

交通部
臺灣新車安全評等計畫
(TNCAP)

3.12 車道輔助系統試驗規章

V1.1
2023年10月

目 錄

3.12.1 名詞釋義	1
3.12.2 參考系統	1
3.12.3 量測配備	2
3.12.4 試驗條件	3
3.12.5 試驗程序	6

3.12.1 名詞釋義

- 3.12.1.1 最高煞車係數 (Peak Braking Coefficient, PBC): 根據滾動輪胎最大減速度計算出輪胎與路面摩擦力, 本數值係使用美國材料和試驗協會 (American Society for Testing and Materials, ASTM) E1136-10 (2010) 標準試驗輪胎, 且符合美國材料和試驗協會 E1337-90 (1996 年重新核可) 試驗方法, 以時速 64.4km/h 於乾燥路面上試驗, 或依「車輛安全檢測基準」項次「四十三之二」6.2.5.1 所規範之方法。
- 3.12.1.2 車道維持輔助系統 (Lane Keeping Assist, LKA): 車輛偵測到即將偏離目前行駛之車道邊界標線時, 所自動施加之方向性修正。
- 3.12.1.3 車道偏離輔助警示系統 (Lane Departure Warning, LDW): 車輛偵測到即將偏離目前行駛之車道邊界標線時, 所自動出現之警示。
- 3.12.1.4 車輛寬度 (Vehicle width): 車輛最大寬度不包括後視鏡、側方標識燈、胎壓偵測裝置、方向燈、位置燈、活動式擋泥板及位於地面接觸點正上方之輪胎胎壁 (side-wall) 最突出部分。
- 3.12.1.5 受驗車輛 (Vehicle under test, VUT): 係指配備車道維持輔助 (LKA) 及/或車道偏離輔助警示 (LDW) 系統, 並依據此規章進行試驗之車輛。
- 3.12.1.6 越線剩餘時間 (Time To Line Crossing, TTLT): 假設受驗車輛持續以相同側向速度偏離向車道標線, 受驗車輛距越線前所剩餘時間。
- 3.12.1.7 越線剩餘距離 (Distance To Line Crossing, DTLC): 假設受驗車輛持續以相同側向速度偏離向車道標線, 車道標線內緣與輪胎外緣間距越線前所剩餘距離 (與車道標線垂直)。

3.12.2 參考系統

3.12.2.1 通則

- 3.12.2.1.1 受驗車輛使用 ISO 8855:1991 之通則進行動態數據測量。此通則中 X 軸指向車頭、Y 軸指向車輛左側、Z 軸則指向車頂 (右手座標系統), 原點則是受驗車輛中線之最前點, 如圖 1 所示。
- 3.12.2.1.2 以原點為中心, 翻轉角 (roll)、俯仰角 (pitch) 與橫擺角 (yaw) 分別以順時針方式繞 X 軸、Y 軸與 Z 軸。縱向為沿著 X 軸的測量方式、橫向為沿著 Y 軸的測量方式、垂直向則是沿著 Z 軸的測量方式。

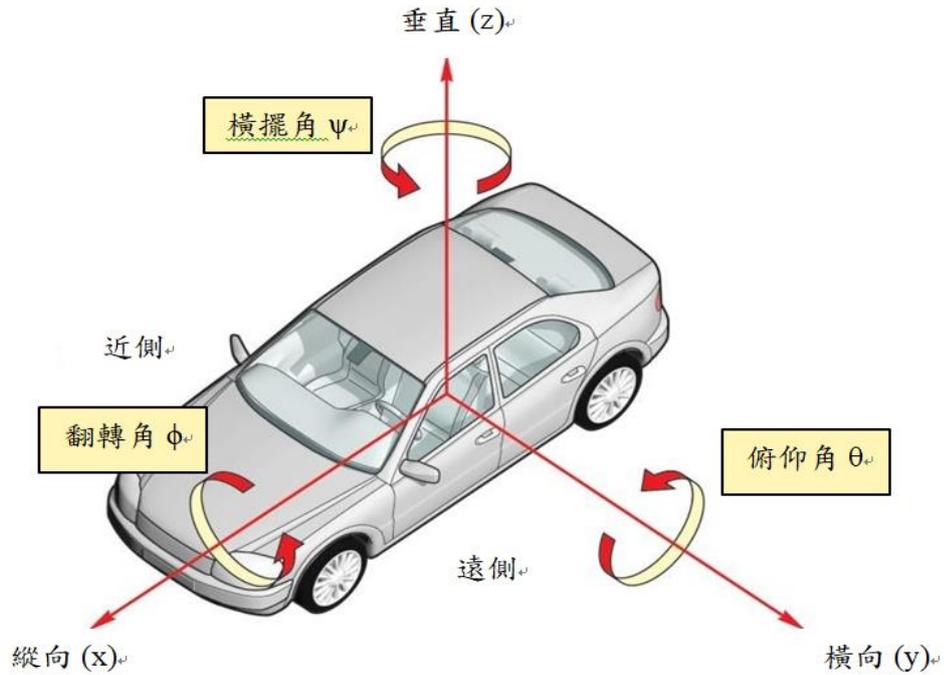


圖 1：座標系統與標記

3.12.2.2 側向偏離路徑

3.12.2.2.1 側向偏離路徑之定義為受驗車輛前方中心與預定路徑平行之側向距離，如下圖所示。本量測適用於直線行進後偏移之車道偏離。

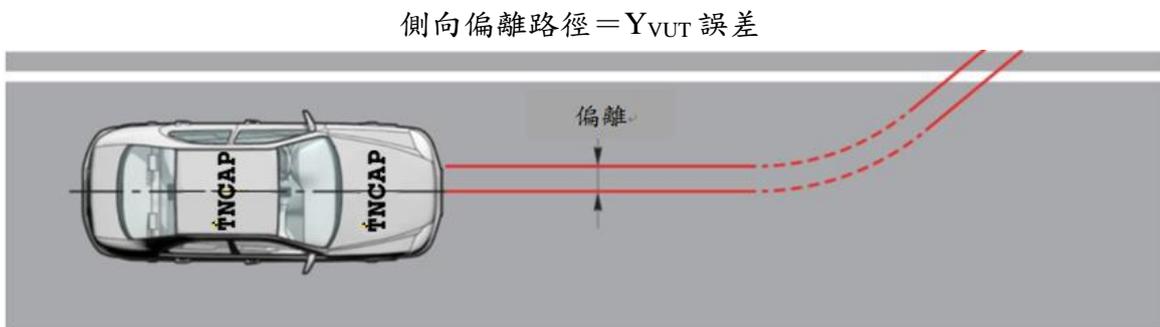


圖 2：側向偏離路徑

3.12.3 量測配備

3.12.3.1 所有動態數據之採樣及記錄頻率不得低於 100Hz。

3.12.3.2 量測與變數

3.12.3.2.1 時間

- (1) T_0 ，直線行進兩秒之開始時間
- (2) T_{LKA} ，LKA 系統啟動時間（視需要進行校正）
- (3) T_{LDW} ，LDW 系統啟動時間
- (4) $T_{crossing}$ ，受驗車輛越線時間

T
 T_0
 T_{LKA}
 T_{LDW}
 $T_{crossing}$
 X_{VUT}, Y_{VUT}

3.12.3.2.2 試驗過程中受驗車輛之位置

- | | |
|---------------------------------|----------------|
| 3.12.3.2.3 試驗過程中受驗車輛之速度 | $V_{longVUT}$ |
| (1) $V_{crossing}$, 受驗車輛越線時之速度 | V_{latVUT} |
| | $V_{crossing}$ |
| 3.12.3.2.4 試驗過程中受驗車輛之橫擺角速度 | Ψ_{VUT} |
| 3.12.3.2.5 試驗過程中受驗車輛之方向盤轉速 | Ω_{VUT} |
- 3.12.3.3 量測配備精度
- 3.12.3.3.1 受驗車輛應配備數據量測與採集配備，用以抽樣及記錄數據，其精準度最低要求如下：
- (1) 受驗車輛縱向速度：0.1km/h；
 - (2) 受驗車輛之橫向及縱向位置：0.03m；
 - (3) 受驗車輛方向角（heading angle）：0.1°；
 - (4) 受驗車輛橫擺角速度：0.1°/s；
 - (5) 受驗車輛縱向加速度：0.1m/s²；
 - (6) 受驗車輛方向盤轉速：1.0°/s。
- 3.12.3.4 數據濾波
- 3.12.3.4.1 依據下列原則對量測所得數據進行濾波：
- 3.12.3.4.1.1 位置與速度不需濾波，直接使用原始數據。
- 3.12.3.4.1.2 加速度、橫擺角速度及方向盤扭力由 12-pole phaseless 巴特沃斯濾波器 (Butterworth filter) 及 10Hz 之截止頻率進行濾波。
- 3.12.4 試驗條件
- 3.12.4.1 試驗道路
- 3.12.4.1.1 試驗道路應乾燥（試驗路面無明顯可見之水分）、平整、固態鋪設之路面，坡度應介於水平至 1% 之間。試驗路面之最高煞車係數（PBC）應大於等於 0.9。
- 3.12.4.1.2 試驗道路應為鋪設路面，試驗路徑兩側 3.0m 內及試驗結束時受驗車輛前方 30m 內，不得有任何可能造成感測器偵測異常之不平整處（如：驟降斜坡、裂縫、人孔蓋或反光路釘）。
- 3.12.4.1.3 車道標線
- 3.12.4.1.3.1 車道維持輔助系統及車道偏離輔助警示系統試驗，其試驗車道寬度不得小於 3m。車道標線應使用白虛線，線段長 4 m，間距 6 m，線寬 10cm。路面邊線應使用白實線，線寬為 15cm。當試驗完成後，車輛前方之車道標線距離應確保至少有 20m。

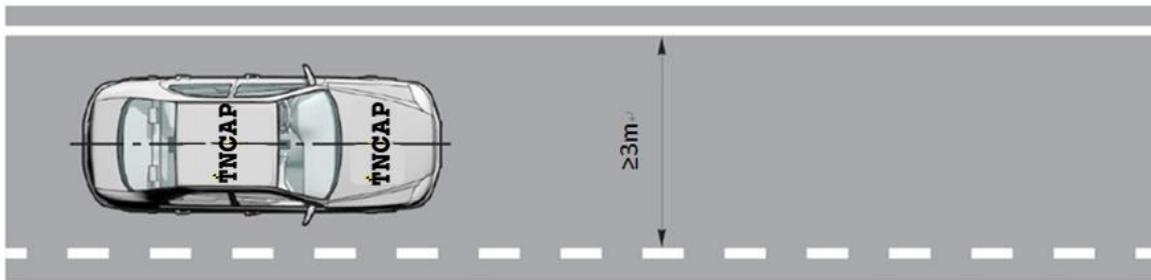


圖 3：車道標線示意圖

3.12.4.1.4 試驗應於環境溫度 5°C 至 40°C 間之乾燥環境進行。

3.12.4.1.5 降雨時不得進行試驗，且地面水平能見度應大於 1km。風速應低於 10m/s，以使受驗車輛干擾應降至最低。

3.12.4.1.6 試驗區域的自然光線應均勻照射，白天試驗時照度應高於 2000lux，且除了受驗車輛之陰影外，不得有其他陰影籠罩試驗區域。當陽光直接照射時，應確保試驗時之車輛行進方向非直接朝向或背向陽光照射方向。

3.12.4.1.7 應於每次試驗開始前或至少每隔 30 分鐘，測量與記錄以下參數：

- (1) 現場環境溫度，以攝氏記錄；
- (2) 路面溫度，以攝氏記錄；
- (3) 風速與風向，以 m/s 記錄；
- (4) 環境照度，以 lux 記錄。

3.12.4.2 受驗車輛整備

3.12.4.2.1 LKA 與 LDW 系統設定

3.12.4.2.1.1 LKA 及/或 LDW 系統之駕駛可調整之設定選項（例如：LKA 或 LDW 系統啟動時機，若有設置）調整至中間選項或距中間位置但較晚發出警示之選項，如圖 4 所示。

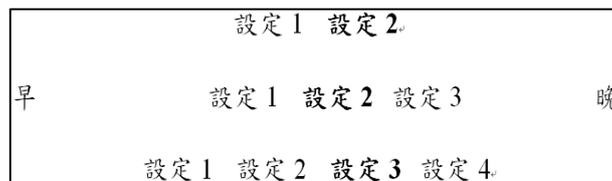


圖 4：LKA 及/或 LDW 系統試驗設定

3.12.4.2.2 輪胎

試驗應使用車輛業者指定之型式、尺寸、速度代號及載重能力指數之全新原廠輪胎。試驗時，可更換車輛業者或代理商所提供之輪胎，前提是新的輪胎應符合原廠規格之型式、尺寸、速度代號及載重能力指數。將輪胎充氣至車輛業者建議之冷胎胎壓。使用之輪胎胎壓應至少與一般負載狀態之胎壓（least loading normal condition）相同。

依 3.12.5.1.3 節進行輪胎磨合（run-in），磨合完畢之輪胎於整個試驗過程中應維持於車輛相同位置。

3.12.4.2.3 車輪定位測量（Wheel Alignment Measurement）

受驗車輛應以車輛業者之設定進行車輛幾何檢查（vehicle in-line）

geometry check)，以紀錄其車輪定位，受驗車輛應為空車重量。

3.12.4.2.4 空車重量 (Unladen Kerb Mass)

3.12.4.2.4.1 車輛燃油箱至少裝滿 90% 容量的燃油。

3.12.4.2.4.2 檢查機油油位，必要時加注至最高油位；同樣地，其他液體若有需要也可加注至其最高限值。

3.12.4.2.4.3 確認備胎及其他隨車工具已在車上，此外，車內不應有其他物品。

3.12.4.2.4.4 確認所有輪胎依車輛業者之建議進行充氣至適當負載狀態 (appropriate loading condition)。

3.12.4.2.4.5 測量前軸及後軸重量，並計算車輛之總重量。此重量即為「空車重量」，將該數據記錄於試驗資料。

3.12.4.2.4.6 試驗規定需配重 (ballast mass) 200 公斤，且此重量應包含試驗駕駛及試驗配備之重量。

3.12.4.2.5 車輛整備

3.12.4.2.5.1 將車載資料擷取配備裝在車輛內，並裝配所有相關電線、接線盒及電源。

3.12.4.2.5.2 置放相當於配重重量 (weights)。所有物品皆應穩當地固定於車內。

3.12.4.2.5.3 駕駛上車後，分別量測車輛前後軸重量。

3.12.4.2.5.4 將上述車輛負載狀態與空車重量進行比較。

3.12.4.2.5.5 車輛總重應為空車重量加上 200 公斤，容許誤差值為 $\pm 1\%$ 。前軸/後軸之空車重與加滿燃油配重後，前軸/後軸重量變化皆在 5% 以內。若受驗車輛無法符合此規範，可於車輛內移除或增加與性能表現無關之物品。任何用以增加重量之物品應穩當地固定於車內。

3.12.4.2.5.6 重複 3.12.4.2.5.3 與 3.12.4.2.5.4 之動作，直到前後軸重量及車輛總重符合條文 3.12.4.2.5.5 之規定。增加或移除重量時應謹慎執行，以維持車輛之慣性屬性 (inertial properties)。試驗內容應記錄最終之軸重。試驗條件應記錄受驗車輛之軸重。

3.12.4.2.5.7 應進行車輛尺寸量測。在此試驗中，車輛尺寸應按標準美國自動車工程協會 (SAE) 座標系統 (SAE coordinate system) 規範呈現，包含以 2D 多邊形定義出相對於車輛中心之橫向與縱向尺寸。多邊形係以各輪胎外緣與路面接觸之平面所得之橫向與縱向位置組成。平面係指輪胎的最外緣與軸距垂直相交至地面，如圖 5 所示。

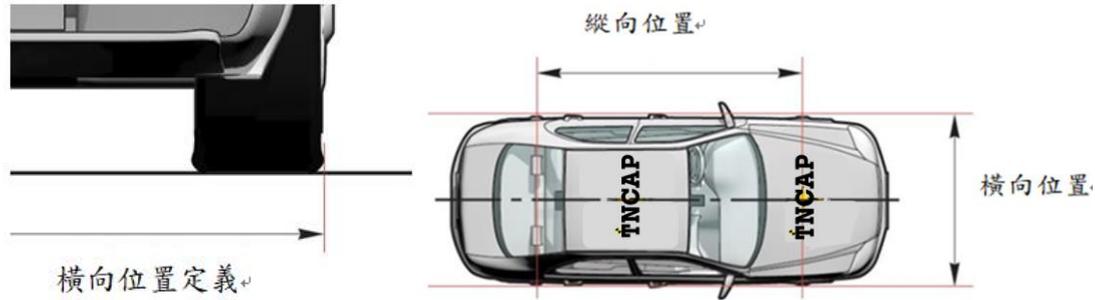


圖 5：車輛尺寸量測

3.12.4.2.5.8 車輛軸距及橫向與縱向位置皆應量測並記錄。

3.12.5 試驗程序

3.12.5.1 受驗車輛試驗前調整

3.12.5.1.1 一般通則

3.12.5.1.1.1 以新車送至檢測機構。

3.12.5.1.1.2 若車輛業者要求，受驗車輛可行駛於市區及鄉村道路，或檢測機構試驗道路之交通環境及設施下最多 100 公里，以校準感測器系統。行駛時，應避免劇烈加速及煞車。

3.12.5.1.2 煞車

3.12.5.1.2.1 若尚未進行過其他試驗，或車輛業者要求，應依下列方式調節車輛煞車：

- (1) 自車速 56km/h 以平均減速度為 0.5 至 0.6g 之方式執行 10 次煞車。
- (2) 完成上述 56km/h 一系列煞車後，緊接著再以 72km/h 的速度煞車 3 次，每次應以足夠的力度踩下煞車，讓車輛的防鎖死煞車系統（antilock braking system, ABS）可於每次煞車時充分作動。
- (3) 完成上述 72km/h 一系列煞車後，隨即應以 72km/h 的速度行駛 5 分鐘以冷卻煞車。
- (4) 第一項試驗應於調整煞車後 2 小時內開始進行。

3.12.5.1.3 輪胎

3.12.5.1.3.1 以下列方式調節車輛輪胎，以磨除輪胎之毛邊：

- (1) 測試車輛沿直徑 30m 之圓環並以能產生接近 0.5 至 0.6g 側向加速度之速度繞行，先以順時針方向行駛 3 圈接著以逆時針方向行駛 3 圈。
- (2) 使用頻率 1 赫茲之正弦轉向模式，與符合最高側向加速度 0.5 至 0.6g 之方向盤轉角振幅極值，且車速為 56km/h，使車輛繞行 4 次，並於每次進行 10 次之正弦轉向循環。
- (3) 最終次之最終循環之方向盤轉角振幅應為前次循環之 2 倍。

3.12.5.1.3.2 如正弦轉向模式（sinusoidal driving）致使車身不穩定，則應減少方向

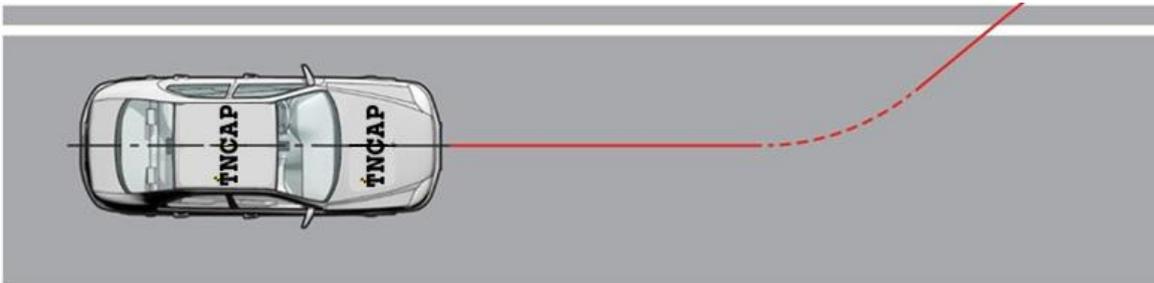
盤輸入之振幅至安全水平，並完成 4 次操作。

3.12.5.1.4 車道維持輔助/車道偏離輔助警示系統檢查

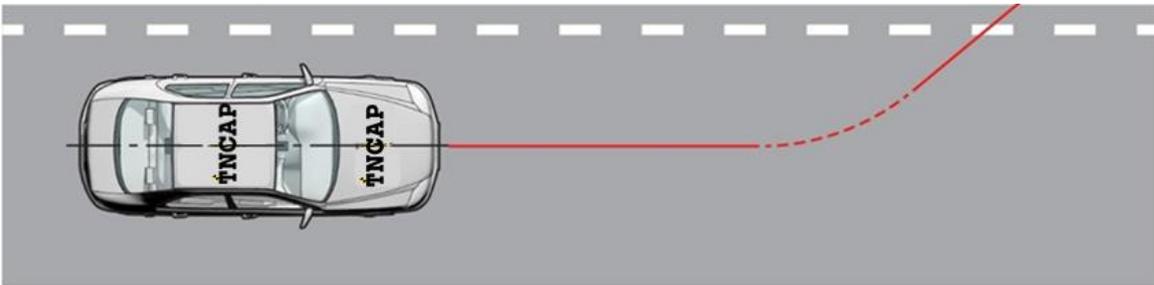
3.12.5.1.4.1 試驗開始前，應以可觸發系統之最低試驗速度行駛至多 10 次，以確保系統正常運作。

3.12.5.2 試驗情境

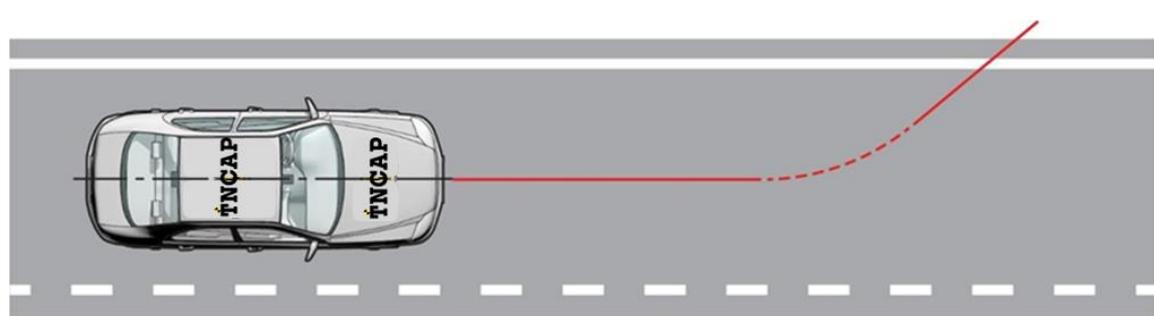
3.12.5.2.1 車道輔助系統之受驗車輛性能，應以下圖所示之 LDW-實線、LDW-虛線、LKA-實線情境進行評等。



車道偏離輔助警示系統-實線



車道偏離輔助警示系統-虛線



車道維持輔助系統-實線（完整車道標線）

3.12.5.2.2 試驗過程中，假設試驗路徑一開始為直線，緊接以固定半徑 1200 公尺弧度，再接著又為直線之路徑。可由駕駛直接控制受驗車輛，另試驗若有需要，可以使用調節車輛控制之控制系統作替代。

3.12.5.2.3 車道偏離輔助警示系統試驗應以側向速度為 0.3m/s 與 0.5m/s，分別執行左右側車道偏離試驗。

3.12.5.2.4 車道維持輔助系統試驗應在側向速度為 0.1 至 1.0m/s 範圍內，以每次增加 0.1 m/s 側向速度（參 3.12.5.4.5）分別執行左右側車道偏離試驗。若側向速度等於或大於 0.6m/s，且車道維持輔助系統仍持續介入即可繼續進行試驗。

3.12.5.2.4.1 車輛業者應提供描述閉迴路路徑 (closed loop path) 及/或速度控制之結束時機點資訊，以避免每次試驗時干擾 LKA 系統作動；否則應於每次側向速度試驗前，應進行兩次校準行駛，以判定 LKA 系統何時啟動。比較兩次駕駛之方向盤扭力、車輛速度、或橫擺角速度 (yaw rate) 是否顯著不同，以識別 LKA 系統介入時機。

第一趟：關閉車道維持輔助系統狀態下完成要求之試驗路徑，以及量測控制參數。

第二趟：開啟車道維持輔助系統狀態下完成要求之試驗路徑，以及量測控制參數。

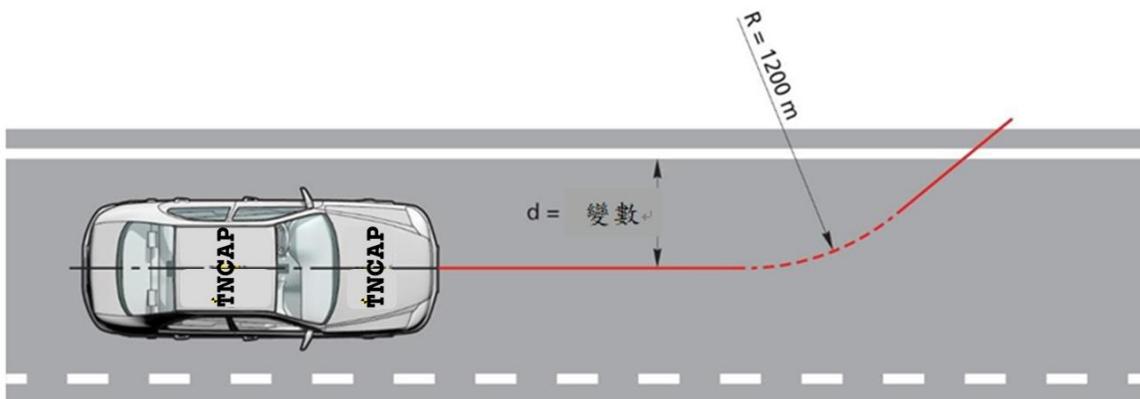
3.12.5.2.4.2 車道維持輔助系統啟動前結束閉迴路控制下，完成車道維持輔助系統試驗，如 3.12.5.2.4.1 規範。於試驗路徑進行之校準行駛，應至少於車道維持輔助系統介入位置前之縱向 5m 處解除(release)轉向控制。

3.12.5.2.5 應使用以下參數建置試驗路徑：

側向速度 [m/s]	轉彎半徑 [m]	橫擺角 [°]	橫擺角曲線建立時之側向偏離距離 [m]	越線側向速度穩定狀態之側向位移距離 [m]	側向偏離 [m]
0.1	1200	0.29	0.02	0.40	d = d1
0.2		0.57	0.06	0.70	
0.3		0.86	0.14	0.90	
0.4		1.15	0.24	0.80	
0.5		1.43	0.38	0.75	
0.6		1.72	0.54	0.60	
0.7		2.01	0.74	0.53	
0.8		2.29	0.96	0.40	
0.9		2.58	1.22	0.23	
1.0		2.86	1.50	0.00	

車道標線偏離 (d1)：

d1 = 越線側向速度穩定狀態之側向偏離距離 (m)
 + 橫擺角曲線建立時之側向偏離距離 (m)
 + 車輛寬度的一半 (m)



3.12.5.3 試驗規範 (Test Conduct)

3.12.5.3.1 每次試驗前，受驗車輛應以低於 10km/h 之速度繞著最大直徑 30m 之圓圈行駛，先以順時針方向行駛一圈，接著以逆時針方向行駛一圈，最後再將受驗車輛開到試驗道路上的預備位置。若車輛業者要求，可於每項試驗前進行此啟始程序(initialization run)。

3.12.5.3.2 若車輛為自動變速者，應選擇前進檔位 D。若車輛為手排變速者於試驗速度行駛時，應選擇轉速可達 1500rpm 之最高檔位。

執行下次試驗前，行駛速度不得高於 50km/h，且非必要情況下，應儘量避免踩踏煞車 (riding the brake pedal)、劇烈加速、煞車或轉彎，以維持安全的試驗環境。

3.12.5.4 試驗執行

3.12.5.4.1 受驗車輛加速至 72km/h。

3.12.5.4.2 試驗於 T_0 開始，若 T_0 與 T_{LKA}/T_{LDW} 之間符合下列所有限制條件，則該次試驗認定有效：

- (1) 受驗車輛速度 (GPS - 速度) $72 \pm 1.0\text{km/h}$
- (2) 行駛路徑側向偏離距離 $0 \pm 0.05\text{m}$
- (3) 穩定狀態之車道偏離側向速度 $\pm 0.05\text{m/s}$
- (4) 方向盤轉速 $\pm 15.0^\circ/\text{s}$

3.12.5.4.2.1 應盡可能控制車輛使其平穩且在最小偏離條件下達到規定之側向速度。

3.12.5.4.3 車道偏離輔助警示系統試驗結束時機點為警示啟動時。

3.12.5.4.4 車道維持輔助系統試驗結束時機點為下述任一情況發生時：

- (1) 車道維持輔助系統並未讓受驗車輛維持在允許之車道偏離距離內。
- (2) 車道維持輔助系統介入，將受驗車輛維持在允許之車道偏離距離內，例如在達到最大側向位置後修正回到原車道內。

上述任一情況發生兩秒後，試驗視同結束。

3.12.5.4.5 下一次試驗之側向速度應增加 0.1m/s。