



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 109 年 5 月 19 日

交通部臺灣鐵路管理局

第 3218 次車

成功站斷軌重大鐵道事故

報告編號：TTSB-ROR-21-12-001

報告日期：民國 110 年 12 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。

中華民國運輸事故調查法第 3 條：

為公正調查重大運輸事故，改善運輸安全，運安會依法獨立行使調查職權。

中華民國運輸事故調查法第 6 條：

運安會應負責下列運輸事故之調查：

- 一、發生於境內之重大運輸事故。

本頁空白

摘要報告

民國 109 年 5 月 19 日約 1900 時，交通部臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵局）第 3218 次北上區間車，執行潮州站到后里站任務，以 8 節 EMU500 型編組運行，約 1405 時由潮州站準點發車，目的地為后里站，車上乘務員計有司機員 1 員及車長 1 員。行經西正線 K204+295 處（以下簡稱事故地點），司機員發現有重大撞擊異音，此路段為成功站至大肚溪南號誌站間，50 公尺定尺鋼軌之曲線段，曲線半徑為 650 公尺，司機員以群呼通報有異音後，經成功站派員巡視路線，確認為西正線內軌斷裂 44 公分，該事故無人員傷亡。

約 1922 時，成功站運轉員抵達現場，向該站值班副站長通報，臺中線 K204+300 公尺處西正線，鋼軌斷裂約 30 公分長。同時綜合調度所第 11 台調度員於無線電監聽中得知狀況，約於 1924 時發布行車命令電報封鎖西正線事故地點路段，以東正線單線運轉行車。成功站並通知成功道班工務人員立即進行搶修。

約 1945 時，成功道班工務領班進場勘查，2010 時施作第一階段搶修作業，約 2126 時完成以 1 公尺短鋼軌替換斷裂處之搶修作業。事故當晚彰化工務分駐所抽換鋼軌並完成第二階段搶修作業後，綜合調度所行控室調度第 11 台調度員即解除封鎖重新開放通行，恢復正常軌道狀況。

109 年 3 月 3 日 0330 時臺鐵局臺中工務段彰化工務分駐所成功道班之領班，於事故地點前後路段，完成東、西正線輸運回收鋼軌作業，為巡視路線以徒步方式返回成功站，於途中發現事故地點鋼軌有明顯斷裂痕但未斷開，裂痕出現於鋼軌連軌線焊接點附近，屬垂直向斷裂痕。

該領班立即通報直屬上級監工員，並依監工員指示暫先用魚尾鉸夾具固定，隨後通知所屬班員立即進行搶修，成功道班人員即準備鑽孔機與魚尾鉸 1 組等材料機具，至現場鑽孔固定後，移動枕木並以人工砸道搗實枕木，於當日 0440 時處理完成，0450 時辦理封鎖解除。

本調查報告詳列此事故的可能肇因有關之因素，以及其他安全因素，包括維修管理：鋼軌缺陷通報與安全管理、鋼軌缺陷及處置原則、故障報修與工項管理、鋼軌缺陷檢查；用料管理：鋼軌用料、再用軌管理；鋼軌焊接檢測人員資格；運轉管理等。

本次事故調查期使交通部臺灣鐵路管理局引以為鑑，進而避免重蹈覆轍，以提升未來之鐵道運輸安全，國家運輸安全調查委員會（運安會）針對鐵道局及臺鐵局提出多項安全改善建議，藉以改正調查所見之安全缺失。

依據中華民國運輸事故調查法、重大運輸事故之範圍等相關內容，運安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：交通部臺灣鐵路管理局、交通部鐵道局。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，調查發現共計 10 項，改善建議共計 8 項，如下所述。

壹、調查發現

與可能肇因有關之調查發現

1. 臺鐵西正線成功站至大肚溪南號誌站間，曲率半徑 650 公尺曲線段內一段 50 公尺定尺鋼軌，因其外側鋼軌有磨耗情形，臺鐵工務處於 101 年 7 月將留有連軌線焊接點之外側鋼軌，與內側鋼軌直接調換使用。因使用鋁熱焊劑之焊接方式，連軌線焊接點銅金屬滲入鋼軌表面，導致鋼軌重新結晶產生小裂紋，再者鋼軌持續承受列車運行載重，致鋼軌裂紋擴大。
2. 臺鐵道班檢修人員於 109 年 3 月 3 日巡檢發現里程 K204+295 處有鋼軌裂紋，僅先以臨時魚尾鈹鎖固後續行使用，並視為一般正常鋼軌接合接頭，未標示白色漆記號提醒巡軌人員注意及立即安排更換鋼軌，遲至 5 月 19 日第 3218 次車司機員通過該處回報有重大撞擊音後，運務人員下軌察看發現鋼軌軌頭斷裂且軌腹分離達 44 公分。

與風險有關之調查發現

1. 臺鐵未明確訂定鋼軌破裂之判定標準、處理時限及限制運轉措施，增加軌道維修人員誤判軌道缺陷等級及處置錯誤之安全風險。
2. 臺鐵人員鎖固魚尾鈹未依規定確認螺栓扭力值，致鎖固後可能因螺栓扭力不足或過磅拉伸變形造成魚尾鈹鬆脫，降低魚尾鈹接合結構強度。
3. 臺鐵未規範由綜合調度所與相關維修單位（工務處、電務處）建立維修故障可能影響營運安全之通報機制，致未能執行降低列車運轉速限或路線封鎖等適當處置措施。
4. 臺鐵未建立完整故障報修及軌道養護計畫之資訊電腦化管理機制，致使鋼軌缺陷及換軌之維修計畫項目得以任意調整更動，未能確實列管追蹤至完工為止。
5. 臺鐵未建立適用的檢查設備（如超音波探傷車）提供預防性的鋼軌缺陷檢查機制，致使鋼軌缺陷斷裂後才被檢查發現。
6. 臺鐵未建立養護規範之鋼軌及配件精密檢查項目及落實每年定期檢查作業。
7. 臺鐵再用軌使用規範，未建立有安裝前品質檢查項目、安裝適用條件及鋼軌內部瑕疵檢測等安全檢核機制，致使鋼軌安裝後存有斷裂的風險。
8. 臺鐵自辦鋼軌電阻火花焊接未訂定檢測機制，增加鋼軌焊接後存有焊道裂紋缺陷的風險。
9. 司機員將軌道異常資訊通報成功站後，值班站長未落實規章規定發現軌道異常時需優先通報調度員，並令續行列車不得超過 30 公里/小時通過，顯示第一線人員缺乏運轉安全觀念及危機意識。
10. 臺鐵雖規定列車發生狀況時，司機員可先通報車站再轉綜合調度所調度員，然此間接之通報程序，以及本事故無線電通聯對話均未正確覆誦及確認安全指示，造成不充分、錯誤或延遲資訊傳達之情形。

其他調查發現

1. 臺鐵連軌線焊接施工程序未訂定焊接人員資格、檢核重點、記錄表單，及未統一由處級單位訂定，難以確保施工品質之一致性及焊接不良溯源管理。
2. 臺鐵現行非破壞檢測內部訓練課程時數過低，資格檢定缺少第三公正單位認證機制，難以確保人員學習效果及檢測標準之一致性。

貳、改善建議

致交通部臺灣鐵路管理局

1. 1. 明訂軌道缺陷判定標準、處理時效及處置準則，確保檢出缺陷如鋼軌斷裂應於規定時限內處理完畢。(TTSB-RSR-21-12-001)
2. 落實確認鋼軌螺栓扭力值，以確保魚尾鈹接合結構強度。(TTSB-RSR-21-12-002)
3. 建立綜合調度所與維修單位之設備異常通報機制，以維持系統運轉安全。(TTSB-RSR-21-12-003)
4. 建立軌道工項之電腦化管理機制，包含故障報修立案及養護計畫管理，確保施工項目追蹤列管至完工改善為止。(TTSB-RSR-21-12-004)
5. 建立預防性鋼軌缺陷檢查機制，如適用的檢查設備(超音波探傷車)，確保鋼軌斷裂前得以檢出及處理。(TTSB-RSR-21-12-005)
6. 明訂鋼軌焊接及再用軌安裝前檢測規範，確保鋼軌用料品質。(TTSB-RSR-21-12-006)
7. 重新檢討非破壞檢測人員資格認證程序，確保鋼軌焊道檢測品質。(TTSB-RSR-21-12-007)
8. 增訂鋼軌連軌線焊接程序重點項目及記錄表單，如焊接人員資格、焊模使用規定、環境限制，且作業標準應由處級單位統一發行。(TTSB-RSR-21-12-008)
9. 落實行車事故之處置規定，以正確執行列車運轉管制作為。(TTSB-RSR-21-12-009)
10. 建立通訊標準手冊，明訂通訊用語、發話及覆誦確認程序。(TTSB-

RSR-21-12-010)

目錄

摘要報告.....	i
目錄	vii
表目錄	xi
圖目錄	xii
英文縮寫對照簡表.....	xiv
第 1 章 事實資料.....	1
1.1 事故經過.....	1
1.2 期中安全通告.....	4
1.3 人員傷害.....	5
1.4 車輛及軌道損害.....	5
1.4.1 車輛損害	5
1.4.2 軌道損害	6
1.5 軌道裂痕及修復歷程.....	6
1.6 天氣資料.....	10
1.7 人員資料.....	10
1.7.1 經歷、訓練及考核	10
1.7.2 生心理及酒精藥物檢測	12
1.8 列車運行資料.....	12
1.9 記錄器及速限標誌.....	13
1.9.1 紀錄器.....	13
1.9.2 速限標誌	14
1.10 通聯及事故通報.....	15
1.11 殘骸外觀檢視.....	18
1.12 斷裂鋼軌.....	19
1.12.1 斷裂鋼軌來源	20
1.12.2 軌道檢查結果	20
1.12.3 鋼軌焊接檢查及人員訓練實務做法	21

1.12.4 鋼軌庫存紀錄	22
1.13 測試與研究	22
1.13.1 鋼軌破損分析	22
1.13.2 鋼軌缺陷及維修建議	24
1.14 組織與管理	26
1.14.1 運務及機務相關規定	26
1.14.2 工務相關規定	29
1.15 人員訪談紀錄	33
1.15.1 機務人員 A 訪談摘要	34
1.15.2 機務人員 B 訪談摘要	34
1.15.3 機務人員 C 訪談摘要	35
1.15.4 機務人員 D 訪談摘要	35
1.15.5 機務人員 E 訪談摘要	36
1.15.6 運務人員 A 訪談摘要	36
1.15.7 運務人員 B 訪談摘要	37
1.15.8 運務人員 C 訪談摘要	38
1.15.9 運務人員 D 訪談摘要	39
1.15.10 運務人員 E 訪談摘要	40
1.15.11 運務人員 F、G 訪談摘要	41
1.15.12 工務人員 A 訪談摘要	41
1.15.13 工務人員 B 訪談摘要	43
1.15.14 工務人員 C 訪談摘要	46
1.15.15 工務人員 D 訪談摘要	48
1.15.16 運安人員 A 訪談摘要	50
1.16 臺鐵局近期鋼軌斷裂事件	50
1.17 事件序	51
第 2 章 分析	54
2.1 鋼軌斷裂原因	54

2.2	維修管理.....	56
2.2.1	鋼軌缺陷判定標準及處置準則.....	56
2.2.2	鋼軌缺陷標示與安全通報.....	57
2.2.3	故障報修紀錄及計畫管理.....	58
2.2.4	鋼軌檢查.....	59
2.3	再用軌管理.....	59
2.4	鋼軌焊接.....	60
2.4.1	連軌線焊接.....	60
2.4.2	電阻火花焊接出廠檢測.....	61
2.4.3	熱劑焊接檢測人員資格.....	61
2.5	運轉管理.....	62
2.5.1	列車發生異常通報.....	62
2.5.2	訊息傳達.....	62
第3章	結論.....	64
3.1	與可能肇因有關之調查發現.....	64
3.2	與風險有關之調查發現.....	65
3.3	其他調查發現.....	66
第4章	改善建議.....	67
4.1	鐵道安全改善建議.....	67
附錄1	通聯抄件.....	68
附錄2	委託金屬工業研究發展中心進行鋼軌破損分析.....	76
附錄3	熱劑焊接標準作業程序.....	99
附錄4	熱焊接劑規範.....	105
附錄5	瓦斯壓接標準作業程序.....	107
附錄6	工務處鋁熱劑焊接暨鋼軌焊道非破壞檢測人員訓練課程 ...	111
附錄7	50kg-N 鋼軌鋁熱劑焊接焊道強度破壞試驗.....	112
附錄8	軌道電路腳套線鋼軌連接頭規範.....	113
附錄9	軌道電路連軌線規範.....	117

附錄 10 接地線、連軌線或跨軌線施工標準作業程序.....	122
--------------------------------	-----

表目錄

表 1.1-1 109 年 5 月 19 日通過事故地點北上列車時序表	2
表 1.4-1 通過事故地點列車組車輪檢查表	5
表 1.7-1 本案有關人員 109 年 5 月 19 日酒精濃度檢測紀錄	12
表 1.8-1 列車運行資料.....	12
表 1.12-1 事故路段軌道檢查結果及次數統計	20
表 1.12-2 109 年 1-5 月 50kg-N 硬頭鋼軌庫存盤點紀錄.....	22
表 1.13-1 焊接缺陷之運轉條件及維修建議	25
表 1.14-1 行車異常通報應變標準作業程序 (SOP)	26
表 1.14-2 軌道檢查種類.....	32
表 1.15-1 訪談人員代號表	33
表 1.16-1 臺鐵局近 5 年 (105-109) 鋼軌斷裂事件表	50
表 1.17-1 事故時序表.....	51

圖目錄

圖 1.1-1 鋼軌斷裂（組合）	2
圖 1.1-2 鋼軌斷裂（分離）	3
圖 1.1-3 鋼軌斷裂.....	3
圖 1.1-4 本事故第一階段鋼軌斷裂搶修過程	4
圖 1.1-5 第一階段鋼軌斷裂搶修完工	4
圖 1.1-6 鋼軌斷裂第一階段搶修示意圖	4
圖 1.5-1 事故地點位置.....	7
圖 1.5.2 鋼軌斷裂旁之連軌線鋁熱焊痕跡.....	7
圖 1.5-3 109 年 3 月 3 日之鋼軌裂痕	8
圖 1.5-4 鋼軌裂痕緊急搶修及魚尾板加固	8
圖 1.5-5 鋼軌裂痕夾具固定示意圖	8
圖 1.9-3 臺中線 K205+250-K204+985 上行西正線（慢行 80）	15
圖 1.10-1 臺鐵綜合調度所行控室通報營運安全處之該事故紀錄通報	17
圖 1.10-2 臺鐵通報運安會該事故之摘要報告表	17
圖 1.11-1 斷裂鋼軌踏面削角情形.....	18
圖 1.11-2 鋼軌斷裂面生鏽.....	18
圖 1.11-3 事故斷裂鋼軌立剖面及磨耗情形	19
圖 1.12-1 鋼軌接頭配置方式	21

圖 1.13-1 鋼軌各部位及缺陷說明	24
圖 1.14-1 行車異常通報應變標準作業程序流程圖 (SOP)	28

英文縮寫對照簡表

ATP	Automatic Train Protection	列車自動防護系統
EMU	Electric Multiple Unit	電聯車
PP	Push – Pull train	推拉式自強號
TEMU	Tilt Electric Multiple Unit	傾斜式電聯車

第 1 章事實資料

1.1 事故經過

民國 109 年 5 月 19 日約 1900 時，交通部臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵局）第 3218 次北上區間車，執行潮州站到后里站任務，以 8 節 EMU500 型編組運行，約 1405 時由潮州站準點發車，目的地為后里站，車上乘務員計有司機員 1 員及車長 1 員。行經西正線 K204+295 處（以下簡稱事故地點），司機員發現有重大撞擊異音，此路段為成功站至大肚溪南號誌站間，50 公尺定尺鋼軌¹之曲線段，曲線半徑為 650 公尺，司機員以群呼通報有異音後，經成功站派員巡視路線，確認為西正線內軌斷裂 44 公分，該事故無人員傷亡。

事故當日 1830：10 時，臺鐵局第 2246 次北上區間車，為 8 節 EMU²500 型編組運行，依車載列車自動防護系統（Automatic Train Protection, 以下簡稱 ATP）紀錄顯示，該列車以 49 公里/小時通過事故地點，於成功站停車。該列車司機員表示，通過事故地點時感覺無異常。

1850：20 時，臺鐵局第 142 次北上推拉式 PP³自強號，為 12 節推拉式 PP 車編組運行，依車載 ATP 紀錄顯示，該列車以 74 公里/小時通過事故地點，於成功站過站不停車，該列車司機員表示，通過事故地點時感覺無異常。

第 3218 次車司機員表示當日列車無異狀、天氣狀況晴朗、視距

¹ 依交通部頒布之「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」，定尺鋼軌為原出廠之一定長度（或稱標準長度）鋼軌。軌道接頭為路線結構較弱處，為了減少軌道接頭數量，臺鐵局在工廠中將 2 支 25 公尺鋼軌以電阻火花焊接成 1 支 50 公尺之定尺鋼軌。

² 電聯車 Electric Multiple Unit 簡稱 EMU，又稱為「電車組」，是指從外界獲取電力作為動力來源的動車組。

³ 推拉式自強號 Push - Pull train 簡稱 PP，俗稱 PP 自強號列車。

良好且沿途號誌正常。依車載 ATP 紀錄顯示，1859：51 時，該列車以 50 公里/小時通過事故地點，司機員聽到重大撞擊異音，並於停靠成功站 1900：00 時群呼通報前述狀況。

1907：57 時，臺鐵局第 2 次北上莒光號，為 8 節以電力機車編組運行，依車載 ATP 紀錄顯示，該列車以時速 81 公里/小時通過事故地點，於成功站過站不停車，依據該列車司機員表示，列車通過事故地點時感覺無異常。

1916：37 時，臺鐵局第 288 次北上普悠瑪自強號，為 8 節 TEMU（傾斜式電聯車 Tilt Electric Multiple Unit 以下簡稱 TEMU，通稱普悠瑪自強號）2000 型編組運行，依車載 ATP 紀錄顯示，以時速 93 公里/小時通過事故地點，於成功站過站不停車，依據該列車司機員表示，列車通過事故地點時感覺無異常。上揭各列車通過事故地點時序及車速如表 1.1-1 所示。

表 1.1-1 109 年 5 月 19 日通過事故地點北上列車時序表

車次	車種	通過時間	通過時速	是否停 成功站	是否超 速限
第 2246 次	區間車	1830：10	49 公里/小時	是	否
第 142 次	自強號	1850：20	74 公里/小時	否	否
第 3218 次	區間車	1859：51	50 公里/小時	是	否
第 2 次	莒光號	1907：57	81 公里/小時	否	否
第 288 次	普悠瑪	1916：37	93 公里/小時	否	否

第 3218 次司機員 1900 時通報重大異音後，約 1921：21 時成功站派員抵達事故地點確認鋼軌斷裂。如圖 1.1-1、圖 1.1-2 及圖 1.1-3。



圖 1.1-1 鋼軌斷裂（組合）



圖 1.1-2 鋼軌斷裂（分離）

約 1922 時，成功站運轉員抵達現場，向該站值班副站長通報，臺中線 K204+300 公尺處西正線內軌，鋼軌斷裂約 30 公分長。同時綜合調度所第 11 台調度員於無線電監聽中得知狀況，約於 1924 時發布行車命令電報封鎖西正線事故地點路段，以東正線單線運轉行車。成功站並通知成功道班工務人員立即進行搶修。

約 1945 時，成功道班工務領班進場勘查，2010 時施作第一階段搶修作業，約 2126 時完成以 1 公尺短鋼軌替換斷裂處之搶修作業，如圖 1.1-3、圖 1.1-4、圖 1.1-5 及圖 1.1-6。

事故當晚彰化工務分駐所抽換鋼軌並完成第二階段搶修作業後，綜合調度所行控室調度第 11 台調度員即解除封鎖重新開放通行，恢復正常軌道狀況。



圖 1.1-3 鋼軌斷裂



圖 1.1-4 本事故第一階段鋼軌斷裂搶修過程



圖 1.1-5 第一階段鋼軌斷裂搶修完工

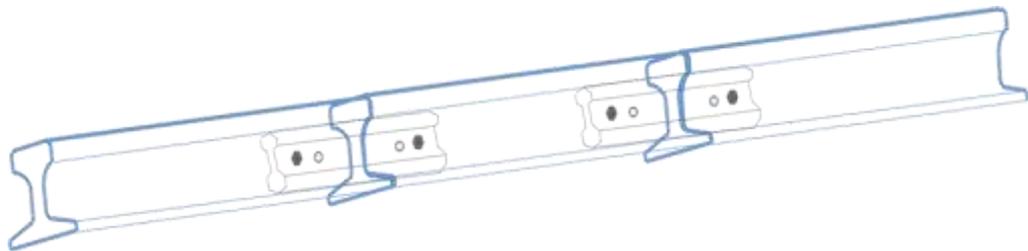


圖 1.1-6 鋼軌斷裂第一階段搶修示意圖

1.2 期中安全通告

考量鋼軌為鐵路運輸重要（基本）安全設施，本會於 109 年 6 月 3 日對各鐵道營運機關（構），發布重大鐵道事故調查期中安全通告，（通告編號 TTSB-IRSB-20-06-001），其內容為：

事故經過：民國 109 年 5 月 19 日 1900 時，臺鐵某列車北上行經臺中

市成功站附近，司機員發現有重大撞擊異音，後經通報及巡軌確定為鋼軌斷裂，斷裂部分脫離原位置，期間曾有兩列車高速過站，有造成重大鐵道事故之虞。

說明：經查臺鐵於今（109）年3月初即發現該處已有明顯裂紋，先以夾具固定，未於當晚立即更換鋼軌，後再宣告降速，並以備料及人力不足為由，預定於6月再行更換鋼軌。

建議事項：鋼軌為鐵路運輸重要（基本）設備，為預防前述類似事故再發生，請各鐵路機關（構）立即全面檢查所轄鋼軌設備之結構安全；另請所屬安全部門加強對施工、路線養護單位之宣導及管理作業。

1.3 人員傷害

無人員傷亡。

1.4 車輛及軌道損害

1.4.1 車輛損害

事故當日 1825 時至 1920 時通過事故地點共有第 2246 次車、第 142 次車、第 3218 次車、第 2 次車及第 288 次車等總計 5 列車組，於事故後，各列車組最近一次一級檢修車輪外觀狀態檢查結果，如表 1.4-1。

表 1.4-1 通過事故地點列車組車輪檢查表

車次	車輪檢查日期	檢查結果
第 2246 次區間車	109/05/20	正常
第 142 次推拉式自強號	109/05/21	正常
第 3218 次區間車	109/05/20	正常

第 2 次莒光號	109/05/19	正常
第 288 次普悠瑪自強號	109/05/20	正常

1.4.2 軌道損害

一 50 公尺 50N 定尺鋼軌有 44 公分軌腹以上斷裂並分離。

1.5 軌道裂痕及修復歷程

109 年 3 月 3 日 0330 時臺鐵局臺中工務段彰化工務分駐所成功道班之領班，於事故地點前後路段，完成東、西正線輸運回收鋼軌作業，為巡視路線以徒步方式返回成功站，於途中發現事故地點（如圖 1.5-1）鋼軌有明顯斷裂痕但未斷開，裂痕出現於鋼軌連軌線焊接點附近（如圖 1.5-2），屬垂直向斷裂痕，如圖 1.5-3。

該領班立即通報直屬上級監工員，並依監工員指示暫先用魚尾鉸夾具固定（如圖 1.5-4 及圖 1.5-5），隨後通知所屬班員立即進行搶修，成功道班人員即準備鑽孔機與魚尾鉸 1 組等材料機具，至現場鑽孔固定後，移動枕木並以人工砸道搗實枕木，於當日 0440 時處理完成，0450 時辦理封鎖解除。

依訪談紀錄，該監工員於道班人員完成臨時魚尾鉸夾具固定後，隨即拍照並傳 LINE 方式告知臺中工務段養路室主任，惟未通報直屬長官彰化工務分駐所主任。（臺鐵局工務行政組織管理系統由上至下為局本部、工務處、各工務段、各工務分駐所、各監工區、各道班）



圖 1.5-1 事故地點位置



圖 1.5.2 鋼軌斷裂旁之連軌線鋁熱焊痕跡



圖 1.5-3 109 年 3 月 3 日之鋼軌裂痕



圖 1.5-4 鋼軌裂痕緊急搶修及魚尾板加固

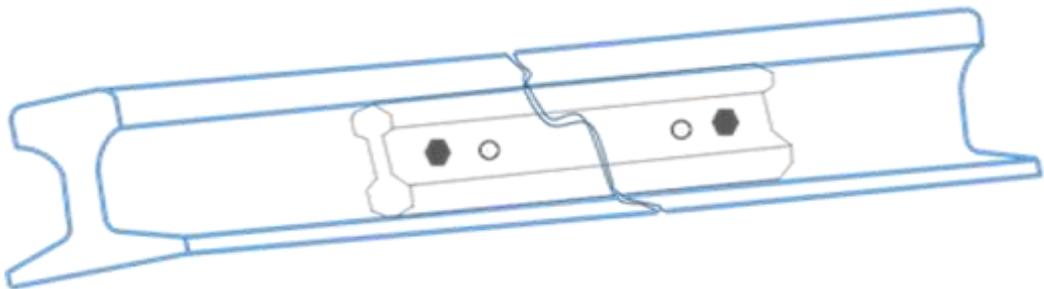


圖 1.5-5 鋼軌裂痕夾具固定示意圖

依訪談紀錄，成功道班領班原擬依軌道養護慣例⁴於發現鋼軌斷

⁴ 109 年 5 月 19 日事故發生當時，臺鐵局對於鋼軌斷裂之處理並無專章規範處理，相關之鋼軌巡查、斷裂處理等分散其他規定中，如「交通部臺灣鐵路管理局路線巡查安全作業程序」。實務上，臺鐵局工務單位人員對於鋼軌斷裂之處置係依慣例處理。109 年 10 月 22 日臺鐵局針對鋼軌斷裂訂定「斷軌應變處置標準作業程序」，作為處理鋼軌斷裂處理標準程序及作業規定。

裂後，立即採兩階段緊急搶修方式處理鋼軌斷裂事宜，即第一階段先封鎖該斷軌股道禁止車輛或列車通行，若該斷軌區間已有車輛或列車在範圍內，則採下列兩種方式處理，一若斷軌情況不嚴重，則用緩慢車速通過，再則如以緩慢速通過有立即危險之虞，採行車控制手段，將該區間之車輛或列車退行至上一個閉塞區間。路線封鎖後工務單位再將鋼軌斷裂處兩側加上護鈹或魚尾鈹夾緊，亦可用覆軌器暫時處理。為降低該斷軌事件對行車營運影響程度，斷軌處於夾具固定後，原封鎖路段重新以解除封鎖慢行方式加入營運。第二階段係待夜間營業離峰時段，再次辦理路線封鎖，抽換掉斷裂的鋼軌。

依訪談領班表示：此次於第一階段搶修完成後，彰化工務分駐所及台中工務段告知因鋼軌數量不足，所以無法編列想要更換的所有鋼軌。

經查原 107 年 10 月 30 日擬定之換軌計畫，先編列東、西線的單邊鋼軌，後因東線狀況較差，台中工務段通知西線鋼軌數量先挪用到東線使用，108 年 12 月 24 至 27 日抽換東線，109 年 3 月 3 日成功道班領班有向直屬監工員申請要抽換裂痕鋼軌，該監工員於訪談表示：考量該裂痕鋼軌已先使用夾具固定暫無立即性危險、該監工區人力正全力配合道岔更換工程無多餘人力可應用，故未能依軌道養護慣例及時進行第二階段搶修。

另依據 109 年 11 月 5 日臺鐵局 0519 成功斷軌事件專案調查報告，第 10 頁對監工員訪談紀錄：3 月 3 日領班當天發現成功站 K204+300 處（正確位置於 K204+295）鋼軌有裂紋，以手機電話通知監工，監工趕赴現場後看到裂紋裂在電阻火花處，先拍照後請同仁準備機具，並決定先鑽兩孔暫以兩支螺栓及魚尾鈹鎖固，當日處理完畢後約凌晨 5 點多快 6 點時，將照片用 LINE 傳給養路主任，並以 LINE 語音通話，問他「鋼軌斷了，緊急處置做了，是不是工程先暫停，讓我抽換鋼軌」，養路主任回答「50 米鋼軌斷在電阻火花焊接點視同兩支鋼軌且有用魚尾鈹固定，視為一般接頭，等有空再去抽換」，該事

件未曾填寫相關紀錄及表單。

依據與成功道班領班訪談得知，109年3月3日及5月19日搶修完成後，領班皆有執行現場觀察，並請成功站要求通過車輛降低限速，以慢行方式通過該事故路段，第一班車20公里/小時行駛，第二班車40公里/小時行駛，第三班車60公里/小時行駛，確認無異狀後才通知成功站，第四班車以後恢復正常速限行駛列車。

1.6 天氣資料

依中央氣象局民國 109 年 5 月 19 日離事故地點最近之烏日氣象觀測站資料，1900 時至 2000 時，氣溫 23.7-23.9°C，降雨量 0 公厘。

1.7 人員資料

1.7.1 經歷、訓練及考核

成功道班領班

民國 94 年考取臺鐵局基層服務員，民國 99 年通過鐵路特考佐級合格，105 年正式接任成功道班領班至今。

彰化工務分駐所監工員

民國 84 年參加鐵路特考士級合格錄取分發台北工務段服務，民國 88 年調回台中工務段烏日道班，3 年前調職彰化工務分駐所擔任監工員，目前調職彰化工務分駐所。

彰化工務分駐所主任

民國 86 年參加鐵路特考士級合格錄取分發台中工務段，民國 95 年調分駐所，民國 105 年 3 月調職分駐所主任，目前調職養路室。

台中工務段養路室主任

民國 79 年 5 月 15 日基層服務員進臺鐵局服務，民國 82 年參加

鐵路現職差工應士級資位考試合格，民國 88 年調任道班副領班，民國 94 年調升為養路監工員，民國 100 年再調職台中工務段服務，民國 104 年接任分駐所主任，民國 105 年調職擔任台中工務段養路主任至今。

第 2246 次區間車司機員

民國 100 年 11 月鐵路特考進入臺北機廠服務擔任技術助理，民國 101 年改派至彰化機務段技術助理，民國 103 年取得駕駛證進入彰化機務段擔任司機員至今。該員具備電力機車、電車組、推拉式電車組乘務駕駛資格。年度健康檢查均為合格。

第 142 次推拉式自強號司機員

民國 103 年鐵路特考進入七堵機務段服務擔任技術助理，民國 104 年至員工訓練中心接受司機員班訓練，當年度取得駕駛證進七堵機務段擔任司機員，民國 107 年調派彰化機務段擔任司機員至今。該員具備電力機車乘務駕駛資格，年度健康檢查均為合格。

第 3218 次區間車司機員

民國 93 年於嘉義道班服務，民國 97 年調臺北機務段擔任技術助理，民國 98 年至員工訓練中心接受司機員班訓練，民國 99 年至嘉義機務段擔任機車助理，民國 101 年調嘉義機務段擔任司機員至今。

該員具備電力機車、柴電機車、EMU500 電車組乘務駕駛資格，年度健康檢查均為合格。

第 2 次莒光號司機員

民國 103 年鐵路特考進七堵機務段擔任技術助理，民國 104 年於司機員班受訓後當機車助理，民國 105 年取得駕駛證進入七堵機務段擔任學習司機員，民國 106 年擔任七堵機務段司機員至今。該員具備電力機車乘務駕駛資格，年度健康檢查均為合格。

第 288 次普悠瑪自強號司機員

民國 80 年 1 月 6 日鐵路特考進入臺北機務段服務，民國 86 年臺北機務段擔任技術助理及機車助理，民國 88 年於司機員班受訓，民

國 89 年進入臺北機務段擔任司機員，民國 94 年調任七堵機務段擔任司機員至今。

該員具備電力機車、電車組、推拉式電車組乘務駕駛資格，年度健康檢查均為合格。

1.7.2 生心理及酒精藥物檢測

本案有關人員當日酒精濃度檢測紀錄，整理如表 1.7-1。

表 1.7-1 本案有關人員 109 年 5 月 19 日酒精濃度檢測紀錄

人員	酒測時間	酒測結果	酒測儀器	依據
第 2246 次司機員	1720 時	綠色	微電腦式	彰化機務段酒精含量測定器測試記錄表
第 142 次司機員	1712 時	無顯示	麥克風式	彰化機務段酒精含量測定器測試記錄表
第 3218 次司機員	1628 時	綠色	麥克風式	嘉義機務段乘務員上班酒精含量暨血壓紀錄表
第 2 次司機員	1720 時	綠色	麥克風式	彰化機務段酒精含量測定器測試記錄表
第 288 次司機員	1810 時	綠色	麥克風式	七堵機務段酒精含量測定器測試記錄表

註：上表酒測結果為綠色及無顯示，皆表示受測人之酒測值為零（結果為合格）。

1.8 列車運行資料

成功站北上列車運轉資料，如表 1.8-1。

表 1.8-1 列車運行資料

時間	民國 109 年 5 月 19 日事故發生時（自 1825 時至 1920 時止）
車次	編組運用
第 2246 次區間車	起訖站：彰化站 1824 時-臺中站 1848 時
第 142 次推拉式自強號	起訖站：潮州站 1535 時-七堵站 2143 時
第 3218 次區間車	起訖站：潮州站 1405 時-后里站 1952 時

第 2 次莒光號	起訖站：臺北站 0810 時-臺北-環島 2140 時
第 288 次普悠瑪新自強號	起訖站：彰化站 1912 時-花蓮站 2332 時

1.9 記錄器及速限標誌

1.9.1 紀錄器

事故當日（109 年 5 月 19）1825 時-1920 時通過事故地點北上 5 列車之 ATP 車速紀錄，顯示各列車車速如表 1.1-1。

另檢視事故當日 5 列車通過事故路段時之行車紀錄器影像發現：1830：10 時，第 2246 次區間車（調查 5 列車中之第 1 列車）剛通過事故地點時，車前及車後行車紀錄器影像均顯示事故鋼軌斷裂踏面已脫離鋼軌痕跡，如圖 1.9-1 及圖 1.9-2。



圖 1.9-1 第 2246 次車車前影像顯示鋼軌踏面脫離



圖 1.9-2 第 2246 次車車後影像顯示鋼軌踏面脫離

1.9.2 速限標誌

臺中線 K210+800 至 K190+000 之速限標位置與里程資料，如表 1.9-1，臺中線 K205+250-K204+985 上行西正線(慢行 80)速限標誌，如圖 1.9-3。

表 1.9-1 臺中線 K210+800 至 K190+000 之速限標位置與里程

項次	上行(西正線)	下行(東正線)	限速	備註
1	K210+600	K209+890	上板 95，下板 70	上板為傾斜式列車速限；下板為推拉式列車，電車或機電車速限
2	K207+490	K205+910	120	
3	K205+400	K203+970	上板 115，下板 90	
4	K205+250-K204+985	K204+069-K204+319	慢行 80	
5	K204+130	直線段無曲線標	上板 125，下板 100	
6	K200+240	199+020	110	
7	K194+860	K191+495	上板 125，下板 95	

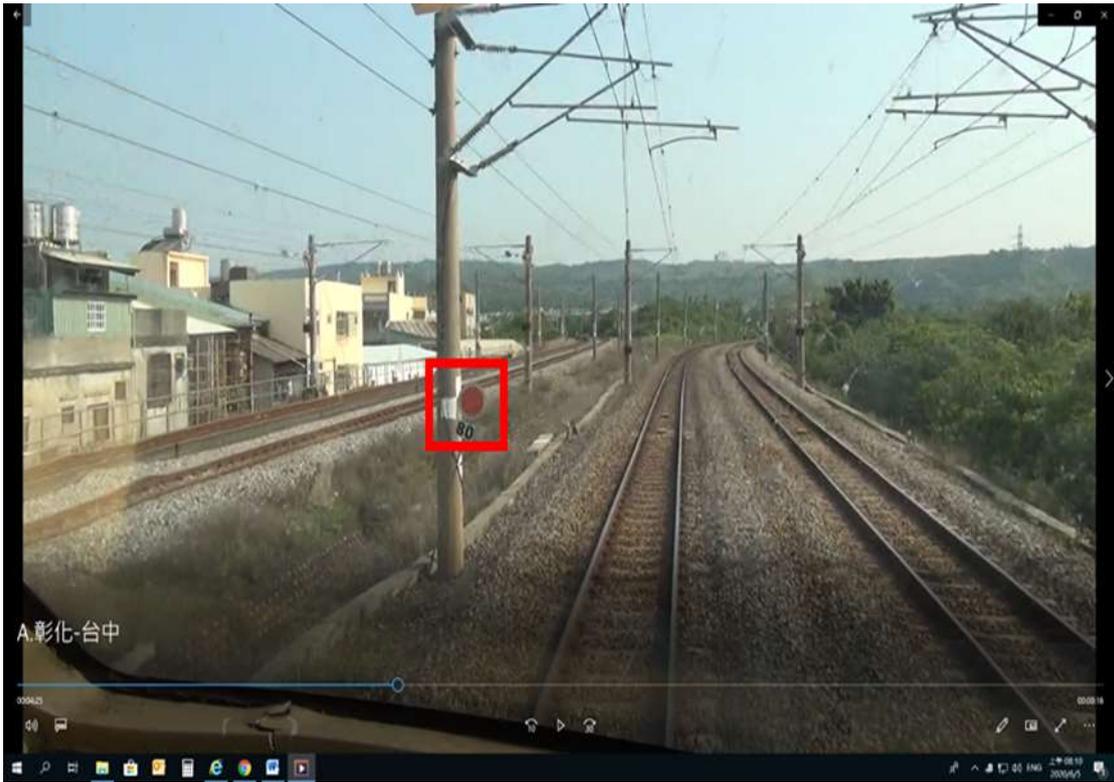


圖 1.9-3 臺中線 K205+250-K204+985 上行西正線（慢行 80）

臺中線上行西正線 K205+400 行車速限標為上板⁵115，下板 90。K205+250-K204+985 因配合台中工務段辦理轄內線形迴歸作業施工需要，故慢行 80 公里/小時，K204+130 行車速限標為上板 125，下板 100，故本事故地點臺中線西正線 K204+295 處行車速限為正常速限，傾斜式列車速限 115 公里小時，推拉式列車，電車或機電車輛速限 90 公里/小時。

1.10 通聯及事故通報

本事故案綜合調度所第 11 台、第 3218 次區間車與成功站等通聯

⁵ 即該路段上板為傾斜式列車速限 115 公里/小時；下板為推拉式列車、電車或機電車輛速限 90 公里/小時

抄件詳附錄 1。

依通聯抄件，1859:50 時第 3218 次區間車北上行經台中線西正線里程 K204+295 處時，發出重大異音，1900:00 時第 3218 次司機員於成功站靠站停車時，向站方表示：你的南邊第 2 個平交道的北邊剛開過，在那邊撞到一聲很大聲，你可否請道班去看一看，那個小的平交道北邊。另於 1900:45 要離站前，第 3218 次司機員再向站方表示：成功你有聽懂嗎？第 2 個平交道北邊，鐵軌的聲音不一樣，我是感覺好像是斷軌的樣子。

1925:48 時成功站運轉員抵達現場後，通聯該站行車副站長：副座斷軌的地方鐵軌整個破損了，破損缺口大概有 30 公分。該運轉員並把現場斷軌照片以 LINE 方式傳給值班售票員轉行車副站長，而該行車副站長於 1940:09 時告知綜合調度所行控室調度 11 台：有、有，斷裂面約有 30 公分，現場用 LINE 傳回來。調度 11 台複誦：3、4 公分嗎？30 公分就糟了。成功站行車副站長回答：是、是。

綜合調度所通報給臺鐵局營運安全處之「綜合調度所行控室(中)區事故紀錄通報表」，原因欄中註記「發現鋼軌斷裂約 3、4 公分」如圖 1.10-1。；另臺鐵局翌日通報給運安會之「交通部臺灣鐵路管理局事故(事件)摘要報告表」中，對本事故斷軌長度描述為「西側鋼軌

斷裂約 4 公分所致」如圖 1.10-2。

綜合調度所行控室(中)區事故紀錄通報表(72)

日期	109 年 5 月 19 日 19 時 24 分					主 任
事故類別	路線故障					
車次						級 別
地點	大肚溪南-成功 閩山線 線起點 204 公里 300 公尺					
原因	發現鋼軌斷裂約 3、4 公分					調度員
關係者	機班	車班	車站	成功		
	姓名	姓名	姓名			
時間	單位	輪值主任	機車調度員	行車組	行保會	其他單位(政風、車站……)
	姓名					
現場通報時間	通車勤務中心時間	檢證完成時間	檢察官放行時間	實際開車時間		
上述時間成功站通報 3218 次司機員行經，上述地點鋼軌有異音，車站立即派人查看，發現鋼軌斷裂約 3、4 公分；立即封鎖該區間，並通知工務前往維修，列車以山東線單線運轉，21:26 修復。 計影響 7 班次 51 分。						
影響 7 列次的 1015 人。						
影 響	車次-時間(下行)			車次-時間(上行)		
	521-5			144-5		
	2233-4			3228-9		
				2284-2		
				150-4		
				2274-1		

圖 1.10-1 臺鐵綜合調度所行控室通報營運安全處之該事故紀錄通報

交通部臺灣鐵路管理局

中華民國 109 年 5 月 19 日 星期二

事故(事件)摘要報告表

營運安全處

編號	時間	車次	事故種類	地點	摘要	批示圖
0519-3	19 時 24 分	3218	其他事件(斷軌)	成功-大肚溪南號誌站 K204+300	19:24 許，第 3218 次司機員通報行駛西正線經成功-大肚溪南號誌站間 K204+300 時路線有異音，經成功站派站員確認為西側鋼軌斷裂約 4 公分所致，即令封鎖該區間西正線，改以東正線單線運轉，21:26 臺中工務派員修復後恢復雙線行車，故障時間 122 分。影響：521/5 分、2233/4 分、144/5 分、3228/9 分、2284/32 分、150/4 分、2274/12 分，計 7 列/51 分/旅客 1015 人。(路線保養段：臺中工務段。司機員所屬段：嘉義機務段)	

A: Accident 事故 D: Death 死亡 F: Financial loss 財損 I: Injury 受傷 N: News 新聞 *例：本年 228 事故編號為 0228-2-AFN

圖 1.10-2 臺鐵通報運安會該事故之摘要報告表

1.11 殘骸外觀檢視

檢視斷裂鋼軌殘骸發現，鋼軌踏面斷裂處之左側有明顯削角情形，顯示通過列車車輪應有撞擊受損，惟臺鐵局未曾有車輛維修單位提出相關列車車輪損傷報告，如圖 1.11-1 及圖 1.11-2。



圖 1.11-1 斷裂鋼軌踏面削角情形

另鋼軌斷裂面呈現嚴重生鏽，如圖 1.11-2。



圖 1.11-2 鋼軌斷裂面生鏽

依鋼軌立剖面磨耗情形觀察：該斷裂鋼軌為再用鋼軌，且先前可能為半徑未滿 600 公尺之曲線段之外軌⁶，如圖 1.11-3。

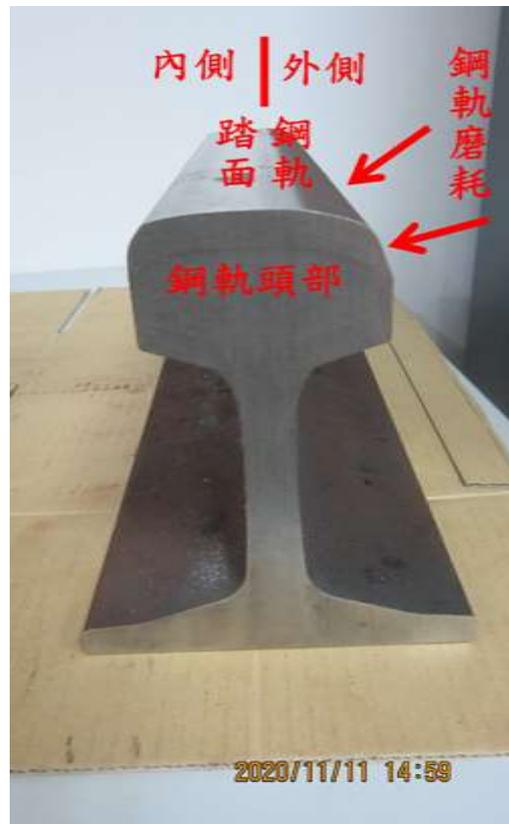


圖 1.11-3 事故斷裂鋼軌立剖面及磨耗情形

事故鋼軌即用 2 支 25 公尺 50kg-N 硬頭鋼軌焊接而成，焊接的方法為工廠施作電阻火花焊接；而事故斷裂鋼軌軌腹旁有廢棄連軌線焊接痕跡（如圖 1.5-2），其焊接方式為現場鋁熱劑焊接。

1.12 斷裂鋼軌

事故地點隸屬臺鐵臺中線西正線上行，大肚溪南號誌站往成功站間，軌道線形為右彎曲線段，曲率半徑 650 公尺，發生位置在里程 K204+295 之內側鋼軌處。

⁶ 「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」 107 年 8 月版之第 2.2 條第 1 項第 (2) 款規定：半徑未滿六百公尺之曲線軌道，則，其外軌應採用表面硬化處理之特殊鋼軌。

1.12.1 斷裂鋼軌來源

依臺鐵局提供之資料，事故地點鋼軌為日本製鐵株式會社生產，批號為 89 年 12 月，原鋼軌材料單支長度 25 公尺。臺鐵局為辦理台中工務段及高雄工務段長焊鋼軌抽換作業，90 年 12 月 27 日由工務養護總隊自辦以電阻火花焊接法焊接 2 支 25 公尺鋼軌成為 50 公尺定尺鋼軌，其後於 101 年 7 月因鋼軌磨耗進行內外軌交換作業。斷裂鋼軌之軌腹存有以熱劑焊接法焊接之連軌線，該連軌線另一端已切除未使用，然臺鐵局未留有相關焊接紀錄。

1.12.2 軌道檢查結果

依據臺鐵局提供本事故軌道檢查資料顯示，自本（109）年 3 月 3 日發現本事故鋼軌斷裂起，至同年 5 月 19 日發生事故日止，該事故地點施作軌道檢查（含甲種軌道檢查及乙種軌道檢查）共 80 次（如表 1.12-1）。其結果檢查皆為「該處檢查無異狀」。

表 1.12-1 事故路段軌道檢查結果及次數統計

期間	自 109 年 3 月 3 日至 5 月 19 日止	
檢查種類（檢查頻率）	檢查日期（次數）	檢查結果
甲種軌道檢查		
軌道檢查車 EN-80（每季）	4/1（1 次）	該處檢查無異狀
乙種軌道檢查		
GPS 震動檢查（每月）	3/19、4/16（共 2 次）	該處檢查無異狀
工程維修車巡查（每週一）	3/9、3/16、3/23、3/30、4/6、4/13、4/20、4/27、5/4、5/11、5/18（共 11 次）	該處檢查無異狀
機車查道（每日，除週一外）	3/3-5/19 每日，除週一外（共 66 次）	該處檢查無異狀

臺鐵局鋼軌的接頭配置方式為對接式，如圖 1.12-1，但本事故案自 109 年 3 月 3 日起現場就多了 1 個非對接式鋼軌接頭，至 5 月 19 日發生止中間歷經 80 次軌道檢查，相關軌道檢查紀錄亦皆未註明事故地點多出 1 個非對接式鋼軌接頭，檢查結果均為「該處檢查無異狀」。

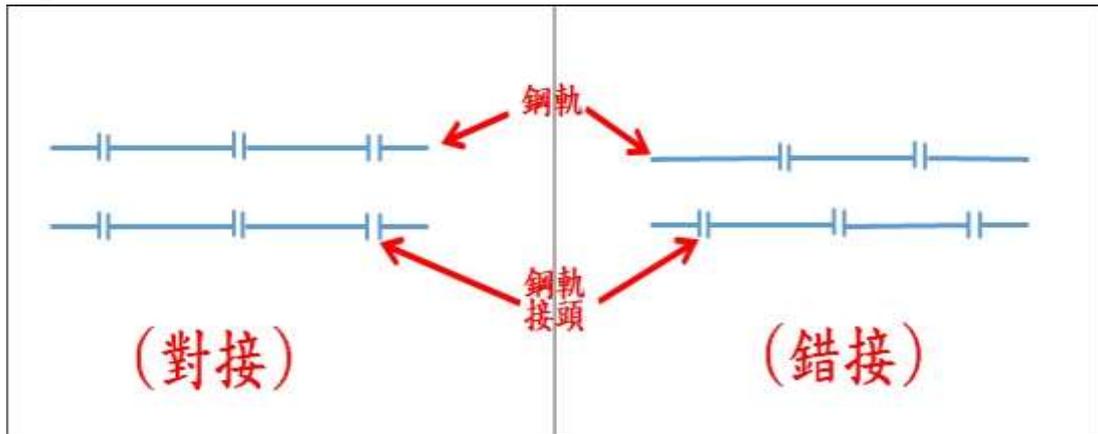


圖 1.12-1 鋼軌接頭配置方式

道班工作日誌

依 109 年 3 月 3 日成功道班工作日誌工作項目為舊鋼軌回收及碴道作業，其中舊鋼軌回收 K205+100 至 K204+900，長度 200 公尺，舊料欄位內容空白，3 月 5 日工作日誌工作項目為成功站至大肚溪南號誌站站間放置舊鋼軌回收，未註記里程範圍，另至 5 月 19 日為止工作日誌未記錄里程 K204+295 有鋼軌斷裂情形。

1.12.3 鋼軌焊接檢查及人員訓練實務做法

依臺鐵局工務處人員訪談紀錄，目前現場精密檢查只針對熱劑焊接之焊道處進行超音波探傷作業，未包含其他電阻火花法、瓦斯壓接焊接之焊道及一般鋼軌位置進行檢查。

依臺鐵局工務處人員訪談紀錄，針對熱劑焊接人員資格及超音波非破壞檢測作業，臺鐵採辦理內部訓練方式規劃 3 天課程進行人員培訓及資格取得。

ISO 9712 是歐盟對於非破壞檢測人員的強制性資格認證標準，進行維修等級判定及處理方式之參考。另國際鐵路聯盟（International Union of Railways, UIC）為制定鐵道鋼軌焊接非破壞檢測人員（Non-destructive Testing Personnel）的基本資格，訂定 UIC Code 725-R 規範：建議鐵道營運單位應依據 ISO 9712 為基礎，對於鐵道鋼軌焊接非破壞檢測人員進行鑑定、考核。

國內現行有「財團法人台灣非破壞檢測協會」之第三公正單位，針對非破壞檢查人員資格進行訓練及考核認證，以超音波非破壞檢測課程為例，計規劃 60 小時，人員資格核發方式須通過筆試及實作。

1.12.4 鋼軌庫存紀錄

依臺鐵提供 109 年 1 月至 5 月 50kg-N 硬頭鋼軌庫存盤點紀錄，其中 3 月份鋼軌庫存尚有 64,596 公尺，如表 1.12-2，

表 1.12-2 109 年 1-5 月 50kg-N 硬頭鋼軌庫存盤點紀錄

109 年	庫存數量（單位：公尺）
1 月	53,596
2 月	52,771
3 月	64,596
4 月	70,696
5 月	126,988

1.13 測試與研究

1.13.1 鋼軌破損分析

本會委託金屬工業研究發展中心進行鋼軌破損分析之內容如下：

一、測試項目：(1) 外觀檢視與磁粒檢測 (MT)、(2) 化學成分分析、(3) 硬度分析 (4) 金相組織、(5) 掃描式電子顯微鏡 (SEM)

觀察及能量散佈光譜分析儀 (EDS) 微區成分分析。

二、試驗結果：詳附錄 2。

三、結果與討論：

(一) 檢視鋼軌整體外觀，斷裂鋼軌斷面呈現快速破壞形貌，斷裂起始位置位於軌腹表面訊號線接點處，破裂成長由訊號線接點往鋼軌內部成長延伸；使用 MT 檢測訊號線接點處，MT 顯示訊號線接點處有裂痕生成與熔化金屬滲入形貌。(註：上揭之「訊號線」為誤植，實際為「電力連軌線」)

(二) 鋼軌之化學成分與硬度符合規定。

(三) 金相組織分析，鋼軌斷裂面表面有一層紅色物質(銅金屬)，表面銅金屬與底材介面處有金屬熔融滲入產生；心部組織無異常。

(四) SEM 觀察鋼軌斷裂表面，鋼軌斷裂面呈現快速破壞形貌與銅金屬附著於表面；斷裂面表面無外來腐蝕元素。

(五) 由上述試驗分析，鋼軌之成分、硬度與金相組織皆無明顯異常，觀察斷裂起始位置位於軌腹訊號線接點處之金相組織，顯示訊號線接點與鋼軌接合是使用焊接融合方式，在訊接線接點與鋼軌介面產生低熔點金屬(銅)熔化擴散，當銅金屬滲入鋼軌表面後，於鋼軌重新結晶時低溫金屬殘留於晶界之間，其應力集中作用相當於裂紋，這些輕重不等的小裂痕，經車輛持續行駛後，鋼軌表面持續成長，最後造成鋼軌斷裂。材料科學對異種金屬接觸熔化凝固過程對高熔點金屬(Fe 約 1550°C) 開始凝固然而低熔點金屬(Cu) 還處於液態，直到低熔點金屬凝固(約 1100°C) 就集中於高熔點金屬晶界附近的現象成為(Liquid Metal Embrittle .LME)

(六) 建議 (1) 請有非破壞檢視執照人員(目視(VT)或磁粒檢測(MT))，進行全面性檢測鋼軌上之訊號線接點處是否有裂痕產生；(2) 鋼軌訊號線接合於鋼軌表面時，使用適當的結合方式，避免高溫熔化方式結合，以避免低熔點金屬滲入鋼軌表面晶界，造成破壞。異種金屬接合須建立焊接規範程序書(Welding Procedure Specification，

WPS) 或硬鋸規範程序書 (Brazing Procedure Specification, BPS) 據以實施並製作試片檢定合格才能依此特定條件參數進行接合作業。

1.13.2 鋼軌缺陷及維修建議

UIC 為定義及說明鋼軌可能發生之缺陷，並提供必要之維修建議作法，訂定 UIC Code 712-R 規範提供營運單位進行維修等級判定及處理方式之參考。

本案鋼軌裂紋發生位置為鋼軌電阻火花焊接處，依據 UIC 規範焊接及焊補缺陷代碼 412，缺陷名稱為軌腹水平裂縫，其裂縫特徵會通過焊接區，且在軌腹形成曲線分布；裂縫並會向上或向下拓展，或上下同時發生，最後導致鄰近焊接之鋼軌斷裂。缺陷檢查方式為目視檢查及超音波測試，維修建議為停止營運及立即更換鋼軌。

另 UIC 規範焊接及焊補缺陷代碼 481，缺陷名稱為連軌線處橫向裂縫，其裂縫特徵可分為源自軌頭、軌腹或軌足三個部位連軌線連接處所產生之橫向裂縫，裂縫最後可能會導致鋼軌斷裂。缺陷檢查方式為目視檢查及軌頭、軌腹之超音波測試，維修建議為立即更換鋼軌。鋼軌各部位及缺陷說明如圖 1.13-1。

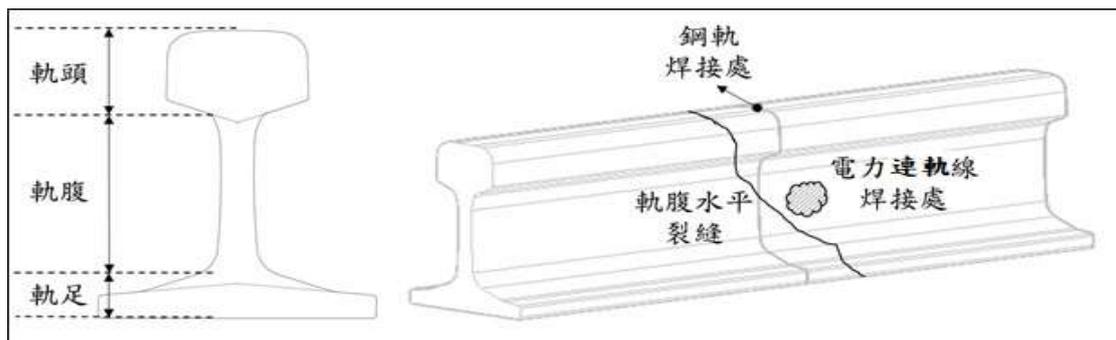


圖 1.13-1 鋼軌各部位及缺陷說明

美國聯邦鐵路管理局 (Federal Railroad Administration, FRA) 於「Track and Rail and Infrastructure Integrity Compliance Manual」之 Chapter 2 Track Safety Standards (第二章軌道安全標準) 第 213.337 節軌道缺陷之補救行動表格說明，針對電阻火花焊接缺陷及與焊接金屬

連接線之破壞缺陷區分為4類，運轉條件及維修建議如表 1.13-1，當軌頭斷面損壞區域百分比達到鋼軌截面積 100%時，即軌頭已完全斷裂，於此鋼軌缺陷無法被更換前，依據附註 A 規定，運轉條件由符合第 213.305 節規定資格之人員決定是否繼續使用，或依據附註 E 及 H 合併執行規定，缺陷處安裝接合接頭及限速 80 公里/小時。

表 1.13-1 焊接缺陷之運轉條件及維修建議

缺陷類型	截面積A (%)	運轉條件及維修建議
1.焊接缺陷 2.焊接金屬 連軌線造成之破壞	$5 < A < 25$	附註C：缺陷處須安裝接合接頭 ● 於20日內修復，限速48公里/小時 ● 於4日內修復，限速80公里/小時
	$25 < A < 80$	附註D：缺陷處須安裝接合接頭 ● 於10日內修復，限速48公里/小時，或經專業人員判定限速條件 ● 限速80公里/小時
	$80 < A < 100$	附註A2或E及H合併執行 附註A2：指派專業人員每間隔24小時進行缺陷處目視檢查，限速16公里/小時 附註E及H合併執行： ● 缺陷處須安裝接合接頭 ● 限速80公里/小時
	A達到100	附註A或E及H合併執行 附註A：指派專業人員進行缺陷處全時運轉監視作業 附註E及H合併執行： ● 缺陷處須安裝接合接頭 ● 限速80公里/小時

1.14 組織與管理

1.14.1 運務及機務相關規定

依臺鐵局「行車事故應變處理標準作業程序」，司機員、值班站長及綜調所調度員於列車運轉中發現或察覺路線、電力設備異常或外物入侵，有危及行車之虞時，應依「行車異常通報應變標準作業程序（SOP）」規定處理，其相關內容如表、圖 1.14-1。

表 1.14-1 行車異常通報應變標準作業程序（SOP）

工作項目	列車運轉中發現或察覺路線、電力設備異常或外物入侵，有危及行車之虞時，其通報應變標準作業程序。	執行人員	通報者 調度員 司機員 值班站長
<p>1.目的：列車運轉中發現或察覺路線、電力設備異常或外物入侵，明顯影響行車時，應立即施行列車防護，並通報行控室調度員事故應變。如發現或察覺路線、電力設備異常或外物入侵，有危及行車之虞時，應依本通報應變程序辦理，以防止事故。</p> <p>2.路線、電力設備異常或外物入侵通報應變標準作業程序：</p> <p>2.1-通報者：係指司機員、車長或本局從業人員等。</p> <p>2.2-異常通報與限速查證：</p> <p>2.2.1-通報者發現或察覺路線、電力設備異常或外物入侵，有危及行車安全之虞時，應優先通報行控室調度員，如無法通報時，改通報該區間值班站長轉報調度員。</p> <p>2.2.2-通報方式-通報者以行車調度無線電話通報行控室調度員，受報者應覆誦通報內容，並確認無誤。</p> <p>2.2.3-行控室調度員接獲通報時，應即發布行車命令，指令進入該區間之列車司機員及值班站長，列車以不超過每小時30公里之速度行經指定地點。</p> <p>2.2.4-值班站長接獲通報或依行控室調度員指示，應即通報相關單位查修。</p> <p>2.2.5-未接獲相關查修單位查證回報前，各次列車以不超過每小時30公里之速度行經指定地點。</p> <p>2.3-通報事項：發現或察覺路線、電力設備異常或外物入侵時按下列事項通報：</p> <p>2.3.1-發生時間：年、月、日、時、分。</p>			

2.3.2-發生地點：

1. 站內為股道、轉轍器編號；站外為上、下行或東、西正線公里、公尺處。
2. 可以明確指示正確地點之指標通報，電力桿編號、號誌機、平交道名稱、橋樑、隧道或建築物等。
- 2.4-查證回報:相關查修單位，接獲通報後應儘速至發生異常地點查證並回報異常情況，如無法修復時，立即將限速 30 公里或禁行回報調度員，辦理路線異常應變。
- 2.5-事故及通報應變:異常情形查證回報為事故時，依事故類別標準作業程序辦理事故應變，並依災害事故緊急通報表通報有關單位。
- 2.6-異常解除回復正常:查證回復通報異常情形解除，調度員發布行車命令指示站、車恢復正常速度運轉。
- 2.7-異常通報敘獎:通報者依程序通報後，經查證屬實防範得當或減輕危害者予以敘獎。

行車異常通報應變標準作業程序流程圖 (SOP)

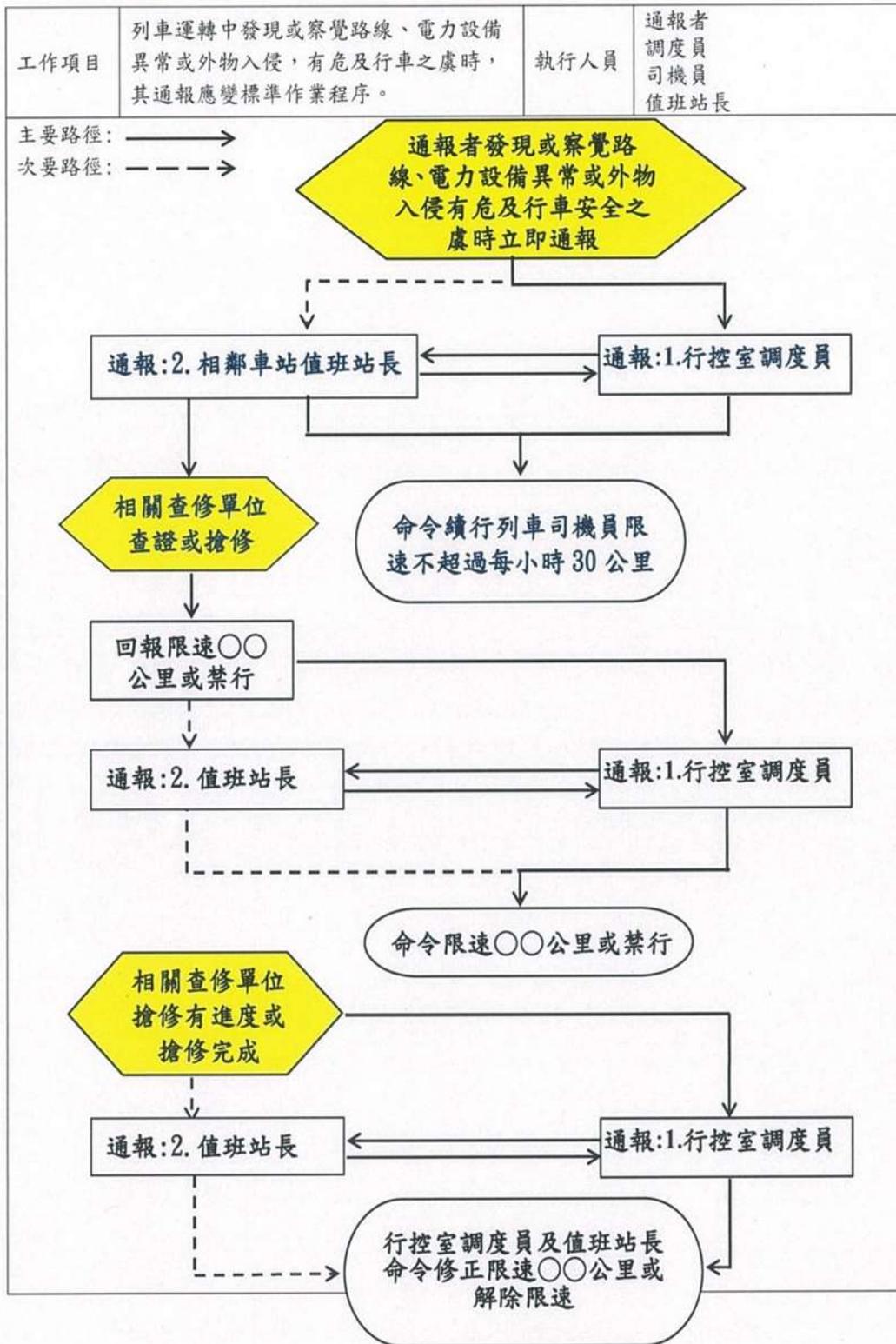


圖 1.14-1 行車異常通報應變標準作業程序流程圖 (SOP)

1.14.2 工務相關規定

本案工務段組織編制

成功道班配屬彰化分駐所並由臺中工務段管轄，另段內亦配置有養路室。

臺鐵局鋼軌焊接、非破壞檢測及人員訓練規範

有關臺鐵局相關鋼軌焊接、非破壞檢測及人員訓練之相關規範或技術文件如下：

- 1.熱劑焊接標準作業程序（詳附錄3）。
- 2.熱焊接劑規範（詳附錄4）。
- 3.瓦斯壓接標準作業程序（詳附錄5）。
- 4.工務處鋁熱劑焊接暨鋼軌焊道非破壞檢測人員訓練課程（詳附錄6）。
- 5.50kg-N 鋼軌鋁熱劑焊接焊道強度破壞試驗（詳附錄7）。
- 6.軌道電路腳套線鋼軌連接頭規範（詳附錄8）。
- 7.軌道電路連軌線規範（詳附錄9）。
- 8.接地線、連軌線或跨軌線施工標準作業程序（詳附錄10）。

臺灣鐵路管理局鋼軌焊接施工規範

第六章：電阻火花焊接後須進行磁粉及超音波探傷檢查，檢驗人員需具專業資格及持有證明文件者執行，鋼軌焊接部位經研磨加工檢查需記錄包含焊接號碼、焊接種別及承包商名稱、施工年月、天氣及氣溫、檢查方法及結果及焊接機具施工記錄。

熱劑焊接鋼軌焊道裂紋判定標準

依105年3月2日臺鐵局行保會召開「確認鋼軌探傷檢測建立分級標準」之會議紀錄，超音波探傷檢查結果分類：A級：裂痕長度 $< 3\text{mm}$ ；B級（一年追蹤一次）： $6\text{mm} < \text{裂痕長度} \leq 3\text{mm}$ ；C級（半年追蹤一次）： $10\text{mm} < \text{裂痕長度} \leq 6\text{mm}$ ；D級：裂痕長度 $\geq 10\text{mm}$ 。

鐵路修建養護規則

第5條：抽換鋼軌完工檢查應作成紀錄。

第6條：

鐵路機構應依規定經常檢查路線，如發現異狀，應即時修復或適時施以防止事變之措施。

鐵路機構應建立養護檢查及稽核之單位與制度，以維護路線運轉及確保行車安全。

路線之養護檢查與稽核，應由鐵路機構當值人員簽名作成紀錄，備供主管機關隨時查核。

第6-1條：

鐵路機構應評估路線可能發生之潛在危險，設置適當之危險偵測設施、或採取適當之檢測與防護措施，相關評估文件及檢測紀錄應妥為保存，備供主管機關查核。

鐵路機構應就前項規定事項訂定具體規範，報主管機關備查後實施；其修正時，亦同。

第62條（節錄）：

鋼軌及道岔磨損、腐蝕已達規定限度或損傷破裂有危險之虞時，應抽換之。

前項磨損腐蝕限度，應由鐵路機構按路線等級及鋼軌輕重規定之。

第71條：

軌道每年至少舉行總檢查一次。

前項總檢查應包括軌道養護狀況、軌道現時狀況及養護作業方法，其檢查計分及獎懲由鐵路機構定之。

1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範

3.3 經發現車輛搖晃或振動較大之現象時，應現場檢查其原因，並儘速整修。

3.4 鋪設長焊鋼軌之曲線路段及豎曲線之變坡路段，在每年六月

前 3 個月內，應完成軌道幾何不整之動態檢測，並視檢測結果實施整正，且應特別注意介曲線部分之整正。

3.6 長焊鋼軌軌道應於軌道巡查時特別注意扣件組件。若有鬆脫、斷裂或其他異常情形，應儘速進行更換。

1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範

2.2.2：鋼軌有下列情形時，應以新鋼軌或適當之再用軌抽換之：

4.其他運轉上有危險之虞者。

2.2.3 鋼軌呈明顯異狀時，如未至抽換程度，得於該部分塗以白色油漆，並詳加檢視，如發現鋼軌有損傷裂縫，已呈急變狀態，應即抽換。

2.2.23（節錄）鋼軌及其配件之使用，應依下列規定辦理：

1. 損傷或裂縫，應特別實施精密檢查，如鋪設後有釀成危險之虞者，不得使用。

2.2.24：鋼軌及其配件，應實施精密檢查。特甲級線之一般地段每年一次檢查。

2.2.32：魚尾鈹（即斷軌處置器）安裝於 50 公斤鋼軌或同等品須以 3,500 公斤-公分扭力鎖緊，使用熱處理螺栓以 5,000 公斤-公分扭力鎖緊。

2.10.2 路線及建築物發生異狀時，應查明其地點，在現場應留置記號並作成紀錄，時時檢查並觀察異狀之演變程度，如認有危險之虞時，應即予以修補。

依「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」，臺鐵局軌道檢查種類分為甲種及乙種；另依「交通部臺灣鐵路管理局路線巡查安全作業程序」，每週須安排 1 次巡查轄區路線，每月至少 1 次列車振動檢查，與軌道檢查有關項目、方式及頻率摘要如表 1.14-2 所示。

表 1.14-2 軌道檢查種類

種類	項目	方式	頻率	位置
甲種	軌道不整（軌道軌距、水平、高低、方向、平面性）	軌道檢查車	每季	正線
	路線噴泥 ⁷	人員乘車目視檢查		
乙種	站內股道、站外路線	人力檢查	半年	正線每 3 公里檢查一處，未達 3 公里視一處
	路線巡查、路基軌道、橋梁隧道	人力檢查或車巡方式檢查	每週	各轄區路線
	列車振動，里程振動平均倍數值>2.5	車巡方式	每月	各轄區路線

臺灣鐵路管理局路線、軌道材料及號誌養護檢查作業程序⁸

各分駐所及道班之軌道材料檢查，檢查項目為乙種檢查，週期為每年實施一次，檢查內容包含料帳檢查、存儲狀況檢查、保養狀況檢查及安全設施檢查。

交通部臺灣鐵路管理局材料管理須知

第拾壹、領發

一一九、用料單位緊急用料等待定期配發者，得派員持材料收發

⁷ 指軌道鋼軌下方支撐裝置有空隙及沉陷情形產生。

⁸ 97 年 5 月 16 日修訂版。

單前往供應廠自行提領。

一七三、應辦料帳之單位應依下列規定設置帳簿及存料卡：

(一) 用料單位應設存料卡(料 32)及材料登記簿(料 40)按日登記該單位領到、耗用、退繳、收回、盈虧等數量及存量，不記價值。

第拾玖、呆廢料之處理

一八七、呆料之鑑定：

(一) 呆料之鑑定依規定金額分別由「本局呆料鑑定處理小組」及「廠段呆料鑑定處理小組」辦理，其金額另訂之。

(二) 呆料鑑定處理小組之組成權責及審查鑑定處理作業程序及要點另訂之。

1.15 人員訪談紀錄

訪談人員之代號、單位及職稱詳如表 1.15-1

表 1.15-1 訪談人員代號表

編號	代號	單位	職稱
1	機務人員 A	彰化機務段	第 2246 次區間車司機員
2	機務人員 B	彰化機務段	第 142 次推拉式自強號司機員
3	機務人員 C	嘉義機務段	第 3218 次區間車司機員
4	機務人員 D	七堵機務段	第 2 次莒光號司機員
5	機務人員 E	七堵機務段	第 288 次普悠瑪新自強號司機員
6	運務人員 A	成功站	副站長
7	運務人員 B	成功站	副站長
8	運務人員 C	成功站	運轉員
9	運務人員 D	彰化車班	第 3218 次車長
10	運務人員 E	調度 11 台	調度員
11	運務人員 F	綜合調度所	行控室主任

12	運務人員 G	綜合調度所	行控室領班
13	工務人員 A	成功道班	領班
14	工務人員 B	彰化分駐所	監工員
15	工務人員 C	彰化分駐所	分駐所主任
16	工務人員 D	台中工務段	養路室主任
17	運安人員 A	運安處	工程司

1.15.1 機務人員 A 訪談摘要

該員於事故當天（民國 109 年 5 月 19 日）1829 時，駕駛第 2246 次區間車北上通過事故地點（臺中線西正線 K204+295 處），表示當天駕駛第 2246 次列車北上通過成功站感覺無異常。

該員表示「行車事故應變處理標準作業程序」中有相關異常處置規定，並於司機員班受訓及後續在職訓練都有訓練，列車於行駛中撞擊重大異物時應煞車鳴笛並停車查看，後續作列車防護同時通報鄰近車站行車值班站長，或綜合調度所調度員。

行駛路段中之若有臨時限速，可於運轉室上班報到前在公告欄謄抄行車命令電報之限速要求於工作報單與號誌紀錄簿中，報到後交給運轉室副主任簽認。

1.15.2 機務人員 B 訪談摘要

該員於事故當天（民國 109 年 5 月 19 日）1849 時，駕駛第 142 次推拉式自強號北上通過該事故地點（臺中線西正線 K204+295 處），表示當天駕駛列車北上通過成功站感覺無異常。

該員表示，行車過程中發現異常皆需通報，如有軌道入侵、電力線吊掛異常（如下垂等），及重大撞擊產生異音…等司機員為確保行車安全皆需停車查看及通報。

1.15.3 機務人員 C 訪談摘要

該員於事故當天（民國 109 年 5 月 19 日）1859 時，駕駛第 3218 次區間車北上通過事故地點（臺中線西正線 K204+295 處）時，曾利用群組行調無線電向成功站反應有撞擊異物，發出重大異音。該員表示當天駕駛第 3218 次列車北上停靠成功站前時速降至 50 公里/小時，通過事故地點時感覺除有撞擊重大異音聲響外，並有車體急速微下降並立即彈起像騎機車通過坑洞的感覺，依經驗判斷可能是軌道出問題，因為事故發生於夜間太突然又在彎道上，並且已接近停靠站月台，不宜採緊急煞車處理，故在列車停妥月台後隨即以行調無線電群呼通報。該員通報時對話為：成功站、成功站第 3218 次列車剛進站前發生撞擊異音，懷疑可能為斷軌，請儘速派員巡視確認。另該員表示除通知成功站，沒有再通知同班列車長。

如相同情況發生在車站間時，受訪者表示應會停車查看，但本次事故發生時列車即將停靠車站月台，考量旅客安全因此選擇降速停站並請車站派員查看。另該員表示無感覺車輪受損異常情況。

該員表示「行車事故應變處理標準作業程序」中有相關異常處置規定，並於司機員班受訓及後續在職訓練都有訓練，列車於行駛中撞擊重大異物時應煞車鳴笛並停車查看，後續作列車防護同時通報鄰近車站行車值班站長。

該員表示依經驗鋼軌斷裂不常發生，鋼軌斷裂處常發生於鋼軌焊接處，並在該焊接處用白漆作記號，提醒道班路巡時加強注意。

另行駛路段中之若有臨時限速，可於運轉室上班報到前在公告欄謄抄行車命令電報之限速要求於工作報單與號誌紀錄簿中，報到後交給運轉室副主任簽認。

1.15.4 機務人員 D 訪談摘要

該員於事故當天（民國 109 年 5 月 19 日）1906 時，駕駛第 2 次莒光號北上通過該事故地點（臺中線西正線 K204+295 處），表示當

天駕駛列車北上通過成功站之前、中、後，時速約 80 公里/小時感覺無異狀。

詢問行車時發生異常事件是否有應變及緊急處置之規定，該員表示好像有，在司機員班受訓及後續在職訓練都有教育訓練這個科目，如列車於行駛中撞擊重大異物時，應煞車鳴笛並停車查看，後續作列車防護同時通報鄰近車站行車值班站長。

另行駛路段中之若有臨時限速，可於運轉室上班報到前在公告欄謄抄行車命令電報之限速要求於工作報單與號誌紀錄簿中，報到後交給運轉室副主任簽認。

1.15.5 機務人員 E 訪談摘要

該員於事故當天（民國 109 年 5 月 19 日）1916 時，駕駛第 288 次普悠瑪新自強號北上通過該事故地點（臺中線西正線 K204+295 處），而 1900 時同路段前第 2 列通過事故地點之第 3218 次區間車，表示當天駕駛列車北上通過成功站感覺無異常。

該員表示「行車事故應變處理標準作業程序」中有相關異常處置規定，並於司機員班受訓及後續在職訓練都有訓練，列車於行駛中撞擊重大異物時應煞車鳴笛並停車查看，後續作列車防護同時通報鄰近車站行車值班站長。

另該員建議爾後路線上如發生鋼軌斷裂情形，首先慢行或路線封鎖，後續請工務單位除作臨時夾具固定及慢行處置外，為確保行車安全應立即找時間抽換該斷裂之鋼軌。

1.15.6 運務人員 A 訪談摘要

該員原定當日下午 1905 時交班，依個人習慣會提前 5 分鐘到站報到準備接班工作，於準備交班刷卡時聽到行調無線聲響，因距離較遠聽不是很清楚，所以詢問當時快下班之另一位行車副站長，該副站長表示第 3218 次有發生巨響，該員表示依其 16 年之行車經驗，前揭

巨響有可能為是軌道問題，或者是列車撞到異物。於是該員立即請站內有工務經驗的同仁前往巡查確認，並提醒該同仁要穿反光背心、攜帶警示燈等安全裝備，及請該同仁注意即將北上過站之第 2 次莒光號與第 288 次普悠瑪列車，注意人身安全，後續受訪者便開始忙行車工作。

該同仁先從視線較佳處巡視後回報無異常，該員請該同仁於第 288 次普悠瑪列車通過後回頭繼續找，該同仁於第 288 次列車剛通過不久後通報並傳照片，回報於臺中線西正線 K204+300 內軌處發現斷軌，長度將約 30 公分長，該員於 1924 時依規定通報綜合調度所行控室第 11 台，並要求封鎖該斷軌路段，綜合調度所行控室第 11 台調度員於 1926 時，下達路線封鎖命令並令東正線單線行車運轉。

該員即依行車命令操作行控盤辦理路線封鎖事宜，及通知旅客更換月台等後續行車作業。同時請同班售票員電話通知工務單位儘速進場進行搶修。從第 3218 次列車通報通過臺中線西正線 K204+300 時發出巨響後至該路段封鎖前，還有 1908 時第 2 次莒光號，及 1917 時第 288 次普悠瑪自強號 2 班北上通過該斷軌路段，因為前揭兩列車皆為通過列車，與第 3218 次區間車需於成功站停靠不同，故其通過該路段之車速較高，至於為何那兩列車北上通過時沒有回報異常就不清楚了。

第 3218 次列車通報巨響後第一個到達斷軌現場者為成功站同仁 000。該員當時向綜合調度所回報內容：為站內同仁親臨現場發現有斷裂軌面約 30 公分長。當日下午 2126 時該路段經工務單位搶修完成後恢復雙線運轉。

1.15.7 運務人員 B 訪談摘要

該員表示事故當天（民國 109 年 5 月 19 日）1900 時與另一位副站長值勤工作交接，當時運轉員攜帶行調無線電上月台開車（即協助旅客上、下列車安全及開通出發號訊），1902 時運轉員返回行車室告

知第 3218 次區間車司機表示，可能撞擊異物或是疑似斷軌，但該司機員不是很確定當時實際發生情況，當下運轉員向該員與接班的另一位副站長表示，是否需要他前往現場巡查，故該員及另一位副站長都表示請運轉員前往現場巡查確認。1904 時左右第 3218 次列車長通報旅客遺失物品，所以該員將該通報列入與另一位副站長交接事項後刷卡下班。

該員表示異常事件係依「行車異常通報應變標準作業程序」處理。另今年 3 月時本事故斷軌處已發現鋼軌裂痕情形，該員表示工務單位不會告知站方。若站方發現設施設備故障時會開立異常設備通報單通告工、電單位派員查修、維護。

另成功站之行車控制盤為 CVDU 盤，起初是由廠商教導站方，該員到站後由站長自訓的，計軸重置或斷電封鎖操作 CVDU 盤皆需密碼。

1.15.8 運務人員 C 訪談摘要

該員表示事故當天(109 年 5 月 19 日)日班值班副站長預定 1905 時下班，該員是上 B 班工作時間從上午 1120 時至下午 1950 時，當天第 3218 次區間車慢分約 1900 時進站，於是該員主動向副站長表示，第 3218 次之出發號訊由該員來處理，隨後兩位副站長辦行車值班工作交接事宜，接著該員上月台，第 3218 次列車進站停車後，該列車司機員使用行調無線電告知，列車進站前在成功站南端第 2 個平交道有撞到東西，但不知是何物?請站方通知工務單位去巡查確認，該員再次向該司機員確認事故地點，司機員回答為南端第 2 個平交道，該員向該司機員表示會請工務單位去巡視，第 3218 次列車剛離站時該司機員又回報，剛剛撞到異物也有可能是斷軌。該員下月台後返行車室，向兩位副站長回報第 3218 次司機員通報內容，並徵詢兩位副站長意見是否往現場查勘?獲得兩位副站長允許後著勞安裝備(反光背心等)，及攜帶無線電對講機騎著機車前往成功南平交道，到成功南

平交道後先往南方向，尋找第 3218 次司機所說之事故地點未果返回，再續往成功南平交道北方尋找，於北上第 288 次列車通過後，走至 ATS 標誌附近發現斷軌並拍照，立即用行調無線電向副站長回報，發現斷裂鋼軌約 30 公分長，斷軌位置於臺中線 K204+300 西正線東軌，列車不可通行，及將所拍照片傳予同時段值班同仁轉值班站長看（相關資料也傳給成功道班領班），隨後 1924 時值班站長就開始洽調度員辦理路線封鎖事宜。

該員表示類似經驗僅有 2 次，一般斷軌點常見於鋼軌焊接點位置，像本次事故斷軌點在接頭處且鋼軌頭部被削掉踏面不連續，僅於書中曾有看過，鋼軌留下的魚尾鈹固定還在，被削掉的鋼軌頭部第一時間沒找到。第 3218 次區間車進站時及後續通過之第 2 次莒光號與第 288 次普悠瑪新自強號列車車輪沒有感覺有發出異音。第 3218 次司機員兩度向該員（並非副站長）提供撞到東西，或斷軌之訊息。

1.15.9 運務人員 D 訪談摘要

該員事故當天（民國 109 年 5 月 19 日）為第 3218 次區間車車長，第 3218 次有 2 組編組共 8 節車廂，進站前受訪者在最後一節車廂，該員表示當天列車北上通過成功站前無感覺異常或有異音。該員於成功站停車後將要出站時，聽到有人用行調無線電通報撞到異物發生異音並請成功站派員巡查確認撞擊到何物。事故當下第 3218 次司機員未告知該員列車狀況，直到后里交接時站方告知後才知道發生異常。

該員表示若發生異常事件路局應變及緊急處置，依「行車事故應變處理標準作業程序」規定應先通報調度員或請就近車站轉知調度員，依就近電力電桿編號通報事故正確位置等。若列車發生事故車長應廣播安撫旅客情緒稍安勿躁，告訴旅客列車發生什麼情況，一般情況車門是不可開啟。

1.15.10 運務人員 E 訪談摘要

該員表示當日（109 年 5 月 19 日）傍晚 1924 時接到成功站反應有斷軌事故發生後，當下首先請成功站確認斷軌正確位置及實際情況，並配合成功站與彰化站擋下該事故路段外行駛車輛，以避免前揭車輛進入該斷軌路段，及防止行車事故發生，1926 時隨即發布行車命令封鎖斷軌西正線路段，改東正線單線行車運轉。當日第 3218 次區間車司機員於行調無線電反應，撞到異物發出嚴重異音也有可能是斷軌的部分，該員表示沒有聽到該群組通報。後續第 2 次莒光號及第 288 次普悠瑪新自強號列車也隨後通過該事故路段，該員表示前揭兩列車司機員皆未表示有異常情況。

該員表示有聽到成功站方通報斷軌長度約 30 公分，由行控室領班複誦成功站斷軌長度是否為 3 至 4 公分長？成功站回答為是、是。該路段封鎖直至 2126 時經工務單位搶修完成後恢復雙線運轉。

該員表示事故當日值勤綜合調度所行控室第 11 台，早上 0830 時至晚上 0830 時之值班，同時段值班還有另一位同仁負責處理電報等事宜，如值班時發生事件或事故時，同班的領班及主任也會一同協助處理。通常路線有異常時司機員及站方都會主動通報給調度員，通報規定是依「行車異常通報應變標準作業程序」辦理，發現或察覺路線異常，有危及行車安全之虞時，應立即處理，限速運轉。工務單位查修未完成或未指定限速速度時，各次列車仍依不超過每小時 30 公里之速度行駛指定路段。該員表示若路線有斷軌情形，為確保行車安全就直接辦理該事故路段封鎖是最安全的。今（109）年 3 月時該斷軌處就已發現鋼軌裂痕，工務單位用魚尾鉸臨時處置，該員表示前述臨時處置行為並未告知綜合調度所。另該員表示他的領班事先會將路線上之慢行電報製表提醒值班同仁注意。

該員表示上班班表為三班制（即日班、夜班、休班循環），上班休息都很正常，另調度管制及緊急應變處置都有規定、規章及訓練考核。第 3218 次之前後 4 車次列車通過事故路段都沒有反應異常。

該員表示運轉規章有規定，如保安號誌、路線異常或停電…等情況發生就需辦理路線封鎖，斷軌有礙行車安全之虞含在路線異常內；該員建議，站方若發現異常事件應儘速通告調度員，提前因應準備。

1.15.11 運務人員 F、G 訪談摘要

運務人員 F 為綜合調度所行控室主任（以下簡稱 F 員），運務人員 G 為綜合調度所行控室領班（以下簡稱 G 員）。

G 員表示事故發生時成功站先通報發生斷軌事故，調度員先確認發生的是斷軌事故，再問事故發生的正確地點，因為有發生事故之正確地點後，才能規畫後續車輛調度及路線封鎖事宜，斷軌長短就不是詢問的重點，如列車與斷軌地點在同一閉塞區間尚未通過，視當時情況確認不會造成出軌情事之虞時，就下令列車降速（30 公里/小時）慢行通過，若有造成出軌之虞時，調度該列車退行回上一個閉塞區間後，該事故路段立即下達行車命令電報路線封鎖禁行。當時 G 員表示有複誦成功站通報內容，並詢問成功站斷軌長度是否為 3 至 4 公分，成功站的回答是對、對、對。

另針對成功站值班行車副站長向綜合調度所通報斷軌長度約 30 公分長，而臺鐵局給運安會之事故事件摘要卻只通報 4 公分長，G 員表示應該是聽錯加口誤造成之誤會，F 員表示目前使用之調度電話已使用二十年的老舊設備，通訊過程常有雜訊干擾，綜合調度所已規畫更新中。

F 員表示，針對臺鐵局有頒布「行車事故應變處理標準作業程序」作為行車中異常事故應變處理依據。

1.15.12 工務人員 A 訪談摘要

當天（109 年 5 月 19 日）傍晚 1924 時該員接到成功站同事用 Line 通知斷軌事故，並於 1926 時收到 Line 上傳照片，通知臺中線西正線上行里程約 K204+295 處事故現場斷軌照片，大約於 1950 時立

即準備工具器材前往事故現場進行搶修作業。該員事後得知車站通報調度總所封鎖臺中線西正線。

該員到達現場後發現鋼軌斷裂分離的踏面部分，已經往北移動約 6-7 公尺距離，斷軌踏面長度約 44 公分長，2010 時進場搶修作業，準備 1 公尺長鋼軌，與斷掉鋼軌鑽孔使用 1 組魚尾鈹先行接合固定搶修，(該員表示此種搶修方式是由前輩教導並無相關技術規範)，2120 時現場處理完成，搶修時間約 1 小時，以照片回報臺中工務段 Line 群組。

2126 時通知車站，車輛慢行通行(第一班車 20 公里/小時，第二班車 40 公里/小時，第三班車 60 公里/小時)，該員在現場觀看 3 趟列車通過無異狀後，即通知車站恢復正常速限，第四班車以後以正常 80 公里/小時行駛，並於當晚利用夜間工電封鎖時間將西正線事故 50 公尺定尺鋼軌抽換修復。

該員表示平常夜間檢視軌道則使用 EM80 軌檢車及維修車輛巡查，並非早期步巡檢查，有時星期一早上自己也會在轄內軌道巡視查看。原本該路段速限 95 公里/小時，因為當時東、西正線鋼軌踏面因嚴重波狀摩耗，故將原本速限修改降速為 80 公里/小時，並因待料…等問題，速限延期至今(109)年六月。受訪者表示原本今年度有想將鋼軌踏面、軌道幾何不整…等不良鋼軌一起抽換，記得大約在 109 年 3 月底 4 月初時有用正式紙本書面資料向上級反應，在彰化工務段亦有相關資料紀錄備查。

該員表示在大約於今(109)年 3 月 3 日就發現事故地點鋼軌有一道明顯裂紋，只是當時未做正式紀錄及後續追蹤處理，曾經有用口頭跟上級長官(轄區監工員)報告，但維修保養紀錄未做相關登載；另 108 年底該路段東正線有抽換過鋼軌，惟西正線仍待料未處理。

該員表示事故地點事前有發現異常，並有口頭陳報長官，只是沒有將事後改善做好，在事發前 2-3 年也都有口頭建議，想將現有該路段東、西正線鋼軌全抽換；另 109 年有做養護紀錄，EM80 軌檢車也

有檢測出鋼軌高低方向不好，且軌枕配列及目前線型也不是很標準，線型及曲線也要回歸，但在這 1-2 年未做線型回歸，段裡跟自己都有做路線測量並會勘很多次，前任主任也有做過路線測量，不懂是為何只是一直重複做測量作業，而未進行處置。

1.15.13 工務人員 B 訪談摘要

受訪者為台中工務段彰化工務分駐所監工員，該員表示事故當天（民國 109 年 5 月 19 日）1930 時左右，成功道班領班打電話通知發生鋼軌斷裂事故，同時值班 LINE 群組也通知要處理斷軌需準備搶修人、機、料，受訪者立即至現場了解，為避免影響行車調度過鉅，故先準備 1 支 50kg-N 一公尺短鋼軌，將斷軌置換下來並先恢復該路線通車降速慢行，通車後視路況逐步提高限速，直到通車後第 3 班後就恢復原速限 80 公里/小時，第一階段搶修斷軌完成後回道班再找 1 支 50kg-N 之 50 公尺定尺鋼軌，準備利用當天夜間工電斷電封鎖時間施作第二階段斷軌搶修抽換作業。

該員表示該斷軌路線限速 80 公里/小時係因東、西正線原設計不良，預定 7 月 15 日東正線進行超高跟速限、線形都要改善，介曲線要縮短超高也要降低，原限速 80 公里/小時規定當時是有發電報的。

有關本事故斷軌處於今（109）年 3 月初時，先發現鋼軌產生 1 道明顯裂痕情況，及臨時用魚尾鉸夾具固定與通報受訪者，該員表示當日因有裂痕鋼軌經處理後，即拍照傳 LINE 告知養路主任，並 3 月當時正積極規劃準備要配合工程抽換道岔作業，沒有時間立即施作該斷裂鋼軌抽換作業。抽換該斷裂鋼軌不全然有人力不足之考量，而是因該路段亦有其他磨耗較大的鋼軌需併同抽換，及抽換鋼軌作業需要較多人力等因素，故擬找較空檔時間一併抽換；又考量該內軌斷裂處先採用鑽孔後，用魚尾鉸固定等同增加一個鋼軌接頭，加上成功道班領班亦會隨時去關心及觀察那個斷裂處；另同時段之路線震動及 EN80 軌道檢查車檢查等，都顯示該鋼軌裂痕處沒有明顯異常，故才

規劃等 6 月空檔時才要抽換那些鋼軌。

有關 3 月鋼軌裂痕時未及時抽換鋼軌有無缺料問題，該員表示其實並沒有缺料問題，段內在調查鋼軌需求時成功道班曾有表示有這個需求。

另運安會近期有發布期中安全通報，提醒各鐵道營運機構應注意檢查鋼軌結構安全，該員表示鐵路局已請各工務單位全面加強路巡，及使用超音波檢查鋼軌結構安全，受訪者回應表示超音波檢查是用來檢驗鋼軌焊接點結構，近幾年有使用熱劑焊接施工後都會併做超音波探傷檢查，這種超音波探傷機器每個分駐所都配置 1 台。

該員表示，該鋼軌斷裂的情形在其經驗中不常見，一般鋼軌斷裂處常發生於冬天熱劑焊接點處，接頭斷軌於其經驗中僅發生過 2 次。該員針對平日工作內容表示，有工程施工就配合工程施作，平日路線養護有檢查班做的震動檢查，如有缺失就馬上去做改善，用料有需求就向段申請，臨時緊急時可先調用堪用舊品應急，如有鋼軌用料需求就必需事前規劃並統計需求量，各道班先預估需求品項及數量報給分駐所，分駐所彙整後再報給工務段，依序向上反應用料需求，每年做一次統計及規畫計算，若屬緊急用料亦可向其他工務段調料應急，若彎道鋼軌缺料也可內外軌對調暫時處理。該員表示本事故地點自從接任現職至今未做過內外軌對調。另若發現鋼軌斷裂，如果當時沒有工程需要配合隔天就會去抽換了，再說也不會動員這麼多道班同仁作夜工僅抽換一支鋼軌，會集中該區抽換鋼軌需要合併一起抽換。

該員表示一般路線養護作業由道班領班規劃並授權處理，如需配合工程施作部分則由養路監工員安排調度。本事故 3 月鋼軌有裂痕時，採用臨時魚尾鉸夾具固定方式係該員決定的，施作完成後有告知養路主任，原以為如此的暫時固定式可以撐一段時間沒問題，事後才知道事故鋼軌為硬頭鋼軌且內外軌已有對調過，而硬頭鋼軌的材質較硬脆易產生裂痕。甲種乙種路線檢查養路監工員如何配合?該員表示每星期皆有排定人員隨車機檢，每個月亦有安排進行震動檢查，每季都

有排 EN80 軌道檢查車路線檢查，接獲前述檢查缺失改善工作都快做不完，缺失改善視情況分輕重緩急，規劃安排人員、材料及機具進場處理改善。另該員表示盡力配合施做預防性路線養護工作。

成功道班目前有 11 位同仁，針對人力資源分配是否會預先規劃安排，該員表示工作分配安排都有做預先規劃，但計畫永遠趕不上變化，道班人力不足時先在監工區內調度、監工區內人力不足時再請分駐所協調，以此類推。另針對 3 月斷裂鋼軌抽換之派工單檢核表未結案，該員表示那段時間真的太忙，預定 6 月時再行抽換，要不然成功道班領班發現鋼軌斷裂有功還可以敘獎，目前無工作檢核表之表單，受訪者自認為是經驗不足，原以為 50 公尺鋼軌中段裂痕用魚尾鉸加固，等同增加一處一般的接頭並隨時觀察監控其變化，加上相關之軌道檢查也未發現異常，就未立即抽換該斷裂鋼軌。該員表示本事件發生後長官即下令，爾後如有路線不良時，工程先暫停以路線改善第一優先處理。該員另表示道班人力嚴重不足為最大問題，待遇不佳工作繁重人才留不住。

該員表示每年過年前之在職訓練都有教鋼軌斷裂或接頭斷處置。路局沒有頒相關之工作手冊或守則，除一般養路基礎訓練外，其餘靠師徒制教育，道班同仁中遇到認真肯學者就加強訓練培養成為幹部。

該員表示目前已經沒有徒步巡軌，但近期有消息傳說要恢復，段裡擬要同仁認養，每人認養一小段路線巡查。當初第一階段搶修完成才通知站方。該員表示路線當初限速慢行的原因為普悠瑪行經該路段時搖晃很大後，重新檢討該路段線型發現原始所設定之限速訂太高，東正線換軌後稍有改善。3 月 3 日是成功道班領班發現斷軌，台中高架化後餘留的鋼軌除部分給宜蘭段外，部分段內留用，所以無鋼軌缺料問題。該員表示道班人力嚴重不足問題有向上通報，但是上面用通過線路之載重噸數計算人力，結果反而人力還要再減少。該員自覺委屈配合那麼多工程施作，出一次狀況就被追殺究責行政疏失，個人建議以前沒有什麼工程時，大家專心維護路線，路線也不錯，現在工程

多了搞得路線反而較不好，路線上的工程不宜同時太多一起施作，造成影響路線養護品質，或另組專門配合工程施工人力，其餘道班專心做路線養護維修工作。

1.15.14 工務人員 C 訪談摘要

受訪者為台中工務段彰化工務分駐所主任，該員表示事故當天（民國 109 年 5 月 19 日）2040 時左右看到台中工務段值班 LINE 群組得知本斷軌事故發生，隨後立即連絡成功道班領班了解情況，後續從 LINE 群組看到該區監工員及成功道班領班上傳之照片，約 2050 時再連絡成功道班領班了解最新現場處理情形。本事故發生後第一階段採用臨時短鋼軌暫時復舊方式係考量優先恢復西正線通車，及臨時召集搶修人力不足之應變措施。該員表示台中工務段對鋼軌斷裂之回報、管控管理有通報表並通知段值班人員，值班人員依規定通知相關主管。另本（109）年 3 月 3 日成功道班領班發現鋼軌有裂痕時沒有通報該員。另表示每年段內在職訓練時都會教育同仁如何緊急處理鋼軌斷裂問題，任何臨時處理方式皆屬於暫時性的，最終都需儘速抽換該斷裂鋼軌。

台中工務段依維護（搶修）工作耗時做管制，2 小時內由道班及分駐所授權處理，預估需 2 小時以上之養護工作再通報段長，一般異常事件通報先給值班人員登錄在值班日誌，如屬事故則應立即通報段長。目前事故路段附近有限速 80 公里/小時的原因為波狀磨耗大，該路段普悠瑪列車通過時會搖晃太大，並非依 EN80 檢查結果，路線線型經檢討有不符規章規定需做轉正調整改善，所以將原 95 公里/小時之速限降為 80 公里/小時，降速時有發行車命令電報。本斷軌事故發生後運安會發布期中安全通報，提醒各鐵路營運機構注意鐵道結構安全檢查，鐵路局回應已請各工務單位加強路巡目視檢查及鋼軌超音波檢查，該員表示如要全面施作鋼軌超音波檢查耗時過大不可行，段內在施作鋼軌應力解除時一併做超音波檢查，及加強路巡及機巡工作。

該員表示經驗中最常見之斷軌處是在熱劑焊接點處，發生的時間常見於寒流來襲鋼軌拉斷，發生斷軌的頻率應該是很低。另該員職務工作內容為督導道班養路作業、協助配合工程施工及維護路線環境整潔等，各種路線檢查如有發現不良處請檢查班再檢查確認後，安排道班去維修並回報。又問今（109）年3月3日發現鋼軌斷裂沒有向該員通報，是事後得知。續問路線異常或不良之通報來源，受訪者表示路線異常通報來源，於每季EN80軌道檢查車檢查其結果會有2項資料供參考，一項是段派員隨車在檢查結果報表提供前，車上工作人員會先給手勾表格（不良表單），提供段內路線幾何不整處資料，給隨檢人員帶回，段內取的不良表單後，先請檢查班再確認後填檢查紀錄表（表分兩部分，上半部為檢查班檢查結果，下半部為道班改善情形），安排道班領班或監工員去安排維修後，並再填檢查紀錄表回報段本部。EN80檢查後會正式發文通知各工務段，檢查不良結果分第1、2級，第1級為需立即請檢查班確認，如屬緊急搶修應請道班立即改善，第2級則需安排計畫作業日程進行改善。

該員表示已要求道班於每周一時，需將路巡紀錄表送至分駐所給該員審核，並要求道班謄抄一份不良紀錄表給檢查班去確認，後續並交予道班進行改善。3月3日鋼軌斷裂為成功道班領班去收鋼軌後步巡時發現的，一般異常事件會通報給值班人員才會有紀錄及管制，如未通報是不會有紀錄。該員表示道班工作先由監工員規劃製表送分駐所主任審核後交段本部覆核，一般是星期五時預排下周工作計畫。

該員表示成功道班確有反應人力不足，一般會先考慮分駐所內依工作項目之輕重緩急進行調整，如仍不足時會向段本部請求支援。另用料一般都會編列在工程中（含路購料及路備料），另外就是養路用料部分，由道班領班或監工員事前調查、規劃、提報，用料前再申請及後續提領使用。一般重大異常事件都採立即改善方式處理，路局無改善期限管控規定。每年農曆春節前辦理一次斷軌緊急應變處理之在職教育訓練，並列入春節之疏運計畫中。

台中工務段之事故報告書事故名稱由填寫人依以往事故分類名稱填寫。另該員表示一般用料沒有留備料（因為材料分為路備與路購材料，路備料是局購置後再發料用料單位），特殊用料會有安全存量之備料備品。又問3月3日鋼軌斷裂至5月19日發生斷軌期間該員沒有收到相關訊息。另該員建議，當路局將士級取消後，造成道班工、副領班及領班職位都是佐級，領班只多領2,500元津貼，副領班只多領2,000元津貼，要請道班同仁擔任領班、副領班大家的意願都很低，因為當個領班要負責路線養護及行車安全之重責，勞心勞力最後待遇僅差2,500元，有事故發生時又要扛受懲處之責任，乾脆寫個報告不當領班讓其他人接，像這樣職務上之設計，造成有些工務段領班職務是硬派給的，是有需要從制度層面去檢討及改革的。

1.15.15 工務人員 D 訪談摘要

受訪者為台中工務段養路室主任，該員表示事故當天（民國109年5月19日）從台中工務段值班LINE群組得知本斷軌事故發生，隨後連絡成功道班領班了解最新現場處理情形，接著段長也傳LINE給該員了解事故情況，及協助後續事故之處理規劃、管控。原該路段一般列車行駛速度90公里/小時，新自強號（如普悠瑪）行駛速度115公里/小時，後因該路段之介曲線長度不足，修正（目前該路段）速限為80公里/小時，修正速限時有發布行車命令電報。本（109）年3月3日發現鋼軌有裂痕時臨時用魚尾鉸夾具固定方式處理，監工員隔天有傳LINE給該員，依臺鐵局處理斷軌慣例當天晚上應即刻將斷軌抽換。監工員係屬分駐所管理的，所以未進行後續追蹤管控，本事件如果分駐所主任於事情發生後就知情，應該會立即將斷裂鋼軌抽換完成了。因為分駐所主任未被告知？所以斷裂鋼軌未被立即依路線養護慣例抽換。該員表示沒有人告知他，為何沒有立即抽換斷裂鋼軌的原因。

該員表示路線維護人機料等業務分工給各分駐所處理。本事故發生後運安會發布期中安全通報，提醒各鐵路營運機構加強軌道結構安

全檢查，路局回報已請各工務單位加強路線目視檢查及超音波檢查，台中工務段目前都配合施作中，但超音波檢查僅施作於熱劑焊接之接頭檢查。依經驗該員表示鋼軌斷裂事件其實不常見的。該員之職務工作內容為負責段內養路工程規畫、執行、監造及管理，轄內路線維養分工則由分駐所負責。3月3日發現鋼軌斷裂並做臨時處理後，監工員當時是用 LINE 告知該員，該員並不清楚為何監工員要先通知他，而不是通報分駐所主任，一般路線異常事件依行政程序是應先通報分駐所主任，養路工程不全然為外包工程，也有部分養路工程會用裡工自辦（即該養路工程由工務段人員提供人力自行辦理）方式，依工程性質來處理。該員表示鋼軌材料有分路備料及路購料兩種，路購料由材料處採購驗收合格後提供。該員表示與段內所有監工員交情都很不錯常會用 LINE 談天及聊工作，當天該監工員傳 LINE 聊天時，順便談該轄內有鋼軌斷裂情形，並不算是正式通報。

該員表示像本事故這種型式的鋼軌斷裂，三十年養路經驗還是第一次見到的，發生鋼軌斷裂點在電阻火花焊接點上，鐵路局發生斷軌最常見處在鋁熱劑焊接點處，因為氣溫或是焊接技術因素所產生品質上的瑕疵，所以鐵路局會要求在這個焊接點做超音波探傷檢查，這種情況較常發生於長焊鋼軌區。該員表示用魚尾鉗去固定是緊急暫時性之處置方式，目的是希望在最短時間內將該斷軌路線能恢復加入營運運轉。該員表示因斷軌事件不常見，斷軌要抽換之用料一定不缺，本事故所要抽換的鋼軌不是新軌而是再用軌，再用軌現場有很多，故無缺料問題，抽換鋼軌使用新鋼軌時機是在整區鋼軌更新時使用，彎道上鋼軌在使用一段時間後建議內外鋼軌對調，一則節省用料，再則這工法亦不影響軌道安全。一般鋼軌內外軌對調都應有紀錄，其紀錄是放在分駐所裡，由分駐所進行控管。段的辦事細則中有規定養路室權責。

1.15.16 運安人員 A 訪談摘要

成功斷軌案成功站之通報為斷軌長度約 30 公分，但路局運安處的事件事故摘要表卻註明斷軌長度 4 公分，該員為當日運安處值班人員，運安處值班上下班交接時間為 2050 時，當日發生事故時間為 1924 時，所以還算是受訪者的值班內發生之事故，運安處書寫的事件事故摘要表，係依綜合調度所傳真給該處之事故紀錄通報表，值班人員若對前揭事故紀錄通報表內容有疑義時，會電話洽詢綜合調度所確認，或電話與當事者詢問。

1930 時綜合調度所來電表示，因事發不久先以電話通知本斷軌案要列事故，(一般鋼軌裂痕僅紀錄為異常事件，但本案為斷軌且考量行車安全已封鎖該路線)並且表示斷軌長度為 3 至 4 公分，綜合調度所之事故紀錄表至 2050 下班前均未傳真到運安處。

路局每日皆由運安處提供運安會事件事故摘要表，一般通報來源為綜合調度所傳真之事故紀錄通報表，運安處再轉載至事件事故摘要表依建制用印陳核至局長、副局長後傳給運安會及鐵道局。

1.16 臺鐵局近期鋼軌斷裂事件

臺鐵局近期鋼軌斷裂事件列舉部分事件如下：

臺鐵局近 5 年 (105-109) 鋼軌斷裂事件如表 1.16-1，資料來源：臺鐵局 109 年 11 月 16 日鐵安調字第 1090039152 號函附件。

表 1.16-1 臺鐵局近 5 年 (105-109) 鋼軌斷裂事件表

年度	日期	項次	地點	故障情形
105	2 月 02 日	1	北埔-景美站間 K73+200	鋼軌接頭焊接處裂 縫約 5mm
	3 月 15 日	2	歸來招呼站	鋼軌熱劑焊接點裂 縫約 3mm
	6 月 18 日	3	鶯歌-桃園	鋼軌裂縫

	10月09日	4	內壢-中壢站間 K65+692	鋼軌裂縫
106	2月04日	1	香山-竹南站間 東正線 K120+180	長鋼軌接頭熱劑焊 接處裂縫
107	3月07日	1	南港站	編號第20號轉轍器 岔心後端直線側連 接鋼軌裂縫
	10月20日	2	北湖-富岡站間	夾膠接頭端部鋼軌 銲接處裂縫
	10月24日	3	楊梅-富岡間	鋼軌20mm左右之 裂縫
	12月21日	4	楊梅-富岡站間 K77+680	鋼軌斷裂
108	12月12日	1	湖口站 (K89+250 處)	絕緣接頭端部鋼軌 銲接處裂縫(水平 裂)
109	2月16日	1	楊梅-埔心間	鋼軌裂縫
	5月19日	2	成功-大肚溪南 號誌站間	鋼軌斷裂約44cm
	9月28日	3	桃園-鶯歌間 (K51+783 處)	鋼軌裂縫
	10月28日	4	新市-永康間 (東線 K350+150處 左軌)	鋁熱劑焊口發現約 19公分鋼軌破端

1.17 事件序

本事故從109年3月3日事故地點發現鋼軌裂縫起，至5月20日凌晨鋼軌斷裂搶修完成，路線恢復並行車正常營運止之事件序(如表1.17-1)如後：

表 1.17-1 事故時序表

日期	時間	運轉過程
----	----	------

109年 3月3日	約0330	成功道班領班發現台中線西正線里程K204+295(曲線半徑650公尺)內軌鋼軌有裂痕，向該區監工員報備後，進行暫時初步裂痕鋼軌夾具(魚尾鈹)固定施工。
	約0430	該裂痕鋼軌夾具(魚尾鈹)固定完成，即限速慢行80公里/小時處理，並持續監視觀察。
109年 5月19 日	1405	臺鐵局第3218次區間車北上自屏東潮州站出發。
	1859:51	第3218次區間車北上行經台中線西正線里程K204+295處(以下簡稱事故地點)時，司機員聽到重大撞擊異音。
	1900:00	第3218次列車司機向成功站通報：列車於事故地點時，發生撞擊列車發出重大異音或斷軌情況。成功站隨後派運轉員依第3218次列車司機員指示方向做路線巡查。
	1907:12	第2次莒光號平安通過事故地點。
	1916:30	第288次普悠瑪新自強號平安通過事故地點。
	1921:21	成功站運轉員向行車副站長回報發現斷軌，約30公分長並用LINE回傳照片。
	1922:03	成功站行車副站長轉向綜合調度所通報，事故地點發生斷軌事故，並連絡工務單位搶修。
	1924	綜合調度所發行車命令1102封鎖事故地點路線(大肚溪南至成功站間)西正線3股。
	1945	成功道班領班進場勘查。
	2010	成功道班進場施作第一階段(1公尺斷軌更換)搶修作業。
	2126	成功道班完成第一階段搶修作業完成，解除封鎖開放通行。
109年	凌晨夜間	彰化工務分駐所利用夜間封鎖時段，完成第

5月20 日		二階段（事故地點50公尺定尺鋼軌抽換）搶修作業。
-----------	--	--------------------------

第 2 章 分析

本章依據第 1 章事實資料內容，再針對臺鐵局工務、運務、機務及組職管理各方面進行分析，分析重點計有五項議題，包含 2.1 節鋼軌斷裂原因；2.2 節維修管理：鋼軌缺陷判定標準及處置準則、鋼軌缺陷標示與安全通報、故障報修紀錄及計畫管理、鋼軌檢查；2.3 節再用料管理；2.4 節鋼軌焊接：連軌線焊接、電阻火花焊接出廠檢測、熱劑焊接檢測人員資格；2.5 節運轉管理：列車發生異常通報、訊息傳達。

2.1 鋼軌斷裂原因

1.13.1 節鋼軌破損分析報告指出：鋼軌斷面呈現快速破壞情形，斷裂起始位置於軌腹表面連軌線焊接處，由金相組織分析觀察斷裂鋼軌原連軌線焊接處，顯示有銅金屬滲入鋼軌表面，導致鋼軌重新結晶產生小裂紋，後續該受損鋼軌持續因行駛列車載重，及彎道離心力等力量作用，造成裂紋成長，至 109 年 3 月 3 日道班人員巡檢發現時已發生鋼軌垂直裂紋。

本案斷裂鋼軌為日本製鐵株式會社生產製造，生產批號為 89 年 12 月，於 90 年 12 月 27 日由臺鐵工務養護總隊自辦以電阻火花焊接方式，將 2 支 25 公尺鋼軌焊接成 50 公尺定尺鋼軌，經採樣送驗進行材質分析，其化學成分、硬度檢測結果符合臺鐵 50kg-N 鋼軌材質規範。因該鋼軌屬外側鋼軌有磨耗情形，臺鐵工務處於 101 年 7 月安排進行內外軌交換作業，將原外側鋼軌換至內側鋼軌使用，並切除其軌腹熱劑焊接連軌線。

依據臺鐵局所提供多份鋼軌斷裂資料經分析得知，鋼軌斷裂常發生於氣溫驟降（如冬季寒流來臨時），鋼軌因溫降造成收縮產生巨大軸向力，而鋼軌焊接時若產生些微瑕疵，就會於該焊接瑕疵處產生應力集中，造成鋼軌斷裂之損壞情事發生。本事故除前揭原因外，肇事

主因為焊接連軌線時，連軌線內含銅金屬滲入鋼軌表面，導致鋼軌重新結晶產生小裂紋，終致造成鋼軌斷裂事故，這種因為焊接連軌線造成含銅金屬滲入鋼軌，形成之鋼軌斷裂係屬較少見情況。

另有關列車通過斷軌處時未發生脫軌分析：(1) 本事故案斷軌處為半徑 650 公尺之曲線段，鋼軌斷裂於轉彎內軌處，由於鐵道列車於轉彎時外軌所受之載重大於內軌，當列車行駛速度越快時外軌所受之載重就越大，故造成本事故第 3218 次區間車後之第 2 次莒光號，與第 288 次普悠瑪自強號（前揭 2 班列車通過成功站不停靠）之司機員，於訪談時皆回應通過事故地點時表示感覺無異常。(2) 鐵道列車車輪組結構，非單一車軸及兩邊車輪組成，係以轉向架與車軸、車輪組成（即一個轉向架含 2~3 車軸與車輪組成），故事故列車車輪通過斷軌處時，當 1 個車輪在斷軌點時，同轉向架之其他 3 個車輪協力將車體重量撐起。(3) 本事故斷軌處於 109 年 3 月 3 日發現鋼軌裂痕時，即用魚尾鉸夾具固定，109 年 5 月 19 日鋼軌斷裂造成 44 公分之鋼軌軌頭踏面脫離，但當下之夾具固定魚尾鉸仍在，依圖 1.1-3 推算前揭 44 公分軌頭踏面雖然脫離，但下方仍有約 36 公分魚尾鉸在，故車輪通過前揭魚尾鉸時，車輪之輪緣會滾壓通過魚尾鉸上緣，故推估車輪通過斷軌處僅約 8 公分是懸空。(4) 前揭轉向架有避震懸吊裝置，其避震效能之優劣會影響司機員對斷軌結果判斷。(5) 鐵道列車行駛過程所產生環境干擾因素（如噪音等）亦會影響司機員對斷軌結果之判斷 (6) 列車速度愈快，行經斷軌的聲音間隔愈短，愈不易察覺有異。

綜上，斷裂鋼軌之斷裂原因為鋼軌焊接連軌線後產生小裂紋，經列車持續運行負載造成裂紋持續生成，導致軌腹裂紋向上及向下分別延伸至軌頭及軌足，最後導致鋼軌整個截面斷裂。

2.2 維修管理

2.2.1 鋼軌缺陷判定標準及處置準則

調查發現於事故發生時，臺鐵局並無鋼軌缺陷頒訂標準規定，及相關處置準則（如發現鋼軌缺陷之通報、管制、改善期限及追蹤管理規範等）。

依據 1.5 節，臺鐵道班人員於 109 年 3 月 3 日軌道步巡，發現里程 K204+295，鋼軌電阻火花焊接處有垂直向裂紋，鋼軌裂紋範圍涵蓋軌頭踏面至軌足下方，且軌足處無軌枕支撐，顯示當時裂紋已達軌道斷面 100%，如圖 1.5-3 所示；另觀察軌頭踏面有局部磨損痕跡，可能受到通過列車之載重致鋼軌下沉產生間隙或軌面段差，造成車輪通過時持續碾壓軌頭踏面，顯示此處鋼軌已有明顯斷裂現象且推測已持續一段時間。

為使檢修人員於發現軌道缺陷的判定標準一致，國內外軌道養護單位及監理機關，會依過去維修經驗，並參考設計廠商提供之養護手冊及竣工圖，訂定符合現場人員使用之缺陷判定標準及相應處置準則，以有效管理運轉安全。

參照 1.13.2 節國際鐵路聯盟 Code 712-R 規範，本案軌道缺陷歸類為焊接及焊補缺陷，缺陷代碼 412「軌腹水平裂縫」及缺陷代碼 481「連軌線處橫向裂縫」，維修建議為：停止營運及立即更換鋼軌。

另外依美國聯邦鐵路管理局（Federal Railroad Administration）於軌道及基礎設施合規手冊第 2 章軌道安全標準：焊接缺陷損壞截面積達鋼軌斷面 100% 時，即鋼軌完全斷裂，維修建議為：在鋼軌未更換前，於鋼軌斷裂處須派專業人員 24 小時監視，或安裝臨時魚尾鉸及列車限速 80 公里/小時以下通過。

此事故，臺鐵道班人員發現鋼軌裂痕後，即採取加裝臨時魚尾鉸方式處理。惟調查發現：臺鐵並未明確規範鋼軌裂痕應加裝魚尾鉸之

臨時措施及鋼軌斷裂修復處理時限，且臺鐵道班人員未依「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」第 2.2.32 條：「魚尾鈹（即斷軌處置器）安裝於 50 公斤鋼軌或同等品須以 3,500 公斤-公分扭力鎖緊，使用熱處理螺栓以 5,000 公斤-公分扭力鎖緊。」規定，鎖固魚尾鈹後使用扭力扳手確認螺栓扭力值。

依據 1.14.2 節，「鐵路修建養護規則」第 62 條規定鋼軌損傷破裂有危險之虞應進行抽換，「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」規定進一步說明：鋼軌有明顯異狀，未至抽換程度應塗白色漆提醒後續巡檢人員注意，有損傷裂縫呈現急變狀態，應立即安排抽換。兩規範均有載明鋼軌破裂應抽換或噴漆標示注意。

綜上，臺鐵未參照國際規範，明確訂定鋼軌破裂之判定標準、處理時限及限制運轉措施，增加軌道維修人員誤判軌道缺陷等級及處置錯誤之安全風險。

2.2.2 鋼軌缺陷標示與安全通報

本案於 109 年 3 月 3 日臺鐵道班人員巡軌發現鋼軌裂紋，屬全截面斷裂，回報至監工員後，依指示先以臨時魚尾鈹鎖固處理，監工員與養護室主任將該處視為一般接頭型式，未依「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」塗白漆標記位置提醒後續巡檢人員注意，或立即抽換鋼軌。

臺鐵「行車事故應變處理標準作業程序」係指列車運轉中危及行車之虞所訂定之通報機制，通報系統主要由綜合調度所人員接收各單位回報訊息後，再依規章程序授權各單位人員進行現場處理。

綜上，由維修人員經養護作業所發現之設備設施故障或異常有影響行車安全之虞者，臺鐵並未規範由綜合調度所與相關維修單位（工務處、電務處）建立維修故障可能影響營運安全之通報機制，致未能執行降低列車運轉速限或路線封鎖等適當處置措施，避免造成影響運轉安全之可能。

2.2.3 故障報修紀錄及計畫管理

一般鐵路軌道養護作業項目可分為定期檢查、故障報修及專案大修等三類。臺鐵定期檢查包括甲種及乙種檢查；故障報修包含定期檢查及臨時性檢查發現之故障，本案屬臨時檢查發現之故障報修；專案大修則由定期檢查及故障報修所蒐集之數據進行趨勢分析後，安排全面性大範圍維修更換作業。

109年3月3日臺鐵道班人員發現鋼軌裂紋及處置情形，未記錄於工作日誌與其他作業表單並向上陳核通報；另調查發現臺鐵未提供適用現場人員報修使用的表單沒有建立明確之故障報修機制，致使檢修人員進行魚尾鈹臨時處置後，未能記錄於適用表單，並視為未完工狀態，持續追蹤列管至換軌完成為止。

另依據 1.14.2 節，「鐵路修建養護規則」第 5 條規定，鋼軌抽換完工檢查應作成紀錄，調查亦發現臺鐵人員於 101 年 7 月在本案事故地點進行再用軌換軌作業，無任何更換或完工紀錄。

另 107 年 10 月 30 日該路段擬訂換軌計畫，編列東西正線各一單邊鋼軌需進行更換，後因東正線鋼軌情況較差，先挪至東正線一併更換內外鋼軌，於 108 年 12 月 27 日完成；西正線包含事故地點因曲線段鋼軌踏面嚴重波狀磨耗亦在換軌計畫內，惟因該道班人力配合道岔更換工程而延後，遲至 109 年 5 月 19 日事故發生前仍未進行換軌。

一般年度維修計畫會包含作業項目、排程訂定、人力需求評估、作業工時統計及用料數量採購等基本項目說明，若作業項目排程更動，亦會提出備援計畫，確保設備於使用限度內進行養護，由前段顯示臺鐵未建立完整的工項管理機制，使得換軌計畫可以任意更動，或趕辦其他工項而調整人力，延後原訂需更換的項目，無法追蹤列管排定之施作工項至完工為止，恐造成設備超出使用規範標準。

綜上，臺鐵未建立完整故障報修及軌道養護計畫之資訊電腦化管理機制，致使鋼軌缺陷及換軌之維修計畫項目得以任意調整更動，未能確實列管追蹤至完工為止。

2.2.4 鋼軌檢查

軌道養護作業之目的，主要藉由維護單位定期檢查，預先發現不符規範之問題點，進行記錄並安排修復，以避免造成缺陷持續惡化，影響系統運轉安全。臺鐵軌道定期檢查機制包含「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」訂定之甲種及乙種檢查兩種，其中甲種檢查為每季檢測軌道線形不平整及路線噴泥下陷情形，使用軌道檢查車及乘車檢查，乙種檢查每半年採人力目視巡檢路線內軌道及橋樑設施設備，另「交通部臺灣鐵路管理局路線巡查安全作業程序」亦訂定人員每週進行轄區路線目視巡查及每月列車振動量測，惟前述檢查機制除軌道線形及列車振動量測外，其餘作業必須仰賴人工目視檢出，針對鋼軌表面或內部生成的細微裂紋、軌腹及軌足底部瑕疵或魚尾鈑鎖固接續鋼軌裂紋…等隱蔽部位，難以被人員目視檢查及發現。

前揭養護規範之第 2.2.23 條規定，鋼軌及其配件有損傷或裂縫，應特別實施精密檢查，如鋪設後有釀成危險之虞者，不得使用；第 2.2.24 條規定，鋼軌及配件，應實施精密檢查，本事故路線屬特甲級線，每年應檢查一次，惟查臺鐵現行並無對應之作業方法、檢查標準、檢查設備。

調查發現：臺鐵未建立養護規範之鋼軌及配件精密檢查項目及落實每年定期檢查作業。

國際鐵路協會對於鋼軌缺陷之檢查方式，已明確將超音波檢測用於鋼軌及焊道裂紋的檢查與判定。臺鐵現行養護規範及作業程序，僅靠人工目視檢查發現鋼軌缺陷，導致本案鋼軌斷裂後才被發現。

綜上，臺鐵未建立適用的檢查設備（如超音波探傷車）提供預防性的鋼軌缺陷檢查機制。

2.3 再用軌管理

本次事故路段軌道線形為右彎曲線，曲率半徑 650 公尺，超高 55

公厘，臺鐵於 101 年 7 月將現場 50 公尺定尺軌之內外軌對調，斷裂鋼軌原安裝位置為曲線段外軌，屬硬頭鋼軌，經更換後變為內軌。

依 1.13.1 節鋼軌破損分析發現，鋼軌斷裂點始於軌腹之連軌線熱劑焊接處，原因為焊接過程中因銅金屬滲入鋼材表面，致使應力集中作用，造成細小裂紋瑕疵，且經重新安裝，該鋼軌由外軌被裝設於內軌後，仍會持續承受列車載重，加快鋼軌裂紋的深度。

調查發現：檢視臺鐵「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」，僅第 2.2.2 條訂有鋼軌更換可以使用再用軌的基本原則，惟對其安裝前的鋼軌品質無制定檢驗及適用性標準，因此事故鋼軌上可能有連軌線焊接點造成的裂紋未被發現而持續承受列車載重，因此造成實際鋼軌斷裂現象的產生。

綜上，臺鐵的再用軌使用規範，未建立有安裝前品質檢查項目、安裝適用條件及鋼軌內部瑕疵檢測等安全檢核機制，致使鋼軌安裝後存有斷裂的風險。

2.4 鋼軌焊接

2.4.1 連軌線焊接

依臺鐵提供彰化電力段接地線、連軌線或跨軌線施工標準程序，僅說明鋼軌焊接連軌線概要流程，惟包含施作人員資格、連軌線尺寸、焊模對應規格及使用次數限制（焊模主體材質為石墨）、焊接頭應置入焊模長度、焊接頭牢靠判定標準、焊接環境限制等均無規定，另施工完成後亦無檢查表單記錄施作里程、檢查重點及日期項目等提供人員檢核確認，若發生焊接施工品質或焊料問題，亦無法追蹤進行溯源管理及修復改善。

另臺鐵所提供之施工標準程序為彰化電力段所制定，連軌線焊接係為電務處各段均會使用之作業程序，卻未由處本部統一訂定發行之，

無法確保施工標準及檢核重點一致性。

綜上，臺鐵連軌線焊接施工程序未訂定焊接人員資格、檢核重點、記錄表單及統一由處級單位訂定，難以確保施工品質之一致性及焊接不良溯源管理。

2.4.2 電阻火花焊接出廠檢測

本案事故地點所安裝之 50 公尺定尺鋼軌，加工方式為 90 年 12 月 27 日由臺鐵工務養護總隊於工廠以自辦焊接 2 支 25 公尺鋼軌而成，採兩支鋼軌對接處以高熱電阻方式進行熔合。

經查臺鐵發包給廠商之鋼軌焊接施工規範，明確訂定電阻火花焊接後須進行磁粉及超音波探傷檢查，惟此鋼軌係自辦焊接，由臺鐵提供文件資料，查無應進行焊道裂紋檢測之規定及執行裂紋檢測檢測結果之紀錄。

綜上，臺鐵自辦鋼軌電阻火花焊接未訂定檢測機制，增加鋼軌焊接後存有焊道裂紋缺陷的風險。

2.4.3 熱劑焊接檢測人員資格

非破壞檢測係為檢查鋼軌焊接後內部無裂紋或空洞等瑕疵存在，以降低鋼軌受力後造成鋼軌產生裂紋並拓展成裂縫的風險，臺鐵針對非破壞檢測人員資格，採內部教育訓練模式辦理，受訓合格後即可執行焊接及超音波非破壞檢測，課程為期 3 天，其中非破壞檢測知識、超音波檢測介紹及數據判讀課程僅為 3 小時，對應國內「財團法人台灣非破壞檢測協會」規畫之課程時數，以超音波檢測初級為例須 60 小時，人員資格核發方式須通過筆試及實作，其中實作項目明確定義使用非破壞檢測儀器之知識、檢測方法之應用及缺陷測試紀錄等三項之評分項目，確保取得資格之人員具備一定之專業知識及判定能力，顯示臺鐵訓練時數過少，並缺乏資格檢定機制。

綜上，臺鐵現行非破壞檢測內部訓練課程時數過低，資格檢定缺少第三公正單位認證機制，恐難以確保人員學習效果及檢測標準之一致性。

2.5 運轉管理

2.5.1 列車發生異常通報

依據「行車事故應變處理標準作業程序」，臺鐵司機員察覺列車行駛發生異常時，應優先通報綜合調度所調度員，如無法通報時，改通報該區間值班站長轉報調度員。調度員接獲通報時，應即發布行車命令，指令進入該區間之列車司機員及值班站長，令列車以不超過 30 公里/小時之速度行經指定地點，並在未接獲相關查修單位查證回報前，各次列車以不超過 30 公里/小時之速度行經指定地點。

本事故相關司機員及成功站人員皆未依規定優先通報調度員，致第 3218 次車司機員通報成功站後，仍有兩班列車以正常速度 80 及 93 公里/小時通過鋼軌斷裂處。

綜上，顯示臺鐵人員未落實優先通報調度員規定，致使調度員未能立即指示後續列車降速運轉通過或路線封鎖，恐有造成列車脫軌之虞。

2.5.2 訊息傳達

行車調度無線電系統為臺鐵列車調度及行車作業聯繫時使用，依「行車調度無線電系統使用管理須知」執行相關作業。

本案副站長事後以行車調度無線電系統回報綜合調度所時說：斷裂面約有 30 公分，調度員複誦：3、4 公分嗎？30 公分就糟了，而副站長回答：是、是，造成綜合調度所轉報運安處標明斷軌為 3、4 公分。

綜上，本會認為：臺鐵「行車調度無線電系統使用管理須知」未針對數字發音容易混淆的部分提供表達方式，使得資訊傳遞更為準確。

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. 臺鐵西正線成功站至大肚溪南號誌站間，曲率半徑 650 公尺曲線段內一段 50 公尺定尺鋼軌，因其外側鋼軌有磨耗情形，臺鐵工務處於 101 年 7 月將留有連軌線焊接點之外側鋼軌，與內側鋼軌直接調換使用。因使用鋁熱焊劑之焊接方式，連軌線焊接點銅金屬滲入鋼軌表面，導致鋼軌重新結晶產生小裂紋，再者鋼軌持續承受列車運行載重，致鋼軌裂紋擴大。(2.1) (2.3) (2.4)
2. 臺鐵道班檢修人員於 109 年 3 月 3 日巡檢發現里程 K204+295 處

有鋼軌裂紋，僅先以臨時魚尾鉸鎖固後續行使用，並視為一般正常鋼軌接合接頭，未標示白色漆記號提醒巡軌人員注意及立即安排更換鋼軌，遲至 5 月 19 日第 3218 次車司機員通過該處回報有重大撞擊音後，運務人員下軌察看發現鋼軌軌頭斷裂且軌腹分離達 44 公分。(2.2)

3.2 與風險有關之調查發現

1. 臺鐵未明確訂定鋼軌破裂之判定標準、處理時限及限制運轉措施，增加軌道維修人員誤判軌道缺陷等級及處置錯誤之安全風險。(2.2.1)
2. 臺鐵人員鎖固魚尾鉸未依規定確認螺栓扭力值，致鎖固後可能因螺栓扭力不足或過磅拉伸變形造成魚尾鉸鬆脫，降低魚尾鉸接合結構強度。(2.2.1)
3. 臺鐵未規範由綜合調度所與相關維修單位（工務處、電務處）建立維修故障可能影響營運安全之通報機制，致未能執行降低列車運轉速限或路線封鎖等適當處置措施。(2.2.2)
4. 臺鐵未建立完整故障報修及軌道養護計畫之資訊電腦化管理機制，致使鋼軌缺陷及換軌之維修計畫項目得以任意調整更動，未能確實列管追蹤至完工為止。(2.2.3)
5. 臺鐵未建立適用的檢查設備（如超音波探傷車）提供預防性的鋼軌缺陷檢查機制，致使鋼軌缺陷斷裂後才被檢查發現。(2.2.4)
6. 臺鐵未建立養護規範之鋼軌及配件精密檢查項目及落實每年定期檢查作業。(2.2.4)
7. 臺鐵再用軌使用規範，未建立有安裝前品質檢查項目、安裝適用條件及鋼軌內部瑕疵檢測等安全檢核機制，致使鋼軌安裝後存有斷裂的風險。(2.3)
8. 臺鐵自辦鋼軌電阻火花焊接未訂定檢測機制，增加鋼軌焊接後存有焊道裂紋缺陷的風險。(2.4.1)

9. 司機員將軌道異常資訊通報成功站後，值班站長未落實規章規定發現軌道異常時需優先通報調度員，並令續行列車不得超過 30 公里/小時通過，顯示第一線人員缺乏運轉安全觀念及危機意識。
(2.4.2)
10. 臺鐵雖規定列車發生狀況時，司機員可先通報車站再轉綜合調度所調度員，然此間接之通報程序，以及本事故無線電通聯對話均未正確覆誦及確認安全指示，造成不充分、錯誤或延遲資訊傳達之情形。(2.5.1) (2.5.2)

3.3 其他調查發現

1. 臺鐵連軌線焊接施工程序未訂定焊接人員資格、檢核重點、記錄表單，及未統一由處級單位訂定，難以確保施工品質之一致性及焊接不良溯源管理。(2.4.1)
2. 臺鐵現行非破壞檢測內部訓練課程時數過低，資格檢定缺少第三公正單位認證機制，難以確保人員學習效果及檢測標準之一致性。
(2.4.2)

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. 明訂軌道缺陷判定標準、處理時效及處置準則，確保檢出缺陷如鋼軌斷裂應於規定時限內處理完畢。(TTSB-RSR-21-12-001)
2. 落實確認鋼軌螺栓扭力值，以確保魚尾鈹接合結構強度。(TTSB-RSR-21-12-002)
3. 建立綜合調度所與維修單位之設備異常通報機制，以維持系統運轉安全。(TTSB-RSR-21-12-003)
4. 建立軌道工項之電腦化管理機制，包含故障報修立案及養護計畫管理，確保施工項目追蹤列管至完工改善為止。(TTSB-RSR-21-12-004)
5. 建立預防性鋼軌缺陷檢查機制，如適用的檢查設備（超音波探傷車），確保鋼軌斷裂前得以檢出及處理。(TTSB-RSR-21-12-005)
6. 明訂鋼軌焊接及再用軌安裝前檢測規範，確保鋼軌用料品質。(TTSB-RSR-21-12-006)
7. 重新檢討非破壞檢測人員資格認證程序，確保鋼軌焊道檢測品質。(TTSB-RSR-21-12-007)
8. 增訂鋼軌連軌線焊接程序重點項目及記錄表單，如焊接人員資格、焊模使用規定、環境限制，且作業標準應由處級單位統一發行。(TTSB-RSR-21-12-008)
9. 落實行車事故之處置規定，以正確執行列車運轉管制作為。(TTSB-RSR-21-12-009)
10. 建立通訊標準手冊，明訂通訊用語、發話及覆誦確認程序。(TTSB-RSR-21-12-010)

附錄 1 通聯抄件

開始時間	發話人	發話內容
1859:51	第 3218 次司機員	成功站 成功站 3218 呼叫
1859:57	成功站運轉員	成功收到請說
1900:00	第 3218 次司機員	你的南邊第 2 個平交道的北邊剛開過 在那邊 撞到一聲很大聲 你可否請道班去看一看 那個 小的平交道北邊
1900:20	成功站運轉員	你是說南邊第 2 個平交道
1900:25	第 3218 次司機員	小的 小的平交道的北邊轉彎 啊
1900:36	成功站運轉員	師傅不要緊 我們會派人去看
1900:45	第 3218 次司機員	成功你有聽懂嗎 第 2 個平交道北邊 鐵軌的聲 音不一樣 我是感覺好像是斷軌的樣子
1900:48	成功站運轉員	不要緊 不要緊 我們會去看
1901:02	第 3218 次司機員	好謝謝
1901:04	成功站運轉員	好謝謝
1902:39	第 3218 次車長	成功站 成功站 3218 車長呼叫聽到請回答
1902:44	成功站運轉員	聽到請說
1902:49	成功站運轉員	成功聽到請說
1903:00	第 3218 次車長	成功嗎
	成功站運轉員	成功
	第 3218 次車長	師傅剛剛有位車長下車了 他東西放在車上沒 帶走
	成功站運轉員	車長下車了 沒看到人
	第 3218 次車長	他人出站了嗎 有一個從你這邊出入的幫我注 意一下 一個藍色的袋子
	成功站運轉員	藍色袋子 放在那邊
	第 3218 次車長	放在車上
	成功站運轉員	好 放在車上

	第 3218 次車長	好 如果有的話再跟我聯絡我 3218 車長 我行調 19488 欸 謝謝
1906:54	第 3218 次司機員	3218 開車謝謝
1921:16	成功站運轉員	副座 000 呼叫
1921:21	成功站行車副站長	聽到請講
1921:24	成功站運轉員	副座您要聯絡台中工務段過來搶修 那個西線要封鎖鐵軌斷掉
1921:32	成功站行車副站長	好 那個幾公里 是靠平交道那附近
1921:39	成功站運轉員	平交道的北邊 里程 204+300 西線的東軌
1921:49	成功站行車副站長	歐 西線東軌
1921:53	成功站運轉員	對 西線的東軌
1921:57	成功站行車副站長	好 好
1922:03	成功站行車副站長	成功你好 西正線鋼軌斷
	調度 11 台	鋼軌斷裂
	成功站行車副站長	剛派人去查了 現在也請人聯絡工務段
	調度 11 台	3 股嗎
	成功站行車副站長	西正線 204+300
	調度 11 台	你的站內嗎
	成功站行車副站長	靠平交道北邊
	調度 11 台	等一下 等一下 且慢我先跟彰化講一下
	調度 11 台	你是說登寺巷平交道
	成功站行車副站長	不是啦 204+300
	調度 11 台	204+300 斷軌 封起來 封起來
	彰化站行車站長	彰化
	調度 11 台	彰化 2254 待避 成功西正線軌道有問題
	彰化站行車站長	好 好
	調度 11 台	204+300 斷軌 西正線東邊
	成功站行車副站長	成功你好

	調度 11 台	你的 4 股可以到開嗎
	成功站行車副站長	不要緊 不要緊
	調度 11 台	你是那一趟發現的
	成功站行車副站長	是 3228 他過時通報撞擊聲很大 我派人去看的
	調度 11 台	那有 3228
	成功站行車副站長	接近 7 點的那一趟
	調度 11 台	3218 啦
	成功站行車副站長	我剛接班不很清楚
	調度 11 台	後 2 趟車都過了 那
	成功站行車副站長	剛一趟普悠瑪剛過可能是速度快 沒有聽到聲音
	調度 11 台	好我 19 點 24 接報 先封起來封起來
	成功站行車副站長	好好好
1925:48	成功站運轉員	副座斷軌的地方 鐵軌整個破損了 破損缺口大概有 30 公分
1926:01	成功站行車副站長	00 你 那個是在貨櫃場旁邊
1926:05	成功站運轉員	貨櫃場南邊在 ATS 附近 ATS 附近
1926:06	成功站行車副站長	貨櫃場平交道南邊在 ATS 附近
	調度 11 台	可以 4 股道開嗎
	成功站行車副站長	可以 叫他慢慢進來
	調度 11 台	在登寺巷平交道嗎
	成功站行車副站長	貨櫃場平交道南邊在 ATS 附近
	調度 11 台	那是在南邊的站外 OS 那裡 你叫人先去看
	成功站行車副站長	對對
	調度 11 台	鋼軌斷裂情況怎麼樣
	成功站行車副站長	我們師傅回傳說是有一個破裂面
	調度 11 台	破裂面
	成功站行車副站長	我現在正聯絡請工務的監工來看

	調度 11 台	命令先給你 204+300 鋼軌斷裂通知工務段派人查修 命令 1102
	成功站行車副站長	1102
	調度 11 台	調度員姓 0 你貴姓
	成功站行車副站長	0000
	調度 11 台	0000 作 19 點 27 分 成功大肚溪走東 成功拐過來走 3 股沒問題歐
	成功站行車副站長	沒問題 在 ATS 外
	調度 11 台	那我南邊頭拐西
1933:45	調度 11 台	彰化跟成功 大肚溪南至成功山西線打封鎖燈起來 封鎖歐 命令 1102 軌道有點異常
	彰化站行車站長	好
	成功站行車副站長	好
1934:38	調度 11 台	彰化貴姓 命令 1102
	彰化站行車站長	0000
	調度 11 台	0000 做 19 點 29 分 19 點 31 分
	彰化站行車站長	19 點 31 分
	調度 11 台	你那丫子出成功山西線給他封鎖 軌道有問題
	彰化站行車站長	成功山西線封鎖
	調度 11 台	有給它打起來嗎
	彰化站行車站長	有有有 命令 1102 歐
1940:09	成功站行車副站長	成功你好
	調度 11 台	你改就地
	成功站行車副站長	我改就地才可以封鎖 過了才還你
	調度 11 台	不用還我 不用還我 成功你現在改就地 你工務有通知到嗎
	成功站行車副站長	工務姓 0 值班的 0000 已經通報了 他們會派人去看
	調度 11 台	位置

	成功站行車副站長	位置一樣是 204+300
	調度 11 台	好好好
	成功站行車副站長	我現場有傳照片過來 看過了
	調度 11 台	你有看過了嗎
	成功站行車副站長	有 有 斷裂面約有 30 公分 現場用 LINE 傳回來
	調度 11 台	3 4 公分嗎 30 公分就糟了
	成功站行車副站長	是 是
	調度 11 台	30 公分就落馬了
	成功站行車副站長	是
	調度 11 台	3 4 公分
	成功站行車副站長	是 是
	調度 11 台	30 公分就害了 就落馬了 3 4 公分 3 至 4 公分
1941:34	彰化站行車站長	彰化
	調度 11 台	彰化大肚溪改就地
	彰化站行車站長	大肚溪改就地
	調度 11 台	要走東歐
	彰化站行車站長	好好
	調度 11 台	大肚溪成功改走東就地歐
	彰化站行車站長	大肚溪成功改走東就地
	調度 11 台	等一下 2254 走東耶
	彰化站行車站長	2254 走東 收到
	調度 11 台	北上山線都是單線運轉
	彰化站行車站長	好
	調度 11 台	改就地 切過去
	彰化站行車站長	好好

1943:05	調度 11 台	領班 我們領班有告訴你成功南邊鋼軌斷裂 3 4 公分 不是 30 公分 3 4 公分 204+300 所在 好好好
1943:06	成功站行車副站長	00 你回來嗎
	成功站運轉員	副座我還在現場 副座我需要回去 要的話我現在就回去
	成功站行車副站長	你先通知他們工務 然後現在西正線 Y 弓出至成功這一段是封鎖的 所以你回來幫忙支援開車
1949:16	成功站行車副站長	耶 工務你現場到了沒有
1959:59	成功站行車副站長	成功你好
	調度 11 台	成功您那道班三十幾分了 那耶還沒到
	成功站行車副站長	道班耶 我再打 催一下 已經打了 他們領班也傳 line 了
2004:45	成功道班	成功工務聽到請回答
	調度 11 台	工務師傅嗎
	成功道班	耶 正確
	調度 11 台	你們到現場了嗎
	成功道班	我現在在道班準備工具
	調度 11 台	你們還沒到現場嗎
	成功道班	我現場我知道情形
	調度 11 台	可以走嗎 需要限速嗎 還是要封鎖
	成功道班	你先叫他們可否走東 我們處理 人到齊後大概一小時
	調度 11 台	要一個小時
	成功道班	我盡量趕啦
	調度 11 台	好好 暫時封鎖
	成功道班	耶 你暫時封鎖我才能作業
調度 11 台	好 了解	

2013:55	成功道班	耶 成功長耶工務呼叫
	成功站行車副站長	耶 工務成功收到
	成功道班	耶 成功長耶我山西要推平車進可以嗎 推平車要運工具進入
	成功站行車副站長	你說西正線嗎 你工具要從貨櫃場過 這一段有封 彰化至成功站內西正線已封鎖
	成功道班	好 收到 我們要開始搬工具進入
	成功站行車副站長	好 你們從貨櫃場搬進入時要注意
	成功道班	好 收到
2126:33	成功站行車副站長	耶 成功你好
	調度 11 台	9 點 26 要做什麼
	成功站行車副站長	他們說那些鐵啊都替好啊 9 點 26 第一趟公里 20 慢行 第二趟 40 第三趟 60 第四趟就恢復 80 那裏原先就立牌限速 80
	調度 11 台	第一趟公里 20 第二趟 40 第三趟 60
	成功站行車副站長	第一趟公里 20 第二趟 40 第三趟 60 第四趟就恢復進前的 80
	調度 11 台	回復 80
	成功站行車副站長	對 回復原來的 80 原來就立了一支 80
	調度 11 台	好來 好來
	成功站行車副站長	做 9 點 26 完成耶
	調度 11 台	好來 好來
	成功站行車副站長	那我現在要解除封鎖回復嗎
	調度 11 台	回復 回復
	成功站行車副站長	回復 那我跟彰化聯絡一下 那命令要做幾號啊
	調度 11 台	命令 1103
	成功站行車副站長	命令做 1103 啊你姓 0
	調度 11 台	啊 你姓 0
成功站行車副站長	我這裡姓 0 那裡姓 0 彰化姓 0 成功 Y ㄋ 出	

附錄 2 委託金屬工業研究發展中心進行鋼軌破損分析



金屬工業研究發展中心

檢測技術發展組

鋼軌破損分析

工令編號:L09SE030-0042

中華民國 109 年 8

一、前言

國家運輸安全調查委員會送來臺灣鐵路管理局成功站斷裂鋼軌一截（照片一與照片二），運安會欲了解此鋼軌斷裂原因，遂委託本中心進行破損分析。



照片一：斷裂鋼軌組合後外觀



照片二：斷裂鋼軌組合後外觀

二、測試項目

(1) 外觀檢視與磁粒檢測 (MT)、(2) 化學成分分析、(3) 硬度分析 (4) 金相組織、(5) 掃描式電子顯微鏡 (SEM) 觀察及能量散佈光譜分析儀 (EDS) 微區成分分析

三、試驗結果

(1) 外觀檢視與磁粒檢測 (MT)

由鋼軌外觀 (照片三) 顯示，斷裂鋼軌斷面呈現快速破壞形貌 (照片四)，斷裂起始位置位於軌腹表面訊號線接點處，破裂成長由訊號線接點往鋼軌內部成長延伸 (照片五與照片六)，而鋼軌另有一訊號線接點 (照片七)；使用 MT 檢測訊號線接點處，MT 顯示訊號線接點處有裂痕生成與融化金屬滲入形貌 (照片八與照片九)。

觀察斷裂鋼軌之破裂面呈現快速破壞形貌，斷裂起始位置位於軌腹表面訊號線接點處，破裂成長由訊號線接點往鋼軌內部成長延伸 (照片十至照片十五)。



照片三：斷裂鋼軌整體外貌



照片四：斷裂鋼軌斷面呈現快速破壞形貌



照片五：鋼軌斷裂起始位置位於訊號線接點處



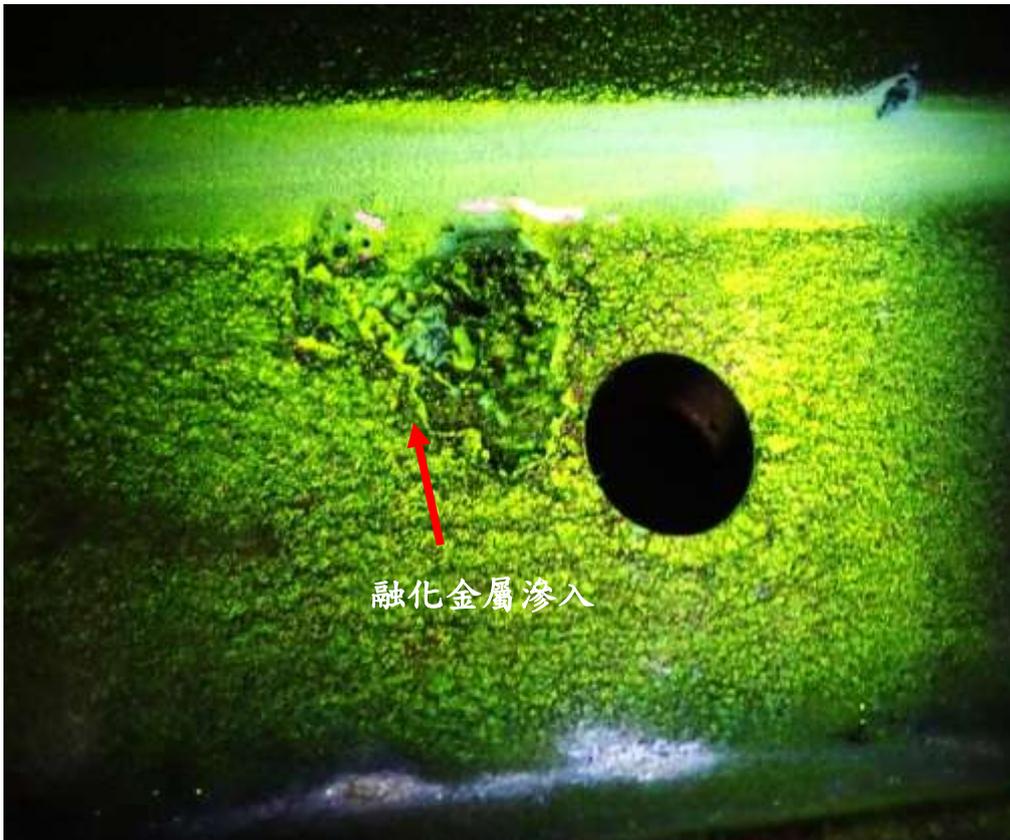
照片六：鋼軌斷裂起始位置位於軌腹表面訊號線接點處（圓圈處），破裂成長由訊號線接



照片七：鋼軌另一訊號線接點



照片八：使用 MT 檢測，訊號線接點處有裂痕生成



照片九：使用 MT 檢測，訊號線接點處有融化金屬滲入形貌



照片十：斷裂鋼軌之破裂面呈現快速破壞形貌



照片十一：斷裂鋼軌之斷裂起始位置位於軌腹表面訊號線接點處（圓圈處），破裂成長由訊號線接點往鋼軌內部成長延伸



照片十二：斷裂鋼軌之斷裂起始位置位於軌腹表面訊號線接點處（圓圈處）



照片十三：斷裂脫軌之鋼軌斷裂起始位置位於表面訊號線接點處（圓圈處），破裂成長由訊號線接點往鋼軌內部成長延伸



照片十四：斷裂鋼軌之破裂面呈現快速破壞型態



照片十五：斷裂鋼軌之破裂面呈現快速破壞型態

(2) 化學成分分析

使用分光分析儀進行鋼軌之成分分析，其結果如下表所示。此鋼軌符合臺鐵提供規範值材質規範規定。

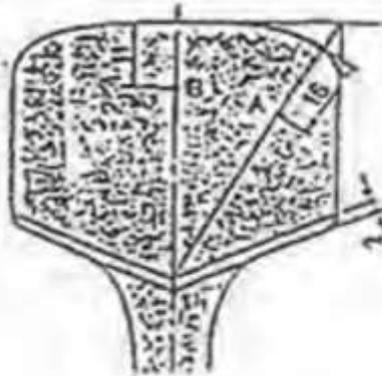
樣品	C	Si	Mn	P	S	Cr
軌道	0.75	0.18	0.87	0.017	0.007	0.11
臺鐵提供規範值	0.7-0.82	0.1-0.65	0.8-1.2	≤0.03	≤0.02	≤0.25

(3) 硬度分析

使用洛氏硬度機進行鋼軌之硬度測試，結果如下表所示。由下圖顯示鋼軌軌頭處硬度規範為 331HV，而硬度 331HV 比對 ASTM E140 轉換為 33.5HRC；由下表可知鋼軌軌頭硬度符合臺鐵提供規範值硬度規定。(硬度轉換成拉伸強強度依據 ASTM A370-20)

樣品	測試值 (HRC)	平均值 (HRC)	轉換拉伸強度 (MPa)
位置 A	35	-	1080
位置 B	35	-	1080
軌頭	35 34 34	34	1050
軌腹	30 31 30	30	950
軌足	28 28 28	28	900

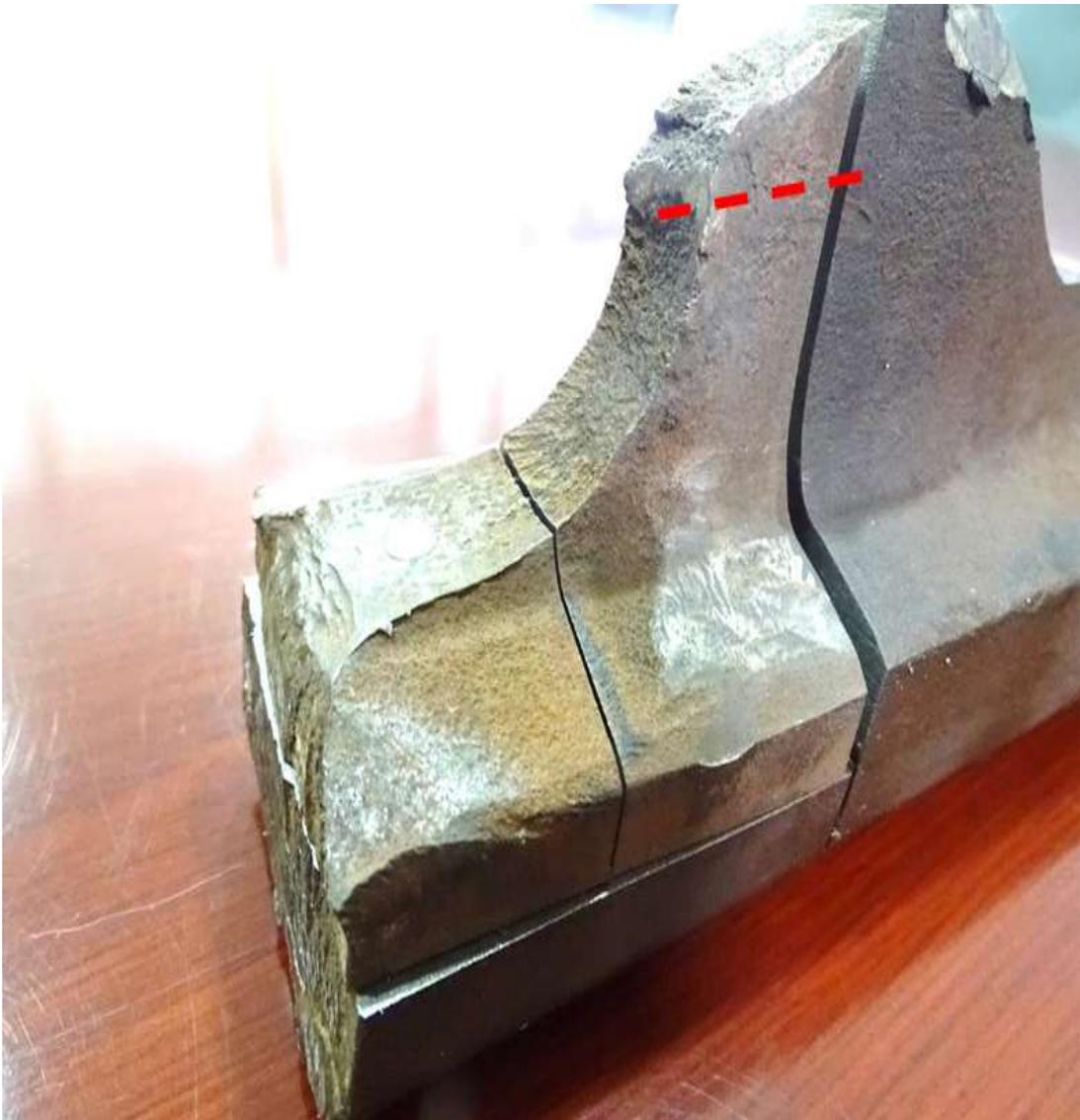
Point A : HV331 min
Point B : HV331 min



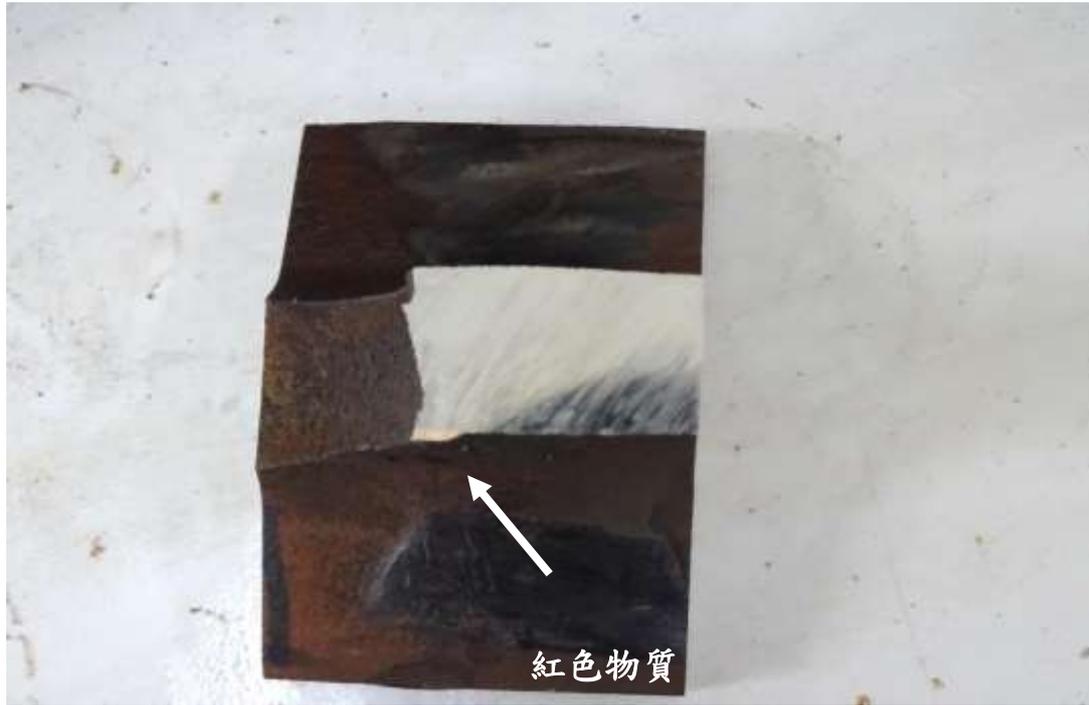
鋼軌軌頭硬度規範圖

(4) 金相組織

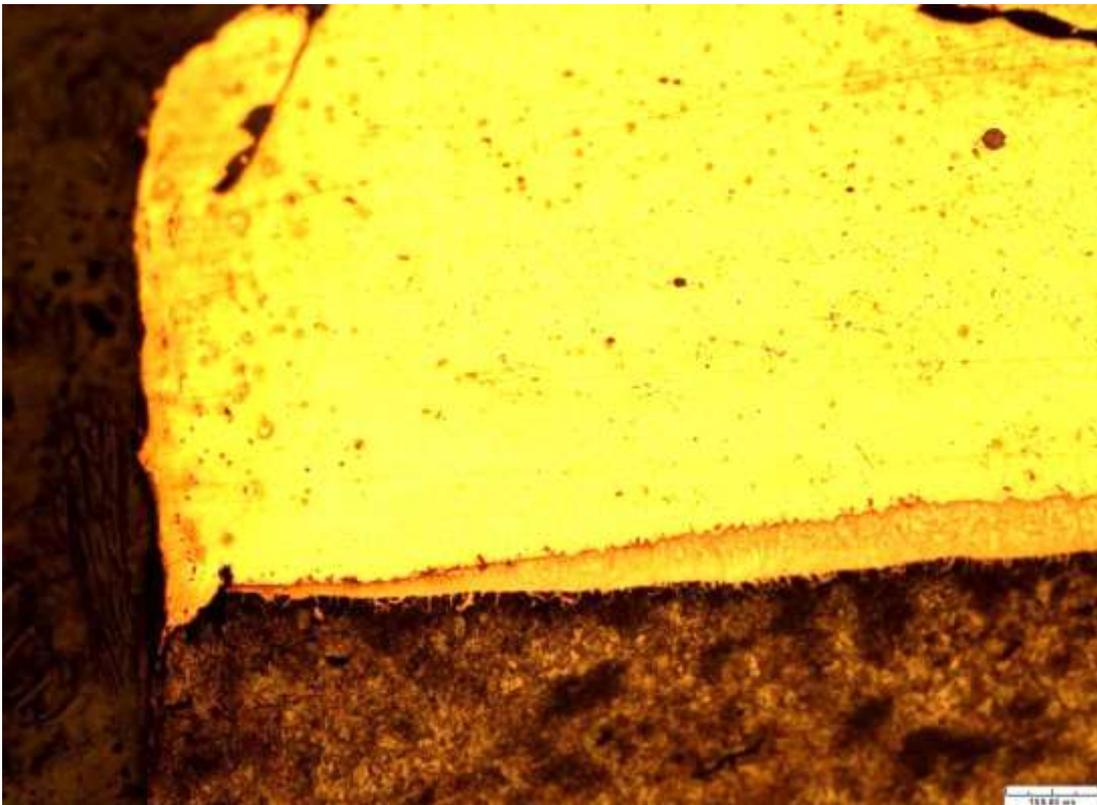
取斷裂脫落鋼軌之破裂面進行金相組織分析，取樣處如照片十六與照片十七所示，斷裂脫落鋼軌取樣處，表面有紅色物質殘留於表面（照片十八），樣品經研磨拋光浸蝕後，鋼軌破裂面表面有一層紅色物質（照片十九與照片二十），光譜一確認為銅金屬附著；觀察表面銅金屬與底材介面處有金屬融溶滲入產生（照片二十一與照片二十二），而破裂面有銅金屬融溶滲入產生（照片二十三與照片二十四）。鋼軌心部組織為變韌鐵組織與肥粒鐵組織，無異常（照片二十五至照片二十七）。



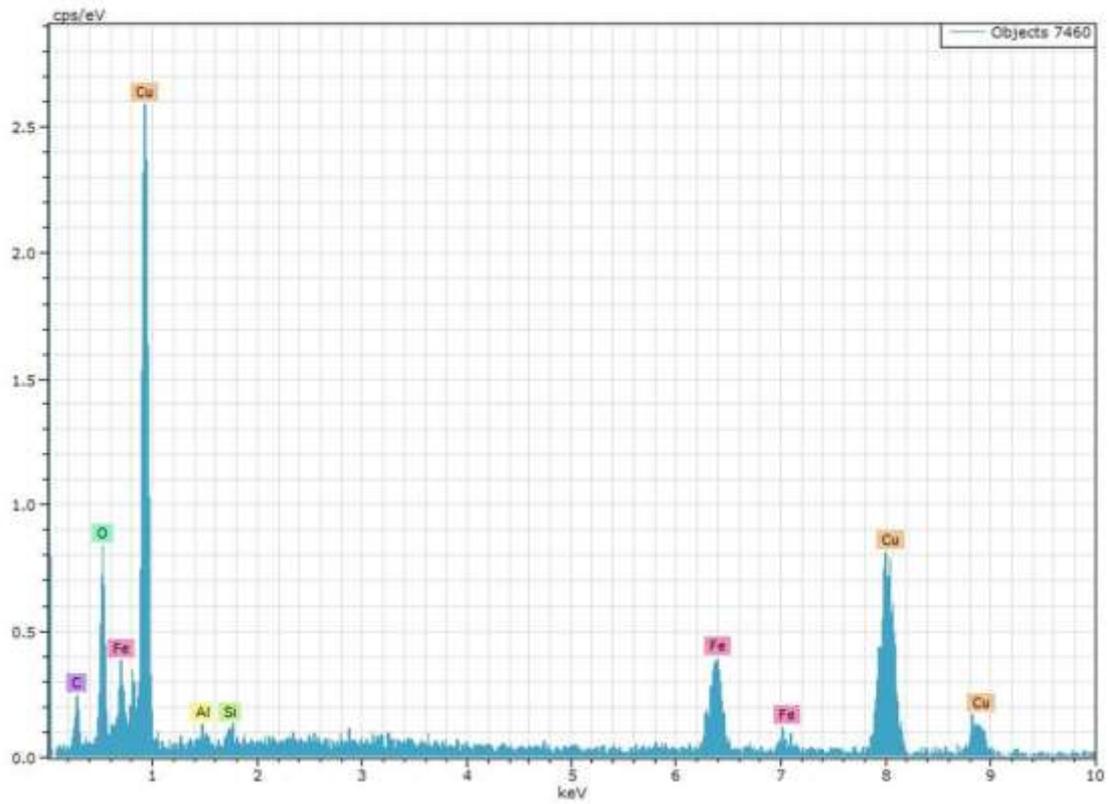
照片十六：斷裂脫落鋼軌取樣位置（紅色虛線處）



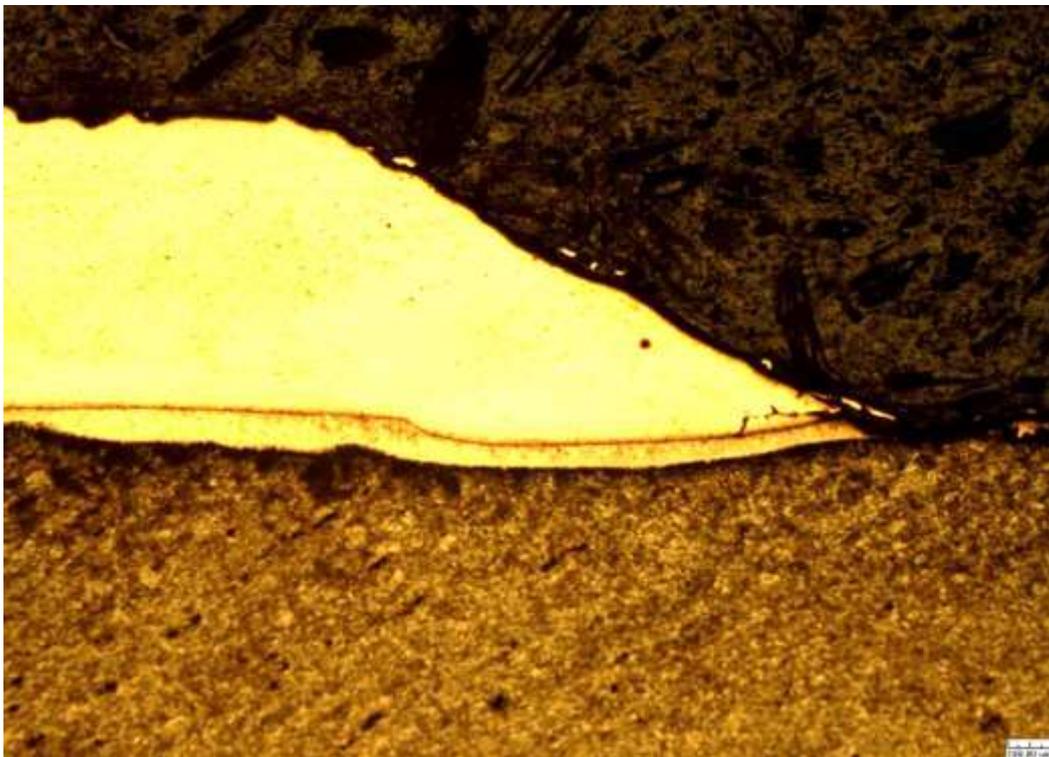
照片十八：斷裂脫落鋼軌取樣處，表面有紅色物質殘留於表面



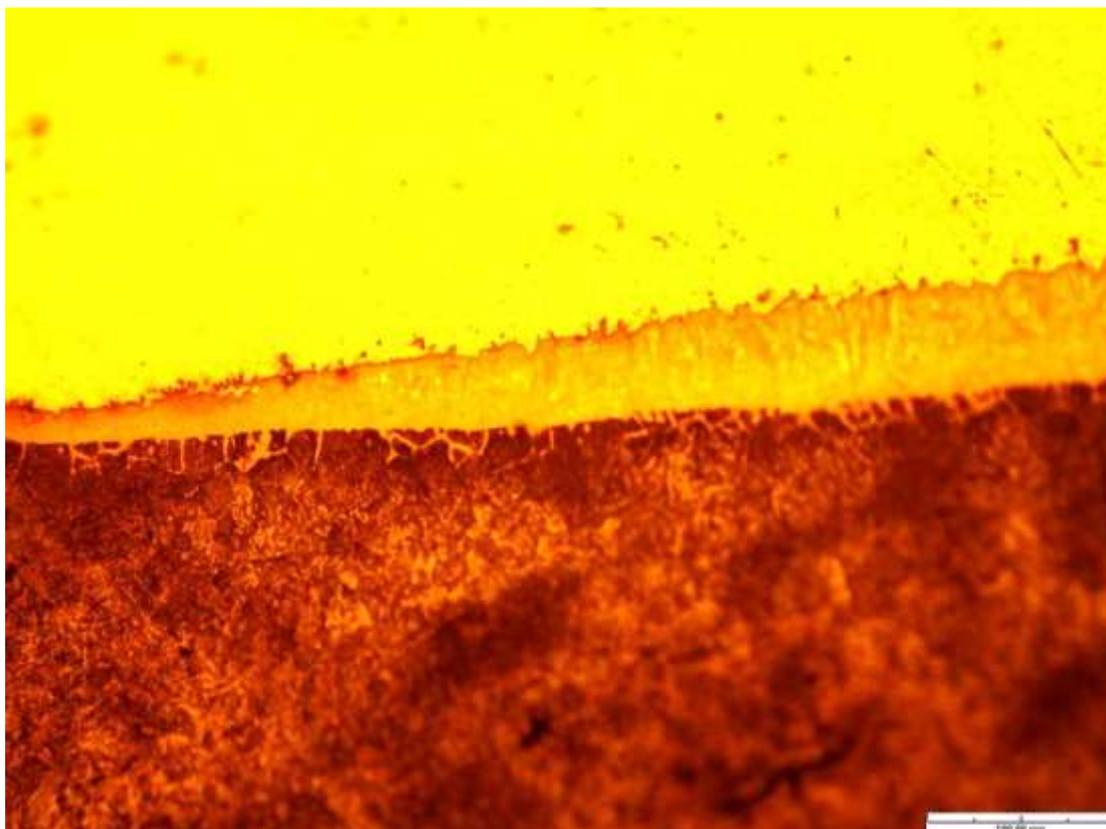
照片十九：鋼軌斷裂面表面有一層紅色物質（光譜一確認為銅金屬）附著，倍率 50X



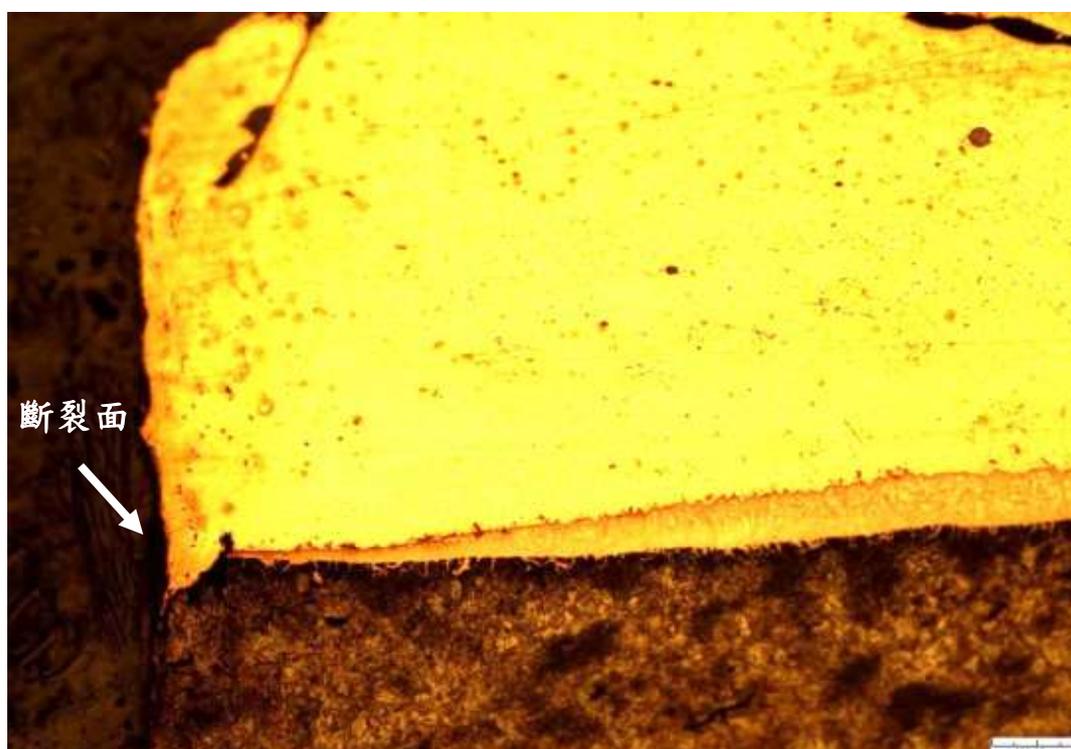
光譜一：表面紅色物質以銅元素為主



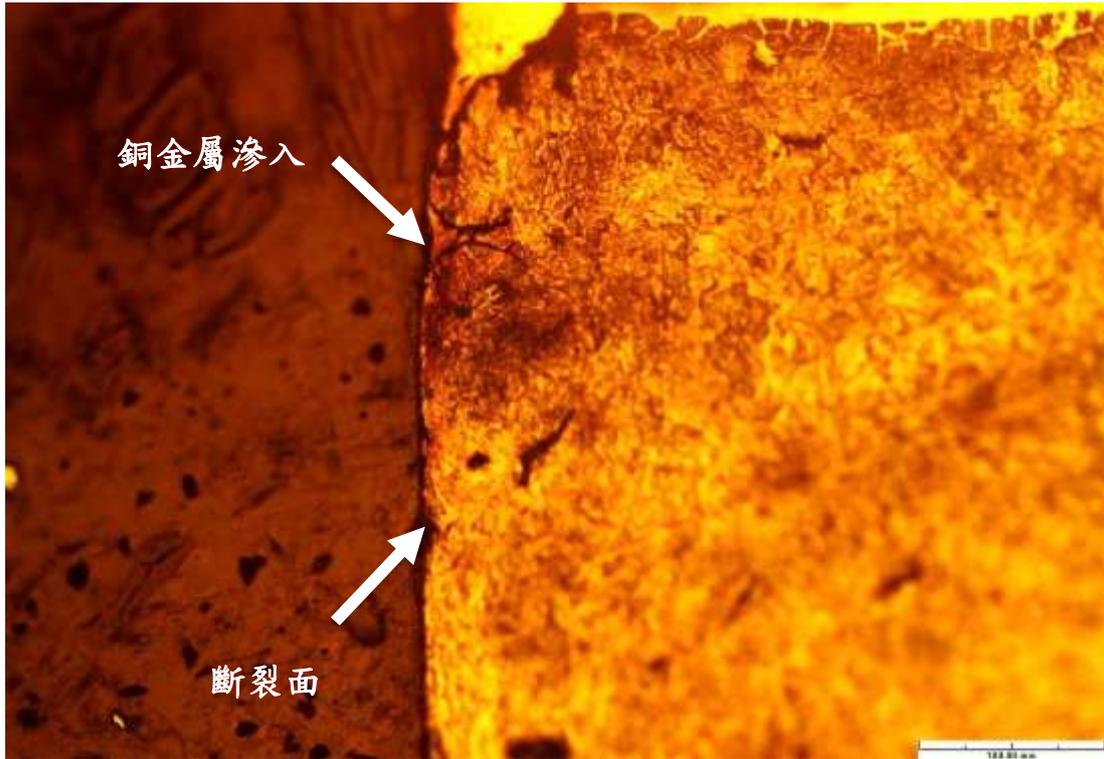
照片二十：鋼軌斷裂面表面有一層紅色物質附著，倍率 50X



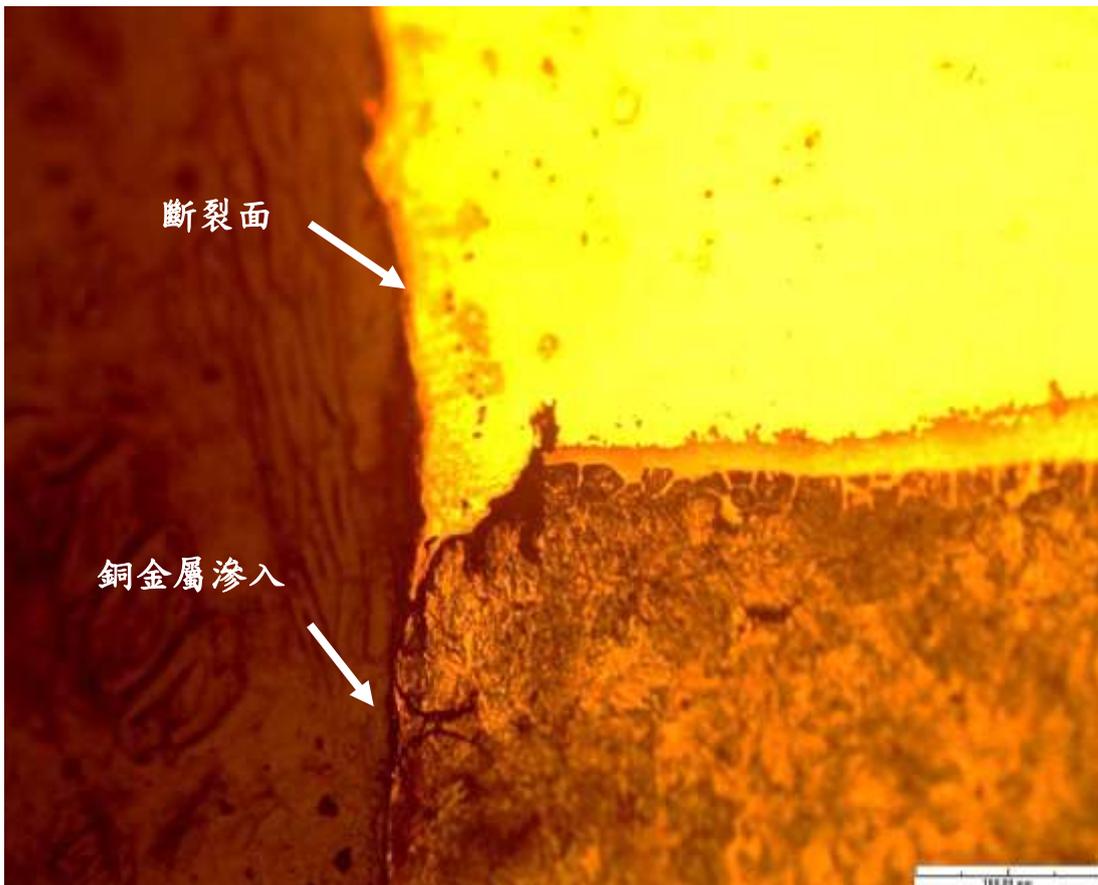
照片二十一：表面銅金屬與底材介面有金屬融溶滲入產生，倍率 100X



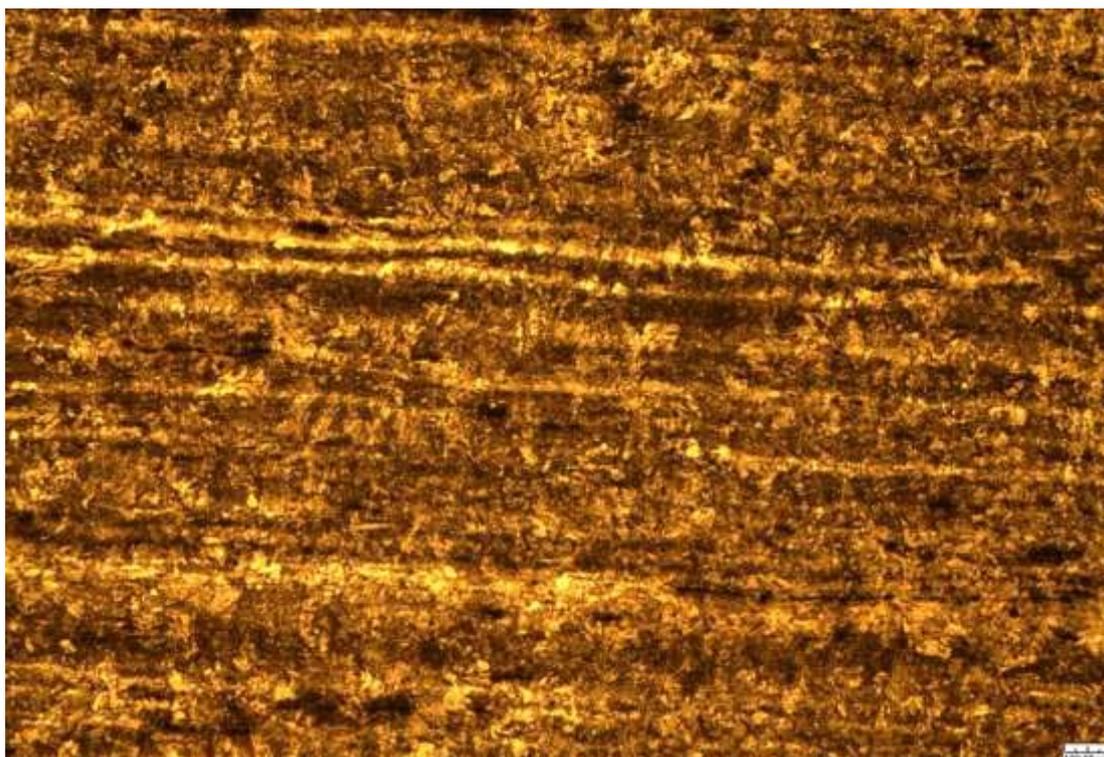
照片二十二：表面銅金屬與底材介面有金屬融溶滲入產生，倍率 200X



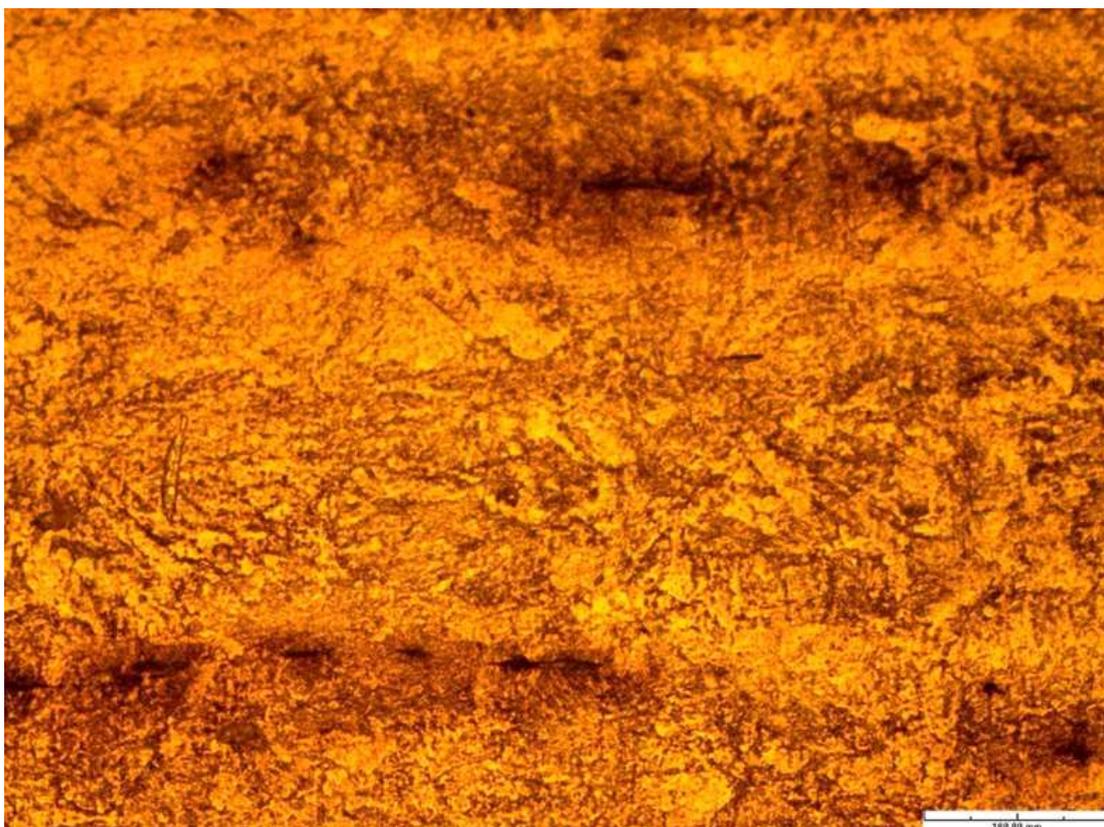
照片二十三：斷裂面有銅金屬融溶滲入產生，倍率 200X



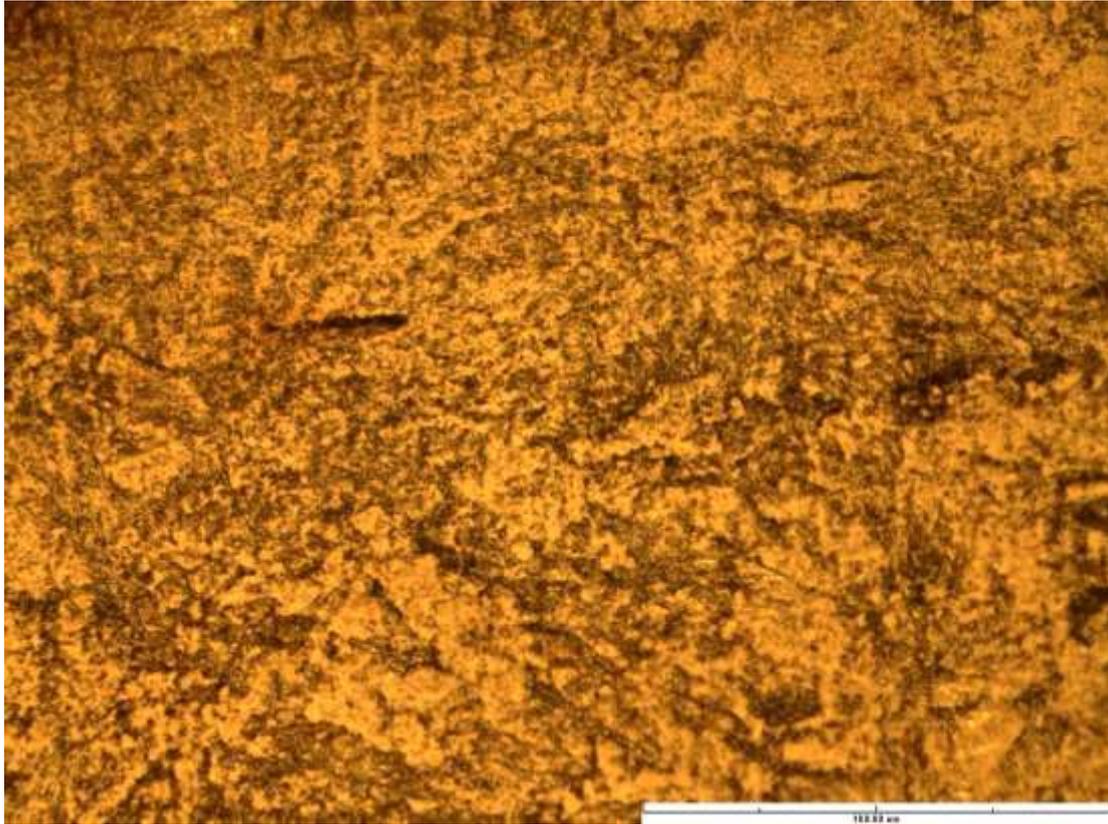
照片二十四：斷裂面有銅金屬融溶滲入產生，倍率 200X



照片二十五：鋼軌母材金相組織為軋延之變韌鐵組織與肥粒鐵組織，倍率 50X

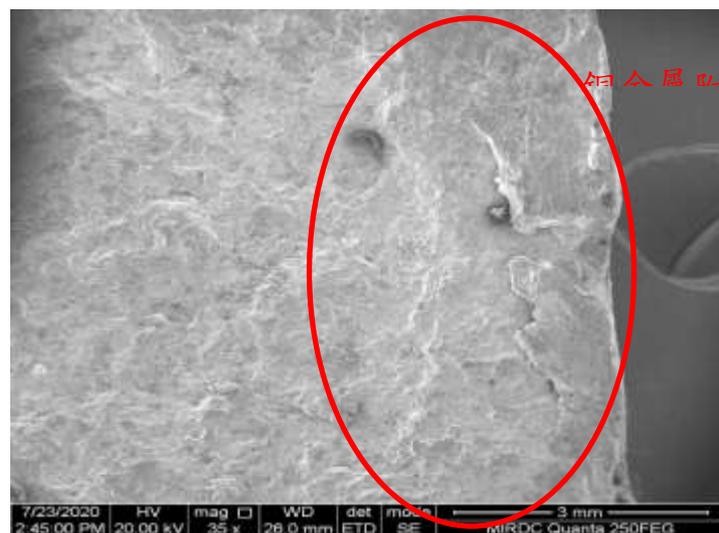


照片二十六：鋼軌母材金相組織為變韌鐵組織與肥粒鐵組織，倍率 200X

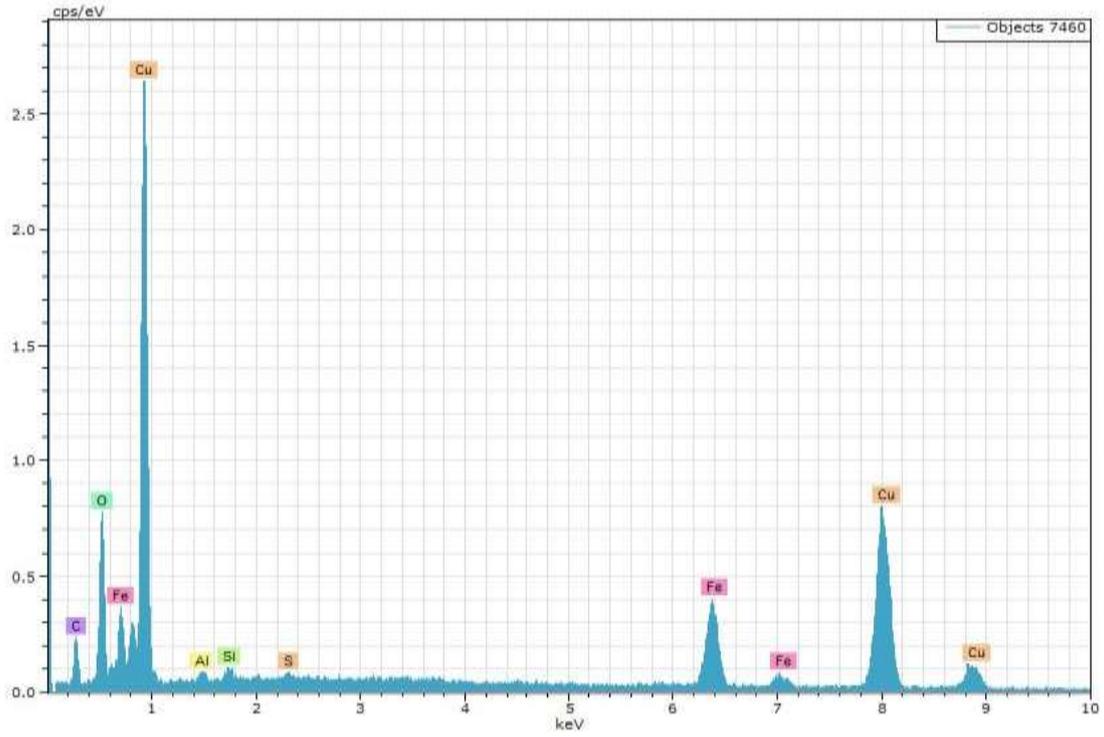


照片二十七：鋼軌母材金相組織為變韌鐵組織與肥粒鐵組織，倍率 500X
(5) 掃描式電子顯微鏡 (SEM) 觀察及能量散佈光譜分析儀 (EDS) 微區成分分析

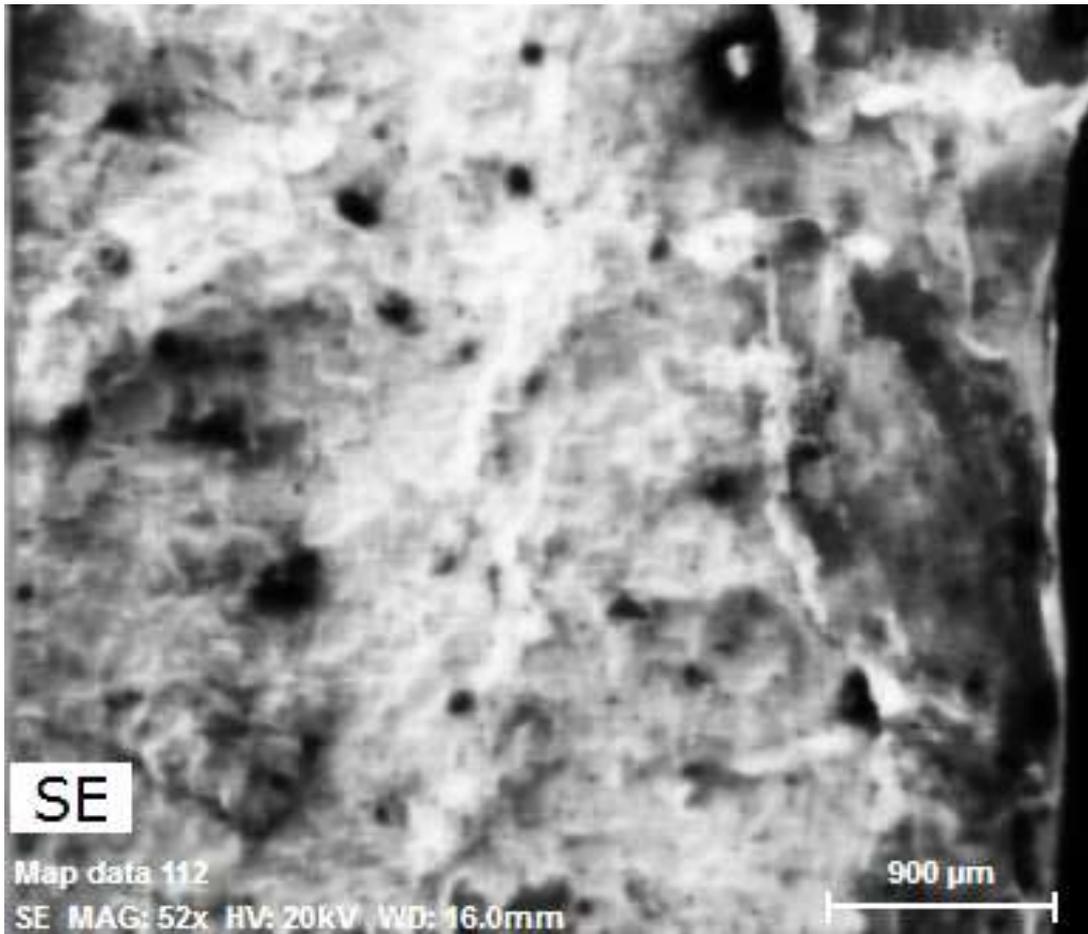
使用 SEM/EDS 觀察鋼軌斷裂面表面，鋼軌破裂面呈現快速破壞形貌與銅金屬附著於表面（照片二十八至照片三十四，光譜一），使用 EDS mapping 顯示銅元素滲入破裂面表面（照片二十九與照片三十）；EDS 分析破裂面表面無銅元素滲入區（照片三十五）之成分有 C、O、Al、S、Si、Mn 與 Fe 等元素（光譜二），無外來腐蝕元素。



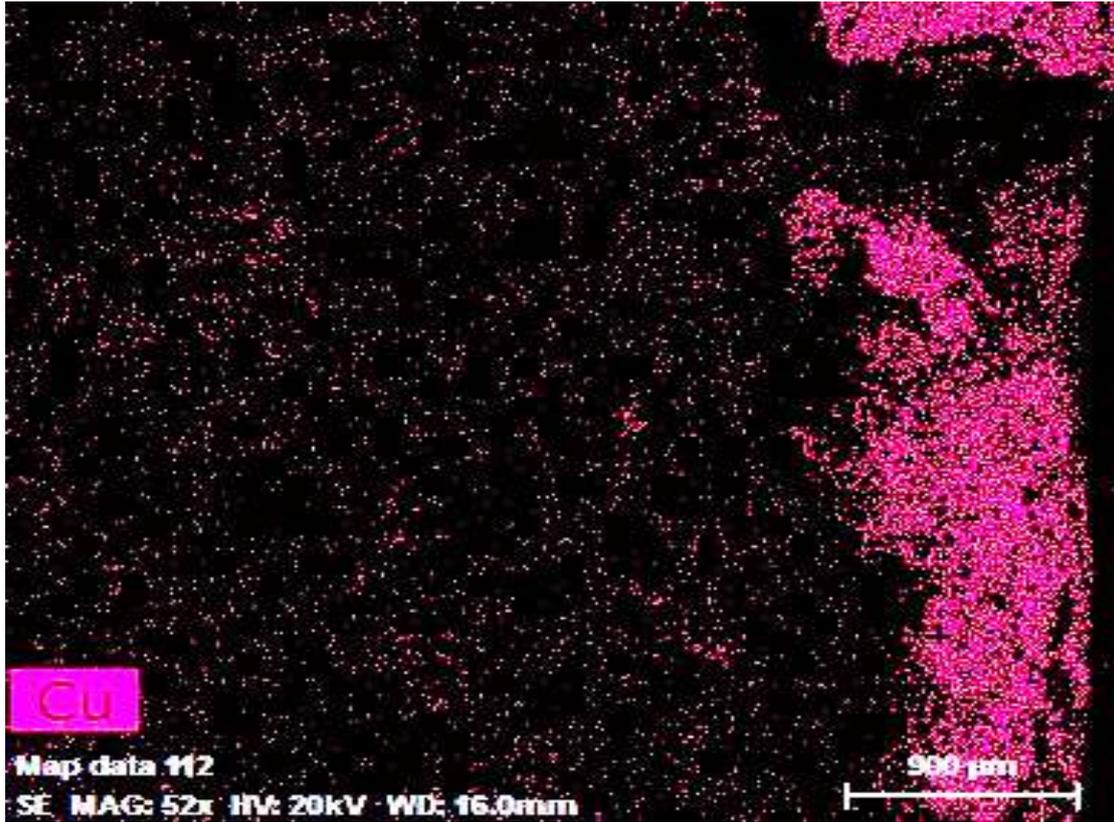
照片二十八：鋼軌破裂面呈現快速破壞形貌與銅金屬附著於表面



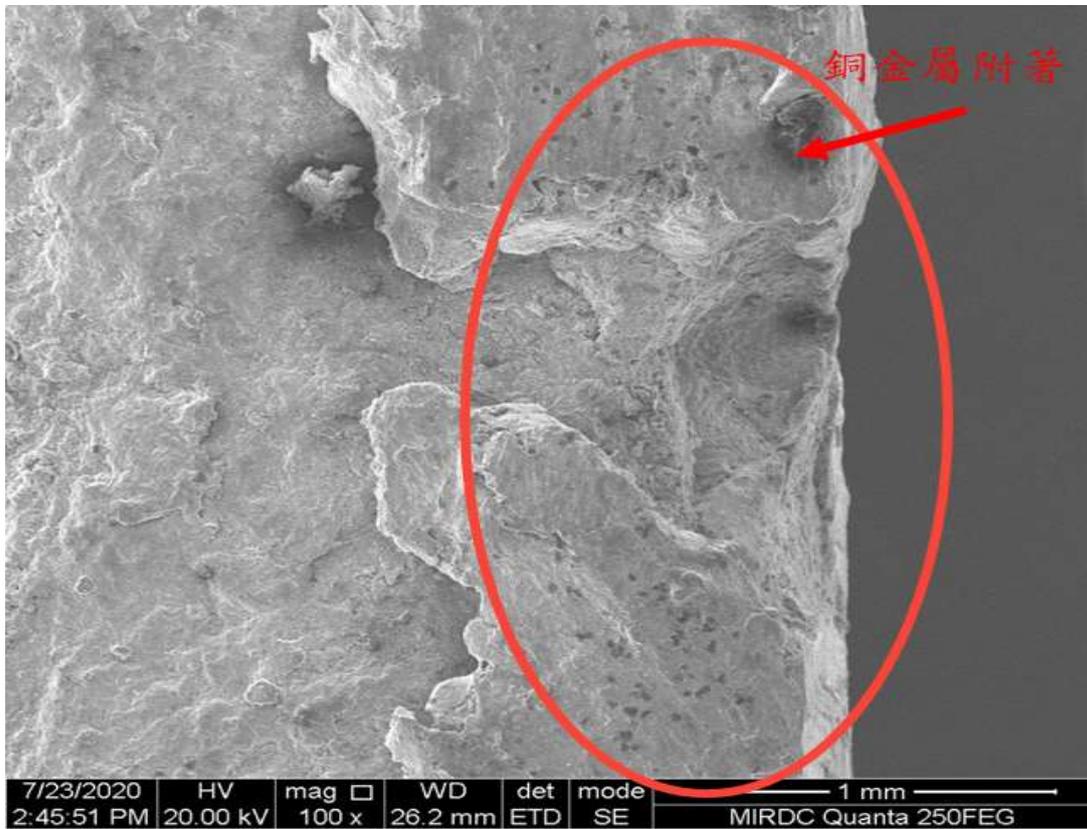
光譜一：照片二十八紅色區域成分



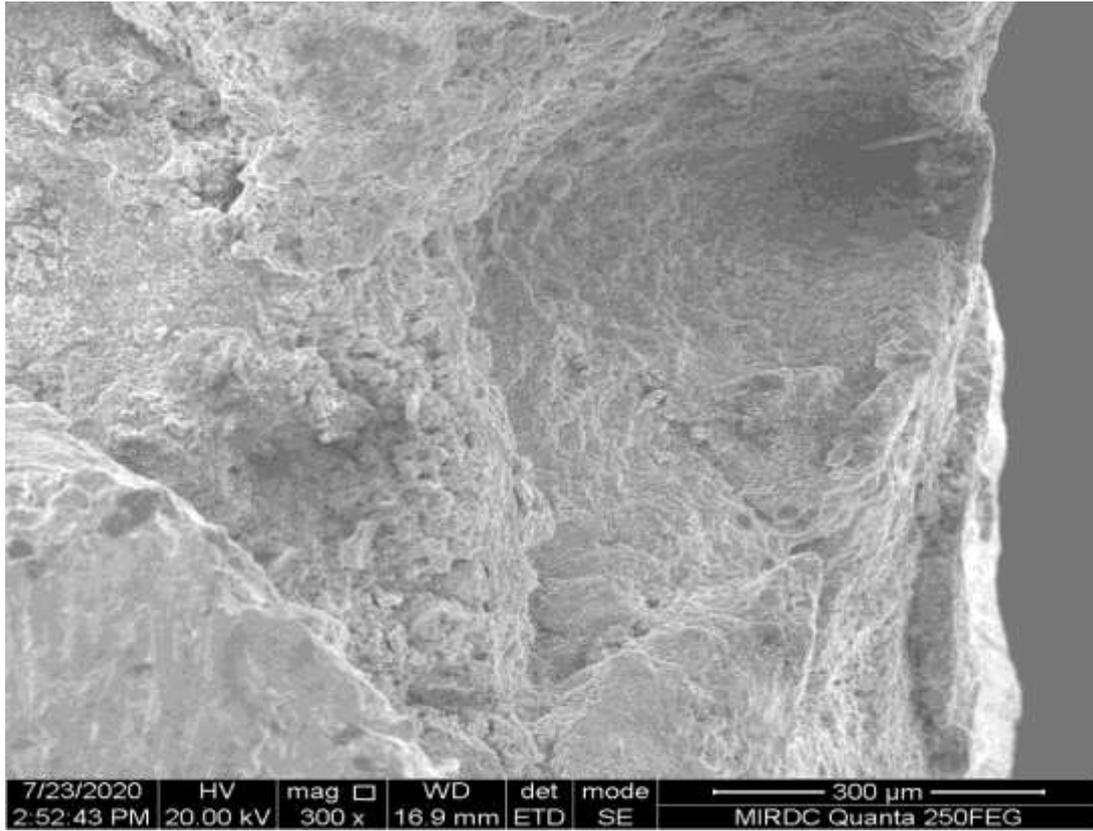
照片二十九：將破裂面進行銅元素 mapping



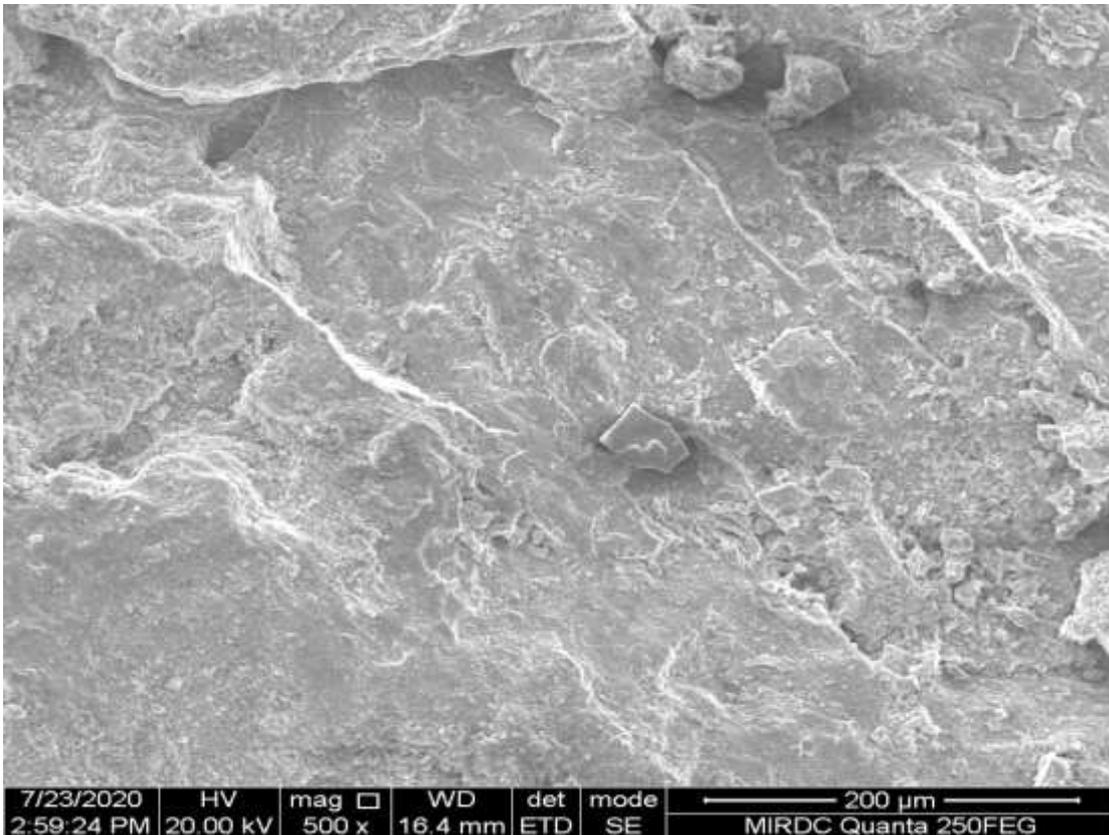
照片三十：破裂面有銅滲入於鋼軌破裂面



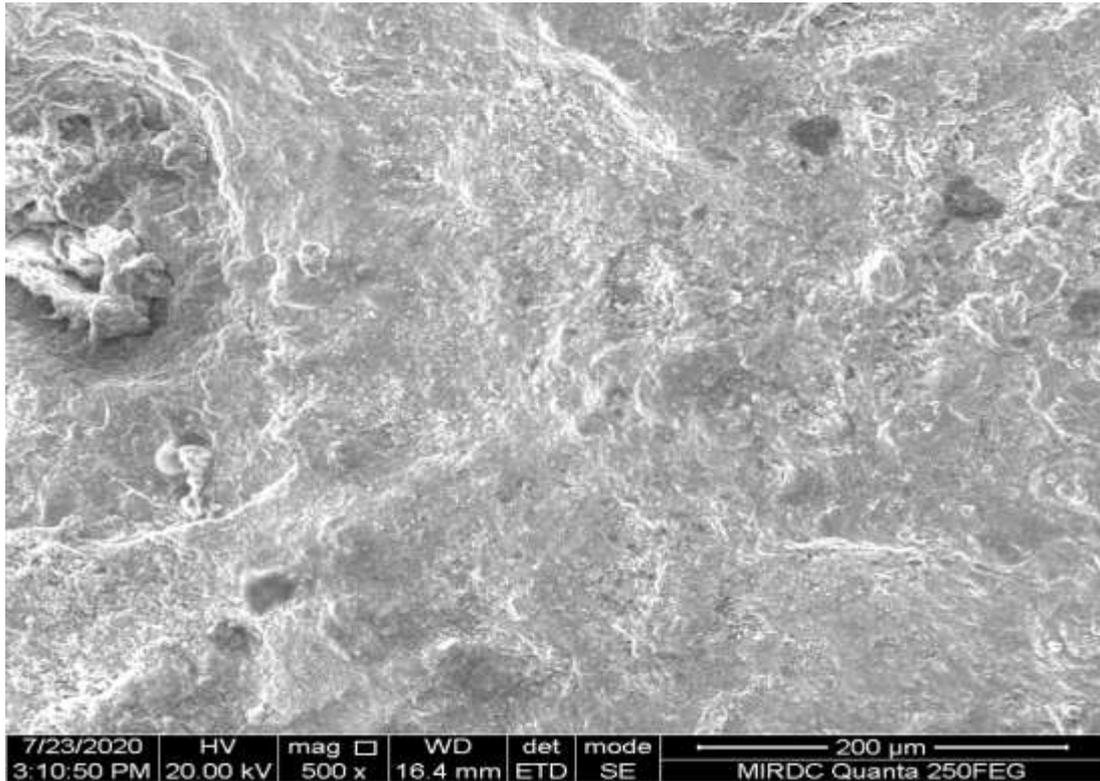
照片三十一：鋼軌破裂面呈現快速破壞形貌與銅金屬附著於表面



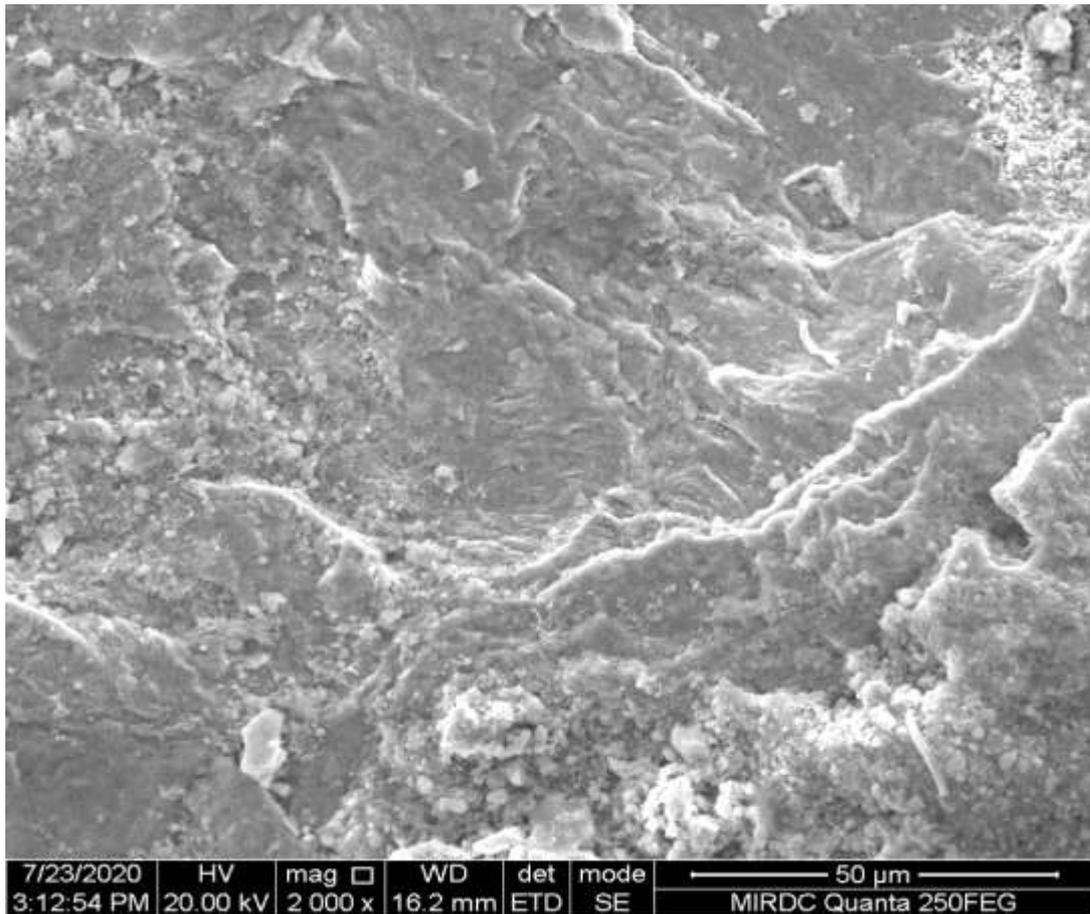
照片三十二：鋼軌破裂面呈現快速破壞形貌



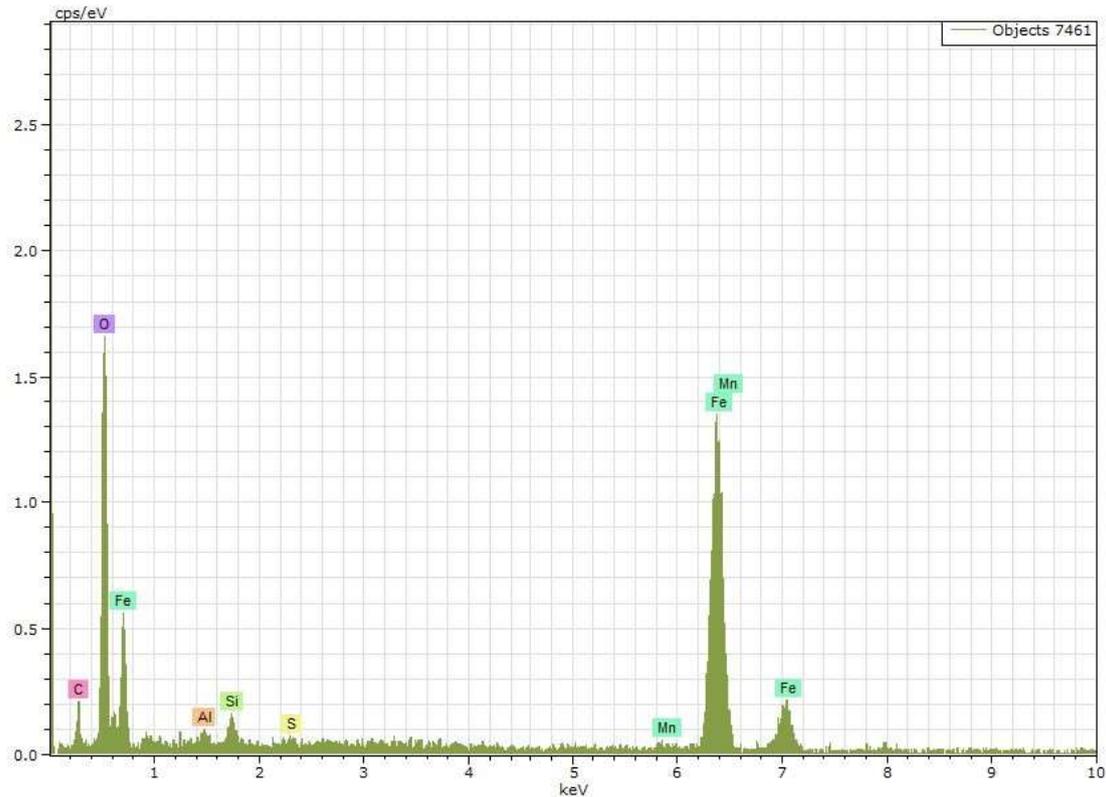
照片三十三：鋼軌破裂面呈現快速破壞形貌



照片三十四：鋼軌破裂面呈現快速破壞形貌



照片三十五：鋼軌破裂面呈現快速破壞形貌



光譜二：鋼軌破裂表面無銅元素滲入區之成分

四、結果與討論

- (一) 檢視鋼軌整體外觀，斷裂鋼軌斷面呈現快速破壞形貌，斷裂起始位置位於軌腹表面訊號線接點處，破裂成長由訊號線接點往鋼軌內部成長延伸；使用 MT 檢測訊號線接點處，MT 顯示訊號線接點處有裂痕生成與熔化金屬滲入形貌。
- (二) 鋼軌之化學成分與硬度符合規定。
- (三) 金相組織分析，鋼軌斷裂面表面有一層紅色物質（銅金屬），表面銅金屬與底材介面處有金屬融熔滲入產生，而在斷裂面有銅金屬融熔滲入產生；心部組織無異常。
- (四) SEM 觀察鋼軌斷裂表面，鋼軌斷裂面呈現快速破壞形貌與銅金屬附著於表面；斷裂面表面無外來腐蝕元素。
- (五) 由上述試驗分析，鋼軌之成分、硬度與金相組織皆無明顯異常，觀察斷裂起始位置位於軌腹訊號線接點處之金相組織，顯示訊號線接點與鋼軌接合是使用銲接融合方式，在訊接線接點與鋼軌介面產生低熔點金屬（銅）熔化擴散，當銅金屬滲入鋼軌表面後，於鋼軌重新結晶時低溫金屬殘留於晶界之間，其應力集中作用相當於裂紋，這些輕重不

等的小裂痕，經車輛持續行駛後，鋼軌表面持續成長，最後造成鋼軌斷裂。材料科學對異種金屬接觸熔化凝固過程對高熔點金屬（Fe 約 1550°C）開始凝固而低熔點金屬（Cu）還處於液態，直到低熔點金屬凝固（約 1100°C）就集中於高熔點金屬晶界附近的現象稱為（Liquid Metal Embrittle LME）。

- （六）建議（1）請有非破壞檢視執照人員（目視（VT）或磁粒檢測（MT）），進行全面性檢測鋼軌上之訊號線接點處是否有裂痕產生；（2）鋼軌訊號線接合於鋼軌表面時，使用適當的結合方式，避免高溫熔化方式結合，以避免低熔點金屬滲入鋼軌表面晶界，造成破壞。異種金屬接合須建立銲接規範程序書（Welding Procedure Specification WPS）或硬銲規範程序書（Brazing Procedure Specification BPS）據以實施並製作試片檢定合格才能依此特定條件參數進行接合作業。

— 本文結束 —

附錄 3 熱劑焊接標準作業程序

臺灣鐵路管理局工務處養路標準作業程序

程序編號：016

程序名稱：熱劑焊接標準作業程序

核定日期：90 年 11 月 14 日

修訂日期：100 年 09 月 01 日 G21000025336 號局簽

1.0 目的

為實施軌道長焊鋼軌化減少接頭，其目的為使列車不因軌道接頭而產生衝擊，可改善旅客乘車舒適感，提高行車速度，增進行車安全。

2.0 範圍

於鋼軌鋪設區間，為減少鋼軌接頭或其他養護作業需要時，施予接頭焊接或鋼軌斷損緊急搶修時使用。

3.0 定義

熱劑焊接係使用氧化鐵及鋁粉的化學反應產生高溫合金溶液，熔接兩根鋼軌稱之。

4.0 說明

熱劑焊接機動性高，不須龐大設備，且在工地施工費時較短，惟其品質較差。

4.1 材料

- 4.1.1 焊接藥劑 1 包
- 4.1.2 鑄模 3 片 (或 2 片)
- 4.1.3 自動套管 1 支
- 4.1.4 點火棒 1 支
- 4.1.5 防漏膏 1 支
- 4.1.6 坩鍋 1 只
- 4.1.7 鐵模 2 片

4.2 使用機具

- 4.2.1 工程維修車 1 部 (含平車 2 台)
- 4.2.2 鋸軌機 1 台 (含切斷砂輪片)
- 4.2.3 磨軌機 1 台 (含磨軌砂輪)
- 4.2.4 剷除機 1 台 (油壓式)
- 4.2.5 模架 1 只

- 4.2.6 底架 1 只
- 4.2.7 溶渣盤 1 只
- 4.2.8 套管夾 1 只
- 4.2.9 坩鍋鏟 1 只
- 4.2.10 氧氣開關閥連錶 1 只
- 4.2.11 丙烷開關閥連錶 1 只
- 4.2.12 耐熱高氣管 20M 附接頭 1 套
- 4.2.13 耐熱、燃燒器 1 套
- 4.2.14 切斷器 2 支
- 4.2.15 間隙尺 1 只
- 4.2.16 軌邊校正直尺 1 支
- 4.2.17 高低調整器 10 只
- 4.2.18 鋼刷 5 支
- 4.2.19 鋼鑿 2 支
- 4.2.20 焊接護目鏡 1 只
- 4.2.21 防火腳套 1 雙
- 4.2.22 防火手套 1 雙
- 4.2.23 照明設備 1 式

4.3 施工步驟

- 4.3.1 14 日前申請路線封鎖作業及斷電申請。
- 4.3.2 準備工作：焊接處清挖石碴騰出空間以便組模，並鬆解扣件〈焊接處兩端各 2 根枕木〉。
- 4.3.3 按裝鑄模前測定正確軌縫寬，使其預留適當隙距（一般為 24mm）。
- 4.3.4 檢查鋼軌接頭有無裂損或剖面不整等情況。
- 4.3.5 對準接頭水平及方向，並調整接頭用一公尺長直尺檢查軌面水平及雙側輪緣踏面之方向等。
- 4.3.6 預熱燃燒器按裝在軌縫上中央並測定火嘴高度。
- 4.3.7 鑄模置於模鞋內，左右鑄模對準軌縫中央，擰緊模鞋螺栓，並使用適量防漏膏或密封泥填滿封閉鑄模與鋼軌的隙縫。
- 4.3.8 坩鍋清除乾淨，對正在軌縫上方位置後，將旋轉架轉到鋼軌旁，底部裝妥坩鍋套管後倒放熱劑並蓋好鍋蓋。
- 4.3.9 預熱並注視火燄長度及鋼軌頭部底部有無均勻熱度。
- 4.3.10 鋼軌兩端預熱後移去預熱器，調正坩鍋位置，點燃點火棒引燃鍋內熱劑藥粉使發生反應，使溶液灌注鋼軌接頭間隙。
- 4.3.11 俟澆注 3-4 分鐘後存渣並倒棄並拆鐵模移離及 5 分鐘後用焊渣剷除機剷除焊渣。
- 4.3.12 冷卻後用磨軌機磨光鋼軌，先自頂部再至頭部側面，研磨後檢查接頭水平及方向等，並以超音波檢查儀檢查焊口。
- 4.3.13 後續工作：安裝扣件並視需要作砸道作業並視電務工程完工後辦

理解除路線封鎖事宜。

5.0 表格

熱劑焊接作業自主檢查表。

鋼軌焊口檔案卡

6.0 附件

熱劑焊接作業流程圖。

台灣鐵路管理局工務處 熱劑焊接作業自主檢查表

工程名稱：

施工日期： 年 月 日

工程地點：

查驗日期： 年 月 日

焊接點編號		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
檢 查 項 目 及 結 果	材料檢查	合格									
		不合格									
	鋼軌接頭 檢查	合格									
		不合格									
	高低扭曲 軌縫方向	合格									
		不合格									
	封模防漏 檢查	合格									
		不合格									
	壓力、流量 瓦斯氧氣	合格									
		不合格									
	預熱時間	合格									
		不合格									
	溶液澆灌 時間	合格									
		不合格									
	研磨	合格									
		不合格									
	焊口檢查	合格									
		不合格									
	超音波檢 查	合格									
		不合格									
結果確認	合格										
	不合格										
備 註											

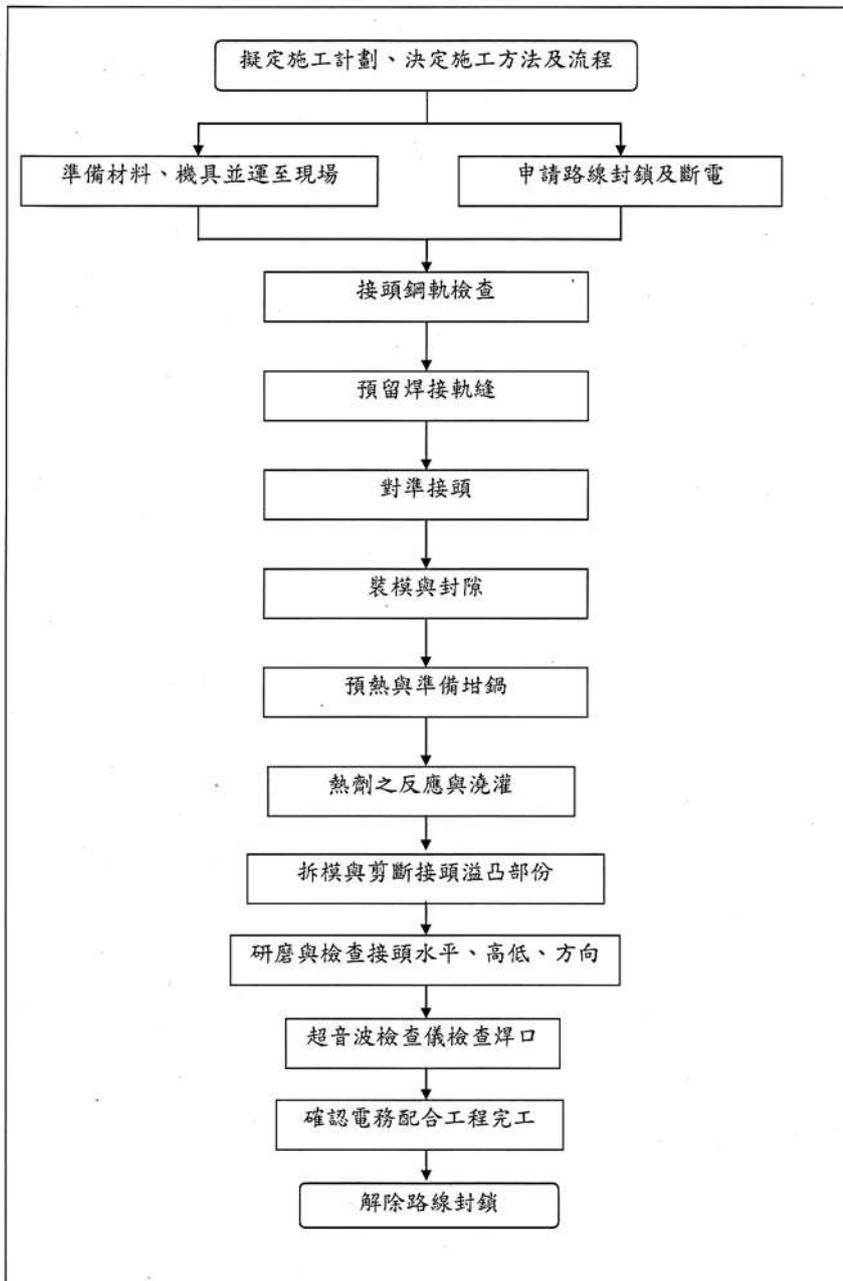
註：本表應於施工完成後填記，並於1週內陳核後存查。

經辦

主任

段(隊)長

熱劑焊接作業流程圖



附錄 4 熱焊接劑規範

臺灣鐵路材料規範	TRAS 熱焊接劑規範		總號 TRAS-KE0011																								
電務料																											
交通部臺灣鐵路管理局																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">規 範 審 核 章</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">印行 年 月 日</td> <td style="text-align: center;">經辦員</td> <td style="text-align: center;">副總工程司</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">覆 核</td> <td style="text-align: center;">總工程司</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">經辦員</td> <td></td> <td style="text-align: center;">科 長</td> <td style="text-align: center;">核 定 日 期 86.11.17</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">覆 核</td> <td></td> <td style="text-align: center;">副處長</td> <td style="text-align: center;">修 訂 日 期 97.9.1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">單位主管</td> <td></td> <td style="text-align: center;">處 長</td> <td></td> </tr> </table>						規 範 審 核 章		印行 年 月 日		經辦員	副總工程司			覆 核	總工程司	經辦員		科 長	核 定 日 期 86.11.17	覆 核		副處長	修 訂 日 期 97.9.1	單位主管		處 長	
		規 範 審 核 章																									
印行 年 月 日		經辦員	副總工程司																								
		覆 核	總工程司																								
經辦員		科 長	核 定 日 期 86.11.17																								
覆 核		副處長	修 訂 日 期 97.9.1																								
單位主管		處 長																									

臺灣鐵路規範	TRAS	總號
電務料	熱焊接劑規範	TRAS-KE0011
<p>一、適用範圍：</p> <p>本熱焊接劑為供台灣鐵路管理局（以下簡稱本局）電化鐵路鋼軌接頭處連軌線使用之焊接混合劑。</p> <p>二、材料特性：</p> <p>2.1 本熱焊接劑為 115 公克重之銅鋁粉混合物，混合物燃燒後之熔液可輕易的使銅包鋼製連軌線與鋼軌緊密連接。</p> <p>2.2 本劑之罐底應附引火藥，該引火藥應輕易被點火槍、線香等引火物點燃。</p> <p>2.3 每罐之熱焊接劑應附一鋁片，供熱焊模具使用。</p> <p>三、包裝：</p> <p>每罐熱焊接劑應用塑膠容器妥為包裝，以達防溼防潮的效果。</p> <p>四、交貨驗收：立約商應會同本局檢驗人員抽樣焊接，抽樣標準如下：</p> <p>4.1 驗收時應附出廠檢驗報告，檢驗報告應包括材質成分等各項數據。</p> <p>4.2 抽樣標準：以每 2000 罐抽試 1 罐，不足 2000 罐以 2000 罐計抽試 1 罐。</p> <p>4.3 抽試樣品若有一罐不合格，則全部視為不合格品。</p>		

附錄 5 瓦斯壓接標準作業程序

臺灣鐵路管理局工務處養路標準作業程序

程序編號：017

程序名稱：瓦斯壓接標準作業程序

核定日期：90 年 11 月 14 日

修訂日期：99 年 10 月 12 日 G20990029494 號局簽

1.0 目的

為實施軌道長軌化減少軌道接頭，採取瓦斯壓接法將 25 公尺鋼軌焊接成 50 公尺或 125 公尺長鋼軌，其目的為減少列車因軌道接頭產生衝擊，亦可減少軌道接頭沉陷之養護。

2.0 範圍

鋪設長焊鋼軌區間之 125 公尺長鋼軌焊接作業及將 25 公尺定尺軌焊接成 50 公尺鋼軌之焊接作業所使用。

3.0 定義

瓦斯壓接法是將兩根鋼軌接口以瓦斯火焰加熱至熔點時，將兩根鋼軌壓接成一根之鋼軌焊接法。

4.0 說明

4.1 材料

- (1) 50N 鋼軌
- (2) 氧氣
- (3) 乙炔
- (4) 磨輪、砂輪、鋸片等
- (5) 柴油、汽油等

4.2 使用機器設備

- (1) 瓦斯壓接機
- (2) 發電機
- (3) 磨軌機
- (4) 鋸軌機
- (5) 吊架
- (6) 滾輪等週邊設備
- (7) 挖土機（吊移鋼軌及整理場地用）
- (8) 卡車（附吊桿）

4.3 施工步驟

4.3.1 施工前場地準備

- (1) 作業場地整理。
- (2) 安裝門型吊架。
- (3) 安裝作業平台及滾輪，必要時得加裝鋼軌捲送機。

4.3.2 施工前檢查及整備

4.3.2.1 焊接鋼軌檢查

- (1) 檢查確認鋼軌端部無裂縫。
- (2) 檢查端部尺寸。
- (3) 清理接頭的端面。
- (4) 瓦斯壓接機整備，乙炔、氧氣壓力檢查。

4.3.2.2 瓦斯壓接作業施工

- (1) 矯正鋼軌:對彎曲不整之鋼軌施予矯正。
- (2) 接合斷面整理:利用手提碗形磨輪機進行端部磨光，並用酒精擦拭乾淨及角度尺檢視。
- (3) 裝置鋼軌壓接機:將擬壓接之鋼軌置於瓦斯壓接機上、進行端面接合壓緊、瓦斯壓力調整、試驗點火、燃燒器之安裝，壓接量之調整、燃燒器點火、裝上防火板等。
- (4) 壓接:加熱壓接達到壓接器指示器之規定值後，移開燃燒器，剷除焊珠，將壓接機螺栓鬆卸。
- (5) 矯正:使用儀器測定鋼軌之方向及水平，並使用矯正器進行整正。
- (6) 研磨:利用手提及滑動式磨軌機進行鋼軌接頭、側面、底部之粗磨及細磨工作。
- (7) 檢查:利用滲透液、洗滌液、磁粉或超音波及顯像液進行焊接處檢查。

4.4 注意事項

- 4.4.1 工作場地力求平整。
- 4.4.2 門型吊架安裝牢固。
- 4.4.3 乙炔、氧氣應依安全規定存放，不可曝曬，壓接量調整正確。
- 4.4.4 避免雨水淋到剛焊好的接頭。
- 4.4.5 燃燒器之注水，加到 1/3 水位即可。
- 4.4.6 剷除之焊珠應置於鐵桶內。
- 4.4.7 為使燃燒器的火苗穩定，鋼軌壓接平台要有擋風設備。
- 4.4.8 硬頭鋼軌焊接後，應該施行熱處理。

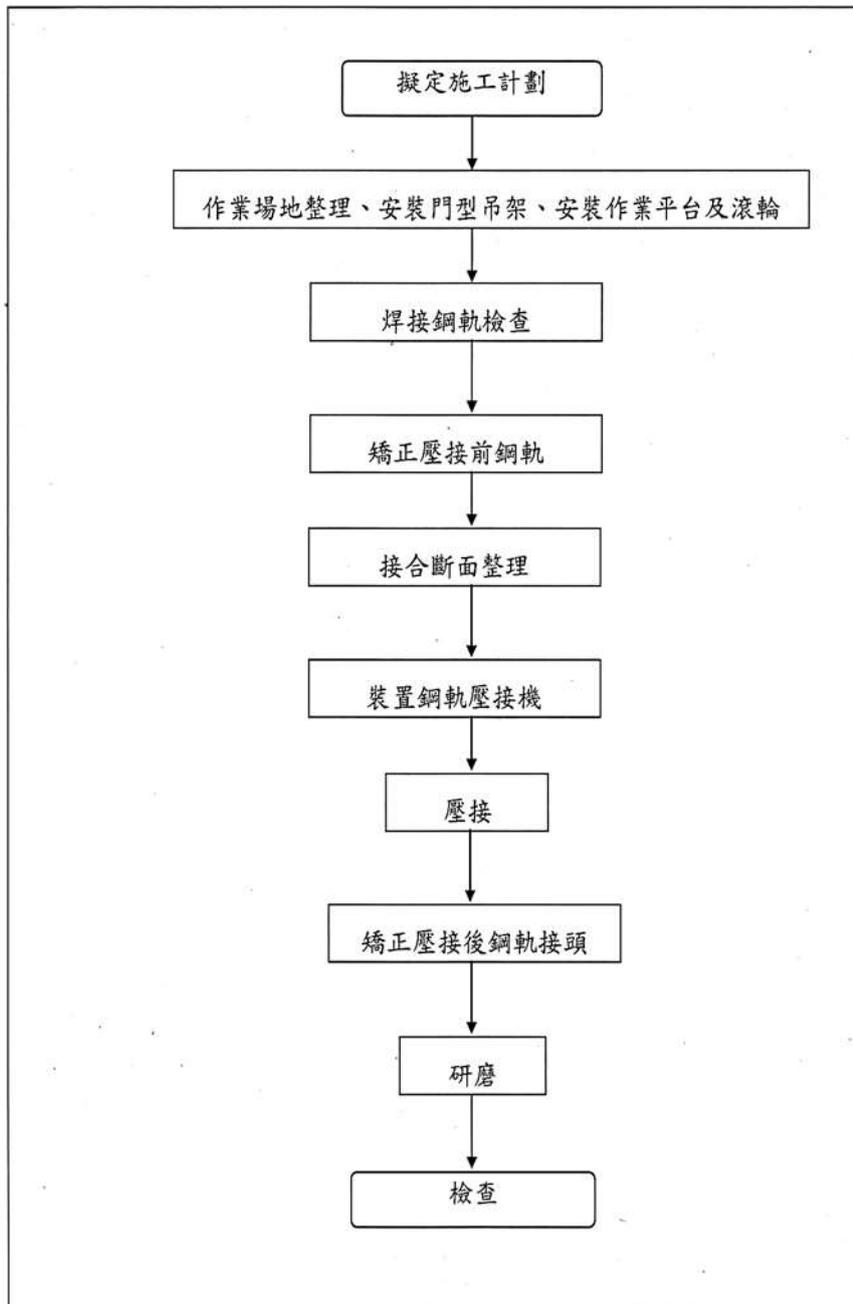
5.0 表格

瓦斯壓接作業自主檢查表

6.0 附件

瓦斯壓接作業流程圖

瓦斯壓接作業流程圖



附錄 6 工務處鋁熱劑焊接暨鋼軌焊道非破壞檢測人員訓練課程

第 次		1	2	3	4	5	6	7	8	
時間		08:10-09:00	09:10-10:00	10:10-11:00	11:10-12:00	13:10-14:00	14:10-15:00	15:10-16:00	16:10-17:00	
日期	天數									
9/10	星期一				13:00-13:10 報到	宿遊及環境介紹 (鍾朝正 主任)	鋼軌瑕疵目視檢測、處理及防制 (王大江 講師)			
9/11	星期二	60E1 鋁熱劑焊接-實作示範 (梁福榮 講師)		60E1 鋁熱劑焊接-分組實作 (梁福榮 講師及助教 3 員)						
9/12	星期三	60E1 鋁熱劑焊接-分組實作 (梁福榮 講師及助教 3 員)		長焊鋼軌鋪設與應力解除作業 (薛明水 講師)		鋼軌非破壞性超音波檢測介紹與數據判讀 (何紹祥 講師及助教 2 員)		測驗 (總隊)		
9/13	星期四	鋼軌鋁熱劑焊接瑕疵原因探討 (王大江 講師)			培訓座談會 (工務處、總隊)		試錫			

附錄 7 50kg-N 鋼軌鋁熱劑焊接焊道強度破壞試驗

國立中興大學土木工程學系 工程材料試驗室 試驗報告

共一頁 第一頁

工材第 S106-014 號

中華民國 106 年 12 月 06 日

NO. 結1061201

試驗日期: 106.12.06

試樣名稱: 50kg-N鋼軌

委託者: 交通部臺灣鐵路管理局

工程名稱: 工務局106年度鋁熱劑焊接雙鋼軌焊道非破壞檢測人員訓練

取樣人員:

會驗人員:

本試驗樣品並非由試驗室方面採取, 故所列紀錄僅對樣品送驗當時狀況負責。

一、試驗名稱: 50kg-N鋼軌鋁熱劑焊接焊道強度破壞試驗

二、檢定儀器: 萬能試驗機

三、試驗方法: (本試驗方法由委託者提供如下)

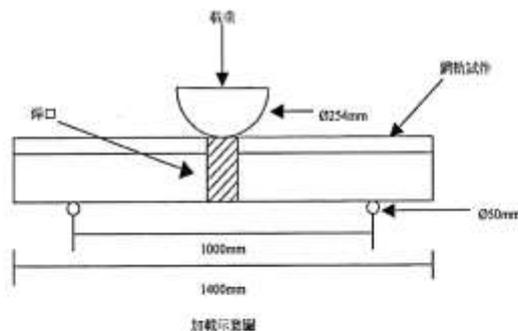
將鋼軌置於萬能試驗機上(跨距1000mm), 使用委託者提供之承壓接頭在鋼軌中點預應至1Ton

再以0.1mm/sec之速率由1Ton開始加壓至破壞。

四、試驗結果:



編號	試驗來源	破壞荷重(Ton)	中點撓度(mm)	備註
1	台東工務段	101.43	15.02	焊接處斷裂
2	高雄工務段	103.30	16.03	焊接處斷裂
3	嘉義工務段	88.22	9.19	焊接處斷裂
4	花蓮工務段	105.90	18.79	95.26Ton有斷裂聲
5	宜蘭工務段	96.40	11.98	焊接處斷裂
6	台中工務段	104.26	16.79	101.65Ton完全斷裂
7	台北工務段	99.79	14.40	焊接處斷裂



126542

試驗者

報告簽署人

附錄 8 軌道電路腳套線鋼軌連接頭規範

臺灣鐵路規範	TRAS (K)	總 號
電務科	軌道電路腳套線鋼軌連接頭規範	TRAS(K)-S20009



交通部臺灣鐵路管理局

印行 年 月 日		規範審核章			
		經辦人	<input type="text"/>	副總工程司	<input type="text"/>
	覆核	<input type="text"/>	總工程司	<input type="text"/>	
經辦人		科長	<input type="text"/>	核定日期	<input type="text"/>
	覆核	副處長	<input type="text"/>	修訂日期	<input type="text"/>
單位 主管		處長	<input type="text"/>		<input type="text"/>

臺灣鐵路規範	TRAS (K)	總 號
電務料	軌道電路腳套線鋼軌連接頭規範	TRAS(K)-S20009
<p>1. 適用範圍： 本規範適用於交通部臺灣鐵路管理局（以下簡稱本局）固定於鋼軌與腳套線間以作為軌道電路導電之用。</p> <p>2. 外觀檢查： 外觀須光滑平整，不得有損傷、裂傷節疤鏽蝕、尖銳邊緣、壓著歪斜及電纜絞合不均等不良缺陷。</p> <p>3. 規格： 3.1 型式：固定連結頭為鍛鋼鍍鋅，電纜套管為鍍鋅鋼管熔接於固定連接頭上，如附件示意圖。 3.2 電纜為直徑 $0.35\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 之 19C×7 股鍍錫鋼絞線。 3.3 壓著連接套管為鍍錫鋼管。 3.4 抗拉破壞強度：140kg 以上。</p> <p>4. 檢驗及驗收： 4.1 交貨後，由本局有關單位及立約商會同樣品抽取，先辦理第 2 外觀檢查，檢查合格後，再行送財團法人全國認證基金會(TAF)認可之機構，依本規範第 3.1~3.4 項辦理檢驗。惟若上述機構無能力辦理時，立約商應提供具檢驗能力之第三驗證機構，經本局同意後辦理。(檢驗儀器應持有符合該認證體系認可實驗室校正合格之有效證明)。以確認產品之尺寸、材質、性能符合本規範要求(依檢驗機構之檢驗報告認定)，所須檢驗費用已包含於契約總價內。 4.2 樣品抽取數量表(如附表)。 4.3 經本規範第 4.1 檢查及檢驗，所有檢驗測試結果均符合本規範規定者，為驗收合格。 4.4 依本規範 4.3 抽樣檢驗結果，有任何 1 只為不合格者，則該批軌道電路腳套線鋼軌連接頭全部由立約商領回，限於本局發函通知次日起 30 日曆天內改正完成(以交貨至契約指定交貨地點為準)，再依本規範 4.2 規定加 1 倍數量抽樣檢驗，改正次數以一次為限，未能於第一次改正完成者，則為驗收不合格，餘依本局財物採購契約條款辦理。 4.5 經抽樣辦理破壞測試數量，不計入交貨數量內，不足部分亦由立約商以合格品補足。</p>		

臺灣鐵路規範	TRAS (K)	總 號
電務料	軌道電路腳套線鋼軌連接頭規範	TRAS(K)-S20009

樣品抽取數量表

交貨數量	抽樣數量
100 以下	1
500 以下	2
750 以下	3
1000 以下	4
1250 以下	5
1500 以下	6
1750 以下	7
2000 以下	8
每增加 250 個，加抽 1 個	

5. 組件包裝：

每 10 條紮 1 束，20 束裝成 1 箱，箱體外標示製造批號、日期、數量(條)。

6. 附件：軌道電路腳套線鋼軌連接頭示意圖。



臺灣鐵路規範

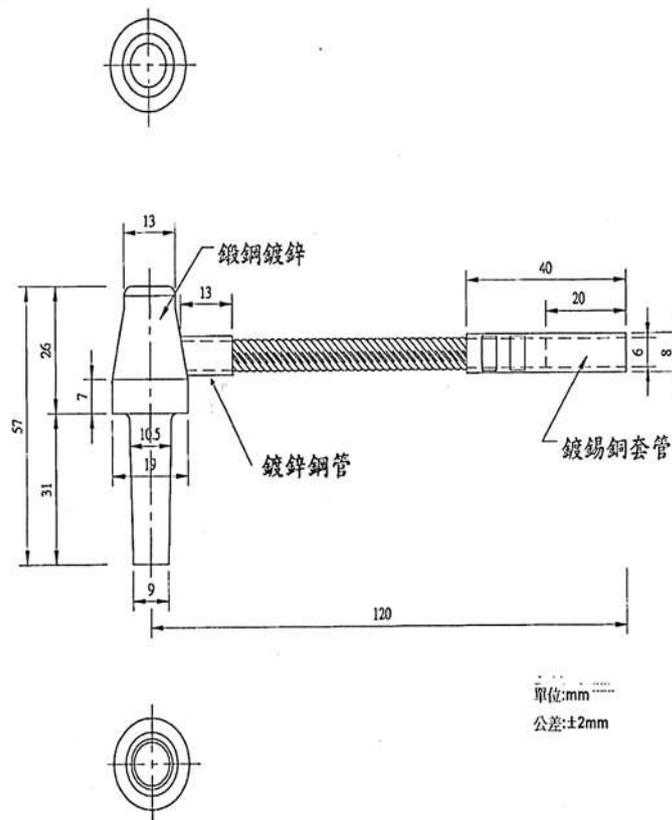
TRAS (K)

總 號

電務料

軌道電路腳套線鋼軌連接頭規範

TRAS(K)-S20009



軌道電路腳套線連接頭示意圖

附錄 9 軌道電路連軌線規範

臺灣鐵路規範	TRAS (K) 軌道電路連軌線規範	總 號
電務科		TRAS(K)-S20010



交通部臺灣鐵路管理局

印 行 年 月 日		規 範 審 核 章			
		經辦人		副總工程司	
	覆核		總工程司		
經辦人		科長		核定日期	
	覆核		副處長	修訂日期	
單位 主管		處長			

臺灣鐵路規範	TRAS (K) 軌道電路連軌線規範	總 號
電務科		TRAS(K)-S20010
目 錄		頁次
1. 適用範圍·····		2
2. 外觀檢查·····		2
3. 規格·····		2
4. 檢驗及驗收·····		2
5. 組件包裝·····		3
6. 附件：軌道電路連軌線示意圖·····		4



臺灣鐵路規範	TRAS (K)	總 號
電務料	軌道電路連軌線規範	TRAS(K)-S20010
<p>1. 適用範圍：</p> <p>· 本規範適用於交通部臺灣鐵路管理局（以下簡稱本局）鐵路鋼軌接頭側焊接之用，以作為軌道電路電流導電之用。</p> <p>2. 外觀檢查：</p> <p>· 外觀須光滑平整，不得有損傷、裂傷節疤鏽蝕、尖銳邊緣、焊接歪斜、壓著歪斜及電鎖紋合不均等不良缺陷。</p> <p>3. 規格：</p> <p>3.1 型式：焊接頭為鍛鋼製造，電纜套管為鍍鋅鋼管熔接於焊接頭上，如附件圖一。</p> <p>3.2 構造：電纜為直徑 0.45mm±0.05mm 之 61 條裸鋼線與 72 條鍍鋅鋼線絞合構成，如附件圖二。</p> <p>3.3 長度：總長度為 230mm 與 500mm 2 種。</p> <p>3.4 抗拉破壞強度：不得低於 1,100kg。</p> <p>3.5 高張力電焊條：（規格：CNS E5016、JIS D5016、AWS E7016 或同等品(級)） 3.2x350mm 或 4.0x400mm 焊條。</p> <p>4. 檢驗及驗收：</p> <p>4.1 交貨後，由本局有關單位及立約商會同樣品抽取，先辦理第 2、3.1、3.3、3.5 之檢查(規範 3.5 於交貨時檢附規格證明文件，檢查時僅作外觀尺寸檢查)合格後，再送財團法人全國認證基金會(TAF)認可之機構，依本規範第 3.2、3.4 項辦理檢驗。惟若上述機構無能力辦理時，立約商應提供具檢驗能力之第三驗證機構，經本局同意後辦理。(檢驗儀器應持有符合該認證體系認可實驗室校正合格之有效證明)。以確認產品之尺寸、材質、性能符合本規範要求(依檢驗機構之檢驗報告認定)，所須檢驗費用已包含於契約總價內。</p> <p>4.2 連軌線樣品抽取數量表(如附表)，電焊條抽取數量方式同連軌線(以 5kg 包裝內之焊條數量計)。</p> <p>4.3 經本規範 4.1 檢查及檢驗，所有檢驗測試結果均符合本規範規定者，為驗收合格。</p> <p>4.4 依本規範 4.3 抽樣檢驗結果，有任何 1 只為不合格者，則該批軌道電路連軌線全部由立約商領回，限於本局發函通知次日起 30 日曆天內改正完成(以交貨至契約指定交貨地點為準)，再依本規範 4.2 規定加 1 倍數量抽樣檢驗，改正次數以一次為限，未能於第一次改正完成者，則為驗收不合格，餘依本</p>		

臺灣鐵路規範	TRAS (K)	總 號
電務料	軌道電路連軌線規範	TRAS(K)-S20010

局財物採購契約條款辦理。

4.5 經抽樣辦理破壞測試數量，不計入交貨數量內，不足部分亦由立約商以合格品補足。

樣品抽取數量表

交貨數量	抽樣數量
100 以下	1
500 以下	2
750 以下	3
1000 以下	4
1250 以下	5
1500 以下	6
1750 以下	7
2000 以下	8
每增加 250 個，加抽 1 個	

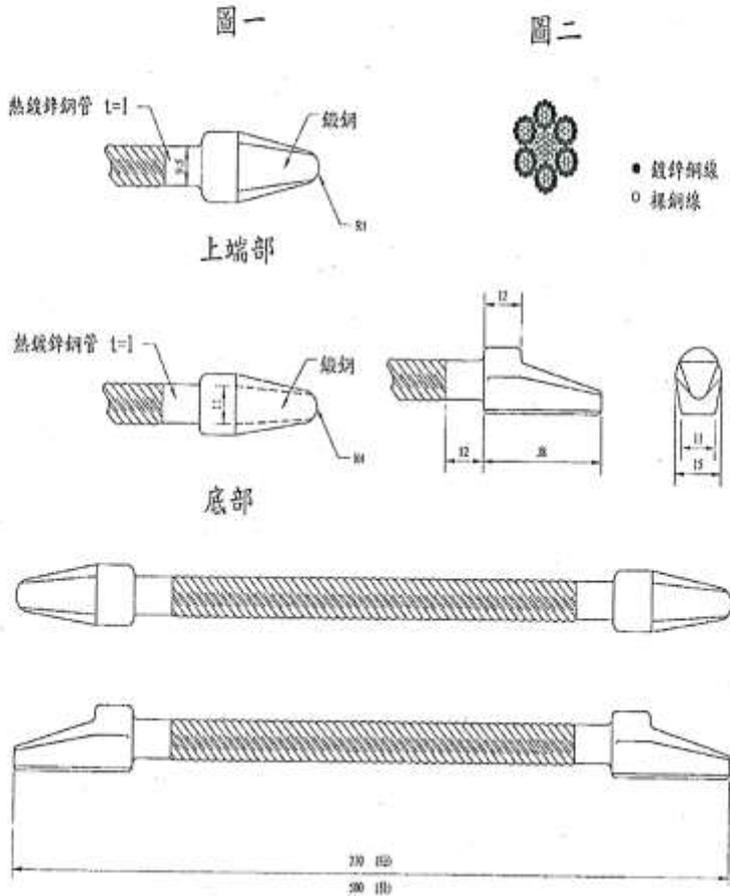
5. 組件包裝：

5.1 每 10 條裝 1 束，20 束裝成 1 箱，箱體外標示製造批號、日期、數量(條)。

5.2 每 200 條連軌線(含未滿)須附 5kg 高張力電焊條，且每 5kg 須裝成 1 桶、包裝須為鐵製或塑膠製等材質外殼，且蓋口易于關閉並具防水性。

6. 附件：軌道電路連軌線示意圖。

臺灣鐵路規範	TRAS (K)	總 號
電務料	軌道電路連軌線規範	TRAS(K)-S20010



軌道電路連軌線示意圖

附錄 10 接地線、連軌線或跨軌線施工標準作業程序

交通部臺灣鐵路管理局彰化電力段

標準類別	接地線、連軌線或跨軌線施工標準作業程序		
102年10月修訂			
<p>作業名稱：電車線設備維修。</p> <p>作業方式：電桿接地線、連軌線或跨軌線施工作業標準。</p> <p>人員：協同作業。</p> <p>準備材料：電桿接地線、連軌線及跨軌線。</p> <p>使用工具：刮軌器、焊模、熱熔接劑、黏土、手套。</p> <p>工作步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、先將要安裝電桿接地線、連軌線或越軌線預焊接點之鋼軌除鏽處理。 二、檢查焊模工具並將接地線、連軌線或越軌線固定在焊模工具內，焊模外圍細縫以黏土固封緊密。 三、熱熔接劑倒入焊模工具內，點燃熱熔接劑即可將所焊材料與鐵軌熔合緊密，檢查焊接頭是否牢固，不牢固即重新焊接。 四、跨軌線施工時需量測跨軌長度，且跨軌線與回流軌相同需套橡膠套管；施工完成將接地線或跨軌線加以固定或埋入石渣下方，以免讓工作人員或列車鉤到。 			
<p>流程圖：</p> <pre> graph TD A[各種材料工具準備] --> B[焊接點鋼軌除鏽] B --> C[電桿接地線或連軌線或越軌線放入焊模內] C --> D[置入熱熔接劑後點燃] D --> E{檢查焊接點與鐵軌是否牢固} E -- 否 --> C E -- 是 --> F[接地線或連軌線加以整理固定勿讓人勾到] F --> G[施工完成] </pre>			
檢閱	主任	副段長	段長