



安全必備-

小客車防鎖死煞車介紹

財團法人車輛研究測試中心 葉重宇

一、前言

隨著行車安全觀念的提升，防鎖死煞車系統 (Anti-Lock Braking System) 在歐美日等先進國家已被公認為必備的安全配備。此類安全系統主要目的是應用在緊急突發的狀況下，但事實上，多數駕駛者卻並不清楚何謂防鎖死煞車系統作用下的煞車情形，更遑論如何正確的使用該系統。

簡單舉例來說，當車輛以 120 km/h 車速在乾燥柏油路面煞車與 30 km/h 在雪地上煞車，如果沒有防鎖死煞車系統，兩者的危險性幾乎是不相上下。特別是在歐美等高緯度地區，一年四季總會遭遇到車輛行進在雪地路面上的煞車性能考驗，使得歐美等國家將防鎖死煞車系統視為標準配備；在台灣雖不常見到雪地路面，但是偶發的特殊路面狀況，如大雨造成路面積水、前方車輛漏油造成路面溼滑、甚至施工時鐵板所搭建的臨時路面等，皆屬於低抓地力路面，也極有可能在煞車時造成車輛失控而發生危險，此時防鎖死煞車系統的重要性便凸顯出來了。

合格的防鎖死煞車系統，除了可以提供車輛較高的煞車效能之外，更重要的一點，也是一般駕駛者容易忽略的優點，就是可以在緊急煞車時保持輪

胎的側向抓地力，換言之，防鎖死煞車系統，除了可提供高效率之煞車以外，還可保持輪胎在煞車時側向抓地力，提供駕駛者閃避危險的機會，尤其對於新手駕駛者，多一層防鎖死煞車系統的輔助，也可增加車輛在煞車時的穩定性。然而怎樣的防鎖死煞車系統才算是"合格"的防鎖死煞車系統呢？防鎖死煞車系統的效能，是否足以應付各種嚴苛路面與煞車情形從而保持車輛穩定與乘客安全？

有鑑於防鎖死煞車系統乃是車輛中重要的煞車安全配備，所以，車輛必須經過在不同路面環境下的驗證考驗，以確保駕駛人之用路安全。國內目前推行的防鎖死煞車法規是於97年1月1日所實施的『車輛安全檢測基準』，其內容為參考歐規 ECER13 煞車法規而建立。本篇內容即將介紹防鎖死系統測試的內容重點，以及車輛中心如何將試車場的檢測能量應用於小客車防鎖死煞車系統測試上，同時也為大家說明車輛在測試前應進行的改裝整備等相關事項。

二、煞車法規驗證

煞車法規之驗證包含防鎖死失效性能、能量消耗試驗、抓地力利用率試驗及其他性能試驗，

目的在於量測煞停距離、減速度、煞車作用力作為驗證依據，界定所檢測之車輛是否能夠符合相關之水準。其中防鎖死煞車試驗與能量消耗試驗，是驗證車輛在配備了防鎖死煞車系統後，原本系統之煞車性能或者其他系統是否因而造成功能衰退或損失。而抓地力利用率試驗及其他性能試驗則驗證車輛在嚴苛路面下(雪地、溼地、漏油路面、鋼板路面)煞車，是否能穩定煞停並保持車輛方向修正性能。相關內容、檢測方法及性能基準內容如下：

(一) 防鎖死煞車功能失效試驗

此測試的目的是為了確保車輛在防鎖死煞車系統失效時，車輛仍能保有穩定的煞車效能。

測試方法是將防鎖死煞車系統裝置移除(達到儀表板上警告燈亮起的程度即可)，以車速 100 km/h 進行煞車，並量測煞車距離、減速度與煞車作用力。性能要求基準為：煞停距離小於 87.5 m，減速度大於 4.61 m/s²，煞車作用力不得大於 500 N。

(二) 能量消耗測試

能量消耗測試的主要目的是試驗車輛所配備之能量儲存裝置(一般為大客車所配備之氣壓煞車儲氣桶，小客車目前多使用液壓煞車系統，無配備能量儲存裝置)在有限的儲量下，使車輛在低抓地力係數路面上煞車，能量儲存裝置是否能提供防鎖死煞車系統多次循環作用。

測試方法為：車輛滿載下，在抓地力係數為 0.3 或更低的路面上，且在空檔、引擎怠速運轉，能量儲存裝置(儲氣桶)壓力達到充填截止壓力後，

將能量供應裝置(空氣壓縮機)到能量儲存裝置(儲氣桶)之間的氣管截斷，以不小於 50 km/h 的速度於 t 時間內作動煞車($t = V_{\max} / 7$)。在 t 時間後，將車輛引擎熄火，常用煞車控制裝置在車輛靜止下被連續完全作動四次，再啟動引擎以車速 100 km/h 之車速進行煞車，量測其能量被消耗後的煞車性能。

(三) 抓地力利用率試驗

抓地力利用率試驗的主要目的是驗證防鎖死煞車系統在車輛全負載與無負載狀態下，所能提供的制動效率。此一制動效率(ε)，為防鎖死煞車系統的煞車率(Z_{AL})與輪胎於不同路面上制動效率(K_M)之比值。可以下列公式表示：

$$\varepsilon = Z_{AL} / K_M$$

此一制動效率在全負載、無負載、高抓地力路面與低抓地力路面上須個別量測。

測試方法為：車輛在指定負載條件下，以指定車速 55 km/h 進入要求之抓地力路面進行煞車，在防鎖死煞車系統啟動的條件下，量測車輛在 45 km/h 降速到 15 km/h 的時間，藉以計算車輛煞車率(Z_{AL})；在相同的負載、路面條件下，將防鎖死系統功能關閉，並分別獨立量測車輛前軸、後軸煞車，以指定車速 50 km/h 進入要求之抓地力路面進行煞車，此時測試員必須以本身的專業煞車技巧，控制煞車踏力，使車輛煞車時輪胎達到瀕臨鎖死的臨界點，達到輪胎與路面的最大靜摩擦係數，量測車輛 40 km/h 降速到 20 km/h 的時間，藉以分別計算前後軸單獨之抓地力係數，將可得到車輛在無防鎖死煞車系統狀態之最佳制動效率(K_M)。防鎖死煞車系

統的制動效能應該達到車輛最佳制動效能的75%以上，才算是合格。

(四) 其他性能試驗

包含高低速防鎖死測試、高抓地力進入低抓地力路面/低抓地力進入高抓地力路面試驗、分隔路面試驗三項：

1. 高低速防鎖死試驗

車輛分別以高速/低速進入高抓地力路面(k_H)與低抓地力路面(k_L)進行煞車試驗(試驗條件請參考表1)，且 k_H 要達到0.5以上， k_H / k_L 須大於2。起始車速低速為 40 km/h，高速則參考表二。測試員以緊急煞車的方式在要求車速達到時進行煞車，且必須使車輛達到防鎖死煞車系統達到全循環。測試時觀察車輛是否因為此緊急煞車條件造成車輛有異常震動或者偏離3.5公尺寬的車道，一個合格的防鎖死煞車系統可以確保車輛在上述煞車試驗條件中保持車輛穩定煞車。

▼ 表1. 高低速防鎖死試驗測試車速

	車輛種類	最大測試速度
高抓地力表面 (k_H)	M、N ₁ 、N ₂ 及N ₃ 的輕載車輛	$0.8V_{max} \leq 120$ 公里/小時
	N ₂ 及N ₃ 的滿載車輛	$0.8V_{max} \leq 80$ 公里/小時
低抓地力表面 (k_L)	M ₁ 、N ₁	$0.8V_{max} \leq 120$ 公里/小時
	M ₂ 、M ₃ 及N ₂ ，但不包括牽引半拖車的曳引車	$0.8V_{max} \leq 80$ 公里/小時
	N ₃ 與N ₂ 類牽引半拖車的曳引車	$0.8V_{max} \leq 70$ 公里/小時

註：

M類車輛：

M₁：指以載乘客為主之四輪以上車輛，且其座位數(含駕駛座)未逾9座者。

M₂：指以載乘客為主之四輪以上車輛，且其座位數(含駕駛座)逾9座但車輛總重量未逾5公噸者。

M₃：指以載乘客為主之四輪以上車輛，且其座位數(含駕駛座)逾9座且車輛總重量逾5公噸者。

N類車輛：

N₁：指以裝載貨物為主之四輪以上車輛，且其總重量未逾3.5公噸者。

N₂：指以裝載貨物為主之四輪以上車輛，且其總重量逾3.5公噸但未逾12公噸者。

N₃：指以裝載貨物為主之四輪以上車輛，且其總重量逾12公噸者。

2. 高進低/低進高防鎖死測試

此試驗的方法為在無負載及全負載條件下，各以高低不同的車速從高(低)抓地力路面煞車進入低(高)抓地力路面，測試路面之條件為 k_H 達到0.5以上， k_H/k_L 須大於2。車輛通過交界面的車速，低速為 40 km/h，最大測試速度則參考表1。當車輛煞車通過交界面時，防鎖死煞車系統必須作用，且為了確認車輛通過交界面的車速，須在車上裝置光閘開關，且在兩種路面的交界面上放置反光交通錐，如圖1。此試驗的目的為驗證防鎖死煞車系統在車輛兩種不同抓地力係數路面下煞車，路面條件迅速的變化之下，防鎖死煞車系統是否即時反應出適當的煞車力道，保持功能運作正常。



▲ 圖1. 高進低防鎖死測試

3. 分隔路面試驗

車輛在左右不同抓地力係數的路面上進行

煞車，抓地力路面之條件為 k_{μ} 達到0.5以上， k_{μ}/k_{ν} 須大於2。以車速為 50 km/h 進行煞車，此試驗的目的在於驗證防鎖死煞車系統在車輛左右輪不同抓地力係數上緊急煞車時，車輛是否能穩定的停駐，如圖2。測試時觀察車輛是否因為此緊急煞車條件造成車輛有異常震動或者偏離3.5公尺寬的車道，判定的標準為：車輛煞車時方向盤的修正兩秒內不得大於120°，全程不得大於240°，外側輪不可超過跨越交界面。



▲ 圖2 分隔路面試驗

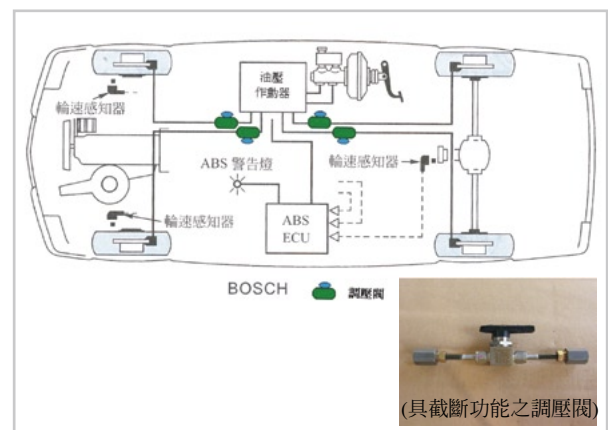
防鎖死煞車系統的效能在上述的各項試驗中，可驗證其在車輛全負載、無負載、高/低速、及高低抓地力路面上之嚴苛條件下的效能，如果系統設計不良，在其中的某些條件下就會發生車輛不穩定或者煞車力不足的現象。

三、廠商需要配合整備事項

車輛進行防鎖死煞車檢測時，需要進行煞車系統改裝以符合檢測模擬之狀態，由於各車廠對車輛的煞車系統設計各有其專業考量，故管路之改裝工程，須由熟悉自家車輛的業者自行進行。包括在抓地力利用率試驗中為了求得抓地力係數(k)，必須進

行車輛煞車管路改裝，使前後軸煞車個別失效，故必須進行以下之整備：

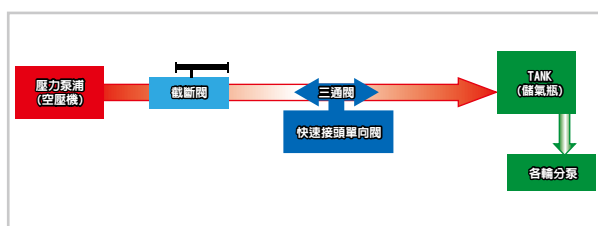
1. 於車輛煞車系統之各輪分泵迴路上進行「調壓閥」之裝設，如圖3所示，於車輛之防鎖死煞車系統油壓作動器後方迴路，連接至各輪分泵的油管上安裝調壓閥。調壓閥上須以“FL”、“FR”、“RR”與“RL”標註方式分別代表連接至“前左”、“前右”、“後右”與“後左”各輪分泵。藉由調壓閥之裝設可使車輛前後軸單獨失效，亦可協助測試員微調管路壓力，在進行抓地力係數(k)量測時，減少逼近車輪鎖死臨界值的時間。上述之調壓閥應安裝於車輛引擎室中可進手操作之位置，以利測試員進行試驗之閥門操作。



▲ 圖3. 車輛進行調壓閥改裝示意圖

2. 若車輛具備能量儲存裝置（一般為氣壓式），則需先進行能量消耗試驗之整備：即針對配備能量儲存裝置之煞車系統，須進行試驗。其改裝整備作業是指在能量供應裝置（空氣壓縮機）至煞車系統所屬能量儲存裝置（儲氣桶）之間

的管路裝置一「截斷閥」，如圖4所示，確認該截斷閥僅能關閉煞車系統之能量供應；其他氣壓系統如氣壓懸吊等設備之能量供應，不可因截斷閥之操作而造成不正常作動。而測試時測試員可藉由截斷閥之操作，進行截斷儲氣桶之能量供應測試。此外，若此一能量儲存裝置為液壓式，則必須在截斷閥與煞車系統所屬能量儲存裝置之間加裝一「三通閥」並連接「快速接頭單向閥」。



▲ 圖4. 進行能量消耗試驗改裝示意圖

四、檢測單位執行時的注意事項

為了滿足法規檢測之要求，檢測單位必須在嚴苛的條件下進行防鎖死煞車的試驗，對於測試員的執行風險相對提高，例如包含：於低抓地力路面執行高速(120 km/h)測試、以高速(120 km/h)從高抓地力進入低抓地力路面。這兩項測試過程中可能會因為車輛問題、路面條件或測試員的操控而造成車輛衝出測試道，更甚者會導致車輛翻覆，危及測試員安全與造成車輛財損，是屬於風險性較高的測試。因此在這些測試之前，測試員一定要特別進行車輛管路、底盤各零件之查驗，以確保測試時不會因為車輛零件損壞而發生危險。此外，在車輛進行測試之前，須檢查測試道路面有無落葉或者小碎石等會影響路面抓地力的雜物。並且對測試道車輛數量進

行管制，確保測試範圍內淨空方能進行測試。

至於車輛中心的試車場則有針對「煞車性能測試道」特別設計，如在低抓地力路面後段還有高抓地力路面的設緩衝區，及在各測試道之間加強灌木叢等植被，確保車輛萬一衝出測試道後，其慣性作用可被灌木叢吸收，減低傷害。在測試人員方面，除了要求通過試車場駕駛檢定的駕駛技術，以及定期進行內部駕訓以外，亦特別要求在執行高風險測試時，先從低速測試執行測試，循序漸進的加速到法規要求的測試車速。以低抓地力路面執行高速(120 km/h)測試為例，測試員須先以60 km/h、80 km/h、100 km/h、110 km/h車速執行測試，確認測試時車輛可穩定煞停，再執行120 km/h之測試，不但以最嚴苛的風險管理標準進行車輛測試，確保測試過程的安全性，同時也為車輛的防鎖死煞車性能把關。

五、結語

歐洲防鎖死煞車法規已實施多年並投入相當多的人力進行研究，不斷提升防鎖死煞車系統的效能。而國內近年來車輛安全逐漸受到重視，雖然仍有部份車廠為了符合顧客價錢考量的需求而將防鎖死煞車系統移除，但是將防鎖死煞車系統列為標準配備，已是勢在必行的趨勢。特別是隨著國內車輛安全檢測基準的建立，防鎖死煞車系統的制動效能也可在國內得到驗證。雖然測試方法較為複雜，且測試過程中風險性偏高，因此建立測試能量的門檻較高。車輛中心目前為交通部車安中心(VSCC)唯一

認可的合格檢測機構，具有足夠的測試能量執行防鎖死煞車試驗。未來除了配合執行車輛安全檢測基準之外，也期許與國內車廠相輔相成，協助提供消費者更優質的安全系統。

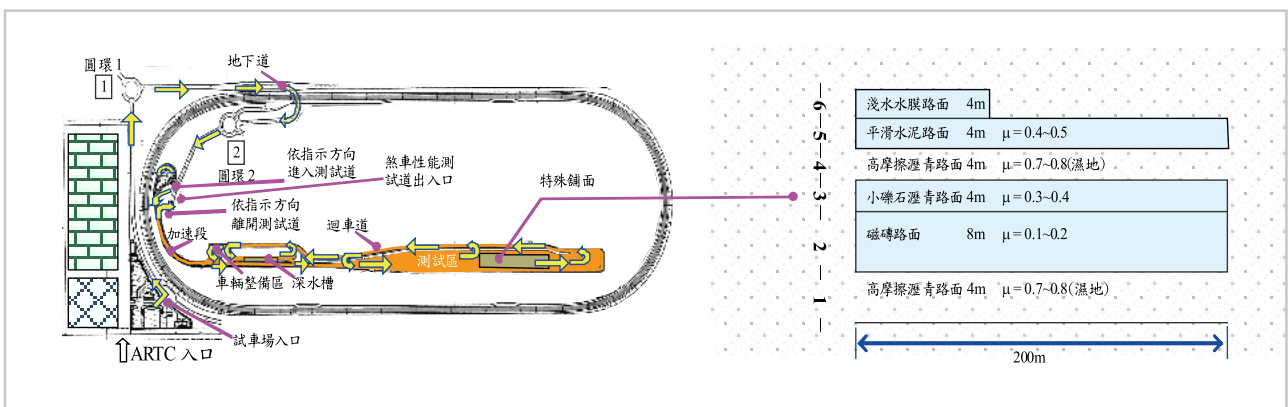
七、參考資料

- [1] 交通部車輛安全檢測基準-43防鎖死煞車系統
- [2] UN/ECE R13H法規條文
- [3] 葉重宇，(速率計/轉向系統/動態煞車系統/防鎖死煞車系統)，97 上半年度車輛安全法規檢測說明會
- [4] 施家峰，(防鎖死煞車系統檢測說明)，95年檢測/審驗說明會

防鎖死煞車系統檢測的專家－ARTC試車場

目前ARTC試車場是國內(東南亞)唯一一座標準的國際級試車場。可執行各類車輛之煞車、操控安全、性能、耐久與噪音等多項測試。同時，試車場的煞車性能測試道具備多種不同摩擦係數的測試路面，包含高摩擦瀝青(一般柏油)路面($\mu=0.7 \sim 0.8$)、平滑水泥路面($\mu=0.4 \sim 0.5$)、小礫石瀝青路面($\mu=0.3 \sim 0.4$)與瓷磚路面($\mu=0.1 \sim 0.2$)，可模擬外界多數路面環境之摩擦係數，是應用於防鎖死試驗的最佳測試道。

防鎖死煞車試驗，須使用抓地力係數0.8左右的高抓地力路面與抓地力係數低於0.3的低抓地力路面，其中，ARTC試車場的煞車性能測試道全長600 m，寬44 m，包括長200 m，寬32 m，有特殊鋪面位的中段測試道，以及長200 m，寬8 m 的瓷磚路面(參考下圖)，唯有具備乾燥柏油路面與濕瓷磚路面才能符合防鎖死煞車試驗的測試路面要求。此外，本中心的試道在進行測試時，也可開啓測試道灑水系統使路面濕滑以達到宣告之抓地力係數。



▲ 煞車性能測試道

測試使用儀器需求：

目前車輛中心主要承接防鎖死煞車系統檢測的實驗室為「實車測試實驗室」，針對防鎖死煞車系統檢測如下表一為各項設備需求。

▼ 表一 防鎖死煞車測試設備需求

設備名稱	規格需求	功能
資料擷取記錄器	Sample rate : 0.1秒 可直接經由設定擷取頻率(sampling rate)而擷取測試數據。一般之需求為： 類比訊號(含溫度)：6 channels以上 數位訊號：4 channels以上	擷取與記錄資料
力量量測儀器	Range: 0~100 kgf Accuracy: ± 0.5 kgf at 50 kgf (亦即1% R.O.或0.5%F.S.) Max non-linear: ± 1 kgf over the range	量煞車踏板踏力或拉力
應變放大器	8 channels(含)以上	踏力計、拉力計、加速規訊號放大
速度量測儀器	Accuracy: $\pm 1\%$	量測車速、煞停距離
環境量測設備	環境溫度(ambient temperature) · Range: 0 ~ 40°C · Accuracy: $\pm 1^\circ\text{C}$ at 25°C · Resolution: 0.5°C 風速計(anemometer) · Range : 40 km/h或12 m/s · Accuracy : ± 1.6 km/h 或 ± 0.45 m/s at 20 km/h 或 6 m/s	量測風速、溫度
地磅量測儀器	Accuracy : ± 1 kg (2噸) Accuracy : ± 5 kg (20噸)	量測車輛重量

