

# 中華民國第 51 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

第三名

040816

我的卡踏會自動鬆脫

學校名稱：國立秀水高級工業職業學校

作者：  職三 蔡易哲  職二 郭園泯  職二 謝明憲	指導老師：  張漢佑  周文清
-----------------------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：卡踏、自動鬆脫、安全性

# 作品名稱：我的卡踏會自動鬆脫

## 摘要

在新聞報導中，常常有車友因為卡踏受傷，嚴重者甚至有死亡的事件發生，因此我們構想設計可以自動鬆脫的安全卡踏。在各種卡踏設計中大略分兩種，登山用及公路用，我們先以老舊的登山卡踏為基礎來拆解，了解內部構造後，依照我們的需要來設計及改造卡踏，由於當車手在騎乘過程中，遇到緊急事件時，第一個反應就是按壓煞車，因此設計時我們想以煞車系統來連動卡踏鬆脫，將原本的卡踏中心主軸，設計成具有擠壓功能的軸桿，並以煞車線拉動機構，在按壓煞車時便可牽動此線產生力量，卡踏的挾持設計就會前後分開，卡踏可以自然鬆脫。當煞車解除後，卡踏又重新歸位。我們設計的卡踏除了可以自動脫離外，也可以依原本的操作方式脫卡。經過設計、加工、組裝測試後，這樣的機構是可行的，未來的研究方向是測試對煞車的影響及如何可應用改裝於任何自行車上，以符合實際使用的需要。

## 壹、研究動機

開學時看到數學老師的手肘上了繃帶，臉上還有點傷口，問老師為什麼受傷，老師說因為『卡踏』，卡踏為什麼會使人受傷呢？老師說因為騎自行車出去運動後，在回到家門前時，突然有小孩子跑出來，一時間脫卡不及就摔車了，心想還真危險。不久後又看到一則新聞報導：某企業少東在北縣騎單車時墜谷身亡，網友懷疑是卡踏肇禍，讓他來不及跳車。腳踏車在下坡時速度較快，網友說「上坡快、下坡慢」指的是上坡上卡速度快，下坡脫卡按煞車速度慢。判斷該車手應該在下坡時沒有脫卡動作，所以發生此意外。也有網友說「使用卡踏應該是在管制道路」，專業的車友都知道卡踏在哪些地方適合用，但是這位車手可能是習慣使用卡踏，而在意外發生地點已經上了卡卻來不及脫卡跳車。但也有可能是不小心上了卡而沒有注意到，導致這場意外的發生，不論是意識性的上卡還是不經意的上卡，**沒有脫卡**是不爭的事實，如果這時候已有卡踏自動鬆脫設計，那這場事故極有可能不會發生。因為卡踏的設計可以使人增加騎乘自行車的踩踏效率，因此有相當多的愛好者，但也常有因為操作不當而摔車的情況發生，因此如何減少卡踏的危險性，是我們想要研究及設計的重點。

## 貳、研究目的

- 一、 了解卡踏設計的功能及種類
- 二、 設計並製作一組可以自動鬆脫的卡踏
- 三、 測試自動鬆脫卡踏的功能及安全性

## 參、研究設備及器材

- 一、 加工機具
  1. 車床
  2. 銑床
  3. 鑽床
  4. 數值控制加工中心機
  5. CNC 車床
  
- 二、 使用材料
  1. 鐵材
  2. 鋁材
  3. 銅材
  
- 三、 使用儀器
  1. 電腦
  2. 數位相機
  3. Solid WORK 2008 軟體

## 肆、研究過程或方法

研究過程如圖 1 所示，

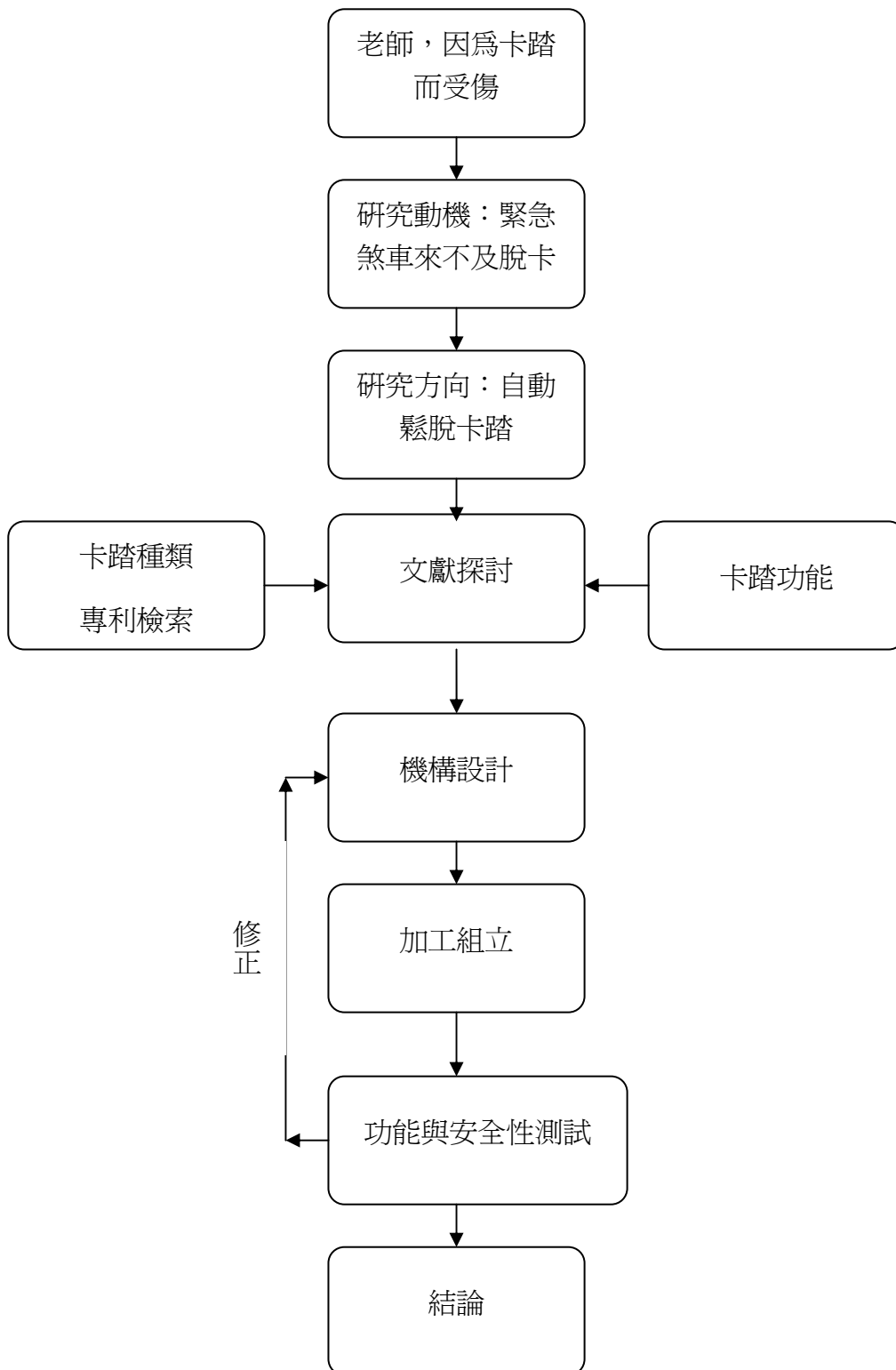


圖 1、研究流程圖

## 一、 文獻探討

### (一) 自行車卡踏的功能

卡踏設計上分為公路車用卡踏及登山車用卡踏，如圖 2 所示，其中右邊的是登山車的卡踏踏板，左邊的是公路車專用踏板，圖中左下角為一般的踏板。



圖 2 各種卡踏裝置

卡踏是一種有固定裝置的踏板，當自行車裝上卡踏，騎士穿上卡鞋時，卡踏可以把鞋子牢牢的固定在踏板上，當往下踩的時候可以對踏板產生壓力，往上拉的時候，同時也對踏板施加拉力，還有往前跟往後都可以對踏板施力。使用卡踏騎單車的時候，雙腳是以畫圓的動作來對單車施力如圖 3 所示，可以增加踩踏自行車踏板的效率。

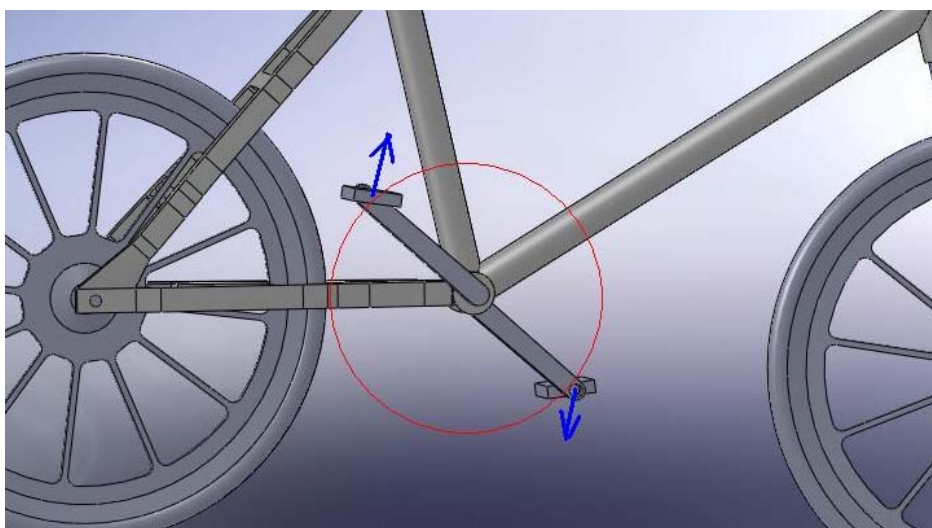


圖 3 卡踏的設計功能

## (二) 專利卡踏設計方式

我們針對卡踏做專利檢索，發現卡踏的相關設計很多，我們就其中幾種相關發明作說明：

專利證號 M378896 的卡踏設計如圖 4 所示，爲了讓騎行者的足部與自行車踏板有更佳踩踏力量傳遞而設計。其結構設計是由自行車踏板設有卡鉤面的定位件，以及由鞋底設有具毛絨面的連結件，在腳踏車踩踏時，利用**毛絨面和卡鉤面**取得相互黏扣和連結的關係，讓腳踩腳踏板的動作不會有晃動或鬆脫的可能，踩踏的力量可得到有效傳遞，使踏板有最佳的驅動動力效果，可讓腳踏車的騎行更輕鬆省力，同時如果發生緊急狀況的時候，只要施以簡單的拉抬力量，就可以快速讓連結件脫離定位，達到快速脫卡的便利性與安全性，能夠有效解決不易脫卡而造成的安全疑慮。這個設計上因爲是利用魔鬼氈的設計，因此上拉的力量不能太大，不然就脫卡了。

圖 5 爲自行車踏板上設立**磁性吸附裝置**，專利證號爲 M359502，其設計搭配鞋底的被吸附構造，使兩者能結合或分離，鞋底具有與踏板外框吻合的 C 字凹槽，卡鞋便能穩固確實的與踏板結合，凹槽兩槽道之同一側壁面爲斜面，使卡鞋能容易插入吻合踏板達成定位效果，卡鞋內側有印標記以對應凹槽之槽道，能讓使用者快速達到定位。

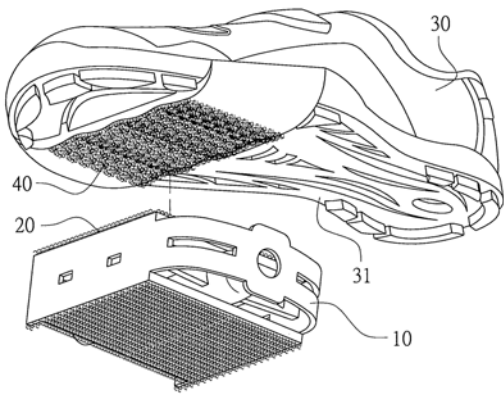


圖 4 一種安全性自行車踏板與鞋結構

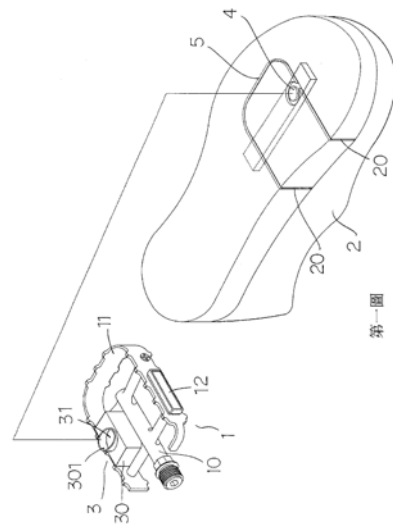


圖 5 易分離之自行車踏板與卡鞋結構

## (三) 自行車安全裝置

在自行車的安全裝置中常見有燈光、警示燈、安全煞車設計等，因此我們也先探討關於自行車的安全設計有哪些，作爲研究的參考，在各種文獻中常見有左右煞車安全控制設計，我們以其中的 SQS 安全剎車系統 (SAFETY and QUALITY SECURE)來作說明如圖 6 所示。

現今的自行車煞車系統，有機械式和油壓式，都是由左、右手單獨控制前煞車或後煞車。然而自行車在高速行駛下若緊急煞車前輪時，很容易造成前輪鎖死而翻覆的形況，如果自行車上面能裝安全煞車裝置，即使在下坡中途煞車，或是遇到事故緊急煞車，都不用怕會有翻覆的情形。SQS 安全煞車系統的設計理念就是提供騎乘者有個安全、確實的煞車功能來避免有這樣的意外發生，該設計能夠讓單車騎士無論先案左煞把或是右煞把，後煞車的功能永遠有效，即使有一條煞車線斷裂，也不會因先操作前煞車而發生摔車意外。我們發現其機構是煞車線可以連動如圖 7 所示，這部分的設計可以作為我們機構設計的參考。



圖 6 SQS 安全煞車系統



圖 7 安全煞車系統動作圖

#### (四) 自行車的煞車系統

由於我們計畫以煞車系統作為機構動作的來源，因此我們也先了解煞車的種類及其設計方式如圖 8 及圖 9 所示。煞車減速原理，按壓煞車後，煞車桿牽動煞車線，煞車線合上煞車器，橡皮將淪框夾緊，以摩擦力使車輪的速度減慢最後停止。自行車有兩組煞車，前後各一組，目的是讓騎士安全停住單車。想在最短距離停住單車的最快方法，壓前煞車到後輪浮離地面的程度，因行進時人體與單車有向前的慣性，加上重力加速度向下，兩力同時形成一個向前下的合力，煞車是靠輪胎與地面的摩擦力抵抗向前的分力，壓力越大摩擦力也越大，此時大部分的摩擦力在前輪，因後輪浮起故後煞車已無作用。

同時使用前後煞車容易有甩尾現象，如後輪發生側滑而前煞車仍然作動，會使後輪甩過前輪，因前輪的減速力大於後輪。理論上，在最大的煞車效果發生時稍微施力於後煞車都會導致後輪側滑。



圖 8 各種煞車系統的設計

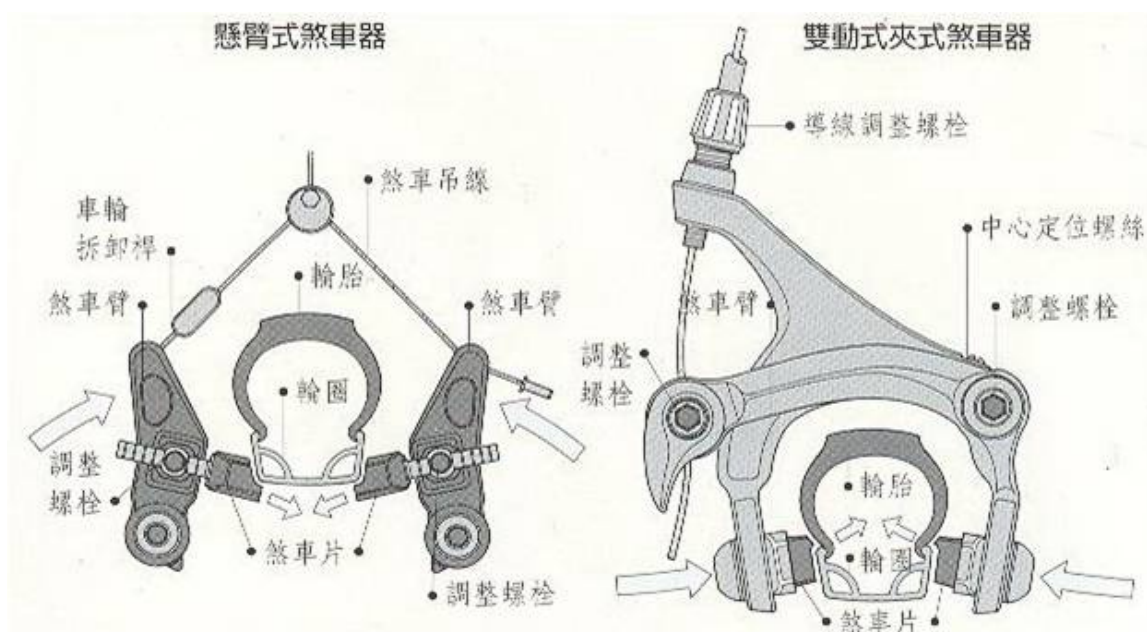


圖 9 C 夾及 V 夾的機構動作方式



## (五) 油壓煞車系統

### 1. 碟式煞車的分類和作動原理

碟式煞車系統透過一塊與車輪同步旋轉的碟盤，透過煞車牽動碟盤達到煞車。

### 2. 油壓煞車

油壓煞車由液體壓力傳導力量，油壓煞車將原本牽動煞車的導線改成煞車油管，和一般煞車用的導線相比，油壓煞車沒有導線摩擦力的問題，操作上會比較順暢、省力。雖然油壓煞車價格較昂貴且有漏油的問題，但不用調整煞車緊度也不用擔心導線老化。

### 3. 機械式與油壓式碟煞的比較

碟式煞車分三種，機械式、半液式和油壓式。機械式由煞車線傳動力量到卡鉗作動煞車；油壓式則由煞車油傳動力量至卡鉗作動煞車。不同在於力量傳導的媒介。

開放式的煞車導線容易堆積髒污；封閉式的油壓煞車不容易堆積髒污但是維修難度高，且有漏油的可能性。油壓式煞車在煞車塊磨耗後會自行調整，然而長時間按煞車可能造成煞車油因摩擦產生的高熱導致沸騰，而失去煞車的作用。

機械式煞車需要手動調整煞車塊的磨耗，相對而言較沒有因高熱而失去煞車的危險性。

機械煞車由單活塞作動，活塞推動單邊煞車塊，煞車塊對碟盤一側施力，靠單邊煞車塊、可活動，卡鉗體積小。相對於機械煞車，油壓碟煞則由雙活塞作動，活塞推動煞車塊後，煞車塊可對碟盤兩側施力，並同時從兩側縮回，卡鉗體積較大如圖 10 所示。

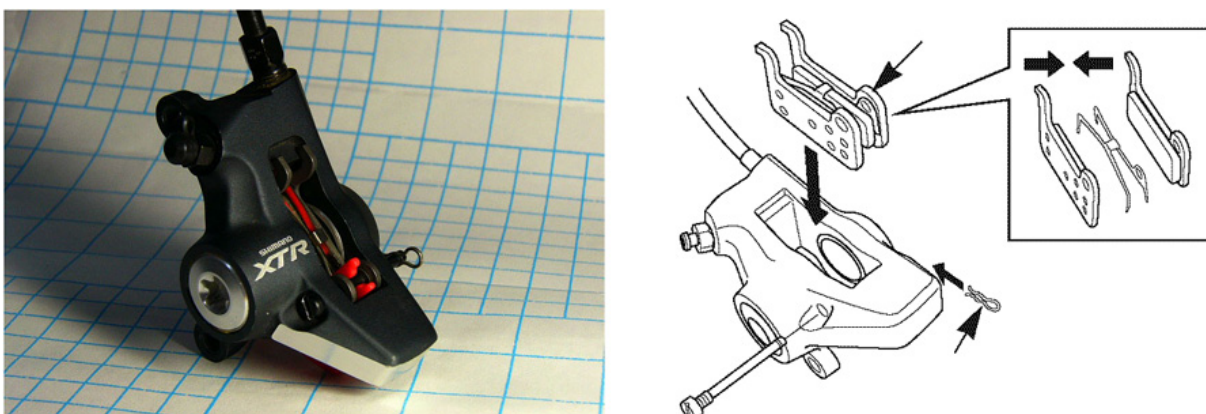


圖 10 油壓煞車

## 二、 機構設計

### (一) 踏板機構設計

經過各種卡踏的研究後，我們完成了一組可以自動脫卡的設計，如圖 11 所示，有一個固定心軸，踏板可以在上面轉動，心軸上有一圓錐滑塊，可以在心軸上前後移動。在踏板上有一組卡扣設計，這組卡扣利用一圓柱頂住圓錐滑塊，可以順著滑槽移動，當圓錐滑塊移動時，卡扣又會自動往外鬆開，這時候卡踏就可以自動脫卡動作如圖 12~13 所示。圓錐滑塊的中間有定位銷可以固定鋼索，應用類似煞車線的功能，連接到曲柄的心軸上。

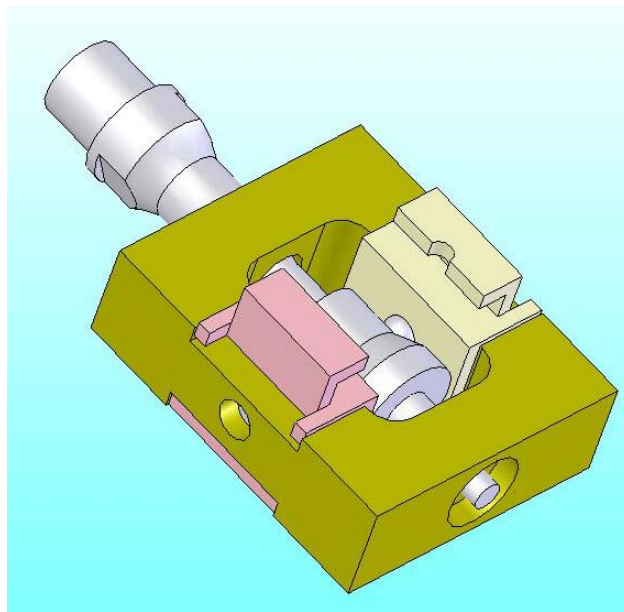


圖 11 踏板的動作機構設計

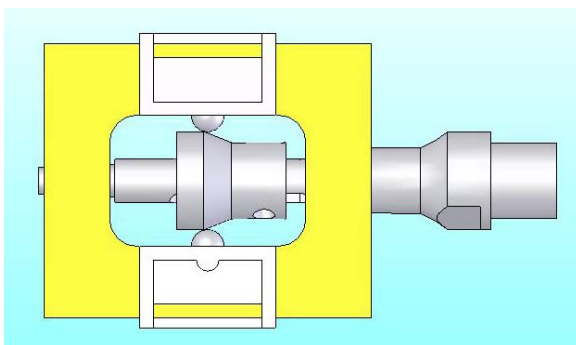


圖 12 卡踏自動脫卡的位置

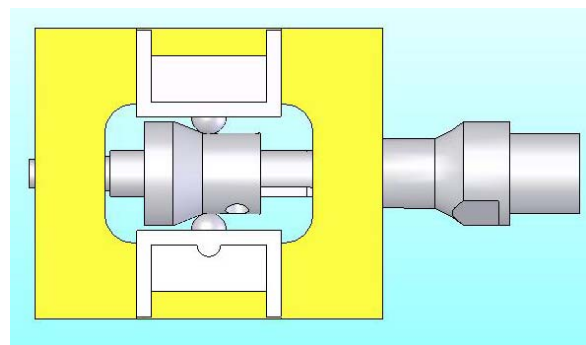


圖 13 卡踏自動上卡的位置

## (二) 齒盤動力傳遞機構設計

由於動作必須透過煞車系統傳遞到踏板上，由於踏板及曲柄是隨時在轉動，因此這部份的設計就較複雜了。觀察盤式煞車的構造，我們決定採用類似的機構來傳遞動作，設計的方式如圖 14 所示，圓盤底座固定在踏板曲柄上，分為左右曲軸設計，右曲柄的部分裝置於小齒盤上如圖 15，目前設計是將最小齒盤替換，未來設計上會裝置於小齒盤內側，使前面變速系統維持三段變速。左側部分的圓盤就直接固定在曲柄上，如圖 16 所示。

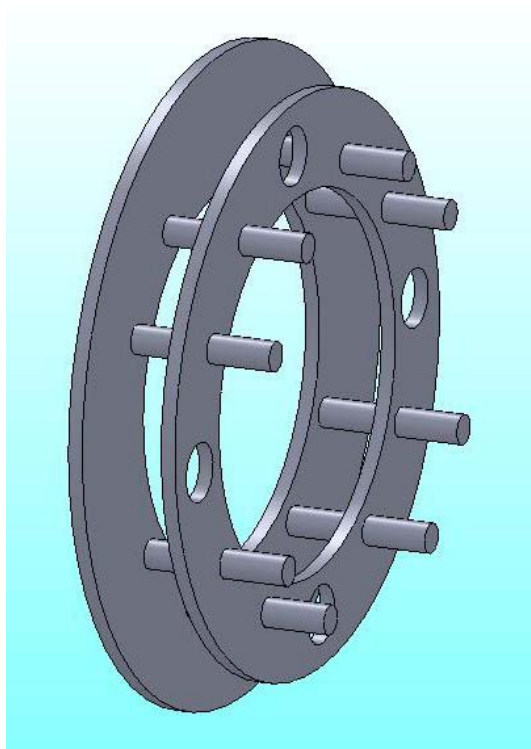


圖 14 圓盤傳遞動作示意圖



圖 15 右曲柄的圓盤固定方式設計



圖 16 左曲柄的圓盤固定方式(壓克力試做)

### (三) 煞車系統連動機構設計

在曲柄齒盤的圓盤可以轉動，如何拉動圓盤呢？我們的設計是利用類似蝶式煞車的方式，在車架上有一個可以左右內拉的機構如圖 17 所示，當煞車線拉動時，使滑塊動作透過斜面引導，使兩側的拉桿內縮，就會連動機構使得圓盤動作，這時候就可以帶動踏板上的卡踏機構動作如圖 18 所示。在前方煞車線的設計如圖 19 所示，它是利用安全煞車的原理設計，差別在於後輪煞車線的輸出位置有兩條拉線，一條是原本的後輪煞車使用，一條是用來控制卡踏的動作。

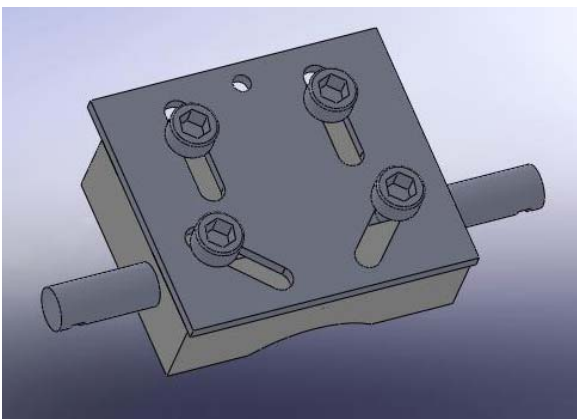


圖 17 煞車連動系統後方設計

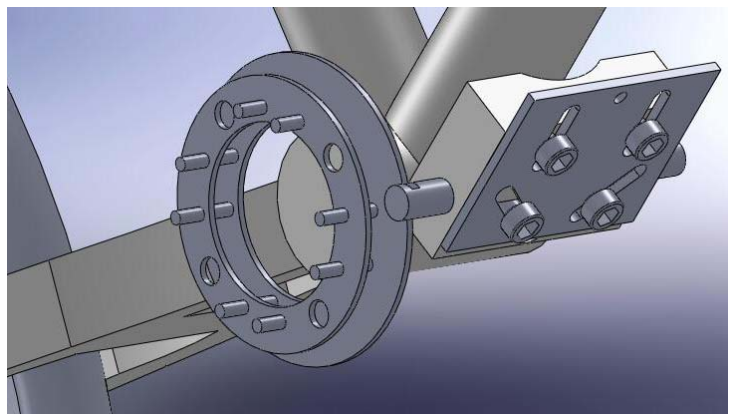


圖 18 煞車連動系統安裝位置

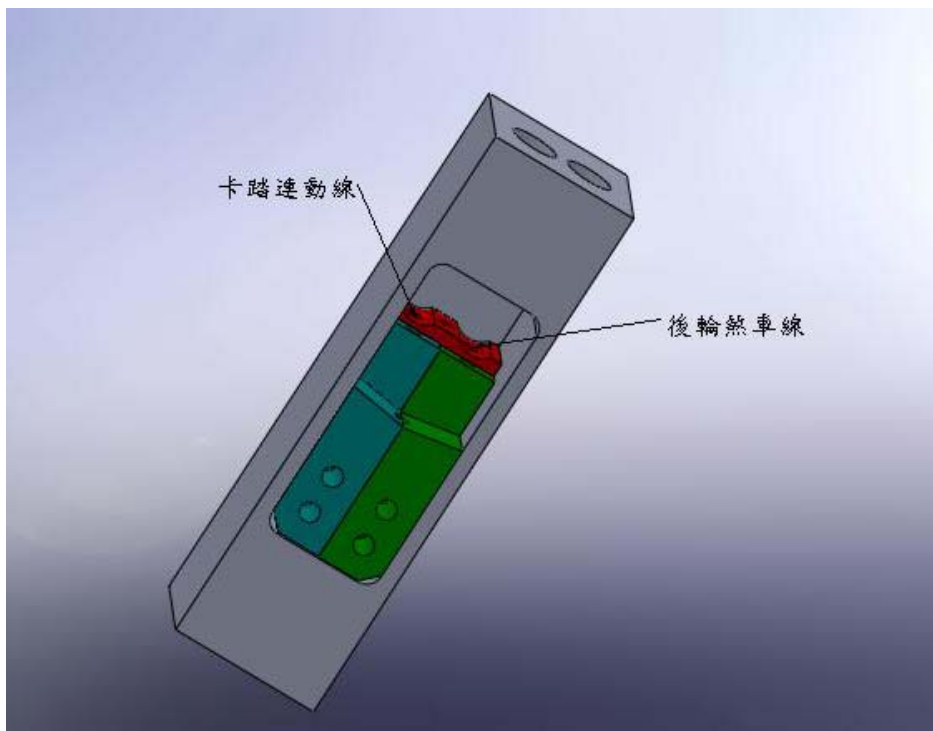


圖 19 煞車連動系統前方設計

### 三、 加工與組立

#### (一) 設計的零件圖

在整體架構設計好後，我們將零件出圖，圖 20 為卡踏心軸及加工半成品，圖 21 為踏板的設計工程圖，在設計過程有些零件的尺寸只是預估，未來在組立時會作修改，以符合設計的需要。



圖 20 加工零件圖與零件半成品

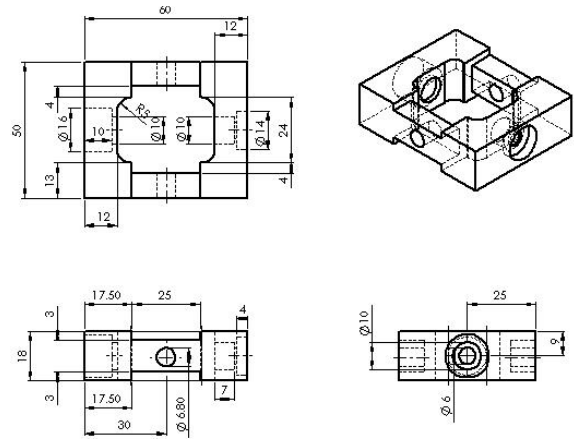


圖 21 踏板設計工程圖

#### (二) 加工機具

加工機具使用除了傳統的車床、銑床外，也使用數值控制機械如圖 22 所示，如 M/C 及 CNC 車床，尤其是踏板心軸的加工，因為有英制螺紋及左右螺紋的設計，因此利用 CNC 車床加工可以達到我們的需要如圖 24 所示。另外也使用雷射切割如圖 23 所示，因為部分零件的尺寸需要實際裝置後測量，因此部分零件先以壓克力取代，組立確定尺寸後再以金屬製作如圖 25 所示。



圖 22 數控銑床加工曲柄

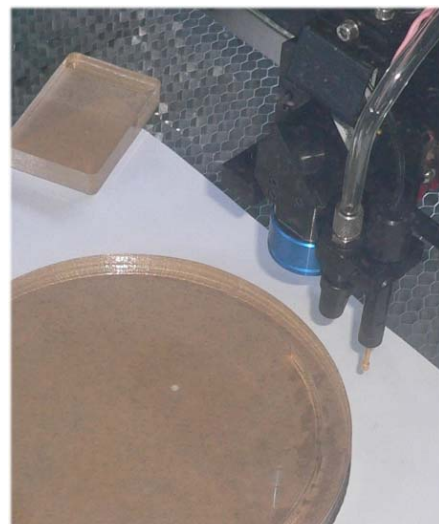


圖 23 非金屬雷射加工切割壓克力



圖 24 CNC 車床加工踏板心軸



圖 25 安全煞車系統零件半成品

### (三) 組立過程

組立分為三部分完成，分別為自動卡踏、曲柄圓盤、煞車連動系統，完成的組裝圖如圖 26~29 所示。



圖 26 踏板組立完成



圖 27 圓盤及齒盤組立完成圖



圖 28 煞車連動系統組立完成圖



圖 29 連動煞車系統

#### 四、 功能動作測試

##### (一) 煞車系統連動機構測試

在煞車系統的測試上，重點在於煞車線牽引作用效果，這部分的測試是觀察煞車線動作的距離與圓盤拉桿的動作行程，在滑塊的動作上是設計 60 度的滑槽，因此必須檢驗動作是否符合需要，測試如圖 30 所示。

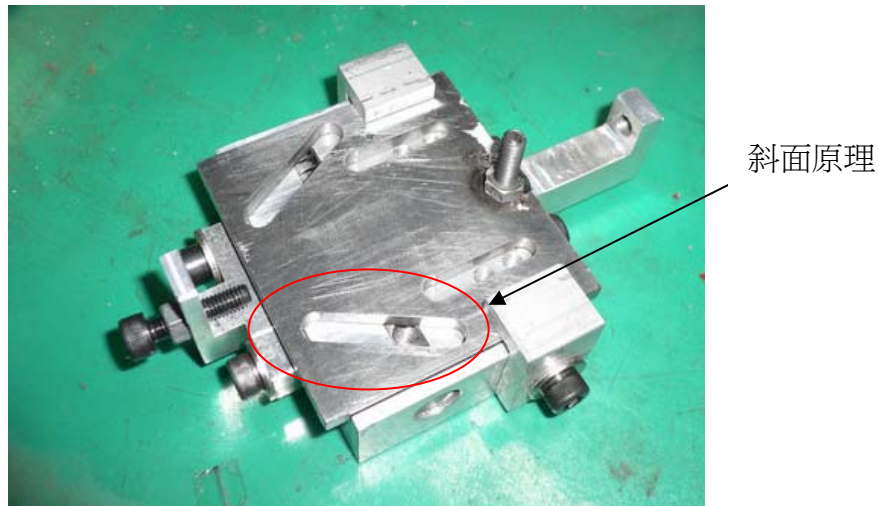


圖 30 煞車連動系統測試

##### (二) 齒盤傳動機構測試

在齒盤上圓盤的動作測試上，有兩個部分要注意，第一是圓盤轉動的精確度，也就是不能有太大的偏擺，第二是圓盤拉動力量的大小，因為圓盤動作會牽引另外一條鋼索，這部分會面臨到圓盤因為配合精度及受力情況不同，而無法確實動作，測試如圖 31 所示。

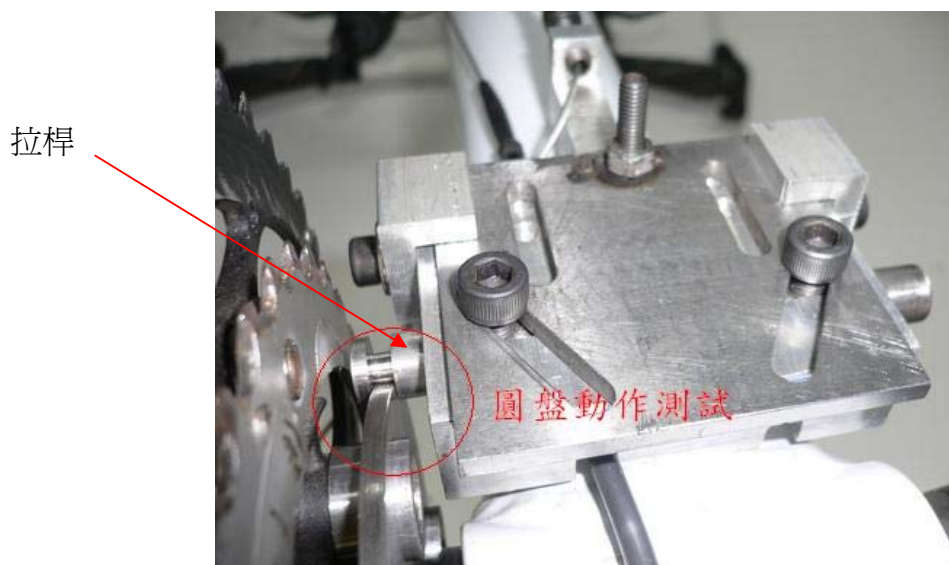


圖 31 圓盤動作測試

### (三) 卡踏機構測試

在卡踏的設計測試上，因為我們設計的方式是類似滑塊機構，加上加工精度的問題，因此在卡踏要上卡時會有點不順，脫卡時也是有問題，這部分會再作修正。卡踏動作測試如圖 32 所示。牽引力量在測試時需要相當大的力量，因此機構設計上需要有所修正。



圖 32 卡踏使用卡鞋測試連接效果

## 伍、研究結果

### 一、 自動鬆脫卡踏的設計性能

在完成初步的組裝後發現，原本設計的卡踏上卡裝置，動作不是很順暢，這部分需要改良。力量在傳遞上經過越多的機構，摩擦阻力也越大，這會影響自行車的煞車性能。曲柄的動作傳遞部分，在組裝後發現有受力不均的現象，因為是透過圓盤的動作如圖 33 所示，可是拉桿拉動圓盤時，因為受力只有在圓盤上的一點，因此圓盤會有歪斜的情況發生如圖 34，當定位孔與銷的配合尺寸較密合時，圓盤動作會卡住而無法傳遞，。



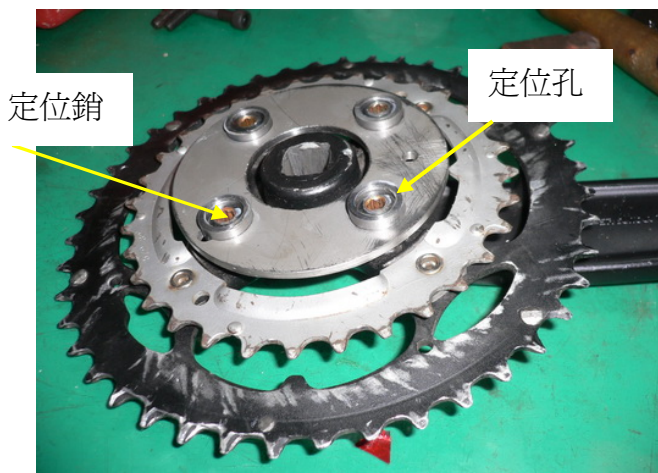


圖 33 原本圓盤設計組裝

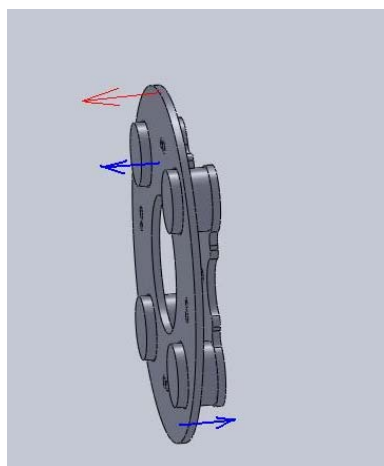


圖 34 圓盤受力狀況(圓盤歪斜會卡住)

## 二、 圓盤傳動修正方式

因為施力拉動圓盤的作用力，只有作用在圓盤外圓上的一點，因此圓盤一定會產生歪斜而卡住，為了避免卡住，我們研究後決定讓定位銷孔的配合尺寸有較大的間隙，也就是可以如圖 35 所示的方式歪斜。並將圓盤要傳遞動作到卡踏的作用位置，增加為四個，設計完成如圖 36 所示，這樣不管圓盤轉動到任何位置，都可以牽動圓盤上的任一條作用鋼索。在曲柄中心的設計如圖 37 所示，圓盤上的任一條鋼索作動時，都可以拉動踏板鋼索。

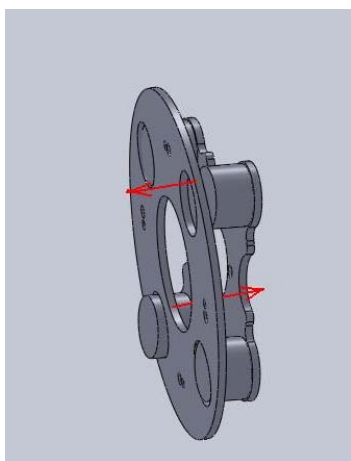


圖 35 圓盤較大歪斜情況



圖 36 圓盤有四條鋼索可以拉動

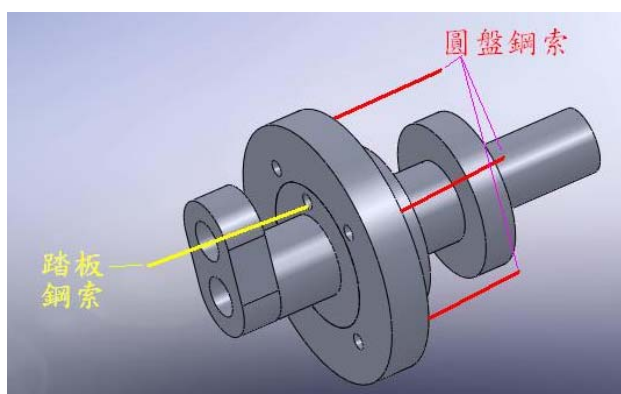


圖 37 曲柄中心機構設計

### 三、 卡踏修正設計方式

原本設計的卡踏是利用滑動的方式動作，這樣的設計經過測試後發現阻力較大，不容易脫卡，且和原本的卡鞋尺寸差異較大。經過討論後我們修正設計，利用原本卡踏的零件修改成如圖 38 所示的機構，完成的實際構造如圖 39，修改安裝後，與原本的卡鞋會有較穩定的固定。最後完成的機構設計，目前完成右腳的如圖 40 所示，左腳的機構類似右腳完成的設計如圖 41 所示。煞車系統的連動裝置完成如圖 42 所示，左右曲柄各有一個圓盤，圓盤可以左右移動，可以讓煞車系統使左右腳卡踏鬆脫。

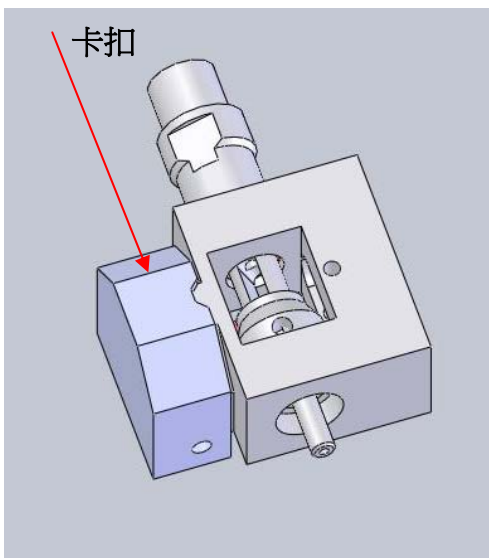


圖 38 修正卡踏設計

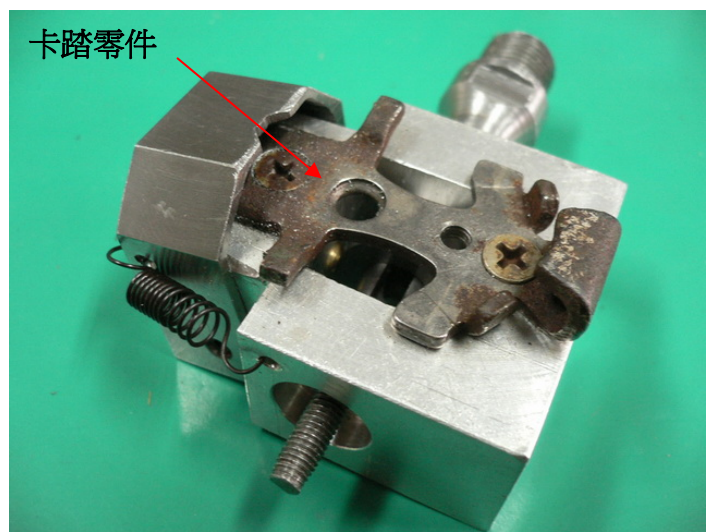


圖 39 完成後的修正卡踏



圖 40 完成的卡踏連接位置設計(右腳部分)



圖 41 完成的左腳部份機構

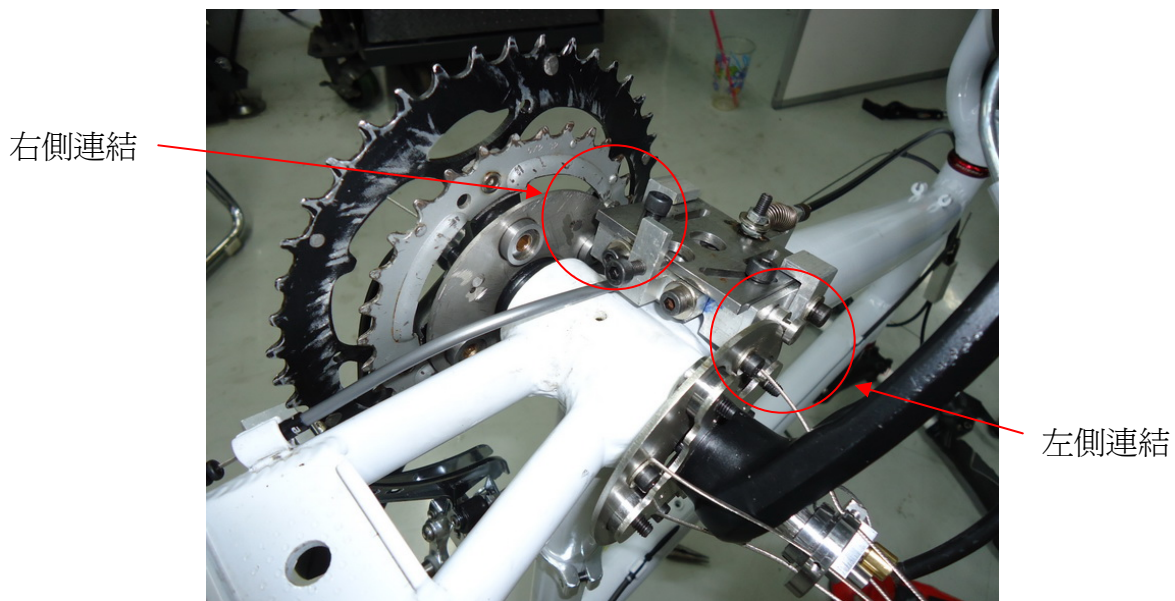


圖 42 完成的連動系統

## 陸、討論

### 一、 斜面傳遞動力分析

在動作傳遞上，我們使用了斜面動作，如圖 43 為煞車連動系統的設計，圖中藍色作用力為煞車線傳遞過來的拉力，對作用銷產生往內移動的作用力及接觸點的正壓力，而這個正壓力如圖中的紅色傾斜的力量，這個力量會在接觸點產生摩擦力如圖中的黃色力，我們這樣的設計其實是不好的，因為手按煞車的作用力原本就不大，結果還要克服作用銷的摩擦力。卡踏的動作如圖 44，一樣利用斜面原理動作，圖中紅色拉力為圓盤傳遞過來的力量，對頂出銷產生藍色的作用力，這部份的設計一樣符合斜面原理的力學分析，測試時發現阻力很大，我們必須修改設計。

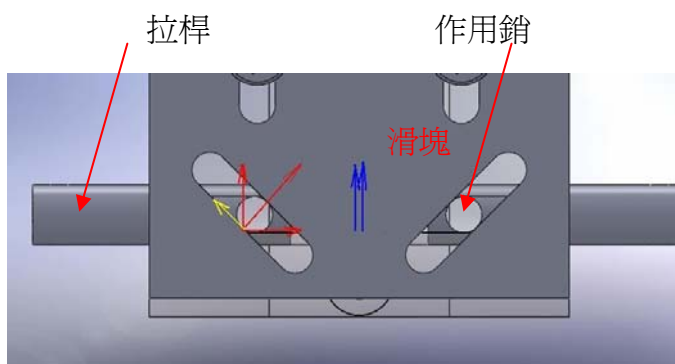


圖 43 煞車連動系統的作用力

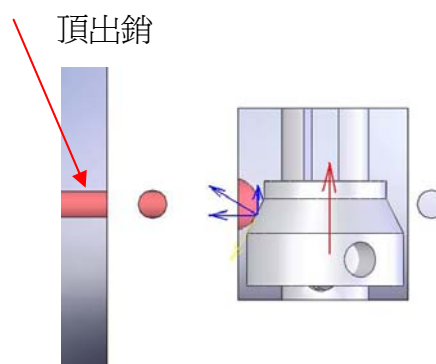


圖 44 卡踏的作用力

如圖 45 中，我們假設拉動滑塊的力量為  $2P$   
 拉動作用銷的力量為  $F1$   
 斜面與垂直方向夾角為  $a$   
 作用銷與斜面的摩擦係數為  $\mu$   
 摩擦角為  $\varphi$   
 產生的摩擦力為  $f$



圖 45 斜面作用力分析圖

$$\text{由 } \sum F_y = 0$$

$$N = P \sin a + F1 \cos a$$

$$\sum F_x = 0$$

$$P \cos a - F1 \sin a - f = 0$$

$$P \cos a - F1 \sin a - \mu(P \sin a + F1 \cos a) = 0$$

$$P \cos a - F1 \sin a - \mu P \sin a - \mu F1 \cos a = 0$$

$$P(\cos a - \mu \sin a) - F1(\sin a + \mu \cos a) = 0$$

$$P = F1 \frac{(\sin a + \mu \cos a)}{(\cos a - \mu \sin a)}$$

$$P = F1 \tan(\varphi + a) \quad \text{-----A} \quad (\text{作用銷往內移動})$$

同理

$$P = F1 \tan(\varphi - a) \quad \text{-----B} \quad (\text{作用銷往外移動})$$

由 A 式中發現：

當角度  $a$  增加時，使機構動作的拉力  $P$  就會增加，同時摩擦係數也是會影響拉力，所以我們設計時需要注意角度  $a$  的大小，及減少摩擦係數。 $F1$  的力量包含有使圓盤回復的彈簧力，拉動後方卡踏的連動力及使定位銷回復的彈簧力。

由 B 式可以發現：

當角度  $a$  大於摩擦角時，只要略有  $F1$  向外的力量時，作用銷就可以往外移動。我們組立時在兩拉桿中間裝置有壓縮彈簧，使拉桿可以自動外移回復原本位置。

從圖 44 中可以發現其頂出銷作用力的大小，會因為卡扣彈簧回復力大小而變化如圖 46，卡扣彈簧回復力的大小會影響上卡的力量大小，爲了讓卡扣可以確實固定卡鞋，我們讓卡扣彈簧回復力增加，卻因爲作用力臂的關係，使得頂出銷作用力變的需要非常大，目前面臨到無法推開卡扣的情況。所以頂出銷的設計方式需要修改，可以修正的方向是將頂出銷的方向修改爲斜向，增加其作用力臂的長度。

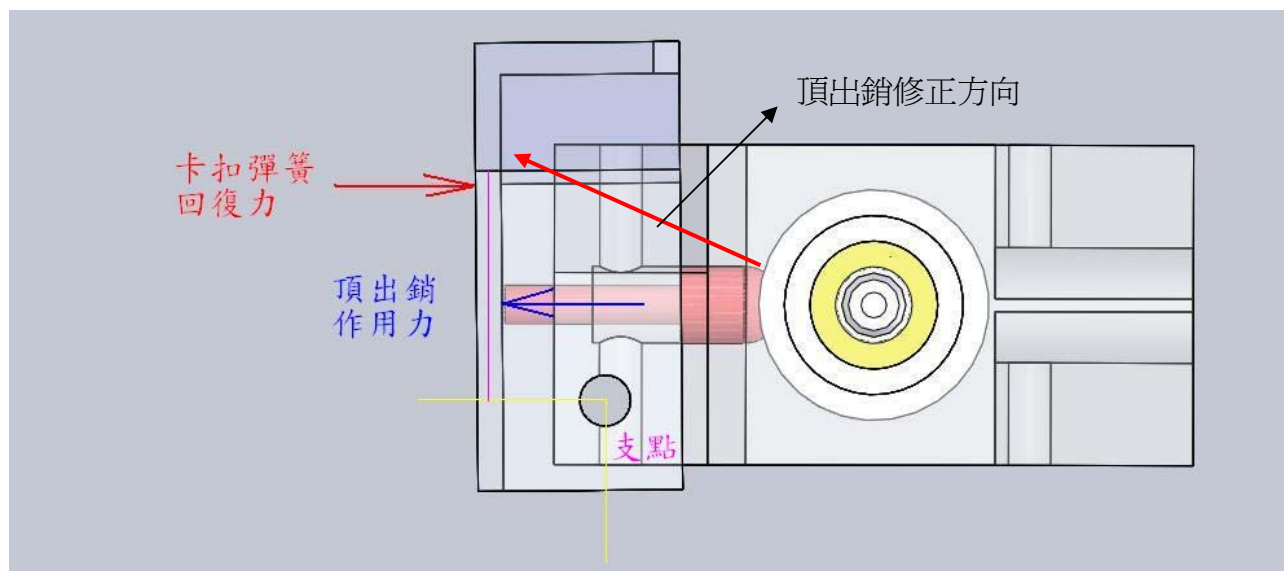


圖 46 卡踏頂出銷作用力分析及修正方式

## 二、 對煞車力量的影響

在測試上我們必須考慮安裝卡踏後對煞車的影響，卡踏的鬆脫也是應用手壓煞車的力量，所以會有煞車力量分散的情況發生，這部份的測試是在卡踏修改後，可以完全確實使卡踏動作時，做實際進行煞車測試，在直線道路上，測試者以時速20公里的速度進行煞車，再計算煞車距離，這樣就可以了解對煞車的影響。

## 三、 對自行車騎乘的影響

由於在自行車的踏板上安裝有機構，因此在騎乘時是否會有影響，也是我們需要考慮的地方，目前安裝後發現鋼索與鋼索外套管的長度需要限制，因爲曲柄的轉圈動作會有些地方干擾到騎乘者的小腿如圖47所示，但是較短的鋼索外套管時，鋼索的彎折角度就較大，會使

動作不順，這一點也是在組立過程中發現的問題。這部份的修改方式，可以增加踏板心軸的長度，使踏板位置往外移動，減少鋼索套管對腳部的影響。



圖47 對騎乘者腳部的影響

#### 四、 商品化的設計

初步設計後主要在測試機構的可行性及需要修改的問題，同時我們也思考如何讓這個研究可以商品化，設計上煞車連動系統的應用是可以安裝在任何的自行車上，拉動圓盤的連動設計目前是以螺絲鎖上，未來設計以快拆的方式來適用不同的車架。至於卡踏及踏板曲柄就需要我們專門的設計來安裝。

### 柒、 結論

經過整個研究過程後，我們對自行車的機構有更深的認識，卡踏的動作及種類也了解，我們構想的機構在初步的組立及測試上，發現許多問題需要解決，而我們也針對這些問題逐一克服，雖然離實際商品化的成果還有一段時間，但我們也透過實作與測試過程，了解構想上需要修正與改進的地方。

我們設計以煞車力來連動卡踏自動脫離，因為一般人騎自行車時遇到危險的第一個反應就是按煞車，所以一按煞車時，卡踏就會脫離，當然若騎乘者的鞋子沒有離開踏板煞車一放鬆，卡踏又自動上卡，這樣的設計應該是可行的。自動脫離的卡踏也可以由騎乘者自行脫卡，就跟一般的卡踏一樣。研究過程中我們將原本設計滑動的卡踏修正為搖擺式的機構，動作可以更順暢，目前設計的機構體積有過大的情況，加上一般公路車的設計都是要簡單、減重，因此我們初步希望驗證自動脫離卡鞋設計的可行性，未來朝向簡單化的設計來努力。

## 捌、參考資料及其他

1. 王比利著，小摺快跑 II：摺疊車維修&改裝，臉譜出版社，2008 年 9 月。
2. 施忠良等著，機械基礎實習，新文京出版社，民國 98 年。
3. 巴蘭坦(Richard Ballantine)、格蘭特著，黃小萍譯，自行車全書，貓頭鷹出版社，2008 年 6 月。
4. 陳勤仁、施忠良著，銑床實習，台科大圖書股份有限公司，2008 年元月。
5. 王飛達、林英明著，數值控制機械上冊，長諾資訊圖書股份有限公司，民國 86 年。
6. 邱瑞敏著，機件原理，台科大圖書股份有限公司，2008 年元月。
7. 經濟部智慧財產局本國專利公報。
8. 網路資料

<http://www.libertytimes.com.tw/2009/new/mar/22/today-so11.htm>

<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!zBdWSC6bHRyDW7EAGgYK5wc8/article?mid=200>

<http://www.vitalabm.com/Chi/index/site/index.html>

## 【評語】 040816

本作品利用煞車系統運動卡踏，設計具有擠壓功能的卡踏軸桿，以利煞車線拉動控制卡踏。本作品設計符合行車人遇緊急事件之完全因應需求，在煞車時可自動鬆脫卡踏，解除煞車時可重新歸位，整車概念設計及實測均顯示應用價值相當高。本作品契合生活應用科學精神，深具解決實務問題的創意。