



輪胎分級，省油耗，空氣更清淨！

國外輪胎標籤發展現況 與檢測方法

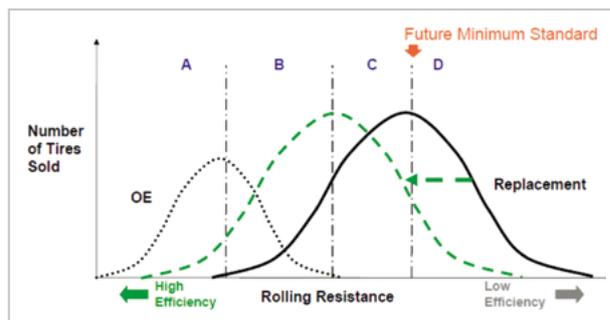
車輛研究測試中心 廖慶復 黃敏祥 蘇奉群

你一定知道減少燃油消耗也等於減少二氧化碳排放，但是你可能不知道節省1公升汽油就可少2.3公斤的二氧化碳排放！因為空氣與燃料在引擎裡頭可以完全燃燒的混合比率，大約是14.7：1，意思是每燃燒1公斤的汽油，需要有14.7公斤的空氣與之良好混合，才能得到完全燃燒。而二氧化碳是氣體，密度每公升約2克，看似很輕，但若以體積計算的話，每燃燒1公升的汽油，引擎就會排放出1,150公升(相當於2.3公斤)的二氧化碳，這個數據是不是很值得大家好好來深思如何提升車輛的燃油效率呢！

一、前言

全球石油的使用需求有20~30%是用於交通運輸，而車輛在行駛過程中，輪胎滾動阻力所需的能耗則為約佔總能耗的15~30%，每年約為1.6 billion kW，幾乎與工業所消耗的能源約1.76 billion kW旗鼓相當[1]。由此可知，每年消耗在輪胎滾動阻力上的能量是多麼龐大，這也解釋為何各大車廠及輪胎廠紛紛鎖定輪胎作為節能項目的原因。

一般而言，輪胎產業可分為兩大市場，一為整車廠及供應鏈所形成的原廠輪胎(Original Equipment, OE)市場，另一個為使用中車輛的替換輪胎(Replacement Tire, RT)市場。由於原廠輪胎市場會隨著新車油耗標準的加嚴，而必須配備更低滾動阻力的輪胎，間接管制了原裝配輪胎性能水準；但使用中車輛的替換輪胎卻沒有類似的耗能管制標準，所以造成市售替換輪胎之滾動阻力分佈都遠高於原廠輪胎(詳如圖1所示[2])。以美國為例，每年銷售高達1.81億條的小客車替換輪胎中，就有78%未能達歐盟2012年11月即將實施的「輪胎效率分級標籤」法規最低標準；而歐盟地區本身也有38%未能達到其最低標準，這些「效率不彰」輪胎自然成為使用中車輛整體油耗與二氧化碳排放上升的因素之一。



▲ 圖1、新車標配胎與使用中替換胎滾動阻力分佈



二、國外輪胎標籤法規介紹

為減少運輸車輛二氧化碳的排放，國際能源署 (International Energy Agency, IEA) 在2009年提出輪胎最低性能標準及分級標籤制度等建議，希望能改善運輸能源效率。現階段包括歐盟、美國、日本與韓國皆已在計劃或預備陸續推行「輪胎效率分級標籤」法規，如日本從2010即開始實施自願性輪胎標籤制度；歐盟及韓國則將於2012年11月開始實施強制性輪胎標籤法規，美國雖尚未公布實施日期，惟其法案也已進行至最後階段。如圖2所示[3-4]。各國相關規範說明如下：

country or area	effective date	RR						Wet Grip						Noise						Wear
		Threshold			Grading			Threshold			Grading			Threshold			Grading			Grading
		PC	LT	TB	PC	LT	TB	PC	LT	TB	PC	LT	TB	PC	LT	TB	PC	LT	TB	PC
UN/ECE	Nov. 2012	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
EU	Nov. 2012	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Japan	Jan. 2011	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Korea	Nov. 2012	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
USA	?	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
China	?	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Legend: Green = mandatory application to energy efficiency; Yellow = regulation on carbon dioxide emissions will be defined in future.

▲ 圖2、各國輪胎標籤推動現況[3]

(一) 歐盟

歐盟為符合2008年氣候及能源法案中對於車輛排放規章之要求，擬於2012年前將小客車二氧化碳排放量降低至120 g/km以下；因此，2009年頒佈了 EC 661/2009 《歐盟汽車安全的型式認證要求》和 EC 1222/2009 《關於燃油效率及其它基本參數的輪胎標籤》兩項輪胎法規。EC 661/2009條例中對乘用車(C1)、輕型貨車(C2)及大客貨車輪胎(C3)之滾動阻力、噪音和濕地抓地力的最低指標進行了明確規定，管制範圍更涵括新車與使用中車輛之替換輪胎，如表1所示[5]。以C1為例，從2012年11月起，

輪胎廠生產之輪胎如無法符合該標準，就無法於歐盟市場中販售；至於C2與C3之濕地抓地力標準部份，目前則尚未完成標準制定。

▼ 表1、歐盟輪胎管制標準及輪胎標籤

項目		Passenger car C1 Tyres	Light Truck C2 Tyres	Truck & Bus C3 Tyres
Stage 1 (2012/11)	滾動阻力	12.0 kg/t	10.5 kg/t	8.0 kg/t
	濕地抓地力	>1.1 G	--	--
	滾動噪音	70-74 dB(A)	72-73 dB(A)	73-75 dB(A)
Stage 2 (2016/11)	滾動阻力	10.5 kg/t	9.0 kg/t	6.5 kg/t

另一項EC 1222/2009輪胎標籤法規，則要求自2012年11月1日起開始，輪胎製造商必須提供給消費者輪胎燃油效率、安全性及噪音性能等相關資訊[6]，且必須提供「燃料節省率的計算器」於其網站上，以供消費者評估節能輪胎的燃料與二氧化碳之減量效益。屆時來自世界各國的輪胎製造廠也將必須在歐盟認可的第三檢測機構按照輪胎測試規範進行分級，輪胎分級標籤如表2所示。

▼ 表2、EU輪胎滾動阻力與濕地抓地力分級

Energy Efficiency class	Rolling resistance			Wet grip
	C1 Types (kg/t)	C2 Types (kg/t)	C3 Types (kg/t)	C1 Types (G)
A	RRC < 6.5	RRC < 5.5	RRC < 4.0	1.55 < G
B	6.6 < RRC < 7.7	5.6 < RRC < 6.7	4.1 < RRC < 5.0	1.40 < G < 1.54
C	7.8 < RRC < 9.0	6.8 < RRC < 8.0	5.1 < RRC < 6.0	1.25 < G < 1.39
D	Empty	Empty	6.1 < RRC < 7.0	Empty
E	9.1 < RRC < 10.5	8.1 < RRC < 9.2	7.1 < RRC < 8.0	1.10 < G < 1.24
F	10.6 < RRC < 12.0	9.3 < RRC < 10.5	RRC > 8.1	G < 1.09
G	RRC > 12.1	RRC > 10.6	Empty	Empty

其中，「輪胎燃油經濟性」主要以ISO 28580 測試之滾動阻力值，依據指令附件 I 來進行分級，從最佳性能的「綠色A等級」至最差性能的「紅色G等級」共7個等級，若某一認證之輪胎款式涵括C1、C2不同車型，則輪胎油耗標示則需以較高級距C2之測試結果作為標示之等級；「濕地抓地力」分級方式是依據ISO 23671測試規範，以相對於基

準輪胎濕地最大制動力或者減速度的指數值作為分級，從最佳性能的「綠色A等級」至最差性能的「紅色G等級」共7個等級，但現階段僅針對C1進行分級。至於在「輪胎噪音」分級部分，主要以ISO 10844量測輪胎外部之滾動噪音值作為分級指數，並依據EC 661/2009條例中不同輪胎型式之最高限值(Limit Values, LV)為基準，將輪胎噪音區分為三個等級，等級1代表輪胎外部噪音低於條例規定之最高限值3dB(A)，等級3則代表輪胎外部噪音高於條例規定之最高限值，詳如表3所示。

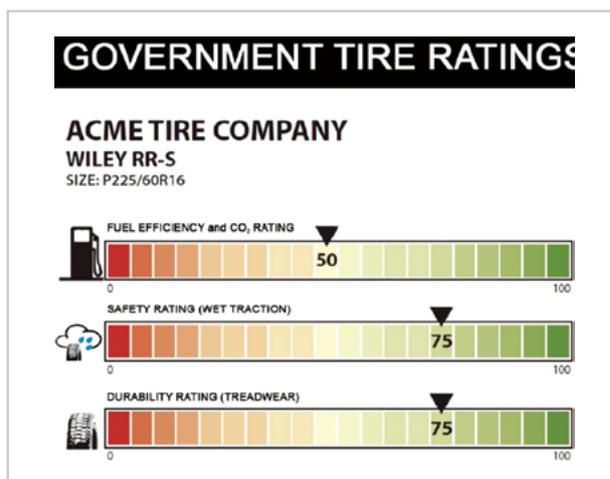
▼ 表3、輪胎噪音分級

輪胎滾動噪音 N(dB)	$N \leq LV - 3$	$LV - 3 < N \leq LV$	$N > LV$
等級			

(二) 美國

美國依據2007年能源獨立和安全法案要求，美國公路交通安全管理局(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)已於2010年3月完成消費者輪胎效率分級標籤計畫第三階段法規規範修訂，針對C1替換輪胎進行管制，新車標配胎則不受分級制度的規範[7]。其分級項目包含滾動阻力、濕地抓地力和耐磨性；以ISO 28580輪胎滾動阻力測值作為燃油效率的分級指數，濕地抓地力和耐磨性則沿用美國輪胎質量分級標準之指數進行分級，各項指標主要以0~100分來區分，數字越高表示輪胎該項性能越好，詳如圖3所示。而在認證程序上，係由NHTSA根據各輪胎廠提報之自行測試結果給

予分級，並公佈在美國政府汽車安全網站，消費者可從分級標籤比較出輪胎的整體性能。



▲ 圖3、美國輪胎標籤

(三) 日本

日本為降低運輸部門二氧化碳排放，除透過Top Runner Approach加嚴各車型新車油耗標準外，為促進低燃料消耗輪胎普及[8]，針對使用中車輛訂定非強制性低能耗輪胎標示制度，並於2010年1月開始實施，成為世界最早實施輪胎分級標準的國家。但目前為止，僅就C1乘用車夏季胎之燃油效率與濕地抓地力性能進行標示，詳如表4所示。日本評估等級指數的方式，燃油效率主要是以JIS D4234(ISO 28580)輪胎滾動阻力測值作為分級指數，共分成AAA~C五個等級；濕地抓地力則依據ISO 23671測試規範，以相對於基準輪胎濕地最大制動力或者減速度的指數值作為分級，並以百分比表示，共分成a到d四個等級，其中如測試輪胎滾動阻力係數在9N/kN以下，濕地抓地力性能在110%以上，則可額外標示為低燃料消耗輪胎。



▼ 表4、日本輪胎分級制度及標籤

滾動阻力係數 (N/kN)	等級	濕地抓地力 (%)	等級
RRC < 6.5	AAA	155 < G	a
6.6 < RRC < 7.7	AA	140 < G < 154	b
7.8 < RRC < 9.0	A	125 < G < 139	c
9.1 < RRC < 10.5	B	110 < G < 124	d
10.6 < RRC < 12.0	C		

(四) 韓國

根據南韓輪胎廠統計資料，2010年外銷歐盟區域達1,700萬條輪胎，佔總輪胎外銷比率的28%。因此面對歐盟即將於2012年年底實施輪胎效率標準及輪胎標籤法規，南韓輪胎製造商即於2011年提出非強制性的輪胎標示制度[9]，是繼日本之後第二個實施非強制性的輪胎標示制度的國家。此外，為了與歐盟輪胎法規進行調和，韓國政府也將與歐盟同步於2012年11月實施強制性輪胎分級制度，管制車型包含C1乘用車及C2輕型貨車的燃油效率及濕地抓地力性能，詳如表5所示，強制認證和標籤制度寬限期為一年。

韓國將輪胎分級認證程序委託國營能源管理公司和韓國汽車技術研究院第三檢測機構簽發證書和進行輪胎測試分級，在評估等級指數部份，燃油效率主要是以ISO 28580輪胎滾動阻力測值作為分級指數，分成1~5共5個等級，等級1代表滾動阻力非常低，相當於歐盟輪胎等級A、日本等級AAA；濕地抓地力部份亦依據ISO 23671測試規範，並分成1~5共5個等級。

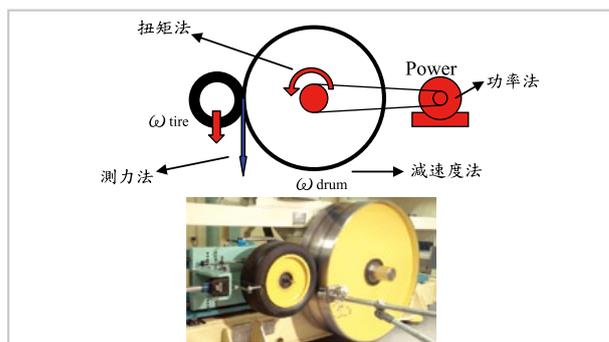
▼ 表5、韓國輪胎分級制度及標籤

Energy Efficiency class	Rolling resistance		Wet grip		
	C1 Types (N/kN)	C2 Types (N/kN)	C1 Types (G)	C2 Types (G)	
1	RRC < 6.5	RRC < 5.5	1.55 < G	1.40 < G	
2	6.6 < RRC < 7.7	5.6 < RRC < 6.7	1.40 < G < 1.54	1.25 < G < 1.39	
3	7.8 < RRC < 9.0	6.8 < RRC < 8.0	1.25 < G < 1.39	1.10 < G < 1.24	
4	9.1 < RRC < 10.5	8.1 < RRC < 9.2	1.10 < G < 1.24	0.95 < G < 1.09	
5	10.6 < RRC < 12.0	9.3 < RRC < 10.5	G < 1.09	G < 0.95	

三、歐盟ECE-R117輪胎測試方法

(一) 滾動阻力

在歐洲輪胎業界的推展下，國際標準化組織於2009年7月發佈ISO 28580(2009)，該標準將不同實驗室測試結果的相關性納入考量，可以提供不同實驗室間或不同試驗機之間試驗結果的比較方法，同時對輪胎進行質量分級評價[10]，目前歐盟、美國、日本和韓國滾動阻力的測量方法亦都採用此標準。ISO 28580之測試方式係採用室內輪鼓試驗台量測輪胎滾動阻力，實驗室必須滿足ISO/TS 16949規定，同時按照實驗室量測參數不同，可分為測力法(量測垂直於徑向輪軸上的反作用力)、扭矩法(量測轉鼓的輸入扭矩)、功率法(量測轉鼓的輸入功率)、以及減速度法(量測轉鼓和輪胎在慣性滑行的減速度)，詳如圖4所示。無論採用何種方法都要將測量數據換算成作用於輪胎與輪鼓接觸面的滾動阻力，相關測試條件如表6所示。



▲ 圖4、滾動阻力量測輪鼓試驗台

▼ 表6、ISO 28580測試規範

	C1 轎車胎	C2 載重胎	C3 載重胎
量測方法	測力法、扭矩法、功率法、減速度法		
輪胎直徑 (mm)	≥ 1708		
試驗溫度 (°C)	25		
測試速度 (km/h)	80	80	80、60 (速度等級 F~J)
荷重條件 (% of Max)	80	85	85
風壓條件	210 kPa、250 kPa (加強型)	100% of Max	100% of Max
熱機條件 (80 km/hr)	30 min	50 min	150 (內徑 < 22.5") 180 (內徑 =22.5")

(二) 濕地抓地力

歐盟ECE-R117法規濕地抓地力測試是採用ISO 23671測試方法，其中濕地抓地力指數(G)是代表測試輪胎與標準輪胎(Standard reference test tyre, SRTT)之制動力峰值係數(Peak brake force coefficient, PBFC)或平均最大減速度(Mean fully developed deceleration, MFDD)的相對測值，指數越大代表溼地抓地力性能越好[11]。試驗時允許使用兩種方法進行輪胎溼地性能試驗，一種是拖車或者專用評價車輛法；另一種是標準車輛法(M1類車輛)。兩種方法都是以測試輪胎與標準輪胎的對比值來表示，如圖5所示[12]。相關試驗條件整理如表7所示。



▲ 圖5、濕地抓地力專用拖車與SRTT輪胎

▼ 表7、濕地抓地力測試規範

		以拖車或測試專用車	以標準 M1 類車
測試方法		車速 67~63 km/h，煞車後 0.2~0.5 秒達最大煞車力，量輪胎鎖死前煞車力與垂直負載最大比值 (pbfc)。	車速 87~83 km/h 煞車，在 80 km/h 前啓動 ABS，量測由 80 至 20 km/h 的煞車距離 S，mfdd=231.48/S。
整備	測試道	1. 輪胎置於測試道 2 小時以上，使溫度與路面一致。 2. 測試道灑水半小時以上，水深 0.5~1.5 mm；或測試車附噴水系統。 3. 以非測試車胎煞車至少 10 次，調整路面狀況。	
	胎壓	SRTT：180 kpa； 測試胎 180/220 kpa	SRTT：220 kpa； 測試胎 220 kpa
	負載	SRTT：445~508 kg 測試胎：最大負載 70%~80%	SRTT：381~572 kg 測試胎：最大負載 60%~90%
	預測試	全新輪胎預測試 2 次，確認儀器但不併入結果計算。	
測試	測試順序	R1_T_R2 或 R1_T1_T2_R2 或 R1_T1_T2_T3_R2。 R1/R2：以 SRTT 標準胎各測試 3 次；SRTT 之 pbfc 應介於 0.6~0.8。 T1/T2/T3：測試輪胎，每型至少測 6 次。	
	結果確認	若 R2 三筆變動率 >5%，則全部 Fail。 T1/T2/T6 各自六筆變動率 ≤ 5%	若 R2 三筆變動率 > 3%，則全部 Fail。 T1/T2/T6 各自六筆變動率 ≤ 3%

(三) 輪胎噪音

歐盟法規輪胎噪音量測是採用ISO 10844測試方法，其中測試場地要求必須是自由聲場，距試驗區域中心50 m內沒有大的聲音反射體，試驗道路寬度至少為3 m，兩邊端點距AA和BB兩邊至少10 m，最小場地要求如圖6所示[13]。

測試環境：風速應小於5 m/s，大氣溫度介於5~40°C，路表溫度介於5~50°C之間，背景噪音需與量測值差異10 dB(A)以上。

試驗車輛：必須是兩軸裝配4條單胎之機動車輛，安裝C1輪胎車輛軸距應小於3.5 m，安裝C2和C3輪胎時軸距應小於5 m。其中測試輪胎必須是新胎，測試前須先進行100 km的輪胎磨合，接著依測試輪胎胎側標示之負載與胎壓進行測試車配重及測試胎壓調整。

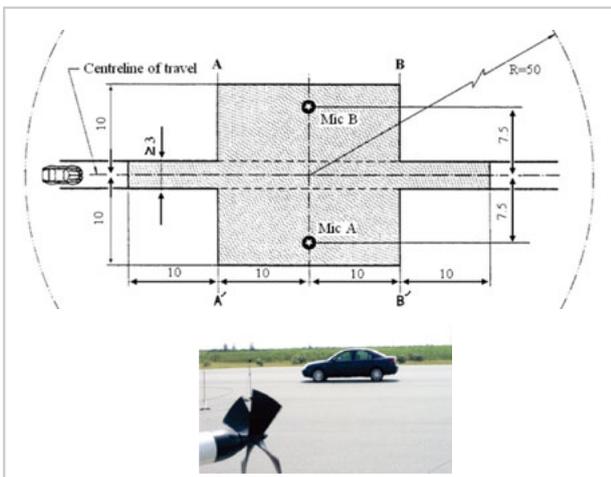
測試方式：輪胎/路面噪音量測會在測試區域中間兩側垂直距離7.5 m處架設2支麥克風，



車輛必須在測試區域內(AA'和BB'之間)保持直線行駛，車輛行駛中心線儘可能接近中心線，當試車輛的前端到達AA'的位置時，駕駛員必須將變速箱排入空檔，關閉發動機，試驗車輛的每側至少重覆量測4次。

測試車輛速度：C1、C2之參考速率為80 km/h，C3之參考速率為70 km/h，但非以參考速率直接量測輪胎/路面噪音，而是以參考速率為中點，在 ± 10 km/h範圍內量測不同等間距速率之噪音，再以迴歸計算求取參考速率噪音值。

四、結論



▲ 圖6、噪音測試最小場地要求

歐盟地區將於2012年11月起開始實施的強制性輪胎最低性能標準與輪胎分級標章，勢必將帶動各個國家和地區對輪胎滾動阻力、濕地抓地力及噪音性能的重視。而以台灣每年外銷歐洲、美洲及亞洲等地區之數量約為內銷佔比的一倍以上的國內輪

胎產業發展而言，此項新法規上路的影響實不可小覷。一直以來，國內輪胎業者對於投入環保節能輪胎研發不遺餘力，產品品質早已深獲世界各國肯定，惟面對全球節能效率議題及爭取輪胎外銷市場，政府及業者均應需加緊腳步，包括國內CNS測試規範與歐盟認證的ECE-R117進行調和，以及完備ECE-R117法規的測試能量等，車輛中心也持續關注國際法規趨勢與相關研究，冀希確保台灣輪胎產業的國際競爭力以及暢通海外布局通路。

五、參考文獻

- [1] Commission of the European Communities (2008b, May). Commission staff working document accompanying the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council concerning type-approval requirements for the general safety of motor vehicles: Impact assessment. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2008:1908:FIN:EN:PDF>.
- [2] Luke Tonachel, "Moving Forward with California's Tire Efficiency Program," Natural Resources Defense Council, Dec 2007
- [3] 紀世偉, "Global status of tire grading and Progress," 財團法人車輛研究測試中心, November 2011.
- [4] <http://www.adsalecprj.com/Publicity/lang-trad/MainPage.aspx>



NEWS

AUTOMOTIVE RESEARCH & TESTING

<http://www.artc.org.tw>

- [5] European Parliament (2009a). Regulation (EC) No 661/2009 of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning type-approval requirements for the general safety of motor vehicles, their trailers and systems, components and separate technical units intended therefor. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:200:0001:0024:EN:PDF>.
- [6] European Parliament (2009b). Regulation (EC) No 1222/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the labeling of tyres with respect to fuel efficiency and other essential parameters. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0046:0058:EN:PDF>.
- [7] U.S. National Highway Traffic Safety Administration (2010, March). "Tire Fuel Efficiency Consumer Information Program." Docket No. NHTSA-2010-0036.
- [8] 台灣區橡膠工業研究試驗中心，「輪胎、燃料與環境節能」，橡膠工業，第34卷，第十一期，2010年，頁32-33
- [9] <http://www.michelinchallengebibendum.com/en/NEWS-AND-PUBLICATIONS/News-and-publications/South-Korea-Rolls-Out-Tire-Labeling-in-Sync-with-EU>
- [10] 李紅偉，「淺析ISO 28580：2009輪胎滾動阻力測試方法」，輪胎工業，第30卷，2010年5月，頁259-264
- [11] 趙冬梅，「ECE R117法規對輪胎雜訊和濕路面附著性能要求的分析」，輪胎工業，第29卷，2009年4月，頁522-528
- [12] http://www.global-autonews.com/board/view.php3?table=bd_chae_war&gubun=7&page_num=7&idx=4902&key=
- [13] 黃文彥(2008)“歐盟輪胎噪音法規上路，台灣因應之道”，財團法人車輛研究測試中心車輛研測資訊雙月刊，第63期，pp.10-13