

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081507

聰明的高速公路大啟示--汽車撞擊力和碰撞緩衝功能的變因研究

學校名稱：臺中市西區忠孝國民小學

作者： 小六 賴泓宇 小五 吳健豪 小六 陳正軒 小六 羅智元 小六 張醫凡 小六 賴冠華	指導老師： 陳貞蓉、張琬渝
---	------------------

關鍵詞：紐澤西鋼筋混凝土護欄、暗樁瞄回



「聰明」的高速公路大啟示



汽車撞擊力和碰撞緩衝功能的變因研究

壹、摘要

國內高速公路一條一條的興建完成；發現它的中央分隔島有很大不同的改變。更從網路資料得知，政府不斷的朝“**聰明**”的高速公路努力情形。

其中以驚心動魄的死亡車禍，給我們印象特別深刻，因此決定對**如何減低高速公路車禍損失**進行研究。

首先對**汽車撞擊力和碰撞緩衝功能的變因**，著手進行研究，我們利用智高組合玩具，設計製作了多種不同車頭（保險桿）的實驗車，同時利用鋼筋水泥製作了三種不同形狀的**護欄**，再利用橡皮筋彈力，實地進行汽車碰撞實驗。

我們為了驗證汽車之撞擊力及碰撞緩衝功能，利用日常生活中各種物品設計製作出4種測撞器，效果極佳，是值得介紹的**創意**。

最後經過研究得到的結論是：

高速公路的**護欄**、碰撞**角度**、汽車**車頭**（保險桿）形狀及**車速**都是影響汽車碰撞緩衝功能的重要變因，要**減低高速公路上車禍造成的損失**，一定要重視它。

貳、研究動機

- 一、台灣第一條高速公路—中山高，它的分隔島非常美觀，曾獲全國綠化美化競賽冠軍。
- 二、後來陸續興建的北二高，南二高，中二高，東西向高，中央分隔島均改以水泥牆，代替過去美觀的分隔島，是什麼原因呢？
- 三、請教老師結果，可能和安全有關，我們心中充滿著許多疑問和好奇，為了解開心中疑惑，決定用實物做實驗來解開這個謎底。

叁、研究目的

一、我想認識台灣各高速公路。

比較台灣所有高速公路，找出它不同之點並探討其改變原因。

二、撞擊**實驗車**的設計製作及**水泥護欄**的研究設計製作。

1. 如何在有效控制變因的條件下，利用玩具製造不同形體（車頭保險桿 形狀不同）的實驗車。

2. 依據高速公路分隔島護欄，依大小比例仿造水泥護欄。（鋼筋水泥護欄）

三、設計製作測定撞擊力的**測定器**（簡稱**測撞器**）及**緩衝功能**探討。

如何利用周遭現實生活用品來製作能顯示撞擊力大小的裝置。

四、探討撞擊**角度**、**車速**和**緩衝功能**的關係。

五、檢討改變**分隔島護欄**設施政策是否正確。

六、六年級學生的我們對 ETC 的看法。

肆、研究設備器材

1. 製作實驗車材料—智高安全玩具配件。

2. 製作鋼筋水泥護欄材料—水泥、細砂、木板、鐵條。

3. 製作測撞器材料—大小塑膠盒、塑膠瓶、塑膠片。

4. 橡皮筋、小磅秤、實驗用紅墨水。

伍、研究過程

【研究一】、了解**聰明**的高速公路。

甲、方法：蒐集資料、分析、歸納。

乙、結果：根據網路資料加以分析、整理。

所謂的“**聰明的高速公路**”是：

1. 汽車比**力氣**的時代已經過去，現在要比的是**腦子**。

2. 汽車比**聰明**重於比**性能**。

3. **聰明**的汽車還是要**聰明**的**高速公路**才能配合。

4. **高速公路**仍然是現代工業化國家的**血管**。
5. 提高高速公路**運輸效率**（提高更大容量）可以讓高速公路**聰明**起來。
6. 裝置自動化導引汽車行進的設備（**自動化高速公路**）就相等於新建造兩條高速公路。
7. 高速公路**環境**（路面狀況、指示標誌、駕駛人視線）是**安全性**考量最重要的一環。其中最重要的是需要更**聰明**設計的**混凝土護欄（分隔島）**。
8. **聰明的護欄**（分隔島）是希望能阻擋車子翻到高速公路外或衝到對向車道上，能減低受傷或死亡的機會。
9. 高速公路環境中必須要有**聰明**設計的**“傢俱”**（路燈、路標），駕駛人撞上它時，它應該能輕易被撞毀，而不至於給駕駛人額外的衝擊力。
10. 應有**小錢大聰明**的設計，在必要的地上一條一條發出隆隆聲的東西，提醒駕駛人要減速。

【研究二】、認識國內高速公路。

甲、方法：

1. 蒐集資料：由雜誌、網路、訪問……蒐集有關國內高速公路資料。
2. 實地做車流量紀錄，詳細請看附件。
3. 路上傢具，環境觀察比較。

乙、結果：（一）國道 - 中山高速公路

1. 中山高速公路是國內第一條高速公路。於民國六十七年十月三十一日全線完工通車（雙車道）。
2. 中山高速公路中央分隔帶採5~7M寬V字窪型設計，向道路中央傾斜，供植花木並以W型鋼板護欄分隔。
3. 後來，因為希望**拓寬道路面增加車道數目**（現已增為三車道）部份路段把原本分隔島的花草拆除，改成混凝土的護欄。又有一說法是原先半剛性護欄，無法防止汽車撞上護欄後，**穿越中央分隔島衝到對向車道**，發生嚴重**對撞車禍**。
4. 部分路段，已將W型鋼板護欄改為水泥護欄，中間植栽花木保持不動。（國道二、三、四…部分省略，請看附件）

【研究三】、實驗車之設計製作及緩衝功能探討。

甲、方法：（一）參觀訪問：（詳細請看紀錄簿）

老師帶我們訪問參觀**車輛研究測試中心**（彰化鹿港）
請教**結構工程分析專家** 毛課長慶平

（二）實驗車設計原則：

1. 重量相同：智高安全玩具組合配件、數量相同。
2. 型體類同：要能裝置同樣的測撞器。
3. 能產生衝撞力（快、慢速）。
4. 車頭保險桿形狀不同。

（三）緩衝力效果實驗

1. 採用橡皮筋彈力。
2. 利用C型改良式紐澤西式鋼筋混凝土護欄及細砂測撞器比出數值。
3. 實驗數值都是做3次或5次，以求平均值；再以平均值的比較名次。

乙、結果：（一）共採用五種緩衝力實驗車，如下：



(二)

* 緩衝功效實驗紀錄表 *

項目	甲車				乙車				丙車				丁車				戊車			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
	4	5	6	平均	4	5	6	平均	4	5	6	平均	4	5	6	平均	4	5	6	平均
	1	2	1	1.3	2	1	2	1.7	3	3	4	3.3	4	4	3	3.7	5	5	5	5
1	1	2	2		2	1	3		4	3	4		3	4	5		5	5		
緩衝力比較名次	1				2				3				4				5			
備註	◎註:①比較名次1代表緩衝效果最好 ②結果均以每次5種實驗車實驗結果比較名次為準																			

- 丙、分析:**
1. 車頭 (保險桿) 形狀, 圓弧面形比平行面行緩衝效果佳。
 2. 車頭保險桿弧度和緩衝效果成正比。

【研究四】、水泥護欄之設計製作及緩衝力探討

甲、方法: 1. 分別利用鋼筋混凝土製作, A: 圍牆式, B: 紐澤西式鋼筋混凝土護欄, C: 改良式紐澤西式鋼筋混凝土護欄。詳細如 **鋼筋混凝土護欄---各式構造說明圖** 在下一頁

2. 用各種實驗車, 利用橡皮筋彈力分別對 A、B、C 三種水泥護欄同一角度做撞擊力實驗 (5 次~10 次) 並紀錄、分析。

乙、結果: * 水泥護欄緩衝功效實驗紀錄表 *

項目	A、圍牆式護欄					B、紐澤西式鋼筋混凝土護欄					C、改良式紐澤西式鋼筋混凝土護欄				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
	平均					平均					平均				
	3	3	3	3	3	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2
	3	3	3	3	3	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1
緩衝力比較名次	3					2 (1.7)					1 (1.3)				
備註	◎註:比較名次1代表緩衝效果最好														

丙、分析:

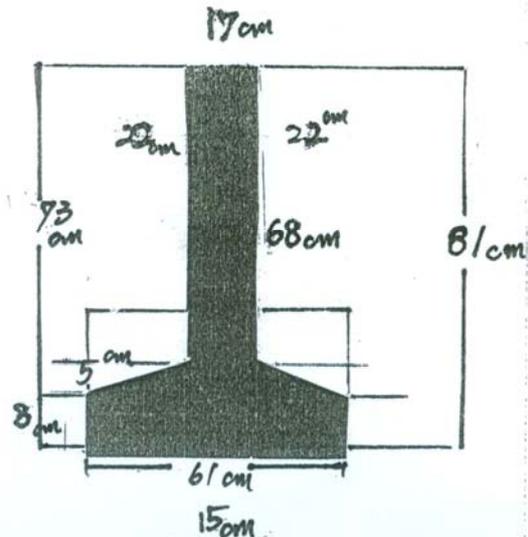
1. B 型護欄, 前輪容易就 “爬” 上去, 造成單輪懸空失控狀況。
2. C 型護欄, 前輪要 “爬” 上去就困難的多。
3. 緩衝功能: C 護欄 > B 型護欄 > A 型護欄。
4. 水泥護欄有阻擋車子衝到對向車道上的功效; 減低車禍損傷程度。

鋼筋混凝土護欄 --- 各式構造說明圖

A. 圍牆式 鋼筋混凝土護欄

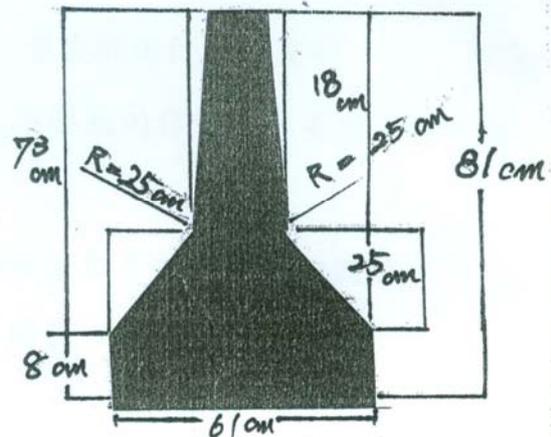
型號屬剛性護欄

側面垂直，可以暗樁瞄回，基礎
可以適當地加深。



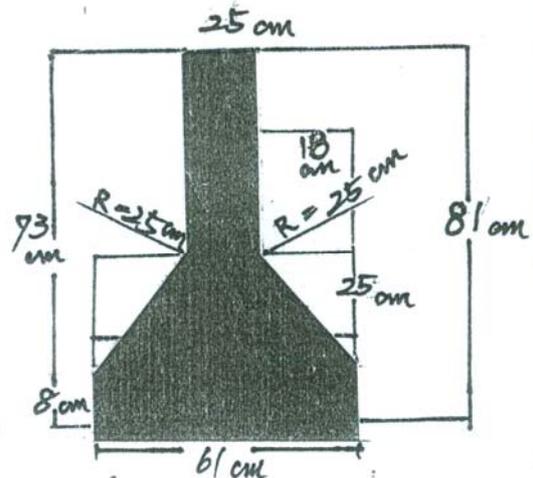
B. 紐澤西式 鋼筋混凝土護欄

為鋼筋混凝土，屬剛性護欄
側面傾斜，可以暗樁瞄回，基礎
可以適當地加深，外形可依道路
幾何線性適當地修正。



C. 改良紐澤西式 鋼筋混凝土護欄

為鋼筋混凝土，屬剛性護欄
是紐澤西式混凝土護欄，外形上
方斜度改為垂直形。本型式已在
國內使用。



雙單
面側
水水
泥泥
護護
欄欄
均為
碰撞
緩衝
設施

【研究五】、設計製作測定撞擊力的測定器及它的功能驗證。

甲、方法：

1. 避用儀器以利用日常生活用品製作為原則。
2. 測撞器的製作方法：

A、液體測撞器：

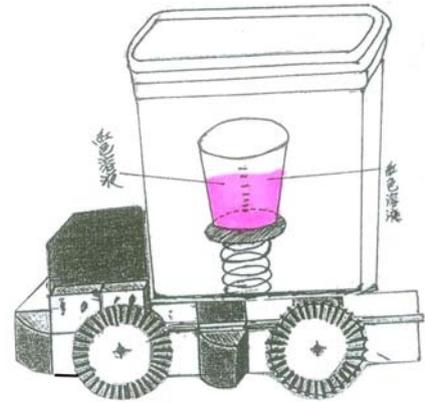
勺、創意來源：提水澆花時，兩人相撞水桶水濺出的啟示。

勺、材料：裝棉花棒塑膠空盒，裝小藥粉的塑膠杯紅墨水。

口、構造：裝等量墨水的無蓋小塑膠杯，放在大塑膠盒內有彈簧上的平台，蓋緊蓋子。

匕、操作方法：

- ①將實驗車利用橡皮筋在角度 60 度，C 型護欄進行撞擊實驗。
- ②以每次撞擊後，大塑膠盒內的無蓋小塑膠瓶內存留墨水量做功能紀錄。



B、細砂測撞器：

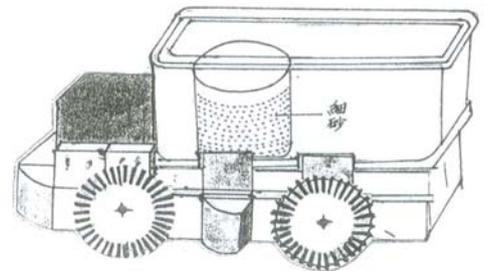
勺、創意來源：搬運細砂時，受碰撞，細砂很容易散落滿地的啟示。

勺、材料：裝棉花棒塑膠空盒，裝牙線棒的長方形小塑膠盒。

口、構造：將裝等量細砂的無蓋小塑膠盒，放進實驗車上的大塑膠盒，蓋緊蓋子。

匕、操作方法：

- ①如液體測撞器方法進行。
- ②以每次撞擊後，大塑膠盒內的無蓋小塑膠盒內存留細砂量做功能紀錄。

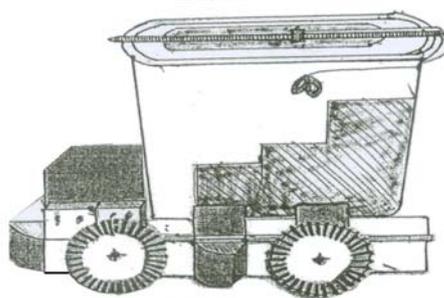


C、固體測撞器(一)：

勺、設計的啟示：物體衝撞擺動器，而拉動紫帶，再以紫帶刻度做功能數據。

勺、材料：大塑膠空盒、紫帶、細線、塑膠片。

ㄇ、構造:如右圖。

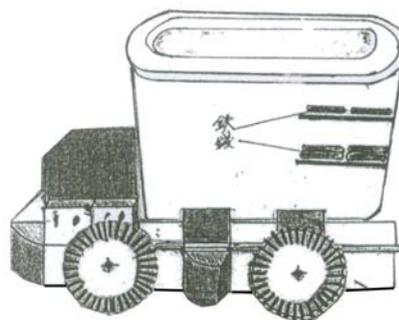


D、**固體**測撞器(二):

ㄅ、設計的啟示:在行駛中的汽車上的人
或物品，突然煞車時，
人、物會往前衝的現象。

ㄆ、材料:塑膠空盒、大小塑膠片、塑膠架

ㄇ、構造:如右圖 (**鐵錢**)。



乙、結果:

* 測撞器緩衝功效實驗紀錄表 *

測撞器別 次別 結果 項目	液體測撞器					細砂測撞器					固體測撞器(一)					固體測撞器(二)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
平均					平均					平均					平均					
慢速	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
快速	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
功能比較名次	慢速 > 快速 優於					慢速 > 快速					慢速 > 快速					慢速 > 快速				
備註	1. 角度45° 2. 利用C型護欄 3. 比較名次1代表緩衝功能最好 4. 結果均以每種測撞器每次快速和慢速實驗結果比較名次紀錄																			

丙、分析:

1. 每種測撞器都顯示快速比慢速緩衝功能差。
2. 四種測撞器以固體測撞器操作最方便，但製作難度較高。

【研究六】、探討撞擊角度速度和緩衝功能的關係

甲、方法：

用同一輛實驗車，同一型護欄，分別做 30°、45°、60° 撞擊實驗。

乙、結果： * 撞擊角度和緩衝功能實驗紀錄表 *

結果 項目	30° (角度小)						45° (角度中)						60° (角度大)					
	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
慢速	1	1	2	1	1	1.2	2	2	1	3	2	2	3	3	3	2	3	2.8
快速	1	2	1	1	1	1.2	2	1	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2.8
比較名次	1						2						3					
備註	註：：①比較名次1代表緩衝功能最好 ②結果均以每次3種角度實驗結果比較名次為準																	

丙、分析： 緩衝功能 30° > 45° > 60°，角度和緩衝功能成**反比**。

【研究七】、檢討改變分隔島設施政策是否“聰明”。

甲、方法：

訪問高速公路中區工程處得到國道車禍損壞設施照片，加以處理、分析、比較。

乙、結果：

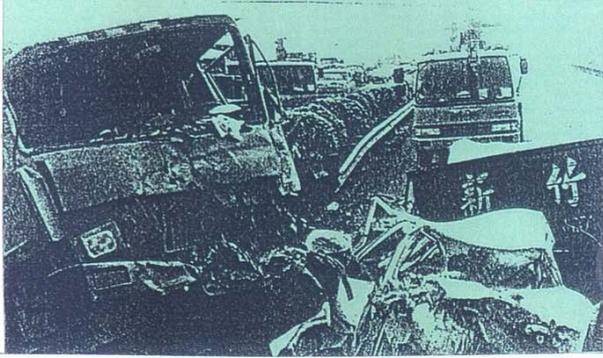
我們參觀高公局中區工程處後，知道我們的高速公路正朝**智慧化**努力，恰巧與我們的研究內涵：**聰明的高速公路**不謀而合，希望我們的高速公路今後能更**安全、順暢、環保**；開創交通新紀元。

將兩種護欄和車禍損壞設施情形照片，分別列出做比較，如下頁照片。

丙、分析：

由照片可以看出，紐澤西式鋼筋混凝土護欄對車禍的發生，確實可以減低損壞程度。

W型鋼板護欄



紐澤西水泥護欄



【研究八】、高速公路電子收費政策的認識”。

甲、方法：

- 1、請教師有關 ETC 的一切資訊。
- 2、簡報、電腦網路收集有關 ETC 資料。
- 3、訪問高速公路局中區工程處。

乙、結果：

- 1、高速公路最小的收費站單向有七個車道，還有一個可機動開放的便道，過去採用人工收費方式，現今改為推行 ETC 電子收費措施中。
- 2、國道一號和國道三號平均每天有一百五十二萬九千輛次的車輛，通行經過各個收費車道。

丙、分析：

推行 ETC 電子收費發生種種的問題，只是六年級學生的我們不懂得其中的細節，但是我們認為它是**聰明的高速公路**必走的途徑，是**正確聰明的政策**。一定要排除萬難，克服一切問題，推行此聰明的政策。

陸、討論

一、**聰明**的高速公路之**聰明**做何解釋最恰當，由網路資料得知：

1. 讓高速公路**聰明**起來，可以提高運輸**效率**，讓同樣一條高速公路能有更大的容量。
2. 所謂**聰明**的高速公路的**聰明**是指**智力強**，**有效率**的高速公路就是自動化高速公路。
3. 將一條高速公路改建成**聰明**的自動化高速公路就相等於新建造兩條高速公路。

結論：根據以上三點，我們認為**聰明**應做**有效率的**，來解釋最恰當。

二、自動化高速公路還很遙遠，在未實現前，我們要怎樣使高速公路更**聰明**更**安全**。

結論：需要有更聰明設計的**混凝土護欄**及**教育**。

三、本研究作品與教材之相關性檢討

結論:1. 本研究之最大目標是藉由**遊戲、觀察、操作和實驗**等，認識「**力的作用**」會改變物體的形狀或運動情形。進而創造出能證明**力的作用**及測量**碰撞緩衝功能**的器具。 **本研究的重點**

2. 本作品係配合教材**自然與生活科技五上第四單元「力與運動」**，完全符合科展展覽內容規定----以學生學習教材內容為主。

◎本作品與教材之相關性（一）◎
測定撞擊力的**測定器**及它的**功能驗證**

自然與生活科技

研究五

五上第四單元「力與運動」

教材內容及設計依據：

- 1、利用物體受力後會產生**形狀的變化**，或**運動情形的改變**，作為測量力的依據。
- 2、慣性作用—車子突然煞車（撞擊而停）身體（物體）會向前傾斜。
- 3、撞擊時，**塑膠版**從架上衝出的**數目**來做比較。
- 4、撞擊時，**塑膠版**拉動繫帶，以繫帶停下的**長度**來做比較。

◎本作品與教材之相關性（二）◎
測定撞擊力的**測定器**及它的**功能驗證**

自然與生活科技

研究五

五上第四單元「力與運動」

教材內容及設計依據：

- 1、物體**受力發生改變**，受力越大，變形量會越大。
- 2、利用物體受力後會產生**形狀的變化**，作為測量力的依據。
- 3、撞擊時，**塑膠盒**內的**細砂**，或**墨水**殘留在盒內的**數量**做比較。

柒、結論

一、由**研究一**得知：

台灣的高速公路**中央分隔島**的改變，以及有“**聰明**”設計的「**傢具**」（路燈、路標）。以及**小錢大聰明**的設計（地上一條一條發出隆隆聲的東西）。可以看出有心向**聰明**的高速公路理想不斷的努力中，值得國人的安慰。

二、由**研究二**得知：

1. **聰明**的高速公路就是**有效率**的高速公路，其最終是指**自動化的**高速公路。
2. 國道一、中山高的**中央分隔島**是採用以W型鋼板護欄中間植栽花木非常美觀，

但容易發生驚天動地的車禍。(衝過鋼板護欄和對向來車相對撞)

三、由研究三得知：

汽車**車頭**（保險桿）形狀，圓弧形比平行面形緩衝效果佳，其弧度和緩衝效果成**正比**。

四、由研究四得知：

1. 水泥護欄經我們實驗結果，其緩衝效果以**改良式紐澤西水泥護欄**優於**紐澤西水泥護欄**，**圍牆式水泥護欄**最差。
2. 國道護欄由 W 型鋼板護欄改為紐澤西式鋼筋混凝土護欄和發生車禍次數（機會）沒有直接關聯，但它是一種碰撞緩衝設施，有碰撞緩衝功效，可以減低車禍損傷程度。
3. 水泥護欄和驚心動魄的車禍（衝過護欄和對向來車衝撞）有直接關聯，**它**可以避免此類車禍的發生。

五、由研究五得知：

我們設計製造的**測撞器**是利用**物體受力後會產生形狀的變化**，或運動情況的改變，和**牛頓第三定律**（反作用力），作為測量力的依據，也是本研究的重心。

六、由研究六得知：

汽車撞擊護欄的**角度**、**速度**和緩衝效果有關係，角度愈**大**（< 90 度）緩衝效果愈**差**，速度愈**快**，緩衝效果愈**差**。

七、由研究一~六得知：

本研究是以當年課本內容：**自然與生活科技 五上第四單元 力與運動**作為研究主題，完全符合**科展展覽內容**。

八、由研究七得知：

由 W 型鋼板護欄改為紐澤西式鋼筋混凝土護欄，確實可以**減低車禍傷害損傷程度**。

九、由研究八得知：

推行 ETC 電子收費政策是聰明的高速公路**必走的途徑**，是**正確聰明的政策**。

捌：(各研究附件總表)

一、實驗紀錄簿

- (1) 研究三、車頭形狀和緩衝功能實驗紀錄簿
- (2) 研究四、水泥護欄形式和緩衝功能實驗紀錄簿
- (3) 研究五、撞擊力測定器功能驗證實驗紀錄簿
- (4) 研究六、撞及角度和緩衝功能實驗紀錄簿(快速)
- (5) 研究六、撞及角度和緩衝功能實驗紀錄簿(慢速)

二、平面媒體及網路資料

- (1) 研究二、國道高速公路網路資料
- (2) 研究四、國道中央分隔島護欄安全防護設施電腦網路資料
- (3) 研究四、紐澤西鋼筋水泥護欄有關資料
- (4) 研究四、實驗用 RC 護欄製作紀錄簿
- (5) 研究七、高工局中區工程處轄區道路現況資料
- (6) 研究七、高速高路智慧化之推動資料
- (7) 研究八、有關 ETC 國道電收的網路資料
- (8) 研究八、有關 ETC 電子收費政策資料

三、參觀訪問及調查紀錄簿

- (1) 研究三、車輛車頭形狀及防撞桿調查紀錄簿
- (2) 研究三、參觀訪問車輛研究測試中心紀錄簿
- (3) 研究六、參觀訪問大葉大學機械及自動化工程學系紀錄簿
- (4) 研究七、參觀訪問高工局中區工程處紀錄簿
- (5) 研究七、W 型鋼板護欄和 RC 護欄撞擊結果比較實例

評 語

081507 聰明的高速公路大啟示—汽車撞擊力和碰撞
緩衝功能的變因研究

1. 研究主題鄉土性十足。
2. 實驗器材製作真實性高。
3. 壁報內容稍嫌凌亂。
4. 偵測器製作良好。
5. 表達能力頗佳。