐵路邊坡巡查方式及檢測週期一覽表	10
表 1.6-5 113 年事故地點相鄰邊坡特別檢測紀錄	11
表 1.9-1 設置全自動化監視預警設備位置.....	15
表 1.9-2 花蓮工務段轄下告警管理系統內容.....	19
表 1.9-3 中華電信教育訓練課程表	21
表 1.10-1 事故影像抄件.....	26
表 1.12-1 本次事故事件序.....	32

本頁空白

圖目錄

圖 1.1-1 事故地點示意圖.....	2
圖 1.1-2 土石流淹沒軌道圖.....	2
圖 1.3-1 第 1 車、第 2 車之車損情形.....	3
圖 1.3-2 第 9 車之車損情形.....	4
圖 1.3-3 事故路段軌道損害示意圖.....	4
圖 1.3-4 軌道電路腳套線、計軸器及接線之損害	5
圖 1.5-1 EMU3000 型列車編組.....	6
圖 1.5-2 緊急煞車開關配置位置圖.....	7
圖 1.5-3 列車防護無線電裝置位置圖.....	8
圖 1.7-1 交通部中央氣象署測站位置圖.....	12
圖 1.8-1 土石流潛勢溪流劃設作業流程圖.....	13
圖 1.8-2 花縣 DF024 潛勢溪流位置圖及影響範圍	14
圖 1.8-3 節錄 113 年土石流潛勢區影響範圍清單.....	14
圖 1.9-1 全自動化監視預警系統規劃預警系統啟動流程圖	16
圖 1.9-2 預警統包案第二次變更設計項目摘要	17
圖 1.9-3 工務段值班室配置圖.....	18
圖 1.9-4 跑馬燈告警文字示意圖（非當日事故告警）	19
圖 1.9-5 節錄預警監視系統畫面（非事故現場）	22
圖 1.9-6 節錄值班人員告警系統教育訓練簡報	22
圖 1.9-7 值班室訓練教材連結.....	23
圖 1.10-1 事故列車 ATP 運轉曲線圖	24
圖 1.10-2 事故列車之 TCMS 紀錄圖.....	25
圖 2.1-1 土石流潛勢溪流 DF166 觀測設備示意圖	35
圖 2.1-2 113 年 6 月 20 日大清水溪發生第一次土石流	36
圖 2.1-3 大清水溪河道土石堆積圖.....	37
圖 2.1-4 事故前大清水溪橋之溢流情形.....	37
圖 2.3-1 K51+170~K51+500 槍型攝影機設置位置.....	40
圖 2.3-2 邊坡預警系統 K51 處之即時監視畫面.....	42

本頁空白

英文縮寫對照簡表

AI	Artificial Intelligence	人工智慧
ATP	Automatic Train Protection	列車自動防護系統
CCTV	Closed-Circuit Television	閉路電視
GIS	Geographic Information System	地理資訊系統
GPS	Global Positioning System	全球衛星定位系統
TCMS	Train Control and Monitor System	列車控制監視系統
RU	Recording Unit	紀錄單元
VCB	Vacuum Circuit Breaker	真空斷路器
UTC	Coordinated Universal Time	國際標準時間

本頁空白

第 1 章 事實資料

1.1 事故經過

民國 113 年 6 月 21 日，國營臺灣鐵路股份有限公司（以下簡稱臺鐵公司）一列由花蓮縣瑞穗站往北開往新北市樹林站之第 229 次車新自強號列車（以下簡稱事故列車），由 12 節車廂組成，行經花蓮縣新清水隧道後，於新和仁隧道南口前，撞及由大清水溪溢流至軌道上之土石流，造成事故列車第 1 車、第 2 車及第 9 車出軌，事故地點示意圖如圖 1.1-1、土石流淹沒軌道圖如圖 1.1-2。本次事故造成 8 名乘客及 1 名司機員，共計 9 人受傷。

事故列車於 1630:22¹時由花蓮縣花蓮站出發。依車前影像紀錄、閉路電視（Close-Circuit Television, CCTV）、列車自動防護系統（Automatic Train Protection, ATP）紀錄、事故現場勘檢情形，1632:06 時北迴線里程 K51+178 至 K51+200 間之軌道遭大清水溪溢流至軌道上之土石流淹沒，1649:54 時，事故列車以時速約 118 公里/小時撞及土石流後車頭抬起，造成第 1 車第 4 軸、第 2 車全 4 個軸、第 9 車第 2 軸出軌及第 1 車主排障器斷裂，另因主風泵損壞導致總風缸壓力下降而觸發列車緊急緊軔，1650:22 時事故列車停車於北迴線里程 K50+696 處（新和仁隧道內）。

¹ 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間，即國際標準時間（Coordinated Universal Time, UTC）加 8 小時，採 24 小時制。

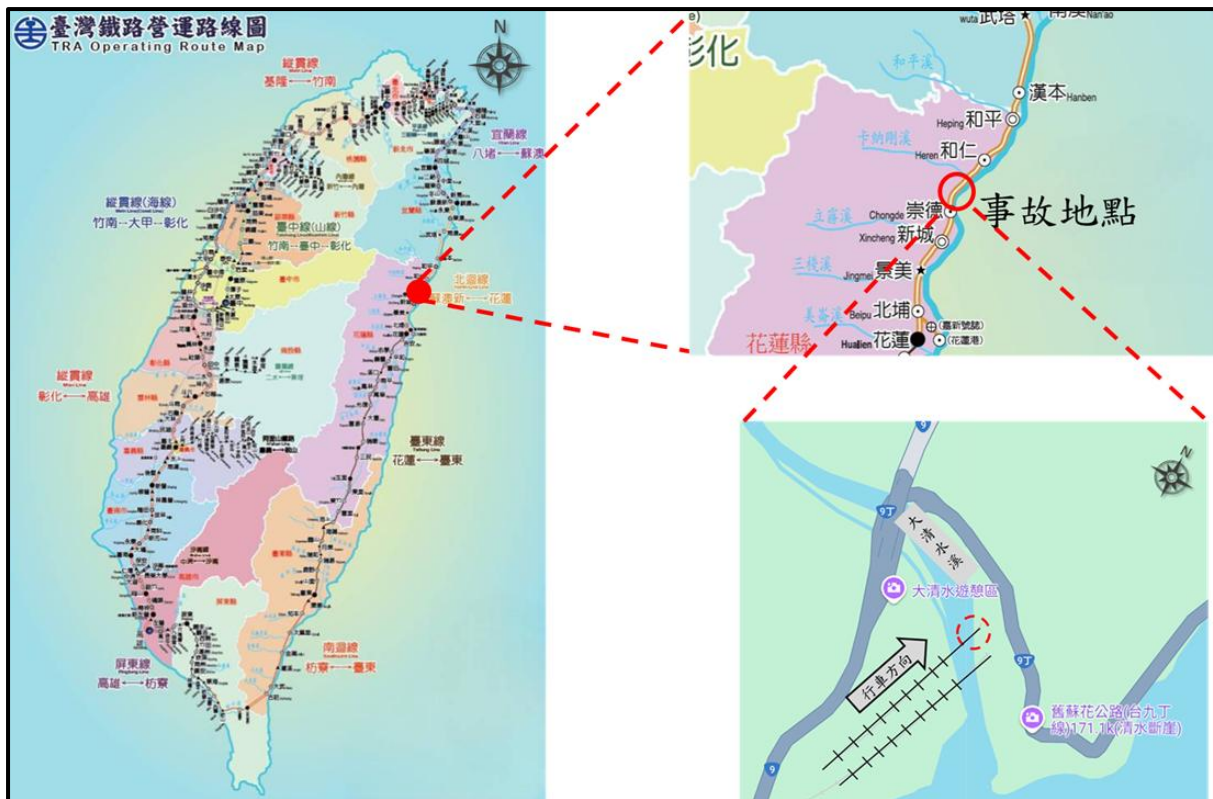


圖 1.1-1 事故地點示意圖



圖 1.1-2 土石流淹沒軌道圖

1.2 人員傷害

本次事故造成 8 名乘客及 1 名司機員受傷，共計 9 人受傷。

1.3 損害

1.3.1 列車損害

事故列車撞及新和仁隧道南口之土石流(里程 K51+178 至 K51+200)，造成行進方向第 1 車 (ED3461) 第 4 軸、第 2 車 (EM3461) 4 個軸及第 9 車 (EM3465) 第 2 軸出軌，並持續滑行至里程 K50+696 處停車。經調查小組實地勘檢後，主要受損項目包括：主(輔)排障器斷損、空氣彈簧破損及主風泵損壞等。第 1 車及第 2 車損害項目及位置如圖 1.3-1、第 9 車損害項目及位置如圖 1.3-2。

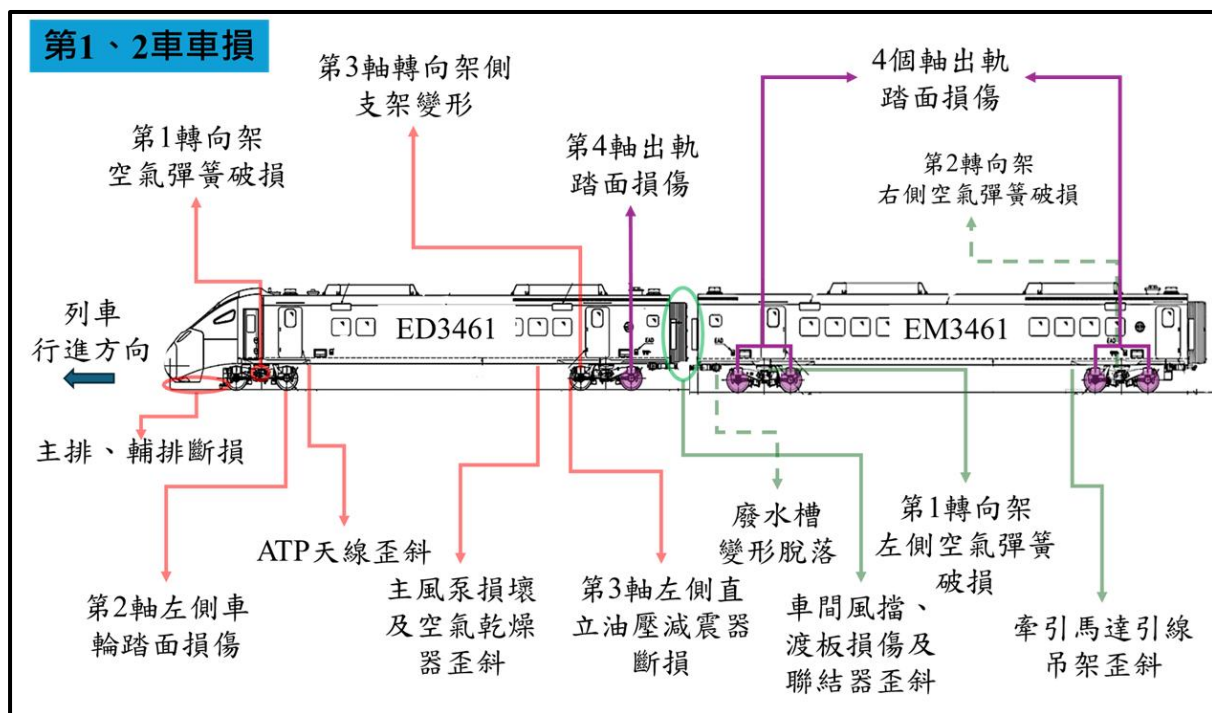


圖 1.3-1 第 1 車、第 2 車之車損情形

第9車車損

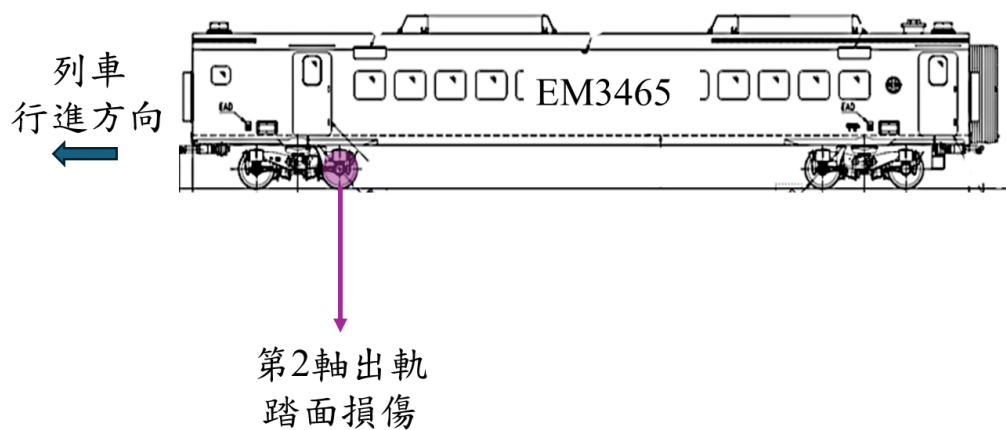


圖 1.3-2 第 9 車之車損情形

1.3.2 軌道損害

事故列車撞及新和仁隧道南口溢流至軌道上之土石流（範圍約長 22.4 公尺、寬 10 公尺）後出軌並持續滑行，造成軌枕、扣件及基座墊片損壞，其中軌枕損壞 719 支（含斷裂 381 支），事故列車最後停於里程約 K50+696 處，事故路段軌道損害如圖 1.3-3。

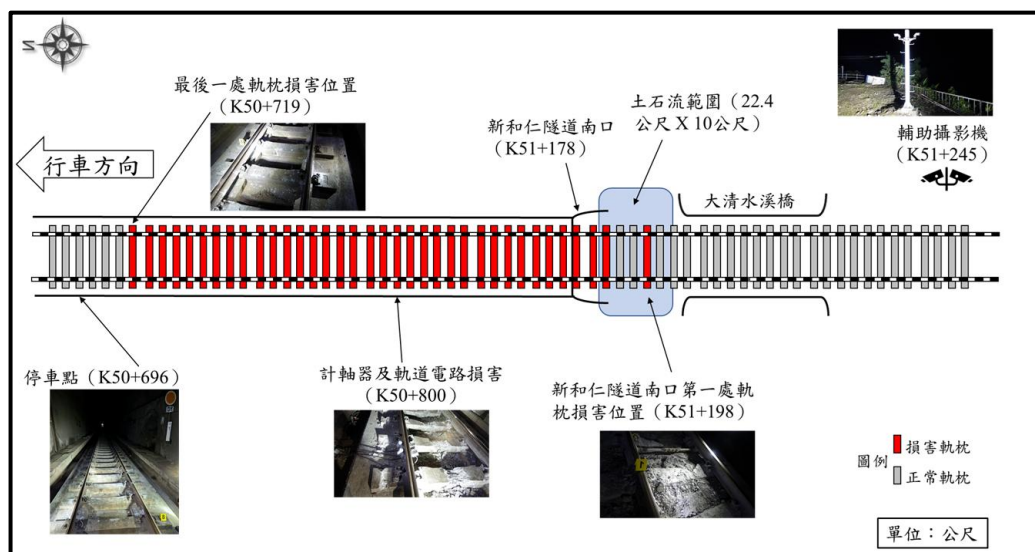


圖 1.3-3 事故路段軌道損害示意圖

1.3.3 其他損害

事故路段軌道電路腳套線、計軸器及接線之損害情形如圖 1.3-4。

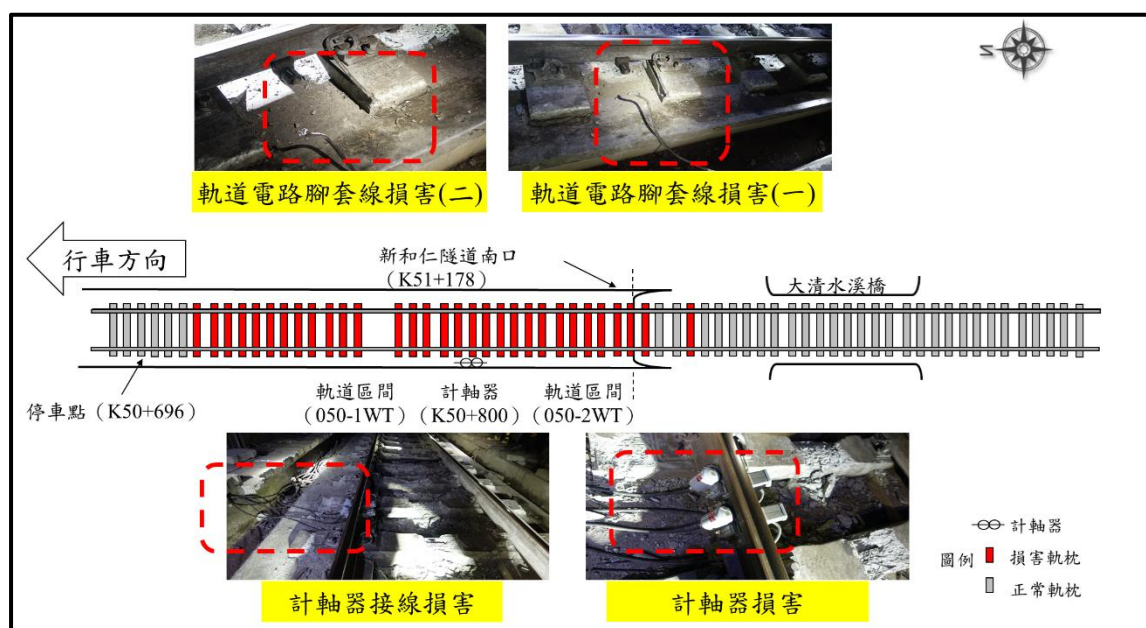


圖 1.3-4 軌道電路腳套線、計軸器及接線之損害

1.4 人員資料

1.4.1 司機員

事故列車司機員於民國 104 年進入臺鐵公司服務，民國 107 年 7 月開始擔任司機員，民國 113 年 2 月取得事故列車(EMU3000 型)之乘務資格。

該員於民國 113 年 4 月完成最近一次行車人員體格檢查，檢查結果為合格；民國 113 年 6 月藥物尿液檢驗結果顯示安非他命類、鴉片類、愷他命類皆為陰性；該員最近一次規章檢定為民國 112 年，測驗成績為合格。

事故當日該員於 1540 時花蓮機務段報到，值勤前酒精含量檢測之結果為 0.00 毫克/公升。

1.4.2 列車長

事故列車列車長於民國 111 年進入臺鐵公司服務，並取得車長乘務資格。民國 112 年 8 月完成最近一次行車人員體格檢查，檢查結果為合格；

民國 112 年 8 月藥物尿液檢驗結果顯示安非他命類、鴉片類皆為陰性；該員最近一次技能檢定為民國 113 年，學科及術科均合格。

1.4.3 花蓮工務段值班人員

該員於民國 90 年 4 月進入臺鐵公司花蓮工務段服務。事故前之工作內容為監看花蓮工務段轄區之邊坡告警系統、執行告警發生後之確認、通報及監看轄區劇烈天氣系統觀測值等工作。

1.5 列車資料

事故列車為 EMU3000 型列車，由 2 輛駕駛車(ED)、6 輛馬達車(EM)、3 輛電源車 (EP) 及 1 輛拖車 (ET)，共計 12 輛車廂所組成，列車編組如圖 1.5-1。依據臺鐵公司所提供之 EMU3000 型列車性能原廠技術手冊，本型車列車基本諸元資料彙整如表 1.5-1。

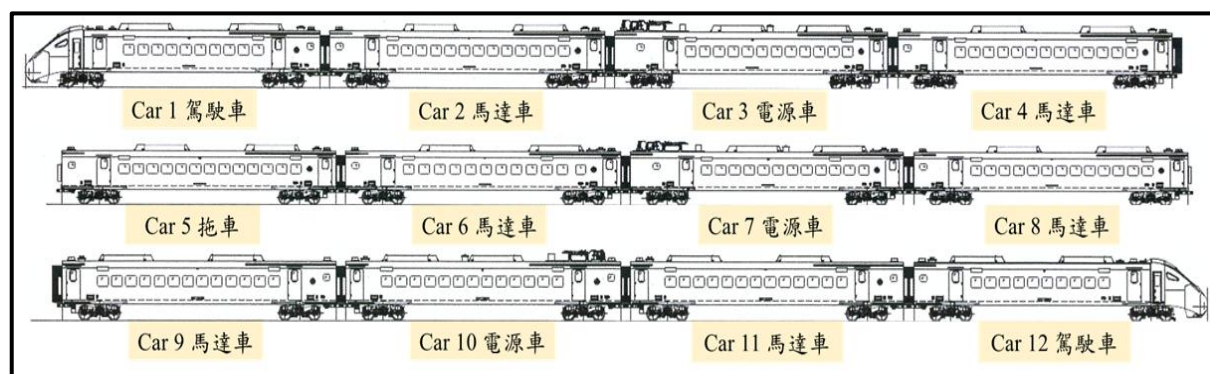


圖 1.5-1 EMU3000 型列車編組

表 1.5-1 EMU3000 型列車基本性能諸元

項目	規格
營運最高車速	130 公里/小時
馬達類型/數量	3 相 4 極鼠籠式感應馬達/每編組共 24 具
馬達輸出功率	190 千瓦 (每具)
加速率 ²	0~50 公里：0.70 公尺/秒平方 0~130 公里：0.33 公尺/秒平方
煞車系統	摩擦及電氣煞車

² 輪徑 820 公釐、W3 載重 (滿載)，行駛於±3‰乾燥軌面所量測之加速率。

減速率 ³	最大常用緊軔：>0.83 公尺/秒平方 緊急緊軔：1.4 公尺/秒平方
緊急緊軔距離 ⁴	速度自 130 公里/小時至停車之煞車距離應在 600 ± 10% 公尺之內（包括空走距離）。

1.5.1 緊急煞車開關

EMU3000 型於兩端駕駛車（第 1 車及第 12 車）之駕控台上均配置緊急煞車開關，司機員遇前方有障礙物、電車線受損或任何有礙運轉安全之狀況時，可壓下此開關後啟動緊急緊軔停車。此開關一旦作動，列車將會同時自動執行緊急緊軔、真空斷路器（Vacuum Circuit Breaker, VCB）切開、集電弓降弓及鳴高音汽笛 3 秒，其配置位置如圖 1.5-2。

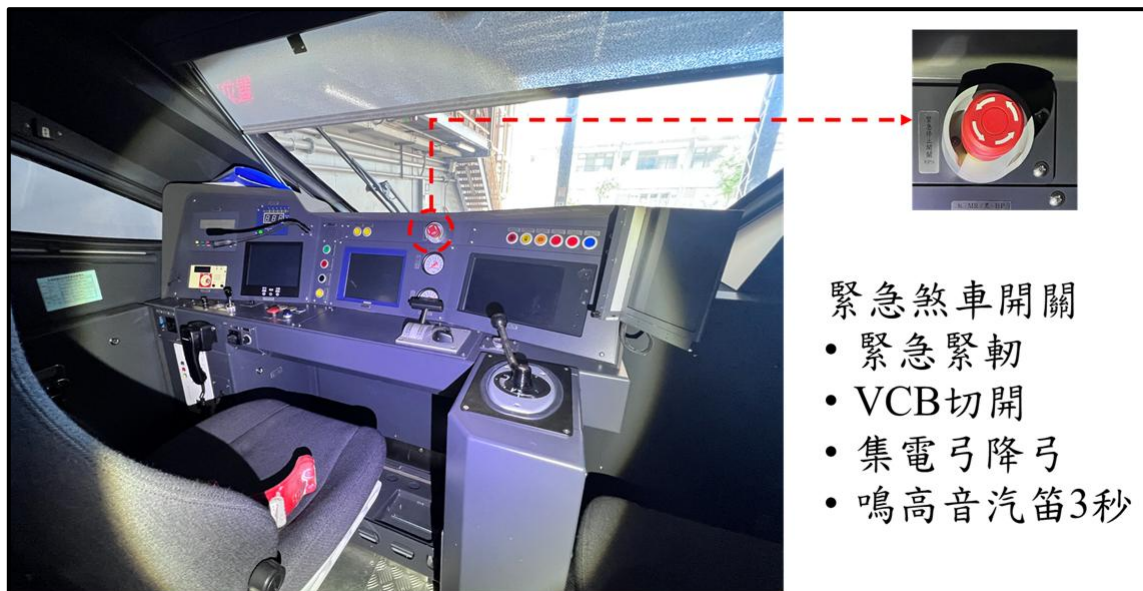


圖 1.5-2 緊急煞車開關配置位置圖

1.5.2 列車防護無線電

臺鐵公司於各車型駕駛室中均配置列車防護無線電裝置，事故列車 EMU3000 型之防護無線電裝置設置於駕駛台左側，當列車發生行車事故或有發生可能影響鄰近列車之運轉安全之虞時，司機員可按下發報按鈕，通

³ 輪徑 820 公釐、W3 載重（滿載），行駛於±3‰乾燥軌面，實施最大常用緊軔煞車由時速 130 公里至 0 公里所量測之平均減速率。

⁴ 列車組於 W3 載重（滿載）狀態、乾軌道、平坦直線上（包括±3‰坡度），速度自 130 公里/小時至停車。

告事故範圍內其他列車司機員採取緊急停車措施，設置位置如圖 1.5-3。

依據臺鐵公司動力車乘務員標準作業程序之「行車事故（出軌、傾覆）緊急通報及等待救援之處理」內容，列車因出軌、傾覆無法即時運轉時，司機員需立即停車並按下列車防護無線電之「發報按鈕」，經通報控制員後，依事故之狀況施作相對應列車防護。

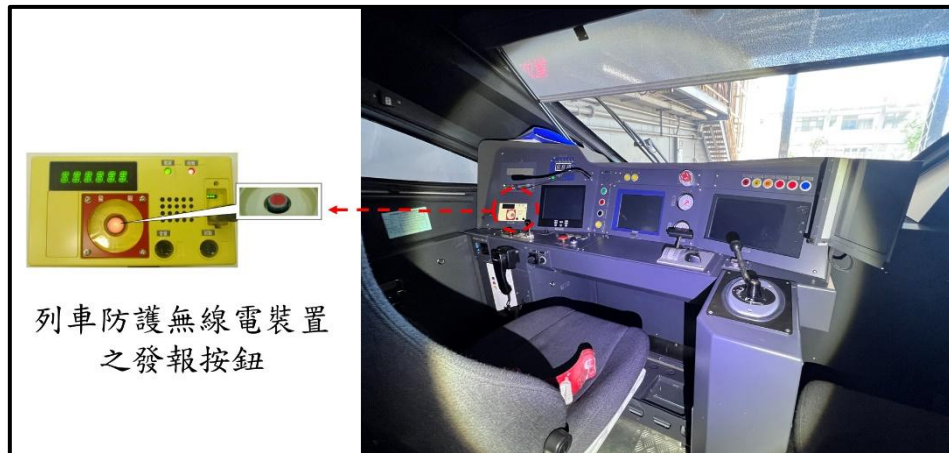


圖 1.5-3 列車防護無線電裝置位置圖

1.6 軌道及設施資料

依臺鐵宜蘭線、北迴線及三支線之北迴線 K50~K52 平面及縱斷面圖，事故路段線型屬直線段，坡度約為 7‰，採無道碴式道床及無防脫護軌設計。鋼軌之軌距為 1067 公釐，採用 50kg-N 硬化處理鋼軌。

1.6.1 大清水溪橋檢測

臺鐵公司依交通部頒「鐵路橋梁之檢測及補強規範」訂定「鐵路橋梁檢測作業手冊」，其中橋梁檢測類別分為定期檢測、防汛檢測、特別檢測、詳細檢測等，相關之檢測週期、目的、辦理方式如表 1.6-1。事故路段最近一次相關檢測紀錄摘要如表 1.6-2。

表 1.6-1 鐵路橋梁檢測類別表

類別	檢測週期	檢測目的	辦理方式
定期檢測	原則每 2 年 1 次	掌握橋梁健全度及早發現造成功能降低或異常之損傷情形。	工務段自行辦理或委外辦理
防汛檢測	每年 1 月初至 4 月底，5 月底前提出檢測報告	檢測跨河橋梁下部結構構件（河道、橋台基礎、橋墩等）	工務段自行辦理或委外辦理
特別檢測	不定期	重大事故、災害發生，為確認損傷程度及防止災害擴大而實施之檢測。	工務段自行辦理或委外辦理
詳細檢測	不定期	定期檢測、特別檢測後，認為必要時，以儀器或相關設備進行局部破壞或非破壞檢測。	工務段自行辦理或委外辦理

表 1.6-2 新和仁隧道南口橋梁檢測結果

類別	檢測週期	最近一次檢測日期	河道檢測結果	橋台檢測結果
定期檢測 (全構件)	原則每 2 年 1 次	112 年 9 月 13 日	良好	良好(橋台) 無法檢測(基礎)
防汛檢測 (跨河橋梁)	每年 1 月初至 4 月底，5 月底前提出檢測報告	113 年 2 月 6 日	良好	良好(橋台) 無法檢測(基礎)
特別檢測	不定期	113 年 5 月 6 日	河道淤積	安全
	不定期	113 年 6 月 17 日	河道淤積	北橋台護欄損壞，需補強
詳細檢測	不定期	無		

1.6.2 鐵路邊坡養護

依臺鐵公司之「鐵路邊坡養護手冊（修訂二版）」第 1.4 節邊坡等級，共分為 A、B、C、D 四個等級，本事故地點相鄰邊坡位置於臺鐵和仁站與

崇德站間西正線，里程約 K51+170 至 K51+181(以下簡稱本事故相鄰邊坡)，屬 C 級邊坡，各分級標準及處置對策敘述，如表 1.6-3。

表 1.6-3 邊坡分級標準及處置對策一覽表

等級	標準及處置對策
A 級坡	邊坡有明顯不穩定徵兆，且可能影響列車通行，需採取必要之維護、補強、整治或列車通行管理等緊急處理措施並配合密切巡查及監測。
B 級坡	邊坡有疑似不穩定徵兆，且可能影響列車通行需採取必要之維護、補強或整治措施，並加強巡查及監測。
C 級坡	邊坡無明顯不穩定徵兆，仍需進行巡查或例行性維護，並視需要進行監測。
D 級坡	邊坡處於穩定狀況仍需進行巡查或可解除列管回歸各路線保養作業。

依「鐵路邊坡養護手冊（修訂二版）」第 2.5 節巡查頻率，邊坡巡查方式分為經常巡查、定期巡查及特別巡查，C 級坡之巡查方式及檢測週期摘要如表 1.6-4。

表 1.6-4 鐵路邊坡巡查方式及檢測週期一覽表

類別	巡查項目	巡查方式	巡查頻率	備註
經常巡查	1.路基異常 2.邊坡異常	以日間巡查為主	C 級坡：至少每季 1 次	經常巡查與定期巡查或特別巡查之日期相同時，經常巡查可暫停執行 1 次。 若現場已派員看守，則經常巡查可暫停執行，並於看守人員撤離後恢復執行。
定期巡查	1.自然植生坡面 2.坡體穩定或坡面保護設施 3.落石防治設施 4.邊坡排水設施 5.監測設施	養護單位視業務狀況委託專業廠商辦理(巡查單位需先擬妥邊坡巡查工作計畫)	C 級坡： ● 邊坡災害潛感因子：低，每 2 年 1 次。 ● 邊坡災害潛感因子：中、高，每年 1 次。	該年度尚未排入辦理定期巡查之邊坡除於經常巡查時檢視路基排水外，仍應於每年汛期前辦理邊坡排水清淤作業。
特別巡查	同上	養護單位視業務狀況委託專業廠商辦理(巡查	災害或事故後視現地狀況為之	

類別	巡查項目	巡查方式	巡查頻率	備註
		單位需先擬妥邊坡巡查工作計畫)		

依臺鐵公司民國 112 年 7 月 7 日於事故地點鄰近邊坡之定期巡查紀錄，內容記載「須留意上方臺 9 線易有落石，擋土設施無明顯異常」；民國 113 年 5 月 6 日北迴線 K51+170 至 K51+181「完全填方路堤邊坡特別巡查表-地震」之特別檢測紀錄，內容記載本事故相鄰邊坡檢測後之綜合評估為土石流中潛勢溪流經過，上邊坡臺 9 線因本次地震有零星落石，擋土設施有輕微裂縫，本次地震無造成立即性危險，如表 1.6-5。

表 1.6-5 113 年事故地點相鄰邊坡特別檢測紀錄

檢查項目		影響程度評估		
		低	中	高
自然植生坡面	邊坡坡頂裂縫或陷落	V		
	坡面鼓出、滑移、坍塌或崩落	V		
	樹木傾倒、植生枯損、雜草異常茂盛	V		
坡體穩定或坡面保護設施	護坡混凝土（噴凝土）裂縫、龜裂	V		
	擋土設施沉陷、傾斜、移位或基礎淘空	V		
	設施接縫異樣、開裂分離或劣化	V		
	翼牆裂縫、鼓出	V		
邊坡排水設施	排水溝銜接不良、中斷、斷裂、破損、變形	V		
	排水溝堵塞、淤積	V		
其他	邊坡相關設施不足		V	

1.6.3 軌道巡查紀錄

依臺鐵公司民國 113 年 6 月花蓮工務段之「路線巡查紀錄表(首班車)」，事故路段無缺失紀錄；民國 113 年 3 月及 4 月份花蓮工務段「GPS 列車振動檢查彙總表」，本事故路段範圍無任何振動不良路線里程紀錄。

1.7 天氣

依交通部中央氣象署 113 年 6 月 21 日花蓮縣清水斷崖測站（約距事故地點 120 公尺，位置如圖 1.7-1）1600 時資料，氣溫 28.1°C、降水量 0 公釐；1700 時資料，氣溫 27.1°C、降水量 2 公釐。事故前 24 小時累積降水量約 40.5 公釐。



圖 1.7-1 交通部中央氣象署測站位置圖

1.8 土石流潛勢溪流

1.8.1 土石流潛勢溪流劃設原則

依農業部 112 年「土石流潛勢溪流劃設作業流程與方法」，潛勢溪流認定程序包括：縣市政府（含鄉鎮區公所）初步勘查、農業部農村發展及水土保持署（以下簡稱農村水保署）或直轄市、縣市政府現地勘查作業及舉辦說明會等，農村水保署完成審查後即依土石流及大規模崩塌災害潛勢資料公開辦法辦理公開事宜，詳細之劃設原則流程如圖 1.8-1。

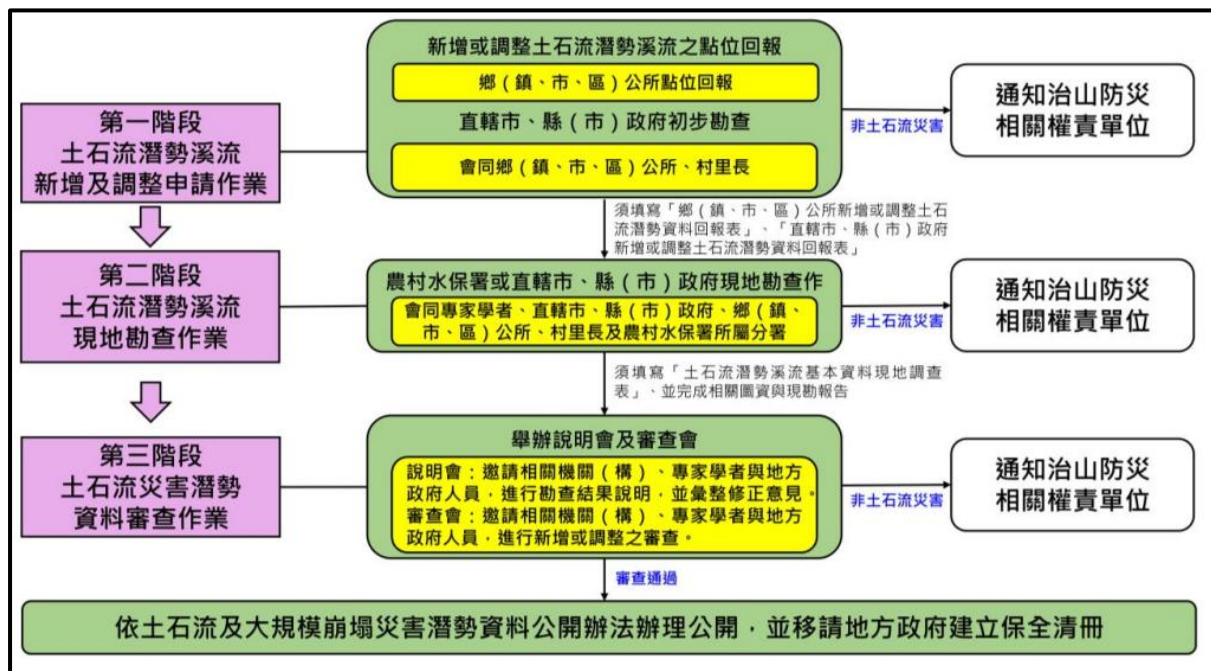


圖 1.8-1 土石流潛勢溪流劃設作業流程圖⁵

1.8.2 土石流潛勢溪流

依農村水保署建置「土石流及大規模崩塌防災資訊網」資料顯示，花蓮縣計有 175 條土石流潛勢溪流，事故地點位於花縣 DF024 潛勢溪流（花蓮縣秀林鄉崇德村）之範圍（如圖 1.8-2）。該潛勢溪流於民國 91 年公開，發生土石流風險等級為中度⁶，累積雨量之警戒值⁷為 300 公釐（參考雨量測站為清水斷崖測站），過往無災害歷史資料。

依據農村水保署民國 113 年公布「113 年公開之土石流潛勢溪流及大規模崩塌潛勢區影響範圍涉及鐵、公路清單」，花縣 DF024 潛勢溪流之影響範圍包括臺鐵北迴線、臺 9 線及臺 9 丁線，如圖 1.8-3。

⁵ 土石流潛勢溪流劃設作業流程圖源於農村水保署「土石流及大規模崩塌防災資訊網」網站資料。

⁶ 農村水保署「土石流及大規模崩塌防災資訊網」土石流潛勢溪流風險等級評估方法係採用風險矩陣之概念，是以可能發生頻率（高、中或低）及可能發生之損失程度（高、中或低），以風險矩陣圖而得到一個風險量值。

⁷ 農村水保署「土石流及大規模崩塌防災資訊網」土石流警戒基準值(rainfall threshold value for debris flow warning)係利用中央氣象署之雨量資料，以有效累積雨量(Rt)及降雨強度(I)兩降雨參數之乘積為降雨驅動指標(RTI)，並依據土石流潛勢溪流鄰近之參考雨量站，統計其歷史雨量資料及土石流發生資料，計算出土石流降雨警戒門檻值。而為便於大眾瞭解及落實土石流政策，遂於後續在降雨強度 $I = 10 \text{ mm/hr}$ 條件下，簡化為採有效累積雨量當作土石流發生警戒指標的土石流警戒基準值，並以每 50 毫米為 1 個級距訂定全台土石流警戒基準值，以供各地區研判土石流防災疏散避難時機之參考。



圖 1.8-2 花縣 DF024 潛勢溪流位置圖及影響範圍

113年公開之土石流潛勢溪流及大規模崩塌潛勢區影響範圍涉及鐵、公路清單						
278	花縣 DF025	花蓮縣	秀林鄉	和平村	北迴線	台 9 丁
279	花縣 DF026	花蓮縣	秀林鄉	和平村	北迴線	台 9 丁
280	花縣 DF166	花蓮縣	秀林鄉	和平村	北迴線	台 9 丁
281	花縣 DF024	花蓮縣	秀林鄉	崇德村	北迴線	台 9、台 9 丁
282	花縣 DF002	花蓮縣	秀林鄉	富世村	-	台 8
283	花縣 DF003	花蓮縣	秀林鄉	富世村	-	台 8

圖 1.8-3 節錄 113 年土石流潛勢區影響範圍清單

1.9 邊坡預警系統

1.9.1 緣由

臺鐵公司考量列車行經邊坡路段時，常因氣候之影響，受到落石、土石滑落、軌道掩埋等威脅，需建構一套全面性與持續性的邊坡維護管理系統與制度，故於「鐵路行車安全改善六年計畫」項下「邊坡全生命週期維護管理」子計畫中提出「預警及維護管理系統統包工程標案」，該標案於民國 108 年由中華電信股份有限公司（以下簡稱中華電信）得標，後續於臺鐵統包需求書所列 25 處（如表 1.9-1）進行細部設計、設備施作、系統開發等工

作。本次事故路段未在該需求書所列範圍內。

表 1.9-1 設置全自動化監視預警設備位置

項次	地 點					設置原因說明
	路線	站名	站名	位置	邊坡位置	
1	北迴線 K48+500~K48+650	和仁	崇德	西側	上邊坡	邊坡落石
2	宜蘭線 K15+150~K15+800	侯硐	三貂嶺	西側	上邊坡	邊坡落石
3	宜蘭線 K40+650~K40+800	大里	大溪	西側	上邊坡	土石流災害
4	宜蘭線 K48+250~K48+700	大溪	龜山	西側	上邊坡	邊坡落石
5	宜蘭線 K50+620~K51+400	龜山	外澳	兩側	上邊坡	邊坡土石流災害
6	臺東線 K145+950~K146+550	鹿野	山里	西側	上邊坡	邊坡土石流災害
7	縱貫線 K1+800~K1+980	三坑	八堵	西側	上邊坡	邊坡落石
8	平溪線 K1+800~K1+980	三貂嶺	大華	西側	上邊坡	邊坡落石
9	平溪線 K4+630~K4+730	大華	十分	西側	上邊坡	邊坡落石
10	平溪線 K10+500~K10+800	嶺腳	平溪	西側	上邊坡	邊坡落石
11	內灣線 K11+800~K12+300	上員	榮華	右側	上邊坡	落石災害
12	內灣線 K27+000~K27+500	富貴	內灣	左側	上下邊坡	落石災害
13	集集線 K26+500~K26+680	集集	水里	海側	上下邊坡	石塊滑落災害
14	南迴線 K45+198	大武	瀧溪	西側	上邊坡	設備老舊更新 (高風險路段)
15	南迴線 K57+017	大武	瀧溪	西側	上邊坡	設備老舊更新 (高風險路段)
16	南迴線 K77+582	太麻里	知本	西側	上邊坡	設備老舊更新 (高風險路段)
17	南迴線 K11+600	加祿	內獅	東側	上邊坡	落石坍方
18	南迴線 K12+500	內獅	枋山	東側	上邊坡	落石坍方
19	南迴線 K14+420~620	內獅	枋山	東側	上邊坡	設施地錨順向坡
20	南迴線 K15+500~650	內獅	枋山	東側	上邊坡	設施地錨順向坡
21	南迴線 K20+770	枋山	枋野	西側	上邊坡	易落石坍方

22	南迴線 K22+004~050	枋山	枋野	西側	上邊坡	易落石坍方
23	縱貫線 K53+490~K54+050	鶯歌	桃園	西側	路堤	易淹水
24	縱貫線 K262+100~K262+600	林內	斗六	兩側	路堤	易淹水
25	縱貫線 K319+000~K319+150	後壁	新營	兩側	路堤	易淹水

1.9.2 系統架構

臺鐵公司統包需求書第六章全自動監視預警資訊系統：「統包商須建置全自動化監視預警系統，並整合臺鐵既有監視系統納入新設系統監看」。當異物屬直徑或寬度達 25 公分，在進入警戒區域或電子圍籬內停留時間達 5 秒時，系統透過動態影像監視、影像分析、觸發警報等功能，以達預警之目的。全自動化監視預警系統規劃預警系統啟動流程詳如圖 1.9-1；設置現場除新設監控邊坡落石區域或淹水路段之紅外線網格監視器外，並於監控路段前 1 公里處設置警示燈號、看板及攝影機，以監看列車在接獲告警後是否停車。

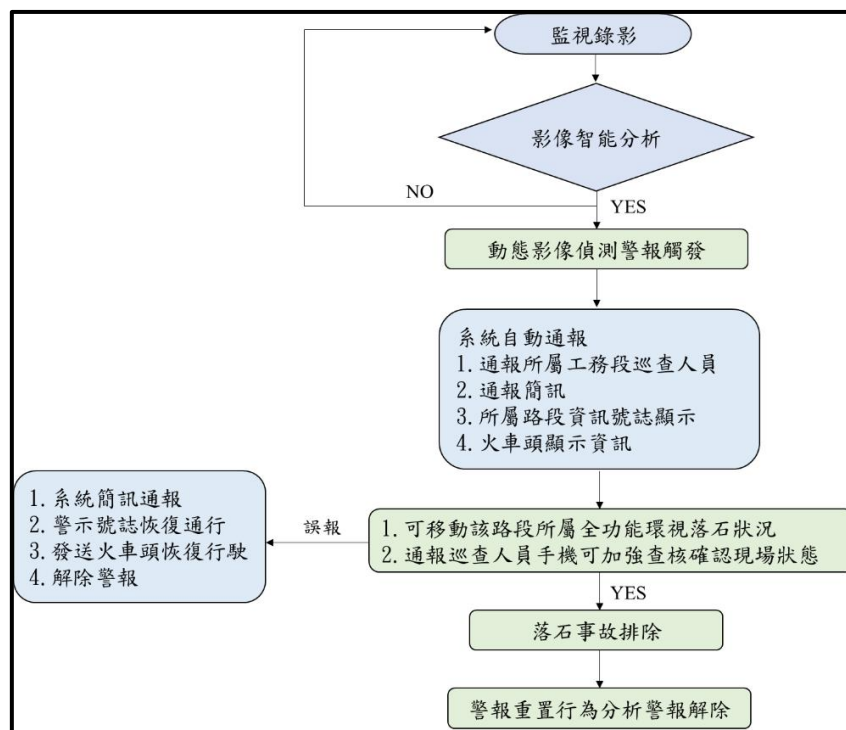


圖 1.9-1 全自動化監視預警系統規劃預警系統啟動流程圖⁸

⁸ 預警系統啟動流程圖源於臺鐵公司統包需求書內容。

上述系統除針對落石、土石流或異物入侵軌道區域之偶發事件進行監視預警外，另可藉由攝影監視儀器之設置與水位偵測設施（水位計）的設置，當淹水警戒區域水位高於軌道面時，系統即自動啟動預警功能；淹水警戒範圍前後 1 公里處，裝置 LED 電子看板警示燈號及攝影機，依據現場現況顯示告警並監視列車行車狀態（行進或停止）。

1.9.3 預警統包案第二次變更設計

民國 110 年 4 月發生臺鐵太魯閣列車撞及落入軌道之工程車而出軌的重大行車事故，為確保行車安全，臺鐵公司依交通部指示於臺鐵北迴線 K51+170~K51+500 增設預警系統，並於民國 110 年 4 月 26 日召開變更需求會議，請中華電信於 5 月 3 日前提送施工計畫、品質計畫等文件，並於 5 月底前啟用系統。變更設計項目包括：新增 11 組槍型攝影機、2 組球型攝影機、2 組警示燈、1 套 AI (Artificial Intelligence, AI) 輔助辨識平台等，如圖 1.9-2

交通部臺灣鐵路管理局 變更施工預算明細表				
提案名稱：鐵路行車安全改善六年計畫-遠端全生命週期維護管理（預警及維護管理系統統包工程）案-第2次變更				
項次	工作項目	規格及說明	單位	數量
二、新增項目部份				
0113	全自動監視預警設備費			
0113Q	北迴線和仁～崇德間(K51+200~485)現場設備費		式	1.00
0113Q1	槍型攝影機		組	11.00
0113Q2	球型攝影機		組	2.00
0113Q3	警示燈		組	2.00
0113Q4	立柱及固定架TypeI(標準型)		組	8.00
0113Q5	CP-N		座	2.00
0113Q6	CP-A、B		座	2.00
0113Q7	Uplink Fiber Gateway		座	1.00
0113Q8	影像辨識系統		套	2.00
0113Q9	AI輔助辨識平台		套	1.00

圖 1.9-2 預警統包案第二次變更設計項目摘要

該次變更設計於民國 111 年 5 月 10 日完成議價決標，臺鐵公司於民國

112 年 9 月 28 日確認新增項目於期限內完工；中華電信於民國 113 年 7 月 31 日提送竣工圖說至監造單位及臺鐵公司審查。

1.9.4 邊坡預警系統之監視機制

花蓮工務段設有值班人員監視邊坡預警系統，值班人員勤務分為週一至週五（0800-1700）採專人專職、平日夜間，假日則由工務段人員以輪班方式進行。值班人員主要工作包括：監看花蓮工務段轄區北迴線崇德站至和仁站間 K48+500~K48+650 及 K51+200~K51+485 共 23 支 CCTV 畫面、轄區劇烈天氣系統 QPEplus⁹觀測點、5 月至 10 月間每小時軌溫回報、系統作動後查證及通知轄區分駐所等。值班室內配有 2 個即時監看螢幕，分別固定監看 12 個及 11 個 CCTV 畫面，值班室配置如圖 1.9-3。事故當日，值班室內有 1 名值班人員即時監看事故地點大清水溪方向之 CCTV 畫面位於右側即時監看螢幕中間偏右處，如圖 1.9-3 中小紅框處。

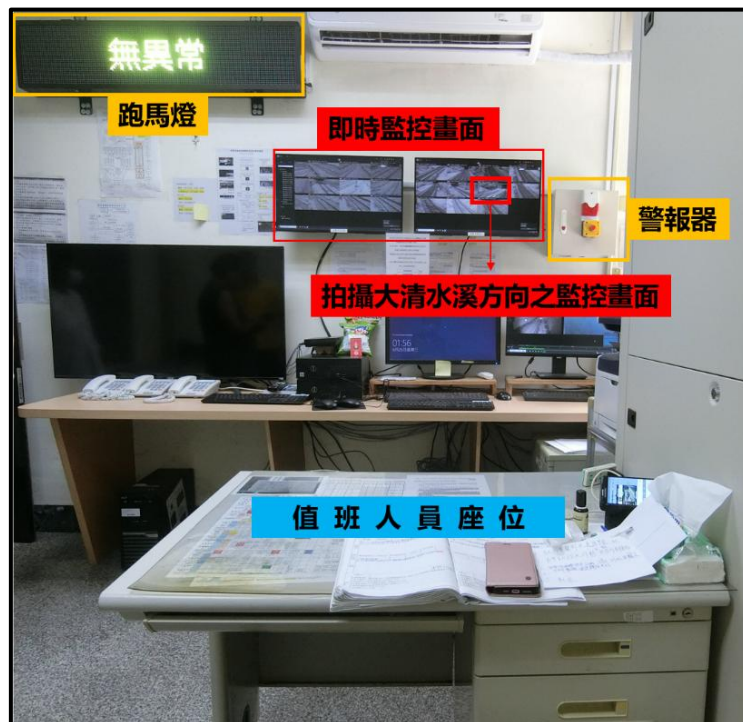


圖 1.9-3 工務段值班室配置圖

⁹ 為強化防災作業的應用，中央氣象署自民國 100 年始推展劇烈天氣監測系統(QPESUMS)防災客製化服務，運用臺灣氣象資訊，針對易發生坍方、土石流、淹水等現象的轄管區域，開發符合各業管機關防救災作業需求的客製化功能與產品，供各級政府及機關執行防救減災行動作為參考依據。為延續並深化 QPESUMS 對政府機關的防災資訊服務，氣象署近年來著手開發結合地理資訊系統(GIS)的劇烈天氣監測系統 QPEplus，以提升氣象資訊於防救災決策的應用效能。

當花蓮工務段轄區告警系統作動時，值班室警報器將產生告警聲、跑馬燈亦會出現告警文字告知值班人員，示意圖如圖 1.9-4。此時值班人員可進入告警管理系統選取告警里程之 CCTV (如表 1.9-2)，點選告警里程後便可查看該 CCTV 之即時畫面，並依臺鐵公司頒布「外物入侵告警系統啟動暨解除處置辦法 (附錄 1)」辦理。



圖 1.9-4 跑馬燈告警文字示意圖 (非當日事故告警)

表 1.9-2 花蓮工務段轄下告警管理系統內容

告警管理系統分頁名稱	位置	攝影機數量	告警管理系統畫面
和仁 K48+500-650 東正線	東正線	5	

和仁 K48+500- 650 西正線	西 正 線	7	
大清水 K51+200- 485	東 正 線	9	
無	西 正 線	2	無（告警系統） 實際里程 K51+245

1.9.5 邊坡預警系統紀錄

花蓮工務段轄下落石告警系統於民國 113 年 6 月 20 日及事故當日共發生 32 筆告警紀錄（附錄 2），經綜整紀錄如下：

北迴線 K48 處：東正線 6 筆紀錄；西正線 13 筆紀錄。告警異物類型多為石頭，其餘為飛蟲反光或人員。

北迴線 K51 處：東正線 13 筆紀錄；西正線 0 筆紀錄。告警異物類型為石頭。

1.9.6 教育訓練

有關邊坡預警系統之操作，中華電信依臺鐵公司統包需求書之要求，於民國 113 年 3 月 4 日至 12 日計辦理 9 場教育訓練，參考「預警及維護管理資訊系統教育訓練手冊」內容，包括：系統登入及功能、地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）圖台功能、邊坡管理系統、邊坡巡檢系統、預警監視系統、電子設備巡查系統、軌溫監控系統、路線巡查系統、橋梁隧道管理系統等，訓練課程安排如表 1.9-3，其中預警監視系統章節僅有系統使用教學，節錄如圖 1.9-5；中華電信民國 112 年 6 月製作「值班人員告警系統教育訓練」簡報內容，包括：系統簡介、系統設備、監控系統軟體操作程序、系統網頁操作步驟等，節錄如圖 1.9-6。

事故地點所屬花蓮工務段暨廠商計參訓 12 名人員，事故發生當時之值班人員未在參訓名單中；工務段另於值班室提供告警系統處置辦法教育訓練簡報、邊坡預警系統啟動暨解除辦法、值班人員教學影片、鐵路花蓮工務段 line 群組等 QR Code 之連結，供值班人員查閱，如圖 1.9-7。

表 1.9-3 中華電信教育訓練課程表

時間	課程	教學時間	學員操作時間
09：30-10：00	臺鐵帳號登入及系統教材確認	30 分鐘	15 分鐘
10：00-10：30	系統安裝	30 分鐘	15 分鐘
10：30-11：00	系統目標及七大系統功能	30 分鐘	10 分鐘
11：00-12：00	腳色權限及 Portal 公用區	60 分鐘	20 分鐘
12：00-13：00	午休	60 分鐘	-
13：00-13：30	GIS 圖台功能系統	30 分鐘	10 分鐘
13：30-14：30	邊坡管理系統功能	60 分鐘	20 分鐘
14：30-15：00	邊坡巡檢系統填報	30 分鐘	10 分鐘
15：00-15：20	預警監視系統	20 分鐘	10 分鐘
15：20-15：40	電子設備巡查系統填報	20 分鐘	10 分鐘
15：40-16：00	軌溫監控系統	20 分鐘	10 分鐘
16：00-16：20	路線巡查系統	20 分鐘	10 分鐘
16：20-16：30	橋梁及隧道管理系統功能介紹	10 分鐘	5 分鐘



圖 1.9-5 節錄預警監視系統畫面（非事故現場）



圖 1.9-6 節錄值班人員告警系統教育訓練簡報



圖 1.9-7 值班室訓練教材連結

1.10 紀錄器

事故列車 EMU3000 型車上安裝兩種資料紀錄裝置及一組影像紀錄裝置，分別為列車 ATP、列車控制監視系統 (Train Control and Monitor System, TCMS)、車前影像紀錄器。為紀錄事故路段土石流溢流狀況，本案亦提取了事故現場附近之道旁影像紀錄器資料。

本事故發生後，專案調查小組取得之相關紀錄裝置資料包含：事故列車 ATP、TCMS 資料、車前及道旁影像紀錄器畫面，分別說明如下：

1.10.1 紀錄器時間同步

專案調查小組就本案所蒐集之紀錄器資料中，列車控制監視系統 TCMS 紀錄時間為全球衛星定位系統 (Global Positioning System, GPS) 標準時間，透過臺鐵行調無線電系統接收，因此本報告以 TCMS 時間為基準，將 ATP 紀錄時間、車前及道旁影像監視攝影機等裝置進行時間同步，相對關係為：

- ATP 時間= TCMS 時間 + 15 秒。
- 車前監視攝影機時間 = TCMS 時間- 0.8 秒。
- 道旁監視攝影機時間 = TCMS 時間+ 0.2 秒。

1.10.2 列車自動防護系統

EMU3000 列車安裝龐巴迪公司 (Bombardier) 之 ATP，型號為 TRA-RU (Recording Unit, RU)，記錄參數包含時間、列車速度、列車位置、保安裝置開關、保安裝置速限等。車上兩套 ATP 裝置分別安裝於 1 車及 12 車，調查小組取得該 2 車廂之 ATP 原始資料，記錄期間自民國 113 年 6 月 20 日 0850:26 時至 6 月 21 日 2100:00 時。

事故列車由花蓮縣瑞穗站始發，終點為新北市樹林站，並依表訂勤務中途於花蓮站更換值勤司機員。專案調查小組為解析該員列車駕駛狀況，故解析事故列車由花蓮站至事故發生停車間之 ATP 運轉曲線，如圖 1.10-1。

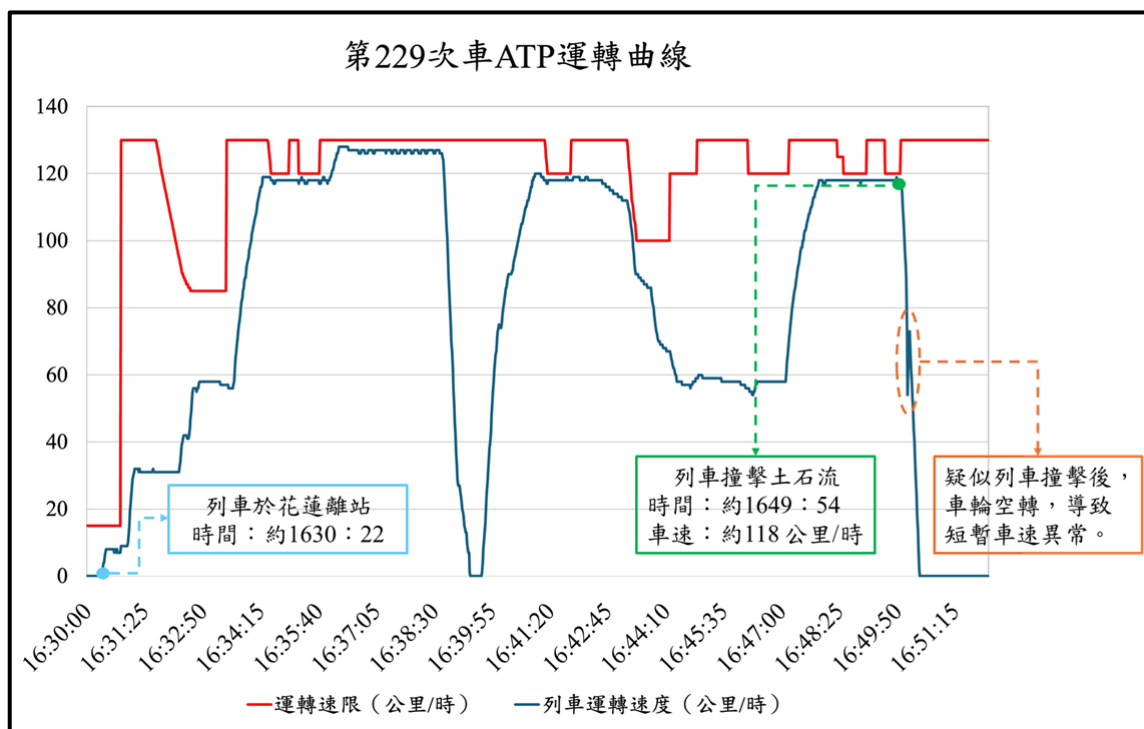


圖 1.10-1 事故列車 ATP 運轉曲線圖

事故列車約於 1630:22 時由花蓮站離站，約 1639:22 時因平交道告警而臨時停車，並於 1639:40 恢復行駛。約 1649:54 時，行經崇德至和仁站間約

北迴線 K51+200 處，以車速約 118 公里/小時撞及溢流於軌道上之土石流，並於 1650:22 時，停於北迴線 K50+696 處之新和仁隧道內。

1.10.3 列車控制監視系統 TCMS

EMU3000 列車安裝日立製作所公司(Hitachi)之 TCMS，型號為 ATICU-150，車上兩套 TCMS 裝置分別安裝於 1 車及 12 車，互為備援。TCMS 紀錄包含：運轉狀況紀錄、事件資料 (Event Data)、故障紀錄 (Fault Data)、列車開機檢測及乘務員操作紀錄等項目。調查小組取得自民國 113 年 5 月 29 日至 6 月 21 日間之原始資料，其所記錄之參數數量總計達 1,938 項。事故前 5 分鐘及事故後 2 分鐘之 TCMS 紀錄，運轉狀況摘要如圖 1.10-2。

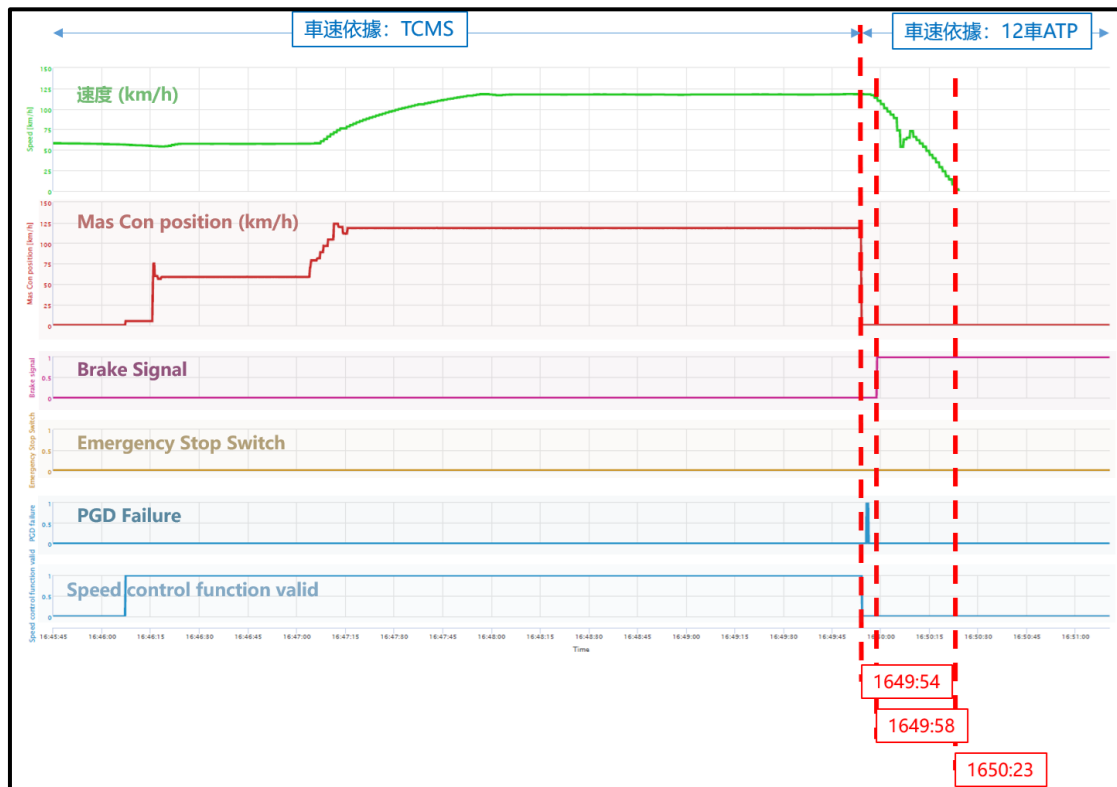


圖 1.10-2 事故列車之 TCMS 紀錄圖

依 TCMS 紀錄事故列車於 1649:54 時，以時速 118 公里/小時撞及土石流，撞擊瞬間，司機員將電門放置於"0"位置、駕駛端車底主風泵及重要設備損壞，導致總風缸壓力 (MR Pressure) 下降並觸發列車緊急緊制 (Emergency brake status)。列車撞及土石流 4 秒後，約 1649:58 時，由 1 車

緊軔指令（Car1 Brake Command）及軔機訊號（Brake Signal）得知，司機員操作軔機把手至緊軔位；而緊急煞車開關（Emergency Stop Switch）於列車撞及前至停止時，均處於未作動狀態，列車於 1650:22 時，停止於北迴線 K50+696 之新和仁隧道內。

1.10.4 影像紀錄器

本節包括事故列車車前影像紀錄及北迴線 K51+245 西正線之道旁影像紀錄器，經調查小組整理相關時序後，製作影像抄件如表 1.10-1。

表 1.10-1 事故影像抄件

項次	時間	影像	說明	影像來源
1	1623:26		大清水溪流水面開始上漲	西正線道旁影像紀錄
2	1628:45		土石流噴濺至西正線軌道區	西正線道旁影像紀錄
3	1630:22		事故列車由花蓮站發車	事故列車車前影像紀錄
4	1632:06		土石流淹沒西正線軌道	西正線道旁影像紀錄
5	1649:51		事故列車駛出新清水隧道，車速約 118 公里/小時。	事故列車車前影像紀錄

6	1649:54		事故列車撞及土石流瞬間，車速約 118 公里/小時。	事故列車車前影像紀錄
7	1649:55		事故列車撞及土石流後車頭抬起。	西正線道旁影像紀錄
8	1650:22		事故列車停止於新和仁隧道內。	事故列車車前影像紀錄

1.11 訪談摘要

1.11.1 第 229 次司機員

事故列車司機員於民國 104 年進入臺鐵公司服務，約民國 105 年年底於司機員班畢業，先後取得電力機車、柴電機車、推拉式電車組、柴油客車及 EMU 電車組等駕駛資格，並於民國 113 年 4 月份獨立駕駛 EMU 電車組。該員表示於機務段訓練期間，曾接受過 EMU3000 型車種轉換訓練。

事故當日表定由臺鐵花蓮站接第 229 次車開往臺鐵樹林站，事故發生前列車均無異狀。事故列車通過花蓮崇德站後，因下雨、視線不佳等，故通過新清水隧道後，未發現路線上之土石流，故無對事故列車實施緊急緊軔及按下緊急煞車開關。事故列車撞及土石流當下，因彈跳造成該員由駕駛座位向上彈起，落下時右手肘撞及軔機基座，導致粉碎性骨折及其他身體部位多處擦挫傷。

該員表示事故發生後，因車輛出軌、受損及人員受傷，故以行調電話通知臺鐵和仁站值班站長及行控處控制員，請求救援。該員表示，因已聯絡和仁站值班站長及行控處控制員，故未實施列車防護。

1.11.2 第 229 次列車長

事故列車車長於民國 111 年 2 月進入臺鐵公司服務，過往擔任站務員職務，同年接受運輸班訓練合格後，迄今擔任車長職務約 1 年半。

事故當天，該員值乘勤務由花蓮站接第 229 次車至樹林站。事故發生時，該員位於第 7 車車長室，因車體有劇烈震動晃動及煞車，隨後車廂內有一些粉塵味飄出，故前往駕駛室瞭解情況。從第 7 車走往第 1 車期間獲得資訊包括：行調無線電得知司機員通報撞到落石及受傷情形、第 2 車與第 1 車間通道門因列車出軌而卡死、列車部分車廂出軌等，並將司機員、乘客受傷情形回報臺鐵應變小組等。後續因接到調度員通知可以辦理接駁，隨後就逐車通知旅客拿行李往第 12 車疏散。

另車上有一位便乘列車長及休假臺鐵同仁協助幫忙救援、疏散等。

1.11.3 第 229 次便乘列車長

事故列車便乘列車長於民國 109 年進入臺鐵服務，過往擔任站務員職務，後續接受運輸班訓練合格後，迄今擔任列車長職務約 1 年半。

事故當天，便乘第 229 次回宜蘭站下班。事故當天位於第 12 車走道，因感覺列車在隧道內急煞及震動，所以打開行調無線電聽到司機員通報撞到土石，當下沒有收到協助指令，但主動由 12 車往 1 車方向走，看看本務列車長（第 229 次）或司機員有無受傷情況。當走到第 1 車駕駛室時，發現司機員右手骨折、地板有一些血等。後續因第 6 車跟第 7 車廣播系統壞掉不能用，故配合本務列車長疏散指令，協助旅客前往第 12 車疏散。

1.11.4 花蓮工務段值班人員

值班人員於民國 90 年 4 月進入臺鐵公司服務，民國 111 年 6 月開始，負責花蓮工務段轄區之邊坡告警系統監看，工作時間為週一至週五 0800 時至 1700 時，夜間及假日則由花蓮工務段輪值人員監看。邊坡告警系統上線時，由承包廠商-中華電信進行一次教育訓練。

該員表示邊坡告警系統若發生告警時，需依臺鐵現行規章進行處置，事故當天 1630 時至 1700 時期間系統無告警且雨量警戒未達預警值。事故發生後才知道事故地點西正線監視器未具告警功能，僅作為水情觀測輔助。

1.11.5 臺鐵花蓮工務段主管

工務段主管於民國 110 年接任花蓮工務段主管職務，花蓮工務段負責轄區工務、橋梁、隧道、邊坡、車站設施、沿線硬體建設維護及新建養護作業。工務段較大作業之重心為養護工程，約 2/3 員工負責路線養護工程作業（道班及專業班隊）。

事故當天該員搭乘第 477 次北上列車（事故列車第 229 次列車前一班列車）於駕駛室進行查道作業，觀察沿線相關路況及清淤作業成效，經過事故地點大清水溪橋時特別觀察注意其溪流水位，當時水面距離橋面預估還有 4 公尺高度，對列車運轉尚無影響。當接到訊息有列車於新和仁隧道發生事故，該員立即開啟行車調度無線電，監控現場發生之通話與處理情況，並返回和仁站進行事故現場指揮處理及辦理斷電封鎖作業，當天現場派 2 組搶修車到場辦理搶修及復舊作業。

花蓮工務段轄區異物入侵告警系統都是民國 113 年 4 月 3 日大地震前所規劃設計，經費來自於「鐵路行車安全改善六年計畫-邊坡生命週期維護管理」，設置點為當時依臺鐵相關災害造成致災之位置，北迴線範圍僅有 K48+500（102 年發生過土石流），K51 處在規劃告警系統時已建置明隧道作為設施防護，故不需再設告警系統，但後來東正線處會設置告警系統係因 0402 太魯閣事故被質疑東正線不安全，故事故發生後才臨時追加設置。

新和仁隧道南口西正線因已設置明隧道，且該橋上區段未有落石紀錄，故西正線並無設置異物入侵告警系統需求，新和仁隧道南口西正線 2 支 CCTV（設置於同一桿柱，監視不同方向）係因該處明隧道未施作前，即設有 2 支 CCTV 監視落石情況，於規劃異物入侵告警系統時，臺鐵希望保留該 2 支 CCTV 並移設至明隧道外納入新設異物入侵告警系統，惟中華電信評估舊 CCTV 納入新設異物入侵告警系統較為複雜，故與臺鐵協商後，

中華電信同意新設 2 支不具 AI 告警功能 CCTV 於明隧道外（即設 2 支 CCTV 就地保留使用），該 CCTV 納入不具 AI 告警功能決策時，該員尚未接任花蓮工務段主管，該 CCTV 可以監視大清水溪水位，人員就不用至現場監視回報水位情況。中華電信告警系統為統包合約工作內容包含設計監造，新和仁隧道南口西正線 2 支 CCTV 含在核定版設計施工圖說，惟有註明為輔助監視器不具 AI 辨識功能，作為周邊環境監視之功能，該合約亦包含其他輔助攝影機不具 AI 辨識功能，主要功能為監視 S 型告警燈。

臺鐵公司行控處有一工務控制臺，透過劇烈天氣監測系統監控各地區雨量，其警示內容包含監控總覽、重點監控路段、重點監控橋梁、土石流潛勢溪流及臺鐵閃電警示表等，雨量之告警分為預警、警戒及行動，當雨量達相關告警值時會發出告警，行控處會通知相關工務段派員進行巡檢或路線障礙排除作業，各工務段值班室亦有設置此系統供值班人員查詢相關資訊，事故當天該系統並無本事故地點相關雨量告警出現。

1.11.6 中華電信專案經理

中華電信專案經理於民國 101 年進入中華電信服務，主要工作擔任政府標案專案服務（專案經理），民國 112 年起接任臺鐵邊坡全生命週期維護管理-預警及維護管理系統統包案之專案經理迄今。

關於北迴線 K51 路段落石告警系統係依據交通部指示辦理，於東正線增設 9 支槍型攝影機、S 型告警燈、球型監視器及西正線 2 支槍型攝影機（臺鐵花蓮工務段會勘）等，該路段增設設備、告警系統及 APP 建置等工作項目於民國 110 年 5 月 26 日第二次契約變更辦理，目前尚未完成變更程序。

告警系統設計原理，當槍型攝影機偵測軌道有異常狀況時，會利用影像辨識系統進行判讀，如果符合臺鐵統包需求書之要求，系統會進行 AI 辨識，並將物件歸納資料庫種類。判讀結果如不是白名單（如火車、人、動物、氣球等）就會發告警。告警發送方式有：值班室內跑馬燈跟蜂鳴器會作動通知值班人員、路段 S 型告警燈、列車防護系統無線發報等。各路段均

設有路段特有資料庫，供 AI 系統學習及判斷，並持續利用 26 處影像畫面拍攝物體逐步統整白名單種類，如南迴段猴子進入軌道就不會發告警。

事故地點 K51 處過往無明顯特別異常狀況，AI 辨識通常以石頭為告警對象，當石頭超過 25 公分立方體且停留軌道 5 秒鐘，系統就要發告警，並記錄告警地點、時間及相關照片、發報等資料檔，後續給同步傳送至維護管理系統，以進行備份作業；西正線 2 支槍型攝影機主要輔助監視功能，觀看明隧道口有沒有落石，因非屬每 25 公尺立一支槍型攝影機、沒有設置 S 型告警燈及球形監視器，故不具完整告警防護功能。

臺鐵邊坡全生命週期維護管理-預警及維護管理系統統包案工作項目包括落石告警系統及南迴線 3 處土石流告警等，其中土石流告警於民國 109 年 4 月 30 日被臺鐵追減並辦理變更設計，目前尚未完成變更程序。

關於人員監視、控制告警系統部分，民國 113 年 1 月 3 日之前，各工務段可就落石告警系統進行監看及解除作業，後續因應臺鐵發布外物入侵解除告警辦法，於民國 113 年 1 月 3 日起，臺鐵行控處負責各工務段告警監看及解除，各工務段值班室僅負責監看部分，故花蓮工務段值班室監看畫面會完整呈現 K48 及 K51 各攝影機即時畫面。

1.12 事件序

本事故發生之重要事件順序如表 1.12-1。

表 1.12-1 本次事故事件序

時間	事件內容	資料來源
1628:45	大清水溪土石流噴濺至軌道區	CCTV
1630:22	事故列車花蓮站發車	車前行車紀錄器 ATP
1632:06	大清水溪土石流淹沒軌道區	CCTV
1649:54	事故列車撞及新和仁隧道南口土石流後出軌	車前行車紀錄器 CCTV TCMS
1650:22	事故列車停於北迴線里程 K50+696	車前行車紀錄器 ATP

第 2 章 分析

本章節依前述事實資料對造成列車運轉之危害風險進行分析，澄清及發掘與事故肇因有關之調查結果，並說明有助事故預防與降低風險之其他資訊。事故列車司機員、列車長之乘務資格、體格及尿液檢查、酒精檢測等查無與本案有關之異常發現。

依據所蒐集之事實資料及證據，本次事故分析重點可歸納為：2.1 土石流潛勢溪流因應作為；2.2 大清水溪橋檢測；2.3 邊坡預警系統功能；2.4 司機員相關作為等。

2.1 土石流潛勢溪流因應作為

2.1.1 土石流發生原因

土石流是指泥沙礫石伴隨著水流沿坡面或溪流高處往低處流動的自然現象，當土石流沿溪流流下，由於陡峭的溪床提供足夠的勢能，使其對溪床及其兩側岸坡進行淘刷而擴大土砂礫石的攜出規模，造成溪流沿岸邊坡土石的不穩。一旦大量土石流出溪流谷口後，土石流先端部粗大礫石挾帶巨大的動量與直進的慣性作用，可以衝出谷口向前運行一段距離後才逐漸停積下來。後續的土石流動因流路受阻而有部分土砂呈溯源堆積，並使部分土砂朝側向分散流下淤積，而逐漸形成扇狀的堆積。

土石流發生原因主要具備有下列三個面向條件：

- 豐富的堆積物：足夠的鬆散土砂提供土石流中所需的固態物質。
- 充份之水分：充分之水分能降低土石流中土砂之間的摩擦力，是很好的潤滑劑，能夠幫助固態物質流動。
- 足夠的坡度：足夠大的斜面坡度讓高處的土石流具備較高位能，使土石流流動時，能克服土石的摩擦力後繼續向低處流動。

2.1.2 土石流潛勢溪流對鐵、公路之影響

當發生土石流後，除影響民眾生命、財產安全、公共建設外，亦因土石流所帶來之水流及挾帶的巨石、流木等衝擊力，可能造成流經的橋梁基礎結構受損，並因河床沖刷而導致橋基沈陷或傾倒等情形，故農村水保署每年於「土石流及大規模崩塌防災資訊網」發布「土石流潛勢溪流及大規模崩塌潛勢區影響範圍涉及鐵、公路清單」，作為鐵、公路跨河橋梁、橋台、路堤等規劃設計及養護作業之強化作為。

農村水保署 113 年「土石流潛勢溪流及大規模崩塌潛勢區影響範圍涉及鐵、公路清單」，已將「花縣 DF024」潛勢溪流影響範圍劃定為位於崇德村之臺鐵北迴線、臺九線及臺九丁線。

2.1.3 土石流觀測機制

為掌握土石移動之動態資訊及發生土石流災害潛勢之預測，通常使用雨量觀測站、水位計、鋼索或攝影機等設備，裝設於潛勢溪流及其集水區範圍，以作為觀測土石流預警之用。

經本會查詢農村水保署建置觀測資料展示平台資料，以距離事故地點不遠且同屬花蓮縣權管之花縣 DF166 潛勢溪流為例，該點位已設置雨量計、土壤含水量計、地聲、鋼索、即時影像等設施（如圖 2.1-1），以即時關注相關動態訊息，供權責機關進行相關警戒、預警之用，本事故地點距前述觀測點約 8 公里，且位於大清水溪流經過地點，然並未設置監控設施，如：雨量計、土壤含水量計、地聲、鋼索等，因而未能即時掌握土石流發生及動態訊息。



圖 2.1-1 土石流潛勢溪流 DF166 觀測設備示意圖

2.1.4 大清水溪河道變化

依 1.11.5 節人員訪談資料，本次事故發生前約半小時，臺鐵公司工務人員以車巡方式進行查道作業、瞭解河川溪流清淤情形。當車巡作業行經本次事故地點橋梁時，工務人員以目視方式判斷當時大清水溪水面距離橋面尚有 4 公尺，對列車運轉尚無產生影響；另依劇烈天氣系統 QPEplus 觀測點，事故地點所循之降水量係參考花蓮縣清水斷崖測站，其位置如圖 1.7-1 所示。

本會認為大清水溪橋未設置水位計等設備監視情形，僅仰賴位於事故地點下方（鄰近大清水溪出海口處）之清水斷崖測站雨量資訊，因而無法即時反映大清水溪上游集水區之降水量及水位。

再者，經比對民國 113 年 6 月 20 日及 21 日事故地點監視器影像發現，自民國 113 年 6 月 20 日約 1743 時起，大清水溪發生第一次土石流，約 3 分鐘後，橋台處發生土石溢流至軌道情形，如圖 2.1-2；1830 時至 6 月 21 日 1620 時，大清水溪右岸（水流方向）之河道已有土石嚴重堆積情形，如圖 2.1-3。6 月 21 日 1630 時，因大清水溪水流受右岸（水流方向）土石堆積之影響，致使大清水溪水流偏向左岸（水流方向）衝擊，並直衝大清水溪橋之橋台，再次發生大量土石溢流至軌道現象，如圖 2.1-4。



圖 2.1-2 113 年 6 月 20 日大清水溪發生第一次土石流



圖 2.1-3 大清水溪河道土石堆積圖



圖 2.1-4 事故前大清水溪橋之溢流情形

大清水溪潛勢溪流公開已超過 20 年，且事故地點所屬北迴線屬農村水保署發布大清水溪潛勢溪流影響範圍，臺鐵公司對事故地點之潛勢溪流，並未訂定完整之動態資訊獲取及應變預警機制，臺鐵公司第一線工務人員只能運用車巡作業檢視路線養護狀況時，以目視檢視跨河橋梁水位高度等方式，判斷潛勢溪流之狀態，無法即時掌握土石流潛勢動態資訊，亦使運轉於該路段之列車面臨土石流可能入侵軌道之風險。

依農業部 114 年 4 月「土石流及大規模崩塌災害防救業務計畫¹⁰」第二編災害預防已律定農業部、經濟部、內政部、交通部及地方政府應辦理土石流及大規模崩塌防減災工作，以減少不安定土砂¹¹、降低崩塌發生、減輕土石流及大規模崩塌災害等。交通部所轄管鐵、公路路線、橋梁經過多條土石流潛勢溪流，然而潛勢溪流之河道淤積勘查、河床整治、土石疏濬、橋台固床護岸等涉及上、中、下游各權責機關，包括：農業部林業及自然保護署、農村水保署、鐵公路主管機關及地方政府等。本會認為民國 113 年 4 月 3 日花蓮大地震後，交通部及臺鐵公司若能與前述權責機關建立土石流聯合勘查、治理、預警等合作機制，掌握地震後潛勢溪流上中游土石崩塌、河道堆積等情形，應可及早發現上、中游流域降雨時，可能造成大量土砂往下游堆積並提出對策，降低土石流入侵軌道之風險。

2.2 大清水溪橋檢測

民國 109 年交通部頒布「鐵路橋梁之檢測及補強規範」，係為營運機構能早期發現鐵路橋梁結構物的異常與損傷，以掌握橋梁之使用性與安全性。臺鐵公司依部頒規範訂有「鐵路橋梁檢測作業手冊（113 年版）」，作為臺鐵公司所屬一般性橋梁、箱涵及人行天橋之定期檢測、特別檢測及詳細檢測等作業準則。

依部頒規範及臺鐵公司鐵路橋梁檢測作業手冊，橋梁檢測依檢測時機可分為定期檢測、特別檢測及詳細檢測等三類。其目的如下：

- 定期檢測：為掌握橋梁結構之健全度、及早發現造成功能減低或異常之損傷及其原因，而定期進行之檢測。
- 特別檢測：當重大事故、災害發生後，或巡查、定期檢測發現顯著異狀，為了解確認損傷程度及防止災害擴大而實施之檢測。

¹⁰ 「土石流及大規模崩塌防災資訊網 (<https://246.ardswc.gov.tw/DisasterApplication/BusinessPlan>)」。

¹¹ 不安定土砂係指集水區內坡面或河道上，屬於暫態平衡或不穩定平衡狀態下之殘坡或河道堆積之大量土砂，在如降雨、地震等一定條件誘發下，其土砂運移行為將造成中、下游土砂災害，對於居住在山區或河谷地區的人具有極大的威脅。

- **詳細檢測：**橋梁於定期檢測或特別檢測後，認為有必要時，以儀器或相關設備 進行局部破壞或非破壞檢測等之檢測。

依 1.6.1 節，臺鐵公司因應民國 113 年 4 月 3 日花蓮大地震及後續餘震，分別於同年 5 月 6 日及 6 月 17 日辦理大清水溪跨河橋梁之特別檢測，檢測方式以目視進行，檢測項目涉及河道部分註記「河道淤積」及因應對策註記「追蹤觀察」等，詳細檢測項目及結果如附錄 3。

本會認為，臺鐵公司於事故前之特別檢測時，已得知大清水溪有河道淤積等情事，卻未考量將大清水溪列為土石流潛勢溪流，若土石流發生時，河道淤積可能改變水流方向，影響橋梁構造物原有功能，亦未將事故發生前 3 個月花蓮地區地震頻頻發生，亦可能造成大清水溪上游集水區土石鬆動，引發土石流的可能性納入風險評估。在特別檢測後，未依「臺鐵公司鐵路橋梁檢測作業手冊」第三章 3.3 節「地震、颱風、豪雨等天然或人為災害後，經檢測認為有必要進行監測之橋梁，工務段應擬訂監測機制…」規定，擬定監測計畫、追蹤或是會同相關權責機關（單位）進行改善作業或研商預防對策，未能即早辨識出該路段存在土石流可能入侵軌道之風險及危害。

2.3 邊坡預警系統功能

民國 110 年 4 月發生臺鐵太魯閣列車撞及滑落軌道之工程車，造成列車出軌之重大行車事故後，交通部即指示「臺鐵北迴線 K51+170~K51+500 增設預警系統（以下簡稱 K51 預警系統）」等事項，故臺鐵公司於民國 110 年 4 月 26 日召開「鐵路行車安全改善六年計畫-邊坡全生命週期維護管理」子計畫「預警及管理系統統包工程標案」變更需求會議並進行現場勘查作業，以確認監視器設置位置，以確保行車安全。

依 1.9.3 節，「預警及管理系統統包工程標案」統包商-中華電信依民國 110 年 4 月 26 日會議紀錄辦理 K51 預警系統之細部設計、施工預算編列等作業後，分於東正線設置 9 組槍型攝影機及西正線設置 2 組槍型攝影機，詳細位置如圖 2.3-1。

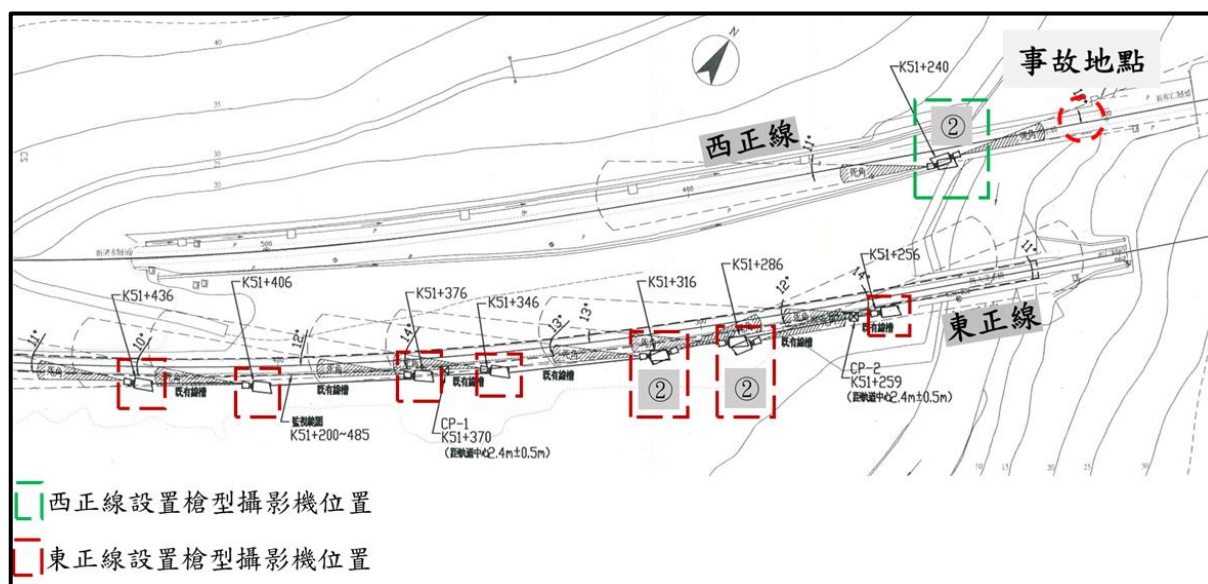


圖 2.3-1 K51+170~K51+500 槍型攝影機設置位置

依 1.11.6 節訪談資料，K51 預警系統僅有東正線之攝影機具有 AI 辨識暨預警功能，因此可從東正線實際路段上設置有外物入侵 (S 型) 告警燈、每 25 公尺設置槍型攝影機、控制箱¹² (Control Panel) 等設備，以達預警功能。西正線設置槍型攝影機並無預警功能，僅為輔助監視落石或大清水溪水位高度，因此無設置外物入侵 S 型告警燈、控制箱等設備。

2.3.1 工程契約第二次變更

依據民國 108 年臺鐵公司預警及管理系統統包工程統包需求書之目標：「於脆弱路段設置自動化監視、監測、預警設備，並開發客製化鐵道邊坡崩塌監測與預警技術，且納入「告警資訊系統」，以提升預警準確度」。故中華電信依臺鐵公司指定於臺鐵環島路網 25 處脆弱路段設置全自動 AI 辨識、告警系統及 S 型告警燈等，並於設置地點所轄管工務段及臺鐵公司行控處設置即時監看設備、告警裝置，供相關人員對於緊急狀況即時應變及查明

¹² 控制箱內主要設備包括：乙太網路供電交換器、4G 無線訊號傳輸設備、電源開關等。

處置，以避免發生因外物入侵造成行車事故之風險。

然而，臺鐵公司依前述目標辦理新增 K51 預警系統之作業階段，包括：民國 110 年 4 月臺鐵公司變更需求會議、民國 110 年 8 月現地會勘紀錄、統包商細部設計(含圖說)、預算書至臺鐵公司變更設計工程簽認單等階段，均未明確說明西正線設置槍型攝影機之需求及不具 AI 辨識、告警功能。

本會認為，變更設計目的係因標案執行或實務上之需求，然而臺鐵公司辦理新增 K51 預警系統時，同意西正線攝影機不具有 AI 辨識及告警功能，卻未對該變更之理由及與其他路段系統功能之差異，要求中華電信於相關圖說及文件說明，不利工務段監控單位瞭解系統之功能，導致人員誤認西正線之攝影機與東正線之系統同樣具有告警功能，完全依賴告警而未能主動確認西正線軌道狀況，無法即時發現土石流已溢流至軌道上，造成本次事故。

2.3.2 邊坡預警系統監視機制及人員教育訓練

依 1.9.4 節，臺鐵公司花蓮工務段值班室內配有 2 個即時監看螢幕，分別固定監看北迴線崇德站至和仁站間 K48+500~K48+650 計 12 個 CCTV 畫面及 K51+200~K51+485 計 11 個 CCTV 畫面。經本會現場檢視 CCTV 畫面，其中鄰近事故地點 K51 西正線攝影機畫面顯示方式，與具告警功能之東正線攝影機畫面顯示方式相同，如圖 2.3-2，監看人員無法得知西正線之監控不具有 AI 辨識及告警功能。



圖 2.3-2 邊坡預警系統 K51 處之即時監視畫面

臺鐵公司花蓮工務段為讓監控人員熟悉告警系統操作及處置程序，於值班室內張貼說明文件，包括：「交通部臺灣鐵路管理局外物入侵告警系統啟動暨解除辦法」、告警系統啟動暨解除處置步驟流程圖、值班人員教學影片 QR code 連結等。惟針對西正線設置之攝影機無主動預警功能，僅能輔助監視大清水溪水位，值班室內未有相關說明告知監控人員，亦無監控大清水溪水情之標準作業流程，或水情通報標準及處置作為等資訊供人員遵守，導致監控人員未能主動監控大清水溪水情，無法即時發現土石流已溢流至事故路段軌道上。

事故發生時之臺鐵公司監控人員未曾參加中華電信辦理之教育訓練，後續亦無相關人員告知監視畫面中含有無主動告警之路段，造成該監控人員誤以為監視畫面均有告警功能而完全依賴告警，未能主動監控大清水溪的水情。導致大清水溪 6 月 20 日發生第一次土石流並溢流至大清水溪橋橋台時，監控人員未能透過即時影像資訊發現異常，錯失派遣人員赴現場勘查及發布警戒資訊等契機，後續大清水溪 6 月 21 日發生第二次土石流並有大量土石溢流至軌道，監控人員仍未能透過即時影像資訊掌握該資訊，無法立即通知行控處阻止列車進入該路段，導致本次事故之發生。

2.4 司機員相關作為

依 1.5.1 節，臺鐵新自強號 EMU3000 型列車於兩端駕駛車之駕控台上均配置緊急煞車開關，如遇前方有障礙物、電車線受損或任何有礙運轉安全之狀況時，司機員可壓下此開關後啟動緊急緊軔、集電弓降弓等。

依 1.10.3 節及訪談，事故發生前，司機員未發現路線上之土石流，故未操作司軔閥或按壓緊急煞車開關，於撞擊後 4 秒負傷操作司軔閥把手至緊軔位。

本會檢視民國 113 年 1 月至 6 月期間，事故列車司機員所屬花蓮機務段之每月在職訓練報告書之宣導及訓練項目，並未就新自強號 EMU3000 型緊急煞車開關之功能性進行說明。本會認為，臺鐵公司因應新自強號 EMU3000 型列車持續交車並投入營運路線，積極辦理所屬司機員之轉換訓練，惟段訓教材內容並未就新舊車型之差異完整說明，恐不利司機員完整瞭解 EMU3000 型之設備功能，未能於緊急狀況時，善用相關防護設備。

第 3 章 結論

本章中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」及「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，包括不安全作為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失等。

與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響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，但提升了事故發生機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關聯，但基於確保未來運輸安全之故，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運輸安全、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，且常見於國際運輸事故調查組織調查報告之標準格式中，以作為資料分享、安全警示、教育及改善運輸安全目的之用。

3.1 與可能肇因有關之調查發現

1. 臺鐵公司花蓮工務段值班室即時監看西正線攝影機之原始設計，與值班室內其他攝影機不同，不具有 AI 辨識及告警功能，臺鐵公司並未將此差異告知或訓練值班人員，因此值班人員未能即時發現事故前一日及當日均發生土石流溢流至軌道之情況，致未通知行控處轉知列車司機員，

以即時停止列車運轉。(1.9、2.1、2.3)

2. 司機員未收到土石流溢流至軌道上之告警，撞及土石流前，司機員亦未發現路線上之土石流，未操作司軔閥或按壓緊急煞車開關，列車以時速約 118 公里/小時撞及軌道上之土石流後出軌，司機員於撞擊後 4 秒，負傷操作司軔閥把手至緊軔位。(1.5、1.10、2.4)

3.2 與風險有關之調查發現

1. 臺鐵公司未依農村水保署每年公布土石流潛勢溪流對鐵路之影響範圍，訂定完整土石流資訊掌握、預警及應變等作業機制，不利即早發現大清水溪之土石流情形。(1.8、1.9、2.1、2.3)
2. 交通部及臺鐵公司於地震後，未與土石流潛勢溪流之上中下游權責機關建立土石流聯合勘查、治理、預警等合作機制，不利即時掌握流域崩塌、河道堆積等資訊，可能增加土石流入侵軌道之風險。(1.8、2.1)
3. 臺鐵公司執行大清水溪橋特別檢測結果發現，大清水溪有河道淤積需追蹤觀察情況，惟後續臺鐵公司未依鐵路橋梁檢測作業手冊進行監測改善追蹤作業，無法即早辨識該路段存在土石流入侵軌道之風險。(1.6.1、2.2)
4. 臺鐵公司機務段在職訓練教材未包括 EMU3000 型緊急煞車開關設備介紹，不利司機員於遇緊急狀況時可選擇按壓該開關，以降低列車衝擊之傷害。(1.5、2.4)

3.3 其他調查發現

1. 事故列車司機員、列車長之乘務資格、體格及尿液檢查、酒精檢測等無與本案有關之異常發現。

第 4 章 運輸安全改善建議

4.1 改善建議

調查期間運輸安全通告

本會於民國 113 年 7 月 19 日對農業部林業及自然保育署阿里山林業鐵路及文化資產管理處、國營臺灣鐵路股份有限公司、台灣高速鐵路股份有限公司、台灣糖業股份有限公司等發布以下之調查期間運輸安全通告。
(TTSB-IRSB-24-07-001)

1. 請鐵道營運機構評估土石流潛勢溪流可能影響鐵道橋梁之路段，建立縝密之監控及應變機制，避免列車因撞及土石造成事故。

致交通部

1. 協助國營臺灣鐵路股份有限公司與農業部、經濟部、交通部中央氣象署、國家災害防救科技中心等機關，建立土石流潛勢溪流之聯防機制。¹³
(TTSB-RSR-25-11-001)

致交通部鐵道局

1. 本於監理機關權責請就本案致國營臺灣鐵路股份有限公司有關之安全改善建議，納入鐵路法第 41 條所定定期及不定期檢查。(TTSB-RSR-25-11-002)

致國營臺灣鐵路股份有限公司

1. 依農業部農村水保署發布土石流潛勢溪流及大規模崩塌潛勢區影響範圍之清單，建立土石流潛勢溪流觀測、預警、應變之標準作業程序。¹⁴(TTSB-RSR-25-11-003)
2. 重新檢視鐵路橋梁檢測作業手冊之規定，於橋梁檢測後(含定期檢測、防

¹³ 本項改善建議，係因應 3.2 與風險有關之調查發現第 2 項所提出。

¹⁴ 本項改善建議，係因應 3.2 與風險有關之調查發現第 1 項所提出。

汛檢測、特別檢測)發現河道淤積、異常等情形，應建立安全評估與改善追蹤機制。¹⁵ (TTSB-RSR-25-11-004)

3. 重新檢視修訂預警系統之訓練教材及說明，明確區分具告警功能及未具告警功能設備之差異。¹⁶ (TTSB-RSR-25-11-005)
4. 重新檢視 EMU3000 型列車訓練教材，特別著重於 EMU3000 型列車與既有車型之設備功能的差異訓練。¹⁷ (TTSB-RSR-25-11-006)

4.2 已完成或進行中之改善措施

國營臺灣鐵路股份有限公司

臺鐵公司與農業部農村水保署、林業保育署、花蓮縣政府等相關單位建立聯繫管道，並建置 CCTV、水位計、土石流告警系統等設備加強監控，另進行河道清疏及增設擋水牆等改善工程，提升抗洪能力。

¹⁵ 本項改善建議，係因應 3.2 與風險有關之調查發現第 3 項所提出。

¹⁶ 本項改善建議，係因應 3.1 與可能肇因有關之調查發現第 1 項所提出。

¹⁷ 本項改善建議，係因應 3.2 與可能肇因有關之調查發現第 4 項所提出。

附錄 1 外物入侵告警系統啟動暨解除處置辦法

名稱：交通部臺灣鐵路管理局外物入侵告警系統啟動暨解除處置辦法

核定日期：中華民國 111 年 3 月 1 日 G21110002141 號簽准

中華民國 112 年 2 月 6 日 G21120001645 號簽准

中華民國 112 年 5 月 9 日 G21120012031 號簽准

修訂日期：中華民國 112 年 9 月 21 日 G21120028985 號簽准

一、目的

為防止外物入侵軌道致阻礙列車運行，故建置外物入侵告警系統，供本局相關人員立即採取緊急措施，以降低列車撞擊外物之風險及確保鐵路行車安全。

二、定義

當外物入侵軌道建築界限，告警系統啟動外物入侵告警警報通知本局相關人員，及啟動「軌道臨時速度限制系統(TSR 系統)」，列車須立即降速並停車，方式如下：

(一) 未設置 TSR 系統路段：

列車司機員於邊坡防護起點告示牌前停車，俟綜合調度所依行車異常通報應變標準作業程序規定發布行車命令辦理。

(二) 已設置 TSR 系統路段：

當列車時速超過 TSR 系統所設定之 ATP 限制速度時，將使列車自動煞停停車待命，列車司機員須俟綜合調度所依行車異常通報應變標準作業程序規定發布行車命令後再開車。

三、設備及人員

(一) 外物自動偵測裝置（攝影機）：

現場安裝攝影機透過 AI 辨識自動偵測範圍內有無外物出現在偵測範圍 3 秒以上。

(二) 告警警報裝置（跑馬燈、蜂鳴器及監視系統）：

綜合調度所工務監控台、工務段值班室及防護路段兩端最鄰近有 24 小時站員值勤車站之行車室，均設置警報裝置。

(三) 外物入侵告警發報及告示裝置：

為列車緊急採取停車措施，防護路段（詳附件一）現地亦裝

設列車防護無線電、400 及 800 公尺外物入侵告警燈（詳附件二）、告警防護起訖點告示牌（詳附件三）。

（四）軌道臨時速度限制系統(TSR 系統)：

為使列車緊急自動煞停，於距離防護路段起點告示牌，800 公尺處，設置 TSR 系統。

（五）各單位處置人員定義如下：

- 1、綜合調度所行控室:處置人員為值班行車調度員，下稱行控室。
- 2、綜合調度所工務監控台:處置人員為監控台值班人員，下稱監控台。
- 3、列車司機員:處置人員為行經該路段之列車司機員，下稱司機員。
- 4、車站行車室:處置人員為行車室值班人員，下稱車站。
- 5、工務段值班室:處置人員為值班室值班人員，下稱工務段。

四、運轉處置

（一）外物入侵告警警報啟動後，司機員即降速於邊坡防護起點告示牌前停車，行控室依行車異常通報應變標準作業程序發布命令，各單位人員並就下列 3 種情形，依本辦法第六點之「告警系統啟動暨解除處置流程圖」所列職責辦理：

1、無外物侵入軌道可通行：

經監控台檢視現地攝影機監視螢幕畫面，若無外物侵入軌道可通行，則通知行控室依行車異常通報應變標準作業程序命令司機員以慢行 30km/hr 全列車通過邊坡防護路段後，司機員回報行控室路段狀況，行控室再通知監控台告知列車已通過防護路段，由監控台解除告警恢復正常行車，並同時通知車站已恢復正常行車。

2、有外物，惟未侵入軌道淨空尚可通行：

經監控台檢視現地攝影機監視畫面螢幕有外物，惟未侵入軌道淨空尚可通行，則通知工務段立即派路線維

修人員前往現場清除外物，並同時通知行控室依行車異常通報應變標準作業程序命令司機員以慢行 30km/hr 全列車通過邊坡防護路段後，司機員回報行控室路段狀況。俟工務段排除外物後通知監控台，監控台解除告警並通知行控室恢復正常行車，行控室通知車站恢復正常行車。

3、外物已侵入軌道淨空：

經監控台檢視現地攝影機監視螢幕畫面，確認現場外物已侵入軌道淨空，立即通知工務段前往現場排除外物，並同時通知行控室，由行控室依行車異常通報應變標準作業程序通知車站外物入侵致軌道路線中斷，並通知司機員停車待命，俟工務段排除外物後，回報監控台，監控台解除告警並通知行控室可恢復正常行車，再由行控室依行車異常通報應變標準作業程序通知車站已恢復正常行車。

- (二) 若排除外物作業涉及運、工、機、電等其他跨單位綜合性搶修作業，除依本處置辦法解除告警警報，須依本局「災害事故通報作業要點」及「災害事故應變處理須知」辦理搶修及復舊等作業後，始可恢復正常行車。

五、監視設備無法辨識或異常之處置（係指透過監視設備仍無法確認之情形）：

- (一) 外物入侵告警警報啟動後，司機員即降速於邊坡防護起點告示牌前停車，經監控台檢視現場攝影機監視螢幕，倘因螢幕畫面無法判讀或其他原因仍無法確認現場是否有外物入侵軌道，則工務段檢視確認監視螢幕，若亦無法確認現場狀況，則監控台通知行控室，由行控室依行車異常通報應變標準作業程序命令司機員先以慢行 15km/hr 接近邊坡防護路段，並依本辦法第七點之「監視設備無法辨識或異常處置流程圖」所列各項情形之職責辦理：

1、無外物侵入軌道可通行：

司機員以 15km/hr 接近邊坡防護路段後，倘目視無任何外物可正常通行，則續以 15km/hr 全列車通過，通過防護路段後司機員回報行控室路段狀況，再由行控室依行車異常通報應變標準作業程序通知監控台解除告警並通知車站已恢復正常行車。

2、有外物，惟未侵入軌道淨空尚可通行：

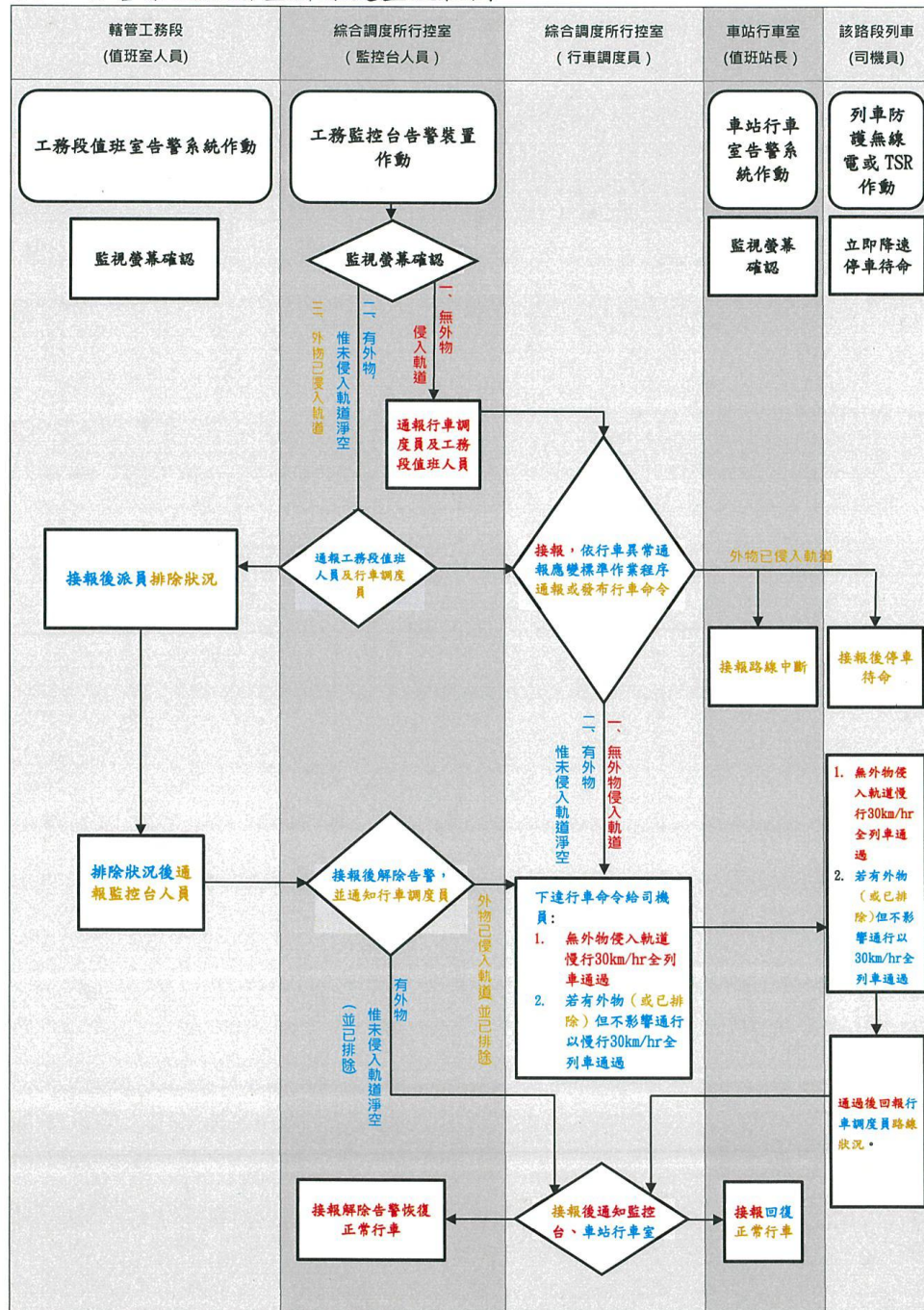
司機員以 15km/hr 接近邊坡防護路段後，倘目視有外物惟未侵入軌道淨空不影響正常通行，則續以 15km/hr 全列車通過，通過防護路段後司機員回報行控室路段狀況，行控室依行車異常通報應變標準作業程序通知監控台，由監控台通知工務段排除外物，俟工務段排除外物後通知監控台，監控台解除告警並通知行控室恢復正常行車，再由行控室依行車異常通報應變標準作業程序通知車站已恢復正常行車。

3、外物已侵入軌道淨空：

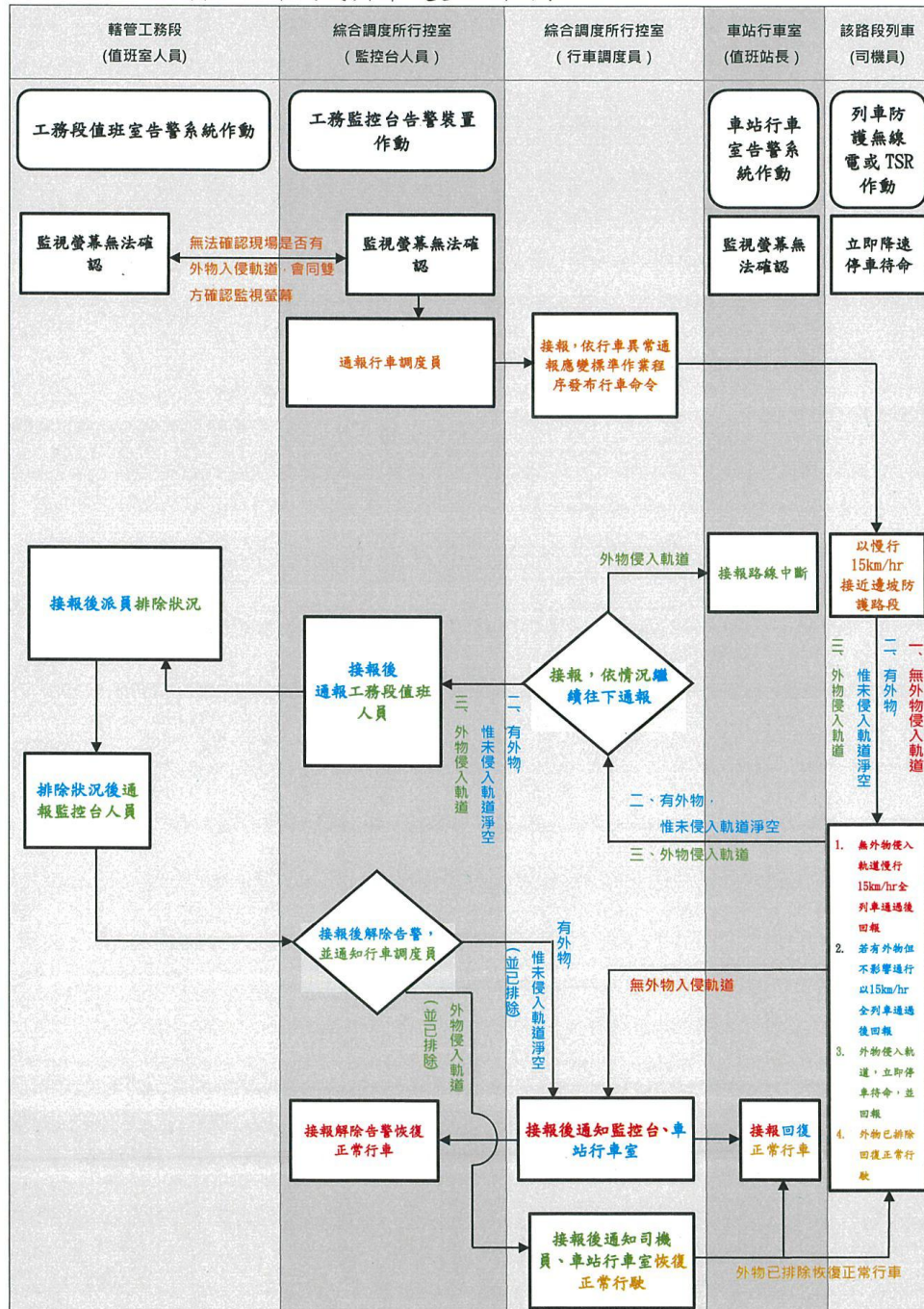
司機員以 15km/hr 接近邊坡防護路段後，倘目視已有外物侵入軌道淨空，應立即停車並回報行控室路段狀況，行控室依行車異常通報應變標準作業程序通知監控台，由監控台立即通知工務段立即派路線維修人員前往現場清除外物，行控室並同時通知車站有外物入侵致軌道路線中斷，俟工務段排除外物後，回報監控台，監控台解除告警並通知行控室可恢復正常行車，再由行控室依行車異常通報應變標準作業程序命令司機員正常行車並通知車站已恢復正常行車。

- (二) 若排除外物作業涉及運、工、機、電等其他跨單位綜合性搶修作業，除依本處置辦法解除告警警報，須依本局「災害事故通報作業要點」及「災害事故應變處理須知」辦理搶修及復舊等作業後，始可恢復正常行車。

六、告警系統啟動暨解除處置流程圖：



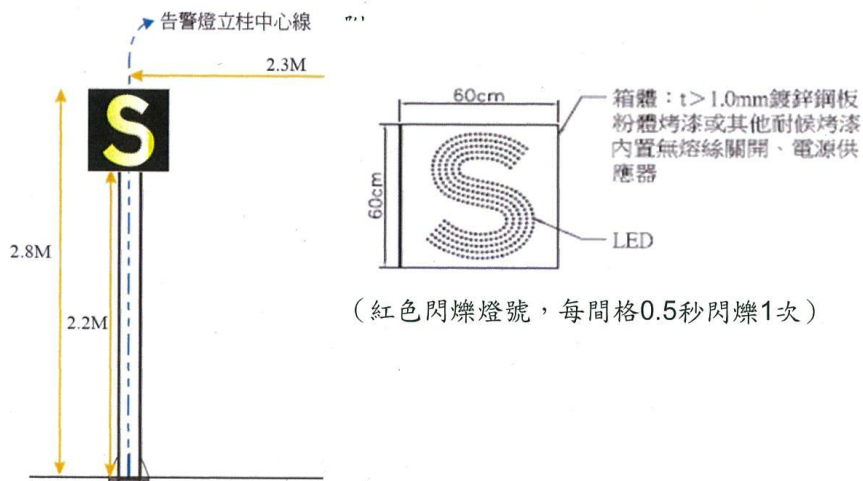
七、監視設備無法辨識或異常處置流程圖：



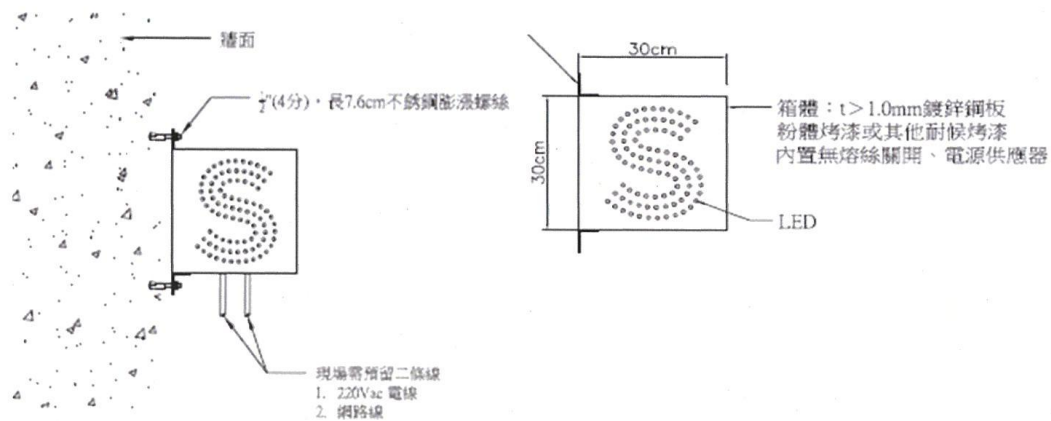
附件一 外物入侵告警系統設置地點表

轄管工務段	地點	里程	告警系統設置車站
花蓮工務段	北迴線和仁-崇德 (已設置TSR系統)	K51+200~K51+485	和仁、崇德
	北迴線和仁-崇德	K48+500~K48+650	和仁、崇德
高雄工務段	南迴線加祿-內獅	K11+100~K11+200	加祿、枋野
	南迴線內獅-枋山	K12+100~K12+200	加祿、枋野
	南迴線內獅-枋山	K12+500~K12+600	加祿、枋野
	南迴線內獅-枋山	K14+420~K14+620	加祿、枋野
	南迴線內獅-枋山	K15+500~K15+650	加祿、枋野
	南迴線枋山-枋野	K17+030~K17+175	加祿、枋野
	南迴線枋野-大武	K20+670~K20+770	枋野、大武
臺東工務段	南迴線大武-瀧溪	K45+219~K45+419	大武、瀧溪
	南迴線瀧溪-金崙	K57+017~K57+117	瀧溪、金崙
	南迴線太麻里-知本	K75+700~K76+170	太麻里、知本
	南迴線太麻里-知本	K77+600~K77+800	太麻里、知本
	南迴線太麻里-知本	K79+450~K79+700	太麻里、知本
	臺東線鹿野-山里	K145+950~K146+550	鹿野、山里

附件二 外物入侵告警燈

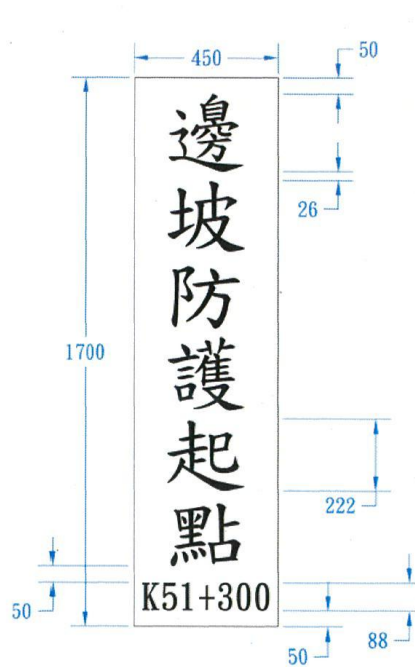


附圖一 一般型外物入侵告警燈



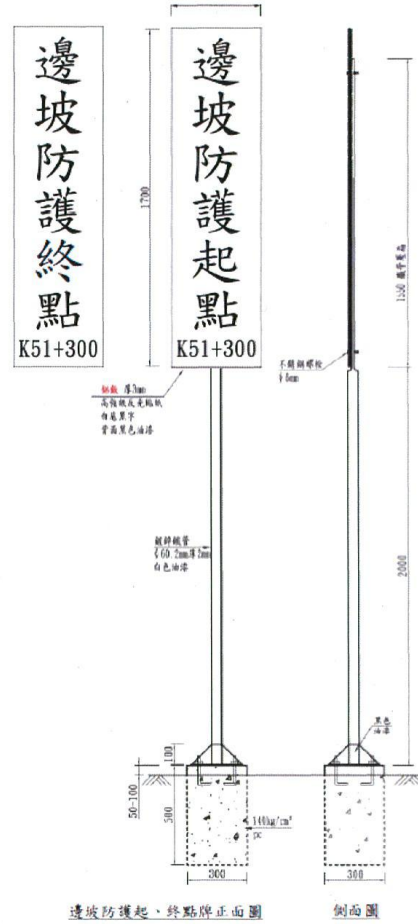
附圖二 隧道型外物入侵告警燈

附件三 告警防護起訖點告示牌（範例：邊坡防護）



1. 白底黑字。
2. 文字與底版垂直間距50mm。
3. 文字與里程垂直間距50mm。
4. 文字單字垂直間距26mm。
5. 文字高222mm。里程字高88mm。

告示牌面規格



邊坡防護起、終點牌正面圖

側面圖

附錄 2 告警系統之告警紀錄

編號	位置	事件日期	事件時間	告警日期	告警時間	異物
1	花蓮段 K48+573-1 西正線	2024/6/20	上午2:46:17	2024/6/20	上午2:46:18	石頭
2	花蓮段 K48+573-2 西正線	2024/6/20	上午3:34:40	2024/6/20	上午3:34:40	石頭
3	花蓮段 K48+573-2 西正線	2024/6/20	上午3:38:29	2024/6/20	上午3:38:29	石頭
4	花蓮段 K48+505 東正線	2024/6/20	上午3:51:55	2024/6/20	上午3:51:55	石頭
5	花蓮段 K48+505 東正線	2024/6/20	上午3:52:10	2024/6/20	上午3:52:11	人,石頭
6	花蓮段 K48+505 東正線	2024/6/20	上午3:52:18	2024/6/20	上午3:52:18	人,石頭
7	花蓮段 K48+505 東正線	2024/6/20	上午3:52:34	2024/6/20	上午3:52:34	石頭
8	花蓮段 K51+436 東正線	2024/6/20	上午5:14:14	2024/6/20	上午5:14:14	石頭
9	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	上午5:14:18	2024/6/20	上午5:14:19	石頭
10	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	上午5:14:33	2024/6/20	上午5:14:34	石頭
11	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	上午5:14:41	2024/6/20	上午5:14:41	石頭
12	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	上午5:15:41	2024/6/20	上午5:15:41	石頭
13	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	上午5:15:48	2024/6/20	上午5:15:49	石頭
14	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	上午5:16:33	2024/6/20	上午5:16:33	石頭
15	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	上午5:17:02	2024/6/20	上午5:17:02	石頭
16	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	上午5:17:20	2024/6/20	上午5:17:20	石頭
17	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	下午12:11:20	2024/6/20	下午12:11:21	石頭
18	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	下午12:11:52	2024/6/20	下午12:11:52	石頭
19	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	下午12:12:25	2024/6/20	下午12:12:25	石頭
20	花蓮段 K51+261 東正線-西側	2024/6/20	下午12:15:51	2024/6/20	下午12:15:52	石頭
21	花蓮段 K48+475-2 西正線	2024/6/20	下午7:04:42	2024/6/20	下午7:04:43	石頭
22	花蓮段 K48+475-2 西正線	2024/6/20	下午7:07:46	2024/6/20	下午7:07:46	石頭
23	花蓮段 K48+475-2 西正線	2024/6/20	下午7:14:56	2024/6/20	下午7:14:56	石頭
24	花蓮段 K48+636 西正線	2024/6/21	上午9:34:12	2024/6/21	上午9:34:13	石頭
25	花蓮段 K48+475-2 西正線	2024/6/21	下午7:02:55	2024/6/21	下午7:02:56	石頭
26	花蓮段 K48+475-2 西正線	2024/6/21	下午7:05:55	2024/6/21	下午7:05:55	石頭
27	花蓮段 K48+475-2 西正線	2024/6/21	下午7:07:23	2024/6/21	下午7:07:23	石頭
28	花蓮段 K48+475-2 西正線	2024/6/21	下午7:12:33	2024/6/21	下午7:12:33	石頭
29	花蓮段 K48+475-2 西正線	2024/6/21	下午7:38:46	2024/6/21	下午7:38:46	飛蟲反光,石頭
30	花蓮段 K48+580 東正線	2024/6/21	下午7:41:53	2024/6/21	下午7:41:53	石頭
31	花蓮段 K48+475-2 西正線	2024/6/21	下午7:56:50	2024/6/21	下午7:56:50	石頭
32	花蓮段 K48+580 東正線	2024/6/21	下午8:06:47	2024/6/21	下午8:06:47	石頭

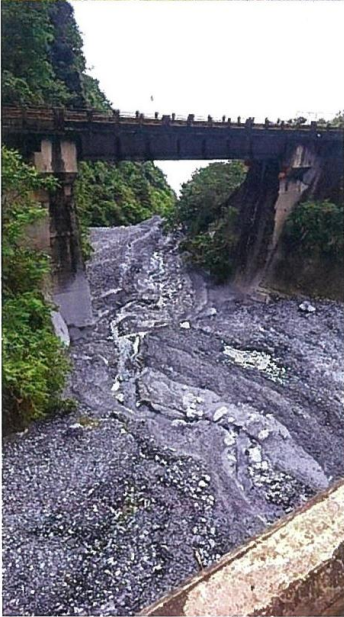
附錄 3 大清水溪橋特別檢測結果

橋梁名稱	西大清水溪橋			橋梁 ID	6671		橋梁性質		
管理單元編號	6671-01			管理單元名稱	西大清水溪橋		橋中心里程	K51+255	
路線等級	特甲級線			路線名	北迴線		管理單元結構型式	1. 梁式橋	
管理機關	交通部臺灣鐵路管理局			工務段	花蓮工務段		分駐所		
起始構件類別/編號	橋台(A)1				結束構件類別/編號	橋台(A)2			
檢測日期	2024-05-06	天氣狀況	晴		檢測事由	地震			
事件發生日期 1	2024-04-30	事件發生日期 2	2024-05-06		事件發生日期 3	2024-04-25	事件發生日期 4	2024-04-27	
事件名稱					檢測單位		檢測人員		
覆核人 1		覆核日期 1			覆核人 2		覆核日期 2		
覆核人 3		覆核日期 3							
總檢查結果	☒ 正常 ☐ 異常				異常構件	河道淤積(非本次地震引起)			
因應對策	☐ 0. 無須特別處置 ☒ 1. 追蹤觀察 ☐ 2. 詳細檢測 ☐ 3. 結構安全評估 ☐ 4. 維修								

檢測項目	損壞狀況	檢查結果	異常所在處或無法檢測說明
整體穩定性	☐ 結構傾斜 ☐ 沈陷 ☐ 土壤液化 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
上部結構	☐ 主要構件受損 ☐ 次要構件受損 ☐ 橋面板下陷 ☐ 大梁位移有落橋潛勢 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
橋墩/帽梁	☐ 傾斜沉陷 ☐ 墩柱破壞 ☐ 帽梁破壞 ☒ 無此項 ☐ 無法檢測	☐ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
橋台	☐ 傾斜位移 ☐ 橋台破壞 ☐ 橋台護坡坍滑	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	

檢測項目	損壞狀況	檢查結果	異常所在處或無法檢測說明
	☐ 無此項 ☐ 無法檢測		
基礎	☐ 基礎傾斜 ☐ 基礎沉陷 ☐ 基礎裸露 ☐ 基礎水平變位 ☐ 無此項 ☒ 無法檢測	☐ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
翼牆/擋土牆	☐ 牆身損壞 ☐ 牆身下沉 ☐ 牆身傾斜 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
支承	☐ 裝置受損 ☐ RC座破損 ☐ 傾斜滑動 ☐ 防落裝置受損 ☐ 無此項 ☒ 無法檢測	☐ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
伸縮縫	☐ 縱向開離 ☐ 左右錯離 ☐ 上下落差 ☐ 擠壓破壞 ☐ 無此項 ☒ 無法檢測	☐ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
河道	☒ 河道淤積 ☐ 河道變寬 ☐ 河床降低 ☐ 深水區改變 ☐ 橋基保護工破壞 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測	☐ 安全 ☒ 須補強 ☐ 危險	
橋墩/橋基保護設施	☐ 完全沖毀 ☐ 部份流失 ☐ 嚴重位移 ☐ 撞擊損傷 ☒ 無此項 ☐ 無法檢測	☐ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
附屬設施	☐ 設施受損倒塌 ☐ 管線受損 ☐ 其他 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	

特別檢測照片

檢測項目 / 構件	全橋		
構件編號	河道		
照片標題	河道淤積		
拍照日期	2024-05-06		
劣化類型	河道變遷		
備註	河道淤積		

橋梁名稱	西大清水溪橋			橋梁 ID	6671		橋梁性質		
管理單元編號	6671-01			管理單元名稱	西大清水溪橋		橋中心里程	K51+255	
路線等級	特甲級線			路線名	北迴線		管理單元結構型式	1. 梁式橋	
管理機關	國營臺灣鐵路股份有限公司			工務段	花蓮工務段		分駐所		
起始構件類別/編號	橋台(A)1				結束構件類別/編號	橋台(A)2			
檢測日期	2024-06-17	天氣狀況	晴		檢測事由	地震			
事件發生日期 1	2024-05-30	事件發生日期 2	2024-06-01		事件發生日期 3			事件發生日期 4	
事件名稱					檢測單位			檢測人員	
覆核人 1		覆核日期 1	2024-07-31 09:43:21		覆核人 2		覆核日期 2		
覆核人 3		覆核日期 3							
總檢查結果	☐ 正常 ☒ 異常				異常構件	河道淤積(非本次地震引起) 北橋台護欄損壞(非本次地震引起)			
因應對策	☐ 0. 無須特別處置 ☒ 1. 追蹤觀察 ☐ 2. 詳細檢測 ☐ 3. 結構安全評估 ☐ 4. 維修								

檢測項目	損壞狀況	檢查結果	異常所在處或無法檢測說明
整體穩定性	☐ 結構傾斜 ☐ 沈陷 ☐ 土壤液化 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
上部結構	☐ 主要構件受損 ☐ 次要構件受損 ☐ 橋面板下陷 ☐ 大梁位移有落橋潛勢 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
橋墩/帽梁	☐ 傾斜沉陷 ☐ 墩柱破壞 ☐ 帽梁破壞 ☒ 無此項 ☐ 無法檢測	☐ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
橋台	☐ 傾斜位移 ☐ 橋台破壞	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	

檢測項目	損壞狀況	檢查結果	異常所在處或無法檢測說明
	☐ 橋台護坡坍塌 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測		
基礎	☐ 基礎傾斜 ☐ 基礎沉陷 ☐ 基礎裸露 ☐ 基礎水平變位 ☐ 無此項 ☒ 無法檢測	☐ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
翼牆/擋土牆	☐ 牆身損壞 ☐ 牆身下沉 ☐ 牆身傾斜 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
支承	☐ 裝置受損 ☐ RC座破損 ☐ 傾斜滑動 ☐ 防落裝置受損 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
伸縮縫	☐ 縱向開離 ☐ 左右錯離 ☐ 上下落差 ☐ 擠壓破壞 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
河道	☒ 河道淤積 ☐ 河道變寬 ☐ 河床降低 ☐ 深水區改變 ☐ 橋基保護工破壞 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測	☐ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	河道淤積
橋墩/橋基保護設施	☐ 完全沖毀 ☐ 部份流失 ☐ 嚴重位移 ☐ 撞擊損傷 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測	☒ 安全 ☐ 須補強 ☐ 危險	
附屬設施	☐ 設施受損倒塌 ☐ 管線受損 ☐ 其他 ☐ 無此項 ☐ 無法檢測	☐ 安全 ☒ 須補強 ☐ 危險	北橋台護欄損壞

報告結束