

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

第一名

040810

自行車剎車改進裝置

學校名稱：國立大甲高級工業職業學校

作者：	指導老師：
高二 王靖雯	陳桂銓
高二 廖祿佳	王金柱
高二 古宸熙	
高二 黃涵珮	

關鍵詞： 自行車、剎車、安全

作品名稱：自行車剎車改進裝置

摘要

本研究是為了改進市售自行車之剎車系統缺點而研究，目前市售之剎車系統中，若先剎前輪，會因力矩作用而造成翻車之危險，若先剎車後輪，則沒有此危險，有鑑於此，改進這一缺點是本團隊重要的想法。

『自行車若能於剎車時，無論先剎車手把左邊之剎車或先剎住車手把右邊之剎車或同時剎左剎車與右剎車，改進之裝置能自動地先剎住後車輪，再剎住前車輪，達到安全剎車之目的』，係為本研究之主要目的，為達此目的，本團隊經討論、繪圖、加工製造與組合測試之不斷改進而測試成功，經證實亦能達到此目的。

自行車剎車改進裝置是以不修改目前自行車之車架之樣式為基礎，只做一機構來改進其剎車系統，此機構能裝置在各種自行車上，不必購置新的車架，方便現有各種樣式自行車之改裝，亦為本研究之目的之一。

本研究以科學方法之證實發現，此機構對於剎車控制確有其順序性，其順序與研究目的相符合，可為自行車之安全增加一層保險。

壹、研究動機

自行車時因目前社會強調節能減碳，減少使用車輛，多步行、多使用自行車是社會的共識，本製作小組就鎖定自行車之相關議題，在指導老師的導引下，漸漸將問題顯現，而後決定改善的方法。

曾經於新聞中看見某位自行車騎士騎車時遇下坡而翻車造成受傷，令人印象深刻，本小組曾於輕鬆之談話中提過這件事，而本校許多教師騎著自行車到校上班，遂激起本小組對這翻車的話題多次的討論，於是就鎖定自行車剎車的議題，詢問教師翻車的原因，才知到是因力矩作用，也由於如此，也激起了改善剎車裝置的念頭，在指導教師要求腦力激盪得出小組間許多天馬行空之有趣的想法，於是改善自行車剎車裝置之想法就在整理想法過後得到我們所要做到的是那些項目。

自行車是健康的運動與交通的良好器材，但自行車和其他交通工具一樣，需要良好的剎車系統，才能達到安全駕駛之目的；市售之自行車剎車系統剎車前輪，即能達到剎前輪之目的，剎車後輪，也能立即剎住後輪，這種系統完全由操作者之意識控制，但剎車若按自行車業者提供之騎車方法是有其順序性，其正確之方法應『先剎後輪，再剎前輪』；而目前之剎車系統完全取決於操作者意識與認知，這種設計是有其改進空間，而詳細討論發現，市售這種設計之剎車有下列問題：

- 一. 剎車無順序性，全由操作者之意識與認知自行控制。
- 二. 剎車需先知道順序，若錯誤認知致剎車順序錯誤也會造成危險。
- 三. 遇緊急剎車時，操作者之直接反應可能會造成順序之錯誤而造成危險。

以上三點，都會造成操作之意外

針對上述缺點，讓本小組產生興趣，經討論後得出一主要的改進方案，就是『讓剎車系統建立順序性』，而且是只要有剎車動作，就是先剎後輪再剎前輪，如能將現有之剎車系統改進成有順序性之剎車，就能安全剎車了。

為達到上述有順序性之剎車，再經討論自行車可以壓任意一邊之手剎車就可以機械式自動地先剎後輪再剎前輪的話，就不會因先後的剎車順序不對而造成翻車意外，於是決定了要製作此種剎車系統之改進機構，並立即著手構思與製造。

貳、研究目的

本研究是在開發出『自行車使用手剎車時，能以機械式自動地先剎住後車輪，再剎住前車輪，達到安全剎車之目的』，起初在研究此項裝置時，抱持著一定要有下列之屬性：

- 一. 無論是用左邊剎車或右邊剎車均能優先剎住後輪，再剎住前輪，以確保行車安全。
- 二. 此機構最好以機械式的動作，因為穩定度比電子式高。
- 三. 此機構要以不能修改目前自行車之車架之樣式，即以目前隨處可見之自行車加裝此機構即可達到安全剎車之目的。

參、研究設備及器材

一. 設備方面：

1. 電腦與 3D 電腦繪圖軟體。
2. 腳踏車一部
3. 剎車線數條。
4. 車床與相關配件工具。
5. 銑床與相關配件工具。
6. 鑽床與相關配件工具。
7. 鉗工桌、虎鉗、銼刀
8. 其餘相關手工具與零件
9. 壓縮彈簧

二. 材料

鋁合金方塊

圓棒

低碳鋼塊

螺栓與螺帽

肆、研究過程或方法

一、探討相關教材

(一) 力矩：

我們先定義力臂為轉軸到作用力線的垂直距離。施力 F 越大或力臂 d 越長，其轉動效果越好。代表轉動難易度的物理量為力矩，通常以符號 T 表示之。若作用力為 F ，力臂為 d ，則力矩 T 為：

$$T = F \cdot d$$

(二) 制動器：

塊狀制動器是由產生摩擦阻力的剎車塊體、被剎車的鼓輪及用來加壓的槓桿等三主要部分構成。如圖 4-1：

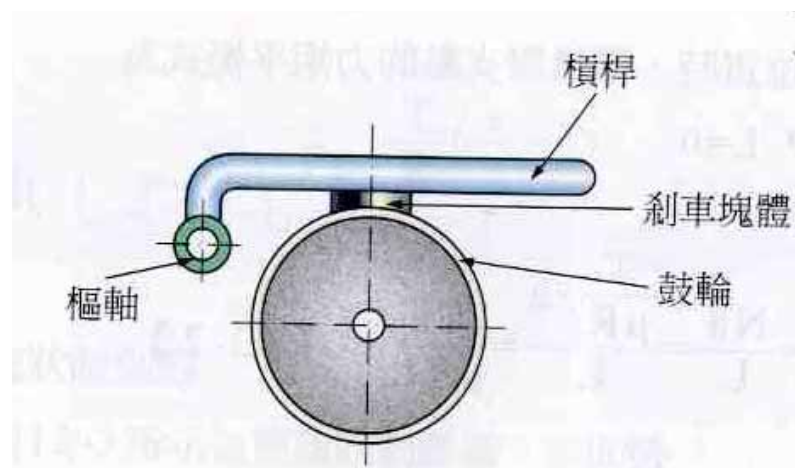


圖 4-1 塊狀制動器

所有制動器中最簡單者。其作用係當加力於槓桿的自由端時，裝於槓桿上的塊體，及藉槓桿原理壓制轉動軸上的剎車鼓輪，利用兩者接觸面間的摩擦力對輪軸所產生的扭力矩，以抵制剎車鼓輪轉動扭矩，為目前自行車最常用的制動器。其扭矩之大小為摩擦力與輪鼓半徑之乘積。

$$T = F \cdot R = \mu \cdot N \cdot R$$

T ：扭矩 μ ：摩擦係數
 F ：摩擦力 N ：正壓力
 R ：輪鼓半徑

雙塊狀制動器，亦即機構內有兩塊制動器同時動作。由於雙塊狀制動器之結構較為對稱，不易產生彎曲力矩於旋轉軸上，因此可增加制動器之制動力及平衡，如圖 4-2。

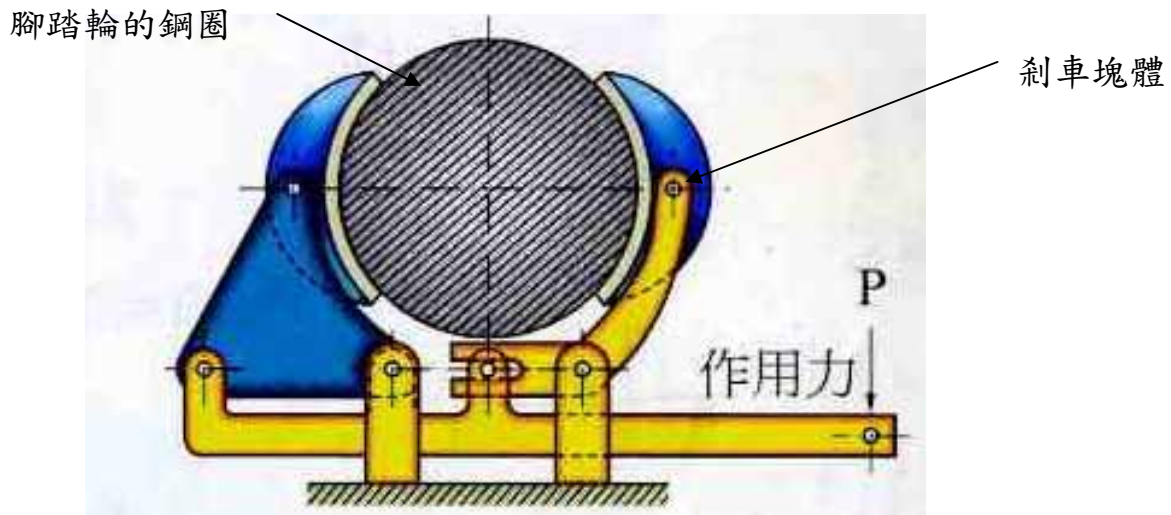


圖 4-2 雙塊制動器

(三) 討論：

依以上教材介紹，經由小組多次討論得出有關於自行車剎車之推論：

1. 前輪先剎車再剎後輪時：

剎車時因先夾住前輪，因支點在前輪與地面接觸點上，騎車時有一向前之力，因此會以支點為旋轉中心，向前之力為 F 與支點之距離為 d 形成力矩作用，因此會往前翻車，如圖 4-3。

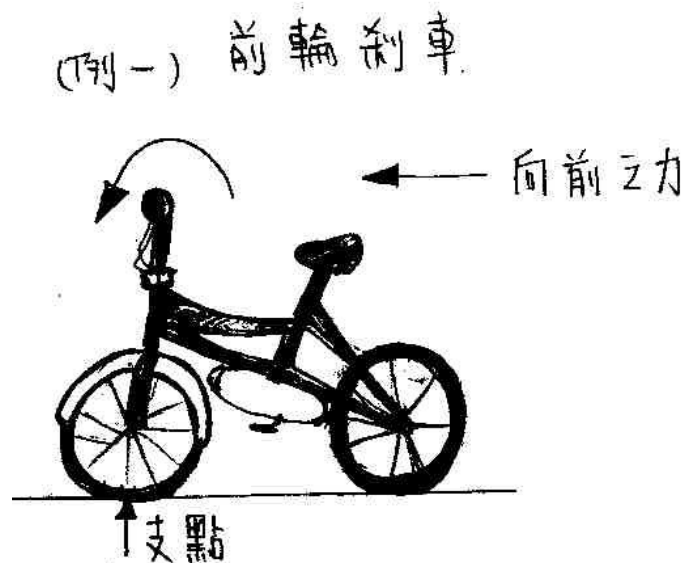


圖 4-3 前輪先剎會翻車

2. 剎車由後輪先剎，再剎前輪。

剎車時因先夾住後輪，因支點於後方，旋轉中心於後輪與地面接觸點上，則無力矩作用，因此不會翻車，如圖 4-4。

(例 =) 後輪剎車

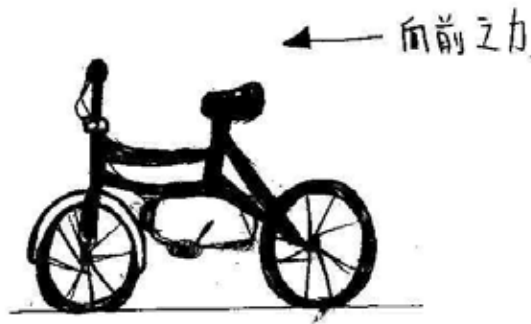


圖 4-4 後輪先剎不會翻車

二、研究過程

(一) 建立構想

起先要以不修改自行車之車架之樣式為基準，以隨處可見之自行車加裝簡單可用之機構方向思考，圖 4-5 是我們經多次討論的構想素描圖。

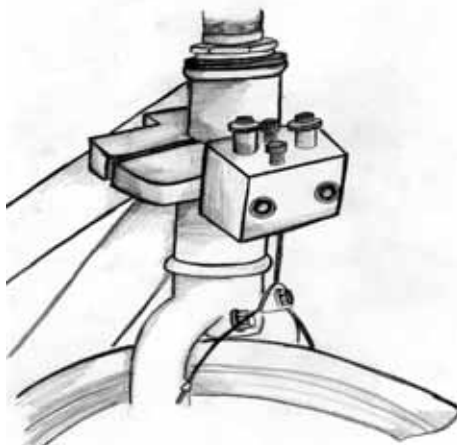


圖 4-5 構想素描圖

(二) 以 3D 軟體繪出機構並說明

1. 以 3D 之 SolidWorks 繪出機構之組合圖，組合與剎車線接法如圖 4-6。
2. 設計之原理說明

此機構之原理說明圖如圖 4-7，本圖顯示為機構之前視圖，其原理為左邊與右邊之手剎車線接住 X 處，當剎車時(無論左剎或右剎)會帶動 A 銷往上，如圖 4-7 之 A 處，此時 A 銷會帶動連接桿 D 往上，連接桿 D 與後輪剎車螺絲鎖住了後輪剎車線而帶動後輪之直接剎車，而連接桿與 B 梢之間有 3-5mm 空隙，此時連接桿 D 亦往上運動使 3-5mm 空隙消除進而達到讓 B 銷亦往上，而 B 銷連接前輪剎車。

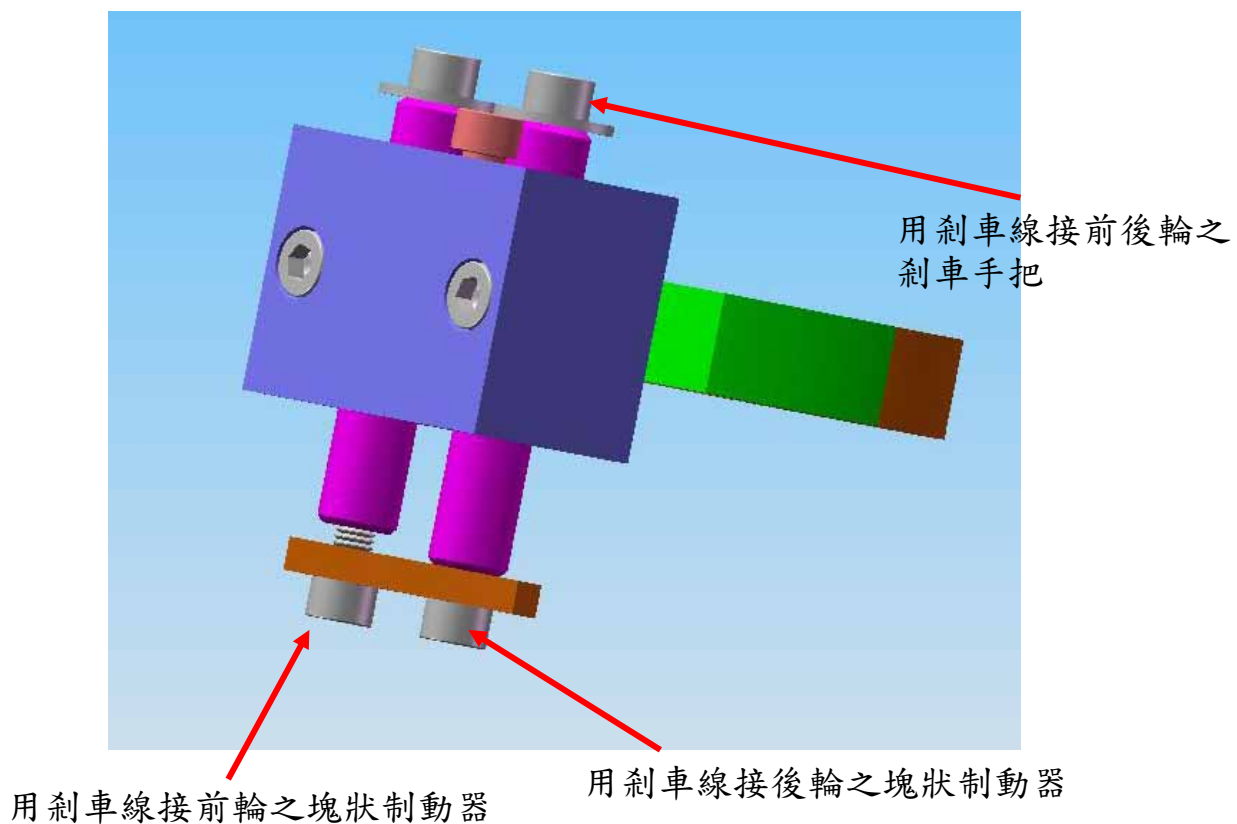


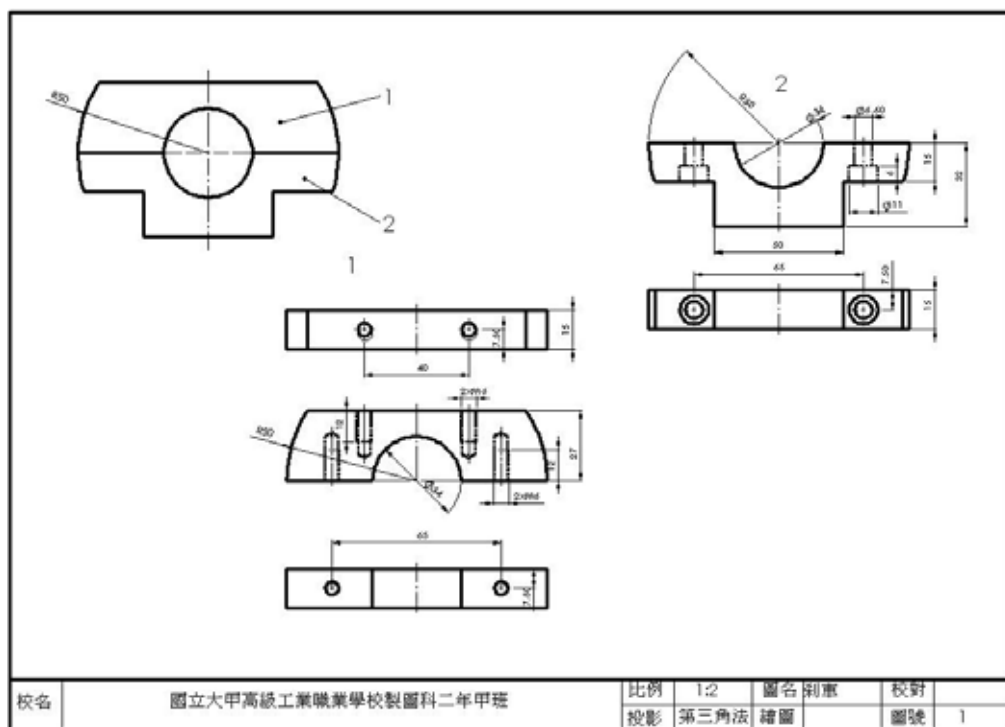
圖 4-6 3D 組合圖

此動作之簡要圖形說明如下：

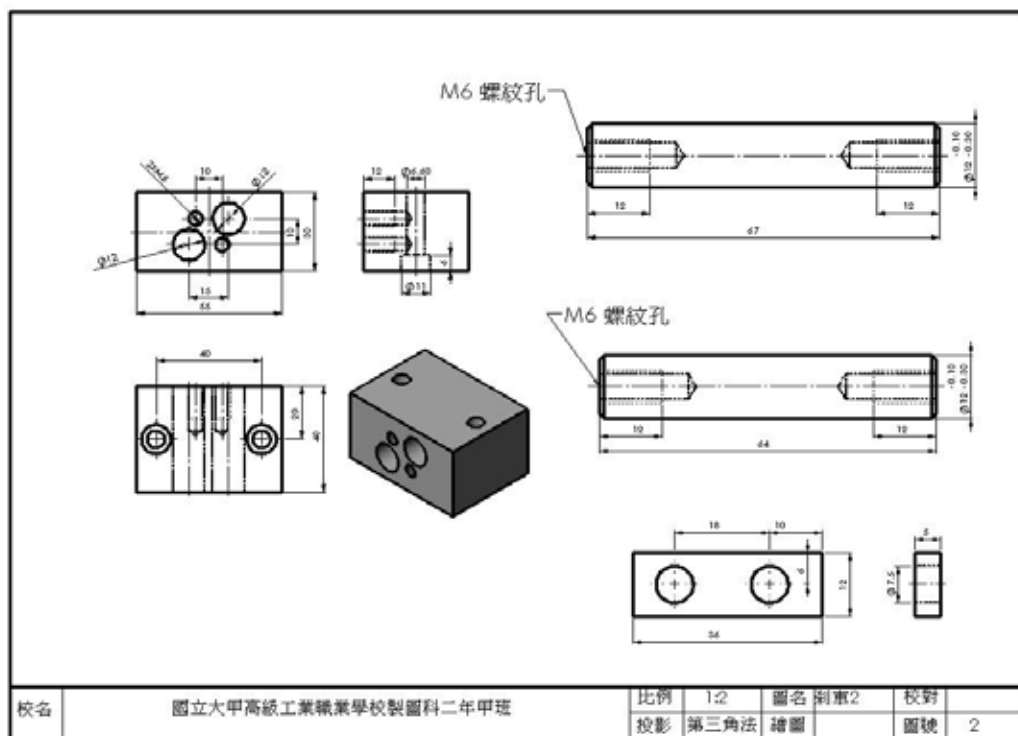
左右邊之剎車作動→帶動 A 銷往上→帶動連接桿 D 與後輪剎車線→直接剎住後輪→直接桿 D 繼續往上，消除了空隙後→帶動 B 銷往上→剎住了前輪。

(三) 零件製作

由繪製之 3D 零件圖，轉繪成 2D 之工程圖，再加上標註，按標註之尺度進行加工，如此形狀與尺度才能依模擬之情形，進而達到符合研究目的。



零件圖之一



零件圖之二

按照所繪製之零件圖，進行加工，為求快速起見，以分工方式進行，製作零件之情形如圖 4-8、4-9、4-10、4-11。



圖 4-8 車削工作



圖 4-9 銑床工作



圖 4-10 鉗工修整



圖 4-11 倒角修整

（四）組合測試與修正

剎車機構經構思、繪圖、零件製作等多種程序，再由螺絲結合情形如圖 4-12、4-13，本小組於機構組合後測試，發現和當初設計形式相同，結合於自行車情形如圖 4-14。



圖 4-12 機構完成圖



圖 4-13 機構完成立體圖



圖 4-14 結合情形

由實際組裝後發現應與預期相同，實地測驗結果亦有相同之感覺但未確定，經討論與詢問老師如何證明有其功能，得出答案為委請電機科或電子科學生幫忙做一證明之電燈，讓此功能得到證實。

(五) 組員工作分配

成員一：負責材料請購、銑床工和車床部分加工、撰寫報告書、看板製作。

成員二：資料收集工具準備、鉗工部分加工、組裝、測試。

成員三：資料收集、車床部分加工、組裝、測試。

成員四：繪圖、組裝、測試、撰寫報告書、看板製作。

伍、研究結果

一. 完成之機構說明

本機構之成品與 3D 繪出圖形近似，未接上線條時如圖 5-1，裝上自行車與加裝相關之零件如彈簧、螺絲及接上剎車線後之情形如圖 5-2。



圖 5-1 機構照片



圖 5-2 組裝

二. 科學化印證工具

為了證明此研究是先剎後輪再剎前輪，我們特別委請電機科同學製作一個科學化的電子指示燈證明，如圖 5-3

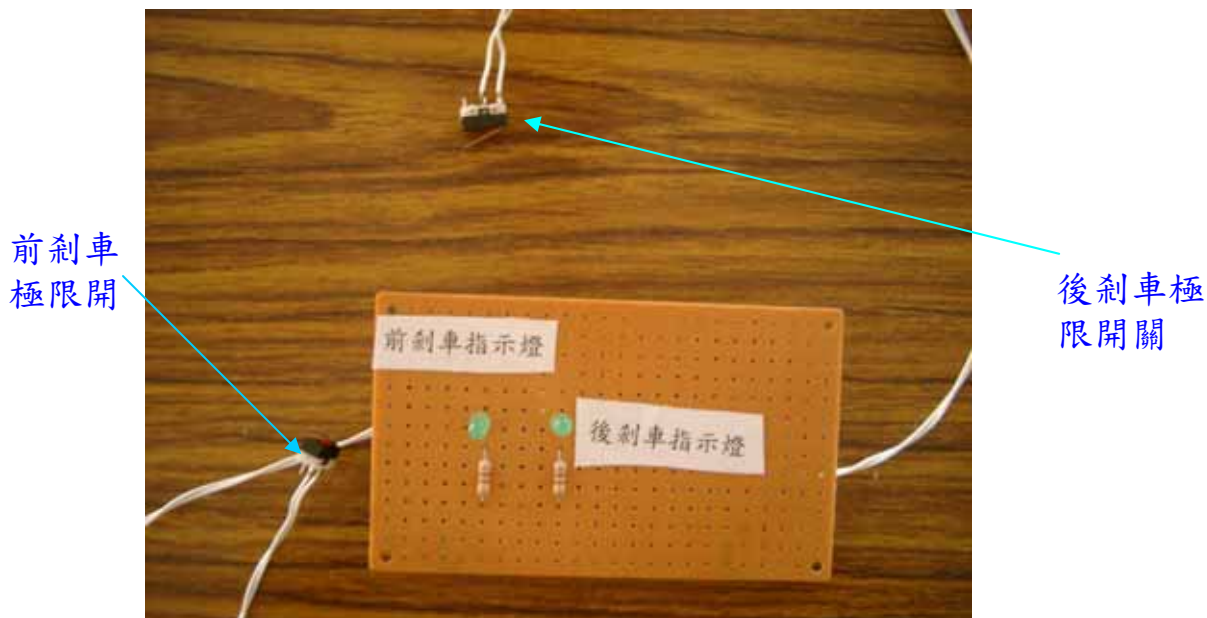


圖 5-3 電子指示燈裝置

在此電子機構中，按住後剎車極限開關，則後剎車指示燈就會亮起來，如圖 5-4，再按住前剎車極限開關，則前後剎車指示燈會亮起來，如圖 5-5，本電子指示燈就是要將前極限開關裝於前輪剎車塊，後極限開關裝於後輪剎車塊上，讓極限開關夾持於鋼圈時，等於是按住了極限開關，則前燈或後燈會亮起來，若剎住後輪鋼圈時，則後剎車指示燈會亮起，若剎住前輪鋼圈時，則前輪剎車指示燈會亮起，若兩輪皆剎住時，則會前後輪指示燈皆會亮起來。



圖 5-4 按後極限開關指示燈亮



圖 5-5 按前後極限開關指示燈亮

經組裝後照片如圖 5-6，加裝極限開關情形如圖 5-7。



圖 5-6 組裝



圖 5-7 極限開關位置

經修改指示燈之電路板大小完成後，進行測試，測試步驟如下：

1. 以手把左邊之手剎車測試情形

當左邊手剎車開始剎車時，會先亮起後剎車指示燈，如圖 5-8，再亮起前剎車指示燈，變成前剎車指示燈與後剎車指示燈一起亮起，如圖 5-9，這代表著剎車是先接觸後輪鋼圈，再隔一段時間再接觸前輪鋼圈。



圖 5-8 後剎車已作用



圖 5-9 前後剎車皆作用

2. 以手把右邊之手剎車測試情形

當右邊手剎車開始剎車時，會先亮起後剎車指示燈，再亮起前剎車指示燈，變成前剎車指示燈與後剎車指示燈一起亮起，結果照片同圖 5-8、圖 5-9 這代表著剎車是先接觸後輪鋼圈，再隔一段時間再接觸前輪鋼圈。

3. 以手把右邊與左邊之手剎車同時操作測試情形

當左右邊手剎車開始剎車時，會先亮起後剎車指示燈，再亮起前剎車指示燈，變成前剎車指示燈與後剎車指示燈一起亮起，結果照片同圖 5-8、圖 5-9，這代表著剎車是先接觸後輪鋼圈，再隔一段時間再接觸前輪鋼圈。

4. 實地道路騎車測試

由本小組親自馬路騎車測試，於平路、上坡、下坡之路段均能聽到能先剎住後輪之聲音，再聽到剎住前輪之聲音，本小組亦請有興趣之教師騎車測試，亦得到相同的答案，測試照片如圖 5-10、5-11。



圖 5-10 道路試騎



圖 5-11 邀請本校教師道路試騎

經實際在自行車測試後發現，不管由左邊剎車把手或右邊剎車把手剎車或左右一起操作手剎車都會先亮後剎車指示燈，再亮前剎車指示燈，變成前後指示燈一起亮起來之情形。這證明了本研究是無論是用左邊剎車或右邊剎車或左右邊一起操作均能優先剎住後輪，再剎住前輪。

本機構是以機械式的動作，因為穩定度比電子式高，這個機構沒有修改目前自行車之車架之樣式，即以目前隨處可見之自行車加裝簡單可用之機構即可。

陸、討論

針對所設計之剎車機構，做以下之討論

- 一. 本機構使用了壓縮彈簧而使得用雙手剎車之施力必須增加，未來這一點可以再改變設計，改進剎車施力增加之困擾，待有更長之時間，應可改進此項缺點；
- 二. 安裝鋼索之方法不是很方便，待整體機構重新設計，思考如可安裝，才可達到快速組裝之目的，可參考目前之市售自行車之作法，進行改進。
- 三. 本機構讓自行車後輪先剎，再剎前輪，會讓後輪之剎車時間比前輪之剎車時間長，應經常更換剎車塊即可改善此缺點。
- 四. 剎車機構運用左邊或右邊剎車，均可達到剎車效果，若用雙邊剎車，更可增進制動力，可確保剎車之功效，達到安全駕駛之目的。
- 五. 本機構左、右邊皆可剎車，形成安全上之雙保險，行駛中若左右有一條剎車線斷掉，亦可達到安全的剎車目的。

柒、結論

本研究係經研究之目的之探討，相關教材之研讀與多次討論並繪出草圖與 3D 圖形後，確定此機構應可達到研究目的，經製作後也得到了印證，也就是不無論是用左邊剎車或右邊剎車均能優先剎住後輪，再剎住前輪，確保了行車安全，另外此機構是以機械式的動作，穩定度比電子式高，這個機構沒有修改目前自行車之車架之樣式，即以目前隨處可見之自行車加裝簡單可用之機構即可，因此本研究完全符合研究目的。

經研究證實，本剎車機構達到安全的剎車方式，如能推廣於自行車上，可讓操作更簡單，達到安全的駕駛，降低操作不當或緊急事件而造成傷害，相信對人員安全可進一步保障。

在二位指導教師之指導與要求下，近六個月之蒐集資料、討論，更加深了腦力激盪之經驗；在繪圖與製造零件之中，經歷多次組裝失敗，原因為零件加工尺度出現問題，體會了老師平時苦口婆心之用心，以後繪圖與加工更要注意了；而最困難的組裝，在指導教師之指導與多次失敗情形下，體驗了成功是不斷失敗加上曾經想過放棄又不甘願而後咬緊牙關而最後得出產品，那種滋味，令人印象深刻；而研究的過程點滴，撰寫成一本完整的報告書，讓我們深刻了解到系統性與統合性的重要。

捌、參考資料及其他

作者	書名	版次	出版地	出版社	頁數	出版年
蔡耀智	進階物理綜合篇	初版	台灣	台科大圖書	74 至 75	95 年
李榮華	機件原理 II	初版	台灣	龍騰文化	81 至 83	87 年
小栗富士雄	標準機械設計便覽	十版	台灣	台隆書店	11-1	87 年
丹羽隆志	MTB 登山車	初版	台灣	三悅文化	8 至 9	93 年
張振環	物理 I	初版	台灣	泰宇出版	112 至 123	94 年
李榮華	機械力學	初版	台灣	龍騰文化	30 至 31	90 年

【評語】 040810

本作品利用簡單、聰明的機械機構設計，將自行車的剎車分成兩階段，第一階段會先剎後車輪，第二階段再剎前車輪，這種方式可以保持急速行進自行車被剎住時的平衡。兩階段的剎車是利用機構內螺栓調整而設定，本研究具創意、科學驗證及應用價值，是一優良作品。