

國立交通大學
運輸科技與管理學系碩士班

碩士論文

車輛油漆不同方向重複刮痕
特性研析與鑑識

Characteristics Analysis and Identification
of Repeat Scratch on Vehicle Painting

研究生：林志榮

指導教授：吳水威

中華民國九十六年五月

車輛油漆不同方向重複刮痕特性研析與鑑識

**Characteristics Analysis and Identification
of Repeat Scratch on Vehicle Painting**

研究生：林志榮

Student : Chih-Jung Lin

指導教授：吳水威

Advisor : Shoei-Uei Wu

國立交通大學

運輸科技與管理學系



碩士論文

A Thesis

Submitted to Institute of Transportation Technology and Management

College of Management

National Chiao Tung University

in Part Fulfillment of the Requirement

for the Degree of

Master of Science

In

Transportation Technology and Management

June 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年六月

車輛油漆不同方向重複刮痕特性研析與鑑識

學生姓名：林志榮

指導教授：吳水威

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

摘要

車輛行車事故鑑定係以車輛行車事故現場偵查與鑑識技術為其基礎，因此致力於現場偵查之有效性、完整性，並鑑識技術之系統性有其必要性。行車事故車輛油漆片與刮痕鑑識屬車輛行車事故鑑定體系之重要一環，且不易獨立於其他鑑識技術，因而有待建立具有一般性及系統性之國內行車事故油漆刮痕走向與特性於肇事鑑定應用，此係一值得研究之課題。國內曾對於車輛油漆刮痕走向與特性進行分析研究，已提出單向刮痕走向與特性之研究成果，另外，亦發現汽車間特別存在有油漆不同方向重複刮痕之現象，不僅刮痕走向較為不易判別，過去也鮮少有相關參考文獻。汽機車間刮擦痕多半較不明顯，且大多於刮地過程中被磨去，不同方向重複刮痕之現象更為少見。因此，考量資料取得之難易度與實驗之危險性，本研究之研究對象以汽車間為主，不予考慮汽機車間之情形，而本研究將以單向刮痕走向與特性之研究成果為基礎，針對汽車間行車事故油漆刮痕走向及特性之研究課題，並以微觀觀點深入探討汽車間油漆不同方向重覆刮痕之現象。本研究並研擬當交通事故發生後，如何將油漆刮痕特性應用於事故鑑識之流程，將可供行車事故鑑定之重要參考依據。



關鍵詞：車輛事故、油漆面、刮擦痕、鑑識

Characteristics Analysis and Identification of Repeat Scratch on Vehicle Painting

Student : Chih-Jung Lin

Advisor : Shoei-Uei Wu

Department of Transportation Technology & Management
National Chiao Tung University

ABSTRACT

It is based on scene inspection of an accident and the technology of investigation to investigate the traffic accident. Hence, it is necessary to strive for the effectiveness, completeness of scene inspect and the systematicness of the investigation technology. The pieces of paint and scrape of vehicles in accidents are the important things of investigation technology, and hard to discriminate from other investigation technology. It is a topic worth to study to build scratch direction and characteristics on investigation with generalization and systematicness. We have analysed and studied the scratch direction and characteristics of vehicle painting, and present the outcome. We also found that there existed repeat scratches with vehicle-vehicle particularly. It is not only harder to determine the direction but less reference about this. Scratches with motorcycle-vehicle are unapparent and generally rubbed off. Repeat scratch is more rare. Because of thinking about the degree of difficulty and the danger to get data, this study focus on vehicle-vehicle without considering motorcycle-vehicle. This study will be based on the results of the study of single scratch characteristics and direction of car painting with the topic of scratch direction and characteristics to discuss and research the phenomena of repeat scratches by microviewpoint. The study will draw up the procedure of how to use scratch characteristic in investigation after an accident was happened. The result could be the important reference of investigation.

Keywords: Vehicles accident, Painting, Scratch, Identification

誌 謝

一轉眼，在交大求學的時候也已六年了。本論文能夠順利完成，最要感謝的是指導教授 吳水威老師，在兩年的研究所求學過程中，不吝給予細心且耐心地教導，不僅給予課業上的指導，恩師在學術研究之嚴謹精神與待人處事的圓融都是給予學生莫大的啟發，受益良多。僅在此表達對 恩師的諄諄教誨由衷感激之意。

論文口試期間，承蒙中央警察大學曾平毅老師與逢甲大學劉霈老師的撥冗審閱學生之論文，並惠賜寶貴的意見，使本論文疏漏謬誤之處得以斧正，在此深表感謝。感謝臺灣省覆議會委員黃金城老師，於每次實車現場實驗都親臨現場給予指導。期中審查期間亦要感謝張新立老師與吳宗修老師細心審閱並提供建議，使得論文內容更臻嚴謹完備。於交大六年的授業期間，承蒙系上諸位老師的教導與關懷，以及系上助理幸榮姐與秀蔭姐在行政公務與生活上的協助，使得學生在交大運管的求學生涯得以順利完成，在此一並致謝。

論文研究過程中，感謝系上各位學長姐、同學與學弟妹的支持與鼓勵，特別是同研究室的政諺、銘娟、彥仲、雅蘭的協助，謝謝你們平常在我最苦悶的時候給我加油與打氣；感謝最可愛又辛苦的協政和佩瑜，在每次的實車實驗和口試的事前準備不留餘力的大力幫忙；感謝國濬、格禎、詩敏、至浩、嘉駿、日錦、穎萱、欣誼、宇彤、建元、博彥、至剛，這些年的交大生涯，因為有你們讓我一路走了充滿歡笑，感謝你們陪我渡過充實快樂的研究生活。

最要感謝我的父母與哥哥，感謝你們在我背後默默的為我加油，每年只於連續假期才有回家見見爸媽，一年相聚的日子就只有那麼幾天，值此論文完成之際想對你們說聲「謝謝你們，你們辛苦了！」，因為你們我才能心無旁騖地專心致力於研究，讓我無後顧之憂的選擇我想要的生活，並給予我無微的關懷與鼓勵，使我能順利完成碩士學位，謝謝你們。

要感謝的人實在太多，謝謝這麼多人陪伴著我一路走來，感謝大家的關懷與協助，僅以這份成果與你們一同分享。

林志榮 謹致
2007年6月
風城 交大

目 錄

摘要	I
英文摘要	II
誌謝	III
目錄	IV
表目錄	VI
圖目錄	VII
第一章 前言	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	1
1.3 研究對象與內容	2
1.4 研究流程	2
1.5 研究架構	5
第二章 文獻回顧	7
2.1 國內外文獻回顧	7
2.2 綜合評析	10
第三章 研究方法與理論基礎	12
3.1 研究方法	12
3.1.1 文獻評析法	12
3.1.2 現場實驗法	12
3.1.3 歸納分析法	12
3.1.4 關聯分析法	12
3.2 理論基礎	13
3.2.1 碰撞理論	13
3.2.2 運動學原理	15
3.2.3 動力學原理	17
3.2.4 刮痕原理	18
3.2.5 車輛運動學	18
第四章 實驗設計實施與研析	23
4.1 引言	23
4.2 實驗設計與實施	23
4.2.1 實驗設計	23
4.2.2 實驗實施	23
4.3 實驗分析	30
4.4 小結	163
第五章 綜合研析與鑑識	165
5.1 車輛油漆不同方向重複刮痕特性及走向趨勢分析	165

5.2 車輛油漆不同方向重複刮痕與肇事型態關聯性分析	165
5.3 車輛油漆不同方向重複刮痕特性與鑑識應用	169
第六章 結論與建議	172
6.1 結論	172
6.2 建議	173
參考文獻	174



表目錄

表 3.2.5-1 x-y 平面的定加速度運動方程式.....	20
表 4.2.2-1 實車實驗型態總表(三十種).....	24
表 5.2-1 刮痕特性與肇事型態關連表.....	168



圖目錄

圖 1.4-1 研究流程圖.....	4
圖 1.5-1 研究架構圖.....	6
圖 3.2.1-1 汽車間直接中心碰撞示意圖.....	13
圖 3.2.1-2 汽車間斜向中心碰撞示意圖.....	13
圖 3.2.1-3 汽車間碰撞前後示意圖.....	14
圖 3.2.1-4 汽車間碰撞之旋轉與行駛方向改變示意圖.....	15
圖 3.2.2-1 汽車直線運動示意圖.....	16
圖 3.2.2-2 汽車圓周運動示意圖.....	16
圖 3.2.3-1 汽車間碰撞後未繫安全帶之車輛駕駛者因慣性向前摔出車外示意圖.....	17
圖 3.2.3-2 外力向量大小相同下之加速度比較示意圖.....	17
圖 3.2.3-3 碰撞汽車間作用力與反作用力示意圖.....	18
圖 3.2.5-1 等速度運動.....	19
圖 3.2.5-2 等加速度運動.....	19
圖 3.2.5-3 車輛轉向與作用力之關係.....	20
圖 4.2.2-1 汽車行車事故型態分類圖.....	24
圖 4.3-1.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 01).....	31
圖 4.3-2.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 02).....	35
圖 4.3-3.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 03).....	39
圖 4.3-4.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 04).....	43
圖 4.3-5.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 05).....	46
圖 4.3-6.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 06).....	51
圖 4.3-7.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 07).....	55
圖 4.3-8.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 08).....	58
圖 4.3-9.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 09).....	63
圖 4.3-10.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 10).....	69
圖 4.3-11.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 11).....	74
圖 4.3-12.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 12).....	79
圖 4.3-13.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 13).....	84
圖 4.3-14.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 14).....	91
圖 4.3-15.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 15).....	97
圖 4.3-16.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 16).....	101
圖 4.3-17.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 17).....	105
圖 4.3-18.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 18).....	109
圖 4.3-19.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 19).....	112
圖 4.3-20.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 20).....	116
圖 4.3-21.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 21).....	120

圖 4.3-22.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 22).....	124
圖 4.3-23.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 23).....	130
圖 4.3-24.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 24).....	134
圖 4.3-25.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 25).....	137
圖 4.3-26.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 26).....	141
圖 4.3-27.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 27).....	145
圖 4.3-28.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 28).....	150
圖 4.3-29.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 29).....	154
圖 4.3-30.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 30).....	159
圖 5.3-1 油漆刮痕特性應用於事故鑑識流程圖.....	170



第一章 前言

1.1 研究動機

隨著車輛的日漸增多，每年交通事故的發生也越來越頻繁，交通事故發生常伴隨著肇事人之間的民事糾紛，故通常須藉助車輛行車事故鑑定來釐清肇事人之間的肇事責任，以確保當事人之權益。因此，如何不斷提昇鑑定品質乃為鑑定機制努力的目標。車輛行車事故鑑定技術牽涉層面廣泛，其中事故發生後現場所遺留的汽機車油漆片與油漆刮痕及機車車殼刮痕與倒地時於地面所產生的刮痕之綜合鑑識，其受力特徵可供輔助判斷刮痕受力方向，推測事故車輛之相對運動方向，係車輛行車事故鑑定技術中的重要一環，再配合現場其他相關跡證鑑定，將可有效提升車輛行車事故鑑定之品質。過去研究透過汽車與汽車間以及汽車與機車間在產生碰撞時可能在接觸面、車殼及其他處所可能產生之油漆單向刮痕及走向進行相關特性分析，推定碰撞時肇事車輛之可能相對運動方向與角度，再配合其它跡證，進行肇事重建過程，以提供可能的碰撞過程與原因，提昇事故鑑定的品質。但汽車與汽車間常因兩車間不同情況之相對運動，例如同向之 A 車撞擊 B 車後煞車減速，B 車保持原速前進或較慢煞車，來回碰撞之結果即會產生油漆不同方向重複刮痕之現象，也就是刮痕之間相互覆蓋而使刮痕受力特徵受損或完全被磨去，不僅刮痕走向較為不易判別，過去也鮮少有相關參考文獻可供參考，係一值得研究之課題。因此，本研究將研析油漆不同方向重複刮痕之特性與成因，以研判肇事車輛相對行向之變化對重複刮痕之影響，以供肇事鑑定參考之依據。

1.2 研究目的

基於上述動機，本研究之主要目的可歸納如下：

1. 以交通部委託交通大學車輛行車事故研究中心之「車輛油漆刮痕走向與特性分析」研究計畫所得之成果為基礎，認定油漆不同方向重複刮痕之特性。
2. 透過不同角度與車速分類之車輛碰撞實驗，紀錄拍照並分析所得到之油漆不同方向重複刮痕，歸納其特性，可藉其輔助研判肇事車輛之相對行進方向。
3. 透過本研究可研析出車輛油漆不同方向重複刮痕成因與特性，可供肇事鑑定單位參考之依據。

1.3 研究對象與內容

因汽機車間刮擦痕多半較不明顯，且大多於刮地過程中被磨去，不同方向重複刮痕之現象更為少見。考慮到資料取得之難易度與實驗之危險性等因素，因此本研究之研究對象乃以汽車與汽車間之情況為主，暫不予考慮汽車與機車間之情形。本研究的主要內容：

1. 國內外文獻回顧與評析
2. 汽車間不同方向重複刮擦痕行車事故型態研析
3. 汽車間行車事故車輛碰撞不同方向重複刮擦痕調查與實驗分析
4. 汽車間行車事故車輛不同方向重複刮擦痕特性與型態研析
5. 汽車間行車事故車輛碰撞型態與不同方向重複刮擦痕型態關聯性分析
6. 油漆刮痕特性應用於事故鑑識模式之構建
7. 結論與建議

1.4 研究流程

本研究除將以交通部委託交通大學車輛行車事故研究中心之「車輛油漆刮痕走向與特性分析」研究計畫所建立之行車事故車輛油漆刮痕走向及特性分析時所應用的研究方法與理論基礎為根基，並以微觀觀點討論汽車間油漆不同方向重複刮痕之現象，本研究流程如圖 1.4-1 所示，過程中各階段之執行要點分述如下：

1. 確定研究動機與研究目的

交通事故發生常伴隨著肇事人之間的民事糾紛，故通常須藉助車輛行車事故鑑定來釐清肇事人之間的肇事責任，以確保當事人之權益。故本研究將針對車輛油漆不同方向重複刮痕進行研析，以供肇事鑑定參考之依據。

2. 確定研究對象與研究內容

因考慮到資料取得之難易度與實驗之危險性等因素，本研究將不予考慮汽車與機車間之情形，而以汽車與汽車間之事故車輛刮痕為研究對象進行分析與研究。

3. 蒐集國內外相關文獻

本研究將蒐集國內外車輛油漆不同方向重複刮痕成因與肇事鑑定之相關研究與文獻，回顧整理並加以研析，以了解有關車輛油漆不同方向重複刮痕之研究現況。

4. 建立理論基礎與研究方法

本研究之理論基礎為碰撞原理、運動學原理、動力學原理、刮痕原理與車輛運動學等，而所運用之研究方法為文獻評析法、現場實驗法、歸納分析法與關聯分析法等。

5. 蒐集汽車間行車事故車輛油漆不同方向重複刮痕資料

本研究將蒐集國內外車輛油漆不同方向重複刮痕成因與肇事鑑定之相關研究與文獻，回顧整理並加以研析，以了解有關車輛油漆不同方向重複刮痕之研究現況。

6. 資料照片整理與分類

本研究將以上方法所得之資料歸納整理後，將車輛油漆不同方向重複刮痕之特性進行分類與分析，所得之結論可作為未來行車事故鑑定工作之參考依據。

7. 車輛油漆不同方向重複刮痕與肇事型態之關聯性分析

不同的碰撞型態可能造成不同的油漆刮痕，本研究將對車輛油漆不同方向重複刮痕之特性及走向趨勢與肇事型態進行關聯性分析，歸納不同的碰撞型態可能造成之刮痕走向型態。

8. 油漆刮痕特性應用於事故鑑定模式之構建

本研究於事故鑑識之流程，加入油漆刮痕特性之應用，並綜合單向刮痕與重複刮痕之受力特性，試擬一事故鑑定模式，以供鑑識人員輔以進行事故現場之重建。

9. 結論與建議

對本研究所得提出結論與後續建議。

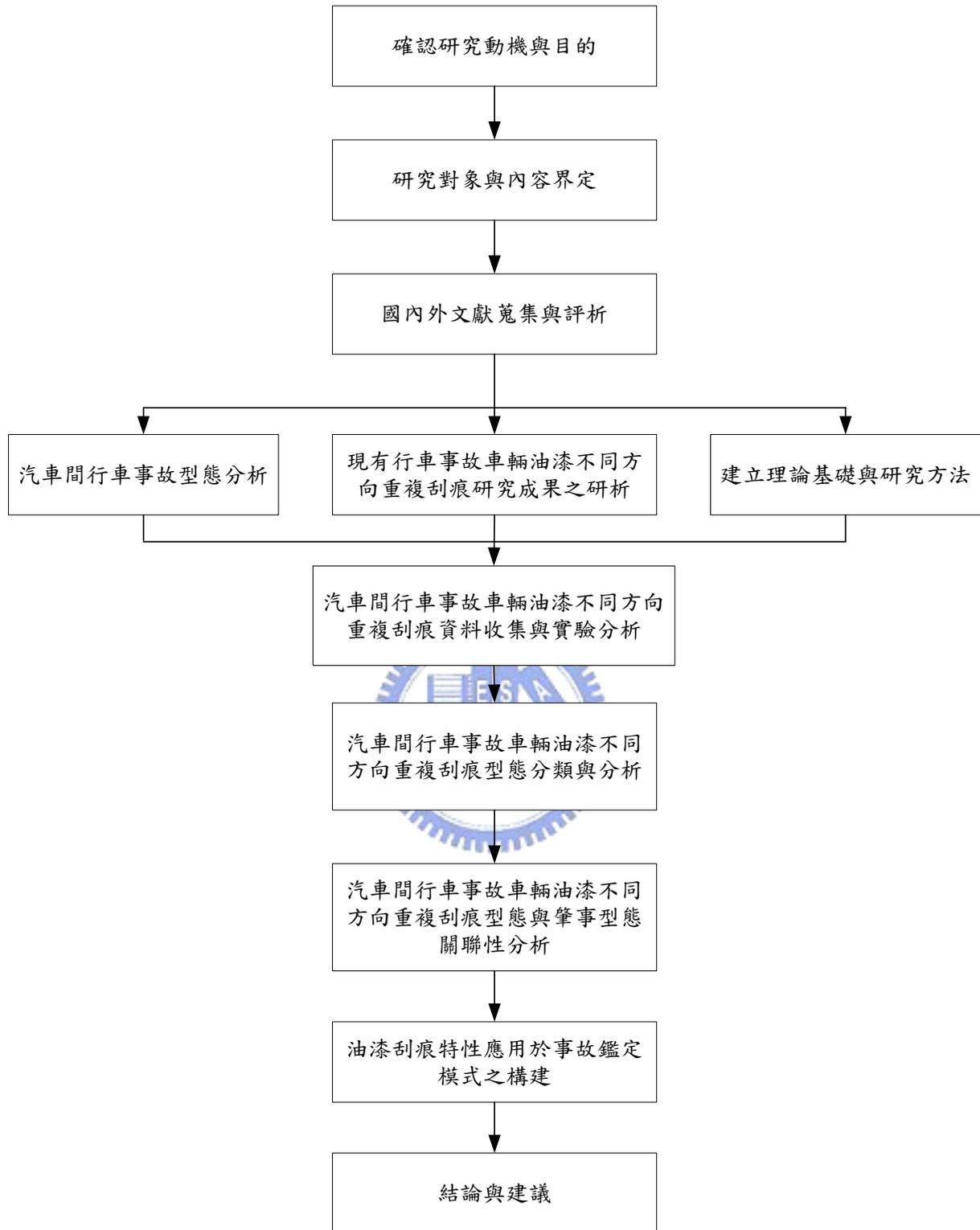


圖 1.4-1 研究流程圖

1.5 研究架構

本研究架構如圖 1.5-1 所示，過程中各階段之執行要點分述如下：

1. 文獻回顧

回顧過去國內外車輛油漆不同方向重複刮痕成因與肇事鑑定之相關研究與文獻並加以研析，以了解有關車輛油漆不同方向重複刮痕之研究現況與過去研究不足的部分。

2. 收集行車事故車輛油漆不同方向重複刮痕資料

本研究將蒐集國內外車輛油漆不同方向重複刮痕成因與肇事鑑定之相關資料照片，整理並加以研析，建立樣本資料庫以利後續研究。

3. 影響因素分析

考慮事故發生時之車輛相關位置、碰撞點、車速、碰撞角度等因素，設計不同類型之實地現場實驗，以了解擦撞時不同條件因素與車體油漆刮痕走向的關係。

4. 車輛油漆不同方向重複刮痕與肇事型態之關聯性分析

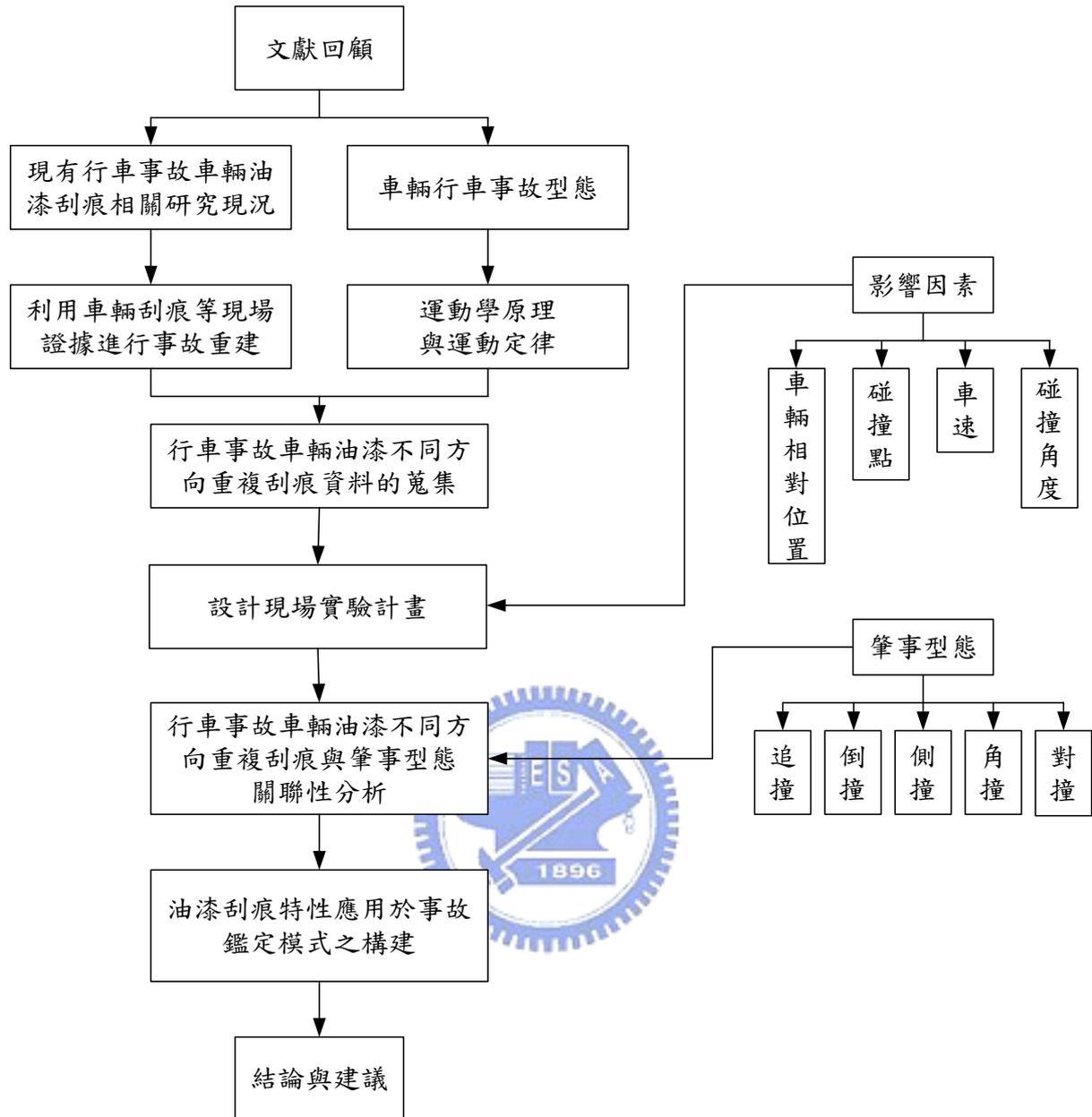
不同的碰撞型態可能造成不同的油漆刮痕，本研究將對車輛油漆不同方向重複刮痕之特性及走向趨勢與肇事型態進行關聯性分析，歸納不同的碰撞型態可能造成之刮痕走向與型態。

5. 油漆刮痕特性應用於事故鑑定模式之構建

本研究結合過去有關單向刮痕之受力特性之文獻與本研究所得之重複刮痕特性，於事故鑑識之流程加入油漆刮痕特性之應用，試擬一事故鑑定模式，以供鑑識人員輔以進行事故現場之重建

6. 結論與建議

對本研究所得提出結論與後續建議。



1.5-1 研究架構圖

第二章 文獻回顧

過去有關車輛油漆刮痕特性之相關研究並不多見，不同方向重複刮痕特性之相關文獻更是少之又少。以往國內外之資料多半提到鑑定人員可藉由車輛油漆刮痕走向推定肇事車輛之相對運動方向，以進行肇事重建，但其成因與特性並無多談。本研究先對車輛事故碰撞與油漆刮痕對於肇事鑑定與重建之關聯性進行回顧與歸納分析，以了解國內外對車輛油漆刮痕特性之研究程度，並針對過去文獻內容對此方面之不足，建立本研究之思考方向與研究架構。

2.1 國內外文獻回顧

James C.C.[20]將兩車通常會發生衝突的情形分成以下五種，分別為對撞、追撞、交叉碰撞、角撞以及側撞等衝突。對撞的特徵是兩車以車頭與車頭發生衝突，此類型衝突車輛並不會有太多的轉動情形，且當兩車之車速與重量越接近，碰撞後兩車所停之位置會越接近碰撞點。追撞是指兩車發生衝突時，一車之車頭撞擊另一車車尾，被撞擊之車輛可能是行駛中或靜止，此類衝突兩車於碰撞後會傾向沿著撞擊車輛行進方向移動，發生此類衝突之必要條件為撞擊車輛之車速需高於被撞車輛。交叉碰撞顧名思義是指兩車發生衝突時之行進方向會相遇在一交叉點上，一車之車頭撞擊另一車之車身，兩車之主軸彼此間存在一正角度，此類衝突通常發生在道路交叉路口或是車輛突然轉向。不能歸類為對撞、追撞、交叉碰撞之車輛衝突都可稱之為角撞，當兩車以相反方向互相接近時，兩車發生非車頭對車頭之衝突即為角撞，常見的情況為一車偏離中心線約 2 步間距，使得車頭左前角撞擊對向來車之車頭左前角。側撞是指兩車相互重疊而發生衝突，或當一車經過另一車時所發生之衝突，此類衝突對車輛造成的損害較輕微，通常不會留有煞車痕跡等物理證據以供肇事重建之調查，且在此情況下，有些事故車輛會將其油漆轉移黏附於另一事故車輛，因此可利用車輛黏附油漆之位置以及油漆之種類來判斷其當時碰撞之情形。

王肇基君[1]提出交通事故發生以後，遺留於事故現場的痕跡，其數量與種類相當繁雜，有的相當明顯可維持數月之久，有的相當不明顯，可能數分鐘即消失不見，而這些交通事故的痕跡，乃是日後責任鑑定與肇因分析主要科學依據，由於每一種痕跡的外觀特徵，形成原因及對事故調查之貢獻功能不一，身為事故現場處理或鑑定人員均必須事先了解，懂得如何辨認，方能以適當有效方法加以採證。並可將各種痕跡測繪並照相記錄，甚至錄影、錄音存證，在不遺漏任何可用痕跡之原則下，圓滿完成現場處理與鑑定之功能。文中並提到現場直接發生之剎車痕、刮地痕、拖地痕、撞痕、刮痕、反彈痕跡、爆胎痕跡、凹痕、凸痕、壓痕、擠壓痕、碾壓痕等，都與車輛有關，統稱為現場直接具體之跡證，過來車輛本身因現場碰撞、擦撞所發生之車損新痕都可說為直接有因果關係之屬性跡證。

R.W. RIVERS[25]車輛所遭受的損害將可輔助判斷事故是如何發生及事故發生之原因，因此，調查員在調查事故時，必須調查車輛之損害處如凹陷、結構性損害、油漆刮痕或摩擦處、輪胎胎痕等。鑑定車損有許多重要用途，包括判斷碰撞時車輛之相對位置

與角度、行車方向與車速估計等。車輛之損害處有可能是此次事故所造成或是之前事故所遺留下，也有可能是在道路救援的過程中而遭受到損害，因此鑑定人員必須事先判斷哪些是這次的交通事故造成之車損。通常新的刮痕或其他車損看起來會比較光亮明顯，而舊有的刮痕與車損則會因生鏽而變小或消失。當車輛上有油漆剝落或是有其他車輛或現場其它物品造成之油漆刮擦痕，應該要仔細檢查是否是車輛本身不同層次的油漆或是底部防鏽層。

林慶銘君[2]乘用車車體的塗裝工程通常要進行下塗、中塗、上塗等三回合的塗裝施工，下塗塗裝之目的主要為複合鋼板、箱型袋構造內部與車身外部鈹金的防銹，中塗塗裝的目的在於使車體耐傷刃、提升施工與一般塗膜性能，上塗塗裝包括了光亮層及顏色層，其目的為車體之美觀、耐候性與一般塗膜性能確保。而塗裝法方面，下塗為電著塗裝，現今以防鏽力優異的陰離子電著塗裝為主流；中塗與上塗則是採用吹附法。

車體痕跡是交通事故發生後遺留在車體上的、與事故有關的印痕，即車體變形和破損[27]。通常分為：

- (1)碰撞痕跡，表現為車身外殼的凹陷、破損以及附著在碰撞部位的異物。
- (2)刮擦痕跡，除具有凹陷和破損的特徵外，還呈現車身灰塵、泥土被擦掉或漆皮被刮剝的現象，而且多呈長條狀。
- (3)碾軋痕跡，呈現下車裙下沿或底盤下面，多是在碰撞以後才發生的，有碾軋痕跡時往往也有碰撞痕跡。
- (4)車輛機件事務痕跡。主要存在於車輛操縱系、行駛系和制動系的機件上，往往表現為構件的斷裂和連接部分鬆脫，是造成車輛事故的直接原因。

Lynn B. Fricke[22]以牛頓三大運動定律作為交通事故之力學分析基礎，並利用運動學基本三公式探討時間、速率、加速度、距離四變數間之關係，以描述車輛之運動狀態，且以三角函數、平面向量平移（平行四邊形法則、三角形法則）及加減法觀念解析或合成碰撞過程之作用力，並以質心運動代表車輛於交通衝突之整體運行行為，由作用力是否與通過車輛質心則可推論碰撞車輛是否因力距之產生而發生旋轉，或僅產生平移運動。

J. Stannard Baker[21]交通事故調查手冊之車輛調查技術部份，提及肇事車輛上之附著物可顯示車輛間表面碰觸情形，這些遺留在肇事車輛上之附著物通常為油漆，但也許亦為由輪胎而來的合成橡膠，或由行人衣物而來的布料，或行人的皮膚、頭髮、血液，或樹皮、道路塵土、泥漿，或玻璃碎片、車輛門窗鑲邊飾的一部分、以及其他物體等。

警政署[3]關於處理車輛油漆部份，首先第○三○二九條規定勘查人員應依勘查組長指示從「車輛上」蒐尋跡證時，對涉嫌肇事逃逸之車輛，應注意蒐尋車輛底盤、輪胎及前方保險桿上之血跡、碎肉片、毛髮、布紋、油漆、玻璃、金屬碎片等，以確定嫌疑車輛是否肇事，並應特別在駕駛座及車門之金屬表面上蒐尋指紋，以確定肇事時嫌犯是否在車上。

張漢威[4]現場蒐證之拍攝現場照片問題部份，常見為車損情形之拍攝角度不恰當，而限制現場照片對肇事鑑定之功效。車損照片係車禍鑑定工作人員據以判斷駕駛者之駕駛行為重要依據，拍攝時應注意車輛碰撞角度之呈現，因此必須清楚表現近距離正面之車損與刮、剎、擦痕之間之關係，並於與全景照片最後停止位置及刮剎痕關係照片比較後，再對比警繪現場圖，以供後續肇事鑑定工作人員研判路權歸屬、駕駛行為，肇事責任之用。

陳高村[5]於側撞型態事故鑑定與案例分析列舉之三案例，皆將車輛刮擦痕(包括車體油漆刮擦痕、輪胎刮擦痕)列為重要案情摘要內容與資料蒐集項目，並為肇事重建主要跡證之一。文中並提到有經驗的事故現場處理人員，其勘查重點包括足以說明①肇事人車的行向②碰撞地點③碰撞部位④碰撞後的運行軌跡的現場跡證以及⑤影響事故發生的環境因素，一般而言包括車輛行駛過程的煞車痕跡或輪跡、發生碰撞時掉落的掉落物、車體刮地痕跡、路面摩擦痕跡、人員受傷倒地之血跡、車輛損壞部位、人員受傷部位及肇事後人車終止位置等，都屬事故原因分析的關鍵證物。

黃東樺君[6]，油漆鑑識之研究主要適用於發生肇事逃逸案件時，為避免讓受害者冤死輪下，可以利用現場遺留之油漆痕跡追查可疑之肇事者。每種油漆之特性都不同，本研究利用樹脂固定與投影機放大檢查法、化學分析以及紅外光分儀檢驗的方式分析各種油漆之特性，以作為肇事逃逸證物比對之用。

張漢威君[7]，透過問答與實際案例說明的方式讓讀者能夠簡要地了解交通事故處理與鑑定之要領，同時並摘錄重要之相關交通法規，以增加讀者對交通安全之概念。

張漢威君[8]談肇事鑑定必談車損與人員受傷部位，因其牽涉到肇事因素之判定與責任歸屬。一般現場之蒐證僅將重點放在落土、遺留物、血跡、水跡、碎片等，這些物證僅能作參考用，真正能證明或用來研判兩車行向、各車駕駛行為的是剎痕、胎痕、刮痕、車損、人員受傷部位。車損對肇事鑑定之功用有以下三點：可以判定行車方向、可以判定駕駛行為，以及在叉路肇事時可以判定誰先進入路口與誰已將完成穿越或轉彎的動作。透過車損可以判斷肇事車輛之同方向關係、對向關係、不同方向關係、前後關係、左右關係等，進而分析肇事因素。

Warrendale, PA [26]結合了十五篇與事故重建相關之研究，包括各種碰撞型態可能造成之軌跡、ABS系統造成之輪痕鑑識、簡單的俯視攝影技巧等，同時也介紹一些事故重建、偵察時所需使用之工具。

吳水威等[9,10,11,12,13,14]建立一行車事故車輛油漆刮痕走向及特性所需之相關研究方法與理論基礎，並進而建立初步行車事故車輛油漆刮痕資料蒐集與調查分析方法計畫。其經由現場採證法、事後訪問法、資料照片翻拍法等蒐集資料後加以研析、分類，並初步歸納出事故型態與刮痕走向之關係。再藉由現場實驗法(含觸摸法)實際進行車體碰撞試驗，並藉以驗證資料蒐集與調查分析方法所得結果，不同車輛碰撞型態將會產生相對應之油漆刮痕走向與特性。產生不同形態刮擦痕的因素，可能有造成刮擦痕的物

體，其物理性質；出現刮擦痕的車輛表面，其物理特性；造成刮擦痕時的摩擦壓力大小、角度方向、及其速度。行車事故車輛的油漆片與刮痕的鑑識係為車輛行車事故鑑定技術中的重要一環，配合其他相關鑑定技術，將可提升車輛行車事故鑑定之品質，鑑定人員可透過車輛接觸面油漆面刮痕走向，推定碰撞間肇事車輛之相對運動方向與角度，再配合其跡證，可進行肇事重建過程，分析碰撞過程與原因。因此針對汽車間行車事故車輛建立其間之油漆刮擦痕走向及其相關特性，配合其他跡證鑑識，以供研判碰撞過程。

Donald J.V.K.[19]油漆轉移是指事故中碰撞發生時油漆會從一車的表面轉移到另一車上。在碰撞過程中金屬受到彈性的變形，會產生些微的熱量。這些熱量足夠導致兩車表面的油漆軟化而堆積在兩車碰撞的點上。油漆轉移在一開始只是一條細小的線，然後沿著轉移的方向慢慢變寬變粗，尾端部分通常會特別的寬和粗，而在側撞的情況下可能不是這樣。刮擦痕的成因可能因為車輛間的衝擊、車輛翻覆或與堅硬的障礙物發生側撞而產生，鑑識人員可以透過刮擦痕判斷車輛在碰撞後的滑行過程中改變行進方向的情形，刮擦痕的厚度也透露出車輛的某些特定部位在滑行過程中接觸障礙物的時間長度。

刮痕測試儀（CSEM）之應用[28]，可應用於評估鍍膜與基材間之附著強度，以及鍍膜本身之內聚強度，且其刮痕器可抽換，以檢測不同施力面積下之鍍膜破壞情形，其操作原理為以刮痕器對實驗樣本施加垂直正向力，並橫向移動，使實驗樣本之表面刮出一到彗星狀之刮痕。

Special Issue: Automotive Applications[29]，（CSEM Instruments，2001）介紹刮痕測試儀於汽車之應用，包括車身亮光漆之聚合物可塑性測試及車輛前保險桿塑膠塗料之附著性測試，文中亦對密封塗裝之耐用性、汽車輪胎之機械性質等進行測試。

2.2 綜合評析

根據以上之文獻回顧，歸納後得知以下幾點：

- 1.油漆特性方面，主要為車輛上漆過程中，不同塗裝層油漆塗料、塗裝法、主要成分、塗裝目的之探討。
- 2.汽車保養方面，除依車身表面油漆受損狀況區分傷痕種類外，並著重於油漆刮痕之修復方法，至於形成刮痕原因則僅約略提及。
- 3.材料科學與工程方面，則已發展出量測物體本身硬度或物體表面塗料附著力之儀器（如刮痕測試儀，CSEM），其特性為以微觀角度觀察油漆刮痕，由於觀察與實驗地點多於室內實驗室進行，因此現階段應用於車輛行車事故現場偵查之油漆刮痕鑑識，其機動性尚待克服。
- 4.刑事鑑識方面，對於車輛油漆較著重於油漆片鑑識，一般由行車事故現場處理人員採集車輛油漆片後，再經由刑事鑑識人員以光學顯微鏡、微化學反應檢驗，物理學研究中觀察原子之掃描電子顯微鏡，確認車輛參與肇事事務之可能性。
- 5.肇事鑑定方面，雖將油漆刮痕列為行車事故現場跡證之一，並利用刮痕走向、位

置，以及配合其他現場跡證（如車輛相對運動、碰撞角度、行駛速率等）進行肇事重建，但較缺少一般性、系統性之評判依據。

6.物理學方面，利用動力學、運動學、碰撞等原理可分析車輛碰撞後之力學作用與運動狀態，但尚無研究針對行車事故車輛油漆刮痕走向與特性分析者。

綜觀各研究領域，可發現國內外涉及油漆刮痕之基礎或應用研究、報告，直接相關研究車輛油漆刮痕走向與特性者較為欠缺或不足，有關車輛油漆不同方向重複刮痕之文獻更是幾乎不曾見過。尤其與車輛油漆刮痕最為相關之肇事現場處理、調查方法等研究領域，多僅將車輛油漆刮痕列為車損跡證之一，國內目前係有吳水威等進行相關車輛油漆刮痕走向與特性之研究，進行較為完整且系統性之研析。車輛油漆刮痕走向與特性係為車輛於擦撞過程未完成前，任何外力的介入干擾，導致摩擦壓力、相對速度、運動軌跡等突然改變、或遽然脫離，均可造成刮痕的範圍深淺、變形、轉向、中止等之急遽改變。此類形態突變的刮痕，當然不能以常態方法識別，但造成刮痕的基本原理仍然相同。可仔細觀察形狀突變之範圍、深淺、長短、紋理方向角度變化、停頓或遽然脫離等等跡象，推理其可能形成的各種因素(摩擦壓力、相對速度、運動軌跡方向等之變動)，並參酌現場的相關跡證，亦可找出其真正形成原因，確定變形擦撞過程狀況，以助還原肇事過程。有時擦撞接觸於瞬間完成，產生的刮痕甚為短促，近似點狀；其刮痕走向亦頗難依常態方法辨別，仍需配合其他事故跡證輔助，審慎研判。此外，汽車在一件事務中形成的刮痕可能不只一處，亦可能分別與不同車輛或物體造成多處刮痕，仍需細心求證，自現場種種跡象之比對中找出相互對應關係，以求確認。

第三章 研究方法與理論基礎

3.1 研究方法

本研究所採用之研究方法計有文獻評析法、現場實驗法、歸納分析法與關聯分析法，各方法詳述分述如下。

3.1.1 文獻評析法

文獻評析法乃指透過蒐集相關之研究論著，分析其研究方法、結果與建議，以作為進一步研究之基礎，此法可協助初次從事某課題之研究者，以避免缺乏理論與根據而致有失偏頗。本研究蒐集與評析國內外等有關車輛油漆不同方向重複刮痕走向與特性相關報告與文獻，探究各學科領域對車輛油漆不同方向重複刮痕研究之現況與成果，以作為本研究建立研究方法與理論基礎之依據。

3.1.2 現場實驗法

現場實驗法之目的係透過適當實驗設計，設計不同操作因素(如控制碰撞角度、碰撞部位、行車速度等)之事故形態，實際進行車體碰撞試驗，並將結果配合過去文獻中所提到之刮痕受力特徵進行歸納分析，以了解碰撞後車體上所遺留的車輛油漆不同方向重複刮痕走向、特性與事故型態之關聯性。

3.1.3 歸納分析法

交通事故中所留下的汽車刮擦痕種類繁多、深淺不一，所造成的因素也不盡相同；車輛刮痕之成因可能涉及不同的汽車油漆成分、特性，不同的碰撞方式，包括：不同的碰撞速度、角度等因素。車輛刮痕與碰撞型態並非一對一的關係，不同的碰撞方式會造成不同的刮擦痕，也可能留下相同的刮擦痕，因此在利用車輛油漆刮痕判斷事故發生經過時，必須同時輔以其他的現場跡證，才不會產生偏頗，造成誤判。因此，歸納分析法係將文獻評析法與現場實驗法等不同研究方式之分析結果，以系統性歸納整理方式，將不同碰撞型式下所可能造成車輛油漆不同方向重複刮痕結果，及刮痕形成原因歸納分析。

3.1.4 關聯分析法

本研究採用了文獻評析法、現場實驗法以及歸納分析法等方法分析交通事故發生後車輛油漆不同方向重複刮痕走向與特性，透過回顧國內外文獻的過程發現，以往對於交通事故中汽車車輛油漆不同方向重複刮痕的研究相當稀少，為使本研究更為完整，因此

除了上述之研究方法外，本研究將更廣泛蒐集與車輛油漆不同方向重複刮痕相關之資料進行研析，找出車輛油漆不同方向重複刮痕與不同的肇事型態、車速與碰撞角度之間的關聯性，以使本研究更為完整。

3.2 理論基礎

本研究之理論基礎以碰撞理論、運動學原理、動力學原理、刮痕原理與車輛運動學為基礎，考慮車輛相關位置、碰撞點、行車速率、碰撞角度及可能油漆刮擦痕走向與特性等，經由還原肇事過程與原因，並以其他配合跡證，進行車輛油漆不同方向重複刮痕走向及其特性分析。

3.2.1 碰撞原理

碰撞係指兩物體相互接近於短時間內之交互作用，其運動狀態發生顯著之變化，此交互作用結果將造成兩物體各自之動量與能量發生變化，於宏觀角度上，其物體碰撞代表物體間係直接接觸作用，而物體間之直接接觸僅於碰撞期間發生，接觸前或分離後交互作用並不存在。然碰撞物體間之接觸時間短促，而接觸時之交互作用強烈。

1. 碰撞型式

碰撞類型依物體質心之延伸是否成為一直線，可分為直接中心碰撞，以及斜向中心碰撞兩大類。直接中心碰撞係指兩物體質心成一直線之碰撞，如圖 3.2.1-1 所示；斜向中心碰撞則指碰撞物體質心並非於同一直線上，如圖 3.2.1-2 所示。

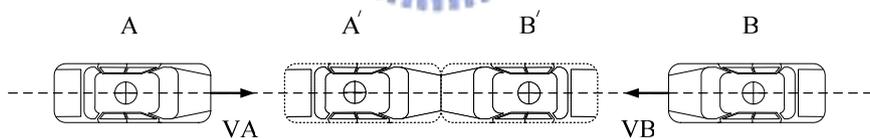


圖 3.2.1-1 汽車間直接中心碰撞示意圖

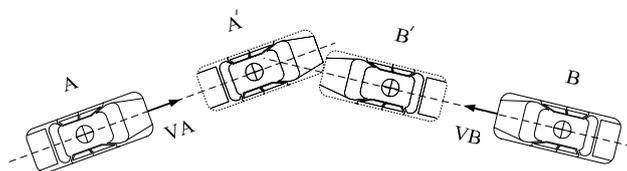


圖 3.2.1-2 汽車間斜向中心碰撞示意圖

碰撞過程將遵守動量守恆定律以及動能守恆定律，如圖 3.2.1-3 所示，兩車輛之質量為 m_A 、 m_B ，碰撞前之速度分別為 v_A 、 v_B ，碰撞後之速度則分別為 v'_A 、 v'_B ，且質心速度為 V_{cm} ，則可得：

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B \quad (\text{動量守恆定律})$$

$$\frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 = \frac{1}{2}m_A v_A'^2 + \frac{1}{2}m_B v_B'^2 \quad (\text{動能守恆定律}),$$

推導碰撞後之兩車輛之速度分別為：

$$v_A' = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_A + \frac{2m_B}{m_A + m_B} v_B$$

$$v_B' = \frac{m_B - m_A}{m_B + m_A} v_B + \frac{2m_A}{m_B + m_A} v_A$$

又由於兩車碰撞遵守動量守恆，因此碰撞系統之質心速度必保持定值，則

$$V_{cm} = \frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B} = \frac{m_A v_A' + m_B v_B'}{m_A + m_B}$$

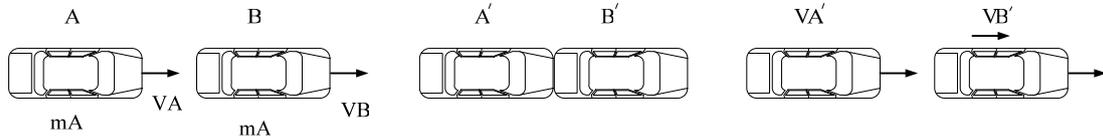


圖 3.2.1-3 汽車間碰撞前後示意圖

在假設碰撞兩車輛之質量相同下，則可定義碰撞之彈性係數（恢復係數）為 e ，其碰撞前後速度具有以下關係：

$$e = \frac{v_2' + v_1'}{v_1 - v_2} \quad (e = \frac{|v_{12}'|}{|v_{12}|} = \text{分離速率/接近速率})$$

當 $e=1$ 時，碰撞系統即為完全彈性碰撞，

$0 \leq e < 1$ 時，碰撞系統為非彈性碰撞，

$e=0$ 時，碰撞系統為完全非彈性碰撞，碰撞後兩車輛將合為一體，且無分離速率。

2. 車輛碰撞之旋轉與行駛方向改變

力作用於物體可使物體產生線加速度，而使物體沿原運動方向運動或改變其原始運動方向，如圖 3.2.1-4 所示，B 車對 A 車之作用力通過 A 車質心，而未產生力矩，故 A 車僅改變其運動方向，並未產生力矩而出現旋轉之情形；但若以角撞型態行車事故為例，由於 B 車對 A 車之作用力未通過 A 車質心，而產生力矩，引起 A 車發生旋轉。

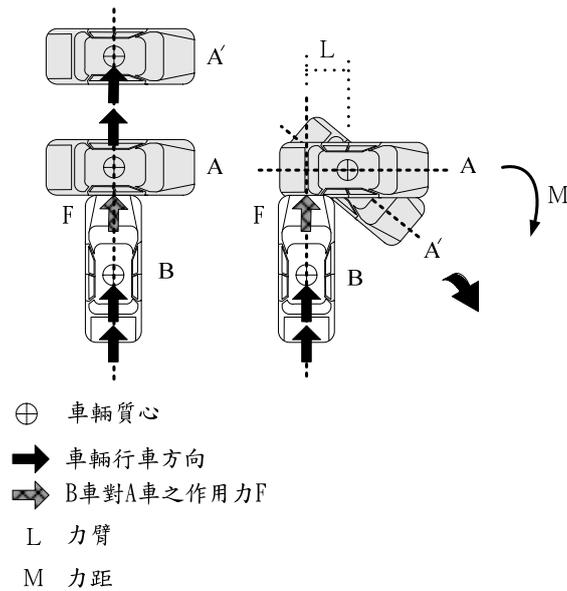


圖 3.2.1-4 汽車間碰撞之旋轉與行駛方向改變示意圖

3.2.2 運動學原理

運動學係探討物體運動之位置、位移、速度、加速度，及運動規律，研究如何描述物體運動，及其與各運動學量關係，由於運動學著重於突出物體運動軌跡之表現，因此基本上運動學並未涉及使物體產生加速度或發生變形之力之探討。

1. 直線運動方程式

當道路上車輛以直線等加速率行駛時，如圖 3.2.2-1 所示，將遵守以下直線運動基本方程式：

$$V = V_0 + at$$

$$S = V_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$V^2 = V_0^2 + 2aS$$

式中 V = 物體之最終速度 (公尺/秒)，

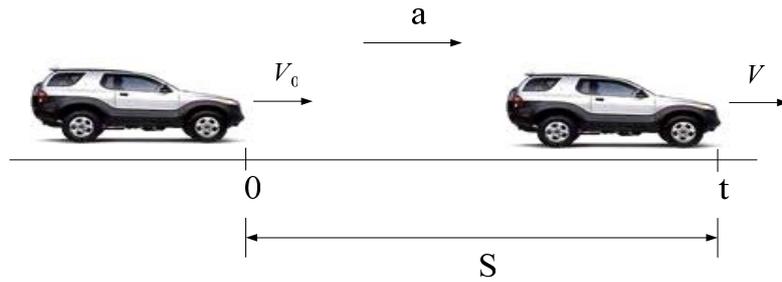
V_0 = 物體之起始速度 (公尺/秒)，

a = 物體之加速度值 (公尺/秒²)，

S = 物體之行經距離 (公尺)，

S_0 = 物體之起始位置 (公尺)，

t = 物體運動過程所經過之時間 (秒)。



a: 車輛之加速度值
 V_c : 車輛之初速度
 V : 車輛之末速度
 t : 車輛運動過程所經過之時間
 S : 車輛行駛距離

圖 3.2.2-1 汽車直線運動示意圖

2. 等速率圓周運動

當道路上車輛轉彎運行之運動行為圓周軌跡時，此時車輛係以等速率 v 進行圓周運動，如圖 3.2.2-2 所示。

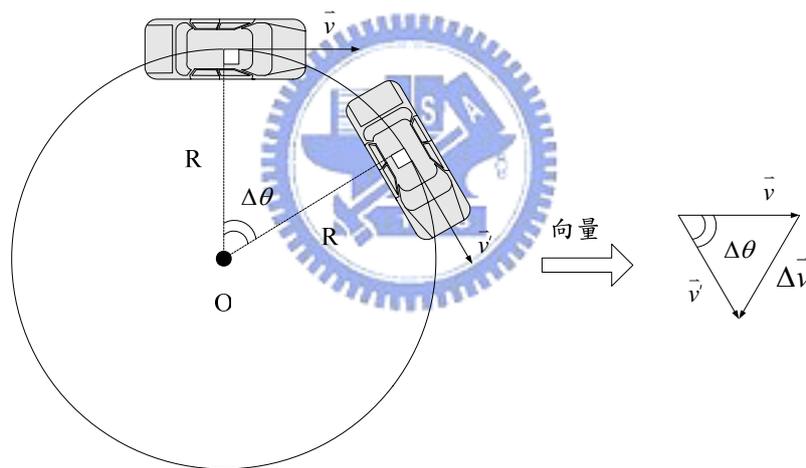


圖 3.2.2-2 汽車圓周運動示意圖

由圖 3.2.2-2 可知，車輛並無切線加速度，而僅具法線加速度，即 $\Delta\vec{v}$ 指向圓心 O (又稱為向心加速度)。

當 $\Delta\theta$ 為 0 時，則

$$\Delta v = v\Delta\theta$$

再由加速度定義 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = v \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ 替換，則

$$a = v\omega \quad (\omega \text{ 為角速度 } \frac{\Delta\theta}{\Delta t}),$$

又 v 與 ω 存有 $v = R\omega$ (R 為圓周軌跡之半徑)

故加速度 $a = R\omega^2$ 或 $a = \frac{v^2}{R}$ 。

3.2.3 動力學原理

動力學則進而研究運體運動與物體間交互作用之間內在聯繫，亦即探討造成物體運動之原因——力與運動之關係。其基礎為牛頓運動定律，其中又以牛頓第二運動定律明確揭示運動力之理念。牛頓運動定律說明如下：

(1) 牛頓第一運動定律係指任何物體在無外力改變其狀態下，將會永遠保持靜止或等速直線運動之狀態，如圖 3.2.3-1 所示，由於慣性係指物體保持靜止或等速直線運動之性質，因此牛頓第一運動律亦可稱為慣性定律 (law of inertia Motion)。

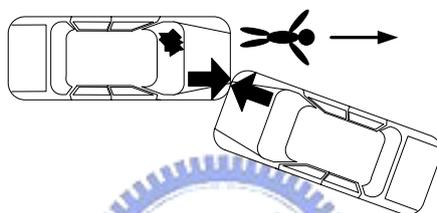


圖 3.2.3-1 汽車間碰撞後未繫安全帶之車輛駕駛者因慣性向前摔出車外示意圖

(2) 牛頓第二運動定律係指物體於受到外力作用時，其所獲得之加速度大小與外力向量和大小成正比，且與物體質量成反比，如圖 3.2.3-2 所示，其關係式表達如下：

$$a = f / m ,$$

亦即 $f = ma$ (純量形式)

式中， a = 物體之加速度 (公尺/秒²)，

f = 物體所受之外力 (公斤重)，

m = 物體之質量。

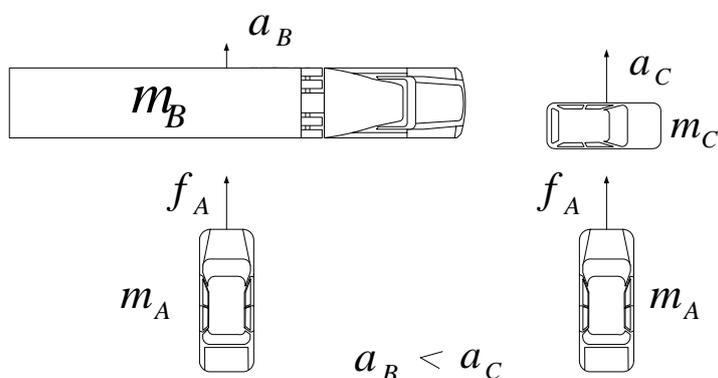


圖 3.2.3-2 外力向量大小相同下之加速度比較示意圖

(3)牛頓第三運動定律係指兩物體間交互作用時，在同一直線上，作用力與反作用力大小相等，方向相反，如圖 3.2.3-3 所示，因此，牛頓第三運動定律亦可稱為反作用力定律，其關係式可表達為：

$$F_{12} = -F_{21}$$

式中， F_{21} = 第一個物體作用於第二個物體的力，
 F_{12} = 第二個物體作用於第一個物體的力。

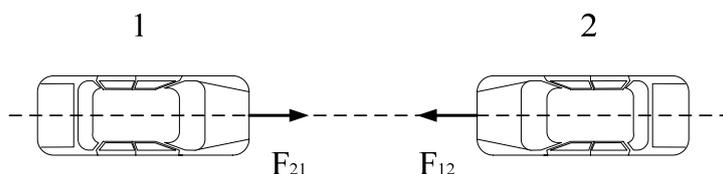


圖 3.2.3-3 碰撞汽車間作用力與反作用力示意圖

牛頓第一運動定律係牛頓運動定律的出發點，而牛頓第二定律則為整個運動定律之核心，牛頓第三定律則進一步解釋作用力與反作用力之定量關係，可作為第一定律與第二定律之補充，故肇事鑑定碰撞過程推定即以牛頓三大運動定律為力學分析基礎。

3.2.4 刮痕原理

本研究經由觀察事故車輛油漆刮痕，並配合相關肇事資料，將車輛油漆刮痕原理特性分為刮痕面積變化、刮痕的深淺、刮痕的整齊性、刮痕行經斷面、塑膠纖維刮痕毛邊現象、魚鱗刮痕現象等六項，並配合事故車輛車體表面受力深淺加以解釋。但造成刮痕之範圍、深淺、長短、紋理方向角度變化、停頓或遽然脫離等等跡象，應推理其可能形成的各種因素(如摩擦壓力、相對速度、運動軌跡方向、碰撞角度等)之變動，並配合參考現場之相關跡證。

3.2.5 車輛運動學

車輛運動行為所探討的內容，包括車輛受動力作用所產生的直線運動與曲線運動，而其基本運動原理常被運用在運輸工程中之道路幾何設計，諸如：平曲線（Horizontal Alignment）與豎曲線（Vertical Alignment）設計，藉以使道路系統達到運行舒適與安全之目的。而交通事故發生常因車輛駕駛行為與道路設計標準無法匹配而產生，故在肇事原因分析與鑑定的過程，對車輛運動原理之瞭解與認識為基本需求，除了簡單的一維運動外，可能因為車輛彼此間的碰撞行為，導致運動方向產生變化，而有二維運動行為產生；甚至因為碰撞激烈而產生彈跳、翻滾行為，而有三維的複雜運動行為產生。車輛運動的行為取決於作用力之作用型式與特性而會有不同之結果，包括等速運動、等加速運動與非等加速運動行為。以下將對各運動做簡單介紹。

(1) 一維運動行為：包括等速度運動、等加速度直線運動、變加速度運動。

①等速度運動：因為加速度為 0，不論時間變化，速度永遠保持一定常數，其運動物體之加速度、速度、行駛距離之關係變化如下圖 3.2.5-1。

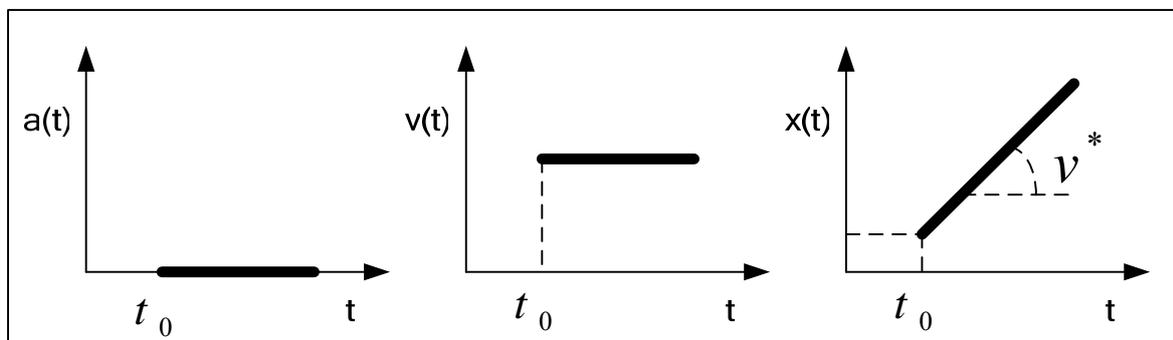


圖 3.2.5-1 等速度運動

②等加速度直線運動：因為加速度大小維持一固定數值、方向不變，而速度依時間之變化而增加或降低，其運動物體之加速度、速度、行駛距離之關係變化如下圖 3.2.5-2。

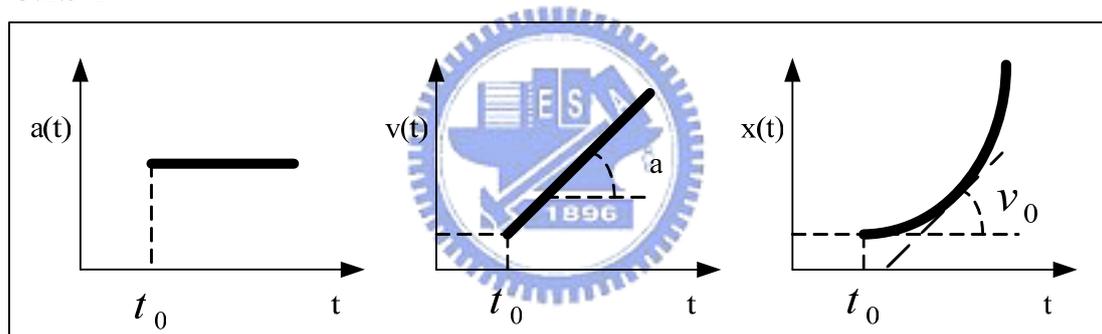


圖 3.2.5-2 等加速度運動

③變加速度運動：車輛在加、減速的過程中是處於一種變加速度的運動狀態，假設其加速度只有大小的變化而方向維持不變，則其運動行為為變加速度的直線運動，即駕駛人在加速時「將油門踩到底」的過程，產生的初始加速度 A 與當時的初始行駛速度 v_0

有關。假設 $a(t) = \frac{dv}{dt} = A - Bv_0$ ，則

$$v(t) = v_0 + \int_{t_0}^t a dt = v_0 + \int_{t_0}^t (A + Bv) dt = \frac{A}{B}(1 - e^{-Bt}) + v_0 e^{-Bt} \quad , \quad a(t) = (A - Bv_0) e^{-Bt}$$

$$x(t) = x_0 + \int_{t_0}^t v dt = \left(\frac{A}{B}\right)t - \frac{A}{B^2}(1 - e^{-Bt}) + \frac{v_0}{B}(1 - e^{-Bt})$$

(2) 平面（二維）運動：包括定加速度平面運動、等速圓周運動、離心力與路面摩擦力分析、角速度分析與複合運轉等。

①定加速度平面運動：係指質點運動加速度 a 的大小及方向均不改變，即 a 的各分量也不改變， $a_x = a_y = \text{常數}$ ，其運動方程式如表 3.2.5-1 所示。

表 3.2.5-1 X-Y 平面的定加速度運動方程式

X 軸方向運動方程式	Y 軸方向運動方程式
$v_x = v_{x_0} + a_x t$	$v_y = v_{y_0} + a_y t$
$x = x_0 + \frac{1}{2}(v_{x_0} + v_x)t$	$y = y_0 + \frac{1}{2}(v_{y_0} + v_y)t$
$x = x_0 + v_{x_0}t + \frac{1}{2}a_x t^2$	$y = y_0 + v_{y_0}t + \frac{1}{2}a_y t^2$
$V_x^2 = V_{x_0}^2 + 2a_x(x - x_0)$	$V_y^2 = V_{y_0}^2 + 2a_y(y - y_0)$

②等速圓周運動：已於 3.2.2 運動學原理討論過，此處不再贅述。

③離心力與路面摩擦力分析：當車輛在彎道轉彎的行駛過程中，需藉由道路的超高 (Superelevation) 設計和路面摩擦力來與急速行駛的離心力抗衡，其作用力如圖 3.2.5-3 所示。

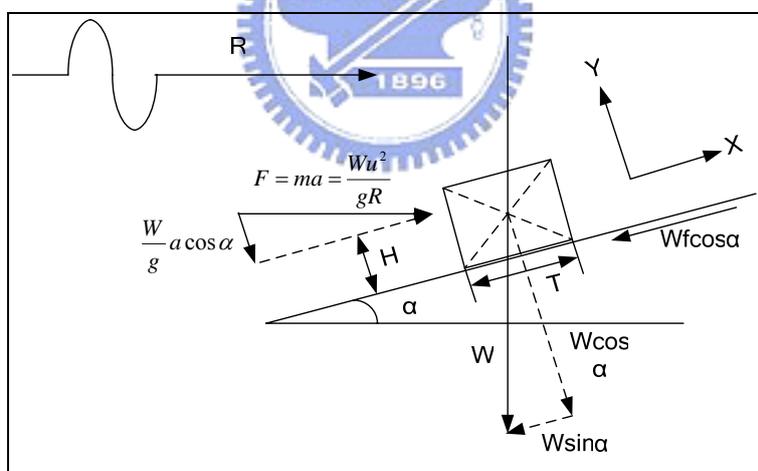


圖 3.2.5-3 車輛轉向與作用力之關係

假設離心力與路面摩擦力之作用力趨於平衡，則在 X 軸方向的分力和為 0，即

$$\sum F_x = 0: \frac{W}{g} a \cos \alpha = wf \cos \alpha + w \sin \alpha$$

$$\therefore a = \frac{u^2}{R} \quad , \quad \therefore \frac{W}{g} \frac{u^2}{R} \cos \alpha = wf \cos \alpha + w \sin \alpha$$

$$\frac{u^2}{gR} = f + \tan \alpha = f + e \quad , \quad \therefore R = \frac{u^2}{g(f + e)}$$

$$\text{又} \because u = \frac{U}{3.6} \quad , \quad \therefore R = \frac{U^2}{127(f+e)}$$

其中 W：車重(公噸)

α ：傾斜角(坡度)

f：摩擦係數

$e \approx \tan \alpha$ 超高率(公尺/公尺)

g：重力加速度(公尺/秒²)

T：輪距(公尺)

u：車速(公尺/秒)

U：車速(公里/小時)

H：車輛之重心高度(公尺)

R：曲線半徑(公尺)

④角速度分析：當車輛(視為一剛體)繞固定軸轉動時，車體內各質點均在圓周上運動，四個運動變數 θ 、 ω 、 α 及 t 間之關係式為

$$\omega_2 = \omega_1 + \alpha \cdot t \quad , \quad \theta = \frac{(\omega_1 + \omega_2)}{2} \cdot t \quad , \quad \theta = \omega_1 \cdot t + \frac{1}{2} \alpha \cdot t^2$$

其中 ω_1 = 車輛繞轉 t 時間前之角速度

ω_2 = 車輛繞轉 t 時間後之角速度

t = 車輛運轉的時間長度 t

θ = 車輛繞轉 t 時間前之角位移

α = 車輛繞轉加速度

⑤複合運轉：車輛碰撞後分離，若在喪失動力的情況下，其分離初速度及角速度運行，藉由車輪與路面接觸所產生之摩擦力迫使車輛停止。在此過程中車輛並非以固定減(加)速度作用之，其中涉及諸多因素，如路面摩擦係數、旋轉半徑、車輪鎖死比例等，故速度及角速度的遞減與時間的關係並非以線性來表示。一般均以下列六個方程式來描述車體碰撞後之運行軌跡：

$$\frac{du}{dt} = v \cdot \alpha + \frac{F_x}{m} \quad , \quad \frac{dv}{dt} = -u \cdot \alpha + \frac{F_y}{m} \quad , \quad \frac{d\alpha}{dt} = \frac{M_z}{m} \cdot \gamma^2$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \alpha \quad , \quad \frac{dx}{dt} = u \cos \theta - v \sin \theta \quad , \quad \frac{dy}{dt} = u \sin \theta + v \cos \theta$$

其中 u：車輛的縱向速度

v：傾斜角(坡度)

α ：車輛的角速度

$\theta \approx$ 行車方向最小夾角

x : 慣性座標中縱軸

y : 慣性座標中橫軸

m : 車輛質量

r : 車輛繞車體質心旋轉之半徑

F_x : 輪胎所受縱向力

F_y : 輪胎所受橫向力

M_z : 車輛旋轉力矩



第四章 實驗設計實施與研析

4.1 引言

吳水威等[9,10,11,12,13,14] 曾對事故型態對事故在車體表面油漆所留下之刮擦痕兩者間的關係進行研究，歷經三年研究並獲得具體的結論，其結論僅討論車輛油漆單向刮痕之特性。然而由資料照片發現，車體碰撞常伴隨一點受到二次或多次碰撞造成刮痕重疊的情形，造成刮痕受力特徵變模糊甚至完全被磨去，增加鑑識工作的難度，刮痕的受力方向更有可能為同向或異向。本研究為了瞭解汽車行車事故中車輛油漆不同方向重複刮痕與事故發生之關連性，透過現場實地實驗，設計不同操作因素(如控制碰撞角度、碰撞部位、行車速度等)之事故形態，實際進行車體碰撞試驗以了解碰撞後車體上所遺留的油漆刮痕走向、特性與事故型態之關聯性。

4.2 實驗設計與實施

4.2.1 實驗設計

器材方面，本研究以 Nikon Coolpix 5700 數位相機拍攝靜態之實驗刮擦痕型態，紀錄實驗完成後兩車車身殘留之刮痕痕跡，以進行事後歸納分析，另以 Panasonic PV-GS400 數位攝影機拍攝實驗之動態過程，可供判斷刮痕走勢之原因，實驗中並準備捲尺以為比對尺度之用。本研究並與新竹市「源利汽車修護廠」簽約合作，由廠商提供實驗用中古兩台車與實驗後的烤漆、鈹金等修護工作，其所提供之兩輛實驗用車為裕隆霹靂馬及 TOYOTA Camry，其中在實驗型態一完成後考慮到修車維護以及相關成本，洽請修護廠將裕隆霹靂馬更換為 TOYOTA CORONA。

參與實驗的人員以國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班的同學為主，現場請有專業人員在場協助指導並，準備相關急救器材。考量到實驗場地必需空曠以確保實驗進行的安全性與可行性，實驗地點選在「南寮第二停車場」進行。

4.2.2 實驗實施

本研究模擬過去常見的交通事故型態，並根據[14]依碰撞車輛質心行車方向所形成之碰撞夾角及行進方向，將肇事型態分為對撞、追撞、倒撞、側撞、角撞等五種型態，其中兩車中至少有一車為倒車之行駛型態為倒撞，夾角幾近 0° 為追撞，夾角介於 0° 至 45° 為側撞，夾角介於 45° 至 135° 為角撞，夾角介於 135° 至 180° 為對撞，如圖 4.2.2-1 所示。車速方面由於考量到安全性問題，且高速的肇事型態對刮痕可能造成影響的因素較多，因此本研究實驗設計之車速主要限制在 25 公里/小時以下進行。

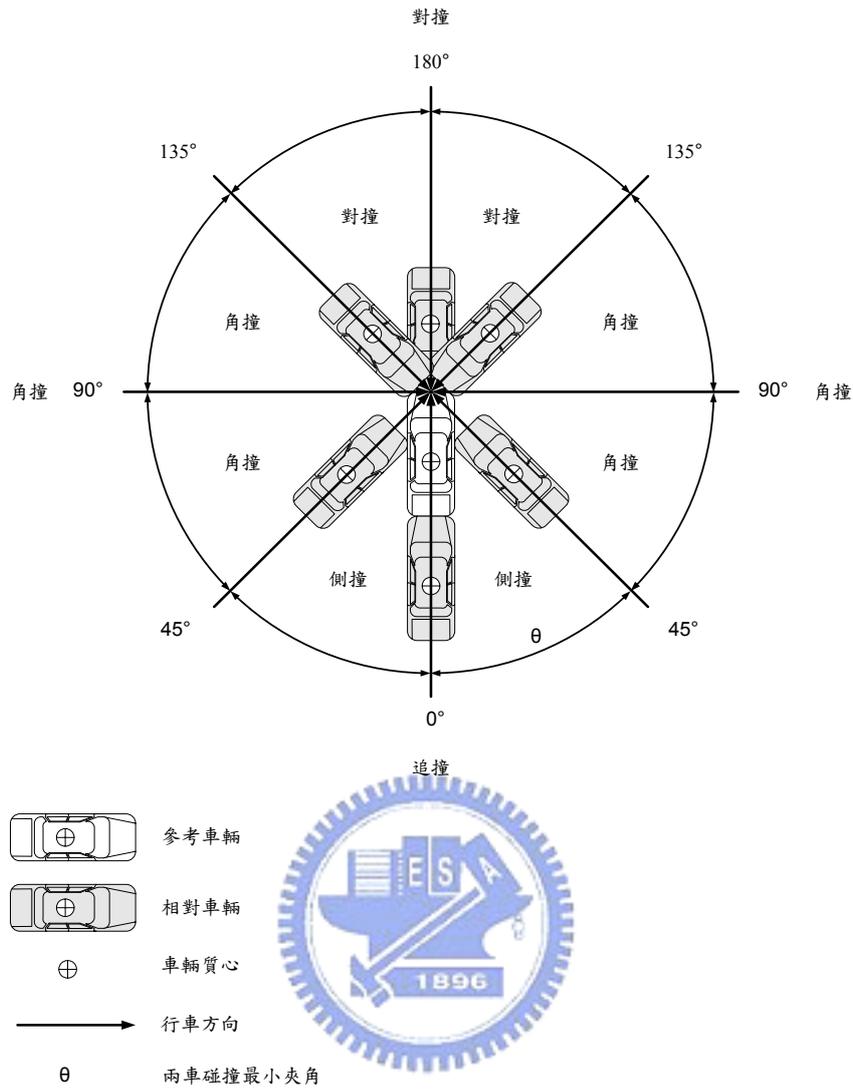
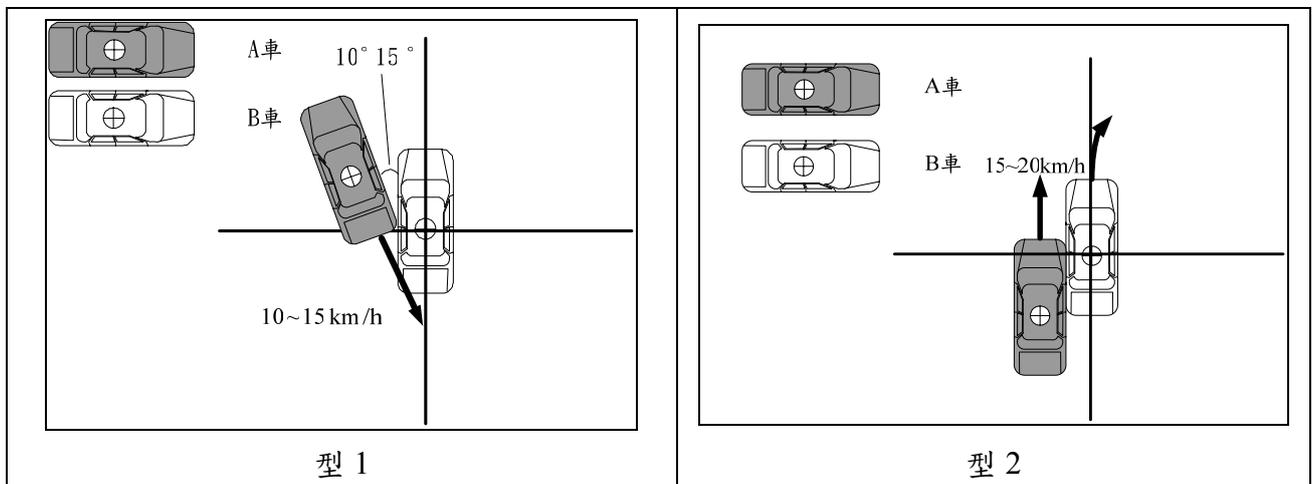
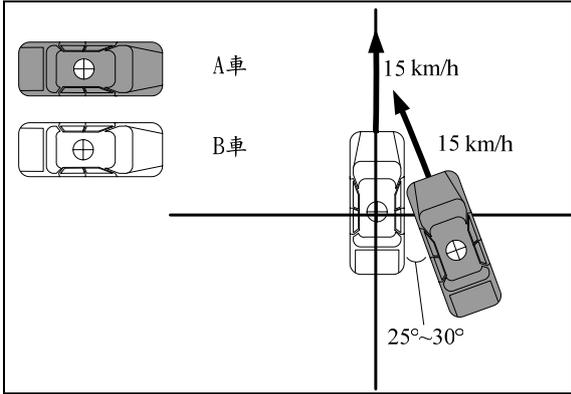


圖 4.2.2-2 汽車行車事故型態分類圖

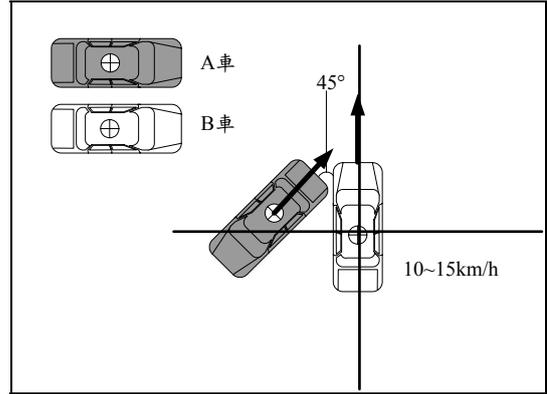
本研究共完成 30 個實驗型態，其型態如表 4.2.2-1 所示。

表 4.2.2-1 實車實驗型態總表(三十種)

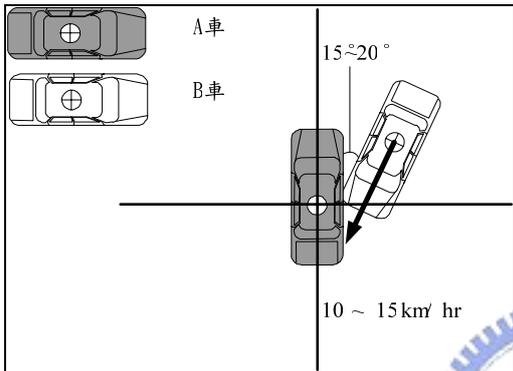




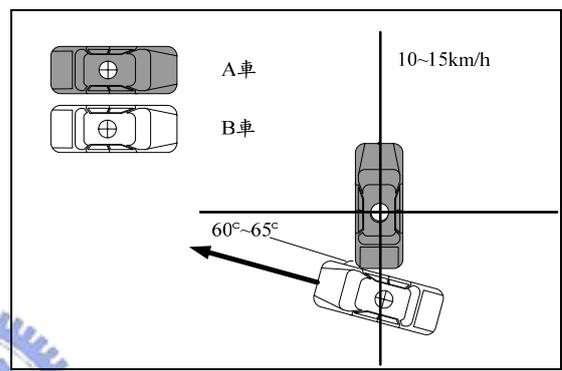
型 3



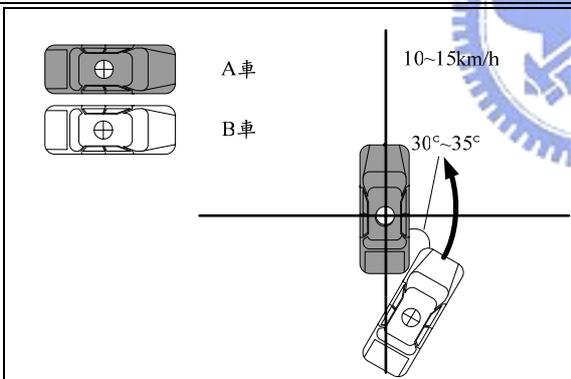
型 4



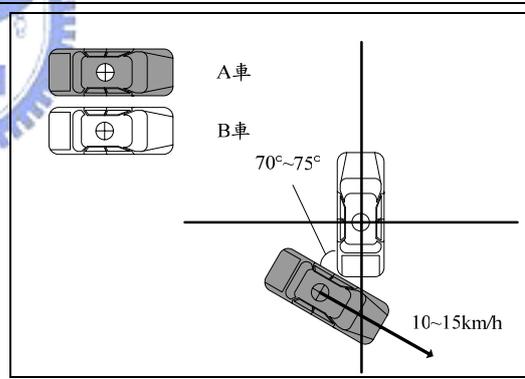
型 5



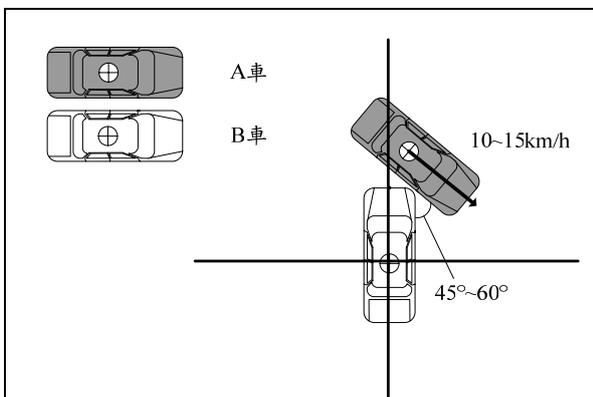
型 6



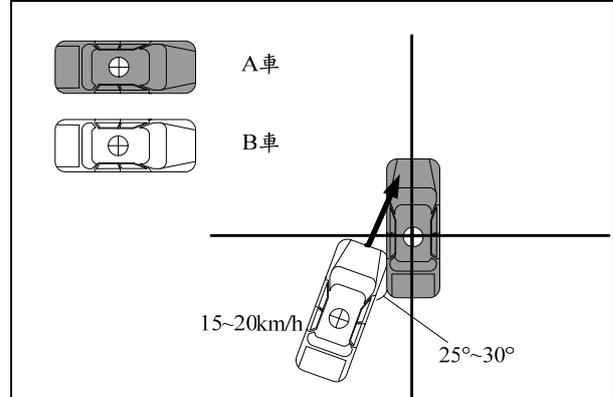
型 7



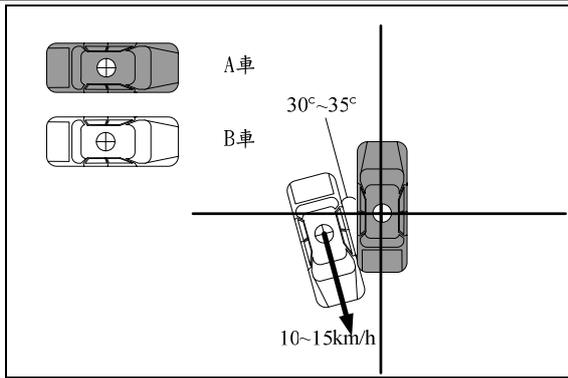
型 8



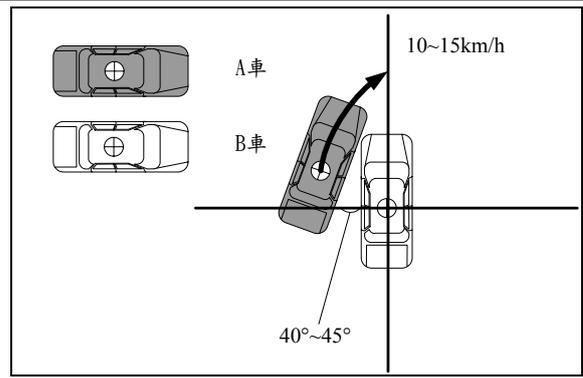
型 9



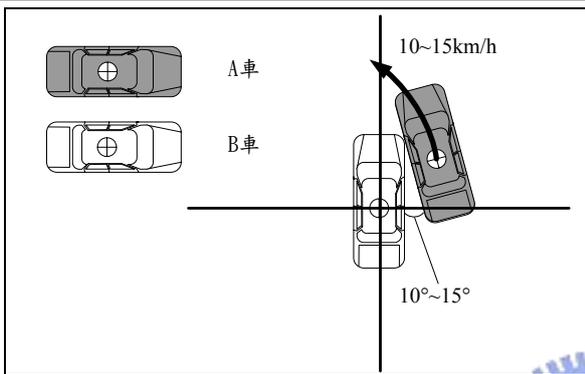
型 10



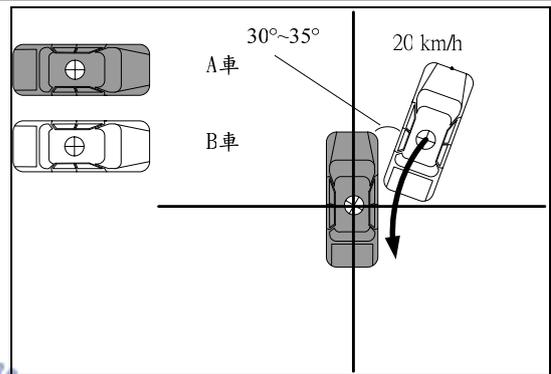
型 11



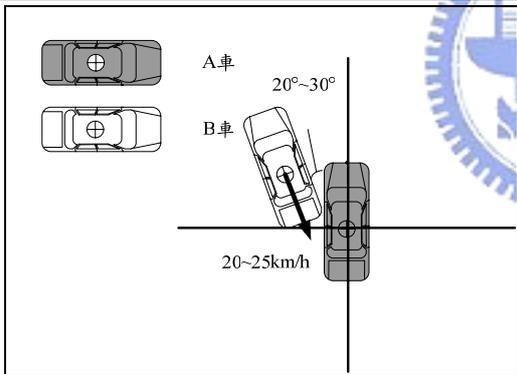
型 12



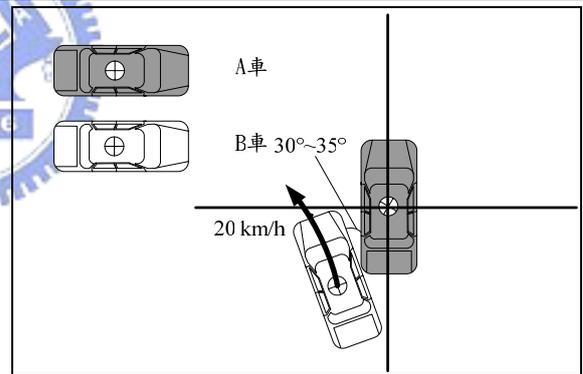
型 13



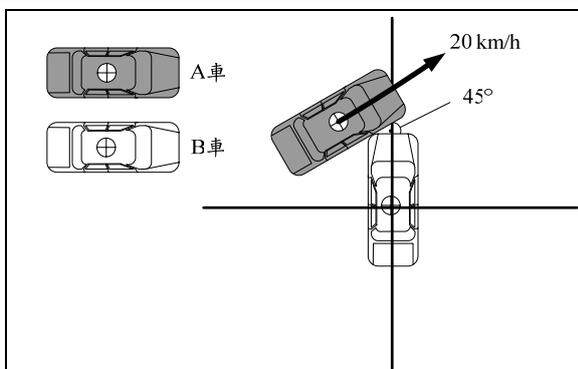
型 14



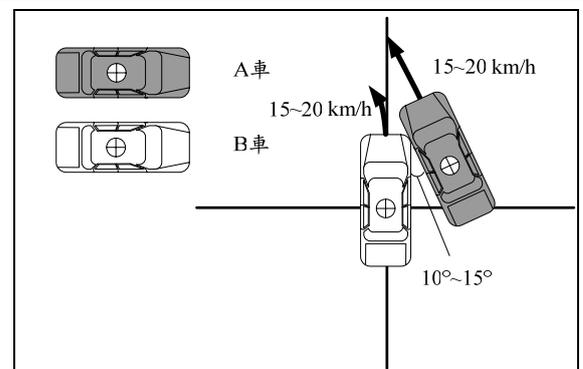
型 15



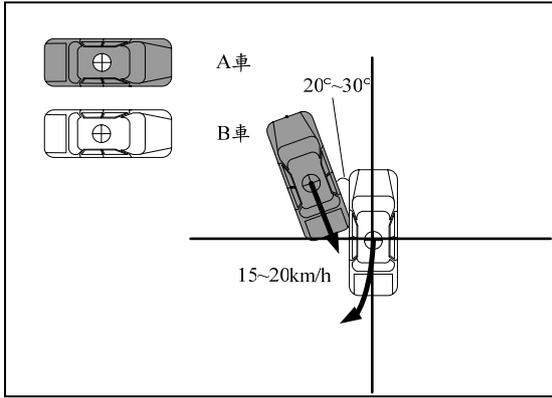
型 16



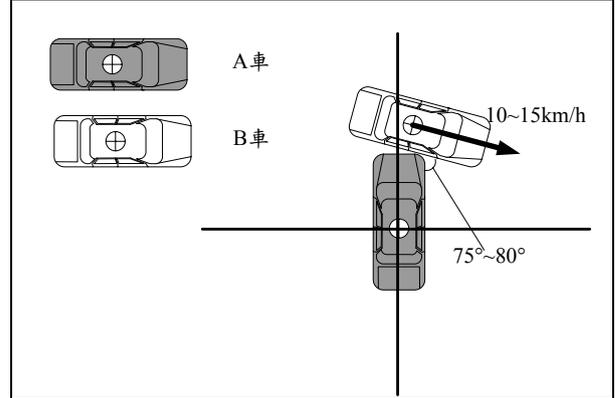
型 17



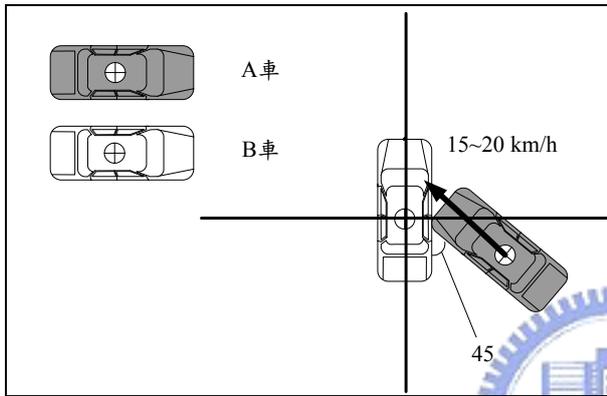
型 18



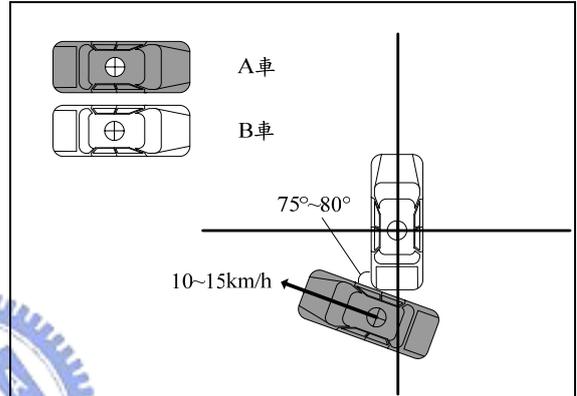
型 19



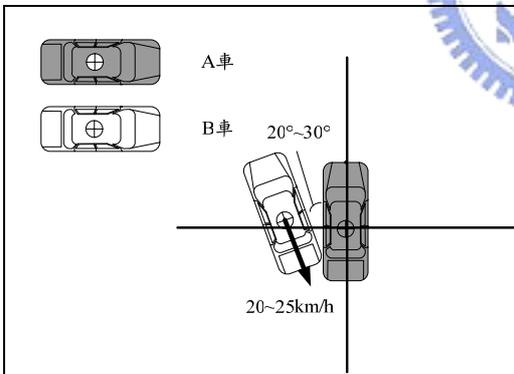
型 20



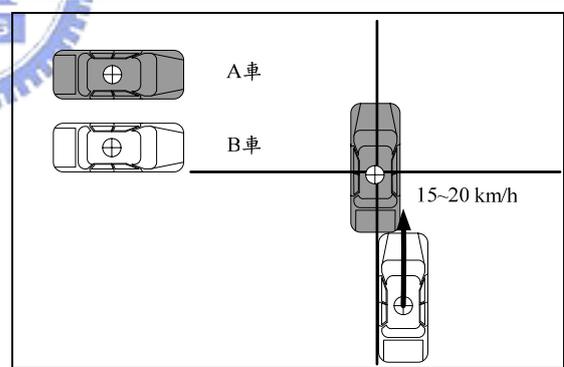
型 21



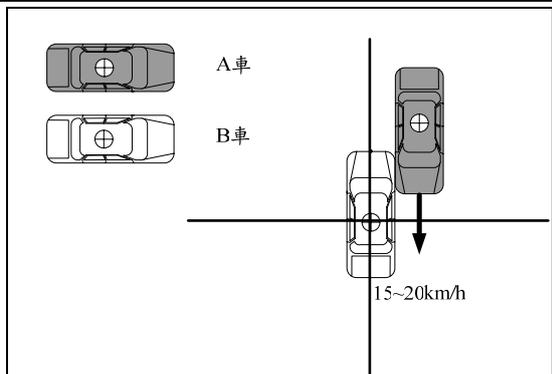
型 22



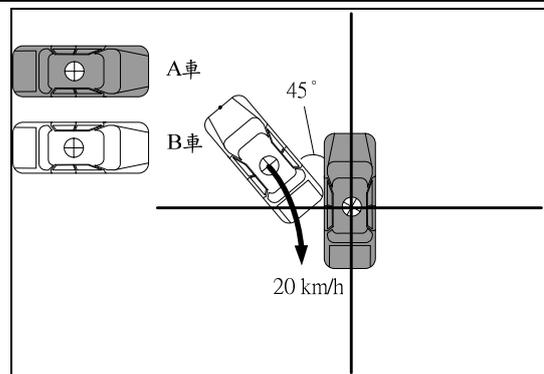
型 23



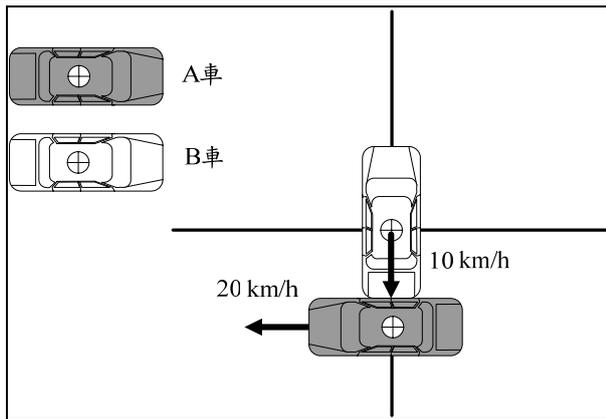
型 24



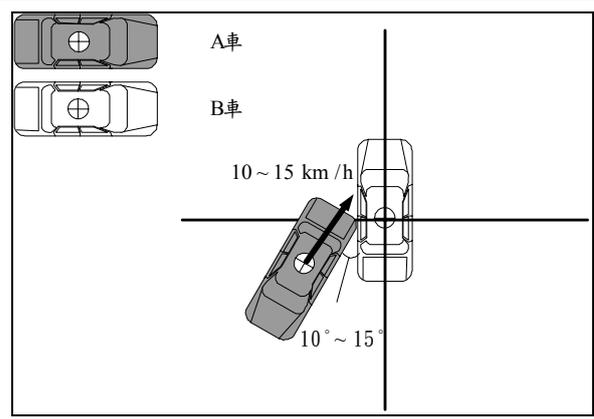
型 25



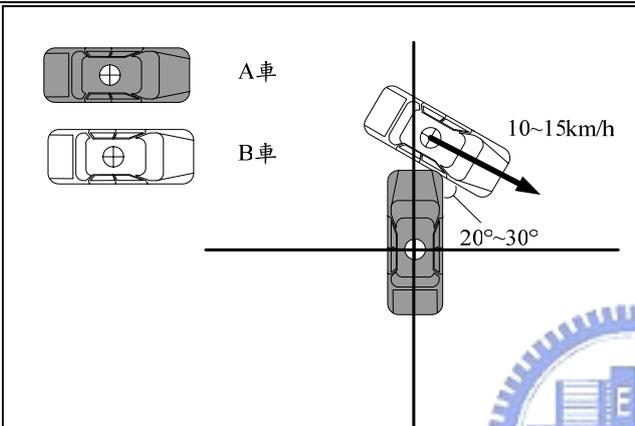
型 26



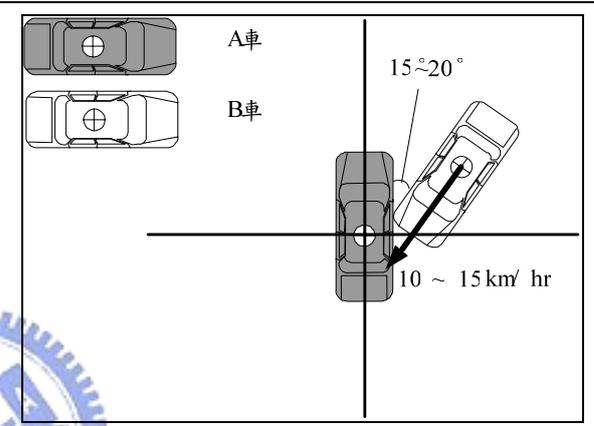
型 27



型 28



型 29



型 30

型態說明：

型態一：B 車靜止不動，遭成約夾角 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，從左前方速度為 $15\sim 20\text{km/h}$ 的 A 車以右車尾倒撞 B 車左車身，之後 A 車再以原車速原角度往前行駛直至兩車分離。

型態二：B 車停止不動，A 車以速度約 15km/hr 直線行進，使 A 車右側車身擦撞 B 車左後車身，兩車接觸後，B 車再以略微右彎的軌跡行進脫離。

型態三：B 車停止不動，A 車(速度約 15km/h)以夾角 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 軌跡行進，以左前保險桿擦撞 B 車之右車身，撞擊後 B 車約以速度 15km/h 直線前進脫離。

型態四：B 車靜止不動，遭成約 45 度夾角，從左前方以速度為 $10\sim 15\text{km/h}$ 的 A 車倒車以左車尾擦撞過 B 車左側車身至車接觸後煞車，而後 B 車以 $10\sim 15\text{km/h}$ 的車速向前行駛直至兩車脫離。

型態五：A 車停止不動，B 車以速度約 $15\sim 20\text{km}$ 、夾角約 $15\sim 20$ 度軌跡行進，使 B 車右前保險桿擦撞 A 車之右車身，待 A 車撞擊靜止後，B 車再進行倒車脫離。

型態六：A 車靜止不動，遭成約 $60^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 角，從後側而來之 B 車(速度約 10km/h)以直行的行進軌跡，使 A 車之車尾擦過 B 車之右側車身，待兩車接觸後煞車，然後 B 車在倒車脫離。

型態七：A 車停止不動，B 車以速度約 15km/hr 略微左彎的軌跡行進，使 B 車左側車身擦撞 A 車右後車身，兩車接觸後，B 車再以直線後退的軌跡行進脫離。

型態八：B 車停止不動，遭成夾角約 $70^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ，從左後方以速度 $10\sim 15\text{km/h}$ 而來之 A 車以左

側車身擦撞 B 車右後保險桿處，前進約 1/2 車身後以原角度後退至兩車分離。

型態九：B 車停止不動，A 車(速度約 15km/h)以 45~60 度軌跡行進，使 A 車之右車身擦撞 B 車之右前保險桿，待 A 車撞擊至左後門附近靜止後，A 車再進行倒車脫離。

型態十：A 車停止不動，B 車(速度約 15km/h)以 25°~30°軌跡行進，使 B 車之右前保險桿擦撞 A 車之左車身，待 B 車撞擊靜止後，B 車再進行倒車脫離。

型態十一：A 車停止不動，遭成約 30~35 度角，從右方以速度 10~15km/hr 而來之 B 車以左側車身擦撞 A 車左後車尾，兩車接觸後 B 車前進半個車身左右再以原角度後退至兩車分離。

型態十二：B 車停止不動，A 車以速度約 15km/h 略微右彎軌跡行進，使 A 車右側車門擦撞 B 車左前保險桿，兩車接觸後 A 車前進約半個車身後停止，再以原角度倒車至兩車分離。

型態十三：B 車停止不動，A 車以速度約 10~15km/h 略微左彎軌跡行進，使 A 車左側車門擦撞 B 車右前保險桿，A 車前進約半個車身後停止，再以原角度倒車至兩車分離。

型態十四：A 車停止不動，B 車以速度約 20km/h 略微左彎軌跡倒車，使 B 車左後保險桿擦撞 A 車右側車身，兩車接觸後 B 車持續倒車約半個車身後停車，再以原角度前進至兩車分離。

型態十五：A 車停止不動，B 車以速度約 20~25km/h 直線倒車，使 B 車右後保險桿擦撞 A 車左側車身，兩車接觸後 B 車停踩油門至自然停車，再以原角度前進至兩車分離。

型態十六：A 車停止不動，B 車以速度約 20km/h 略微左彎軌跡前進，使 B 車右側車身擦撞 A 車左後車尾，兩車接觸後 B 車持續前進約半個車身後停車，再以原角度前進至兩車分離。

型態十七：B 車停止不動，A 車以夾角大於 45°，速度約 20km/h 直線前進，使 A 車右側車身擦撞 B 車左前車頭至兩車脫離，然後 A 車再以原角度倒車至兩車分離

型態十八：B 車停止不動，A 車以速度約 15~20km/h 略為左轉前進，使 A 車左側車身擦撞 B 車右前車頭至兩車脫離後煞停，此時 B 車以速度約 15~20km/h 前進，兩車接觸後 A 車再左轉至兩車分離。

型態十九：B 車停止不動，A 車以速度約 15~20km/h 直線倒車，使 A 車右後保險桿擦撞 B 車左側車身，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，B 車再以速度約 15~20km/h 略為左彎倒車至兩車分離。

型態二十：A 車停止不動，B 車以速度約 10~15km/h 前進，使 B 車右側車身擦撞 A 車右前車頭，兩車接觸後 B 車持續前進約半個車身後停車，B 車再以速度約相同車速與角度倒車至兩車分離。

型態二十一：B 車停止不動，A 車以夾角大於 45°，速度約 15~20km/h 直線前進，使 A 車左前保險桿擦撞 B 車右側車身，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 15~20km/h 倒車至兩車分離。

型態二十二：B 車停止不動，A 車以速度約 15~20km/h 直線前進，使 A 車右側車身擦撞 B 車左後車尾，兩車接觸後 A 車持續前進約半個車身，再以原角度，速度約 15~20km/h 倒車至兩車分離。

型態二十三：A 車停止不動，B 車以速度約 20~25km/h 倒車，使 B 車右後車尾擦撞 A 車左左後車尾，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 15~20km/h 前進至兩車分離。

型態二十四：A 車停止不動，B 車以速度約 15~20km/h 直線前進，使 B 車左前保險桿垂直撞擊 A 車右後車尾，兩車接觸後 B 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 15~20km/h 倒車至兩車分離。

型態二十五：B 車停止不動，A 車以速度約 15~20km/h 直線前進，使 A 車右前葉子板撞擊 B 車右前葉子板，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 15~20km/h 倒車至兩車分離。

型態二十六：A 車停止不動，B 車以速度約 20km/h 略為左彎倒車，使 B 車右後車尾撞擊 A 車左側車身，兩車接觸後 B 車停踩油門至自然停車，再以速度約 15~20km/h 直線前進至兩車分離。

型態二十七：B 車以速度約 10km/h 倒車，A 車以速度約 20km/h 直線前進，使 A 車右側車身撞擊 B 車後車尾，兩車接觸後 B 車以原速持續倒車，A 車繼續前進半個車身後兩車都停車，A 車再以原角度，速度約 20km/h 倒車至兩車分離。

型態二十八：B 車停止不動，A 車以速度約 10~15km/h 倒車，使 A 車右後車尾撞擊 B 車左側車身，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 10~15km/h 前進至兩車分離。

型態二十九：A 車停止不動，B 車以速度約 10~15km/h 直線前進，使 B 車右側車身撞擊 A 車右前車頭，兩車接觸後 B 車持續前進約半個車身後停車，再以原角度，速度約 10~15km/h 倒車至兩車分離。

型態三十：A 車停止不動，B 車以速度約 15~20km/h 直線前進，使 B 車右前保險桿垂直撞擊 A 車右側車身，兩車接觸後 B 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 10~15km/h 倒車至兩車分離。

4.3 實驗分析

一、實驗 01

1. 實驗日期：94.07.27

2. 擦撞型態：倒撞（如下圖）

3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場

4. 實驗照片：如下圖

5. 實驗經過：B 車靜止不動，遭成約夾角 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ，從左前方速度為 15~20km/h 的 A 車以右車尾倒撞 B 車左車身，之後 A 車再以原車速原角度往前行駛直至兩車分離。

6. 刮痕走勢：近似水平。

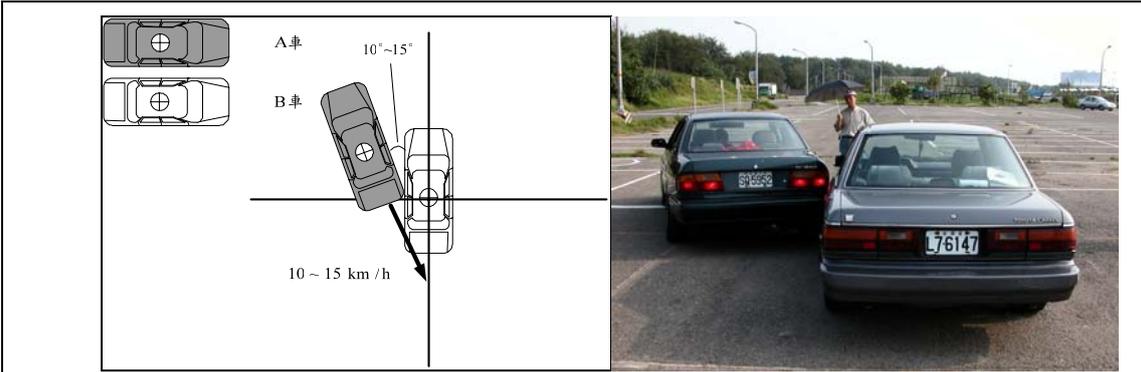


圖 4.3-1.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 01)

相片 4.3-1.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 01)



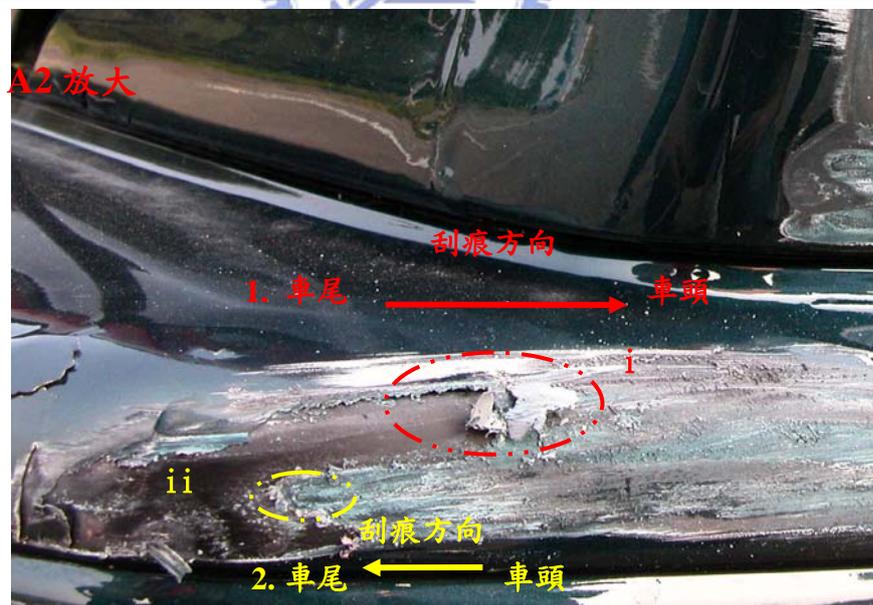
相片 4.3-1.2 A 車車損情形(實驗 01)

A 車刮痕主要集中在右後車尾，因來回擦撞造成多處不同方向軌跡重疊之現象。



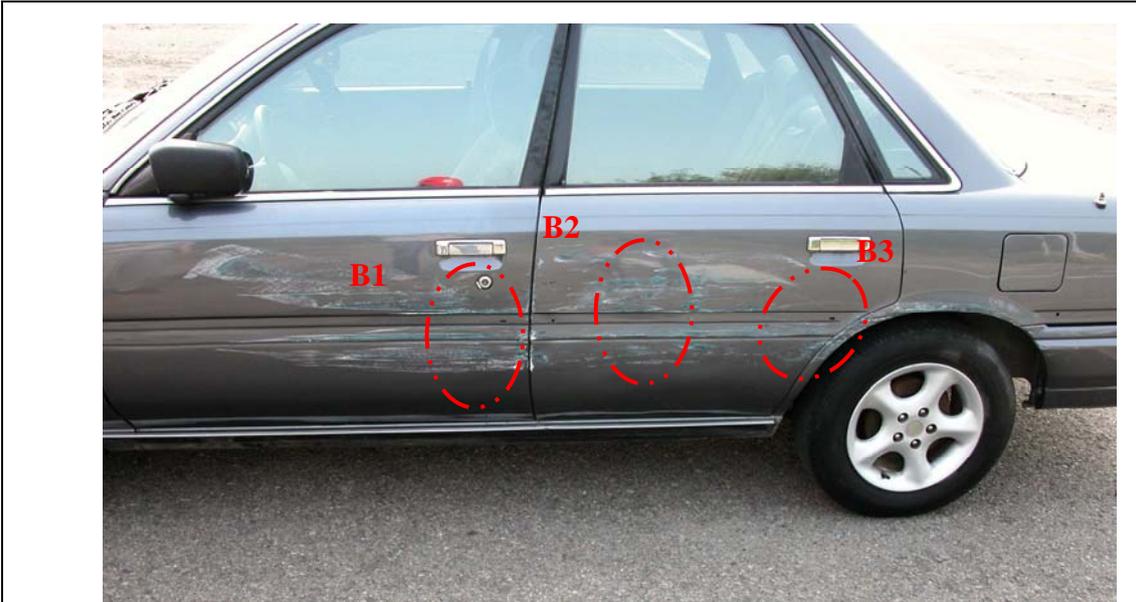
相片 4.3-1.3 A 車右側車尾近拍(實驗 01)

照片中 i 處刮痕往右變淡發散，刮痕方向應為由左往右。ii 處油漆成塊狀剝落，剝落處並有油漆屑往左堆積，可知此處有受到由右往左之外力，刮痕之間的覆蓋造成 i 處左側有部份刮痕被磨去之情形，說明此處先有由左往右之刮痕，再被由右往左之刮痕覆蓋。



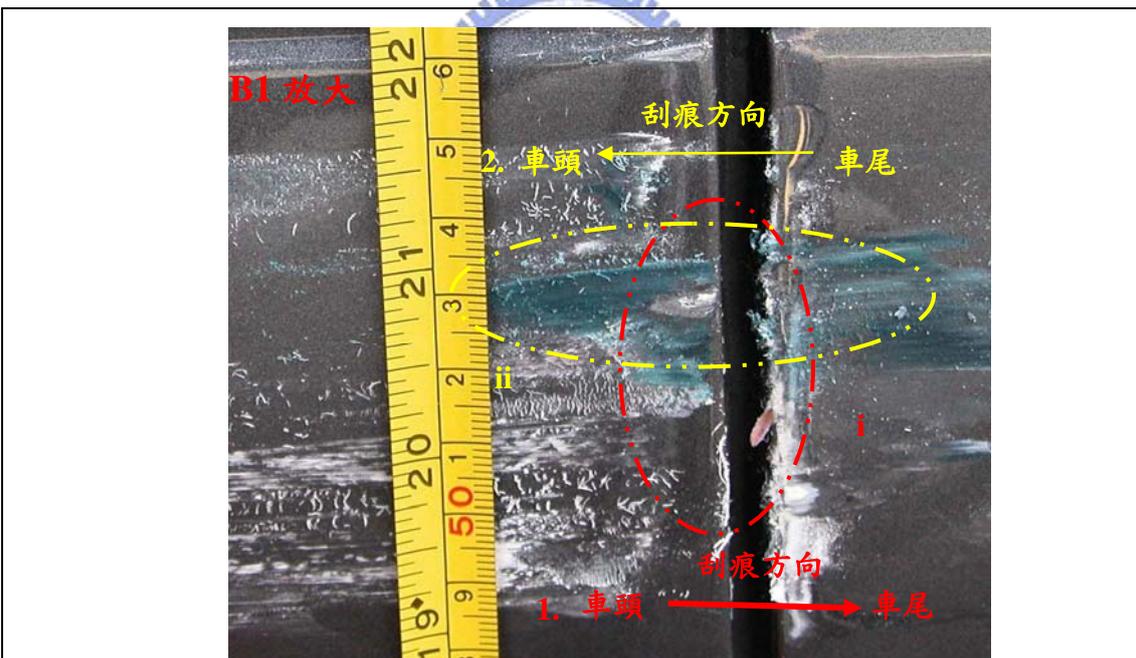
相片 4.3-1.4 A 車右側車尾近拍(實驗 01)

i 處油漆塊狀堆積在右方，研判刮痕方向為由左往右。ii 處之受力方向原本與 i 處相同，但油漆翹起部份又平貼於車面，明顯是又受到車頭往車尾之外力之結果，因此研判此處受到兩個不同方向之刮痕重疊所造成。



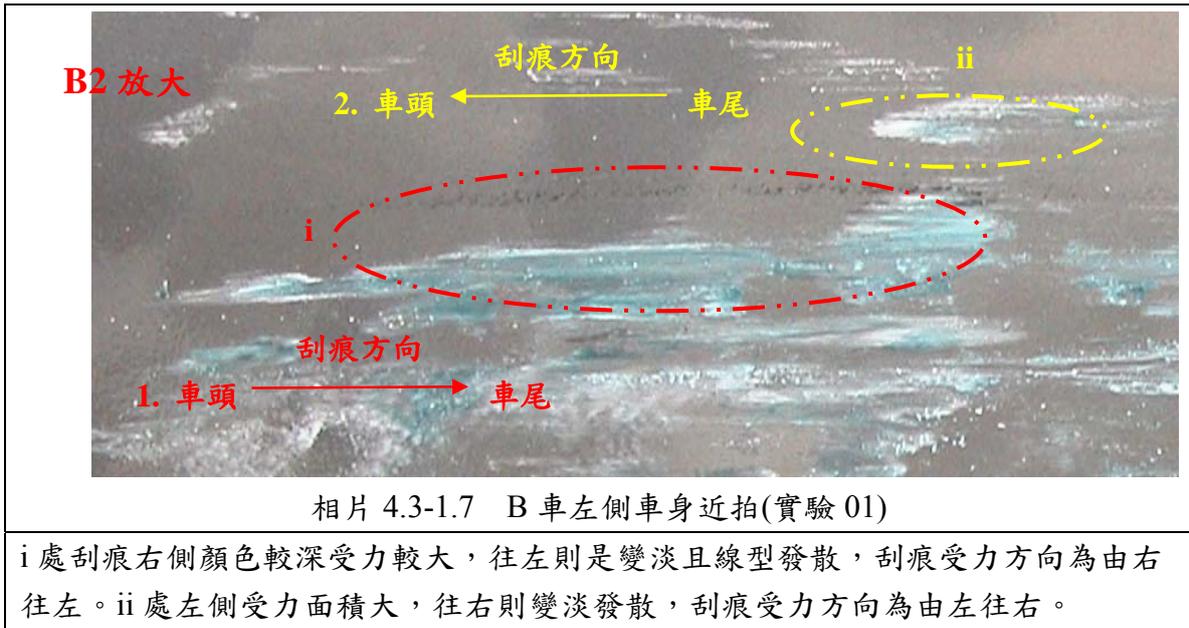
相片 4.3-1.5 B 車左側車身近拍(實驗 01)

B 車左側車身主要刮痕分佈位置。



相片 4.3-1.6 B 車左側車身近拍(實驗 01)

i 處車體斷面之堆積現象，油漆堆積於車體斷面處右側，說明刮痕受力方向為由左而右。ii 處彗星狀擦痕右側較為發散變淡，左側則較為集中，刮痕走向為由右往左。此處也有刮痕重疊之情形發生。





相片 4.3-1.9 B 車左側車身近拍(實驗 01)

車體斷面形成堆積現象，油漆堆積在右邊，刮痕方向為由左而右。

二、實驗 02

1. 實驗日期：95.03.08
2. 擦撞型態：追撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以速度約 15km/hr 直線行進，使 A 車右側車身擦撞 B 車左後車身，兩車接觸後，B 車再以略微右彎的軌跡行進脫離。
6. 刮痕走勢：A 車刮痕，兩次刮痕皆呈近似上升趨勢

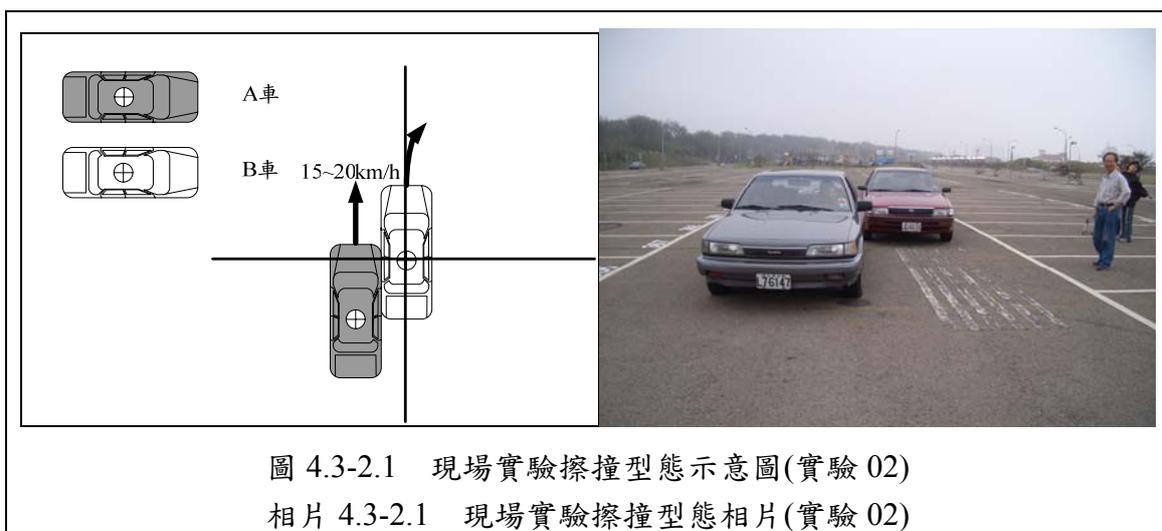


圖 4.3-2.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 02)

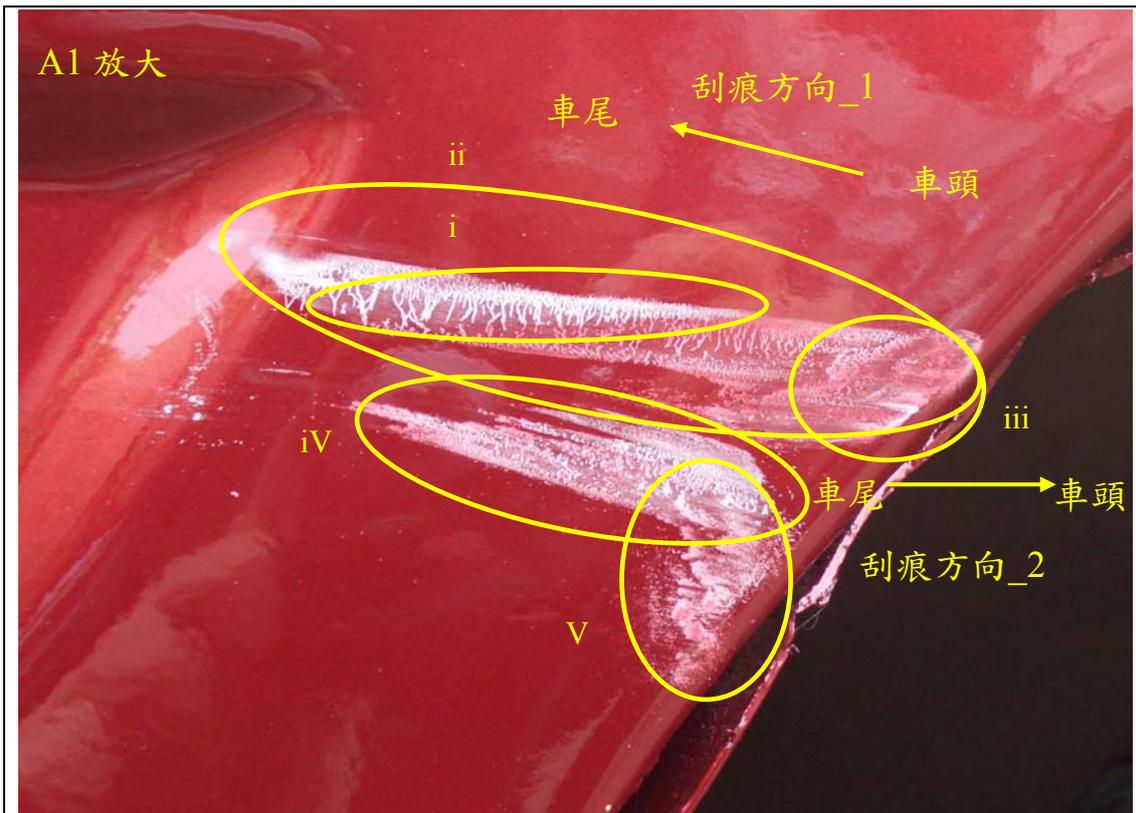
相片 4.3-2.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 02)



相片 4.3-2.2 A 車右側車身(實驗 02)

相片中，說明主要刮痕的分佈。





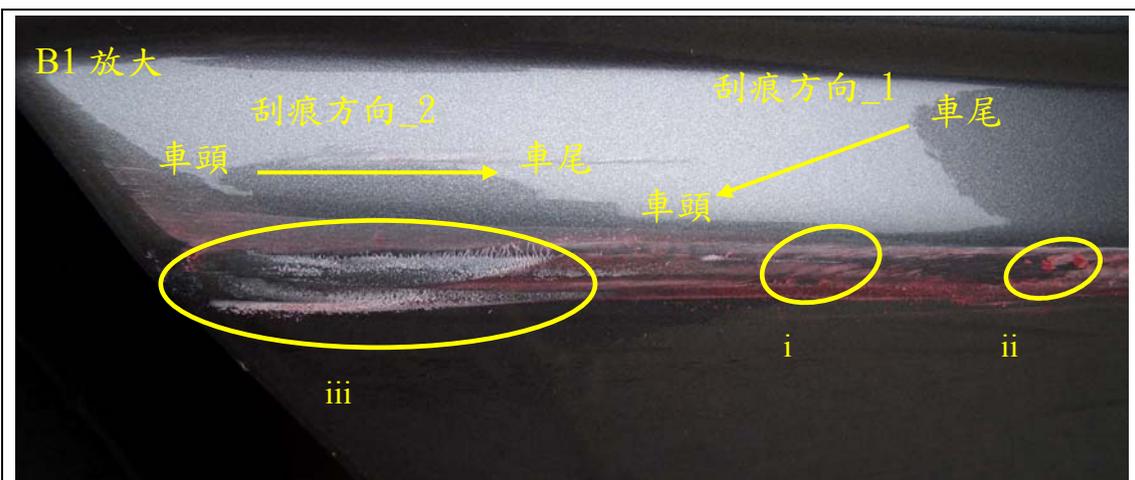
相片 4.3-2.3 A 車右側輪拱後方(實驗 02)

相片中，i 處刮痕可由油漆堆積走向為明顯往左，ii 處刮痕與 i 處刮痕為同一次刮擦形成之刮痕，呈現上升走勢，研判為煞車時 A 車體下沉所造成，研判刮痕走向應為車頭往車尾；而 iii 處刮痕覆蓋住 ii 刮痕，研判為二次刮痕，其中由於車體外型影響，刮痕受力突然消失，造成油漆堆積於終止處，而無發散之現象，研判刮痕走向應為車尾往車頭。iV 處刮痕起始處呈類似塊狀，往終止處發散，研判刮痕走向應為車頭往車尾，刮痕呈現上升趨勢，V 處刮痕終止處有油漆堆積，且於堆積左方尚有油漆噴灑的現象，應是車體突然煞停，受力突然終止，而油漆順勢飛出，研判刮痕走向應為車頭往車尾。



相片 4.3-2.4 B 車左後車身(實驗 02)

相片中，說明主要刮痕的分佈。



相片 4.3-2.5 B 車左後車身(實驗 02)

相片中，i 處起始受力淺，由於 A 車突然煞停，造成油漆堆積於終止處研判刮痕走向應為車尾往車頭，且因 A 車在煞車過程中下沉，造成刮痕呈下降趨勢，而 A 車煞停後反彈，造成油漆往車尾發散，ii 處可以明顯看出油漆堆積往車尾發散，研判刮痕走向應為車頭往車尾；iii 處刮痕覆蓋在紅色刮痕上，研判為二次刮痕，呈現魚鱗狀刮痕，魚鱗波峰所指方向為刮痕走向，研判刮痕走向應為車頭往車尾。

三、實驗 03

1. 實驗日期：95.03.03
2. 擦撞型態：側撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車(速度約 15km/h)以夾角 25°~30°軌跡行進，以左前保險桿擦撞 B 車之右車身，撞擊後 B 車約以速度 15km/h 直線前進脫離。

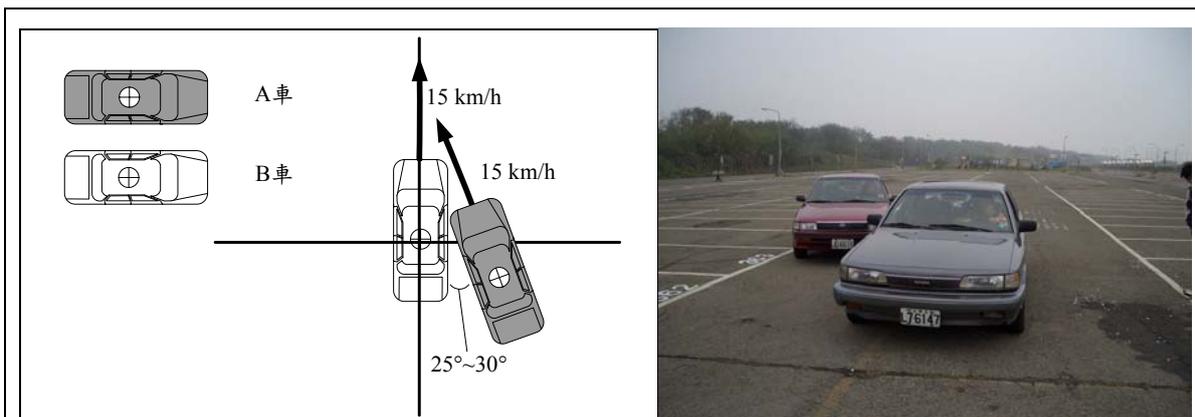
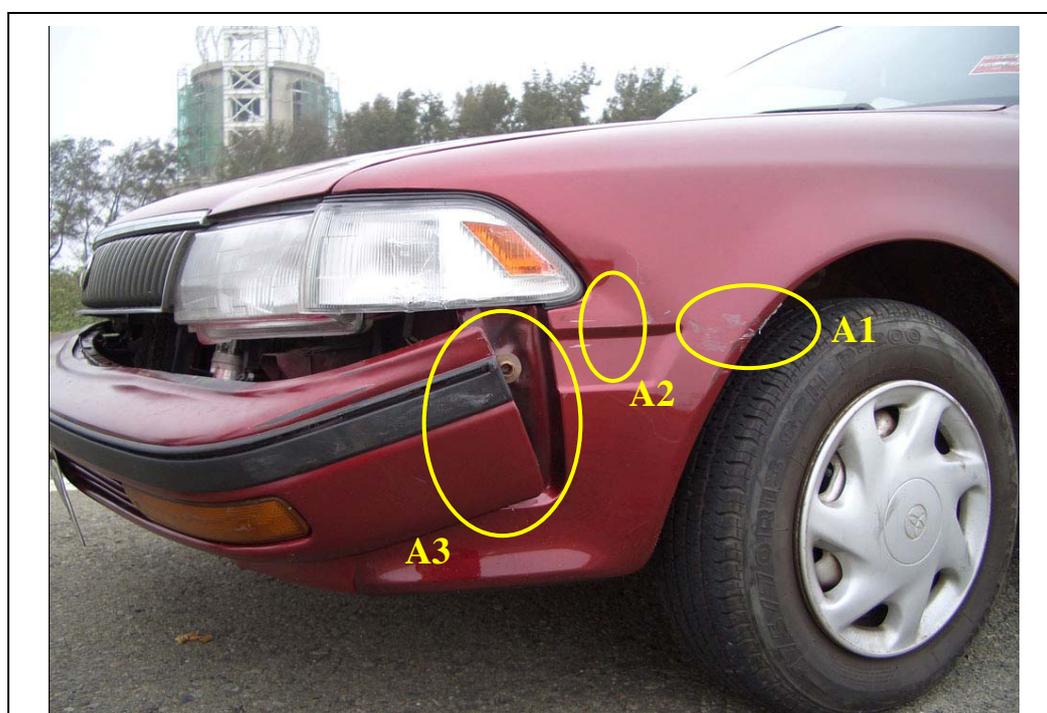


圖 4.3-3.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 03)

相片 4.3-3.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 03)



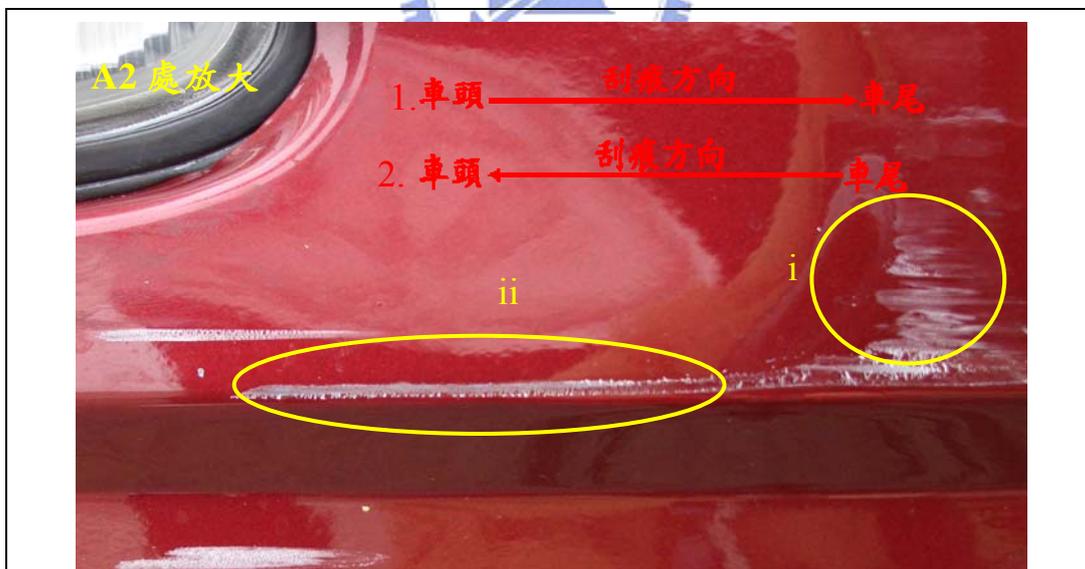
相片 4.3-3.2 A 車左前車頭 (實驗 03)

相片中，A3 處前保險桿脫落為 A 車撞擊 B 車停止後，A 車向前行駛脫離而產生。



相片 4.3-3.3 A 車左前車頭刮損(實驗 03)

相片中，i 處刮痕重疊處可看出刮痕先由左刮向右，且呈現向下走勢；i 處右側油漆堆積為車輛脫離時所產生，ii 處刮痕右側有油漆剝落現象，且於左側產生堆積，故研判脫離時刮痕走向為由右至左。



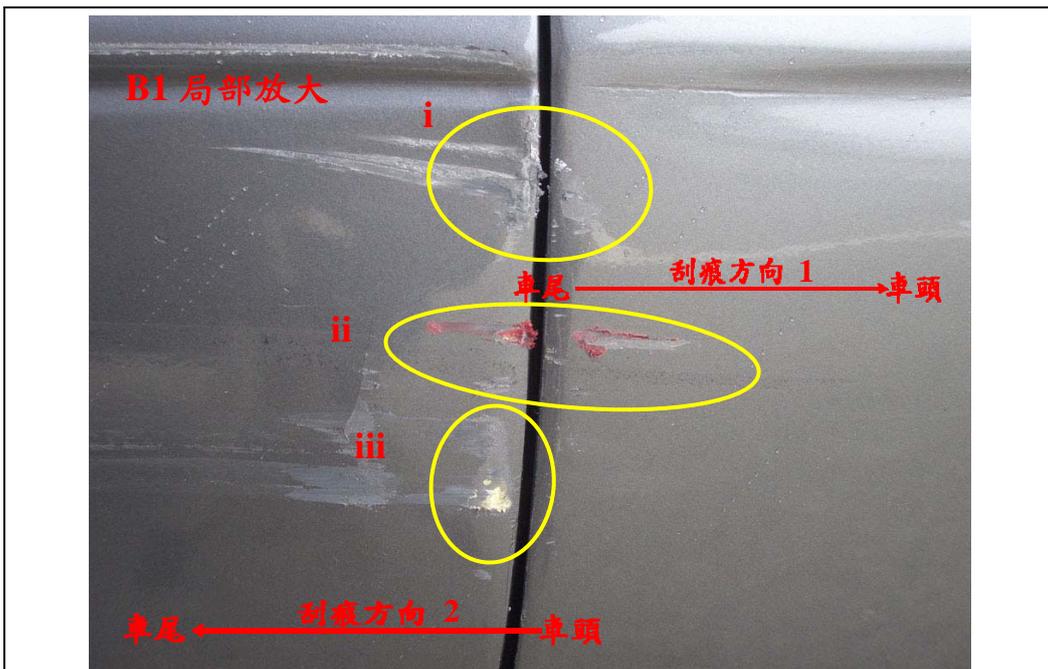
相片 4.3-3.4 A 車左前車頭刮損(實驗 03)

相片中，放大後可看出 i 處刮痕波峰指向左側，刮痕方向應為由右往左，i 處下方可發現有部份白色刮痕紋路被磨去，推測白色刮痕可能為第一次碰撞所留下，刮痕受力方向為由左往右。ii 處刮痕紋路亦有被磨去之現象，惟跡證不足無法判斷刮痕走向。



相片 4.3-3.5 B 車右側車身(實驗 03)

B 車刮痕主要分布於右側兩門間的斷面處與右後車輪附近。



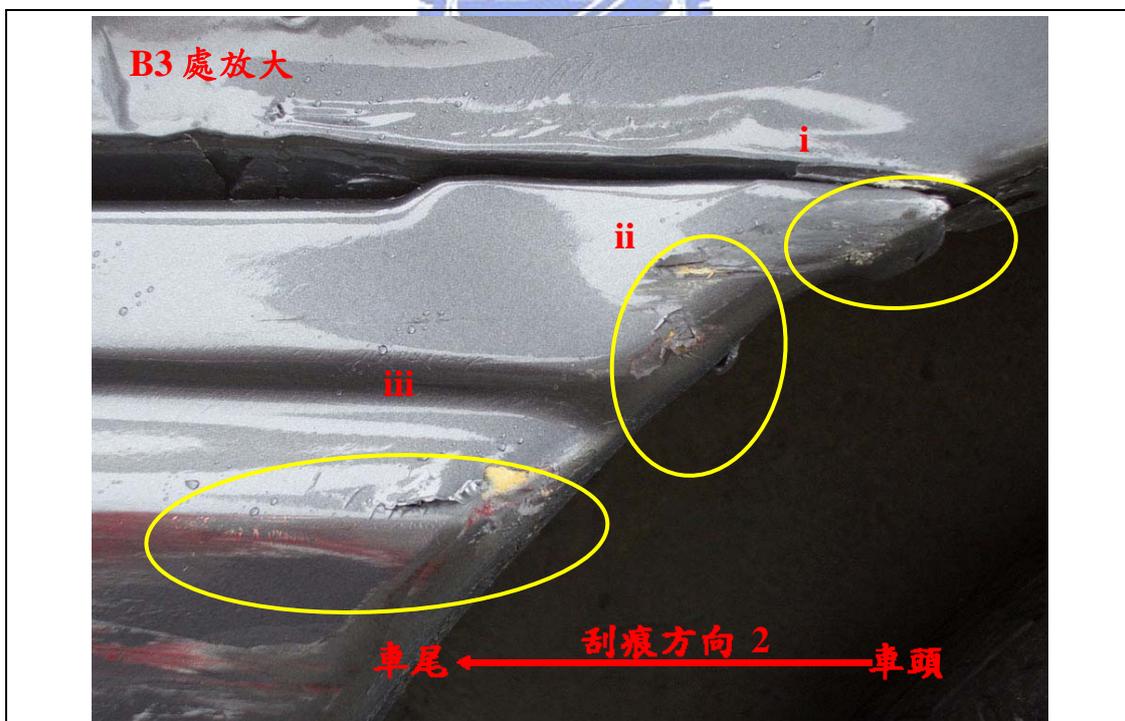
相片 4.3-3.6 B 車右側門縫處 (實驗 03)

相片中，i、ii 兩處皆在車體斷面處左側堆積，故可知受力方向由右到左；iii 處產生刮痕重疊，由左至右之刮痕被由右至左之刮痕覆蓋，右側有油漆脫落現象，推測第二次產生之刮痕為由右至左。



相片 4.3-3.7 B 車右前保險桿受損 (實驗 03)

由相片中，i 處為車門與輪拱斷面左側有油漆堆積之情形，並由 ii 處發現接近斷面處有跳越現象產生，且 iii 處有油漆剝落現象，推測刮痕為由右向左。

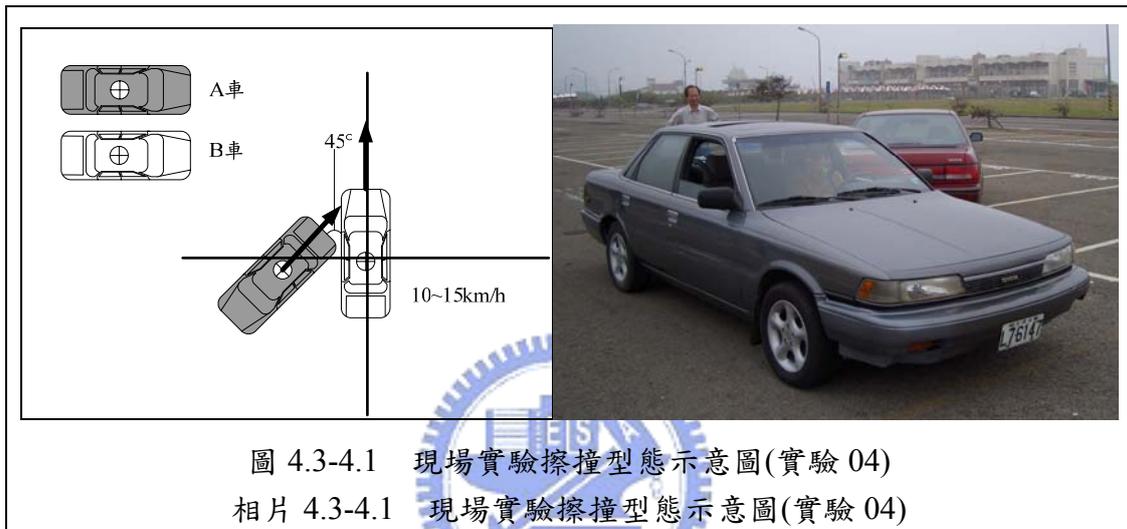


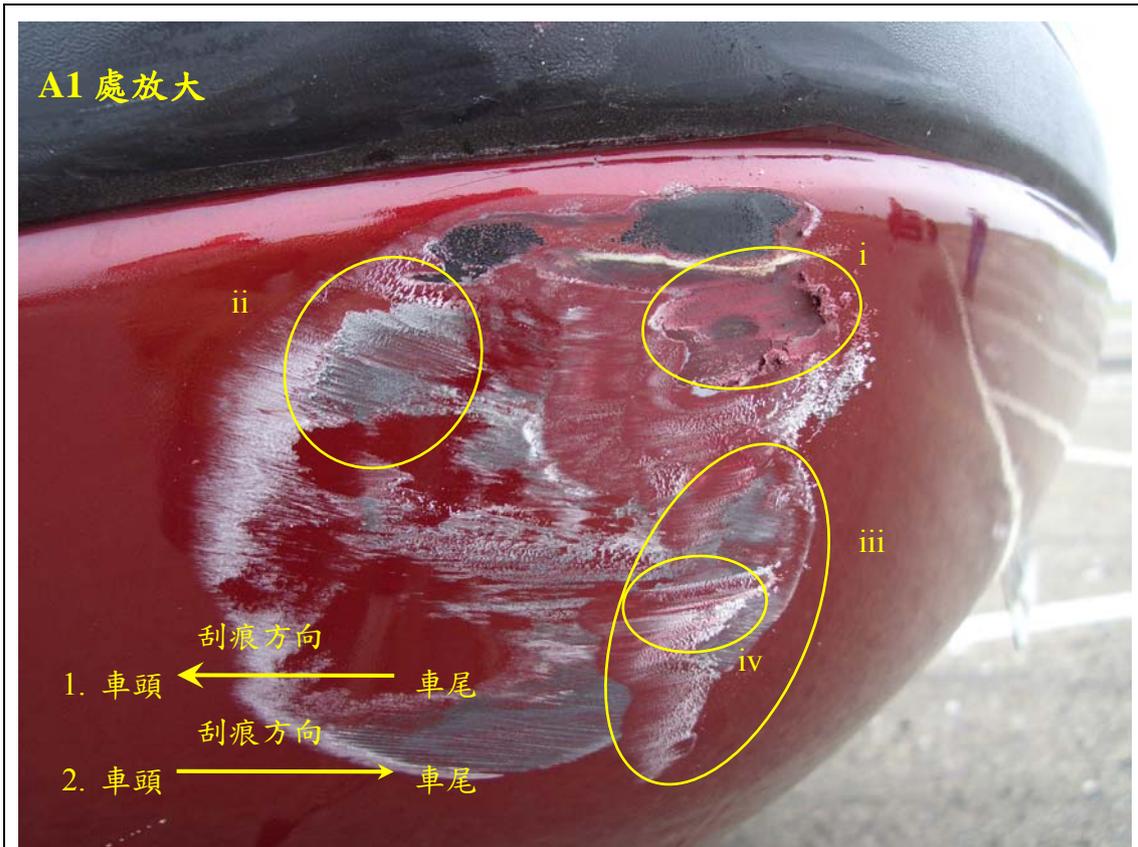
相片 4.3-3.8 B 車右前保險桿受損 (實驗 03)

相片中，i、ii 處右側邊緣處有油漆堆積現象，且 ii、iii 兩處右側油漆均剝落，故推測刮痕方向為由右向左。

四、實驗 04

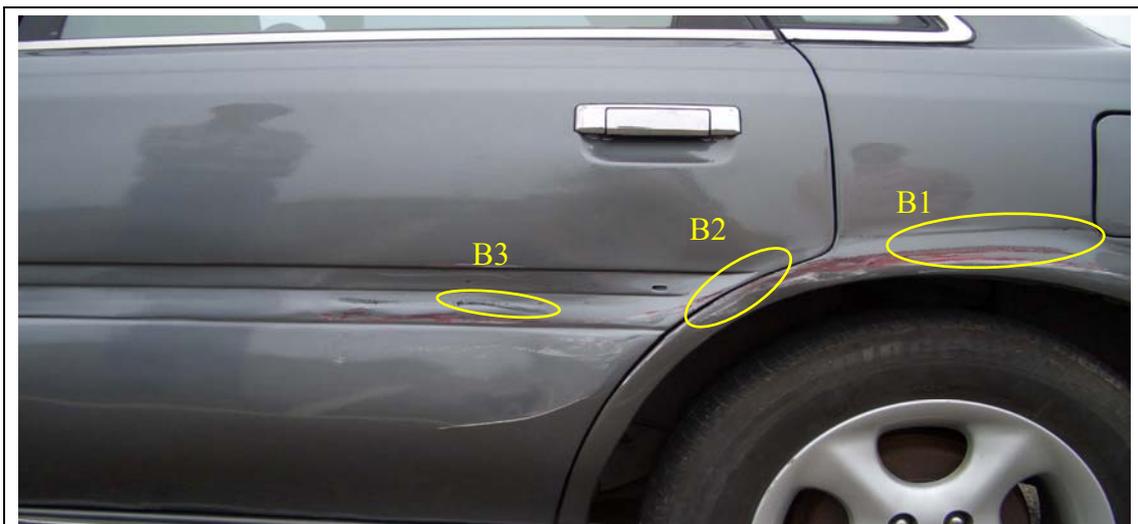
1. 實驗日期：95.03.08
2. 擦撞型態：倒撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車靜止不動，遭成約 45 度夾角，從左前方以速度為 10~15km/h 的 A 車倒車以左車尾擦撞過 B 車左側車身至車接觸後煞車，而後 B 車以 10~15km/h 的車速向前行駛直至兩車脫離。
6. 刮痕走勢：近似水平





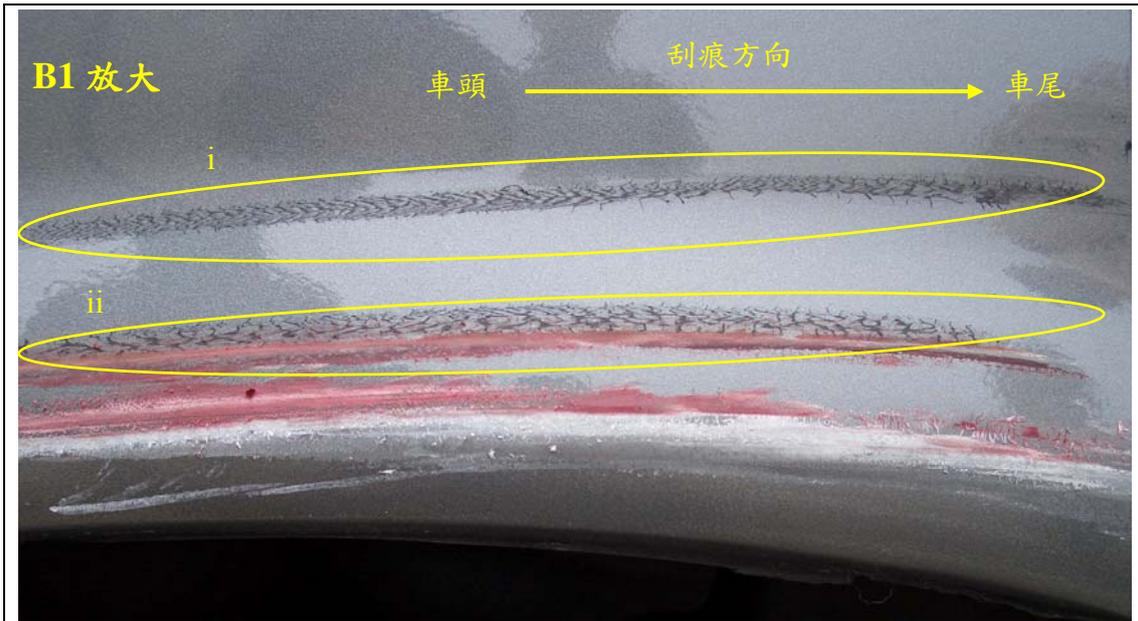
相片 4.3-4.3 A 車左後車尾(實驗 44A04)

i 處油漆成塊狀脫落，右側有堆積現象的發生，故判斷刮痕走向為由左往右。ii 處左側有堆積的情形，判斷刮痕走向為由右往左。iii 處之刮痕雖無法明顯看出走向，但 iv 處之刮痕右側有堆積，刮痕受力方向應為由左往右，故 iii 處之刮痕受力方向應為由右往左，且此處之刮痕為兩個不同方向之刮痕重疊所造成。



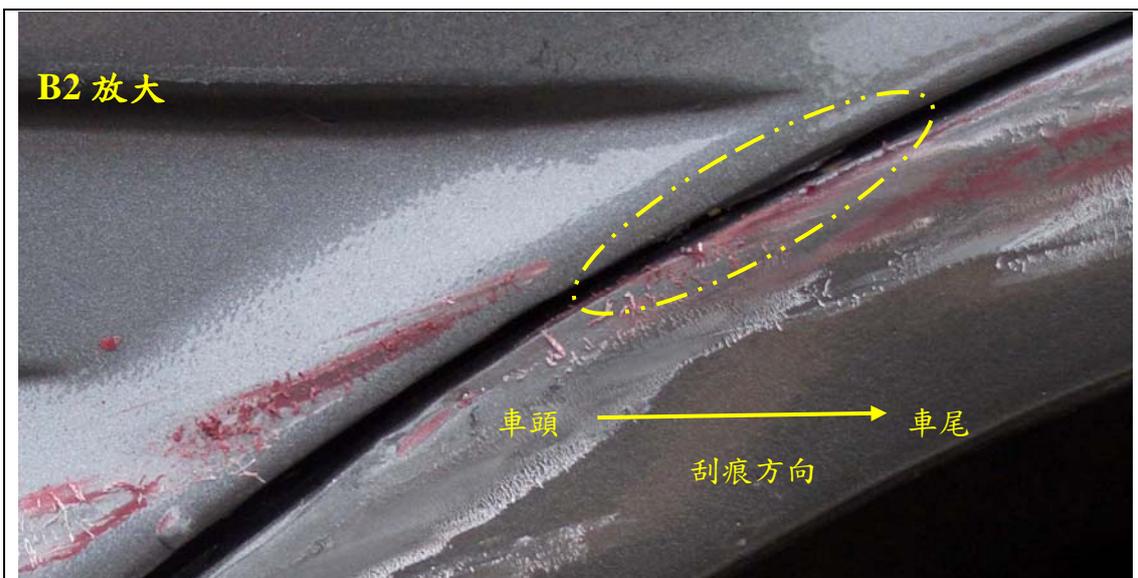
相片 4.3-4.4 B 車左側車身 (實驗 04)

B 車刮痕主要分布於左後車門與左後車輪附近。



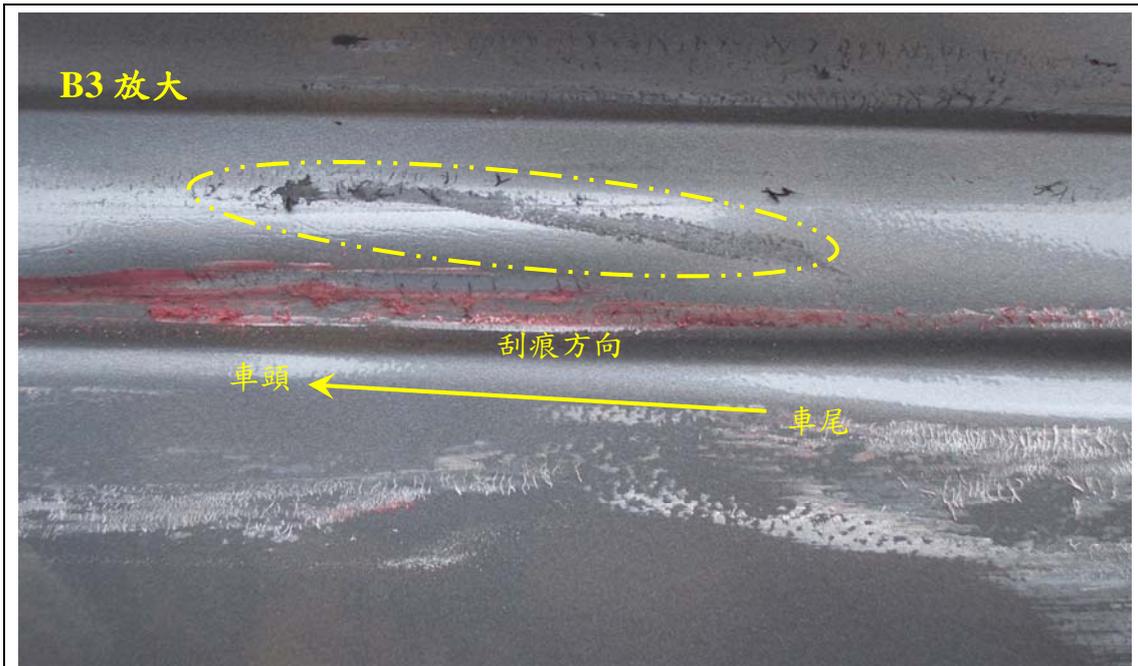
相片 4.3-4.5 B 車左後輪拱 (實驗 04)

i 處與 ii 處車體纖維撕裂之波峰皆指向右側，研判刮痕受力方向為由左往右。



相片 4.3-4.6 B 車左後輪拱 (實驗 04)

車體斷面處之右側有堆積之情形，故刮痕受力方向應為由左往右。



相片 4.3-4.7 B 車左後車門 (實驗 04)

相片中圈起處之上升刮痕乃因兩車接觸時 A 車因擠壓上移，故在 B 車車身留下上升之刮痕，受力方向為由右往左。

五、實驗 05

1. 實驗日期：95.03.08
2. 擦撞型態：對撞 (如下圖)
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 15~20km、夾角約 15~20 度軌跡行進，使 B 車右前保險桿擦撞 B 車之右車身，待 B 車撞擊靜止後，B 車再進行倒車脫離。
6. 刮痕走勢：近似水平

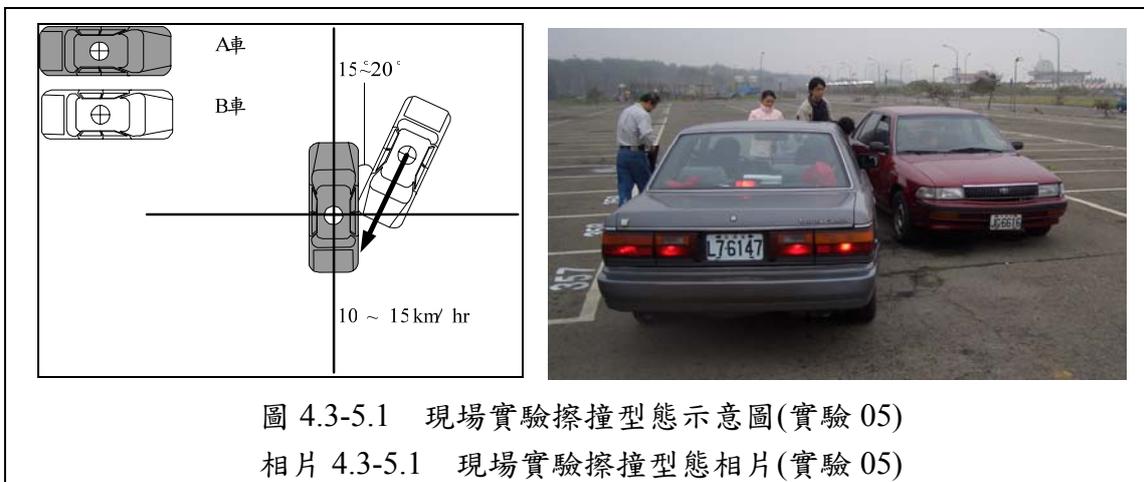
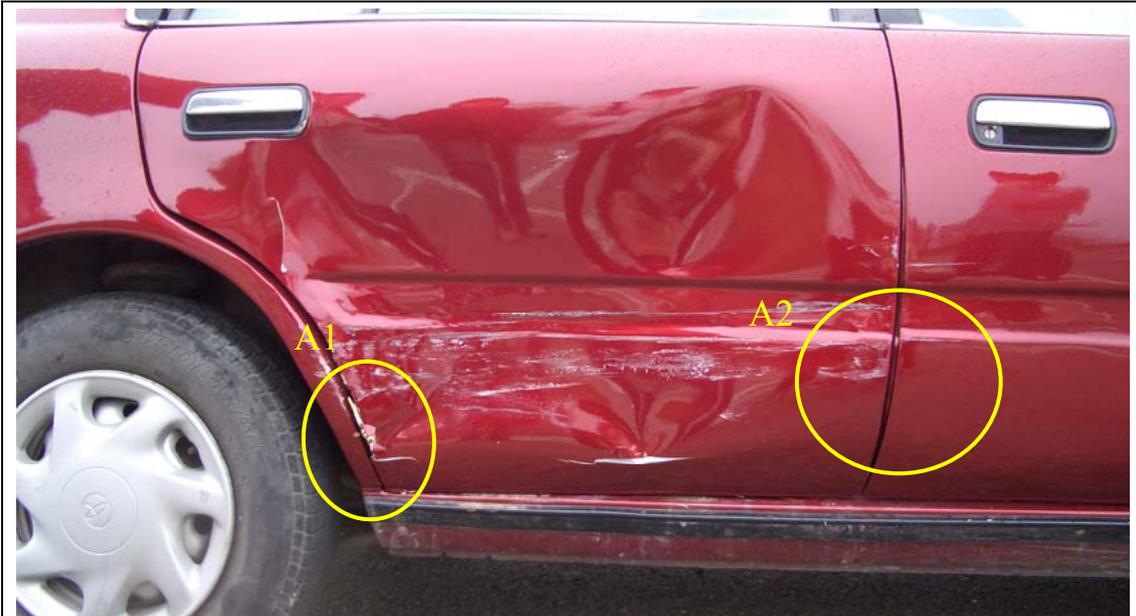


圖 4.3-5.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 05)

相片 4.3-5.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 05)



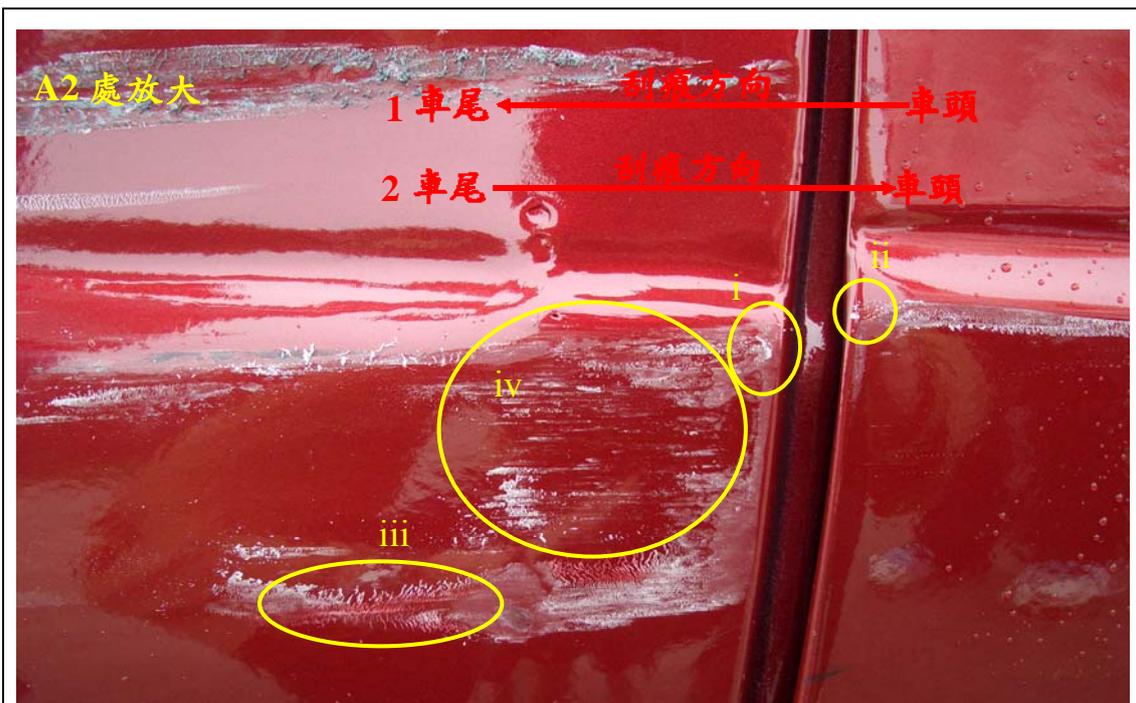
相片 4.3-5.2 A 車右側車身刮損(實驗 05)

相片中，為 A 車右側後車門受損情形。



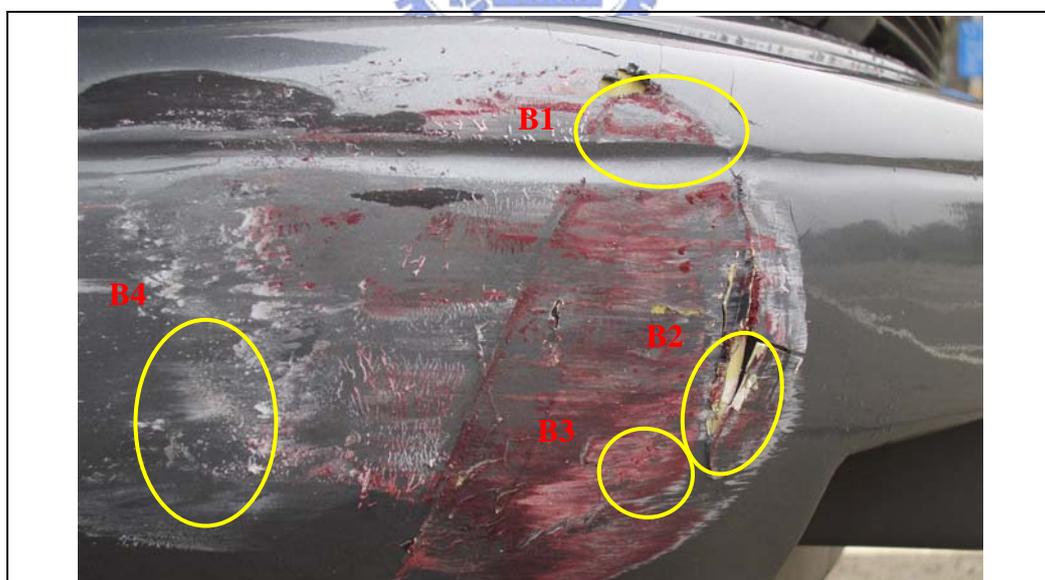
相片 4.3-5.3 A 車右側車身刮損(實驗 05)

相片中，i 處與 ii 處皆有刮痕重疊而有部份刮痕紋路被磨去之情形，惟無明顯受力特徵可供判斷刮痕走勢。iii 處油漆成塊狀剝落，刮痕受力方向應為由右往左。



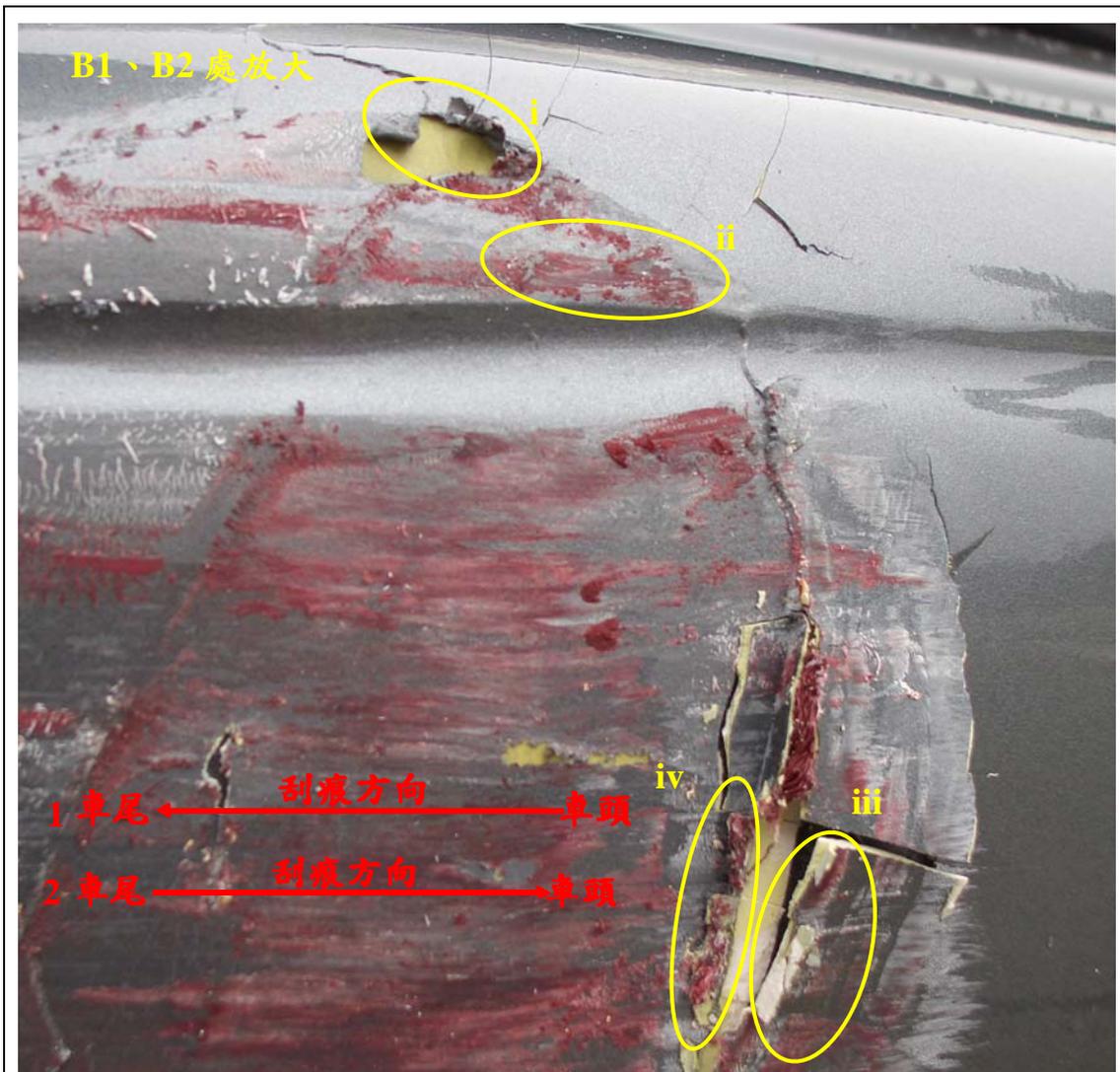
相片 4.3-5.4 A 車右側車身刮損(實驗 05)

相片中，i 處與 ii 處均產生刮痕油漆堆積現象，但其刮痕方向相異，前者為由右往左，後者為由左往右。由 iii 處纖維殘留堆積之方向說明其刮痕方向為由左往右，亦可由 iv 處看出由左往右之刮痕重疊於由右往左之刮痕上，故判斷二次刮痕受力方向為先車頭往車尾，再受到車尾往車頭方向之力。



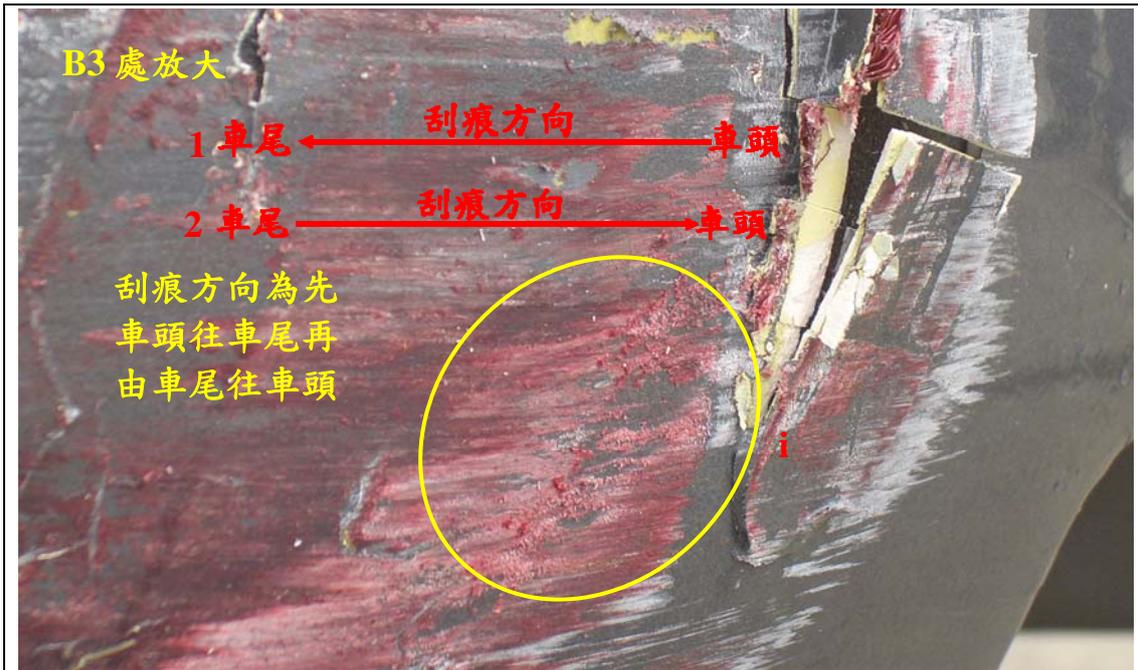
相片 4.3-5.5 B 車右前保險桿受損(實驗 05)

B 車輛接觸後於右前保險桿產生刮痕，以 B1、B2、B3、B4 處分析討論。



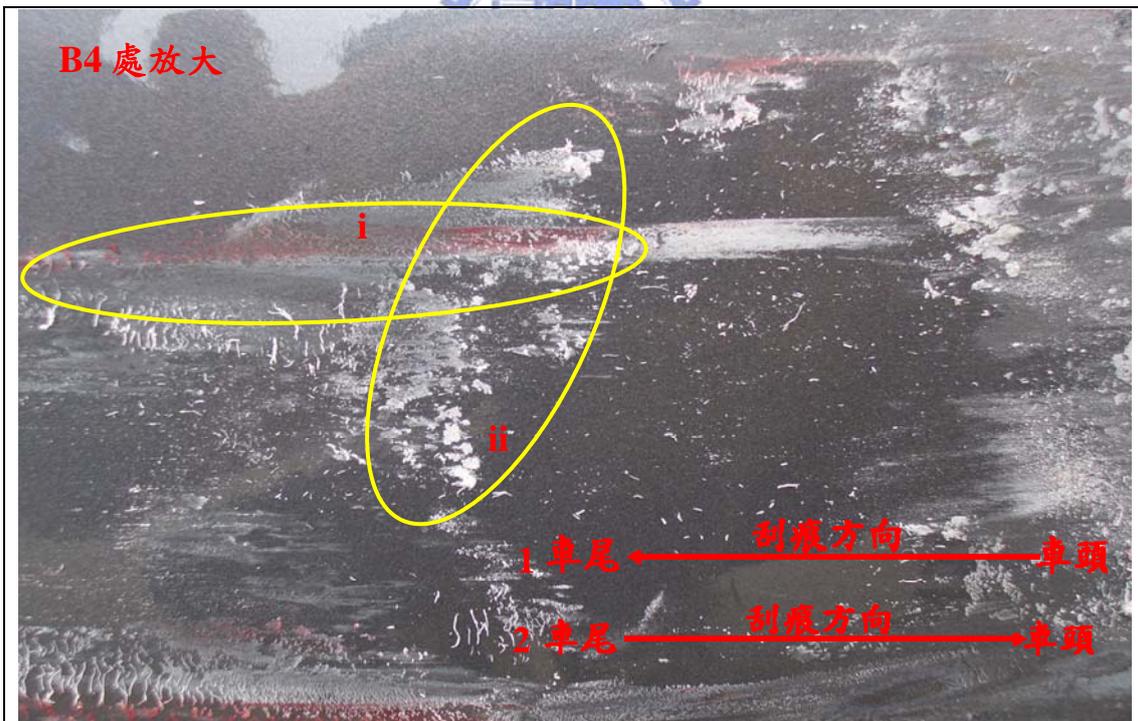
相片 4.3-5.6 B 車右前保險桿受損(實驗 05)

i 處依據車體纖維剝落方向判斷刮痕方向為由左往右。而 ii 處產生刮痕油漆堆積現象，其受力方向為由右往左，顯示此處曾發生二次相異作用力。iii 處與 iv 處產生裂縫，由碎片剝落方向說明兩者受力方向相異，前者為由右往左，後者為由左往右。



相片 4.3-5.7 B 車右前保險桿受損(實驗 05)

i 處中間產生油漆堆積，初步判斷發生二次刮痕現象，此處由右往左之刮痕先產生，再被由左往右之刮痕覆蓋，其油漆堆積位置與第二次刮痕方向較吻合。

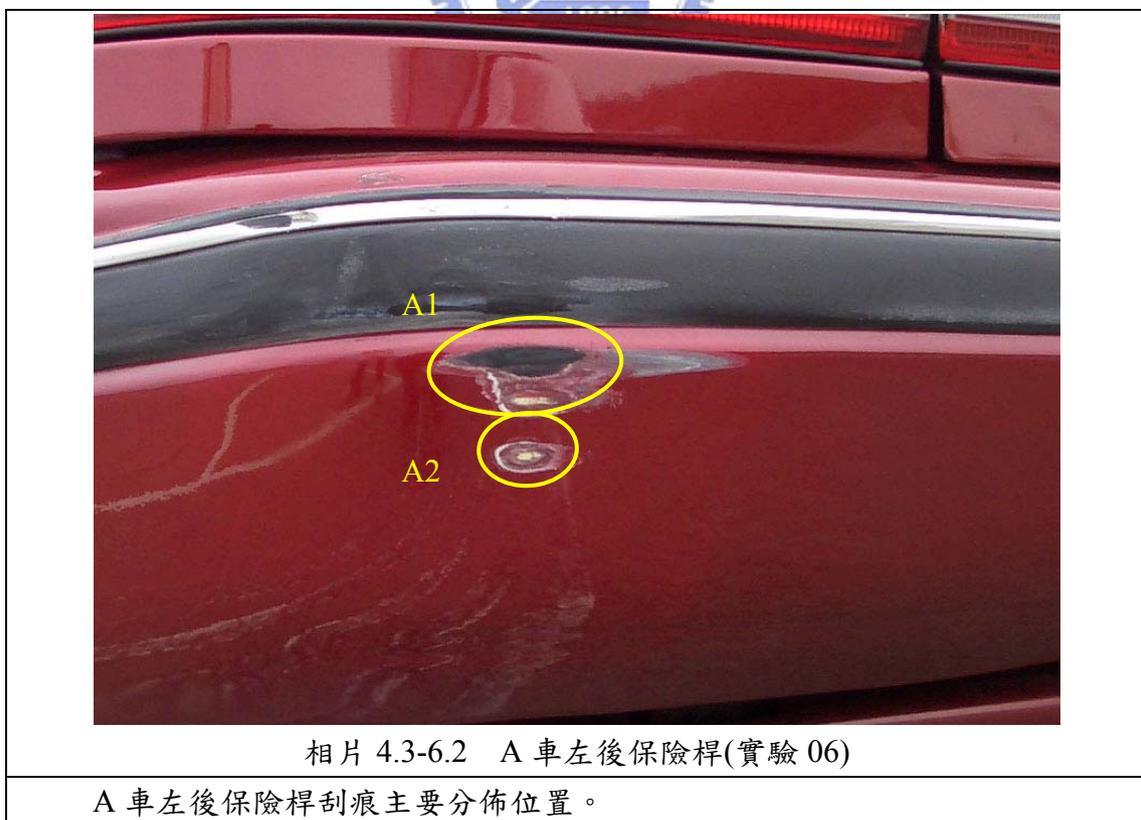
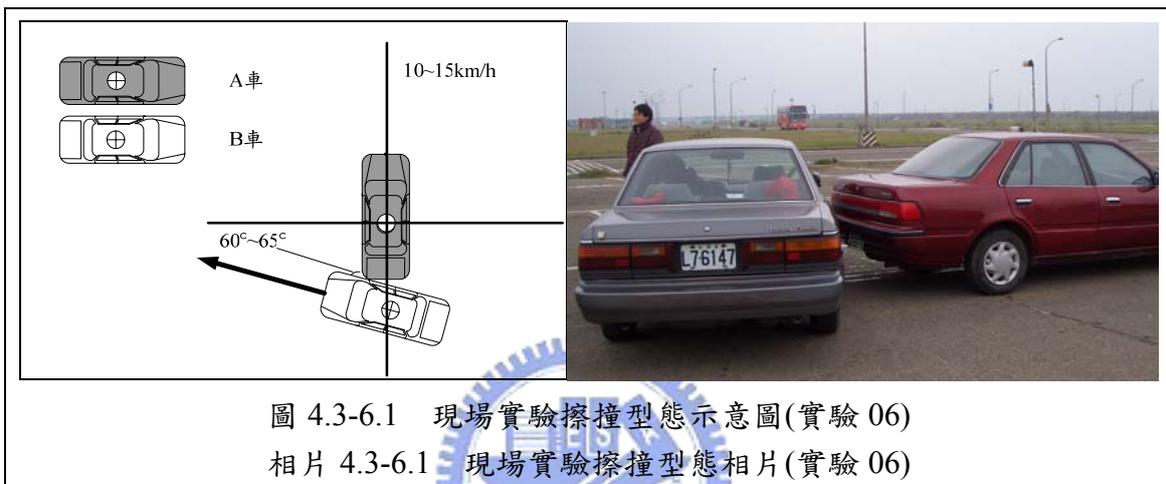


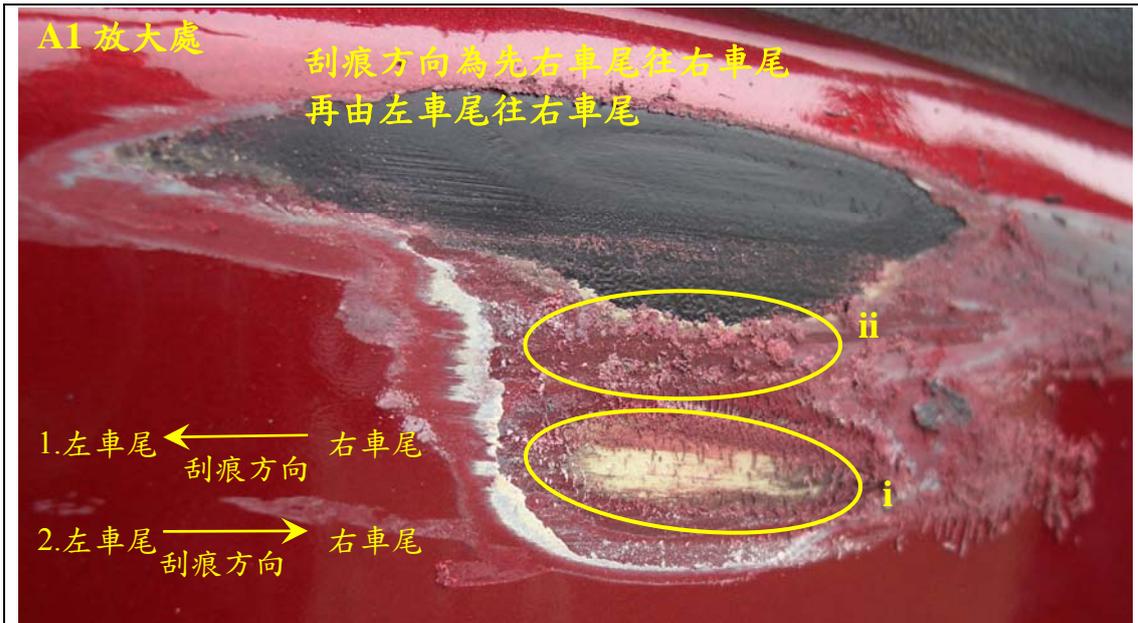
相片 4.3-5.8 B 車右前保險桿受損(實驗 05)

i 處刮痕末端有纖維發散情形，判斷先前發生由右往左之作用力。ii 處之作用力為由左往右，且刮痕末端發散部分有重疊至 i 處現象。

六、實驗 06

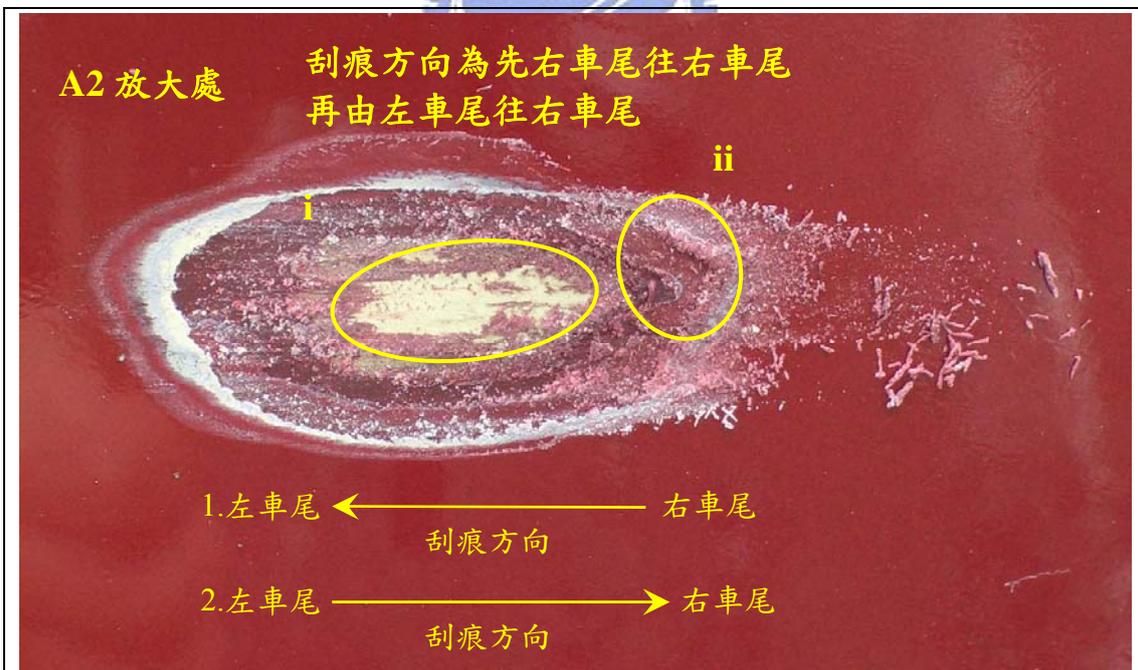
1. 實驗日期：95.03.15
2. 擦撞型態：角撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車靜止不動，遭成約 $60^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 角，從後側而來之 B 車(速度約 10km/h) 以直行的行進軌跡，使 A 車之車尾擦過 B 車之右側車身，待兩車接觸後煞車，然後 B 車在倒車脫離。
6. 刮痕走勢：近似水平趨勢





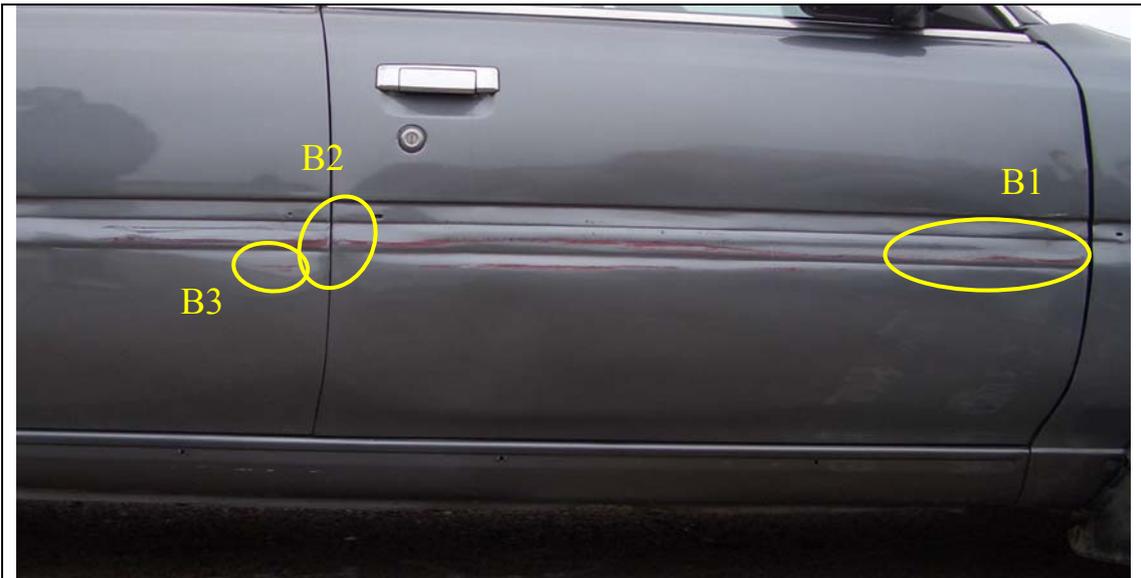
相片 4.3-6.3 A 車左後保險桿與局部放大(實驗 06)

相片中，i 處白色油漆為第一次刮痕，其起始處平整，往終止處發散，但 B 車倒車脫離，則由紅色刮痕所覆蓋；而 ii 處可發現因 B 車倒車脫離時產生由左往右之油漆堆積覆蓋於原始刮痕上，故可推論刮痕方向先是右車尾往左車尾，再由左車尾往右車尾。



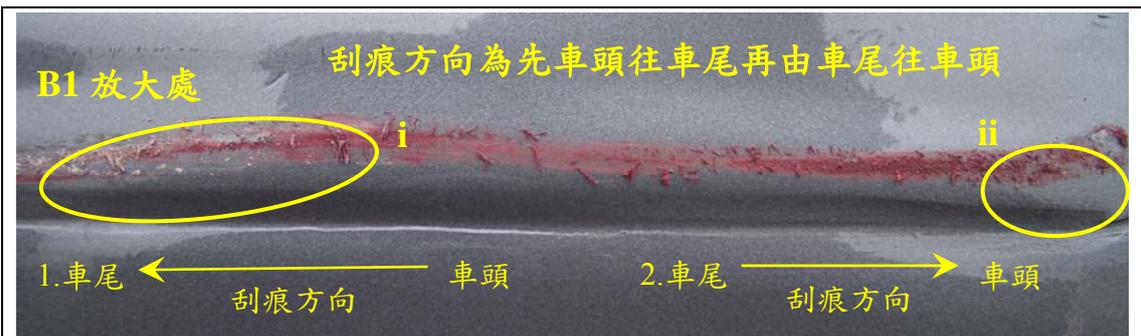
相片 4.3-6.4 A 車左後保險桿與局部放大(實驗 06)

相片中，i 處可發現二次刮痕重疊處，先是由右往左之白色水平刮痕，之後由左往右的紅色刮痕所覆蓋；而於 ii 處可發現倒車脫離時所產生之油漆堆積覆蓋於原始刮痕上，故可推論刮痕方向先是右車尾往左車尾，再由左車尾往右車尾。



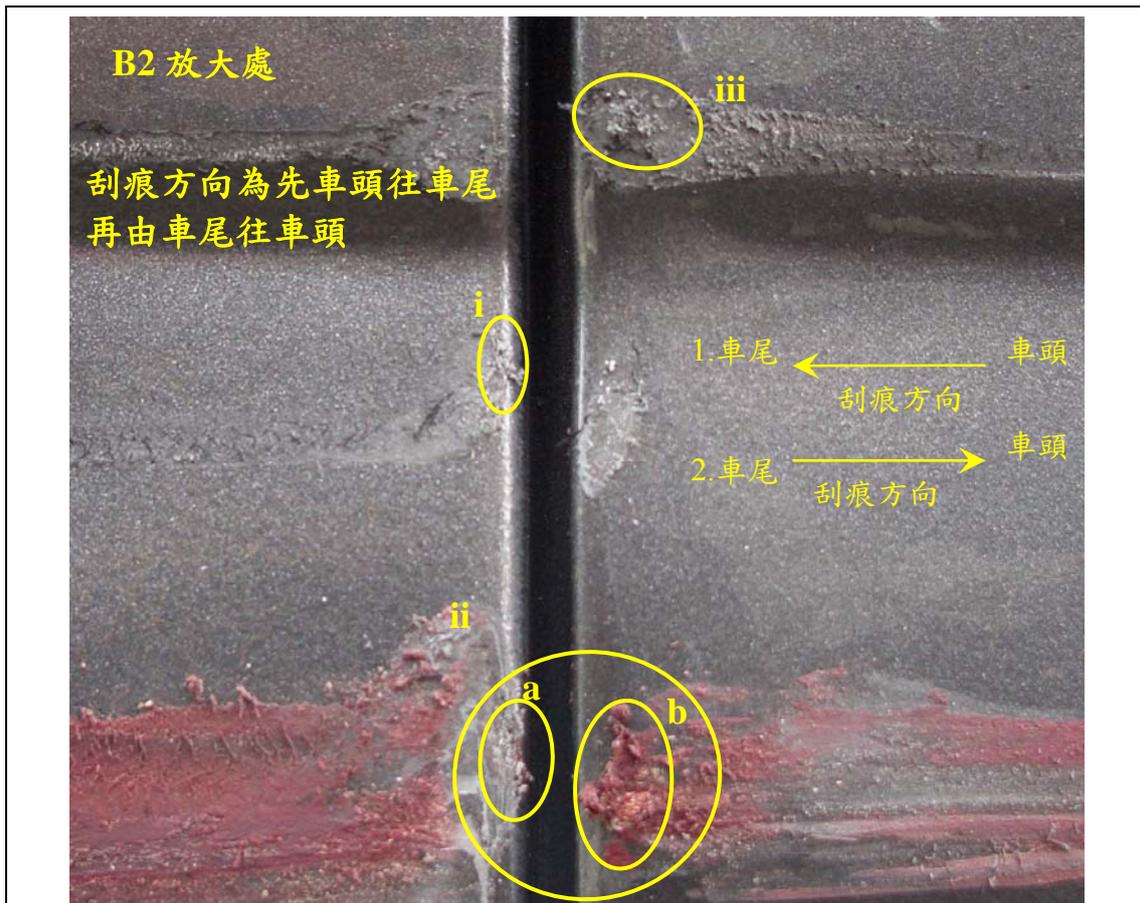
相片 4.3-6.5 B 車右側車身(實驗 06)

B 車右側車身刮痕主要分佈位置。



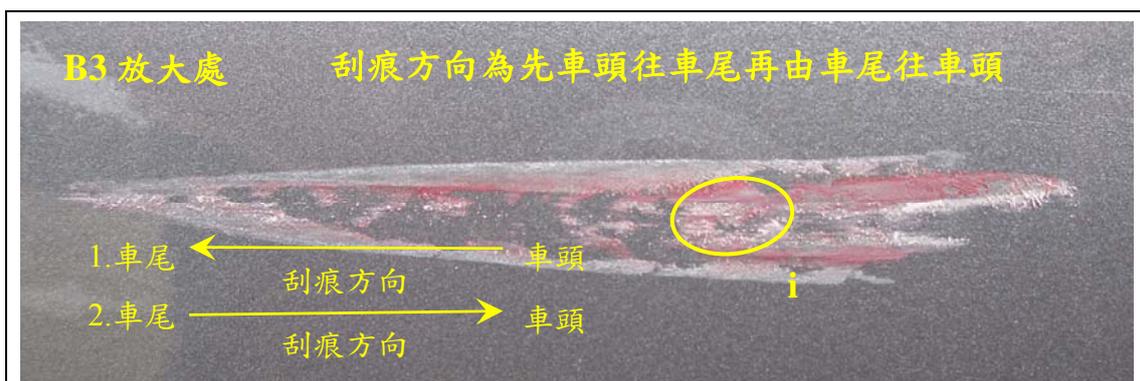
相片 4.3-6.6 B 車右側車身與局部放大(實驗 06)

相片中，i 處可發現白色油漆為第一次刮痕，且油漆堆積於左方，而後因倒車拖離，使得紅色油漆覆蓋於原始刮痕上，並將車體油漆纖維帶到右方，故可推斷刮痕方向為先車頭往車尾，在由車尾往車頭；而 ii 處為倒車脫離時所產生之油漆堆積現象，由油漆堆積方向可以說明刮痕方向為車尾往車頭。



相片 4.3-6.7 B 車右側車身與局部放大(實驗 06)

相片中，由 i 處的油漆堆積現象可推斷刮痕方向為車頭往車尾；ii 處可發現二次刮痕重疊處，先是由車頭往車尾之白色水平刮痕，並於 a 處產生油漆堆積，而後由車尾往車頭之紅色刮痕所覆蓋，並於車門夾縫處產生跳躍且在 b 處產生油漆堆積情形；而由 iii 處油漆堆積現象則可推斷刮痕方向為車尾往車頭。

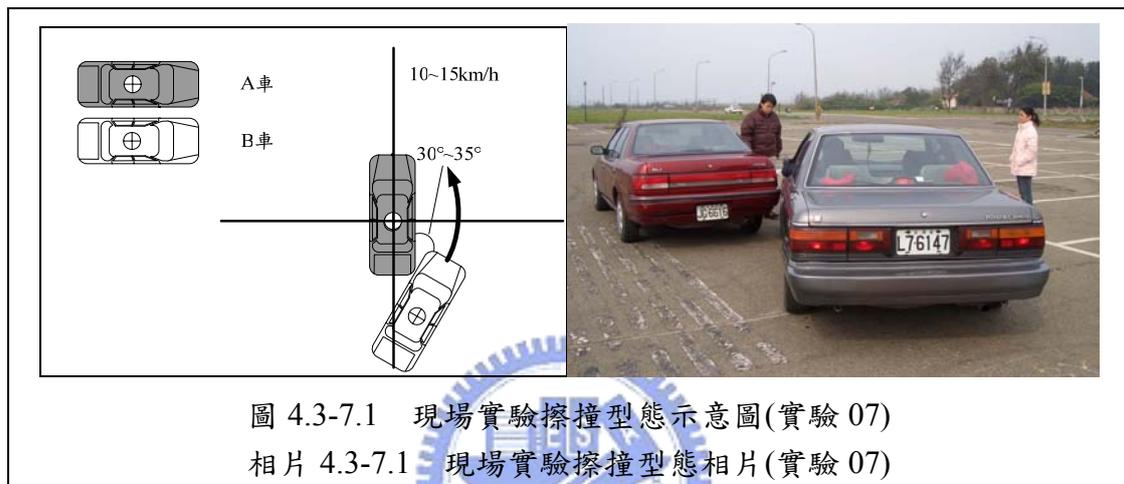


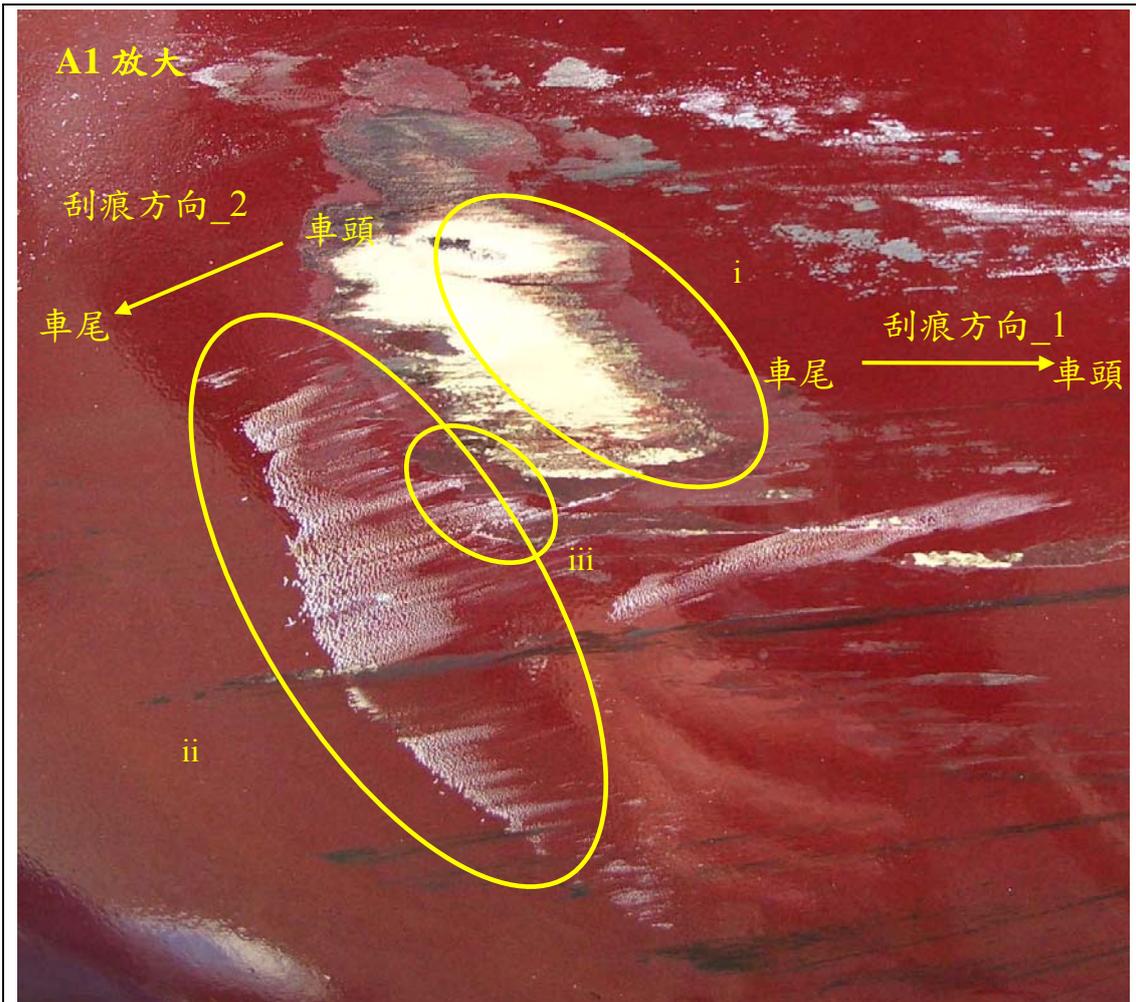
相片 4.3-6.8 B 車右側車身與局部放大(實驗 06)

由相片中可發現二次刮痕重疊處，先是紅色的水平刮痕，並於 i 處產生油漆堆積情形，之後由於 B 車倒車脫離，使得白色刮痕覆蓋於原始刮痕上面，且油漆堆積現象被磨除，因此使得 i 處之油漆堆積情形較為鬆散。

七、實驗 07

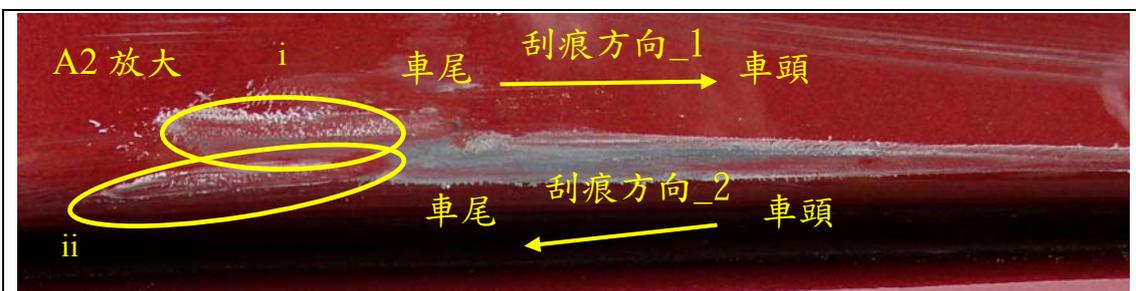
1. 實驗日期：95.03.15
2. 擦撞型態：側撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 15km/hr 略微左彎的軌跡行進，使 B 車左側車身擦撞 A 車右後車身，兩車接觸後，B 車再以直線後退的軌跡行進脫離。
6. 刮痕走勢：A 車刮痕，B 車前進所造成之刮痕呈近似水平趨勢，後退所造成之刮痕呈近似下降趨勢；B 車刮痕為水平趨勢。





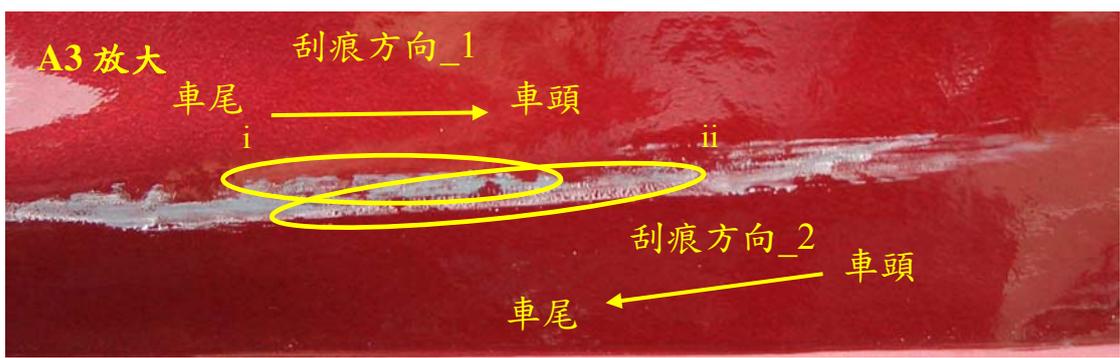
相片 4.3-7.3 A 車右後保險桿(實驗 07)

相片中，i 處刮痕於終止處有發散現象，研判刮痕走向為車尾往車頭；ii 處刮痕起始處受力淺，因車體外型影響受力無法連續，造成刮痕也突然終止，刮痕為下降趨勢，研判刮痕走向應為車頭往車尾；於 iii 處可以發現 i 刮痕被 ii 刮痕所覆蓋，研判 i 刮痕為 B 車前進時所造成，且被後退時造成的 ii 刮痕覆蓋。



相片 4.3-7.4 A 車右後保險桿(實驗 07)

相片中，i 處刮痕起始處呈類似塊狀往終止處發散，研判刮痕走向應為車尾往車頭；ii 處刮痕覆蓋住了 i 刮痕，且有往車尾發散的現象，研判刮痕走向應為車頭往車尾，刮痕走向為下降趨勢。



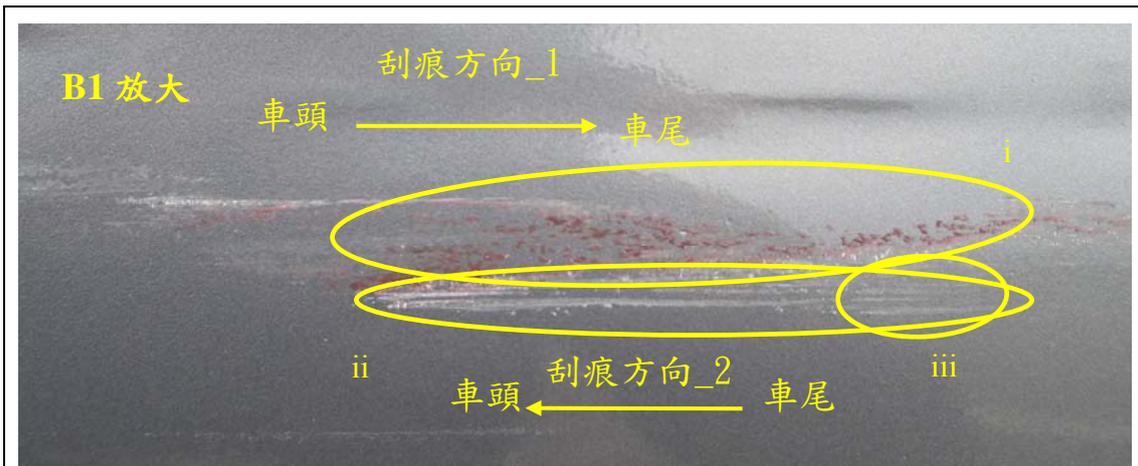
相片 4.3-7.5 A 車右後保險桿(實驗 07)

相片中，i 處刮痕起始處呈類似塊狀往終止處發散，研判刮痕走向應為車尾往車頭；ii 處刮痕覆蓋住了 i 刮痕，呈現魚鱗狀刮痕，魚鱗波峰所指方向為刮痕走向，研判刮痕走向應為車頭往車尾，刮痕走向為下降趨勢。



相片 4.3-7.6 B 車左側車身(實驗 07)

相片中，說明 B 車主要刮痕的分佈情形。



相片 4.3-7.7 B車左前車身(實驗 07)

相片中，i 處刮痕內油漆塊大多有往車尾發散現象，研判刮痕走向應為車頭往車尾；ii 處刮痕覆蓋住了 i 刮痕，呈現彗星狀刮痕，彗星所指方向為刮痕方向，iii 處刮痕也呈現彗星狀刮痕，研判刮痕走向應為車尾往車頭。

八、實驗 08

1. 實驗日期：95.03.15
2. 擦撞型態：角撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，遭成夾角約 $70^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ，從左後方以速度 $10\sim 15\text{km/h}$ 而來之 A 車以左側車身擦撞 B 車右後保險桿處，前進約 $1/2$ 車身後以原角度後退至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。

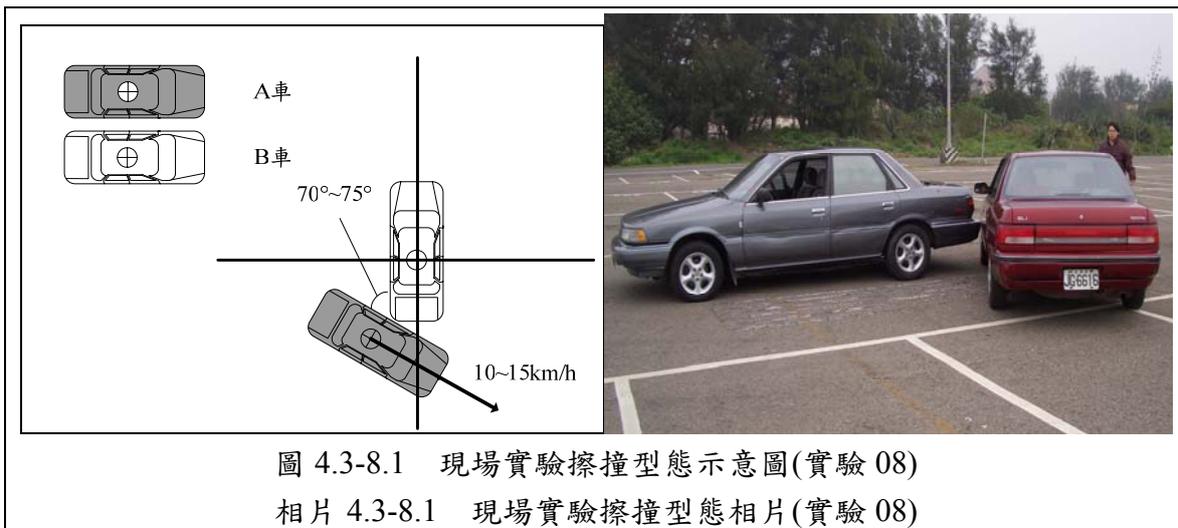
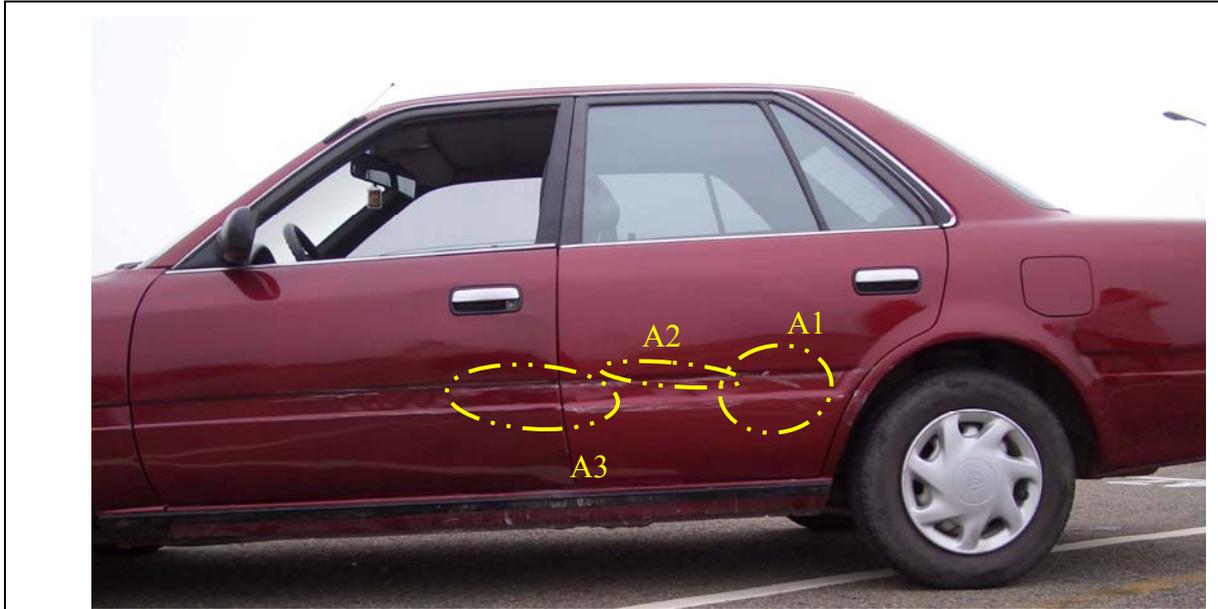


圖 4.3-8.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 08)

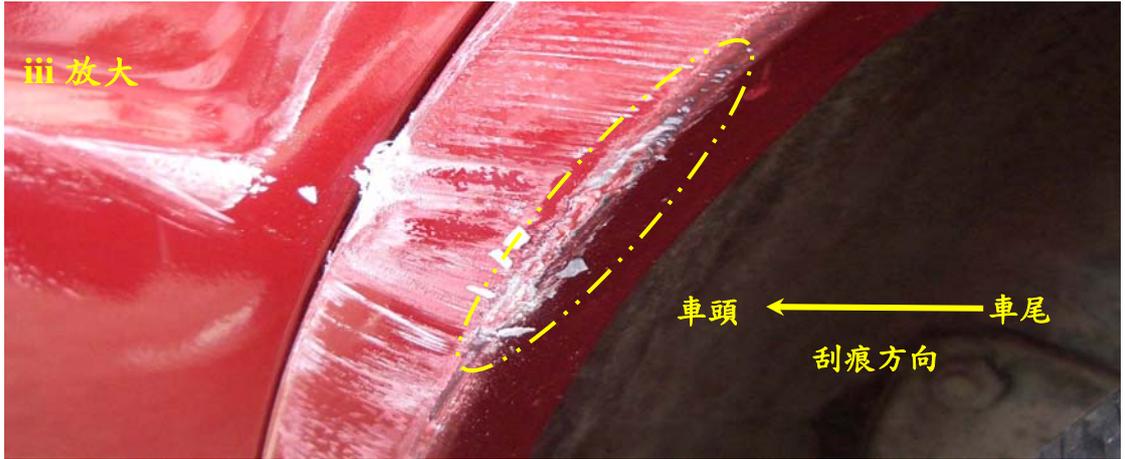
相片 4.3-8.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 08)



相片 4.3-8.2 A 車左側車身(實驗 08)

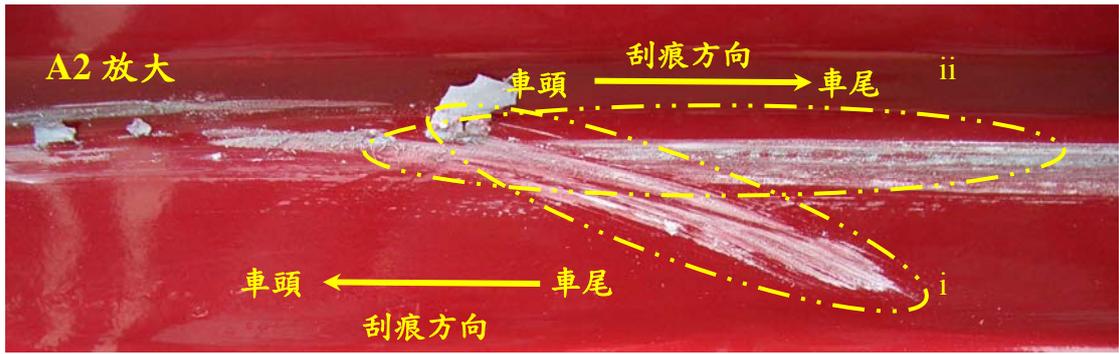
A 車刮痕主要分佈在左側車身附近。





相片 4.3-8.3 4.3-8.4 A 車左後車輪(實驗 08)

i 處因車體造型本身凹陷之故，刮痕延伸至此有跳越之現象，研判刮痕受力方向為由右往左。ii 處車體斷面處右側有堆積的情形，可知刮痕受力方向為由左往右。iii 處之輪拱內側之堆積情形，說明受力方向為由右往左。



相片 4.3-8.5 A 車左後車門(實驗 08)

A 車前進至停止時，受到 B 車延輪拱擠壓而造成車身上移，故 A 車後退時形成 i 處由下往上、受力方向由右往左之刮痕。ii 處之刮痕雖無明顯特徵可以判斷走向，但因部份刮痕受到較晚形成之 i 刮痕覆蓋，推判應為 A 車前進時形成之刮痕，受力方向為由左往右。



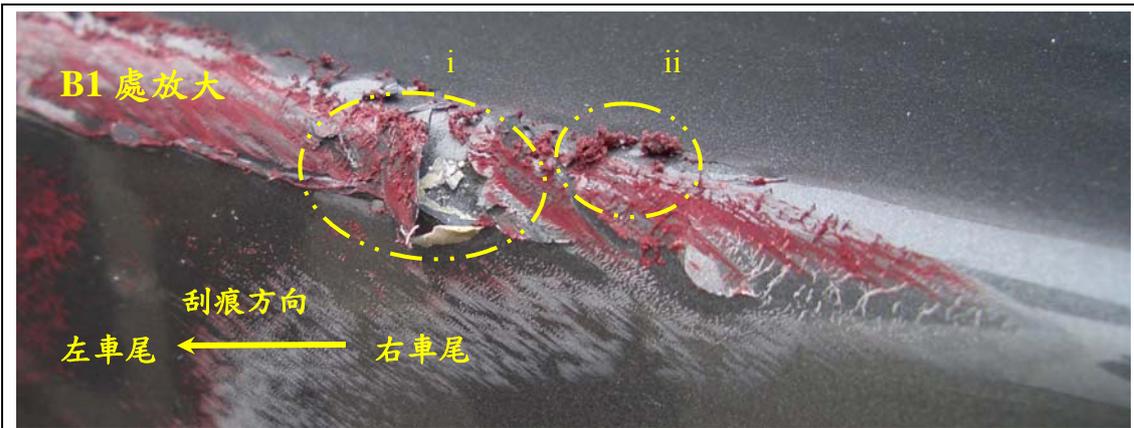
相片 4.3-8.6 A 車左側車體斷面處(實驗 08)

i 處魚鱗狀之刮痕，波峰指向左側，研判受力方向為由右往左。ii 處車體斷面處右側之堆積說明刮痕受力方向為由左往右。



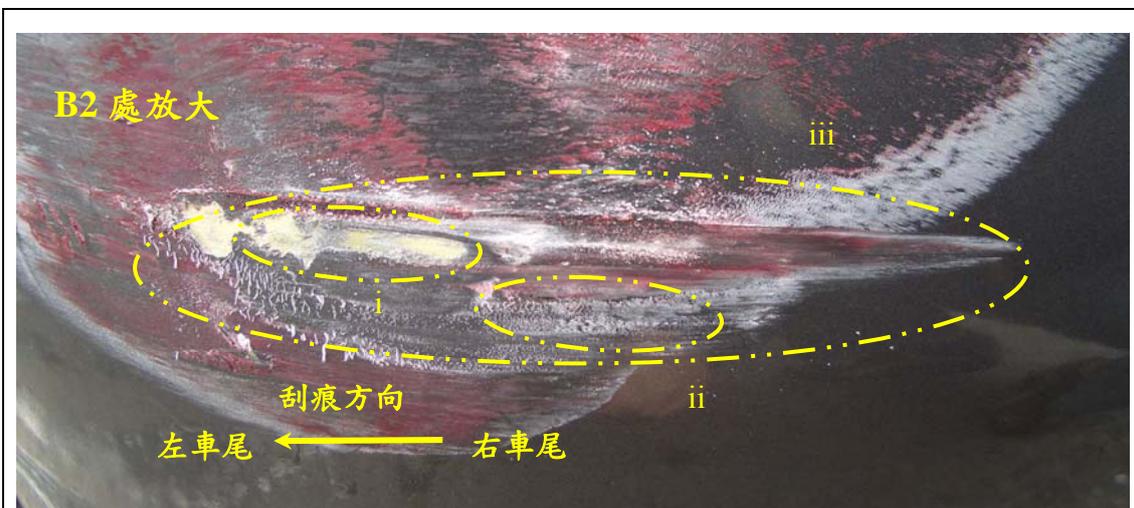
相片 4.3-8.7 B 車左後保險桿(實驗 08)

B 車刮痕集中於左後保險桿一角。



相片 4.3-8.8 B 車左後保險桿(實驗 08)

由 i 處油漆剝落之方向與 ii 處油漆堆積之方向，研判刮痕受力方向為由右往左。

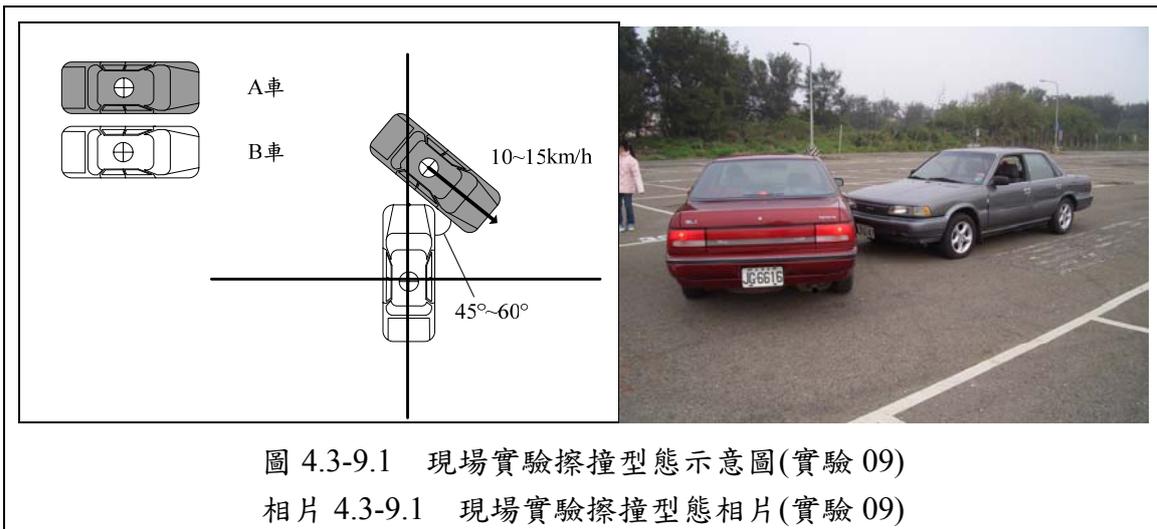


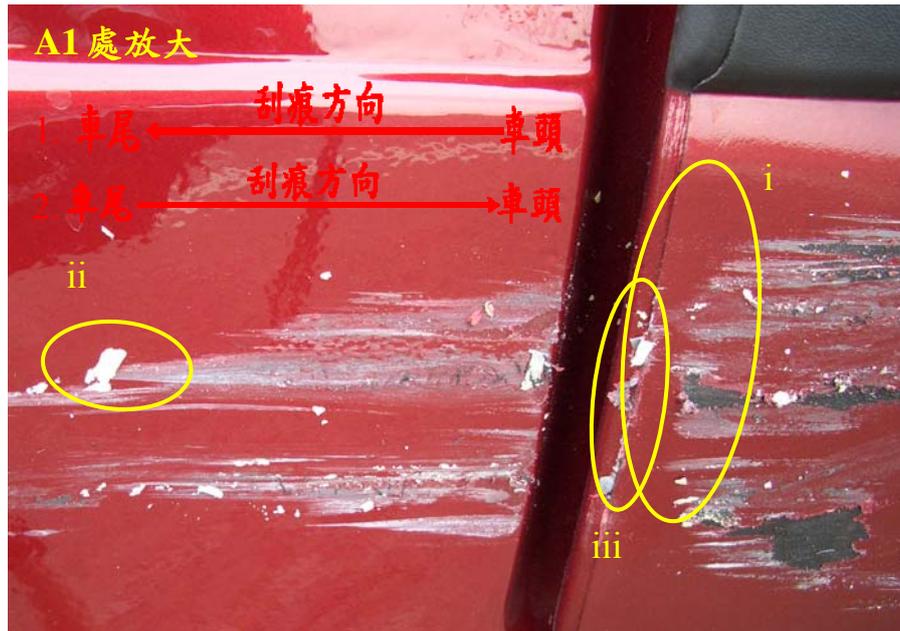
相片 4.3-8.9 B 車左後保險桿(實驗 08)

i 處刮痕右側較為完整，且往左側發散，受力方向為由右往左。ii 處魚鱗狀刮痕之波峰指向左側，且左側之油漆刮痕紋路也有往左拉扯之情形，受力方向應為由右往左。由 i 與 ii 可判斷 iii 為 A 車後退時形成之刮痕，且右側明顯有兩個不同方向之刮痕重疊之情形。

九、實驗 09

1. 實驗日期：95.03.15
2. 擦撞型態：角撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車(速度約 15km/h)以 45~60 度軌跡行進，使 A 車之右車身擦撞 B 車之右前保險桿，待 A 車撞擊至左後門附近靜止後，A 車再進行倒車脫離。
6. 刮痕走勢：近似水平。





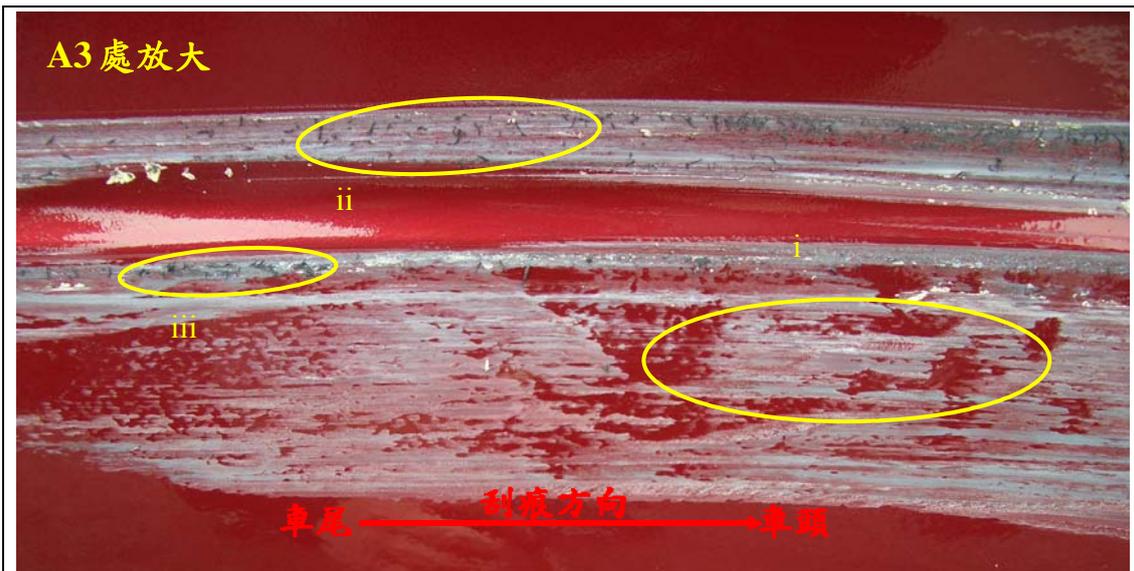
相片 4.3-9.3 A 車右前保險桿與葉子板受損(實驗 09)

A 車前進時在 i 處車體斷面處產生跳越現象，刮痕方向為由右往左。倒車脫離時，ii 處可發現油漆片覆蓋在第一次碰撞所留下之刮痕，受力方向可能為由左往右。在 iii 車體斷面處右側留有油漆堆積，可說明刮痕方向為由左向右。



相片 4.3-9.4 A 車右前葉子板受損(實驗 09)

相片中，該處刮痕為 A 車倒車脫離時所產生，i 處產生油漆向右堆積現象，ii 處產生彗星群之現象，其彗星行進方向為刮痕方向，可說明刮痕方向為由左向右。



相片 4.3-9.5 A 車右前門受損(實驗 09)

相片中，i 處可以見彗星群之刮痕，其彗星行進方向為刮痕方向，故推判刮痕左向右；ii 與 iii 處黑色纖維覆蓋在白色刮痕之上應為第二次刮擦時所產生。



相片 4.3-9.6 A 車右前門與右後門處刮損(實驗 09)

相片中，i 處為 A 車第一次碰撞所產生之刮痕，於兩車門縫左側產生油漆堆積現象且刮痕往終止處線狀發散，推判刮痕為由右向左；ii 處於兩車門縫左側產生油漆堆積現象，推判刮痕為由右向左，且在後車門接縫處因該接縫處之鋼板硬度較周圍高，故當 A 車倒車脫離時，車門周圍受壓力致使接縫處較為突出，導致接縫處第一次刮擦產生油漆堆積之現象被磨除，推判該處刮痕為由左向右；iii 處疑似為二次刮痕重疊處，黑色纖維覆蓋原先之刮痕。



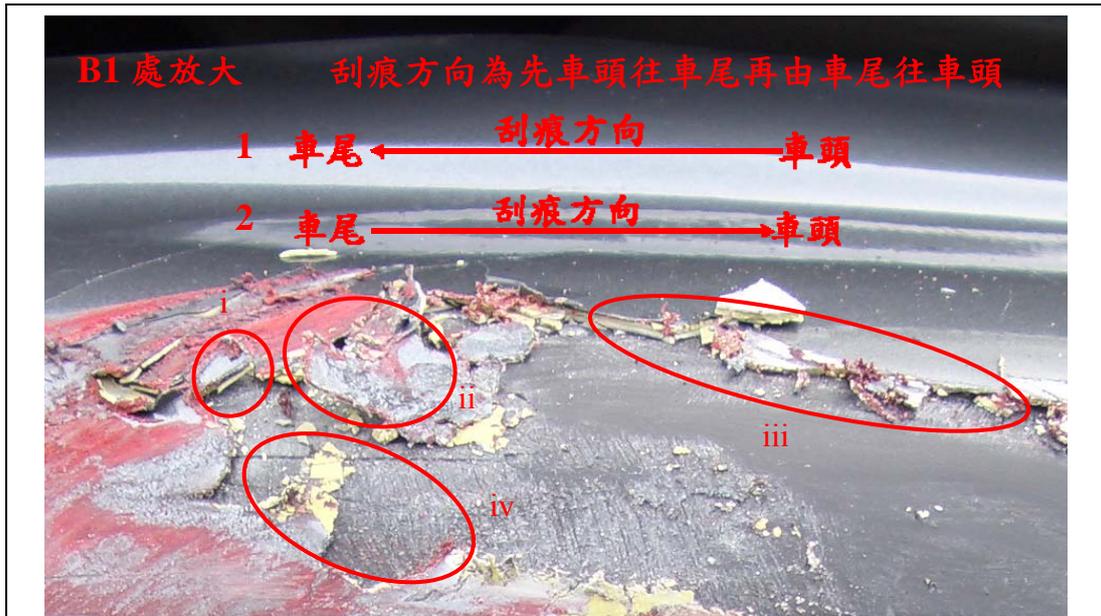
相片 4.3-9.7 A 車右側車身刮損(實驗 09)

相片中，i 處可以看見刮痕產生彗星群之現象，其彗星群行進方向為刮痕方向，故推判該處刮痕為由右向左；ii 處於斷面處左側產生油漆堆積現象，故推判該處刮痕為由右向左；iii 處於 A 車倒車脫離時所致於斷面處產生油漆堆積現象，故推判該處刮痕為由左向右；iv 與 v 處可以發現兩次刮痕之現象，其刮痕先由右往左，再由左往右，且亦可發現由左往右之刮痕產生彗星之現象，其彗星走向為刮痕行進方向。



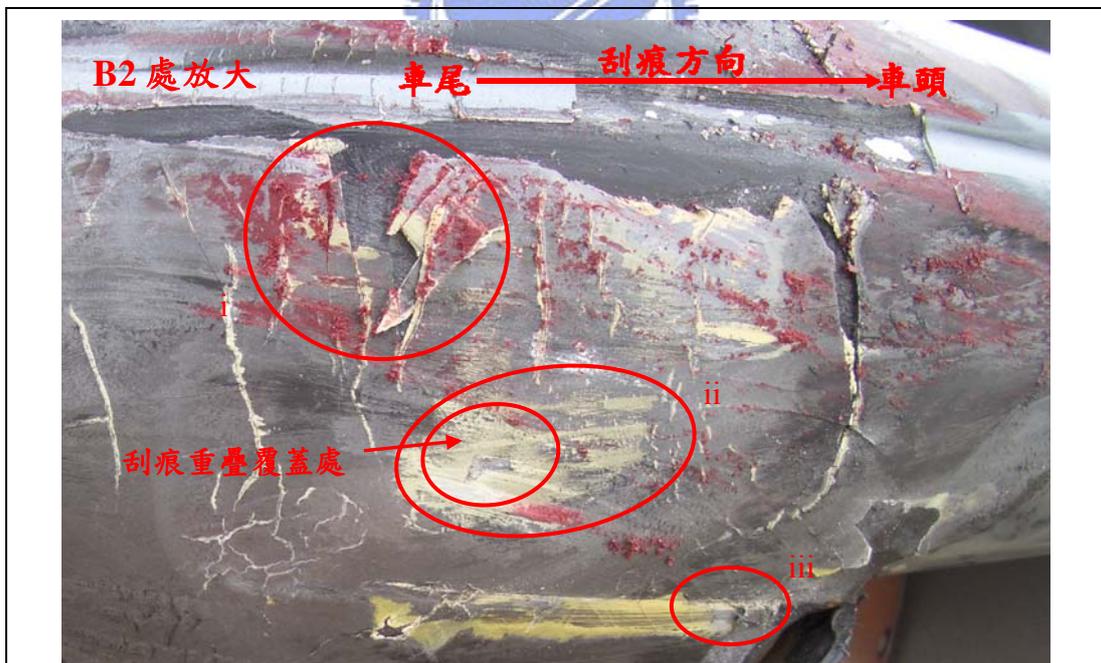
相片 4.3-9.8 B 車右前保險桿受損(實驗 09)

B 車輛於接觸後於右前保險桿處產生刮擦痕，將以 B1~B5 處分析討論。



相片 4.3-9.9 B 車右前保險桿受損(實驗 09)

相片中，i 處為 A 車第一次撞擊時所導致油漆向左掀起，推斷受力由右向左；ii 處為 A 車脫離時致使油漆向右掀起，iii 與 iv 處皆可見油漆在右側產生堆積現象，且 iv 處應車輛脫離時跳動之關係，致使該處刮痕呈現上下刮擦之現象，故推斷刮痕由左向右。



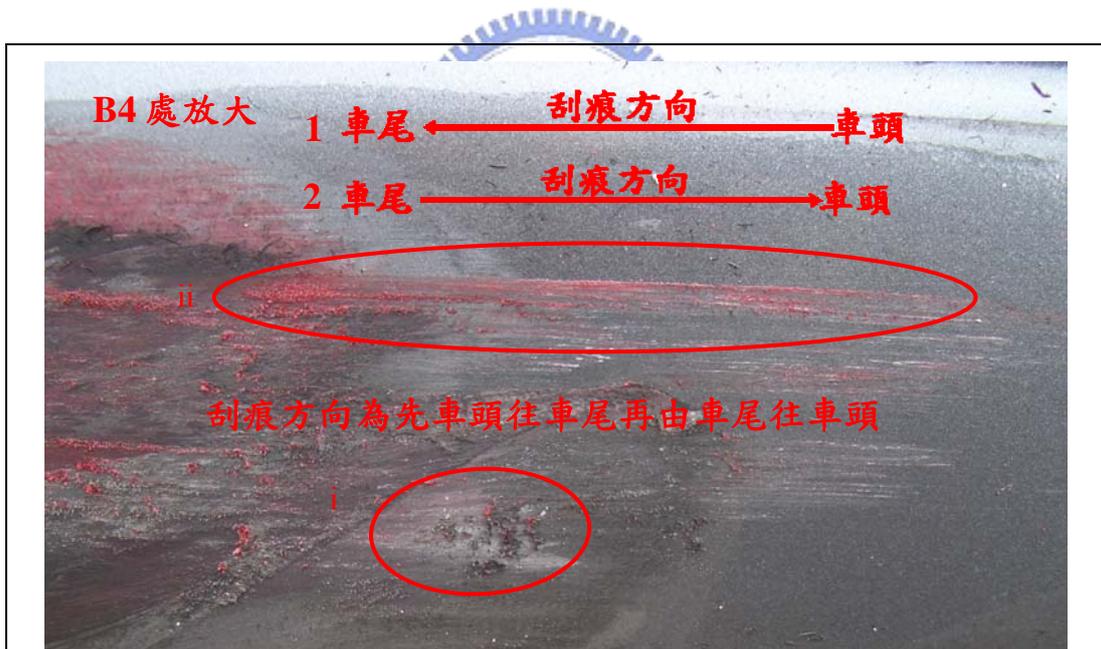
相片 4.3-9.10 B 車右前保險桿受損(實驗 09)

相片中，i 處為 A 車倒車脫離時所產生之油漆向右堆積，ii 處產生彗星群，行進方向為刮痕方向，且所產生之彗星刮痕覆蓋第一次撞擊時之刮痕，iii 處產生油漆向右堆積之現象，故可推斷刮痕由右向左。



相片 4.3-9.11 B 車右前保險桿受損(實驗 09)

相片中，i 處起始處較為平整且終止處產生油漆堆積之現象，ii 處亦可見油漆向右堆積之現象，故可推斷刮痕由右向左。

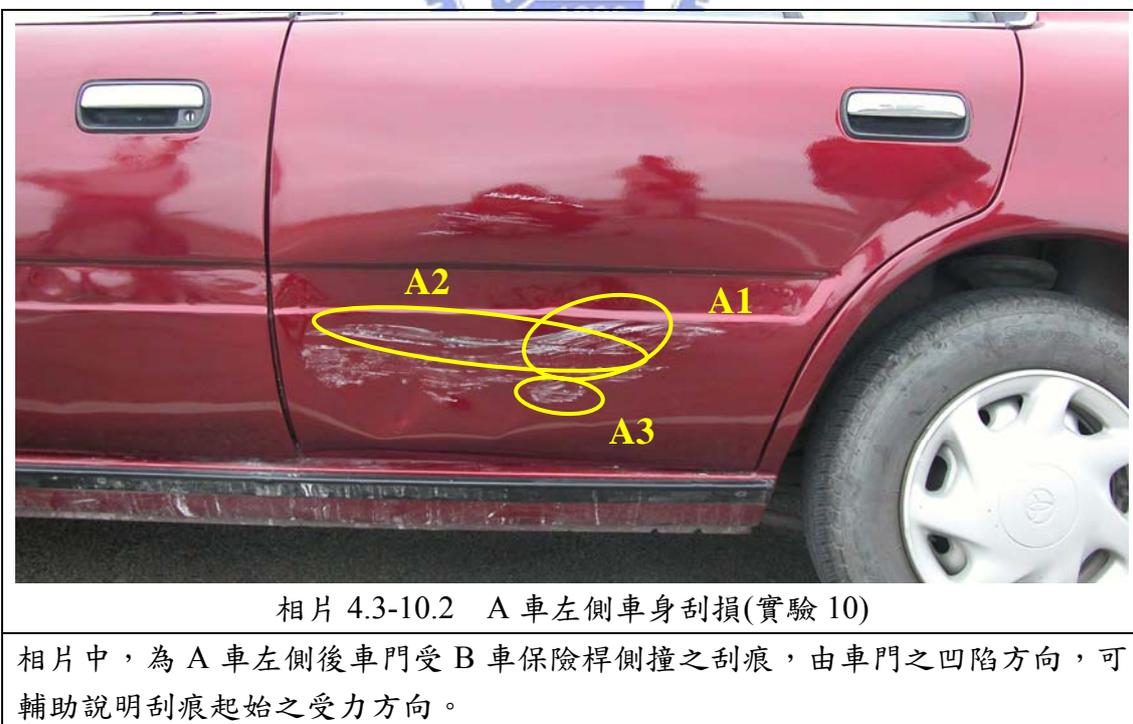
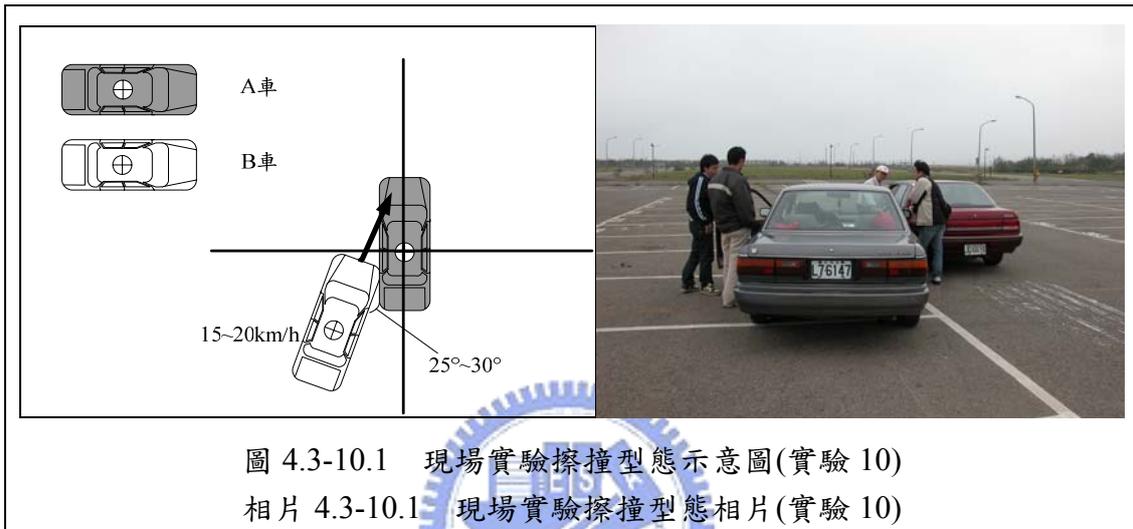


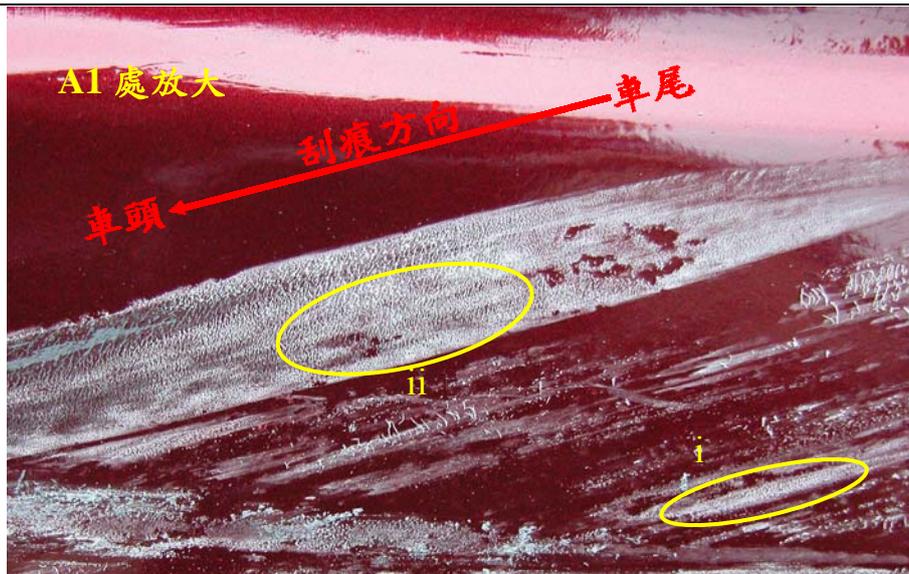
相片 4.3-9.12 B 車右前保險桿受損(實驗 09)

相片中，i 處白色刮痕為 A 車第一次碰撞時所產生，其起始處類似塊狀往終止處線狀發散，而再白色刮痕上覆蓋有 A 車倒車脫離時所附著之黑色油漆，故推判刮痕由右向左；ii 處紅色刮痕為 A 車倒車脫離時所產生其刮痕往終止處線狀發散，故推判刮痕由左向右，且紅色之刮痕覆蓋第一次刮擦產生之白色刮痕。

十、實驗 10

1. 實驗日期：95.02.22
2. 擦撞型態：側撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車(速度約 15km/h)以 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 軌跡行進，使 B 車之右前保險桿擦撞 A 車之左車身，待 B 車撞擊靜止後，B 車再進行倒車脫離。
6. 刮痕走勢：由上往下。





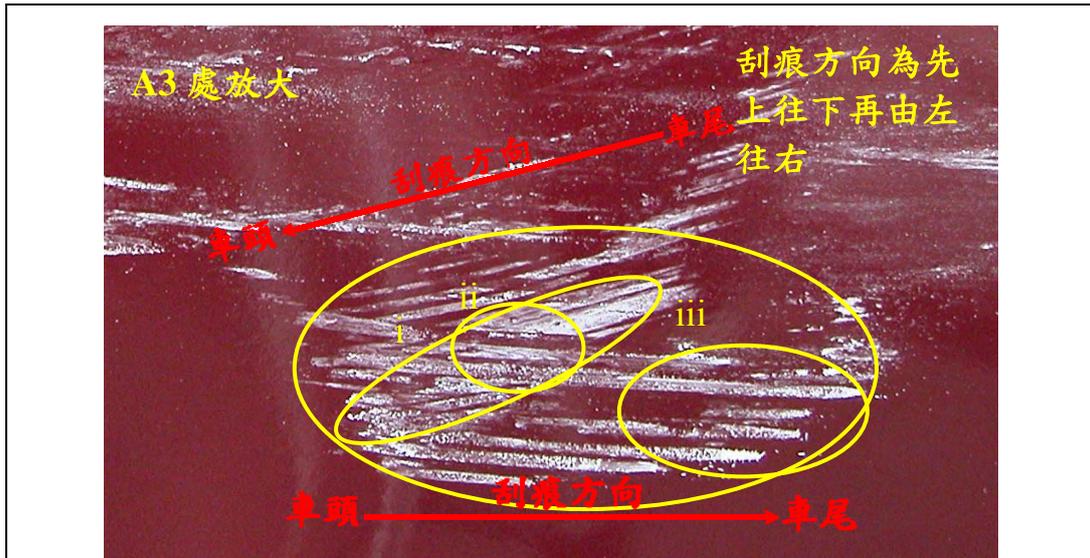
相片 4.3-10.3 A 車左側車身刮損(實驗 10)

相片中，i 處與 ii 處放大後刮痕產生魚鱗之現象，其波峰方向為刮痕之方向，為由上往下；其刮痕因受 B 車撞擊後，B 車車體下沉，故使刮痕產生由上往下之走勢。



相片 4.3-10.4 A 車左側車身刮損(實驗 10)

相片中，i 處可以看出纖維殘留堆積之方向為向右堆積翻起，推論其刮痕方向為由左往右，ii 處為二次刮痕處，可以明顯看見，其由上往下之刮痕被 i 處之水平延伸刮痕所覆蓋，其刮痕特性於終止處範圍因車輛逐漸脫離而漸小。



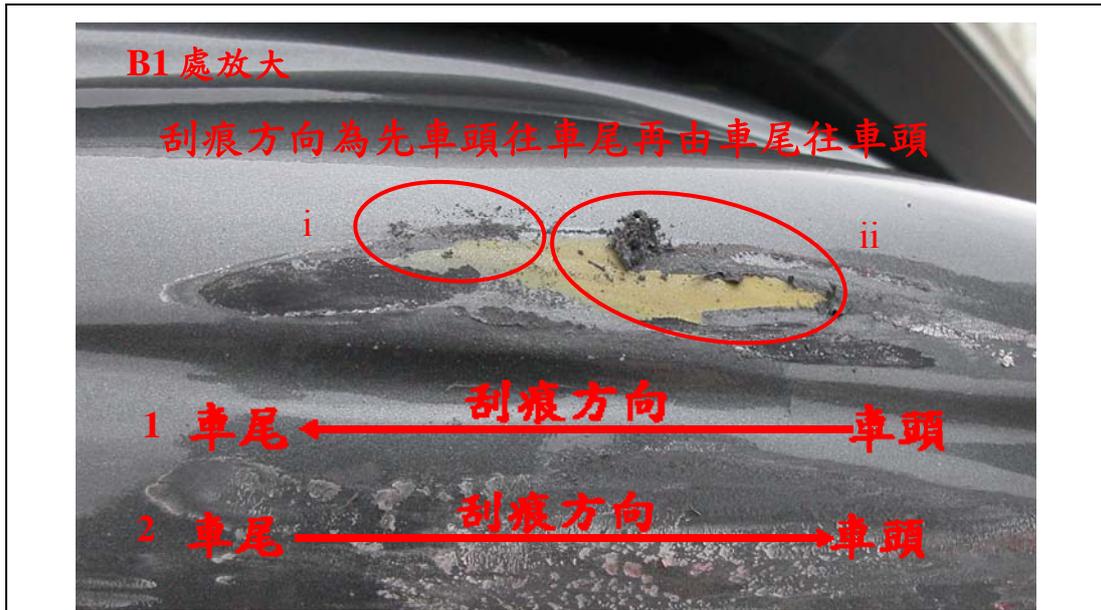
相片 4.3-10.5 A 車左側車身刮損(實驗 10)

相片中，i 處刮痕為 B 車初始撞擊 A 車時所產生之刮痕，其刮痕產生彗星群之特性，其彗星走向為刮痕方向；ii 處可以看見二次刮痕重疊處，其由上往下之刮痕被由左往右之水平刮痕所覆蓋；iii 處為 A 車撞擊後倒車脫離時所產生，刮痕亦產生彗星群之特性，其彗星走向為刮痕方向。



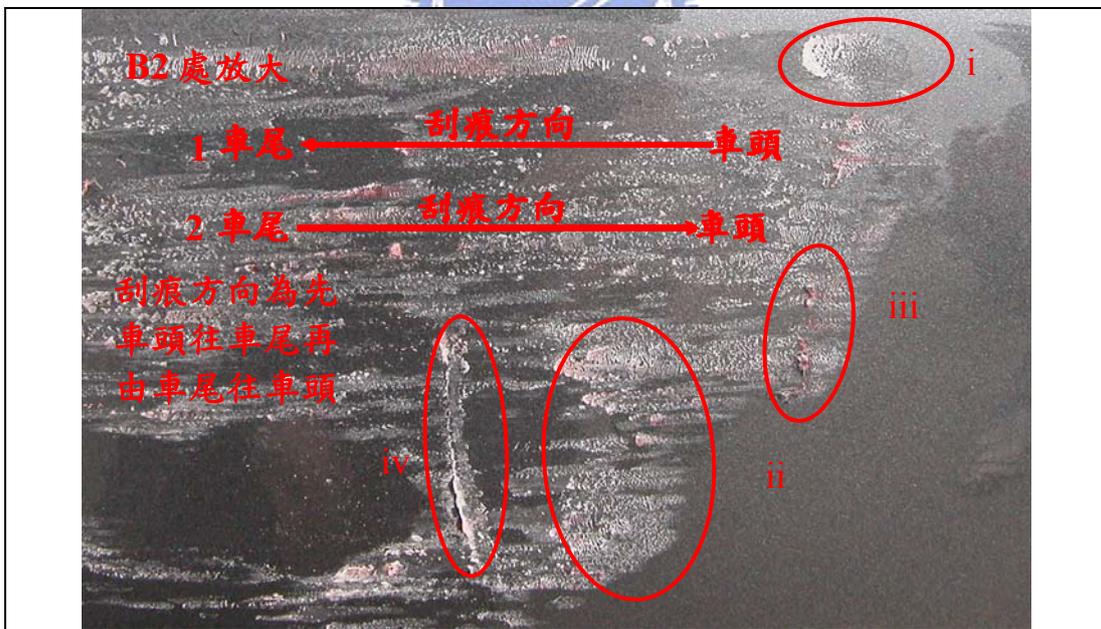
相片 4.3-10.6 B 車右前保險桿受損 (實驗 10)

B 車輛於接觸後於右前保險桿處產生刮擦痕，將以 B1、B2、B3、B4 處分析討論。



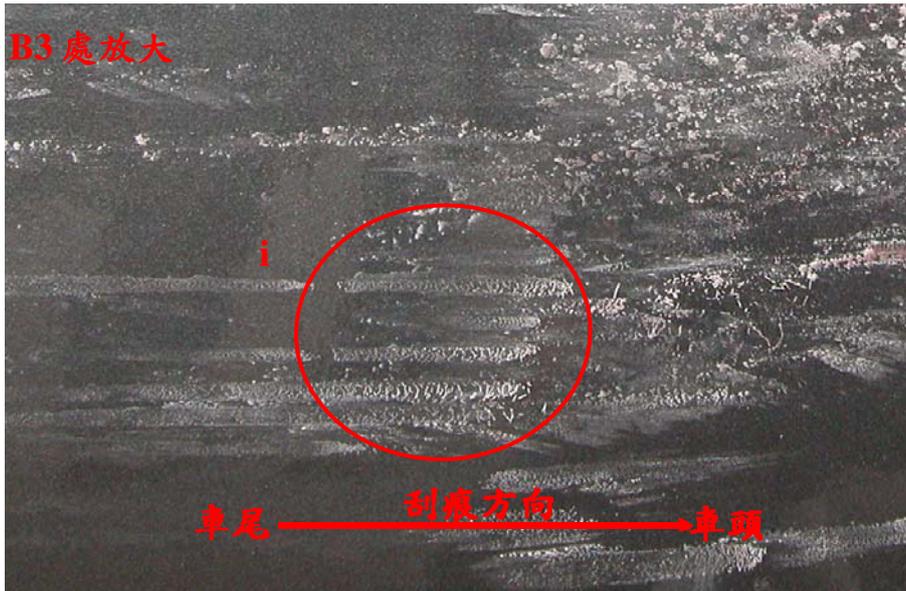
相片 4.3-10.7 B 車右前保險桿受損 (實驗 10)

相片中，i 處為第一次碰撞時所留下之油漆堆積，但 A 車倒車脫離時，油漆堆積現象被磨除，因此使得 i 處之油漆堆積情形較為鬆散，說明第一次刮痕方向為車頭往車尾；ii 處為倒車時所產生之油漆堆積情形，由油漆堆積方向可以說明刮痕方向為車尾往車頭。



相片 4.3-10.8 B 車右前保險桿受損 (實驗 10)

相片中，i 處油漆堆積方向為由右往左堆積為刮痕方向；ii 處其刮痕呈現近似彗星群之情況，其彗星行進方向為刮痕方向；另外，iii 處為車輛倒車脫離時產生由右往左之油漆堆積覆蓋於原始刮痕上；此外，iv 處保險桿產生破裂痕，該破痕之右側可發現油漆堆積之情形，刮痕方向為由左往右。



相片 4.3-10.9 B 車右前保險桿受損 (實驗 10)

相片中，i 處刮痕產生彗星群之情況，其彗星行進方向為刮痕方向，可說明刮痕方向為由左向右。

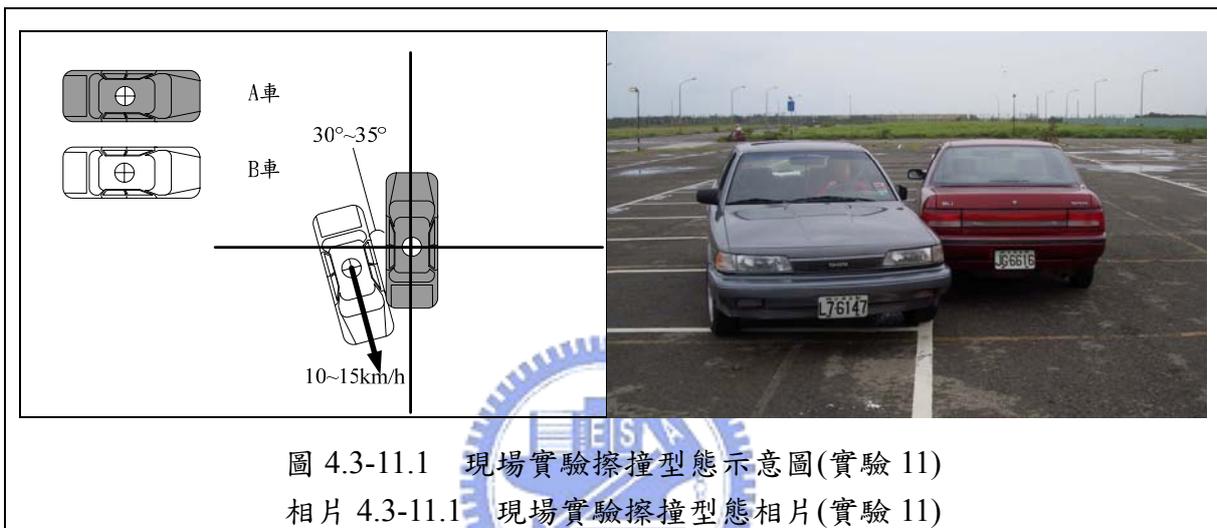


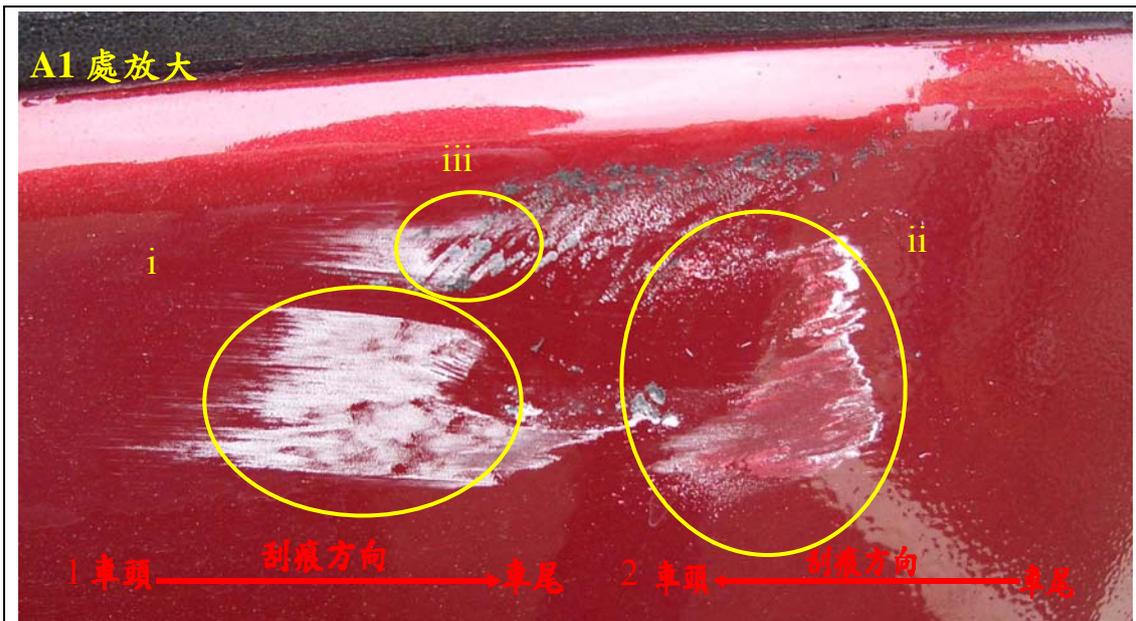
相片 4.3-10.10 B 車右前保險桿受損 (實驗 10)

相片中，i 處油漆堆積方向為由右往左堆積為刮痕方向，說明刮痕方向為由右向左；ii 處於車燈罩上產生油漆由左往右之堆積情形，為 B 車倒車脫離時所產生，此說明刮痕方向為由左往右。

十一、實驗 11

1. 實驗日期：95.05.24
2. 擦撞型態：對撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，遭成約 30~35 度角，從右方以速度 10~15km/hr 而來之 B 車以左側車身擦撞 A 車左後車尾，兩車接觸後 B 車前進半個車身左右再以原角度後退至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平及上升趨勢。





相片 4.3-11.3 A 車左後車尾刮損(實驗 11)

i 處右側因車體本身凹曲，刮痕延伸至此處突然脫離而使得斷面處平整，研判刮痕方向應為由左往右；ii 處刮痕左側變淡發散，且有粉末堆積，研判刮痕方向應為由右往左；iii 處可以看見二次刮痕重疊處，配合其它跡證可知先有由左往右之刮痕，並被後來產生的由上往下之刮痕所覆蓋，。



相片 4.3-11.4 A 車左後車尾刮損(實驗 11)

i 處左右兩側的刮痕斷面處都有被磨平的情形，研判應為二個不同方向的刮痕重疊所致；ii 處左側有刮痕重疊的情況，由堆積情況與刮痕終止處平整研判應為 B 車後退時所產生之刮痕，故方向應為由右往左。



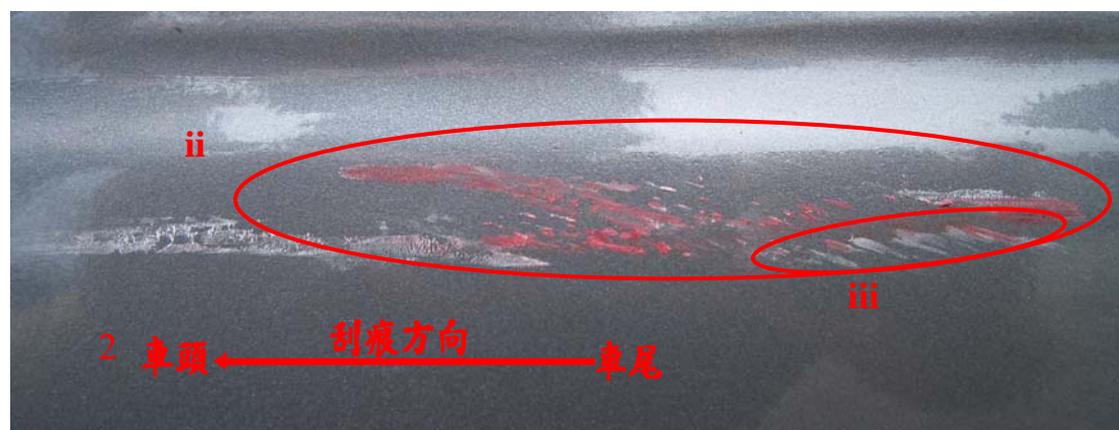
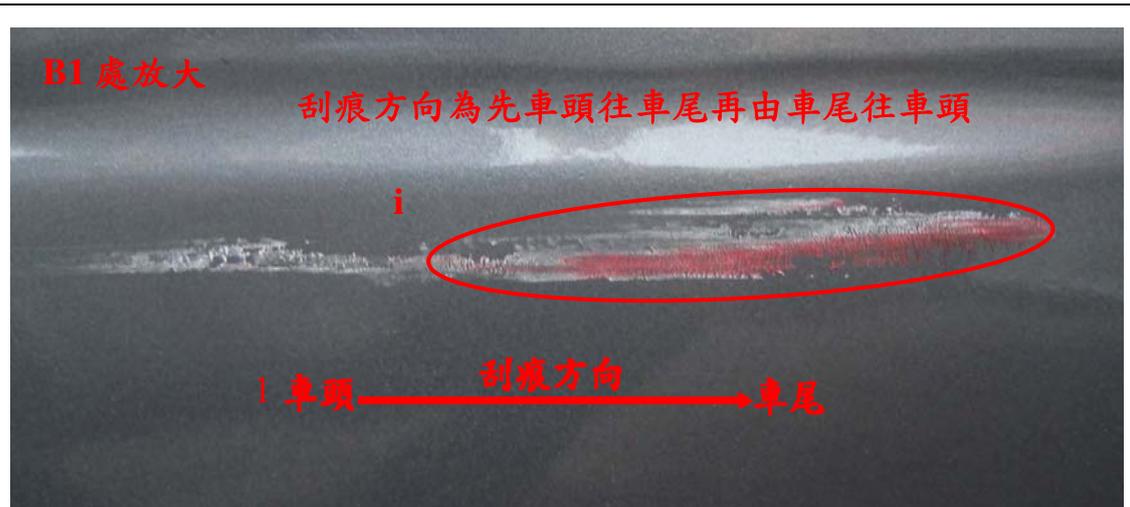
相片 4.3-11.5 A 車左側車身刮損(實驗 11)

相片中，左側有油漆屑堆積，且油漆刮痕紋路有往左拉扯的情形，研判刮痕受力方向應為由右往左。



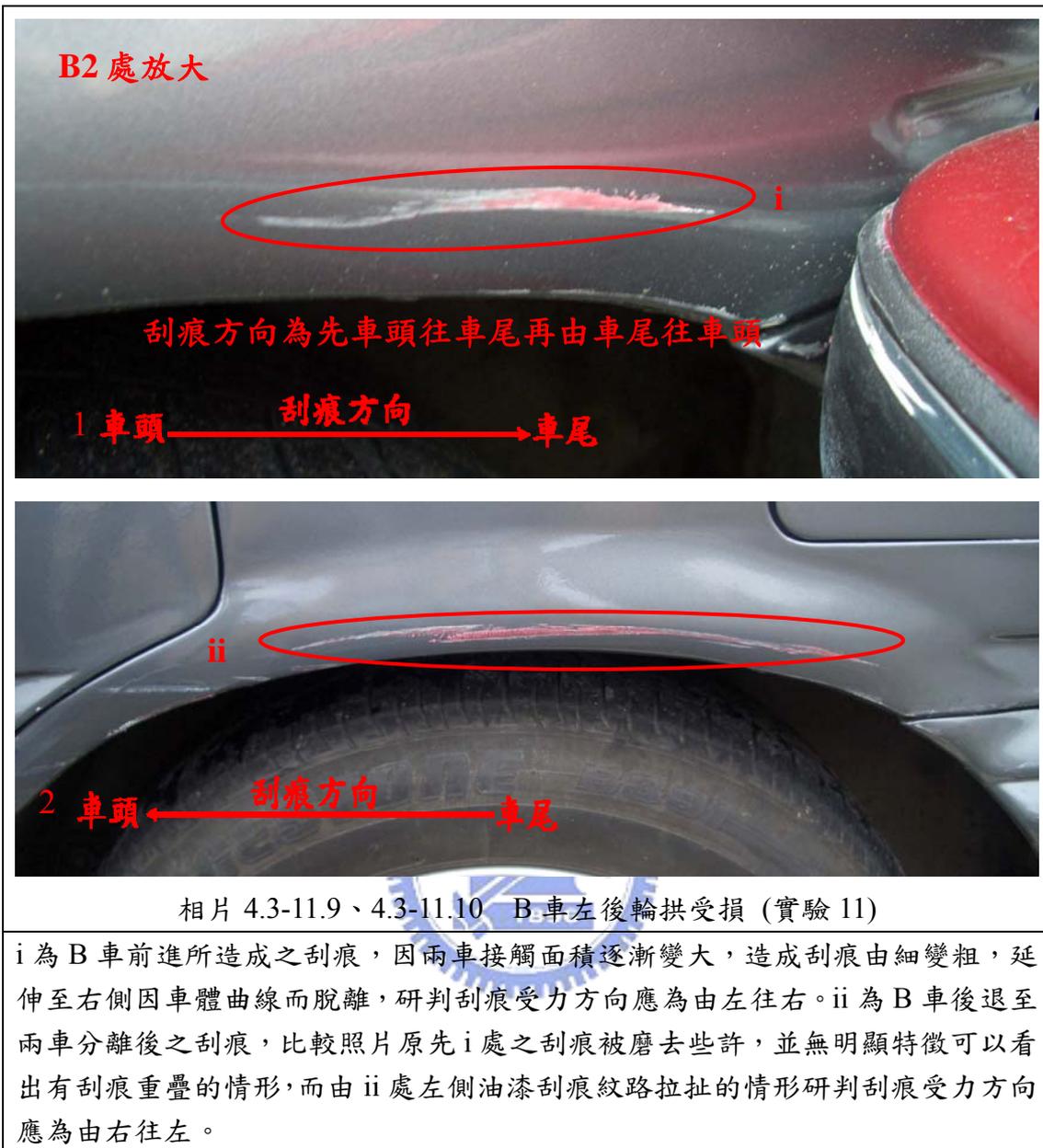
相片 4.3-11.6 B 車左側車身受損情形 (實驗 11)

B 車輛於接觸後於左側車身多處產生刮擦痕，將以 B1、B2 處分析討論。



相片 4.3-11.7、4.3-11.8 B 車左後車門受損 (實驗 11)

相片中，i 為 B 車前進半個車身左右後所造成之刮痕，油漆刮痕紋路有往右拉扯的情形，研判刮痕受力方向應為由左往右。ii 為 B 車以原角度後退至兩車分離後之刮痕，由兩張照片比較明顯可以發現 i 處的刮痕被後來產生的刮痕所覆蓋，iii 處的彗星群刮痕說明刮痕行進方向為右下往左上。



十二、實驗 12

1. 實驗日期：95.05.24
2. 擦撞型態：側撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以速度約 15km/h 略微右彎軌跡行進，使 A 車右側車門擦撞 B 車左前保險桿，兩車接觸後 A 車前進約半個車身後停止，再以原角度倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。

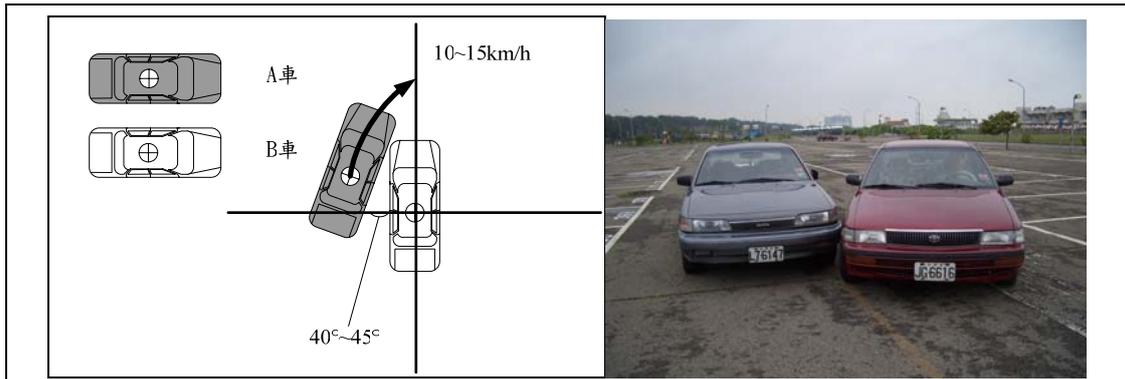


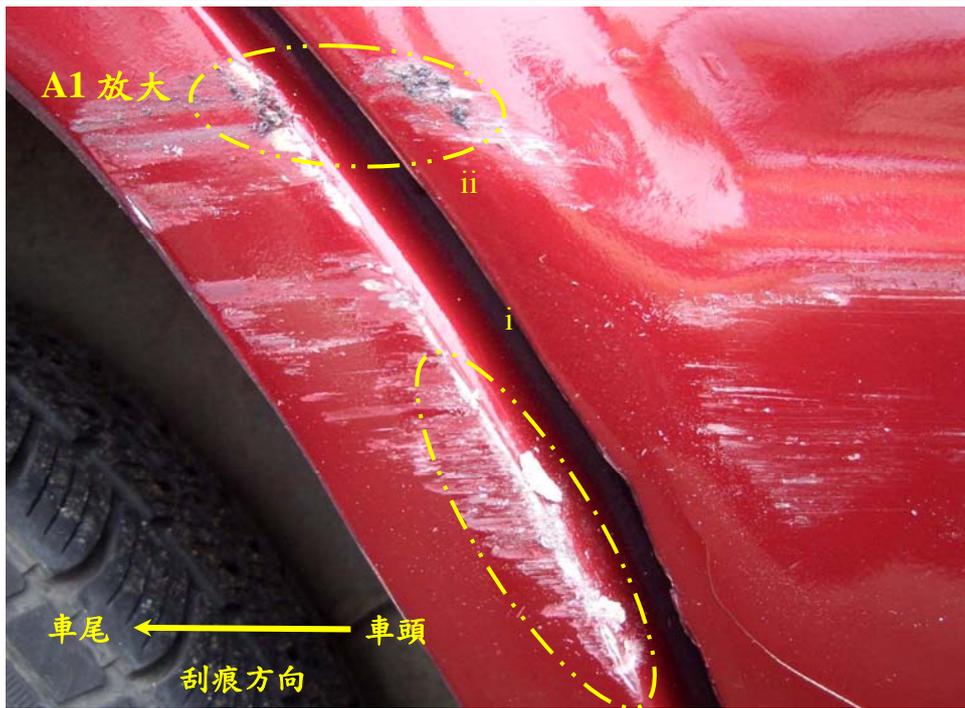
圖 4.3-12.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 12)

相片 4.3-12.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 12)



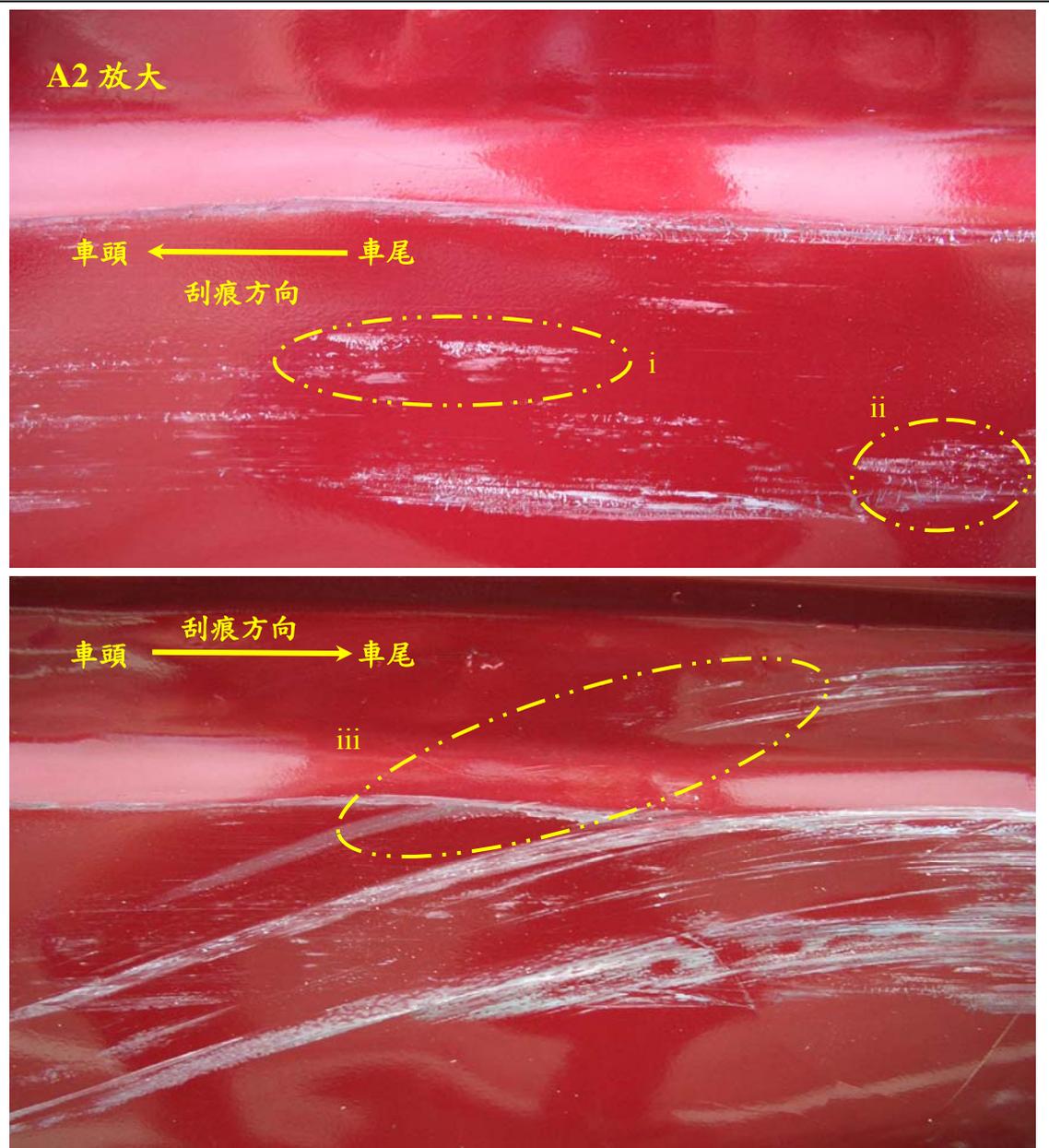
相片 4.3-12.2 A 車右側車身(實驗 12)

A 車刮痕主要分佈在右側車身附近。



相片 4.3-12.3 4.3-12.4 A 車右後輪拱(實驗 12)

相片 4.3-12.3 為 A 車前進約半個車身所產生之刮痕，i 處在車體斷面處左側有堆積的情形，還有 ii 處的跳越現象與車體斷面處左側的堆積，皆說明刮痕受力方向為由右往左。A 車倒車至兩車分離所造成之刮痕主要為相片 4.3-12.4 的 iii 處，iv 處則有明顯刮痕重疊的情形，刮痕並無明顯特徵可看出受力方向，僅能推測因 A 車於倒車中因加速而使車身擠壓至 B 車車身上方，故形成左上往右下之刮痕。



相片 4.3-12.5 4.3-12.6 A 車右後車門(實驗 12)

相片 4.3-12.5 為 A 車前進約半個車身所產生之刮痕，i 處與 ii 處刮痕左側皆較深且完整，顯示刮痕左側應為終止處，受力方向為由右往左。相片 4.3-12.6 為 A 車倒車至兩車分離後刮痕的分佈情形，由 iii 處的跳越現象，可以研判斜向的刮痕受力方向為由左下往右上。刮痕重疊的範圍相當大，原先水平的刮痕被後來斜向的刮痕所覆蓋。形成往上走向的刮痕是因為原先 A 車因擠壓至 B 車車身上方，後來兩車漸漸分離而使 A 車車身回到水平，因此造成往上之刮痕。



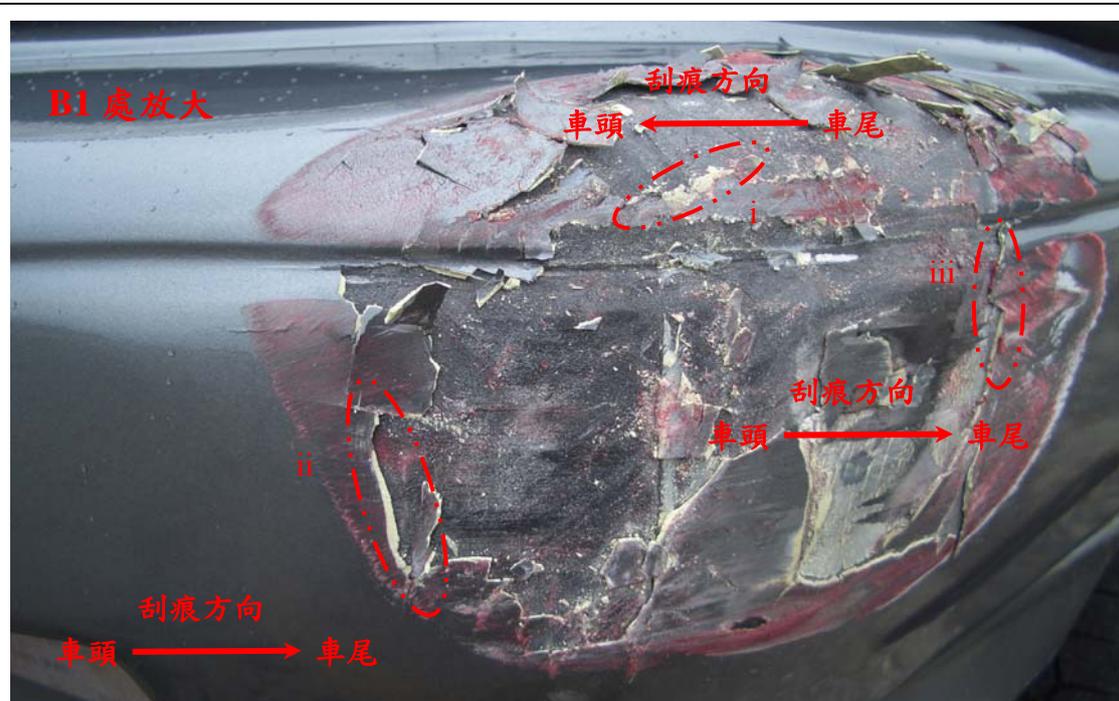
相片 4.3-12.7 4.3-12.8 A 車右前輪拱(實驗 12)

A 車前進時，於 i 處的車體斷面處左側有油漆堆積現象，ii 處與 iii 處可發現毛邊現象，毛邊皆往左延伸堆積，顯示刮痕終止處在左方，三者皆說明刮痕受力方向應為由右往左。A 車倒車所產生的刮痕如相片 4.3-12.12 所示，iv 處的油漆屑有往右拉扯的現象，v 處有明顯的刮痕重疊以外，刮痕右側顏色較深顯示右側較靠近終止處，說明刮痕受力方向應為由左往右。



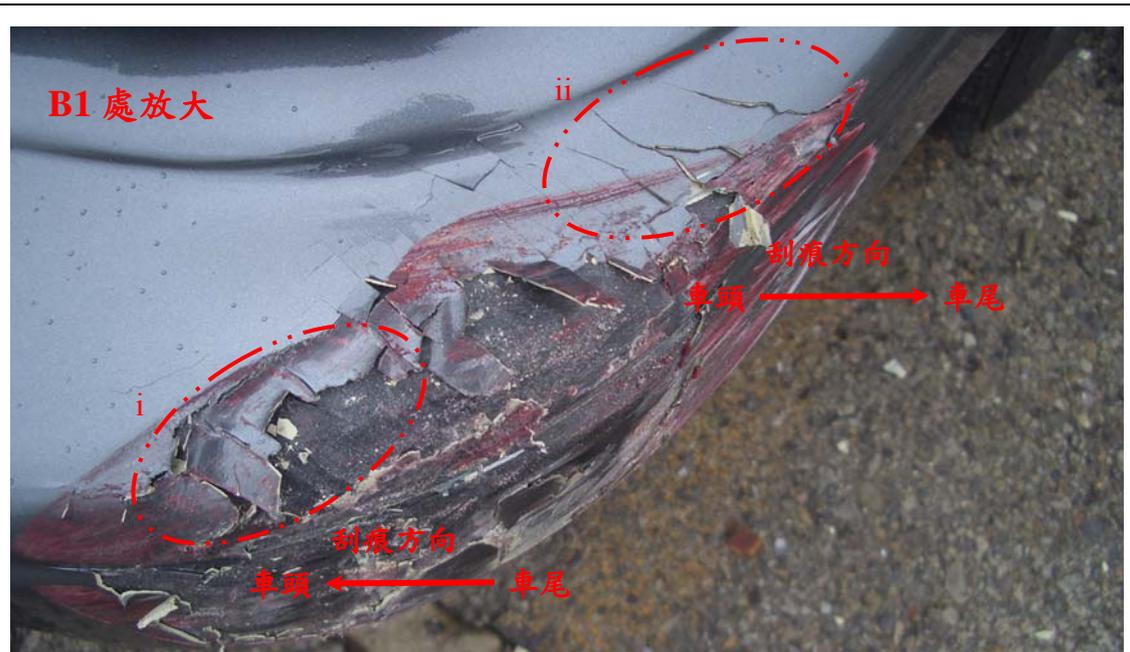
相片 4.3-12.9 B 車左前車頭(實驗 12)

B 車刮痕主要為左前保險桿一角。



相片 4.3-12.10 B 車左前車頭(實驗 12)

因 B 車撞擊點集中於車頭一角，幾乎整個 B1 都有刮痕重疊的情形。i 處斷面處的右側垂直面有被磨平的現象，可推斷刮痕受力方向為由右往左；ii 處的情況則是與 i 處相反，刮痕受力方向為由左往右；iii 處右側有油漆堆積的情形，刮痕受力方向為由左往右。



相片 4.3-12.11 B 車左前車頭(實驗 12)

從另一個角度來看 B1。i 處的油漆片破損的方向可看出衝擊力來自右側，受力方向為由右往左。ii 處斷面處右側的油漆面因擠壓而高於左側，說明受到由左往右的外力所致。

十三、實驗 13

1. 實驗日期：95.05.24
2. 擦撞型態：側撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以速度約 10~15km/h 略微左彎軌跡行進，使 A 車左側車門擦撞 B 車右前保險桿，A 車前進約半個車身後停止，再以原角度倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。

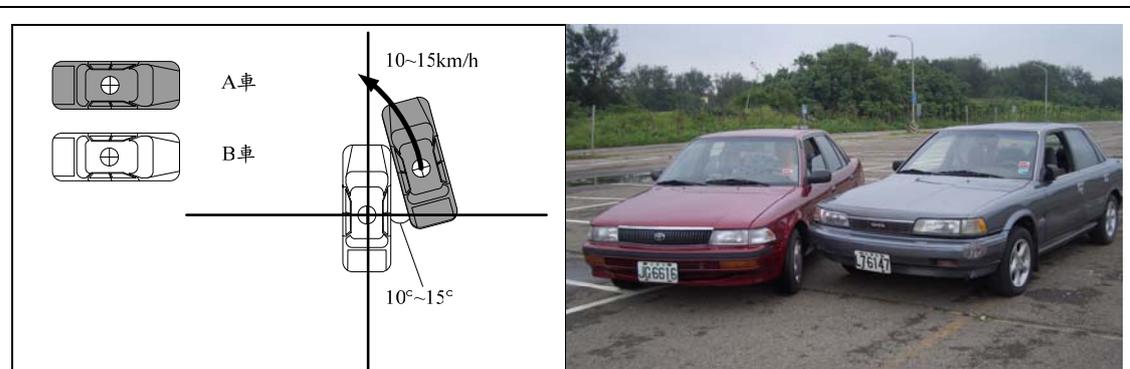
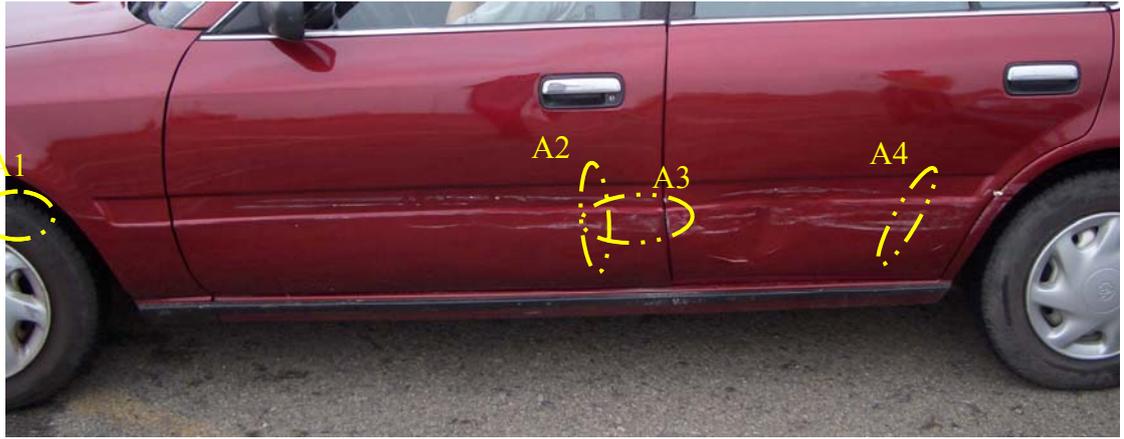


圖 4.3-13.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 13)

相片 4.3-13.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 13)



相片 4.3-13.2 A 車左側車身(實驗 13)

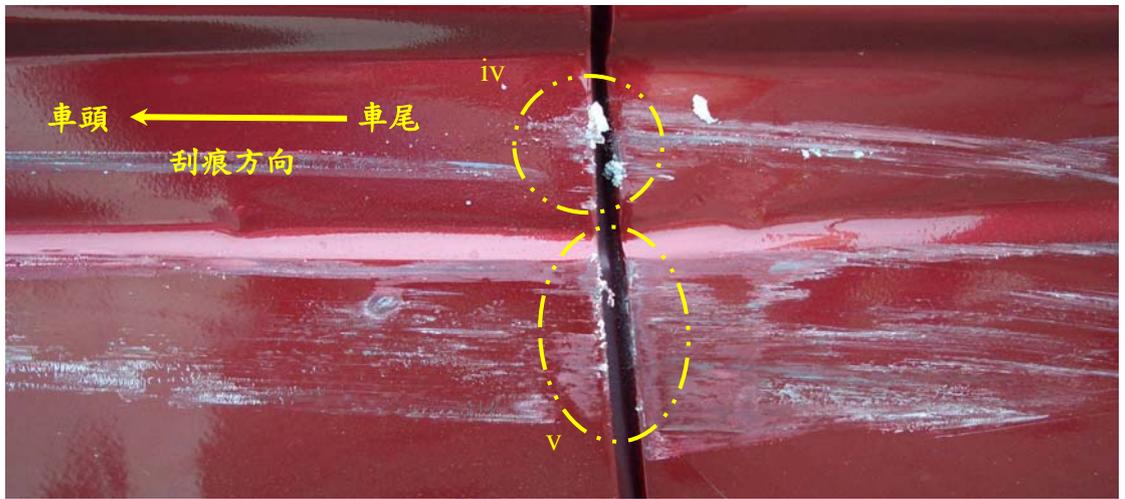
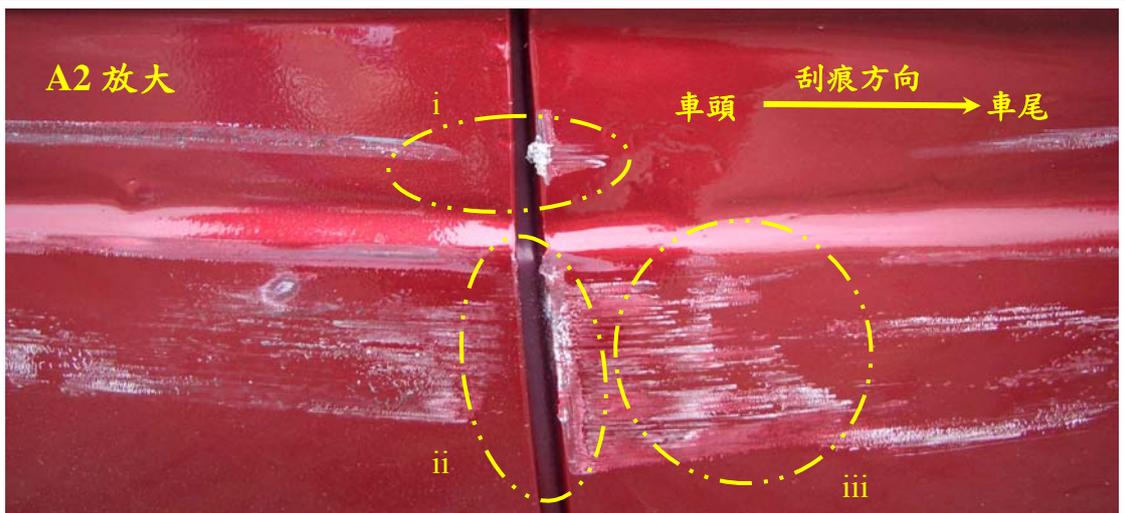
A 車刮痕主要分佈在左側兩扇車門。





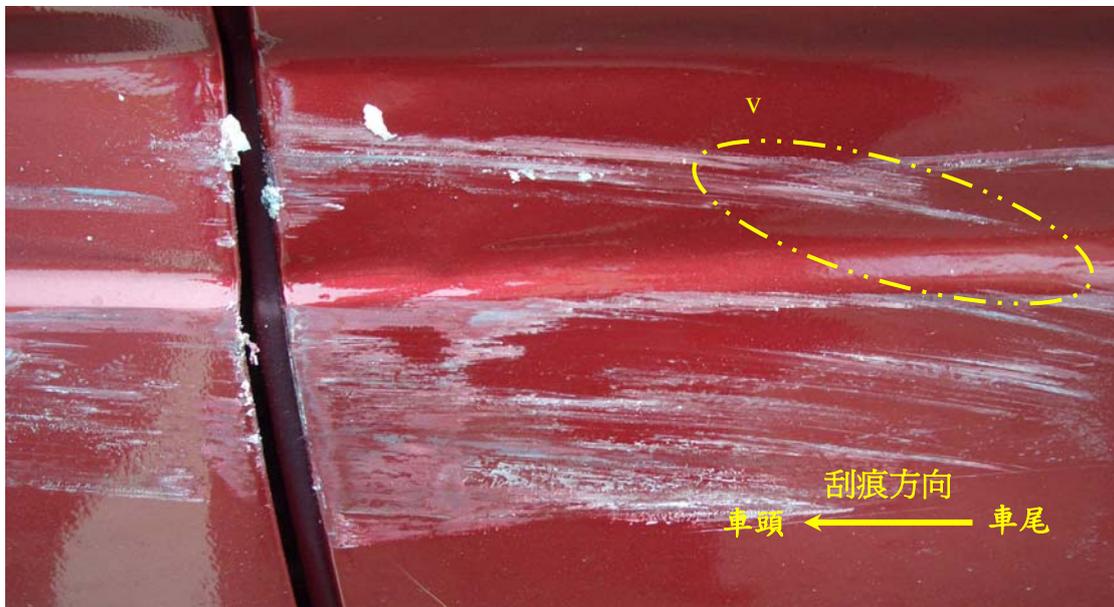
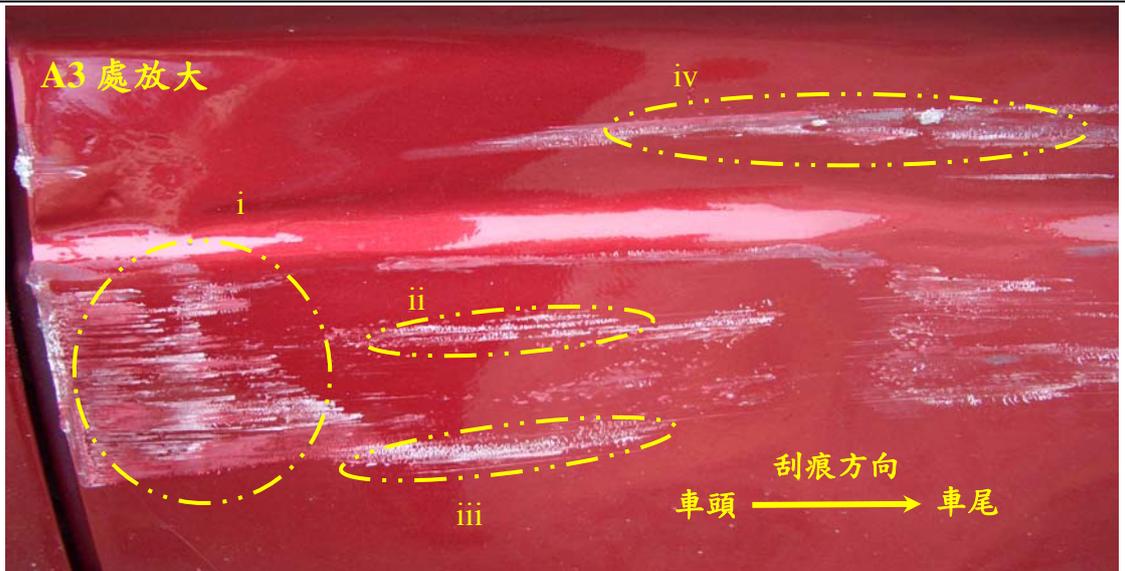
相片 4.3-13.3 4.3-13.4 A 車左前輪拱(實驗 13)

相片 4.3-13.3 為 A 車前進時在左前輪拱附近留下之刮痕，i 處刮痕右側顏色較深顯示右側較靠近終止處，且刮痕紋路也有往右拉扯的情形，說明刮痕受力方向為由左往右。A 車倒車至兩車分離所造成之刮痕如相片 4.3-13.4 所示，第一次撞擊留下的刮痕幾乎都被磨去或覆蓋，輪拱附近因相對高度較高，刮痕延伸至此分別在 ii 與 iii 處留下較深之刮痕，配合其他佐證研判刮痕方向應為由右往左。



相片 4.3-13.5 4.3-13.6 A 車左側車身(實驗 13)

A 車前進時所產生的刮痕分別在 i 處與 ii 處有跳越現象的情形，且斷面處右側皆有油漆堆積，iii 處彗星群刮痕也指向右側，三處皆可說明刮痕受力方向為由左往右。A 車倒車後在同一斷面處的左側留下油漆堆積，說明此處有受到由右往左之外力。



相片 4.3-13.7 4.3-13.8 A 車左後車門(實驗 13)

由相片 4.3-13.5 可得知相片 4.3-13.7 中 i 處刮痕受力方向為由左往右，並配合 ii、iii 與 iv 等處刮痕紋路的受力方向，研判此處均受到由左往右之外力。A 車倒車時除了在斷面處另一側留下油漆堆積外，並在多處有刮痕被磨去或覆蓋的情形，其中 v 處除了有刮痕重疊外，由跳越現象可以說明刮痕受力方向應為由右下往左上。



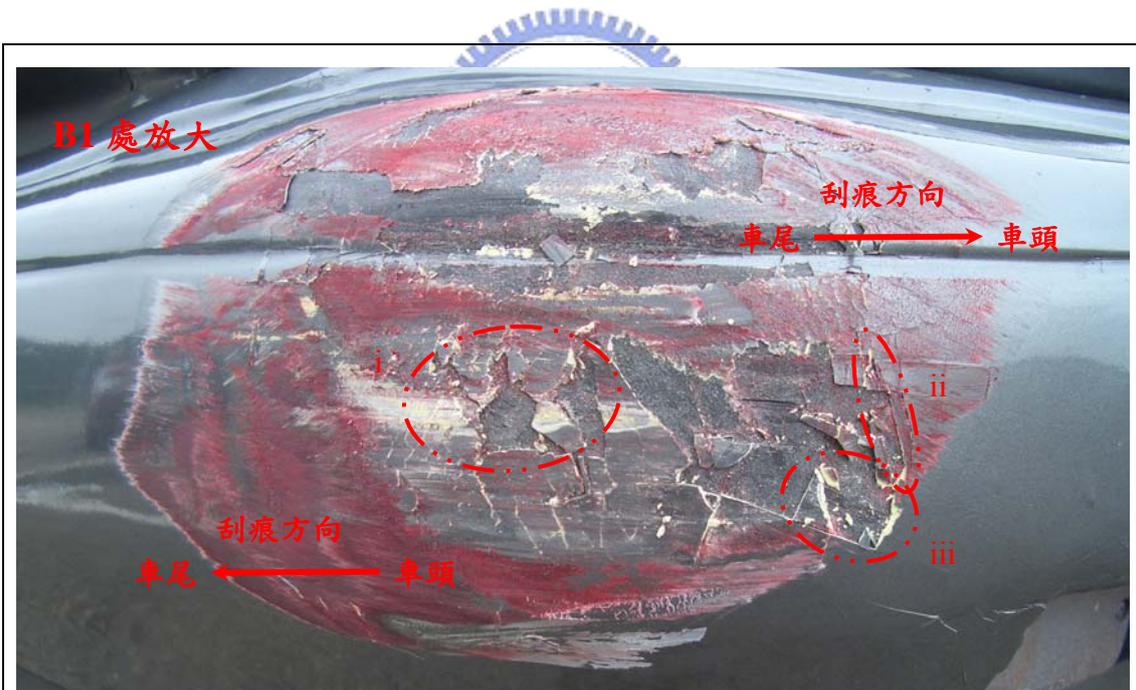
相片 4.3-13.9 4.3-13.10 A 車左後車輪(實驗 13)

由相片 4.3-13.9 中 i 處的跳越現象，與 ii 處車體斷面處右側的油漆堆積，得知此處刮痕受力方向均為由左往右。iii 處輪拱內側的刮痕，以及輪拱附近有刮痕被磨掉的情況，研判此處有刮痕重疊的情形，且後來的刮痕方向為由右往左。經過兩張照片的比較可以發現 iv 處的刮痕有被磨掉的情況，但並沒有明顯特徵可供判斷刮痕方向，僅能配合其他現場跡證，推論此處應受到兩個不同方向的刮痕所致。



相片 4.3-13.11 B 車右前車頭(實驗 13)

B 車刮痕主要為右前保險桿一角。

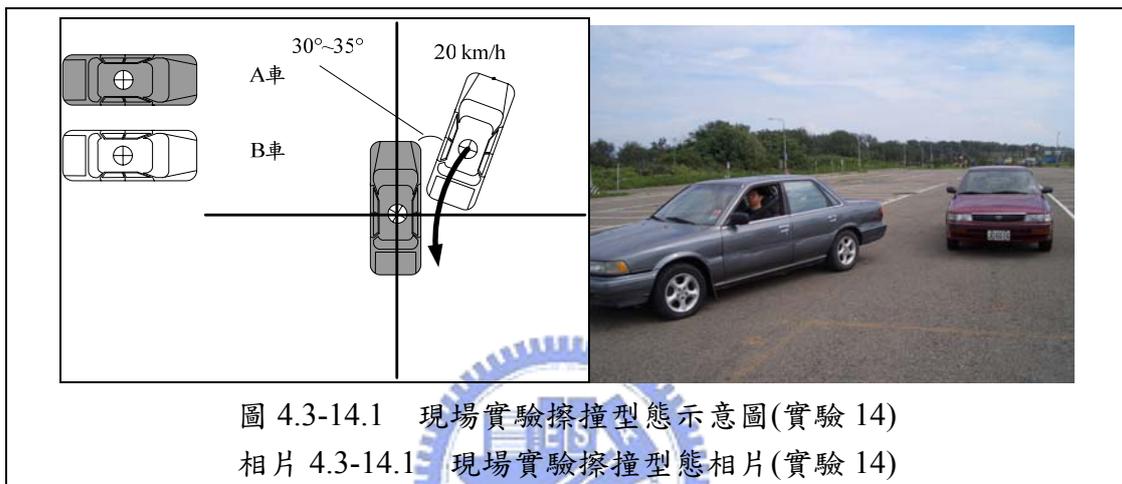


相片 4.3-13.12 B 車右前車頭(實驗 13)

i 處油積有堆積在斷面處的左側的趨勢，且剝落的油漆片也有左移的現象，研判刮痕受力方向為由右往左；ii 處右側有些微的油漆堆積，且漆面有往右掀起的現象，刮痕受力方向為由左往右；iii 處兩側斷面處皆有被磨平的現象，研判受到兩個不同方向的刮痕重疊所致，配合其他跡證推得刮痕方向應先由左往右，再被由右往左的刮痕重疊。

十四、實驗 14

1. 實驗日期：95.06.14
2. 擦撞型態：倒撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 20km/h 略微左彎軌跡倒車，使 B 車左後保險桿擦撞 A 車右側車身，兩車接觸後 B 車持續倒車約半個車身後停車，再以原角度前進至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。





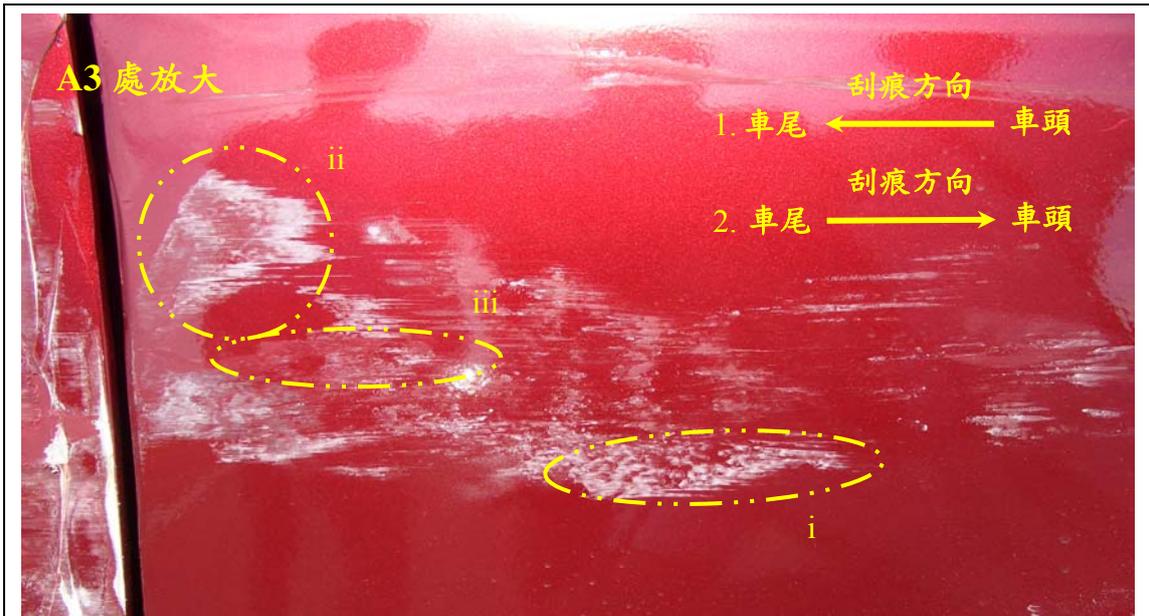
相片 4.3-14.3 A 車右前輪拱(實驗 14)

由 i 處車體凹陷的受力情況與 ii 處油漆片剝落的方向，研判刮痕方向應為由右往左。



相片 4.3-14.4 A 車右前輪拱(實驗 14)

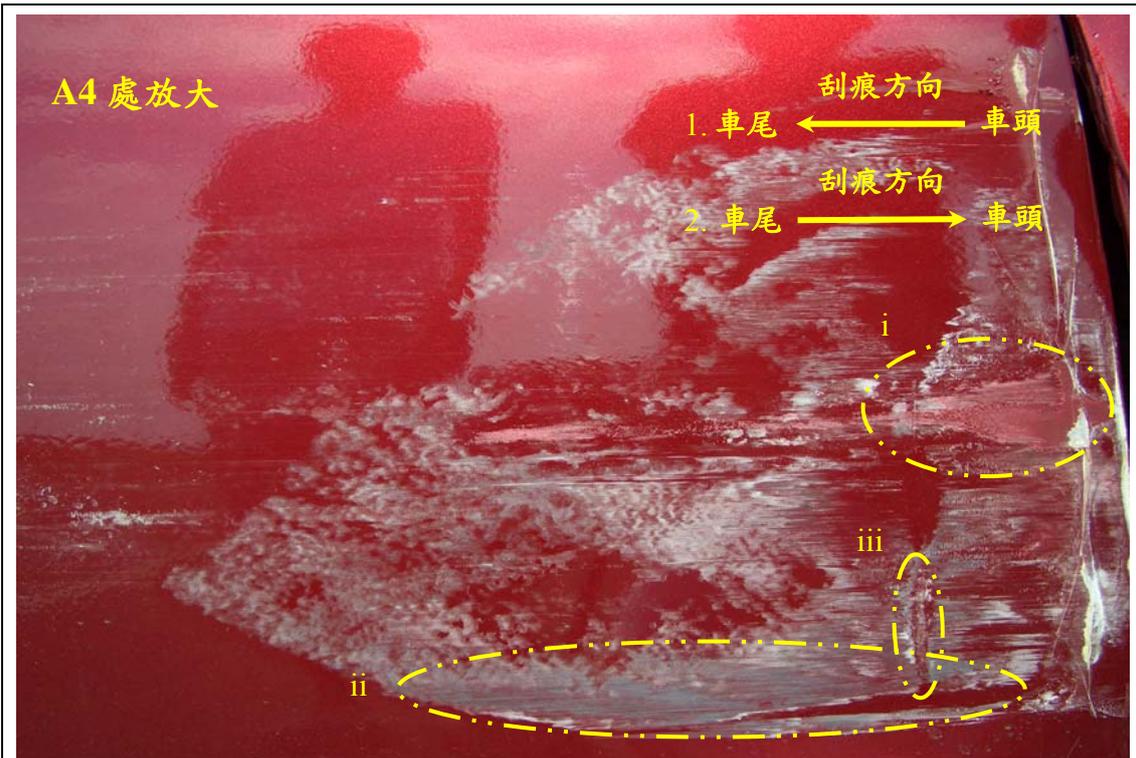
i 處左側有油漆堆積的現象；刮痕往左延伸，碰到車體較高處而留下顏色較深之刮痕；i 處左側車體相對高度較高，刮痕延伸至此處留下顏色較深之刮痕，可知其較為接近終止處；刮痕左側較為整齊，乃因刮痕延伸至此因碰到車體較高處而被彈開，刮痕突然脫離所致。綜合以上各點，可知此處刮痕受力方向應為由右往左。



相片 4.3-14.5 A 車右前葉子板(實驗 14)

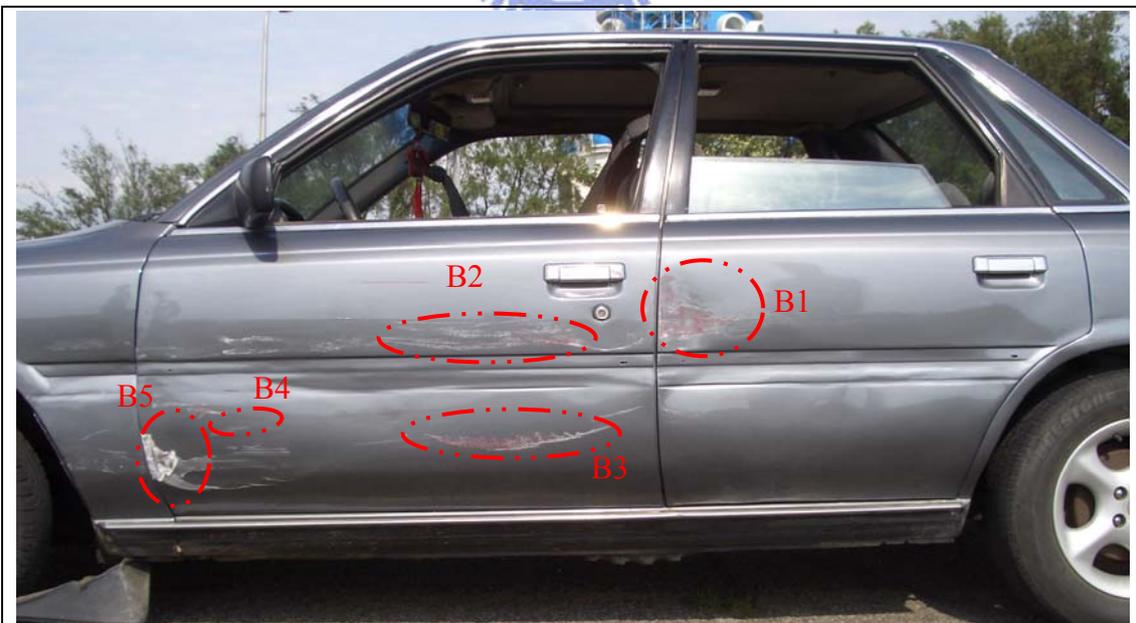
i 處魚鱗狀刮痕波峰指向行進方向，受力方向為由右往左。ii 處刮痕延伸至接近車體斷面處，因車體較硬而被彈開，故刮痕往左延伸至此忽然脫離造成終止處平整，刮痕受力方向為由右往左。iii 有明顯刮痕重疊情形，但並無明顯特徵可判斷刮痕受力方向，僅能依實驗設計兩車之行進方向得知先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。





相片 4.3-14.6 A 車右前車門(實驗 14)

i 處刮痕往左慢慢淡出變細，且左側有油漆屑堆積的情形，研判刮痕方向為由右往左，另配合其他佐證可以推斷此處受到同向重複刮痕的情形。ii 處刮痕較為模糊，推測可能受到其他外力所致，惟跡證不足，無法判斷兩外力為同向或反向。同理 iii 處僅能得知有刮痕重疊的情形，無法判斷刮痕方向。



相片 4.3-14.7 B 車左側車身(實驗 14)

B 車刮痕散佈於左側兩車門附近。



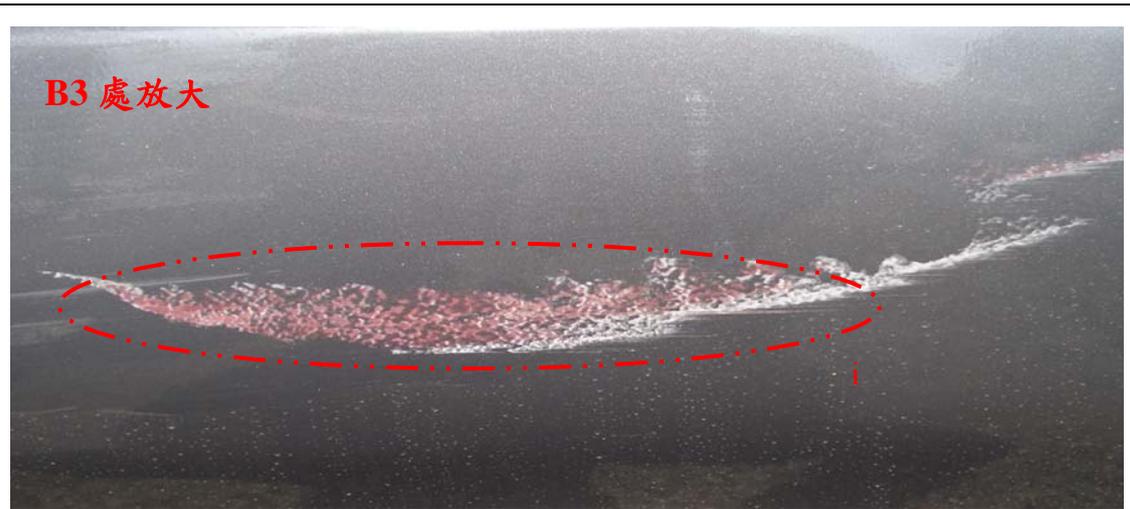
相片 4.3-14.8 B 車左後車門(實驗 14)

照片中，i~iv 等多處皆可發現紅色刮痕上有白色刮痕或白色的油漆屑覆蓋，且紅色刮痕較為模糊，推斷此處應有刮痕重疊的情形，但因為沒有明顯特徵，僅能依實驗設計之兩車相對行車方向判斷，先有受力方向為由右往左的紅色刮痕，而被由左往右的白色刮痕所覆蓋。



相片 4.3-14.9 B 車左前車門(實驗 14)

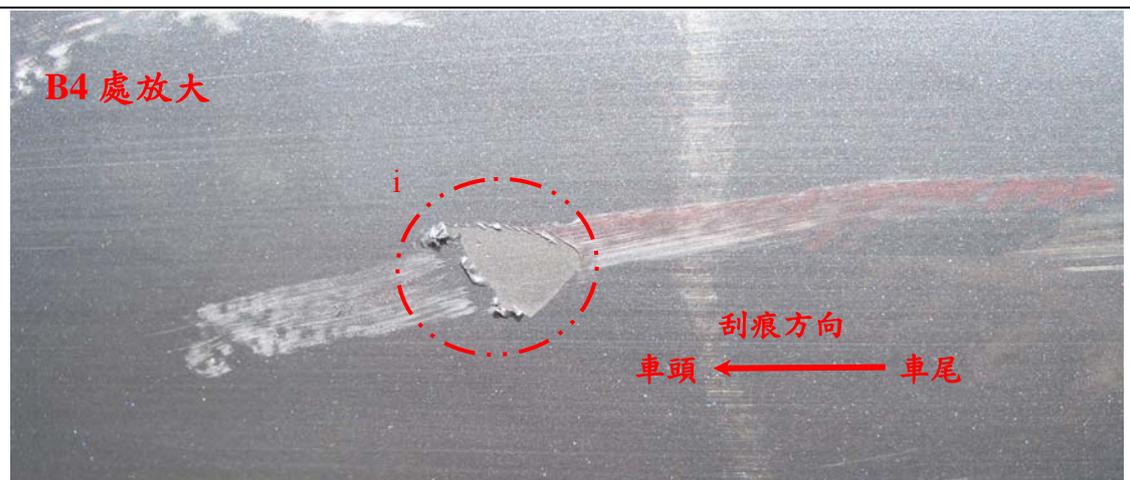
i 處刮痕左側顏色較深，說明其較接近終止處，刮痕方向應為由右往左。ii 處為刮痕重疊處，部份 i 處刮痕被磨去，且殘留的刮痕也較為模糊，另由右側刮痕紋路有往右拉扯的現象，推測刮痕受力方向應為由左往右。



B3 處放大

相片 4.3-14.10 B 車左前車門(實驗 14)

i 處白色刮痕覆蓋在紅色刮痕上，可能為刮痕重疊所致，但並無明顯特徵可供判斷刮痕受力方向。



B4 處放大

相片 4.3-14.11 B 車左前車門(實驗 14)

i 處油漆剝落的方向說明此處受到由右往左之外力。白色刮痕覆蓋在紅色刮痕上，可能為刮痕重疊所致，但並無明顯特徵可供判斷刮痕受力方向。

十五、實驗 15

1. 實驗日期：95.06.14
2. 擦撞型態：倒撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 20~25km/h 直線倒車，使 B 車右後保險桿擦撞 A 車左側車身，兩車接觸後 B 車停踩油門至自然停車，再以原角度前進至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。

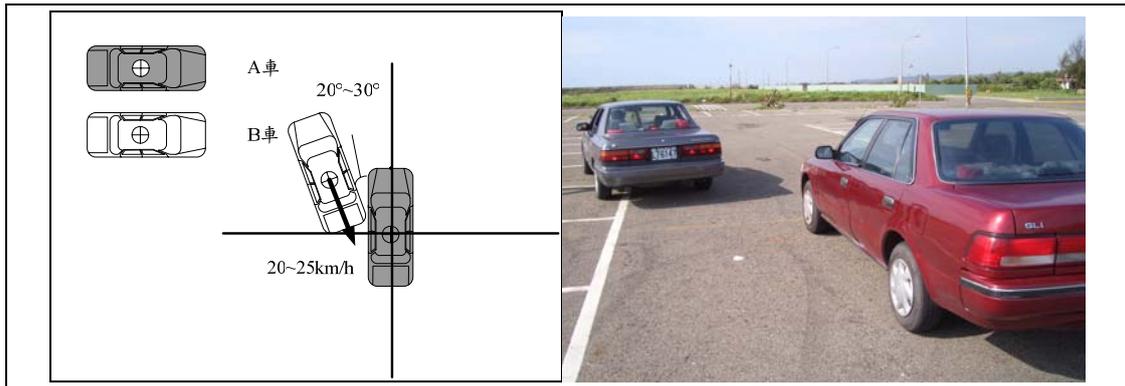
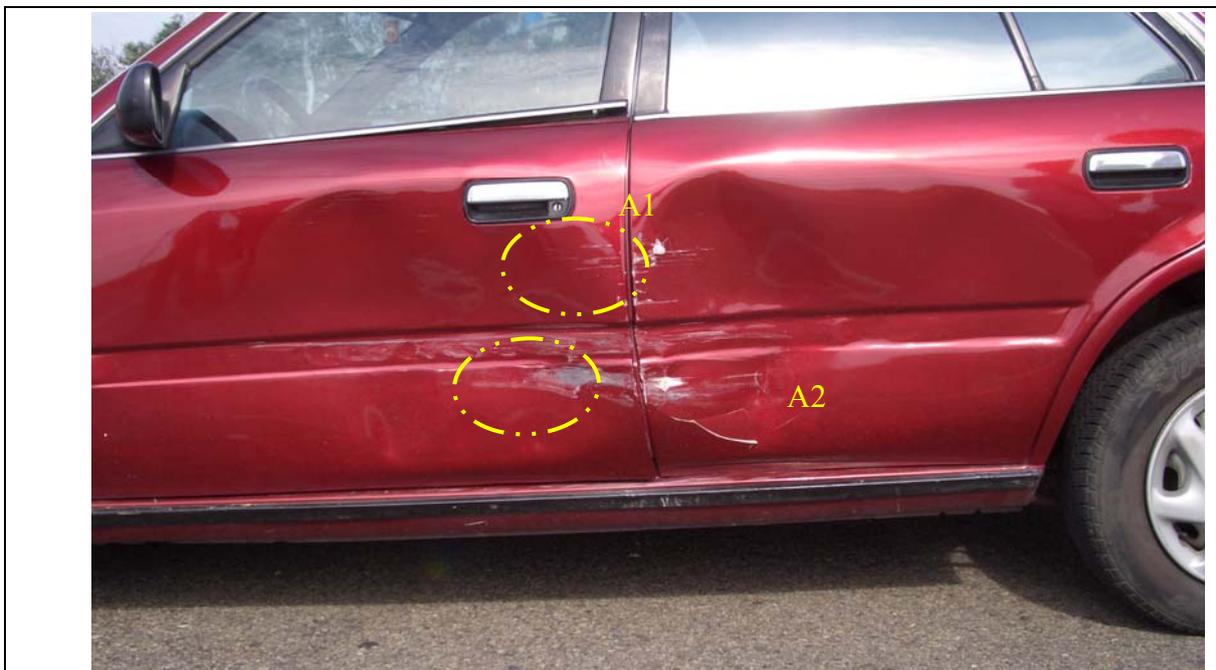


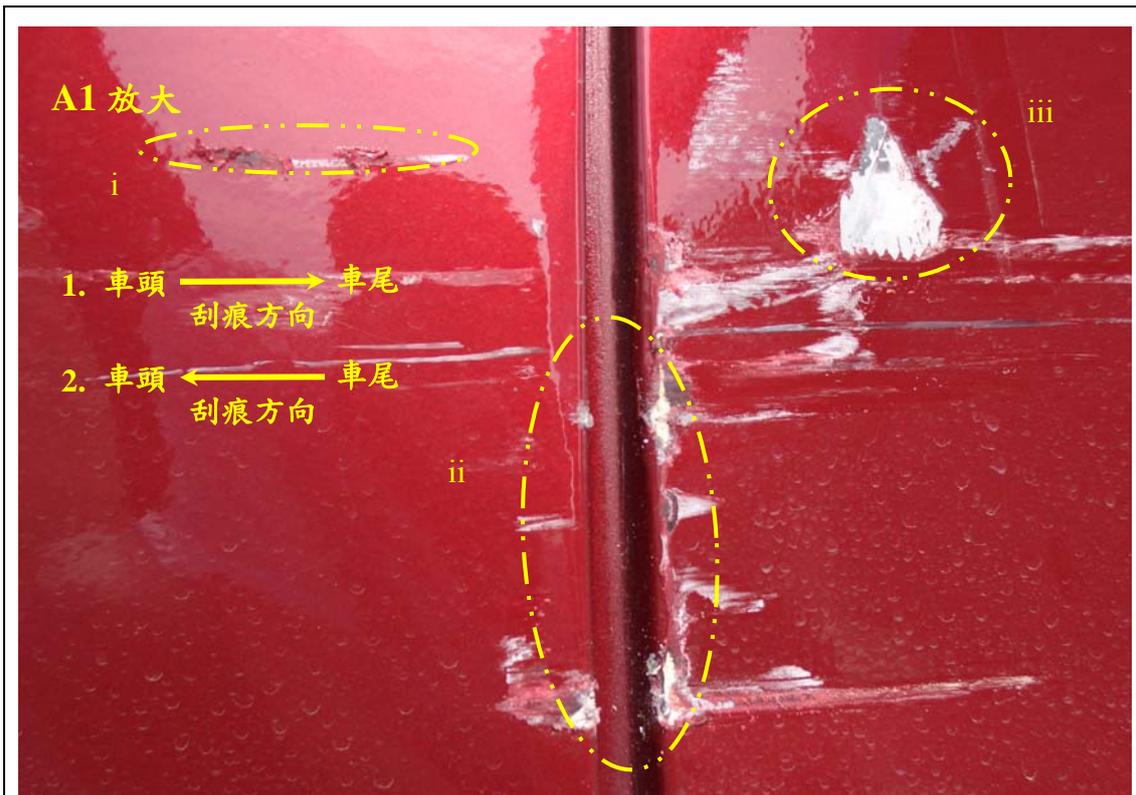
圖 4.3-15.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 15)

相片 4.3-15.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 15)



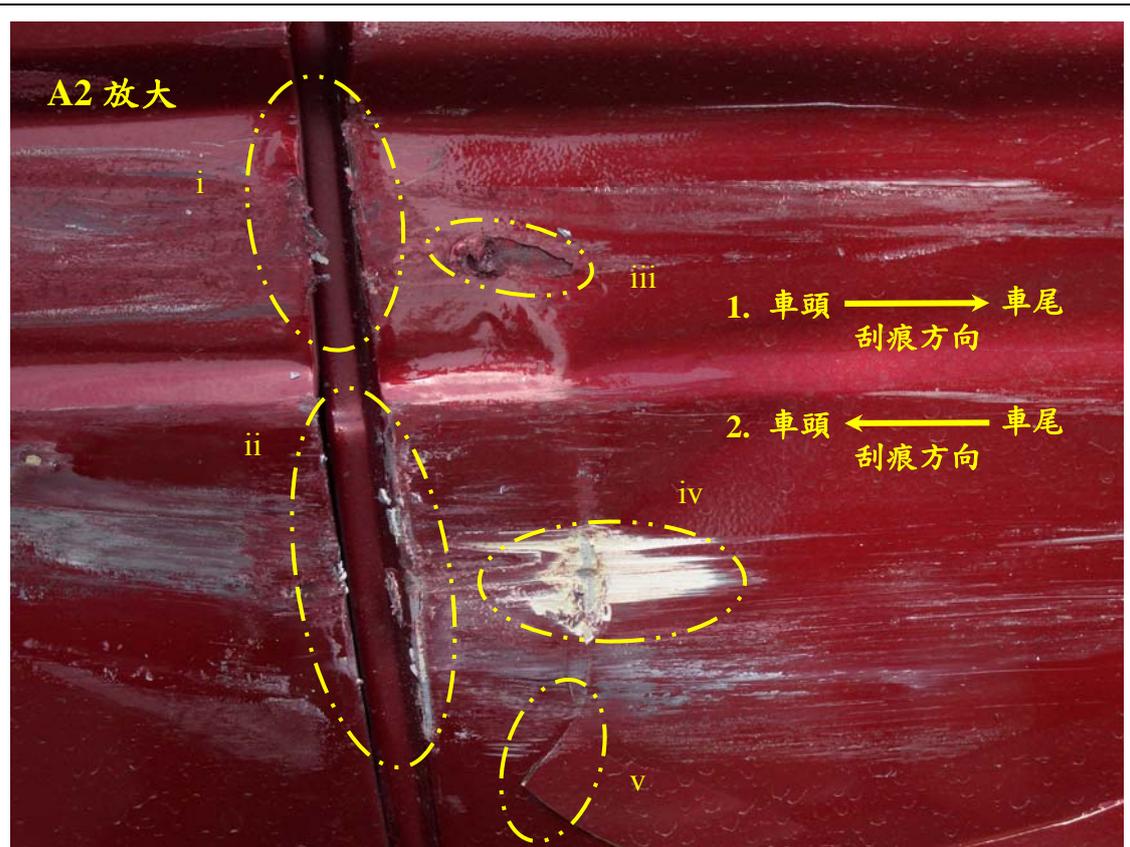
相片 4.3-15.2 A 車左側車身(實驗 15)

A 車刮痕主要在左側門縫附近。



相片 4.3-15.3 A 車左側前後門縫處(實驗 15)

i 處因為油漆剝落破壞了白色刮痕的完整性，且由剝落方向與左側堆積研判後來受到由右往左之外力，白色刮痕因跡證不足無法判斷方向，僅能推測可能為第一次碰撞所留下之刮痕。ii 處可看到斷面處兩側皆有堆積的現象，可知此處有受到兩個不同方向之外力。iii 處油漆成塊狀剝落，且兩側皆有堆積的情形，研判此處有刮痕重疊的現象，並依實驗設計之行車方向得知先有由左往右之刮痕，再被由右往左之刮痕所覆蓋。



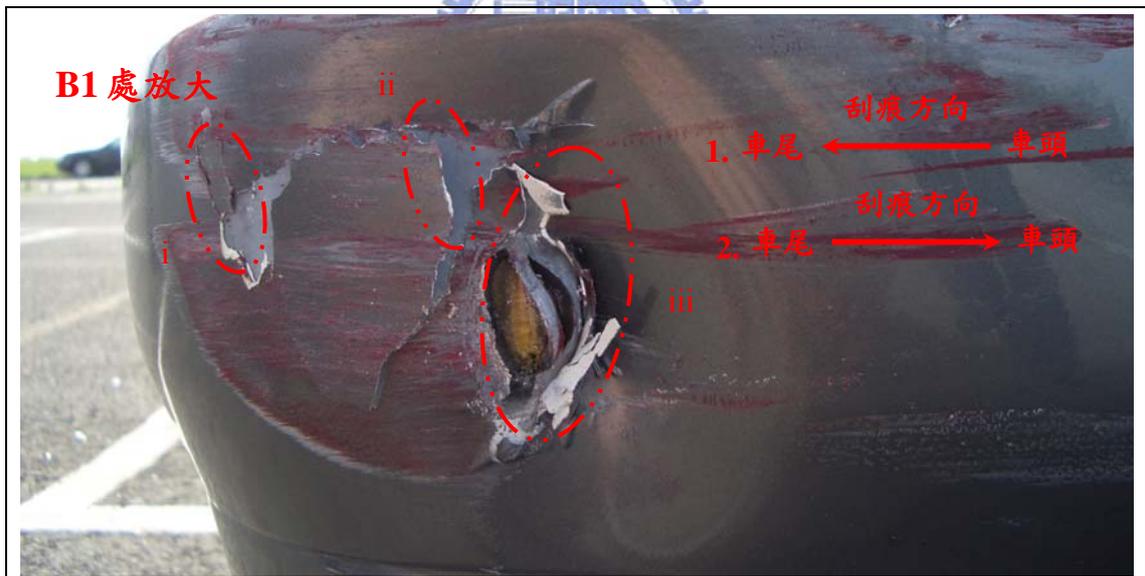
相片 4.3-15.4 A 車左側前後門縫處(實驗 15)

i 與 ii 車體斷面處兩側皆油漆堆積的現象，可知此處有受到兩個不同方向之外力。；iii 處油漆剝落後堆積在左側，研判刮痕受力方向為由右往左。iv 處油漆成塊狀剝落，且往兩側發散淡出，研判為兩個不同方向之外力所致，配合其他跡證可知先有由左往右之刮痕，再被由右往左之刮痕重疊。v 處車體破裂後兩側之相對位置為右高左低，可知受到由左往右之外力。



相片 4.3-15.5 B 車右後保險桿(實驗 15)

B 車受損部份集中在右後車尾。



相片 4.3-15.6 B 車右後保險桿(實驗 15)

i 與 ii 處油漆片有往左掀起的現象，研判受力方向為由右往左。iii 處油漆片則是往右掀起的現象，由受力情形研判受力方向為由左往右。此處明顯有刮痕重疊的情形。



相片 4.3-15.7 B 車右後保險桿(實驗 15)

i 處油漆堆積在左側，研判受力方向為由右往左。ii 處油漆片有往右掀起的情形，研判受力方向為由左往右。iii 處則是有油漆堆積在右側，研判受力方向為由左往右。

十六、實驗 16

1. 實驗日期：95.06.14
2. 擦撞型態：側撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 20km/h 略微左彎軌跡前進，使 B 車右側車身擦撞 A 車左後車尾，兩車接觸後 B 車持續前進約半個車身後停車，再以原角度前進至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。

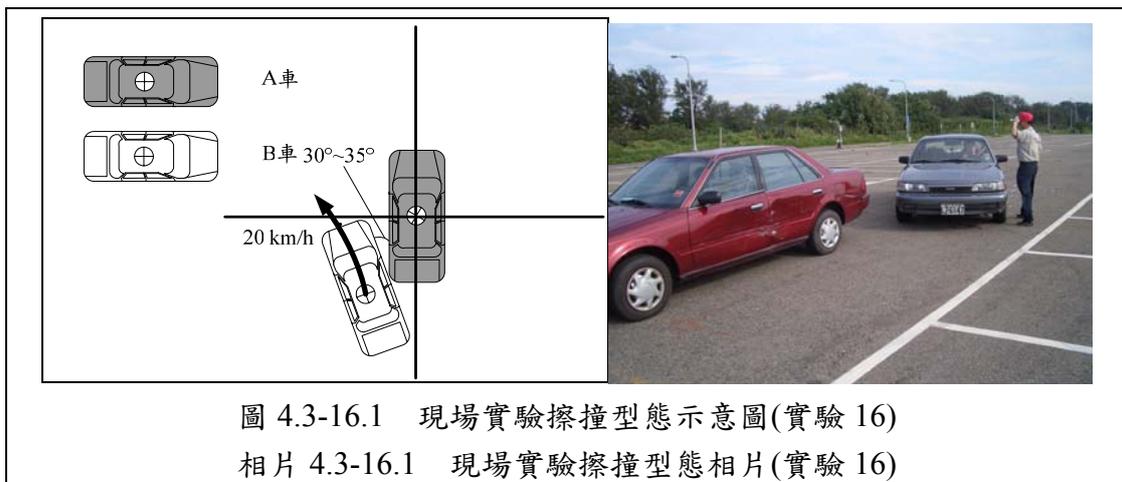
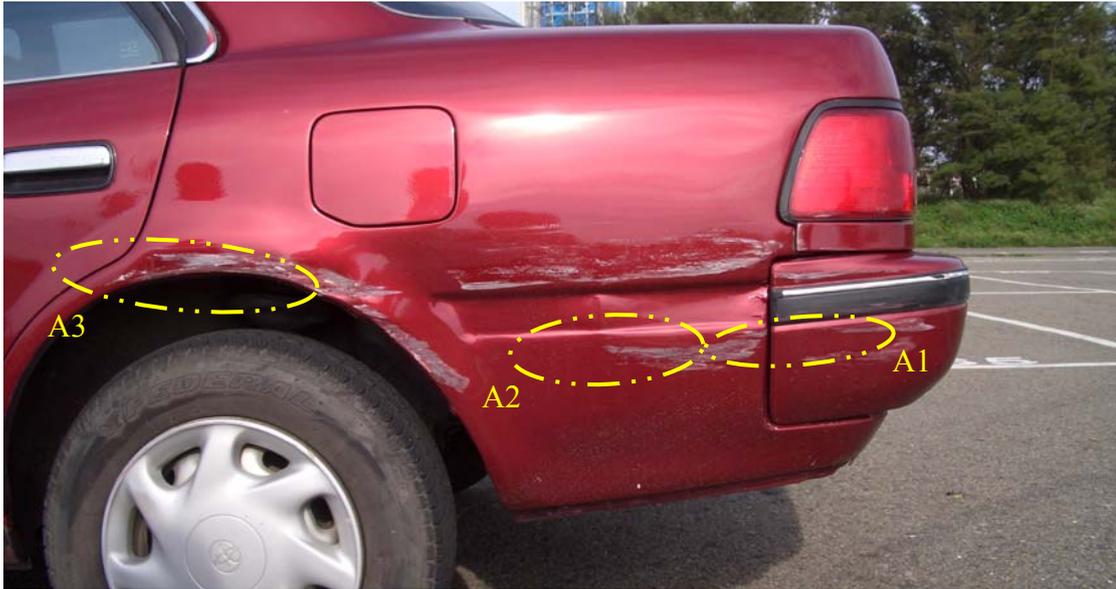


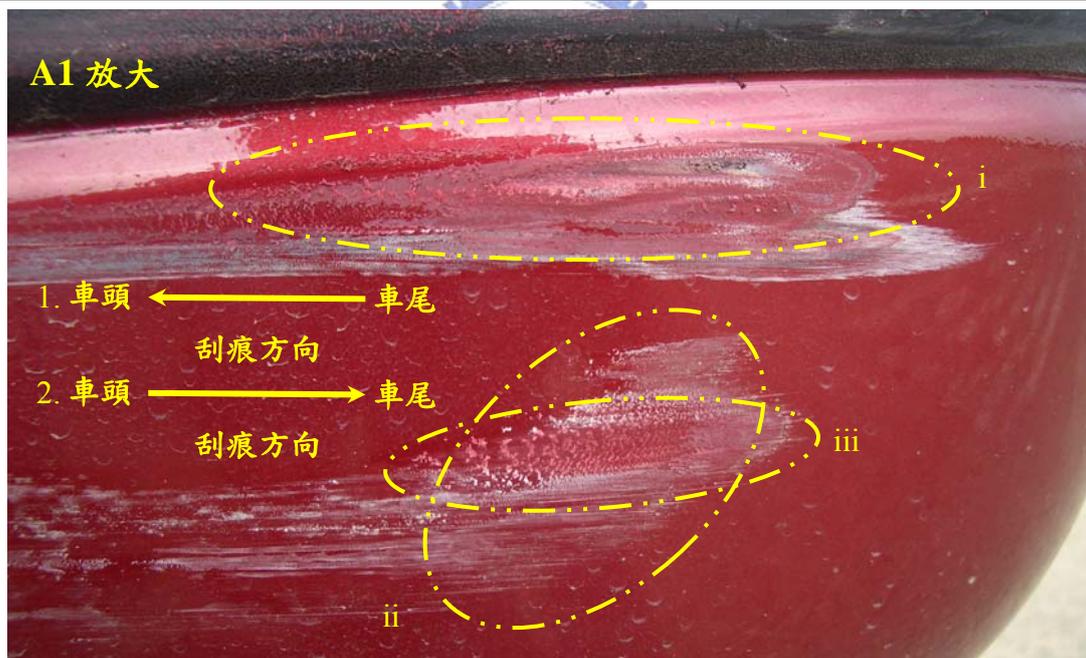
圖 4.3-16.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 16)

相片 4.3-16.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 16)



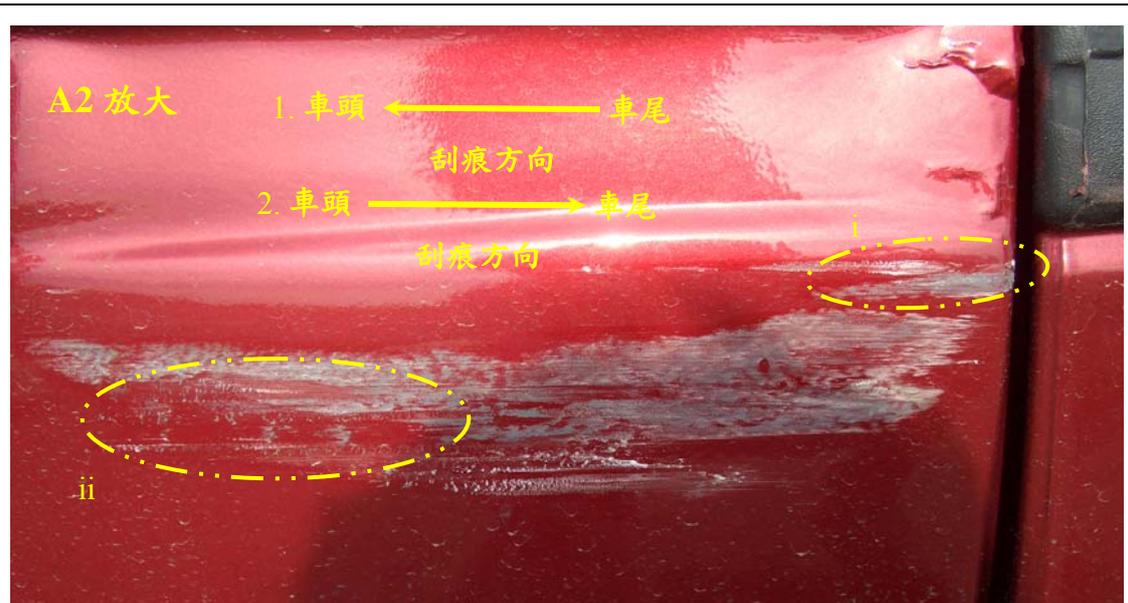
相片 4.3-16.2 A 車車損情形(實驗 16)

A 車刮痕主要散佈在左後車輪至左後保險桿一帶。



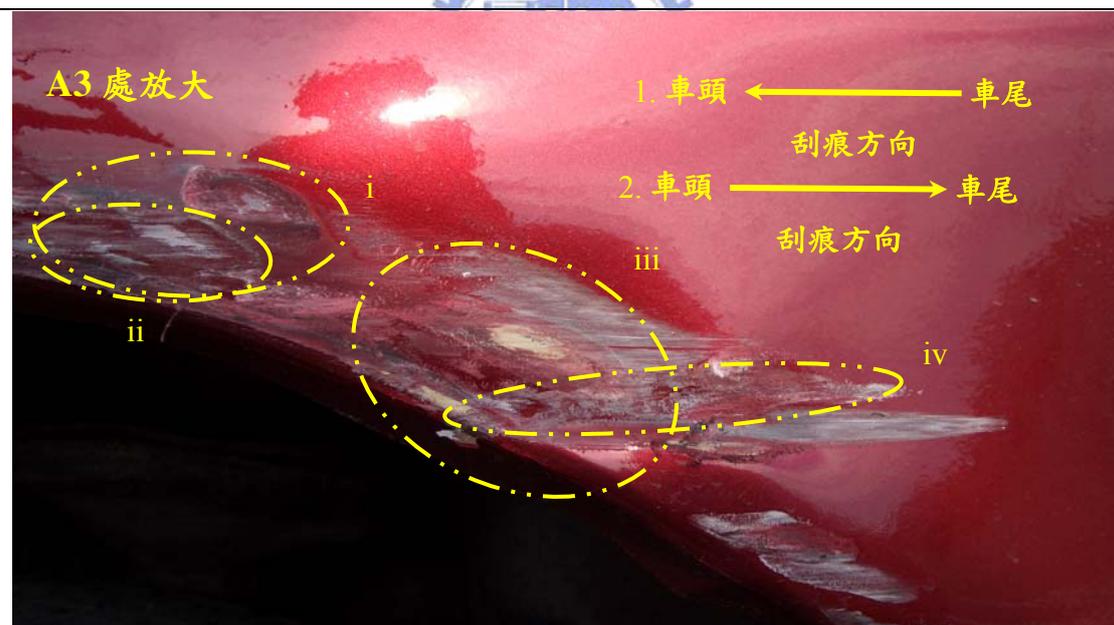
相片 4.3-16.3 A 車左後車尾(實驗 16)

i 處刮痕可明顯看出有刮痕重疊的現象，並無明顯特徵可供判斷受力方向，僅能由實驗設計得知先有受力方向由右往左之刮痕，再被由左往右之灰色刮痕所覆蓋。ii 處刮痕左側可發現有油漆屑堆積的現象，說明受力方向應為由左往右，而 iii 處油漆屑有被擠滿且往右移的趨勢，顯示此處又有受到由左往右之刮痕重疊。



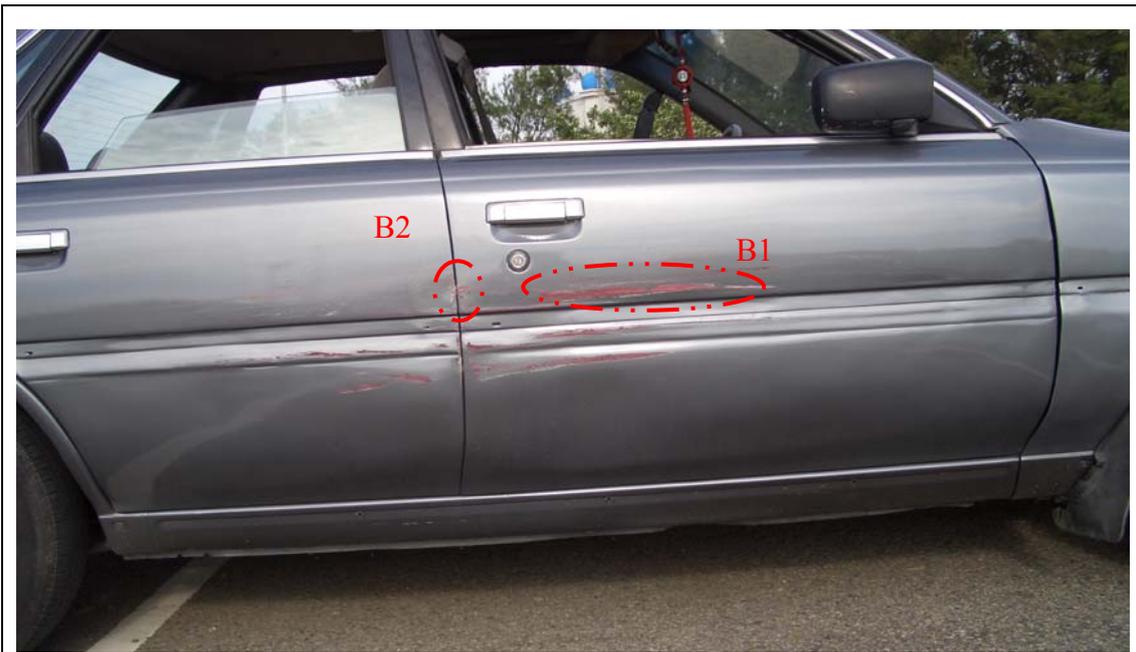
相片 4.3-16.4 A 車左後車尾(實驗 16)

i 處在車體斷面處左側留有油漆堆積，說明灰色之刮痕受力方向應為由右往左。而 ii 處有部份灰色刮痕被磨去或被白色刮痕所覆蓋，而由油漆屑有被往右拉扯現象，推測後來所形成之白色刮痕受力方向應為由左往右。



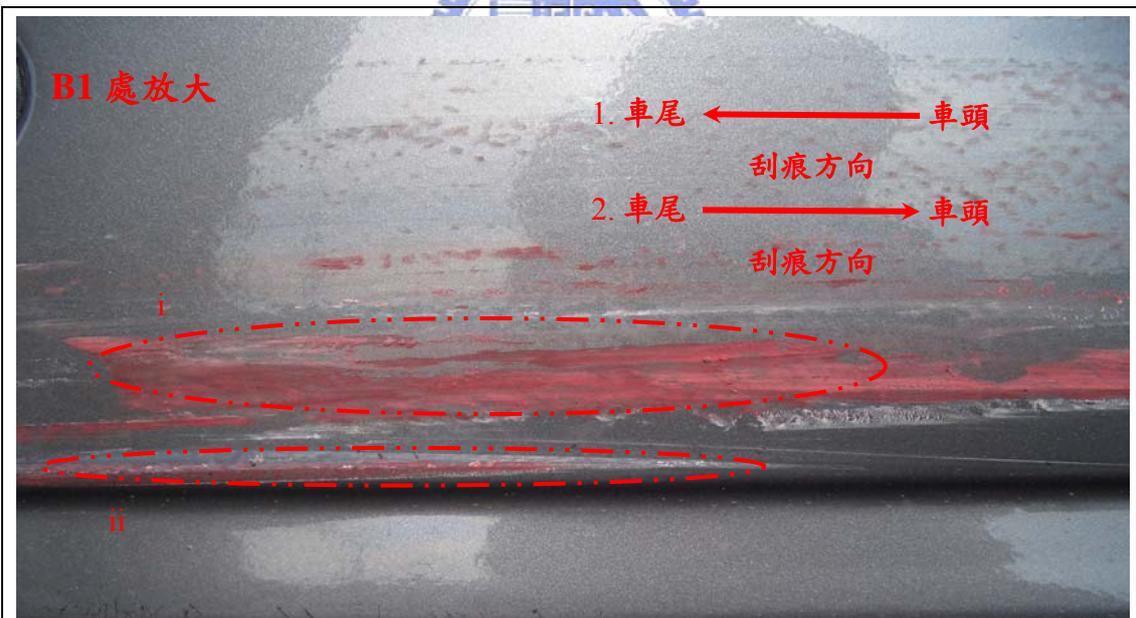
相片 4.3-16.5 A 車左後輪拱(實驗 16)

由 i 處車體凹陷方向研判其受力方向應為由右往左，而刮痕在 ii 處有被覆蓋的情形，刮痕延伸至右側有堆積的現象，說明 i 處刮痕受到由左往右之刮痕所覆蓋。iii 處因接近輪拱處車體相對高度較高，故刮痕延伸至此而留下較深之刮痕，且在車體斷面處發現油漆屑有往左剝落的情形，研判受力方向為由右往左，而在 iv 處為刮痕重疊處，右側有油漆堆積且油漆屑有往右拉扯的現象，說明此處有受到由左往右之刮痕覆蓋。



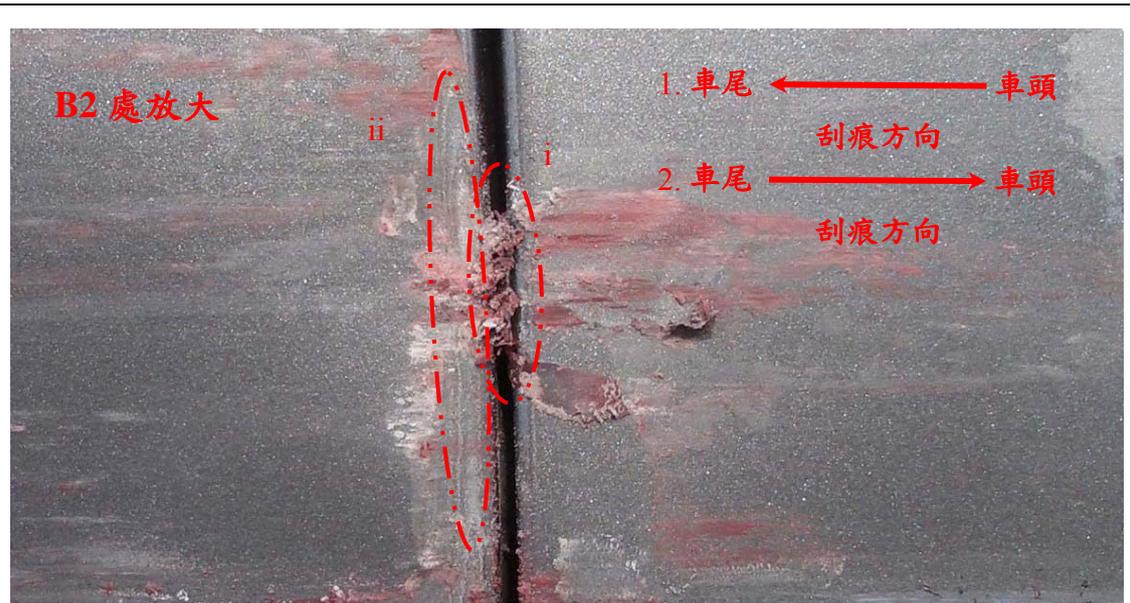
相片 4.3-16.6 B 車車損情形(實驗 16)

B 車刮痕主要散佈在兩扇車門附近。



相片 4.3-16.7 B 車右前車門(實驗 44A16)

i 處刮痕其他處比起較為模糊，推測應有刮痕重疊的情況，並可發現油漆有往右堆積且被擠壓過的現象，說明此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕所覆蓋。ii 處可以發現白色刮痕被紅色刮痕所覆蓋，白色刮痕往左變淡發散，刮痕方向為由右往左，紅色刮痕紋路往右拉扯，刮痕方向為由左往右。



相片 4.3-16.8 B 車車門間斷面處(實驗 44A16)

i 處斷面處可發現兩側皆有油漆堆積，說明此處有刮痕重疊的現象。由 ii 處可發現，B 車倒車時因接近斷面處之車體較硬，刮痕往右延伸至斷面處留下較深之刮痕並產生跳越現象，此較深的刮痕磨去部份 B 車在前進過程中在此處留下的白色刮痕，說明此處先有由右往左之白色刮痕，再被由左往右之刮痕所覆蓋。

十七、實驗 17

1. 實驗日期：96.03.15
2. 擦撞型態：角撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以夾角大於 45° ，速度約 20km/h 直線前進，使 A 車右側車身擦撞 B 車左前車頭至兩車脫離，然後 A 車再以原角度倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平及上升趨勢。

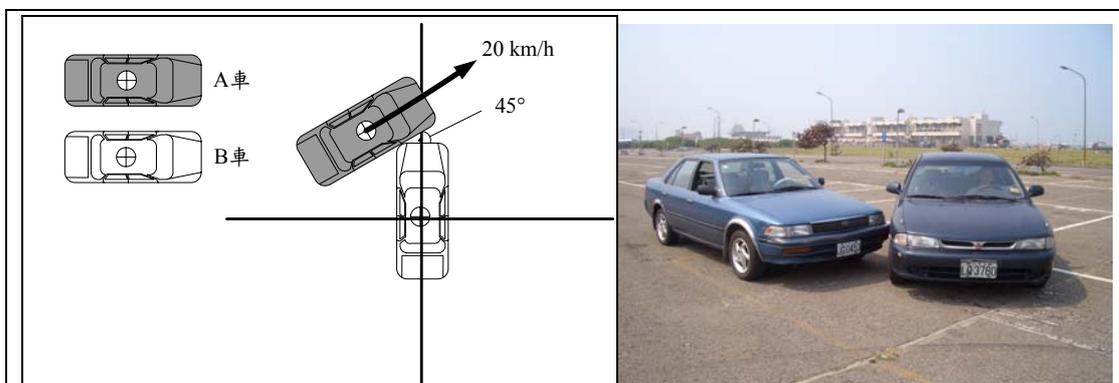


圖 4.3-17.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 17)

相片 4.3-17.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 17)



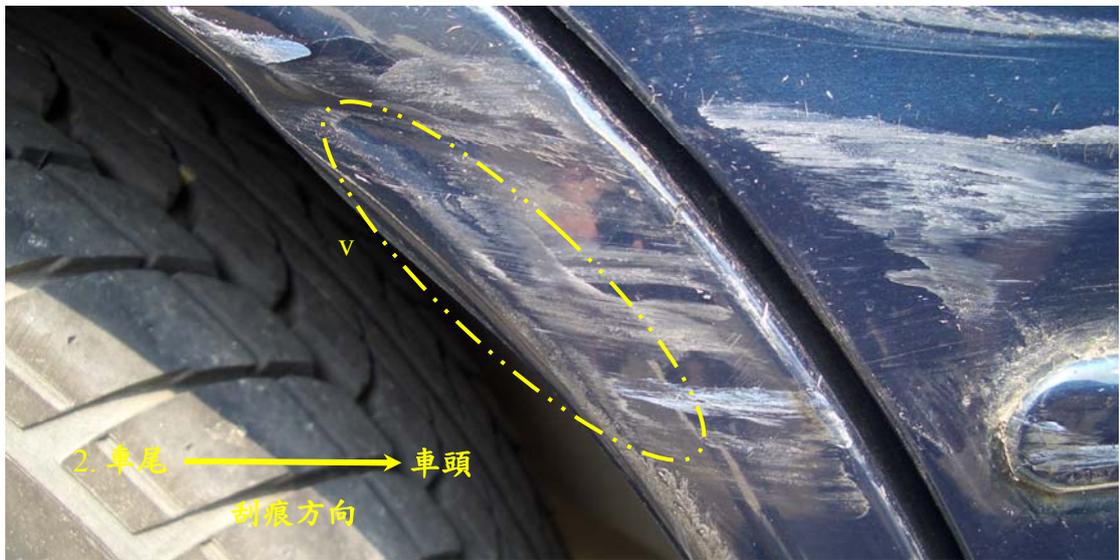
相片 4.3-17.2 A 車車損情形(實驗 17)

A 車刮痕主要散佈在右側兩扇車門附近。



相片 4.3-17.3 A 車右前車門(實驗 17)

i 處刮痕延伸至車體斷面處，產生跳越現象並在斷面處留下堆積，可知刮痕受力方向應為由右往左。ii 處為刮痕重疊處，接近車體斷面處車體較硬，故在刮痕左側受力較大顏色較深，受力方向為由右往左，此處為同向刮痕重疊。iii 處的脫落非本次實驗所造成。



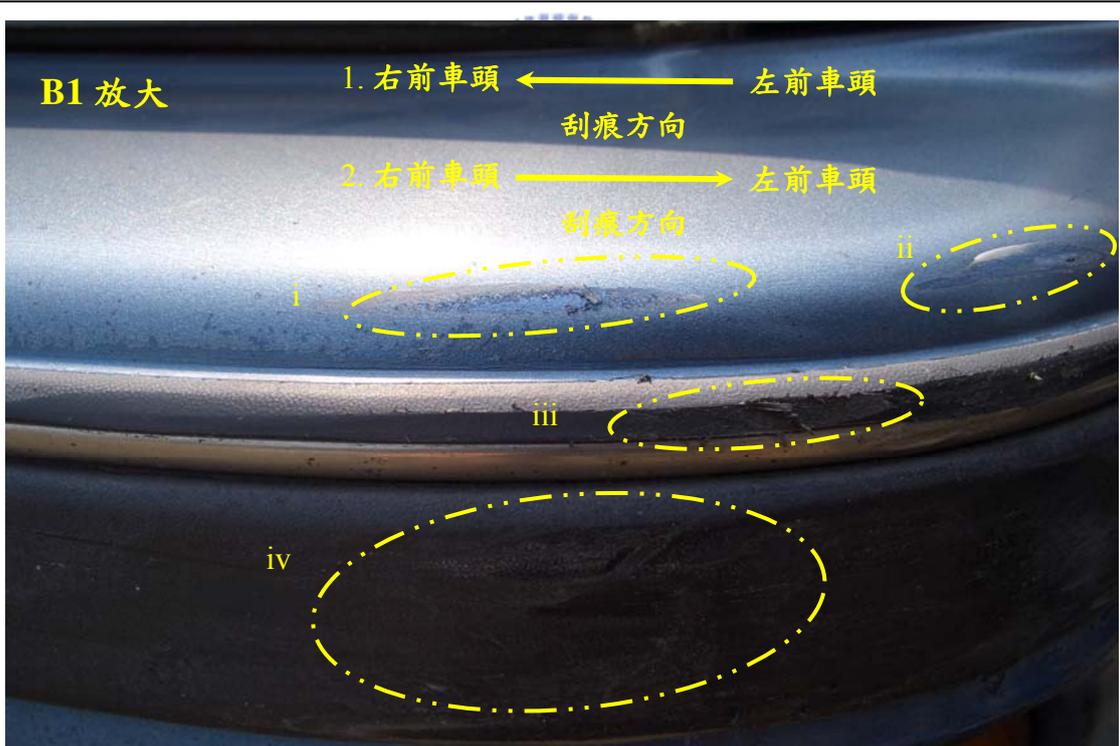
相片 4.3-17.4 4.3-17.5 A 車右後車門(實驗 17)

相片 4.3-17.3 中，i 處在車體斷面處產生跳越現象，刮痕受力方向應為由右往左。ii 處則有刮痕重疊，經由碰撞影像比對後發現，A 車前進時 B 車因受擠壓，車身有下移的情形，車身回復水平時在 A 車車身留下上升走勢之刮痕，且其受力方向為由右往右。iii 處刮痕由斷面處油漆堆積的位置判斷刮痕受力方向應為由右往左，iv 處刮痕波峰指向左側，刮痕受力方向應為由右往左，此處之刮痕重疊應為同向刮痕。相片 4.3-17.3 為 A 車倒車後車損照片，經比對後發現輪拱附近 v 處有多處刮痕重疊，但並無明顯特徵可供判斷受力方向，僅能依實驗設計推測刮痕受力方向為由左往右。



相片 4.3-17.6 B 車車損情形(實驗 17)

B 車車損集中在左前保險桿，其中 ii 處刮痕非本次實驗造成。

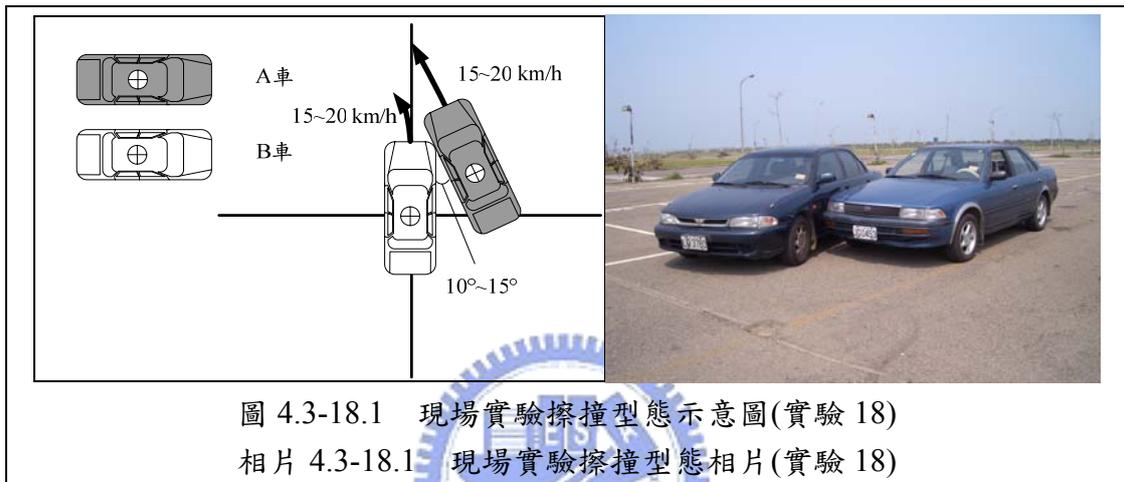


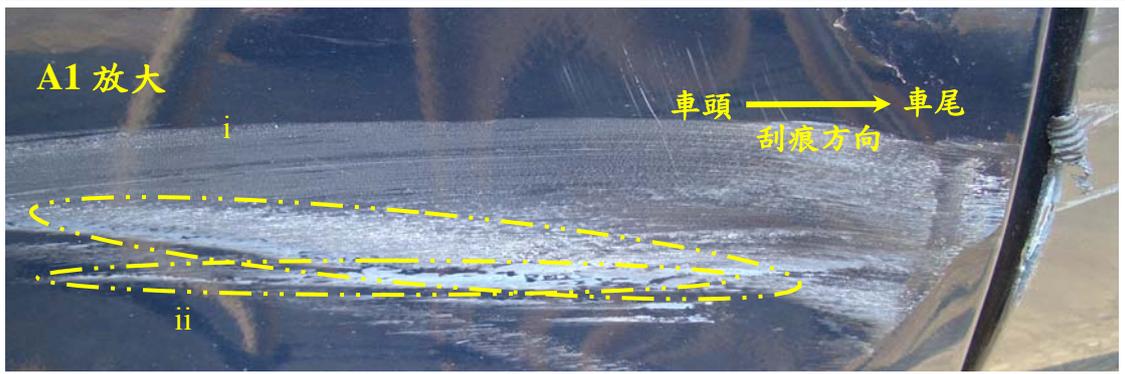
相片 4.3-17.7 B 車左前車頭(實驗 17)

i 處由油漆剝落的方向可知刮痕受力方向為由左往右。ii 處右側受力較深，往左有變淡發散的現象，刮痕受力方向為由右往左。iii 處車體纖維脫落的方向即為刮痕受力方向，為由左往右。刮痕重疊的部份應集中於 iv 處，但並無明顯特徵可供判斷刮痕受力方向。

十八、實驗 18

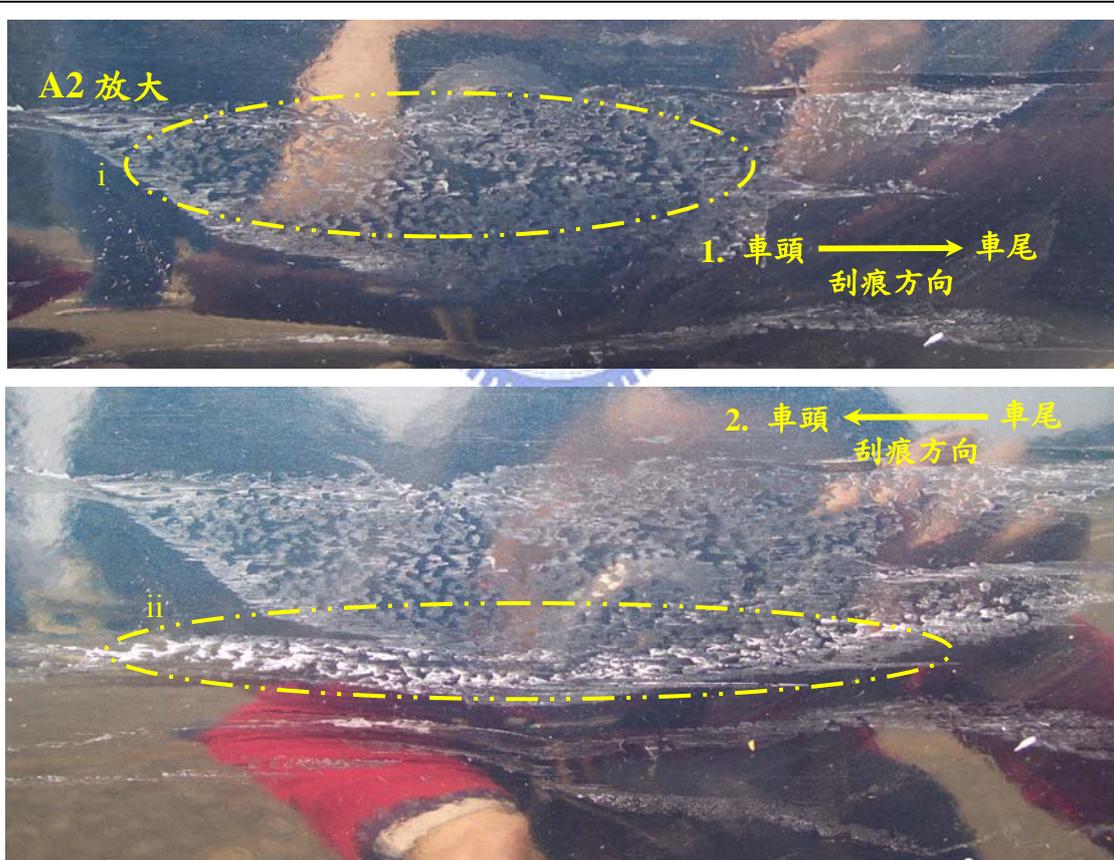
1. 實驗日期：96.03.15
2. 擦撞型態：側撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以速度約 15~20km/h 略為左轉前進，使 A 車左側車身擦撞 B 車右前車頭至兩車脫離後煞停，此時 B 車以速度約 15~20km/h 前進，兩車接觸後 A 車再左轉至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。





相片 4.3-18.3 A 車左前車門(實驗 18)

i 處起始處平整，往右逐漸變淡發散，刮痕方向為由左往右。ii 處刮痕較為模糊，為刮痕重疊處，刮痕左側受力較輕，往右受力面積較大，刮痕方向為由左往右。推測是因為 A 車前進時有略為左彎，導致 i 處與 ii 處對 B 車的接觸點不同，故留下同向的二次刮痕。



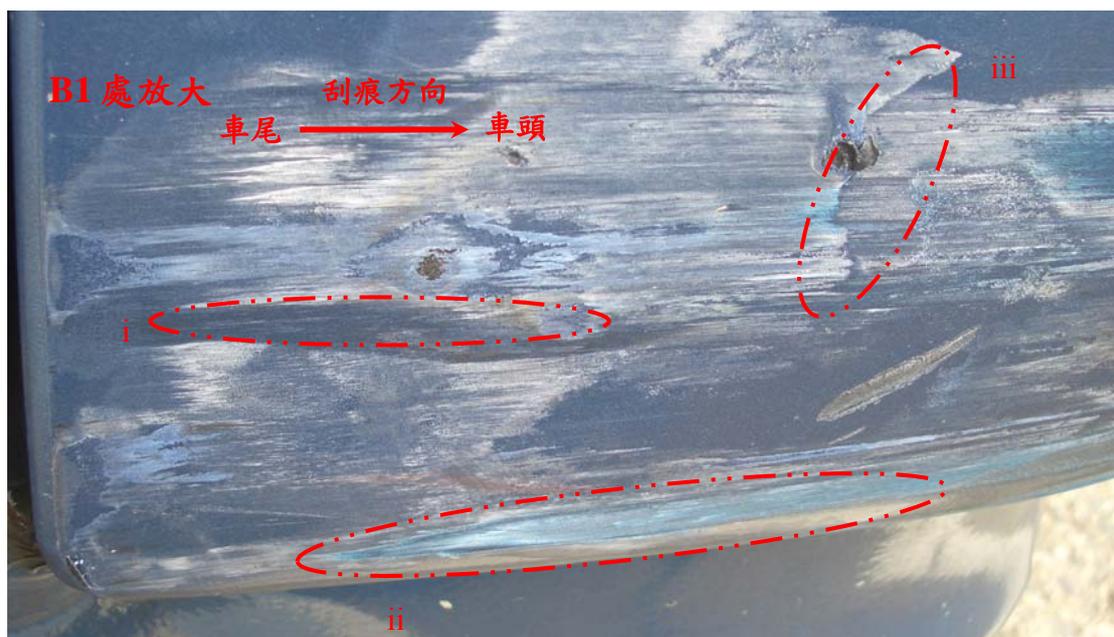
相片 4.3-18.4 4.3-18.5 A 車左後車門(實驗 18)

相片 4.3-18.4 為 A 車前進後的受損照片，i 處刮痕的紋路明顯往右拉扯，可知刮痕受力方向為由左往右。相片 4.3-18.5 可以看到 B 車前進後留下 ii 處的刮痕並有刮痕重疊的現象，白色的刮痕覆蓋在原本的灰色刮痕上，且白色刮痕左側顏色較深，往右漸漸變淡發散，說明受力方向為由左往右。



相片 4.3-18.6 B 車車損情形(實驗 18)

B 車受損部份為右前保險桿附近。



相片 4.3-18.7 B 車右前車頭(實驗 44A18)

相片中 i~iii 處有明顯刮痕重疊的現象，但並無明險特徵可供判斷刮痕走向，僅能由實驗設計與現場碰撞影片，得知刮痕受力方向為由左往右，且為同向刮痕重疊。



相片 4.3-18.8 4.3-18.9 B 車右前車頭(實驗 18)

由相片 4.3-18.8 可以發現在 B 車右前車頭的左側，油漆屑往右掀起，說明有受到由左往右的外力，而相片 4.3-18.9 裡 B 車右前車頭的右側則有油漆堆積的情況，為 B 車前進時所留下，受力方向為由右往左。故可知此處有刮痕重疊的情形

十九、實驗 19

1. 實驗日期：96.03.15
2. 擦撞型態：倒撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以速度約 15~20km/h 直線倒車，使 A 車右後保險桿擦撞 B 車左側車身，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，B 車再以速度約 15~20km/h 略為左彎倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平及下降趨勢。

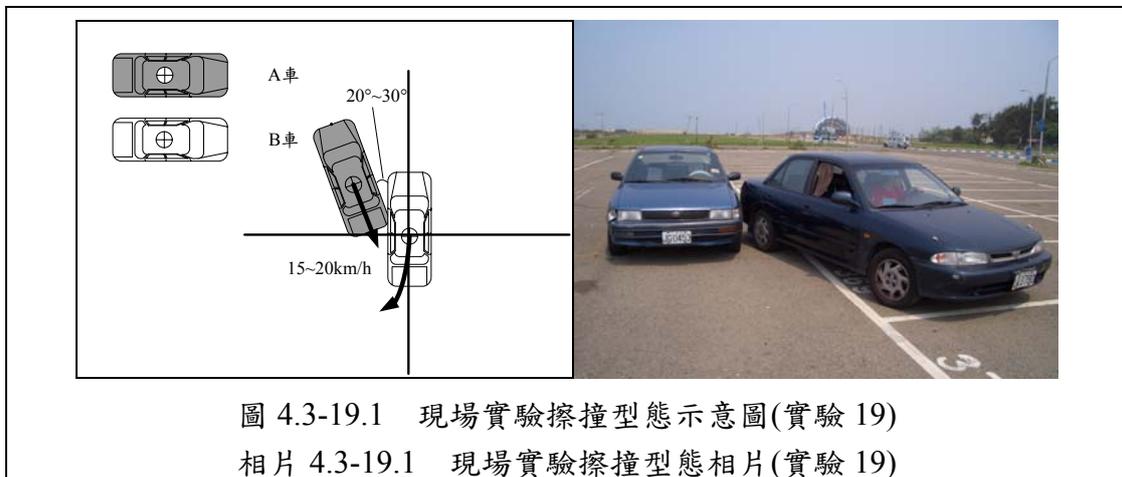
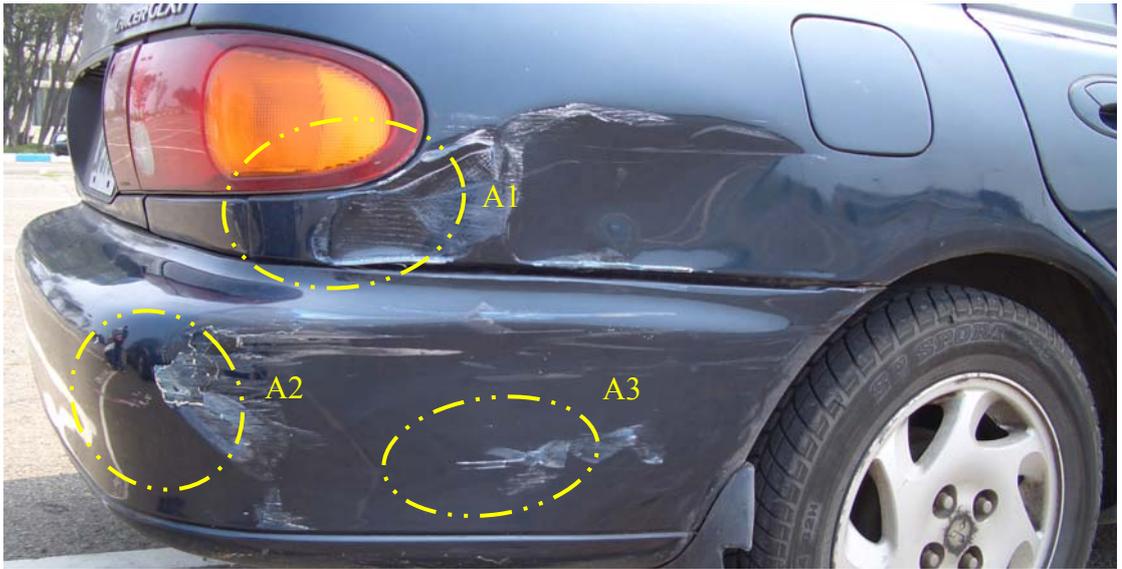


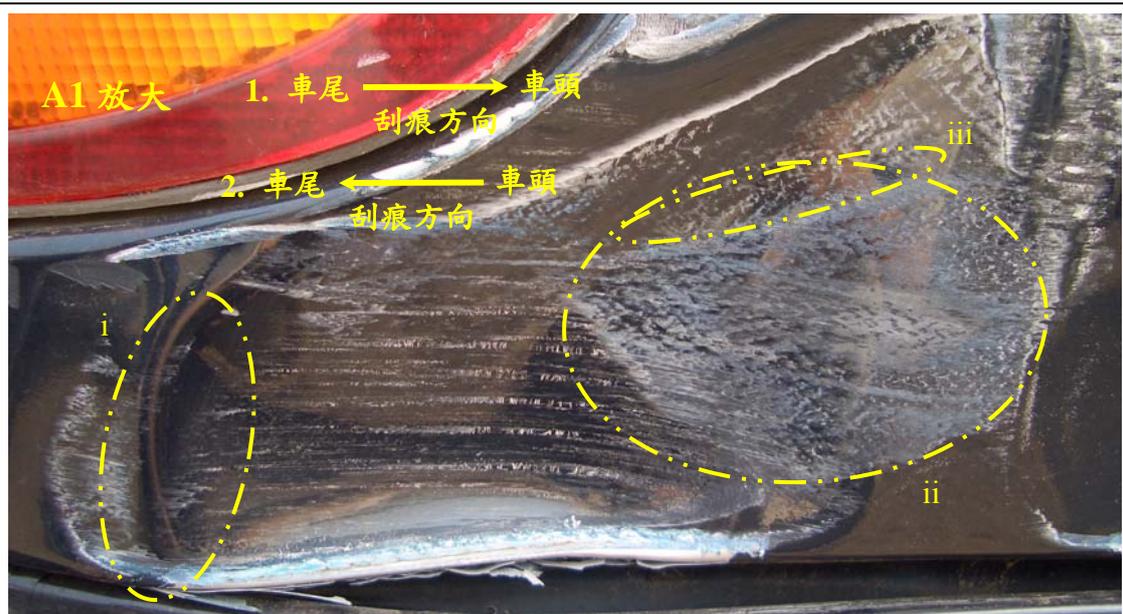
圖 4.3-19.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 19)

相片 4.3-19.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 19)



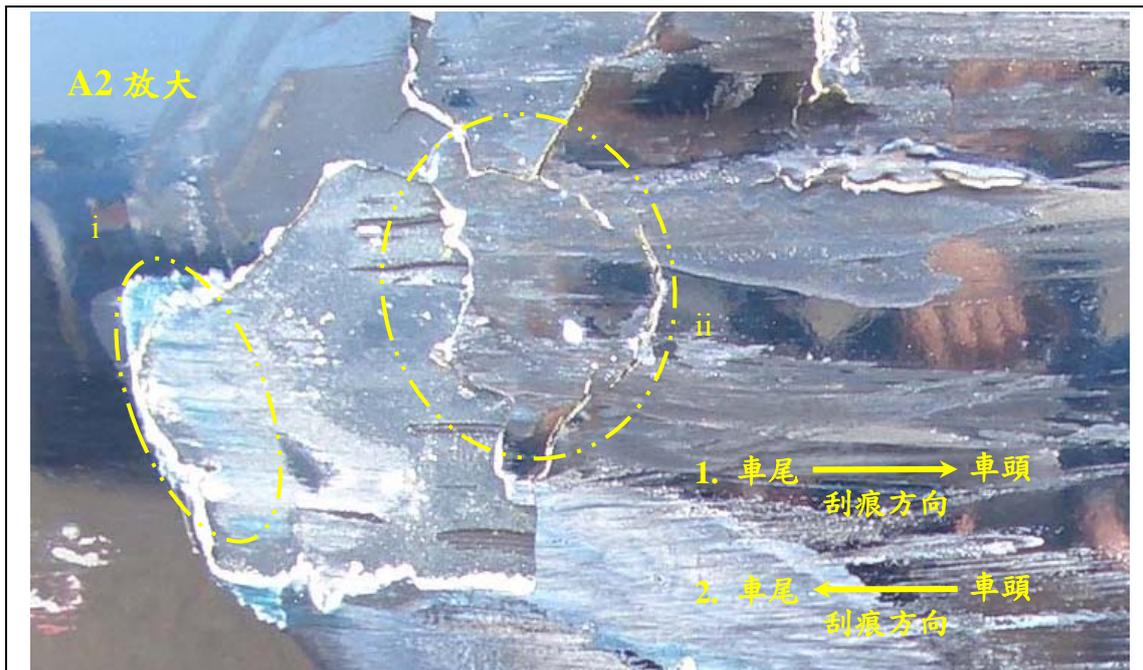
相片 4.3-19.2 A 車車損情形(實驗 19)

A 車刮痕主要集中在右後車尾附近。



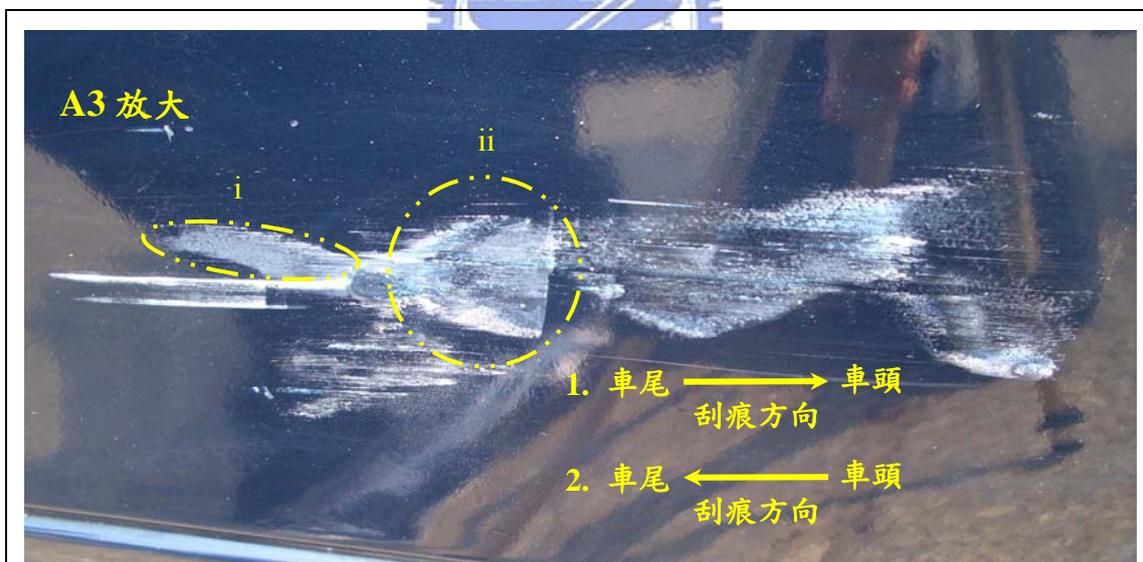
相片 4.3-19.3 A 車右後車尾燈附近(實驗 19)

i 處因為車體受擠壓而凹陷，刮痕延伸至凹陷處而忽然脫離，刮痕受力方向應為由左往右。ii 處有刮痕重疊的情形，第一次碰撞形成的白色刮痕被後來形成的綠色刮痕所覆蓋，此處刮痕較其他處模糊，並可發現有多處呈「<」型的波紋，說明受力方向為由右往左。iii 處的堆積也可說明刮痕受力方向為由右往左。



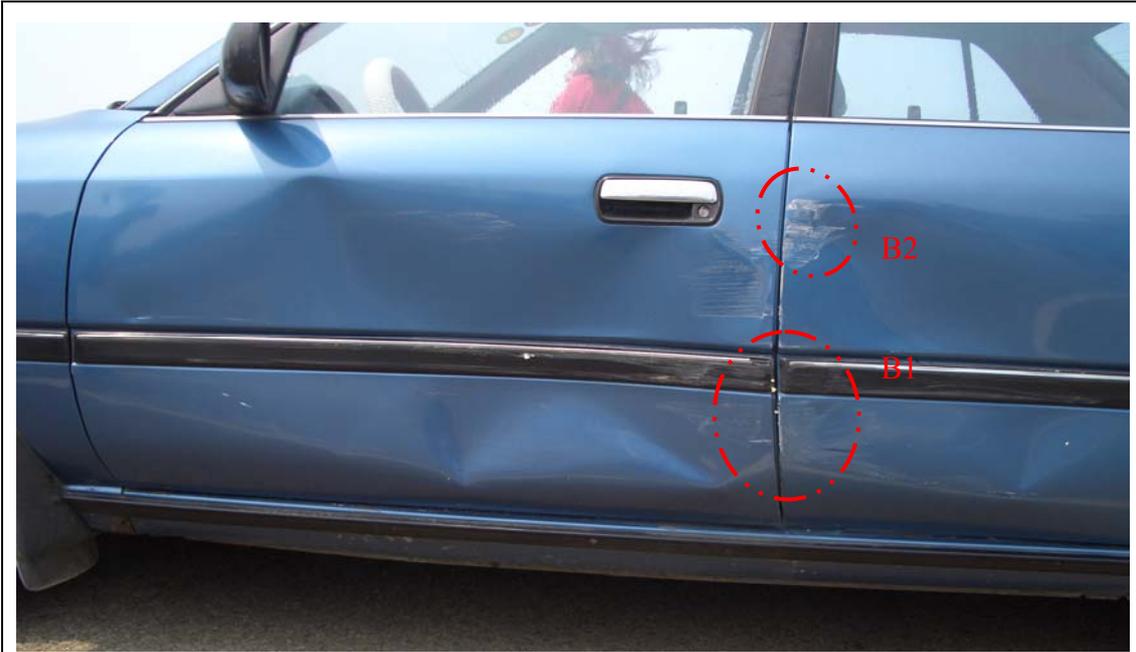
相片 4.3-19.4 A 車右後車尾(實驗 19)

i 處油漆脫落後刮痕繼續往右延伸，刮痕受力方向為由左往右，右側並有刮痕重疊的情形，但無明顯特徵可供判斷刮痕走向。ii 處油漆剝落的情況可以說明受到由右往左之外力所致。



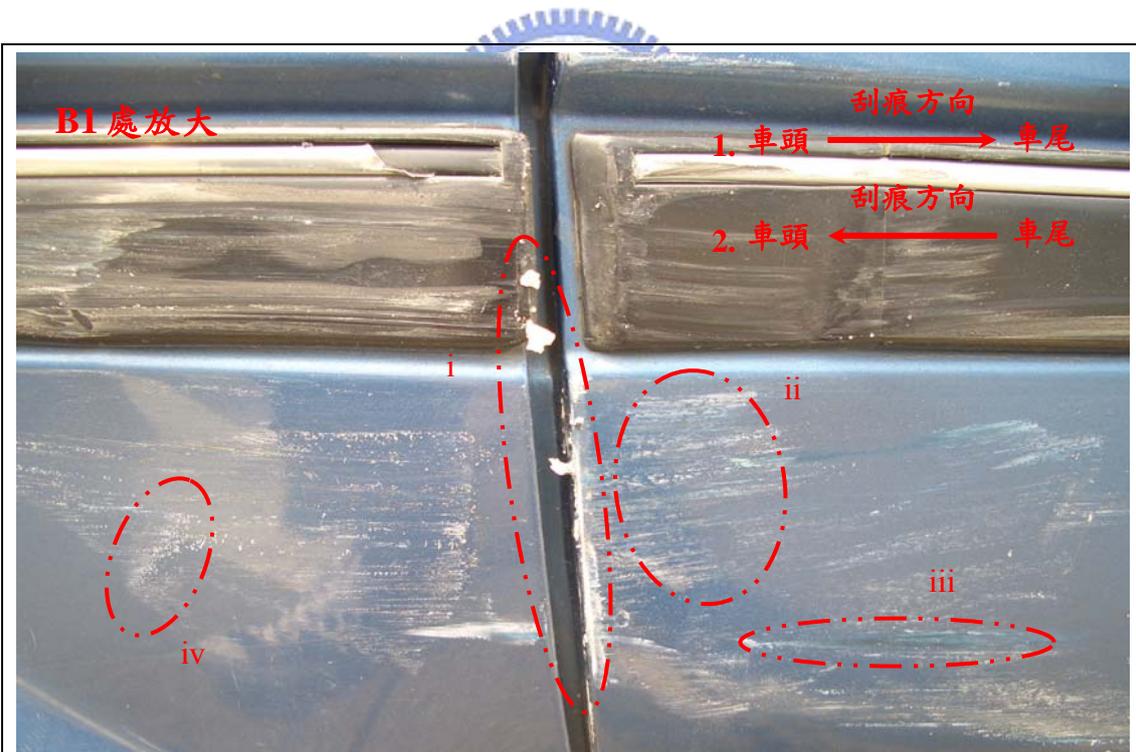
相片 4.3-19.5 A 車右後車尾(實驗 19)

i 處雖有刮痕重疊但無明顯特徵可供判斷刮痕走向。ii 處刮痕左側有油漆堆積的現象，且右側平整為刮痕起始處，刮痕受力方向為由右往左。



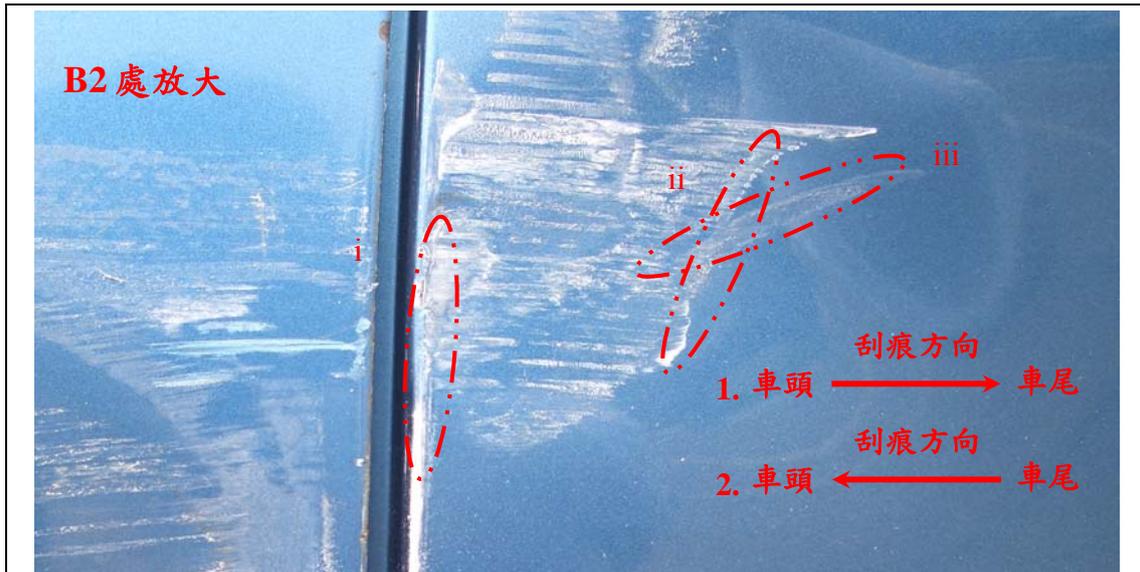
相片 4.3-19.6 B 車車損情形(實驗 19)

B 車車損主要為左側車門間斷面處附近。



相片 4.3-19.7 B 車左側車門間斷面處(實驗 19)

i 處可發現斷面處兩側皆有油漆堆積，說明此處受到兩個不同方向外力所致。另外 ii 處、iii 處與 iv 處皆有刮痕重疊的情形，但因為刮痕並不明顯，無法判斷刮痕的受力方向。



相片 4.3-19.8 B 車左側車門間斷面處(實驗 19)

i 處的車體斷面處右側有油漆堆積，說明此處受到由左往右之外力所致。ii 處刮痕平整為起始處，受力方向為由右往左。兩車第一次接觸後 A 車因受擠壓而造成車身上移，待 B 車倒車時，A 車車身回復水平，並在 iii 處留下下降趨勢的刮痕，受力方向為由右往左。

二十、實驗 20

1. 實驗日期：95.05.24
2. 擦撞型態：角撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 10~15km/h 前進，使 B 車右側車身擦撞 A 車右前車頭，兩車接觸後 B 車持續前進約半個車身後停車，B 車再以速度約相同車速與角度倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。

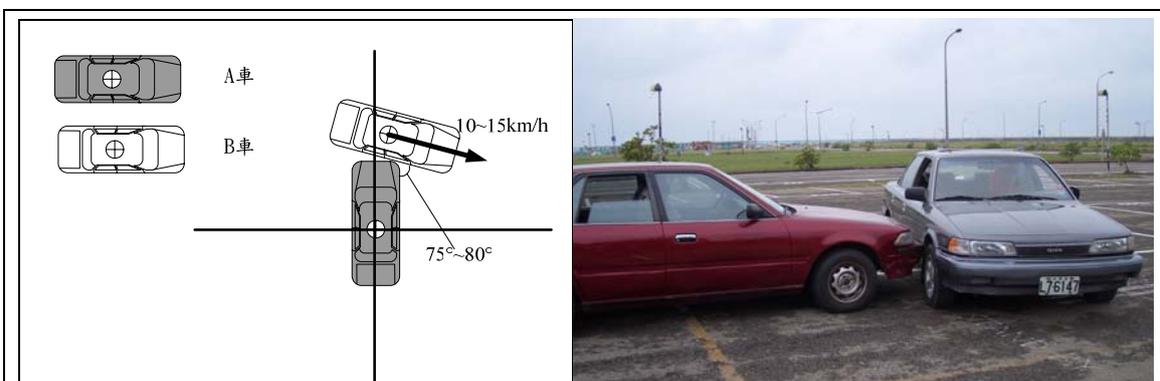


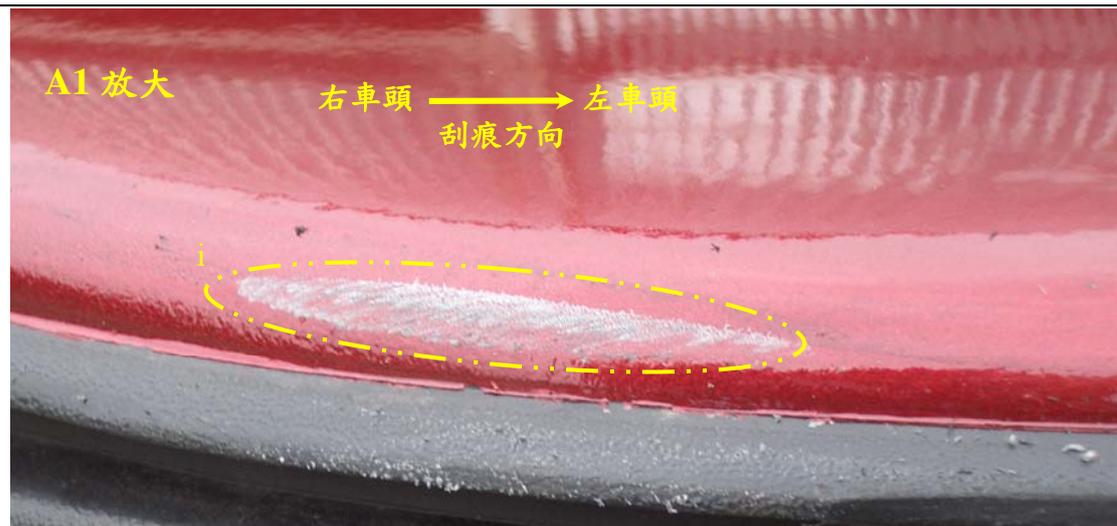
圖 4.3-20.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 20)

相片 4.3-20.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 20)



相片 4.3-20.2 A 車車損情形(實驗 20)

A 車刮痕為右前保險桿一角。可以發現 A2 處與 A3 處皆有磨損，但並無明顯特徵可供判斷刮痕走向。



相片 4.3-20.3 A 車右後車頭(實驗 20)

i 處刮痕右側有些微的堆積，刮痕受力方向應為由左往右。



相片 4.3-20.4 B 車車損情形(實驗 20)

B 車刮痕主要分佈於右側兩扇車門附近。





相片 4.3-20.5 4.3-20.6 B 車右後輪拱(實驗 20)

i 處油漆屑往左掀起且堆積在左側，說明刮痕受力方向為由右往左。B 車倒車時產生 ii 處刮痕，並在 iii 處有部份刮痕重疊。ii 處右側有油漆屑堆積，且刮痕往右發散淡出，受力方向為由左往右。



相片 4.3-20.7 B 車右側車門間斷面處(實驗 20)

經觀察並無發現明顯刮痕重疊現象。i 處右側受力較深，往左變淡發散且有油漆屑堆積，刮痕方向為由右往左。

二十一、實驗 21

1. 實驗日期：96.03.28
2. 擦撞型態：角撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以夾角大於 45° ，速度約 15~20km/h 直線前進，使 A 車左前保險桿擦撞 B 車右側車身，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 15~20km/h 倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。

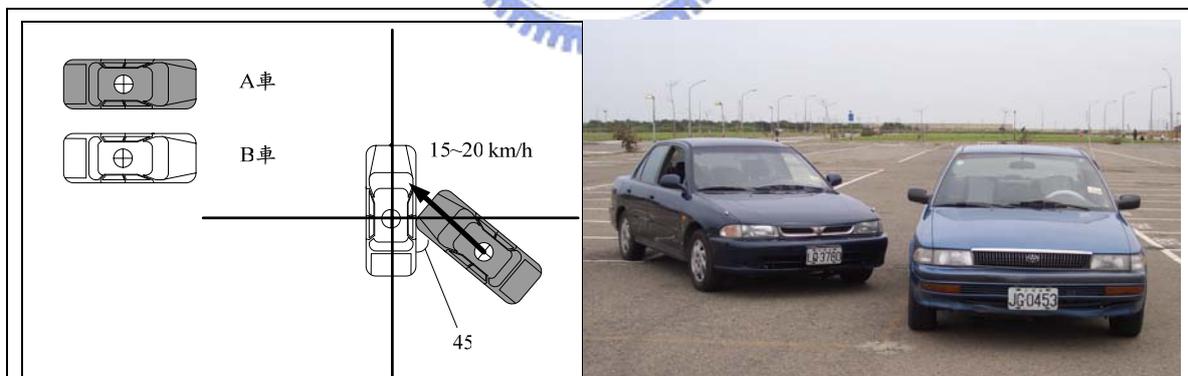


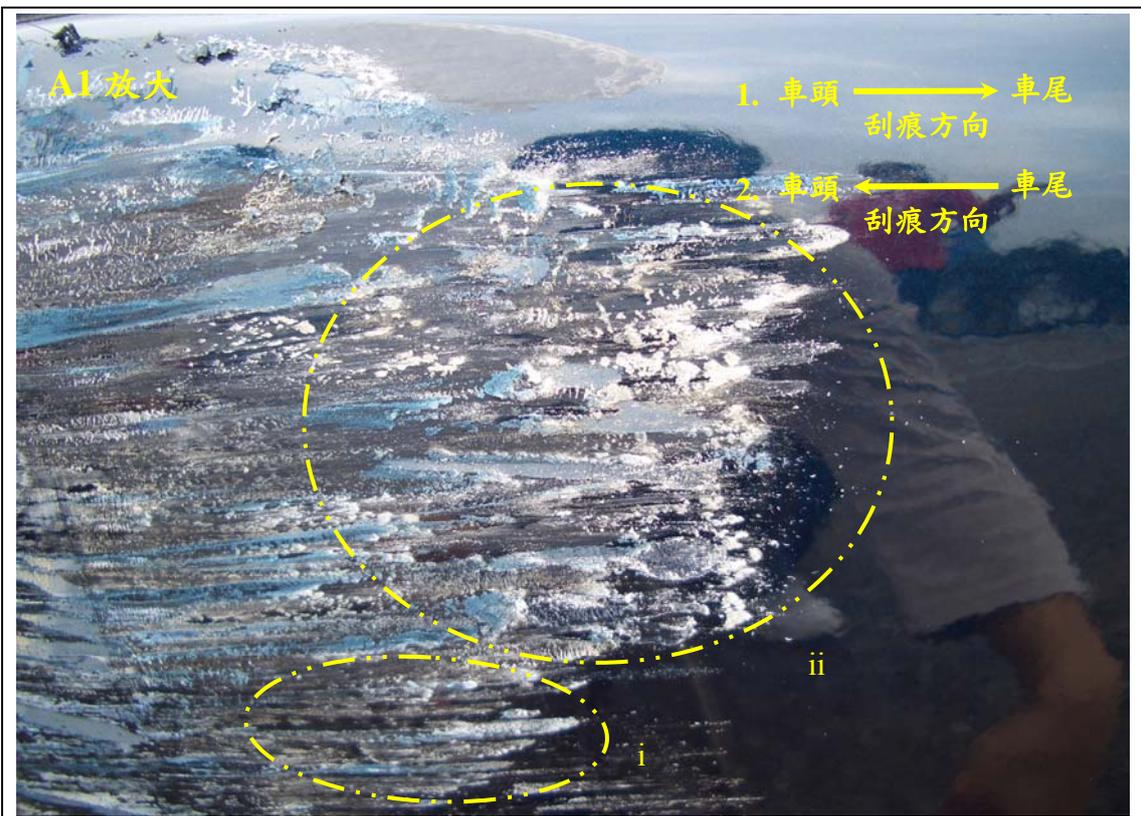
圖 4.3-21.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 21)

相片 4.3-21.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 21)



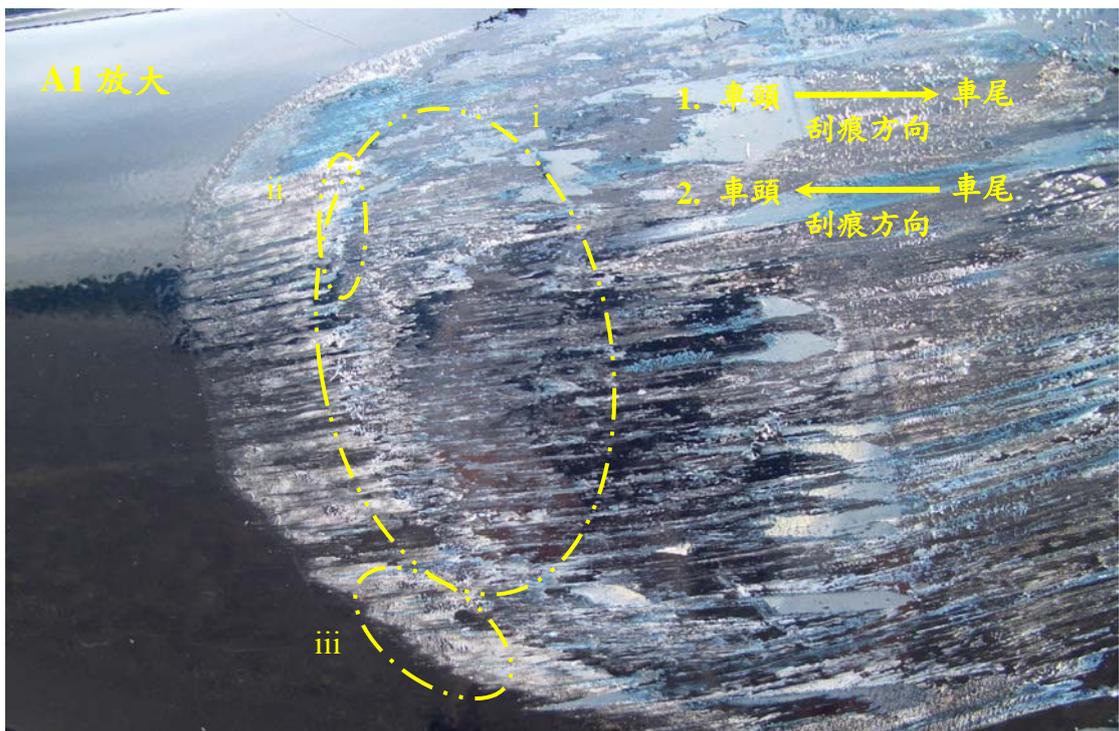
相片 4.3-21.2 A 車車損情形(實驗 21)

A 車刮痕主要集中在左前保險桿一角。



相片 4.3-21.3 A 車左前車頭(實驗 21)

i 處刮痕右側受力較深，往左有變淡發散的現象，受力方向為由右往左。ii 處刮痕較 i 處為模糊，且有多處刮痕因覆蓋而中斷，研判此處應有刮痕重疊。首先在 ii 處右側有油漆屑堆積的情形，說明此處有受到由左往右的外力；另外可以發現 ii 處左側的部份綠色刮痕，在刮痕的右側可以發現有白色油漆屑堆積，應為 A 車倒車時將 ii 處右側的堆積往左拉扯，說明此處後來有受到由右往左的刮痕覆蓋。



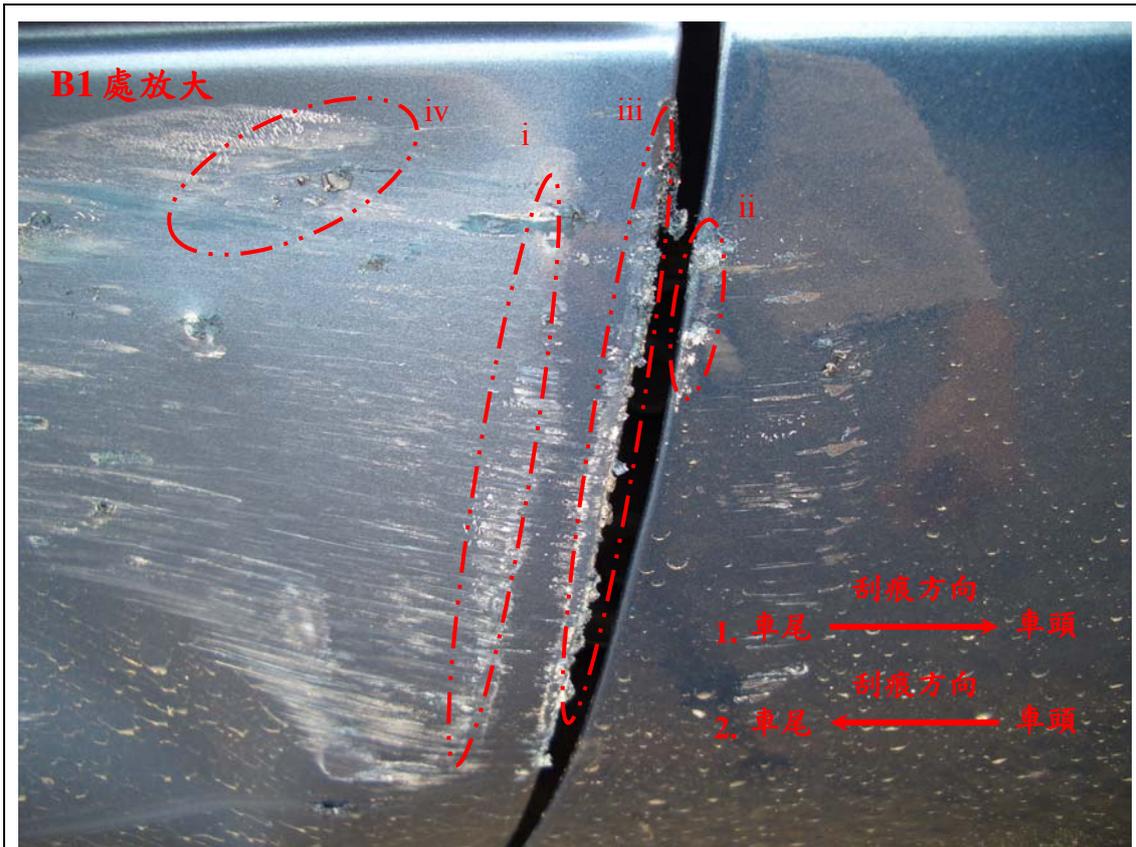
相片 4.3-21.4 A 車左前車頭(實驗 21)

首先經觀察發現 i 處有刮痕被中斷的現象，為二次刮痕的特性。ii 處可發現油漆往左堆積，說明有受到由右往左的外力，且為後來覆蓋在上面的刮痕。因為第一次形成的刮痕多半因覆蓋而被磨掉，故由 iii 處發現刮痕紋路有往右拉扯的情形，說明刮痕受力方向為由左往右。所以此處先有由左往右之刮痕，再被由右往左之刮痕覆蓋。



相片 4.3-21.5 B 車車損情形(實驗 21)

B 車車損主要為右前車門一帶。

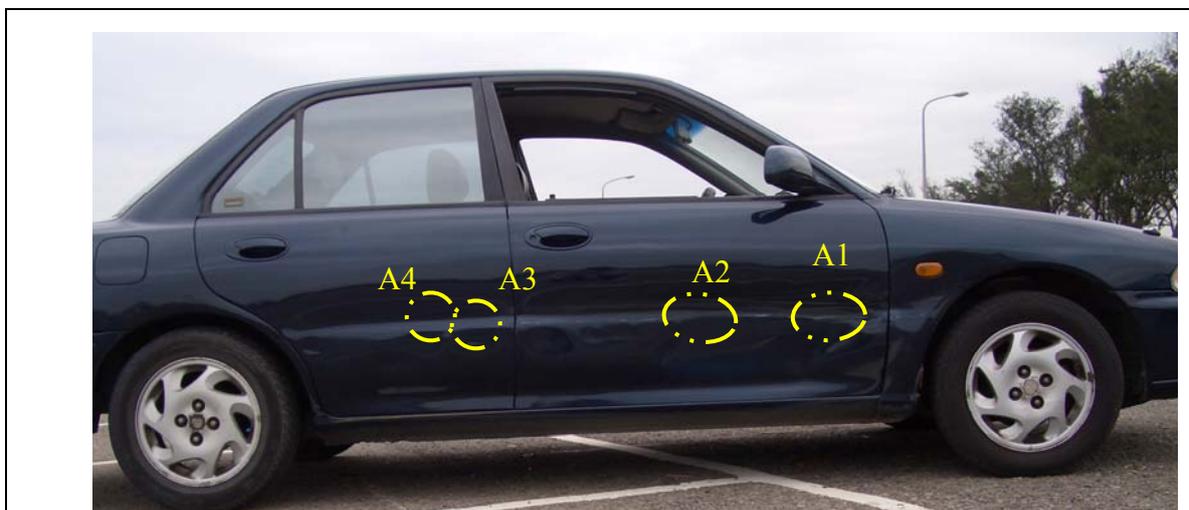
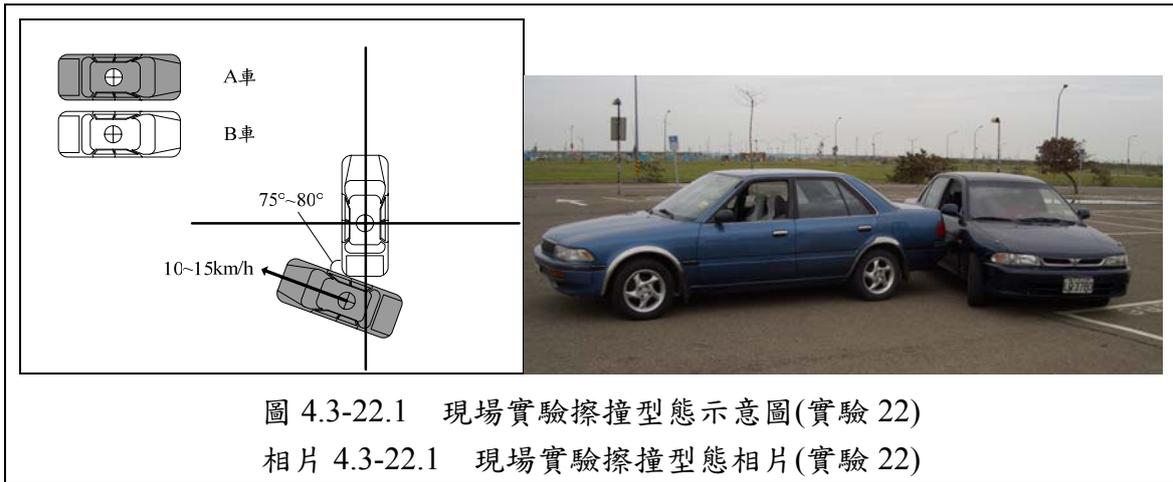


相片 4.3-21.6 B 車左側車門間斷面處(實驗 21)

A 車前進時在 i 處留下跳越痕，並在 ii 處留下油漆堆積，刮痕受力方向為由左往右。而由 iii 處車體斷面處的油漆堆積，可判斷為 A 車倒車時所產生之刮痕。iv 處可發現刮痕重疊的現象，左側的白色刮痕為第一次刮痕，刮痕紋路有往右拉扯的情形，且因兩車接觸面積越來越大，越往右刮痕紋路越明顯，刮痕受力方向為由左往右；右側油漆成塊狀剝落，油漆片往左掀起，說明第二次形成的刮痕受力方向為由右往左。

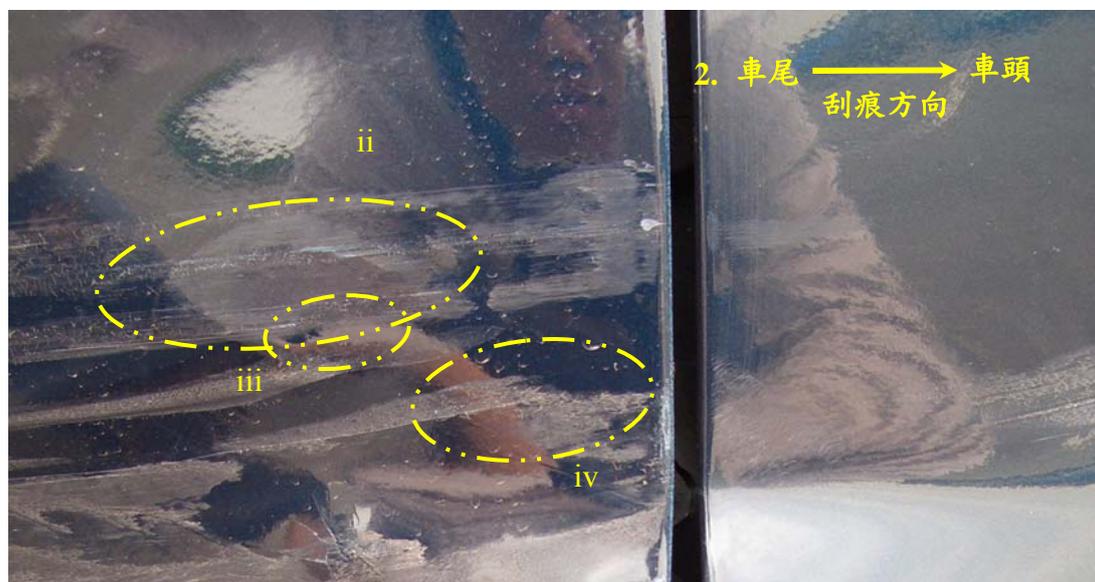
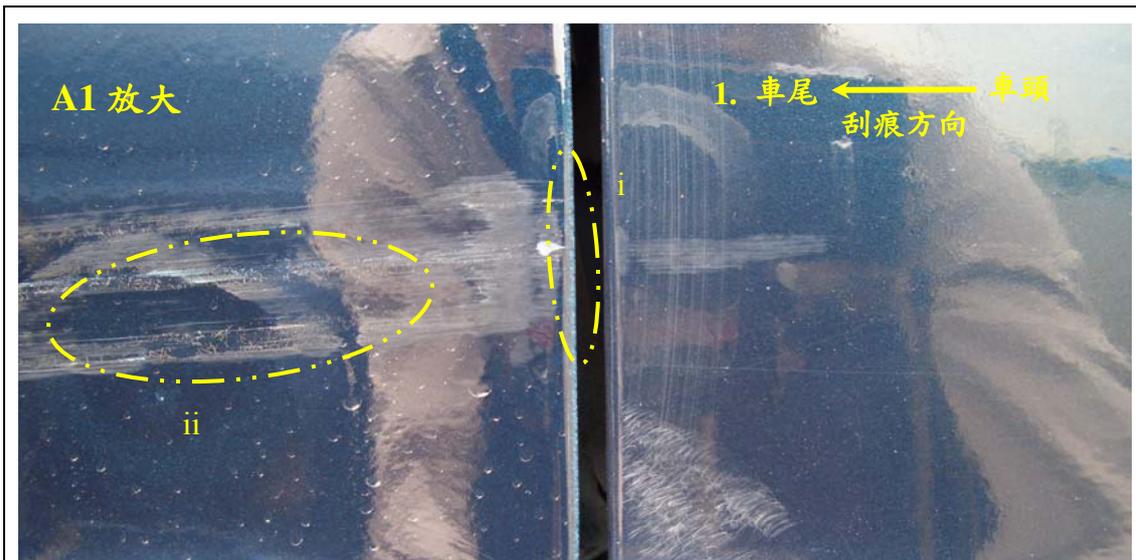
二十二、實驗 22

1. 實驗日期：96.03.28
2. 擦撞型態：角撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以速度約 15~20km/h 直線前進，使 A 車右側車身擦撞 B 車左後車尾，兩車接觸後 A 車持續前進約半個車身，再以原角度，速度約 15~20km/h 倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。



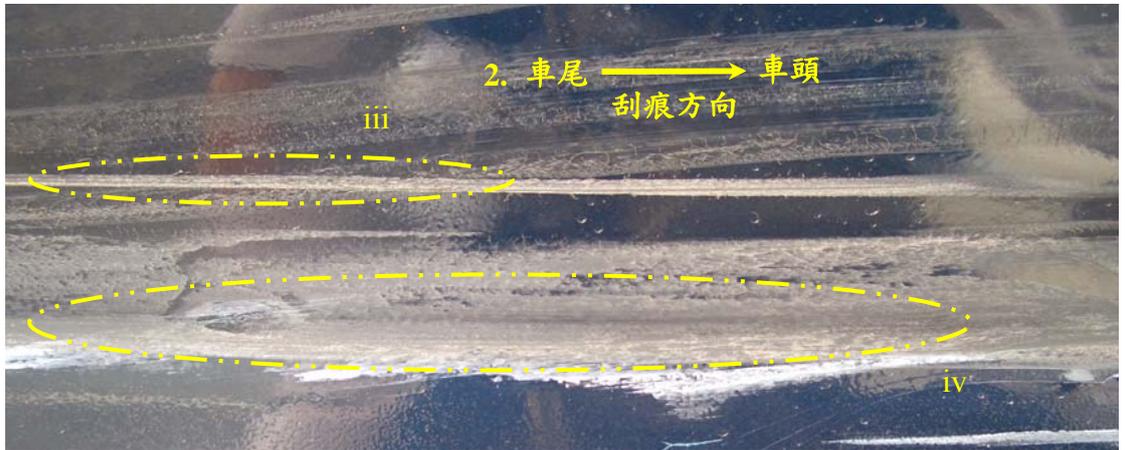
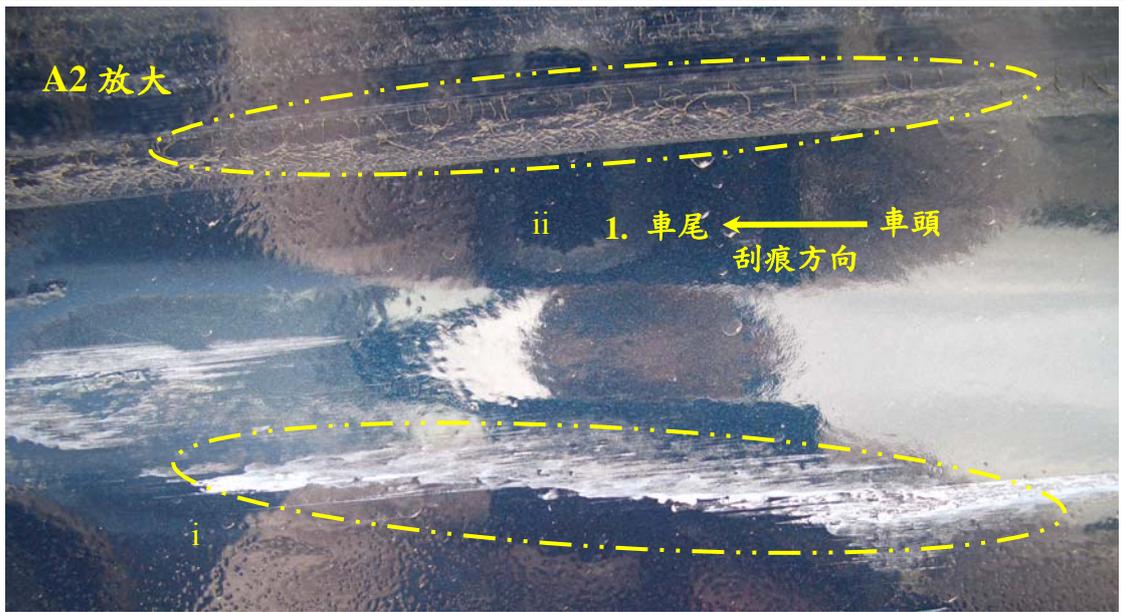
相片 4.3-22.2 A 車車損情形(實驗 22)

A 車刮痕分散於右側車身多處。



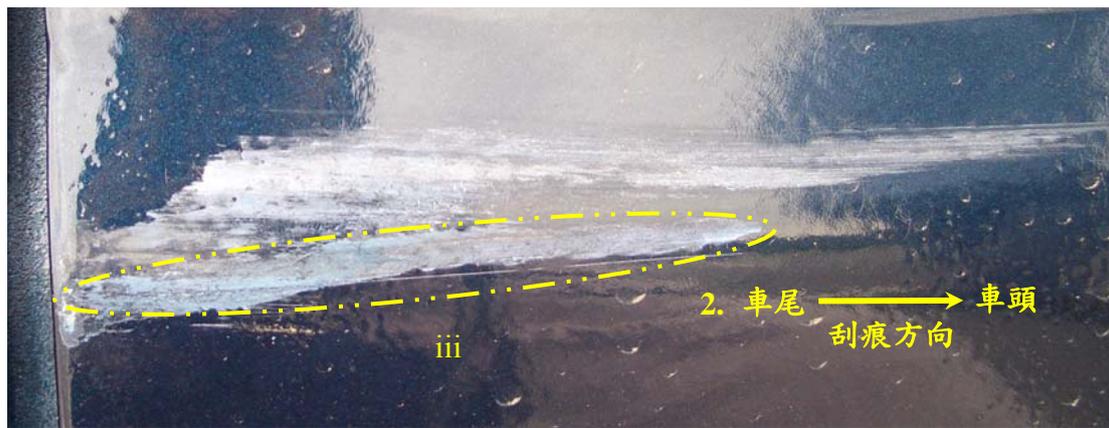
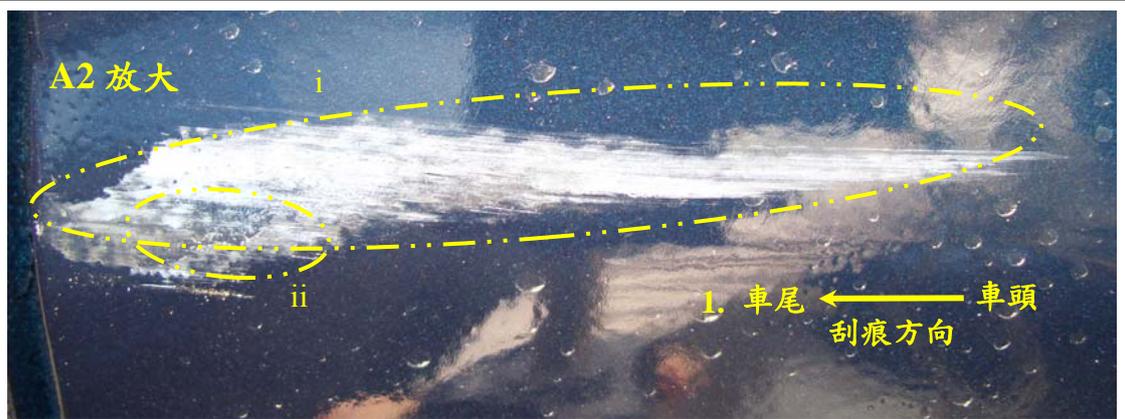
相片 4.3-22.3 4.3-22.4 A 車右前車門(實驗 22)

相片 4.3-22.3 為 A 車前進後的車損照片，i 處車體斷面處左側有些微的刮痕，ii 處刮痕紋路往左拉扯，都說明此處有受到由右往左之外力。A 車倒車後由相片 4.3-22.4 可以發現原先 ii 處的刮痕紋路被往右拉扯，且在 iii 處有刮痕重疊的情形。iv 處刮痕往左變淡發散，研判受力方向為由左往右，且與 iii 為同次刮痕。故此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。



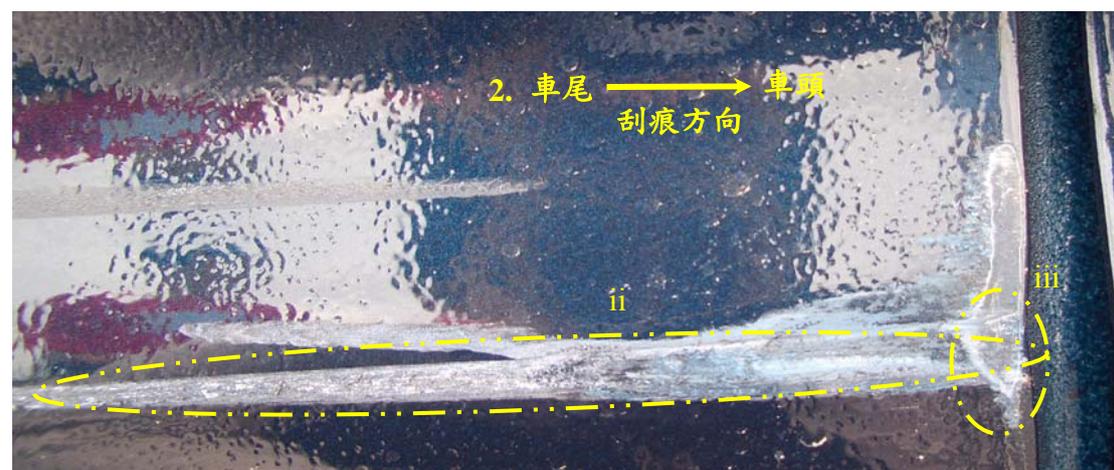
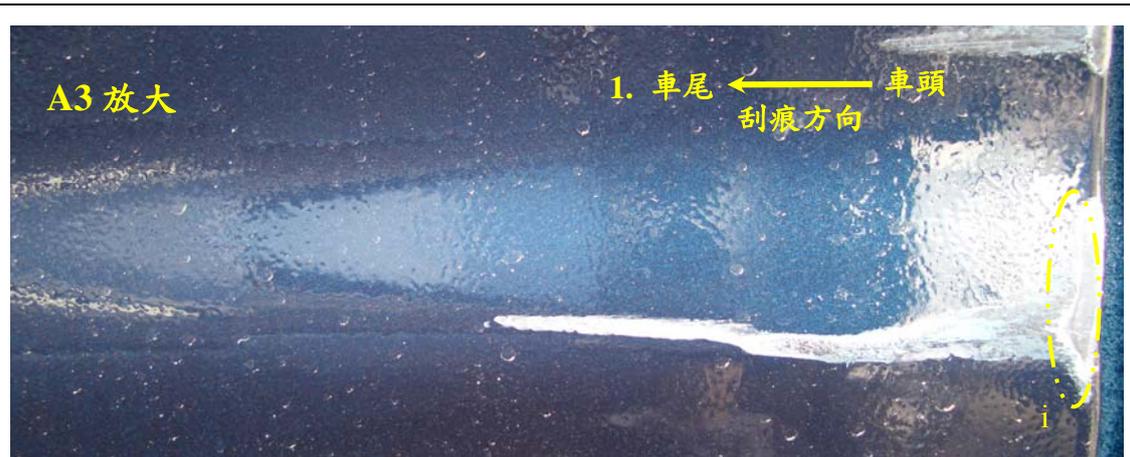
相片 4.3-22.5 4.3-22.6 A 車右前車門(實驗 22)

i 處彗星群刮痕波峰指向左側為受力方向，ii 處油漆屑往左拉扯，皆說明刮痕方向為由右往左。A 車倒車後可發現 iii 處與 iv 處有刮痕重疊的情形，iv 處刮痕較其他處模糊，為重複刮痕之特性，且 ii 處的油漆屑在第二次碰撞後有往右拉扯的趨勢，可知先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。



相片 4.3-22.7 4.3-22.8 A 車右前車門(實驗 22)

i 處刮痕往右變淡發散，且 ii 處刮痕紋路有往右拉扯的情形，說明刮痕方向為由左往右。A 車倒車後產生 iii 處刮痕，並有刮痕重疊的情形，但並沒有發現明顯的刮痕特徵可供判斷刮痕方向，僅能依實驗設計推測 iii 處刮痕方向為由左往右，且為第二次碰撞所形成之刮痕。



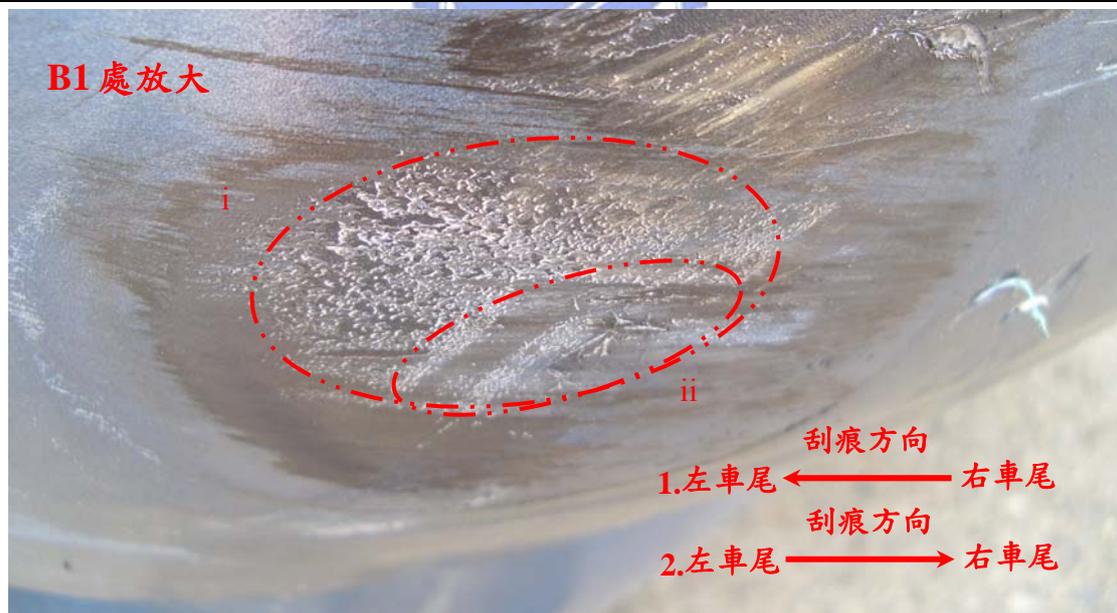
相片 4.3-22.9 4.3-22.10 A 車右後車門(實驗 22)

i 處車體斷面處油漆塊狀剝落，且往左側發散淡出，刮痕方向為由右往左。A 車倒車後產生 ii 處刮痕，並在 iii 處發現有刮痕重疊的現象。ii 處刮痕往右因接觸面變大，刮痕受力較深，刮痕方向為由左往右。iii 處原先往左發散的白色刮痕上覆蓋有綠色刮痕且被往右拉扯，油漆剝落處也被綠色刮痕所覆蓋，故可知先有由右往左之白色刮痕，再被由左往右之綠色刮痕覆蓋。



相片 4.3-22.11 B 車車損情形(實驗 22)

B 車車損主要為左後車尾一處。

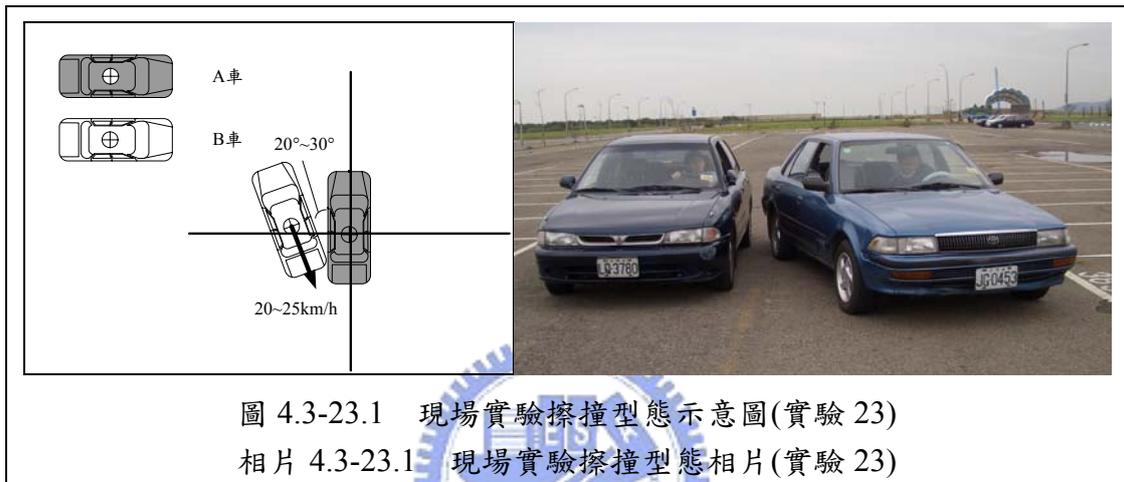


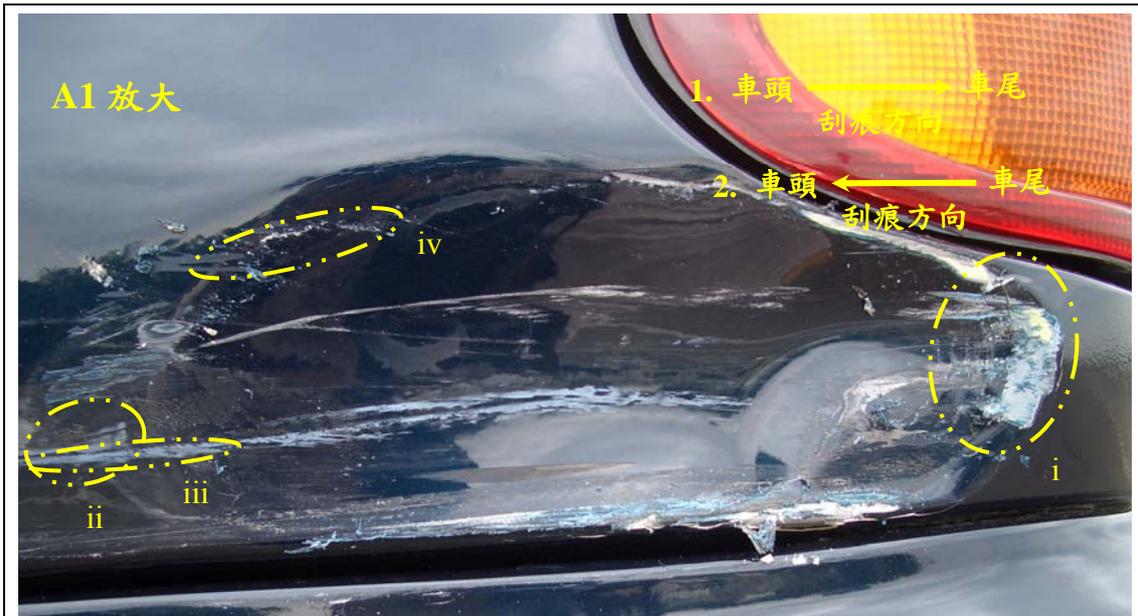
相片 4.3-22.12 B 車左後車尾(實驗 22)

i 處顆粒狀刮痕為第一次碰撞後之刮痕，但並無法由照片判斷刮痕方向，且 ii 處有部份刮痕因重疊而被磨去。i 處顆粒狀刮痕左側皆有白色油漆堆積，ii 處右側油漆屑往右剝落，說明覆蓋在上的刮痕方向為由左往右，因此推斷第一次刮痕方向應為由右往左。

二十三、實驗 23

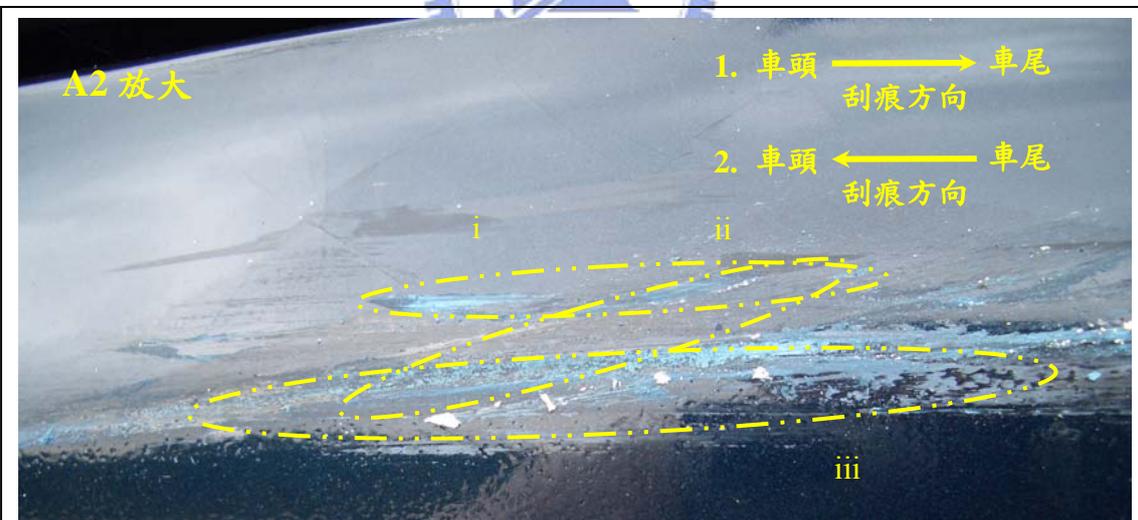
1. 實驗日期：96.03.28
2. 擦撞型態：倒撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 20~25km/h 倒車，使 B 車右後車尾擦撞 A 車左左後車尾，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 15~20km/h 前進至兩車分離。
6. 刮痕走勢：A 車為近似水平及上升趨勢。





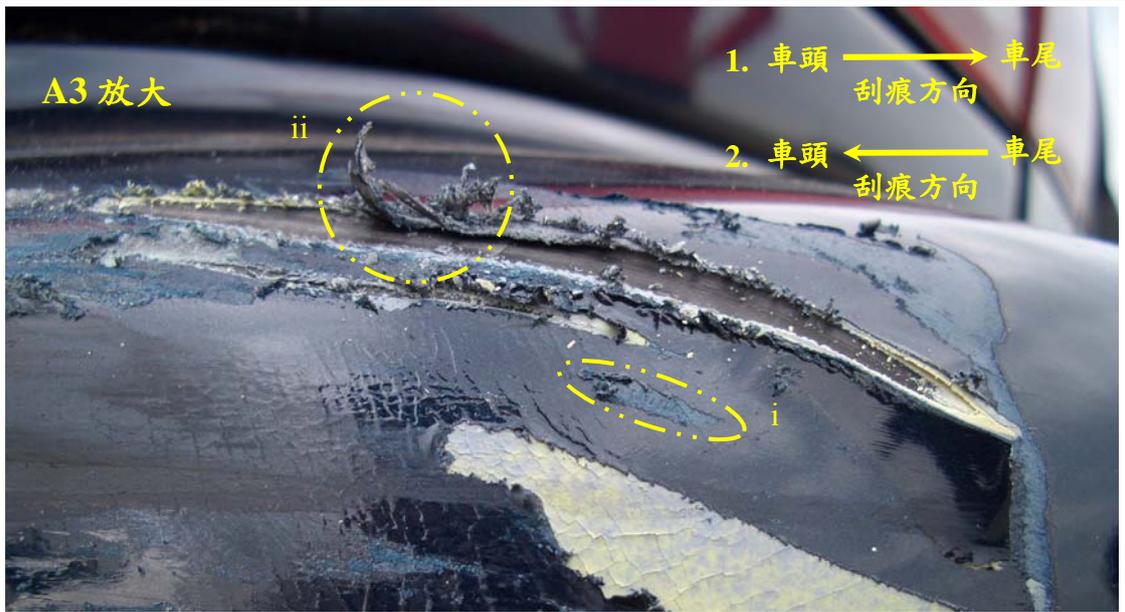
相片 4.3-23.3 A 車左後車尾(實驗 23)

i 處油漆成塊狀剝落，左右兩側皆有油漆堆積，為重複刮痕之特性，且左側之綠色油漆堆積在白色刮痕上，為第二次形成之刮痕，故研判刮痕方向為先由左往右，再被由右往左之刮痕覆蓋。ii 處右側因車體凹陷，刮痕延伸至此而忽然脫離，且右側有些微油漆堆積，刮痕方向為由左往右，且被 iii 處刮痕所覆蓋。iv 處亦有兩個方向的油漆堆積。



相片 4.3-23.4 A 車左後車尾(實驗 23)

i 處刮痕被 ii 處刮痕所覆蓋而磨去部份刮痕，而由現場拍攝之動態實驗過程發現 B 車倒車過程中因擠壓造成車身上移，且 ii 處右側有變淡發散的情形，研判 i 處與 ii 處刮痕皆為由左往右，為同向刮痕重疊。iii 處刮痕又與 ii 處刮痕重疊，油漆片往左剝落與堆積，刮痕方向為由右往左。故此處先有由左往右之刮痕，再被由右往左之刮痕覆蓋。



相片 4.3-23.5 A 車左後車尾(實驗 23)

i 處油漆往左剝落，研判刮痕方向為由右往左。ii 處油漆往右掀起，研判刮痕方向為由左往右。故可知此處有受到兩個不同方向之外力。



相片 4.3-23.6 B 車車損情形(實驗 23)

B 車車損主要為左側車門間斷面處附近。



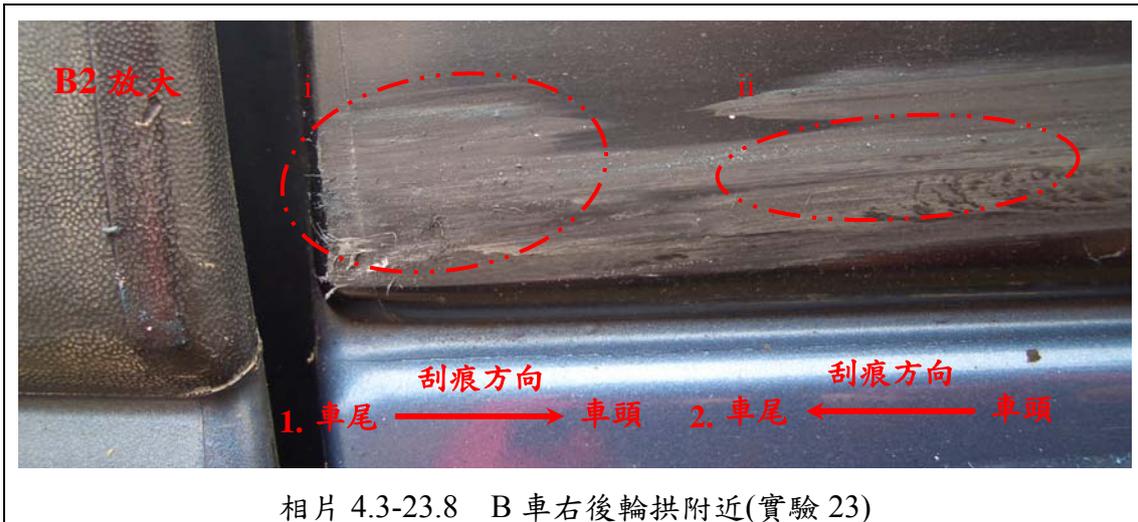
相片 4.3-23.7 B 車右後輪拱附近(實驗 23)

i 處右側車體塑膠被往右拉扯，並有油漆屑堆積在右側，說明刮痕方向為由左往右。另外可發現部份油漆屑有受外力而往左移的趨勢，受力方向應為由右往左。



相片 4.3-23.8 B 車右後輪拱附近(實驗 23)

i 處可發現有刮痕重疊的情形，但無明顯特徵可供判斷刮痕方向，僅能由實驗設計之車輛相對位置判斷刮痕方向。



相片 4.3-23.8 B 車右後輪拱附近(實驗 23)

i 處車體断面處右側有刮痕產生，並右側有變淡發散的趨勢，刮痕受力方向為由左往右。ii 處可發現刮痕重疊的現象，但無明顯特徵可供判斷刮痕方向，僅能由實驗設計之車輛相對位置判斷刮痕方向。

二十四、實驗 24

1. 實驗日期：96.03.28
2. 擦撞型態：追撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 15~20km/h 直線前進，使 B 車左前保險桿垂直撞擊 A 車右後車尾，兩車接觸後 B 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 15~20km/h 倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：不明。

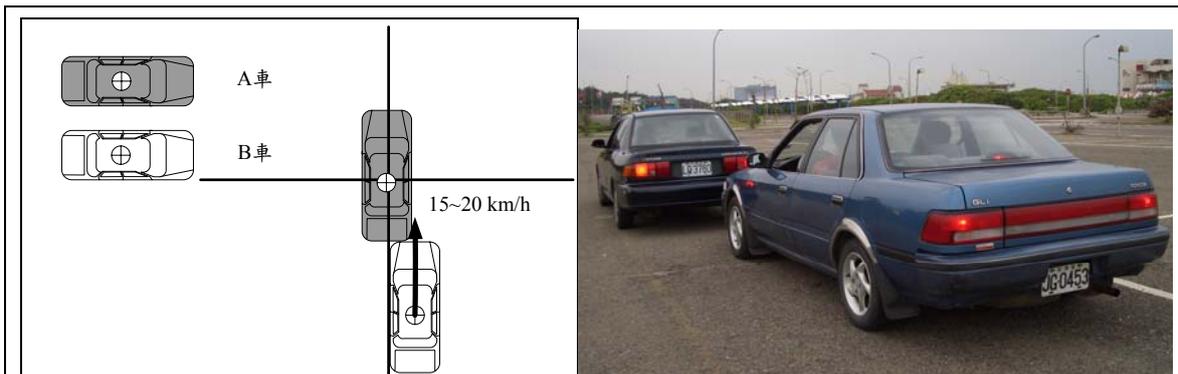


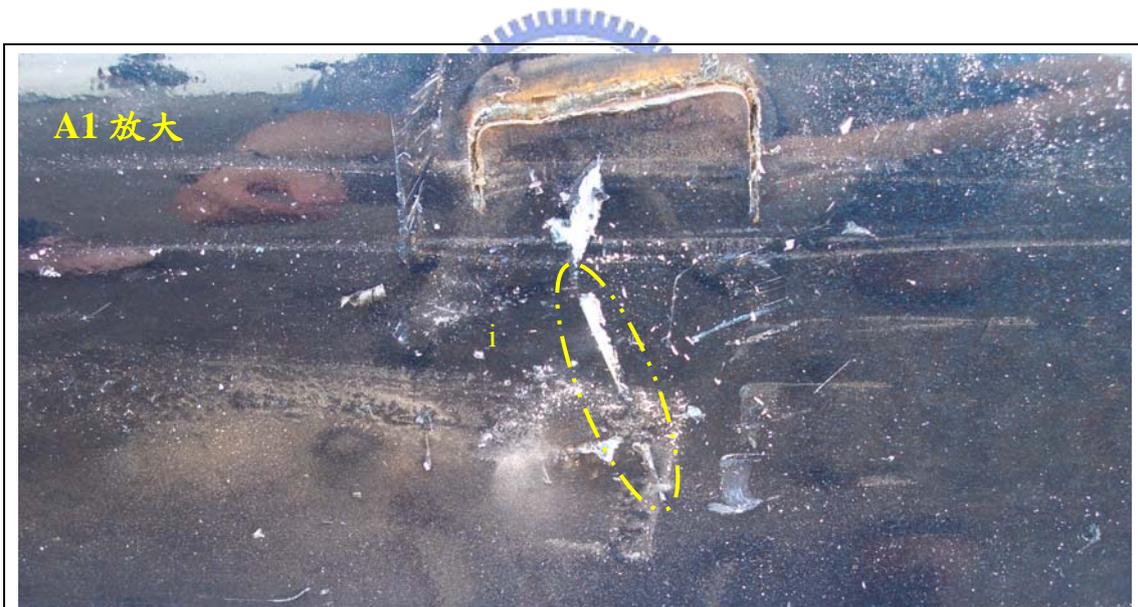
圖 4.3-24.1 現場實驗擦撞型態示意圖(實驗 24)

相片 4.3-24.1 現場實驗擦撞型態相片(實驗 24)



相片 4.3-24.2 A 車車損情形(實驗 24)

A 車刮痕主要集中在右後車尾一處。



相片 4.3-24.3 A 車右後車尾(實驗 24)

此處可以發現有多處刮痕與油漆堆積，但並無明顯特徵可供判斷刮痕方向。i 處可以發現刮痕因重疊而中斷。。



相片 4.3-24.4 B 車車損情形(實驗 24)

B 車車損主要為左前保險桿附近，造成左前車破損與保險桿凹陷。

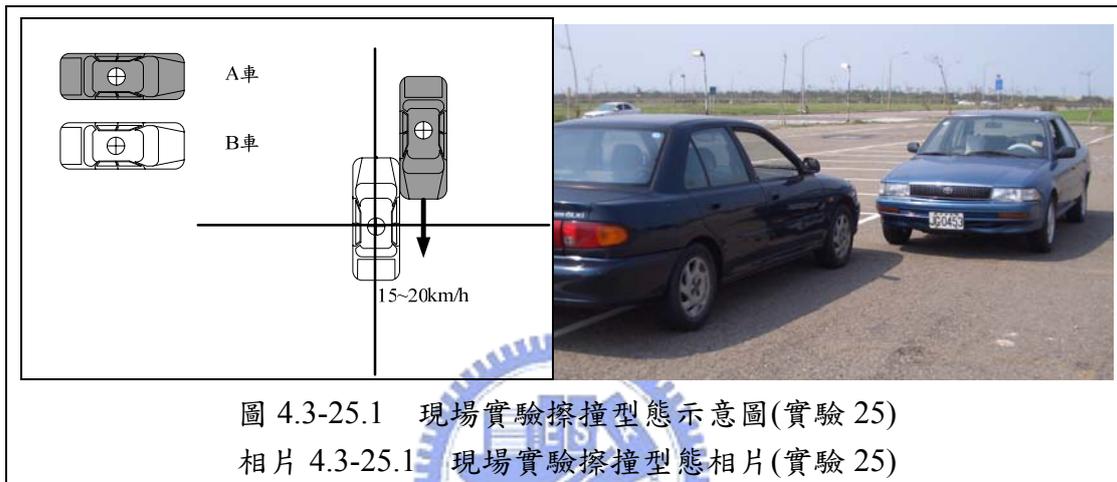


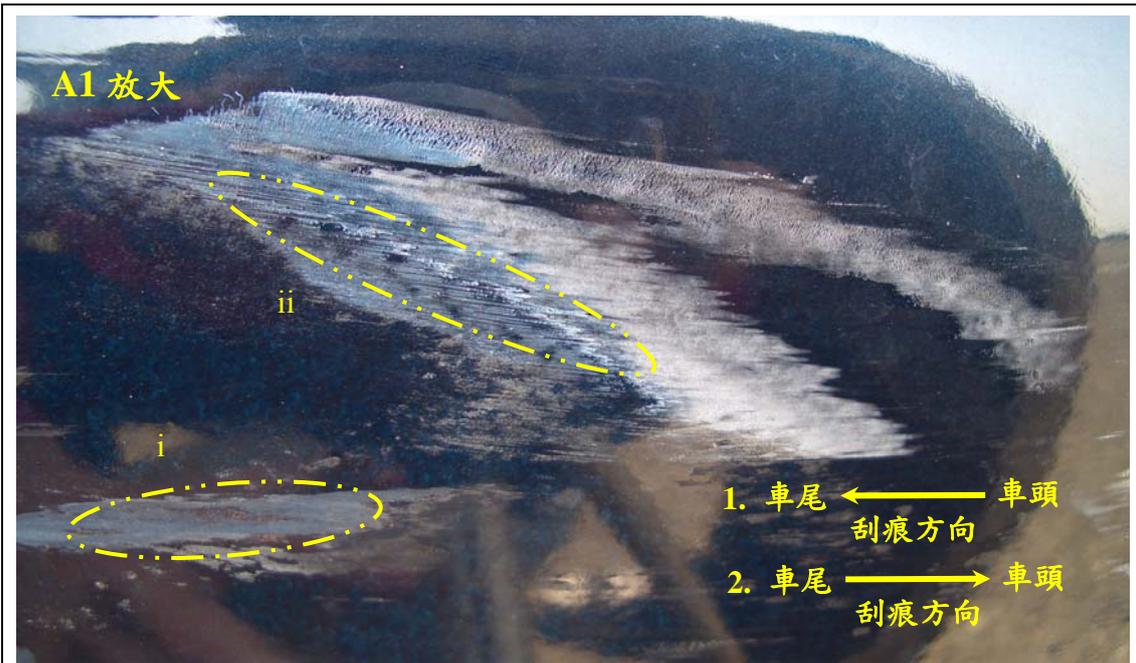
相片 4.3-24.5 B 車左前車頭(實驗 24)

i 處左前車頭保險桿的膠質塊狀剝落，周圍並有多處油漆屑散落，但並無明顯特徵可供判斷刮痕方向。

二十五、實驗 25

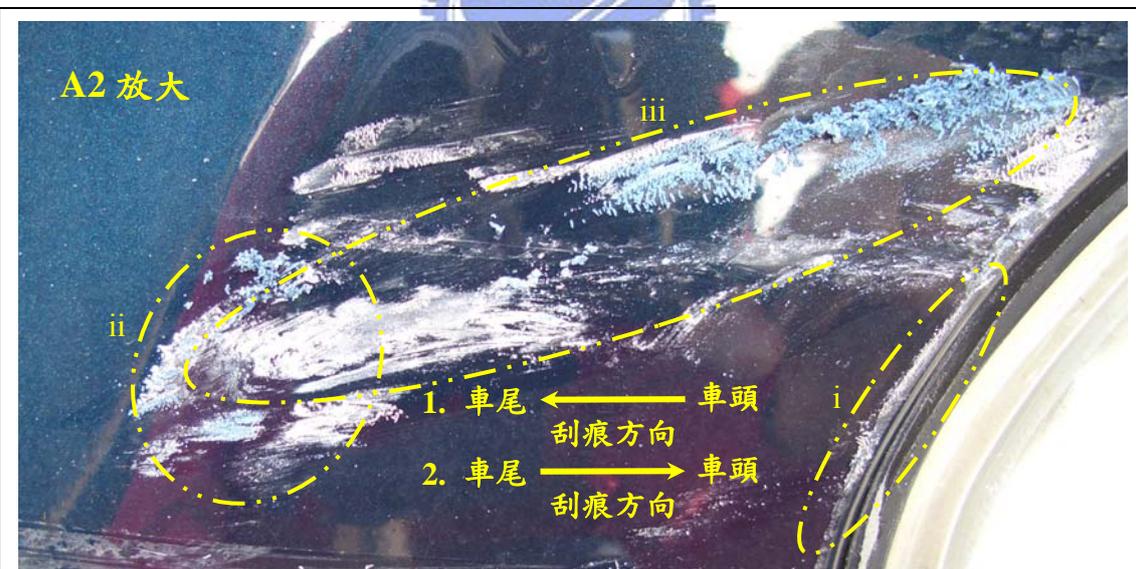
1. 實驗日期：96.04.11
2. 擦撞型態：對撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以速度約 15~20km/h 直線前進，使 A 車右前葉子板撞擊 B 車右前葉子板，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 15~20km/h 倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：A 車近似水平及上升趨勢。





相片 4.3-25.3 A 車右前保險桿附近(實驗 25)

i 處綠色刮痕覆蓋在灰色刮痕上，但並無明顯特徵可供判斷刮痕方向。ii 處彗星狀的綠刮痕覆蓋在白色刮痕上，波峰指向右側，研判綠色刮痕方向應為由左往右，且為第二次碰撞所形成之刮痕，並可推測白色刮痕為第一次碰撞之刮痕。



相片 4.3-25.4 A 車右前車燈附近(實驗 25)

i 處油漆堆積於相對高度較低處，說明刮痕受力方向為由左往右。ii 處油漆屑往左堆積，且下方刮痕右側較完整，往左有變淡發散的情形，研判刮痕方向為由右往左。A 車前進過程中因受擠壓車身上移，倒車過程中車身回復水平，在 iii 處留下上升趨勢的刮痕，並與 ii 處刮痕有部份重疊，刮痕紋路較其他處模糊。故此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。



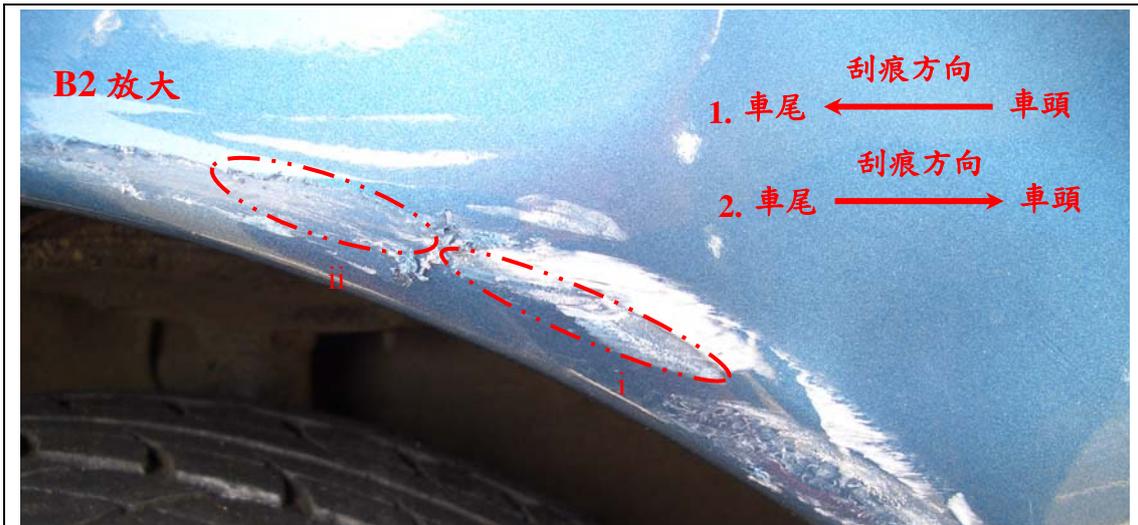
相片 4.3-25.5 B 車車損情形(實驗 25)

B 車刮痕同樣也是散佈於右前車燈與輪拱附近。



相片 4.3-25.6 B 車右前保險桿附近(實驗 25)

i 處刮痕往右延伸至此因車體彎曲而突然脫離，並有發散現象，研判刮痕方向應為由左往右，並覆蓋 ii 處之白色刮痕，推測 ii 處刮痕應為由右往左。故此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。



相片 4.3-25.7 B 車右前輪拱附近(實驗 25)

i 處刮痕在左側產生堆積，刮痕方向為由右往左。ii 處刮痕呈下降趨勢，為 A 車倒車時留下之刮痕，右側留有堆積，並磨去部份 i 處刮痕。說明此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。

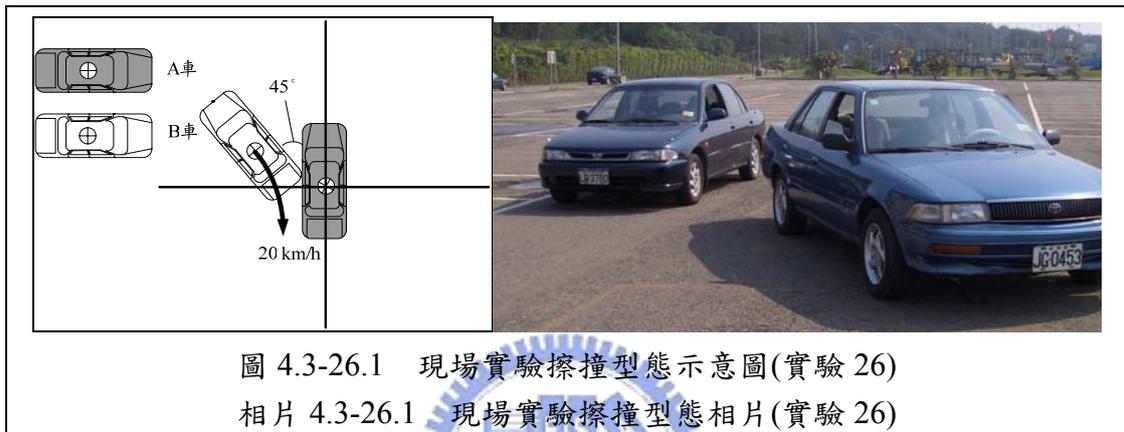


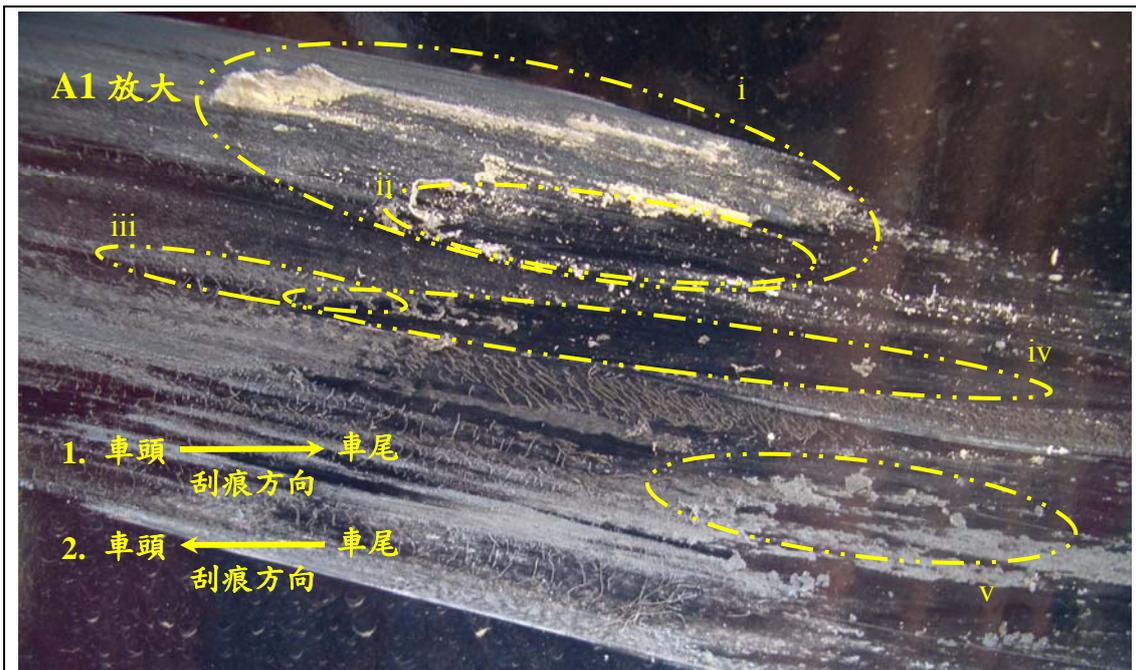
相片 4.3-25.8 B 車左側車門間斷面處(實驗 25)

i 處油漆往左堆積，刮痕受力方向應為由右往左。ii 處油漆則是往右堆積，刮痕受力方向為由左往右。說明此處有受到兩個不同方向之外力。

二十六、實驗 26

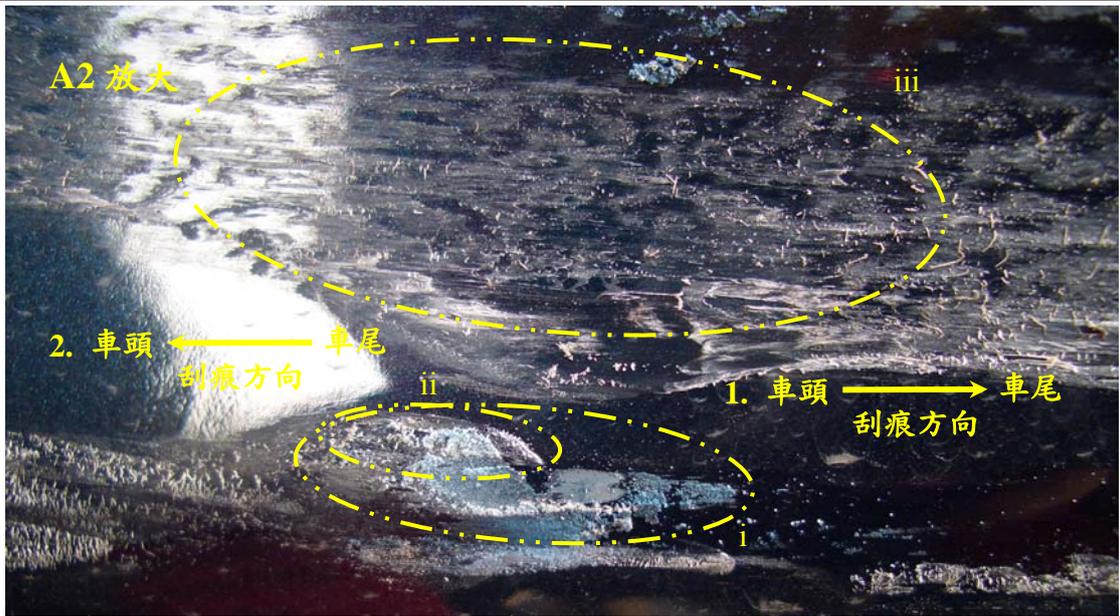
1. 實驗日期：96.04.11
2. 擦撞型態：倒撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 20km/h 略為左彎倒車，使 B 車右後車尾撞擊 A 車左側車身，兩車接觸後 B 車停踩油門至自然停車，再以速度約 15~20km/h 直線前進至兩車分離。
6. 刮痕走勢：A 車近似水平及下降趨勢。





相片 4.3-26.3 A 車左前車門(實驗 26)

i 處左側油漆成塊狀剝落，並往右變淡發散，最後在 i 處右側留下堆積，刮痕方向為由左往右，且為下降趨勢。ii 處為刮痕重疊處，可發現有部份 i 處刮痕被磨去，且左側堆積有往左移的現象，研判刮痕方向為由右往左。此處刮痕受力情形為先有由左往右之刮痕，再被由右往左之刮痕覆蓋。iii 處刮痕紋路向右拉扯，受力方向為由左往右。iv 處為刮痕重疊處，可發現有部份刮痕被磨去，且油漆往左擠壓並覆蓋在 iii 處刮痕上，受力方向為由右往左。v 處油漆屑往左剝落，且有部份綠油漆往左擠壓並覆蓋在灰色刮痕之上，由受力特徵研判綠色刮痕為由右往左，灰色刮痕可能為第一次碰撞形成之刮痕，受力方向應為由左往右。



相片 4.3-26.4 A 車左前車門(實驗 26)

i 處油漆成塊狀剝落，左右兩側皆有堆積。由 ii 處發現，白色刮痕往右堆積，刮痕受力方向應為由左往右，而綠色刮痕往左堆積並覆蓋在白色刮痕上，綠色刮痕受力方向應為由右往左。故此處刮痕受力情形為先有由左往右之刮痕，再被由右往左之刮痕覆蓋。iii 處可發現灰色刮痕覆蓋在白色刮痕上，但並無明顯特徵可供判斷刮痕受力方向。



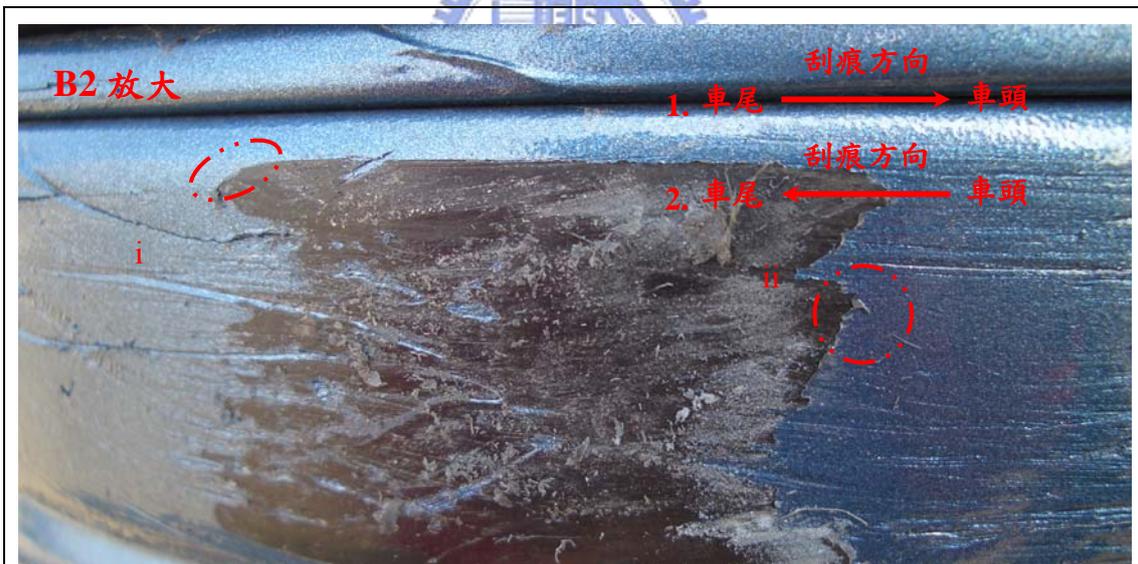
相片 4.3-26.5 B 車車損情形(實驗 26)

B 車車損主要為右後車尾附近。



相片 4.3-26.6 B 車右後車燈(實驗 26)

i 處綠色油漆受擠壓後貼於車身且往左掀起，右側並留有白色堆積，為 A 車前進時所留下，刮痕受力方向為由右往左，而綠色油漆可能為第一次碰撞所留下，刮痕方向為由左往右。

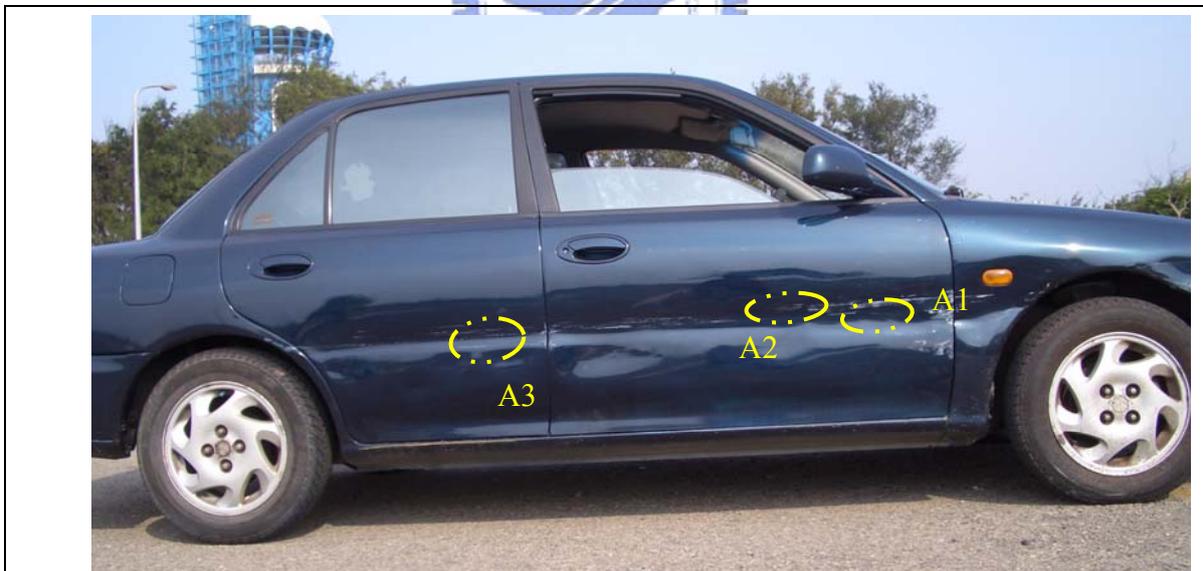


相片 4.3-26.7 B 車右後車尾(實驗 26)

B2 處油漆成塊狀剝落，i 處油漆往左掀起，ii 處油漆則往右掀起，故可知此處有受到兩個不同方向之刮痕。惟跡證不足，僅能由實驗設計得知先有由左往右之刮痕，再被由右往左之刮痕覆蓋。

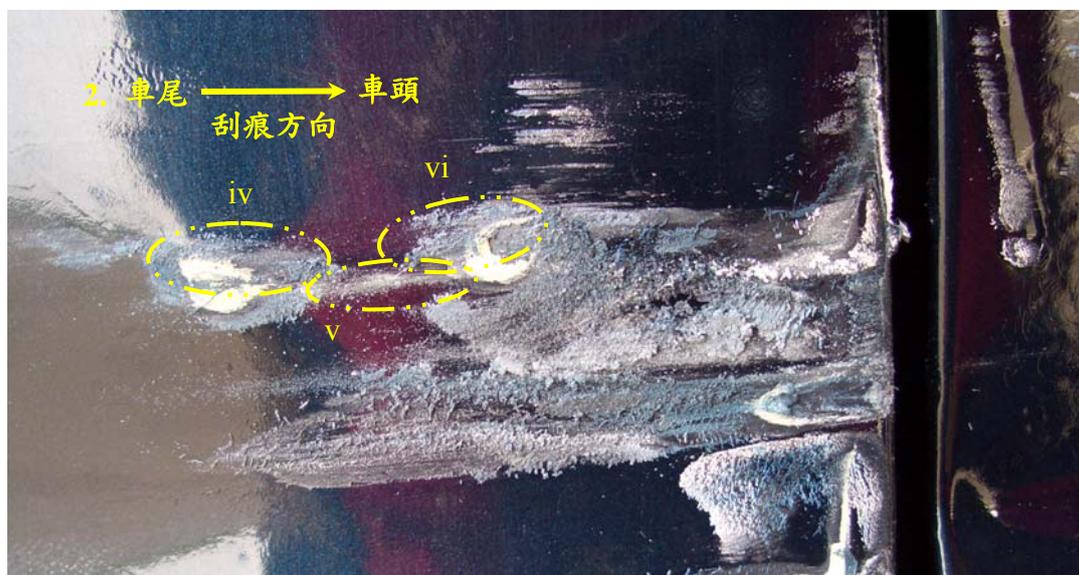
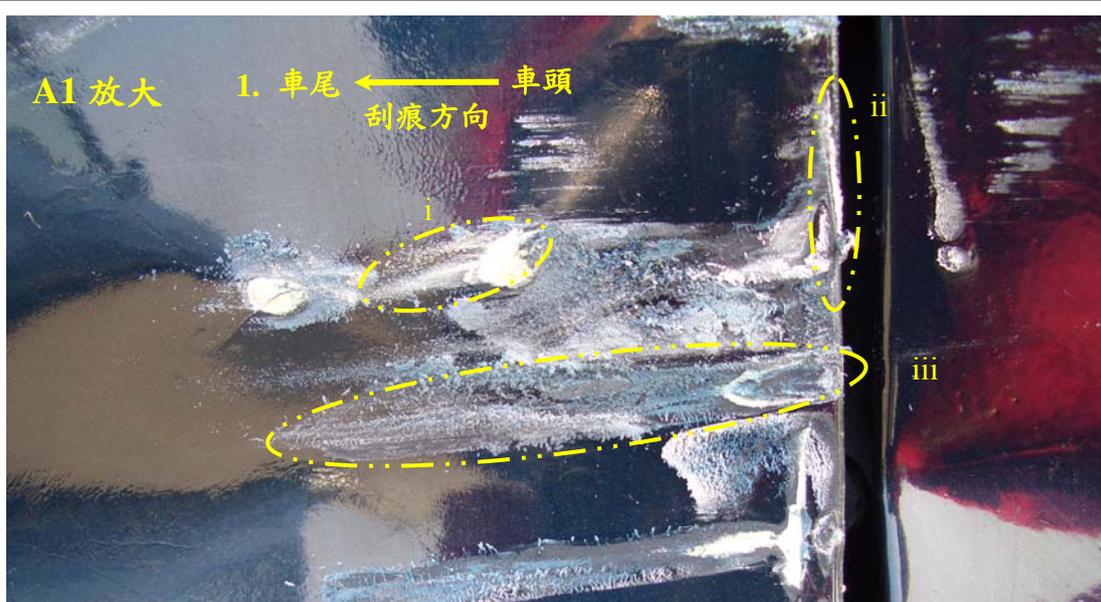
二十七、實驗 27

1. 實驗日期：96.04.11
2. 擦撞型態：角撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車以速度約 10km/h 倒車，A 車以速度約 20km/h 直線前進，使 A 車右側車身撞擊 B 車後車尾，兩車接觸後 B 車以原速持續倒車，A 車繼續前進半個車身後兩車都停車，A 車再以原角度，速度約 20km/h 倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：A 車近似水平及下降趨勢。



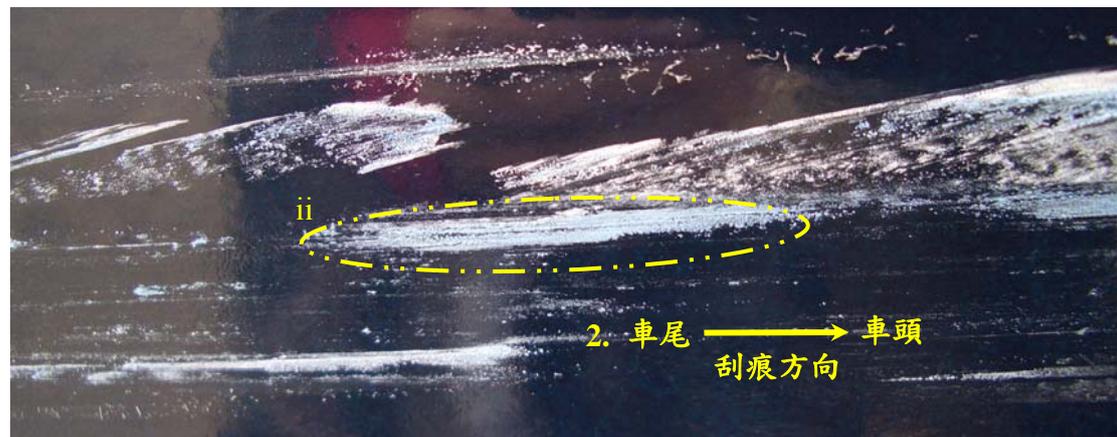
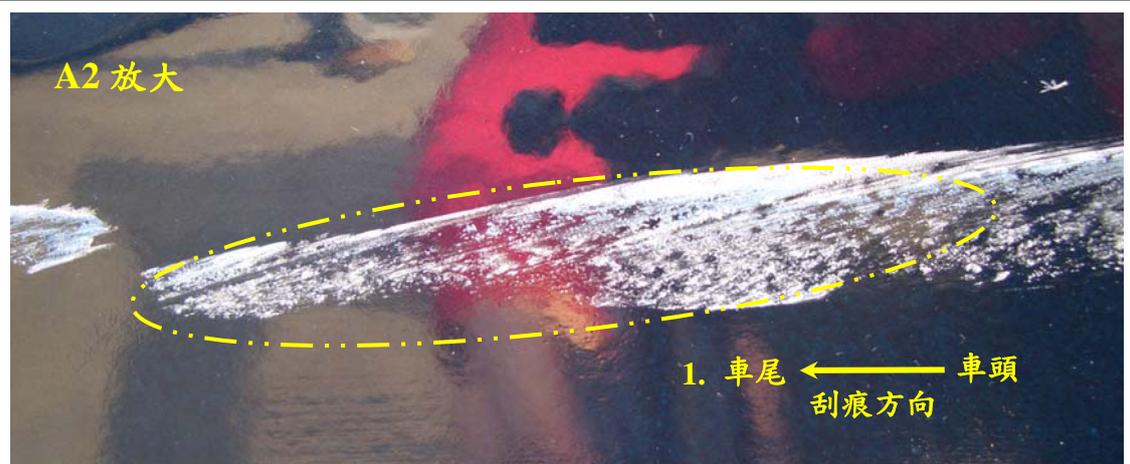
相片 4.3-27.2 A 車車損情形(實驗 27)

A 車刮痕散佈於右側車身多處。



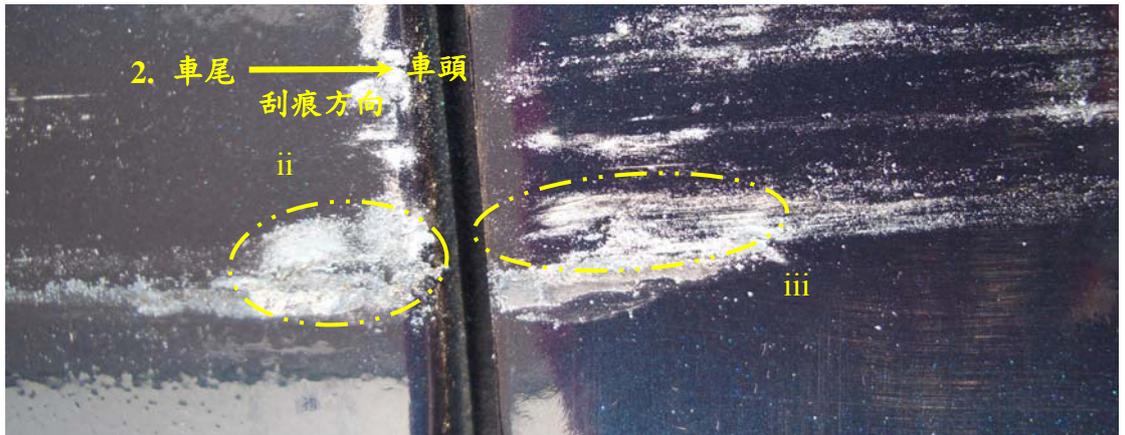
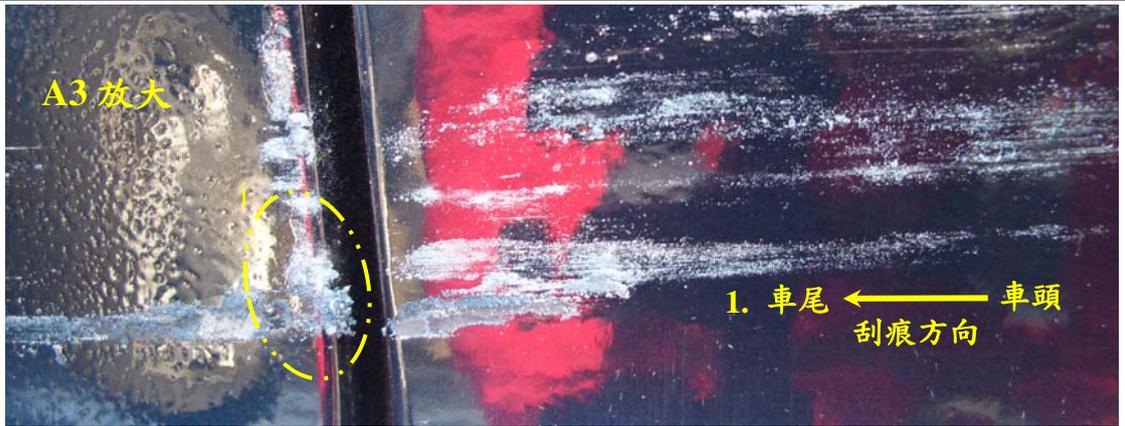
相片 4.3-27.3 4.3-27.4 A 車右前車門(實驗 27)

相片 4.3-27.3 為 A 車前進後所產生之刮痕，可以發現有多處同向刮痕重疊之情形。i 處白色刮痕磨去部份綠色刮痕，油漆成塊狀脫落，且往左發散淡出並留下堆積，刮痕方向為由右往左。ii 處車體斷面處左側有堆積，說明有受到由右往左之外力。iii 處亦有同向刮痕覆蓋的情形，除了有刮痕被磨去外，此處右側油漆成塊狀剝落且往左發散，並在左側留有堆積，刮痕方向為由右往左。A 車倒車後可以發現 iv 處的堆積有部份被磨去且往右移的現象，v 處油漆原本往左發散淡出，也因受到外力而變成往右發散淡出，vi 處綠色堆積可看出有受到擠壓，且往右覆蓋在塊狀剝落的白色刮痕上，由 iv~vi 處可知刮痕方向為由左往右。故可知此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。



相片 4.3-27.5 4.3-27.6 A 車右前車門(實驗 27)

A 車在前進過程中，因受到 B 車撞擊而造成車身上移，並在 i 處形成下降走勢之刮痕，刮痕受力方向為由右往左。A 車倒車後可發現 ii 處有刮痕重疊的情形，刮痕往右堆積淡出，研判刮痕方向應為由左往右。此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。



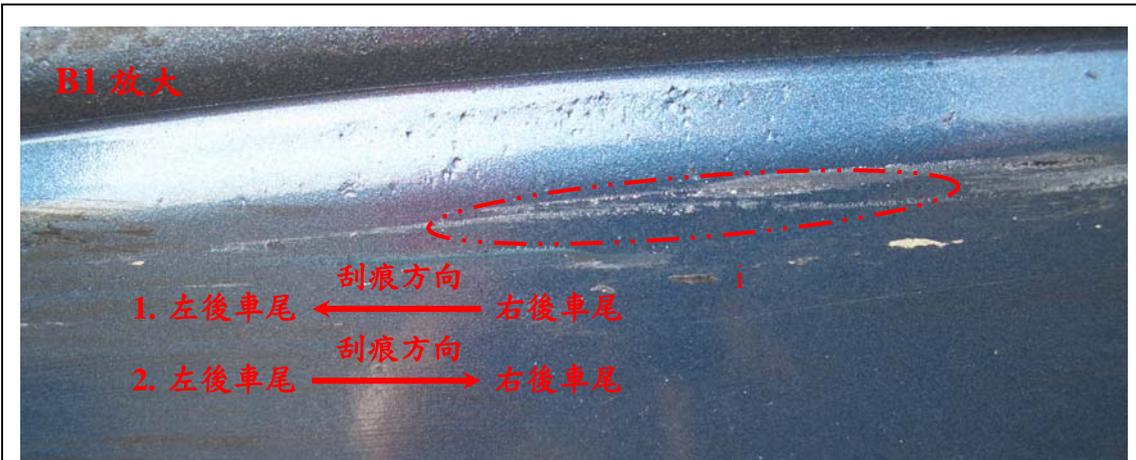
相片 4.3-27.7 4.3-27.8 A 車右側前後車門斷面處(實驗 27)

相片 4.3-27.7 中 i 處車體斷面處左側有堆積現象，說明刮痕受力方向為由右往左。A 車倒車後可由相片 4.3-27.8 發現，在 ii 與 iii 處皆有油漆屑往右堆積覆蓋的情形，為刮痕重疊之特徵，且刮痕受力方向為由左往右。



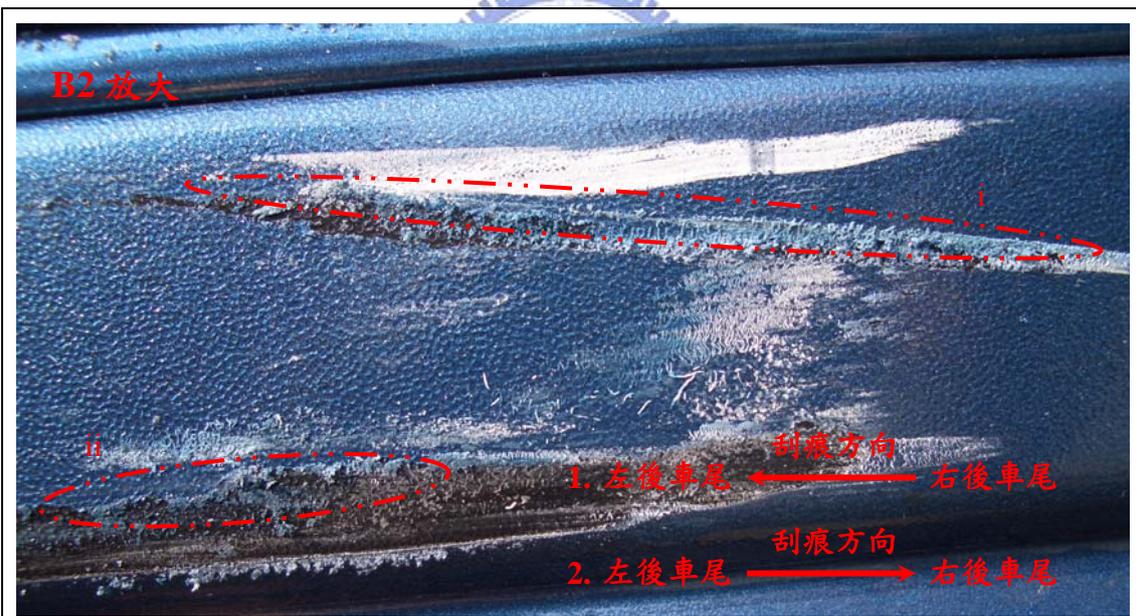
相片 4.3-27.9 B 車車損情形(實驗 27)

B 車車損主要為左後車尾附近。



相片 4.3-27.10 B 車左後車尾(實驗 27)

i 處可發現刮痕因重疊而中斷，但刮痕過於輕微，無明顯特徵可供判斷刮痕方向。



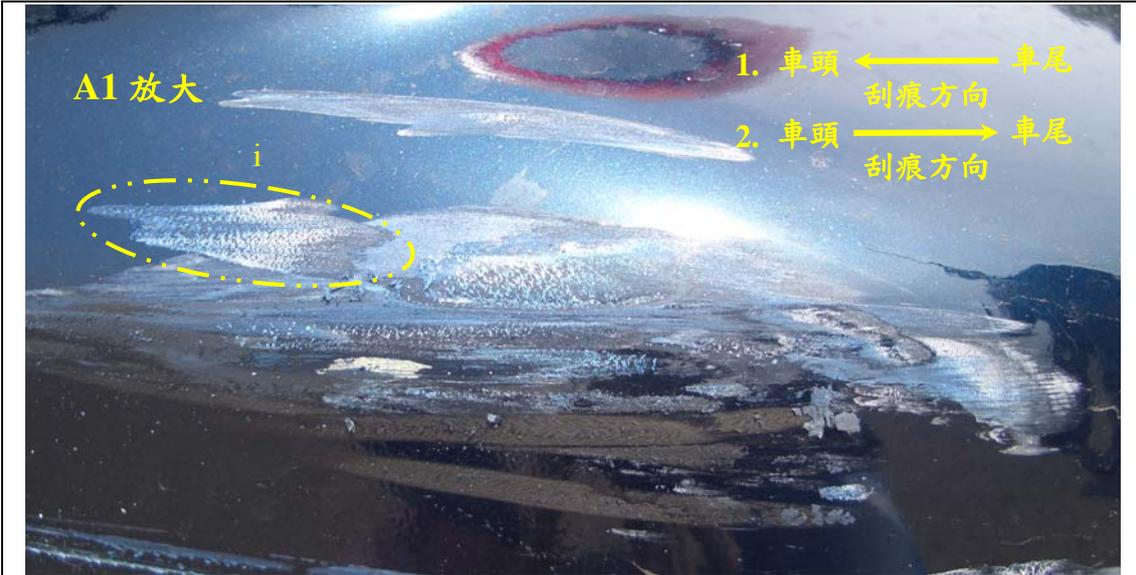
相片 4.3-27.10 B 車左後車尾(實驗 27)

與相片 4.3-27.5 中 A 車的下落走勢刮痕對照可知，B2 的 i 處刮痕方向應為由右往左且為上升走勢。ii 處原本往左掀起的油漆屑又受到外力往右貼於車身上，可知先有由右往左之外力使油漆屑往左堆積，再受到由左往右之外力使油漆屑貼於車身，為不同方向重覆刮痕所致。

二十八、實驗 28

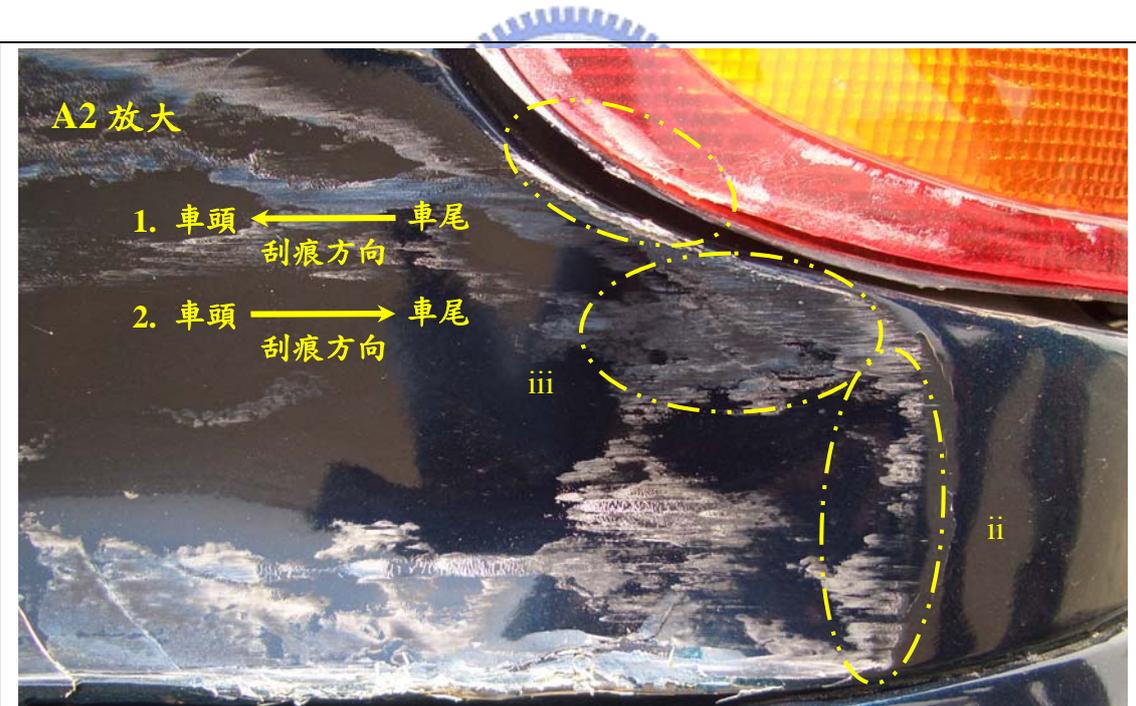
1. 實驗日期：96.05.02
2. 擦撞型態：倒撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：B 車停止不動，A 車以速度約 10~15km/h 倒車，使 A 車右後車尾撞擊 B 車左側車身，兩車接觸後 A 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 10~15km/h 前進至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。





相片 4.3-28.3 A 車左後車尾(實驗 28)

i 處刮痕往右變淡發散，刮痕方向應為由左往右，且由刮痕覆蓋的情形判斷為第二次碰撞之刮痕。此處第一次碰撞之刮痕特徵多半被覆蓋或是難以辨別，僅透過觀察判斷此處有刮痕重疊之情形。



相片 4.3-28.4 A 車左後車尾(實驗 28)

i 處車體斷面處兩側皆有堆積現象，說明有受到兩個不同方向外力所致。ii 處刮痕的波峰指向左側為刮痕行進方向，研判刮痕為由右往左。而 iii 處可發現刮痕重疊的情況，此處刮痕較 ii 處模糊，惟跡證不足無法判斷刮痕方向，僅能依實驗設計之車輛相對運動判斷刮痕方向可能為由左往右。故此處為先由由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。



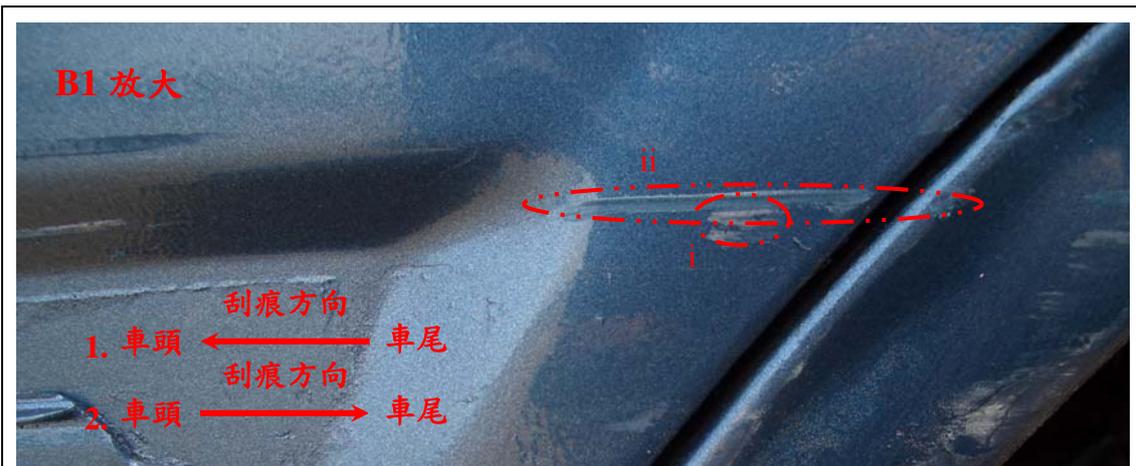
相片 4.3-28.5 A 車左後輪拱附近 (實驗 28)

i 處可發現油漆屑有往左與往右兩個方向堆積，可知有受到兩個不同方向刮痕重疊，但並無跡證可供判斷刮痕方向。



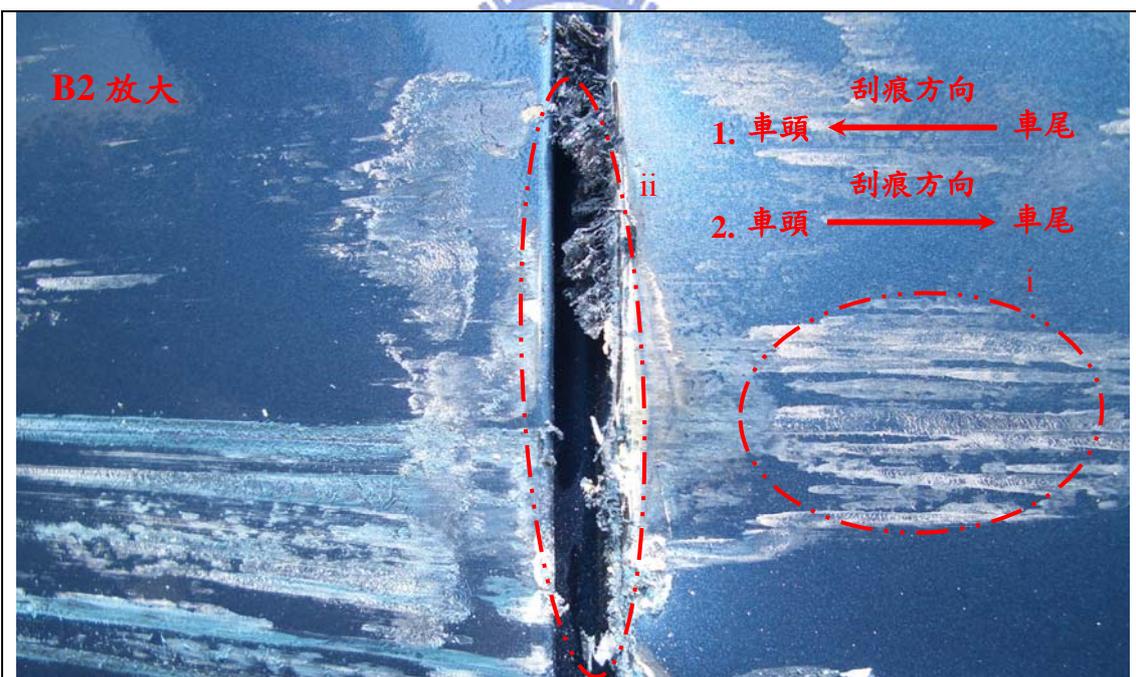
相片 4.3-28.6 B 車車損情形(實驗 28)

B 車車損主要為左側兩扇車門附近。



相片 4.3-28.7 B 車左後車門(實驗 28)

i 處刮痕波峰指向左側，且往右變淡發散，研判刮痕方向應為由右往左。ii 處刮痕覆蓋於 i 處刮痕之上，且此處右側有油漆往右堆積，左側車體相對高度較低處也可發現刮痕，若刮痕往左延伸至較低處應忽然脫離而不會留下刮痕，由以上兩者皆說明刮痕方向為由左往右。故可知此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。

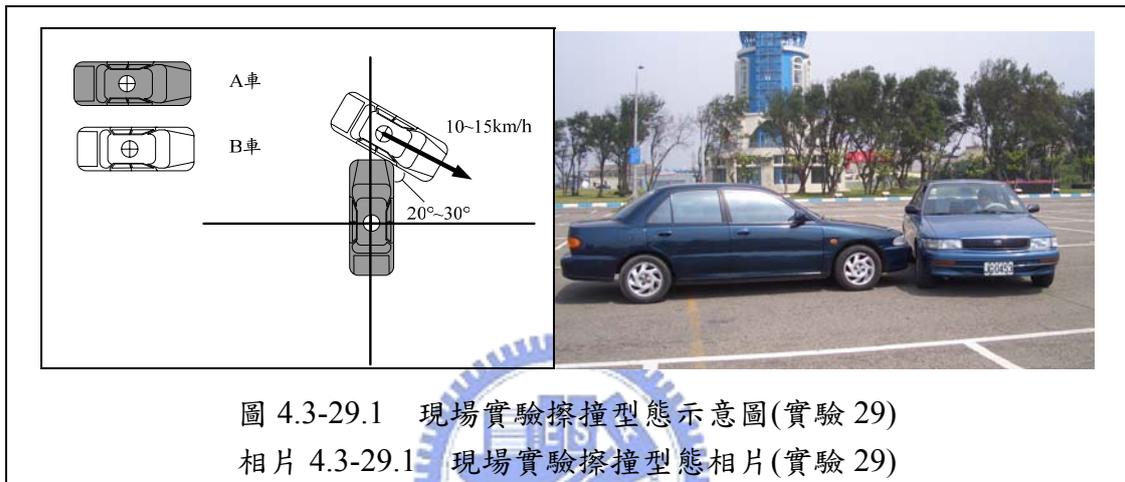


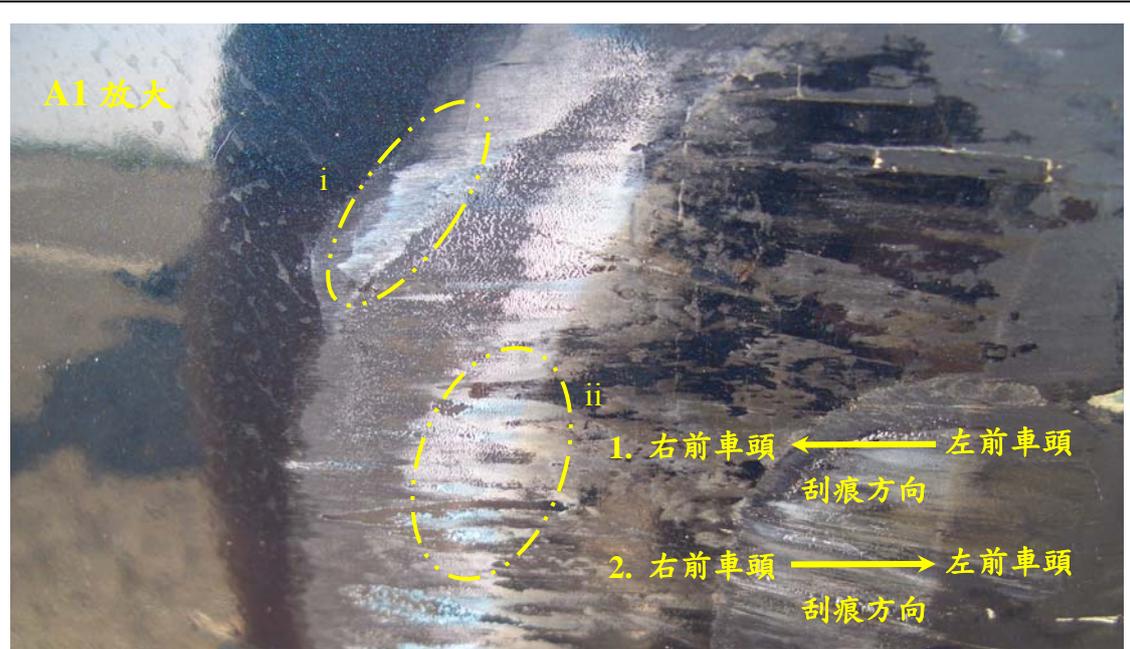
相片 4.3-28.7 B 車左後車門(實驗 28)

i 處彗星群狀刮痕波峰指向左側，研判刮痕方向為由右往左，並在此處左側發現有刮痕重疊的情形，但無明顯跡證可供判斷刮痕走向。ii 處車體斷面處右側留有堆積，說明刮痕方向為由左往右。故可推測此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。

二十九、實驗 29

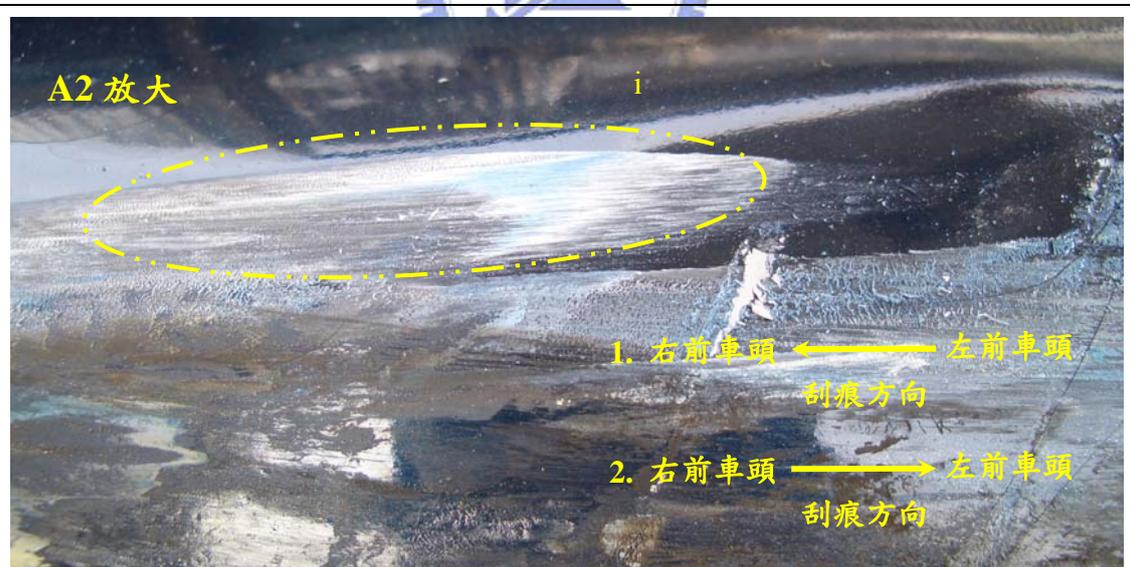
1. 實驗日期：96.05.02
2. 擦撞型態：角撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 10~15km/h 直線前進，使 B 車右側車身撞擊 A 車右前車頭，兩車接觸後 B 車持續前進約半個車身後停車，再以原角度，速度約 10~15km/h 倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平。





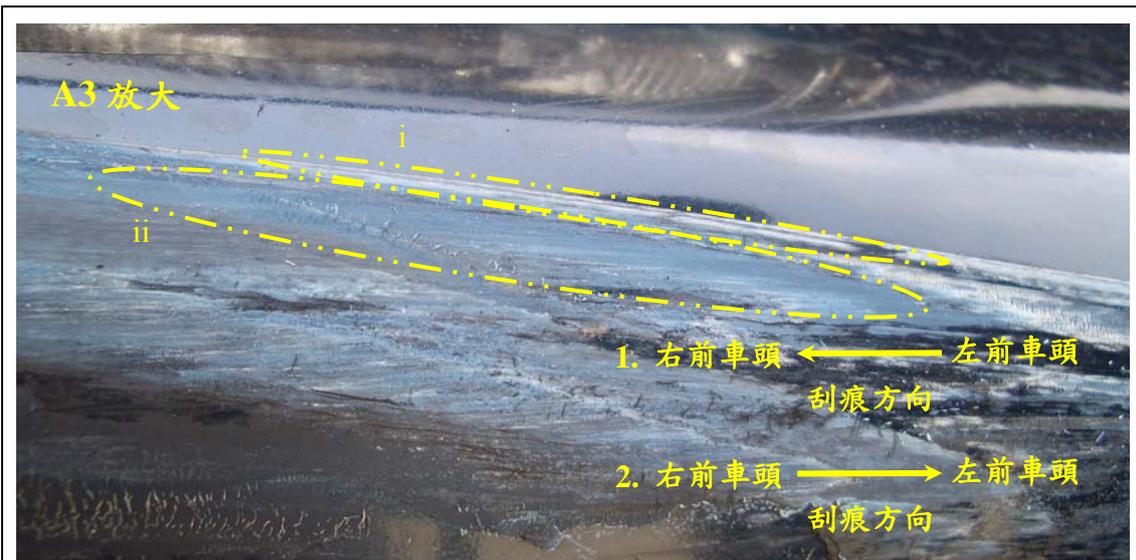
相片 4.3-29.3 A 車右前車頭(實驗 29)

i 處可發現些微殘留的魚鱗狀刮痕，波峰指向左側，說明刮痕受力方向為由右往左，此處右側刮痕多半因覆蓋而被磨去，可知此處之刮痕為第一次碰撞所形成。
 ii 處則有綠色刮痕覆蓋在白色刮痕之上，且刮痕往右變淡發散，研判刮痕方向為由左往右。故可知此處先有由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。



相片 4.3-29.4 A 車右前車頭(實驗 29)

照片中 i 處可發現有刮痕重疊的情形，且重疊處刮痕較為模糊。刮痕往右發散淡出且有油漆屑堆積，可知第二次碰撞形成之刮痕方向為由左往右，而第一次碰撞之刮痕不易辨別其方向，僅能由實驗設計之相對運動方向推測應為由右往左。



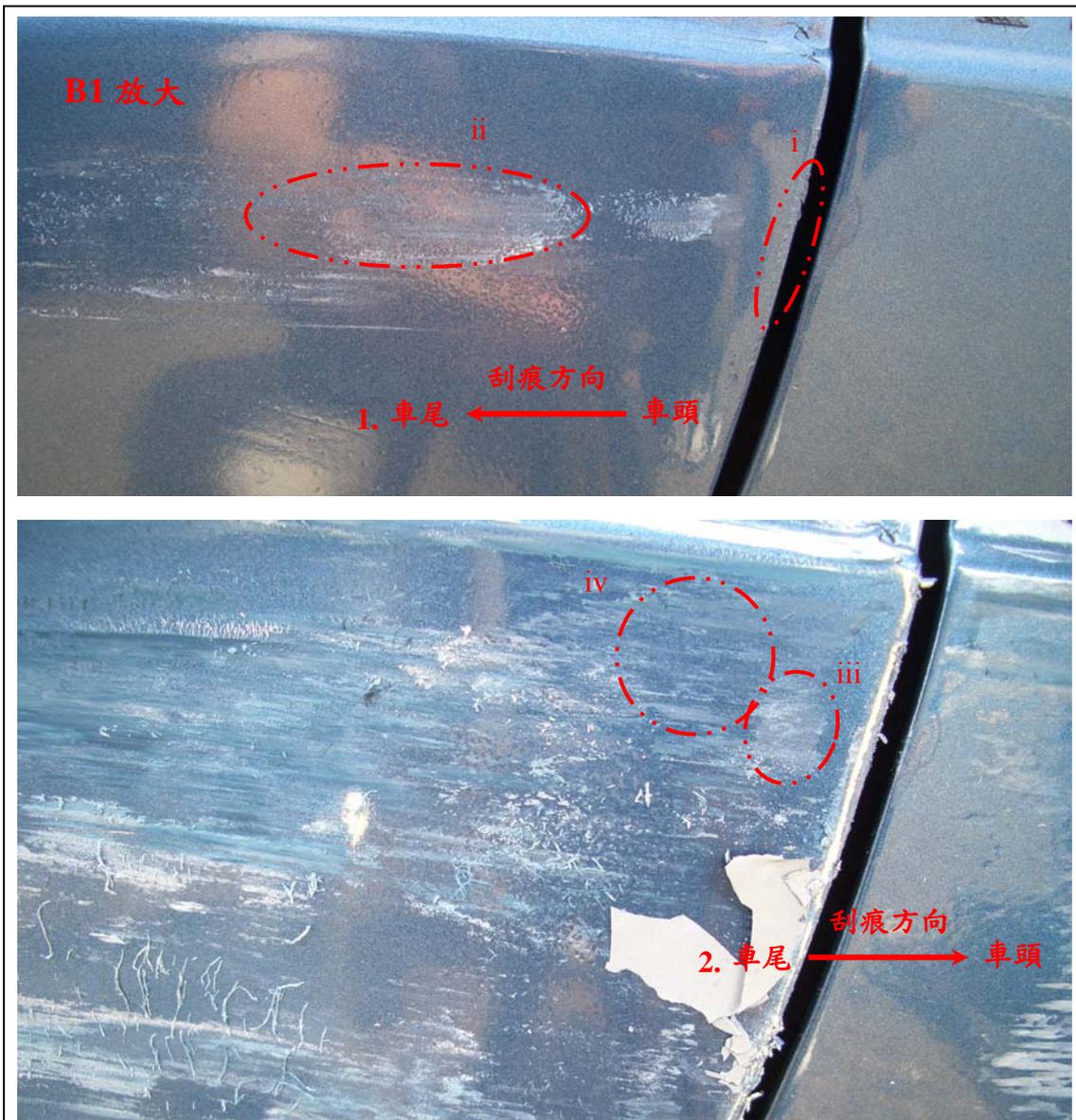
相片 4.3-29.5 A 車右前車頭(實驗 29)

照片中 i 處刮痕紋路較為清楚，ii 處則較為模糊，可推測 ii 處可能有刮痕重疊，但並無法判斷其刮痕走向。



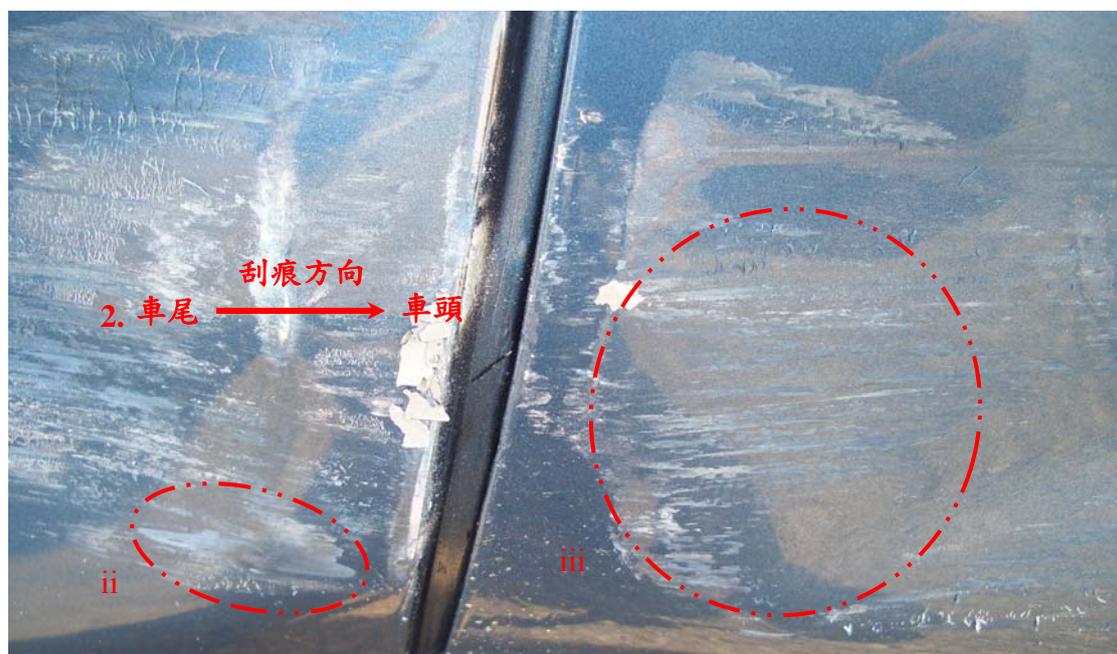
相片 4.3-29.6 B 車車損情形(實驗 29)

B 車刮痕散佈於右側兩扇車門與右側葉子板附近。



相片 4.3-29.7 4.3-29.8 B 車右前車門(實驗 29)

i 處車體斷面處左側有些微堆積，ii 處刮痕往左淡出，研判刮痕方向為由右往左。B 車倒車後由照片 4.3-29.8 可以發現第一次碰撞所形成之刮痕幾乎因刮痕覆蓋而不見。iii 處的刮痕紋路因刮痕覆蓋而被磨去，且覆蓋有白色油漆屑，iv 處油漆屑往右擠壓貼平於車身，且往右發散，研判刮痕受力方向為由左往右。

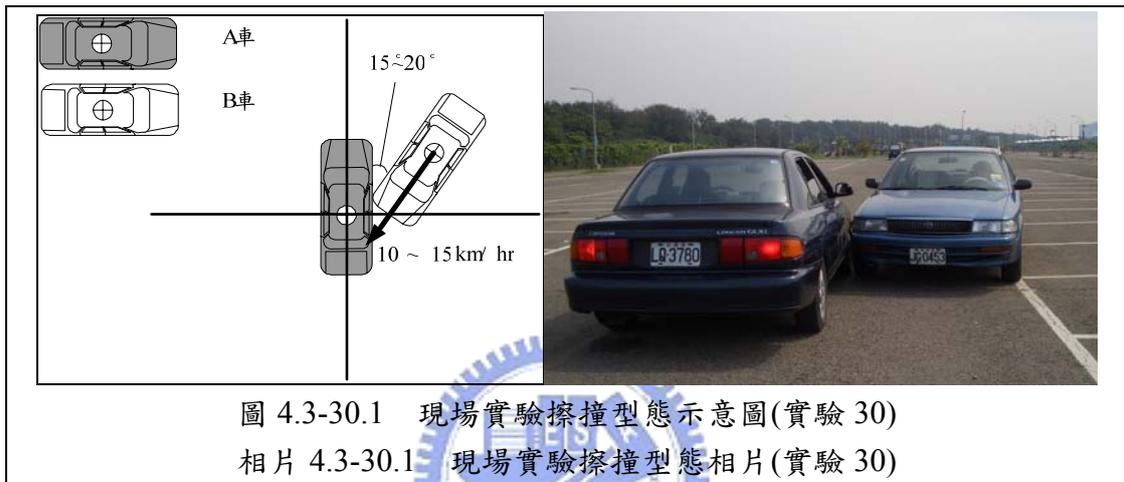


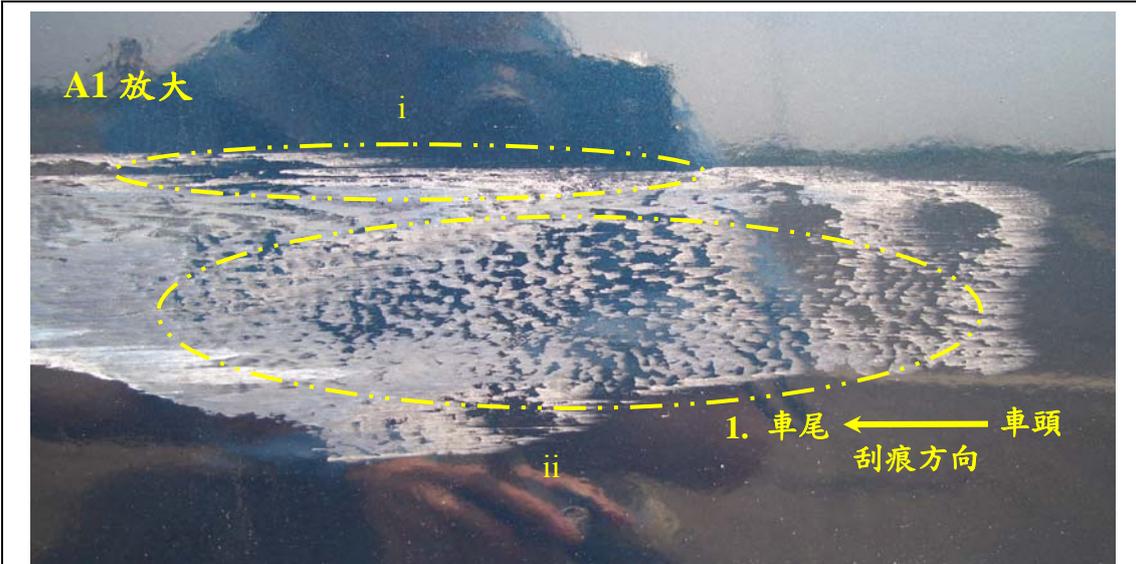
相片 4.3-29.9 4.3-29.10 B 車右側車門間斷面處(實驗 29)

i 處車體斷面處左側有堆積現象，研判刮痕方向為由右往左。B 車倒車後之車損情形如照片 4.3-29.8，ii 處的刮痕紋路明顯右疑且受外力貼平於車身，可知有受到往右之外力，iii 處亦有相同情況。故可知此處先受到由右往左之刮痕，再被由左往右之刮痕覆蓋。

三十、實驗 30

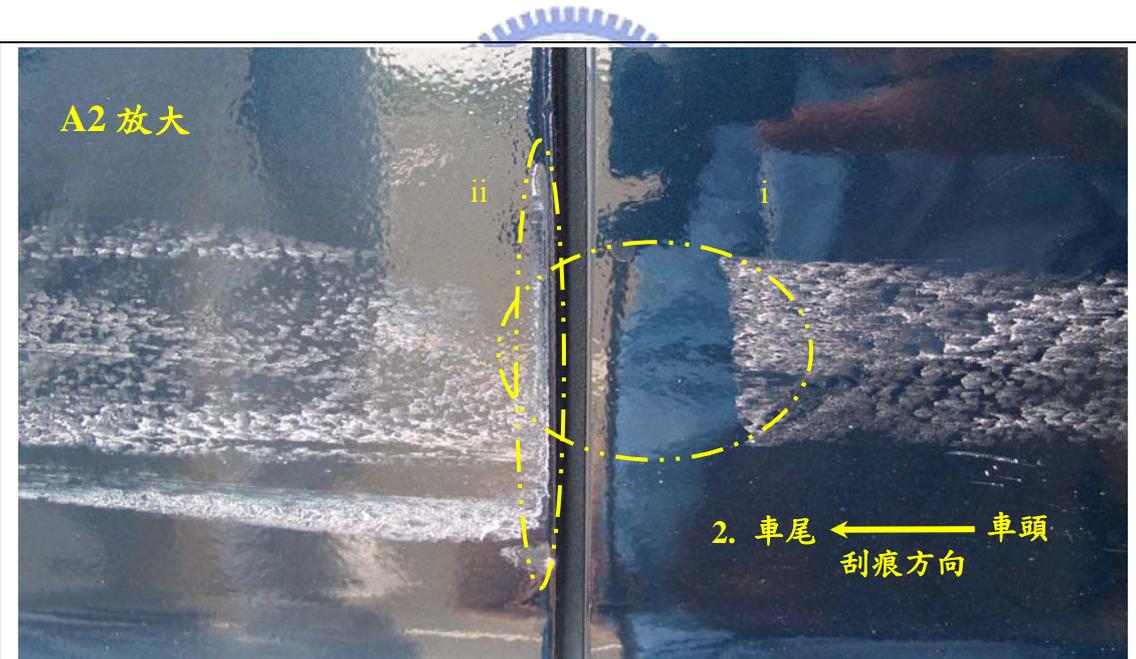
1. 實驗日期：96.05.02
2. 擦撞型態：對撞（如下圖）
3. 實驗地點：新竹南寮漁港第二停車場
4. 實驗照片：如下圖
5. 實驗經過：A 車停止不動，B 車以速度約 15~20km/h 直線前進，使 B 車右前保險桿垂直撞擊 A 車右側車身，兩車接觸後 B 車停踩油門至自然停車，再以原角度，速度約 10~15km/h 倒車至兩車分離。
6. 刮痕走勢：近似水平及下降趨勢。





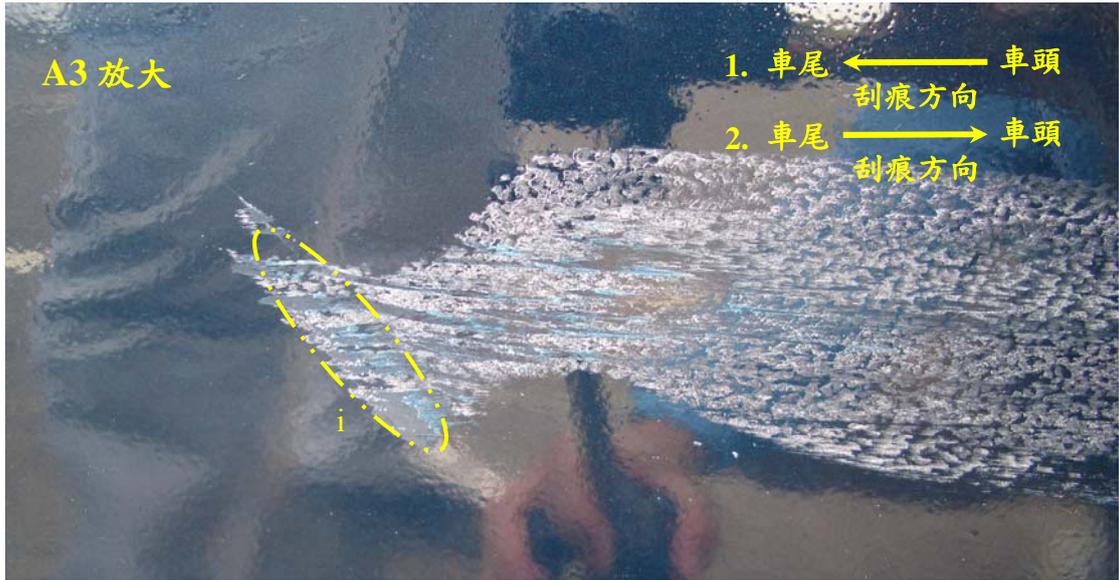
相片 4.3-30.3 A 車右前車門(實驗 30)

相片中，i 處刮痕較為清晰且被 ii 處刮痕覆蓋，而 ii 處刮痕較為模糊，並可發現此處原本的魚鱗狀刮痕波峰往左為其刮痕受力方向，並無發現其他方向刮痕之特徵，研判此處應為同向刮痕重疊所致。



相片 4.3-30.4 A 車右側車門間斷面處(實驗 30)

i 處在接近車門間的斷面處產生跳越現象，並在 ii 處車體斷面處的左側留有油漆堆積，說明此處刮痕方向為由右往左，ii 處左側並有小範圍的同向刮痕重疊。



相片 4.3-30.5 A 車右後車門(實驗 30)

由相片 4.3-30.4 可知 A3 處右側刮痕之受力方向為由右往左，而 i 處油漆塊狀剝落，上面並有白色油漆堆積，往右並有下降的趨勢，此乃因 B 車在第一次碰撞後車身上移，故於倒車過程中，車身逐漸恢復水平，故形成由左往右且下降走勢之刮痕。



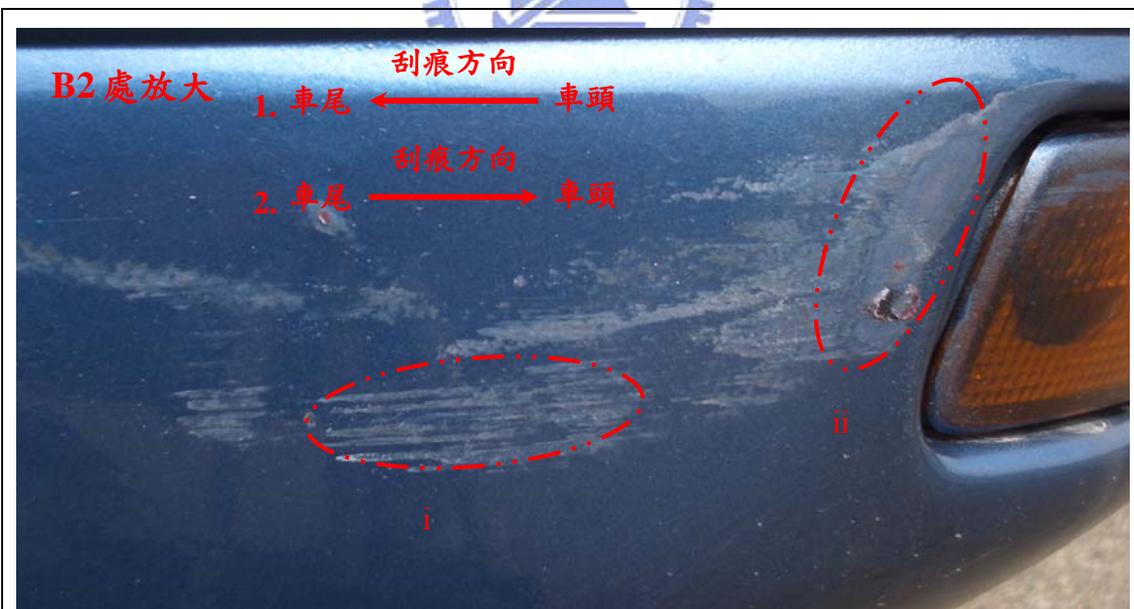
相片 4.3-30.6 B 車車損情形(實驗 30)

B 車車損主要為右前保險桿附近。



相片 4.3-30.7 B 車右前輪拱(實驗 30)

i 處輪拱內側有黑色油漆堆積，說明刮痕方向應為由左往右，並覆蓋在白色刮痕上，由實驗設計之兩車相對運動方向推測白色刮痕受力方向可能為由右往左。ii 處白色刮痕往左發散淡出，刮痕受力方向應為由右往左。iii 處灰黑色刮痕則是往右發散並覆蓋在 ii 處刮痕之上，受力方向應為由左往右。



相片 4.3-30.8 B 車右前車頭(實驗 30)

i 處彗星群刮痕波峰指向左側，研判刮痕受力方向為由右往左。ii 處雖有刮痕重疊的情形，但受力特徵並不明顯，無法判斷為同向或異向刮痕重疊。

4.4 小結

藉由吳水威等[9,10,11,12,13,14]所提出之車輛油漆單向刮痕受力特徵如刮痕受力深淺、起始處與終止處之受力面積、形狀及跳越刮痕等特性，協助判斷刮痕走向，並以現場其他跡證輔佐進行刮痕受力方向之鑑定，歸類刮痕的起迄點型態，大致可分為：

- (1)起始處受力深，終止處受力淺，判斷刮痕起迄處尚需其它跡證佐證。
- (2)起始處受力淺，終止處受力深，判斷刮痕起迄處尚需其它跡證佐證。
- (3)起始處為完整塊狀，終止處為線狀發散。
- (4)起始處呈線條狀，終止處線條發散狀。
- (5)起始處為發散線條狀，終止處為整齊塊狀，判斷刮痕起迄處尚需其它跡證佐證。
- (6)起始處與終止處的刮痕形狀皆為線條狀，判斷刮痕起迄處尚需其它跡證佐證。
- (7)魚鱗狀刮痕，其刮痕波峰方向指向刮痕終止處。
- (8)彗星狀刮痕，其彗星飛行方向為朝向刮痕終止處。
- (9)刮痕終止處有油漆堆積的情形。

而由本研究之現場實驗所得到的 30 件案例，結合以上刮痕的起迄點型態之受力特徵，刮痕重疊的型態大致可分為：

- (1)有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證：例如白色刮痕上有綠色刮痕覆蓋，便可知道白色刮痕為第一次碰撞所留下之刮痕，綠色刮痕為第二次碰撞所留下之刮痕，其刮痕受力方向則是依照單向刮痕的受力特徵進行判斷。
- (2)刮痕比其他處較為模糊：當刮痕發生重疊時，刮痕重疊的部位會比單向刮痕的部位較為模糊，故較清晰的刮痕為第一次碰撞所留下之刮痕，較為模糊的刮痕為第二次碰撞所留下之刮痕，其刮痕受力方向則是依照單向刮痕的受力特徵進行判斷。
- (3)區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多：在區間內同時留有油漆片向右剝落與向左剝落之情形，即為重覆刮痕之特徵，而產生刮痕之先後順序則需配合現場其他相關跡證進行判斷。
- (4)區間內油漆堆積的方向有兩個或更多：在區間內同時留有油漆屑向右堆積與向左堆積之情形，即為重覆刮痕之特徵，有時第一次碰撞所產生之油漆堆積會受到第二次刮痕覆蓋而產生移動之情形，故刮痕之先後順序仍需配合現場其他相關跡證進行判斷。
- (5)刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷：若刮痕在延伸的過程中有被其他刮痕覆蓋而中斷，則可得知被覆蓋之刮痕為第一次碰撞所留下之刮痕，覆蓋在上之刮痕為第二次碰撞所留下之刮痕，其刮痕受力方向則是依照單向刮痕的受力特徵進行

判斷。

(6)油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證：若油漆成塊狀脫落後，其兩側斷面處皆有被磨平的現象，則可能為刮痕重疊所致，而產生刮痕之先後順序與受力方向則需配合現場其他相關跡證進行判斷。

大部份發生車輛油漆重複刮痕時，第一次碰撞所形成之刮痕多半因被覆蓋或磨損而造成刮痕受力方向難以判斷，因此自實驗型態十一開始，於兩車第一次碰撞後以不破壞事故現場之完整性為原則，先就可拍攝刮痕分佈情形之角度進行拍攝，並於第二次碰撞後再進行第二次的實驗靜態刮痕型態，藉由第二次刮痕覆蓋前後之照片比較，以利後續對車輛油漆不同方向重複刮痕與事故發生之關聯性進行分析。刮痕走勢方面，本研究所作之 30 件現場實驗，經由歸納後大致有下列四種刮痕走勢：

- (1)刮痕呈現水平或近似水平趨勢。
- (2)刮痕呈現下降趨勢。
- (3)刮痕呈現上升趨勢。
- (4)刮痕走勢不明。

上述四種刮痕方向，形成刮痕呈現上升或下降趨勢之原因，主要是兩車因擠壓造成車身下沉或上移所致。



第五章 綜合研析與鑑識

5.1 車輛油漆不同方向重複刮痕特性及走向趨勢分析

經由本研究所採用的理論基礎，並以現場實車碰撞實驗所取得 30 筆樣本資料，透過事後案例研討分析，所獲得之油漆不同方向重複刮痕特性如下：

- (1)有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- (2)刮痕比其他處較為模糊。
- (3)區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。
- (4)區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- (5)刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。
- (6)油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。

在本研究設計的 30 筆樣本資料，有兩種或更多顏色之刮痕重疊的樣本有 30 件，刮痕比其他處較為模糊的樣本有 14 件，區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多的樣本有 11 件，區間內油漆堆積的方向有兩個或更多的樣本有 18 件，刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷的樣本有 30 件，油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象的樣本有 6 件。

至於刮痕走勢則有以下四種：

- (1)刮痕呈現水平或近似水平趨勢。
- (2)刮痕呈現下降趨勢。
- (3)刮痕呈現上升趨勢。
- (4)刮痕走勢不明。

在本研究設計的 30 筆樣本資料，刮痕呈現水平或近似水平趨勢的樣本有 29 件，刮痕呈現下降趨勢的樣本有 6 件，刮痕呈現上升趨勢的樣本有 5 件，刮痕走勢不明的樣本有 1 件。

5.2 車輛油漆不同方向重複刮痕與肇事型態關聯性分析

本研究根據[14]，依碰撞車輛質心行車方向所形成之碰撞夾角及行進方向將肇事型態分為追撞、對撞、倒撞、側撞、角撞等五種型態，其中兩車中至少有一車為倒車之行駛型態為倒撞，夾角幾近 0°為追撞，夾角介於 0°至 45°為側撞，夾角介於 45°至 135°為角撞，夾角介於 135°至 180°為對撞，並搭配現場實車碰撞實驗取得 30 筆樣本資料，其中包括 2 次追撞，4 次對撞，8 次倒撞，7 次側撞與 9 次角撞。透過事後案例研討分析，所獲得之油漆不同方向重複刮痕與肇事型態之間的關聯性如下：

1. 追撞型態可能的重複刮痕走向型態：

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

2. 對撞型態可能的重複刮痕走向型態：

(1)兩車夾角介於 $0^{\circ}\sim 15^{\circ}$

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕比其他處較為模糊。
- ③區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ④刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

(2)兩車夾角介於 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ③刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。
- ④油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。

(3)兩車夾角介於 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。
- ③油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。

3. 倒撞型態可能的重複刮痕走向型態：

(1)兩車夾角介於 $0^{\circ}\sim 15^{\circ}$

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕比其他處較為模糊。
- ③區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。
- ④區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ⑤刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

(2)兩車夾角介於 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕比其他處較為模糊。
- ③區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。
- ④區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ⑤刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

(3)兩車夾角介於 30°~45°

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ③刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。
- ④油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。

4. 側撞型態可能的重複刮痕走向型態：

(1)兩車夾角介於 0°~15°

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕比其他處較為模糊。
- ③區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。
- ④區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ⑤刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。
- ⑥油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。

(2)兩車夾角介於 15°~30°

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕比其他處較為模糊。
- ③區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。
- ④區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ⑤刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

(3)兩車夾角介於 30°~45°

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕比其他處較為模糊。
- ③區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ④刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。
- ⑤油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。

5. 角撞型態可能的重複刮痕走向型態：

(1)兩車夾角介於 45°~60°

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕比其他處較為模糊。
- ③區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。
- ④區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ⑤刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

⑥油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。

(2)兩車夾角介於 60°~75°

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。
- ③區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
- ④刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

(3)兩車夾角介於 75°~90°

- ①有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
- ②刮痕比其他處較為模糊。
- ③區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。
- ④刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

表 5.2-1 刮痕特性與肇事型態關聯表

刮痕特性 肇事型態		1	2	3	4	5	6
		追撞	●				
對撞	0°~15°	●	●		●	●	
	15°~30°	●			●	●	●
	30°~45°	●				●	●
倒撞	0°~15°	●	●	●	●	●	
	15°~30°	●	●	●	●	●	
	30°~45°	●			●	●	●
側撞	0°~15°	●	●	●	●	●	●
	15°~30°	●	●	●	●	●	
	30°~45°	●	●		●	●	●
角撞	45°~60°	●	●	●	●	●	●
	60°~75°	●		●	●	●	
	75°~90°	●	●	●		●	

刮痕特性 1：有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。

刮痕特性 2：刮痕比其他處較為模糊。

刮痕特性 3：區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。

刮痕特性 4：區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。

刮痕特性 5：刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

刮痕特性 6：油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象。

由表 5.2-1 的統計結果顯示，單從肇事型態來看，由於對撞與追撞兩種型態的樣本數較少，準確性可能較低以外，倒撞、側撞與角撞三種肇事型態，每種肇事型態都能得到本研究所整理之六種不同方向重複刮痕的特性，刮痕特性的重複性過高，因此無法單從不同方向重複刮痕的特性型態推測可能為何種肇事型態所致。這樣的結果可能是因為本研究雖然有加入討論不同車速對不同方向重複刮痕可能造成之差異，但在考量安全性問題，實驗設計中車速最慢為 10km/h，最快為 25km/h，車速之差異並不大，所可能形成之單向刮痕特性有限，又因為重複刮痕是由兩個或更多的單向刮痕所組成，故可能形成之不同方向重複刮痕之特性亦大致相同。

而在對撞、倒撞、側撞與角撞四種肇事型態中，可以發現車頭行進方向的夾角較小的肇事型態，所出現的重複刮痕特性都比車頭行進方向的夾角較大的肇事型態來得多。也就是說，隨著車頭行進方向夾角的增加，可能產生的重複刮痕特性有變少的趨勢。由於角度越大，兩車碰撞時的接觸面積會越小，多半僅造成車體凹陷而少有單向刮痕，單向刮痕的組合情況有限，重複刮痕的特性也就隨之減少。

另外，在本研究所設計的所有實驗型態，可以發現在所有的肇事型態下，不論車頭行進方向夾角與車速如何變化，都能得到以下兩種重複刮痕的特性：

- (1) 有兩種或更多顏色之刮痕重疊。
- (2) 刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。

因此，在對一件交通事故案例進行鑑識工作時，鑑識人員可將以上兩個刮痕特性做為辨別有無刮痕重疊之參考依據，若車輛油漆刮痕出現以上兩種特性，可知極有可能為兩個不同方向的刮痕重疊所致。

5.3 車輛油漆不同方向重複刮痕特性與鑑識應用

本研究綜合以上結論，研擬當交通事故發生時，如何將油漆刮痕特性應用於事故鑑識之流程，如圖 5.3-1 所示。

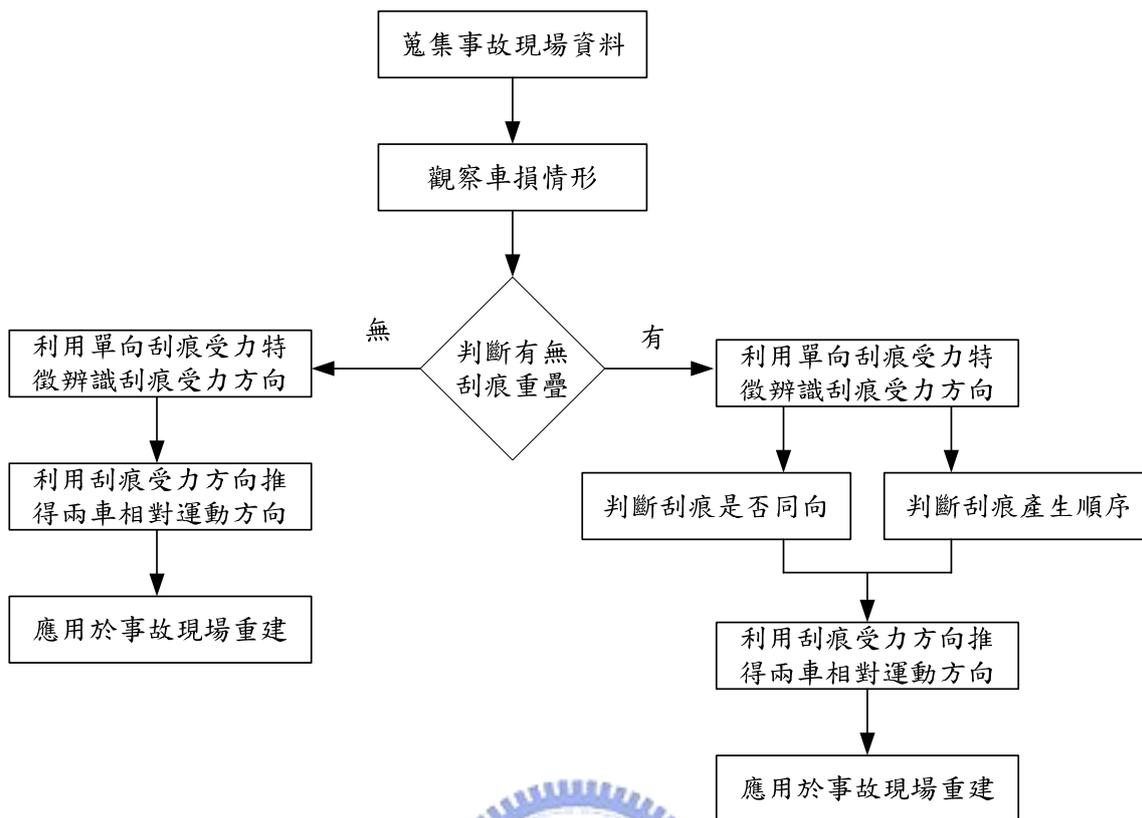


圖 5.3-1 油漆刮痕特性應用於事故鑑識流程圖

1. 蒐集事故現場資料

當事故發生時，由現場處理員警拍攝事故現場及車損照片，再依現場人員倒地位置、車輛最後停止位置、撞擊點位置、地面痕跡以及散落物的位置等，由現場處理員警繪製「道路交通事故現場圖」，還原事故現場上視圖，以供鑑識人員進行事故鑑定之用，鑑識人員再結合資料照片與現場相關跡證進行事故重建。

2. 觀察車損情形

由於鑑識人員沒有辦法直接到事故發生的當下親自到現場進行鑑識工作，故僅能透過現場員警所拍攝之車損照片，觀察車損情形。若員警所提供之跡證不足，以致於交通事故現場重建工作困難，則需鑑識人員親自前往事故現場實地勘查。

3. 判斷有無刮痕重疊

當事故發生時，其肇事車輛之相對運動可能產生單次或多次碰撞之情形，並在事故車輛車身留下單向或多向車輛油漆刮痕。根據本研究 5.2 節所得之結論，不同肇事型態的事故車輛，當刮痕重疊時，其油漆刮痕特性可能出現有兩種或更多顏色之刮痕重疊、或是刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷等兩種情形，因此鑑識人員可以依據以上兩種不同方向重覆刮痕之特性，並配合現場其他跡證，判斷車輛油漆刮痕是否有重疊的情形。

4. 若無刮痕重疊

當車輛碰撞過程較為單純，使刮痕沒有重疊的情況發生時，則可依據[14]所整理出之單向刮痕的受力特徵，判斷刮痕的受力方向，並配合現場其他跡證及警繪圖相互比對，推得事故發生時兩車之可能相對位置與相對運動方向，輔助完成事故重建之工作，以還原事故發生時之現場情形。

5. 若有刮痕重疊

當碰撞過程較為複雜，使刮痕有發生重疊的情況下，可先由[14]所整理出之單向刮痕的受力特徵，判斷刮痕的受力方向是為同向或為不同向，再透過觀察判斷刮痕產生的先後順序；通常在刮痕發生重疊時，覆蓋在上方之刮痕為第二次碰撞所留下之刮痕，而刮痕有被磨損或是完全被磨去者為第一次碰撞所留下之刮痕。然後同樣依據[14]所整理出之單向刮痕的受力特徵，判斷刮痕的受力方向，並配合現場其他跡證及警繪圖相互比對，推得事故發生時兩車之可能相對位置與相對運動方向，輔助完成事故重建之工作，以還原事故發生時之現場情形。

6. 事故現場之重建

鑑識人員可依據本研究所構建之鑑識流程圖，於鑑識過程中加入考量車輛油漆刮痕之受力特徵，並依車輛油漆是否重疊，將刮痕型態區分為單向刮痕與重複刮痕，再以刮痕受力特徵與現場其他相關跡證推測刮痕受力方向，以判斷事故車輛之相對運動方向與車輛相對位置，輔以進行事故現場之重建。



第六章 結論與建議

本研究建立初步行車事故車輛油漆不同方向重複刮痕走向及特性之研究方法與理論基礎，並據以建立初步行車事故車輛油漆不同方向重複刮痕資料蒐集與調查分析方法計畫，透過現場實驗法收集資料後並加以研析、分類，探討兩車之車速、行進方向之夾角與不同肇事型態此三個變數對不同方向重複刮痕對應之特性。

6.1 結論

1. 交通事故車輛之油漆刮擦痕的受力特徵，為鑑定人員推定碰撞間肇事車輛之相對運動方向與角度的主要跡證之一，其中不同方向重複刮痕因刮痕彼此間相互覆蓋，易破壞刮痕受力特性的完整性，增加鑑定工作之難度。因此，本研究目的將針對行車事故車輛建立其間之車輛油漆不同方向刮擦痕走向及其相關特性，配合其他跡證鑑識，以供研判碰撞過程。
2. 依據本研究之現場實車碰撞實驗，由不同的肇事型態、車速與行車方向夾角，設計 30 次的現場實車碰撞實驗，實驗型態依照行車方向夾角進行分類，其中包括 2 次追撞，4 次對撞，8 次倒撞，7 次側撞與 9 次角撞，所得到之不同方向重複刮痕特性如下：
 - (1) 有兩種或更多顏色之刮痕重疊，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
 - (2) 刮痕比其他處較為模糊。
 - (3) 區間內油漆片剝落的方向有兩個或更多。
 - (4) 區間內油漆堆積的方向有兩個或更多。
 - (5) 刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷。
 - (6) 油漆成塊狀脫落且兩側斷面處皆有被磨平的現象，是否為重複刮痕尚需其它跡證佐證。
3. 依據本研究之現場實車碰撞實驗，刮痕走勢有以下四種：
 - (1) 刮痕呈現水平或近似水平趨勢。
 - (2) 刮痕呈現下降趨勢。
 - (3) 刮痕呈現上升趨勢。
 - (4) 刮痕走勢不明。

形成刮痕呈現上升或下降趨勢之原因，主要是兩車因擠壓造成車身下沉或上移所致。

4. 依據本研究之現場實車碰撞實驗所取得之樣本資料分析後得知，單從肇事型態來看，由於對撞與追撞兩種型態的樣本數較少，準確性可能較低以外，倒撞、側撞與角撞三種肇事型態，每種肇事型態都能得到本研究所整理之六種不同方向重複刮痕的特性，刮痕特性的重複性過高，因此無法單從不同方向重複刮痕的特性型態推測可能為何種肇事型態所致。這樣的結果可能是因為本研究雖然有加入討論不同車速對不同方向重複刮痕可能造成之差異，但在考量安全性問題，實驗設計中車速最慢為 10km/h，最快為 25km/h，車速之差異並不大，所可能形成之單向刮痕特性有限，又因為重複刮痕是由兩個或更多的單向刮痕所組成，故可能形成之不同方向重複刮痕之特性亦大致相同。

5. 依據本研究之現場實車碰撞實驗 30 筆樣本資料中，在對撞、倒撞、側撞與角撞四種肇事型態，隨著車頭行進方向夾角的增加，兩車碰撞時的接觸面積越小，刮痕不易產生而多半造成車體的凹陷，單向刮痕的組合情況有限。故車頭行進方向的夾角較小時，可能產生的不同方向重複刮痕特性會比車頭行進方向的夾角較小時來得多一些。
6. 依據本研究之現場實車碰撞實驗 30 筆樣本資料，可以發現在所有的肇事型態下，不同的車頭行進方向夾角與車速，車損情形皆出現有兩種或更多顏色之刮痕重疊，或是刮痕延伸過程中被其他刮痕覆蓋而中斷等兩種特徵。因此，在對一件交通事故案例進行鑑識工作時，鑑識人員可將此兩種刮痕特性做為辨別有無刮痕重疊之參考依據，若車輛油漆刮痕出現以上兩種特性，可知極有可能為兩個不同方向的刮痕重疊所致。
7. 本研究依據[14]之單向油漆刮痕特性，並結合本研究所得之車輛油漆不同方向重複刮痕之特性，試擬一油漆刮痕特性應用於事故鑑識之流程，提供事故鑑識人員參考，協助鑑識人員判斷事故車輛之相對運動方向與車輛相對位置，輔以進行事故現場之重建。

6.2 建議

1. 建議未來研究可延續本研究未盡完整處，特別是基礎資料的部份，可以增加實驗的次數，以提高樣本數以提升分析結果之準確性。另外，可藉由設計更多的實驗型態，使實驗結果更接近真實情況，以提升分析結果之適用性。
2. 本研究考量安全性問題，現場實驗之車速僅限於 10~25km/h，若能克服安全上的考量，建議未來研究可加入更高速的實車碰撞實驗，配合不同肇事型態與夾角，設計更多的現場實車碰撞實驗，以取得更多元性之樣本資料。
3. 本研究在進行實車碰撞實驗後欲進行靜態刮痕拍攝時，常因陽光照射而於車體反光，造成車損照片之刮痕不易辨別，增加事後整理分析之難度，本研究試以報紙與雨傘等工具遮蔽，但仍感效果不佳，建議若場地許可，可於室內或陰暗處進行拍攝工作。
4. 角撞與側撞型態碰撞實驗常因車身的某一點受到多次碰撞，第一次碰撞之刮痕受力特徵大部份都被磨損，且這些碰撞型態在第一次碰撞後兩車車身均為緊貼在一起，無法取得第一次碰撞後的車損照片來跟第二次碰撞後的車損照片進行比對，而兩車分離後多半僅留下第二次碰撞之刮痕受力特徵，第一次碰撞後所產生之刮痕，其受力特徵多被磨去不易辨識，增加事後分析的困難度。考量到經費的因素，可以針對此型態特別進行討論，發現更多可供參考的特性，以供後續研究或鑑識單位參考之用。

參考文獻

1. 王肇基，「車禍鑑定原理與案情分析」，文笙書局，民國 87 年。
2. 林慶銘，「汽車材料」，全華科技圖書股份有限公司，民國 88 年。
3. 內政部警政署，「警察偵查犯罪規範」，民國 83 年 10 月。
4. 張漢威，「道路交通事故處理」，民 87 年，網址，
http://content.edu.tw/primary/traffic/tn_dg/doc09.htm。
5. 陳高村，「道路交通事故處理與鑑定」，二版，台北市，民國 93 年 3 月。
6. 黃東樺，「油漆鑑識之研究」，「刑事科學」，中華民國 65 年 6 月。
7. 張漢威，「車禍處理與鑑定實務」，中華民國 85 年 10 月。
8. 張漢威，「車輛肇事鑑定之研究」，中華民國 91 年 11 月。
9. 吳水威、黃金城等，「車輛油漆刮痕走向與特性分析（一）」，國立交通大學車輛行車鑑定研究中心，民國 93 年。
10. 吳水威、黃金城等，「車輛油漆刮痕走向與特性分析之初步研究」，車輛行車事故鑑定研究中心九十二年度研究成果發表會論文集，民國 93 年。
11. 吳水威、黃金城等，「車輛油漆刮痕走向與特性分析（二）」，國立交通大學車輛行車鑑定研究中心，民國 94 年。
12. 吳水威、黃金城等，「汽機車油漆刮痕走向與特性之初步研究」，車輛行車事故鑑定研究中心九十三年度研究成果發表會論文集，民國 94 年。
13. 吳水威、黃金城等，「車輛油漆單向刮痕特性與走向趨勢之分析」，車輛行車事故鑑定研究中心九十四年度研究成果發表會論文集，民國 95 年。
14. 吳水威、黃金城等，「車輛油漆刮痕走向與特性分析（三）」，國立交通大學車輛行車鑑定研究中心，民國 95 年。
15. 賴耿陽，「塑膠大全」，台灣復文興業股份有限公司，民國 82 年。
16. 洪榮哲，「實用塑膠學」，全華科技圖書公司，民國 82 年。
17. 孫志強，「塑膠入門」，塑膠世界雜誌社，民國 84 年。
18. 蘇志強，「道路交通事故現場跡證偵查之研究」，五南圖書出版公司，中華民國 79 年 6 月。
19. Donald J.V.K., "Vehicular Accident Investigation and Reconstruction", CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 2001.
20. James C.C., Ph .D., "Accident Reconstruction", Charles C Thomas Publisher, 1979.
21. J. Stannard Baker, "Traffic accident investigation", 1975.
22. Lynn B. Fricke, "Traffic accident reconstruction/V.2: The traffic accident investigation manual", Northwestern University Traffic Institute, 1990.
23. R. J. Audette, Ph.D. and R. F. E. Percy, Chem. Tech., "A Rapid, Systematic, and Comprehensive Classification System for the Identification and Comparison of Motor Vehicle Paint Samples. II: Paint Data Collected from Chrysler-Manufactured Cars", Journal of Forensic Sciences, JFSCA, vol. 27, No. 3, July 1982, pp. 622-670.
24. Rudolf Limpert, "Motor Vehicle Accident Reconstruction and Cause Analysis", The

- Michie Company, Law Publishers, Charlottesville, Virginia, 1994.
25. R.W.Rivers, "Traffic Accident Investigators' Manual", Second Edition, Charles C Thomas Publisher, 1995.
 26. Warrendale, PA, "Accident Reconstruction: Human, Vehicle and Environmental Factors", Society of Automotive Engineers, Inc., 1990.
 27. 網址 , http://www.moc.gov.cn/05zhishi/gonglujt/t20051102_27635.htm 。
 28. 網址 , <http://www.mse.nthu.edu.tw/~jgd/lab/instrument/thinfilmtest.htm> 。
 29. 網址 , <http://www.csm-instruments.com/frames/bullet/app16/appbull16.pdf> 。



簡 歷



姓 名：林志榮

籍 貫：台南市

出生日期：71年3月17日

電子郵件：mika.tem94g@nctu.edu.tw



學 歷：

民國 96 年 6 月 國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班畢業

民國 94 年 6 月 國立交通大學運輸科技與管理學系畢業

民國 89 年 6 月 國立台南第一高級中學畢業

民國 86 年 6 月 台南市立復興國民中學畢業

民國 83 年 6 月 台南市立崇學國民小學畢業