

調 查 報 告

壹、案由：99年3月4日高雄縣甲仙鄉發生規模6.4級地震，導致高鐵列車於行進中出軌；台灣地震頻繁，號稱先進之高鐵有無完善之地震偵測系統，其防震與應變機制是否充足？攸關人民生命財產安全，認有深入瞭解之必要乙案。

貳、調查意見：

本(99)年3月4日上午8時18分高雄甲仙地震站東偏南方17公里處，發生6.4級地震，造成高鐵營運列車出軌、集電弓受損及部分軌道、號誌、電車線設備損壞，並使2千餘名旅客受困高鐵列車車廂，被迫進行正線上疏散。經本院調查竣事，交通部高速鐵路工程局及台灣高速鐵路股份有限公司辦理有關緊急應變、車上旅客照料、疏散接駁及災害防救等亟待精進事項，臚陳如次：

- 一、台灣高速鐵路股份有限公司辦理有關地震應變及旅客疏散作業時間過於冗長，交通部高速鐵路工程局應嚴予要求該公司確實檢討改進

(一)按有關高鐵災害事故之通報、緊急應變小組成立、人員趕赴現場及相關應變處置，均係依「台灣高速鐵路交通事故整體防救災應變計畫」、交通部高速鐵路工程局（下稱高鐵局）「災害防救業務計畫」等規範及台灣高速鐵路股份有限公司（下稱台灣高鐵公司）「天然災害行車限制與應變規則」、「行控中心/車站控制室作業手冊」、「列車駕駛作業手冊」、「列車長服勤員勤務作業手冊」等相關標準作業程序辦理。

(二)查99年3月4日上午8時18分53秒，高雄縣甲仙鄉發生規模6.4有感地震，當時行經震央附近計有南下之T405、T105、T403及北上之T408、T110、T410共六列高鐵列車（分別載有旅客390、206、380、480、345及392人）受到地震影響而啟動緊急煞車。台灣高鐵公司於8時30分成立緊急應變小組，並依前開規範及標準作業程序辦理各項災後處置。

(三)惟查各列車煞停後，有關初期應變處置（包括確認列車停車位置、通知維修單位趕赴現場檢查、列車長確認旅客人數及狀況、列車長廣播說明列車臨停

原因、駕駛確認列車狀況及受損情形)、救援方式評估(步行檢查路線設備)、疏散準備(包括指派現場指揮官率車站災害防護隊前往現場、聯繫業者派遣緊急接駁車、現場指揮官/駕駛步巡確認軌道安全、列車長向旅客說明後續處置方式、列車組員架設逃生梯)、旅客疏散(列車組員協助旅客下車步行前往緊急出口)及接駁(接駁車到達定點接駁旅客)等各階段作業均耗時甚久(詳如表1)。

表1 各項應變處置所花費時間統計表(分鐘)

	應變工作	T405	T105	T403	T408	T110	T410
1	地震發生階段	2	2	1	2	2	1
2	初期應變處置	25	25	26	25	25	26
3	救援方式評估	67	67	21	67	67	67
4	疏散準備	58	103	42	55	68	118
5	旅客疏散	55	32	29	52	24	34
6	接駁作業	45	27	13	6	11	12

	合計	252	256	132	207	197	258
--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

(四)前揭表中，自列車煞停至台灣高鐵公司於9時52分決定就地疏散旅客，即耗時長達1小時33分，其後之「疏散準備階段」，T405、T105、T403、T408、T110、T410各列車又分別耗時58分、1小時43分、42分、55分、1小時8分及1小時58分不等，以上時間尚且不含實際疏散旅客所需時間。此等前處理(P reprocessing)所需時間顯然過長而有極大檢討空間。又其中T403列車距離高鐵台南站月台僅1公里，所謂疏散方式根本僅係由旅客自行徒步回台南高鐵站，竟仍需漫長的「疏散準備階段」，顯見台灣高鐵公司辦理有關地震應變及旅客疏散作業尚有極大改進空間，高鐵局應嚴予要求該公司確實檢討。

二、台灣高鐵公司打開車門保持通風之處置過程，大致符合「列車長服勤員勤務作業手冊」有關列車空調系統故障之標準作業程序。惟高鐵局應再督促該公司針對不同情境、不同天候狀況，檢討開啟車門時機，以保持車內空氣流通，避免旅客身體不適而生意外

- (一)按台灣高鐵公司「列車長服勤員勤務作業手冊」中，有關列車空調系統故障之標準作業程序（第6.61節），即列車長需確認緊急通風系統是否啟動、車廂間門必須保持開啟、及車內空氣是否流通。若車內溫度較高，且列車已停車，列車長得向旅客服務控制員請求開啟部分車門。當旅客服務控制員授權打開車門，列車長得打開車門，並指派服勤員隨時注意旅客安全，不得讓旅客下車。
- (二)至列車緊急通風系統之運作，詢據台灣高鐵公司人員表示，電車線系統（OCS）斷電後，列車上電池之電力，可供緊急通風系統及緊急照明使用。緊急通風系統係於斷電10分鐘後啟動，並可持續運作30分鐘。
- (三)查車載電腦並無地震當日各列車緊急通風系統（EVS）之啟動及停止運轉時間等相關紀錄，僅由列車長事後回憶概要記錄。據復，當日各車列車長均確認EVS約於停車後約10分鐘（08:29~08:31）啟動，除T110列車因駕駛下車檢查時取下車鑰匙，EVS運作約13分鐘（08:41）即停止運作外，其他列

車之EVS運作時間約30分鐘（08:59~09:01），大致符合系統設計。

(四)另查08:55有列車長向OCC旅客服務控制員反映列車悶熱，經主任控制員授權同意各車列車長打開車門，保持車內通風，並派2名服勤員於列車前、後端注意旅客安全。旅客服務控制員於08:55~08:57，陸續授權各車列車長得打開車門通風，各列車長則視實際車內通風狀況，於09:00~09:15開始開啟車門（詳表2），並指派服勤員於列車前、後端注意旅客安全。此外，部分列車則於開啟之車門掛上行李帶（行李放置區之黃、黑色安全帶），或商請其他乘客協助防止乘客下車等臨時應變措施。

表2 各列車緊急通風系統作動及車門開啟作業時間表

		T405	T408	T105	T110	T410	T403
緊急通風系統啟動		08:30	08:31	08:29	08:28	08:29	08:31
緊急通風系統停止		09:00	09:01	08:59	08:41	08:59	09:00
授權開車門		08:55	08:57	08:57	08:57	08:55	08:57
開啟車門	開始	09:09	09:02	09:15	09:00	09:07	09:04
	完成	09:17	09:10	09:22	09:11	09:18	09:11
開啟車門數及位置		46扇 (東西側)	23扇 (西側)	23扇 (東側)	46扇 (東西側)	23扇 (西側)	23扇 (東側)

(五)經核，台灣高鐵公司打開車門保持通風之處置過程，大致符合「列車長服勤員勤務作業手冊」有關列車空調系統故障之標準作業程序。惟應再針對不同情境、不同天候狀況，檢討開啟車門時機，以保持車內空氣流通，避免旅客身體不適而生意外。另考量開啟多扇車門後，除指派服勤員於列車前、後端注意旅客不得自行下車外，亦應考量搭配其他安全防護措施，加強旅客安全。

三、台灣高鐵公司雖與沿線客運租賃業者訂有「緊急接駁支援協定」，惟業者均不知高鐵緊急出口的確切位置，亦不熟悉到達該等緊急出口之最近路線，至有需耗費 148 分鐘始到達現場之情事；且台灣高鐵公司每半年辦理乙次之緊急出口現勘，客運及租賃業者均未參與，台灣高鐵公司應藉由本次地震重新檢討緊急接駁啟動時機、加強動員演練，高鐵局責無旁貸，應積極督促台灣高鐵公司檢討辦理

(一)按台灣高鐵公司「行控中心／車站控制室作業手冊」中，辦理旅客疏散處理作業時，車站應就各緊急出口安排接駁運具，由車站控制室（SCR）列車控

制員負責聯絡客運業者。

(二)查台灣高鐵公司與沿線各縣市共 27 家客運租賃業者

(客運業者計 23 家、租賃業者計 4 家)簽訂「緊急接駁支援協定」，業者應全力調派車輛配合，並於 40~60 分鐘內抵達指定地點，惟本次地震各列車之接駁車動員作業時間除負責接駁 T403 者勉強符合最低標準(60 分鐘)外，均遠超過規範規定時間，其中負責接駁 T405、T105 及 T410 者分別耗時達 130、148 及 120 分鐘。有關詳細作業時間、動員數量及抵達地點整理如下表：

表 3 各列車之接駁車動員作業時間、數量及抵達地點表

	T405	T408	T105	T110	T410	T403
列車停車位置(TK)	215+500	220+100	283+500	293+800	310+700	315+020
緊急出口位置(TK)	215+772	219+883	283+258	294+332	311+725	車站月台
緊急出口位置確認	09:30	09:30	09:30	09:30	09:30	—
SCR 聯絡客運業調度接駁車時間	09:40	(嘉)09:40 (中)10:02	09:45	09:45	09:45	09:10
接駁車抵達時間	11:50	11:23	12:13	11:05	11:45	10:10
所花費時間(分鐘)	130	(嘉)103 (中)81	148	80	120	60
接駁車數量	10	16(中 12+	6	11	10	4

	T405	T408	T105	T110	T410	T403
(合計：57 輛)		嘉4)				

(三)另查各業者平時均備有權責區域之緊急出口地圖

，惟均不知高鐵緊急出口的確切位置，亦不熟悉到達該等緊急出口之最近路線；且台灣高鐵公司每半年辦理乙次之緊急出口現勘，客運及租賃業者均未參與。

(四)經核，客運租賃業者因不熟悉高鐵緊急出口的確切

位置，以及調度車輛及駕駛員、導引標示不明顯、沿途交通狀況等因素，致需耗時 1.5~2.5 小時始到達現場，台灣高鐵公司應藉由本次地震重新檢討緊急接駁啟動時機，加強動員演練，並預先通知接駁業者提早準備，以縮短動員時間，高鐵局亦應積極督促台灣高鐵公司檢討辦理。

四、高鐵局應要求台灣高鐵公司就地震致災期間之運轉

調度、旅客購票及劃位等實務作業，檢討改進，以降低對旅客之不便

(一)台灣高鐵公司考量本次地震造成東、西正線 OCS

受損，其中西正線 OCS 經評估需於 3 月 9 日營運前始得完成修復，評估規劃可安全運轉之路段，以

及實施單線雙向運轉之區間與設定必要之臨時速限，此將導致路線運載容量下降，且為避免產生擴張性之列車運轉延誤，列車班次必須減少，又為避免造成旅客更為不便利，故於3月4~8日實施備用時刻表（Contingency Timetable），並採取全車自由座方式營運，以因應週末每日9~10萬之旅運人潮。

(二)查台灣高鐵公司均已於新聞稿、企業網站、車站內預先公告備用時刻表、全車自由座及已購票乘客可持原票搭乘且不需補差價等內容，期間平面及電子媒體亦報導相關資訊。惟因原週五至週日僅提供對號座位，因地震改採全車自由座後，已購票旅客雖可持原票乘車，惟因需自行尋找座位產生不便。

(三)另查備用時刻表係取消原有全部列車班次及時刻表，改運行全新之列車班次及時刻表，此方式或有助於運轉調度及人員調派，惟對於經常搭乘固定班次及預購票之旅客，易生困擾及不便。故台灣高鐵公司應就爾後類似情況之運轉調度、旅客購票及劃位等實務作業，重新檢討，以降低對旅客之不便。

五、有關地震預警系統目前尚在研發階段，技術尚未成熟，且未必完全適用，惟高鐵局似可針對 P 波傳遞速度較快之原理，要求台灣高鐵公司研究採取多階段減速方式因應之可行性

(一)據報載，立法委員葉○○等要求高鐵局及台灣高鐵公司皆應成立地震預警中心；淡江大學運輸管理學系主任張○○指稱，日本的地震及高鐵經驗都比台灣豐富，地理狀況也和台灣相近，台灣高鐵用的也是日本新幹線系統，台灣沒有理由捨棄日本高鐵的預警系統；逢甲大學運輸科技與管理系副教授李○○表示，台灣高鐵建置的地震告警系統屬消極性災害防制，日本的地震預警中心是積極性作為，台灣高鐵公司將地震告警系統和預警中心類比，根本是混為一談。淡江大學運輸管理學系副教授陶○○強調，台灣此刻是檢討引進日本預警中心的時機。依現在的技術，只要在軌側增加設備，並在行控中心增加地震分析電腦即可，並不困難等。

(二)據高鐵局查復：

1、高鐵工程於規劃設計階段，為考量地震發生之因

應處理，台灣高鐵公司即與日本的台灣新幹線株式會社（Taiwan Shinkansen Corporation）技術團隊評估研析相關地震告警系統之設置及運作機制。基於台灣的地理環境、地震特性及日本新幹線之經驗，其技術團隊建議於沿線設置地震偵測系統之方式及運作機制。目前係在沿線設置地震偵測儀，並與列車自動控制系統及行控中心直接連線，當地震發生且偵測儀器測得之地表加速度超過門檻值，偵測系統即發出警訊並通知列車啟動緊急剎車停車，同時通知行控中心，此過程完全自動化，以排除人為的因素並爭取時間。

2、歐洲及中國之高速鐵路目前均未設置地震預警系統，而日本新幹線所採用之地震預警系統（Urgent Earthquake Detection and Alarm System，UrEDAS），其原理主要為利用地震早期先發生之P波傳遞速度較快之特性，並於易發生大地震區域設置地震偵測儀，利用測得之P波資料與該地地震歷史資料庫進行判讀比對，若已達到應發警訊門檻，立即發出訊號，並利用通

訊傳輸速度較地震波傳遞速度為快之原理，爭取時間，於地震 S 波（破壞力較強）到達高鐵路線前，預先採取應變措施，以降低地震可能造成之災害程度。據日本新幹線使用經驗，所採用之地震預警系統對於遠距型地震較能發揮功能，至於中短距離地震，地震預警系統功能就有其限制。

3、由於建立地震預警系統並發揮功效實需要相關條件，包括地震測站與高鐵路線之距離夠遠，才能爭取較多預警時間，以及必須建立足夠的國內地震歷史資料庫與震波之判讀、分析技術，才能充分發揮其效用，惟目前國內僅在研發階段。另地震預警屬全國性課題，應透過並結合國內資源及相關單位之技術專業，依台灣地區之地震特性，執行長期整體性之技術研究與發展，建立本土化之地震預警系統。

4、日本新幹線採用之 UrEDAS 系統需有一定條件之環境背景始能發揮功效，包括：(1)震央與高鐵路線之距離在 60 公里以上；(2)足夠之 P 波資

料庫作分析比對。台灣高鐵設於西部走廊，發生於西部之地震多為淺層地震，且與高鐵路線距離較近，P波與S波到達時間並無明顯差異；加上歷史地震資料庫與震波之判讀分析技術，在台灣僅處於啟蒙階段，故類似UrEDAS系統之應用有其限制。爰台灣新幹線株式會社乃決定採取地震告警系統。

(三)按地震波依傳遞 (Propagation) 路徑可分為體波 (Body wave) 及表面波 (Surface wave) 兩種。體波係經由地球內部傳遞，而表面波係在地球表面傳遞。體波又可分為兩種，其一是壓力波 (Pressure wave)，即 P 波 (P-wave, primary wave)，其波傳方向與介質震動方向平行，波速約 5~7 公里/秒；另一種是剪力波 (Shear wave)，即 S 波 (S-wave, secondary wave)，其波傳方向與介質震動方向垂直，波速約 3~4 公里/秒。在所有地震波中，P 波擁有較快的傳遞速度，因此地震後，P 波往往較 S 波先抵達地震測站，並最早被地震儀紀錄下來，這也是 P 波“primary wave”名稱的由來。

(四)查本次高鐵地震偵測器ISCER10 (距震央約47.65公里)地震歷時紀錄，P波初始到達高鐵路線時間約於地震發生後6.7~9.4秒，S波初始到達高鐵路線時間約於地震發生後11.8~15.6秒；即P波初始到達時間約於8時19分0~2秒，S波初始到達時間約於8時19分5~8秒。地震波達5gal以上之感測時間約於8時19分4秒，而高鐵地震告警系統需俟所測地震波達40gal以上始觸發 (Trigger) 地震警訊，偵測到地震波達40 gal以上之時間約為8時19分11秒，而各列車接收到地震警訊的時間為8時19分12.2秒至13.1秒不等。經比對甲仙地震歷時紀錄 (係指高鐵ISCER 10測站) 與高鐵40 gal啟動緊急煞車時間，發現緊急煞車時點均在最大地震加速度 (平行及垂直軌道之最大水平地震加速度分別為98 gals及175 gals) 發生之後，所以高鐵地震緊急煞車應變機制，對這次甲仙地震之緊急應變能力，令人置疑，確有檢討及亟待改進之處。

(五)綜上可知，地震預警系統目前尚在研發階段，技術尚未成熟，且未必完全適用，惟高鐵局似可要求台

灣高鐵公司針對 P波傳遞速度較快之原理進行研究，至少可多爭取12~13秒的反應時間，並趕在危害較大的S波到達前先行煞車，避免列車出軌。至於我國有感地震頻繁，為避免假警報(False alarm)，亦似可研擬分階段減速方式以為因應之可行性。

參、處理辦法：

- 一、擬抄調查意見函請交通部高速鐵路工程局督促台灣
高速鐵路股份有限公司確實檢討改進見復。
- 二、檢附派查函及相關附件，送請交通及採購委員會處
理。