



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 6 月 6 日

1130606 電動小客車國道 1 號往南虎尾路段

自撞護欄墜落路面後起火事故

報告編號：TTSB-HOR-25-10-001

報告日期：民國 114 年 10 月

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。

摘要報告

民國 113 年 6 月 6 日 2111 時，1 輛自用小客車（以下簡稱事故車輛）車上載有事故車輛駕駛員（以下簡稱事故駕駛員）1 人、乘員 2 人，於國道 1 號南向 237K+520 處虎尾路段自撞外側金屬護欄後，墜落至國道 1 號下方雲林縣鄉道雲 76 線公路旁空地，車身斷裂為前後兩截，前半部起火燃燒，本次事故造成右後座乘員 1 人死亡，2 人輕傷。

依據中華民國運輸事故調查法相關內容，國家運輸安全調查委員會為負責本次事故調查之獨立機關。受邀參與本次事故調查之機關（構）包括：交通部、交通部高速公路局、內政部警政署國道公路警察局、雲林縣消防局、台灣特斯拉汽車有限公司等。

本事故調查報告草案於民國 114 年 7 月完成，依程序函送相關機關（構）提供意見；經彙整相關意見後，事故調查報告於民國 114 年 9 月 23 日經運安會第 78 次委員會審議通過後發布事故調查報告。

本次事故調查經綜合事實資料及分析結果，獲得之調查發現共計 8 項，無改善建議。

壹、調查發現

與可能肇因有關之調查發現

1. 事故駕駛員以超過 200 公里/小時之速度駕駛事故車輛，在高速行駛之狀態下，除事故車輛輪胎抓地力及可操控性降低外，亦影響事故駕駛員的動態視力與視野範圍，以及其感知及反應時間，致降低事故駕駛員處理突發狀況的應變能力，而本次事故發生前事故駕駛員為閃避前方車輛，可能因反應不及而有過度轉向之不當操作。
2. 事故車輛可能因過度左右轉向，導致車輛重心持續轉移，最終使整車處於不穩定姿態下打滑失控，並撞擊外側護欄後衝出路外，造成右後座乘

員死亡。

與風險有關之調查發現

無相關發現。

其他調查發現

1. 事故車輛車體前後分離時，安全帶之帶扣及鎖扣位於車身前半部，安全帶上方之捲收器及固定裝置位於車身後半部，撞擊瞬間所產生的力，使安全帶受到拉扯，織帶在帶扣位置受力而遭擠壓，並於周邊產生斷裂之狀況，安全帶所受的力應超過安全帶抗拉強度，而使織帶斷裂，造成右後座乘員失去約束而拋出車外。
2. 事故車輛行經事故地點上游 500 公尺處時，車速達 200 至 216 公里/小時，隨後撞擊紐澤西護欄並造成車身斷裂，自橋上衝出路外之車速為 96.5 至 101.6 公里/小時。由於車體在斷裂之過程已吸收大多數能量，故研判撞擊前瞬間之實際車速應高於上述計算結果。
3. 聯合國及美國之側向撞擊相關檢測基準中，測試速度為 32 公里/小時，與事故車輛之撞擊紐澤西護欄時之車速差距甚大，即便符合聯合國及美國之檢測基準亦無法確保車輛撞擊後可保持結構完整。
4. 事故車輛遭受撞擊位置為後車門處，屬電池結構末端與馬達結構之交接處，亦屬底盤之材質交替與焊接處，在車速及車體重量之慣性作用加成下，使得事故車輛在碰撞紐澤西護欄後無法承受此撞擊力，最終導致車身結構失效並斷裂為兩截。另民國 112 年 5 月 7 日臺中市西屯區事故中，其事故車輛車速與本案事故車輛可能相接近，撞擊物同為水泥紐澤西護欄，且車體皆斷裂為兩截，斷裂位置皆為車身後半部。
5. 檢視車身損害情形，事故車輛撞擊紐澤西護欄位置為車身左後側，此處亦為高壓電池組末端與後電機（馬達）交接處，由於車身後半部無配置電池，未發生燃燒；然而，車身前半部之高壓電池組於撞擊時受到外力

擠壓，電池外殼變形並擠向內部電池芯，造成電池正負極隔膜破裂，正負極接觸導致短路情形，後續事故車輛衝出路外撞擊到地面，進一步加劇電池損壞而引發火災。

6. 事故車輛之事件資料紀錄器及車載電腦因車輛起火燃燒而遭到燒燬，除特斯拉公司提供之事故期間系統警示紀錄及撞擊護欄 1 分鐘之前之動態數據外，未能取得其他事故前之事故車輛相關數據。

目錄

摘要報告.....	i
目錄.....	iv
圖目錄.....	vii
表目錄.....	viii
常用中英（外）文名詞暨縮寫對照表	ix
第 1 章 事實資料.....	1
1.1 事故經過.....	1
1.2 人員傷害.....	3
1.3 車輛損害情況.....	3
1.3.1 車輛基本資料.....	3
1.3.2 車輛檢視.....	4
1.4 其他損害情況.....	9
1.4.1 高速公路設施.....	9
1.4.2 平面道路設施.....	10
1.4.3 其他車輛.....	12
1.5 人員資料.....	13
1.6 維修及保養紀錄	14
1.7 天氣資料.....	14
1.8 事故現場基本資料	14
1.8.1 道路線形與標誌標線	14
1.8.2 事故路段事故資料	17
1.9 紀錄器.....	17
1.9.1 事故車輛之事故前後系統警示	18
1.9.2 事故車輛動態數據	19
1.9.3 車速推估.....	20
1.10 現場測量資料	21

1.10.1 道路交通事故現場圖	21
1.10.2 現場測量作業	22
1.11 醫療與病理	22
1.12 生還因素	23
1.12.1 安全帶及安全氣囊	23
1.12.2 火災搶救	25
1.13 測試與研究	26
1.14 組織與管理	26
1.15 其他資料	27
1.15.1 雲林縣消防局火災原因調查鑑定結果	27
1.15.2 車輛結構及三電系統	28
1.15.3 其他電動車事故	31
1.15.4 訪談摘要	31
1.15.5 事件序	35
第 2 章 分析	37
2.1 駕駛員操作	37
2.2 安全帶斷裂原因	40
2.3 事故車輛損害情形	41
2.3.1 車身斷裂情形	41
2.3.2 電池燃燒情形	43
第 3 章 結論	45
3.1 與可能肇因有關之調查發現	45
3.2 與風險有關之調查發現	46
3.3 其他調查發現	46
第 4 章 運輸安全改善建議	49
4.1 改善建議	49
4.2 已完成或進行中之改善措施	49
附錄 1 事故車輛之車速推估	54

附錄 2 其他電動車事故.....	55
附錄 3 聯合國及美國之側向撞擊相關檢測基準	64

圖目錄

圖 1.1-1 事故發生位置示意圖	1
圖 1.1-2 事故現場照片	2
圖 1.3-1 事故車輛損害情況（前半部）	6
圖 1.3-2 事故車輛損害情況（後半部）	7
圖 1.3-3 遺留於高速公路之左後車門	8
圖 1.3-4 事故車輛之殘骸重組	9
圖 1.4-1 遭撞毀之路側金屬護欄	10
圖 1.4-2 遭撞毀之維修與逃生梯道不鏽鋼護網	10
圖 1.4-3 遭電纜線拉扯而斷裂倒塌之電線桿	11
圖 1.4-4 前半部車身燃燒位置	11
圖 1.4-5 後半部車身、拋出乘員掉落位置及遭撞損護網	12
圖 1.8-1 事故地點路段車道布設及路面標線圖	15
圖 1.8-2 事故附近路段車道及交通工程設施配置狀況	16
圖 1.9-1 車道線及間隔長度示意圖	20
圖 1.10-1 道路交通事故現場圖	21
圖 1.10-2 事故現場測量點位	22
圖 1.12-1 車身斷裂處示意圖	24
圖 1.12-2 右後座安全帶斷裂處	24
圖 1.12-3 事故車輛安全氣囊配置示意圖	25
圖 1.12-4 事故車輛高壓電池模組於圍欄內降溫情形	26
圖 1.15-1 特斯拉車身材質圖說	28
圖 1.15-2 後四分之一視角爆炸展開圖	29
圖 1.15-3 俯視圖	29
圖 1.15-4 仰視圖	30
圖 1.15-5 三電系統元件分布	30
圖 2.3-1 台 74 案之 PDOF 示意圖	43

表目錄

表 1.2-1 事故人員傷亡統計表	3
表 1.3-1 事故車輛行照登錄資料	3
表 1.3-2 事故車輛胎紋深度及胎壓	5
表 1.8-1 國道 1 號南向 235K 至 238K 事故統計	17
表 1.9-1 動態數據紀錄	19
表 1.9-2 事故車輛事故前之車速推估	21
表 1.15-1 元件名稱	31
表 1.15-2 事件時序表	35
表 2.1-1 事故車輛駛入國道前之車速變化	37

常用中英（外）文名詞暨縮寫對照表

ABS	Anti-lock Braking System	防鎖死煞車系統
CCTV	Closed-Circuit Television Camera	閉路電視攝影機
CG	Center of Gravity	重心
EDR	Event Data Recorder	事件資料紀錄器
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standard	聯邦機動車輛安全標準
GPS	Global Positioning System	全球衛星定位系統
HIC	Head Injury Criterion	頭部傷害指數
OHCA	Out-of-Hospital Cardiac Arrest	到院前心肺功能停止
PDOF	Principal Direction of Force	主要受力方向
RTK	Real Time Kinematic	即時動態定位技術
UTC	Coordinated Universal Time	世界協調時間
UNECE	The United Nations Economic Commission for Europe	聯合國歐洲經濟委員會
VSCC	Vehicle Safety Certification Center	財團法人車輛安全審驗中心

本頁空白

第 1 章 事實資料

1.1 事故經過

民國 113 年 6 月 6 日 2111 時¹，1 輛自用小客車（以下簡稱事故車輛）車上載有事故車輛駕駛員（以下簡稱事故駕駛員）1 人、乘員 2 人，於國道 1 號南向 237K+520 處虎尾路段自撞外側金屬護欄後，墜落至國道 1 號下方雲林縣鄉道雲 76 線（以下簡稱雲 76 線）公路旁空地，車身斷裂為前後兩截，前半部起火燃燒，本次事故造成右後座乘員 1 人死亡，2 人輕傷，事故發生位置如圖 1.1-1。



圖 1.1-1 事故發生位置示意圖

¹ 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間，即世界協調時間（Coordinated Universal Time, UTC）加 8 小時，採 24 小時制。

事故駕駛員及 2 名乘員當天約 1800 時自高雄出發先前往雲林，再轉往嘉義，約 2110 時由虎尾交流道進入國道 1 號往南行駛，1 名乘員位於副駕駛座，另 1 名乘員位於右後座。依據高速公路 237K+042 處（位於事故點上游約 500 公尺）之閉路電視攝影機（Closed-Circuit Television Camera, CCTV）影像，2111 時事故車輛由外側車道變換至中線車道，此時車速介於 203 至 216 公里/小時之間²。事故駕駛員表示，事故發生前欲由中線車道向右變換至外側車道閃避前車，但因不明原因車輛失控導致事故發生。

事故車輛廠牌及型號為特斯拉（Tesla）Model Y，事故發生時未啟用自動輔助駕駛系統。現場跡證顯示，事故車輛自撞外側金屬護欄並將護欄撞破，隨後車頭及左側車身再撞擊穿越橋之紐澤西護欄，左側後座車門殘骸遺留於紐澤西護欄旁，車體自後方座椅處斷裂為前後兩截，車身後半部墜落於雲 76 線公路旁空地，車身前半部則墜落於路旁空地後起火燃燒，車體部分殘骸、零件及電池散落各處。事故駕駛員自行脫困後協助副駕駛座乘員離開車輛，右後座乘員被拋出車外，事故現場照片如圖 1.1-2。



圖 1.1-2 事故現場照片

² 於 1.9.3 節依據 CCTV 影像計算車速。

1.2 人員傷害

本次事故人員傷亡統計³詳如表 1.2-1。

表 1.2-1 事故人員傷亡統計表

傷亡情況	事故駕駛員	乘員	小計
死亡	0	1	1
重傷	0	0	0
輕傷	1	1	2
無傷	0	0	0
總人數	1	2	3

1.3 車輛損害情況

1.3.1 車輛基本資料

事故車輛係民國 111 年 10 月出廠，廠牌為特斯拉 (Tesla)，國內直營分公司為台灣特斯拉汽車有限公司 (以下簡稱特斯拉公司)，車輛型式為 Model Y Long Range，車種為自用小客車，交通部核以安審(111)字第 2563 號車輛型式安全審驗合格證書，事故車輛行照登錄資料如表 1.3-1 所示。

表 1.3-1 事故車輛行照登錄資料

牌照號碼	E○E-7○11
發照日期	民國 111 年 12 月 19 日
出廠年月	民國 111 年 10 月
車身號碼	XP7YGCEK0PB0○○○○○
座位	5
車重	2.001 公噸

³ 為利探討影響乘員生還之因素，本報告將受傷人員之傷勢區分為重傷與輕傷兩類，凡符合下列任一條件者，皆歸類為重傷：骨折但不包括手指、拇指或腳趾之骨折；造成截肢者；造成肩部、臀部、膝蓋或脊椎脫臼者；造成單眼或雙眼暫時性或永久性失去視力者；化學物品或熱金屬灼傷，或任何穿透性傷害，造成單眼或雙眼傷害者；造成體溫過低或熱性病者；受傷人員需要搶救者；須住院治療二十四小時以上者；直接導致喪失意識者；因吸入、攝入或經由皮膚吸收某種物質，導致急性疾病需要醫療者。

車長/車寬/車高	475 / 192.1 / 162.4 公分
軸距/前輪距/後輪距	289 / 163.6 / 163.6 公分
能源種類	電能
馬力	371 匹
輪數	4
輪胎規格	255 / 45R19 ⁴

1.3.2 車輛檢視

民國 113 年 6 月 7 日，專案調查小組會同特斯拉公司技術人員至內政部警政署國道公路警察局第四公路警察大隊斗南分隊（以下簡稱公警局斗南分隊），進行事故車輛損壞情況及輪胎之胎紋深度與胎壓量測，簡述如下。

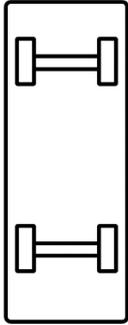
胎紋及胎壓

事故車輛之前半部因事故後起火燃燒，導致其左前輪之輪胎胎紋燒燬，因而未進行胎紋深度量測；事故車輛前方兩輪及左後輪已失壓，因此未進行胎壓量測，惟依據「事故前後系統警示」，未有證據顯示前述 3 顆輪胎係於事故前爆胎，相關紀錄⁵如表 1.3-2。

⁴ 其中 255 為輪胎寬度、45 為輪胎扁平比、R 表示輪胎為徑向層結構、19 為輪圈直徑。

⁵ 依據高速公路及快速公路交通管制規則第 14 條胎面磨耗指示點及 CNS 1431 汽車用外胎標準規範，最小胎紋之規定為 1.6 公釐；事故車輛輪胎之冷胎壓建議值為 50 磅/平方英吋。

表 1.3-2 事故車輛胎紋深度及胎壓

車號：E○E-7○11		
車種：自用小客車 輪胎規格 ⁶ ：255 / 45R19		
胎紋深度/胎壓（公釐/磅每平方英吋）		
前左輪		前右輪
(- / -)		(3.98 / -)
後左輪		後右輪
(2.11 / -)		(2.47 / 42.7)

損害情況檢視

專案調查小組於民國 113 年 6 月 7 日至公安局斗南分隊檢視事故車輛損害情況，檢視結果如後：事故車輛前半部車室已因事故後火災（Post-Crash Fire）燒燬，車頭部分因撞擊而嚴重毀損，右前方車輪之防傾桿固定支臂脫離，防撞鋼樑斷裂（如圖 1.3-1）；事故車輛後半部車室（Compartment）扭曲變形、後排座椅斷裂脫離、右後方安全帶斷裂（如圖 1.3-2），事故車輛之前後電機（馬達）及高壓電線皆有外露之狀況。另，事故車輛之左後車門因撞擊脫落，遺留於高速公路上之紐澤西護欄旁（如圖 1.3-3）。

⁶ 此為事故車輛上實際裝配之輪胎規格。

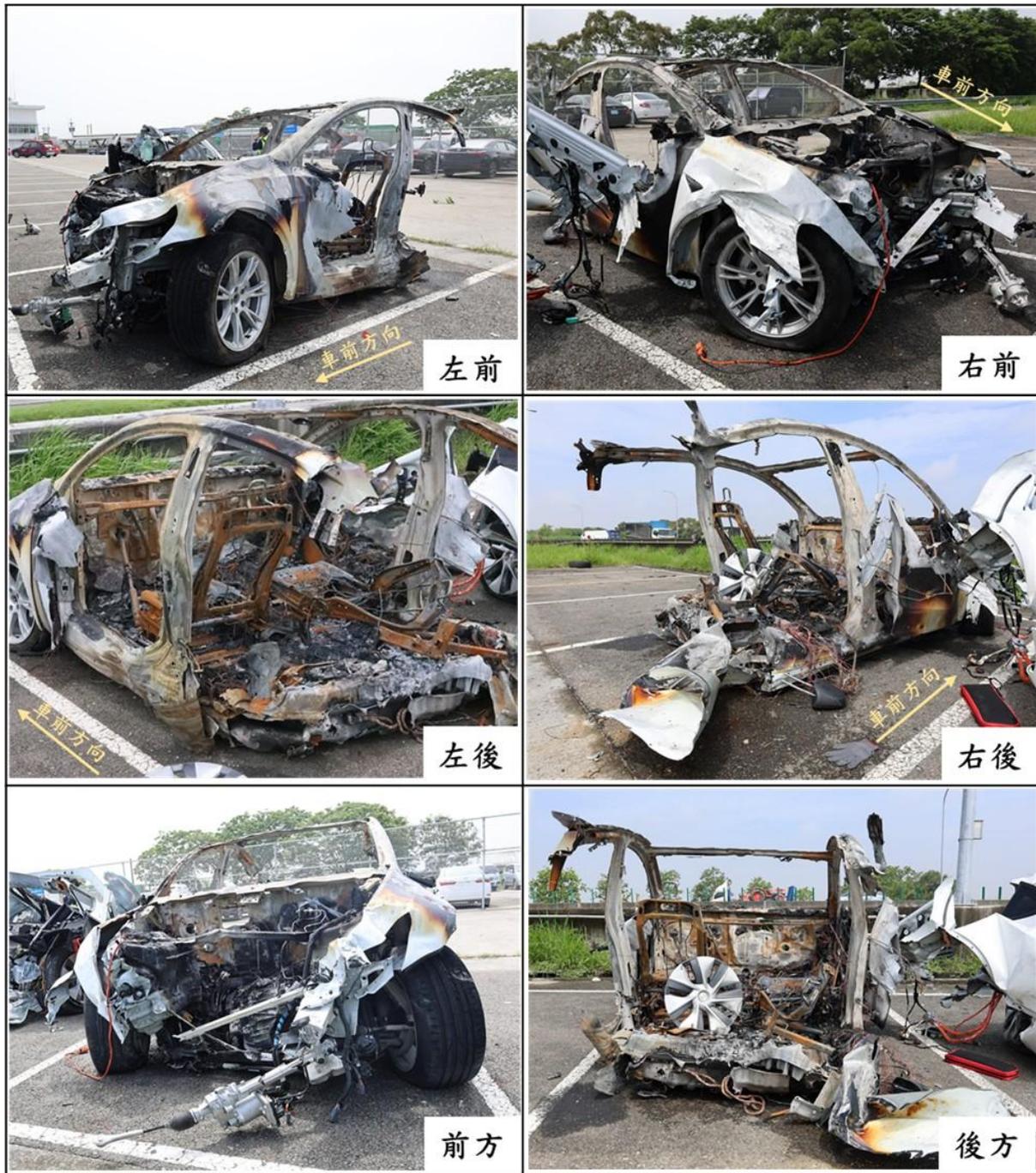


圖 1.3-1 事故車輛損害情況（前半部）

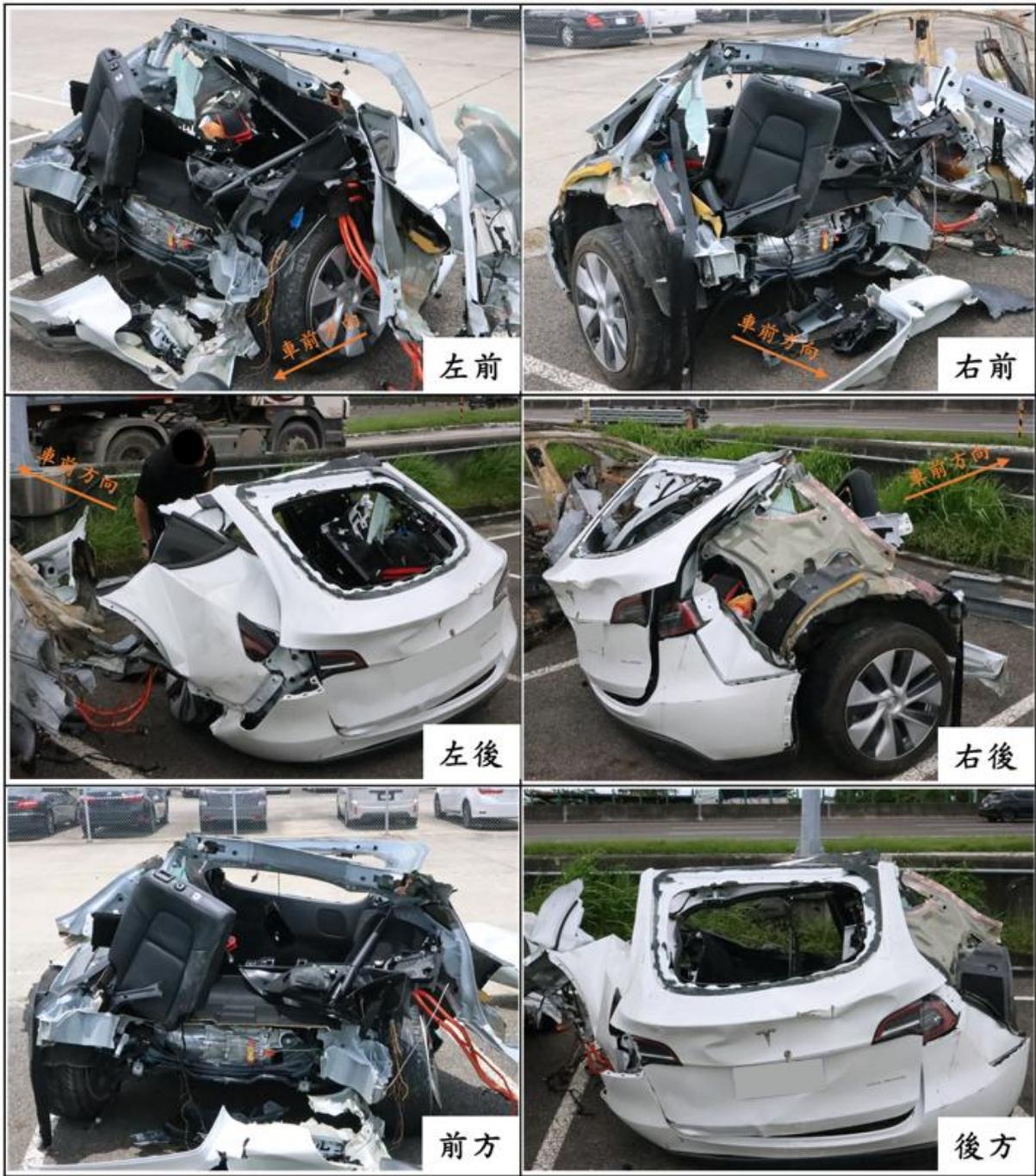


圖 1.3-2 事故車輛損害情況（後半部）



圖 1.3-3 遺留於高速公路之左後車門

殘骸重組

為進一步釐清事故車輛之斷裂位置及原因，專案調查小組會同特斯拉公司技術人員於民國 113 年 7 月 23 日至公警局斗南分隊，進行事故車輛殘骸重組。經檢視，事故車輛之左後方底盤有受外物撞擊導致之凹陷情況，電氣元件輔助室（Penthouse）⁷與後電機（馬達）之間斷裂，詳圖 1.3-4。

⁷ 依據車輛安全審驗中心（以下簡稱車安中心）提供之「電動汽車之電氣安全檢測基準審查報告」，電氣元件輔助室主要係包含控制電動車動力鏈（Powertrain）之車載充電器（Charger）及直流-直流轉換器（DC-DC Converter）等高電壓及低電壓相關元件。



圖 1.3-4 事故車輛之殘骸重組

1.4 其他損害情況

1.4.1 高速公路設施

高速公路外側金屬護欄因受事故車輛撞擊，約有 5 公尺長度範圍之金屬護欄扭曲變形，約 13.3 公尺長度範圍之金屬護欄斷裂脫落，7 支護欄支柱彎曲或傾倒，如圖 1.4-1。



圖 1.4-1 遭撞毀之路側金屬護欄

高速公路路側之紐澤西護欄遭撞擊破損，路旁維修與逃生梯道之不鏽鋼護網斷裂變形，如圖 1.4-2。



圖 1.4-2 遭撞毀之維修與逃生梯道不鏽鋼護網

1.4.2 平面道路設施

事故車輛自高速公路衝出後，車身斷裂為前、後兩部分，分別掉落於雲76線公路旁空地，相對位置如圖 1.1-2，造成 2 支電線桿斷裂、倒塌，如圖 1.4-3。



圖 1.4-3 遭電纜線拉扯而斷裂倒塌之電線桿

事故車輛之前半部車身因起火燃燒造成雲 76 線公路旁空地地面及周邊植被燒燬，燃燒位置如圖 1.4-4。



圖 1.4-4 前半部車身燃燒位置

事故車輛後半部車身未發生火災，掉落處為高速公路旁之護坡溝渠，高速公路不鏽鋼護網受車身撞擊而造成破損，如圖 1.4-5。



圖 1.4-5 後半部車身、拋出乘員掉落位置及遭撞損護網

1.4.3 其他車輛

事故發生後，後方行駛於高速公路之車輛行經散落於路面之金屬護欄碎片，造成 7 輛車損傷，無人受傷，相關車輛資料統計如下表 1.4-1。

表 1.4-1 事故其他車輛受損情形表

編號	車號	車種	受損情形
1	KOP-0008 (曳引車) HOA-5008 (拖車)	營業 全聯結車	曳引車左後內輪，拖車左前內、 外輪及左後內、外輪破裂
2	BOM-7001	自用小客車	右前及右後輪破裂，前保險桿及 底盤受損
3	BOS-5007	自用小客車	左前輪破裂，底盤受損
4	BON-8000	自用小客車	右側前輪、後輪與右側車身受損
5	AOV-1009	自用小客車	左側前、後輪破裂，底盤受損
6	BOH-8008	自用小客車	右側前、後輪破裂，底盤受損
7	AOW-3008	自用小客車	車輛前方及底盤受損

1.5 人員資料

事故駕駛員基本資料

事故駕駛員為 36 歲男性，民國 95 年 8 月取得普通小客車駕駛執照，自民國 111 年 12 月起開始駕駛事故車輛。無慢性疾病或服用藥物之情況，事故當日未有身體不適情形。

事故駕駛員違規紀錄

經查事故駕駛員自民國 110 年迄事故前一日，共計 5 件行車違規紀錄，其中 4 件為常見之駕駛汽車違規（闖紅燈；紅燈右轉；不依規定駛入來車道；違規停車），1 件為行車未保持安全距離致肇事；另事故車輛亦有 3 次遭檢舉之違規紀錄（闖紅燈；紅燈右轉；不依標誌、標線、號誌行駛）。

事故駕駛員酒精檢測

事故後公安局斗南分隊對事故駕駛員進行酒測，檢測結果為無酒精反應。

事故前 72 小時活動

6 月 4 日⁸： 0900 時抵達公司，約 1100 時休息 1 小時，晚間 2400 時就寢。

6 月 5 日： 1000 時之前起床，1030 時抵達公司，晚間 0030 時之前就寢。

6 月 6 日： 1000 時之前起床，約 1300 時休息 1 小時，1800 時自高雄出發先前往雲林虎尾，再轉往嘉義。

1.6 維修及保養紀錄

事故車輛於民國 111 年 12 月 19 日登檢領照，未有相關維修及保養紀錄；事故車輛之車齡未達 5 年，亦未有定期檢驗紀錄。

1.7 天氣資料

本案事故發生於民國 113 年 6 月 6 日 2111 時，依據雲林虎尾氣象站資料（位於雲林虎尾中正國小距事故地點西方約 3.4 公里處），該區域氣溫攝氏 23.8 至 24.3℃，相對溼度 99%，降水量 0 毫米，風速 0.3 至 1.2 公尺/秒，風向為 1 度至 347 度。依據 CCTV 影像資料，事故發生當時行車視線良好。

1.8 事故現場基本資料

1.8.1 道路線形與標誌標線

事故地點位於國道 1 號雲林虎尾路段南向 237K+520 處，事故地點前後路段（國道 1 號南向 236K+850 至 238K+000）之幾何條件如下：

1. 公路等級分類：平原區、一級、國道、高速公路。
2. 設計速率：120 公里/小時、速限：110 公里/小時。

⁸ 訪談過程中，事故駕駛員表示不記得 6 月 4 日及 6 月 5 日離開公司的時間。

3. 南向道路橫斷面：路幅寬度 17.45 公尺劃設 3 車道、車道寬度 3.65 公尺、內側路肩 1.0 公尺、外側路肩 3.0 公尺、中央分隔島 1.5 公尺、圓隅（外側護欄處）1.0 公尺。
4. 路側防護設施：外側為 W 型金屬護欄（穿越橋為紐澤西護欄）、內側為紐澤西護欄。
5. 線形：縱坡度從 0.53% 轉為 -0.64%、直線路段、超高率 2%。
6. 標線：路面邊線內側黃實線、外側白實線；3 車道間繪製 2 車道線，詳圖 1.8-1。
7. 標誌：指示標誌、禁制標誌，詳圖 1.8-2。
8. 237K+544 穿越橋（跨越雲 76 線公路；237K+537 至 237K+551）長約 14.88 公尺，與雲 76 線公路路面淨高約 5.94 公尺。



圖 1.8-1 事故地點路段車道布設及路面標線圖

<p>237.537K 至 237.520K 南向路段</p>	<p>237.47K 南向路段標誌</p>
<p>237.2K 附近南向路段</p>	<p>237.153K 南向路段標誌</p>
<p>事故車輛撞擊之外側護欄</p>	<p>國道 1 號穿越橋護欄</p>
<p>雲 76 線涵洞路段</p>	<p>事故車輛起火燃燒位置</p>

圖 1.8-2 事故附近路段車道及交通工程設施配置狀況

1.8.2 事故路段事故資料

依據警政署統計資料，事故鄰近路段國道 1 號南向 235K 至 238K 間，民國 108 年至 113 年 6 月 6 日間共發生 120 件事故（含本案），其中 A1 事故⁹1 件、A2 事故 18 件、A3 事故 101 件，詳表 1.8-1。肇事因素中未保持行車安全距離 31 件最多，其次分別為變換車道或方向不當 23 件、分心駕駛 16 件、未注意車前狀態 15 件及車輪脫落、爆裂或零件脫落 13 件。

表 1.8-1 國道 1 號南向 235K 至 238K 事故統計

年度 \ 類別	A1	A2	A3	合計
108	0	3	7	10
109	0	0	17	17
110	0	3	9	12
111	0	6	27	33
112	0	4	29	33
113	1	2	12	15
合計	1	18	101	120

1.9 紀錄器

事故車輛除有配備事件資料紀錄器（Event Data Recorder, EDR）¹⁰外，亦有車載電腦可記錄車輛相關數據¹¹，供特斯拉公司技術人員在車輛維修期間存取，可進行之作業內容包括但不限於：故障排除、品質改進、研究分析及法律目的等。

事故車輛之前半部已於事故中燒燬，而事故車輛之行車電腦及 EDR 皆

⁹ 依據道路交通事故處理規範第 2 點第（七）目之規定，A1 類為造成人員當場或二十四小時內死亡之交通事故；A2 類為造成人員受傷或超過二十四小時死亡之交通事故；A3 類為僅有財物損失之交通事故。

¹⁰ 事故車輛為民國 111 年出廠及登檢領照，依據車輛安全檢測基準之相關規定，無須安裝 EDR 等紀錄裝置。

¹¹ 依據特斯拉公司技術人員說明，該電腦安裝於副駕駛座之手套箱前方，可儲存行車數據（Car Log），並保留於電腦中直到原廠技術人員請求上傳，或事故後由車輛主動緊急上傳至特斯拉公司雲端伺服器。

位於車身前方，因此資料皆已滅失；另，專案調查小組取得之「事故前後系統警示」及「動態數據」皆源自於車載電腦。然而，事故車輛因車身電路系統損害而立即斷電，或因撞擊造成網路傳輸中斷之緣故，僅將「事故前後系統警示」資料完整上傳至特斯拉公司之雲端伺服器，而未能將動態數據及時完整上傳，專案調查小組僅取得完整系統警示資訊，及事故前約 1 分鐘至 3 分鐘（共約 2 分鐘）之動態數據。另，未有後方車輛之行車紀錄器影像資料。

以下僅就專案調查小組能取得事故車輛之「事故前後系統警示清單¹²」、事故前 3 分鐘之「車輛動態數據」及「國 1 南向 237K+042 斗南路段 CCTV 影像」¹³進行敘述。

1.9.1 事故車輛之事故前後系統警示

依據特斯拉公司提供之事故車輛「事故前後系統警示清單」，事故車輛於事故當日 2111:29.3 時，偵測到輪胎打滑（Wheel Slip）、2111:31.3 時偵測到第一次撞擊（警示代碼為：RCM2_a004_crashAlgoWakeup），於 2111:32.3 時空氣囊（Airbag，俗稱安全氣囊）展開（警示代碼為：RCM2_a000_crashDetected、RCM2_a005_nearDeploy），後續則因撞擊導致事故車輛損壞，自 2111:32.4 時至 2111:32.6 時事故車輛共紀錄 16 筆之警示及故障代碼，內容包含 EDR 紀錄鎖定、馬達三相電流異常與過電流¹⁴、電池過電壓¹⁵、扭力與動力輸出受限制及輪速感知器資料異常等。

¹² 依據特斯拉公司來函說明，事故車輛可能因撞擊嚴重導致系統上無事故當下上傳之行車紀錄，僅能提供系統警示資訊。

¹³ CCTV 影像地點與事故地點相距約 500 公尺。

¹⁴ 事故車輛電機（馬達）之三相電流超過系統限制值。

¹⁵ 事故車輛電池之電壓超過系統限制值。

1.9.2 事故車輛動態數據

依據特斯拉提供之車輛動態數據相關紀錄¹⁶，由於事故車輛事故後立即斷電，或因撞擊造成網路傳輸中斷之緣故，僅記錄自事故當日 2108:09 時至 2110:38 時之相關數據。動態數據紀錄詳表 1.9-1 所示。

表 1.9-1 動態數據紀錄

時間	車速變化	期間最大電門開度 ¹⁷	道路等級 ¹⁸
2108:17 時至 2108:27 時	48.24 公里/小時加速至 80.08 公里/小時	53.2%	Class_6 Minor
2108:27 時至 2109:04 時	80.08 公里/小時減速至 0 公里/小時	54.4%	Class_6 Minor
2109:10 時至 2109:25 時	0 公里/小時加速至 68.2 公里/小時	95.2%	Class_6 Minor
2109:25 時至 2109:34 時	68.2 公里/小時加速至 111.1 公里/小時	100%	Class_5
2109:34 時至 2109:44 時	111.1 公里/小時減速至 63.7 公里/小時	17.6%	Class_5
2109:45 時至 2109:53 時	63.7 公里/小時加速至 127.8 公里/小時	78%	Class_5
2109:53 時至 2110:26 時	減速至 0 公里/小時	36.4%	Class_5
2110:27 時至 2110:38 時	0 公里/小時加速至 57.5 公里/小時	42.4%	Class_5

¹⁶ 該紀錄係由事故車輛自動上傳至特斯拉公司雲端，內容包含車速（公里/小時）、輪速（轉/秒）、扭力輸出（牛頓·米）、電門踏板深度（%）、縱向加速度（與前進方向平行，公尺/秒²）、橫向加速度（與前進方向垂直，公尺/秒²）、垂直加速度（與地面垂直，公尺/秒²）、煞車踏板（開/關）、煞車燈（開/關）、煞車深度（毫米）及道路等級（5 代表房屋附近的郊區街道、6 代表小巷、停車場或非通行道路）等。

¹⁷ 係記錄整段加速過程之最大開度。

¹⁸ 依據特斯拉公司說明，道路等級係透過全球衛星定位系統（Global Positioning System, GPS，以下簡稱 GPS）資料及車載鏡頭綜合判定；其中，「Class_6 Minor」為小巷、停車場或非通行道路，「Class_5」為房屋附近的郊區街道。

為比對事故車輛動態數據資料及推估事故車輛進入匝道之時間點，專案調查小組假設事故車輛自匝道口開始加速至 216 公里/小時後即維持等速行駛，估計自匝道至事故地點之行車時間。國道 1 號虎尾交流道南下匝道長度約為 500 公尺、自匝道至事故地點約 1.3 公里，共約 1.8 公里，經計算保守估計¹⁹其車行時間約為 50.2 至 53.8 秒，比對事故車輛第一次撞擊時間，推估其行駛上匝道時間約為 2110:37.2 至 2110:40.8 時之間，因此，動態數據最後一筆資料時間（2110:27 時至 2110:38 時）與事故車輛行駛行駛上匝道時間相符合。

1.9.3 車速推估

依據交通部高速公路局(以下簡稱高公局)提供之事故地點前約 500 公尺 CCTV 影像，將影像依據車道線及間隔長度(如圖 1.9-1)，每 10 公尺繪製一基準線以推估平均車速。

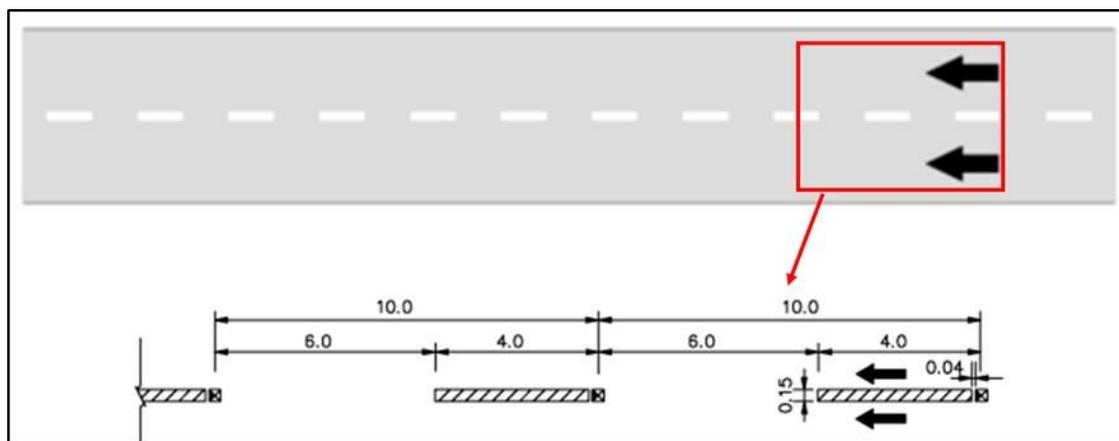


圖 1.9-1 車道線及間隔長度示意圖

事故車輛於事故當日 2111:22.0 時至 2111:23.0 時通過 CCTV，因夜間

¹⁹ 時間計算公式為 $t = 0.45\sqrt{D_1/f} + (D_2 \times 3.6/216)$ ，其中 t 為車行時間；f 為加速度係數； D_1 為加速階段行駛距離； D_2 為等速階段行駛距離。本案係透過事故車輛動態數據得知加速度約 0.13 至 0.15，故事故車輛以最低 0.13g 加速時， D_1 為 1,411 公尺、 D_2 為 389 公尺；用最高 0.15g 加速時， D_1 為 1,223 公尺、 D_2 為 577 公尺。

光線不佳及畫面受車輛燈光之影響，專案調查小組僅藉可清楚辨識之標線繪製 7 條基準線（共 60 公尺）進行車速推估，計算過程詳附錄 1。

計算結果顯示，事故車輛前 30 公尺之行駛時間約為 0.53 秒，推估平均車速為 202.5 公里/小時；總距離 60 公尺之行駛時間約為 1.0 秒，推估平均車速為 216 公里/小時，詳表 1.9-2 所示。

表 1.9-2 事故車輛事故前之車速推估

影像時間	行駛距離 (公尺)	行駛時間 (秒)	平均車速 (公里/小時)
2111:22.0 時	-	-	-
2111:22.53 時	30	0.53	202.5
2111:23.0 時	60	1.0	216

1.10 現場測量資料

1.10.1 道路交通事故現場圖

本次事故地點位於國道 1 號南向約 237K+500 處，道路交通事故現場圖（如圖 1.10-1）係由公安局斗南分隊繪製。

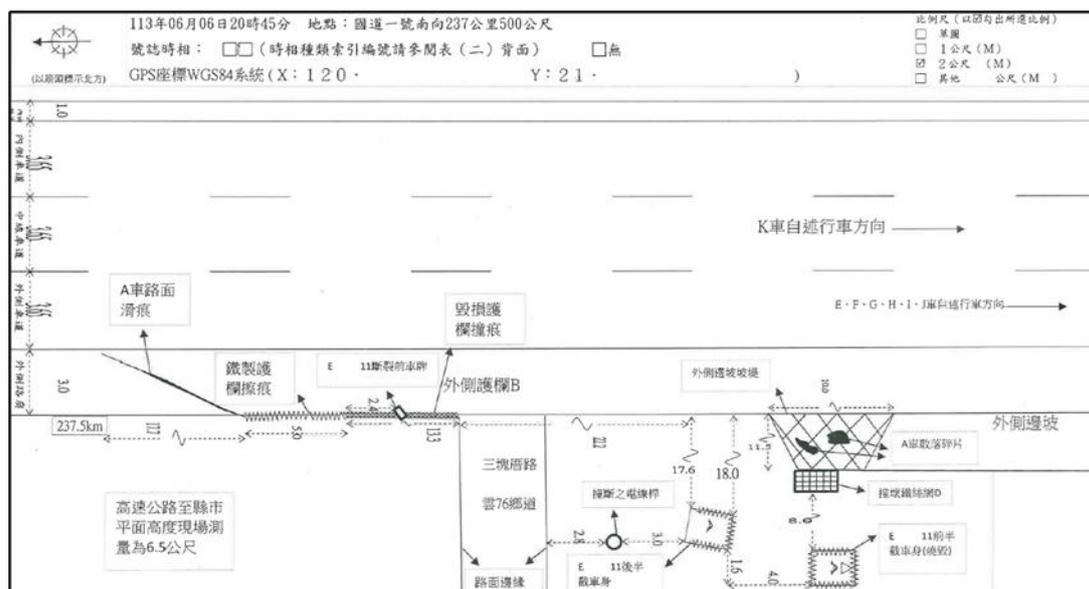


圖 1.10-1 道路交通事故現場圖

1.10.2 現場測量作業

專案調查小組於民國 113 年 6 月 18 日至事故地點進行現場量測作業，使用 Trimble Geo 7X GPS (RTK²⁰最高精度為 1 公分) 量測包含遭撞擊高速公路金屬護欄、紐澤西護欄、電線桿及事故車輛殘骸等，相關跡證及右後座乘員²¹位置如圖 1.10-2，跡證現場照片詳如 1.4 節。

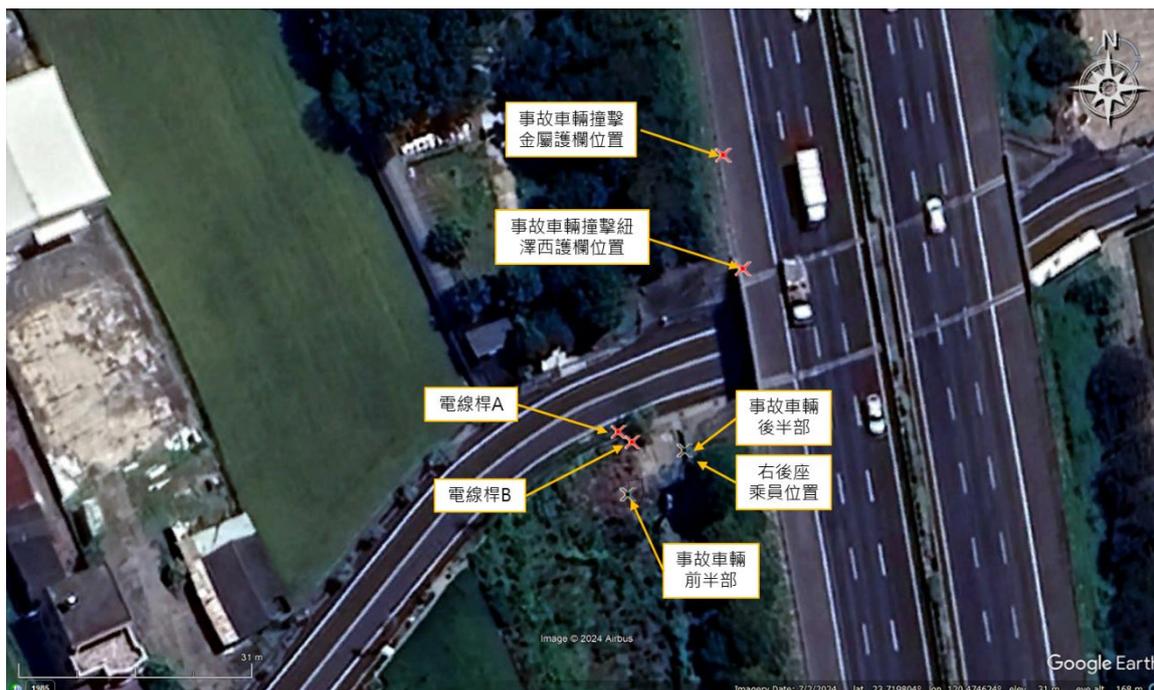


圖 1.10-2 事故現場測量點位

1.11 醫療與病理

雲林縣消防局於事故當日 2112 時接獲民眾報案後立即派遣虎尾消防分隊及斗南消防分隊，共計消防人員 14 名、救災救護車輛 7 輛前往現場。消防人員於 2119 時陸續抵達現場救援；經現場人員回報，疑似車輛從高速公路墜落至地面，現場有起火情形。車內原本有 3 人，其中 2 人已下車、1

²⁰ 即時動態定位技術 (Real Time Kinematic, RTK)，係利用衛星達到即時精準定位的一種技術，方式為同時在參考站與移動站接收衛星資料，並透過通訊設備將參考站的觀測資料傳送給移動站，由移動站進行差分計算，可在移動時獲得精確的定位坐標。

²¹ 依現場照片標示位置。

人不知去向。

事故駕駛員意識清楚可以走動，左膝及大腿擦傷未送醫，副駕駛座乘員經檢傷後被送往虎尾天主教若瑟醫院。消防人員搜尋周邊發現右後座乘員被拋出車外受困於邊坡鐵絲網旁，遂使用破壞器材使其脫困後，右後座乘員無呼吸、無脈搏、瞳孔放大呈 OHCA²²狀態，消防人員曾施以心肺復甦術急救再送往臺大醫院雲林分院。本次事故造成事故駕駛員 1 人左膝及大腿擦傷、副駕駛座乘員 1 人胸腹部挫傷，均為輕傷，以及右後座乘員 1 人死亡。依據雲林地方檢察署相驗屍體證明書，右後座乘員死亡原因為顱骨骨折併腦損傷。

1.12 生還因素

1.12.1 安全帶及安全氣囊

安全帶

事故車輛前方 2 座椅及後方 3 座椅皆設置 3 點式安全帶，該安全帶通過財團法人車輛安全審驗中心（Vehicle Safety Certification Center, VSCC）之安全審驗。

依據訪談紀錄，事故發生時事故駕駛員及副駕駛座乘員有繫安全帶，但均不清楚右後座乘員是否有繫安全帶。

事故發生後車輛斷成兩截，後座椅墊隨前半部車身分離；後座椅背則隨後半部車身分離（詳圖 1.12-1），右後座下方鎖扣及安全帶帶扣均燒燬、帶扣上之金屬插銷遺失。後半部車身之右後座安全帶斷裂成兩截，上方段捲收入 C 柱內側，下方段垂落。安全帶斷裂處呈斜線狀，如圖 1.12-2，距

²² 到院前心肺功能停止（Out-of-Hospital Cardiac Arrest, OHCA），泛指傷、病患在送達醫院的急診室前已出現死亡的症狀，例如心肺功能停止。

離安全帶下方固定螺栓約 100 至 104 公分。

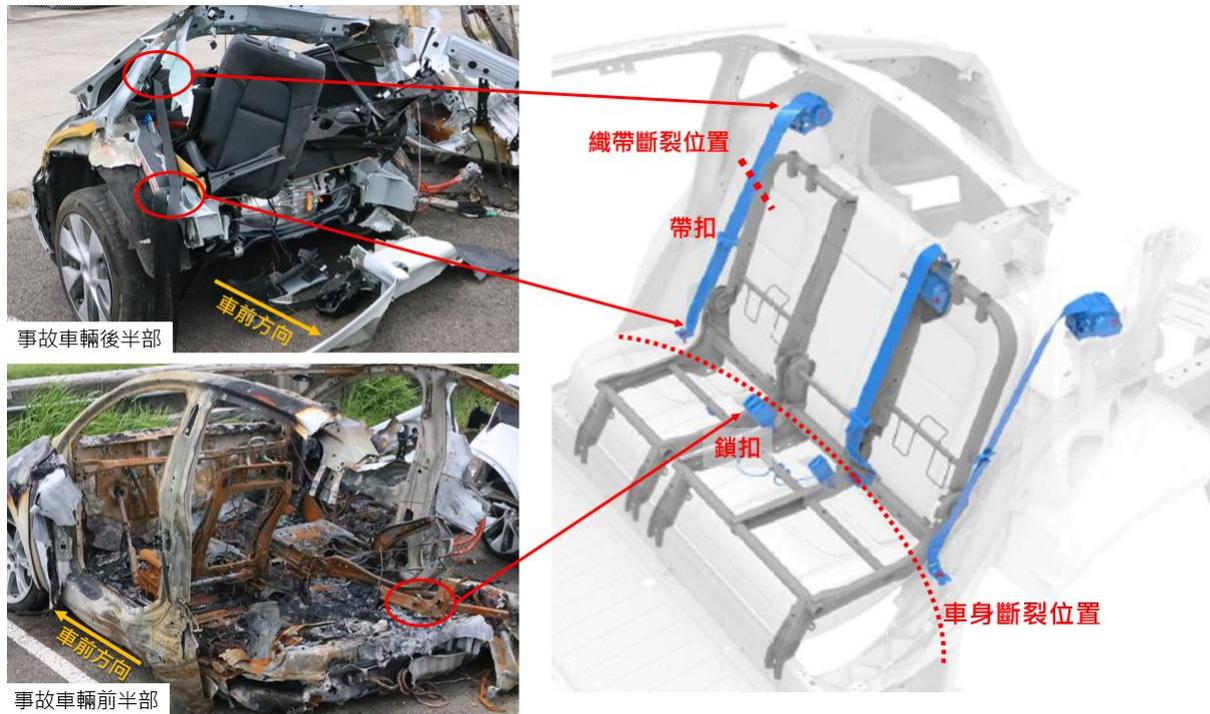


圖 1.12-1 車身斷裂處示意圖

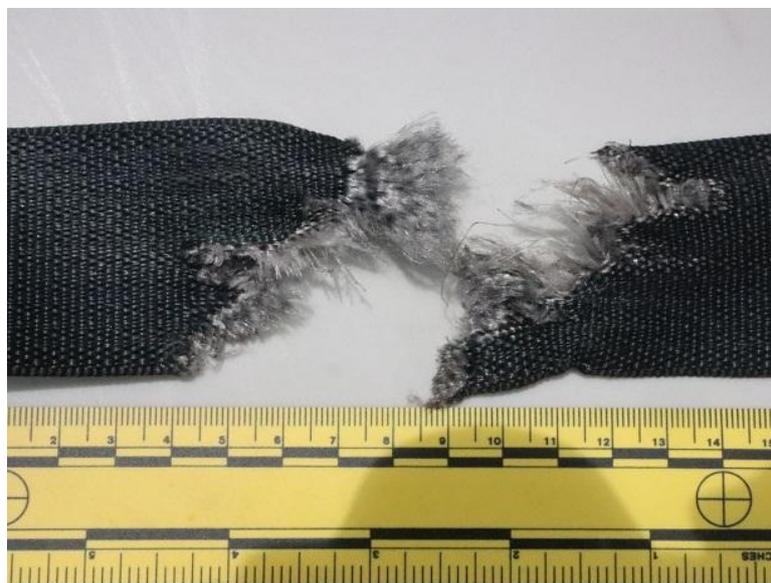


圖 1.12-2 右後座安全帶斷裂處

安全氣囊

事故車輛配有前安全氣囊①、椅內式安全氣囊②、椅內式側安全氣囊

③及窗簾式安全氣囊④(如圖 1.12-3)。依 1.9.2 節，事故車輛動態數據未即時回傳，故未記錄安全氣囊作動情形。另依據訪談紀錄，事故駕駛員表示前座安全氣囊有展開；經檢視車身後半部，右後車身窗簾式安全氣囊遭撕裂，固定氣囊的白色束緊帶亦遭破壞；右前車身已經燒燬，氣囊與車身不完整，無法判斷窗簾式安全氣囊是否展開，或遭到撞擊後破壞。

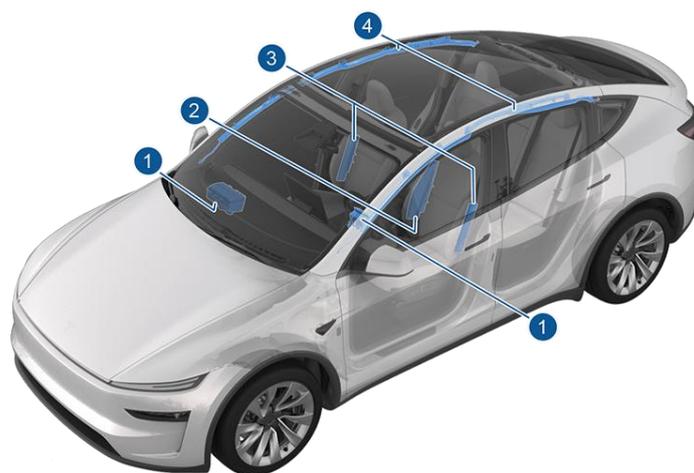


圖 1.12-3 事故車輛安全氣囊配置示意圖

1.12.2 火災搶救

事故當日 2112 時雲林縣消防局接獲民眾報案，立即派遣虎尾消防分隊及斗南消防分隊人員前往現場。依據現場指揮官訪談紀錄，抵達現場後才知道事故車輛為電動車，經過大量噴水熄滅火勢後，考量鋰電池容易復燃之特性，熄滅火災須持續大量噴水，故決定將事故車輛浸泡在水中使高壓電池模組降溫。

消防人員以防汛擋板搭建出一封閉性圍欄後再向內注水，經拖吊車業者協助，約於 2340 時將事故車輛前半部吊起並移至圍欄內，如圖 1.12-4。經過持續噴水及 2 次浸泡後，火勢於隔 (7) 日 0019 時熄滅，之後拖吊業

者將事故車輛殘骸²³移至公安局斗南分隊存放。



圖 1.12-4 事故車輛高壓電池模組於圍欄內降溫情形

消防署於民國 111 年 3 月編撰完成「消防人員救災安全手冊」並置於內政部消防署全球資訊網下載中心，提供消防人員與一般民眾參閱。該手冊第二十一章「搶救電動車與儲能系統安全指導原則」，內容指導消防人員注意此類事故救災安全，並使學習者瞭解電動車搶救基本概念及搶救初期應注意之安全事項，以避免消防人員傷亡、降低救災風險。

1.13 測試與研究

無相關議題。

1.14 組織與管理

無相關議題。

²³ 現場指揮官曾提醒拖吊業者，注意運送過程中事故車輛有無再次發煙燃燒。

1.15 其他資料

1.15.1 雲林縣消防局火災原因調查鑑定結果

依據雲林縣消防局火災原因調查鑑定書，起火處及原因研判摘錄如下：

1. 起火處研判：

依現場勘察情形綜合研判：本案雲林縣虎尾鎮國道 1 號南下 237.5 公里處自小客車 (E○E-7○11) 起火車輛，以底盤之鋰電池為最先開始燃燒處。

2. 起火原因研判：

據駕駛所述：「我駕駛之自小客車(E○E-7○11)行經上述地點，變換車道後，因不明原因失控打滑撞上護欄後掉落邊坡導致起火燃燒。」；「我當時從虎尾高鐵站附近欲前往嘉義找朋友，從新虎尾交流道上國道 1 號，行經事故地點附近因變換車道，導致車輛失控才發生事故。」；「行駛過程中沒有火煙，但是車輛發生事故後，後座蓄電池附近初期有火苗竄出，我就盡速協助副駕駛脫困。」(見駕駛談話筆錄)；另據本局(即雲林縣消防局)火災調查人員於國道 1 號南下 237.4 公里附近勘察，國道 1 號南下 237.4 至 237.5 公里處外側車道地面留一煞車痕跡，該處路肩護欄亦留有一撞擊點，該撞擊點續往南向之護欄呈彎曲變形、斷裂，續於國道 1 號南下與雲 76 線平面道路口勘察，雲 76 線南側相鄰國道 1 號南下西側水泥邊坡留有撞擊點，車體零件則散落於四周。綜上所述，該車行駛中撞擊、衝破護欄，飛越雲 76 線墜落後，底盤撞擊邊坡水泥，又該車之電池模組裝設於底盤處，巨大撞擊除導致車身斷裂，電池模組亦因撞擊而致起火燃燒。

1.15.2 車輛結構及三電系統

1.15.2.1 車輛結構

依據特斯拉公司提供之車身結構材質圖 (Body Structure Materials Diagrams)，節錄材質圖包含：材質圖說 (圖 1.15-1)、後四分之一視角爆炸展開圖 (圖 1.15-2)、俯視圖 (圖 1.15-3) 及仰視圖 (圖 1.15-4)。由圖可知事故車輛之內部車身籠型結構主要採用高強度鋼及超高強度鋼，車身後方及外側蒙皮主要為低碳鋼及鋁合金 (包含鑄鋁及鋁鎂矽合金)。

該事故車輛車型通過 VSCC 之側方碰撞乘員保護及前方碰撞乘員保護安全審驗項目。

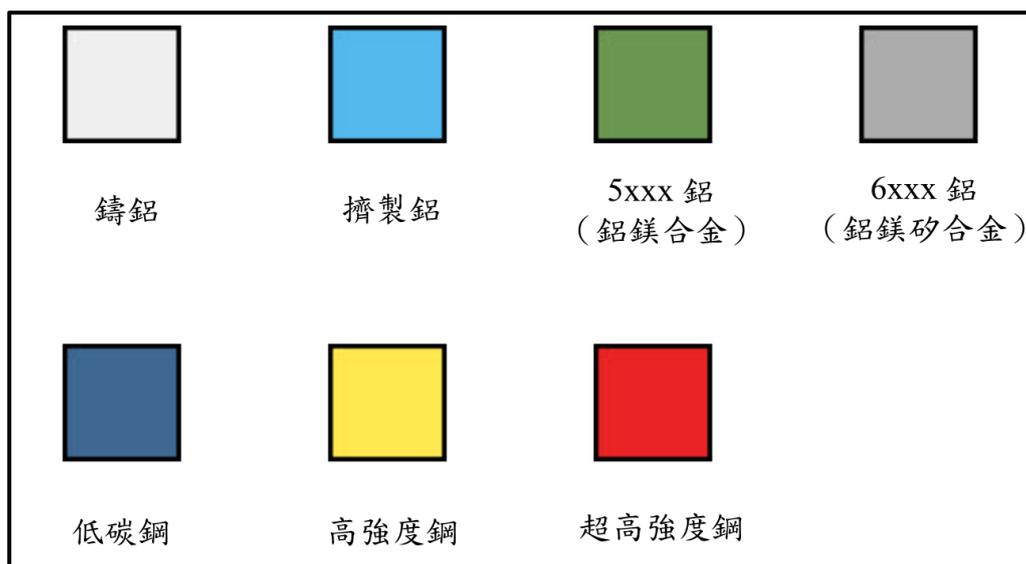


圖 1.15-1 特斯拉車身材質圖說

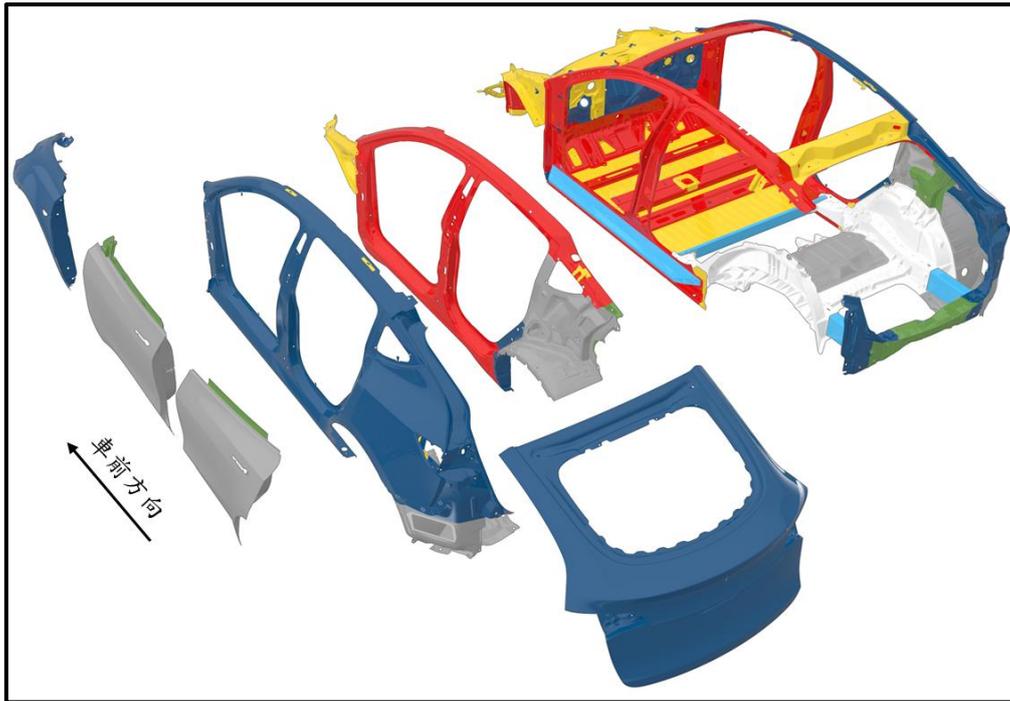


圖 1.15-2 後四分之一視角爆炸展開圖

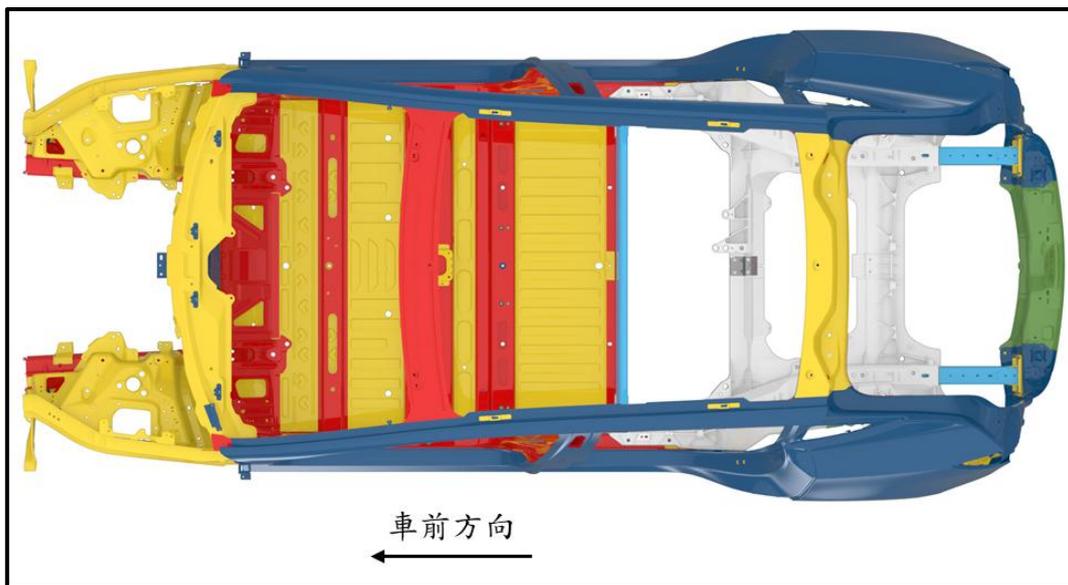


圖 1.15-3 俯視圖

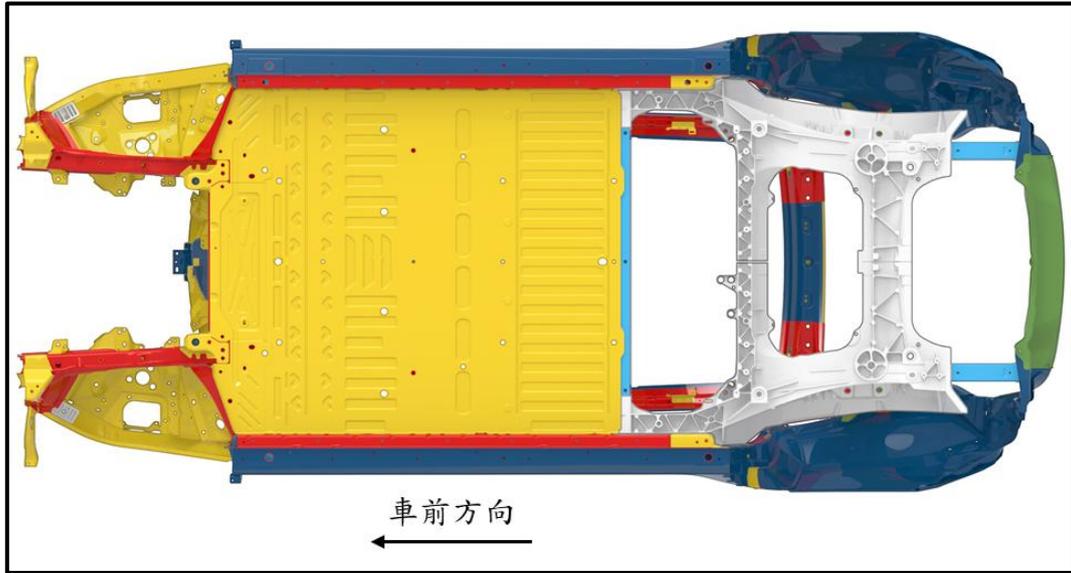


圖 1.15-4 仰視圖

1.15.2.2 三電系統

電動車之三電系統包含：高壓電池模組、電機（馬達）及電控設備，為電動車產生動力之重要系統。事故車輛之三電系統元件分布如圖 1.15-5 所示，元件名稱如表 1.15-1 所示。

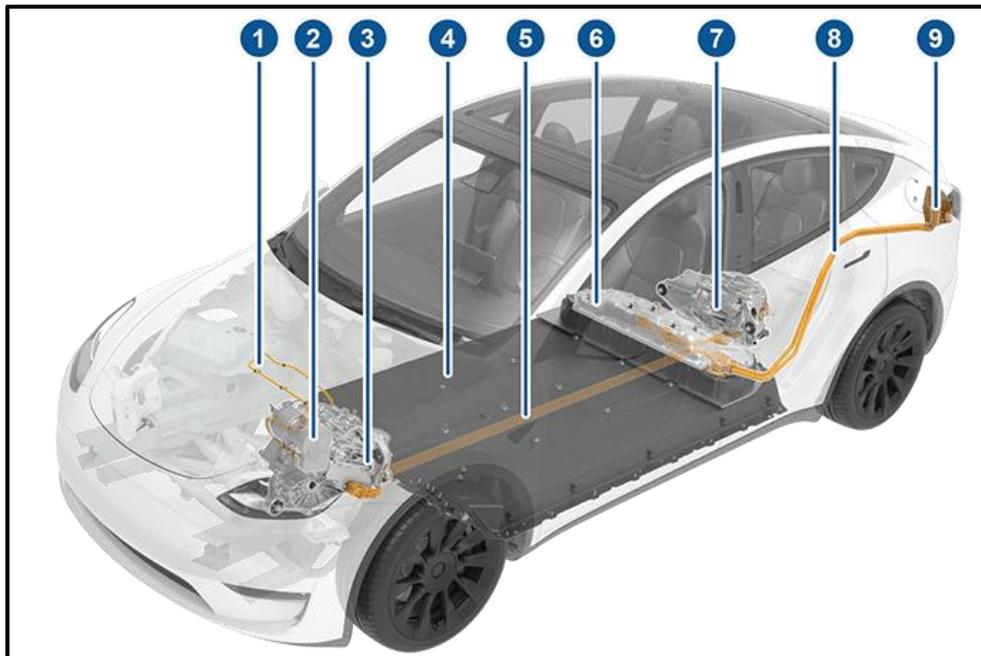


圖 1.15-5 三電系統元件分布

表 1.15-1 元件名稱

項次	元件名稱	項次	元件名稱
1	高電壓電纜布設	6	高電壓元件服務存取面板 ²⁴
2	加熱幫浦總成	7	後置馬達
3	前置馬達	8	高電壓匯流排
4	高壓電池模組	9	充電埠
5	高電壓電纜布設		

依據車安中心提供之「電動汽車之電氣安全檢測基準審查報告」，事故車輛使用之高壓電池模組共有 4 個²⁵，內含 4,416 顆電池，電池型式為三元鋰離子電池²⁶，型號為 21700（直徑 21 毫米、高度 70 毫米），工作電壓為 400 伏特（V），最大電流為 300 安培（A）。

1.15.3 其他電動車事故

本次事故係該車高速撞擊道路設施後，車體斷裂分離並起火燃燒；為深入瞭解類似事故樣態，專案調查小組另蒐集 2 起類似事故詳如附錄 2。

1.15.4 訪談摘要

1.15.4.1 事故駕駛員

受訪者自述平時所需睡眠時間約為 7、8 小時左右，無慢性疾病或服用藥物情形，每日早上會服用營養補充品，事故當日亦無感覺身體不適情形。

²⁴ 該面板下方即為電氣元件輔助室（Penthouse）。

²⁵ 4 個高壓電池模組中，2 個模組為 46 顆並聯及 23 顆串連，共 2,116 顆電池；另 2 個模組為 46 顆並聯及 25 顆串連，共 2,300 顆電池。

²⁶ 三元鋰離子電池之正極材料為鎳（Ni）、鈷（Co）及錳（Mn）三種金屬元素之聚合物。

事故發生經過

事故當日約 1800 時許從高雄出發前往虎尾找朋友，停留 30 至 40 分鐘後，於 2040 時至 2050 時之間離開虎尾，自虎尾交流道上國道後欲前往嘉義參加下一場活動，雖略有遲到狀況，但仍希望可以盡早抵達活動會場。

受訪者表示，事故前並未開啟自動駕駛輔助功能，約以時速 120 公里/小時²⁷行駛於中線車道，當時有車輛從外側車道變換車道至事故車輛前方，考量該車車速較慢，若不踩煞車可能會撞擊該車，因此當時受訪者欲從中線車道向右切換至外側車道，但不知為何車輛就失控，當時受訪者僅能抓緊方向盤，沒印象是否有踩下煞車，最後還是未能有效控制住車輛而發生事故，只記得當時氣囊有爆開。

事故後，受訪者自行下車，當時事故車輛已經斷成兩截，當受訪者看到車輛後方產生火苗，便趕緊協助副駕駛座乘員離開車輛，並開始尋找右後座乘員，由於該處無路燈，僅能持續呼喊右後座乘員名字，但對方都沒有回應。

受訪者自認為事故發生前精神狀況尚可，並無疲勞駕駛、使用手機或其他電子用品等情形。

事故車輛保養維修情形

事故車輛為民國 111 年出廠，受訪者駕駛 1 年多至今，僅有在去(112) 年行駛於高速公路時，曾因無法順利煞停而追撞前車，當時時速約 100 至 110 公里/小時，經技師檢查後車輛並無異常。

1.15.4.2 副駕駛座乘員

受訪者與事故駕駛員為同一社團之會友，事故當日是第一次搭乘其駕

²⁷ 此車速為受訪者之體感認知，並非透過車內設備顯示得知，故不代表實際車速。

駛之車輛，不清楚其駕駛習慣。

事故發生經過

事故當日受訪者與事故駕駛員及右後座乘員從高雄出發，預計依序前往虎尾及嘉義拜訪社團分會成員，事故時為虎尾前往嘉義之路程，受訪者搭乘時有繫安全帶。

受訪者表示，事故駕駛員行駛於平面道路時，車速已達 80 公里/小時，駛入高速公路時僅有少數幾輛車，即開始有飆車之行為，當受訪者注意到前方螢幕顯示車速達 150 公里/小時且前方開始陸續出現其他車輛後，便與右後座乘員向事故駕駛員反映車速過快，但事故駕駛員僅回應：「還好吧」，並未因此放慢車速，甚至持續提高車速並開始超越其他車輛；事故發生前，事故車輛有變換車道 2 至 3 次，但對於行駛在哪一個車道已無印象，僅有注意到撞擊前車速為 200 公里/小時。

事故車輛撞擊護欄後，受訪者感到一陣天旋地轉，因此對當時事故車輛之撞擊過程並無印象，無法確認是哪一側撞到電線桿，也無法確認當時是自行解開安全帶或由事故駕駛員協助逃生，僅記得事故後係路人協助報警。

受訪者認為，本次事故發生之原因與事故駕駛員車速過快有關，而我國現有道路皆有速度限制，建議車輛本身設計之最高車速不應過高。

1.15.4.3 消防分隊長

受訪者為本次事故現場救災救護指揮官。

事故現場狀況及人員後送

事故當晚接獲通報，為車輛衝出高速公路邊坡下方起火之案件，抵達現場才發現是電動車且車體斷成兩截，車體前半部在樹園內起火燃燒，後半部在道路邊。事故車輛上有 3 名人員，駕駛員及 1 名副駕駛座乘員受輕

傷，另 1 名右後座乘員被壓在邊坡的鐵絲網內，救護人員使用破壞器材將其脫困。駕駛員意識清楚且生命徵象穩定，故未送醫，其他 2 名乘員經檢傷後送醫。

火災搶救狀況

事故車輛前半部起火燃燒，消防人員佈水線輪替滅火，觀察到如果停止噴水，大約 20 至 30 秒後電池會發煙再復燃，可聽到火焰噴發聲音。因電池有復燃之特性，熄滅火災須持續大量噴水，受訪者嘗試採取先前演練過的救災方式，將起火之電動車浸泡在水中滅火。

消防人員向水利處取得防汛擋板，搭建出一封閉性圍欄後再向內注水，之後拖吊車業者協助將車輛前半部吊起移至圍欄內，而在車輛浸泡前之火勢與煙量因持續噴水已減緩，吊起車輛後以熱顯像儀量測底盤之溫度為 90 多度。因地面坡度與防汛擋板無法密合，水會慢慢洩漏掉，故車輛浸泡時間約為 10 分鐘內，水洩完後再次將車輛吊起量測，底盤溫度已下降到 50 至 60 度且未復燃。之後再經過一次注水與浸泡程序後，最後量測底盤溫度為 30 多度，電池組缺口處未再產生煙火反應。後續拖吊業者將車輛殘骸移至國道警察斗南分隊存放，受訪者曾提醒拖吊業者，注意車輛在運送過程有無再度發煙燃燒，如果有狀況再通知消防人員。

噴水滅火大約使用 15 噸水量，後續又灌水浸泡車輛 2 次，本次救災估計共耗費約 70 噸水量。

其他補充意見

受訪者表示本次事故是雲林縣轄內第 1 起電動車火災，初期因車輛內裝燃燒火勢較大，俟內裝火勢熄滅後剩下電池組燃燒，火勢與煙量較小但處理時較長，在救災過程中也須注意燃燒所產生的有毒氣體。

日後如有類似的電動車火災，應於地勢平坦空曠處組裝防汛擋板，以減緩水滲漏的速度；另搶救火災後的廢水處理方式對消防機關而言也是需

要考量的問題。

1.15.5 事件序

本事故之事件序詳如表 1.15-2。

表 1.15-2 事件時序表

時間	說明	來源
約 2110:37.2 至 2110:40.8	事故車輛行駛國道 1 號虎尾交流道南下匝道	訪談摘要、1.9.2 節
時間不明	車內乘員提醒車速過快（車速 150 公里/小時）	訪談摘要
2111:23	事故車輛通過 237K+042 處（車速 203 至 216 公里/小時）	CCTV
2111:29	事故車輛輪胎打滑	車輛系統警示
2111:31	事故車輛發生第 1 次碰撞（撞擊 237.5K 之外側護欄）	車輛系統警示
2111:32	安全氣囊展開	車輛系統警示
2111:32 至 2111:32	事故車輛出現警示及故障代碼共 16 筆	車輛系統警示
約 2112	衝出高速公路外墜落平面道路	-
時間不明	右後座乘員拋出車外，事故駕駛員自行下車，並協助副駕駛座乘員離開事故車輛	現場救災紀錄、 訪談摘要
2112:40	雲林縣消防局接獲報案	-
2123:20	雲林縣消防局虎尾及斗南分隊陸續抵達現場	-
2340	雲林縣消防局將事故車輛前半部吊起並移至圍欄內	-
隔日 0019	火勢熄滅	-

本頁空白

第 2 章 分析

事故駕駛員持有公路局核發之有效駕駛執照，該事故駕駛員過去事故及違規紀錄與本次事故發生之原因無直接關聯，亦無證據顯示本事故與酒精或疲勞有關；事故車輛領有公路局之有效牌照；事故當時視線良好，道路及交通設施無異常狀況；人員救護及火災搶救作業無異常狀況。

與本事故相關之因素包含駕駛員操作、安全帶斷裂原因、事故車輛車身斷裂與電池燃燒情形等議題，分析如後。

2.1 駕駛員操作

依據事故車輛之動態數據紀錄，事故駕駛員在駛入國道 1 號前車速曾達 127.8 公里/小時（車速變化詳表 2.1-1），而銜接國道 1 號之縣道 145 乙線（斗六聯絡道）速限為 60 公里/小時，事故車輛之車速超過道路速限 67.8 公里/小時；另依據高公局提供之 CCTV 影像，當事故車輛進入國道 1 號行經事故地點前約 500 公尺時，其車速估算介於 203 至 216 公里/小時（詳 1.9.3 節），而國道 1 號該路段之速限為 110 公里/小時，事故車輛之車速超過道路速限 93 至 106 公里/小時，以上狀況顯示事故駕駛員持續有嚴重超速²⁸之行為發生，故以下將分別針對車速對於駕駛人應變及操作車輛之影響進行分析。

表 2.1-1 事故車輛駛入國道前之車速變化

時間	車速變化	最大速度變化量
2108:17 時至 2108:27 時	48.24 至 80.08 公里/小時	+31.84 公里/小時
2108:27 時至 2109:04 時	80.08 至 0 公里/小時	-80.08 公里/小時
2109:10 時至 2109:25 時	0 至 68.2 公里/小時	+68.2 公里/小時
2109:25 時至 2109:34 時	68.2 至 111.1 公里/小時	+42.9 公里/小時

²⁸ 屬道路交通管理處罰條例（以下簡稱道交條例）第 43 條第 1 項中「行車速度規定之最高時速 40 公里/小時」所列之嚴重超速行為。

時間	車速變化	最大速度變化量
2109:34 時至 2109:44 時	111.1 至 63.7 公里/小時	-47.4 公里/小時
2109:45 時至 2109:53 時	63.7 至 127.8 公里/小時	+64.1 公里/小時
2109:53 時至 2110:26 時	127.8 至 0 公里/小時	-127.8 公里/小時
2110:27 時至 2110:38 時	0 至 57.5 公里/小時	+57.5 公里/小時

車速對駕駛人應變之影響

車輛駕駛人透過眼睛接收外部資訊時，往往會受到視力²⁹與視野³⁰之影響。當車輛行駛速度越快，駕駛人動態視力越差，視野範圍越小，越難以清晰且快速辨識車前狀況或周邊視野之行車動態；在駕駛人面臨突發狀況時，可察覺異狀及反應之時間會減少，使駕駛人難以在短時間內處理突如其來之非預期狀況，此時駕駛人便可能採取較為不適當之操作，而在「反應不及」、「操作不當」之情況下有可能增加事故發生的可能性。

車速對駕駛人操作車輛之影響

車輛能夠移動、轉彎、靜止，係仰賴輪胎在地面滾動時產生的摩擦力，即所謂「抓地力」。當車輛高速行駛時，車身上方空氣流速較快、壓力較小，車身下方空氣流速則較慢、壓力較大，此壓力差使得車輛在行進間產生一股向上之升力，使車輛輪胎與地面接觸之摩擦力減少，進而降低輪胎的抓地力，使車輛的可操作性降低。在高速狀態下，若駕駛人對車輛施以與正常車速下相同之操控力道，車輛實際動態可能與駕駛人之預期不同。例如車輛在緊急變換車道或轉彎時，駕駛人瞬間將車輛轉向，車輛因慣性作用而使重心會在極短時間內向切線方向移動，若橫向抓地力不足，可能使車

²⁹ 視力 (Visual Acuity)，指視覺敏銳度，可理解為「可看清物體的能力」，其中又可分為靜態視力與動態視力，我國在道路交通安全規則所規範之駕駛人視力合格標準，即為駕駛人的靜態視力檢測值，而動態視力係指移動時辨識其他靜止或移動中物體之視力。

³⁰ 視野 (Visual Field)，指眼睛凝視點外仍可辨識之空間範圍，可理解為「視力範圍」。

輛沿著切線方向前進並且增加翻覆風險。

事故駕駛員行經事故路段時，車速高達 200 公里/小時以上，已大幅超過道路速限，此時車輛的可操控性已受到影響。依照事故駕駛員訪談時所述，考量前車車速相對較慢，若不煞車可能會撞擊該車，事故駕駛員在緊急情況下為閃避前車，將事故車輛從中線車道變換至外側車道，在高速行駛之狀態下若對方向盤施以不當的轉向力道，則容易產生過度轉向之結果，使得事故車輛前輪瞬間向右移動，而車身重心轉移至左前輪；然事故駕駛員可能為修正向右偏駛之車輛，再次將方向盤左轉，則會使事故車輛前輪瞬間向左移動，而重心向車身右側偏移，在短時間內車輛快速之重心變化將加遽車身之不穩定性，進而可能造成車輛打滑失控的現象。

上述狀況亦與事故駕駛員所述之「打滑失控」情形相符，並與事故車輛「事故前後系統警示清單」中所顯示之輪胎打滑警示相互印證（詳 1.9.1、1.15.1 及 1.15.4 節），亦與現場遺留之滑行痕跡相符（詳 1.10.1 及 1.15.1 節）。另，實際上未能得知事故駕駛員踩踏煞車的情形，若事故駕駛員於此高速行駛的過程中有踩踏煞車的情形，亦可能增加車輛打滑失控的機率。而事故車輛在打滑失控後，車身右側先撞擊外側金屬護欄，使車身轉向致左側再撞擊紐澤西護欄後拋出路外。

綜上所述，事故駕駛員以超過 200 公里/小時之速度駕駛事故車輛，在高速行駛之狀態下，除輪胎抓地力及可操控性降低外，亦影響事故駕駛員的動態視力與視野範圍，以及其感知及反應時間，致降低事故駕駛員處理突發狀況的應變能力，而本次事故發生前事故駕駛員為閃避前方車輛，可能因反應不及而有過度轉向之不當操作。事故車輛可能因過度左右轉向，導致車輛重心持續轉移，最終使整車處於不穩定姿態下打滑失控，並撞擊外側護欄後衝出路外。

2.2 安全帶斷裂原因

本次事故造成右後座乘員拋出車外死亡，而專案調查小組在事故後發現右後座安全帶織帶有擠壓及斷裂之痕跡，為釐清織帶斷裂可能原因，專案調查小組將斷裂之安全帶攜至同型式車輛進行量測，1 名人員坐於右後座並繫妥安全帶，再與事故車輛斷裂的安全帶進行比對，織帶斷裂位置位於鎖扣（Buckle）上方 14 至 18 公分處³¹，如圖 2.2-1。



圖 2.2-1 織帶斷裂位置圖

依據事故車輛損壞情況，安全帶可能於車輛打滑失控或撞擊過程中，受到乘員身體向前拉扯之力量，造成安全帶織帶伸長，斷裂處向下滑動至帶扣（Latch）位置，此時安全帶可能因瞬間受力而啟動鎖定³²機制，再加上事故車輛車體前後分離時，安全帶之帶扣及鎖扣位於車身前半部，安全帶

³¹ 因未確認右後座乘員之身型，故該長度不代表右後座乘員實際乘坐時，斷裂處會位於相同位置。

³² 事故車輛之安全帶捲收器為「緊急鎖定捲收器（型式 4）」，能自由拉出及捲收織帶，且於碰撞、翻覆或發生速度激烈變化等時，藉鎖定機構產生作用而鎖定之捲收器。其感應方式包括：車體感應（感應車體之減速度）、織帶感應（感應織帶之拉出動作）及多重感應（感應車體之減速度、織帶之拉出動作或其他自動感應方式）等作用。

上方之捲收器及固定裝置位於車身後半部，撞擊瞬間所產生的力，使安全帶受到拉扯，織帶在帶扣位置受力而遭擠壓，並於周邊產生斷裂之狀況，如圖 2.2-2，安全帶所受的力應超過安全帶抗拉強度，而使織帶斷裂，造成右後座乘員失去約束而拋出車外。



圖 2.2-2 織帶斷裂處受損狀況

綜上所述，右後座乘員事故時應曾繫妥安全帶，因承受之撞擊力超過安全帶設計強度，而使織帶斷裂，造成右後座乘員失去約束而拋出車外。

2.3 事故車輛損害情形

2.3.1 車身斷裂情形

為確保車輛結構強度及乘員保護相關議題，國際間針對車輛之側向撞擊性能訂有相關檢測基準，如聯合國歐洲經濟委員會（The United Nations Economic Commission for Europe, UNECE）R135 側柱撞擊(Pole Side Impact) 及美國聯邦機動車輛安全標準（Federal Motor Vehicle Safety Standard, FMVSS）No. 214 動態側撞保護（Dynamic Side Impact Protection）訂有相同之動態測試方法，惟測試要求略有不同（詳附錄 3）³³，以聯合國之測試標

³³ UNECE Regulation No. 135 Annex 3 Dynamic pole side impact test procedure；FMVSS No. 214 Rigid Pole Side Impact Test Requirements（NHTSA TP-214P-01）。

準為例，要求男性假人模型³⁴所受之頭、胸（肋骨）、肩、腹（肋骨）部及骨盆（恥骨）之傷害不可超過特定數值，並要求撞擊後車門須保持關閉且不可脫落、燃油系統須保持完整。

依據 1.9.3 節之車速推估結果，事故車輛於 2111:22.53 時至 2111:23.0 時（事故地點上游約 500 公尺處），行駛國道 1 號南向約 236+925K 至 237+113K 處時，達到最高車速 200 至 216 公里/小時；另依據雲 76 線之殘骸分布位置³⁵，推估事故車輛之質心（Center of Mass）位置（依不同重量比）與紐澤西護欄之水平直線距離約介於 30.9 至 32.5 公尺之間、橋面至路面之垂直高度為 6.5 公尺³⁶，依車輛拋飛（Airbrone）速度公式計算³⁷事故車輛自橋上衝出路外之車速為 96.5 至 101.6 公里/小時³⁸，由於事故車輛撞擊紐澤西護欄後導致車身斷裂，再掉落至下方之雲 76 線，斷裂之過程車體已吸收大多數能量，故研判撞擊紐澤西護欄時之實際車速應高於上述計算結果。

聯合國及美國之側向撞擊相關檢測基準中，測試速度為 32 公里/小時，與事故車輛之撞擊紐澤西護欄時之車速差距甚大，即便符合聯合國及美國之檢測基準亦無法確保車輛撞擊後可保持結構完整。

事故車輛遭受撞擊位置為左後車門處，屬電池結構末端與馬達結構之

³⁴ 係 WorldSID 50 百分位數成年男性人偶（50th Percentile Adult Male Dummy），其重量約為 76 公斤。

³⁵ 由於無法確認事故車輛前、後半部之重量分布，考量後半部殘骸僅有後電機（馬達）及後車廂，故重量應較前半部為輕，為求估計保守，分別採用前半部：後半部重量比為 6：4、7：3、8：2 及 9：1 之分配進行質心位置計算。

³⁶ 係參考自 1.10 節警察機關繪製之現場圖數據。

³⁷ 車輛拋飛（Airbrone）速度= $7.97D/\sqrt{H}$ （公里/小時），其中 D 為質心移動之水平距離（公尺），H 為垂直高度（公尺）。

³⁸ 此時，事故車輛動能為 718,897 至 796,892 焦耳間，公式為 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，其中 E_k 為動能（焦耳），m 為質量（公斤），v 為速度（公尺/秒）。相當於一輛 1,500 公斤的車輛從 17 層樓高自由落體衝擊地面所產生之能量。

交接處，亦屬底盤之材質交替與焊接處³⁹，在車速及車體重量之慣性作用加成下，使得事故車輛在碰撞紐澤西護欄後無法承受此撞擊力，最終導致車身結構失效並斷裂為兩截。

另，1.15.3 節中提到之臺中市西屯區事故（以下簡稱台 74 案）中（詳附錄 2），依據該案 EDR 資料，台 74 案事故車輛撞擊交流道之紐澤西護欄時車速約為 97.3 至 124.3 公里/小時，撞擊後台 74 案事故車輛受到之側向加速度為 333.3 公尺/秒平方、縱向加速度為 208.3 公尺/秒平方，合併計算台 74 案事故車輛之主要受力方向（Principal Direction of Force, PDOF）為 393.1 公尺/秒平方，與車輛中軸線夾 58 度之夾角（如圖 2.3-1 所示），台 74 案事故車輛車速與本案事故車輛可能相接近，撞擊物同為水泥紐澤西護欄，且車體皆斷裂為兩截，斷裂位置皆為車身後半部（台 74 案事故車輛斷裂處為底盤結構焊接位置）。

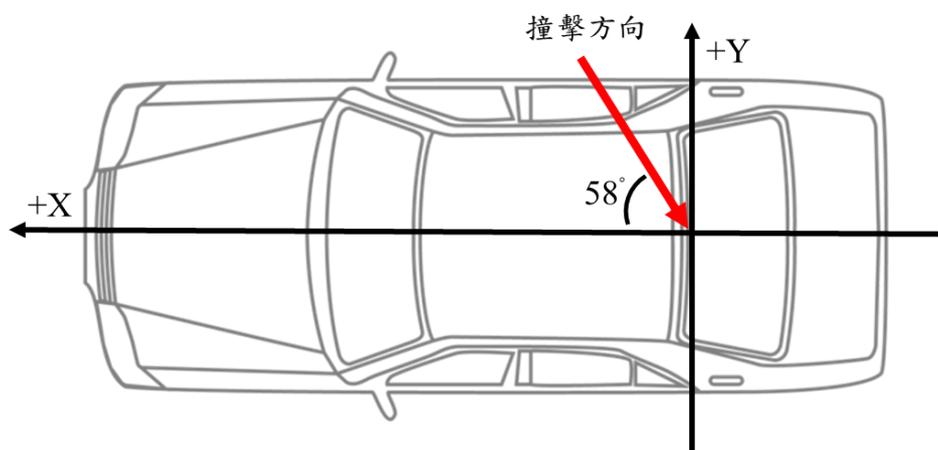


圖 2.3-1 台 74 案之 PDOF 示意圖

2.3.2 電池燃燒情形

檢視車身損害情形，事故車輛撞擊紐澤西護欄位置為車身左後側，此處亦為高壓電池組末端與後電機（馬達）交接處，由於車身後半部無配置電池，未發生燃燒；然而，車身前半部之高壓電池組於撞擊時受到外力擠

³⁹ 詳 1.15.2.1 「車輛結構」一節。

壓，電池外殼變形並擠向內部電池芯，造成電池正負極隔膜破裂，正負極接觸導致短路情形，後續事故車輛衝出路外撞擊到地面，進一步加劇電池損壞而引發火災。

依據 1.3.2 節「事故車輛檢視」、1.15.1 節「火災原因調查鑑定結果」，事故車輛之起火點為車身前半部下方之高壓電池組，火勢由高壓電池組後方向前延燒，導致車室之損害情況較為嚴重。其中，前座座椅後方為燃燒最為劇烈之位置，事故車輛之前行李箱因未配置高壓電池組，未出現嚴重燃燒的情形，其損害主要為撞擊所致。

另，事故車輛之 EDR 及車載電腦因車輛起火燃燒而遭到燒燬，除 1.9 節中特斯拉公司提供之系統警示及事故前 1 分鐘之前之動態數據外，未能取得其他事故前之事故車輛相關數據。

有關 1.15.3 節民國 111 年 7 月 22 日桃園市蘆竹區事故一案（詳附錄 2），依據現場 CCTV 影像及桃園市消防局提供之火災原因調查鑑定書，桃園蘆竹案事故車輛撞擊分隔島後車身揚起，導致車輛底盤直接撞擊分隔島鼻端與標誌桿並起火燃燒。該事故之起火點位於車輛底盤前方之電池模組處，起火後火勢往上延燒至車內，造成車輛內部之前、後座區域嚴重燒燬。

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，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. 事故駕駛員以超過 200 公里/小時之速度駕駛事故車輛，在高速行駛之狀態下，除事故車輛輪胎抓地力及可操控性降低外，亦影響事故駕駛員的動態視力與視野範圍，以及其感知及反應時間，致降低事故駕駛員處理突發狀況的應變能力，而本次事故發生前事故駕駛員為閃避前方車輛，可能因反應不及而有過度轉向之不當操作。(1.9.3、2.1)

2. 事故車輛可能因過度左右轉向，導致車輛重心持續轉移，最終使整車處於不穩定姿態下打滑失控，並撞擊外側護欄後衝出路外，造成右後座乘員死亡。(1.9.1、2.1)

3.2 與風險有關之調查發現

無相關發現。

3.3 其他調查發現

1. 事故車輛車體前後分離時，安全帶之帶扣及鎖扣位於車身前半部，安全帶上方之捲收器及固定裝置位於車身後半部，撞擊瞬間所產生的力，使安全帶受到拉扯，織帶在帶扣位置受力而遭擠壓，並於周邊產生斷裂之狀況，安全帶所受的力應超過安全帶抗拉強度，而使織帶斷裂，造成右後座乘員失去約束而拋出車外。(1.12.1、2.2)
2. 事故車輛行經事故地點上游 500 公尺處時，車速達 200 至 216 公里/小時，隨後撞擊紐澤西護欄並造成車身斷裂，自橋上衝出路外之車速為 96.5 至 101.6 公里/小時。由於車體在斷裂之過程已吸收大多數能量，故研判撞擊前瞬間之實際車速應高於上述計算結果。(1.9.3、2.3.1)
3. 聯合國及美國之側向撞擊相關檢測基準中，測試速度為 32 公里/小時，與事故車輛之撞擊紐澤西護欄時之車速差距甚大，即便符合聯合國及美國之檢測基準亦無法確保車輛撞擊後可保持結構完整。(1.3、2.3.1)
4. 事故車輛遭受撞擊位置為後車門處，屬電池結構末端與馬達結構之交接處，亦屬底盤之材質交替與焊接處，在車速及車體重量之慣性作用加成下，使得事故車輛在碰撞紐澤西護欄後無法承受此撞擊力，最終導致車身結構失效並斷裂為兩截。另民國 112 年 5 月 7 日臺中市西屯區事故中，其事故車輛車速與本案事故車輛可能相接近，撞擊物同為水泥紐澤西護欄，且車體皆斷裂為兩截，斷裂位置皆為車身後半部。(1.3.2、1.15.2.1、1.15.3、2.3.1)

5. 檢視車身損害情形，事故車輛撞擊紐澤西護欄位置為車身左後側，此處亦為高壓電池組末端與後電機（馬達）交接處，由於車身後半部無配置電池，未發生燃燒；然而，車身前半部之高壓電池組於撞擊時受到外力擠壓，電池外殼變形並擠向內部電池芯，造成電池正負極隔膜破裂，正負極接觸導致短路情形，後續事故車輛衝出路外撞擊到地面，進一步加劇電池損壞而引發火災。（1.3.2、2.3.2）
6. 事故車輛之事件資料紀錄器及車載電腦因車輛起火燃燒而遭到燒燬，除特斯拉公司提供之事故期間系統警示紀錄及撞擊護欄 1 分鐘之前之動態數據外，未能取得其他事故前之事故車輛相關數據。（1.9.1、1.9.2、2.3.2）

本頁空白

第 4 章 運輸安全改善建議

4.1 改善建議

本事故調查報告草案中，原擬對交通部高速公路局提出之改善建議為：

研議強化防止高速公路車輛嚴重超速之管理措施，並會同內政部警政署國道公路警察局持續檢討執行成效。

交通部及交通部高速公路局針對該項改善建議辦理情形，詳 4.2 已完成或進行中之改善措施，本事故調查報告中將不再提出該項改善建議。

本事故調查報告草案中，原擬對內政部警政署國道公路警察局提出之改善建議為：

研議強化防止高速公路車輛嚴重超速之執法作為，並持續檢討執行成效。

內政部警政署國道公路警察局針對該項改善建議辦理情形，詳 4.2 已完成或進行中之改善措施，本事故調查報告中將不再提出該項改善建議。

4.2 已完成或進行中之改善措施

交通部

1. 嚴重超速修法歷程

- (1) 道交條例第 43 條有關危險駕駛規定，係於民國 65 年 1 月 1 日增訂施行，原僅有在道路上以超速、蛇行，或僅以後輪著地等危險方式駕車，或拆除消音器造成噪音者，處新臺幣 300 元以上、600 元以下罰鍰；因而肇事者，並吊銷其駕駛執照，嗣後歷經民國 76 年 7 月 1 日及民國 90 年 6 月 1 日修正施行，對蛇行、競駛等危險駕駛行為除處 6,000 元以上、24,000 元以下罰鍰、吊銷駕駛執照外，再增加吊扣牌照 3 個月及再犯沒入車輛之處分，合先敘明。

- (2) 民國 95 年 7 月 1 日增訂嚴重超速吊銷駕駛執照、吊扣牌照、沒入車輛：

立法院葉委員宜津提案修正道交條例第 43 條，增訂第 1 項第 2 款規定，「行車速度，超過規定之最高時速 60 公里/小時以上」之嚴重超速行為加重處罰，其立法理由為考量嚴重超速失控屬主觀蓄意，且惡性重大之違規，尤以超速 50 公里/小時以上者，其安全煞停時間與安全煞停距離加倍，駕駛人視野減半，其危險性急速增加，如僅依第 40 條第 1 項規定處罰鍰，無法遏止該嚴重危害交通安全之行為，為維護其他用路人及道路二側店家、民眾生命財產之安全，爰予增訂加重規定。

嚴重超速處罰規定，包括處 6,000 元以上 24,000 元以下罰鍰、因而肇事吊銷駕駛執照、吊扣汽車牌照 3 個月、經受吊扣牌照之汽車再次提供違反沒入汽車。該規定經立法院民國 94 年 12 月 9 日三讀通過，並自民國 95 年 7 月 1 日施行。

- (3) 民國 110 年 6 月 1 日危險駕駛吊扣牌照延長至 6 個月：立法院謝委員衣鳳、洪委員孟楷提案修正延長吊扣牌照期間。經立法院於民國 109 年 12 月 30 日三讀通過修正，自民國 110 年 6 月 1 日施行。

- (4) 民國 112 年 6 月 30 日危險駕駛提高罰鍰上限、調降嚴重超速門檻：民國 105 年間相關專家學者建議將嚴重超速由原行車速度超過規定最高時速 60 公里/小時，修正為超過規定最高時速 40 公里/小時，鑑於國際上均把速度管理列為提升道路安全關鍵因素之一，運安會亦於行政院民國 111 年道安專案會議提出相同建議，爰交通部提出修正草案，並提高罰鍰上限至 36,000 元，經行政院核轉立法院審議，且立法院蔡委員易餘、羅委員致政、游委員毓蘭、萬委員美玲亦有提案修正調降為 40 公里/小時，嗣後經立法

院民國 112 年 4 月 14 日三讀通過修正，自民國 112 年 6 月 30 日施行。

2. 現行作法（道交條例第 43 條規定）

(1) 嚴重超速處新臺幣 6,000 元以上 3 萬 6,000 元以下罰鍰，並當場禁止其駕駛，併吊扣汽車牌照 6 個月；因而肇事者，並吊銷其駕駛執照。

(2) 2 輛以上之汽車共同違反嚴重超速，處汽車駕駛人新臺幣 3 萬元以上 9 萬元以下罰鍰，並當場禁止其駕駛及吊銷其駕駛執照。

(3) 經受吊扣牌照之汽車再次提供為違反嚴重超速規定，沒入該汽車。

3. 未來改善作為

嚴重超速定義自民國 112 年 6 月 30 日起，由超速 60 公里/小時下修至超速 40 公里/小時，經統計修法前後一年嚴重超速案件數量，超過速限 40 公里/小時以上案件，民國 112 年 6 月 30 日修法前平均每月 1 萬 2,640 件，修法後至民國 113 年下半年，已降低至平均每月 7,018 件，降幅近 5 成。另經統計民國 112 年及民國 113 年 1 月至 11 月事故肇因分析資料，主要肇因為超速駕駛之事故件數分別為死亡人數 36 人、32 人；受傷人數 1,891 人、1,062 人，顯見修法後對於促使駕駛人遵守道路速限，減少嚴重超速行為並降低事故數量及嚴重度皆有助益。

綜上，道路速限本係駕駛人應遵守之行車規定，更應避免心存僥倖，而有嚴重超速之行為，以維護自身及其他用路人之安全，交通部將持續加強安全宣導。

交通部高速公路局

1. 與內政部警政署國道公路警察局（以下簡稱公警局）密切合作：

持續配合公警局執法需要，配合設置或移設「警 52」（測速取締）

標誌。高公局於民國 111 年及民國 113 年統計國道「警 52」標誌設置數量，詳如表 1：

表 1 「警 52」標誌數量統計表（單位：面）

轄區	民國 111 年	民國 113 年
北分局	213	238
中分局	168	200
南分局	116	133
總計	497	571

有關「警 52」標誌之設置原則，依據道交條例第 7-2 條第 3 項規定，高速公路、快速公路應於測速取締執法路段前 300 公尺至 1,000 公尺間，設置測速取締標誌。

2. 運用數據分析：每月提供嚴重超速（超速 20 公里/小時、超速 30 公里/小時、超速 40 公里/小時）資料予國道公路警察局，供其作為勤務安排參考。
3. 強化匝環道、彎道交通工程：持續檢視、加強警示設施外，民國 109 年高公局已試辦 3 處視覺化減速標線，平均車速降低 4.7 至 9.3%，後續再擴大增設 13 處，目前共計 16 處，未來將持續檢討精進。
4. 主線路段嚴重超速部分
 - (1) 強化宣導：高公局每年依據去年國道交通事故、違規行為及事故潛在因素（含超速）等進行統計分析，研擬每年高速公路行車安全宣導專案，訂定國道事故防制宣導主題，製作微電影、各類平面文宣等各種管道方式，向民眾傳達高速公路正確行車安全觀念。
 - (2) 為加強提醒用路人切勿超速，高公局將持續透過電視、廣播、宣導布條、海報、資訊可變標誌、服務區 LED 顯示板等管道加強宣導用路人切勿超速，相關宣導海報。
 - (3) 另違規取締部分，協調公警局針對嚴重超速路段，編排重守、小

區域巡邏，以提升見警執勤率。各巡邏班在線上執行勤務或重守時，如遇有車輛行車不穩、車速過快（慢）或接獲民眾檢舉車輛有怪異駕車行為時，應開啟警示燈或利用警鳴器提醒駕駛人，以降低各類違規致肇事之情事發生。

內政部警政署國道公路警察局

公安局前於民國 110 年已有針對取締嚴重超速違規訂定相關執行計畫並持續執行，經統計執行成效如下：

民國 111 年取締 52,285 件、民國 112 年取締 54,617 件、民國 113 年取締 32,646 件。

有關道交條例第 43 條規定，嚴重超速定義自民國 112 年 6 月 30 日起，由超速 60 公里/小時下修至超速 40 公里/小時，民國 113 年相較於民國 112 年，降幅約 4 成。另經統計國道民國 112 年及民國 113 年事故肇因分析資料，主要肇因為超速駕駛之事故分別造成死亡人數 5 人、3 人；受傷人數 20 人、22 人，修法後對於促使駕駛人遵守道路速限，減少嚴重超速行為並降低事故數量及嚴重度皆有助益。

公安局為強化高速公路速度管理，加強取締嚴重超速行為（超速 40 公里/小時以上），減少因超速致生肇事案件，提升行車安全，自民國 110 年 7 月 1 日起實施加強取締嚴重超速執行計畫，相關具體作法如下：

1. 利用交通部高速公路局每月統計 ETC 通行資料，分析各大隊所屬轄線易超速路段，編排小區域巡邏或測照勤務，並得適時調整固定桿儀器，增加取締效能。
2. 於深夜時段擇適當地點由專責人員執行測照勤務，得依警力及轄線特性每日至少編排 1 班勤務。
3. 利用警廣、地區電台、報章媒體、臉書專頁宣導公安局專案作法，適時發布新聞稿，以遏止超速違規。

附錄 1 事故車輛之車速推估

<p>2111:22.00 時 (CCTV 影像 第 0 格⁴⁰)</p>	 <p>事故車輛通過 0 公尺基準線。</p>
<p>2111:22.53 時 (CCTV 影像 第 8 格)</p>	 <p>事故車輛通過 30 公尺基準線，前 30 公尺平均車速⁴¹為 202.5 公里/小時。</p>
<p>2111:23.0 時 (CCTV 影像 第 15 格)</p>	 <p>事故車輛通過 60 公尺基準線，全段平均車速為 216 公里/小時。</p>

⁴⁰ 影像取樣率為 30 格 (Frame) /秒。

⁴¹ 平均車速計算方式為： $(\text{行駛距離 (公尺)} / \text{行駛時間 (秒)}) \times 3.6$ 。

附錄 2 其他電動車事故

1. 民國 111 年 7 月 22 日桃園市蘆竹區事故

民國 111 年 7 月 22 日，桃園市蘆竹區中正北路東側中正橋頭遭電動車撞擊事故，同屬電動車撞擊道路設施後起火燃燒，該事故資料摘錄如下：

1. 時間：民國 111 年 7 月 22 日 1050 時。
2. 地點：桃園市蘆竹區中正北路東側中正橋往桃園方向上坡處。
3. 事故描述：1 輛電動車（以下簡稱電動車 A）搭載 1 名駕駛員及 1 名乘員，行駛於蘆竹區中正北路往北方向（南崁），在中正北路 320 巷路口迴轉往南方向行駛（桃園），前行過程中持續向右偏向外側車道，撞上中正橋頭前之標誌桿，車輛撞擊後起火燃燒，駕駛員受困於駕駛座，後經現場民眾合力救出。
4. 傷亡人數：2 人輕傷。
5. 速限：60 公里/小時。

現場量測資料

事故發生後由桃園市政府警察局蘆竹分局蘆竹交通分隊（以下簡稱蘆竹交通分隊）繪製道路交通事故現場圖，如圖 1。

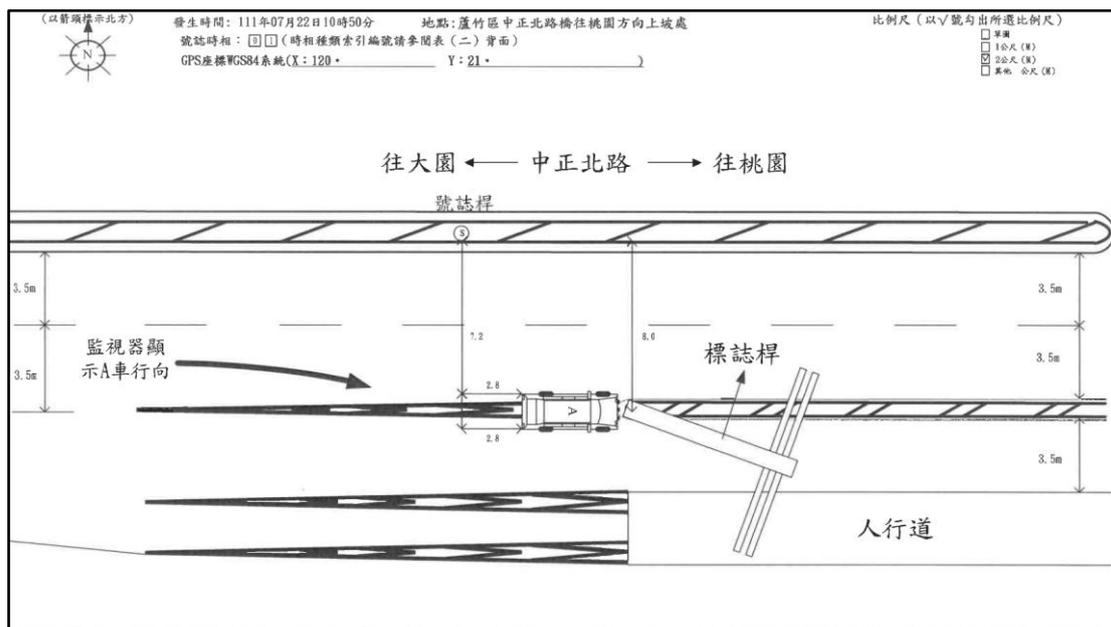


圖 1 交通事故現場圖

電動車 A 基本資料

電動車 A 係民國 109 年 10 月出廠，廠牌為特斯拉，車輛型式為 Model X Long Range，車種為租賃小客車，行照登錄資料如表 1 所示。

表 1 電動車 A 行照登錄資料

發照日期	民國 109 年 10 月 13 日
出廠年月	民國 109 年 8 月
車重	2.473 公噸
車長/車寬/車高	505.2 / 199.9 / 173.1 公分
軸距/前輪距/後輪距	296.5 / 171.1 / 172.3 公分
座位	7 人
能源種類	電能
馬力	371 匹
輪數	4
輪胎規格	前 255 / 45R20、後 275 / 45R20 ⁴²

⁴² 其中 255 及 275 為輪胎寬度、45 為輪胎扁平比、R 表示輪胎為徑向層結構、20 為輪圈直徑。

車速推估

專案調查小組透過路口監視器影像進行車速推估，影像顯示電動車 A 於 1050:07.8 時車頭行駛至中外車道間第 1 車道標線末端，1050:10.67 時車頭行駛至中外車道間第 4 車道標線末端，1050:12.3 時車頭行駛至中外車道間第 6 車道標線末端，1050:17.33 時車頭行駛至楔形標線起點，1050:19.53 時電動車 A 撞擊分道標誌桿，依據各區段距離推估車速如表 2，推估範圍如圖 2。

表 2 各段推估車速

位置	時間 (10:50:秒)	距離 (公尺)	分段平均速度 (公里/小時)	全段平均速度 (公里/小時)
路口第 1 標線末端	7.80	0.0	-	54.9
路口第 4 標線末端	10.67	30.0	37.7	
路口第 6 標線末端	12.30	50.0	44.1	
楔形標線起點	17.33	137.8	62.8	
撞擊分道標誌桿	19.53	178.8	67.1 ⁴³	

⁴³ 依事故地點後方監視器影像推估事故車輛由楔形標線起點至撞擊分道標誌桿之行車速率為 66.1 公里/小時。



圖 2 推估範圍示意圖

電動車 A 損害情況

依據蘆竹交通分隊道路交通事故現場照片，電動車 A 主要受損害位置為前半部車身；車輛撞擊後起火燃燒，造成車體前半部嚴重燒燬及 EDR 燒

燬；車輛前側有部分零組件及大量鋰電池散落於地面上；車輛前側之交通標誌桿有嚴重彎曲、倒塌，且基底有明顯變形情形。電動車 A 及標誌桿損害情形詳圖 3。



圖 3 事故車輛及標誌桿損害情形

火災原因調查鑑定結論

依據桃園市政府消防局火災原因調查鑑定書，調查結論摘錄如下：

1. 本案之起火處為事故車輛前側處。

2. 起火原因排除外人引火、菸蒂引火、車輛機械因素引火之可能性。
3. 依現場燃燒跡證、人證、物證及影像證據分析，研判起火原因以車輛撞擊引起火災之可能性較大。

2. 民國 112 年 5 月 7 日臺中市西屯區事故

民國 112 年 5 月 7 日，臺中市西屯區台 74 線發生電動車事故，同屬電動車撞擊道路設施後車體斷裂分離型態，事故資料摘錄如下：

1. 時間：民國 112 年 5 月 7 日 0548 時。
2. 地點：臺中市西屯區台 74 線 14 公里匝道出口處。
3. 事故描述：1 輛電動車（以下簡稱電動車 B）搭載 1 名駕駛員及 1 名乘員，行駛於臺中市西屯區台 74 線上，因不明原因持續向右偏向 14 公里處匝道出口，撞上紐澤西護欄致車上兩人拋出車體外，車輛撞擊後未起火燃燒，駕駛員及 1 名乘員送醫後死亡。
4. 傷亡人數：2 人死亡。
5. 酒測紀錄：駕駛酒測值為 0.61 mg/l；副駕駛酒測值為 0.32 mg/l
6. 速限：80 公里/小時。

現場量測資料

事故發生後由臺中市政府警察局第六分局交通警察第六分隊（以下簡稱臺中交警第六分隊）繪製道路交通事故現場圖，如圖 4。

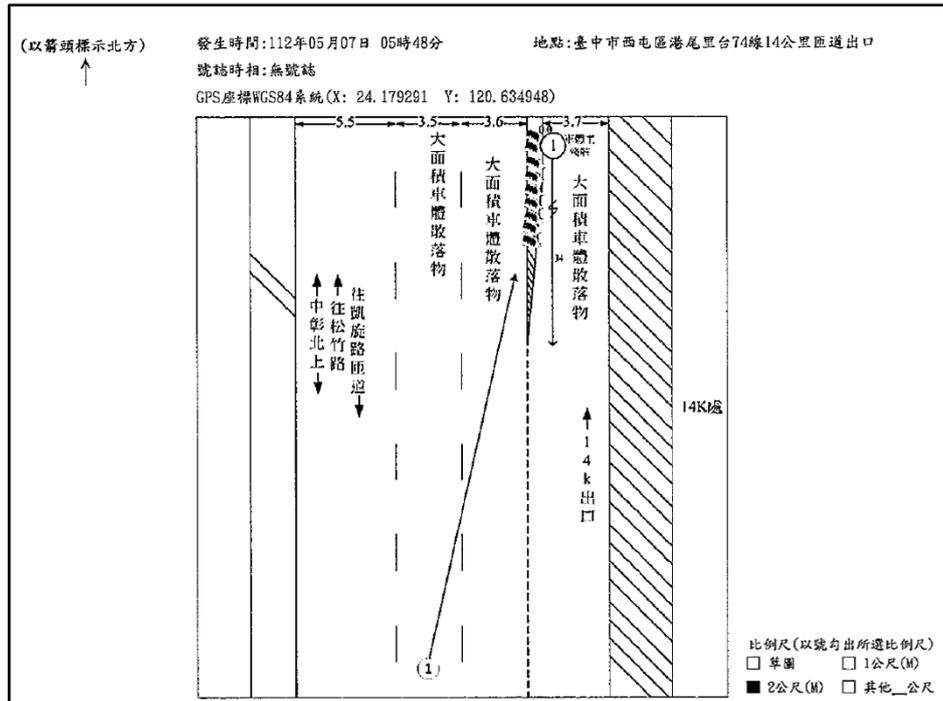


圖 4 交通事故現場圖

電動車 B 基本資料

電動車 B 係民國 111 年 10 月出廠，廠牌為特斯拉，車輛型式為 Model Y Long Range，車種為自用小客車，行照登錄資料如表 3 所示。

表 3 電動車 B 行照登錄資料

發照日期	民國 111 年 12 月 22 日
出廠年月	民國 111 年 10 月
車重	2.001 公噸
車長/車寬/車高	475 / 192.1 / 162.4 公分
軸距/前輪距/後輪距	289 / 163.6 / 163.6 公分
能源種類	電能
馬力	371 匹
輪數	4
輪胎規格	255 / 45R19 ⁴⁴

⁴⁴ 其中 255 為輪胎寬度、45 為輪胎扁平比、R 表示輪胎為徑向層結構、19 為輪圈直徑。

EDR 紀錄

專案調查小組透過特斯拉公司解讀車輛 EDR 資料，車輛於事故前 3 秒車速為 166 公里/小時、事故前 2.8 秒車輛穩定系統作動、事故前 1.2 秒煞車作動並防鎖死煞車系統 (Anti-lock Braking System, ABS) 啟動、撞擊時車速為 113 公里/小時，相關 EDR 事件紀錄如表 4。

表 4 電動車 B 之 EDR 事件紀錄

撞擊前時間 (秒)	車速 (公里/小時)	煞車作動	油門行程 (%)	穩定系統 作動	ABS 系統 作動
-5.0	159	Off	86.4	待機	Off
-4.0	163	Off	98.8	待機	Off
-3.0	166	Off	100.0	待機	Off
-2.8	166	Off	99.6	作動	Off
-2.0	153	Off	7.6	作動	Off
-1.2	137	作動	0.0	作動	作動
-1.0	133	作動	0.0	作動	作動
0.0	113	作動	0.0	作動	待機

電動車 B 損害情況

依據臺中交警第六分隊道路交通事故現場照片，電動車 B 撞擊後分解為前、後車體殘骸；車輛零組件及大量鋰電池散落於地面上，未起火燃燒；副駕駛座安全帶有被剪斷痕跡；道路匝道出口紐澤西護欄及交通標誌桿受損變形。電動車 B 及標誌桿損害情形詳圖 5。



圖 5 電動車 B 及標誌桿損害情形

附錄 3 聯合國及美國之側向撞擊相關檢測基準

聯合國歐洲經濟委員會 (The United Nations Economic Commission for Europe, UNECE) R135 側柱撞擊 (Pole Side Impact) 及聯邦機動車輛安全標準 (Federal Motor Vehicle Safety Standard, FMVSS) No. 214 動態側撞保護 (Dynamic Side Impact Protection) 訂有完全相同之動態測試方法，係以 1 滑動式測試平台將測試車輛以 32 公里/小時之速度撞擊 1 直徑為 254 毫米 (± 6 毫米) 之固定式圓柱，其中，測試平台之滑動軌道須與車輛縱向中軸線 (Longitudinal Centerline) 夾 75 度 (± 3 度) 之夾角，且其撞擊位置之延伸線須穿過假人模型 (Dummy) 頭部重心 (Center of Gravity, CG) 位置 (如圖 1 及圖 2 所示)。

Vehicle to be impacted on left side (overhead plan view)

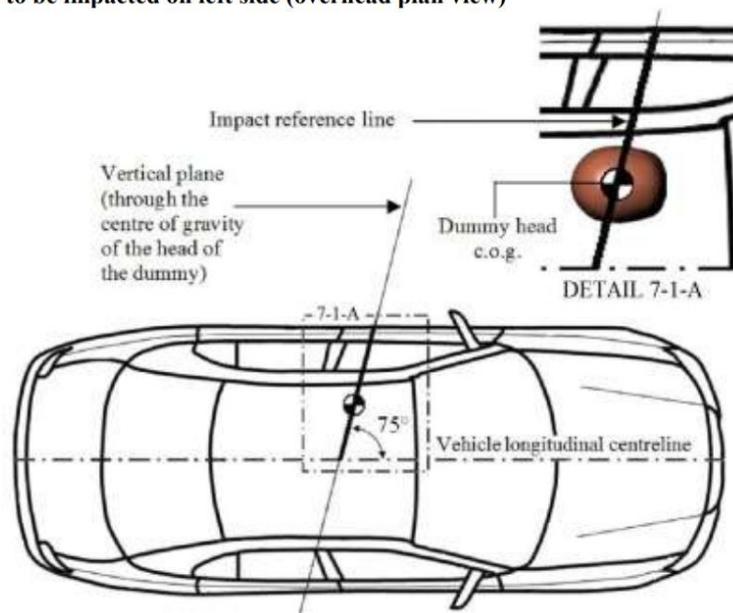


圖 1 UNECE R135 測試撞擊位置延伸線示意圖

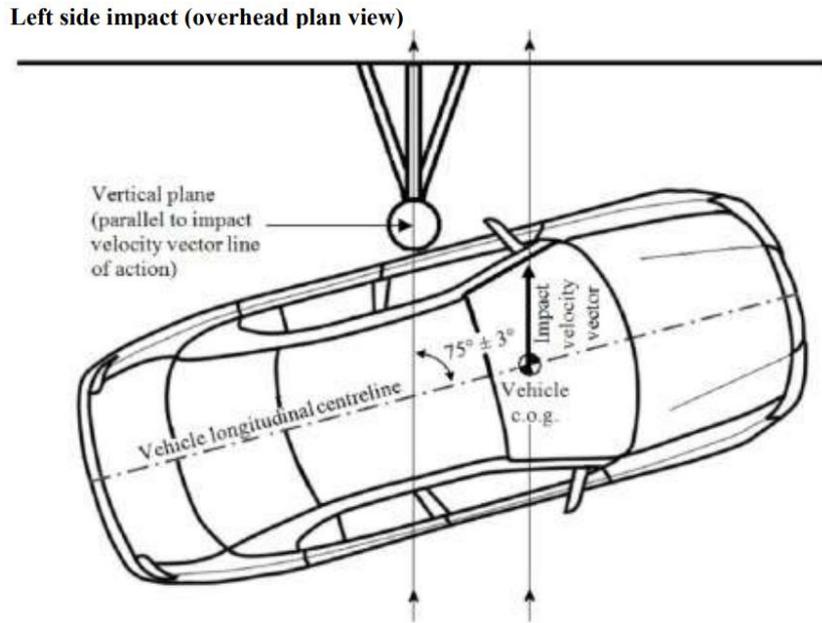


圖 2 UNECE R135 測試方式示意圖

有關測試要求，UNECE R135 僅針對男性假人⁴⁵訂有相關規定，如頭部傷害指數（Head Injury Criterion, HIC）不得超過 1,000、肩膀之橫向受力不得超過 3 千牛頓、胸部之肋骨收縮不得超過 55 毫米、腹部肋骨之壓縮不得超過 60 毫米、下脊椎所受加速度不得超過 75g（1g 為 9.81 公尺/秒平方）、骨盆之恥骨最大受力不得超過 3.36 千牛頓，另撞擊後車門須保持關閉且不可脫落及燃油系統須保持完整等；美國 FMVSS No. 214 在 HIC 之規定與車輛撞擊後之相關規定與 UNECE 相同外，其他規定則依假人之性別略有不同，如針對男性假人⁴⁶規定其胸部之肋骨收縮不得超過 44 毫米、腹部總受力（前方、中間及後方之受力加總）不得超過 2.5 千牛頓、骨盆之恥骨最大受力不得超過 6 千牛頓；針對女性假人⁴⁷則規定其下脊椎所受加速度不得超過 82g、骨盆之恥骨最大受力不得超過 5.525 千牛頓。

⁴⁵ 係 WorldSID 第 50 百分位數成年男性人偶（50th Percentile Adult Male Dummy），其重量約為 76 公斤。

⁴⁶ 係 ES-2re 第 50 百分位數成年男性人偶（50th Percentile Adult Male Dummy），其重量約為 72 公斤。

⁴⁷ 係 SID-IIs 第 5 百分位數成年女性人偶（5th percentile Adult Female Dummy），其重量約為 44 公斤。

對比 UNECE，雖二者之規定略有落差，然 FMVSS 規定內容有針對性別設立不同測試要求，相較而言更為詳盡，且能確實反映不同性別乘員身體構造差異，對車禍傷害之風險略有不同。

報告結束