【2021 科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中(職)組成果報告表單

題目名稱:Leave me alone!自行車安全距離夠不夠?

一、摘要:

自行車是相當普遍的通勤工具,然而交通意外也頻頻發生,由於行車安全距離未適當保持,導致緊急狀況時煞車距離不足,而造成駕駛受傷,因此我們做此實驗的目的為釐清究竟自行車煞車的距離與道路乾溼及騎乘者的關係為何?

結果顯示,高中生的路況的反應時間約 0.43 秒,反應時間會增長煞車的距離。而車速愈高則煞車距離愈長,當自行車的車速在每小時 20 公里時,總煞車距離達到 9 公尺以上,另外在兩天時,總煞車距離則是 10.5 公尺以上。因此,自行車的安全距離應至少保持在 11 公尺以上,才足以應對路況的變化。

二、探究題目與動機

根據全國交通事故統計,在 109 年 1 月至 12 月期間,自行車騎士(含電動自行車、電動輔助自行車)發生交通事故造成死亡或受傷人數共計 20,275 人次,占全國交通事故的 5.6%,然而其中發生最多的年齡層,就是未滿 18 歲的兒童和青少年(摘錄華視新聞 2021/02/04)。

行車狀況無法預料,為了減少交通意外的發生,我們認為自行車應保持適當的行車安全距離是很需要的,當前方有突發狀況,若能保持適當的安全距離,交通事故必然減少。

三、探究目的與假設

影響煞車距離的因素很多,本文主要在探討高中生在下列狀況下的煞車距離,其他未列之因素,如車重、輪胎、地面摩擦力等其他因素,不予討論。

- 1. 駕駛者的煞車反應時間會影響煞車距離。
- 2. 晴天時自行車的煞車距離隨車速上升而增加。
- 3. 雨天時自行車的煞車距離比晴天時更長。
- 4. 行車安全距離應包含駕駛者反應時的行進距離及煞車距離(總煞車距離=空走距離+實制動距離)

在仔細討論煞車的過程前,駕駛人必須清楚的認識,車輛並不是發現危險就能立即煞車或閃避,從眼睛在路上發生危險,身體做出反應用力踩下煞車,至輪胎開始產生煞停作用(抓地力),到確實停下,實際上是要花費好幾秒的,所以不是一般我們認為的發現危險只要立即剎車就能閃避或停下來。

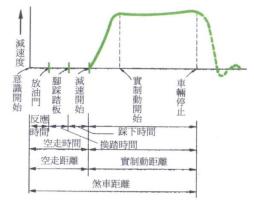


圖 1 總煞車距離 = 空走距離 + 實制動距離 (摘錄自汪國禎·底盤原理)

四、探究方法與驗證步驟 (一) 探究方法:如下圖所示。 探究自行車行車安全距離 文獻探討 提出目的與假設 駕駛者煞車反應時間實 晴天煞車距離實驗 雨天煞車距離實驗 資料分析與處理 撰寫報告與提出建議 圖 2 研究流程圖

(二) 驗證步驟

根據目的及假設,我們設計了以下的實驗方法:

1. 駕駛者的煞車反應時間

使用 2 台機車,相距 3 公尺,以看見前車煞車燈亮為訊號,受測者再從眼睛接受訊息 (看見前車煞車燈亮)□兩手張開去握煞車握把□分別記錄4位同學的反應。

2. 測量晴天時車速快慢與煞車距離的關係

使用裝有路碼表的自行車,分別以 5、10、15、20、25、30 km/hr 的速度行進,到指定 位置時,全力壓下煞車握把,紀錄自行車停止時前輪與指定位置之距離。

3. 比較雨天和晴天時煞車的距離差異。

將地面噴濕後,使用裝有路碼表的自行車,分別以 5、10、15、20、25km/hr 的速度行 進,到指定位置時,全力壓下煞車握把,紀錄自行車停止時前輪與指定位置之距離。

4. 行車安全距離(總煞車距離)

利用第 1 項的煞車反應時間與車速相乘,可得到空走距離,再將第 2、3 項實驗所得的數 據(實制動距離)代入,相加後可得到行車安全距離(總煞車距離)。

(三)實驗設備與說明

- 1. 反應時間:使用2台機車,在晴天的中午實施,2車前後相距3公尺,分別由四位組員進 行測試。
- 2. 煞車距離:使用捷安特自行車,車重 11kg,測試者 64kg(含安全帽),於平坦的柏油路

進行測試。雨天的路面模擬,是用潑水將測試路面弄溼,但路面無積水現象。 (四)實驗的結果

1. 駕駛者的煞車的反應時間:

表 1 煞車反應時間之實驗數據

人員實驗	同學一	同學二	同學三	同學四	
第一次 (s)	0.4	0.8	0.51	0.5	
第二次 (s)	0.2	0.56	0.6	0.21	
第三次 (s)	0.2	0.44	0.54	0.2	
平 均(s)	0.27	0.6	0.55	0.3	
總平均 (s)	0.43				

以上數據是我們的反應時間,分別由四位同學各實驗三次的總平均為 0.43 秒。

2. 晴天時,車速快慢影響與煞車距離差異

表 2 晴天時,車速與煞車距離之實驗數據

時速 (km/hr)	10	15	20	25	30
煞車距離 (m)	4.88	5.85	7.02	7.89	9.87

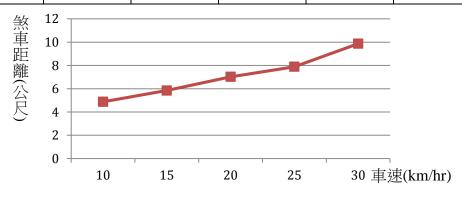
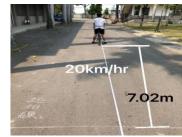


圖 3 晴天時,車速與煞車距離之曲線圖









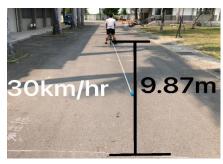


圖 4 晴天時,車速與煞車距離之實驗紀錄

表 2 為晴天時的車速與煞車距離實驗數據,當車速越快則煞車距離越長,在車速每

小時 20 公里時,我們測得的煞車距離約 7 公尺,詳如表 2。圖 3 的車速與煞車距離為線性上升。圖 4 為模擬晴天時車速與煞車距離實驗紀錄。

3. 雨天時,車速快慢影響與煞車距離

表 3 雨天時,車速與煞車距離之實驗數據

時速 (km/hr)	10	15	20	25	30
煞車距離 (m)	5.45	6.28	8.29	11.11	15.08

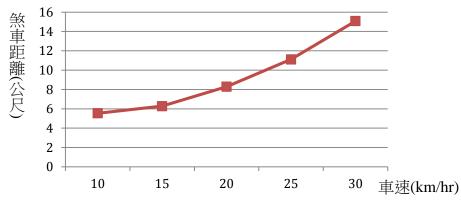


圖 5 雨天時,車速與煞車距離之曲線圖









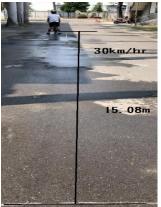


圖 6 兩天時,車速與煞車距離之實驗紀錄

由表 3 為雨天時的車速與煞車距離實驗數據,由於地板溼滑,摩擦力下降,自行車的煞車距離也增加了,隨著車速上升,煞車距離增加的非常顯著,當車速到達每小時 30公里時,測試時已產生非常嚴重的打滑現象,為了安全起見,不再將實驗車速增加。假設一般行駛的速度為每小時 20公里,則我們應該保持 8.3公尺以上的煞車距離,相較晴天的煞車距離已增加 1公尺以上,然而這尚未考慮因反應時間產生煞車延遲的空走距

離。由圖 5 的曲線圖中發現,兩天時的煞車距離已呈線指數般的上升曲線,與晴天時的 煞車距離有明顯差異。圖 6 為模擬雨天時車速與煞車距離實驗紀錄。

4. 行車安全距離

行車安全距離應包含駕駛者反應時的行進距離及煞車距離,亦即總煞車距離=空走 距離+實制動距離,分述如下。

(1) 晴天的總煞車距離

表 4	瞎天時,	空卡跖離	實制動距離與總煞車距離之實驗數據	į
1X +		工化此唯	臭叫到此种光剂的牛此种人臭嫩致汤	:

車速(km/hr)	空走距離(m)	實制動距離(m)	總煞車距離(m)
10	1.19	4.88	6.07
15	1.79	5.85	7.64
20	2.39	7.02	9.41
25	2.99	7.98	10.88
30	3.58	9.87	13.45

我們用每小時 10、15、20、25、30 公里的時速去測試煞車距離,由表格可知車速每增加 5 公里,煞車距離相對會增加 1.5 公尺以上。假設一般行駛速度為每小時 20 公里我們應保持 9 公尺以上的煞車距離。從圖 7 可看出,當車速增加,實制動距離(煞車距離)與總煞車距離呈現線性上升。

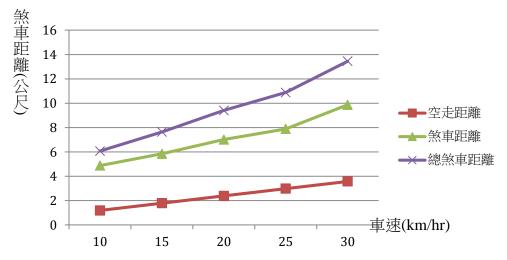


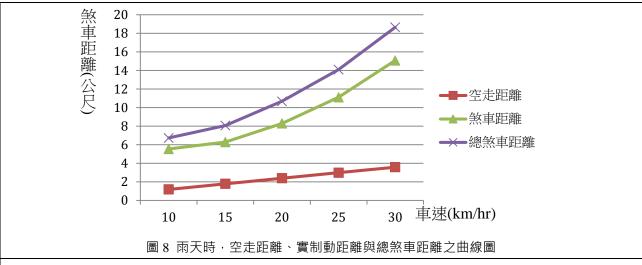
圖 7 晴天時,空走距離、實制動距離與總煞車距離之曲線圖

(2) 雨天的總煞車距離

表 5 雨天時,空走距離、實制動距離與總煞車距離之實驗數據

車速(km/hr)	空走距離(m)	實制動距離(m)	總煞車距離(m)
10	1.19	5.54	6.73
15	1.79	6.28	8.07
20	2.39	8.29	10.68
25	2.99	11.11	14.1
30	3.58	15.08	18.66

表 5 是是雨天的總煞車距離,對照表 4 可發現睛天和雨天的煞車距離相差許多,並發現在每小時 30 公里開始輪胎出現打滑的現象。假設以每小時 20 公里我們應保持 10 公尺以上的安全距離。從圖 8 可看出,當車速增加,實制動距離(煞車距離)與總煞車距離會呈現曲線急劇上升。



五、結論與生活應用

- 駕駛者的煞車反應時間會影響煞車距離:由實驗測得四位同學的反應時間平均為
 0.43 秒,依不同車速所得到的空走距離也會同,當車速愈高,空走距離愈長。
- 2. 晴天時自行車的煞車距離隨車速上升而增加:當車速增加, 煞車距會隨之增加, 若以一般正常騎乘車速每小時 20 公里推算, 實際制動(煞車)距離至少 7 公尺以上。
- 3. 兩天時自行車的煞車距離比晴天時更長:兩天時地面溼滑,因此實際煞車距離更長,同樣以一般正常騎乘車速每小時 20 公里推算,實際制動(煞車)距離在 8 公尺以上,比起晴天乾燥路面而言,增加1公尺以上,當然,車速愈快,增加愈多。
- 4. 行車安全距離應包含駕駛者反應時間的行進距離及煞車距離:行車安全距離是空走 距離加上實際煞車距離,以一般正常騎乘車速每小時 20 公里推算,晴天的總煞車距 離是 9 公尺以上,而兩天則在 10 公尺以上,當車速增加,總煞車距離會增加的很劇 烈,騎乘自行車時務必小心謹慎,保持適當行車安全距離,不可忽視。

參考資料

- 1. 道安資訊查詢網·全國道路交通事故 30 日內死亡人數 109 年 1 月至 12 月與去年同期 比較。
- 2. 單車交通事故統計 未成年占最大宗 (2021年2月4日)。 https://news.cts.com.tw/cts/life/202102/202102042030409.html。
- 3. 汪國禎。底盤原理。台灣:復文。