

第十六屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA16-025

作品名稱：定壓機動雙煞手推車

姓名：蕭鼎勳

關鍵字：手推車、煞車、定壓

作品名稱:定壓機動雙煞手推車

目 錄

目錄-----	I
摘要-----	1
壹、研究動機-----	2
貳、研究目的-----	2
參、研究設備及器材-----	2
肆、研究過程-----	3
伍、研究結果-----	23
陸、討論與應用-----	25
柒、結論-----	28
捌、參考文獻-----	29

作品名稱:定壓機動雙煞手推車

摘要

手推車是搬運貨物常用的工具之一，當載重下坡時，手推車常會有往下衝的危險性，若能有**安全機構**的設計，相信更能提高工作中的安全性，所以我們想製作出一個具有**減速煞車功能**的手推車。

研究中，我們先作文獻探討，再研擬製作方向，進而繪製設計圖，再加以製造、組裝與修正，直到滿意為止，將完成的作品拿至學校的殘障坡道作實驗測試，以了解載重後實際減速煞車的效果。

經由實測後得知，**機動性煞車**適用於短距離臨時性的煞車作用，對於需**長距離的下坡減速煞車**，應使用**定壓式煞車**為佳，又可分成**不同段位**的壓力煞車，以適合不同坡度與載重搬運的狀況，但是若有突發的情況，也可再輔以機動性煞車使用，而成為**定壓機動雙煞手推車**。

在此次的研究後，我們發現，此件作品具有創新與實用性，因此將此作品送去專利局申請，看是否能通過專家的嚴格審查，同時也希望此一作品能提供搬運者有多一層的**工作安全保障**，進而可以將此一作品的結構**應用於輪椅上**，讓行動不便者於行的動作上，有多一層的安全保障，為社會貢獻一份心力。

作品特色:1.確實具有減速煞車的功能，可以避免下坡時下衝的危險性。

2.機動性煞車有即煞即停、即放即行的功能，適用於短時間的臨時煞車。

3.定壓式煞車有多段位壓力煞車，適合不同坡度與載重的選用。

4.定壓式煞車使用中不回彈，可作長距離下坡減速煞車使用。

5.定壓與機動性煞車可同時使用，具有雙重煞車的安全保障。

6.具有駐車功能，避免停車時，手推車因地面不平而亂跑。



關 鍵 字: 手推車、煞車、定壓

壹、研究動機

某日看到送貨的司機大哥，推著手推車在下坡時都需要一名助手幫忙，要不然就是用肉身墊底讓推車能順利的移動到平地，如圖 1-1 所示是下坡時手推車的使用情況。於是我們想到若是有煞車的手推車，便可解決這種問題，當下坡時，利用煞車便可緩緩地將貨物順利移動到平地，增加使用上方便性與安全性。



圖 1-1 下坡時手推車的使用情況

貳、研究目的

希望經由研究後，能達到下列目的。

- 一、可降低使用手推車下坡時受傷的風險，增加使用上的安全性。
- 二、除具有煞車功能，還具備有臨時駐車功能需求。
- 三、具有下坡減速的結構設計，以達安全之目的。
- 四、操作使用上要更具有方便性。

參、研究設備及器材

- 一、研究設備:車床、銑床、鑽床、砂輪機、手推車。
- 二、研究器材:彈簧秤、扳手、鑽頭、車刀、銑刀、鐵材、螺絲攻、各式量具與手工具。

肆、研究過程

本次研究之流程如圖 4-1 所示:

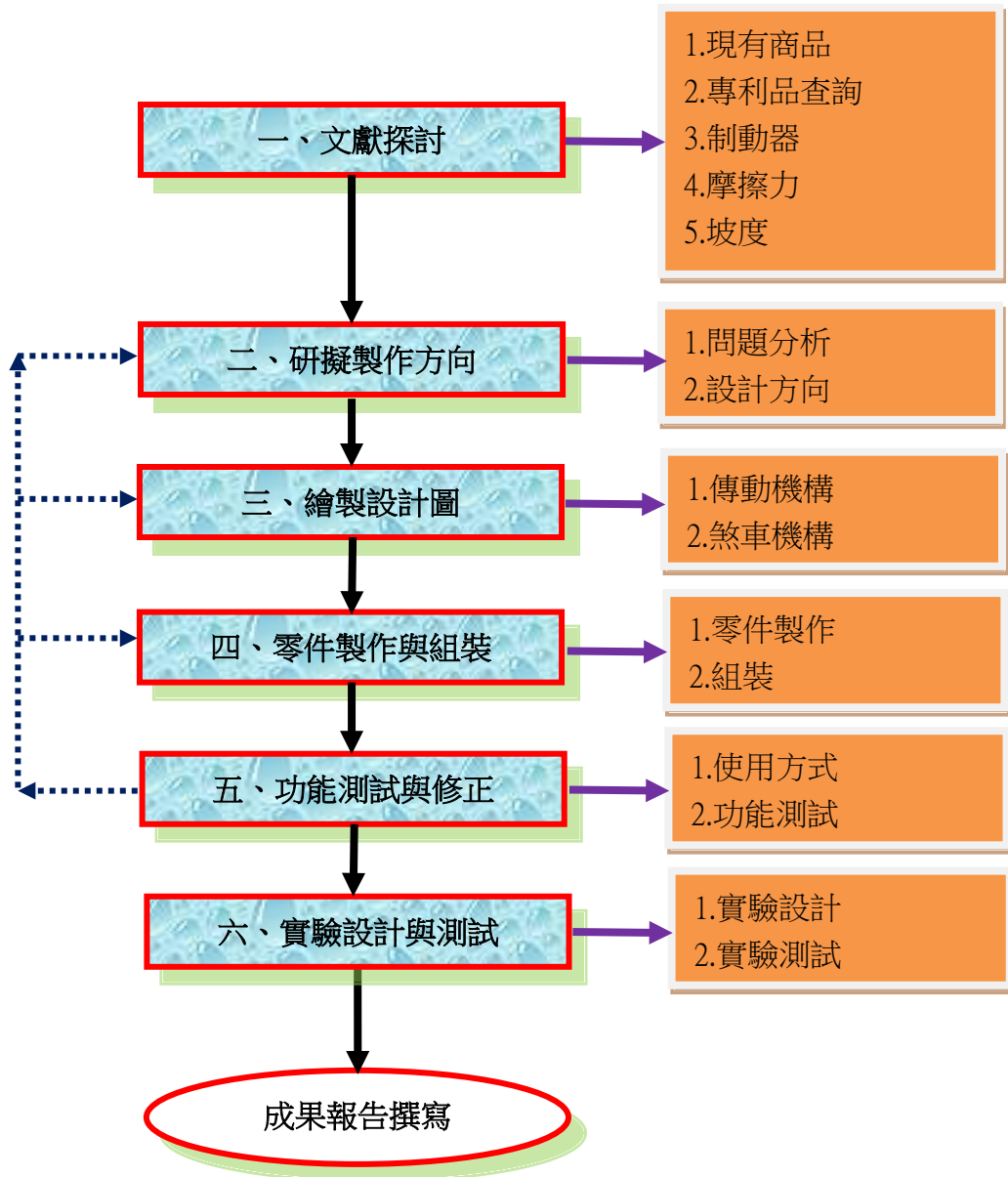


圖 4-1 研究流程圖

一、文獻探討:

(一)、現有商品

如圖 4-2 所示為手推車的煞車裝置，這是目前市面上現有常用的產品，都是以腳踏的方式，將輪子鎖緊，以阻止手推車向前滾動，此商品只有固定駐車的功能，沒有減速煞車的作用。



圖 4-2 手推車的煞車裝置

如圖 4-3 所示為一踩雙煞，這是踩 1 個煞車開關，能煞住後方 2 邊輪子，比起傳統需踩 2 個開關便利，但還是只有鎖固的作用，沒有減速煞車的功能。

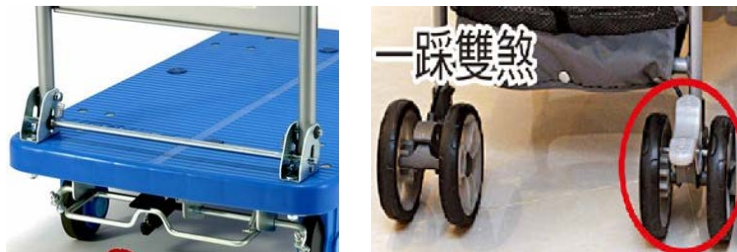


圖 4-3 一踩雙煞

(二)、專利查詢

專利查詢之相關資料如圖 4-4 所示，本創作旨在揭示一種手推車煞車裝置，其主要係利用在手推車本體之底端靠近輪體處設置煞車設備，該煞車設備係受一煞車握把與煞車線之控制，而煞車設備係包括以一端為支點樞設於手推車本體底端之煞車桿，該煞車桿之另一端則係與煞車線連結，並套固有一彈性推件，且該煞車桿面對輪體之一側係固設有一煞車塊，藉由上述之結構，令使用者壓握該煞車握把時，煞車桿受煞車線之帶動而令煞車塊與輪體分離，而當使用者放開該煞車握把時，該煞車桿則受彈性推件之彈力推抵向輪體靠近，並以煞車塊與輪體接觸貼合，利用磨擦力使輪體產生煞車之效果；本創作之煞車設備在使用者未施力壓握時係保持在「煞車」之狀態，如此則當使用者將該手推車本體暫時置於路旁一處時，可確保該手推車不會沿路面滑動；反之，當使用者需

推動該手推車本體時，則可以手壓握該煞車握把，如此則更符合人體工學之設計，方便推移或控制手推車之方向者。

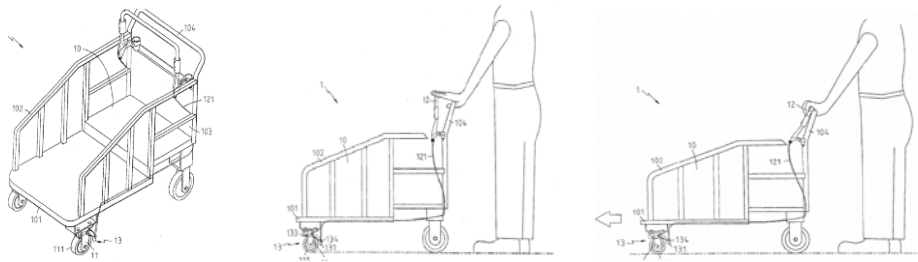


圖 4-4 手推車煞車裝置

此專利品為手放開時為煞車情況，手壓緊時才是可行走的情形，若要前進需一直壓著把手，使用上相當的不方便且費力，也是只有完全煞車的作用而已。

(三)、制動器

1.制動器的用途

制動器俗稱煞車，利用物體的摩擦力，流體的黏滯力或電磁的阻尼力來吸收運動機件的動能或位能轉變為熱能，以達到調節運動機件的速度或停止其運動的裝置。其中流體的黏滯力及電磁的阻尼力，只能使高速運轉之機械運動遲緩，無法完全停止；欲迅速停止，需使用機械式制動器。

2.帶式制動器

如圖 4-5 所示為常用的制動器之一，由煞車鼓輪、煞車帶及制動桿，也就是槓桿連件等三主要部分構成。其制動之原理為當槓桿受外力作用時，產生偏位作用，拉緊煞車帶，使其包住轉動中的鼓輪，即產生摩擦作用並抵消轉動的功能，使鼓輪被控制，煞車帶的材料可用繩索、皮帶、帆布、鋼帶、特種橡膠等所製成。為增加其制動效果，在帶的內側可用石綿、木材或其他織物等摩擦係數較大的材料為內襯，以產生強化的效果及增加皮帶和鼓輪間之接觸角 (θ)； θ 角愈大，所產生的制動力就愈大。

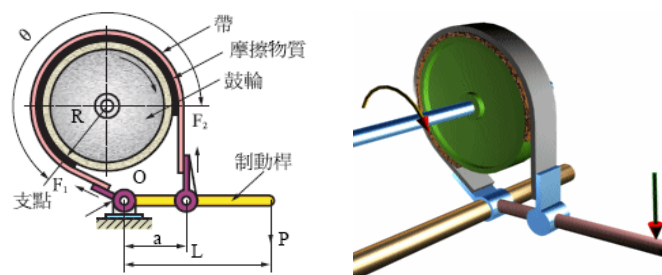


圖 4-5 帶式制動器

(四)、摩擦力

由摩擦力公式 $f = \mu N$ 中得知，摩擦力 f 的大小與二接觸面間互相壓緊的正壓力(正向力) N 成正比，如圖 4-6 所示。亦與兩物體間的摩擦係數 μ 成正比，如表 4-1 所示。使用上若增加正向力即可增加摩擦力，如此可使手推車達到減速或煞車的效果。

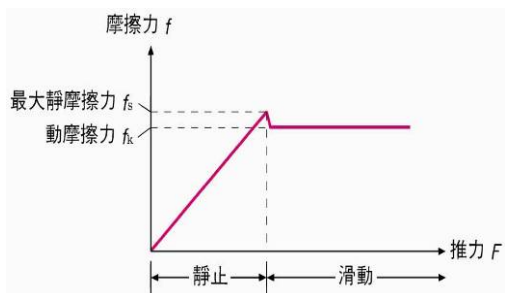


表 4-1 物質之摩擦係數

接觸材料	靜摩擦係數	接觸材料	靜摩擦係數
金屬與木料	0.20~0.60	金屬與石材	0.30~0.70
金屬與金屬	0.15~0.30	泥土與泥土	0.25~1.00
金屬與皮革	0.30~0.60	橡皮與水泥	0.75~0.90

圖 4-6 推力與摩擦力之關係

若將物體置於斜面上，由於傾斜角 θ 、物體重量 W 與接觸面間的摩擦力之關係，如圖 4-7 所示，由自由體圖中得知，若下滑力 $mg\sin\theta$ 大於摩擦力 f_s ，則物體將沿斜面下滑，若要阻止其下滑，則需一個外力將物體往上拉，上拉力之理論值為 $mg\sin\theta - \mu_s mg\cos\theta$ ，所以當物體 W 越重，傾角 θ 越大，摩擦係數 μ_s 越小，物體越容易下滑，需更大的外力以阻止其下滑，若能增加其摩擦係數即可增加摩擦力，如此物體就越不易下滑。

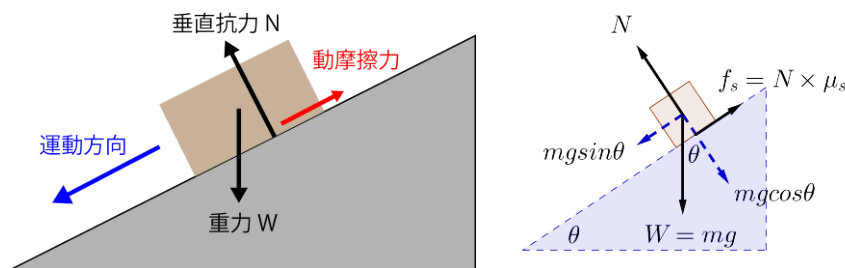


圖 4-7 物體置於斜面上之自由體圖

(五)、坡度

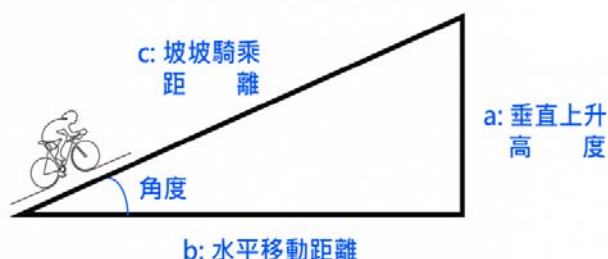
1. 「坡度百分比」表示一個坡的斜度。自行車比賽常用「坡度百分比」來代表爬坡的難度，如表 4-2 所示。

表 4-2 爬坡難度表

0%	平路。
1%~3%	緩坡。騎乘感覺類似在逆風下的平路騎乘。
4%~7%	對於大部分騎士，都可挑戰此坡度，但長時間的騎乘，已經會有疲勞痠痛的感覺產生。
8%~10%	陡坡。對於有經驗的騎士，這種坡度的騎乘已會產生不舒服及筋疲力盡的感覺；對於初階的騎士，這坡度會是極大挑戰，往往會超出體力的負荷。
≥11%	極陡坡。對於職業騎士都是蠻大的挑戰。業餘騎士在這坡度騎乘下，往往會產生痛苦及力不從心的感覺。

2. 坡度百分比的計算：「垂直爬升高度」除以「水平面的移動距離」

$\times 100\%$ ，如圖 4-8 所示，但實際上，「水平面移動距離」很難實測，往往會用「實際騎乘距離」來取代計算。在坡度 $\leq 10\%$ 時，用「水平面移動距離」或「實際騎乘距離」帶入公式，產生坡度百分比的誤差非常小；再加上「坡度百分比」通常只是一個參考值，所以大家會採用比較簡單的方式去計算，而不會計較哪一點點的誤差。



$$\text{坡度}\% = (a \div b) \times 100\%$$

實際上，b 值較難量測，往往用 c 值取代

$$\text{坡度}\% = (a \div c) \times 100\%$$

圖 4-8 坡度百分比計算

3. 有些人常把「坡度百分比」與「角度」搞混，如圖 4-9 所示為坡度 10%，其水平距離為 100，垂直距離為 10，換算成角度為 5.7 度。

$$\tan 5.7^\circ = 0.1 = 10\%$$



圖 4-9 坡度 10%

4. 目前的手推車搬運貨物時，常行走於殘障坡道，而法律上規定殘障坡道的傾斜程度不能超過幾度才算是合格？答案是戶外不得大於 $1/12$ (坡度為 8.3%，角度為 4.8°)，戶內不得大於 $1/8$ (坡度為 12.5%，角度為 7.1°)。

二、研擬製作方向

(一)、問題分析

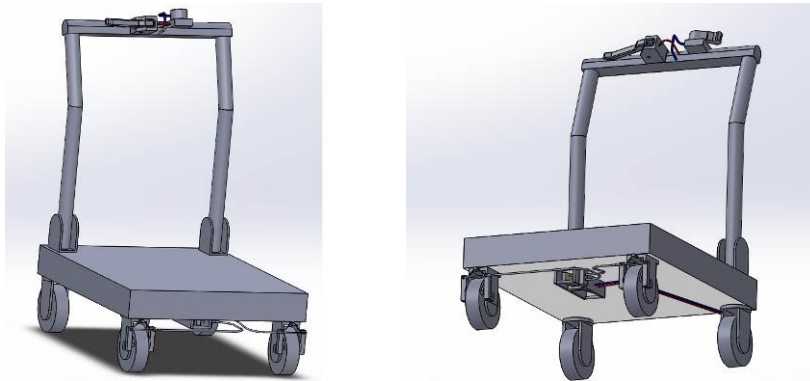
- 1.市面上現有的產品，大多是沒有煞車裝置，若有煞車，則是以**腳踏**的方式將輪子鎖緊以達煞車之目的，若於平地上使用較沒有問題，但是若於斜坡上則會產生手忙腳亂之情況。
- 2.市面上亦有一踩雙煞，是利用踩一個煞車開關，能煞住後方二邊輪子，比起一般傳統需踩二個開關便利，其特點為較容易達到煞車之效果，但是使用上亦會需手腳並用。
- 3.專利品之手推車煞車裝置，此專利品為手放開時為煞車情況，手壓緊時才是可行走的情形，若要前進需一直壓著把手。
- 4.市面上之產品，都是**完全煞車**，使手推車不動的情況，如此**無法於斜面上減速前進**使用，專利品於使用上相當的不方便且費力。

(二)、設計方向

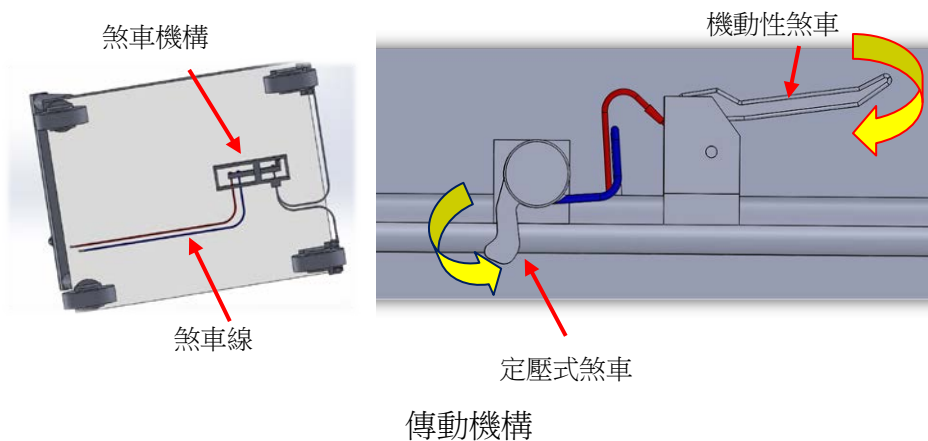
- 1.綜合文獻探討與問題分析的結果，腳踏煞車的方式較為不方便，所以設計上擬**採用手煞車**的方式。
- 2.為適合平地使用，擬採用**機動性煞車**，以適用於**臨時性短時間**的使用。
- 3.為適合斜面下坡時使用，擬採用可作為**長距離減速**之**定壓性煞車**，以達省力且方便使用之目的。
- 4.擬設計可以作**長、短距離**同時使用的**雙煞車系統**。
- 5.具有**駐車**的功能，停車時，貨物不因地面不平而移動，或是裝卸貨物時，車子不亂跑。

三、繪製設計圖

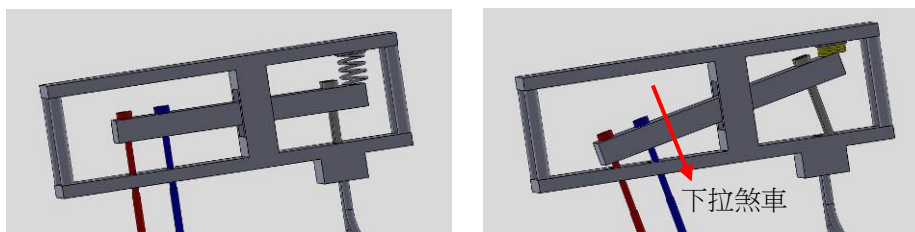
依據上述的問題分析與設計的方向，繪製所需的設計圖，機動性的煞車線與定壓式的煞車線帶動同一個煞車機構，此二個煞車線可分開使用，亦可同時使用，但是機動性的煞車具有自動回彈解除煞車之功能，而定壓式的煞車則不能自動回彈，具有長時間煞車減速之作用或駐車之功能，如圖 4-10 所示。



外型示意圖



傳動機構



煞車機構

圖 4-10 設計圖

四、零件製作與組裝

依所設計的工作圖，分別以車床、銑床、鋸切、鑽床等各種常用的機台加工成型，如圖 4-11 所示為零件加工製作過程。

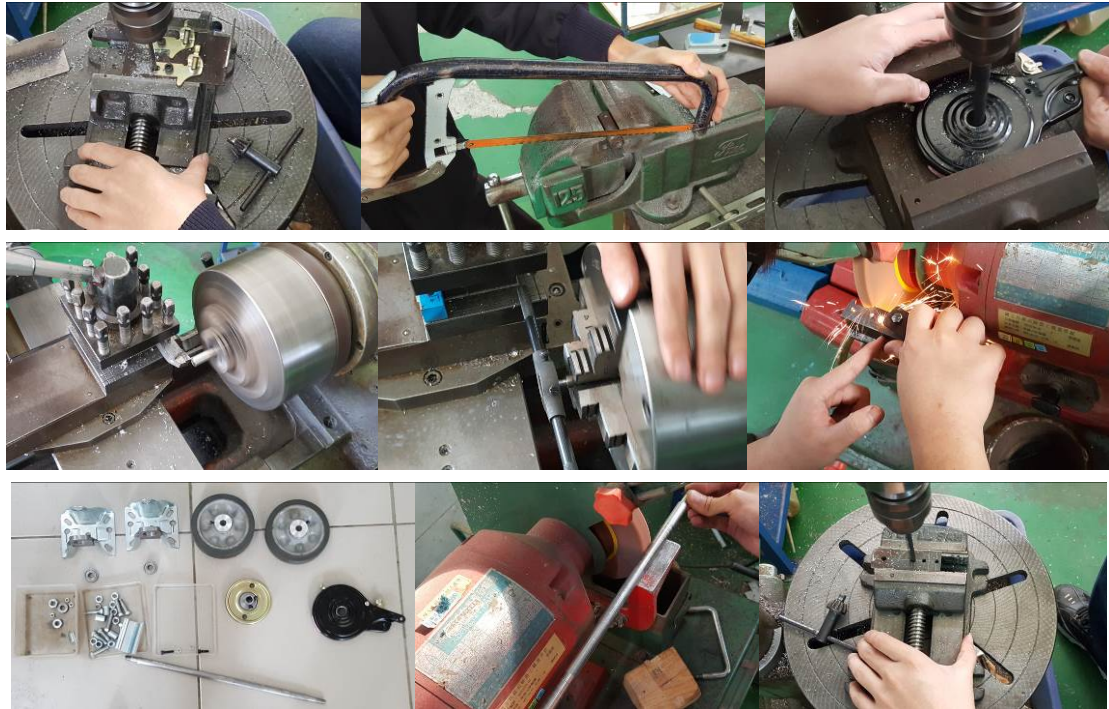


圖 4-11 零件加工製作

將製作完成的零件加以組裝，如圖 4-12 所示為組裝過程。

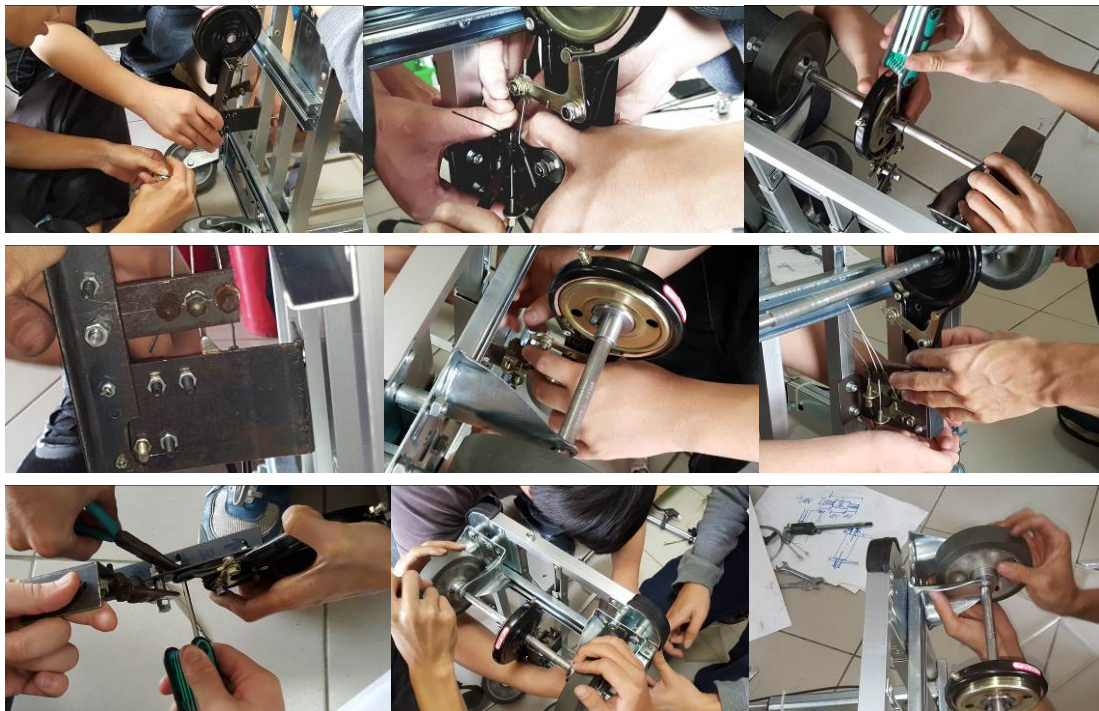


圖 4-12 組裝過程

五、功能測試與修正

(一)、使用方式

1. **機動性煞車**:如圖 4-13 所示，只要扳動煞車把手，即可達到煞車之目的，放開煞車把手，即可自動回彈到沒有煞車的情況。

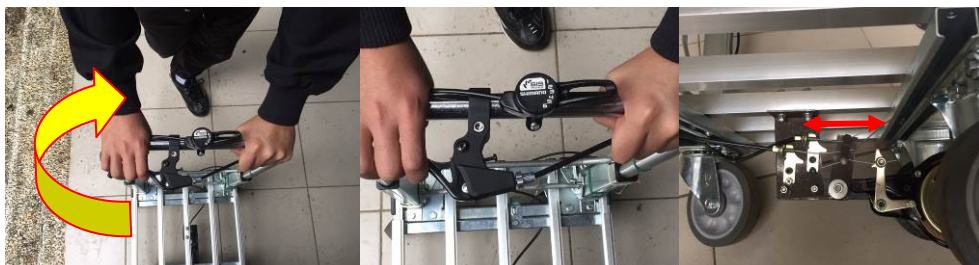


圖 4-13 機動性煞車

2. **定壓式煞車**:如圖 4-14 所示，依情況所需轉動把手，即可達到不同程度的減速煞車之目的，手放開時，定壓式把手不回彈，繼續保持減速煞車的情況，需手動解除煞車，如此可以不用以手一直壓著煞車把手，可以輕鬆的載物下坡，同時也可以當駐車使用，方便裝卸貨物。

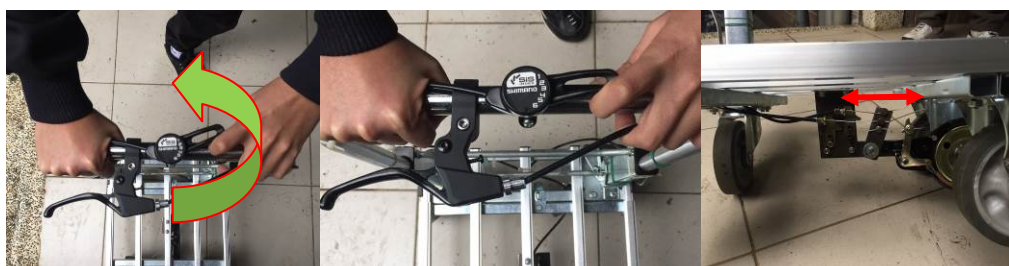


圖 4-14 定壓式煞車

3. **定壓機動雙煞**:如圖 4-15 所示，下坡時，可以定壓煞車來減速，同時也可輔以機動性煞車同時作用，以符合當時使用的情況，或突發狀況之緊急煞車。

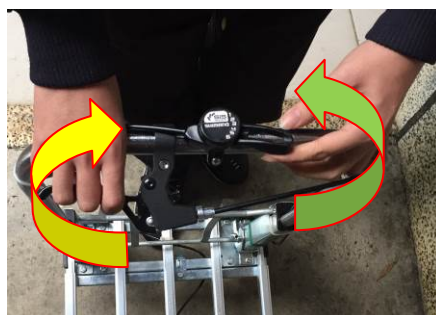


圖 4-15 定壓機動雙煞

(二)、功能測試:

將組裝完成的定壓機動雙煞手推車加以作功能的測試，如圖 4-16 為測試之過程，若有干涉或不順暢時，再重新作修正與改良，直到動作與功能均能符合設定的要求與目的為止。



圖 4-16 功能測試

測試結果:

- 1.機動性煞車可以順利的達到臨時煞車之功能，可用於平地與下坡時之煞車作用，效果良好。
- 2.定壓式煞車可以有效的應用於下坡時的減速效果，不同段有不同的煞車阻力，可以配合使用所需，加以調整煞車位置，效果相當的良好。
- 3.定壓與機動雙煞可以同時作用，更可確保煞車之功能，測試結果相當好用。
- 4.有駐車功能，即使在斜坡上依然具有駐車之功能。

六、實驗設計與測試

(一)、實驗設計:

本次實驗之目的，在於了解手推車當施以不同載重時，其下滑力為何？所設計製作的手推車是否有達到減速的功能。我們選擇校內一處殘障坡道作實驗，測試其實際的功能性，如圖 4-17 所示為殘障坡道的實驗場地。

1. **場地**:殘障坡道，量測水平長度 700 cm，測量其高低落差 47.5 cm，參考坡度的計算方式後，計算出其**坡度為 $47.5/700=6.8\%$** 。



圖 4-17 實驗場地

2. **載重**:手推車重量 10 公斤、鐵盤 1.8 公斤、鐵材每塊 1.9 公斤。分別用 10、20、30 塊鐵材置於鐵盤中，再放置於手推車上來作實驗。

3. **定壓煞車**:共分為 6 段，第 6 段為全放沒有煞車的情況，第 5 段稍為加壓，直到第 1 段其壓力最大，屬於最大壓力之最大摩擦阻力的情況。

4. **量測**:以**彈簧秤**量測，阻止手推車下滑時所需的拉力。

(二)、實驗測試:

我們將 3 種不同重量的鐵材置於手推上，再將手推車放置於實驗的斜坡上，將定壓煞車扳置於不同段位的位置，再將手推車慢慢的放開，以彈簧秤量測，阻止下滑所需的拉力為何，其實驗測試過程如圖 4-18 所示，實驗測試量測的結果如表 4-3 所示。

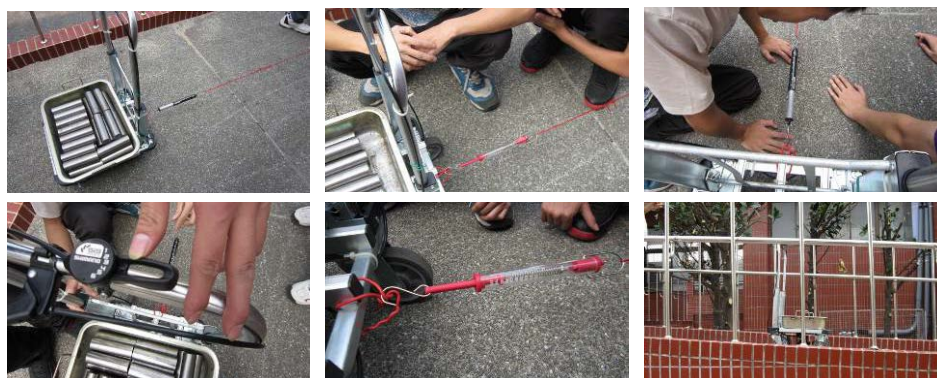


圖 4-18 實驗測試過程

實驗 1:鐵材 10 塊(19 kg)、鐵盤(1.8 kg)、手推車(10 kg)，總重 30.8 公斤。

實驗 2:鐵材 20 塊(38 kg)、鐵盤(1.8 kg)、手推車(10 kg)，總重 49.8 公斤。

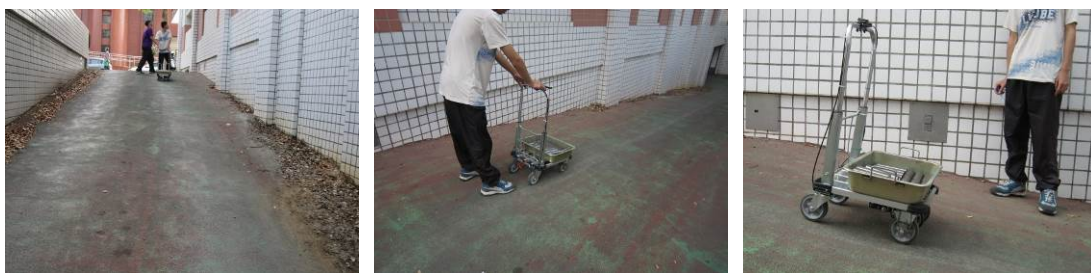
實驗 3:鐵材 30 塊(57 kg)、鐵盤(1.8 kg)、手推車(10 kg)，總重 68.8 公斤。

表 4-3 實驗測試紀錄表

拉力(kg) 段位	實驗 1 總重 30.8 公斤	實驗 2 總重 49.8 公斤	實驗 3 總重 68.8 公斤
第 1 段	0	0	0
第 2 段	0.5	0.9	1.5
第 3 段	0.8	1.4	3.2
第 4 段	1.2	1.9	4.0
第 5 段	1.6	2.2	4.3
第 6 段	1.9	2.5	4.5

註:拉力是指手推車於斜坡載重時，欲使其靜止，由彈簧秤量測出所需的最小拉力值。

又於通往地下室坡度較大的車道作測試，如圖 4-19 所示，測試所製作的定壓機動雙煞手推車是否具有確實的煞車減速與駐車功能。



車道斜坡

煞車實驗測試

阻止下滑

圖 4-19 車道斜坡之實驗測試

測試結果:

以目前的最大載重 68.8 kg，於此車道斜坡上確實可以有效的阻止其下滑，達到斜坡上也具有駐車之能力。

(三)、第二代手推車

第一代手推車於兩個前輪分別獨立鎖於底座上，而底座又不甚堅固，獨立零件過多，不僅安裝不易，又於安裝後行駛於跳動的路面，容易產生歪斜不同心，進而影響整個煞車裝置的穩定性。所以決定再重新製作一台第二代的手推車，而第二代的手推車，其最主要的特色是把兩個前輪，裝置於同一個支持架上，形成穩定的結構，而制動器也固定於同一個板子支持架上，再加上軸承的使用，使得煞車制動器更加精確穩定與而耐用，同時在定壓煞車的裝置也作了調整，採用具有 8 段的可調性，如此更多段的調整，以便適應不同場合的定壓煞車需求，如圖 4-20 所示。



圖 4-20 第二代手推車

(四)、第二代手推車實驗測試

1. 殘障坡道實驗

將製作完成的第二代手推車，於原來的殘障坡道上重新作實驗，其載重與第一代相同，但是於每段位作 5 次的測試，再取其平均值，且除了原來石子斜坡外，另外於斜坡上鋪上一塊大木板，再作相同的實驗測試，以了解在不同路面的特性。第二代手推車之實驗測試過程如圖 4-21 所示，實驗測試結果如表 4-4 所示為在**石子斜坡**測試結果，表 4-5 是在**木板斜坡**測試結果。



石子斜坡實驗

木板斜坡實驗

煞車操作

圖 4-21 第二代手推車實驗測試過程

表 4-4 第二代手推車在石子斜坡實驗測試紀錄表
 實驗四:總重 30.8 公斤於石子斜坡上，欲使其靜止所需的拉力值(kg)。

次數 段位	1	2	3	4	5	平均
第 1 段	0	0	0	0	0	0.00
第 2 段	0.80	0.84	0.85	0.81	0.85	0.83
第 3 段	1.00	0.92	1.00	0.98	1.00	0.98
第 4 段	1.48	1.62	1.62	1.58	1.58	1.58
第 5 段	1.85	1.85	1.86	1.82	1.88	1.85
第 6 段	1.85	1.90	1.88	1.88	1.90	1.88
第 7 段	1.88	1.88	1.88	1.88	1.90	1.88
第 8 段	1.90	2.00	2.00	2.00	2.00	1.98

實驗五:總重 49.8 公斤於石子斜坡上，欲使其靜止所需的拉力值(kg)。

次數 段位	1	2	3	4	5	平均
第 1 段	0	0	0	0	0	0.00
第 2 段	2.30	2.30	2.32	2.31	2.31	2.31
第 3 段	2.50	2.48	2.50	2.50	2.50	2.50
第 4 段	2.85	2.80	2.80	2.80	2.80	2.81
第 5 段	2.90	2.90	2.90	2.92	2.90	2.90
第 6 段	2.95	2.95	2.92	2.92	2.95	2.94
第 7 段	3.00	3.00	3.00	2.98	2.98	2.99
第 8 段	3.12	3.10	3.10	3.08	3.14	3.11

實驗六:總重 68.8 公斤於石子斜坡上，欲使其靜止所需的拉力值(kg)。

次數 段位	1	2	3	4	5	平均
第 1 段	0	0	0	0	0	0.00
第 2 段	2.80	2.85	2.82	2.90	2.80	2.83
第 3 段	3.05	3.05	3.05	3.05	3.10	3.06
第 4 段	3.60	3.56	3.50	3.50	3.55	3.54
第 5 段	3.60	3.60	3.60	3.60	3.58	3.60
第 6 段	3.62	3.62	3.60	3.62	3.62	3.62
第 7 段	3.70	3.74	3.70	3.70	3.70	3.71
第 8 段	3.90	3.85	3.80	3.75	3.75	3.81

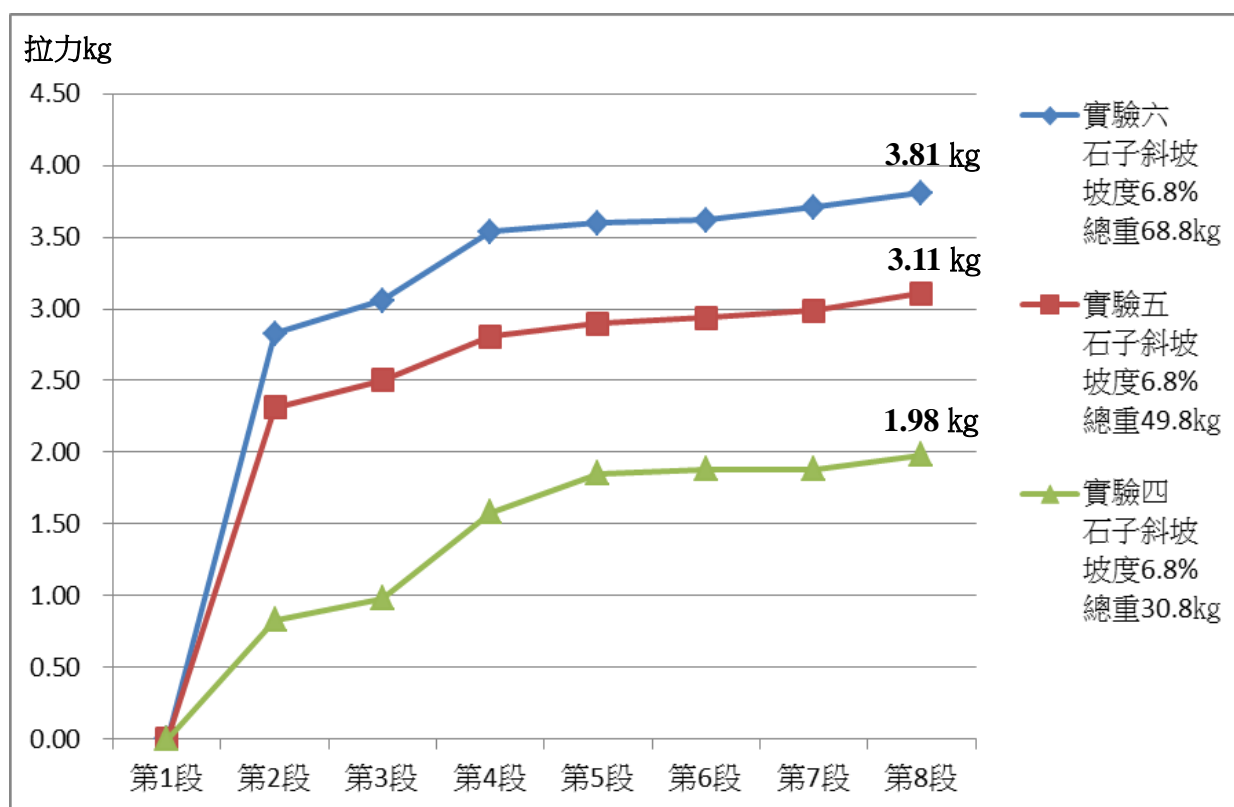


圖 4-22 第二代手推車在石子斜坡實驗測試不同載重所需拉力之折線圖

實驗測試結果:

1. 不同的載重於第 1 段位均可以完全的鎖固於石子斜坡上，具有駐車功能。
2. 不同段位有不同的拉力，於第 8 段位沒有煞車時，欲阻止其下滑的拉力為最大，在總重為 68.8 kg 無煞車作用時，需 3.81 kg 的拉力，才能使手推車在斜坡上靜止不下滑。
3. 載重越大，欲阻止其下滑的拉力也越大。
4. 因為殘障坡道是石子路面，其表面較為不平整，造成量測曲線較有變化，但一樣具有調整煞車力道與駐車的功能。

表 4-5 第二代手推車在木板斜坡實驗測試紀錄表

實驗七:總重 30.8 公斤於木板斜坡上，欲使其靜止所需的拉力值(kg)。

次數 段位	1	2	3	4	5	平均
第 1 段	0	0	0	0	0	0.00
第 2 段	0.35	0.33	0.35	0.37	0.36	0.35
第 3 段	0.85	0.82	0.85	0.85	0.82	0.84
第 4 段	1.32	1.30	1.35	1.35	1.35	1.33
第 5 段	1.78	1.72	1.72	1.72	1.78	1.74
第 6 段	1.80	1.80	1.82	1.78	1.78	1.80
第 7 段	1.88	1.88	1.88	1.80	1.82	1.85
第 8 段	1.90	1.90	1.92	1.85	1.85	1.88

實驗八:總重 49.8 公斤於木板斜坡上，欲使其靜止所需的拉力值(kg)。

次數 段位	1	2	3	4	5	平均
第 1 段	0	0	0	0	0	0.00
第 2 段	0.75	0.70	0.7	0.72	0.70	0.71
第 3 段	2.05	1.95	1.95	1.95	1.98	1.98
第 4 段	2.70	2.70	2.72	2.72	2.70	2.71
第 5 段	2.90	2.92	2.92	2.90	2.92	2.91
第 6 段	2.98	2.95	2.95	2.95	2.95	2.96
第 7 段	3.00	2.95	2.95	2.98	2.98	2.97
第 8 段	3.10	3.00	3.18	3.02	3.05	3.07

實驗九:總重 68.8 公斤於木板斜坡上，欲使其靜止所需的拉力值(kg)。

次數 段位	1	2	3	4	5	平均
第 1 段	0	0	0	0	0	0.00
第 2 段	1.40	1.30	1.25	1.30	1.30	1.31
第 3 段	3.12	3.22	3.22	3.22	3.26	3.21
第 4 段	3.78	3.78	3.78	3.82	3.78	3.79
第 5 段	3.90	3.88	3.88	3.88	3.86	3.88
第 6 段	3.92	3.92	3.95	3.92	3.95	3.93
第 7 段	4.08	4.00	4.05	4.02	4.00	4.03
第 8 段	4.10	4.00	4.10	4.08	4.10	4.08

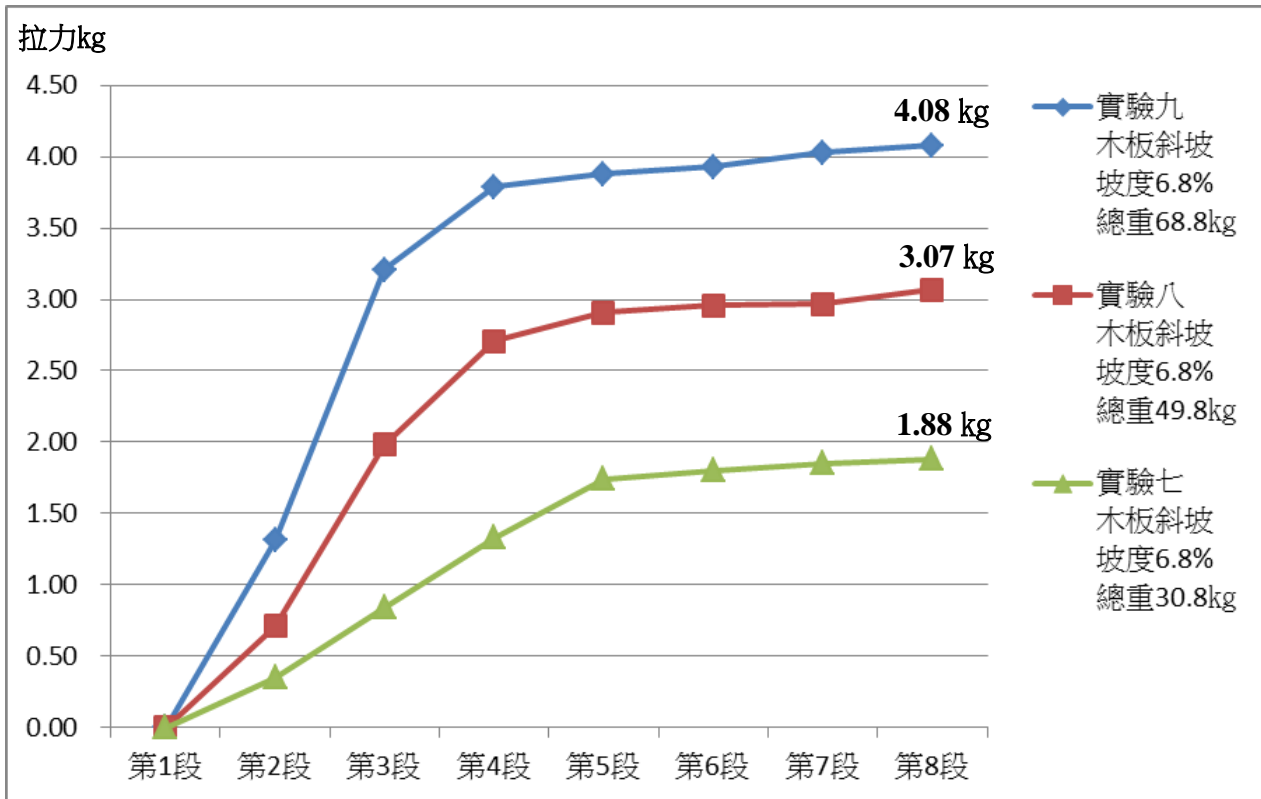


圖 4-23 第二代手推車在木板斜坡實驗測試不同載重所需拉力之折線圖

實驗測試結果:

1. 不同的載重於第 1 段位均可以完全的鎖固於木板斜坡上，具有駐車功能。
2. 不同段位具有不同的拉力，於第 8 段位沒有煞車時，欲阻止其下滑的拉力為最大，在總重為 68.8 kg 時，無煞車作用的情況下，至少需要 4.08 kg 的拉力，才能使手推車停在斜坡上而不下滑。
3. 載重越大，欲阻止其下滑的拉力也越大。
4. 因為使用木板，路面較為平整，量測後拉力的曲線變化也較石子路面的曲線平滑，但一樣具有調整煞車力道與駐車功能。

2.地下室停車場車道斜坡實驗

影響下滑的主要因素除了**載重**之外，再來就是斜坡的**坡度**，所以我們取坡度較大的車道斜坡作拉力的實驗測試，以了解不同的坡度與阻止下滑所需拉力的大小關係。

車道坡度量測:量測其水平長 200 cm，垂直長為 25 cm，計算出其坡度為 $25/200=12.5\%$ 。

實驗測試:相同於殘障坡道的實驗測試方式與載重，分別以 30.8 kg、49.8 kg、68.8 kg 於車道上作實驗。實驗過程如圖 4-24 所示。

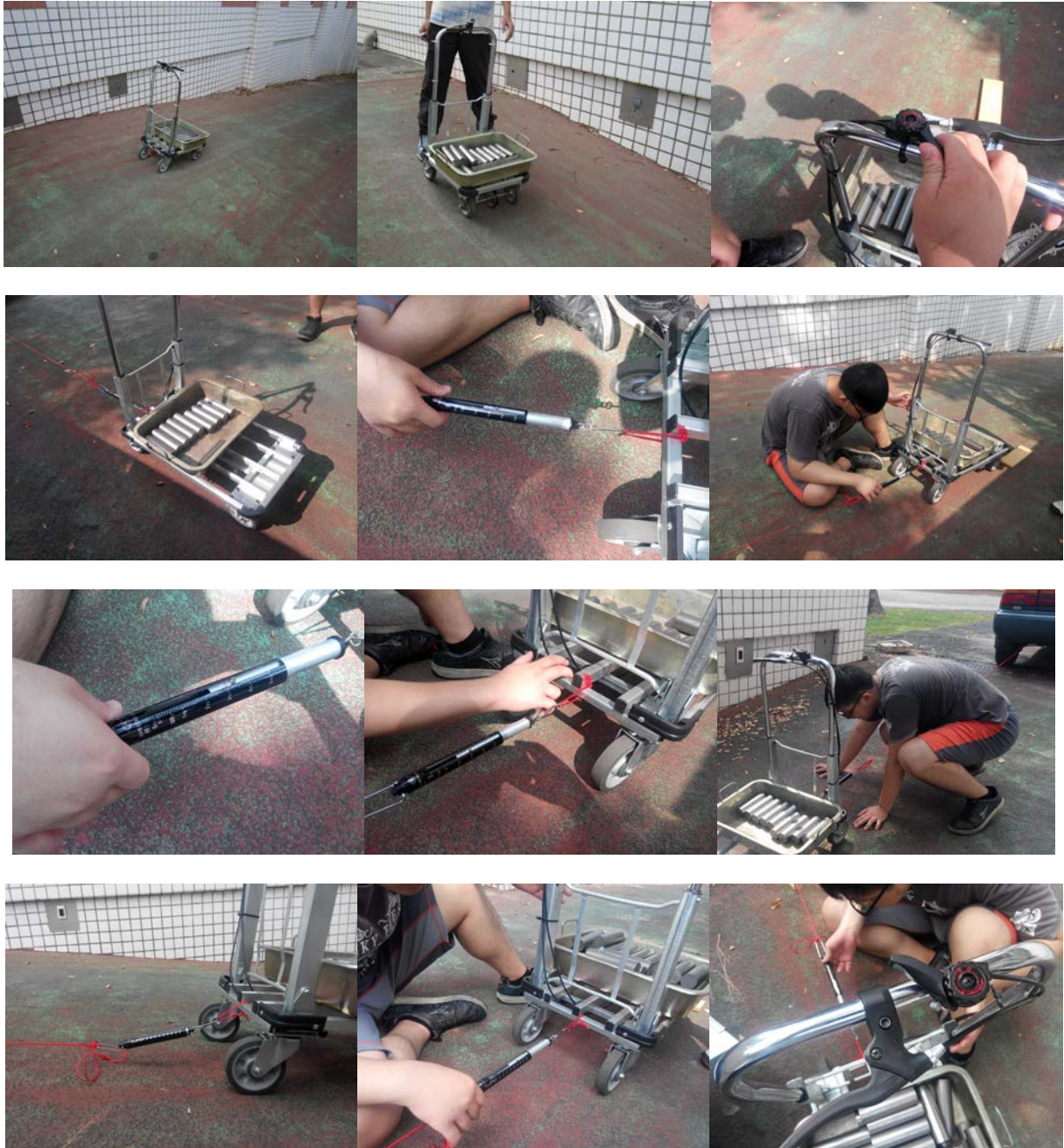


圖 4-24 第二代手推車在車道斜坡上實驗測試

表 4-6 第二代手推車在車道斜坡實驗測試紀錄表
 實驗十:總重 30.8 公斤於車道斜坡上，欲使其靜止所需的拉力值(kg)。

次數 段位	1	2	3	4	5	平均
第 1 段	0	0	0	0	0	0.00
第 2 段	1.65	1.60	1.60	1.55	1.65	1.61
第 3 段	2.65	2.65	2.55	2.60	2.60	2.61
第 4 段	2.80	2.70	2.70	2.70	2.75	2.73
第 5 段	2.85	2.85	2.95	2.85	2.90	2.88
第 6 段	3.05	3.05	2.95	3.10	2.90	3.01
第 7 段	3.15	3.15	3.20	3.10	3.10	3.14
第 8 段	3.20	3.20	3.30	3.25	3.25	3.24

實驗十一:總重 49.8 公斤於車道斜坡上，欲使其靜止所需的拉力值(kg)。

次數 段位	1	2	3	4	5	平均
第 1 段	0	0	0	0	0	0.00
第 2 段	3.50	3.50	3.60	3.55	3.50	3.53
第 3 段	5.30	5.30	5.35	5.25	5.25	5.29
第 4 段	5.50	5.55	5.50	5.50	5.45	5.50
第 5 段	5.70	5.70	5.65	5.75	5.65	5.69
第 6 段	5.85	5.90	5.90	5.80	5.75	5.84
第 7 段	6.00	5.90	5.90	5.95	5.90	5.93
第 8 段	6.10	6.05	6.10	6.10	6.05	6.07

實驗十二:總重 68.8 公斤於車道斜坡上，欲使其靜止所需的拉力值(kg)。

次數 段位	1	2	3	4	5	平均
第 1 段	0	0	0	0	0	0.00
第 2 段	4.05	4.10	4.10	4.15	4.10	4.10
第 3 段	6.30	6.40	6.45	6.30	6.35	6.36
第 4 段	6.60	6.50	6.55	6.50	6.50	6.53
第 5 段	6.70	6.65	6.65	6.55	6.65	6.64
第 6 段	6.85	6.85	6.90	6.90	6.80	6.86
第 7 段	7.40	7.45	7.40	7.35	7.40	7.40
第 8 段	7.65	7.55	7.60	7.60	7.60	7.60

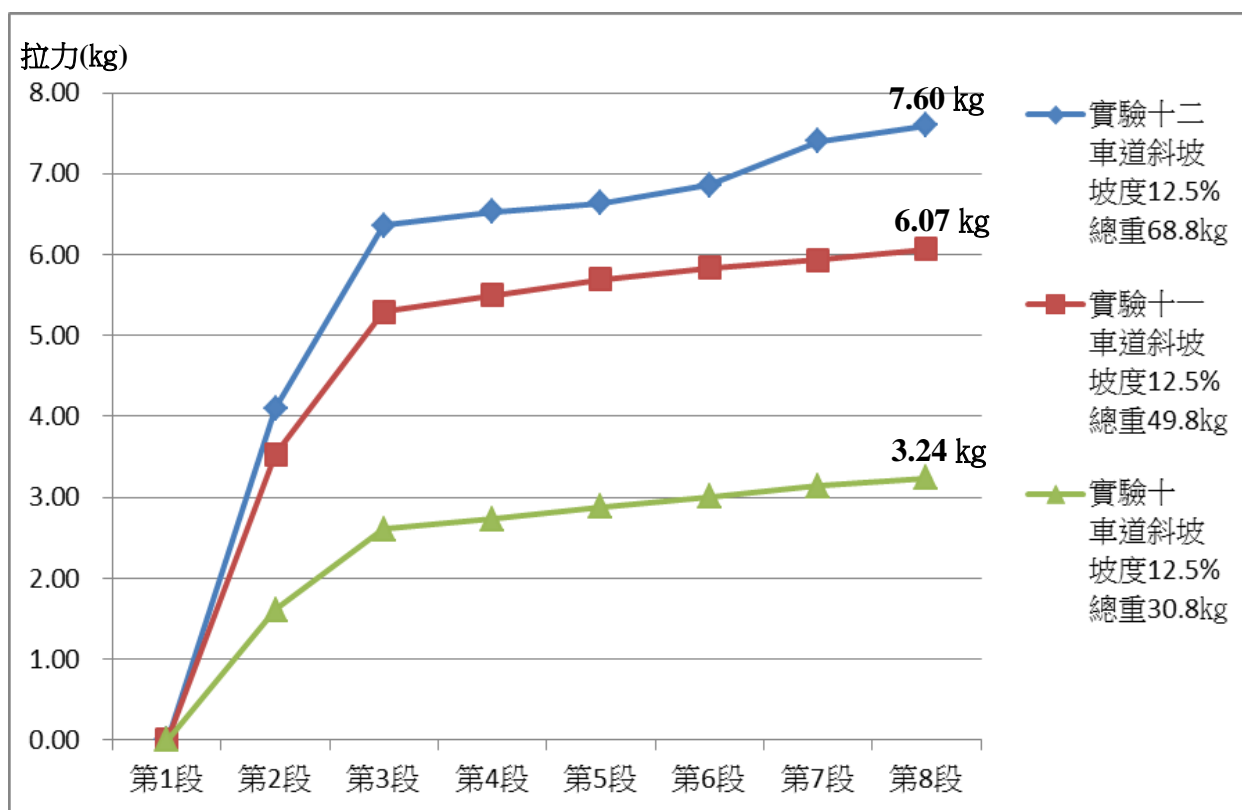


圖 4-25 第二代手推車在車道斜坡實驗測試不同載重所需拉力之折線圖

實驗測試結果:

1. 不同的載重於第 1 段位均可以完全的鎖固於車道的斜坡上，具有駐車功能。
2. 不同段位有不同的拉力，於第 8 段位沒有煞車時，欲阻止其下滑的拉力為最大，在總重 68.8 kg 無煞車作用的情況下，至少需要 7.60 kg 的拉力，才能使手推車在斜面上停止而不下滑。
3. 載重越大，欲阻止其下滑的拉力也越大。
4. 本實驗在坡度 12.5% 的情況下實驗，是法規所規定殘障坡道的最大坡度值，且總重已達 68.8 kg，經改良後的成品，均能操作順暢，動作正常與可以駐車，證明本作品具有實用性。

伍、研究結果

- 一、由圖 4-22、圖 4-23 與圖 4-25 中可得知，載重與阻止下滑拉力的關係，手推車載重越大時，阻止其下滑的力量也需越大。且設定於不同的段位會有不同的拉力阻止其下滑。
- 二、圖 5-1 是坡度 6.8%與坡度 12.5%，總重 68.8 kg與拉力的關係圖，由坡度與阻止下滑拉力的關係圖中得知，其坡度越大，阻止其下滑的力量也需越大。
- 三、圖 5-2 是石子斜坡與木板斜坡，在總重 30.8 kg，坡度 6.8%與拉力的關係圖，由圖中可得知，這兩種硬質表面的材質，其滾動摩擦對於拉力的影響並不大，其拉力值蠻接近的。

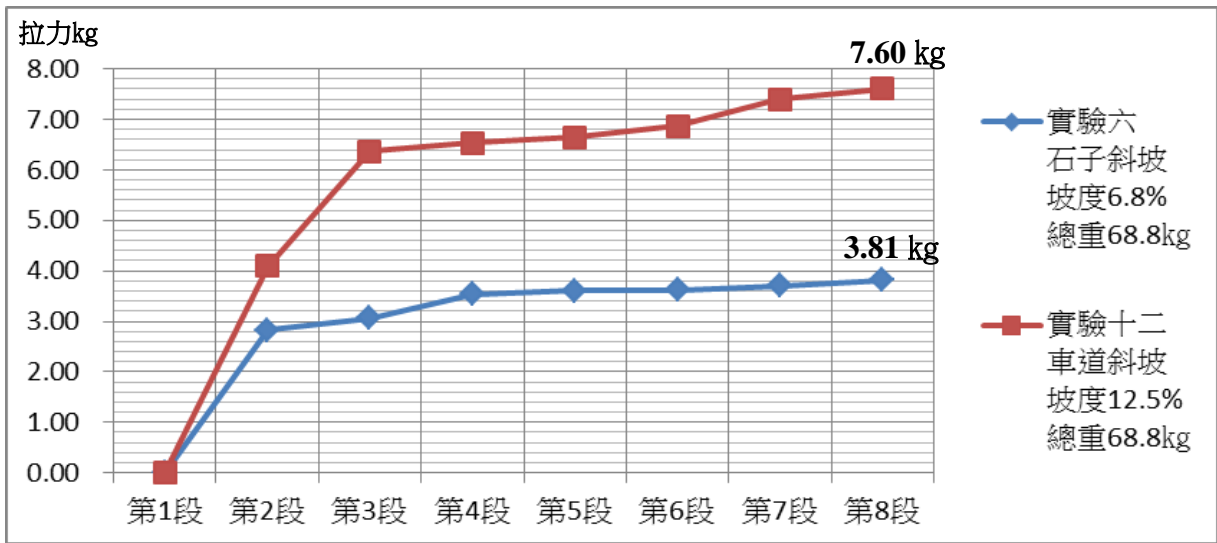


圖 5-1 不同坡度所需拉力的比較圖

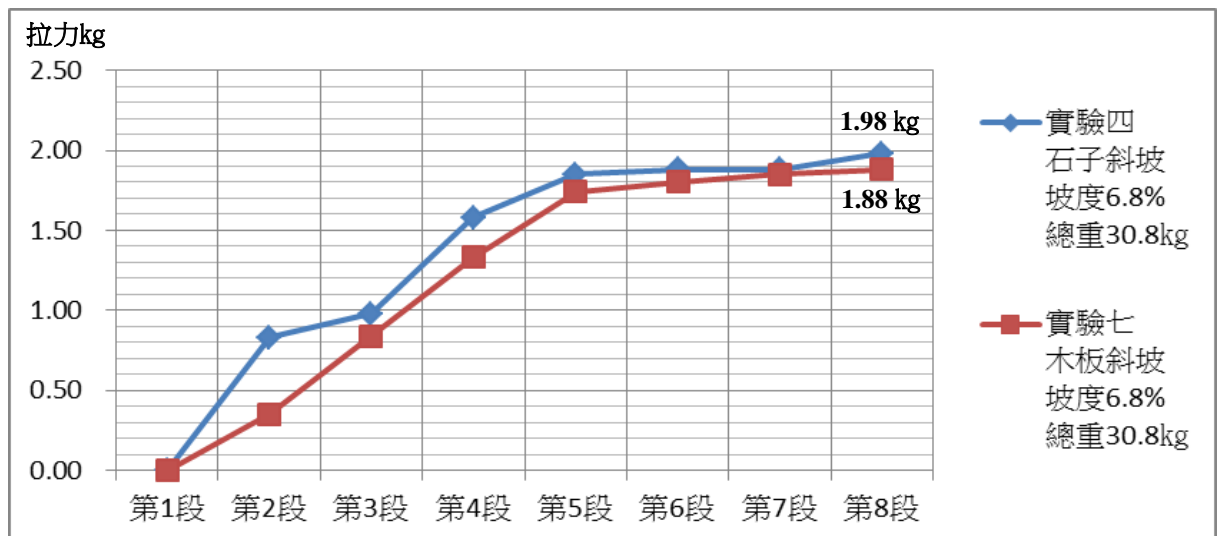


圖 5-2 不同硬質地板材質所需拉力的比較圖

- 四、機動性煞車較適用於短距離、暫時性的緊急突發狀況煞車，若長距離使用時，則要一直壓著把手會很累，且下壓力量無法保持一致，導致前進時會有時快有時慢的情況。
- 五、定壓式煞車確實具有不同段位減速煞車的功能，煞車力道一致，且不用一直壓著把手，使用上相當的方便且好控制，扳到最緊時具有駐車功能。
- 六、定壓機動雙煞可同時牽動煞車機構，是屬於並聯式的設計，可以同時使用，也可單獨使用，具有雙重煞車作用的功能，如一個煞車線損壞了，還有另有一個煞車可以使用，定壓式煞車可以穩定煞車力量，機動性煞車可以提供緊急與臨時性的煞車需求。
- 七、在第二代手推車的實驗測試中，將定壓煞車增為 8 段位調整煞車，段位多每級拉力差距變小，方便不同載重、不同坡度路面與行進速度的選擇。

陸、討論與應用

- 一、實驗測試過程中，手推車必需用手拉住，再緩慢的放開直到停止，再觀察拉力的大小，但是其拉力大小會因手放開的速度的快慢而有所誤差，在表 4-3 所示之拉力，是針對多次的測試再取平均值為量測的數值。
- 二、手推車於斜面上下滑時，若不施以外力加以阻止，會因下滑的時間與長度距離的增大而使速度變快，下衝力道也隨之增大，於實驗測試過程中，因未加以注意而損壞了一支彈簧秤，相當不捨。
- 三、一般的斜坡為了安全均會增加其表面摩擦，此次實驗的斜坡是黏貼小石子，測試中其平坦與表面粗糙度亦不一定均勻，量測值亦會有所誤差。
- 四、不同段位之煞車力量會因組裝位置而有所不同，所以實驗測試之數值是當時組裝之情況，若再加以調整位置則會有不同的結果，但均能達到煞車減速與駐車之目的。
- 五、利用現有手推車加以改裝，製作過程較為複雜，日後應可將手推車與煞車同時設計。
- 六、以人力搬運的手推車有其安全載重的限制，此次研究用的手推車是為鋁質材料，強度較小，且基於人員安全的考量，所以只作到 68.8 kg 的實驗測試，並未再往上作實驗測試。
- 七、彈簧秤之最小刻度為 0.1 kg，於第二代手推車實驗紀錄資料中的小數點取至第二位為估計值，於人為判斷估計時會有些許的誤差。
- 八、如圖 6-1 所示為無動力輪椅下坡的情況，此研究作品應可運用於無動力的輪椅上，可增加行動不便者於下坡時的安全性，可以避免下衝的危險。

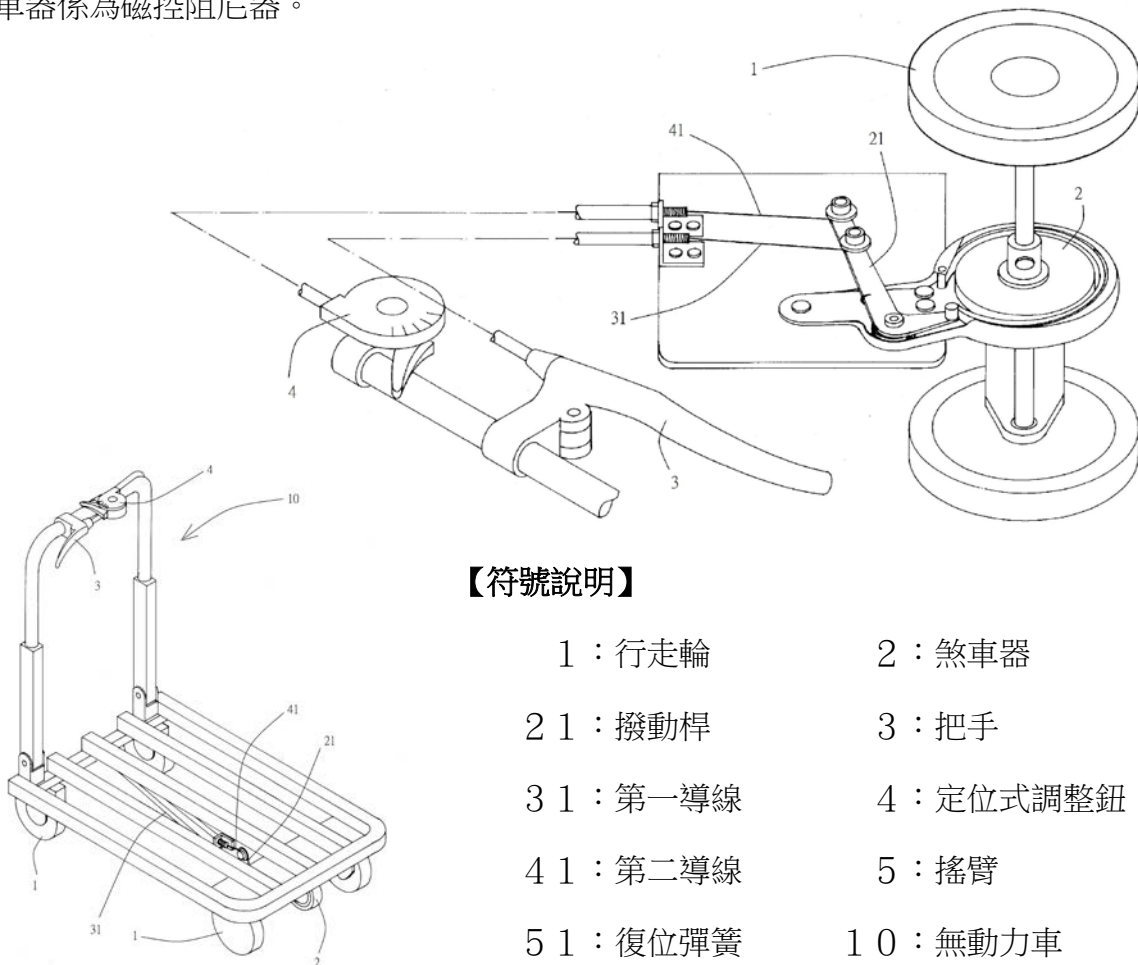


圖 6-1 無動力輪椅下坡的情況

九、我們將此作品也作專利的申請，專利名稱:無動力車之行進轉速控制結構。

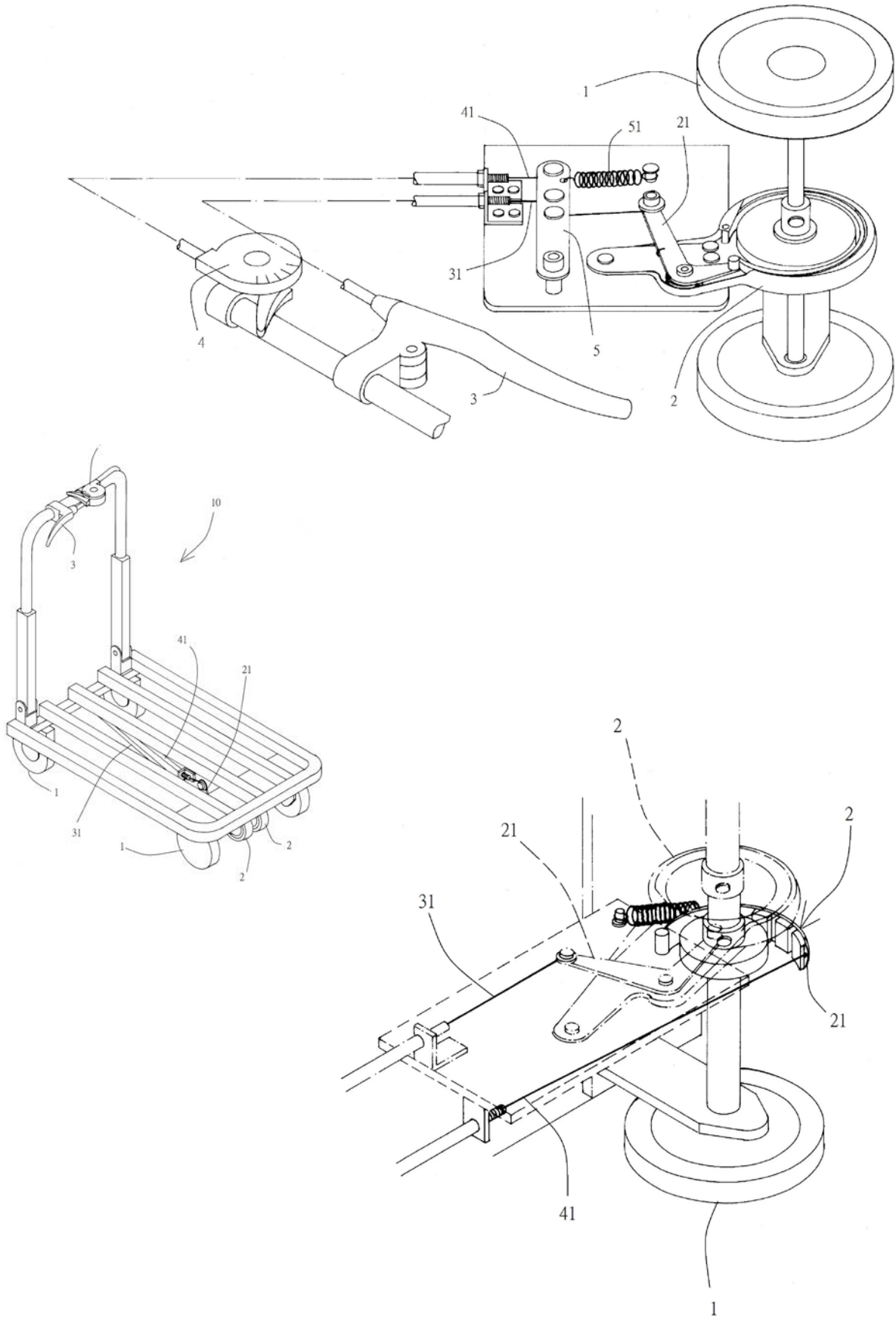
申請專利範圍

1. 一種無動力車之行進轉速控制結構，主要係於無動力車之行走輪配置有煞車器，該煞車器的撥動桿係受把手經由第一導線牽引，其中煞車器連結有第二導線可受一定位式調整鈕所牽引，俾可經由定位式調整鈕牽引第二導線而令煞車器相對行走輪進行定壓、減速，且由把手施行煞車操作者。
2. 如申請專利範圍第1項所述無動力車之行進轉速控制結構，其中把手、定位式調整鈕的第一、二導線係固結於一復位彈簧牽引的搖臂上，再由搖臂連動煞車器之撥動桿。
3. 一種無動力車之行進轉速控制結構，主要係於無動力車之行走輪配置有兩煞車器，該兩煞車器的撥動桿係各受把手、定位式調整鈕的第一、二導線所牽引，俾可經由定位式調整鈕牽引第二導線而令該煞車器相對行走輪進行定壓、減速，且由把手施行其煞車器之操作者。
4. 如申請專利範圍第3項所述無動力車之行進轉速控制結構，其中定位式調整鈕所配置的煞車器係為磁控阻尼器。



【符號說明】

- | | |
|----------|----------|
| 1：行走輪 | 2：煞車器 |
| 2 1：撥動桿 | 3：把手 |
| 3 1：第一導線 | 4：定位式調整鈕 |
| 4 1：第二導線 | 5：搖臂 |
| 5 1：復位彈簧 | 1 0：無動力車 |



柒、結論

使用手推車來搬運重物是很簡單且平常的工作，但對於**搬運時的安全性**亦值得我們去注意與關心。在此次的研究中，我們做了文獻探討與問題的分析，再決定製作的方向，進而動手製作完成最後的成品，其中歷經了數月的研究與製作，亦經歷多次的失敗與改良，雖不是最完美的作品，但希望此一作品能提供給使用者有多一層的**工作安全保障**。進而可將此一作品的結構**應用於輪椅上**，讓行動不便者於行動間多一層的安全保障，讓我們的作品對於行動不便者與辛苦搬運的工作者，能盡一份心力與貢獻。

本次研究作品的特色如下:

- 一、確實具有減速煞車的功能，可以避免下坡時下衝的危險性。
- 二、機動性煞車有即煞即停、即放即行的功能，適用於短時間的臨時煞車。
- 三、定壓式煞車有多段位壓力煞車，適合不同坡度與載重的選用。
- 四、定壓式煞車使用中不回彈，可作長距離下坡減速煞車使用。
- 五、定壓與機動性煞車可同時使用，具有雙重煞車的安全保障。
- 六、具有駐車功能，避免停車時，手推車因地面不平而亂跑。

捌、參考文獻

- 一、葉輪祝 編著。機件原理 II。新北市:全華圖書股份有限公司。
- 二、劉風源 編著。SolidWorks 電腦輔助製圖實習。新北市:華興書局。
- 三、張國彬 編著。機械力學 I。新北市:科友圖書股份有限公司。
- 四、張弘智 陳順同 編著。機械基礎實習。新北市:全華圖書股份有限公司。
- 五、胡焜永 2006。專利名稱:手推車煞車裝置。證書號:M286797。
中華民國專利資訊檢索系統。<http://twap.tipo.gov.tw/>
- 六、<http://tw.cycling.biji.co/index.php?q=news&act=info&id=8657> 坡度百分比