

## 比較不同量測方法在繪製交通事故現場圖的正確性

林商裕<sup>1</sup>、王永錡<sup>2</sup>、黃怡碩<sup>3</sup>

### 摘要

目前交通事故現場圖的繪製，受限於所使用的量測工具(捲尺或滾輪)，僅能以量測距離為主，至於角度的測量只能以目測方式為之，致使所繪製交通事故現場圖的正確性常遭到質疑。現行，常用於繪製交通事故現場圖的量測方法有二：一為三定點法，此法常因測線間夾角過大或過小時，使得當測線彼此間的夾角有微小誤差時，即造成頗大的位置偏移誤差；另一方法為直角坐標法，此法應用在交通事故現場繪製的測量，假設目測標定於基準線(標線)與基準線外之測量點的連線成直角，若不為直角時，易造成繪製結果的偏差。為了探討這兩種方法的正確性，本研究以將上述二法分別在平地及斜坡施測，將所獲得之結果與電子光波經緯儀的結果做一比較。除此之外，本研究在直角坐標法中，增加距離的觀測量，配合三角幾何條件，藉此彌補基準線(標線)與基準線外之測量點的連線不成直角的情形。從實驗所獲的數據，本研究發現：運用直角坐標法，可獲得接近電子光波經緯儀的量測結果；亦即，在繪製交通事故現場圖時，直角坐標法所獲的結果較三定點法佳。另外，運用不同的量測工具(滾輪與捲尺)進行繪製現場圖的量測，亦發現利用捲尺所獲的結果較使用滾輪為佳。最後，本研究亦發現不管在平地及斜坡上，在增加距離的觀測量下，利用捲尺配合現行直角坐標法，可大幅提升繪製交通事故現場圖的正確性。

### 壹、前言

交通事故現場圖在測繪時應符合「迅速」、「正確」與「完整」的三大要求，即測繪過程應迅速完成量測與繪製，完成之交通事故現場圖內容應能正確且完整得涵蓋事故現場肇事主體、散落物、痕跡、血跡等，並輔以文字敘述，做為保存事故現場狀態之重要方法。過去文獻[1-5]曾對交通事故現場圖的缺失進行探討，歸納其缺失項目可概分為二大類：1.缺漏不完整2.不正確(跡證相對位置與照片不

---

<sup>1</sup>朝陽科技大學營建工程系副教授

<sup>2</sup>朝陽科技大學營建工程系研究生

<sup>3</sup>朝陽科技大學營建工程系副教授

符、圖面比例不準確等)，本文係針對交通事故現場圖的正確與否進行探討。目前警察機關現有道路交通事故處理量測器材，主要有測距輪與捲尺，兩者皆為量距工具，僅能量距離不能量角度，交通事故現場現行的測量方法有直角坐標法(支距法)、三定點法(三邊法)兩種，直角坐標法因其假設直角與實際角度的角度誤差而產生的誤差值；當三定點法測線間夾角的角度過大( $>120^\circ$ )或過小( $<30^\circ$ )時，其正弦函數值變化大，即大或過小的測線間夾角有些微誤差，會造成頗大的位置偏移誤差。為了探討這兩種方法的正確性，本研究以將上述二法分別在平地及斜坡施測，將所獲得之結果與電子光波經緯儀的結果做一比較。除此之外，本研究在直角坐標法中，加測斜邊以增加距離的觀測量，配合三角幾何條件，藉此彌補基準線(標線)與基準線外之測量點的連線不成直角的情形。並與現行的兩種方法進行比較其在繪製交通事故現場圖的正確性。

## 貳、實驗方法

### 2.1 案例模擬

模擬案例為一双向雙車道的直路路段發生一部機車遭一部自小客車自後方碰撞後的交通事故現場，再依道路縱坡陡緩之不同模擬一案例於平地路段發生碰撞；另一案例於斜坡路段發生碰撞之交通事故現場。本研究以交通事故現場圖為基準線的標線所在平面為基準面，其基準面旋轉的方式如圖1所示，將經緯儀測量所得的數據經計算為基準面上的點位資料做為比較依據。

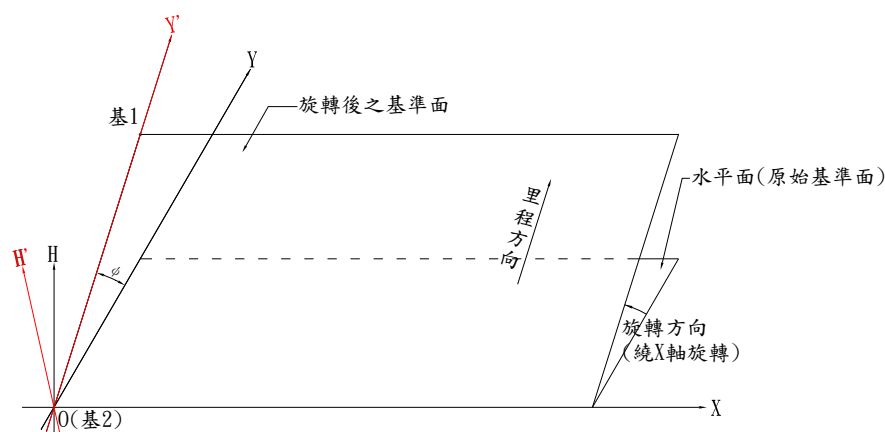


圖 1 基準面旋轉示意圖

平地直路之交通事故現場全景及點位分布如圖2、圖3所示，斜坡直路之交通事故現場全景及點位分布如圖4、圖5所示。



圖 2 平地直路交通事故現場全景

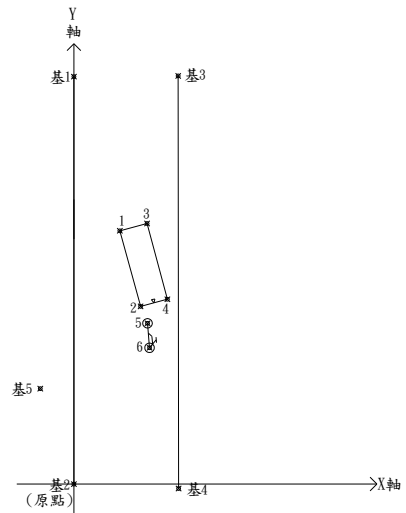


圖 3 平地直路交通事故現場點位分布圖



圖 4 斜坡直路交通事故現場全景

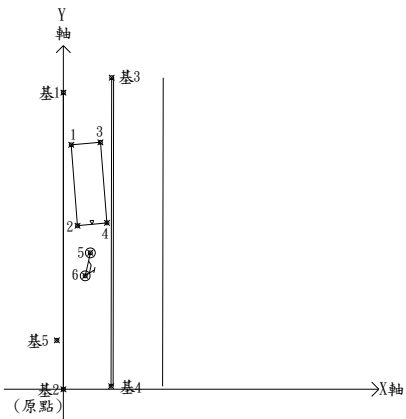


圖 5 斜坡直路交通事故現場點位分布圖

## 2.2 交通事故現場圖測繪

在目前測繪作業實務上直角坐標法有二項假設：1.交通事故現場做為基準線的標線為直線；2.事故現場目測標定的於基準線上的點與該對應的測量點所連之測量線與基準線間之夾角為直角，為比較三定點法與直角坐標法之精度故兩者採相同的基準點，又在直角坐標法中，增加距離(斜邊)的觀測量，以加測的斜邊利用餘弦定理求其實際角角度以取代的直角的假設條件。以下為直角坐標法、三定點法、加測斜邊直角坐標法各自在平地直路及斜坡直路以測距輪、捲尺測繪完成的交通事故現場圖：

一、直角坐標法測繪之交通事故現場圖(圖6~圖9)

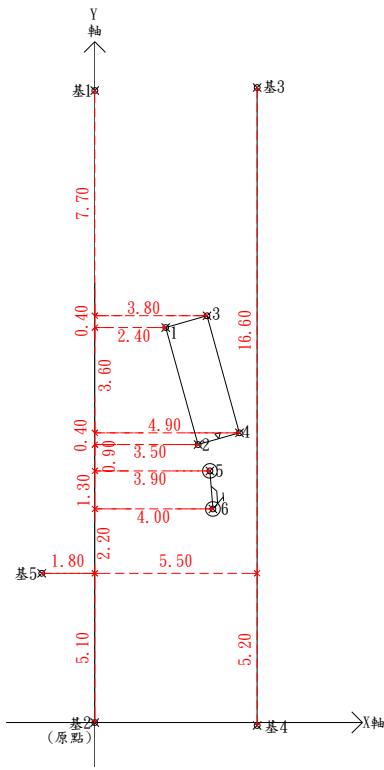


圖 6 平地直路+測距輪 N. T. S

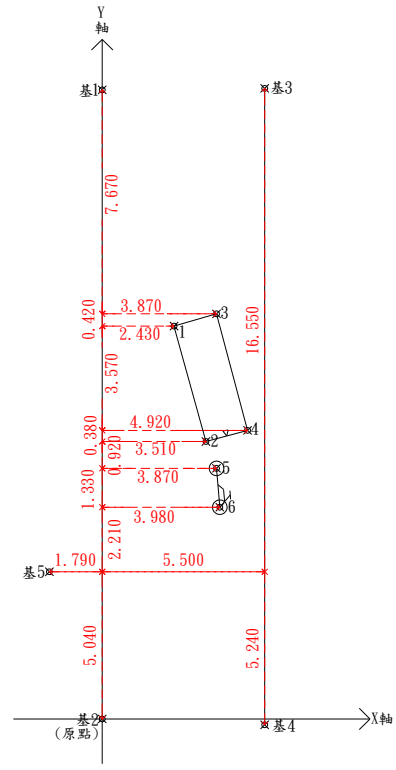


圖 7 平地直路+捲尺 N. T. S

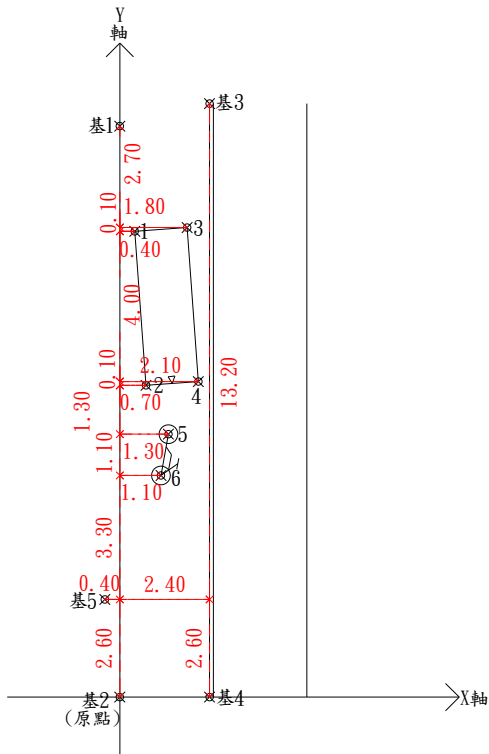


圖 8 斜坡直路+測距輪 N. T. S

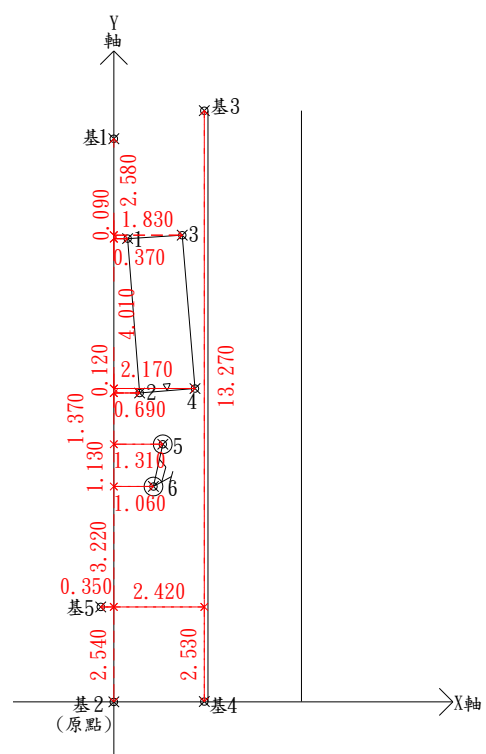


圖 9 斜坡直路+捲尺 N. T. S

二、三定點法測繪之交通事故現場圖(圖10~圖13)

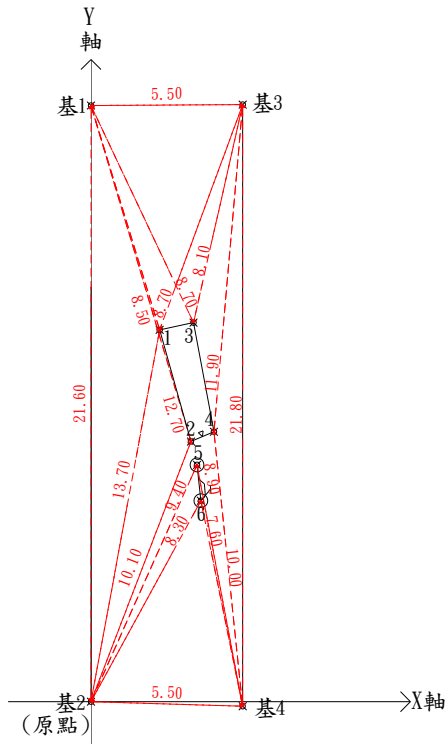


圖 10 平地直路+測距輪 N. T. S

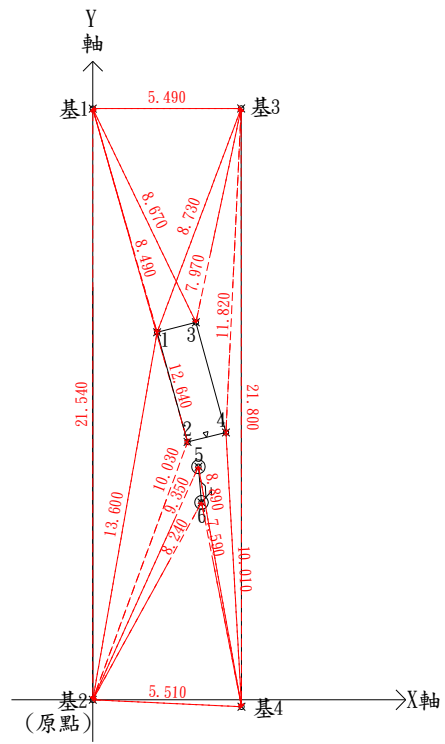


圖 11 平地直路+捲尺 N. T. S

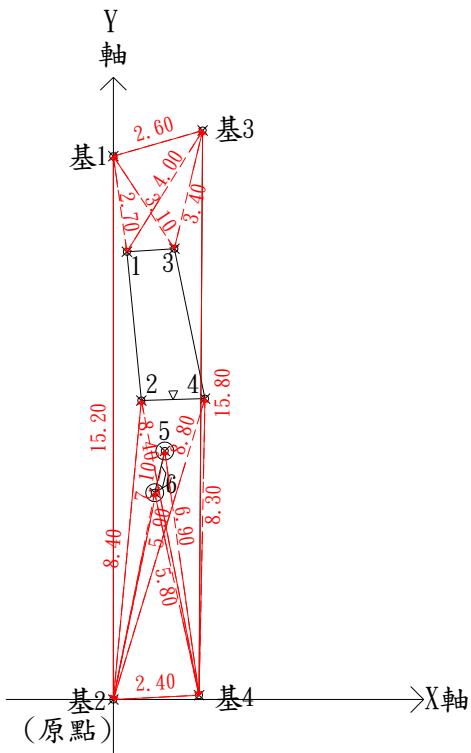


圖 12 斜坡直路+測距輪 N. T. S

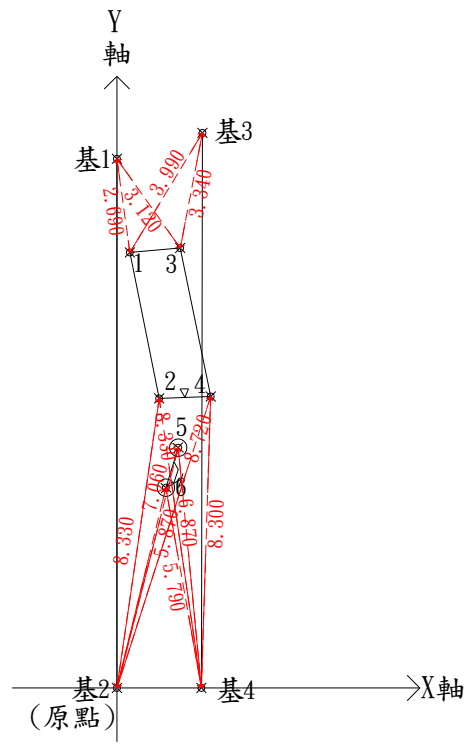


圖 13 斜坡直路+捲尺 N. T. S

三、加測斜邊直角坐標法測繪之交通事故現場圖(圖14~圖21)

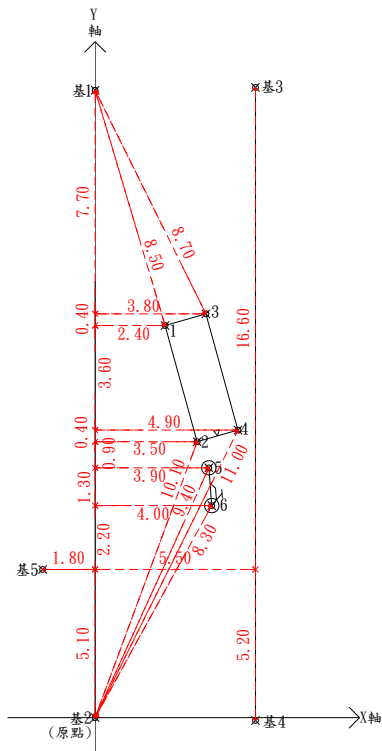


圖 14 平地直路+測距輪 N. T. S

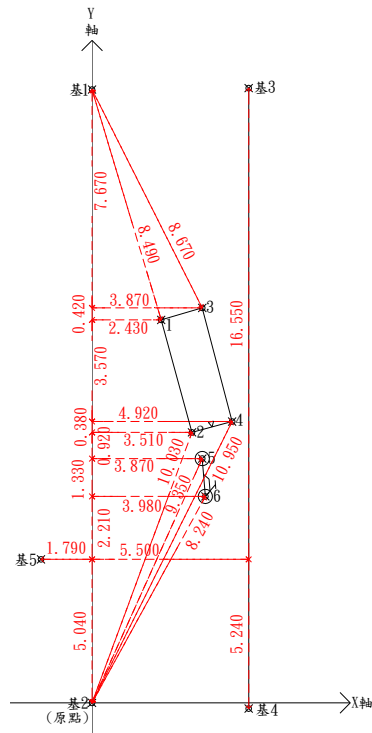


圖 15 平地直路+捲尺 N. T. S

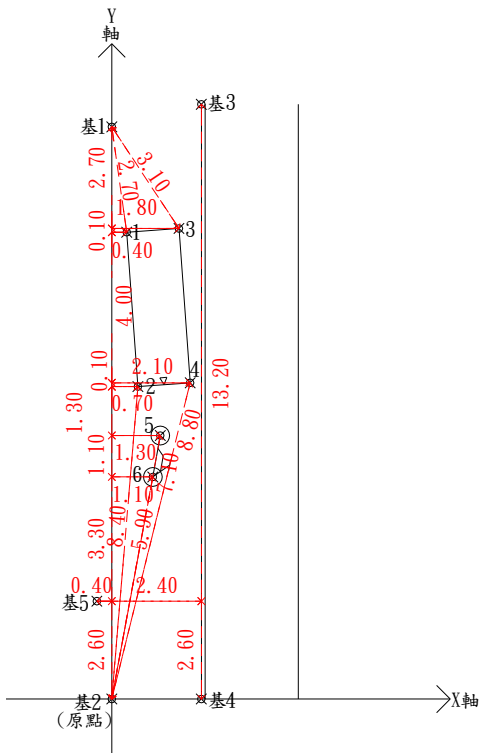


圖 16 斜坡直路+測距輪 N. T. S

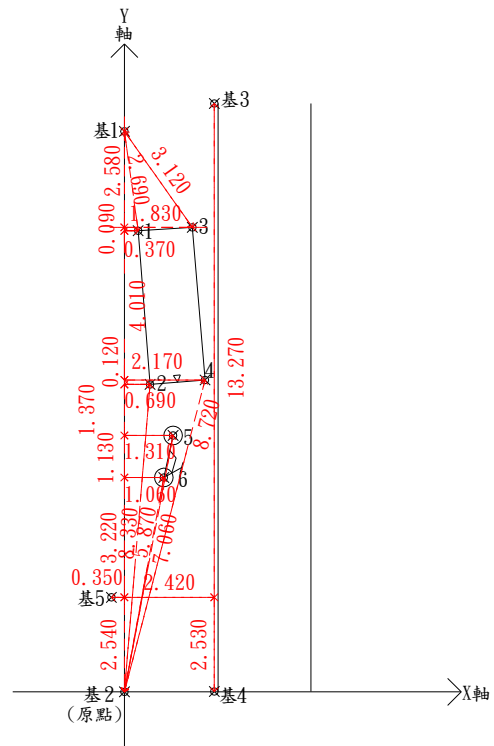


圖 17 斜坡直路+捲尺 N. T. S

利用餘弦定理求其實際角角度以取代的直角的假設條件，繼之以三角函數分別求其沿道路里程的法線方向、沿道路里程方向的距離。圖14~17經計算整理後繪製之交通事故現場圖如圖18~21所示：

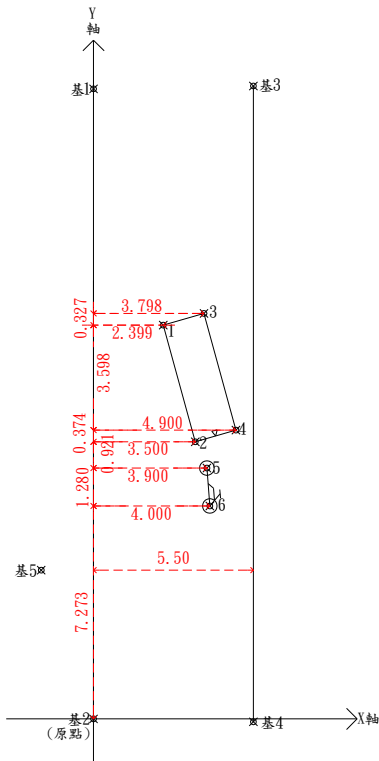


圖 18 平地直路+測距輪(整理自圖 14 ) N.T.S

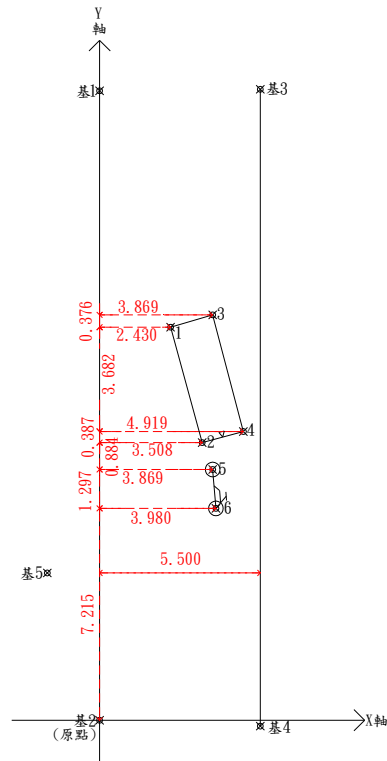


圖 19 平地直路+捲尺(整理自圖 15 ) N.T.S

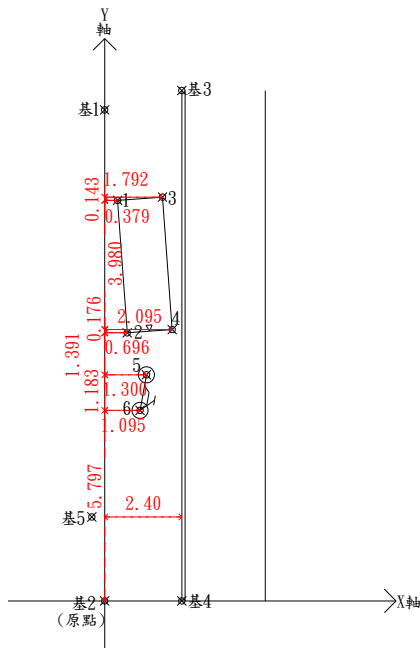


圖 20 斜坡直路+測距輪(整理自圖 16 ) N.T.S

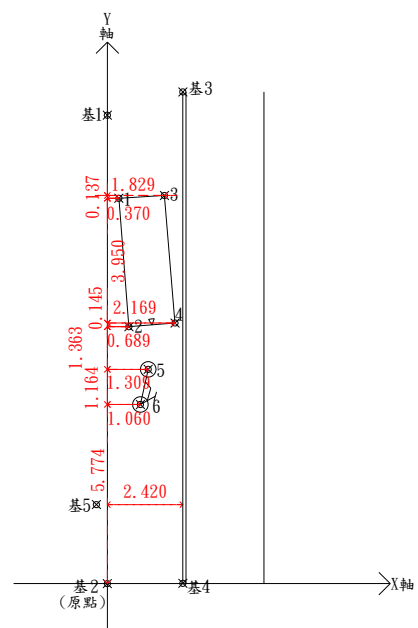


圖 21 斜坡直路+捲尺(整理自圖 17 ) N.T.S

## 參、實驗成果與討論

本實驗以全部測量點位之均方根百分比誤差(RMSPE)來評估整體測距誤差，其公式如下：

$$\begin{aligned} \text{RMSPE} &= \sqrt{\Sigma(\text{待測點誤差百分比})^2 / n} \\ &= \sqrt{\Sigma[(\text{Dist}_i' - \text{Dist}_i) / \text{Dist}_i]^2 / n} * 100\% \end{aligned} \quad (1)$$

式中

$\text{Dist}_i'$  = 第*i*點之測距距離

$\text{Dist}_i$  = 第*i*點之實際距離

### 3.1 直角坐標法

整理實驗數據可得平面道路與斜坡道路間之RMSPE比較如表1。

表 1 平面道路/斜坡道路之 RMSPE 比較表

| 項目<br>測量工具 | 平面道路  |        |       | 斜坡道路  |        |       |
|------------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|
|            | X     | Y'     | L     | X     | Y'     | L     |
| 測距輪        | 0.762 | 18.078 | 0.890 | 6.958 | 31.665 | 1.702 |
| 捲尺         | 0.454 | 4.533  | 0.615 | 3.305 | 29.604 | 0.746 |

在X軸方面，使用測距輪施測在平面道路之RMSPE為0.762%，斜坡道路之RMSPE為6.958%，而使用捲尺施測在平面道路之RMSPE為0.454 %；斜坡道路之RMSPE為3.305%，由此可知，平面道路的準確度優於斜坡道路。在Y'軸方面，使用測距輪施測在平面道路之RMSPE為18.078%，斜坡道路之RMSPE為31.665%，而使用捲尺施測在平面道路之RMSPE為4.533 %；斜坡道路之RMSPE為29.604%，由此可知，平面道路的準確度優於斜坡道路。在距離誤差方面，使用測距輪施測在平面道路之RMSPE為0.890%，斜坡道路之RMSPE為1.702%，而使用捲尺施測在平面道路之RMSPE為0.615 %；斜坡道路之RMSPE為0.746%，由此可知，平面道路的準確度優於斜坡道路。綜上可知，使用直角坐標法施測在平面道路之整體精度優於斜坡道路，又其在Y'軸RMSPE遠高於X軸及距離之RMSPE，而Y'軸的測量係延坡度起伏方向施測，顯示道路坡度的高低與施測精度有關，即道路坡度低施測精度高；道路坡度低施測精度高。

### 3.2 三定點法

整理實驗數據可得平面道路與斜坡道路間之RMSPE比較如表2。



表 2 平面道路/斜坡道路之 RMSPE 比較表

| 項目<br>測量工具 | 平面道路  |       |       | 斜坡道路   |        |       |
|------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
|            | X     | Y'    | L     | X      | Y'     | L     |
| 測距輪        | 3.637 | 9.603 | 0.797 | 7.913  | 7.720  | 0.753 |
| 捲尺         | 0.787 | 2.864 | 0.108 | 28.215 | 33.344 | 0.149 |

在X軸方面，使用測距輪施測在平面道路之RMSPE為3.637%，斜坡道路之RMSPE為7.913%，而使用捲尺施測在平面道路之RMSPE為0.787 %；斜坡道路之RMSPE為28.215%，由此可知，平面道路的準確度優於斜坡道路。在Y'軸方面，使用測距輪施測在平面道路之RMSPE為9.603%，斜坡道路之RMSPE為7.720%，而使用捲尺施測在平面道路之RMSPE為2.864%；斜坡道路之RMSPE為33.344%，在距離誤差方面，使用測距輪施測在平面道路之RMSPE為0.797%，斜坡道路之RMSPE為0.753%，而使用捲尺施測在平面道路之RMSPE為 0.108%；斜坡道路之RMSPE為0.149%，由此捲尺的RMSPE可知，在Y'軸及距離誤差方面，平面道路的準確度優於斜坡道路，而測距輪的RMSPE卻是斜坡道路的準確度優於平面道路，其應與測距輪的讀數以10公分為單位而捲尺的讀數以1公分為單位及角度誤差造成的誤差有關。

使用三定點法以捲尺施測在平面道路之整體精度優於斜坡道路，以測距輪施測在X軸方面，平面道路之精度優於斜坡道路；在Y'軸及距離誤差方面，斜坡道路之精度優於平面道路，顯示其誤差非由坡度控制，應與測距輪的讀數以10公分為單位而捲尺的讀數以1公分為單位及角度誤差造成的誤差有關。

### 3.3 加測斜邊直角坐標法

整理實驗數據可得平面道路與斜坡道路間之RMSPE比較如表3。

表 3 平面道路/斜坡道路之 RMSPE 比較表

| 項目<br>測量工具 | 平面道路  |       |       | 斜坡道路  |       |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | X     | Y'    | L     | X     | Y'    | L     |
| 測距輪        | 0.726 | 0.719 | 0.636 | 3.398 | 0.953 | 0.836 |
| 捲尺         | 0.349 | 0.352 | 0.350 | 3.598 | 0.113 | 0.048 |

在X軸方面，使用測距輪施測在平面道路之RMSPE為0.726%，斜坡道路之RMSPE為3.398%，而使用捲尺施測在平面道路之RMSPE為0.349 %；斜坡道路之RMSPE為3.598%，由此可知，平面道路的準確度優於斜坡道路。在Y'軸方面，使用測距輪施測在平面道路之RMSPE為0.719%，斜坡道路之RMSPE為0.953%，而使用捲尺施測在平面道路之RMSPE為 0.352%；斜坡道路之RMSPE為0.133%。在距離誤差方面，使用測距輪施測在平面道路之RMSPE為0.636%，斜坡道路之RMSPE為

0.836%，而使用捲尺施測在平面道路之RMSPE為0.350%；斜坡道路之RMSPE為0.048%，在Y'軸及距離誤差方面，由此測距輪的RMSPE可知，平面道路的準確度優於斜坡道路，而捲尺的RMSPE卻是斜坡道路的準確度優於平面道路，其應與測量點引測時的施測次數有關。

綜合前述直角坐標法、三定位點法、加測斜邊直角坐標法三種方法分別在平面道路與斜坡道路施測的RMSPE比較發現，就整體而言，平面道路施測成果的準確度優於斜坡道路；使用捲尺施測成果的準確度優於測距輪。

### 3.4 直角坐標法、三定點法和加測斜邊直角坐標法

整理表1、2、3之RMSPE得三種測法之RMSPE比較表詳如表4。

表4 三種測法之RMSPE比較表

| 項目<br>測量方法/測量工具 |     | 平面道路  |        |       | 斜坡道路   |        |       |
|-----------------|-----|-------|--------|-------|--------|--------|-------|
|                 |     | X     | Y'     | L     | X      | Y'     | L     |
| 直角坐標法           | 測距輪 | 0.762 | 18.078 | 0.890 | 6.958  | 31.665 | 1.702 |
|                 | 捲尺  | 0.454 | 4.533  | 0.615 | 3.305  | 29.604 | 0.746 |
| 三定點法            | 測距輪 | 3.637 | 9.603  | 0.797 | 7.913  | 7.720  | 0.753 |
|                 | 捲尺  | 0.787 | 2.864  | 0.108 | 28.215 | 33.344 | 0.149 |
| 加測斜邊直角坐標法       | 測距輪 | 0.726 | 0.719  | 0.636 | 3.398  | 0.953  | 0.836 |
|                 | 捲尺  | 0.349 | 0.352  | 0.350 | 3.598  | 0.113  | 0.048 |

在X軸方面，使用測距輪在平面道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序加測斜邊直角坐標法最佳；三定點法次之；直角坐標法最差，使用測距輪在斜坡道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序加測斜邊直角坐標法最佳；直角坐標法次之；最差三定點法。使用捲尺在平面道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序加測斜邊直角坐標法最佳；直角坐標法次之；三定點法最差，使用捲尺在斜坡道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序直角坐標法最佳；加測斜邊直角坐標法次之；最差三定點法。

在Y'軸方面，使用測距輪在平面道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序加測斜邊直角坐標法最佳；三定點法次之；直角坐標法最差，使用測距輪在斜坡道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序加測斜邊直角坐標法最佳；三定點法次之；直角坐標法最差。使用捲尺在平面道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序加測斜邊直角坐標法最佳；三定點法次之；直角坐標法最差，使用捲尺在斜坡道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序加測斜邊直角坐標法最佳；直角坐標法次之；三定點法最差。

在距離誤差方面，使用測距輪在平面道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序

加測斜邊直角坐標法最佳；三定點法次之；直角坐標法最差，使用測距輪在斜坡道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序三定點法最佳；加測斜邊直角坐標法次之；直角坐標法最差。使用捲尺在平面道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序三定點法最佳；加測斜邊直角坐標法次之；直角坐標法最差，使用捲尺在斜坡道路施測之RMSPE由優至劣排序，依序加測斜邊直角坐標法最佳；三定點法次之；直角坐標法最差。

整體而言，三定點法的精度最差，其誤差與測量線間的夾角大小有關，當角度夾角過大( $>120^\circ$ )或過小( $<30^\circ$ )時，其正弦函數值變化大，當過大或過小的測線間夾角有些微誤差，即造成頗大的位置偏移。直角坐標法精度居次，造成其誤差值最大的因素為其假設直角與實際角度的角度誤差所產生的誤差值。誤差值最小為加測斜邊直角坐標法，此法以加測斜邊之幾何條件算出實際角度以消弭假設直角與實際角度的角度誤差所產生的誤差值，且透過以直角坐標法圖面呈現的方式測量各測量線，藉以降低三定點法角度夾角過大或過小的機率，使其精度改善且圖面各跡證相對關係的呈現明確易判讀。

## 肆、結論

本文以目前的交通事故現場測量工具及方法，進行實驗藉以瞭解其誤差值的大小，並比較不同測量工具及方法間之誤差值的差異。本文希望能夠在使圖面之呈現能夠像直角坐標法一樣一目了然，且能消弭消弭假設直角與實際角度的角度誤差所產生的誤差值，而提出加測斜邊直角坐標法，藉由實驗比較此法是否較現行的直角坐標法、三定點法具有更佳的測量成果，其結論如下：

- 一、直角坐標法在平面道路之整體精度優於斜坡道路，又其在Y'軸RMSPE遠高於X軸及距離之RMSPE，而Y'軸的測量係延坡度起伏方向施測，顯示道路坡度的高低與施測精度有關，即道路坡度高施測精度低；道路坡度低施測精度高。
- 二、使用三定點法以捲尺施測在平面道路之整體精度優於斜坡道路，以測距輪施測在X軸方面，平面道路之精度優於斜坡道路；在Y'軸及距離誤差方面，斜坡道路之精度優於平面道路，顯示其誤差非由坡度控制，應與測距輪的讀數以10公分為單位而捲尺的讀數以1公分為單位及角度誤差造成的誤差有關。
- 三、加測斜邊直角坐標法在X軸方面，平面道路的準確度優於斜坡道路。在Y'軸及距離誤差方面，由此測距輪的RMSPE可知，平面道路的準確度優於斜坡道路，而捲尺的RMSPE卻是斜坡道路的準確度優於平面道路，其應與測量點引測時的施測次數有關。

四、就整體而言，平面道路施測成果的準確度優於斜坡道路；使用捲尺施測成果的準確度優於測距輪。

五、三種測法之整體精度由優至劣依序為：加測斜邊直角坐標法、直角坐標法、三定點法。顯示加測斜邊直角坐標法以加測斜邊之幾何條件算出實際角度的做法可以消弭假設直角與實際角度的角度誤差所產生的誤差值，而透過以直角坐標法的測量方式量測各測量線，可以大幅降低三定位點法角度夾角過大或過小的機率，使圖面的精度得以改善且圖面的呈現明確易判讀。

### 參考文獻

1. 王文麟，「肇事鑑定技術發展沿革與新趨勢之評析」，交通部運輸研究所，台北，1988。
2. 李宏振，「改良網格測距法以還原事故現場之研究」，碩士論文，中央警察大學交通管理研究所，2001。
3. 黃國平，「道路交通事故現場圖導入電腦繪圖作業之研究」，台灣省政府警政廳委託，1997。
4. 曾慶忠，「應用3D重建技術輔助汽車肇事鑑定之研究」，碩士論文，國立中央大學機械工程研究所，2002。
5. 藍武王，「民眾對道路交通事故鑑定滿意度調查」，台灣省政府交通處，台中，1999。