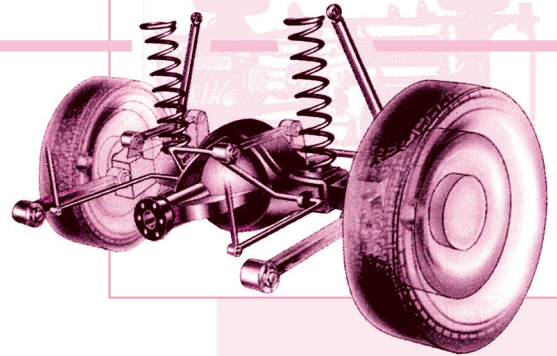


Chapter 3

煞車系統



3.1 概述

3.1.1 煞車原理

一、概述

1. 行駛時車輛所具有之動能，與車重的大小及行駛速度的平方成正比。故車重愈大，行駛速度愈高，所需的煞車力量也愈大。
2. 因煞車摩擦產生的熱，通常要比發散的熱大得多，所以煞車後會使煞車鼓(盤)之溫度升高，因此煞車各部零件必須能耐高溫，且通風良好。

3

132

汽車學 III (底盤篇)

CHAPTER 3

二、煞車原理

1. 液壓煞車：係利用巴斯葛原理(Pascal's Principle)，在密閉容器中的液體，受到壓力作用時，此壓力會傳到液體之各部分而保持不變，如圖 3.1 所示。將煞車踏板之踏力傳遞到各車輪，如圖 3.2 所示。

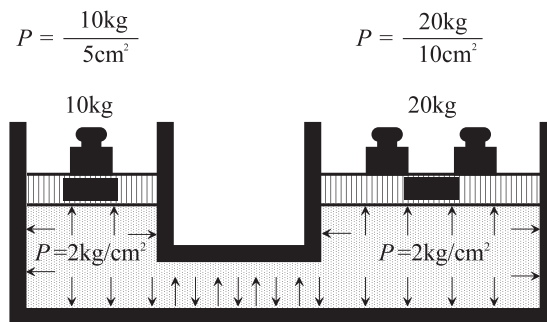


圖 3.1 巴斯葛原理(自動車的構造)

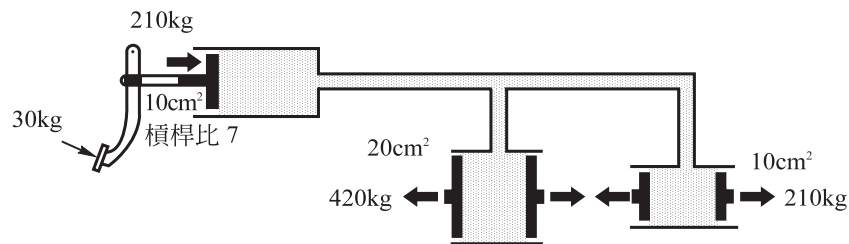


圖 3.2 油壓煞車原理(自動車的構造)

2. 空氣煞車：係利用壓縮空氣之壓力，推動連桿旋轉凸輪，使煞車蹄片張開，產生煞車作用。
3. 增壓煞車：係利用真空或壓縮空氣與大氣之壓力差，以產生較大制動力之作用。
4. 引擎煞車：係汽油車利用汽車引擎進氣行程之真空吸力、壓縮行程活塞阻力與引擎摩擦力等，在汽車減速或下長坡時協助煞車系統產生煞車作用。

3.1.2 煞車距離與煞車效果的關係

一、概述

汽車在行駛中，駕駛發現前方發生危險狀況，而採取煞車動作到車輛停止，可分為空走時間(距離)與實制動時間(距離)兩個階段。

二、空走時間(空走距離)

1. 駕駛發現有煞車的必要，腳離開油門踩煞車踏板，到煞車蹄片壓緊煞車鼓(盤)產生煞車作用前所需之時間。
2. 反應時間影響之因素很多，如外部條件的交通環境，看不清楚的晚上，下雨天等。內部條件如疲勞、患病、長途駕駛、情緒等身心的條件都會產生很大之影響。

三、實制動時間(實制動距離)

1. 煞車踏板踩下後，煞車蹄片壓緊煞車鼓(盤)產生制動力開始，到車子完全停止所需的時間，為實制動時間。此段時間車子所經過的距離為實制動距離，如圖 3.3 所示。
2. 汽車之煞車距離 = 空走距離 + 實制動距離。

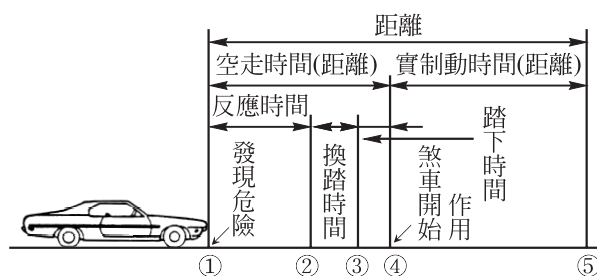


圖 3.3 煞車時之動作(自動車的構造)

四、煞車分配

煞車時，車子之重量會向前移動。緊急煞車時因重量前移而使後輪很快被鎖住，因此一般車輛通常煞車分配為 55~45，甚至 60~40 的極端比例，可使緊急煞車時延遲後輪之鎖住，使前輪摩擦力良好，得到更大的制動效果。

3.1.3 | 煞車油

一、煞車油應具備之特性

1. 化學性安定，不會產生沉澱物。
2. 具有適當的黏性及潤滑性，且溫度對黏性之變化影響要小。
3. 沸點要高，以防產生氣阻。
4. 冰點低，引火點要高。
5. 對金屬及橡膠不會產生腐蝕、軟化、膨脹之影響。

二、煞車油的分類

依 DOT(Department of Transportation)分為三種。

1. DOT 3

- (1) 具吸濕性，依 SAE 試驗，DOT 3 經由煞車系統各微小間隙，每年可吸收其體積 2% 的水份，銹蝕煞車系統內零件，使煞車油變濃稠，且由於氣阻溫度(Vapor Lock Temperature)降低，會造成踩下煞車踏板軟綿綿的情形，因此必須使用密封式儲油室。
- (2) DOT 3 溶解力強，不可沾到漆面。

2. DOT 4

- (1) 吸濕性比 DOT 3 低，價格比 DOT 3 高。使用 DOT 3 的煞車系統，也可使用 DOT 4。
- (2) DOT 4 適用於工作溫度高於鼓式煞車的碟式煞車系統。2006 年時，大部分在美國生產的汽車均使用 DOT 4 煞車油。

3. DOT 5

- (1) 通常稱為矽基煞車油(Silicone-based Brake Fluid)，無吸濕性，能耐更高溫度。與 DOT 3 或 DOT 4 不能共存，不能與任一種混用。為辨別容易，新的含矽煞車油為紫色，而 DOT3 與 DOT4 為透明琥珀色。
- (2) DOT 5 空氣溶入性，為多種乙二醇混合液 DOT 3 與 DOT 4 的三倍，因此煞車系統內的空氣較不易放除乾淨；且壓縮性高，潤滑性能不佳，所以並不太適用許多煞車系統。

4. DOT 5.1

- (1) 與 DOT 3、DOT 4 一樣，是屬於聚乙二醇基煞車油(Polyethylene Glycol-based Fluid)，即乙二醇－乙醚化合物，故 DOT 5.1 與 DOT 3、DOT 4 是可相容的。
- (2) 由於能與濕氣產生反應，進而抵銷濕氣的影響，使煞車油的濕沸點下降速度會變緩慢，故 DOT 5.1 比 DOT 4 的使用壽命長，而 DOT 4 又比 DOT 3 的使用壽命長。
- (3) DOT 5.1 也是透明琥珀色，其乾沸點與濕沸點是所有等級煞車油中最高者。
- (4) 所謂乾沸點，是表示煞車油在煞車系統中，特別是在最高溫度的煞車分泵中之耐熱性，煞車油超過其乾沸點溫度時，會產生蒸氣泡而無法制動；而所謂濕沸點，是表示煞車油超過其濕沸點溫度時，在一定的條件下就會吸收水氣，而降低其沸點，因此每隔 1~2 年煞車油就必須換新。

三、煞車油的標準規格

SAE 及 DOT 建立有煞車油的標準規格，如表 3.1 所示。

表 3.1 不同煞車油的乾、濕沸點規格(Automotive Chassis Systems)

	DOT 3	DOT 4	DOT 5	DOT 5.1
乾沸點(°C)	205	230	260	270
濕沸點(°C)	140	155	180	190

習題 3.1

一、是非題

- () 1. 密閉容器中的液體受到壓力作用時，此壓力傳到液體的各部分能保持不變。
- () 2. DOT3 與 DOT4 煞車油不能共存。
- () 3. DOT5 的乾、濕沸點比其他煞車油都高。
- () 4. 汽車的煞車距離係指其實制動距離。

二、選擇題

- () 1. 利用真空與大氣之壓力差，以產生較大制動力者稱為
(A)引擎煞車 (B)增壓煞車 (C)空氣煞車 (D)液壓煞車。
- () 2. 下述何項非煞車油應具備之特性？ (A)適當黏性 (B)冰點低 (C)對橡膠不會產生膨脹之影響 (D)沸點低。
- () 3. 含矽煞車油為 (A)DOT2 (B)DOT3 (C)DOT4 (D)DOT5 煞車油。
- () 4. 煞車油是以 (A)API (B)SAE (C)DOT (D)JIS 的方式分類。
- () 5. 有關煞車油具吸濕性的敘述，以下何項錯誤？ (A)會使煞車油變質 (B)氣阻溫度降低，表示其使用安全性會降低 (C)吸濕性會使煞車油的沸點提高 (D)會使煞車系統內的零件銹蝕。
- () 6. 對 DOT 4 煞車油的敘述，以下何項錯誤？ (A)使用 DOT 3 的煞車系統，也可使用 DOT 4 (B) DOT 4 與 DOT 5 可共存 (C)適用於碟式煞車系統 (D)吸濕性比 DOT 3 低。
- () 7. DOT 5.1 煞車油與 (A)DOT 5 (B)DOT 4 (C)DOT 3 (D)DOT 4 及 DOT 5 煞車油不能相容。

學

後

評

量

- ()8. 對 DOT 5.1 煞車油的敘述，以下何項錯誤？ (A)其乾、濕沸點是各級煞車油中最高者 (B)為矽基煞車油 (C)顏色是透明琥珀色 (D)其濕沸點下降速度慢，故使用壽命長。

三、填充題

1. 增壓煞車是利用壓縮空氣與_____，或大氣壓力與_____間之壓力差，以產生較大的制動力。
2. 空走時間包括_____時間、_____時間與_____時間。
3. DOT 4 適用於_____式煞車系統。
4. DOT 3 _____性強，而 DOT 5 為_____性強。

四、問答題

1. 何謂巴斯葛原理？
2. 何謂空走時間？
3. 試述 DOT 3 煞車油的特性。





3.2 油壓煞車機構

3.2.1 煞車總泵的功能、構造與作用

一、煞車總泵的功能

煞車踏板踩下時，煞車總泵內之活塞將煞車油壓送到各輪之分泵，推動分泵活塞，將來令片壓緊在煞車鼓或煞車盤上，產生煞車作用，如圖 3.4 所示。

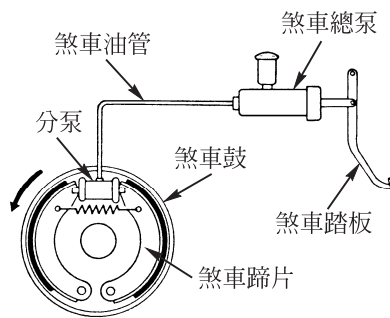


圖 3.4 煞車總泵的作用(三級自動車シャシ)

二、煞車總泵的構造與工作原理

1. 單迴路型煞車總泵

(1) 煞車總泵

- ① 如圖 3.5 所示，為儲油室及煞車總泵分開之分離式煞車總泵斷面分解圖。總泵本體中有推桿、活塞、皮碗、單向閥等配件。

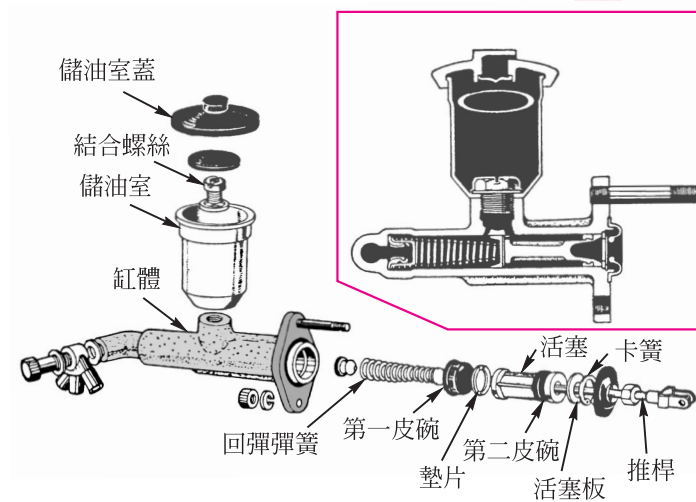


圖 3.5 煞車總泵的構造(三級自動車シャシ)

② 單向閥(Check Valve)的功用及作用

- ① 單向閥又稱防止門，裝在煞車總泵之出口處，可保持煞車油管及分泵中之油壓，使略高於大氣壓力，其功用有：
 - 防止空氣進入煞車系統中。
 - 使煞車之作用迅速。
- ② 單向閥之作用：如圖 3.6(a) 所示，為煞車未踩時，單向閥因彈簧壓力與閥座密閉接合，將煞車總泵與煞車油管中之煞車油隔離；圖 3.6(b) 所示，為踩煞車時，總泵煞車油推開單向閥流到分泵去；圖 3.6(c) 所示，為放鬆煞車踏板時，油管中之煞車油將單向閥推離閥座流回煞車總泵，當油壓低於彈簧壓力時，單向閥即關閉，回復圖 3.6(a) 之情形。

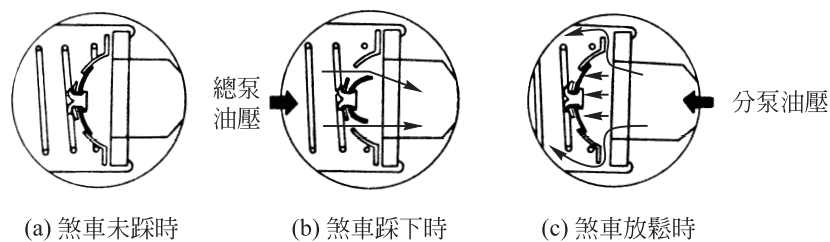


圖 3.6 單向閥之作用(自動車の構造)

(2) 煞車踏板

- ① 小型車之煞車踏板，使用如圖 3.7 所示之吊式煞車踏板，支點在上方。

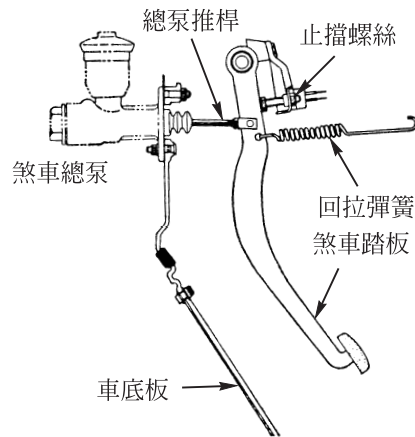


圖 3.7 吊式煞車踏板(三級自動車シャシ)

- ② 煞車踏板與車底板間之關係，如圖 3.8 所示， A 稱為踏板高度， B 為底板高度， C 稱為煞車踏板空檔。煞車踏板必須有空檔，否則煞車總泵之活塞無法回到定位，會阻塞回油孔，造成煞車咬死之故障， B 之底板高度隨煞車蹄片與煞車鼓之間隙而變，此高度不可太低，以免影響行車安全。

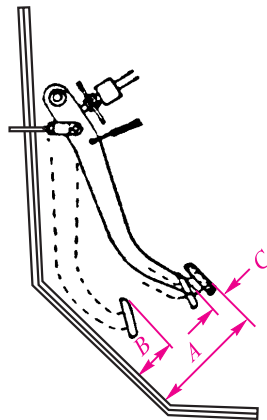


圖 3.8 煞車踏板行程位置(三級自動車シャシ)

2. 雙迴路煞車總泵

(1) 概述

- ① 單迴路的油壓煞車系統中，有任一部位破裂或漏油時，整部汽車即失去煞車作用。為保障行車安全，現代汽車均採用雙迴路煞車系統，當任一油壓迴路失效時，另一迴路仍可產生作用。
- ② 雙迴路煞車系統分成兩種，如圖 3.9 所示。前後輪式一般用於後輪驅動汽車，而前輪驅動汽車則多採用對角式，或稱交叉式。

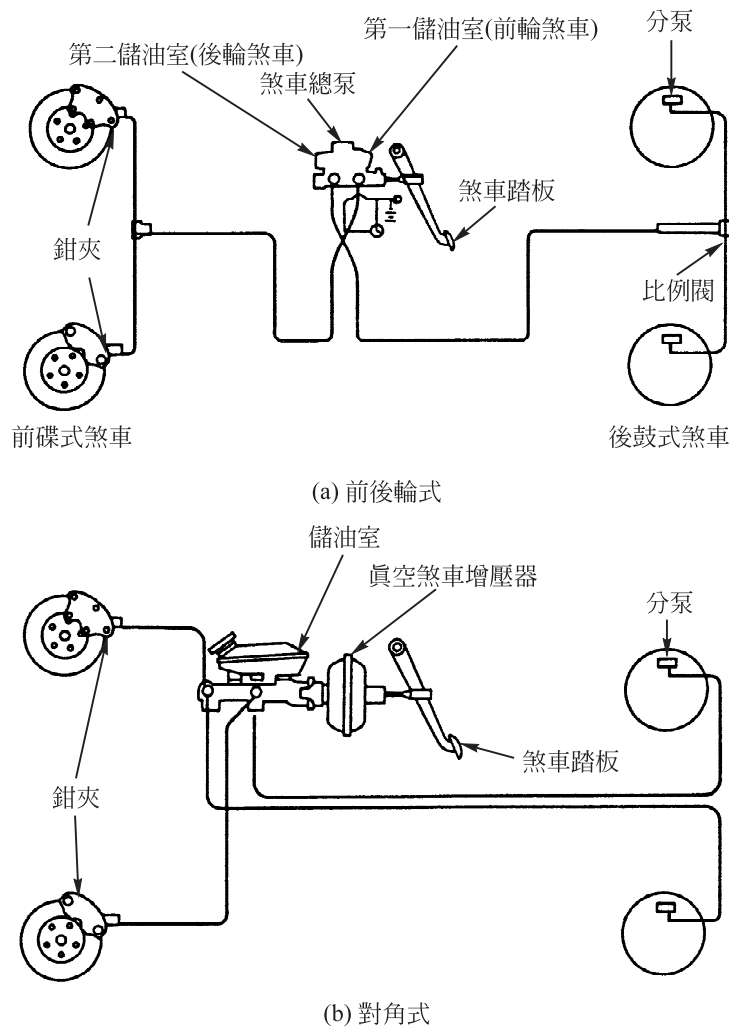


圖 3.9 雙迴路煞車系統的種類(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

(2) 構造及作用

- ① 串列式雙迴路煞車總泵，前輪與後輪或對角式各有獨立的油壓系統。如圖 3.10 所示，總泵缸內有兩個活塞，將油壓缸分成前後兩室，靠近推桿端的為後輪用，在前端的為前輪用。儲油室整體式共用，或前後輪分離式。

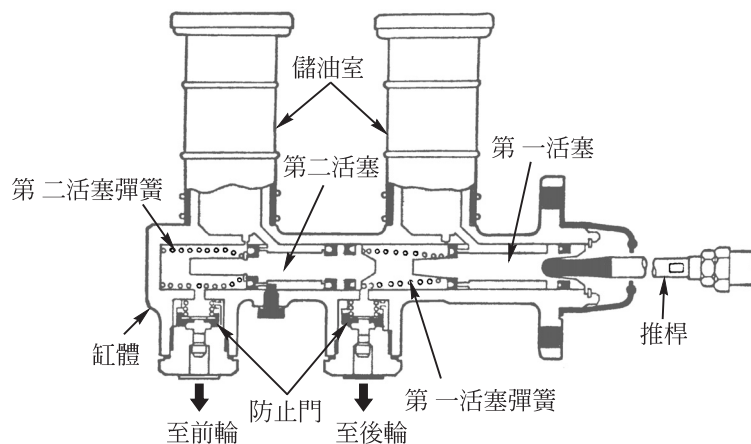


圖 3.10 串列式煞車總泵之構造(三級自動車シャシ)

- ② 正常作用時：踩下煞車踏板時，第一活塞前進，將與第二活塞間之油壓縮，此油壓一方面推動第二活塞，將油壓送給前輪，一方面送到後輪產生作用。煞車踏板放鬆時，油壓缸內之彈簧分別將第二活塞及第一活塞推回，油壓降低煞車放鬆。
- ③ 後輪系統漏油時：如圖 3.11 所示，煞車踏板踩下時，第一活塞與第二活塞間之油壓無法產生，因此第一活塞前端直接推第二活塞，將第二活塞向前推，產生油壓，使前輪產生煞車作用。
- ④ 前輪系統漏油時：如圖 3.12 所示，第二活塞前室之油壓無法產生，因此煞車踏板踩下時，第二活塞即移動到油壓缸之左端，第一活塞與第二活塞間產生之油壓可以使後輪產生煞車作用。

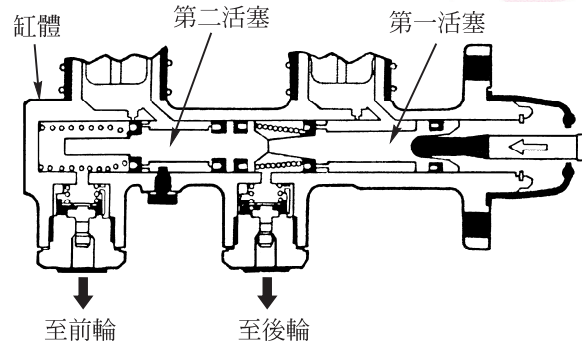


圖 3.11 後輪系統洩漏時(三級自動車シャシ)

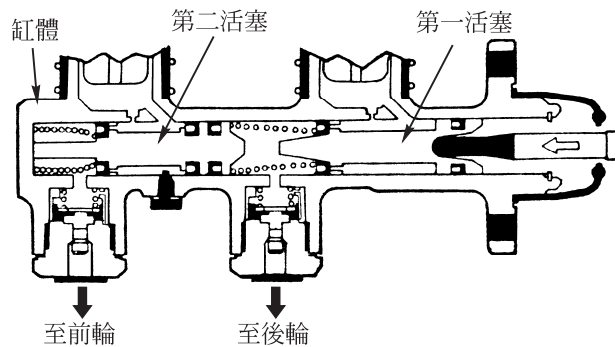


圖 3.12 前輪系統洩漏時(三級自動車シャシ)

三、比例閥(Proportioning Valve)

1. 概述

- ① 當煞車時，由於慣性作用，車輛的重心會向前移，使後輪的負荷減輕，如果前後輪的油壓還是相同時，會造成後輪提早鎖住打滑，發生側滑現象，若車輛正在轉彎，則會產生甩尾現象。
- ② 為防止後輪提早鎖住而發生危險，必須在急踩煞車時使後輪的油壓比前輪低，因此在通往後輪的煞車油管上，或煞車總泵的出口處，安裝比例閥以達到目的。

2. 種類

- (1) 雙比例閥式：係兩個後輪共用一個，如圖 3.13 所示，採用最多。
- (2) 負荷感知式比例閥：使用在商用車上，除一般比例閥的功用外，也能依車輛載重量的變化，自動調整作用於後輪的油壓，**車輛無負載時油壓小，以免後輪打滑；有負載時油壓大，以縮短煞車距離。**
- (3) 減速感知式比例閥：使用在商用車上，依車輛載重量的變化，在減速時調節送往後輪之油壓，**車輛無負載時油壓小，有負載時油壓大。**

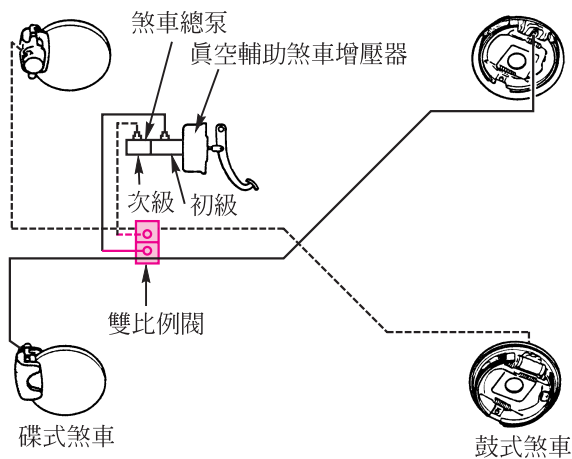


圖 3.13 雙比例閥的安裝位置(福特汽車公司)

3.2.2 | 煞車總泵輔助增壓器

一、煞車總泵輔助增壓器(Booster)的功能

1. 制動力之大小與車重及車速成正比關係，重型車及高速行駛之車輛必須要比較大的制動力；又碟式煞車因無自動煞緊作用也需較大之制動力。這些車輛僅靠駕駛的腳踏力無法有效煞住車輛，為使駕駛能以很小的踩踏力量，就能產生極大的制動力，因此現代汽車均裝有煞車總泵輔助增壓器。
2. 輔助增壓器之動力源為汽油引擎進氣歧管之真空或由真空泵產生之真空，與大氣之壓力差；或由空氣壓縮機產生之高壓空氣與大氣之壓力差。

二、煞車總泵輔助增壓器的構造與作用

1. 直接控制式

- (1) 如圖 3.14 所示，為直接控制式輔助增壓器裝置。煞車踏板踩下時，就可直接由煞車總泵產生高壓者，即煞車踏板→增壓器→總泵→分泵。
- (2) 真空與大氣浮懸式用於小型車，壓縮空氣式用於大型客貨車。

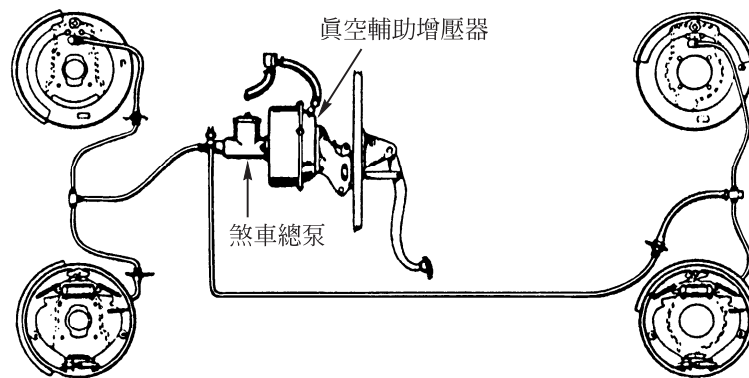


圖 3.14 直接控制式輔助增壓器裝置

(3) 單活塞真空浮懸式

- ① 動力缸內使用一組活塞，活塞兩端的 A、B 室，在引擎發動煞車踏板未踩時均為真空。
- ② 此式動力缸裝在煞車踏板與總泵間，直接協助推動煞車總泵推桿。煞車踏板之推力由閥操縱桿→閥柱塞→反作用板→總泵推桿→總泵活塞，如圖 3.15 所示。控制閥(Poppet Valve)端面同時做為真空閥及大氣閥，如圖 3.16 所示，為內外兩同心圓狀，內圓為大氣閥，外圓為真空閥，外側之真空閥與動力缸活塞之座相接，以控制 A、B 室之開閉。內側之大氣閥柱塞與座相接，以控制 B 室與大氣間之開閉。

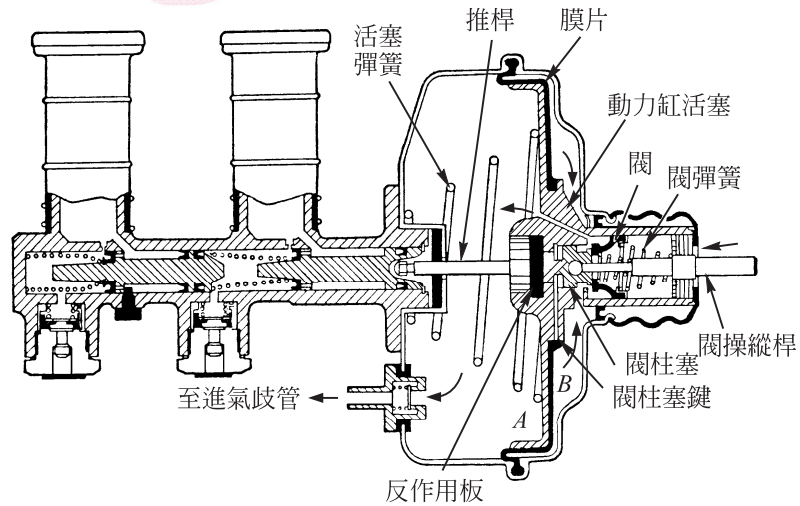


圖 3.15 單膜片真空浮懸式輔助增壓器的構造

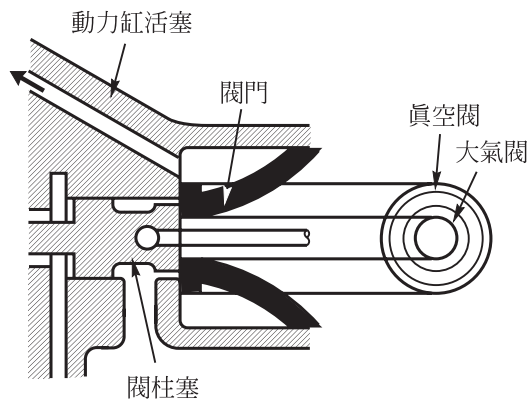


圖 3.16 控制閥之構造(三級自動車シャシ)

- ③ **未踩煞車踏板時**：未踩煞車踏板時，閥操縱桿由閥彈簧推到最右側，同時將閥柱塞向右拉動直到閥柱塞被閥柱塞鍵擋住為止，如圖 3.17 所示，此時大氣閥關，真空閥開，動力缸之 A、B 室互相連通，空氣被吸到進氣歧管，使 A、B 室成為真空。活塞彈簧將活塞推到最右側。

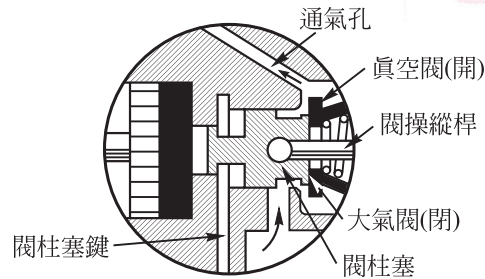


圖 3.17 煞車未踩時閥柱塞之作用(三級自動車シャシ)

- ④ **踩下煞車踏板時**：踩下煞車踏板時，如圖 3.18 所示，閥柱塞由閥操縱桿向左推動，閥彈簧使真空閥關閉，將 A、B 室之通路先切斷。閥柱塞再向左移動時空氣閥打開，空氣流入 B 室，A 室仍為真空，壓力差使動力缸活塞向左推動。如圖 3.19 所示，為閥之動作放大圖。
- ⑤ **煞車踏板踩住不動時**：煞車踏板踩到一半停止再踩下時，動力缸活塞再移動一點後，大氣閥即關閉，使空氣停止進入，動力缸活塞保持在平衡位置。此時真空閥及大氣閥均在關閉狀態，如圖 3.20 所示。

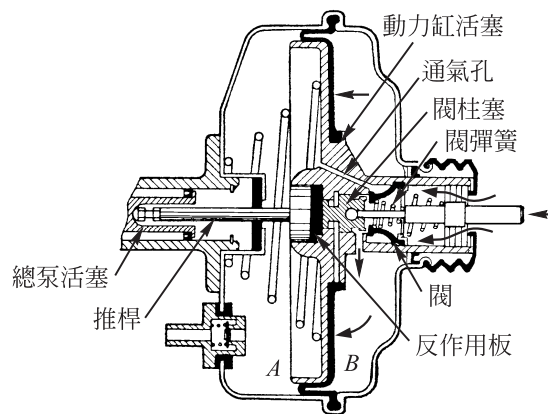


圖 3.18 煞車踩下時輔助增壓器之作用(三級自動車シャシ)

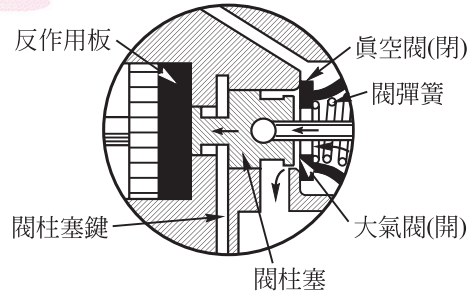


圖 3.19 煞車踏板踩下時控制閥之作用情形(三級自動車シャシ)

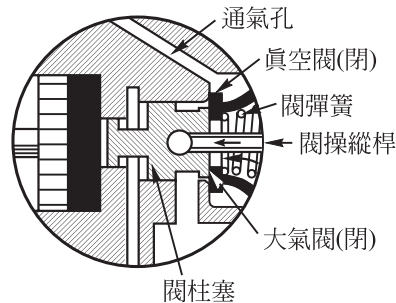


圖 3.20 煞車踏板踩住不動時，控制閥之作用情形(三級自動車シャシ)

- ⑥ **煞車踏板放鬆時**：煞車踏板放鬆時，閥柱塞因煞車總泵之反作用力及閥彈簧之作用力，將大氣閥關閉，再使真空閥打開，通到 B 室之大氣先切斷，再使 A、B 室相連通，活塞彈簧將動力缸活塞推到最右側，恢復原來狀況。
- ⑦ 如引擎熄火或動力缸故障時，光靠煞車踏板之壓力仍可以產生煞車作用，但無動力輔助，十分費力。**引擎熄火後，煞車踏板約踩三次左右，仍有輔助增壓作用。**

(4) 雙活塞真空浮懸式

- ① **動力缸內使用二組活塞，比單活塞的尺寸小，但兩組活塞相當於兩個增壓器相加的增壓效果，常用在自排車上。**
- ② 煞車踏板未踩時：大氣閥與閥操縱桿被空氣閥彈簧推到最右邊，直至與閥止動鍵接觸時才停止。大氣閥將控制閥推向右邊，使由空氣濾芯進入的大氣通道被關閉。另一方面，因真空閥與控制閥沒有接

觸，故①與②通道相通，因此真空同時作用在兩個A室與兩個B室，如圖 3.21 所示。

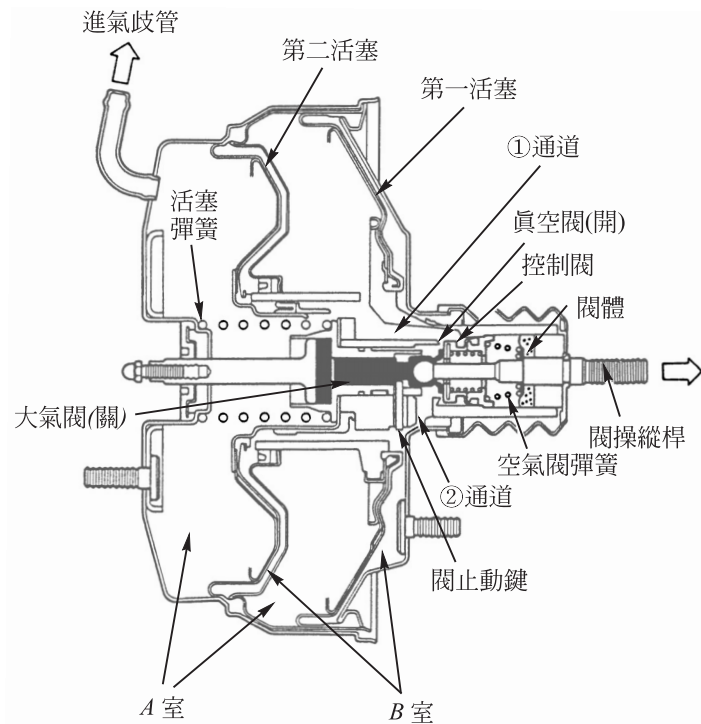


圖 3.21 雙活塞真空浮懸式煞車踏板未踩時(和泰汽車公司)

- ③ 煞車踏板踩下時：煞車踏板踩下時，閥操縱桿與大氣閥被推向左邊，使控制閥與真空閥接觸，切斷①與②間之通道，亦即切斷A、B室間之通道。接著大氣閥移離控制閥，大氣從空氣濾芯經②通道進入兩個B室，B室與A室間之壓力差，推動增壓器推桿作用在煞車總泵，如圖 3.22 所示。

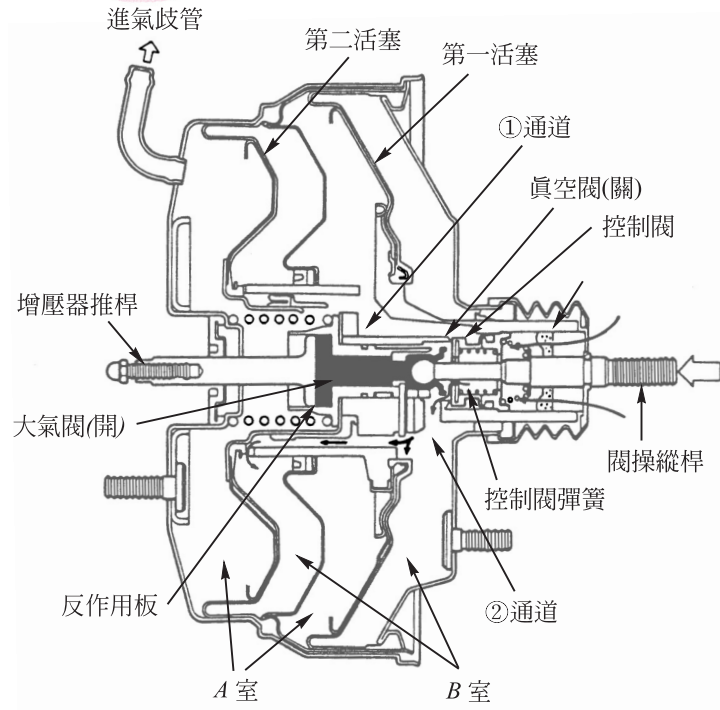


圖 3.22 雙活塞真空浮懸式煞車踏板踩下時(和泰汽車公司)

2. 間接控制式

由煞車總泵來的油壓操縱控制閥，再使增壓器產生高壓者，稱為間接控制式液壓煞車，即煞車踏板→總泵→增壓器→分泵，如圖 3.23 所示。

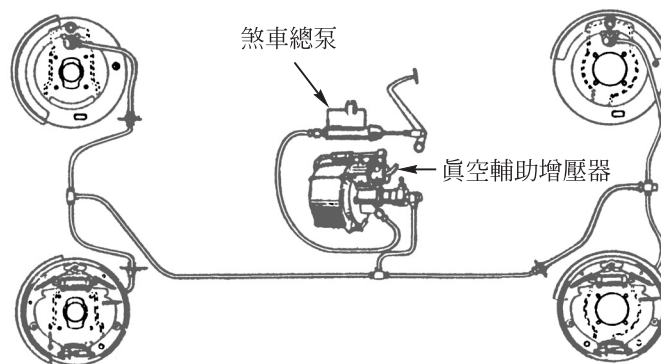


圖 3.23 間接控制式輔助增壓器裝置

3.2.3 車輪煞車裝置

一、車輪煞車裝置的功能

煞車總泵或輔助增壓器的油壓，推動煞車分泵活塞，使煞車片與煞車盤或煞車鼓接觸，將車速減慢或使車輛停止。

二、鼓式煞車裝置的構造與作用

鼓式煞車裝置由煞車底板、煞車分泵、煞車鼓、煞車蹄片及煞車蹄片固定與推動有關之連桿、彈簧、銷釘或伺服機構等組成。如圖 3.24 所示，為鼓式煞車總成之構造。

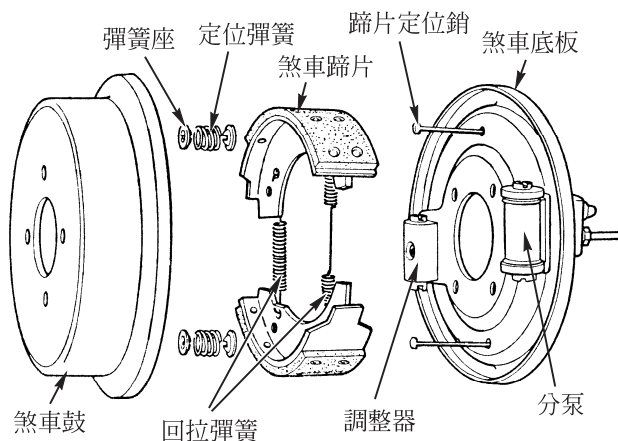


圖 3.24 鼓式煞車總成之構造(三級自動車シャシ)

1. 煞車底板(Brake Plate)

裝在後軸殼或轉向節上，用以承受煞車時之反作用力，並做為煞車分泵、煞車蹄片之安裝架。

2. 煞車分泵

- (1) 煞車分泵裝在各車輪之煞車底板上，由分泵體、彈簧、皮碗、活塞、防塵罩、放氣螺絲等組成。

- (2) 如圖 3.25 所示，為雙作用式分泵之構造，煞車油由中間進入將皮碗及活塞向兩邊推開，彈簧之功用為防止皮碗翻轉。放氣螺絲位於分缸之最高點，以排放油管中之空氣。防塵罩防止灰塵進入以免活塞磨損。

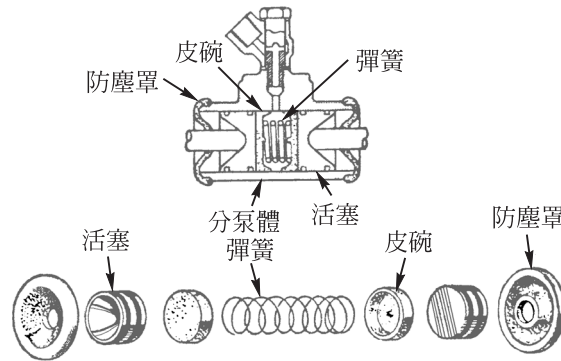


圖 3.25 雙作用式分泵之構造(三級自動車シャシ)

- (3) 因煞車時車輛重心往前移，所以四輪都為鼓式煞車時，前輪煞車分泵活塞必須比後輪大。

3. 煞車油管

從煞車總泵到各車輪之煞車油管，不活動部分係採用經防銹處理之無縫鋼管製成。接到前輪或後軸殼間因係活動部分，採用撓性高壓管。

4. 煞車鼓(Brake Drum)

- (1) 煞車鼓裝在車軸上，與車輪共同旋轉。在煞車時，承受煞車蹄片之壓力，利用摩擦將車子之動能變成熱能，發散於空氣中，如圖 3.24 所示。
- (2) 煞車鼓為提高散熱面積及強度，在外圍有凸出之筋條或葉片。

5. 煞車蹄片(Brake Shoe)

- (1) 煞車蹄片將煞車之作用力傳到煞車鼓，因受力很大，因此必須具有很高之強度，且受力時不可變形，因此使用 T 型或雙 T 型斷面以增加強度，如圖 3.26 所示。

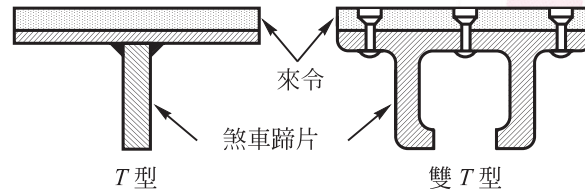


圖 3.26 煞車蹄片之斷面(三級自動車シャシ)

- (2) 煞車來令片符號的含意：煞車來令片的側邊印有代號，如圖 3.27 所示。例如 DELCO 224 FF，第一組代號 DELCO 為來令片製造商的名稱；第二組代號 224 或其他字母，表示來令片的材質；最後一組代號 FF 表示其摩擦係數，如表 3.2 所示，為 SAE 所建立，第一個字母表示煞車冷時來令片的摩擦係數，第二個字母表示煞車熱時來令片的摩擦係數。FF 表示煞車冷熱時的摩擦係數都在 0.35 至 0.45 之間。

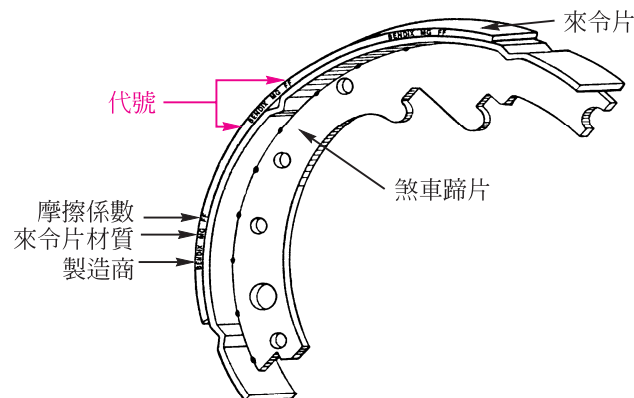


圖 3.27 煞車來令片上的代號(Automotive Chassis Systems Halderman)

表 3.2 煞車來令片摩擦係數分級表(Automotive Chassis Systems)

代號	摩擦係數
C	0.00~0.15
D	0.15~0.25
E	0.25~0.35
F	0.35~0.45
G	0.45~0.55
H	0.55 以上
Z	未分級

- (3) 煞車來令之材料，由樹脂、石綿、橡膠、黃銅、鉛、乾油、焦煤、鋁、鋅等配合而成。石綿因環境污染問題，現均改用碳纖維等最新材質。
- (4) 煞車來令與煞車蹄片之接合法
- ① 以鉚釘或螺栓接合，一般用於大型車輛。
 - ② 小型車多使用膠合之方法。
- (5) 煞車蹄片與煞車鼓之自動煞緊作用
- ① 煞車蹄片緊壓煞車鼓後，因煞車鼓之旋轉力與摩擦力，會使煞車蹄片產生自動煞緊作用(Self Engaging Action)，使煞車力增大。
 - ② 僅有一蹄片有自動煞緊作用：引導跟從式煞車蹄片安裝法之車子，如圖 3.28 所示。當煞車鼓以反時針方向旋轉時，左邊蹄片因摩擦力與煞車鼓之旋轉力，有將蹄片向外張之趨勢，故壓力愈來愈大，即自動煞緊作用產生；右邊之蹄片因摩擦力與煞車鼓旋轉力，使蹄片向內縮，故煞車力反而減小，其壓力之分佈情形，如圖 3.29 所示，左邊之蹄片稱為引導蹄片(Leading Shoe)，右邊之蹄片稱為跟從蹄片(Trailing Shoe)。

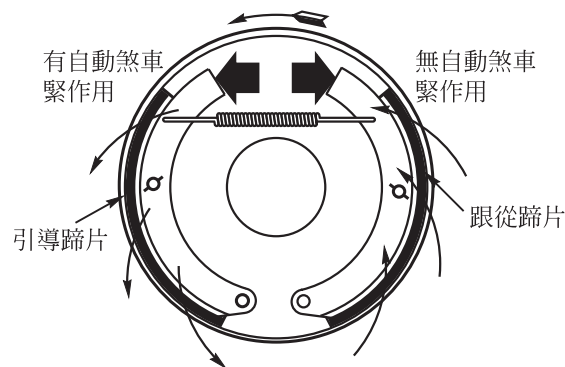


圖 3.28 引導跟從式煞車之摩擦力與旋轉力作用情形

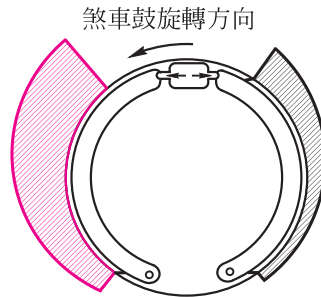


圖 3.29 引導跟從式煞車蹄片之壓力分佈(三級自動車シャシ)

- ③ 兩蹄片均有自動煞緊作用：雙伺服式煞車蹄片安裝法之車輛，摩擦力及旋轉力之作用由前蹄片經伺服機構傳到後蹄片，使煞車力愈來愈大，如圖 3.30 所示；其煞車壓力之分佈情形，如圖 3.31 所示。

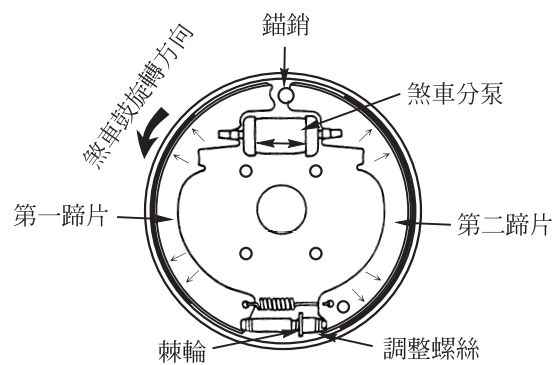


圖 3.30 雙伺服式煞車之自動煞緊作用(Automotive Chassis Systems Halderman)

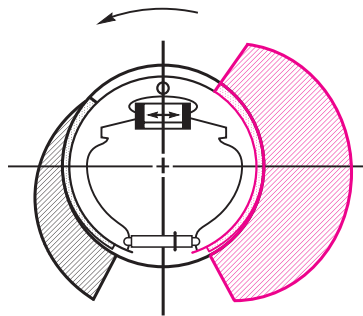


圖 3.31 雙伺服煞車蹄片之壓力分佈(Automotive Technician's Handbook)

(6) 煞車蹄片的安裝方法

- ① 雙引導鎖跟式：如圖 3.32 所示，使用兩只單作用分泵，蹄片之跟部使用錨銷固定於煞車底板上，煞車間隙調整較困難。

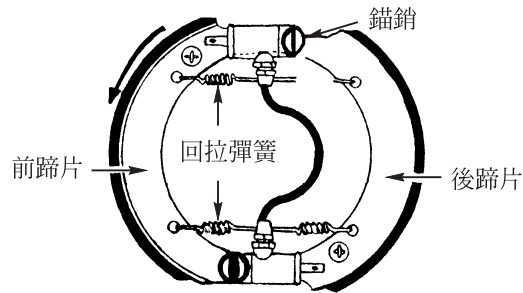


圖 3.32 雙引導鎖跟式

- ② 雙引導浮動式：如圖 3.33 所示，使用一端有調整螺栓之單作用分泵，兩只蹄片跟部嵌在調整螺栓之槽中，可以自由移動對正中心。

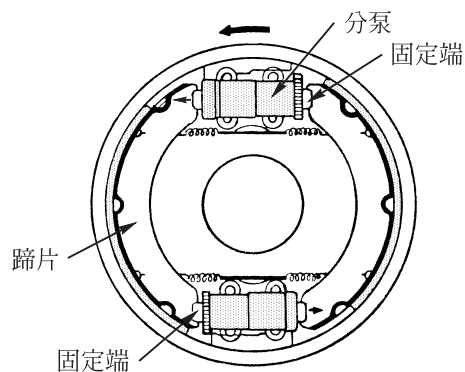


圖 3.33 雙引導浮動式(三級自動車シャシ)

- ③ 單伺服式煞車蹄片安裝法：如圖 3.34 所示，為使用一只單作用分泵，並以分泵做為錨部，一次蹄片(Primary Shoe)與二次蹄片(Secondary Shoe)使用伺服傳力。前進時兩蹄片均為引導蹄片，有自動煞緊作用；後退時兩蹄片成為跟從蹄片，無自動煞緊作用，煞車性能降低。此式因自動煞緊作用力大，故左右兩輪之煞車較易不平衡。

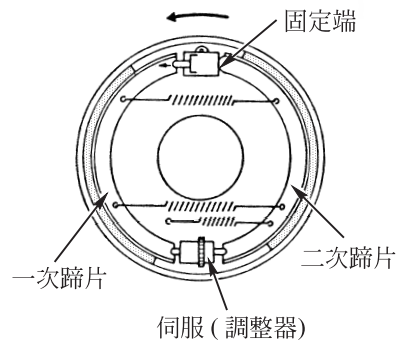


圖 3.34 單伺服式之構造(三級自動車シャシ)

- ④ 雙伺服式煞車蹄片之安裝法：如圖 3.35 所示，為雙伺服式煞車蹄片之安裝方法，係為改良單伺服式後退時煞車力降低之缺點而設計，此式在前進與後退時兩蹄片均有自動煞緊作用，但左右兩輪較易造成煞車不平衡現象。
- ⑤ 而圖 3.36 所示，為有錨銷雙伺服式煞車蹄片安裝法，又稱本的士式 (Bendix Type) 裝置法之構造。

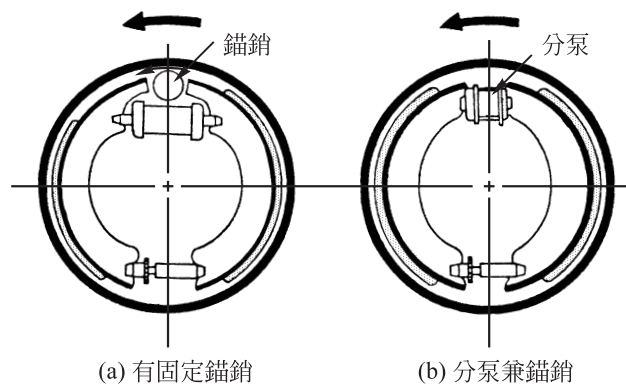


圖 3.35 雙伺服式煞車蹄片安裝法(三級自動車シャシ)

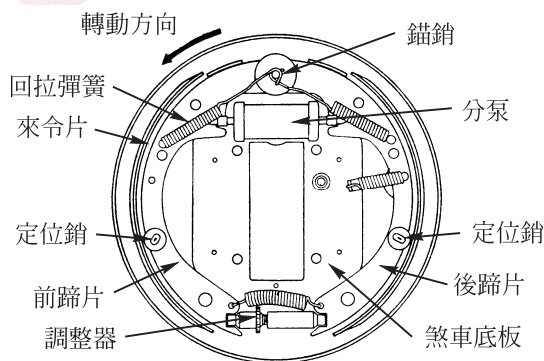


圖 3.36 有錨銷雙伺服煞車之構造

- (7) 間隙自動調整裝置：煞車來令與煞車鼓使用一段時間後會磨耗，間隙變大，使煞車踏板高度降低，影響煞車性能，因此一段時間後煞車蹄片間隙就需調整。為避免此項麻煩，現代汽車設計各種間隙自動調整裝置。

① 腳煞車控制式

- ① 由作用桿、彈簧及裝在引導蹄片上的扇片等所組成的扇型棘齒式，如圖 3.37 所示。

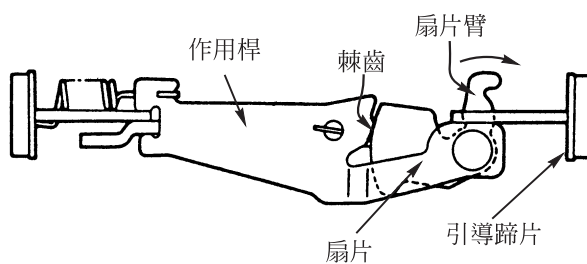


圖 3.37 扇型棘齒式的構造(福特汽車公司)

- ② 扇片臂插入引導蹄片的方孔內，方孔與臂間之間隙提供正確的來令片間隙，如圖 3.38 所示。當踩下煞車踏板引導蹄片右移時，扇片不動；或間隙不夠大，扇片移動量不多。

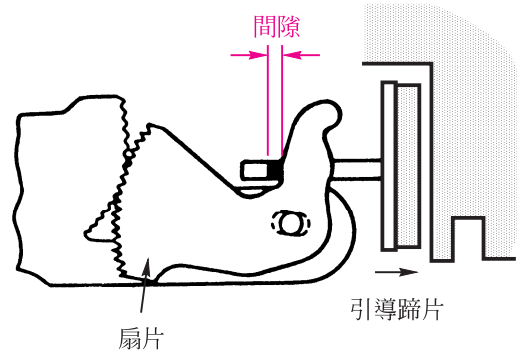


圖 3.38 來令片間隙正常時扇片之作用(福特汽車公司)

- ③ 當來令片間隙過大，踩下煞車踏板時，扇片臂被引導蹄片向右拉，棘齒處分離，棘齒越過 1 齒而達到自動調整之作用，如圖 3.39 所示。
 - ④ 當來令片繼續磨損，而扇片不斷旋轉調整其位置，至來令片磨損到最大限度必須更換時，扇片臂端與蹄片方孔平面處接觸，如圖 3.40 所示，此時不再有自動調整作用，而煞車踏板的行程及手煞車行程都逐漸增加，表示後煞車蹄片必須更換。
- ② 手煞車控制式：如圖 3.41 所示，拉手煞車時，調整臂一起移動，調整器上裝有棘輪，當煞車蹄片間隙變大時，調整臂之移動行程變大，如超過一齒時，即會使調整器上之調整螺絲轉動一齒，使間隙減小。

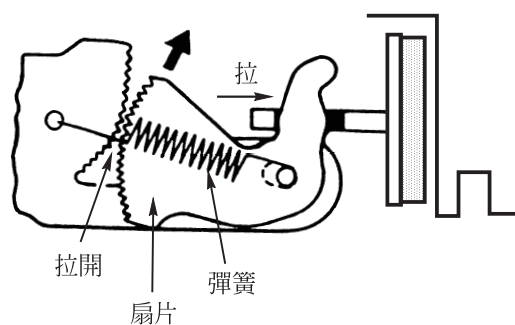


圖 3.39 來令片間隙過大時扇片之作用(福特汽車公司)

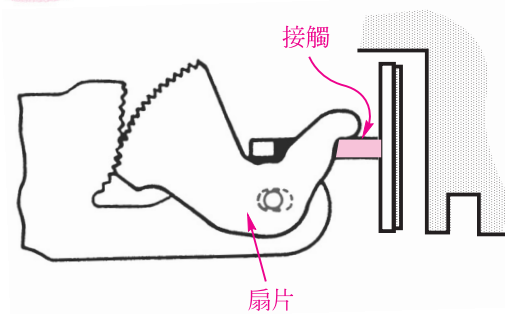


圖 3.40 來令片磨損至最大限度時之情形(福特汽車公司)

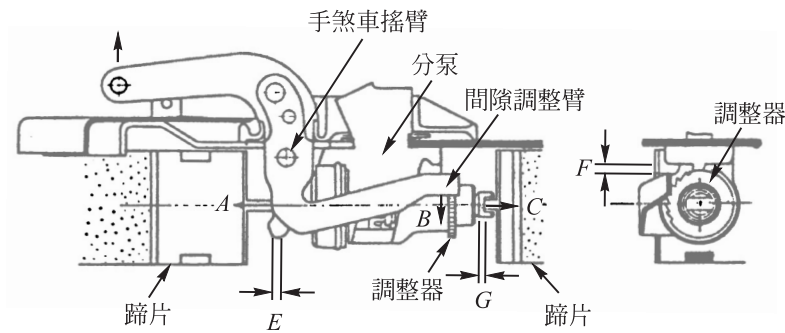


圖 3.41 手煞車控制間隙自動調整裝置(自動車整備)

三、碟式煞車裝置的構造與作用

1. 概述

碟式煞車裝置由煞車盤(Brake Disc)、煞車底板(Brake Plate)、鉗夾(Caliper)、煞車片(Brake Pad)等組成，如圖 3.42 所示。

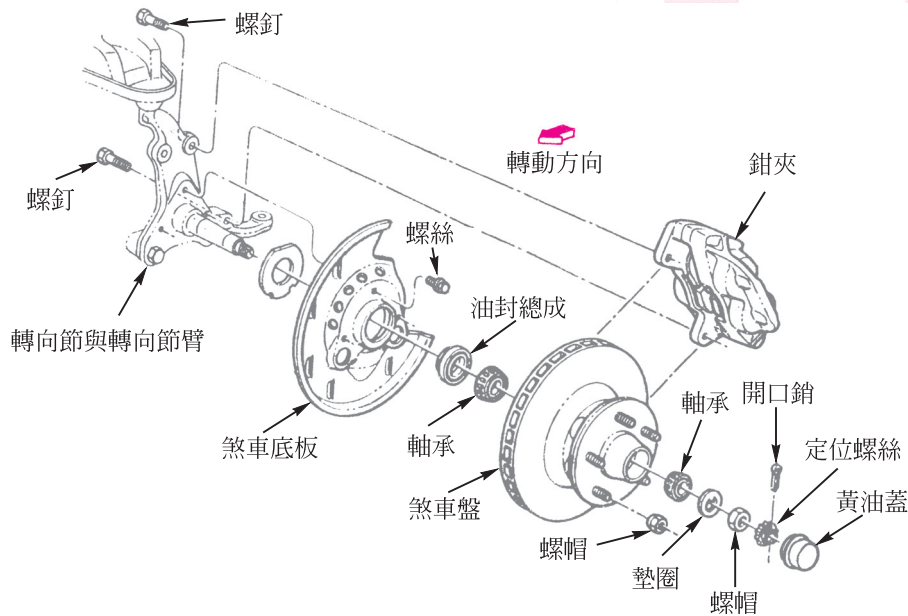


圖 3.42 碟式煞車總成之構造

2. 碟式煞車之優缺點

(1) 碟式煞車以圓盤代替煞車鼓，與車輪共同旋轉。從左右兩側以煞車片利用油壓夾緊煞車盤，產生制動作用，如圖 3.43 所示，其優點為：

- ① 無自動煞緊作用，因此煞車單邊之現象較少，方向安定性佳。
- ② 煞車盤大部分暴露在空氣中，散熱性能優良，不會造成煞車衰減現象；高速反覆使用煞車，可得到較安定之制動性能。
- ③ 煞車盤受熱後會增加厚度，煞車踏板行程不會變更。煞車鼓受熱後會增大直徑，使煞車踏板行程變低，且散熱不良，煞車易發生衰減。
- ④ 經過積水較深的地區後，水份迅速被煞車盤的離心力排除，故煞車性能可在很短的時間內恢復。
- ⑤ 不需要調整煞車間隙。
- ⑥ 構造簡單，煞車片的檢查與更換容易。

(2) 而碟式煞車的缺點為：

- ① 因無自動煞緊作用，必須使用大直徑分泵活塞，以獲得較大油壓。

- ② 煞車片必須有較大的摩擦力與抗熱性。

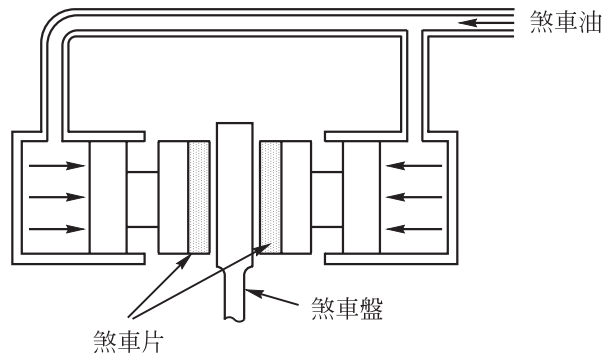


圖 3.43 碟式煞車作用原理(三級自動車シャシ)

3. 碟式煞車之種類(如圖 3.44 所示)

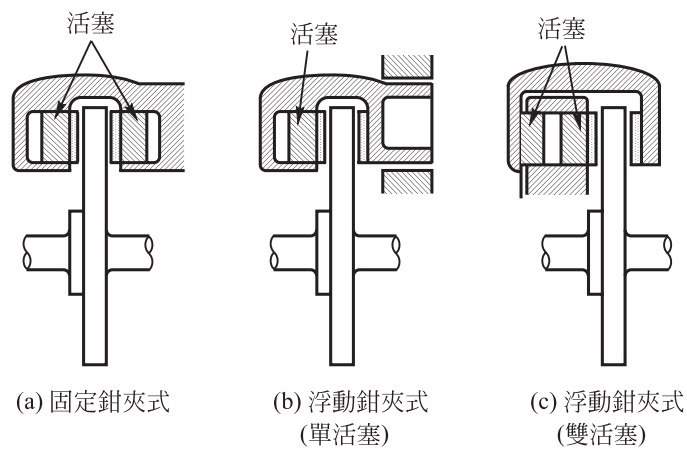


圖 3.44 碟式煞車之種類(三級自動車シャシ)

- (1) 固定鉗夾式：如圖 3.45 所示，為固定鉗夾式碟式煞車之構造，鉗夾固定在轉向節上，煞車盤與車輪一體旋轉。鉗夾之兩端裝置有油壓缸、活塞、活塞封圈及煞車片等。煞車踩下時，由總泵來之油壓，到達油壓缸，推動活塞，活塞再推煞車片夾住煞車盤產生制動作用。

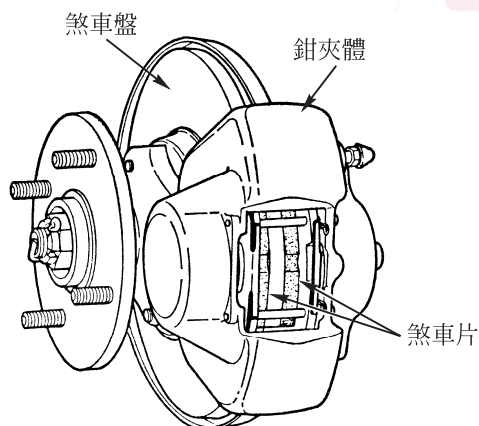


圖 3.45 固定鉗夾式碟式煞車構造(三級自動車シャシ)

- ① 煞車盤：煞車盤裝於輪轂上與車輪一起旋轉，採用鑄鐵製成。有實心式與通風式兩種，通風式內為中空，散熱效果佳。
- ② 鉗夾體(Caliper Body)：鉗夾體為鑄鐵製成，須承受煞車油壓制動力的反作用力及煞車片壓緊煞車盤時之反作用力，必須很堅固，以螺絲固定在轉向節上。
- ③ 油壓缸及活塞(Cylinder and Piston)
 - ① 油壓缸與活塞位於鉗夾體內，以油壓推動活塞，活塞再推煞車片，夾住煞車盤而產生制動作用。如圖 3.46 所示，為目前使用最多之構造，**活塞與油壓缸間裝有封圈(Seal)**，能夠保持油壓防止漏油，並有自動調整煞車片與盤間隙之作用。缸外有防塵套，以防止灰塵、水份與雜物進入。

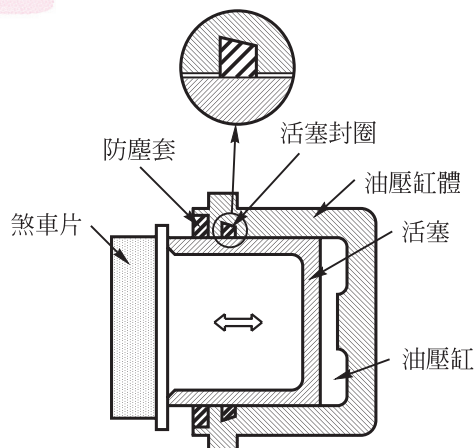


圖 3.46 油壓缸及活塞(三級自動車シャシ)

- ② 間隙自動調整作用：煞車來令片磨損時，活塞能自動前進，使煞車片與煞車盤間經常保持一定之間隙。
- 煞車踩下有油壓時：活塞受油壓推擠移動時，使封圈變形，如圖 3.47 所示。

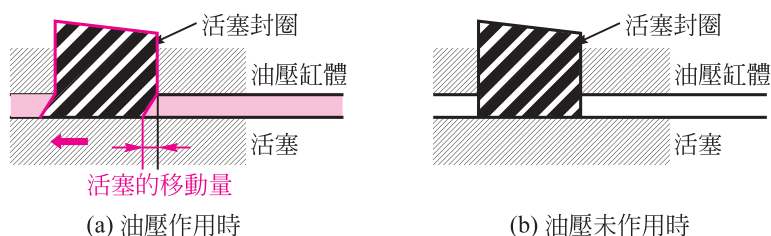


圖 3.47 間隙自動調整作用(三級自動車シャシ)

- 煞車放鬆無油壓時：封圈恢復原來形狀，同時將活塞拉回，**活塞被拉回之行程只有封圈之變形量**，使煞車片與煞車盤間保持一定間隙。
- 煞車片磨損時：活塞的移動量會變大，超過封圈之變形量，超過的部分使活塞從封圈間滑過，油壓放鬆時，被拉回的量仍與前述相同，如此活塞能隨煞車片之磨損，自動前進保持煞車片與煞車盤之間隙一定。

④ 煞車片(Brake Pad)

- ① 煞車片係由 10mm 厚的耐磨且摩擦係數很高之半金屬材料製成，裝於活塞之前端。煞車片之側面，有表示磨損限度之凹槽，以便在組合狀態下檢查其磨損情形。
- ② 為防止煞車片上來令片磨損超過限度，以致金屬直接摩擦，在煞車片上裝有磨損指示器，如圖 3.48 所示，當煞車片磨損必須更換時，磨損指示器會產生尖銳的聲音警告駕駛。

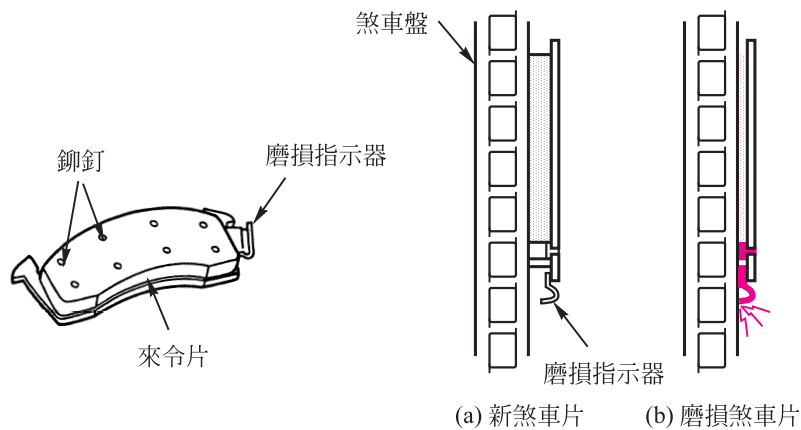


圖 3.48 煞車片上的磨損指示器(Automotive Chassis Systems)

(2) 浮動鉗夾式

- ① 浮動鉗夾式碟式煞車之構造，如圖 3.49 所示，鉗夾之一側有油壓缸，另一側裝煞車片，總泵來之油壓作用時，一方面推動活塞及煞車片，同時其反作用力亦使鉗夾向反方向移動，使煞車片夾緊煞車盤，產生制動作用，因油壓缸及活塞數減半，成本降低，且油管只需一條，並可安裝駐車煞車裝置為其優點。
- ② 鉗夾固定架裝在轉向節或後軸殼上，鉗夾及活塞與煞車片係與煞車盤成直角之方向移動。如圖 3.50 所示，為本的士式(Bendix Type)平行移動式，浮動鉗夾之鉗夾體與活塞之移動情形，為單活塞平行移動鉗夾式。

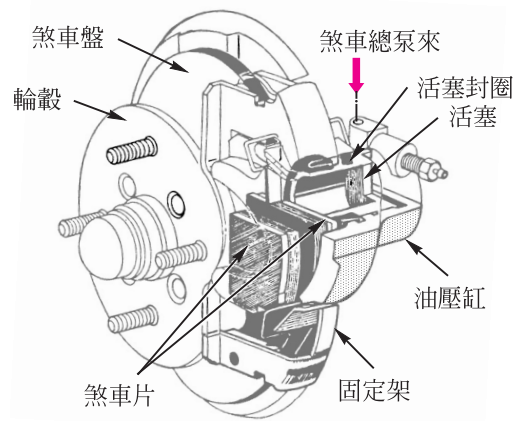


圖 3.49 浮動鉗夾式碟式煞車構造(三級自動車シャシ)

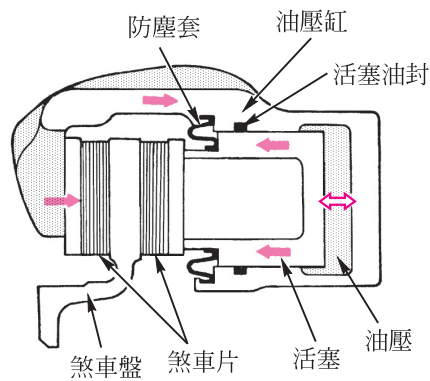


圖 3.50 本式的士式平行移動式鉗夾(三級自動車シャシ)

3.2.4 手煞車裝置

一、手煞車裝置的功能

手煞車又稱駐車煞車，為汽車停駐時，防止車輛滑行；或汽車停於上坡道路起步時，防止車輛後退之裝置。通常分後輪鼓式煞車與碟式煞車兩種手煞車裝置。

二、後輪鼓式手煞車裝置的構造與作用

1. 如圖 3.51 所示，為手煞車裝置外部的構造，由手煞車拉桿(部分汽車採用腳踩式)、平衡桿與鋼繩等組成。手煞車拉桿由爪與棘齒保持在拉緊位置，手煞車警告燈亮；放鬆時，須將手煞車拉桿向上拉，按下拉桿頂端的按鈕，手煞車拉桿才能向下，放鬆手煞車。平衡桿能使左右輪的作用力保持均衡。

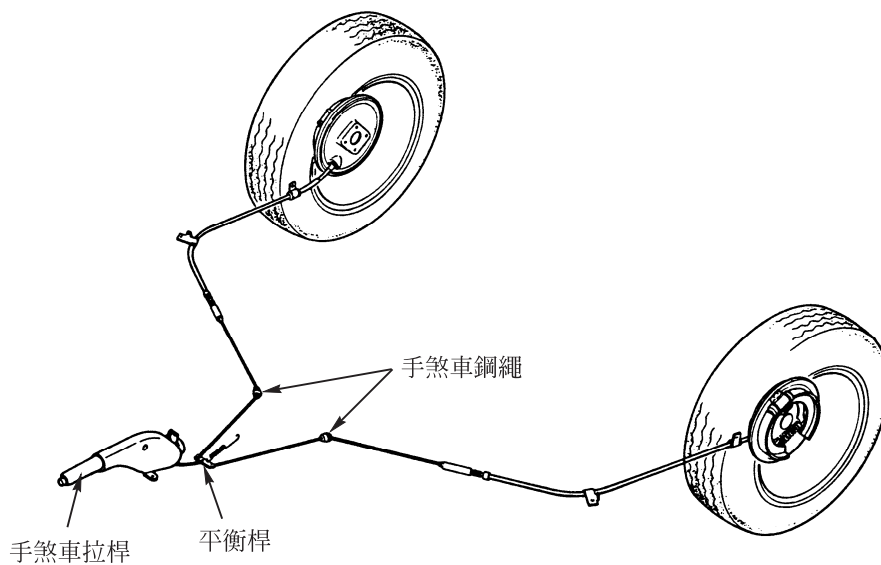


圖 3.51 後輪鼓式手煞車裝置外部的構造(福特汽車公司)

2. 手煞車裝置在煞車鼓內的構造，如圖 3.52 所示，鋼繩拉動時，經手煞車搖臂與蹄片推桿，使兩蹄片張開，產生煞車作用。手煞車鋼繩通常連接在間隙自動調整裝置上。

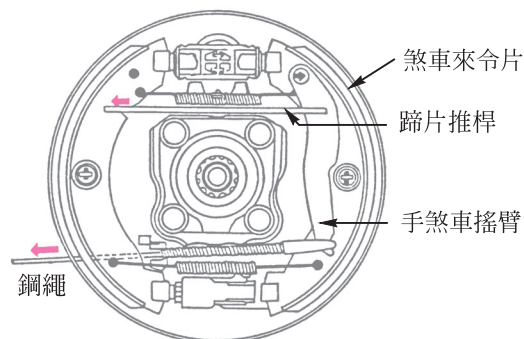


圖 3.52 手煞車裝置在煞車鼓內的構造(自動車的構造)

三、後輪碟式煞車手煞車裝置的構造與作用

1. 在碟式煞車內手煞車裝置的構造，如圖 3.53 所示，部分零件裝在活塞內，如調整彈簧、套筒螺帽、調整轉軸等，調整彈簧的一端固定在活塞上，其他零件都裝在鉗夾體內。

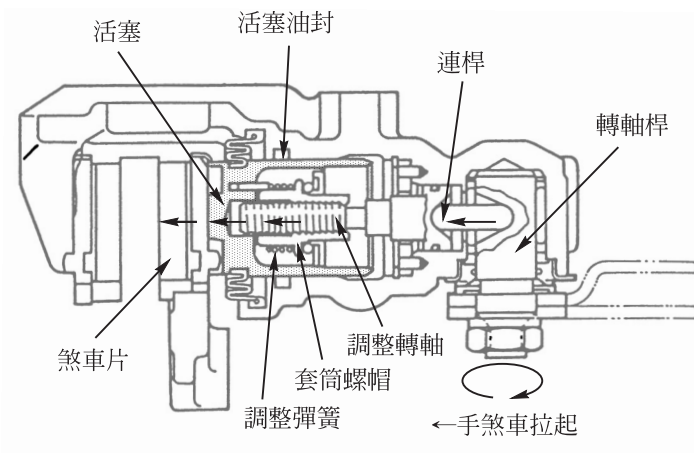


圖 3.53 手煞車裝置在鉗夾體內(福特汽車公司)

2. 手煞車的作用

(1) 手煞車拉起時

- ① 如圖 3.53 所示，由鋼繩之作用，使連桿、調整轉軸、套筒螺帽、活塞、煞車片等向左移動，將煞車盤煞住。
- ② 此時套筒螺帽被調整轉軸向左推，向逆時針方向轉動，如圖 3.54 所示，但由於此方向與調整彈簧繞在套筒螺帽的方向相同，因此調整彈簧束緊套筒螺帽，防止其轉動，故套筒螺帽與調整彈簧成一體，向左推動活塞。

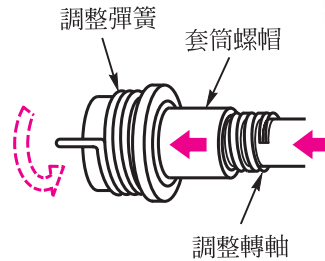


圖 3.54 手煞車拉起時之作用(和泰汽車公司)

- (2) 手煞車放鬆時：調整轉軸及套筒螺帽等回復原位，活塞則因油封之變形而回拉至原位，制動力解除，如圖 3.55 所示。

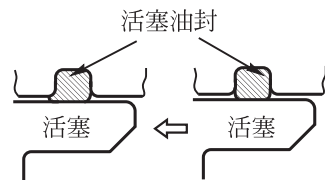


圖 3.55 手煞車放鬆時之作用(福特汽車公司)

3. 手煞車作用行程之自動調整

(1) 踩下煞車踏板時

- ① 活塞被推向煞車片，當活塞移動量未超過活塞油封的變形極限時，不做調整。
- ② 當活塞移動量超過油封的變形極限時，套筒螺帽向順時針方向轉動，如圖 3.56 所示，由於此方向與調整彈簧繞在套筒螺帽的方向相反，調整彈簧之直徑擴張，因此套筒螺帽可在轉軸螺紋上轉動，而向左移動。

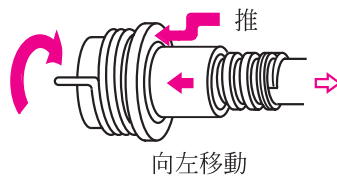


圖 3.56 煞車片間隙大時之作用(和泰汽車公司)

(2) 放鬆煞車踏板時

活塞被活塞油封拉回，因調整彈簧不允許套筒螺帽轉動，所以活塞不會回到原位置。活塞與套筒螺帽間產生間隙，如圖 3.57 所示，完成手煞車作用行程之自動調整。

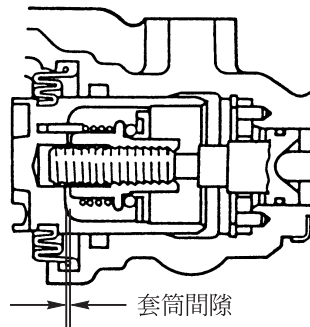


圖 3.57 套筒間隙之位置(福特汽車公司)

習題 3.2

一、是非題

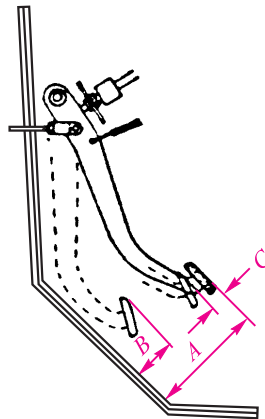
- () 1. 現代汽車均採用單迴路型煞車總泵。
- () 2. 對角式雙迴路煞車系統，常用於 FR 汽車。
- () 3. 由於煞車時的慣性作用，後輪的負荷在煞車時會減少。
- () 4. 車重越重，所需的制動力越小。
- () 5. 小型車都是採用大氣壓力與真空壓力差之輔助增壓器。
- () 6. 真空浮懸式增壓器，引擎熄火後即無輔助增壓作用。
- () 7. 鼓式煞車底板做為煞車分泵及煞車蹄片之安裝架。
- () 8. 煞車油管接到前輪等活動部位，係採用無縫鋼管。
- () 9. 煞車來令片上最後一組代號，其第二個字母表示煞車冷時來令片的摩擦係數。
- () 10. 碟式煞車片必須有較大的摩擦力與抗熱性。

二、選擇題

- () 1. 可保持煞車分泵內油壓比大氣壓力稍高的是 (A)防止門 (B)煞車蹄片 (C)煞車鼓 (D)制動門。
- () 2. 為避免煞車時後輪鎖住，在煞車系統中設有 (A)單向閥 (B)比例閥 (C)TCS 閥 (D)防止門。
- () 3. 以很小的踩踏力量，就可得到很大的制動力，必須採用 (A)雙迴路總泵 (B)比例閥 (C)輔助增壓器 (D)空氣壓縮機。
- () 4. 間接控制式輔助增壓器，總泵油壓是控制 (A)各煞車分泵 (B)控制閥 (C)比例閥 (D)空氣壓縮機。
- () 5. 碟式煞車不使用下列何種零件 (A)煞車底板 (B)煞車盤 (C)活塞 (D)回拉彈簧。



- () 6. 煞車來令片上的符號，何者摩擦係數最小 (A)DD (B)FF (C)GG (D)HG。
- () 7. 下述何項非碟式煞車之優點 (A)不需要調整煞車間隙 (B)散熱快 (C)耐磨損 (D)經過積水區煞車性能回復快。
- () 8. 煞車油路中 P 閥(Proportional valve)之主要功用為 (A)增大前輪煞車力 (B)增大後輪煞車力 (C)使車輪能在滾動狀態下煞住 (D)防止後輪比前輪先煞住。
- () 9. 煞車油路防止空氣滲入是由煞車總泵中的 (A)回油孔 (B)進油孔 (C)防止門或稱調節門 (D)第二皮碗 擔任。
- () 10. 汽油車真空輔助液壓煞車的真空來自 (A)真空泵 (B)文氏管 (C)進氣歧管 (D)排氣歧管。
- () 11. 放開煞車踏板時，可保持煞車油管及分泵中的油壓，使略高於大氣壓力的是 (A)總泵內的回油孔 (B)總泵出口的單向閥 (C)總泵內的進油孔 (D)總泵內活塞上的皮碗。
- () 12. 如圖所示， (A)A 稱為餘裕行程，通常約為 70 mm 以上 (B)C 稱為踏板空檔，通常約為 3~6 mm (C)pedal free play 稱為踏板高度 (D)B 稱為踏板高度。



- () 13. 除一般比例閥的功用外，也能依車輛載重量的變化，自動調整作用於後輪油壓的是 (A) 比例旁通閥式 (B) 單比例閥式 (C) 負荷感知式 (D) 減速感知式 比例閥。
- () 14. 小型車通常採用 (A) 單或雙活塞真空浮懸式 (B) 大氣浮懸式 (C) 壓縮空氣式 (D) 間接控制式 煞車增壓器。
- () 15. 與鼓式煞車相比，以下何項非碟式煞車的優點？ (A) 不需要調整煞車間隙 (B) 煞車盤散熱性較佳 (C) 具有自動煞緊作用 (D) 經過積水地區，煞車性能可很快就恢復。

三、填充題

1. 煞車總泵可分_____型與_____型兩大類。
2. 大型車通常採用_____式煞車踏板，支點在車底板_____方。
3. 煞車踏板有三種尺寸(1)_____高度，(2)_____高度，(3)煞車踏板_____。
4. 無比例閥在緊急煞車時，_____輪會提早鎖住打滑。
5. 制動力的大小與_____及_____成正比。
6. 真空與大氣浮懸式增壓器常用於_____型車，壓縮空氣式增壓器常用於_____型車。
7. 車輪煞車裝置可分_____式煞車與_____式煞車兩大類。
8. 四輪都是鼓式煞車時，前輪煞車分泵活塞比後輪_____。
9. 現代汽車使用_____為煞車來令片的材質。
10. 碟式煞車裝置是由_____、煞車底板、_____與煞車片等組成。



學

後

評

量

四、問答題

1. 試述煞車總泵的功能。
2. 煞車總泵內的單向閥有何功用？
3. 為何現代汽車都採用雙迴路煞車系統？
4. 煞車系統為何要裝設比例閥？
5. 試述減速感知式比例閥的功能。
6. 何謂直接控制式輔助增壓器？
7. 雙活塞真空浮懸式輔助增壓器有何特色？
8. 何謂間接控制式輔助增壓器？
9. 煞車來令片上符號的代表含意是什麼？
10. 何謂自動煞緊作用？



3.3 防止車輪鎖住煞車裝置與防滑裝置

3.3.1 | ABS 煞車裝置的工作原理

一、制動力、向心力與車輛的運動性能

1. 輪胎的作用力

車輛煞車時，輪胎與地面間的關係，如圖 3.58 所示，有制動力 Q 及向心力 C_F (Cornering Force)等兩種力量在作用。制動力為使車輛減速的力量，又稱煞車力；而向心力則為使車輛轉向的力量。

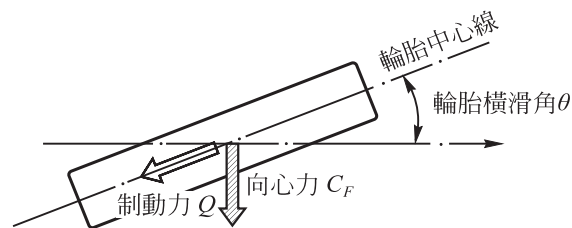


圖 3.58 輪胎的作用力(自動車工學)

(1) 制動力

- ① 制動力與制動扭矩的關係：駕駛踩下煞車踏板時，煞車總泵油壓送往各分泵，由安裝在各車輪的來令片阻止車輪旋轉，此力量稱為制動扭矩，發生在各車輪的車軸部分，如圖 3.59 所示。

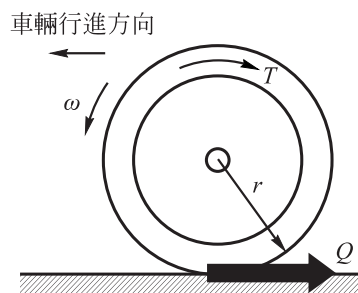


圖 3.59 車輪產生制動扭矩時(自動車工學)

- ① 車輛以一定速度行駛時，假設行駛阻力為零，以輪胎的迴轉角速度 ω 換算的輪胎速度 V_w ，與車輛速度 V 是一致的。

$$V = V_w = r \times \omega$$

r ：輪胎的迴轉半徑

ω ：輪胎的迴轉角速度

- ② 當駕駛踩下煞車踏板使車輛減速，因煞車總泵油壓升高，故制動扭矩增加，而輪胎的迴轉角速度減少。此時 V_w 比車輛速度 V 小，輪胎與路面間發生滑行，結果輪胎與路面間產生力量，此力量即為制動力 Q 。
- ③ 制動力是依輪胎與路面間之滑行率 S 、輪胎之荷重、輪胎的橫滑角及路面的狀況如輪胎與路面間之摩擦係數 μ 等因素而變化。其中滑行率 S (Slip Ratio)的定義為

$$S = \frac{V - V_w}{V} \times 100\%$$

V ：車速

V_w ：輪胎速度或輪胎接地線速度

- ④ 由上式可知，當車速與輪速相同時，滑行率為 0；當踩下煞車輪速減慢時，滑行率漸漸變大；到車輪鎖住(Lock)，而車輛未停止時，滑行率為 100%。
- ② 制動力與滑行率的關係：當輪胎速度為零，即車輪鎖住時，滑行率為 100%。如圖 3.60 所示，為相對於滑行率的制動力之特性。當滑行率剛開始增加時，制動力有顯著增加的特性；但當滑行率達理想滑行率 S_i (10~20%)以上時，顯示制動力有減少的傾向。

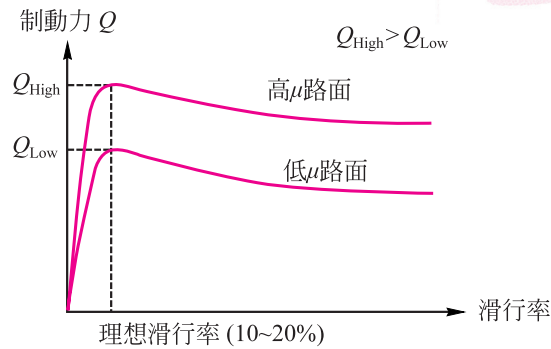


圖 3.60 制動力與滑行率的關係(自動車工學)

(2) 向心力(Cornering Force)

- ① 汽車前輪的向心力又稱橫向摩擦力，向心力大時可提高方向盤操控性能；向心力小甚至沒有，例如在積雪路面或冰面踩煞車時，會失去方向控制性。
- ② 汽車後輪向心力又稱橫向力(Side Force)，橫向力大時可提高車輛的方向穩定性；橫向力小甚至沒有時，會造成車輛擺尾(Tail Slide)，甚至迴旋(Spin)的情形。

2. 總結

綜合以上所述，參考圖 3.61 所示，可得下列數點：

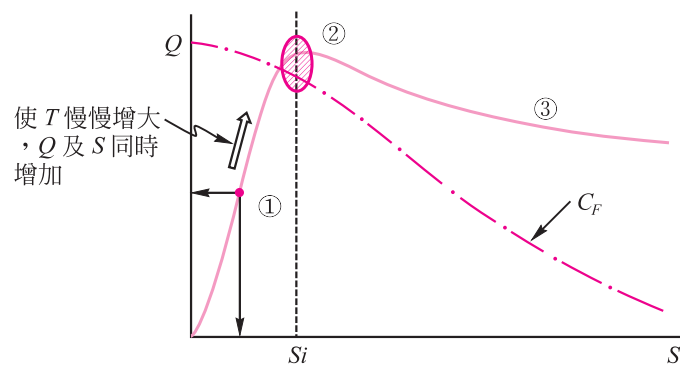


圖 3.61 滑行率、制動力與向心力之關係(自動車工學)

- (1) 當駕駛踩下煞車踏板，產生的制動扭矩逐漸增大時，滑行率與制動力相對制動扭矩都呈比例增加；而向心力則因制動扭矩的增加而逐漸減小，如圖 3.61 ①所示。
- (2) 若使制動扭矩繼續增大，至理想滑行率 S_i 時，制動力成爲最大。此時向心力的減小不多，輪胎的接地能力，即其抓地力在最大狀態，如圖 3.61 ②所示。
- (3) 滑行率再繼續增大時，制動力慢慢減小至車輪鎖死。此時向心力會急劇減小，造成車輛在不穩定狀態，如圖 3.61 ③所示。
- (4) 前輪發生鎖死時，前輪向心力幾乎接近零，使行駛中車輛的轉向性能明顯變差。
- (5) 後輪發生鎖死時，後輪向心力也幾乎接近零，使行駛中車輛的穩定性變差，容易產生擺尾或迴旋的現象。
- (6) 四輪都鎖死時，前後輪的向心力都幾乎接近零，使車輛變成無法控制，路面情況好時，也許還能直線行駛；若路面狀況不良時，則可能發生方向無法控制、擺尾或迴旋等情形。
- (7) 故當車輪鎖死時，有以下之缺點：
 - ① 喪失方向操控性。
 - ② 車輛擺尾喪失方向穩定性。
 - ③ 煞車距離變長。
 - ④ 輪胎快速磨損且磨損不平均，壽命縮短。
 - ⑤ 聯結車易生推擠現象。

二、ABS 的工作原理

1. 熟練的駕駛在濕滑路面緊急煞車時，知道不能一腳到底猛踩煞車，而是一踩一放的點放動作，以維持車輪繼續轉動不鎖死。ABS 的原理即是模仿此動作，利用精密的控制以達成，即使駕駛人踩住煞車不放，ABS 仍會自動檢測到車輪將鎖死，而進行減壓／增壓的反覆動作，使車輪的滑行率控制在 S_i ，即 10~20 %之附近，保持制動力在最大狀態，且防止向心力降低，

- 如圖 3.62 所示，使車輛之轉向性及方向穩定性得以維持。
- 爲了將滑行率控制在 S_i 附近，基本的輸入信號是利用車輪速度 V_w ，另外測知滑行率也需要車輛速度 V 的信號，但在煞車時，由於車輪的滑動，車輛速度 V 無法計測；由於實際車速信號不易取得，各製造廠分別發展出各種電子控制邏輯，以能在各種路況時，均能精確地將滑行率保持在理想狀態 S_i 附近。
 - 因此基本上四個車輪的輪速必須盡可能迅速檢出轉速較快者，稱爲選擇高速(Select High)原理，即在煞車時車速近似最快車輪轉速 V_w 的原理，以此爲基礎擬似做成車速信號 V_r ，如圖 3.63 所示，在四輪滑行率同時變大時， V_r 值近似 V 值。

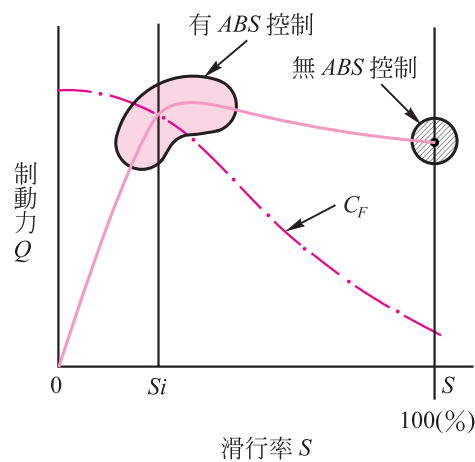
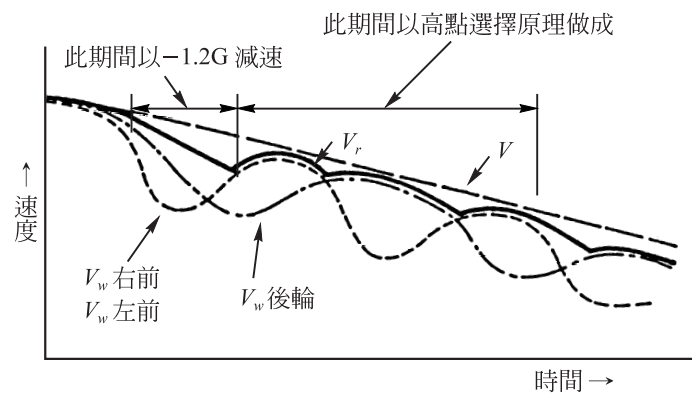


圖 3.62 ABS 的控制範圍(自動車工學)

圖 3.63 依高點選擇原理做成 V_r (自動車工學)

3.3.2 | ABS 煞車裝置的功能

1. 車輛在行駛時，若緊急煞車，會產生輪胎鎖住現象。若發生在後輪，會使車輛發生擺尾現象；若發生在前輪，則使駕駛者失去正常的操控性，對行車甚為危險。
2. 為防止車輪被鎖住的現象，ABS 煞車裝置應在車輪即將鎖死前，減少液壓；在不致於鎖死後，迅速的恢復液壓，如此重複動作，使車輪的制動力保持在最大狀態，且維持相當的向心力，故汽車在各種不同路面狀況、彎道及高速行駛時，均能保持車輛的操控性及方向穩定性，並可縮短尤其是在濕滑路面的煞車距離，及減少輪胎之磨損。

3.3.3 | ABS 煞車裝置的構造與作用

一、ABS 煞車裝置的主要組件

ABS 煞車裝置的組成，如圖 3.64 所示，由輪速感知器(Wheel Speed Sensor)、調壓器總成(Modulator Assembly)、煞車總泵及增壓器、ABS 電腦與 ABS 警告燈等所組成。

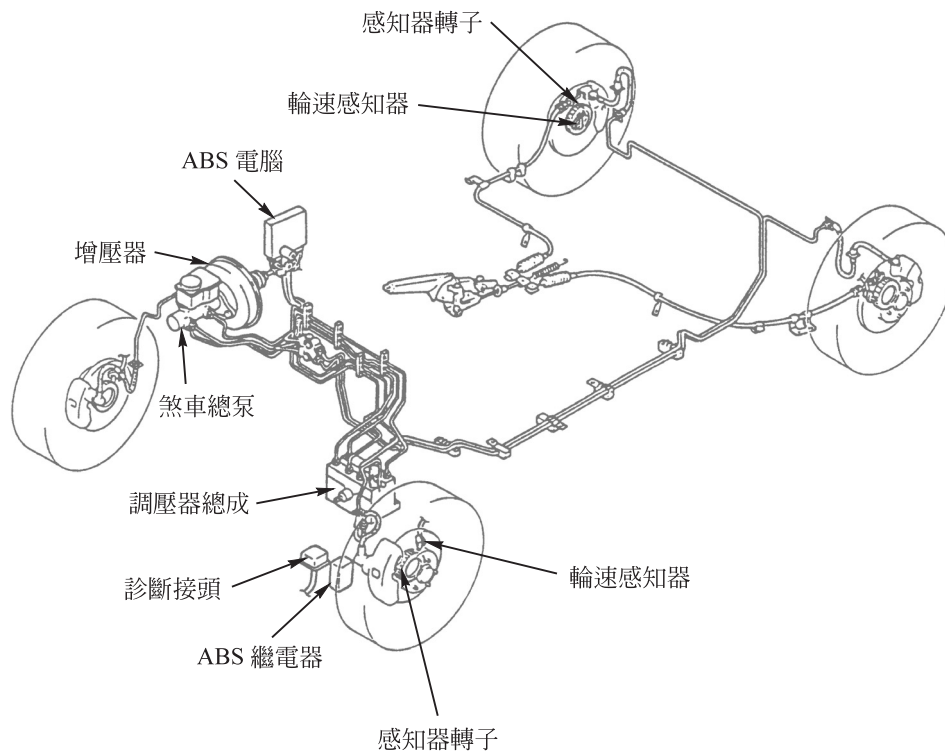


圖 3.64 ABS 煞車裝置的組成(福特汽車公司)

1. 輪速感知器

(1) 功用

偵測車輪轉速，將電壓信號送至 ABS 電腦。

(2) 構造與作用

- ① 如圖 3.65 所示，為安裝在前輪與後輪的輪速感知器之位置。使用 3 感知器的 FR 型車子，在差速器處設有輪速感知器，如圖 3.66 所示。

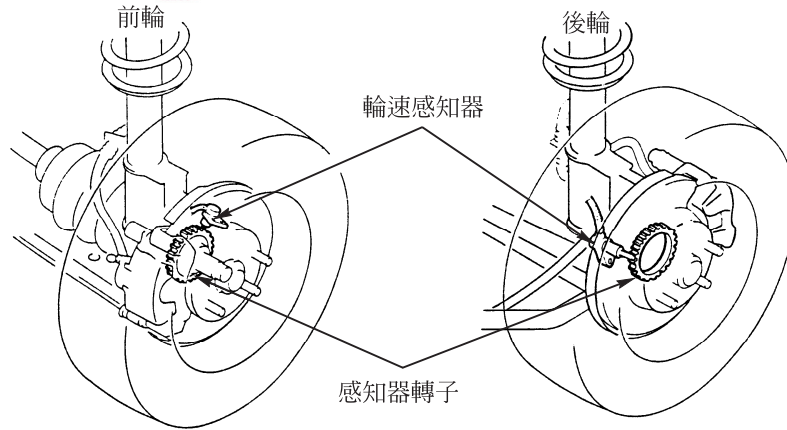


圖 3.65 輪速感知器的安裝位置(一)(福特汽車公司)

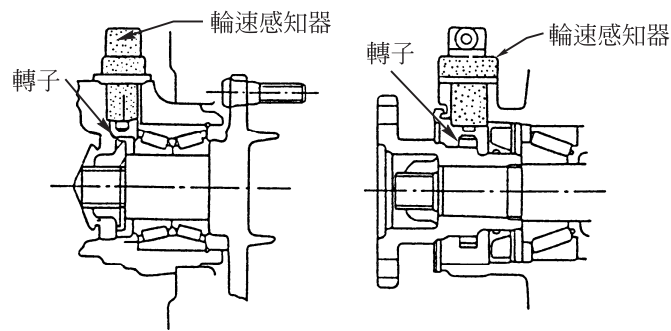


圖 3.66 輪速感知器的安裝位置(二)(自動車工學)

- ② 輪速感知器由永久磁鐵、線圈及上有環齒的轉子等所組成，如圖 3.67 所示，永久磁鐵前端為尖鑿狀，有些則製成圓柱形，與環齒間必須保持一定之間隙。其作用與磁電式的點火信號產生原理相同，當轉子隨著車輪或軸同步旋轉時，磁極與轉子間之間隙產生變化，磁力線束也隨之改變。在間隙小時通過的磁力線束多，間隙大時則少，在線圈產生不同的感應電壓，將信號送給 ABS 電腦。

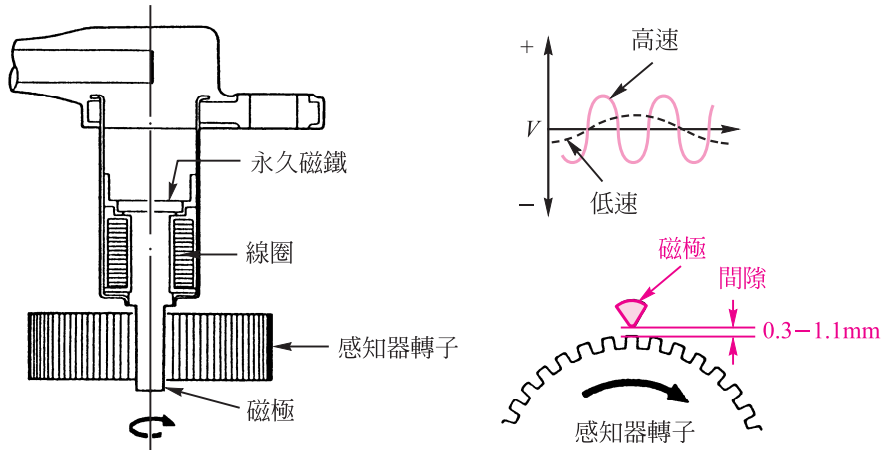


圖 3.67 輪速感知器的構造與作用(福特汽車公司)

- ③ ABS 電腦根據各輪速感知器送來的信號，或由差速器送來的兩後輪平均車輪速度信號，經計算後送出控制各迴路的信號給調壓器總成。

2. 調壓器總成

- (1) 調壓器總成包含電磁閥、泵浦、馬達、蓄壓器等，依不同的廠牌及車型而有些差異。也稱為作動器(Actuator)。
- (2) 利用介於煞車裝置與各車輪間的電磁閥控制油壓，以增減煞車壓力，達到控制煞車之目的。

3. ABS 電腦

- (1) 電腦分成兩部分，一為信號處理及邏輯分析，為主控制用電腦；另一為失效安全用電腦。兩者均接收相同的輸入信號，但是個別處理後再結合彼此之結果，以共同的控制信號送給調壓器總成。
- (2) 若發現系統有異常時，電腦會切斷 ABS 的作用，同時警告燈亮起，並回復成原有傳統式的煞車作用。其他如使用不同尺寸輪胎、不同抓地力輪胎或電瓶電壓不足時，ABS 警告燈也有可能亮起。

- (3) 電流控制電路依控制用電腦來的信號，控制調壓器總成電磁閥的電流值在煞車增壓時為 0A，保持時為 2A，減壓時為 5A 的狀態。另外控制用電腦也控制調壓器總成繼電器及馬達繼電器，調壓器總成繼電器在點火開關 ON 時保持 ON 狀態，馬達繼電器則在 ABS 作用時 ON。

二、依輪速感知器數與迴路數分的 ABS 煞車裝置

1. 4 感知器 4 迴路式 ABS

- (1) 如圖 3.68 所示，為 FF 車採用的最基本 ABS 之組成。各車輪均設有輪速感知器，前輪左右各自獨立控制，而後輪不是採用左右輪獨立的控制，是利用後兩輪中當有一輪發生滑動時，後兩輪同時減壓的選擇低速(Select Low)控制方式，即以轉速較慢的一邊為基準做兩後輪的同步控制，制動力相等，故車身旋轉力矩較小，因此方向穩定性較佳。適用於交叉型迴路煞車系統。
- (2) 4 感知器 4 迴路式的 ABS，由控制方式之不同，可分為四輪獨立控制式及前輪獨立控制後輪一起控制式兩種。四輪獨立控制式，在對稱路面上時，其控制性能是各種配置中最佳者，但在左右輪路面摩擦係數相差很大的不對稱路面，在煞車時會產生較大的旋轉力矩(Spin Moment)，造成車輛方向不穩定的現象。適用於前後輪型或交叉型迴路煞車系統。如圖 3.69 所示，為 3 迴路式或 4 迴路式選擇低速控制與 4 迴路 4 輪獨立控制式之比較。

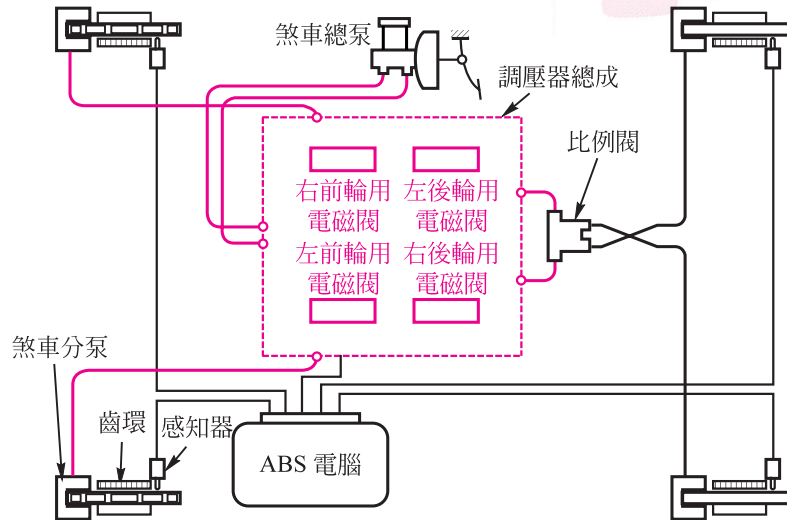


圖 3.68 4 感知器 4 迴路式選擇低速控制之 ABS 組成(自動車工學)

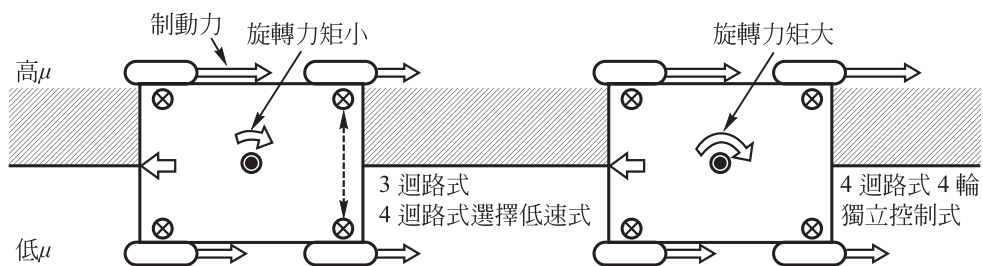


圖 3.69 路面摩擦係數不同時旋轉力矩之大小(自動車工學)

2. 4 或 3 感知器 3 迴路式 ABS

- (1) 如圖 3.70 所示，為 FR 車採用的基本型式，以兩後輪輪速感知器代替差速器感知器，配合選擇低速(Select Low)控制之 4 感知器 3 迴路之使用例。3 個感知器式較不適用於 FF 車上，通常使用 4 個感知器。

- (2) 此類配置方式比 4 迴路式成本稍低，且各方面之性能十分優異，唯一缺點是較不適用於交叉型迴路上。

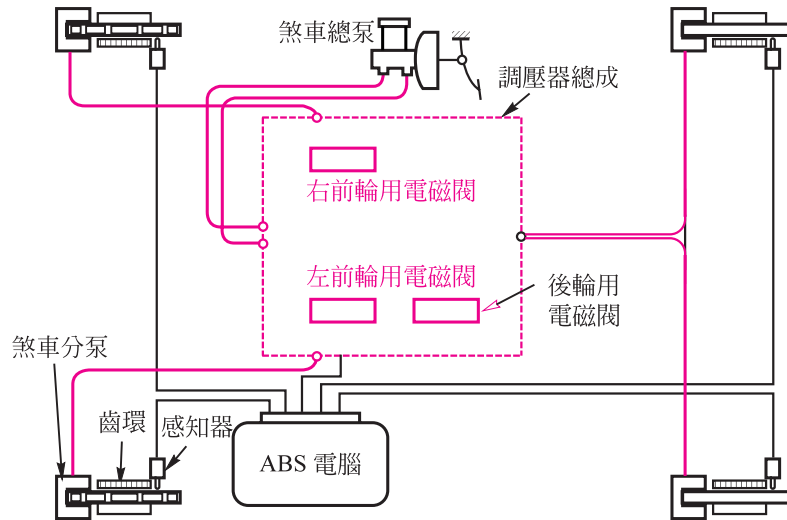


圖 3.70 4 感知器 3 迴路式 ABS 之組成(自動車工學)

3. 4 感知器 2 交叉迴路式 ABS

- (1) 設若配置在 FF 車上，與上述的 4 感知器 4 迴路式 ABS 相比，由於電磁閥減少，故成本較低，且機件配置較容易，如圖 3.71 所示，此種型式的左右前輪各自獨立控制，後輪則由比例閥根據前輪煞車壓力依一定比率減壓後傳送。因此後輪的煞車壓力通常保持在比引起車輪鎖住時的壓力稍低時之範圍，如圖 3.72 所示。
- (2) 與 3 迴路或 4 迴路式相比，因能經常確保後輪的向心力 C_F ，故車輪安定性優越；而在制動力方面，由於各車輪間無法達到最適當的控制，雖然不利於方向性，但因 FF 車前輪的制動力分配較大，故與 4 迴路式相比，性能上並不會差很多。另如圖 3.73 所示，在不對稱路面行駛時，低摩擦係數側之後輪會有鎖住現象，造成車輛穩定性不良。

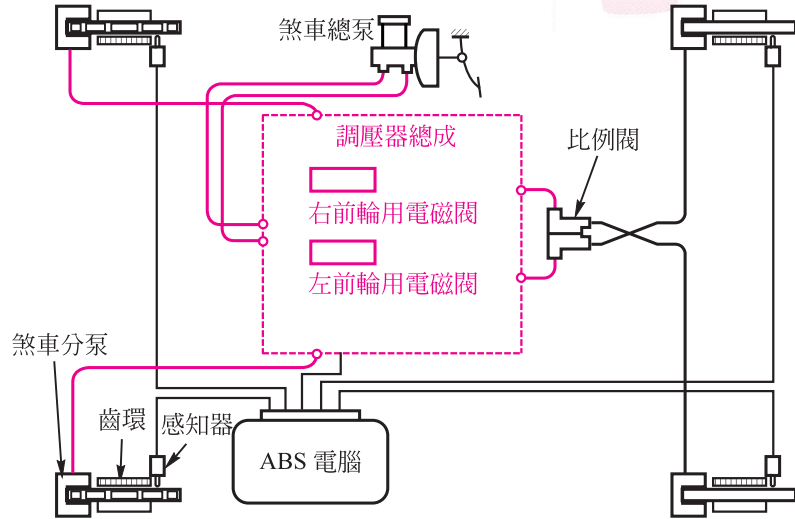


圖 3.71 4 感知器 2 交叉迴路式 ABS 之組成(自動車工學)

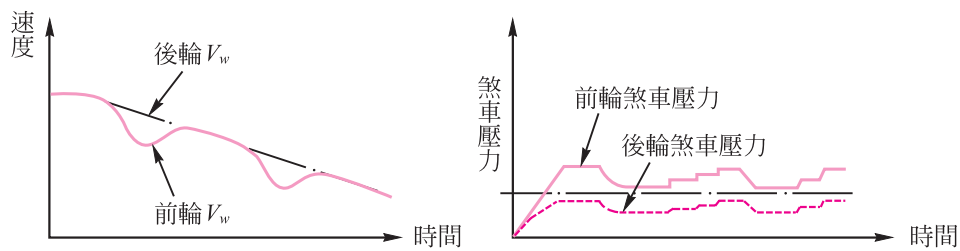


圖 3.72 前後輪的速度 V_w (左)及前後輪的煞車壓力(右)(自動車工學)

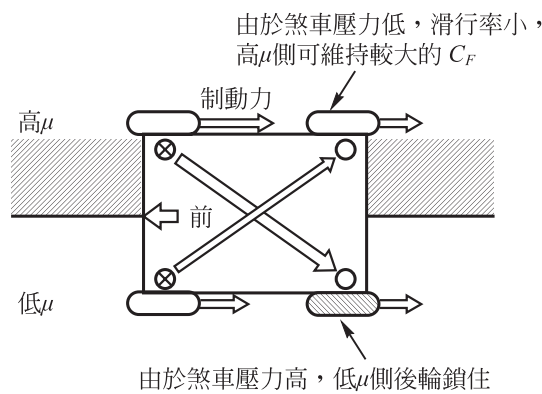


圖 3.73 在不對稱路面行駛時之情形(自動車工學)

4. 4 感知器 2 交叉迴路附選擇低壓閥(Select Low Valve)式 ABS

- (1) 為解決上述型式在不對稱路面時，低摩擦係數側後輪鎖住的現象，故如圖 3.74 所示，裝設選擇低壓閥，使兩前輪煞車壓力中，較低者送往兩後輪。

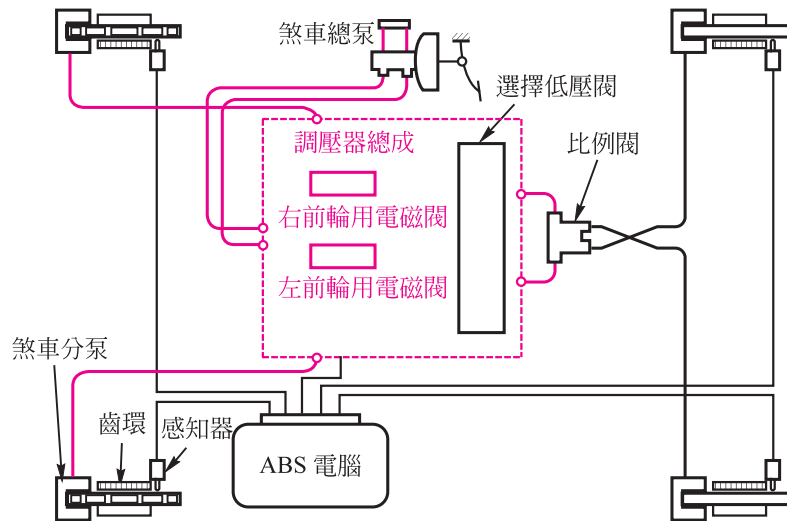


圖 3.74 4 感知器 2 交叉迴路附選擇低壓閥式 ABS 之組成(自動車工學)

- (2) 如圖 3.75 所示，在不對稱路面時，由低摩擦係數側之前輪煞車壓力傳送給後輪，使後輪不會鎖住，達到與 3 迴路或 4 迴路相同之控制效果。

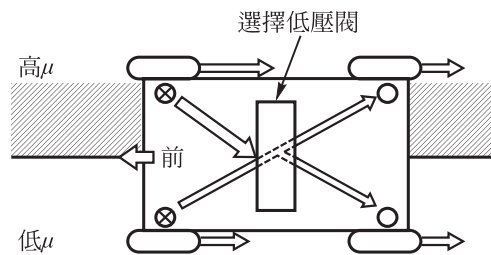


圖 3.75 選擇低壓閥之控制(自動車工學)

三、依調壓器總成的構造分 ABS 煞車裝置

1. 煞車分泵的煞車油，利用 ABS 電腦控制馬達油泵，從煞車分泵→油泵→煞車總泵→電磁閥→煞車分泵的環流方式，稱為循環式。因電磁閥串聯在煞車油管上，直接增減分泵的煞車壓力，又稱直接控制式或電磁閥串聯式。
2. 平常煞車時：電磁閥線圈的電流控制為 0A，無磁力發生，故柱塞不位移，保持在最左方。此時入口閥打開，出口閥關閉，煞車總泵油壓經入口閥，送至煞車分泵作用，故煞車壓力及制動扭矩增加。由於出口閥關閉，故煞車油不流向儲油室，如圖 3.76 所示。

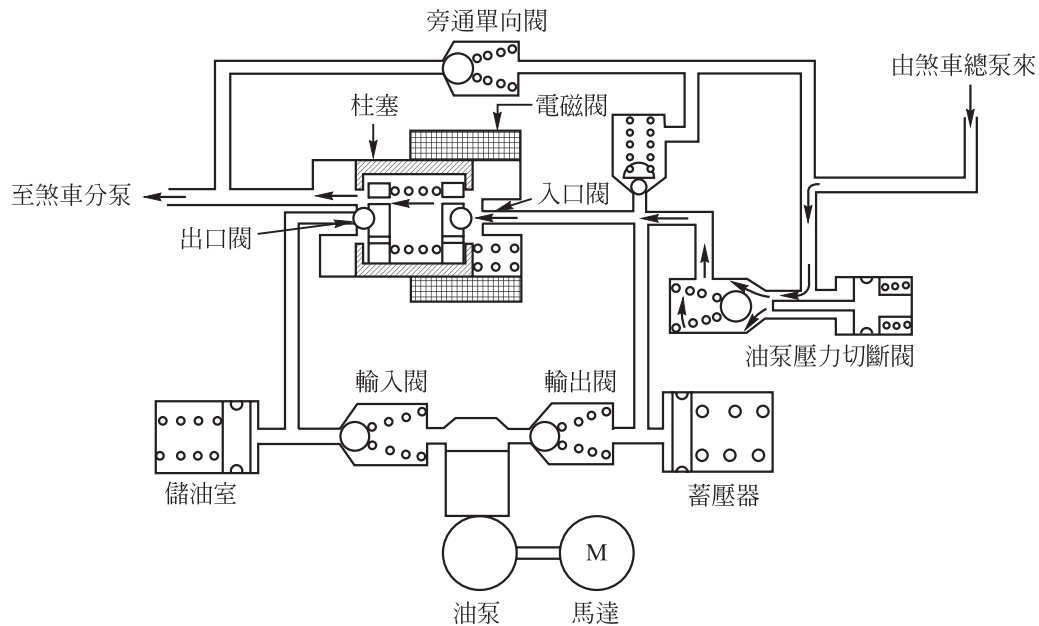


圖 3.76 平常煞車時 ABS 裝置的作用 (ABS 無作用) (自動車工學)

3. 保持液壓時：當車輪開始滑行時，電腦送給電磁線圈的電流為 2A，電磁吸力使柱塞移至行程中央，此時入口閥及出口閥均關閉，使油壓總泵及儲油室的通路均切斷，以保持油壓分泵的油壓壓力，如圖 3.77 所示。旁通單向閥可阻止高壓油壓油流回油壓總泵，以避免油壓踏板的反彈現象。

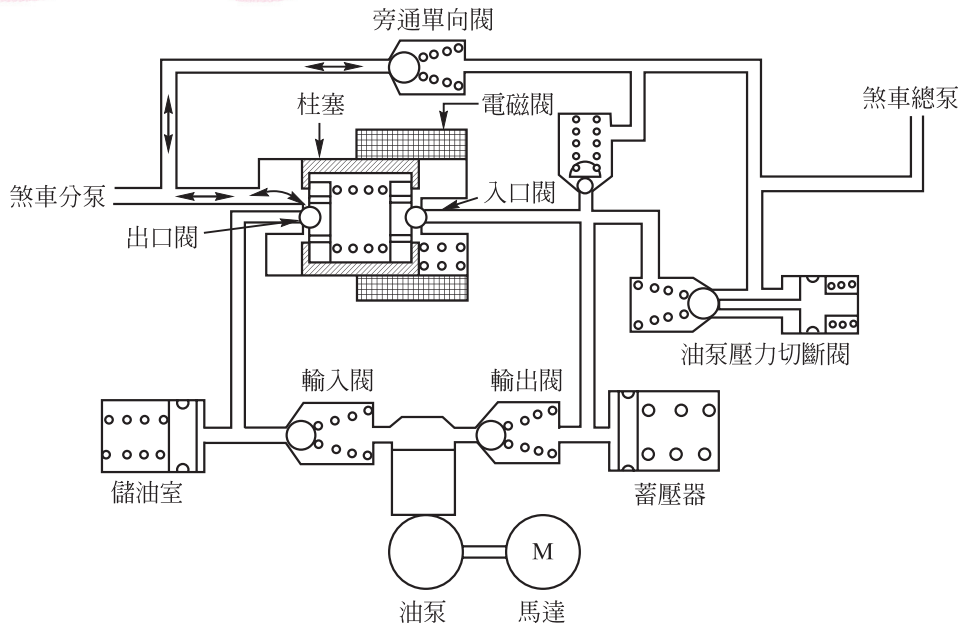


圖 3.77 保持液壓時 ABS 裝置的作用(ABS 作用)(自動車工學)

4. **減壓時**：當車輪持續滑行時，輪速感知器將信號送給電腦，電腦送給電磁線圈的電流為 5A，電磁吸力增加，柱塞位移行程最大，移至最右方，此時入口閥關閉，出口閥打開，煞車分泵的煞車油流向儲油室，故煞車分泵的煞車壓力減小，如圖 3.78 所示。同時儲油室的煞車油，以油泵打向蓄壓器蓄積，以備下次的增壓之用，並可避免煞車分泵的煞車油經油泵送回煞車總泵，而產生煞車踏板行程的變化，此種踏板的反彈，會造成駕駛者不舒服的感覺。
5. **增壓時**：當車輪轉速變快時，ABS 電腦切斷送到電磁閥的電流，電磁閥柱塞移至最左方，使煞車總泵與煞車分泵相通，故總泵的高壓油與從油泵送出的高壓煞車油再一起送入煞車分泵，增加煞車壓力。
6. **放鬆煞車踏板時**：煞車總泵油壓降低，旁通單向閥打開，煞車油流回總泵，使煞車分泵的油壓迅速降低。此時電磁閥的入口閥打開，煞車分泵的煞車油也可經電磁閥流回煞車總泵，如圖 3.79 所示。

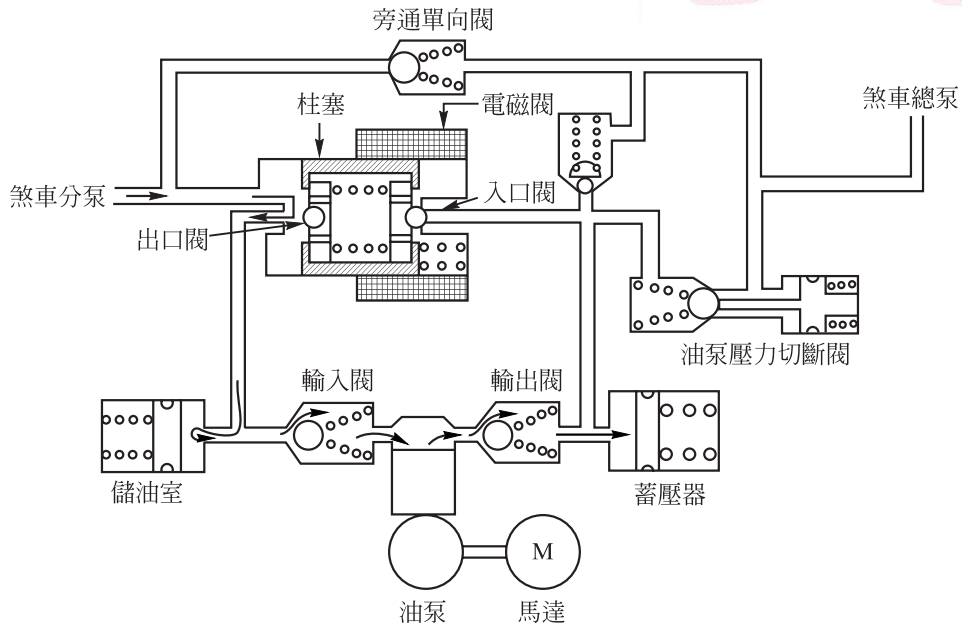


圖 3.78 減壓時 ABS 裝置的作用(ABS 作用)(自動車工學)

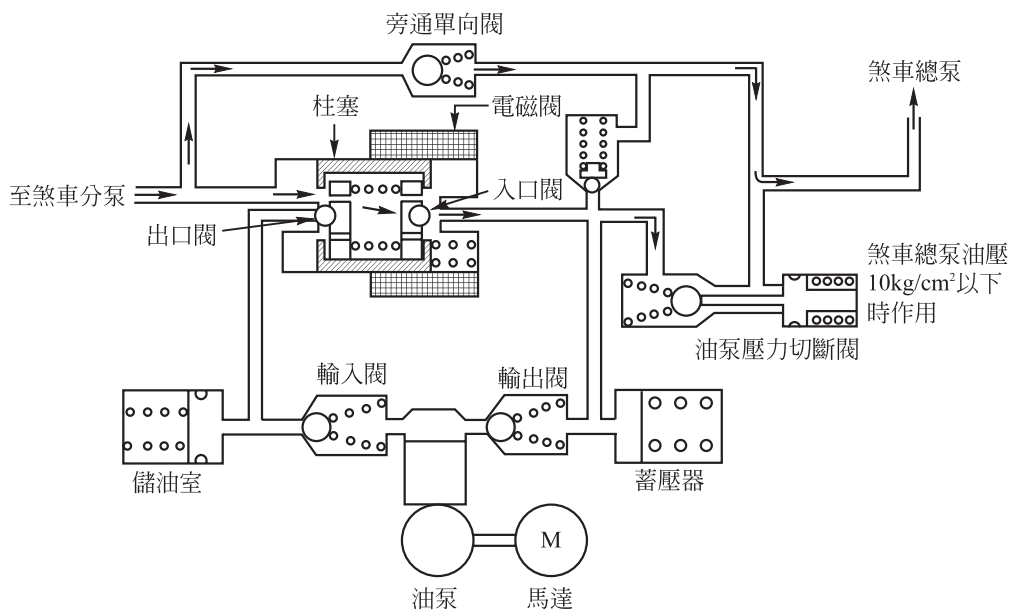


圖 3.79 放鬆煞車踏板時的作用(自動車工學)

7. 由上述說明可知，ABS 電腦的控制信號送給調壓器總成的電磁閥及油泵馬達，電磁閥依電流之大小而有三個動作狀態，以得到增壓、保持及減壓三個作用，通常每秒鐘約有 12 次之油壓變化。當在增壓時，煞車迴路之油壓可達車輪即將被鎖住前的最佳煞車效果，即車輪滑行率約在 10 %~20 %之間；而當在保持時，煞車油壓則維持一定，使車輪速度持續減慢；至減壓時，車輛已在煞住狀態。每個車輪有一控制電磁閥時，則油壓調節器內會裝設四個電磁閥，分別控制四個車輪煞車分泵之油壓。

3.3.4 | TCS 裝置的構造與作用

一、概述

1. 車輛行駛時，輪胎會產生二個力量，一為加速時的驅動力，一為轉彎時的向心力，兩力量之和稱為輪胎力。輪胎與路面間的摩擦力有其限度，在易滑的路面上，使輪胎力變小，以避免打滑，如圖 3.80 所示。
2. 車輪的驅動力超過摩擦力的限度時，輪胎因打滑的關係，將無法有效的將驅動力傳達到路面，使車輛無法操控而發生危險。因此驅動力控制系統 (Traction Control System, TCS) 的功用，為在摩擦力的限度內自動控制加速的驅動力，以避免打滑使輪胎磨損，及維持方向的穩定性及操控性，提高行車安全。
3. TCS 又稱循跡控制系統，與 ABS 相比較，ABS 是在煞車時防止車輪鎖住，以免發生滑行現象；而 TCS 是在起步及加速時防止驅動輪打滑，或在摩擦係數相差很大的非對稱路面，防止單側驅動輪打滑。
4. TCS 裝置，也稱 TRC 或 TRAC 裝置。其控制分控制引擎、控制煞車或兩者合併一起控制。控制引擎時是控制其燃油噴射量、節氣門開度或點火時間等，以降低引擎扭矩，防止驅動輪打滑。控制煞車時，是使驅動輪煞車分泵作用，以防止打滑。

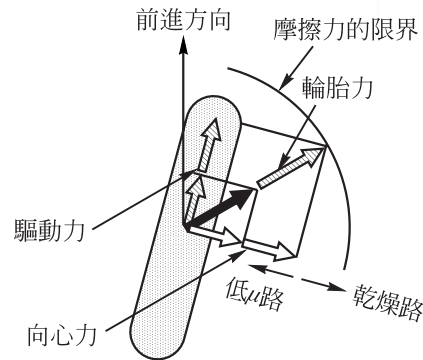


圖 3.80 輪胎與路面間之作用關係(本田汽車公司)

二、TCS 的控制範圍

1. 如圖 3.81 所示，輪胎的驅動力隨滑行率的增加而變大，在 A 範圍內驅動力最大，之後則隨著滑行率的繼續增加而變小；而向心力則隨著滑行率的增加而減小。以行駛性能為優先的 TCS 控制，是以 A 範圍為目標，可發揮最大驅動力，但輪胎向心力不足，方向控制性較差；但若以向心力大為優先條件時，則無法獲得有效的加速力。
2. 因此為同時兼顧上述兩方面的優點，為 B 範圍的目標，依路面狀況、方向盤轉角及車身傾斜度等，由 TCS ECU 計算出最小滑行率的目標值，由 100% 驅動力，至 100% 向心力，做最佳之調配，使車輛在安全狀況下，充分發揮其操控與運動性能，如圖 3.82 所示。

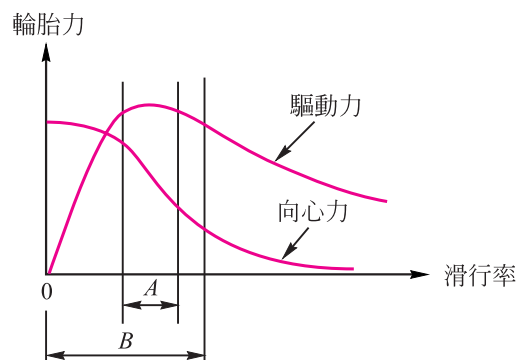


圖 3.81 TCS 的控制範圍(本田汽車公司)

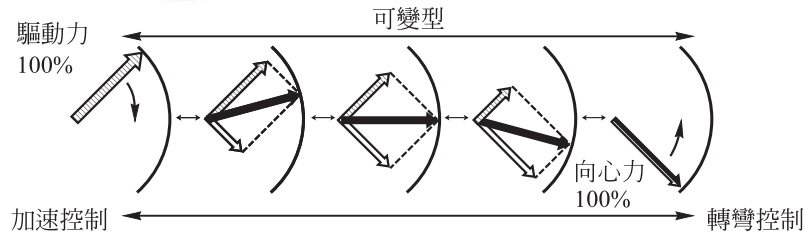


圖 3.82 驅動力與向心力的可變自動分配(本田汽車公司)

三、TCS 裝置的構造與作用

1. 構造

- (1) 輪速感知器：與 ABS 煞車裝置共用，輪速信號經 ABS 電腦送給 TCS 電腦，如圖 3.83 所示。
- (2) 方向盤感知器：裝在轉向柱上，將方向盤旋轉量信號送給 TCS 電腦。
- (3) TCS 開關：駕駛可利用開關關閉 TCS 作用，但若行駛在易滑路面，TCS 作動時，則無法解除 TCS 作用。

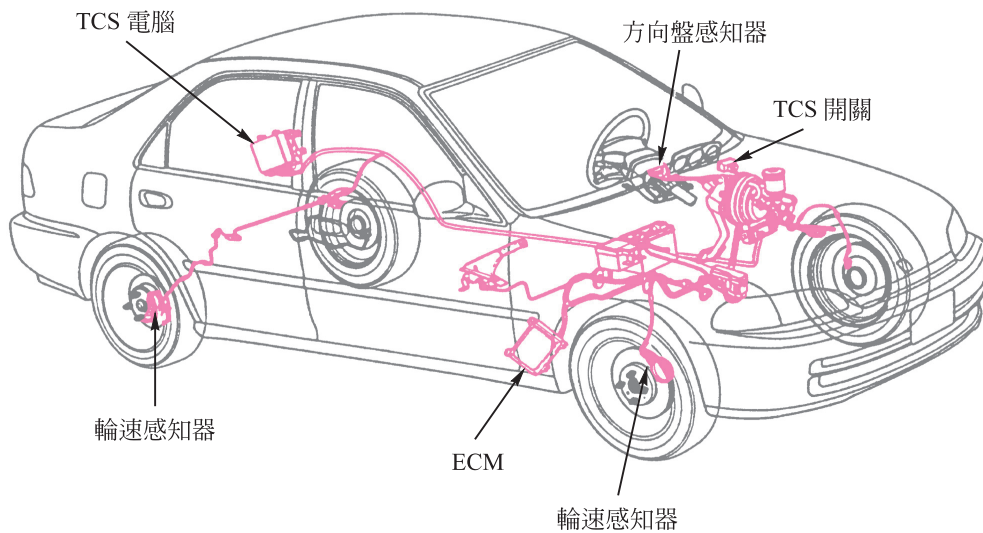


圖 3.83 TCS 裝置的組成(本田汽車公司)

- (4) TCS 指示燈：儀錶板上 TCS 指示燈有兩個。TCS 裝置作用時，TCS 作動指示燈點亮；而在冷卻水溫度極低時，為保護引擎，TCS OFF 指示燈點亮，TCS 作用自動停止。
- (5) TCS 警告燈：TCS 裝置具有故障安全(Fail Safe)功能，當系統有異常時，TCS 警告燈會點亮，並停止 TCS 之作動，使整個系統回到一般狀態的控制。
- (6) TCS 電腦：TCS 電腦依各感知器的信號，及車輛行駛狀況，與引擎的運轉情形，當需要 TCS 產生作用時，TCS 電腦會將信號送給 ECM，以控制引擎的輸出。有些車型 TCS 電腦是與 ABS 電腦合裝在一起控制。

2. 作用

- (1) 加速控制：由各車輪感知器的信號，當被動輪轉速與驅動輪轉速相差超過一定比值時，TCS 電腦判定驅動輪可能產生打滑現象，送出輸出減少信號給 ECM，如圖 3.84 所示。

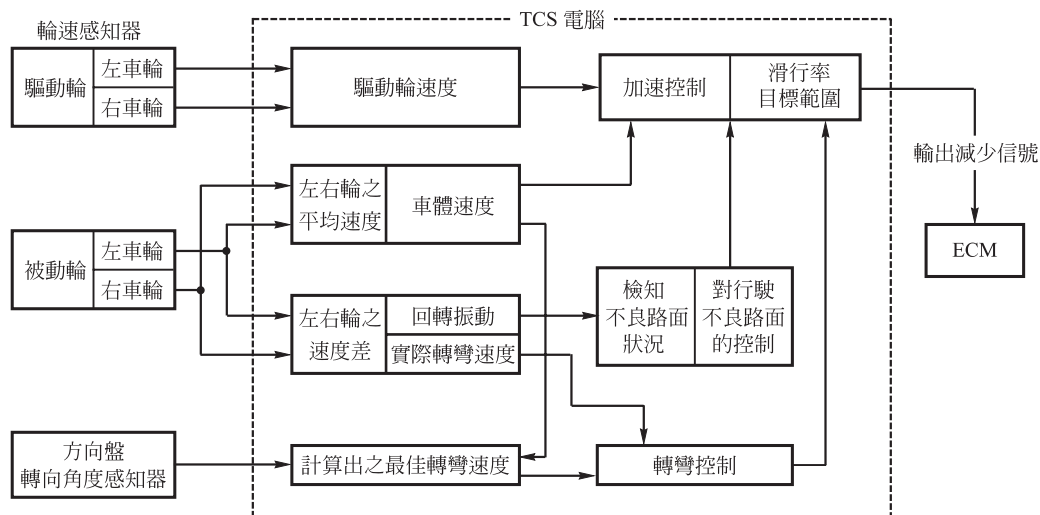


圖 3.84 TCS 裝置的作用程序(本田汽車公司)

- (2) 轉彎控制：車輛轉彎時，左右被動輪會產生速度差，由此可測知實際車體的轉彎速度；同時，由方向盤的角度與車速，可算出駕駛者預期希望的轉彎速度。如果這兩個轉彎速度差大時，TCS 電腦作用，將滑移率控制在安全範圍內，送出輸出減少信號給 ECM，使車子能穩定轉彎。
- (3) 不良路面控制：車輛在砂石路，輪胎抓地力較差的路面行駛時，如果讓驅動輪適度打滑，有助於加強其加速力量的發揮，因此 TCS 電腦由車輪旋轉的振動，與車體上下顛簸的頻率，判斷出是行駛在不良路面時，送出輸出一定比例減少信號給 ECM，以發揮較佳的加速力。

習題 3.3

一、是非題

- () 1. 前輪的向心力是使車輛減速的力量。
- () 2. 當車速與輪速相同時，滑行率為 100 %。
- () 3. 後輪的向心力小時，車輛的方向控制性變差。
- () 4. 前輪的向心力是使車輛轉彎的力量，後輪的向心力是使車輛直線前進的力量。
- () 5. 在 10~20 % 的滑行率附近時，向心力最大。
- () 6. ABS 可縮短煞車距離，是指尤其在濕滑路面時。
- () 7. ABS 系統有異常時，會回復成傳統式的煞車作用。
- () 8. 起步及加速時防止驅動輪打滑，是 TCS 的功能。

二、選擇題

- () 1. 當車輪鎖住而車輛未停止時，滑行率為 (A)0 % (B)10~20 % (C)50 % (D)100 %。
- () 2. 車輛前輪的向心力小時 (A)車輛擺尾 (B)車輛迴旋 (C)方向控制性差 (D)制動力變大。
- () 3. ABS 作用時，是將滑行率盡量控制在 (A)0 % (B)15 % (C)50 % (D)100 % 附近。
- () 4. 調壓器總成是利用 (A)單向閥 (B)防止門 (C)電磁閥 (D)壓力調節閥。
- () 5. 煞車需增壓時，ABS 電腦送給調壓器總成電磁閥的電流值為 (A)0 (B)2 (C)5 (D)10 A。
- () 6. 下述何種情形，TCS 會自動停止作用 (A)冷卻水溫度極低時 (B)引擎爆震時 (C)引擎在正常工作溫度時 (D)驅動輪打滑時。



學

後

評

量

- () 7. 當車輪鎖死時， (A)車輛不易操控 (B)制動力最大 (C)滑行率最小 (D)煞車距離最短。
- () 8. 對滑行率及制動力的敘述，以下何項錯誤？ (A)車輪鎖住時，滑行率為 100 % (B)駕駛踩下煞車踏板，輪速比車速大時，輪胎與路面間發生滑行，結果輪胎與路面間產生力量，此力量即為制動力 (C)當車速與輪速相同時，滑行率為 0 (D)滑行率大於 10~20 % 以上時，制動力會漸下降。
- () 9. 包含有電磁閥、泵浦、馬達、蓄油器等零件，而利用電磁閥以增減各車輪的煞車壓力，是 ABS 系統的 (A)增壓器 (B)輪速感知器 (C)作動器 (D)電腦。
- () 10. 下述何項稱呼非指 TCS？ (A)防滑控制系統 (B)驅動力控制系統 (C)牽引力控制系統 (D)制動力控制系統。
- () 11. TCS 是要控制避免 (A)前輪在彎道時偏滑 (B)驅動輪在加速時打滑 (C)四輪在煞車時側滑 (D)車輛在減速時偏移。
- () 12. TCS 不是改變 (A)油門踏板踩踏力 (B)引擎燃油噴射量 (C)驅動輪制動力 (D)電子節氣門開度，以達到其控制目的。

三、填充題

1. 車輛煞車時，輪胎與地面間有_____力與_____力兩種作用力。
2. 當車速與輪速相同時，滑行率為_____；當車輪鎖住而車輛尚未停止時，滑行率為_____。
3. 汽車前輪的橫向摩擦力，稱為_____力；汽車後輪的向心力，稱為_____力。

4. ABS 是將滑行率控制在_____ 滑行率，即_____ %之附近。
5. ABS 裝置依控制方式可分_____ 式與_____ 式兩種。
6. 使用三感知器的FR型汽車，除兩前輪外，另在_____ 處設輪速感知器。
7. 分離式調壓器總成採用_____ 式增壓器，而整體式調壓器總成則採用_____ 式增壓器。
8. TCS 裝置是由_____、_____、TCS 開關、TCS 指示燈與_____ 等組成。



四、問答題

1. 何謂制動力？
2. 試述滑行率與制動力的關係。
3. 橫向力有何功能？太小時有何影響？
4. 試述 ABS 的工作原理。
5. 濕滑路面踩煞車，車子仍會滑動時有何後果？
6. 試述輪速感知器的作用原理。
7. 試述 ABS 電腦的作用。
8. 試述 TCS 的功用。

3

200

汽車學III (底盤篇)

CHAPTER 3

