

玉山國家公園東部園區
航空攝影與光達掃瞄作業案



(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

內政部國家公園署玉山國家公園管理處
中華民國 114年7月

玉山國家公園東部園區 航空攝影與光達掃瞄作業案

受委託單位：自強工程顧問有限公司

計畫主持人：邱俊榮 副總經理/測量技師

計畫期程：中華民國 113 年 5 月至 114 年 7 月

計畫經費：新臺幣 640 萬元

內政部國家公園署玉山國家公園管理處委託辦理

中華民國 114 年 7 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目錄

目錄.....	I
附件目錄.....	II
圖目錄.....	III
表目錄.....	V
第一章 計畫概述.....	1
1-1 計畫緣起及目的.....	1
1-2 工作範圍.....	1
1-3 服務項目.....	2
1-4 繳交成果.....	2
第二章 工作規劃與執行方法.....	3
2-1 工作流程.....	3
2-2 儀器設備.....	5
2-3 空載光達掃瞄飛航計畫規劃與申請.....	10
2-4 控制測量.....	20
2-5 空載光達掃瞄.....	25
2-6 航空攝影測量.....	41
2-7 工作執行影片製作.....	51
第三章 工作期程與管制維運計畫.....	53
3-1 計畫執行期程.....	53
3-2 進度管制計畫.....	55
3-3 品質管制與自主檢查.....	56
第四章 團隊組織及設備.....	58
4-1 團隊組織架構.....	58
4-2 人力總整表.....	59
4-3 軟體設備.....	60
4-4 硬體設備.....	61
第五章 結語.....	62
5-1 結論.....	62

5-2 建議..... 62

附件目錄

附件一	Riegl LMS-Q780 空載光達率定報告書
附件二	航空傾斜攝像機 UltraCam Osprey 4.1 原廠率定報告
附件三	原始航空影像縮圖(垂直攝影鏡頭)
附件四	自主檢查表
附件五	空中三角測量報告書
附件六	飛航掃瞄報告書
附件七	第 2 期(期中)報告書審查意見與回覆
附件八	第 3 期報告書審查意見與回覆

圖目錄

圖 1-1	計畫範圍.....	1
圖 2-1	工作計畫流程圖.....	3
圖 2-2	空載光達及航空攝影工作流程圖.....	4
圖 2-3	空載光達 Riegl LMS-Q780 實機照.....	5
圖 2-4	多時段光達回波接收技術(MTA1-4 為回波 1-4 示意畫面).....	5
圖 2-5	數位全波形分析能力.....	6
圖 2-6	Riegl LMS-Q780 國土測繪中心校正報告.....	7
圖 2-7	UltraCam Osprey 4.1 大像幅傾斜攝影像機實機照.....	8
圖 2-8	航空傾斜攝像機 UltraCam Osprey 4.1 原廠檢定報告封面.....	9
圖 2-9	航線規劃成果圖.....	11
圖 2-10	航攝申請公文.....	12
圖 2-11	內政部航攝申請許可公文.....	13
圖 2-12	內政部航攝申請許可公文(續).....	14
圖 2-13	民航局飛航申請公文.....	15
圖 2-14	民航局飛航許可公文.....	16
圖 2-15	民航局飛航許可公文(續).....	17
圖 2-16	率定場航線規劃資訊.....	18
圖 2-17	率定成果精度分析圖.....	19
圖 2-18	空載光達率定前(上圖)、後(下圖)點雲剖面圖.....	19
圖 2-19	測繪中心 GNSS 基地站與計畫範圍分布圖.....	20
圖 2-20	113 年 10 月 22 日 GNSS 基地站分布圖.....	21
圖 2-21	113 年 11 月 10 日 GNSS 基地站分布圖.....	21
圖 2-22	114 年 3 月 22 日 GNSS 基地站分布圖.....	22
圖 2-23	114 年 3 月 23 日 GNSS 基地站分布圖.....	22
圖 2-24	114 年 3 月 27 日 (第 1 架次中午) GNSS 基地站分布圖.....	23
圖 2-25	114 年 3 月 27 日 (第 2 架次下午) GNSS 基地站分布圖.....	23
圖 2-26	航線頭、中、尾控制點規劃位置.....	24
圖 2-27	BN2-B68802 執行玉山航拍實照.....	25

圖 2-28	113 年 10 月 22 日 飛航軌跡.....	26
圖 2-29	113 年 11 月 10 日 飛航軌跡.....	26
圖 2-30	114 年 3 月 22 日 飛航軌跡.....	27
圖 2-31	114 年 3 月 23 日 飛航軌跡.....	27
圖 2-32	114 年 3 月 27 日 飛航軌跡(中午).....	28
圖 2-33	114 年 3 月 27 日 飛航軌跡(下午).....	28
圖 2-34	空載光達掃瞄點雲成果初步展示(1~46 航線分色).....	35
圖 2-35	空載光達點雲解算處理流程.....	35
圖 2-36	點密度檢查分布圖.....	36
圖 2-37	Terrasolid 軟體操作畫面.....	38
圖 2-38	空載光達點雲平差作業畫面.....	40
圖 2-39	垂直攝影鏡頭影像涵蓋範圍分布圖.....	41
圖 2-40	114 年 3 月 27 日下午影像陰影調色前後比對圖.....	42
圖 2-41	工作執行影片節錄 1.....	51
圖 2-42	工作執行影片節錄 2.....	52
圖 3-1	工作進度甘特圖.....	54
圖 3-2	進度管制流程.....	55
圖 3-3	品質管制計畫流程圖.....	56
圖 3-4	自主檢查項目與相關負責人.....	57
圖 3-5	四大自主檢查表(詳如附件四).....	57
圖 4-1	計畫組織人力架構圖.....	58

表目錄

表 2-1	Riegl LMS-Q780 規格表	6
表 2-2	UltraCam Osprey 4.1 大像幅傾斜攝影像機規格表	8
表 2-3	航線規劃資訊.....	11
表 2-4	率定成果參數表.....	19
表 2-5	本案使用之 GNSS 基地站資訊	20
表 2-6	113 年 10 月 22 日航空攝影紀錄表.....	29
表 2-7	113 年 11 月 10 日航空攝影紀錄表.....	30
表 2-8	114 年 03 月 22 日航空攝影紀錄表.....	31
表 2-9	114 年 03 月 23 日航空攝影紀錄表.....	32
表 2-10	114 年 03 月 27 日(中午)航空攝影紀錄表	33
表 2-11	114 年 03 月 27 日(下午)航空攝影紀錄表	34
表 2-12	點雲檔案格式檢查成果表	37
表 2-13	航帶相對誤差檢查表.....	38
表 2-14	點雲平差作業畫面資訊表	40
表 2-15	影像重疊率及 GSD 檢查	43

第一章 計畫概述

1-1 計畫緣起及目的

為獲取較大尺度之空間資訊及提升圖資準確度，內政部國家公園署玉山國家公園管理處(以下簡稱玉管處)已完成西北園區、南二段與南部園區等區域約 717.7 公里之航空傾斜攝影暨空載光達掃瞄作業，產製高精度正射影像、數值高程模型及樹冠高度模型等圖資，為持續建置園區重要區域之空間資訊，並作為玉管處辦理第 5 次通盤檢討作業、工程規劃、登山遊憩及自然保育業務推動之參考，以掌握園區重要服務據點及周邊區域之環境現況，為求建置圖資及影像品質之一致性，本(113)年度起規劃建置東部園區之範圍區域，委由自強工程顧問有限公司(以下簡稱自強公司)辦理此案。另本案執行航攝及光達掃瞄取得成果屆時由玉管處續辦理相關影像及圖資製作案，並委請專業團體或廠商協助成果檢核工作，俾達成計畫預期成效。

1-2 工作範圍

本次規劃於東部園區進行航空傾斜攝影暨空載光達掃瞄作業，執行範圍如圖 1-1 紅線範圍所示，面積約 386.5 平方公里。



圖 1-1 計畫範圍

1-3 服務項目

- 一、航空傾斜攝影及空載光達掃瞄飛航計畫規劃與申請。
- 二、地面 GNSS 基地站控制測量。
- 三、航空傾斜攝影及空載光達掃瞄施測資料獲取(以同步取得為原則)。

1-4 繳交成果

繳交項目	份數
一、成果報告書(印刷定稿本之樣式、紙張、彩色照片、圖幅等，應先徵得玉管處同意)	12 份
二、完整成果資料(電子檔以 USB 外接式硬碟方式繳交)	2 份
<p>(一)航空傾斜攝影作業暨空載光達掃瞄作業</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 空載光達掃描飛航計畫書。 2. 航線涵蓋圖、航拍紀錄(攝影日期、天氣資料)。 3. 航空測量攝影機之校正報告、LiDAR 系統率定報告。 4. 飛機上 GNSS 及 IMU 原始資料。 5. 攝影站坐標(GNSS 輔助空三需檢附基地站坐標)。 6. 原始航拍影像(TIFF 檔)及航空攝影自主檢查表。 7. 原始光達詮釋資料及平差後原始空載點雲(LAS 檔)。 8. 空中三角平差報表(含最小約制與強制符合)及解算資料。 9. 空載光達檢核密度圖、空三成果自我檢核紀錄(至少有 5 個檢核點)。 10. 點雲資料處理：包含原始點雲解算成果、點雲航帶平差成果。 <p>(二)工作執行影片製作，內容包含所有成果資料，執行範圍視需要套疊重要地標(如遊客中心、山岳、山屋、公路、步道或駐在所等，並加入玉管處名稱或 logo)，片長約 3 分鐘 1 部，以常用的檔案格式(如 .AVI、.WMV、.MPEG、.FLV)之一繳交。</p> <p>以上繳交之成果雖驗收合格後，玉管處後續將辦理相關圖資成果製作案，如有檔案格式不符或品質不佳至影響成果者，須無償配合調整。</p> <p>另本案成果仍需再經玉管處委由第三方機關(團體)等單位協助進行成果檢查，如有不符內政部相關規定或修正建議者，應於接獲玉管處函請依契約工作項目及期限之 30 日內，完成無償修改及檢附修正後之自主檢查資料送玉管處備查，俟無待解決事項後 30 日內發還保固保證金(如無辦理則免)。</p>	
<p>三、報告書內容、圖表成果之資料檔案</p> <p>報告書電子檔應包含內文檔、封面檔(*.JPG)且內文、封面之*.ODT 檔及*.PDF 檔應各合併為 1 個檔案、各階段簡報(*.PPT 檔)等本案成果電子檔資料。</p>	

第二章 工作規劃與執行方法

2-1 工作流程

本計畫依據各項工作項目包括航飛航計畫規劃與申請、地面 GNSS 基地站控制測量、航空傾斜攝影及空載光達掃瞄施測資料獲取與處理等，彙整工作流程如圖 2-1。

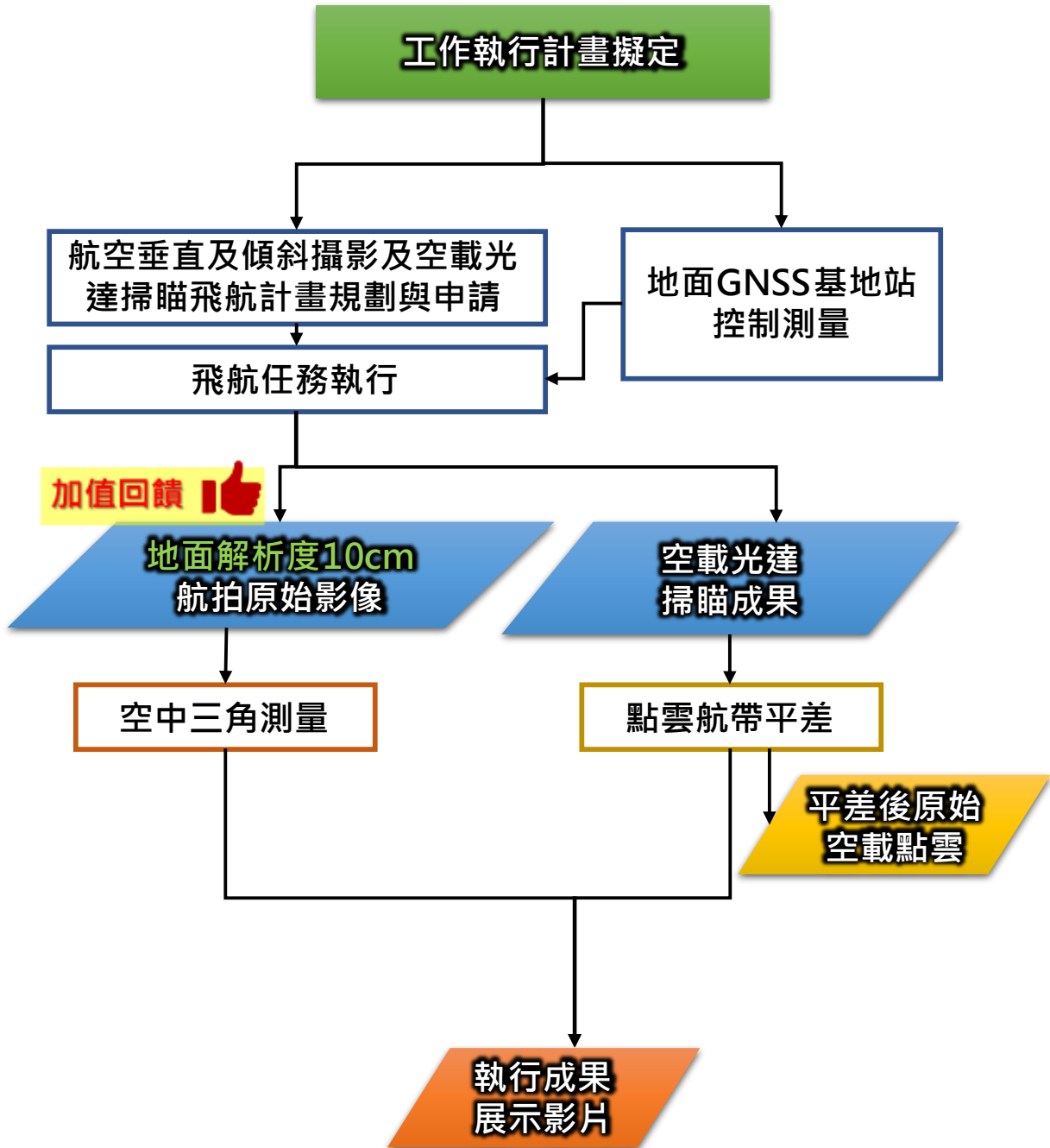


圖 2-1 工作計畫流程圖

本計畫空載光達掃瞄、航空攝影測量以及控制測量等作業較為繁複，特整理相關作業流程如圖 2-2，其中包含空中與地面之任務規劃、資料獲取、資料解算以及相關成果產製流程，詳細說明詳如本章節。

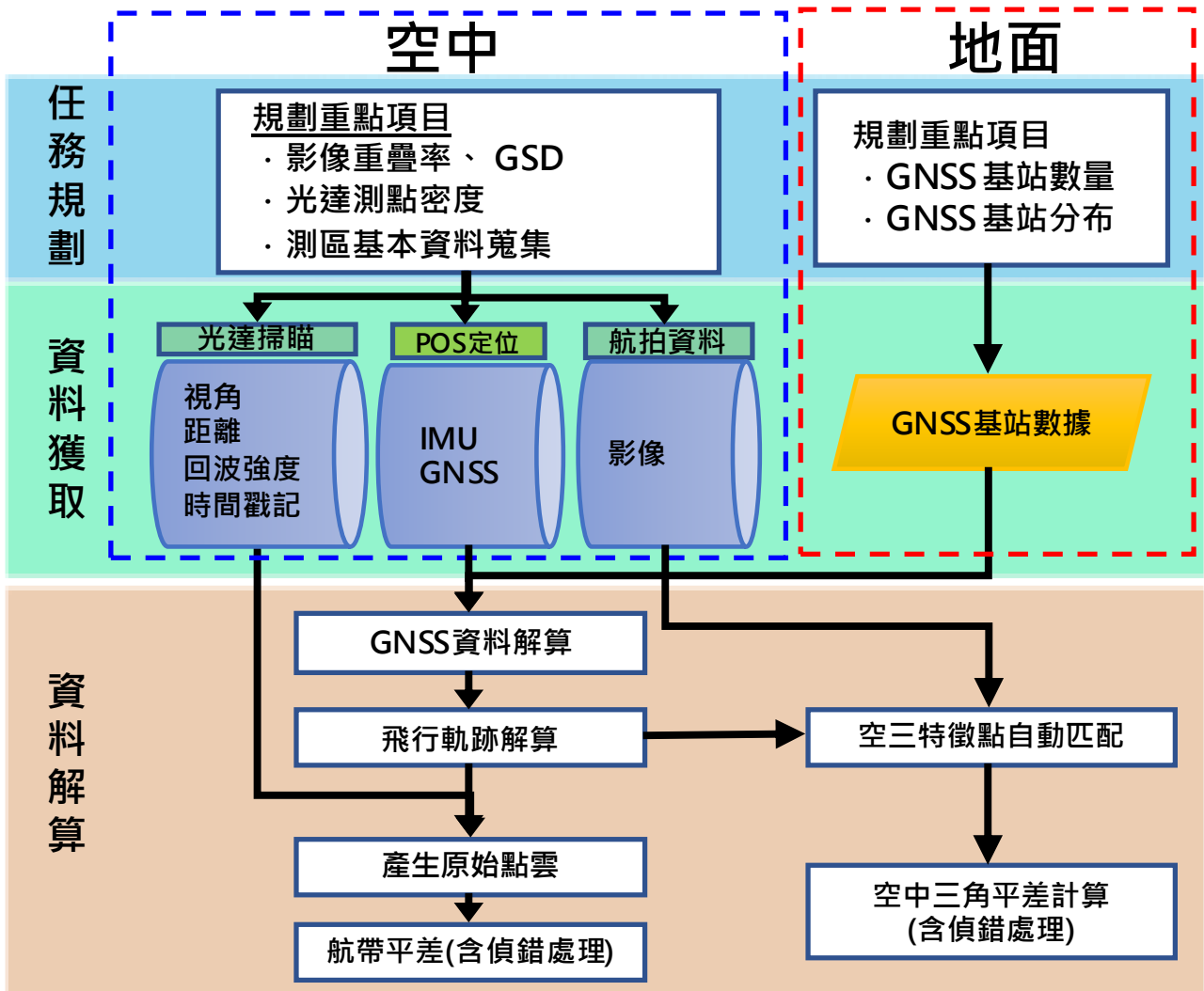


圖 2-2 空載光達及航空攝影工作流程圖

2-2 儀器設備

一、空載光達掃瞄儀 Riegl LMS-Q780

本案使用 Riegl LMS-Q780 空載光達掃瞄設備(圖 2-3)，具有多時段光達回波接收技術(圖 2-4)以及數位全波形分析能力(圖 2-5)，這兩項技術的結合大幅提升在複雜的地形執行掃瞄任務的作業效率，並獲得真實地表高程成果。此外，本儀器於 112 年 3 月 23 日獲得內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室出具之校正報告(圖 2-6)，確保本案成果經過最新校正成果驗證。其中 112 年度校正報告內容依據內政部國土測繪中心「空載光達測製數值地形模型作業說明」(111 年版)檢核合格(平面方向器差 39cm；高程方向為 6.9 cm)，且符合本計畫作業規範要求，儀器規格詳如表 2-1，校正報告如附件一之附錄三。



圖 2-3 空載光達 Riegl LMS-Q780 實機照

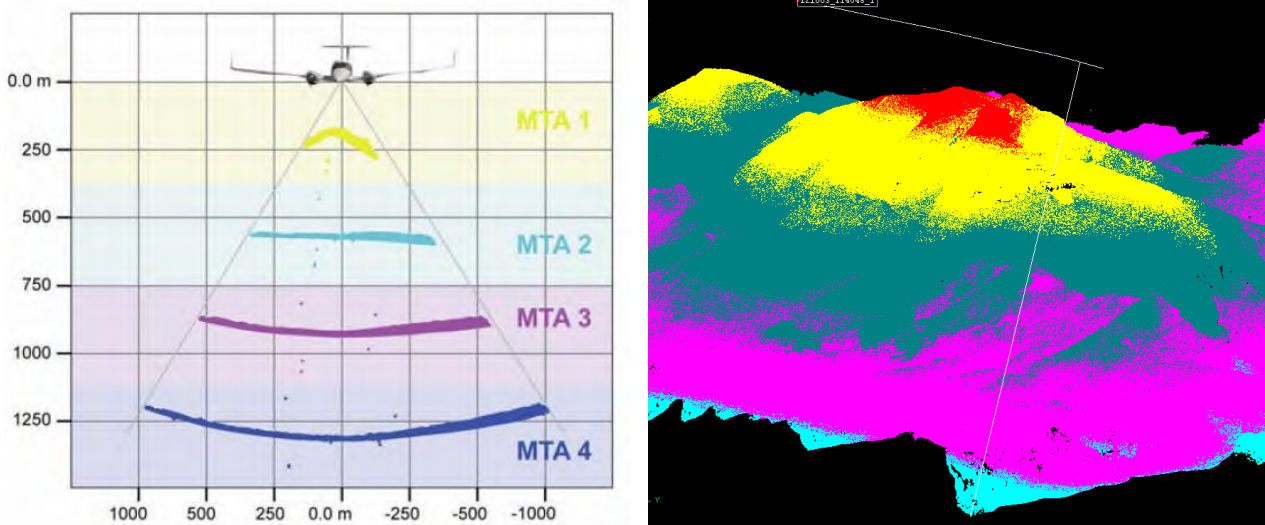


圖 2-4 多時段光達回波接收技術(MTA1-4 為回波 1-4 示意畫面)

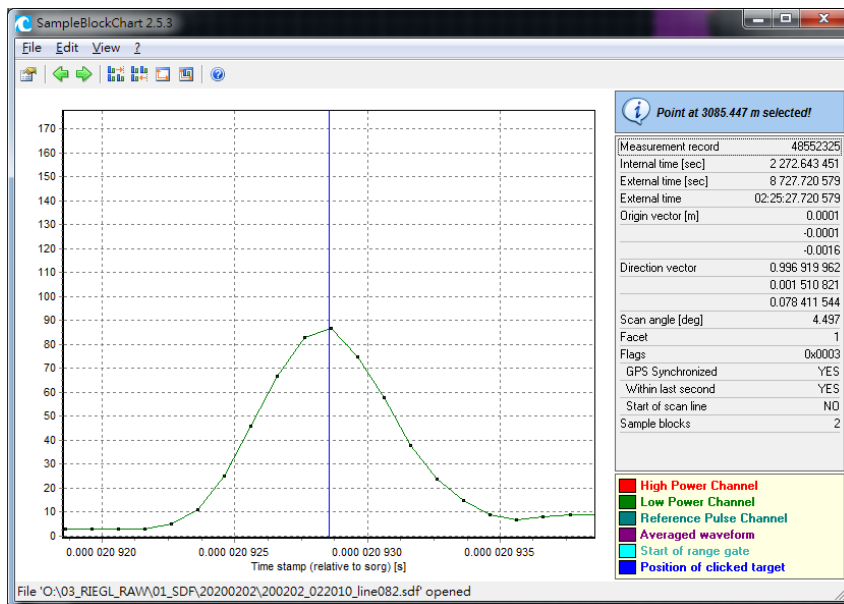
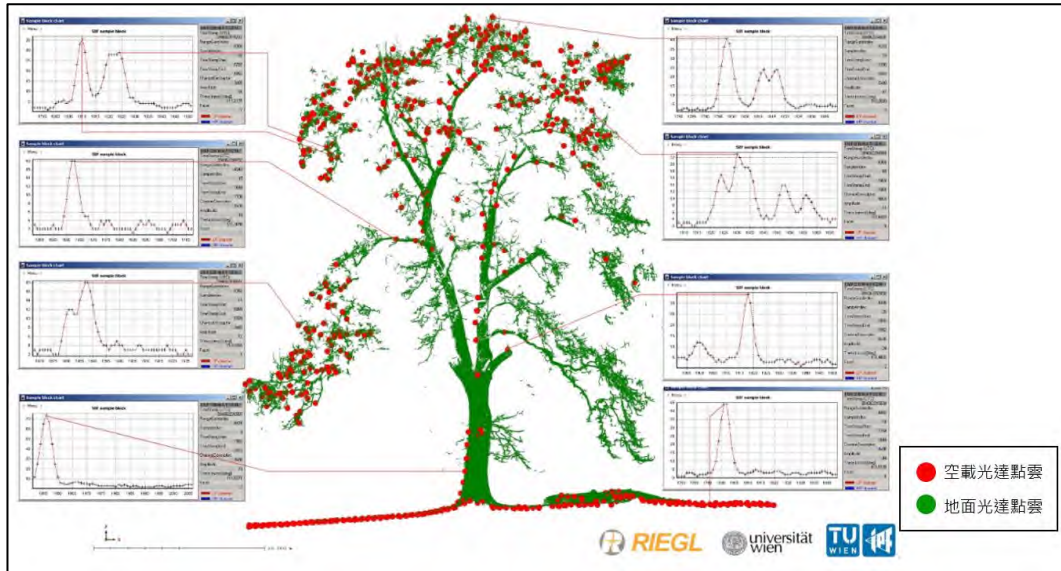


圖 2-5 數位全波形分析能力

表 2-1 Riegl LMS-Q780 規格表

項次	項目	規格
1	廠牌型號	Riegl LMS-Q780
2	光達等級	3B
3	掃瞄高度	50~4,700m AGL
4	掃瞄速率	100~400 kHz
5	光達回波數	沒有限制(Full Wave Form)
6	掃瞄範圍	60°
7	儲存設備	DR680
8	容量	3×800 GByte

校正報告

校正項目：空載光達

報告日期：112年03月23日

報告編號：I202212210101



儀器名稱：空載光達

廠牌型號：RIEGL/Q780

儀器序號：2220651

送校單位：自強工程顧問有限公司

地址：新北市中和區新民街112號5樓

上述儀器經本實驗室校正，結果如內文。

本報告含封面及6頁內文，分離使用無效。



許展祥

報告簽署人



內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室
臺中市南屯區黎明路2段497號4樓

圖 2-6 Riegl LMS-Q780 國土測繪中心校正報告

二、航空傾斜攝影像機-UltraCam Osprey 4.1

本計畫使用 UltraCam Osprey 4.1 傾斜攝影像機如圖 2-7 所示，為奧地利製造生產之測量儀器，垂直與傾斜航拍影像解析度一致，加上多方向動態補償技術(Adaptive Motion Compensation)，可同時兼顧精緻模型紋理獲取與高解析正射影像需求。此外，20,544 像素的橫向覆蓋範圍搭配高解析的 3.76 μm 像元尺寸，大幅度提升飛航執行效率，在獲取大範圍影像資料擁有絕對優勢，所獲得高輻射解析度和高清晰度之像片，會用以製作本計畫正射影像及 3D 模型，規格如表 2-2 所示，原廠率定報告如圖 2-8 及附件二。



圖 2-7 UltraCam Osprey 4.1 大像幅傾斜攝影像機實機照

表 2-2 UltraCam Osprey 4.1 大像幅傾斜攝影像機規格表

垂直攝影主像機		傾斜攝影像機	
影像大小	20,544 x 14,016 pixels (三億像素)	影像大小	14,144 x 10,560 pixels (一億五千萬像素)
像素大小	3.760 μm × 3.760 μm	像素大小	3.760 μm × 3.760 μm
焦距	79.600 mm	焦距	123.380 mm
動態範圍	> 83 db	動態範圍	> 83 db
連拍時間	0.7s	連拍時間	0.7s
鏡頭畸變	<0.002mm	鏡頭畸變	<0.002mm
製造生產國家：奧地利 Austria. 詳細規格請參照附件二原廠率定報告			



VEXCEL
IMAGING

ULTRACAM

Calibration Report



www.vexcel-imaging.com

圖 2-8 航空傾斜攝像機 UltraCam Osprey 4.1 原廠檢定報告封面

2-3 空載光達掃瞄飛航計畫規劃與申請

空載光達掃瞄飛航計畫規劃與申請為符合本計畫之基本需求，廠商申請之飛航計畫範圍及航線規劃應包含全部工作區域。規劃之飛行時間起迄點需與本案契約簽定後之日期相符。

一、航線規劃成果與作業規定

- (一) 本案首次飛航前及每次儀器經拆卸後之首次飛航前，均需進行光達系統率定。率定報告至少需包含系統率定方法、日期、地點、原始率定資料、計算過程紀錄(含關鍵之軟體處理畫面、率定結果校差不得超過 10 公分)及成果精度說明等相關資料。
- (二) 飛機換航線之轉彎掃瞄資料，不得使用於後續航帶平差及 DEM、DSM 之製作。
- (三) 光達測點密度：本案掃瞄區域所有航帶重疊後之原始數據之第一或最後回波 100×100 平方公尺之平均密度應高於每平方公尺 2 點。
- (四) 航帶重疊比例：其重疊率應大於 30%。
- (五) 每條航線至少應有 2 個 GNSS 基站同步接收 GNSS 觀測量。所用之 GNSS 接收儀須為雙頻儀器，每秒至少接收 1 筆數據，且基站與航線範圍的距離應小於 40 公里。飛航時定位光達掃瞄之 FOV 設定不應超過 40 度。依據『內政部 LiDAR 測製數值高程模型及數值地表模型標準作業程序(草案)』規定，進行率定場之率定作業時，地面 GNSS 基站接收頻率皆須達 2Hz；其餘飛航掃瞄時地面 GNSS 基站接收頻率應達 1Hz。
- (六) 交叉飛航數據(Cross Flight)：作業區域範圍內各條航線每隔至多 25 公里，應進行垂直各航線之交叉飛航掃瞄。

二、航線規劃成果

依據前述航線規劃作業規定，規劃本計畫測區航線相關資訊如表 2-3，共 46 條航線，總長為 901km，航線規劃成果以及計畫範圍套疊如圖 2-9。

表 2-3 航線規劃資訊

項次	項目	規劃資訊	備註
1	飛航高度	2900~4300m	
2	航拍測線	46 條	-
3	飛航長度	901 km	-
4	UltraCam Osprey 4.1	地面解析度	平均 10cm
5		左右重疊	50%
6		前後重疊	80%
7	Riegl LMS- Q780	左右重疊	30%
8		發射頻率	210 kHz
9		光達強度	100 %
10		密度	2 點/m ²
		FOV 40 度	距離地高：2200m
			-
			-

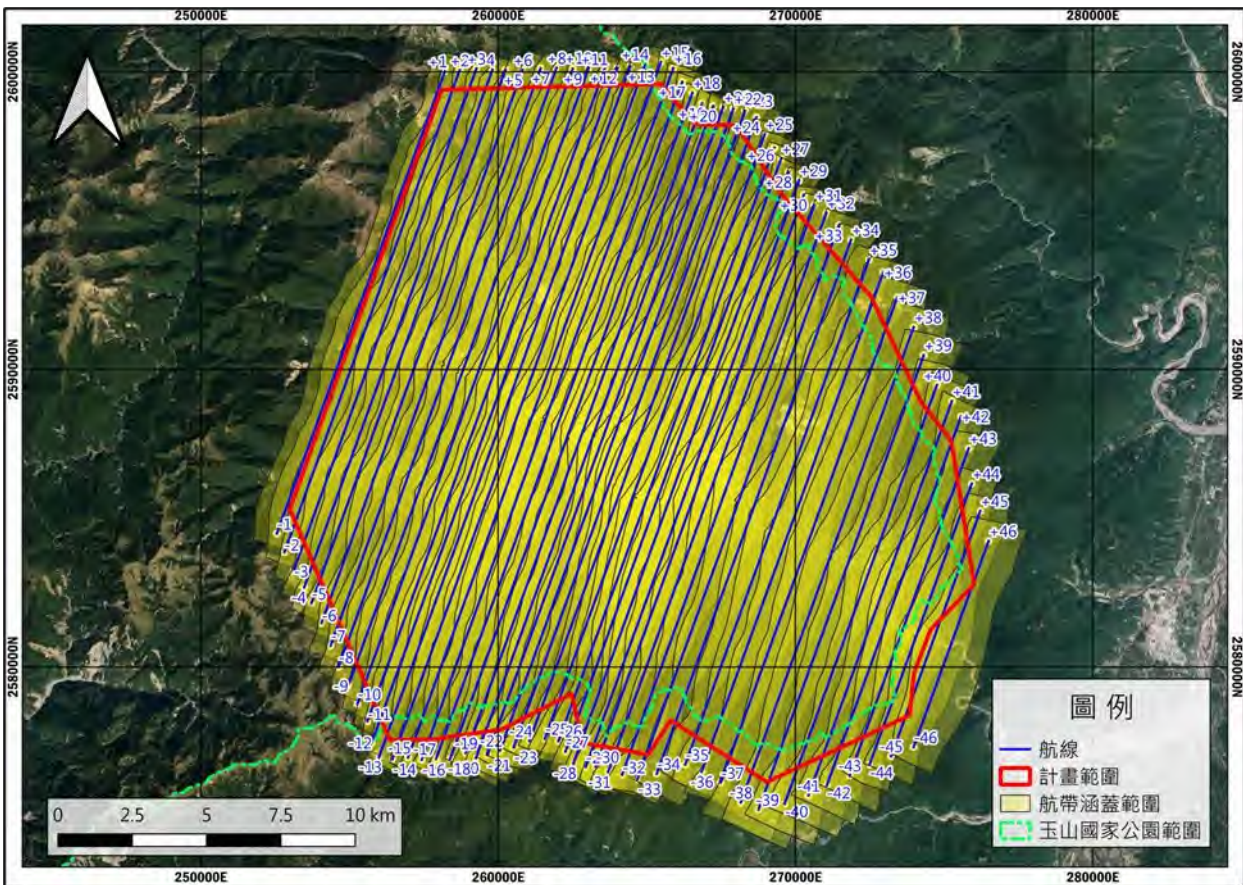


圖 2-9 航線規劃成果圖

三、航空傾斜攝影及空載光達掃描飛航計畫規劃申請

於決標當日 113 年 5 月 30 日依「實施航空測量攝影及遙感探測管理規則」規定，提出實施計畫以公文(自工字第 1130510006 號)向內政部申請航攝許可並副知玉管處，於 113 年 7 月 4 日獲得內政部核准(台內地字第 1130127054 號)，於 113 年 7 月 4 日發文自強航空有限公司向民航局申請飛航許可(自工字第 1130710112 號)，於 113 年 7 月 29 日獲得許可(空運管字第 1130021772 號)，相關函文掃描檔如圖 2-10 至圖 2-15。



 自強工程顧問有限公司 函	
	公司地址：235 新北市中和區新民街112號5樓 聯絡人：陳韋灯 聯絡電話：02-22252200#244 傳真電話：02-32349980 電子信箱：244@st2200.com
100218 臺北市中正區徐州路5號 受文者：內政部	
發文日期：中華民國113年05月30日 發文字號：自工字第 1130510006 號 遠 別：一般 附 件：航空測量攝影實施計畫書乙式3份。	
主 旨：本公司承攬內政部國家公園署玉山國家公園管理處之「玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃描作業案」，檢送航攝相關文件申請航空測量攝影實施許可，敬請 惠予核准，請查照。	
說 明：依據「實施航空測量攝影及遙感探測管理規則」第3條規定，檢送航攝實施計畫書乙式3份、航攝地區範圍圖（附件一）、辦理航攝業務之設備清冊（第四項）、測繪業登記證（第十項）、招標公告（第十二項）、議價紀錄（第十三項）供 貴部辦理審查，請准予航空測量攝影工作。	
正本：內政部 副本：內政部國家公園署玉山國家公園管理處(副本無附件)	
	

圖 2-10 航攝申請公文

檔 號：
保存年限：

內政部 函

地址：100218臺北市中正區徐州路5號
聯絡人：廖英媚
聯絡電話：(02)2356-6094
傳真：(02)2397-6875
電子信箱：moi5724@moi.gov.tw



受文者：自強工程顧問有限公司

發文日期：中華民國113年7月4日
發文字號：台內地字第1130127054號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如說明 (301000000A113012705400-1.PDF)

主旨：貴公司受本部國家公園署玉山國家公園管理處委託辦理
「玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案」，
申請實施航空測量攝影1案，原則同意，請查照。

說明：

- 一、依據國土測繪法第55條規定、國防部113年7月1日國情政整字第1130169355號函(如附件)辦理，兼復貴公司113年5月30日自工字第1130510006號函。
- 二、貴公司實施航空測量攝影期間為核准次日起至114年9月30日止，本案實施航空測量攝影獲取成果，請依「實施航空測量攝影及遙感探測管理規則」第8條及第9條規定，於沖洗或影像處理後，提送本部會同國防部審查，以完備程序；並於執行任務完竣後60日內編製相關文件送本部備查。
- 三、請依「普通航空業管理規則」第9條規定於執行航空攝影作業5工作日前，檢附相關文件向交通部民用航空局申請核准，並應依據飛航規則、飛航指南等相關規定飛航。



圖 2-11 內政部航攝申請許可公文

- 四、另請於執行航空攝影任務時，勿涉軍事機敏設施，並於任務前2日通知國防部聯指中心、空軍司令部、空軍作戰指揮部及軍事飛航單位，以維飛安。
- 五、貴公司對本處分如有不服，應於接到本處分書次日起30日內，繕具訴願書送由本部陳轉行政院提起訴願。

正本：自強工程顧問有限公司


副本：國防部、交通部民用航空局、本部國家公園署玉山國家公園管理處(含附件)



圖 2-12 內政部航攝申請許可公文(續)

正本
發文方式：傳真

檔 號：
保存年限：

 自強工程顧問有限公司 函

公司地址：235 新北市中和區新民街112號5樓
聯 絡 人：陳掌灯
聯絡電話：02-22252200#244
傳真電話：02-32349980
電子信箱：244@st2200.com

105008
台北市松山區敦化北路340-15號
受文者：自強航空有限公司

發文日期：中華民國113年07月04日
發文字號：自工字第 1130710112 號
速 別：一般
附 件：機上工作人員名冊乙式乙份

主 旨：本公司欲執行內政部國家公園署玉山國家公園管理處之「玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案」，擬租用貴公司P68C-TC航空器(國籍編號：B-77709)及BN-2B型航空器(國籍編號：B-68802、B-69896)執行航攝工作，請 貴公司協助辦理民航局飛航許可，請 查照。

說 明：

1. 作業範圍為花蓮縣。
2. 預計作業時間為核准次日起至114年9月30日。
3. 檢附機上工作人員名冊乙式乙份。

正本：自強航空有限公司
副本：

董事長 賴澄漂

圖 2-13 民航局飛航申請公文

檔 號：
保存年限：

交通部民用航空局 函

地址：10548 臺北市敦化北路340號
傳真：02-23496050
聯絡人：許竹涵
電話：02-23496310
電子信箱：jhuhan@mail.caa.gov.tw

受文者：自強工程顧問有限公司

發文日期：中華民國113年7月29日
發文字號：空運管字第1130021772號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：1130021772申請書、1130021772名冊 (1130021772-1-0.pdf)

主旨：貴公司使用P68C-TC型機（國籍編號：B-77709）及BN-2B型機（國籍編號：B-69896、B-68802）於花蓮縣地區執行自強工程顧問有限公司委託之「玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案」所需航空測量攝影作業一案，同意自本局核准次日起至114年3月23日止辦理，請查照。

說明：

- 一、復貴公司113年7月8日強（113）字第061號申請書。
- 二、請依據「航空器飛航作業管理規則」、「航空產品與其各項裝備及零組件適航維修管理規則」、「飛航規則」、「飛航指南」等相關規定作業，作業前應先與相關航管單位協調並保持密切聯繫。
- 三、作業範圍應符合內政部同意之航攝區域，另執行作業1工作日前務必將飛航作業地區簡圖（應附有比例尺之簡圖，包括：飛行路徑及作業範圍）送交本局飛航服務總臺。
- 四、本案因涉及航空測量作業，請依「國土測繪法」、「實施

電子
文
騎

8

圖 2-14 民航局飛航許可公文

航空測量攝影及遙感探測管理規則」相關法規及內政部113年7月4日台內地字第1130127054號函辦理。

- 五、執行航空攝影任務時，勿涉軍事機敏設施，並於任務前2日通知國防部、空軍司令部、空軍作戰指揮部、當地軍方起降基地、當地航空站、軍事飛航單位及飛航管制聯合協調中心（JCC）等單位。另將本案空照成果送交國防部情報參謀次長室檢查。如涉機密資料部分，請按「國家機密保護法」、「要塞堡壘地帶法」及其相關法規之規定妥慎處理。
- 六、嚴禁未依核准之作業項目實施作業，無故在未經核准之臨時性起降場所起降或搭載未經核准之乘員，否則依民用航空法第112條之6規定，處新臺幣6萬元以上30萬元以下罰鍰。

正本：自強航空有限公司

副本：自強工程顧問有限公司、國防部參謀本部情報參謀次長室、國防部參謀本部作戰及計畫參謀次長室（戰情中心）、國防部陸軍司令部戰備訓練處、陸軍航空特戰指揮部、國防部海軍司令部戰備訓練處、海軍艦隊指揮部、海軍陸戰隊指揮部、海軍反潛航空大隊、國防部空軍司令部、空軍作戰指揮部、內政部地政司、內政部警政署、內政部警政署航空警察局、飛航管制聯合協調中心、交通部民用航空局飛航服務總臺、交通部民用航空局臺北國際航空站（另含名冊）、交通部民用航空局花蓮航空站（另含名冊）、本局飛航標準組、飛航管制組（均含附件）

2021/07/29 16:00:50
電文
交換章

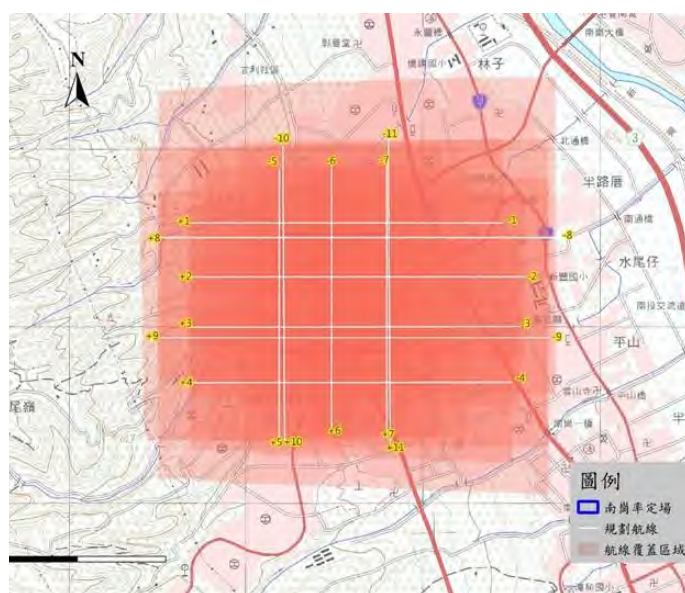
公換章

00

圖 2-15 民航局飛航許可公文(續)

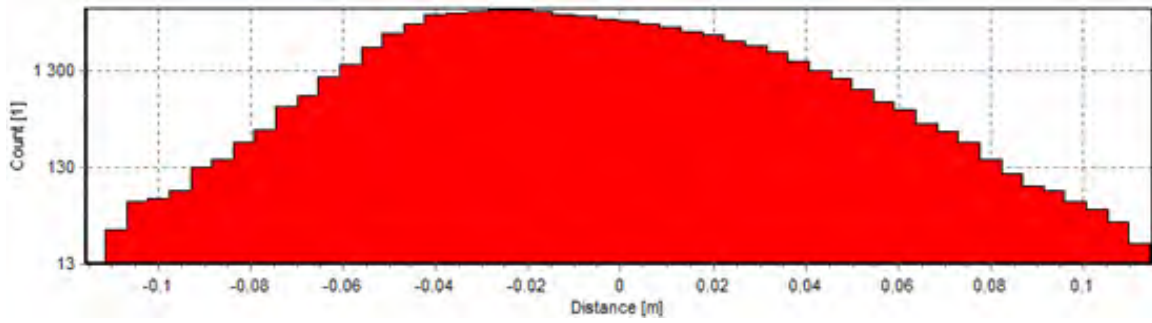
四、空載光達率定作業

- (一) 首次飛航前及每次儀器經拆卸後之首次飛航前應進行光達系統率定，藉以確認後續施測任務之資料品質。率定後可校正率定前不穩定資料至正確位置。本計畫光達率定方法及規範參考空載光達掃瞄儀器原廠建議率定說明文件、內政部之 LiDAR 測製數值高程模型及數值地表模型標準作業程序(草案)及本計畫契約書規定辦理。
- (二) 本計畫選用 Riegl LMS-Q780，依據 Riegl 原廠建議率定說明文件，選定南投縣南投市南崗地區為率定場，採用 7 條正規航線(4 條 90 度、3 條 180 度)，航高 1,000 公尺，雷射脈衝頻率為 400 kHz，以及 4 條確認飛行航線(2 條 90 度、2 條 180 度)，航高 1,800 公尺，雷射脈衝頻率為 205 kHz，詳細規劃資訊如圖 2-16。
- (三) 本計畫於 113 年 09 月 26 日執行飛航率定掃瞄任務，共 11 條航線(含正規率定航線與確認飛行)，並使用 Riegl RiPROCESS 軟體進行率定解算作業，成果中誤差為 3.35cm 符合作業規定(中誤差小於 10 cm)，相關成果詳如圖 2-17、表 2-4 以及附件一 空載光達掃瞄率定報告書。
- (四) 本計畫空載光達率定報告書內容包含率定作業規劃、率定作業執行、率定計算成果、確認飛行成果以及控制點檢核成果，率定成果前後剖面示意圖如圖 2-18。

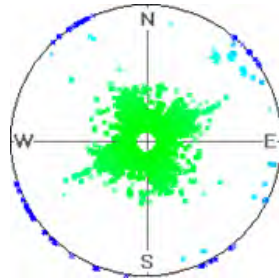


項目	內容
航高	1000m (航線 1~7) 1800m (航線 8~11)
光達脈衝 頻率	400 kHz(航線 1~7) 205 kHz(航線 8~11)
航線方向	180 度 (航線 5~7、10~11)
	90 度 (航線 1~4、8~9)
點雲密度	大於 4 點/平方公尺
前後重疊、 左右重疊	大於 50%

圖 2-16 率定場航線規劃資訊



(a)共軌平面殘差值直方圖(縱軸為對數比例尺)



(b)共軌平面姿態分布圖(各共軌面法向量指向，分布越均勻，平差效果越好)

圖 2-17 率定成果精度分析圖

表 2-4 率定成果參數表

儀器	參數項目	率定場成果參數	備註
名稱：LMS-Q780 序號：2220651	Number of observations	92889	率定解算結果
	Error (Std. deviation) [m]	0.0335	
	Roll [deg]	-0.10282(deg)	
	Pitch [deg]	0.15787(deg)	
	Yaw [deg]	-0.48379(deg)	以儀器規格計算
	X [m]	0.022(m)	
	Y [m]	0.000(m)	
	Z [m]	0.231(m)	

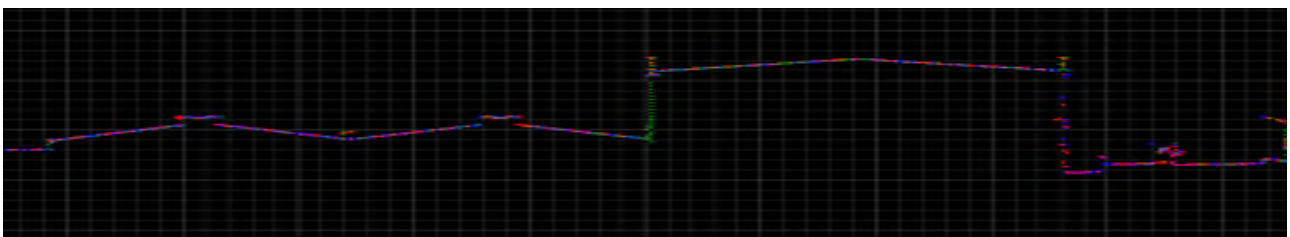
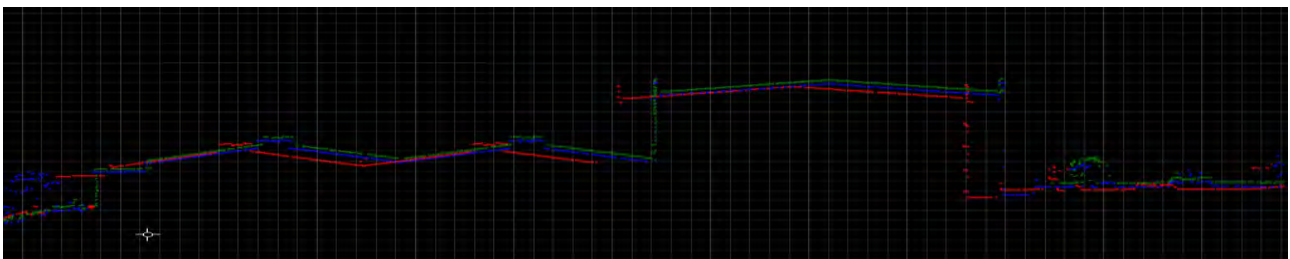


圖 2-18 空載光達率定前(上圖)、後(下圖)點雲剖面圖

2-4 控制測量

一、地面 GNSS 基地站

(一) 空載光達資料獲取同時，應於掃瞄區域內 40 km 範圍內，選取 2 點以上之透空度佳(仰角 10 度以上無遮蔽)的地面 GNSS 基地站，本案優先選擇品質穩定之內政部國土測繪中心 GNSS 即時動態定位系統全國衛星追蹤站，如圖 2-19。

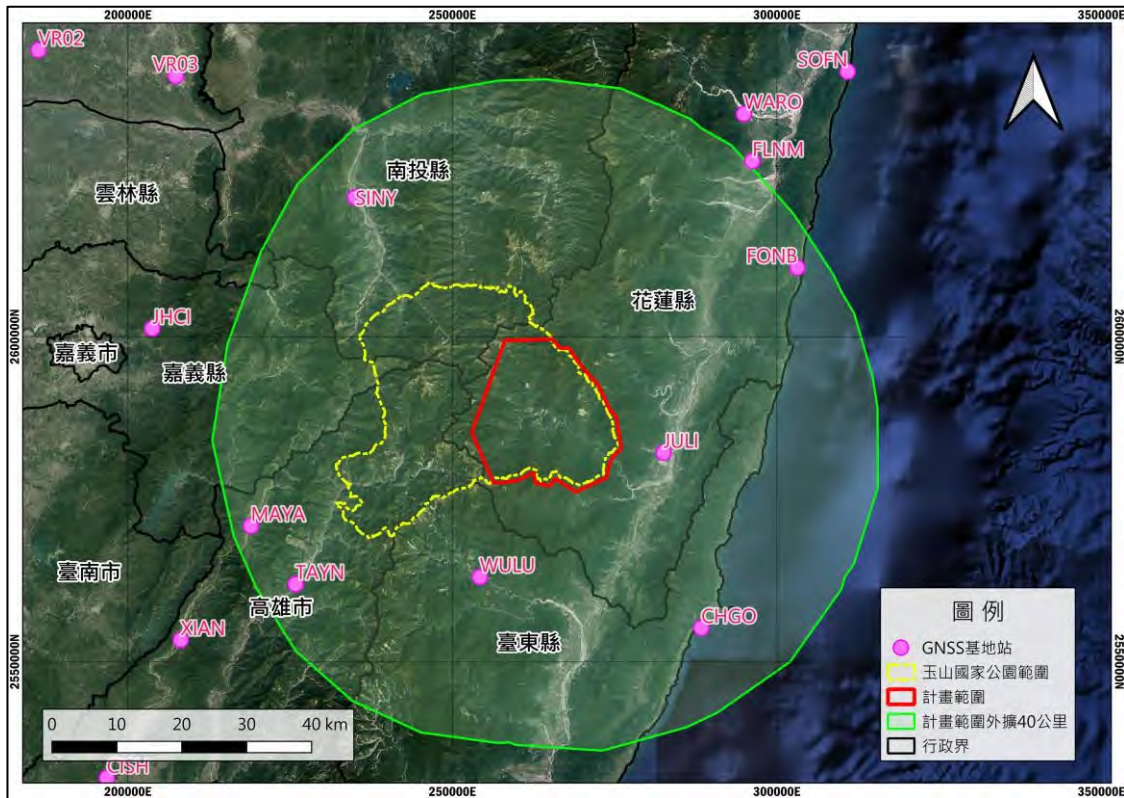


圖 2-19 測繪中心 GNSS 基地站與計畫範圍分布圖

(二) 本計畫共執行 6 架次飛航掃瞄作業，使用內政部國土測繪中心地面基地站共 2 站 JULI 及 WULU，經查國土測繪中心公告之 e-GNSS¹ 坐標 2023~2025 年平面坐標差值小於 16cm，高程坐標差值小於 6cm，於本案飛行期間無顯著變動。使用基地站相關資訊如表 2-5，分布如圖 2-20 至圖 2-25。

表 2-5 本案使用之 GNSS 基地站資訊

項次	站碼	站名	行政區	e-GNSS【2023】坐標(m)			單位
				N	E	橢球高	
1	JULI	玉里	花蓮縣玉里鎮	2582153.041	282533.529	178.690	國土測繪中心
2	WULU	霧鹿	臺東縣海端鄉	2563026.657	254245.751	928.504	國土測繪中心

備註 1：e-GNSS 為內政部國土測繪中心建構之高精度之電子化全球衛星即時動態定位系統名稱，【2023】為年份。參考內政部國土測繪中心網站 <https://egnss.nlsc.gov.tw/content.aspx?i=20150625101919243>、https://www.nlsc.gov.tw/NLSC_Content.aspx?n=11987&s=279265

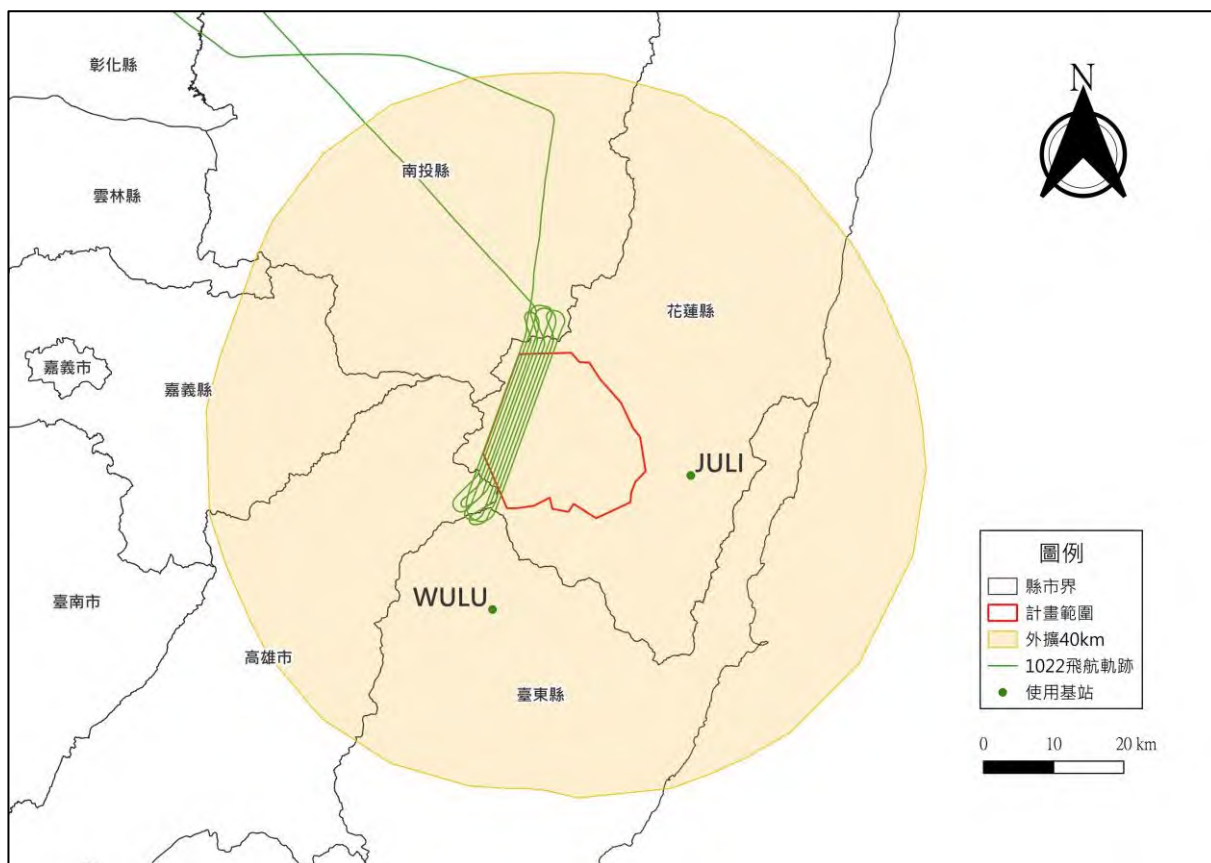


圖 2-20 113 年 10 月 22 日 GNSS 基地站分布圖

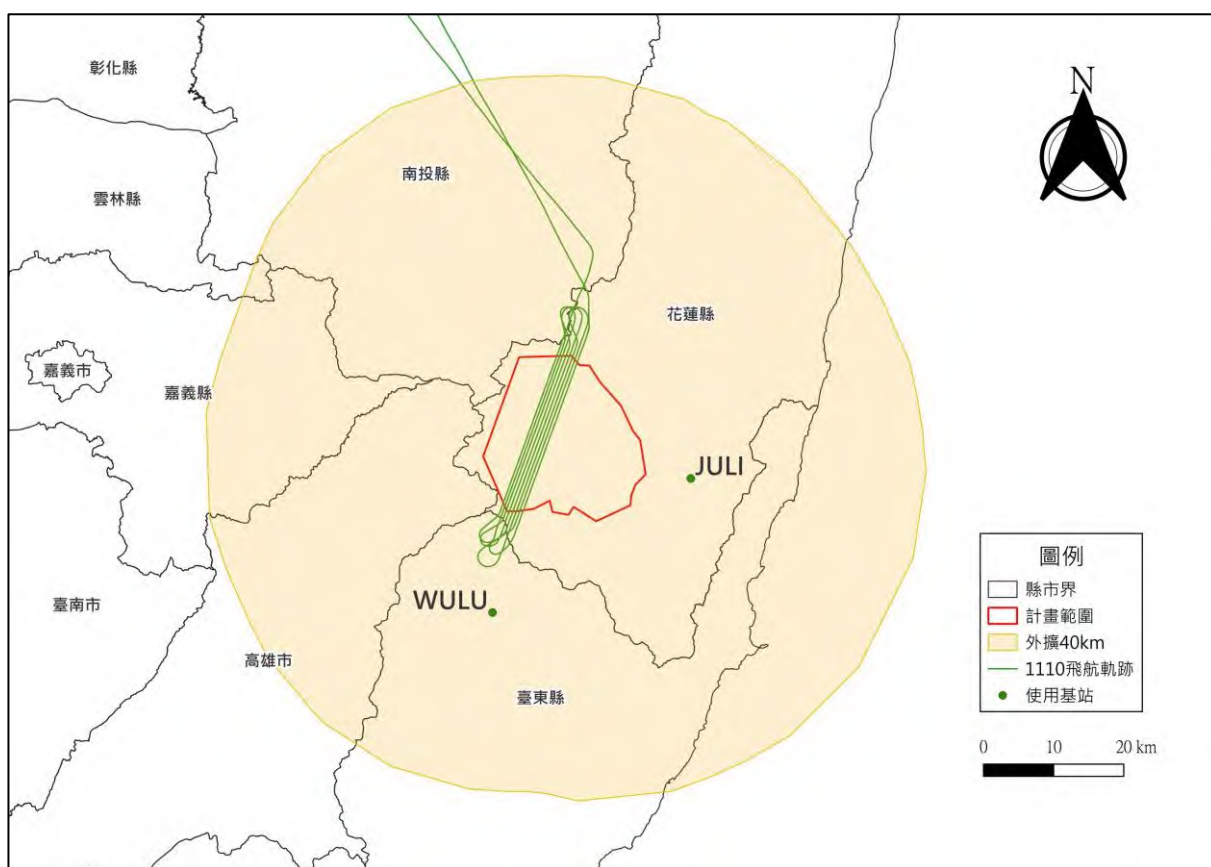


圖 2-21 113 年 11 月 10 日 GNSS 基地站分布圖

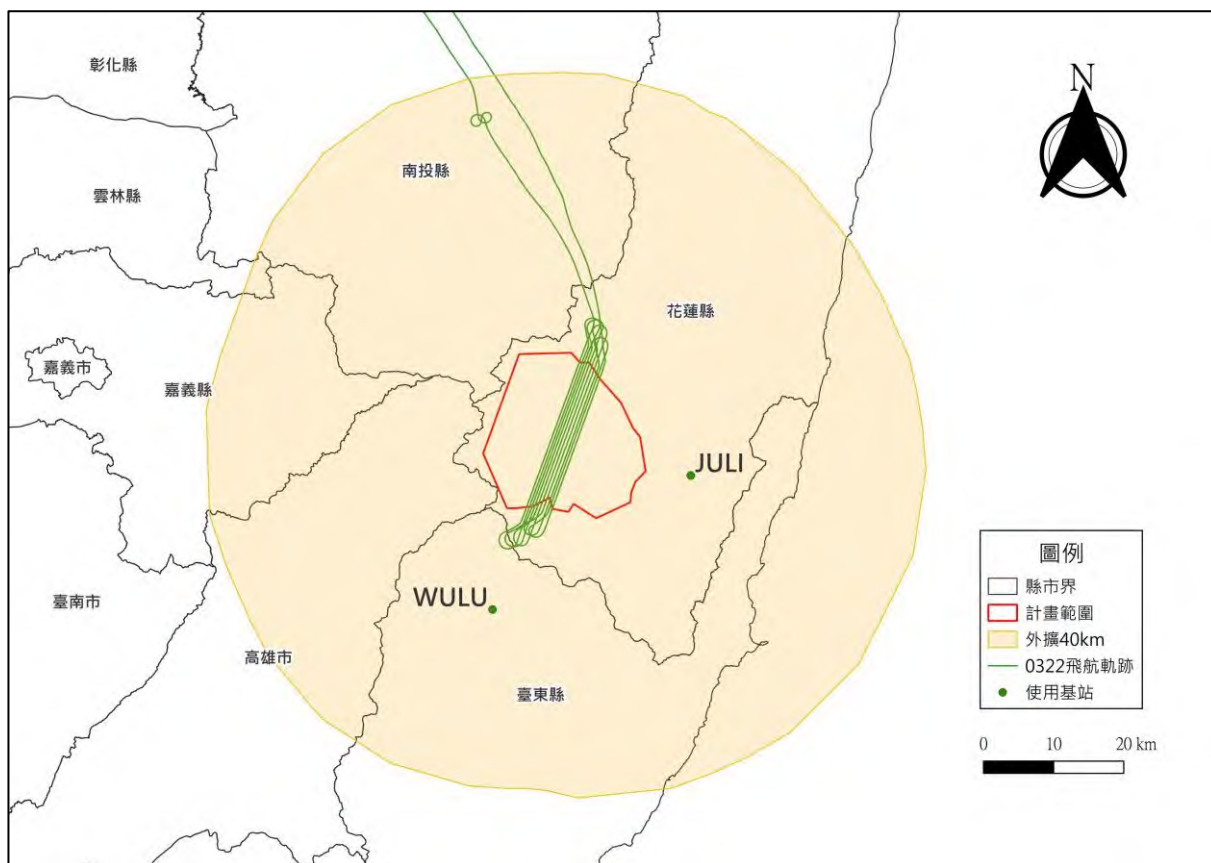


圖 2-22 114 年 3 月 22 日 GNSS 基地站分布圖

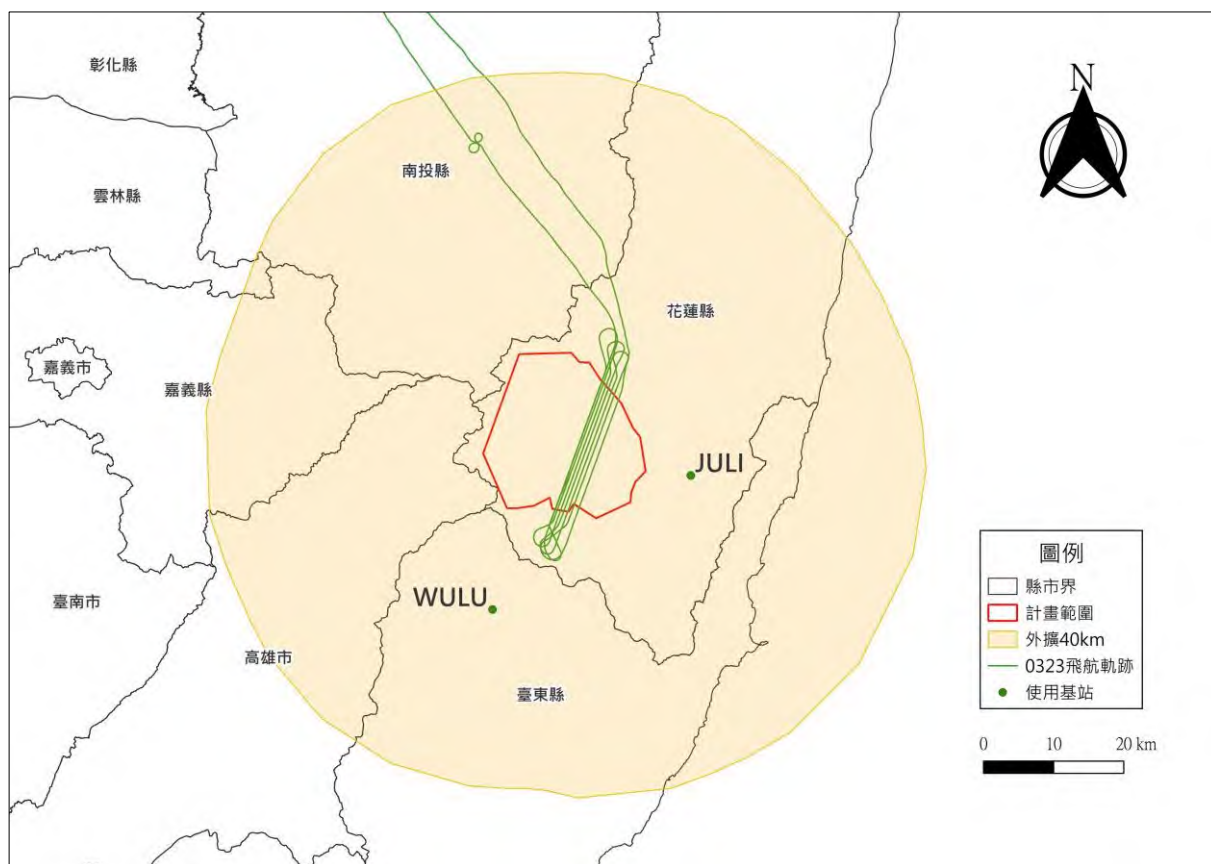


圖 2-23 114 年 3 月 23 日 GNSS 基地站分布圖

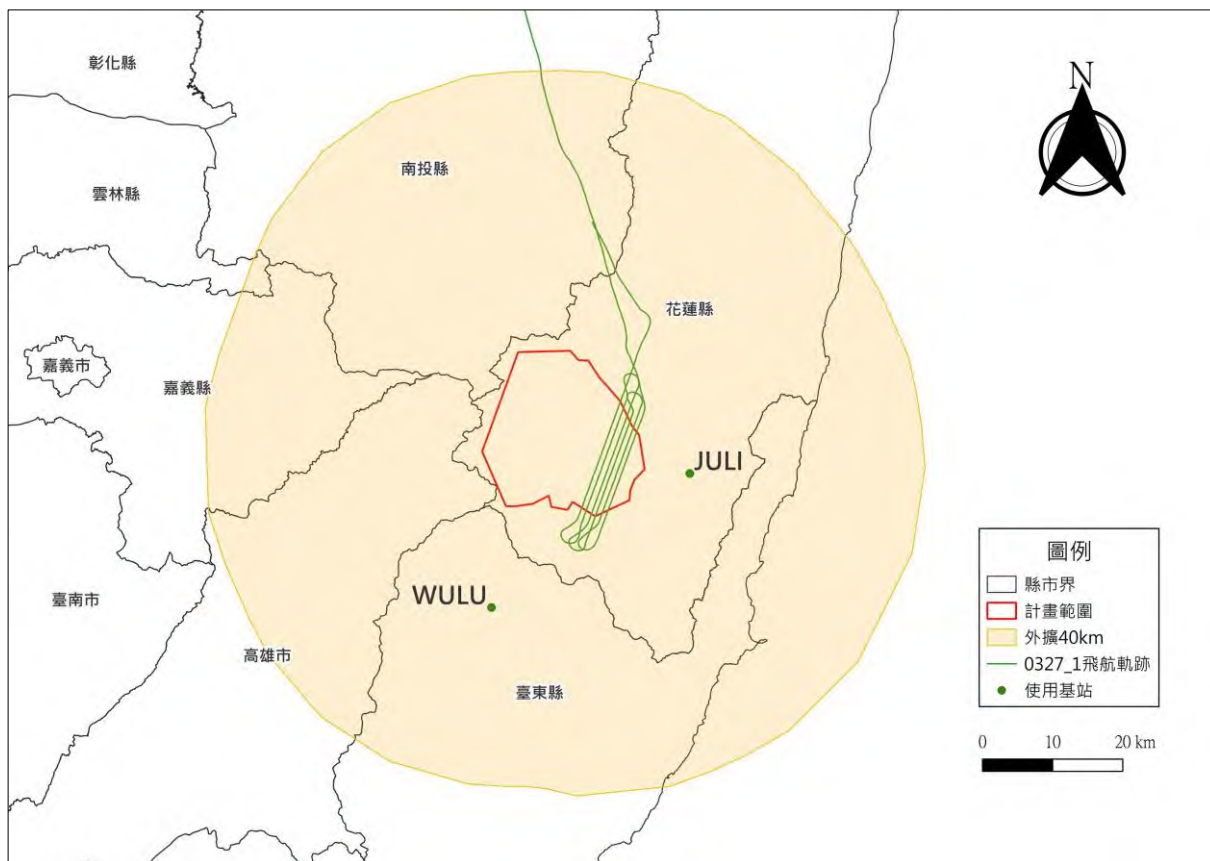


圖 2-24 114 年 3 月 27 日 (第 1 架次中午) GNSS 基地站分布圖

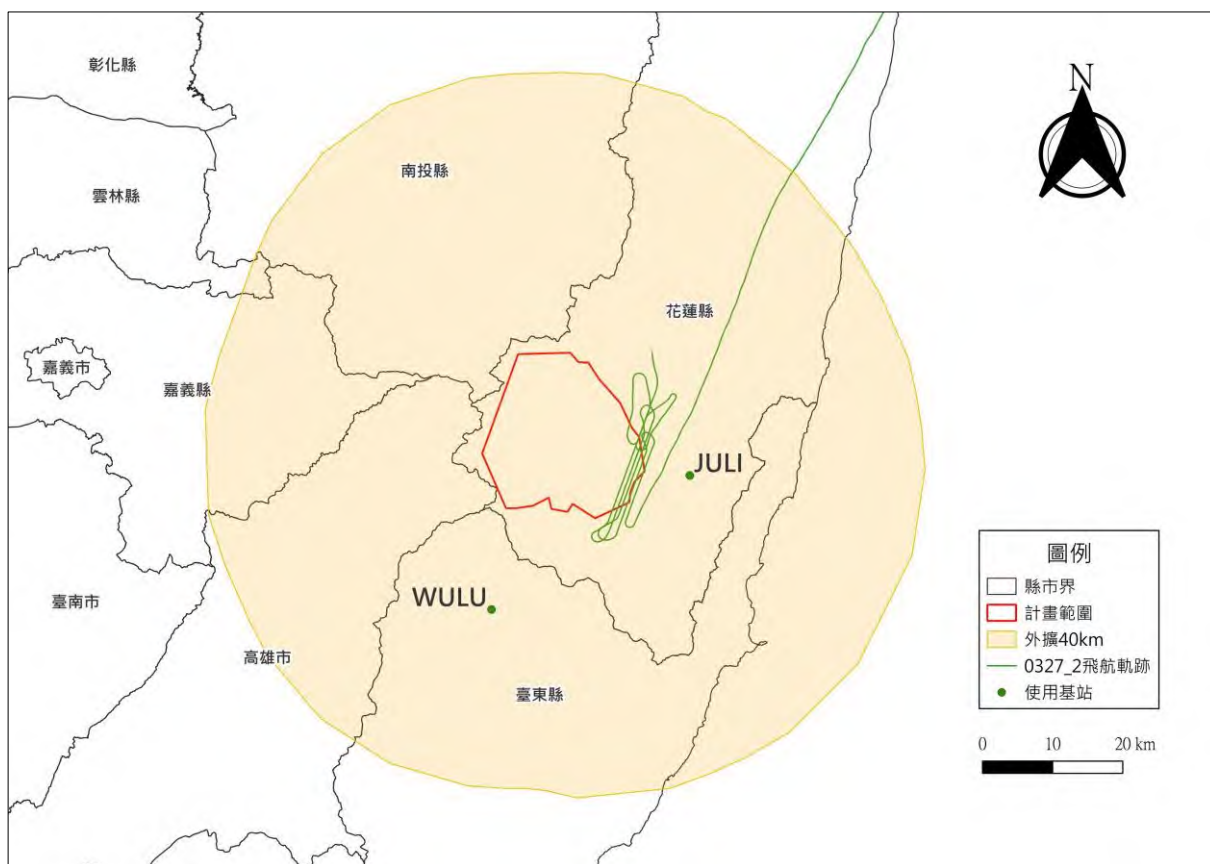


圖 2-25 114 年 3 月 27 日 (第 2 架次下午) GNSS 基地站分布圖

二、航線頭、中、尾控制測量與地形類別檢核點

依據本計畫空載光達航線規劃作業規範，各航線頭、中、尾皆需有控制點進行點雲平差作業。其中，因本計畫區域屬人車無法到達區域，本計畫預計以空中三角測量方式，針對裸露地表進行高程測量，獲取航線頭、中、尾控制點位三維坐標成果，初步規劃各航線頭、中、尾控制點位分布如圖 2-26。

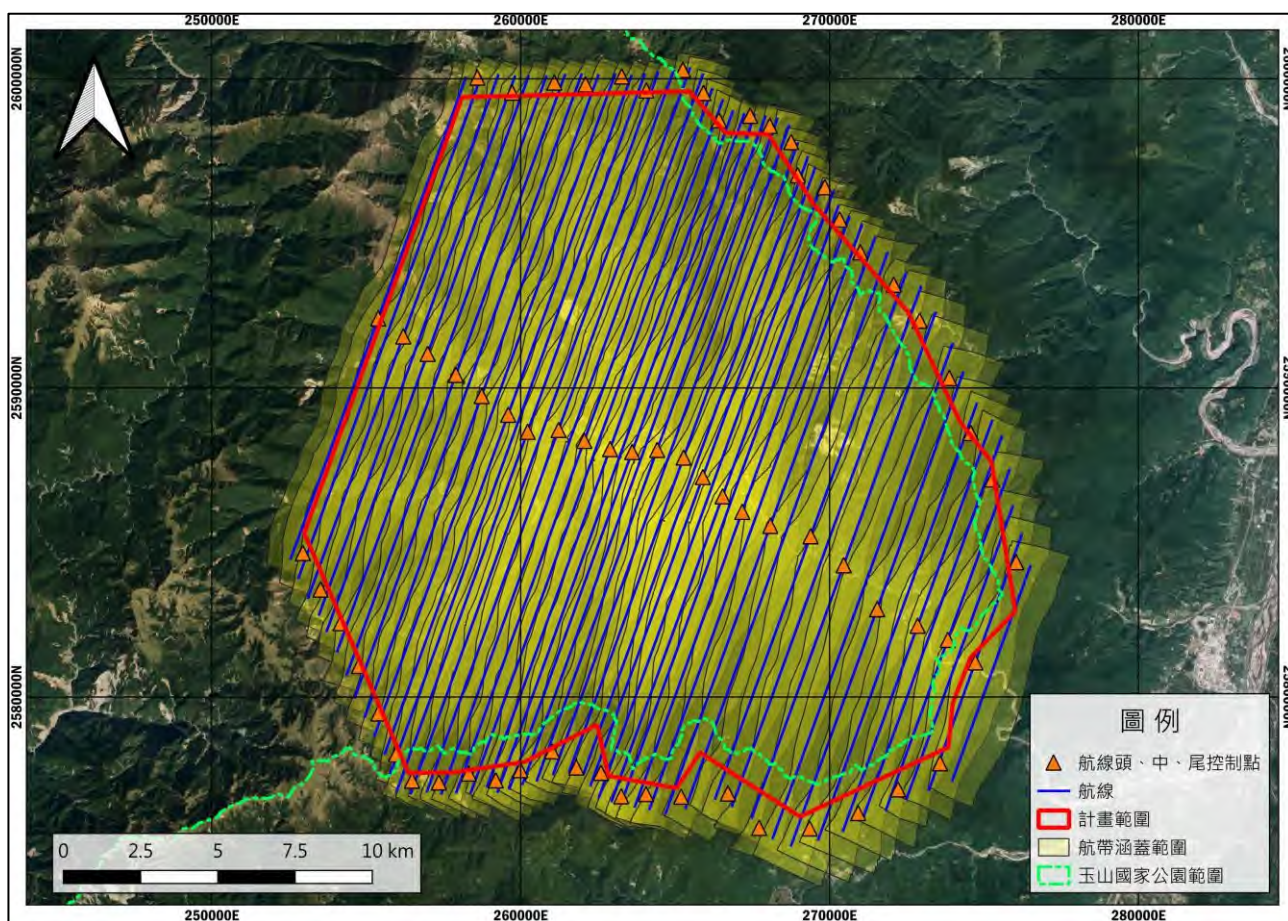


圖 2-26 航線頭、中、尾控制點規劃位置

2-5 空載光達掃瞄

一、空載光達掃瞄施測資料獲取

- (一) 採用 BN2-B68802 定翼機搭配全波形空載光達 Riegl LMS-Q780 與航空傾斜攝像機 UltraCam Osprey 4.1 同步拍攝掃瞄(如圖 2-27)，完整獲取相應航拍影像之地形資訊，能記錄 1ns 取樣之波形資料，需包含發射脈衝 (transmitted pulse) 與接收回波之波形，以及 8bit (含) 以上之反射強度資訊，掃瞄成果需能輸出回波波形相關屬性資料，如波形寬度 (width)、振幅 (amplitude) 值等。
- (二) 施測資料包含實際飛航時，結合 GNSS、IMU 所取得之原始軌跡數據。
- (三) 航線掃瞄 GNSS 數據 PDOP 圖形：展示 GNSS 數據 PDOP 圖形，用以說明每條掃瞄航線掃瞄當時 GNSS 之幾何條件。地面 GNSS 基站之 PDOP 之規範平均小於 3，飛航時定位光達掃瞄成果之 GNSS 之原始 PDOP 值不得大於 4。
- (四) LiDAR 系統率定報告：報告內容至少包括系統率定方法、日期、地點、成果精度說明。率定方式可參照各硬體設備製造商之標準程序進行，惟率定後之高程中誤差不得大於 10 cm，詳如附件一空載光達掃瞄率定報告書。



圖 2-27 BN2-B68802 執行玉山航拍實照

(五) 本計畫於 113 年 10 月 22 日、113 年 11 月 10 日、114 年 3 月 22 日、114 年 3 月 23 日、114 年 3 月 27 日中午及 114 年 3 月 27 日下午，均採用 BN2 系列定翼機共執行 6 架次飛航掃瞄作業，飛航軌跡如圖 2-28 至圖 2-33。

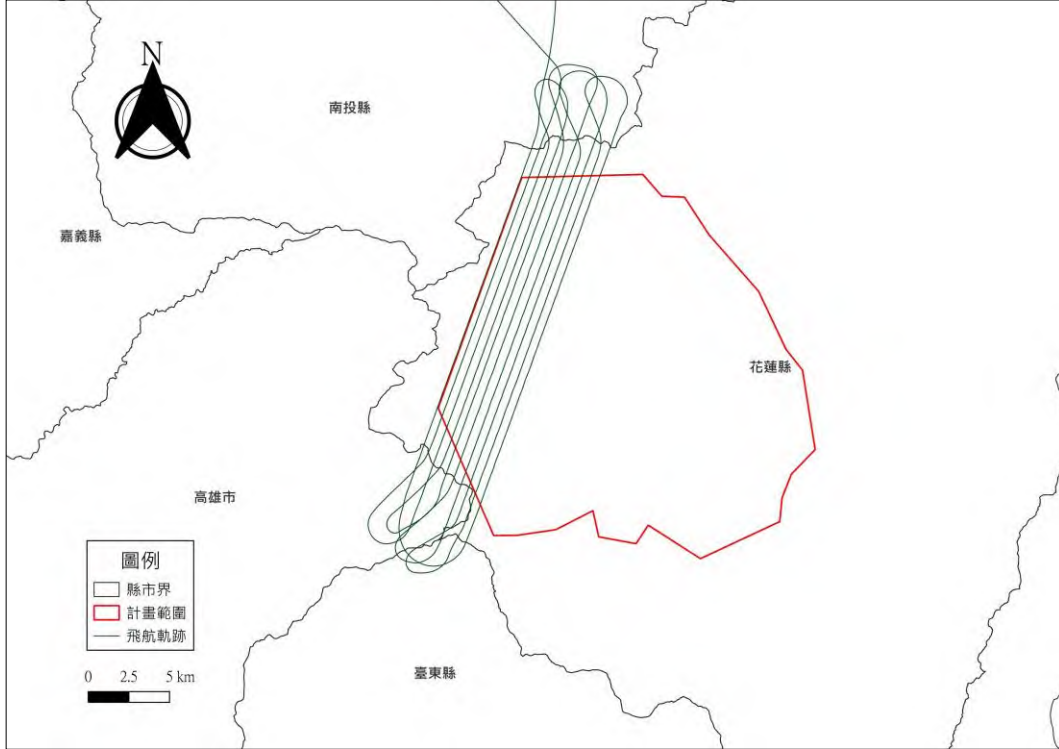


圖 2-28 113 年 10 月 22 日飛航軌跡

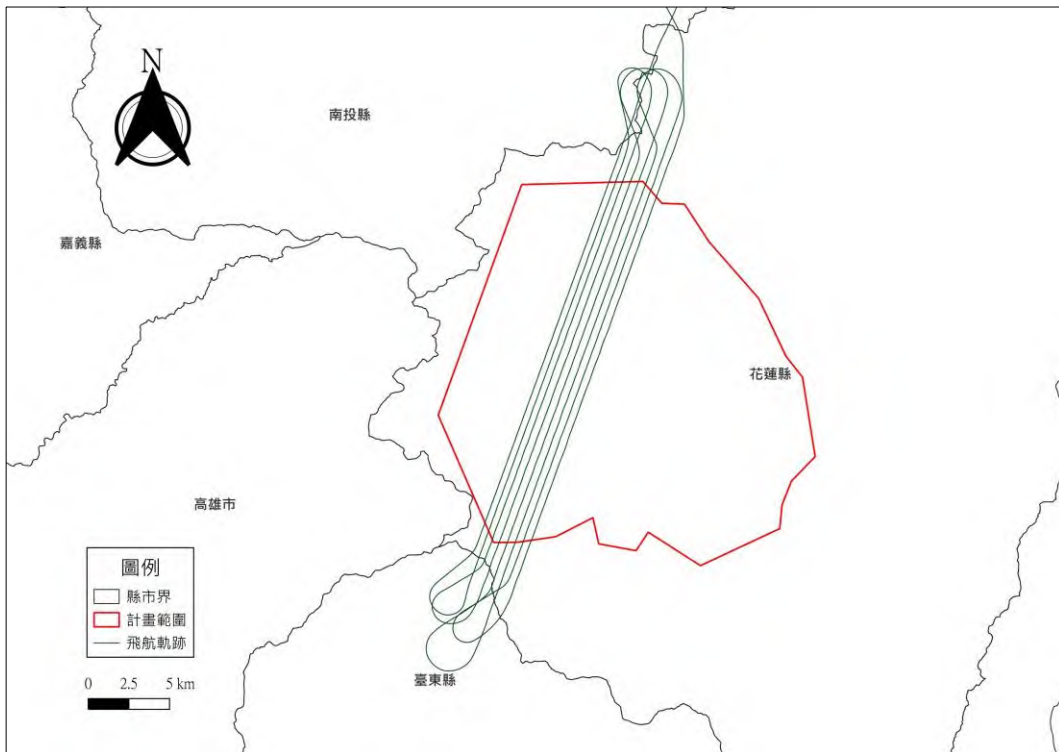


圖 2-29 113 年 11 月 10 日飛航軌跡

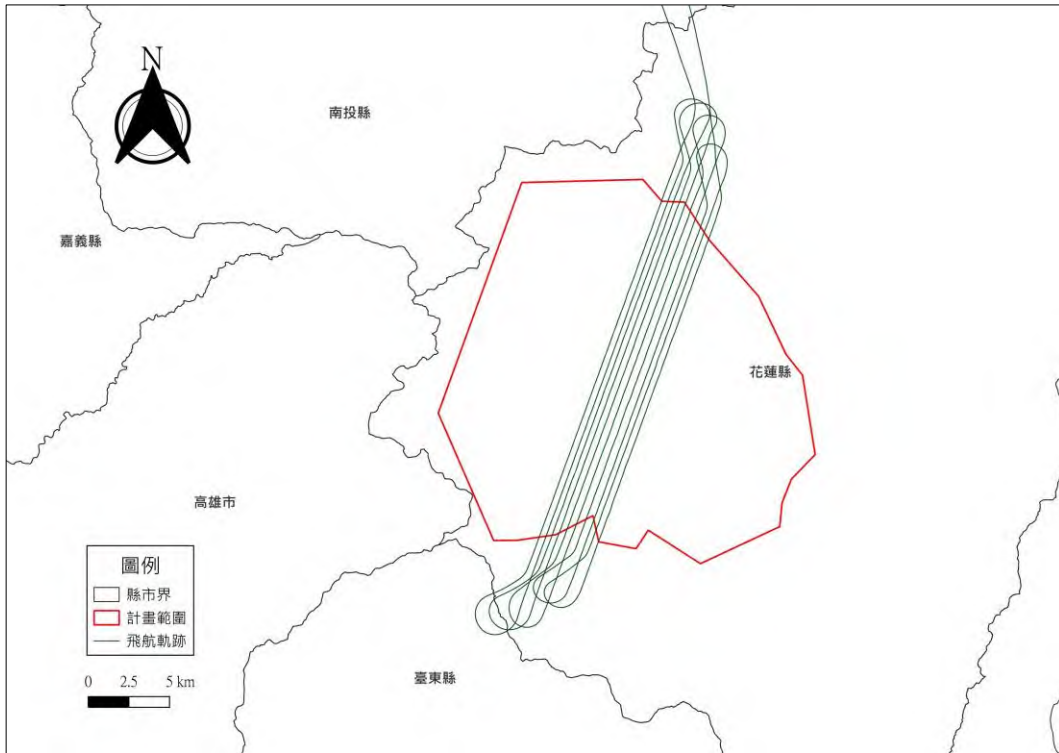


圖 2-30 114 年 3 月 22 日飛航軌跡

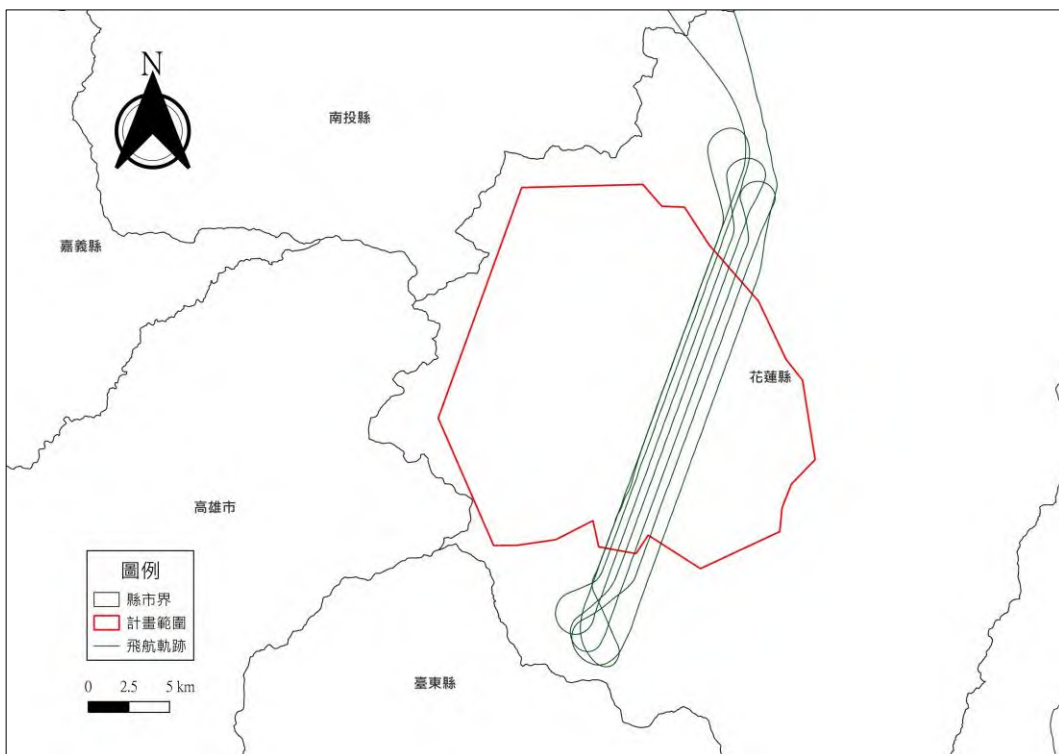


圖 2-31 114 年 3 月 23 日飛航軌跡

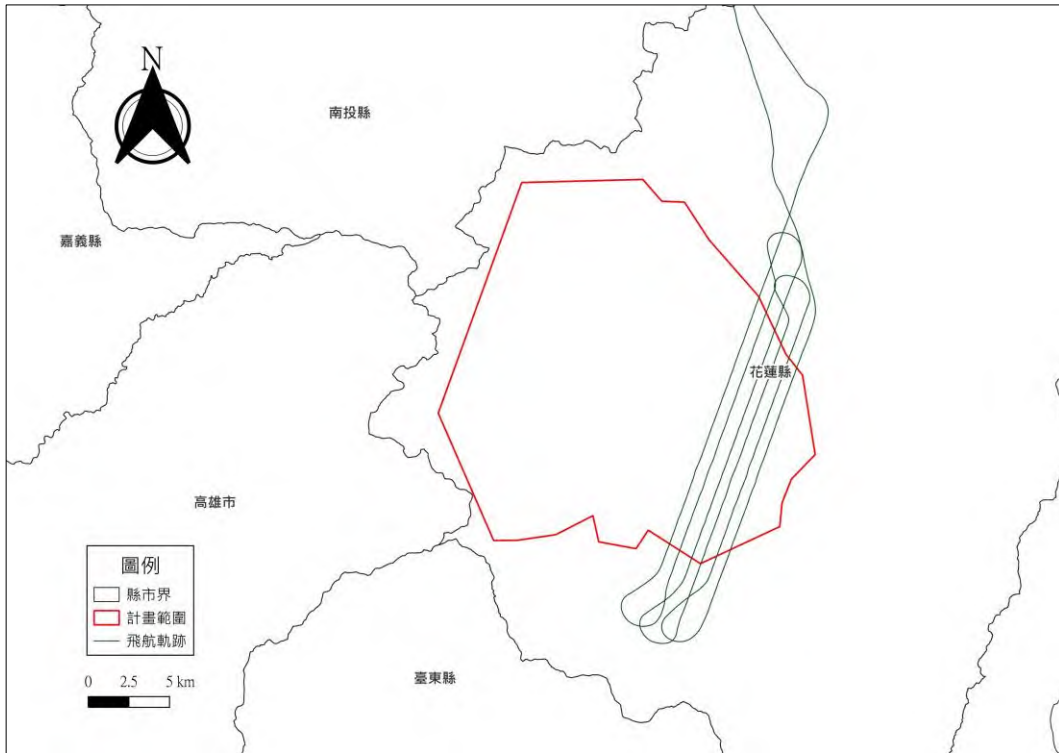


圖 2-32 114 年 3 月 27 日飛航軌跡(中午)

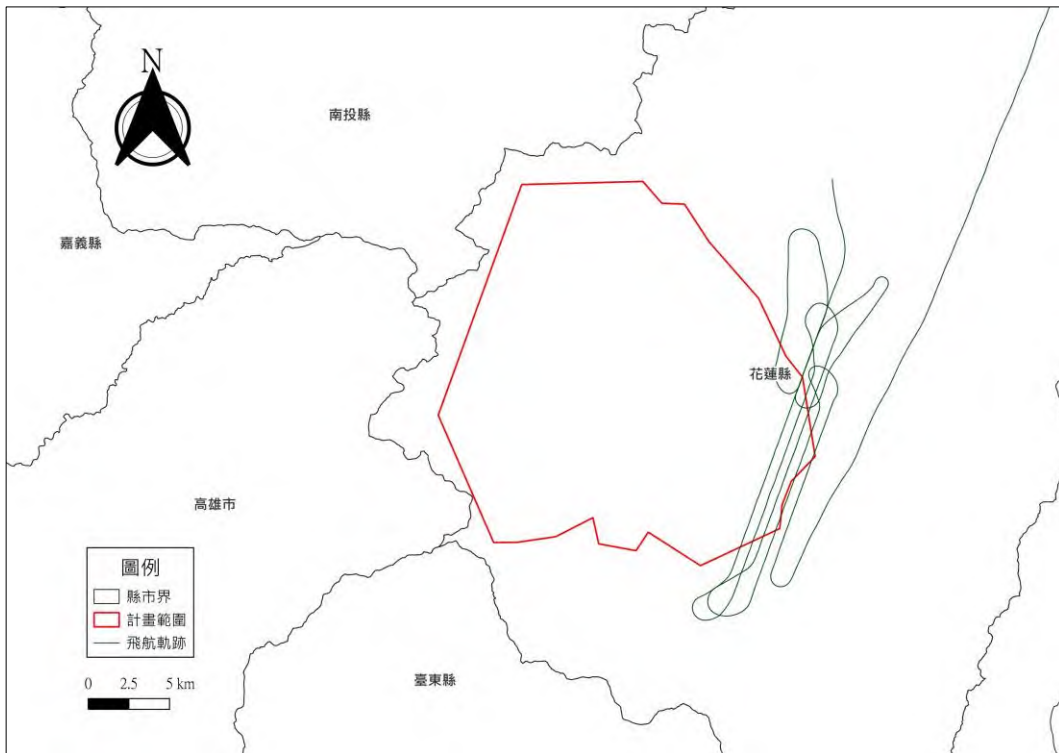


圖 2-33 114 年 3 月 27 日飛航軌跡(下午)

(六) 航空攝影紀錄表如表 2-6 至表 2-11 所示。

表 2-6 113 年 10 月 22 日航空攝影紀錄表

地區：玉山		基地：台中機場		標高：4100~4300m		攝影日期：民國 113 年 10 月 22 日				
任務編號	113-YS	攝影機	UCO	焦距	F=79.600mm		儲存設備	UCO_DU		
		委託機關	玉山國家公園管理處		作業人員	飛行		陳易靖	涂台慶	作業時間
攝影目的	影像/光達	航空器	BN-2	機械		彭宏彬		3 時 38 分	1 時 34 分	
比例尺	-			領航		洪健嘉				
前後重疊度	80%	左右重疊度	50%	攝影		洪健嘉		到場 10 時 40 分	關 09 時 47 分	
				擺站		基站解算				
氣象	航線	GNSS 接收器之高程		規劃高程	航向	攝影開始	攝影終止	像片號碼	空照區間	備註
能見度	晴	2	4293	4300	200	08:13	08:18	13834~13950	玉山	
		3	4286	4300	20	08:23	08:29	13951~14064	玉山	
太陽高度	31°	4	4292	4300	200	08:32	08:38	14065~14178	玉山	
		5	4312	4100	20	08:41	08:47	14179~14307	玉山	
備註		6	4302	4100	200	08:51	08:57	14308~14433	玉山	
		7	4296	4100	20	09:01	09:08	14434~14557	玉山	
		8	4289	4100	200	09:11	09:18	14558~14679	玉山	
		9	4307	4100	20	09:21	09:28	14680~14802	玉山	
		10	4326	4100	200	09:31	09:37	14803~14926	玉山	
		1	4286	4300	20	09:41	09:47	14927~15042	玉山	

表 2-7 113 年 11 月 10 日航空攝影紀錄表

地區：玉山		基地：台中機場		標高：4000m		攝影日期：民國 113 年 11 月 10 日				
任務編號	113-YS	攝影機	UCO	焦 距	F=79.600mm		儲存設備	UCO_DU		
		委託機關	玉山國家公園管理處							
攝影目的	影像/光達	航空器	BN-2	作業人員	飛行	陳易靖	梁世昌	作業時間	飛行	攝影機
比例尺	-		機械		彭宏彬		3 時 17 分			
前後重疊度	80%	左右重疊度	50%		領航	洪健嘉			離場 06 時 59 分	開 08 時 02 分
					攝影	洪健嘉			到場 10 時 17 分	關 09 時 31 分
				擺站	基站解算					
氣象	航線	GNSS 接收器之高程		規劃高程	航向	攝影開始	攝影終止	像片號碼	空照區間	備註
能見度	晴	11	4004	4000	200	08:02	08:09	15124~15254	玉山	
		12	4003	4000	20	08:13	08:20	15255~15394	玉山	
太陽高度	30°	13	4010	4000	200	08:25	08:32	15395~15537	玉山	
		14	3976	4000	20	08:36	08:43	15538~15680	玉山	
備註		15	4012	4000	200	08:48	08:55	15681~15827	玉山	
		16	4013	4000	20	09:01	09:08	15828~15977	玉山	
		17	3992	4000	200	09:13	09:20	15978~16132	玉山	
		18	4000	4000	20	09:24	09:31	16133~16298	玉山	

表 2-8 114 年 03 月 22 日航空攝影紀錄表

地區：玉山		基地：台中機場		標高：4000m		攝影日期：民國 114 年 3 月 22 日				
任務編號	113-YS	攝影機	UCO	焦距	F=79.600mm		儲存設備	UCO_DU		
		委託機關	玉山國家公園管理處							
攝影目的	影像/光達	航空器	BN-2	作業人員	飛行	鄧成城	梁世昌	作業時間	飛行	攝影機
比例尺	-		機械		彭宏彬		3 時 39 分			
前後重疊度	80%	左右重疊度	50%		領航	洪健嘉			離場 07 時 19 分	開 08 時 02 分
					攝影	洪健嘉			到場 10 時 58 分	關 09 時 31 分
				擺站	基站解算					
氣象	航線	GNSS 接收器之高程		規劃高程	航向	攝影開始	攝影終止	像片號碼	空照區間	備註
能見度	晴	19	4012	4000	200	08:26	08:33	19686~19851	玉山	
		20	4010	4000	20	08:37	08:44	19852~20020	玉山	
太陽高度	40°	21	4000	4000	200	08:48	08:55	20021~20191	玉山	
		22	4006	4000	20	08:59	09:05	20192~20358	玉山	
備註		23	4008	4000	200	09:09	09:16	20359~20522	玉山	
		24	3998	4000	20	09:20	09:27	20523~20688	玉山	
		25	3999	4000	200	09:31	09:37	20689~20838	玉山	
		26	3997	4000	20	09:41	09:46	20839~20975	玉山	
		27	4003	4000	200	09:50	09:56	20976~21107	玉山	
		28	3971	4000	20	10:00	10:06	21108~21233	玉山	

表 2-9 114 年 03 月 23 日航空攝影紀錄表

地區：玉山		基地：台中機場		標高：3600~4000m		攝影日期：民國 114 年 3 月 23 日				
任務編號	113-YS	攝影機	UCO	焦 距	F=79.600mm		儲存設備	UCO_DU		
		委託機關	玉山國家公園管理處							
攝影目的	影像/光達	航空器	BN-2	作業人員	飛行	鄧成城	梁世昌	作業時間	飛行	攝影機
比例尺	-				機械	彭宏彬			3 時 20 分	1 時 18 分
前後重疊度	80%	左右重疊度	50%		領航	洪健嘉			離場 07 時 24 分	開 08 時 39 分
					攝影	洪健嘉			到場 10 時 44 分	關 09 時 57 分
					擺站	基站解算				
氣象	航線	GNSS 接收器之高程		規劃高程	航向	攝影開始	攝影終止	像片號碼	空照區間	備註
能見度	晴	29	4017	4000	20	08:39	08:59	21236~21493	玉山	
		30	3919	3900	200	09:03	09:08	21494~21626	玉山	
太陽高度	40°	31	3910	3900	20	09:12	09:18	21627~21756	玉山	
		32	3914	3900	200	09:22	09:28	21757~21877	玉山	
備註		33	3906	3900	20	09:32	09:37	21878~21994	玉山	
		34	3918	3900	200	09:41	09:48	21995~22103	玉山	
		35	3619	3600	20	09:52	09:57	22104~22210	玉山	

表 2-10 114 年 03 月 27 日(中午)航空攝影紀錄表

地區：玉山		基地：台中機場			標高：3400m~3600m			攝影日期：民國 114 年 3 月 27 日					
任務編號	113-YS	攝影機	UCO		焦 距	F=79.600mm		儲存設備	UCO_DU				
		委託機關	玉山國家公園管理處										
攝影目的	影像/光達	航空器	BN-2		作業人員	飛行	林宗榮	石松佑	作業時間	飛行		攝影機	
比例尺	-					機械	彭宏彬			2 時 43 分	1 時 15 分		
前後重疊度	80%	左右重疊度	50%			領航	洪健嘉			離場 11 時 20 分	開 12 時 34 分		
						攝影	洪健嘉			到場 14 時 03 分	關 13 時 19 分		
						擺站	基站解算						
氣象		航線	GNSS 接收器之高程		規劃高程	航向	攝影開始	攝影終止	像片號碼	空照區間		備註	
能見度	晴	36	3597		3600	200	12:34	12:39	22216~22307	玉山			
		37	3588		3600	20	12:42	12:48	22308~22989	玉山			
太陽高度	80°	38	3592		3600	200	12:50	12:56	22390~22465	玉山			
		39	3402		3400	20	12:59	13:04	22466~22547	玉山			
備註		40	3399		3400	200	13:07	13:12	22548~22624	玉山			
		41	3413		3400	20	13:15	13:19	22625~22696	玉山			
								:	~				

表 2-11 114 年 03 月 27 日(下午)航空攝影紀錄表

地區：玉山		基地：台中機場		標高：2900~3200m		攝影日期：民國 114 年 3 月 27 日						
任務編號	113-YS	攝影機	UCO	焦 距	F=79.600mm		儲存設備	UCO_DU				
		委託機關	玉山國家公園管理處									
攝影目的	影像/光達	航空器	BN-2	作業人員	飛行	林宗榮	石松佑	作業時間	飛行		攝影機	
比例尺	-				機 械	彭宏彬			3 時 02 分		0 時 28 分	
前後重疊度	80%	左右重疊度	50%		領 航	王建鈞			離場 14 時 48 分		開 16 時 08 分	
					攝 影	王建鈞			到場 17 時 51 分		關 16 時 36 分	
					擺 站	基站解算						
氣象		航線	GNSS 接收器之高程	規劃高程	航向	攝影開始	攝影終止	像片號碼	空照區間		備註	
能見度	晴	42	3204	3200	200	16:08	16:12	22698~22803	玉山			
		43	3195	3200	20	16:15	16:19	22804~22870	玉山			
太陽高度	30°	44	2900	2900	200	16:22	16:25	22871~22937	玉山			
		45	2897	2900	20	16:28	16:30	22938~22986	玉山			
備註		46	2890	2900	200	16:33	16:36	22987~23025	玉山			

二、光達掃瞄點雲資料處理

(一) 本計畫目前共執行 46 條正規空載光達掃瞄航線，空載光達掃瞄點雲成果初步展示如圖 2-34。光達掃瞄點雲資料作業內容包括光達掃瞄點雲資料前處理、解算與航帶平差、掃瞄作業成果檢查等處理，本案輸出成果為平差後原始空載點雲(.las 檔案)，作業流程如圖 2-35。而點雲資料分幅、分類及編修為後續圖資編製案之工項。

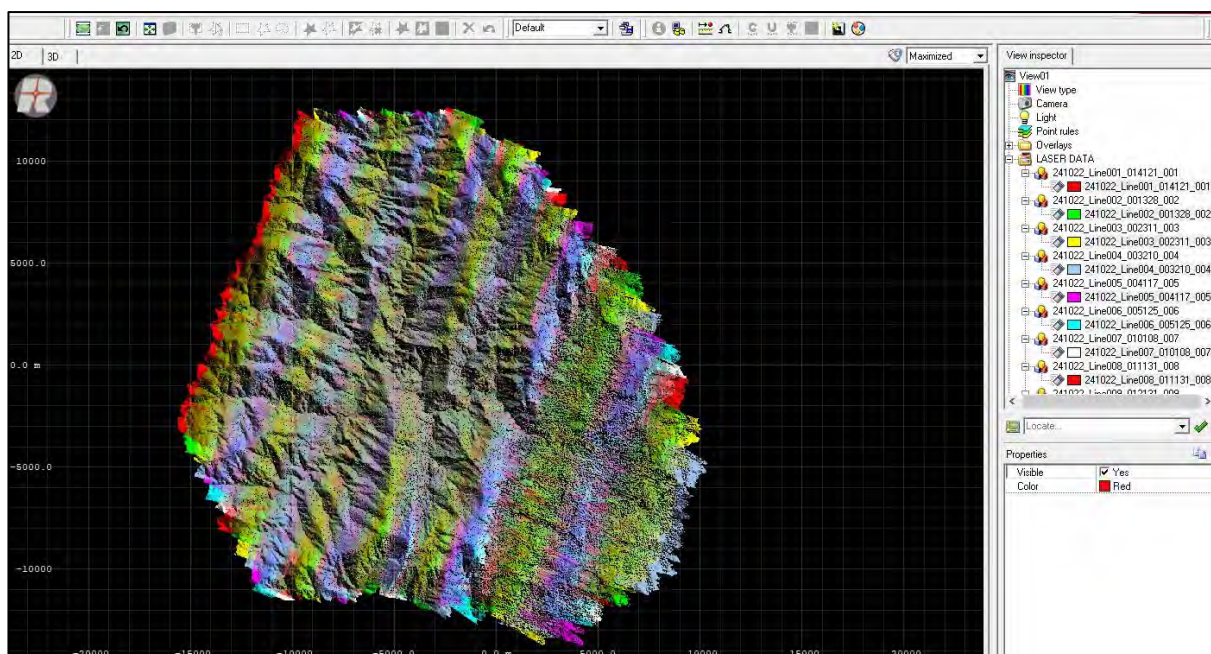


圖 2-34 空載光達掃瞄點雲成果初步展示(1~46 航線分色)

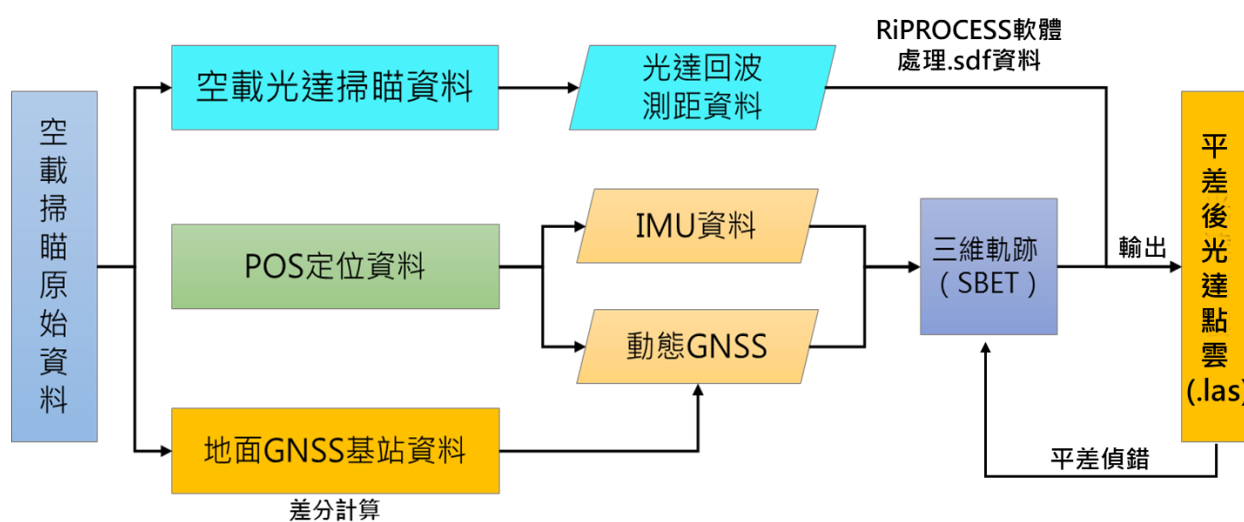


圖 2-35 空載光達點雲解算處理流程

(二) 點雲密度檢查

本計畫利用程式建立 100 m x 100 m 大小網格，計算網格內點雲數量，如圖 2-36，分析計畫範圍內各網格點雲密度成果共 39,308 格，平均密度為 5.35 點/m²，其中點雲密度 1~2 點/m² 共有 98 格(0.2%，符合規範小於 10%要求)，位於山谷及水域地區，所以光達會被折射掉，所以密度偏低沒有達 2 點以上，但仍有符合規範；2 點/m² 以上共有 39,210 格 (99.8%)；1 點/m² 共有 0 格(0%，符合規範小於 5%要求)。

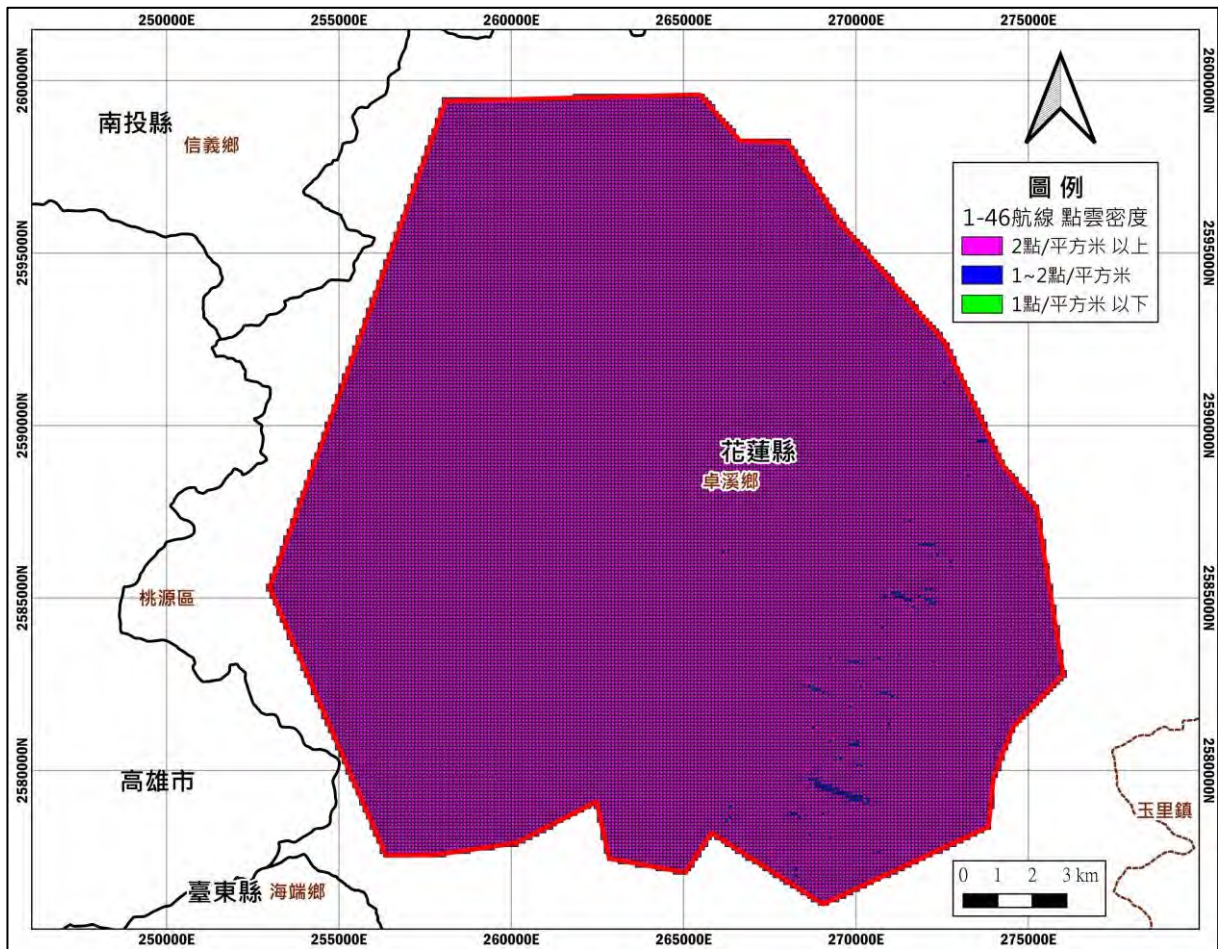


圖 2-36 點密度檢查分布圖

三、點雲及航帶平差檢查

(一) 點雲紀錄格式檢查表

本計畫利用程式進行點雲檔案格式檢核，檢核項目包含檔案格式(las)、回訊數目(可記錄之回波數目應至少 3 回波)、點位紀錄有效格式(應以公尺為單位，並記錄至小數點以下 3 位)、回波強度域值(值域至少為 256 階)、重複點(無重複點)，各航帶檢查成果如表 2-12。

表 2-12 點雲檔案格式檢查成果表

航帶編號	檔案格式	回訊數目	點位紀錄有效位數	回波強度值域	重複點檢驗	檢查結果合格(Y/N)
1	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
2	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
3	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
4	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
5	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
6	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
7	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
8	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
9	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
10	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
11	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
12	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
13	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
14	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
15	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
16	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
17	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
18	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
19	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
20	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
21	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
22	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
23	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
24	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
25	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
26	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
27	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
28	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
29	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
30	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
31	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
32	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
33	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
34	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
35	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
36	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
37	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
38	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
39	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
40	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
41	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
42	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
43	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
44	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
45	las	7	0.000 m	OK	OK	Y
46	las	7	0.000 m	OK	OK	Y

(二) 航帶相對誤差檢查表

使用 Terrasolid 進行航帶相對誤差檢核，兩航帶重疊區域內，對應之平面位置稱為共軌位置，計算兩航帶點雲平均高程之較差，即為兩航帶之相對高程誤差，由多個共軌位置得出高程偏差量平均值，如圖 2-37。本次共進行 46 條航帶的全數檢核，通過標準為平差前高程偏差量平均值小於 20cm、平差後高程偏差量平均值小於 10cm，檢查結果如表 2-13，成果符合作業規範。

Line	Minimum	Maximum	Average	Median	Avg mag	Std dev
1	-0.0116	+0.0027	-0.0039	-0.0042	0.0042	0.0035
2	-0.0049	+0.0073	+0.0017	+0.0022	0.0026	0.0026
3	-0.0049	+0.0091	+0.0030	+0.0029	0.0032	0.0027
4	-0.0087	+0.0057	-0.0007	-0.0009	0.0027	0.0033
5	-0.0096	+0.0053	-0.0015	-0.0014	0.0024	0.0029
6	-0.0135	+0.0061	-0.0004	-0.0008	0.0026	0.0033
7	-0.0083	+0.0102	-0.0002	+0.0003	0.0025	0.0034
8	-0.0085	+0.0055	-0.0008	-0.0013	0.0030	0.0036
9	-0.0282	+0.0697	+0.0016	+0.0021	0.0030	0.0068
10	-0.0080	+0.0056	-0.0011	-0.0021	0.0018	0.0023
11	-0.0069	+0.0085	+0.0000	+0.0006	0.0018	0.0025
12	-0.0102	+0.0066	-0.0013	-0.0015	0.0020	0.0028
13	-0.0073	+0.0148	+0.0005	+0.0009	0.0024	0.0035
14	-0.0052	+0.0104	+0.0005	-0.0001	0.0021	0.0028
15	-0.0085	+0.0082	+0.0002	+0.0004	0.0023	0.0026
16	-0.0091	+0.0058	-0.0010	-0.0005	0.0024	0.0027

圖 2-37 Terrasolid 軟體操作畫面

表 2-13 航帶相對誤差檢查表

航帶編號	高程偏差量平均值(m)		檢查結果 合格(Y/N)
	平差前(m)	平差後(m)	
1	-0.0340	-0.0012	Y
2	-0.0120	-0.0003	Y
3	-0.0090	-0.0019	Y
4	0.0090	-0.0017	Y
5	-0.0120	0.0044	Y
6	-0.0090	0.0050	Y
7	0.0530	0.0016	Y
8	-0.0180	-0.0073	Y
9	-0.0370	0.0004	Y
10	0.0200	0.0029	Y
11	-0.0090	-0.0037	Y

航帶編號	高程偏差量平均值(m)		檢查結果 合格(Y/N)
	平差前(m)	平差後(m)	
12	0.0140	0.0036	Y
13	-0.0140	0.0004	Y
14	0.0460	-0.0001	Y
15	0.0106	0.0040	Y
16	0.0034	0.0029	Y
17	0.0068	0.0031	Y
18	0.0070	0.0016	Y
19	0.0166	0.0024	Y
20	0.0074	0.0019	Y
21	0.0053	0.0072	Y
22	0.0062	0.0040	Y
23	0.0061	0.0029	Y
24	0.0056	0.0042	Y
25	0.0039	-0.0010	Y
26	0.0021	-0.0003	Y
27	0.0001	0.0003	Y
28	0.0024	0.0011	Y
29	0.0067	0.0005	Y
30	-0.0088	-0.0021	Y
31	0.0031	-0.0009	Y
32	-0.0048	-0.0009	Y
33	0.0032	0.0014	Y
34	-0.0173	0.0045	Y
35	-0.0016	-0.0014	Y
36	0.0034	0.0075	Y
37	0.0024	0.0062	Y
38	0.0046	0.0036	Y
39	0.0041	0.0036	Y
40	0.0043	0.0042	Y
41	0.0021	0.0071	Y
42	0.0089	0.0044	Y
43	0.0112	0.0128	Y
44	0.0035	0.0026	Y
45	0.0098	0.0075	Y
46	0.0460	0.0029	Y

(三) 航帶平差書面資料檢查

本次航帶平差作業畫面如圖 2-38，平差成果如表 2-14，中誤差為 4.5cm，符合本計畫作業規定(20.0cm)。

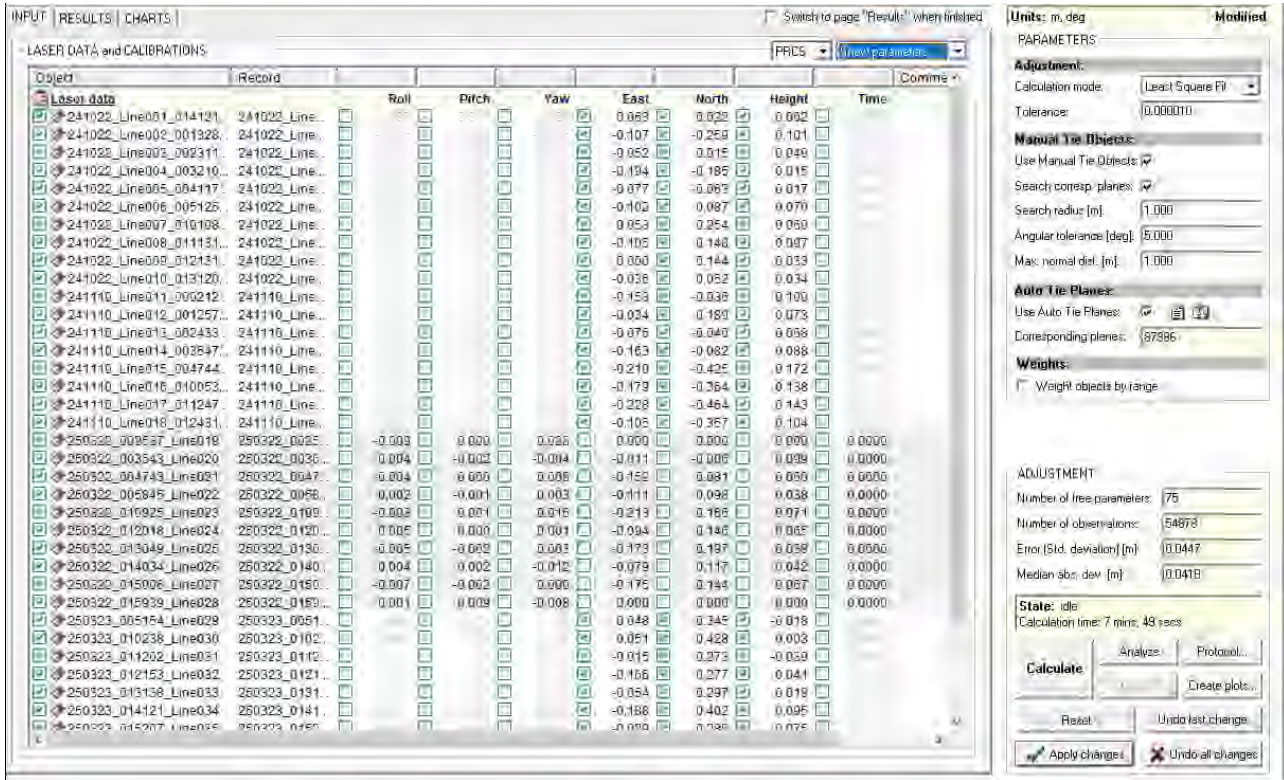


圖 2-38 空載光達點雲平差作業畫面

表 2-14 點雲平差作業畫面資訊表

項次	項目	平差結果
1	計算模式	Analyze
2	計算時間	7 分 49 秒
3	計算方法	最小二乘平方法
4	總觀察量(Corresponding planes)	87,986 個共軛平面數
5	標準差 [m]	0.0447 m

Lidar 在裸露地及樹底下的呈現，從航帶間的平差精度就可確保，航帶間平差都小於 1cm，因穿透性高，除樹梢外，地表也完整呈現，樹底下厚度有經過分析，都在 10cm 以內，甚至多處為 5cm，樹下都有完整呈現地表高程。

2-6 航空攝影測量

一、航空攝影影像資料獲取

本案空載光達掃瞄與航空攝影同步航拍，於 113 年 10 月 22 日、113 年 11 月 10 日、114 年 3 月 22 日、114 年 3 月 23 日、114 年 3 月 27 日中午及 114 年 3 月 27 日下午，共執行 6 架次航空攝影作業，共獲取 5716 張原始影像，影像涵蓋如圖 2-39，影像含雲量縮圖詳如附件三。

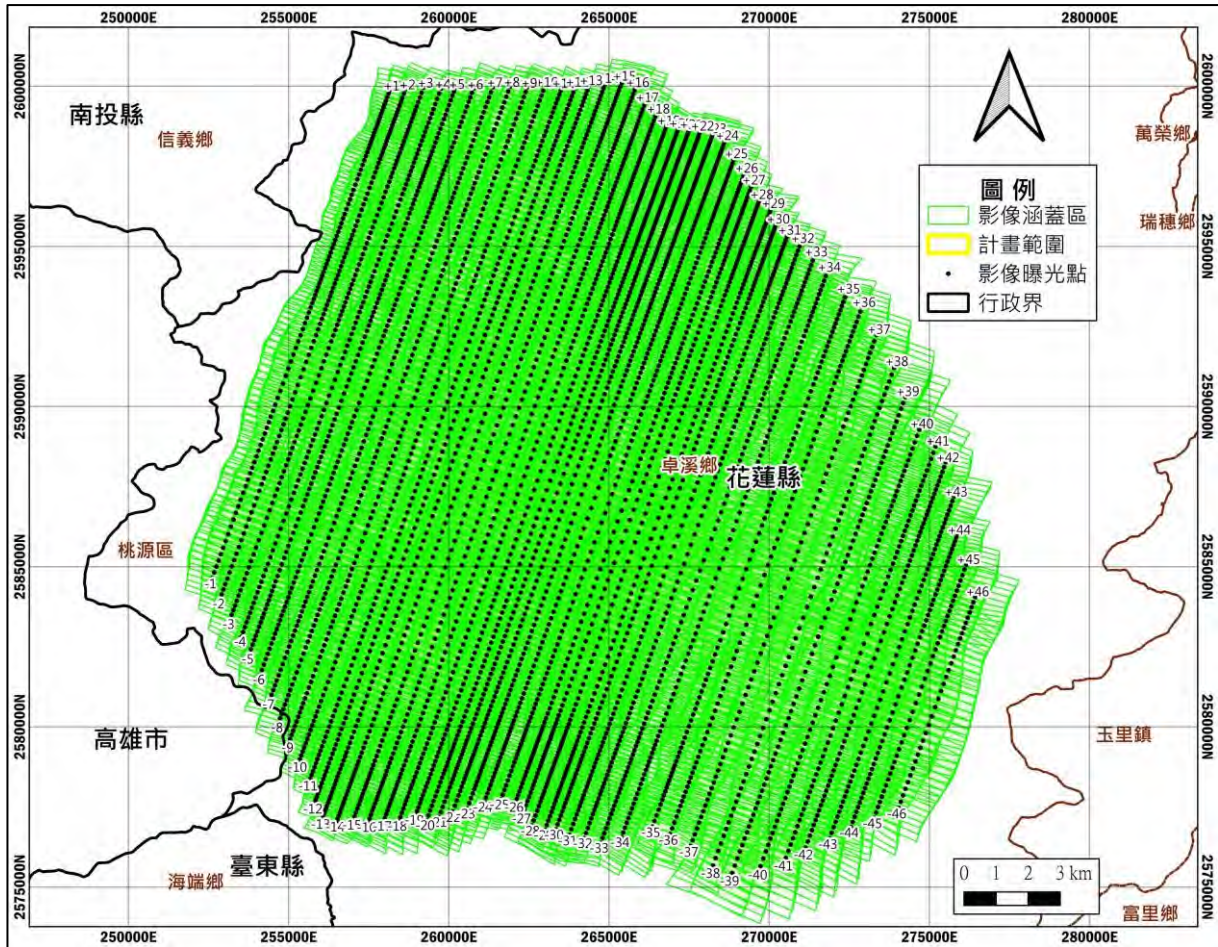


圖 2-39 垂直攝影鏡頭影像涵蓋範圍分布圖

二、影像初步處理

採用數位式攝影機執行航空攝影後，進行下載並經影像拼接、融合、調色等步驟處理後得到最終數值影像，會將不同架次的影像進行初步色調相似調整，本案針對 114 年 3 月 27 日下午影像進行陰影區調色，調色前後比對如圖 2-40。後續使用本案原始影像製作正射影像之後，再於正射影像上針對細節區域進行調色。

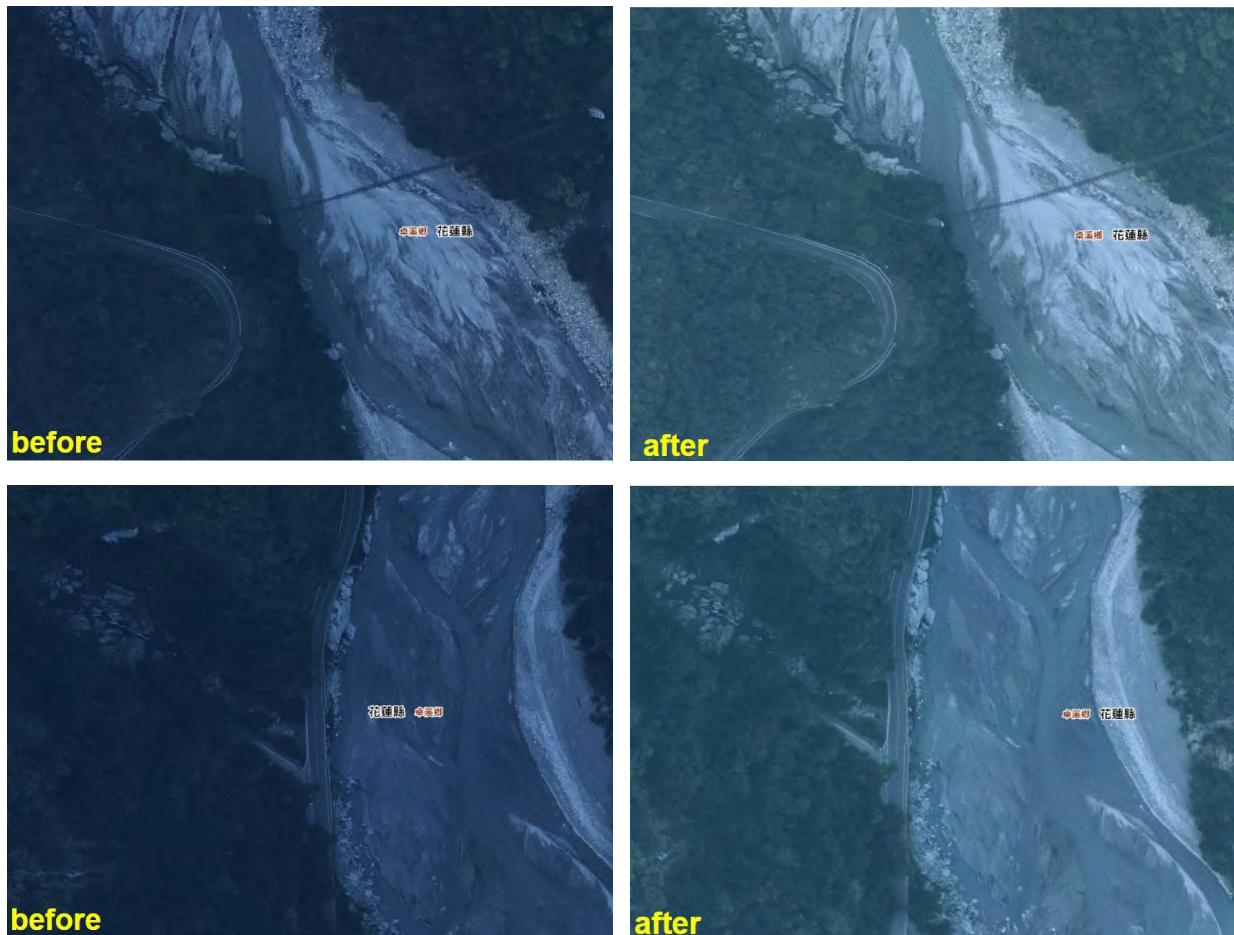


圖 2-40 114 年 3 月 27 日下午影像陰影調色前後比對圖

三、影像重疊率及地面解析度自主檢查

影像重疊率依據航拍影像攝影中心坐標、像機像幅與地面解析度計算而得，前後影像重疊率平均達 86.5%，左右影像重疊率平均達 70.4% 皆符合規範。

地面解析度依據航拍影像攝影中心高程，減去概略 20m DEM 地表面高程，獲得對地高度，並以本計畫使用之像機 UltraCam Osprey 4.1 參數計算而得，地面解析度平均 8.3cm 符合規範。影像重疊率及 GSD 隨機抽樣約總片之 5% 作為自主檢查量，檢查數據如表 2-15，天氣資訊詳如附件六飛航掃瞄報告書。

表 2-15 影像重疊率及 GSD 檢查

序號	片號	X(m)	Y(m)	Z(m)	概略地表高(m)	GSD(cm)	前後重疊率(%)	側向片號	左右重疊(%)	自主檢查
1	01_1022_14948	253912.631	2588214.089	4300.265	2574	8.2	87	02_1022_13927	73	合格
2	01_1022_14952	254137.388	2588798.782	4299.190	2647	7.8	86	02_1022_13923	72	合格
3	01_1022_14999	256626.415	2595671.267	4305.983	2846	6.9	87	02_1022_13877	68	合格
4	01_1022_15000	256669.833	2595792.749	4308.168	2773	7.2	87	02_1022_13876	69	合格
5	01_1022_15001	256717.591	2595918.443	4310.343	2649	7.8	89	02_1022_13875	72	合格
6	01_1022_15035	257999.139	2599432.752	4309.476	3314	4.7	86	02_1022_13842	53	合格
7	01_1022_15039	258132.221	2599791.507	4328.605	3097	5.8	89	02_1022_13838	62	合格
8	01_1022_15040	258163.008	2599882.303	4331.962	3047	6.1	89	02_1022_13837	64	合格
9	02_1022_13838	258561.796	2599653.376	4315.031	2978	6.3	87	03_1022_14059	61	合格
10	02_1022_13850	258182.377	2598607.335	4319.791	3245	5.1	90	03_1022_14048	52	合格
11	02_1022_13878	256986.876	2595331.978	4312.316	2893	6.7	87	03_1022_14024	63	合格
12	02_1022_13881	256863.708	2594987.622	4317.281	2791	7.2	88	03_1022_14021	65	合格
13	02_1022_13888	256565.168	2594189.202	4309.096	2879	6.8	89	03_1022_14015	63	合格
14	02_1022_13912	255252.477	2590560.347	4312.899	2128	10.3	85	03_1022_13992	76	合格
15	02_1022_13925	254452.467	2588372.377	4311.657	2571	8.2	86	03_1022_13979	69	合格
16	02_1022_13928	254279.972	2587891.899	4314.624	2492	8.6	85	03_1022_13976	71	合格
17	03_1022_13988	255442.767	2589605.867	4322.203	2424	9.0	85	04_1022_14137	72	合格
18	03_1022_13990	255577.333	2589972.076	4324.771	2180	10.1	85	04_1022_14135	75	合格
19	03_1022_13995	255972.001	2591064.382	4308.367	2104	10.4	85	04_1022_14130	75	合格
20	03_1022_14004	256573.819	2592716.617	4310.058	2668	7.8	87	04_1022_14121	67	合格
21	03_1022_14008	256768.591	2593240.459	4320.988	2744	7.5	89	04_1022_14117	66	合格
22	03_1022_14030	257824.981	2596143.169	4314.472	2384	9.1	87	04_1022_14098	72	合格
23	03_1022_14036	258166.636	2597084.583	4319.066	2689	7.7	86	04_1022_14092	68	合格
24	04_1022_14100	258148.489	2595525.799	4301.639	2194	10.0	88	05_1022_14268	79	合格

序號	片號	X(m)	Y(m)	Z(m)	概略地表高(m)	GSD(cm)	前後重疊率(%)	側向片號	左右重疊(%)	自主檢查
25	04_1022_14101	258093.575	2595353.891	4302.779	2286	9.5	88	05_1022_14267	79	合格
26	04_1022_14104	257927.511	2594897.235	4302.676	2558	8.2	87	05_1022_14264	75	合格
27	04_1022_14106	257813.230	2594595.832	4301.824	2299	9.5	88	05_1022_14262	78	合格
28	04_1022_14112	257473.772	2593677.155	4310.570	2638	7.9	88	05_1022_14255	75	合格
29	04_1022_14117	257252.044	2593048.152	4306.768	2773	7.2	87	05_1022_14250	72	合格
30	04_1022_14134	256130.936	2589979.799	4316.447	2249	9.8	85	05_1022_14232	79	合格
31	04_1022_14139	255810.264	2589089.851	4307.907	2670	7.7	85	05_1022_14226	74	合格
32	05_1022_14191	254243.811	2583565.467	4314.485	2883	6.8	87	06_1022_14419	62	合格
33	05_1022_14195	254418.190	2584048.440	4320.922	2950	6.5	86	06_1022_14415	60	合格
34	05_1022_14213	255518.698	2587054.312	4332.603	2267	9.8	87	06_1022_14398	74	合格
35	05_1022_14229	256359.869	2589391.450	4346.546	2603	8.2	86	06_1022_14382	68	合格
36	05_1022_14262	258225.752	2594503.070	4330.387	2191	10.1	90	06_1022_14352	74	合格
37	05_1022_14267	258495.087	2595232.423	4327.050	2227	9.9	88	06_1022_14348	73	合格
38	05_1022_14268	258554.129	2595400.074	4325.936	2097	10.5	88	06_1022_14346	74	合格
39	05_1022_14292	259598.167	2598269.477	4345.358	2502	8.7	91	06_1022_14323	69	合格
40	05_1022_14294	259677.016	2598480.358	4345.666	2601	8.2	91	06_1022_14321	67	合格
41	05_1022_14296	259754.632	2598690.447	4347.828	2801	7.3	90	06_1022_14320	64	合格
42	06_1022_14357	258443.141	2593521.273	4308.834	2337	9.3	89	07_1022_14511	71	合格
43	06_1022_14380	256993.593	2589558.586	4320.493	2358	9.3	87	07_1022_14489	71	合格
44	06_1022_14383	256817.938	2589079.173	4322.227	2630	8.0	86	07_1022_14486	66	合格
45	06_1022_14391	256401.327	2587900.518	4322.960	2390	9.1	87	07_1022_14479	71	合格
46	06_1022_14415	254929.026	2583874.167	4323.885	2871	6.9	86	07_1022_14456	61	合格
47	07_1022_14455	255418.376	2583598.362	4310.078	2615	8.0	89	08_1022_14656	70	合格
48	07_1022_14479	256895.581	2587659.034	4306.771	2283	9.6	87	08_1022_14633	75	合格
49	07_1022_14516	259303.430	2594266.611	4310.894	2058	10.6	87	08_1022_14597	77	合格
50	08_1022_14610	258938.282	2591822.649	4321.076	2169	10.2	88	09_1022_14751	75	合格

序號	片號	X(m)	Y(m)	Z(m)	概略地表高(m)	GSD(cm)	前後重疊率(%)	側向片號	左右重疊(%)	自主檢查
51	08_1022_14612	258812.528	2591469.306	4316.483	2304	9.5	86	09_1022_14749	73	合格
52	08_1022_14643	256600.816	2585409.628	4313.264	2085	10.5	87	09_1022_14719	76	合格
53	09_1022_14688	255293.260	2580292.445	4320.124	2778	7.3	88	10_1022_14915	67	合格
54	09_1022_14713	256737.685	2584215.962	4334.059	2348	9.4	88	10_1022_14892	74	合格
55	09_1022_14791	261958.814	2598605.664	4325.250	2613	8.1	88	10_1022_14816	70	合格
56	10_1022_14804	263011.450	2600013.967	4291.744	2855	6.8	87	11_1110_15126	63	合格
57	10_1022_14823	261991.449	2597244.044	4349.340	2048	10.9	88	11_1110_15146	77	合格
58	10_1022_14825	261866.864	2596906.967	4349.838	2061	10.8	89	11_1110_15148	77	合格
59	10_1022_14872	258612.949	2587924.712	4347.393	2100	10.6	86	11_1110_15195	77	合格
60	10_1022_14889	257358.190	2584487.673	4377.339	2150	10.5	88	11_1110_15212	77	合格
61	11_1110_15147	262428.495	2596943.954	4043.340	2121	9.1	87	12_1110_15368	79	合格
62	11_1110_15164	261358.312	2594005.031	4027.310	2299	8.2	86	12_1110_15351	77	合格
63	11_1110_15192	259304.329	2588350.412	4036.886	1979	9.7	85	12_1110_15323	81	合格
64	11_1110_15200	258732.145	2586780.483	4028.246	1894	10.1	86	12_1110_15316	81	合格
65	11_1110_15203	258522.283	2586211.483	4037.672	1881	10.2	85	12_1110_15313	81	合格
66	11_1110_15214	257710.828	2583968.771	4021.981	2115	9.0	86	12_1110_15302	79	合格
67	12_1110_15298	257793.612	2583071.835	4030.439	1696	11.0	87	13_1110_15492	83	合格
68	12_1110_15356	262036.865	2594729.234	4028.507	1759	10.7	87	13_1110_15437	82	合格
69	12_1110_15361	262374.431	2595652.128	4034.173	1904	10.1	87	13_1110_15432	81	合格
70	12_1110_15382	263507.890	2598790.897	4028.876	2801	5.8	86	13_1110_15410	67	合格
71	12_1110_15388	263764.253	2599458.147	4032.246	2722	6.2	87	13_1110_15404	70	合格
72	12_1110_15391	263870.607	2599791.069	4034.277	2929	5.2	85	13_1110_15400	63	合格
73	13_1110_15396	264398.759	2600073.369	4010.470	2977	4.9	85	14_1110_15676	55	合格
74	13_1110_15398	264323.591	2599870.778	4013.746	2895	5.3	87	14_1110_15674	59	合格
75	13_1110_15403	264151.366	2599397.221	4018.564	2701	6.2	88	14_1110_15669	64	合格
76	13_1110_15410	263887.539	2598685.083	4031.448	2793	5.8	85	14_1110_15662	62	合格

序號	片號	X(m)	Y(m)	Z(m)	概略地表高(m)	GSD(cm)	前後重疊率(%)	側向片號	左右重疊(%)	自主檢查
77	13_1110_15446	261794.375	2592941.092	4044.610	2100	9.2	86	14_1110_15625	76	合格
78	14_1110_15564	257534.833	2579911.756	3987.010	2425	7.4	85	15_1110_15801	69	合格
79	14_1110_15629	262490.097	2593533.935	4037.731	1976	9.7	87	15_1110_15738	76	合格
80	14_1110_15634	262858.746	2594512.138	4040.818	1909	10.1	86	15_1110_15733	77	合格
81	14_1110_15677	264861.575	2599991.188	4037.622	2981	5.0	87	15_1110_15686	55	合格
82	15_1110_15681	265476.565	2600334.697	4035.250	2727	6.2	90	16_1110_15977	63	合格
83	15_1110_15694	265023.652	2599101.442	4027.170	2923	5.2	86	16_1110_15965	57	合格
84	15_1110_15703	264718.323	2598249.219	4036.527	2750	6.1	88	16_1110_15956	63	合格
85	15_1110_15710	264438.205	2597474.590	4029.265	2597	6.8	88	16_1110_15948	67	合格
86	15_1110_15733	263273.322	2594292.669	4039.618	2010	9.6	86	16_1110_15921	76	合格
87	15_1110_15738	262931.859	2593348.196	4035.094	1732	10.9	88	16_1110_15915	79	合格
88	16_1110_15842	258007.713	2578461.719	4039.524	2901	5.4	85	17_1110_16119	61	合格
89	16_1110_15853	258536.106	2579910.776	4025.606	2443	7.5	85	17_1110_16107	71	合格
90	16_1110_15862	259084.092	2581424.313	4044.011	1992	9.7	85	17_1110_16098	78	合格
91	16_1110_15915	263361.203	2593172.576	4031.980	1716	10.9	87	17_1110_16043	80	合格
92	16_1110_15922	263793.858	2594342.273	4026.068	2008	9.5	90	17_1110_16034	78	合格
93	16_1110_15929	264118.367	2595277.896	4034.210	2350	8.0	88	17_1110_16026	73	合格
94	16_1110_15935	264405.130	2596044.658	4028.792	2632	6.6	88	17_1110_16020	68	合格
95	16_1110_15936	264444.936	2596150.457	4028.919	2625	6.6	88	17_1110_16019	68	合格
96	16_1110_15940	264598.314	2596568.054	4031.392	2610	6.7	90	17_1110_16014	68	合格
97	17_1110_16090	260030.926	2582743.447	4021.061	1771	10.6	86	18_1110_16177	79	合格
98	17_1110_16101	259279.479	2580673.283	4003.664	2101	9.0	87	18_1110_16164	75	合格
99	17_1110_16123	258264.683	2577894.426	4015.568	2928	5.1	86	18_1110_16140	56	合格
100	17_1110_16129	258056.484	2577279.169	4025.073	2657	6.5	87	18_1110_16134	68	合格
101	18_1110_16140	258677.071	2577698.450	3997.742	3998	5.5	62	19_0322_19848	87	合格
102	18_1110_16141	258715.216	2577797.812	3997.339	3997	5.7	64	19_0322_19847	87	合格

序號	片號	X(m)	Y(m)	Z(m)	概略地表高(m)	GSD(cm)	前後重疊率(%)	側向片號	左右重疊(%)	自主檢查
103	18_1110_16142	258752.461	2577896.966	3996.313	3996	5.7	64	19_0322_19846	87	合格
104	19_0322_19750	264811.496	2593303.561	4010.705	4011	7.6	75	20_0322_19956	89	合格
105	19_0322_19751	264766.222	2593185.847	4008.221	4008	8.2	77	20_0322_19955	89	合格
106	19_0322_19752	264720.062	2593066.753	4005.184	4005	8.5	77	20_0322_19954	90	合格
107	20_0322_19870	260023.027	2579041.099	4004.037	4004	5.4	71	21_0322_20175	84	合格
108	20_0322_19871	260067.748	2579156.590	4001.583	4002	5.6	72	21_0322_20173	85	合格
109	20_0322_19872	260110.352	2579272.950	3998.297	3998	5.7	72	21_0322_20172	85	合格
110	20_0322_19873	260152.054	2579387.894	3994.794	3995	5.8	72	21_0322_20171	86	合格
111	21_0322_20078	265864.421	2594126.176	3971.304	3971	4.6	63	22_0322_20302	84	合格
112	21_0322_20079	265827.747	2594024.115	3969.526	3970	4.8	65	22_0322_20301	84	合格
113	21_0322_20080	265790.138	2593919.167	3967.706	3968	4.8	65	22_0322_20300	84	合格
114	21_0322_20081	265751.383	2593812.554	3969.947	3970	4.9	66	22_0322_20299	84	合格
115	21_0322_20105	264602.716	2590691.763	4009.930	4010	9.5	81	22_0322_20275	85	合格
116	21_0322_20106	264534.190	2590503.079	4010.553	4011	9.5	81	22_0322_20274	86	合格
117	21_0322_20107	264462.881	2590318.517	4009.799	4010	9.3	81	22_0322_20273	86	合格
118	22_0322_20229	261622.393	2581475.604	3991.778	3992	6.7	71	23_0322_20488	84	合格
119	22_0322_20230	261677.650	2581621.100	3992.727	3993	6.9	73	23_0322_20487	84	合格
120	22_0322_20231	261733.860	2581772.558	3992.790	3993	7.6	75	23_0322_20486	84	合格
121	22_0322_20232	261791.335	2581936.606	3992.338	3992	7.6	75	23_0322_20485	84	合格
122	23_0322_20426	266108.585	2592653.540	4018.023	4018	5.4	60	24_0322_20619	84	合格
123	23_0322_20427	266065.135	2592533.658	4016.900	4017	5.4	60	24_0322_20618	84	合格
124	23_0322_20428	266022.925	2592413.224	4016.165	4016	5.4	61	24_0322_20617	84	合格
125	24_0322_20605	265853.351	2590682.712	4017.991	4018	7.2	69	25_0322_20759	85	合格
126	24_0322_20606	265910.059	2590833.148	4019.677	4020	6.9	68	25_0322_20758	84	合格
127	24_0322_20607	265965.427	2590980.518	4020.864	4021	6.9	68	25_0322_20757	85	合格
128	25_0322_20747	266883.520	2592178.253	3990.186	3990	7.9	72	26_0322_20924	89	合格

序號	片號	X(m)	Y(m)	Z(m)	概略地表高(m)	GSD(cm)	前後重疊率(%)	側向片號	左右重疊(%)	自主檢查
129	25_0322_20748	266842.682	2592060.547	3991.077	3991	7.5	70	26_0322_20923	89	合格
130	25_0322_20749	266799.910	2591942.037	3991.642	3992	7.2	69	26_0322_20922	88	合格
131	25_0322_20750	266756.141	2591824.424	3991.744	3992	6.7	67	26_0322_20921	87	合格
132	26_0322_20859	262838.912	2579717.196	3996.776	3997	4.7	66	27_0322_21082	84	合格
133	26_0322_20860	262875.520	2579816.512	3996.525	3997	4.8	66	27_0322_21081	84	合格
134	26_0322_20861	262915.010	2579921.366	3996.157	3996	4.9	66	27_0322_21079	83	合格
135	26_0322_20862	262956.893	2580030.700	3995.861	3996	5.3	69	27_0322_21078	84	合格
136	27_0322_21006	268443.093	2594126.017	4000.338	4000	6.9	73	28_0322_21205	86	合格
137	27_0322_21007	268396.279	2593993.364	4002.141	4002	7.0	73	28_0322_21204	85	合格
138	27_0322_21008	268345.955	2593853.610	4003.556	4004	7.3	74	28_0322_21203	85	合格
139	28_0322_21137	263786.895	2580203.092	3981.427	3981	8.4	74	29_0323_21398	88	合格
140	28_0322_21138	263841.523	2580344.732	3985.036	3985	9.0	76	29_0323_21399	88	合格
141	28_0322_21139	263897.770	2580488.905	3986.531	3987	9.3	77	29_0323_21400	88	合格
142	28_0322_21140	263956.555	2580644.596	3985.895	3986	9.3	78	29_0323_21401	87	合格
143	29_0323_21250	269659.124	2595049.706	3995.253	3995	5.1	70	30_0323_21505	85	合格
144	29_0323_21251	269615.879	2594944.475	3993.688	3994	5.1	70	30_0323_21506	85	合格
145	29_0323_21252	269573.178	2594838.783	3992.303	3992	4.7	67	30_0323_21507	84	合格
146	30_0323_21537	268363.090	2590598.661	3924.867	3925	8.3	73	31_0323_21712	86	合格
147	30_0323_21538	268305.748	2590434.070	3920.631	3921	8.1	72	31_0323_21711	85	合格
148	30_0323_21539	268248.764	2590273.529	3916.929	3917	8.2	73	31_0323_21710	86	合格
149	30_0323_21540	268187.396	2590114.183	3916.825	3917	8.2	72	31_0323_21709	85	合格
150	31_0323_21656	264902.294	2579752.262	3905.419	3905	6.0	62	32_0323_21850	86	合格
151	31_0323_21657	264942.784	2579864.671	3903.026	3903	6.0	62	32_0323_21849	85	合格
152	31_0323_21658	264985.788	2579984.212	3902.173	3902	6.6	65	32_0323_21848	86	合格
153	32_0323_21832	266427.099	2582584.279	3903.873	3904	8.4	68	33_0323_21923	84	合格
154	32_0323_21833	266359.423	2582401.384	3900.580	3901	8.4	68	33_0323_21922	84	合格

序號	片號	X(m)	Y(m)	Z(m)	概略地表高(m)	GSD(cm)	前後重疊率(%)	側向片號	左右重疊(%)	自主檢查
155	32_0323_21834	266293.620	2582217.713	3897.434	3897	8.5	69	33_0323_21921	84	合格
156	32_0323_21835	266231.577	2582029.299	3901.263	3901	8.4	69	33_0323_21920	84	合格
157	33_0323_21966	270123.583	2591146.922	3896.861	3897	9.6	73	34_0323_22020	88	合格
158	33_0323_21967	270181.411	2591300.444	3895.275	3895	9.5	72	34_0323_22019	88	合格
159	33_0323_21971	270405.008	2591929.187	3900.342	3900	9.9	73	34_0323_22015	88	合格
160	34_0323_22030	270026.819	2589293.017	3902.101	3902	9.9	61	35_0323_22178	88	合格
161	34_0323_22037	269586.631	2588062.018	3900.766	3901	9.8	61	35_0323_22170	84	合格
162	35_0323_22127	267330.247	2579541.335	3608.101	3608	8.7	66	36_0327_22286	89	合格
163	35_0323_22128	267376.977	2579676.935	3607.227	3607	8.9	67	36_0327_22285	89	合格
164	35_0323_22129	267421.543	2579817.393	3609.681	3610	9.2	68	36_0327_22284	89	合格
165	35_0323_22130	267469.897	2579959.838	3612.067	3612	9.5	68	36_0327_22283	89	合格
166	36_0327_22234	272046.120	2590780.869	3589.627	3590	9.0	60	37_0327_22377	86	合格
167	36_0327_22235	271983.405	2590609.271	3592.812	3593	9.7	63	37_0327_22376	87	合格
168	36_0327_22236	271920.279	2590435.613	3594.373	3594	9.9	64	37_0327_22375	87	合格
169	38_0327_22395	273620.908	2590454.910	3576.919	3577	8.7	64	39_0327_22546	85	合格
170	38_0327_22396	273551.532	2590281.658	3578.351	3578	8.3	62	39_0327_22545	85	合格
171	38_0327_22397	273491.204	2590106.504	3580.054	3580	8.0	60	39_0327_22544	84	合格
172	38_0327_22398	273431.894	2589926.736	3581.658	3582	8.2	62	39_0327_22543	83	合格
173	38_0327_22399	273371.797	2589739.580	3581.207	3581	8.4	63	39_0327_22542	84	合格
174	39_0327_22516	272454.768	2585356.372	3437.107	3437	9.2	60	40_0327_22576	85	合格
175	39_0327_22517	272523.407	2585550.883	3435.167	3435	9.5	61	40_0327_22575	86	合格
176	39_0327_22518	272590.448	2585735.908	3428.955	3429	9.7	62	40_0327_22574	86	合格
177	39_0327_22519	272655.077	2585914.948	3423.494	3423	9.9	62	40_0327_22573	87	合格
178	40_0327_22571	273477.892	2585951.602	3415.519	3416	8.9	64	41_0327_22675	87	合格
179	40_0327_22572	273424.860	2585795.434	3412.162	3412	8.7	64	41_0327_22674	86	合格
180	40_0327_22573	273366.185	2585633.890	3409.649	3410	8.5	63	41_0327_22673	85	合格

序號	片號	X(m)	Y(m)	Z(m)	概略地表高(m)	GSD(cm)	前後重疊率(%)	側向片號	左右重疊(%)	自主檢查
181	40_0327_22574	273300.341	2585466.605	3406.646	3407	8.1	61	41_0327_22672	83	合格
182	41_0327_22632	270908.771	2576973.310	3389.314	3389	8.8	74	42_0327_22798	87	合格
183	41_0327_22633	270963.136	2577133.209	3398.049	3398	8.5	73	42_0327_22797	86	合格
184	41_0327_22634	271016.471	2577292.718	3402.290	3402	7.4	69	42_0327_22796	85	合格
185	41_0327_22635	271073.095	2577445.038	3406.080	3406	6.9	66	42_0327_22795	84	合格
186	42_0327_22781	272249.666	2579294.729	3202.120	3202	8.8	66	43_0327_22823	86	合格
187	42_0327_22782	272186.598	2579130.487	3207.876	3208	8.4	64	43_0327_22822	86	合格
188	42_0327_22783	272130.151	2578967.701	3212.116	3212	8.0	62	43_0327_22821	85	合格
189	43_0327_22818	272528.439	2578250.764	3170.878	3171	7.9	70	44_0327_22925	86	合格
190	43_0327_22819	272585.209	2578406.618	3178.783	3179	8.0	70	44_0327_22923	85	合格
191	43_0327_22820	272643.292	2578566.832	3190.280	3190	8.0	70	44_0327_22922	85	合格
192	44_0327_22899	274747.855	2582887.605	2904.577	2905	8.9	68	45_0327_22968	85	合格
193	44_0327_22900	274678.342	2582707.577	2901.713	2902	8.7	67	45_0327_22967	84	合格
194	44_0327_22901	274608.208	2582517.598	2903.750	2904	8.7	67	45_0327_22966	84	合格
195	44_0327_22902	274535.917	2582331.150	2912.053	2912	8.5	66	45_0327_22965	84	合格
196	45_0327_22978	275815.087	2584150.205	2908.236	2908	7.6	61	46_0327_22989	87	合格
197	45_0327_22979	275867.141	2584282.541	2908.735	2909	7.9	63	46_0327_22988	88	合格
198	45_0327_22980	275917.661	2584416.235	2909.343	2909	8.1	63	46_0327_22987	88	合格
199	45_0327_22981	275966.191	2584553.124	2910.271	2910	8.1	62	46_0327_22987	87	合格
200	45_0327_22982	276018.641	2584693.921	2907.300	2907	8.5	62	46_0327_22987	87	合格

2-7 工作執行影片製作

工作執行影片製作，內容包含所有成果資料，執行範圍視需要套疊重要地標(如遊客中心、山岳、山屋、公路、步道或駐在所等)，並加入貴處名稱或 logo)，片長約 3 分鐘 1 部，以常用的檔案格式(如 .AVI、.WMV、.MPEG、.FLV)之一繳交，影片畫面如圖 2-41 及圖 2-42。



圖 2-41 工作執行影片節錄 1

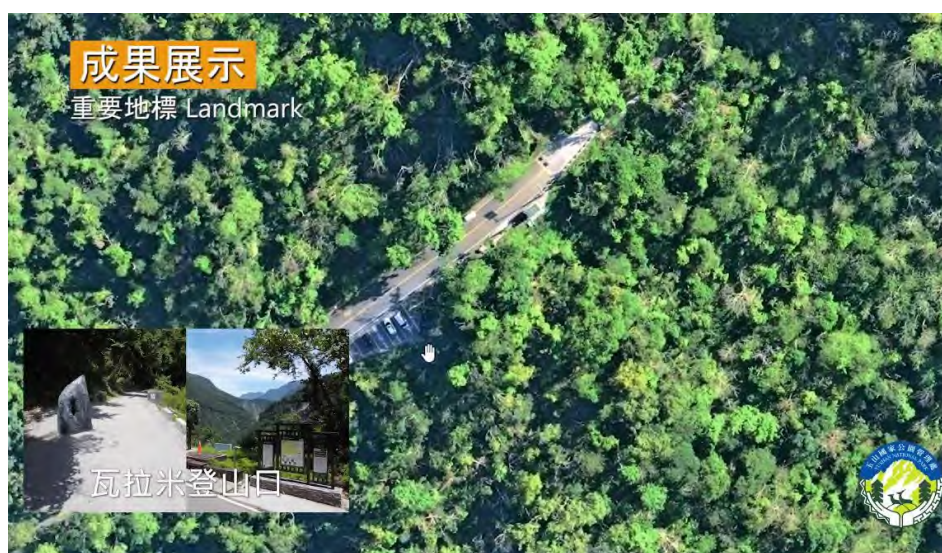
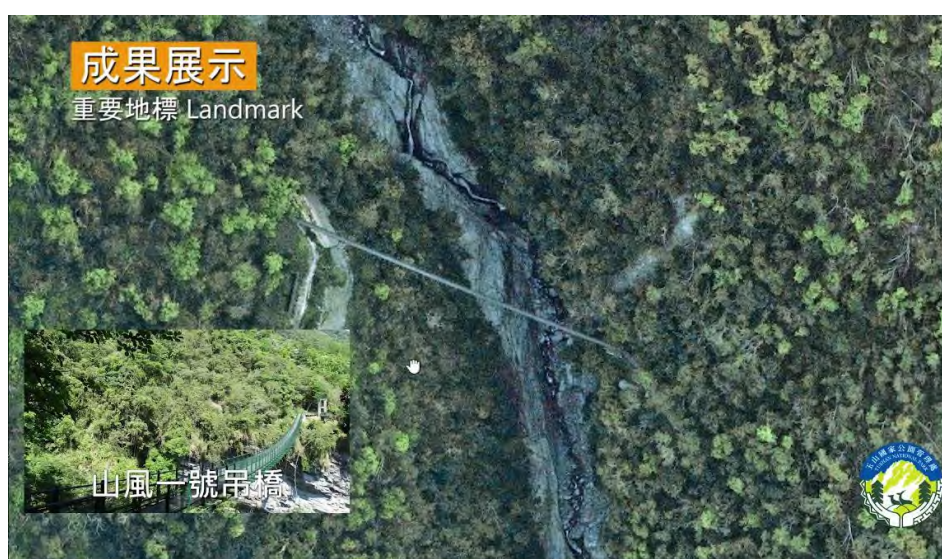


圖 2-42 工作執行影片節錄 2

第三章 工作期程與管制維運計畫

3-1 計畫執行期程

一、工作期限：自 113 年 5 月 31 日至 114 年 9 月 30 日止。

二、分項工作進度

(一) 第 1 期：於 113 年 6 月 20 日(自工字第 1130610066 號)提出工作執行計畫書 1 份，並擬訂航空攝影計畫，符合契約簽定後 30 日內。玉管處續辦理工作執行計畫書書面審查，且於 113 年 6 月 27 日審查通過(玉企字第 1130002376 號)。

(二) 第 2 期：

自強公司於 113 年 11 月 15 日前提出第 2 期報告書 3 份，取得相關航拍申請許可，並已完成全案之 50%面積之航空傾斜攝影及空載光達掃瞄作業等航拍成果，由玉管處擇期辦理第 2 期報告簡報審查。

因凱米颱風及山陀兒颱風造成航空攝影測量及空載光達掃瞄等作業窒礙難行，自強公司於 113 年 10 月 04 日(自工字第 1131010380 號)向玉管處申請展延，並於 113 年 10 月 09 日獲得玉管處同意(玉企字第 1130003870 號)展延第 2 期報告書提送期限至 113 年 11 月 20 日。

後又因天候不佳嚴重影響造成航空攝影測量及空載光達掃瞄等作業進度，自強公司於 113 年 11 月 05 日(自工字第 1131110481 號)向玉管處申請展延，並於 113 年 11 月 14 日獲得玉管處同意(玉企字第 1130004337 號)展延第 2 期報告書提送期限至 113 年 12 月 05 日。

(三) 第 3 期：自強公司於 114 年 5 月 26 日(符合規範 114 年 8 月 20 日前)提出第 3 期報告書 3 份(含電子檔 1 份)，完成全部面積之航空傾斜攝影及空載光達掃瞄作業等航拍成果。玉管處於 114 年 6 月 5 日辦理第 3 期報告簡報審查，並審查通過。

(四) 工作期限及成果繳交：

依據玉管處 114 年 6 月 9 日玉企字第 1141004877 號函文，於 114 年 7 月 10 日前(含)函送成果報告書紙本 12 份、全案完整成果資料 2 份等。

三、彙整本計畫各工作項目、預計工作權重及截至本階段進度如圖 3-1。



圖 3-1 工作進度甘特圖

3-2 進度管制計畫

- 一、每週進度檢討：設立週報表回報制度，確實掌握各工作小組作業進度，並由計畫主持人每週或不定期召開工作會議，檢討工作進度、資源使用狀況及潛在疑義問題，負責之組長回報作業情形及工作成果，再經稽核人員(品管審核組)確認，以確保成果之正確性。
- 二、每月進度檢討：每月由計畫主持人召開，探討遭遇問題解決對策與進度報告討論，確保工作方針與需求契合。
- 三、問題處理：首先彙整各項問題，以問題的來源、性質及處理時限來區分，於每週進度檢討時開會討論作成問題處理決議，並將問題做一經驗的傳承避免日後重複犯錯。



圖 3-2 進度管制流程

3-3 品質管制與自主檢查

一、為提供玉管處最完善的成果，特別設立「品管小組」管制成果品質，組長為藍國華測量技師，組員皆有豐富之點雲編修經驗，並獨立於資料成果製作，經由分工合作及交互檢核下，確保檢核效率及避免檢核盲點，品質管制流程如圖 3-3。



圖 3-3 品質管制計畫流程图

二、本計畫工作內容繁多，成果品管審核將擬定各主要工作項目之自主檢查表，以進行自主檢查，各自主檢查項目由經驗豐富之負責人進行檢核(如圖 3-4)，以確保各個階段性成果品質、工作項目，本計畫提出四大項自主檢查成果表，詳如圖 3-5 以及附件四。



圖 3-4 自主檢查項目與相關負責人

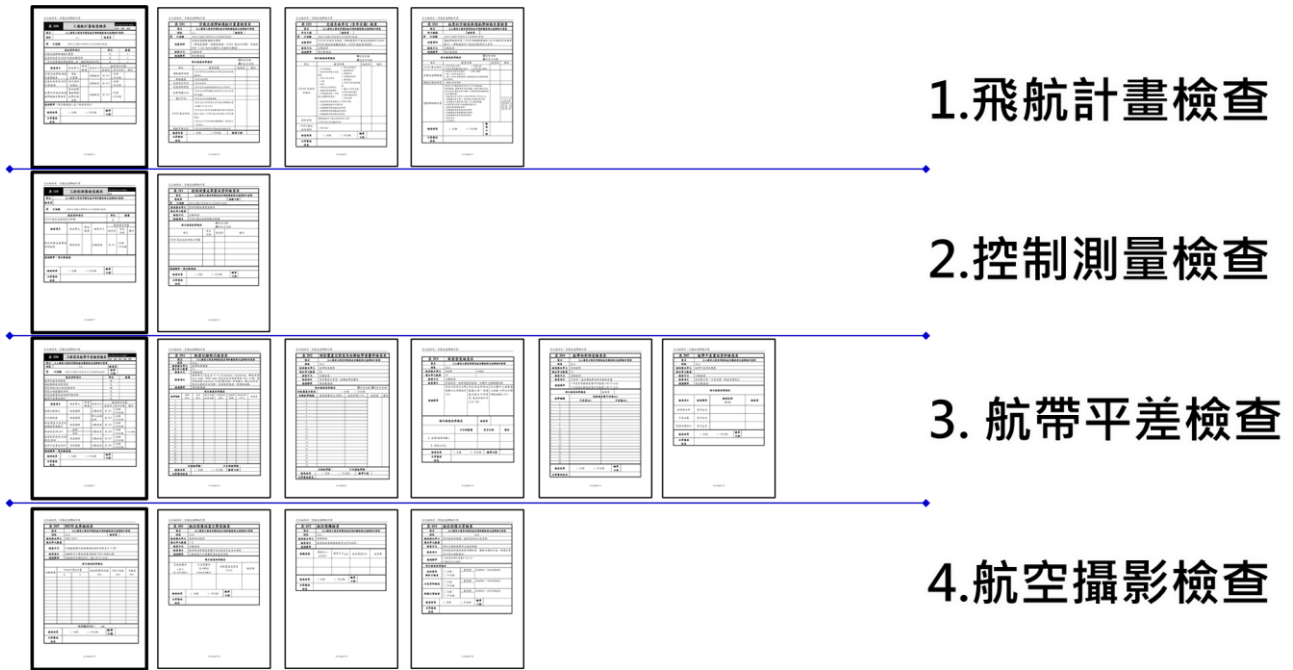


圖 3-5 四大自主檢查表(詳如附件四)

第四章 團隊組織及設備

4-1 團隊組織架構

本計畫由邱俊榮 測量技師/副總經理 擔任計畫主持人，由楊豐毓 測量技師擔任計畫共同主持人，並由具有研發能力以及博士學位之賴澄燦 總經理擔任計畫協同主持人。前述主持人皆擁有豐富的航空攝影測量、空載光達掃瞄資料處理作業經驗，搭配自強公司自主研發能力，提高作業效率以及準確性。此外，特別邀請 藍國華 測量技師/副總經理擔任本計畫品質管制中心組長，配合獨立運作的資料審核小組，定可提供玉管處最為優質的成果。綜合前述主要工作人員說明，本計畫組織人力架構圖如圖 4-1。





圖 4-1 計畫組織人力架構圖






4-2 人力總整表

編號	組別	計畫專案職務	姓名	職稱	工作項目
1	綜合督導	綜合督導	賴澄漂	董事長	策略規劃/綜合督導
2	專案管理	計畫主持人	邱俊榮	副總經理/ 測量技師	航空攝影測量/空載光達掃瞄 /專案管理
3		共同主持人	楊豐毓	整合部協理/ 測量技師	航空攝影測量/空載光達掃瞄 /專案管理
4		協同主持人	賴澄燦	總經理/博士	資安管理/技術研發/綜合督導
5		專案承辦人	簡睿怡	專案組長	專案負責/成果製作
6	品質管制	品質管制組長	藍國華	副總經理/ 測量技師	GNSS 測量/陸域測量
7		品質管制組員	吳家惠	製圖副組長	影像處理
8		品質管制組員	黃立婷	製圖副組長	點雲編修
9	資訊安全	資訊安全管理組長	吳秋芸	副總經理	資訊安全管理
10		資訊安全管理組員	蔡宛諭	經理	資訊安全管理
11	行政文書	行政事務組長	賴淑晶	行政部經理	會計業務/行政業務/採購人員
12		行政事務組員	林沂珊	行政部特助	會計業務/行政業務
13		行政事務組員	高珮珊	行政部助理	會計業務/行政業務
24	光達處理組	光達處理組長	李明軒	經理/研發長/ 測量技師	空載光達掃瞄資料後處理
25		光達處理副組長	陳俊偉	航測部協理	空載光達掃瞄資料後處理
26		光達處理組員	凌子晴	製圖工程師	點雲編修/DTM 製作/CHM 製作
27		光達處理組員	黃潔玟	製圖工程師	點雲編修/DTM 製作/CHM 製作
28		光達處理組員	周佩宜	製圖工程師	點雲編修
29		光達處理組員	彭暄淇	製圖工程師	點雲編修
30	影像處理組	影像處理組長	蔡欣達	經理/測量技師	航空攝影測量/3D 模型建置
31		影像處理副組長	曾淑枝	製圖組長	原始影像調色/正射影像製作
32		影像處理組員	董秀琪	製圖組長	影像處理/正射影像製作
33		影像處理組員	王紹佟	製圖組長	影像處理/3D 模型建置
34		影像處理組員	陳任頤	製圖副組長	影像處理/3D 模型建置
35		影像處理組員	邱致軒	製圖工程師	影像處理/正射影像製作

4-3 軟體設備

項次	軟體名稱	操作畫面	數量
1	Microstation ：點雲資料處理/數值繪圖 Terrasolid 之 TerraScan 模組 /TerraModeler 模組 / TerraMatch 模組，模組功能為點雲分類與編修等處理。		6
2	SCOP++ ：DEM/DSM 網格內插 專門為了數值地形模型內插、管理、以及視覺化應用的軟體，其最適性內插演算能呈現自然地形起伏與走勢，成果廣為國內各級單位肯定。		2
3	Agisoft Metashape ：影像處理/空三平差 新一代的數位航測工作系統，能讀取各類數位影像資料，執行空三平差計算及偵錯，地面數值模型自動匹配量測及正射糾正鑲嵌等功能。		2
4	ERDAS IMAGINE LPS ORIMA ：影像處理/空三平差 新一代的數位航測工作系統，能讀取各類數位影像資料，執行空三平差計算及偵錯，地面數值模型自動匹配量測及正射糾正鑲嵌等功能。		1
5	ISAT ：空中三角測量軟體 可以自動進行三角測量，能夠準生成圖像中的特徵點，並根據這些點的位置計算圖像外方位，進一步分析和處理光線束資料。該軟體具有高度的精度、效率以及除錯能力。		1
6	ContextCapture Center ：大規模 3D 實景建模軟體 具有高分辨率且自動化演算機制，可使用照片或點雲進行大範圍 3D 實景建模。		2
7	LiDAR 360 ：點雲處理分析軟體 主要用於處理和分析 LiDAR 數據，提供豐富的工具和功能，適用於多個領域，如地形、林業、電力等行業。並提供多源資料疊加分析功能，進行點雲資訊分析，及提供多種可視化工具。林業應用部分：可於點雲資料提取森林結構參數，分割單木並提取單木屬性，進而推導森林生物量和蓄積量。		1

4-4 硬體設備

用途	儀器型式/儀器精度及規格	儀器照片	數量
飛 航 載 具	<p>P68C-TC 專業航拍定翼機</p> <p>由義大利製造之 P68C TC 定翼機，可同時搭載航空攝像機、空載光達掃瞄儀。相較其他機種，在高溫、高濕度、高海拔的地區時能更好地維持飛機性能，並於地勢起伏大的地區更具有靈活性、提高安全性。</p>		1
	<p>BN2 系列專業航拍定翼機</p> <p>能低速飛行並保持機身平穩，且能靈活地進入規劃航線，相當受航空攝影測量業界喜愛，可搭載全方位的航空測量儀器設備，具備穩定性、合適性極高的平台以供航空攝影測量作業使用。</p>		2
空 載 光 達 掃 瞄 與 航 空 攝 影 測 量	<p>數位像機(UltraCam Osprey4.1)</p> <p>2021 年採購航測像機，為全世界最大像幅航空傾斜攝影機，創新多方向性之自適應動態補償技術，像元尺寸高達 3.76 μm 具有 2 億 8 千 7 百萬像，大幅提升影像品質，獲得最佳解析度影像。同時具有長焦正攝(Nadir)攝像與傾斜(Oblique)鏡頭，同架次飛航可同時達到高精度製圖以及細緻建模等需求。</p>		1
	<p>IMU(慣性測量單元)</p> <p>使用 IGI 公司之產品，IMU 用在需要進行運動控制的設備，內裝有三軸的陀螺儀和三個方向的加速度計，來測量物體在三維空間中的角速度和加速度，並以此解算出物體的姿態。</p>		2
	<p>Airborne LiDAR 空載光達系統-Q780</p> <p>使用 Riegl LMS-Q780，系統整合了雙頻衛星定位器(Global Position System, GNSS)、慣性導航儀(Inertial Measurement Unit, IMU)、光達掃瞄儀、量測型數位像機及機上電腦系統(computer rack)五部份，以即時獲取大量的地形高程點空間資料。</p>		1

第五章 結語

5-1 結論

本計畫於 113 年 10 月 22 日、113 年 11 月 10 日、114 年 3 月 22 日、114 年 3 月 23 日、114 年 3 月 27 日中午及 114 年 3 月 27 日下午，使用自有專業航攝飛行載具(BN2-B68802)、空載 LiDAR(Riegl LMS-Q780)以及航空傾斜攝影像機(UltraCam Osprey 4.1)執行航空傾斜攝影作業暨空載光達掃瞄作業，共執行 6 架次完成 386.5 平方公里飛航任務，獲得高品質點雲、垂直及傾斜影像資料。並完成點雲平差、影像空中三角測量及工作執行影片。

5-2 建議

本計畫產出之資料，後續可製作相關成果包含 1m 數值高程模型(DEM)與數值地表模型(DSM)、正射影像、影像匹配 3D 地形地貌模型等，且利用 DEM/DSM 資料製作樹冠高度模型(CHM)做為植群類型判斷或植被覆蓋率計算等之應用，套疊正射影像資料及原始空載光達點雲資料，可了解玉山國家公園內巨木分布情形。定能成為玉管處規劃、評估、展示、執行最佳利器。

本計畫於今年採用 UltraCam Osprey 4.1 執行航空傾斜攝影作業，影像解析度達 10cm，優於農業部林業及自然保育署航測及遙測分署(以下簡稱航遙分署)及 Google earth 公開影像，為提供最新型且優質的影像資料，建議未來可提高預算繼續採用高像素傾斜攝影像機於未拍攝或現有資料較舊之園區繼續執行相關計畫。

【附件一】

Riegl LMS-Q780

空載光達率定報告書



Riegl LMS-Q780

空載光達率定報告書

執行單位：自強工程顧問有限公司
日期：中華民國 113 年 09 月

目錄

目錄	I
附錄目錄	II
圖目錄	III
表目錄	IV
第一章 率定作業規劃	1
1-1 執行說明	1
1-2 空載光達掃瞄儀與飛航載具	1
1-3 率定場地地點與規格	5
1-3-1 率定場區地物特徵條件	5
1-3-2 南投縣南投市南崗率定場	5
1-3-3 率定場航線規劃	9
第二章 率定作業執行	10
2-1 率定飛航掃瞄資料獲取	10
2-1-1 率定時間與地點	10
2-1-2 GNSS 基地站	10
2-1-3 GNSS/IMU	12
2-1-4 軌跡解算結果	13
2-1-5 率定飛航	13
2-2 Lever Arm 量測	14
2-3 Boresight Angles 率定	15
2-3-1 傾斜(Roll)偏差修正	15
2-3-2 仰俯(Pitch)偏差修正	16
2-3-3 偏航(Yaw)偏差修正	16
第三章 率定計算	17

3-1 資料前處理.....	17
3-2 率定解算設定與步驟.....	18
3-2-1 自動搜尋 Tie Plane 相關參數	18
3-2-2 搜尋共軛平面(Search corresp. Planes)相關參數	18
3-2-3 率定平差計算參數	19
3-2-4 率定解算步驟	20
3-3 率定解算成果.....	20
第四章 率定解算後平差成果.....	22
4-1 地面實測高程檢核點.....	23
4-2 率定飛航掃瞄成果檢核	25
4-3 確認飛行掃瞄成果檢核	25

附錄目錄

附錄一	Riegl 率定建議說明文件
附錄二	GNSS 衛星定位儀檢校報告
附錄三	Riegl LMS-Q780 原廠檢校證明
附錄四	內政部國土測繪中心校正報告
附錄五	飛航掃瞄姿態資訊圖

圖目錄

圖 1-1	Riegl LMS-Q780 空載光達掃瞄儀+DR680 儲存設備實機照.....	1
圖 1-2	本團隊自有專業航拍定翼機—BN2B-20.....	4
圖 1-3	南崗率定場範圍.....	5
圖 1-4	南投縣南投市南崗地區數值高程模型與坡度圖.....	7
圖 1-5	南投縣南投市南崗地區實況與正射影像套疊植被覆蓋範圍.....	7
圖 1-6	已知控制點分布圖與全台地層下陷分布圖.....	8
圖 1-7	率定場航線規劃示意圖.....	9
圖 2-1	率定場 GNSS 基地站分布圖.....	10
圖 2-2	率定場 GNSS 基地站 PDOP 值與 GNSS 衛星數量.....	11
圖 2-3	機上 GNSS 資料(remote)與 GNSS 基地站連續接收時間軸.....	11
圖 2-4	機上 GNSS 之 PDOP 值.....	12
圖 2-5	機上 GNSS 資料(remote)衛星數量.....	12
圖 2-6	軌跡解算正反算結果.....	13
圖 2-7	Lever Arm 量測示意圖.....	14
圖 2-8	IMU 之 R, P, Y 的 RMS 精度圖.....	14
圖 2-9	理想空載雷射掃瞄作業及點雲分布足跡示意圖.....	15
圖 2-10	傾斜(Roll)偏差之點雲分布足跡示意圖.....	16
圖 2-11	仰俯(Pitch)偏差之點雲分布足跡示意圖.....	16
圖 2-12	偏航(Yaw)偏差之點雲分布足跡示意圖.....	16
圖 3-1	率定場點雲展示.....	17
圖 3-2	未率定解算前航帶剖面展示.....	17
圖 3-3	Tie Plane 自動搜尋平面參數設定.....	18
圖 3-4	率定平差解算操作相關運算參數設定畫面.....	19
圖 3-5	Boresight Angles 解算作業畫面.....	20
圖 3-6	率定成果精度分析圖.....	20
圖 4-1	套用率定成果後進行航帶平差解算成果.....	22
圖 4-2	平差結果精度分析圖.....	22
圖 4-3	航帶平差後航線剖面.....	22
圖 4-4	南崗率定場地地面高程檢核點分布.....	23
圖 4-5	南崗率定場地地面高程檢核點施測作業照.....	24

表目錄

表 1-1	Riegl LMS-Q780 空載光達雷射掃瞄儀儀器規格效能表	2
表 1-1	Riegl LMS-Q780 空載光達雷射掃瞄儀儀器規格效能表(續).....	3
表 1-2	BN2B-20 飛機規格表	4
表 1-3	率定場區已知加密控制點成果列表	8
表 1-4	率定飛航規劃資訊.....	9
表 2-1	率定場 GNSS 基地站坐標位置	11
表 2-2	GNSS 基站資訊表.....	11
表 2-3	南崗率定場航線規劃設計表	13
表 3-1	率定計算參數.....	19
表 3-2	率定成果參數表.....	21
表 3-3	率定成果報告摘要.....	21
表 4-1	率定場地面高程檢核點坐標成果	23
表 4-2	率定場點雲高程檢核成果(正規航線).....	25
表 4-3	率定場點雲高程檢核成果(確認航線).....	25

第一章 率定作業規劃

1-1 執行說明

空載光達雷射掃瞄儀與儀器載具所有之 GNSS/IMU(Global Navigation Satellite System / Inertial Measurement Unit) 擁有自身的坐標系統，分別記錄兩者在掃瞄作業時的絕對位置以及姿態角度。因掃瞄儀在每一次與載具的安置作業中都會產生不同的偏移量，故需於每一次安置作業完成後，或於安置固定時間過長後，進行空載光達率定作業，以修正兩坐標系統間姿態角與空間位移的偏移量，降低掃瞄時所產生的系統誤差。

本計畫選定南投縣南投市南崗地區作為空載光達率定場，並於 113 年 09 月 26 日執行飛航率定掃瞄任務，續進行率定解算作業，以確保雷射掃瞄資料的精度。

1-2 空載光達掃瞄儀與飛航載具

完整的空載雷射掃瞄系統由空載雷射掃瞄儀、飛行載具（固定翼載具或螺旋翼載具）、GNSS/IMU 以及相關數據資料處理軟體等所構成。本計畫採用奧地利 Riegl 公司所生產之 LMS-Q780 的空載雷射掃瞄儀，搭配 DR680 三顆 SSD 儲存設備（圖 1-1），其詳細規格效能如表 1-1。飛航載具使用本團隊自有專業航拍定翼機 BN2B-20（圖 1-2），裝載上述光達設備執行率定作業，其詳細規格效能如表 1-2。



圖 1-1 Riegl LMS-Q780 空載光達掃瞄儀+DR680 儲存設備實機照

表 1-1 Riegl LMS-Q780 空載光達雷射掃瞄儀儀器規格效能表

System Model	LMS-Q780		
Serial Number	2220651		
Laser Product Classification	Class 3B Laser Product according to IEC60825-1:2007 The following clause applied for instruments delivered into the United States: Complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11 except for deviations pursuant to Laser Notice No.50, dated June 24, 2007.		
Intensity Measurement	For each echo signal, high-resolution 16-bit intensity information is provided which can be used for target discrimination and/or identification/classification.		
Power Supply	18 - 32 VDC/approx. 7 A @ 24 VDC		
Main Dimensions (L x W x H)	480 x 212 x 279 mm		
Weight	approx. 20 kg		
Protection Class	IP54		
Max. Flight Altitude	18500 ft (5600 m) above MSL - operating 18500 ft (5600 m) above MSL - not operating		
Temperature Range	-5°C up to +40°C (Operation)		
	-10°C up to +50°C (Storage)		
Mounting of IMU-Sensor	Steel thread inserts on both sides of the laser scanner, rigidly connected to the inner structure of the scanning mechanism		
Full Laser Power (Laser Power Level: 100%)			
Max. Measurement Performance	Laser Pulse Repetition Rate	Natural Targets $\rho \geq 20\%$	Natural Targets $\rho \geq 60\%$
	100 kHz	4100 m	5800 m
	200 kHz	3500 m	5100 m
	300 kHz	3000 m	4500 m
Max. Operating Flight Altitude AGL	400 kHz	2700 m	4100 m
	PRR	m	ft
	100 kHz	4700 m	15500 ft
	200 kHz	4200 m	13700 ft
	300 kHz	3700 m	12000 ft
NOHD ENOHD	400 kHz	3300 m	11000 ft
	PRR	NOHD	ENOHD
	100 kHz	200 m	1500 m
	200 kHz	160 m	1200 m
	300 kHz	125 m	960 m
	400 kHz	105 m	820 m

表 1-1 Riegl LMS-Q780 空載光達雷射掃瞄儀儀器規格效能表(續)

Reduced Laser Power (PRR: 400 kHz)			
Max. Measurement Performance	Laser Power Level	Natural Targets $\rho \geq 20\%$	Natural Targets $\rho \geq 60\%$
	50%	2100 m	3200 m
	25%	1500 m	2400 m
	12%	1120 m	1800 m
	6%	1350 m	50 m
Max. Operating Flight Altitude AGL	Laser Power Level	m	ft
	50%	2600 m	8600 ft
	25%	1950 m	6400 ft
	12%	1450 m	4800 ft
	6%	1100 m	3600 ft
NOHD ENOHD	Laser Power Level	NOHD	ENOHD
	50%	70 m	560 m
	25%	68 m	550 m
	12%	44 m	360 m
	6%	25 m	250 m
Minimum Range	50 m		
Accuracy	20 mm		
Laser Pulse Repetition Rate	up to 400 kHz		
Laser Wavelength	Near Infrared		
Laser Beam Divergence	≤ 0.25 mrad		
Number of Targets per Pulse	Digitized waveform processing: unlimited (practically limited only by the maximum data rate allowed for the <i>RIEGL</i> Data Recorder)		
	monitoring data output: first pulse		
Scanning Mechanism	Rotating Polygon Mirror		
Scan Pattern	Parallel Scan Lines		
Scan Angle Range	$\pm 30^\circ = 60^\circ$ total		
Scan Speed	14 - 200 lines/sec (laser power level $\geq 50\%$)		
	10 - 200 lines/sec (laser power level $< 50\%$)		
Angle Measurement Resolution	0.001°		
Scan Sync	Option for synchronizing scan lines to external timing signal		
Configuration	TCP/IP Ethernet (10/100 MBit), RS232 (19.2 kBd)		
Monitoring Data Output	TCP/IP Ethernet (10/100 MBit)		
Digitized Data Output	High speed serial data link to <i>RIEGL</i> Data Recorder		
Synchronization	Serial RS232 interface, TTL input for 1 pps synchronization pulse, accepts different data formats for GNSS-time information		



圖 1-2 本團隊自有專業航拍定翼機—BN2B-20

表 1-2 BN2B-20 飛機規格表

項次	項目	內容
1	有效負重	1069 公斤
2	有效的電力供應	130 A
3	座位	10 席
4	最高時速	262 公里/小時
5	飛行高度	6005 公尺
6	最大巡航範圍	1250 公里
7	起飛距離	189 公尺
8	側滑長度	200 公尺
9	航行時間	8 小時

1-3 率定場地地點與規格

1-3-1 率定場區地物特徵條件

依據原廠就率定作業的建議說明（附錄一），率定場必須具備足量的平坦空地與建物。各建物的屋頂，其直角必須呈多方向排列，且飛航掃瞄重疊率必須大於 50%、點雲密度大於 4 點/平方公尺，並以相同航高但不同方向之航線進行掃瞄。

1-3-2 南投縣南投市南崗率定場

本計畫率定場設置於「南投縣南投市」（圖 1-3），面積約 0.4 平方公里，該區主要涵蓋南崗工業區，區域內多山形屋頂以及平房，且尚無高壓鐵塔妨礙飛航安全之障礙，適合做為空載光達率定作業場地。各項率定場地理區位等資訊詳述如后。

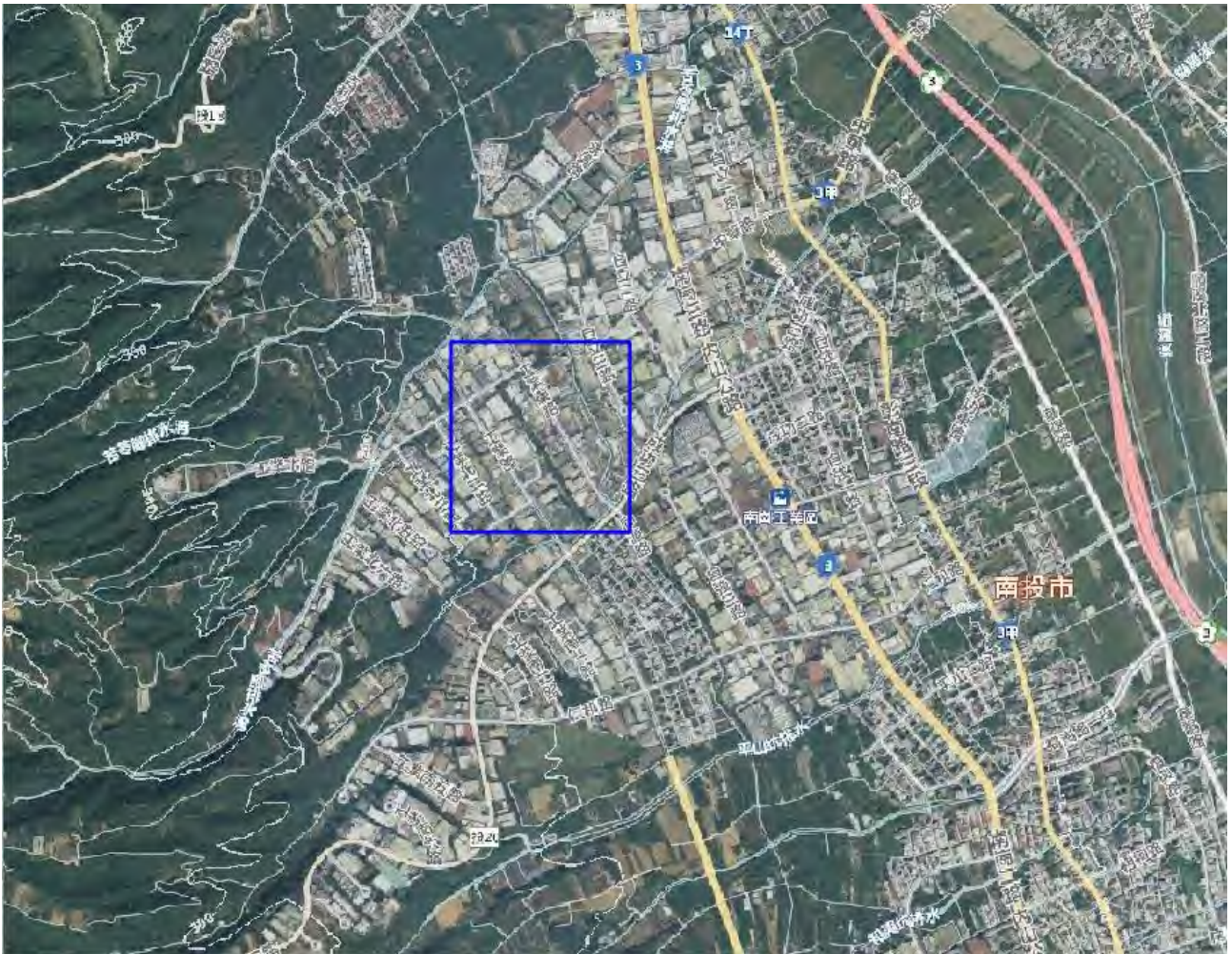


圖 1-3 南崗率定場範圍

一、地理位置

南投市位於南投縣西側，於八卦台地之上。西側以八卦台地的稜線為界與彰化縣社頭鄉分隔，東側則大致以山勢起伏與中寮鄉分界；北側緊鄰草屯鎮，南側與名間鄉相接。

二、地形與地勢

依據內政部「20 公尺網格數值地形模型資料」，正高高程介於 159 公尺～226 公尺，成果如圖 1-4 (a)。續計算率定場區坡度，成果如圖 1-4 (b)，最大坡度為 22.4 度，地表坡度平緩。

三、地表覆蓋

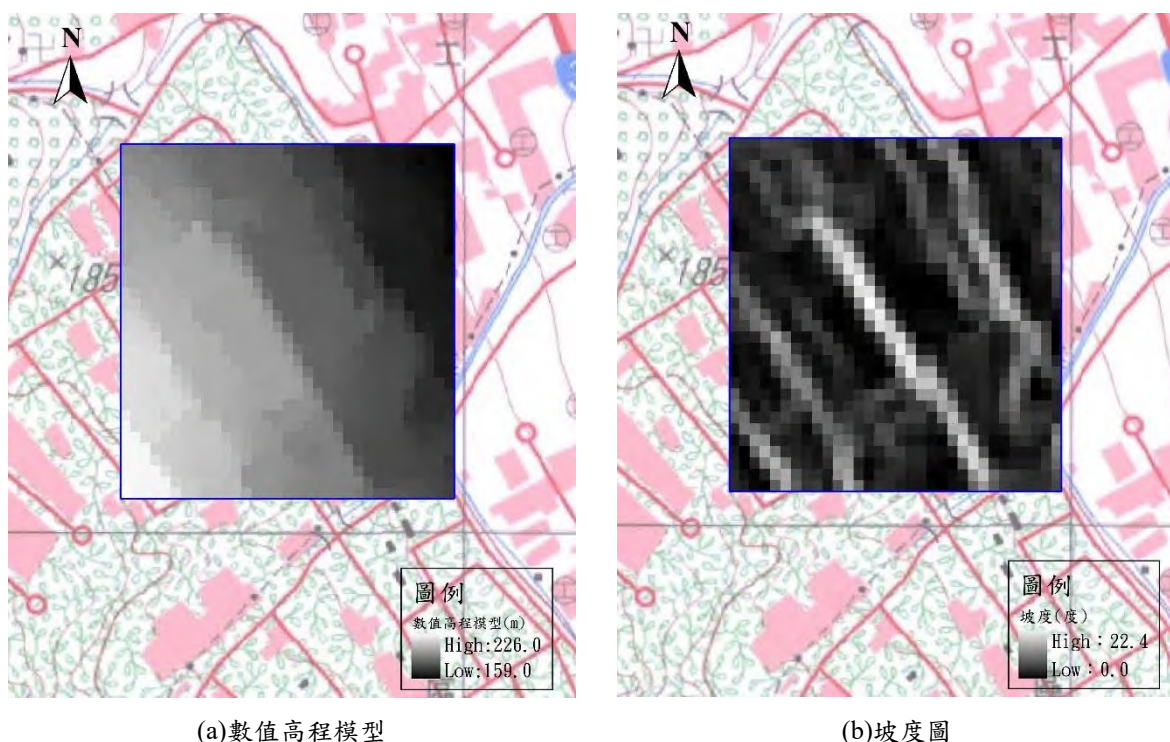
依據 110 年度自強工程顧問有限公司傾斜像機拍攝之航拍影像，確認場區具有容易辨識之大型建物（平頂、斜頂）及道路標線等明顯特徵（圖 1-5）。續利用國土測繪中心「國土利用調查成果資訊網」之率定場區最新 109 年度土地利用調查成果，植被覆蓋範圍約 13,115 平方公尺（約為 3 % 場區面積，符合作業規範小於 10%），主要劃設目標為面積大於 50 平方公尺，且較不易獲得地面點之範圍（圖 1-5）。

四、地層下陷情勢

依據經濟部水利署地層下陷監測資訊整合服務系統，本計畫測區位於南投未曾有地層下陷紀錄，如圖 1-6 (b)，無地層下陷疑慮。

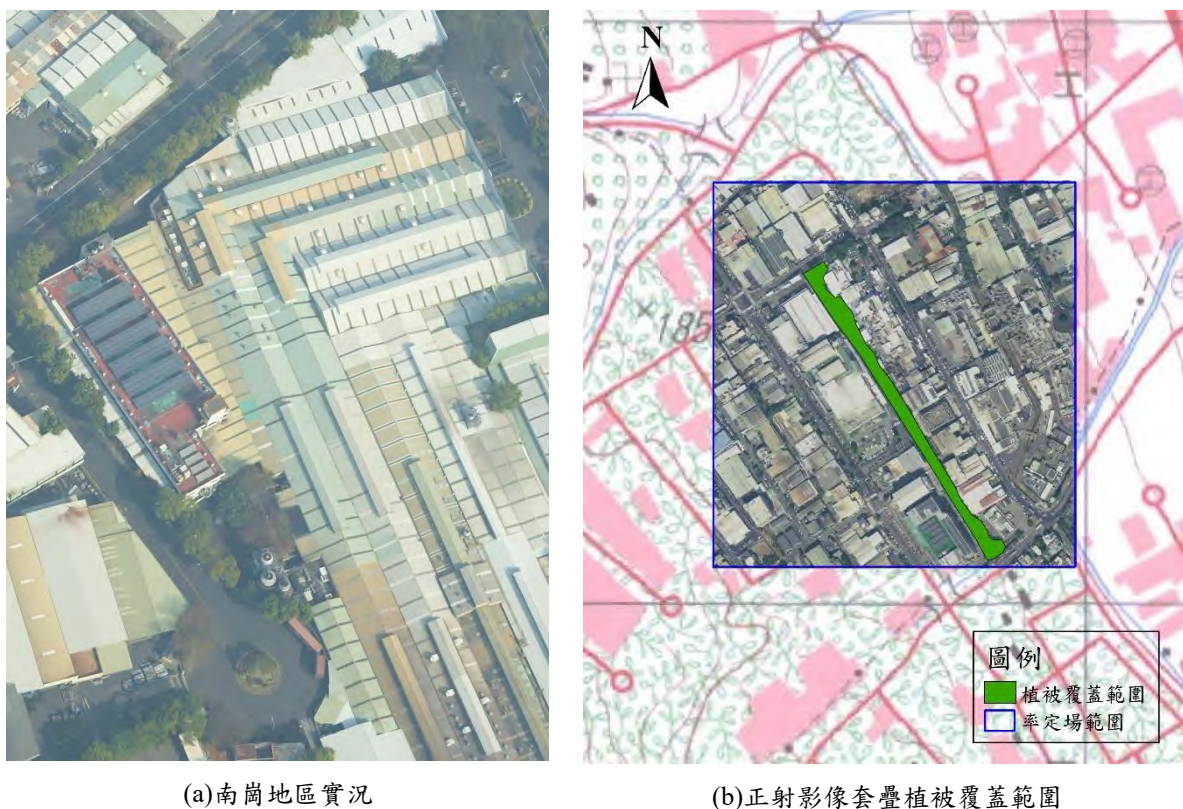
五、控制點測量

使用 VBS-RTK 測定率定場內透空良好無遮蔽的特徵點作為加密控制點，於本率定場區內分布圖如圖 1-6，各已知加密控制點詳列表於表 1-3。於率定飛航點雲平差完成後，重新施測已知加密控制點，用以檢核率定場點雲平差成果，並彙整成果精度說明詳述於本計畫後續報告中。



資料來源：內政部「20 公尺網格數值地形模型資料」

圖 1-4 南投縣南投市南崗地區數值高程模型與坡度圖



資料來源：國土測繪中心「國土利用調查成果資訊網」101 年度土地利用調查成果

圖 1-5 南投縣南投市南崗地區實況與正射影像套疊植被覆蓋範圍

表 1-3 率定場區已知加密控制點成果列表

點號	縱坐標(m)	橫坐標(m)	橢球高(m)	類別	施測日期
A089	2646951.831	215462.480	194.768	加密控制點	112.11
A138	2646958.011	215761.008	172.318	加密控制點	112.11
A174	2647233.980	215595.580	180.541	加密控制點	112.11
A183	2647134.494	215370.722	201.103	加密控制點	112.11
B124	2647501.030	215681.979	161.748	加密控制點	112.11

資料來源：修改自 經濟部水利署地層下陷監測資訊整合服務系統

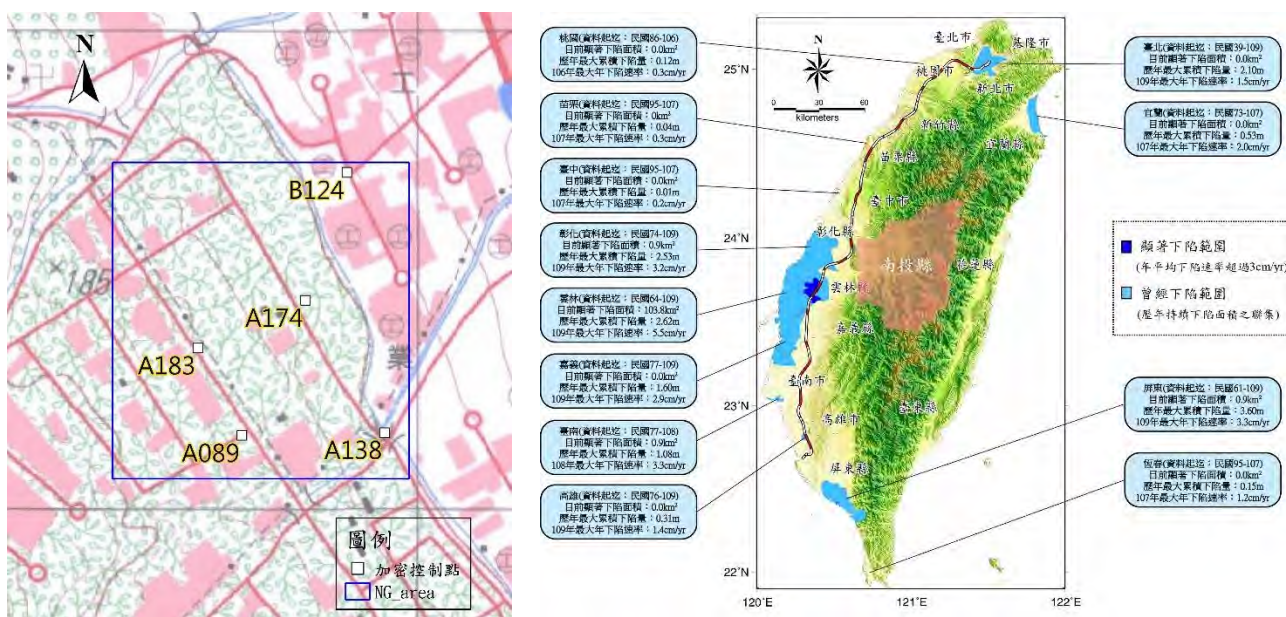


圖 1-6 已知控制點分布圖與全台地層下陷分布圖

1-3-3 率定場航線規劃

採用 7 條正規航線（4 條 90 度、3 條 180 度），航高 1,000 公尺，雷射脈衝頻率為 400 kHz，以及 4 條確認飛行航線(2 條 90 度、2 條 180 度)，航高 1,800 公尺，雷射脈衝頻率為 205 kHz，詳細航線分布圖如圖 1-7，航線規劃資訊如表 1-4。

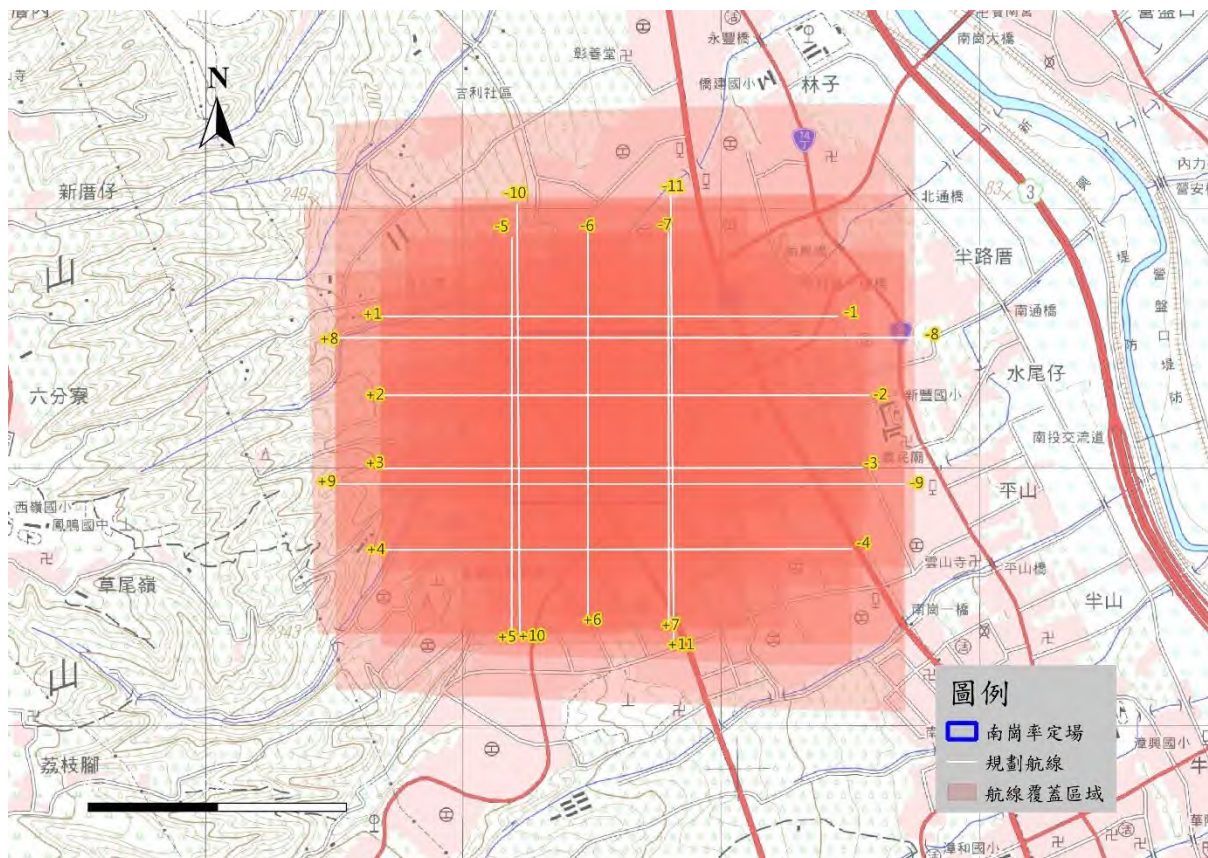


圖 1-7 率定場航線規劃示意圖

表 1-4 率定飛航規劃資訊

項次	項目	內容
1	航高	1,000 公尺（航線 1~航線 7） 1,800 公尺（航線 8~11）
2	雷射脈衝頻率	400 kHz（航線 1~航線 7） 205 kHz（航線 8~11）
3	航線方向	180 度（航線 5~航線 7、航線 10~11）
		90 度（航線 1~航線 4、航線 8~9）
4	點雲密度	大於 4 點/平方公尺
5	前後、側向重疊率	大於 50%

第二章 率定作業執行

2-1 率定飛航掃瞄資料獲取

2-1-1 率定時間與地點

使用 Riegl LMS-Q780 光達掃瞄系統(儀器編號：2220651)進行空載光達率定，率定作業時間為 113 年 9 月 26 日 07:46~10:20，地點位於南投縣南投市南崗工業區。

2-1-2 GNSS 基地站

避開車輛、電塔、基地台與多路徑反射效應等干擾位置，於已知加密控制點上架設 GNSS 基地站，詳細位置分布圖如圖 2-1，GNSS 基地站坐標位置如表 2-1；架設之雙頻 GNSS 檢校證明詳見附錄二。觀測過程中 PDOP 皆小於 4，且衛星數量大於 6 顆(圖 2-2)，並以 2 Hz 之接收頻率記錄。機上 GNSS 資料(remote)與 GNSS 基地站連續接收時間軸如圖 2-3

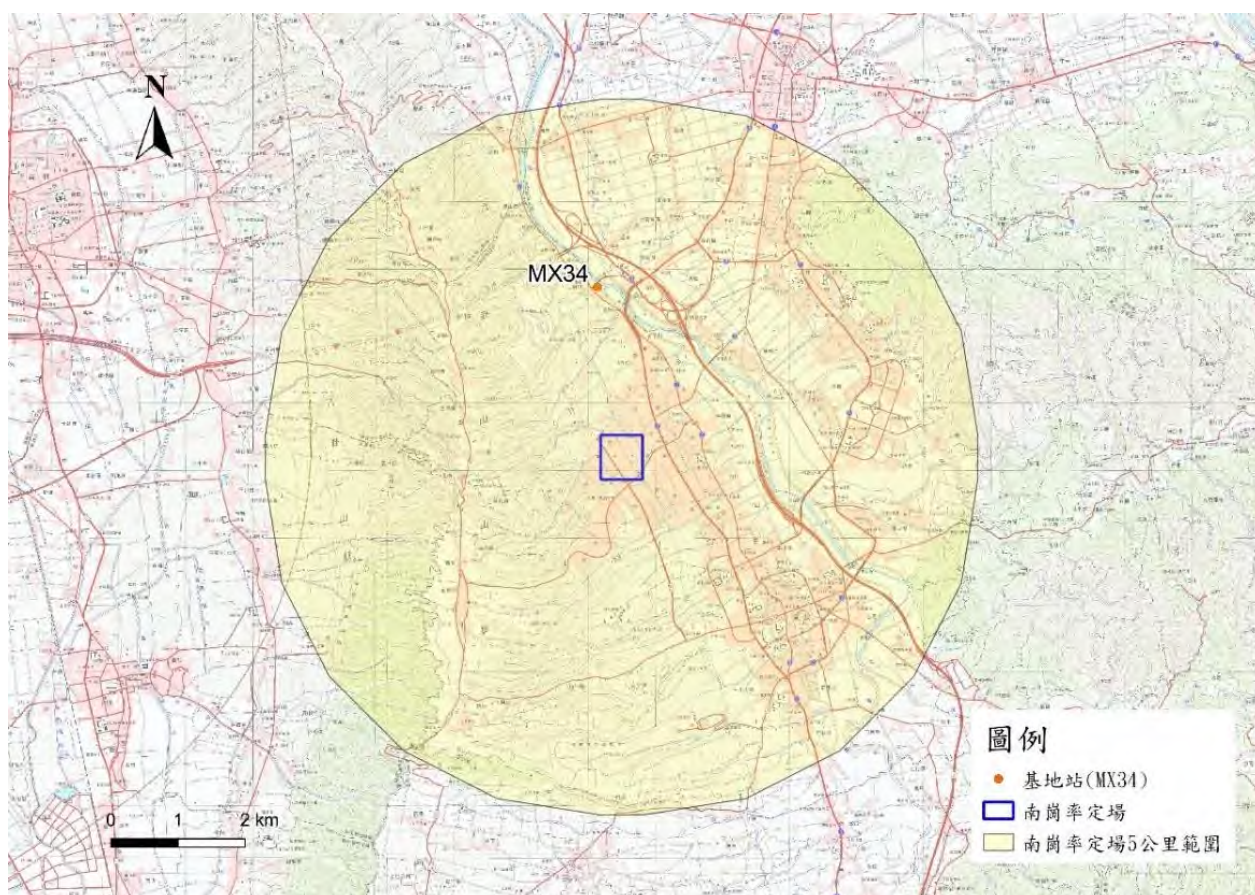


圖 2-1 率定場 GNSS 基地站分布圖

表 2-1 率定場 GNSS 基地站坐標位置

點號	緯度(deg)	經度(deg)	TWD97【2020】			類型
			X (m)	Y(m)	橢球高(m)	
MX34	23.95179	120.65751	215142.102	2649726.859	103.713	三等衛星控制點

表 2-2 GNSS 基站資訊表

點號	STGNSS
使用儀器	Stonex S9II
儀器序號	S920312120257RL AL
天線型號	STXS9CAM100
基站類型	已知加密控制點
接收形式	雙頻
接收頻率	2 Hz (0.5 秒接收一筆)
觀測時段	07 : 31 : 14 ~ 10 : 26 : 26

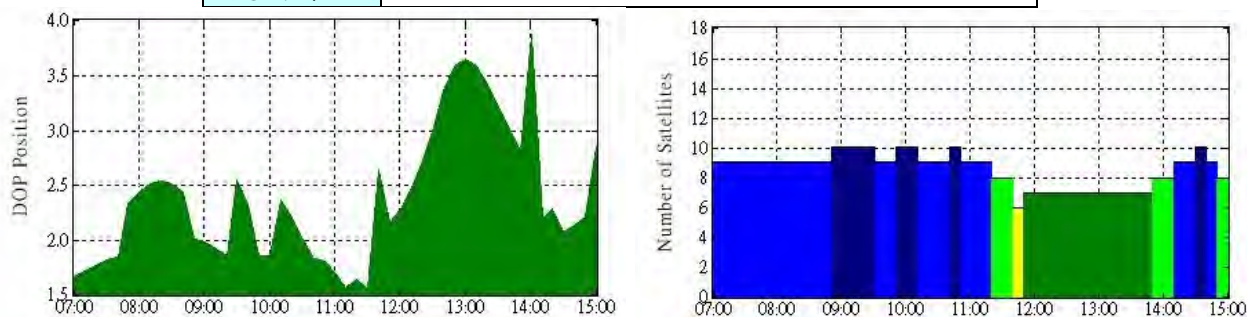


圖 2-2 率定場 GNSS 基地站 PDOP 值與 GNSS 衛星數量

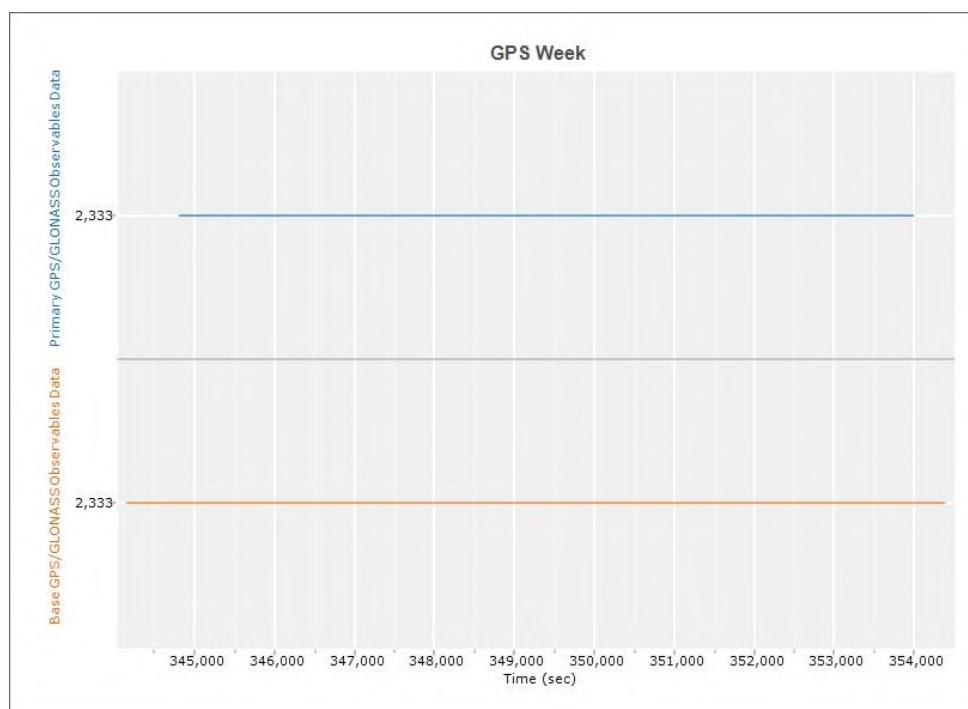


圖 2-3 機上 GNSS 資料(remote)與 GNSS 基地站連續接收時間軸

2-1-3 GNSS/IMU

圖 2-4 為機上 GNSS 之 PDOP 值圖形，由圖中可知觀測過程中 PDOP 值均小於 4。同時於率定作業過程中，全程機上 GNSS 資料(remote)衛星數量皆大於 6 顆，如圖 2-5。

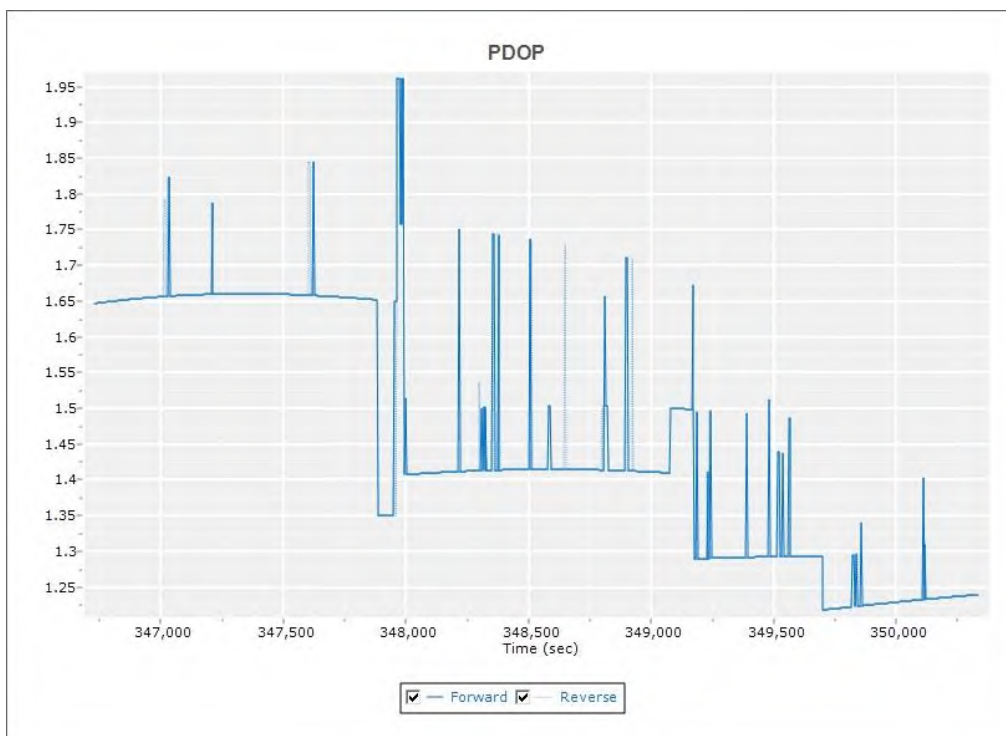


圖 2-4 機上 GNSS 之 PDOP 值

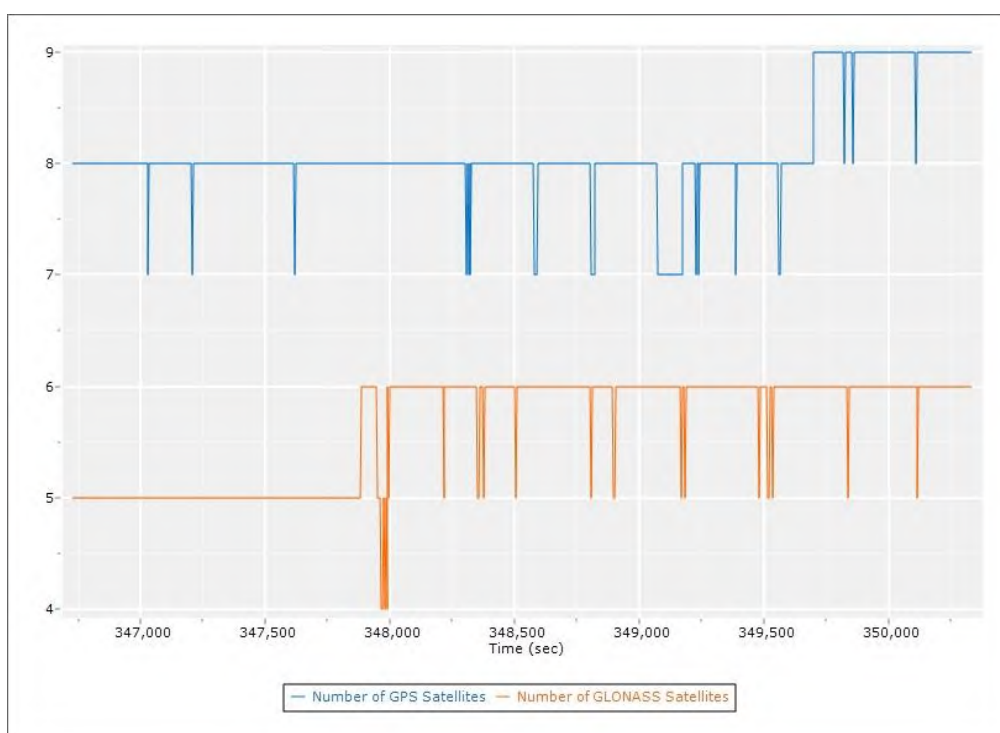


圖 2-5 機上 GNSS 資料(remote)衛星數量

2-1-4 軌跡解算結果

圖 2-6 為本架次軌跡解算的正反算結果，其 Combined Separation 值皆小於 20 公分，符合作業規範。



圖 2-6 軌跡解算正反算結果

2-1-5 率定飛航

飛航前於停機坪靜止接收 10 分鐘以上的 GNSS/IMU 訊號，確保穩定無誤後再進行飛航，過程中飛機的傾斜角均保持在 15 度以內，各航線姿態資訊詳如附錄五，皆符合規範要求，飛航參數與掃瞄參數資訊如表 2-3。

表 2-3 南崗率定場航線規劃設計表

航線編號	飛行高度 (m)	航向 (deg)	飛行速度 (節)	FOV (deg)	掃瞄頻率 (line/s)	雷射脈衝頻率(kHz)
1	1,000	90	110	60	155	400
2	1,000	90	110	60	155	400
3	1,000	90	110	60	155	400
4	1,000	90	110	60	155	400
5	1,000	180	110	60	155	400
6	1,000	180	110	60	155	400
7	1,000	180	110	60	155	400
8	1,800	90	110	60	155	205
9	1,800	90	110	60	155	205
10	1,800	180	110	60	155	205
11	1,800	180	110	60	155	205

2-2 Lever Arm 量測

IMU 與 GNSS 之位置偏差量又稱為 Lever Arm。而 IMU 與 GNSS 天線的率定是以全測站經緯儀測量，量測示意圖如圖 2-7 所示，並於解算飛航軌跡前輸入。以 IMU 為基準點，量得本次率定作業空載光達雷射掃瞄系統與 GNSS 天線之 X, Y, Z 三軸偏差量分別為 0.982 m, -0.225 m, -0.977 m。另外，以 POSPAC 解算 IMU 之 N、E、Z 的 RMS 精度如圖 2-8，成果皆於 0.1m 以內，顯示航拍過程中 POS 訊號皆維持穩定。

率定飛航中提到率定飛航前於停機坪靜止接收 10 分鐘以上的訊號，確保穩定無誤後再進行率定飛航，過程中飛機的傾斜角(roll, pitch)均保持在 15 度以內，且無 POS(Position & Orientation System)系統斷訊或其他錯誤訊息產生。



圖 2-7 Lever Arm 量測示意圖

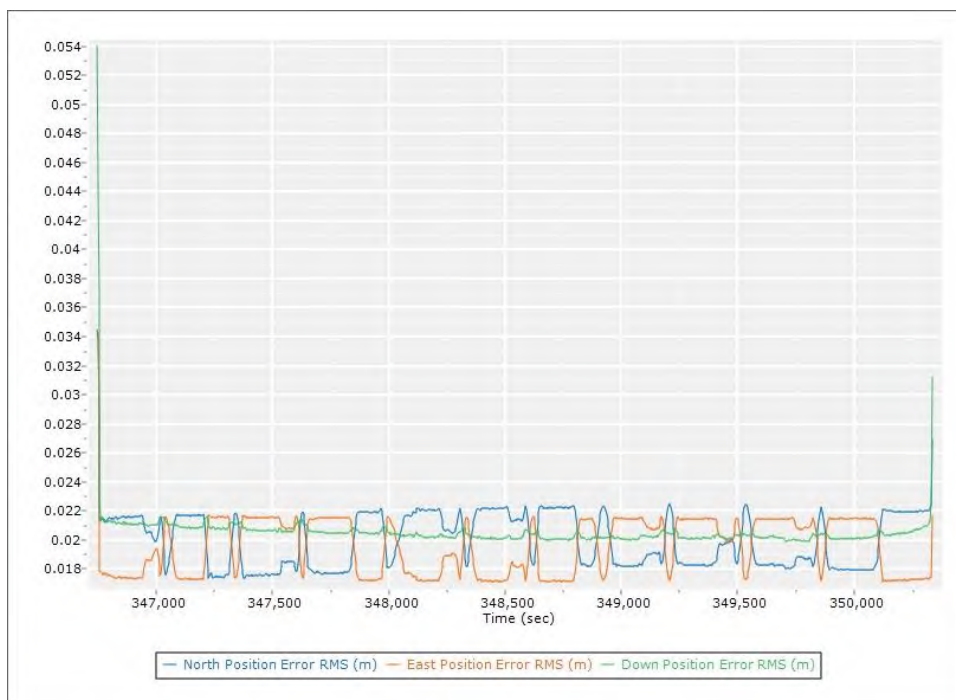


圖 2-8 IMU 之 R, P, Y 的 RMS 精度圖

2-3 Boresight Angles 率定

視準率定(Boresight Angles)作業的主要目的在於求解雷射掃瞄投影 LiDAR 系統元件間之安置誤差。整個系統由雷射掃瞄儀、全球定位系統(GNSS)、慣性量測單元(IMU)和飛行載具組成，整個 LiDAR 系統之誤差大多來自儀器率定不完善或三者之間的安置誤差，故此種誤差大部分為系統誤差（童俊雄，2005），而執行光達系統之率定作業與進行航帶平差即為降低系統誤差影響的重要工作。

其中，雷射掃瞄儀中心與 IMU 中心的三軸旋轉角的差值(Roll, Pitch, Yaw)即為修正航帶平差作業中之系統誤差的參數，此參數用以作為航帶平差作業時濾除系統誤差的依據。

在穩定不受任何外力影響的空載掃瞄環境下，理想的雷射掃瞄作業及點雲紀錄分布如圖 2-9 所示。本率定作業將飛行高度固定在離地高 800 公尺、飛航速度為 110 節，Riegl 系統的雷射脈衝頻率設定為 400 kHz、掃瞄頻率設定為 155(Line/s)、掃瞄視角(FOV)設定為 60 度，在固定各先決掃瞄參數後進行飛航掃瞄。由於率定場屬小區域範圍，載具的姿態變動非常低，由此可從後續雷射點雲作業中，檢測出 IMU 在各軸的安置誤差及其偏移量。

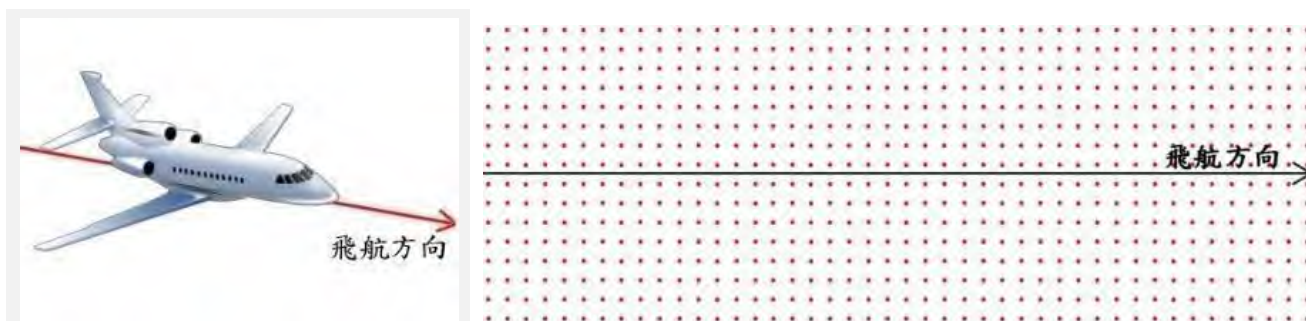


圖 2-9 理想空載雷射掃瞄作業及點雲分布足跡示意圖

2-3-1 傾斜(Roll)偏差修正

在空載雷射掃瞄過程中，儀器載具的傾斜軸變化量即為傾斜角 Roll。其會影響雷射光波的發射方向，使點雲記錄的分布足跡如圖 2-10 所示。而雷射掃瞄儀與 IMU 所記錄的傾斜角度的差異，即為本次雷射掃瞄投影 LiDAR 系統的傾斜軸安置偏差。

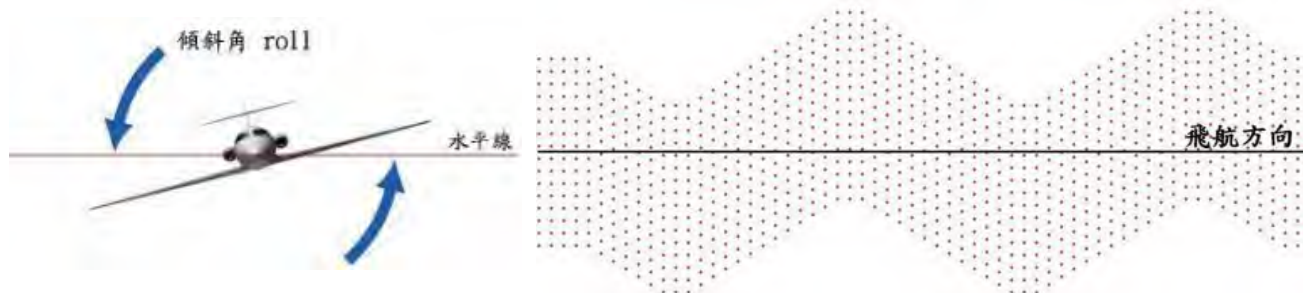


圖 2-10 傾斜(Roll)偏差之點雲分布足跡示意圖

2-3-2 仰俯(Pitch)偏差修正

在空載雷射掃瞄過程中，儀器載具的仰俯軸變化量即為傾斜角 Pitch。其會影響雷射光波的發射方向，使點雲記錄的分布足跡如圖 2-11 所示。而雷射掃瞄儀與 IMU 所記錄的仰俯角度的差異，即為本次雷射掃瞄投影 LiDAR 系統的仰俯軸安置偏差。

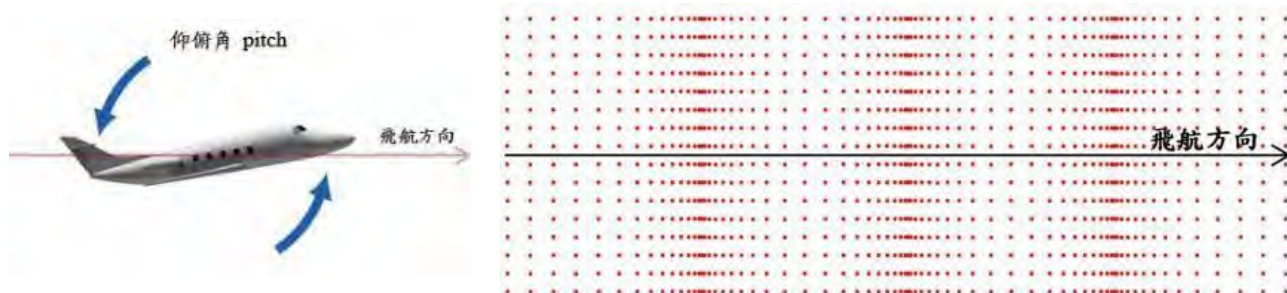


圖 2-11 仰俯(Pitch)偏差之點雲分布足跡示意圖

2-3-3 偏航(Yaw)偏差修正

在空載雷射掃瞄過程中，儀器載具的偏航軸變化量即為傾斜角 Yaw。其會影響雷射光波的發射方向，使點雲記錄的分布足跡如圖 2-12 所示。而雷射掃瞄儀與 IMU 所記錄的偏航角度的差異，即為本次雷射掃瞄投影 LiDAR 系統的偏航軸安置偏差。

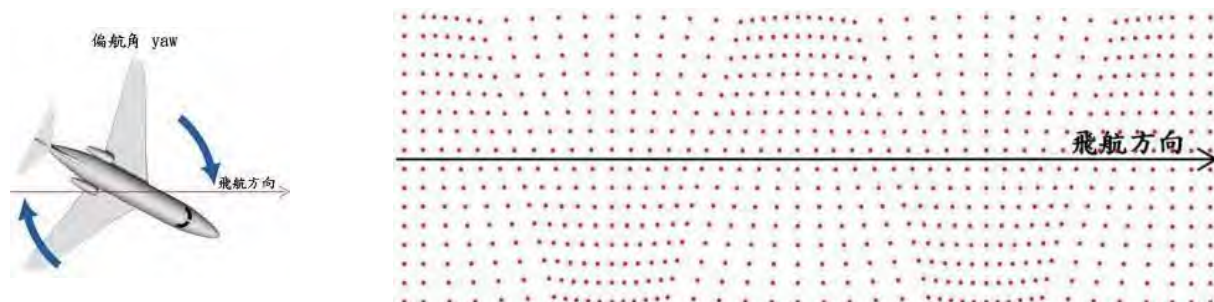


圖 2-12 偏航(Yaw)偏差之點雲分布足跡示意圖

第三章 率定計算

3-1 資料前處理

前處理作業程序分為三個部分，即 Target Extraction (解碼掃描成果資料)、Global Registration (將波形解算後資料與化算至 WGS84 地心地固坐標系統) 及 View Preparation (點雲資料展點呈現)。圖 3-1 為率定場點雲展示成果，圖 3-2 為率定解算前航帶航帶間點雲差異情況。

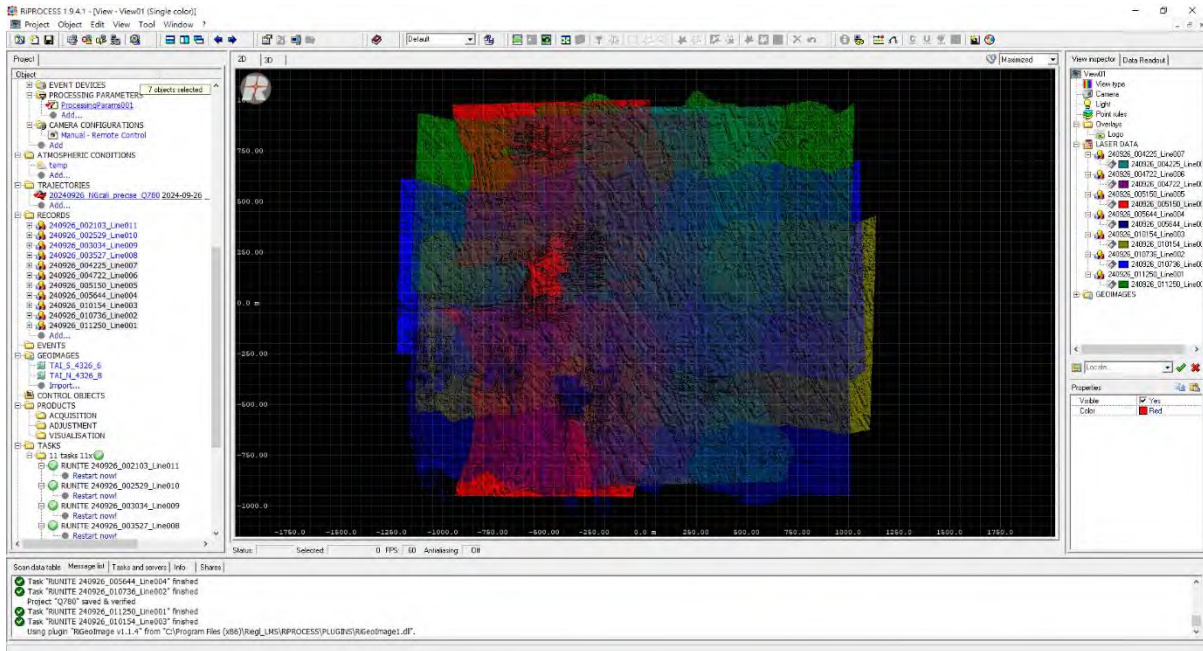


圖 3-1 率定場點雲展示

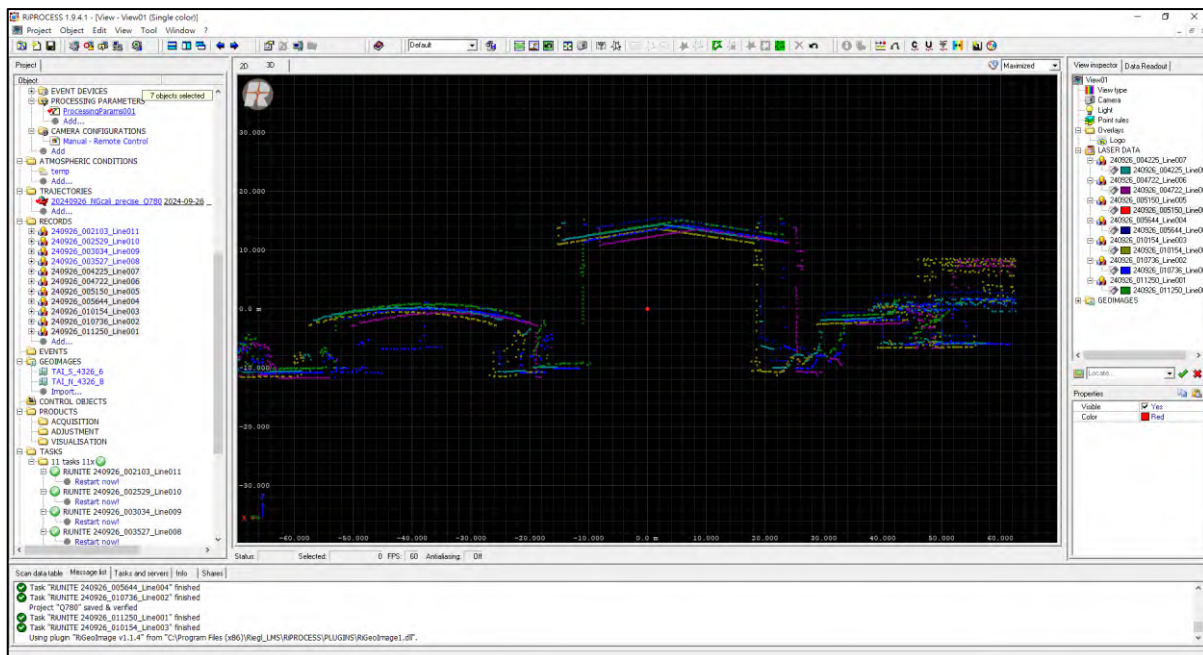


圖 3-2 未率定解算前航帶剖面展示

3-2 率定解算設定與步驟

率定解算作業使用率定正規航線（航線 1~航線 6）進行，以 RiPROCESS 軟體自動偵測重疊航帶中的平面狀物體（如斜屋頂、平台，稱為 Tie Plane）進行共軛匹配，進而解算 Boresight Angles。

3-2-1 自動搜尋 Tie Plane 相關參數

- 一、最小平面傾角(Min. plane inclination angle)：定義 tie plane 與水平面之間的最小夾角。
- 二、最大偏移量(Max. plane point deviation)：設定點雲至最佳 tie plane 之最大偏移距離。
- 三、最小平面點數(Min. plane point count)：定義一平面最少須包含點數。

3-2-2 搜尋共軛平面(Search corresp. Planes)相關參數

- 一、搜尋半徑（兩平面中心的距離門檻值）
- 二、角度門檻值（兩平面法向量交角門檻值）
- 三、兩平面法線距離(normal dist.)門檻值

The screenshot shows a software window titled "Plane Patch Extraction and Matching" with two tabs: "Settings" and "Status". The "Settings" tab is active and contains several sections of parameters:

- PLANE PATCH SEARCH**
 - Maximum plane point deviation [m]: 0.020
 - Minimum number of points on plane: 15
 - Minimum plane inclination angle [deg]: 5.000
 - Minimum size (edge length) [m]: 0.050
 - Maximum size (edge length) [m]: 10.000
- PLANE PATCH MATCHING**
 - Search radius [m]: 10.000
 - Angular tolerance [deg]: 1.000
 - Maximum normal distance [m]: 5.000
- PLANE PATCH FILTER**
 - Maximum number of plane patches: 300000
- PROCESSING**
 - Number of parallel tasks: 4
- OUTPUT**
 - File: H:\Rieg\240926_NGcal\06_RIEGL_PROC\03_OBSERVATIONS\Observations (5).obsx

At the bottom of the window, there are four buttons: "Settings...", "Start", "Close", and "Help".

圖 3-3 Tie Plane 自動搜尋平面參數設定

3-2-3 率定平差計算參數

- 一、計算模式(Calculation mode)：有兩種模式供選擇。一為最小二乘擬合(Least Squares Fit)，意義為使兩共軛平面間距離的平方和為最小；另一為強鈍法(Robust)，目的是使兩共軛平面間距離之絕對值最小。
- 二、門檻值(Tolerance)：若兩次迭代成果之差值小於此門檻，迭代即停止，完成本次迭代計算。
- 三、其他相關計算參數詳如表 3-1，軟體相關參數設定畫面如圖 3-4。

表 3-1 率定計算參數

項次	參數項目	計算參數
1	計算模式	Adjustment
2	計算時間	6 secs
3	計算模式	Least Square Fit
4	門檻值	0.0001000
5	Corresponding 總觀察量	100784 個共軛平面數

Units: m, deg

PARAMETERS

Adjustment:

Calculation mode: Least Square Fit

Tolerance: 0.000100

Manual Tie Objects:

Use Manual Tie Objects:



Search corresp. planes:

Search radius [m]: 1.000

Angular tolerance [deg]: 5.000

Max. normal dist. [m]: 1.000

Auto Tie Planes:

Use Auto Tie Planes:  

Corresponding planes: 100784

Weights:

Weight objects by range

4d

圖 3-4 率定平差解算操作相關運算參數設定畫面

3-2-4 率定解算步驟

- 一、勾選儀器 Boresight Angles 讓其得以調整。
- 二、由分析(Analysis)功能，分析前述作業所搜尋到之觀測數據，成果包括自由度、觀測量個數、航帶間距離之標準差等。
- 三、OBSERVATIONS 表示軟體所尋找出之共軛面及其高差，若高於三倍標準差，則被視為是錯誤觀測量(平面配對錯誤)，在之後的計算步驟中需考慮是否予以剔除。
- 四、檢視解算後誤差分布直方圖以及方向分布圖，如誤差分布為依常態分布鐘形曲線，則視為平差率定解算完成(圖 3-5)。

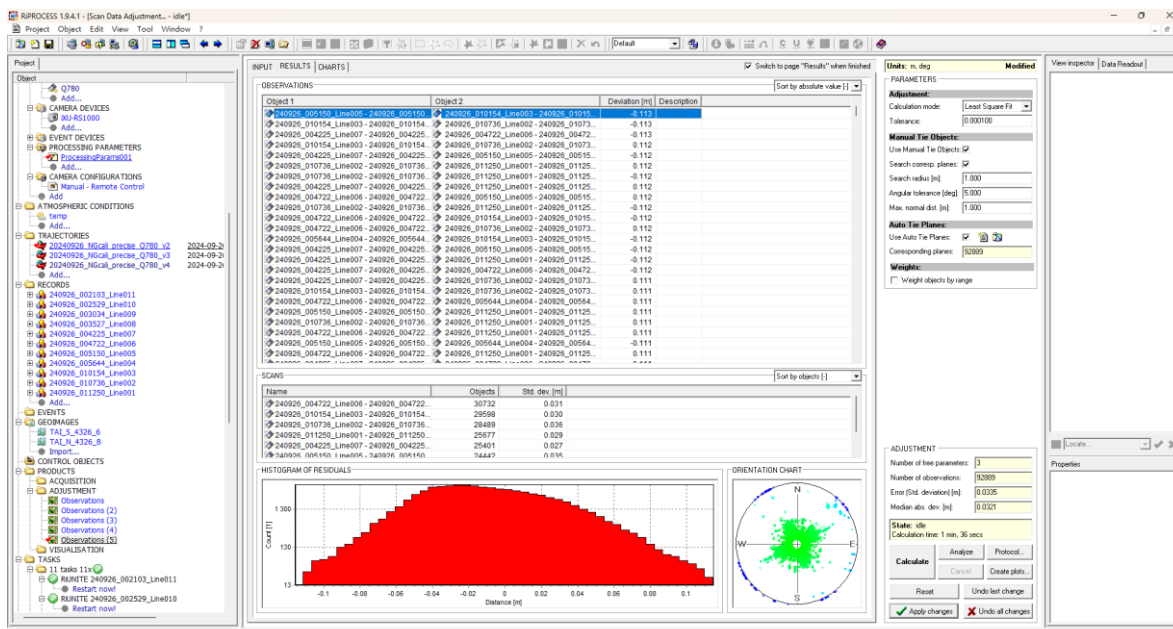
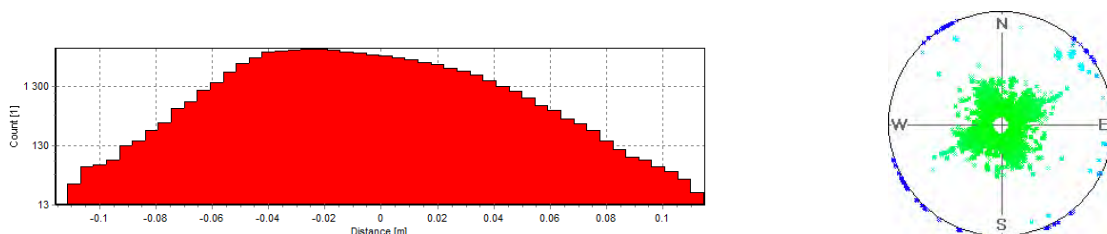


圖 3-5 Boresight Angles 解算作業畫面

3-3 率定解算成果

依據前述各項參數設定以及解算步驟，解算成果如圖 3-6 以及表 3-2。



(a) 共軛平面殘差值直方圖(縱軸為對數比例尺) (b) 共軛平面姿態分布圖

圖 3-6 率定成果精度分析圖

表 3-2 率定成果參數表

儀器	參數項目	率定場成果參數	備註
名稱：LMS-Q780 序號：2220651	Roll	-0.10282(deg)	率定解算結果
	Pitch	0.15787(deg)	
	Yaw	-0.48379(deg)	
	X	0.022(m)	以儀器規格計算
	Y	0.000(m)	
	Z	0.231(m)	

表 3-3 率定成果報告摘要

Calculation parameters	
Calculation mode:	Adjustment
Calculation time:	1 min, 36 secs
Calculation mode:	Least Square Fit
Tolerance:	0.000100
Use Manual Tie Objects:	True
Search corresp. planes:	True
Search radius [m]:	1.000
Angular tolerance [deg]:	5.000
Max. normal dist. [m]:	1.000
Observations active:	True
Observations count:	92889

Calculation results	
Number of free parameters:	3
Number of observations:	92889
Error (Std. deviation) [m]:	0.0335
Median abs. dev. [m]:	0.0321

Laser data							
Name	Roll [deg]	Pitch [deg]	Yaw [deg]	East [m]	North [m]	Height [m]	Time [s]
240926_004225_Line007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
240926_004722_Line006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
240926_005150_Line005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
240926_005644_Line004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
240926_010154_Line003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
240926_010736_Line002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
240926_011250_Line001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Laser devices						
Name	Roll [deg]	Pitch [deg]	Yaw [deg]	X [m]	Y [m]	Z [m]
Q780 (Q780, 2220651)	-0.10282	0.15787	-0.48379	0.022	0.000	0.231
- Confidence	0.000015	0.000032	0.000103	0.000000	0.000000	0.000000

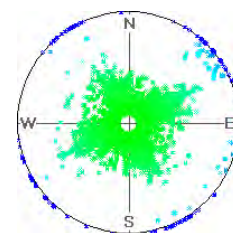
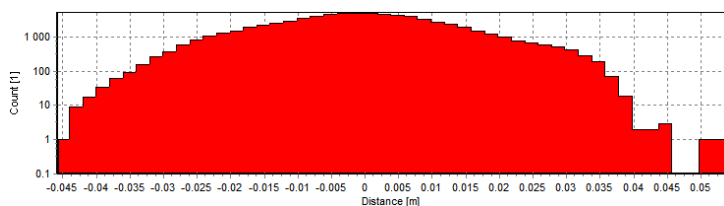
Navigation devices							
Name	Roll [deg]	Pitch [deg]	Yaw [deg]	East [m]	North [m]	Height [m]	Time [s]
INS-GPS 1 (Applanix POS AV/LV/MV, 21430071)	0.00000	0.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	17.9993
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

第四章 率定解算後平差成果

利用第三章率定解算結果(Boresight Angle)代入率定航線(航線 1~6)及確認航線(航線 7)後進行平差解算，確認率定解算成果得以將不同航高、不同方向之飛航掃瞄成果聯合解算平差。各航線解算結果如圖 4-1、圖 4-2 及圖 4-3。

Laser data							
Name	Roll [deg]	Pitch [deg]	Yaw [deg]	East [m]	North [m]	Height [m]	Time [s]
240926_004225_Line007	0.002	0.002	0.000	0.007	-0.009	-0.003	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000535	0.000933	0.000362	0.000000
240926_004722_Line006	-0.003	-0.002	-0.003	-0.013	0.002	0.019	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000778	0.000678	0.000376	0.000000
240926_005150_Line005	0.001	0.000	0.001	0.015	0.005	0.034	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000838	0.000929	0.000142	0.000000
240926_005644_Line004	-0.002	0.003	-0.005	0.002	0.024	0.009	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.001294	0.000931	0.000337	0.000000
240926_010154_Line003	0.001	-0.002	0.006	0.018	-0.010	0.028	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000612	0.000679	0.000191	0.000000
240926_010736_Line002	-0.002	0.002	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
240926_011250_Line001	0.002	-0.003	0.006	-0.007	-0.018	0.033	0.0000
- Confidence	0.000000	0.000000	0.000000	0.000564	0.001220	0.000323	0.000000

圖 4-1 套用率定成果後進行航帶平差解算成果



(a) 共軌平面殘差值直方圖(縱軸為對數比例尺)¹ (b) 共軌平面姿態分布圖

圖 4-2 平差結果精度分析圖

備註 1：此圖符合常態分佈，並沒有特偏向哪一邊。因為縱軸為對數比例尺(非線性)，所以超過 0.05 有 1 筆數值，導致那 1 個數值看起來會很大，而 0.045-0.05 因為沒數值像缺一角，但並非錯誤。

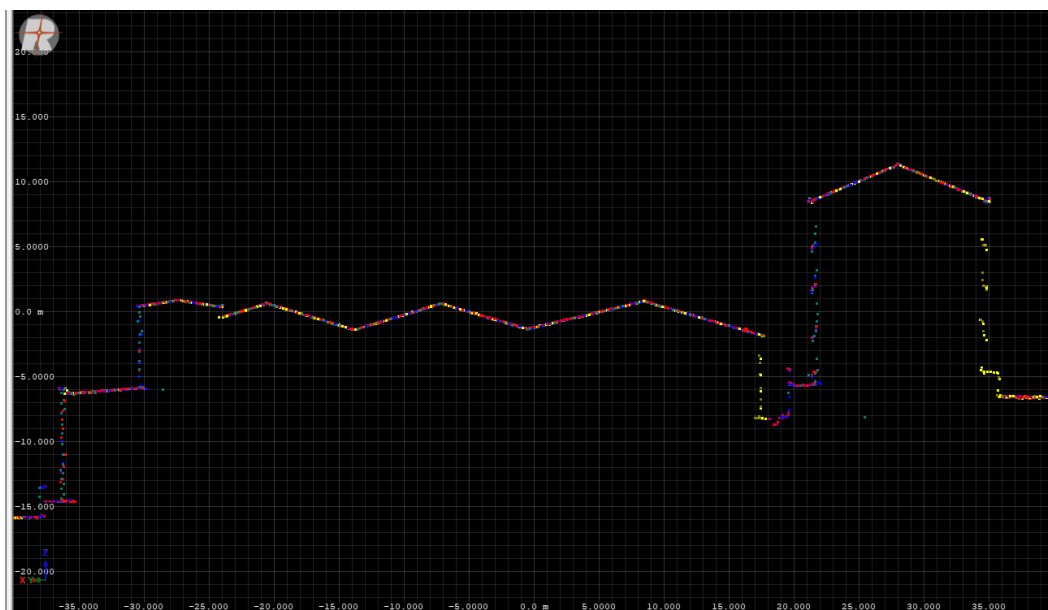


圖 4-3 航帶平差後航線剖面

4-1 地面實測高程檢核點

率定場範圍內設置五個高程檢核點(A089、A138、A174、A183、B124)，引用內政部國土測繪中心建置之 e-GNSS 即時動態衛星定位系統以 VBS-RTK 方式施測 TWD97[2020]坐標系統成果(橢球高)，解算後各檢核點分布如圖 4-4 所示，測量成果如表 4-1，各點位施測作業遠近照如圖 4-5。施測作業所使用之 GNSS 接收儀的 TAF 檢校資料詳見附錄二。

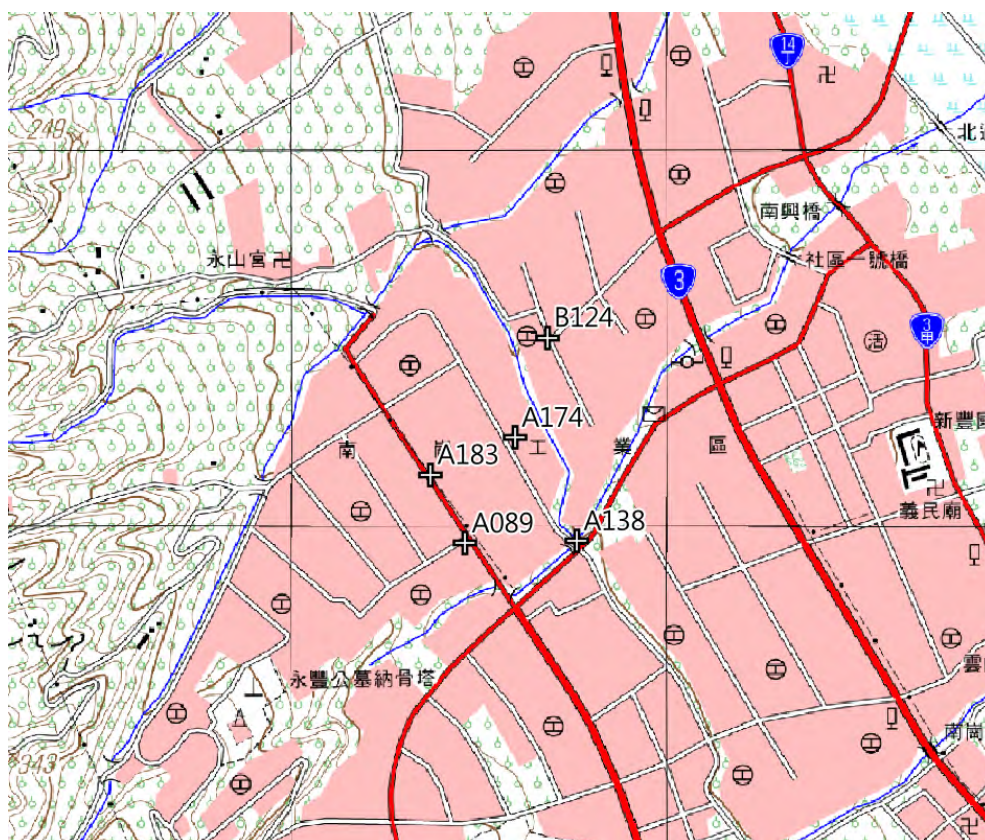


圖 4-4 南崗率定場地地面高程檢核點分布

表 4-1 率定場地地面高程檢核點坐標成果

點號	高程檢核點		
	E (m)	N (m)	Z (m)
A089	215462.480	2646951.831	194.768
A138	215761.008	2646958.011	172.318
A174	215595.580	2647233.980	180.541
A183	215370.722	2647134.494	201.103
B124	215681.979	2647501.030	161.748



圖 4-5 南崗率定場地地面高程檢核點施測作業照

4-2 率定飛航掃瞄成果檢核

檢核作業首先將平差過後之各航帶進行地面點分類，再針對地面點執行 TerraScan 模組之 Output control report 之功能比對輸出與控制點最近之光達測點，解算其與控制點之橢球高高程誤差。成果檢查後均符合本案精度規範要求(與地面實測高程坐標差值小於 10 公分)，高程檢核成果如表 4-2。

表 4-2 率定場點雲高程檢核成果(正規航線)

點號	高程控制點			點雲高程(m)	高程較差(m)
	E (m)	N (m)	Z (m)		
A089	215462.480	2646951.831	194.768	194.743	-0.025
A138	215761.008	2646958.011	172.318	172.321	0.003
A174	215595.580	2647233.980	180.541	180.533	-0.008
A183	215370.722	2647134.494	201.103	201.113	0.004
B124	215681.979	2647501.030	161.748	161.769	0.021

4-3 確認飛行掃瞄成果檢核

以相同率定參數代入確認飛行航線後，解算其與控制點之橢球高高程較差，成果同樣符合本案精度規範要求(與地面實測高程坐標差值小於 10 公分)，確認飛行航線高程檢核成果如表 4-2。

表 4-3 率定場點雲高程檢核成果(確認航線)

點號	高程控制點			點雲高程(m)	高程較差(m)
	E (m)	N (m)	Z (m)		
A089	215462.480	2646951.831	194.768	194.753	-0.015
A138	215761.008	2646958.011	172.318	172.303	-0.015
A174	215595.580	2647233.980	180.541	180.559	0.018
A183	215370.722	2647134.494	201.103	201.110	0.007
B124	215681.979	2647501.030	161.748	161.766	0.018

《附錄一》

Riegl 率定建議說明文件

Mounting and Internal Calibration of the RIEGL CP-LMS-Q780 Airborne Laser Scanner

The airborne laser scanners RIEGL LMS-Qxxx are designed and manufactured for highly accurate long range laser scanning. Aside from the range measurement performance, the high accuracy is based also on the long-term stability of the scanning mechanism and the laser beam direction, also referred to as the internal orientation of the laser scanner. On the basis of this internal orientation the coordinates of a target point are derived from the raw coordinates (range value, scan angle). The internal orientation is precisely determined for every individual instrument. The data are stored in the internal memory before delivery and are subsequently applied during data processing.

Depending on the mounting situation of the laser scanner in the measurement system (e.g., number of mounting points, flatness and material of mounting plate) the internal calibration might change with respect to the factory values.

Therefore, RIEGL strongly recommends re-determining the internal calibration of the CP-LMS-Q780 after first mounting of the instrument to the airborne platform.

Calibration Area and Flight Requirements

- the scanned terrain has to provide a sufficient amount of planar surfaces (e.g. sub urban areas with roofs aligned to various directions)
- all flight lines need to have a large overlap (>60%) with neighboring flight lines
- flight direction of neighboring flight lines has to be in opposite directions (reciprocal headings)

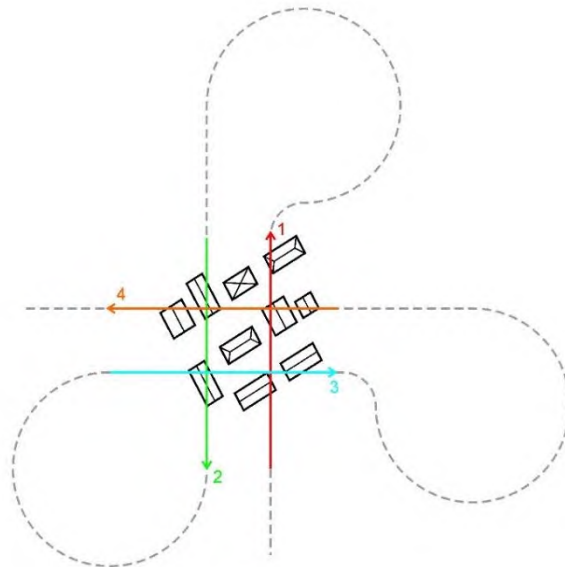


Figure 1: Illustration of the principle layout of a calibration flight.

《附錄二》
GNSS 衛星定位儀
檢校報告

校 正 報 告



Calibration Laboratory
0561

報告編號：BG112225008

發行日期：112.03.02

儀器名稱：衛星定位儀

廠牌型號：STONEX S9II

儀器序號：S920312120257RL AL

送校單位：自強工程顧問有限公司

地 址：新北市中和區新民街 112 號 5 樓

上述儀器經本實驗室校正，結果如內文。

本報告含內文共 6 頁，分離使用無效。



徐皓威

實驗室主管

徐皓威

報告簽署人

名家股份有限公司長度校正實驗室

校正報告使用說明

1. 本實驗室執行校正所產生的校正結果詳列於本報告內，本報告之校正結果僅對報告內提及之送校件有效。
2. 本報告內的數值是在本實驗室環境下執行校正所得的結果。爾後送校單位量測儀器之準確度，則依使用時之小心程度及使用頻率而定。
3. 送校單位須整份使用本報告，不得任意摘錄。
4. 為確保送校單位量測儀器之準確度，請依校正週期，按時送校。

名家股份有限公司長度校正實驗室

新北市新店區寶橋路 235 巷 6 弄 4 號 8 樓

名家股份有限公司長度校正實驗室

新北市新店區寶橋路 235 巷 6 弄 4 號 8 樓

儀器名稱：衛星定位儀

廠牌型號：STONEX S9II

報告編號：BG112225008

儀器序號：S920312120257RL AL

收件日期：112.02.23

環境溫度：19.6 °C

校正日期：112.02.23-112.02.24

相對溼度：87.3 %

作業地點：超短基線校正場

大氣壓力：1009.1 hpa

§ 校正結果與說明

一、校正結果：

1. 超短距離靜態相對定位

基點 CSR4 相對 CSRF 坐標差分量	參考坐標分量(m) (1)	待校件坐標分量(m) (2)	器差(mm) (2)-(1)	擴充不確定度 (mm)
△N	1.7416	1.7429	1.3	6.8
△E	2.4278	2.4265	-1.3	6.8
△H	-0.0102	-0.0130	-2.8	6.8

2. 中距離靜態相對定位

基點 CSR4 相對 TWTF 坐標差分量	參考坐標分量(m) (1)	待校件坐標分量(m) (2)	器差(mm) (2)-(1)	擴充不確定度 (mm)
△N	3098.3663	3098.3693	3	47
△E	39154.1456	39154.1516	6	47
△H	-125.2842	-125.2687	16	47

- 註：1. 天線方向指標朝北，觀測時間為 112 年 02 月 23 日 5:00~ 112 年 02 月 24 日 05:00。
2. 本衛星定位儀規格水平 $2.5 \text{ mm} + 0.5 \times 10^{-6} \times D$ ，垂直 $5 \text{ mm} + 0.5 \times 10^{-6} \times D$ ，D 為距離。
3. 在 95%信心區間，一般器差建議應在 $\pm[(2 \text{ 倍儀器規格})^2 + (\text{擴充不確定度})^2]^{1/2}$ 區間。
4. 在超短基線校正場(如圖一所示)基點 CSR4 整置待校件 STONEX S9II 衛星定位儀(S/N: S920312120257RL AL)及 STONEX S9II 天線(S/N: S920312120257RL AL)。
5. 超短距離基線長度約 3-4 公尺，中距離基線長度約 40 公里。
6. 因量測結果(器差)之位數須與擴充不確定度位數一致，故中距離靜態相對定位之器差結果修正至整數。

名家股份有限公司長度校正實驗室

新北市新店區寶橋路 235 巷 6 弄 4 號 8 樓

報告編號：BG112225008

二、校正說明：

1.校正日期與地點

本校正作業係於民國 112 年 02 月 23-24 日於超短基線校正場執行如圖 1。

2.校正方法

2.1 本衛星定位儀校正係依據名家股份有限公司長度校正實驗室"衛星定位儀校正作業程序"[1]執行所得之結果。

2.2 本校正參考坐標，係利用高精度衛星定位儀配合環型(Choke Ring)天線，整置在各校正基點上，每 15 秒記錄一筆資料，同步接收仰角 15 度以上的 GPS 衛星訊號，實施長時間(24 小時)靜態測量。經研究軟體 Bernese[3]進行後級處理，求得各校正基點之參考坐標。

2.3 超短距離靜態相對定位，待校件坐標係固定站 CSRF，採用 Bernese 研究軟體進行基線解算求得。有關參數設定說明如下：

2.3.1 座標系統：ITRF2000

2.3.2 求解頻率：L1&L2

2.3.3 整數週波未定值求解法：QIF

2.3.4 對流層改正：Saastamoinen

2.3.5 軌道型式：IGS 精密星曆或快速星曆

2.4 中距離靜態相對定位，待校件坐標係以固定站 TWTF 為主站，採用 Bernese[3] 研究軟體進行基線解算求得。有關參數設定說明如下：

2.4.1 座標系統：ITRF2000

2.4.2 求解頻率：L3

2.4.3 整數週波未定值求解法：QIF

2.4.4 對流層改正：Saastamoinen

2.4.5 軌道型式：IGS 精密星曆或快速星曆

3.校正用標準件

標準件	序號	追溯機構 (N0688)	追溯編號	有效期限
RS500	80179	國家度量衡標準實驗室	D220074A	113.04.20
RS500	80226	國家度量衡標準實驗室	D220075A	113.04.20
RS500	80176	國家度量衡標準實驗室	D220444A	113.08.26

名家股份有限公司長度校正實驗室

新北市新店區寶橋路 235 巷 6 弄 4 號 8 樓

報告編號：BG112225008

4. 擴充不確定度

4.1 本校正系統依據衛星定位儀長度校正系統評估報告[2]進行評估。

4.2 本校正報告中之擴充不確定度係組合標準不確定度與涵蓋因子 ($k=2.79$) 之乘積，相對應約 95% 之信賴水準。



圖 1 超短基線校正場平面示意圖

三、參考資料：

- [1] "衛星定位儀長度校正作業程序"，CS-92-ICT-G-05，五版，名家股份有限公司長度校正實驗室，民國 100 年。
- [2] "衛星定位儀長度校正系統評估報告"，CS-92-MSVP-G-09，九版，名家股份有限公司長度校正實驗室，民國 106 年。

名家股份有限公司長度校正實驗室

新北市新店區寶橋路 235 巷 6 弄 4 號 8 樓

報告編號：BG112225008

- [3] Bernese 研究軟體應用及基線解算精度研究，07-3-90-0073，工業技術研究院量測技術發展中心，民國 90 年
- [4] Geometric Geocentric Accuracy Standards and Specifications for Using GPS Relative Positioning Techniques, Version 5.0, FGCC, 1988.

四.校正數據

衛星定位儀靜態相對定位校正紀錄表			
待校件名稱		衛星定位儀	
衛星定位儀廠牌/型號/序號		STONEX / S9II / S920312120257RL AL	
衛星天線盤廠牌/型號/序號		STONEX / S9II / S920312120257RL AL	
衛星資料取樣間隔：15 秒		衛星資料接收仰角：15 度	
環境溫度：19.6 °C	相對濕度：87.3 %	大氣壓力：1009.1 hpa	
校正基點：CSR4		天線高：0.025 公尺	
開始觀測時間	112/02/23 05:00	結束觀測時間	112/02/24 05:00

《附錄三》

Riegl LMS-Q780

原廠檢校證明

Laser Classification

Model	LMS-Q780
Serial number	2220651
Date of test	29.08.2022
Tested by	WK

The classification is carried out according to the Standard EN60825-1:2007, "Safety of laser products - Part 1: Equipment classification, requirements", equivalent to IEC 60825-1:2007.

The standard outlines conditions for the tests to be performed (Section 9.2, "Measurement of laser radiation").

The diameters of the measurement apertures and measurement distances to be used for classification measurements are outlined in Table 11.

For scanned systems the standard states (9.3.1):

"For power and energy measurement of scanned laser radiation, condition 3 shall be used". The measurement apertures and distances for condition 3 are specified in table 11.

Table 11 states for the wavelength range 400 nm to 1400 nm an aperture of 50 mm for the stationary case and aperture of 7 mm for scanned laser radiation.

The time base is 100 sec (8.3.e.2).

Scanning laser radiation is defined in the standard (compare 3.76) as: *"Laser radiation having a time-varying direction, origin or pattern of propagation with respect to a stationary frame of reference."*


Parameters	
Wavelength	1064 nm
Pulse width	3,0 ns
Transmit Aperture	7 mm
Beam divergence (horizontal)	0,25 mrad
Time base	100 sec
Pulse repetition rate	400000 Hz
Minimum angular increment	0,012°
Measured mean power (within 50 mm aperture)	9240 mW
Measured mean power (within 7 mm aperture, scanned operation)	336 mW
Calculated pulse energy in 50 mm	23,1 µJ

Scanned Mode			
Class 1			
AEL 7 mm		exceeded	199786%
Class 3R			
AEL 7 mm		exceeded	38766%
Class 3B			
AEL 7 mm		fulfilled	18%
Consequently, the LMS-Q780 operated in scanning mode has to be classified as according to IEC 60825-1:2007.			CLASS 3B

Conclusion	
<p>The LMS-Q780 can only be operated in the scanned mode. In the case the scanner motor stops, the laser is switched off instantaneously. Therefore, the LMS-Q780 has to be classified as</p>	
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> CLASS 3B </div>	

Model: LMS-Q780


Serial No: 222065A
 first delivery
 service/repair
Measurement Range:

 ①  bright sunlight

 ②  sunlight

 ③  overcast

 ④  dusk

 ⑤  night

⑥ hazy

Target	Pulse Repetition Rate PRR [kHz]	Max. Attenuation factor	Calculated max. distance without attenuation for a Laser Power Level of 100% @ 20% target [m] ¹⁾	OK
Target: $\rho \geq 80\%$, target distance: ≥ 4000 m	100 kHz	/	4110	<input checked="" type="checkbox"/>
	200 kHz	/	3540	<input checked="" type="checkbox"/>
	300 kHz	/	3070	<input checked="" type="checkbox"/>
	400 kHz	F3,8	2750	<input checked="" type="checkbox"/>

1) Taking into account the atmospheric attenuation for visibility 23 km.

Measurement Accuracy:

Target	Laser-Mode ²⁾	Nominal Value	Measured Value	Spec. Accuracy	OK
Target plate $\rho \geq 80\%$	1	129,259m	129.262m	+/- 20 mm	<input checked="" type="checkbox"/>
Target plate $\rho \geq 80\%$	2	129,259m	129.257m		<input checked="" type="checkbox"/>
Target plate $\rho \geq 80\%$	3	129,259m	129.262m		<input checked="" type="checkbox"/>
Target plate $\rho \geq 80\%$	4	129,259m	129.257m		<input checked="" type="checkbox"/>
Target plate $\rho \geq 80\%$	5	129,259m	129.255m		<input checked="" type="checkbox"/>
Reflective sheeting $\rho \geq 100\%$	1	<input type="checkbox"/> 1847,793m <input type="checkbox"/> 1848,263m	/		<input type="checkbox"/>

2) Using optical attenuators to maintain an amplitude of 50 to 180.

Beam divergence:

Specified beam divergence ($1/e^2$), full angle	Measured beam divergence ($1/e^2$), full angle	OK
≤ 0.25 mrad	$\leq 0,25$ mrad	<input checked="" type="checkbox"/>

Scanning rate:

Specified scanning rate	SCN_THETA_D setting	Measured scanning rate	OK
Min. 13.3 scans / sec	120 (@100kHzPRR)	~ 13	<input checked="" type="checkbox"/>
Max. 200 scans / sec	1800 (@100kHzPRR)	~ 200	<input checked="" type="checkbox"/>

Temperature test:

Specified operating temperature range	Tested operating temperature range	OK
-5 °C up to + 40°C	-5°C \rightarrow 40°C	<input checked="" type="checkbox"/>

Test Certificate

Interfaces:

- | | |
|----------------------------------|--|
| - Ethernet TCP/IP interface | tested <input checked="" type="checkbox"/> |
| - Serial RS232 interface | <input checked="" type="checkbox"/> |
| - High Speed serial data link | <input checked="" type="checkbox"/> |
| - GPS Serial Interface and 1 PPS | <input checked="" type="checkbox"/> |
| - Laser Safety Box | <input checked="" type="checkbox"/> |

Power Supply: 22°C, after 10min. warm up

Operating Voltage [V]	Current consumption [A], Laser on, Scanner on @ 200 Hz scanning rate
18 V	8.4
24 V	6.1
28 V	5.3
32 V	4.6

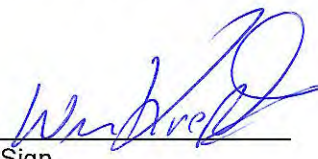
Fuses	Rating	OK
Electronics	1,25 A F	<input checked="" type="checkbox"/>
Scanner	10 A F	<input checked="" type="checkbox"/>
Laser	8 A F	<input checked="" type="checkbox"/>


Laser safety and classification:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Parameters of laser beam measured | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Laser classification protocol | <input checked="" type="checkbox"/> |

Instrument labelling:

- | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|------------|-------------------------------------|---------------|-------------------------------------|---|-----------|--|---------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Laser warning labels</td> <td style="text-align: center;">attached <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Type plate</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Company logos</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table> | Laser warning labels | attached <input checked="" type="checkbox"/> | Type plate | <input checked="" type="checkbox"/> | Company logos | <input checked="" type="checkbox"/> | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">CE symbol</td> <td style="text-align: center;">attached <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Serial number</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Manufacturing Date</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table> | CE symbol | attached <input checked="" type="checkbox"/> | Serial number | <input checked="" type="checkbox"/> | Manufacturing Date | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Laser warning labels | attached <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |
| Type plate | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |
| Company logos | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |
| CE symbol | attached <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |
| Serial number | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |
| Manufacturing Date | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |

Tests performed: 30.08.22 
Date, Sign

Product Released: 5.9.2022 
Date, Sign

《附錄四》

內政部國土測繪中心

校正報告

校正報告

校正項目：空載光達

報告日期：112年03月23日

報告編號：I202212210101



儀器名稱：空載光達

廠牌型號：RIEGL/Q780

儀器序號：2220651

送校單位：自強工程顧問有限公司

地址：新北市中和區新民街112號5樓

上述儀器經本實驗室校正，結果如內文。

本報告含封面及6頁內文，分離使用無效。



許展祥

報告簽署人



內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室

臺中市南屯區黎明路2段497號4樓

校正報告使用說明

- 1.內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室（以下簡稱本實驗室）執行空載光達校正作業（以下簡稱本校正作業）所產生的校正結果詳列於本報告內，僅對本校正件負責。
- 2.本報告內的數值是本實驗室環境下執行校正所得的結果。爾後使用該校正件時，儀器之準確度則依使用時之環境狀況與使用頻率而定。
- 3.未得到本實驗室同意，本報告不得節錄或部分複製，但全部複製除外。
- 4.為確保校正件之準確度，請依送校單位訂定之校正週期，按時送校。

內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室

臺中市南屯區黎明路2段497號4樓

報告編號：I202212210101

校正項目：空載光達

廠牌：RIEGL

型號：Q780

序號：2220651

收件日期：112年03月23日

校正(掃描)日期：112年03月07日

作業地點：空載光達校正場

參考值作業年度編號：11201L

參考值發布日期：112年01月30日

校正結果與說明

一、校正結果：

1. 平面方向幾何校正

序號	校正物編號	橫坐標器差(mm) $E_m - E_r$	縱坐標器差(mm) $N_m - N_r$	平面方向器差(mm) $\Delta S = ((E_m - E_r)^2 + (N_m - N_r)^2)^{0.5}$	平面方向擴充不確定度(mm)
1	R03	300	30	300	130
2	R04	250	-20	250	130

平面方向器差平均值：390 mm

※橫坐標器差及縱坐標器差之成果，係配合擴充不確定度有效位數修整顯示；平面方向器差係由非修整位數前之橫坐標器差及縱坐標器差計算而得，倘逕由表中成果計算將存有進位誤差。

2. 高程方向幾何校正

序號	校正物編號	高程方向器差(mm) $h_m - h_r$	高程方向擴充不確定度(mm)
1	R03	-62	40
2	R04	-76	40

高程方向器差均方根值：69 mm

3. 符合性聲明

3.1 本報告以內政部國土測繪中心「空載光達測製數值地形模型作業說明」(109年11月版)之內容為判斷標準。

3.2 本符合性聲明採用之決定規則係使用內政部國土測繪中心「空載光達測製數值地形模型作業說明」(109年11月版)進行判定。

3.3 符合性判斷結果

	器差均方根值(mm)	規範標準(mm)	判斷結果
平面方向	390	500	通過
高程方向	69	350	通過

內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室

臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓

報告編號：I202212210101

註 1：空載光達資訊

雷射掃描儀			
測距精度	20 mm	掃描角解析度	3.6 “
掃描發散角	51 “		
衛星定位系統 GNSS			
廠牌\型號\序號	Antcom \ G5Ant-42AT1-A \ 883541		
平面定位精度	50 mm	高程定位精度	100 mm
慣性測量元件 IMU			
廠牌\型號\序號	IGI \ IMU-IIe \ 09-0120		
ω 方向定向精度	14.4 “	φ 方向定向精度	14.4 “
κ 方向定向精度	36 “	姿態角解析度	0.38 “

註 2：飛航掃描參數

飛航橢球高	1000 m	飛航離地高 AGL	805 m
航帶總數量	4 條	最大掃描角 FOV	60 °
單航帶平均點雲密度	5.6 點/m ²		

內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室

臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓

報告編號：I202212210101

二、校正說明：

1. 校正日期與地點

本校正作業係於 112 年 03 月 07 日執行飛航掃描。本實驗室設置之空載光達校正場位於南投縣南崗工業區（南投縣南投市南崗三路 21 號），校正場內設置矩形平屋頂（以下稱校正物），位置及分布如下圖。



空載光達校正場範圍及校正物分布

2. 校正方法

2.1 本校正係依據本實驗室「空載光達校正作業程序」實施。

2.2 校正場之校正物坐標參考值，係利用電子測距經緯儀與衛星定位測量技術求得，計算流程如下：

2.2.1 使用納為工作標準件之衛星定位儀觀測 5 個網形控制點，採衛星訊號記錄間隔為 5 秒用之設定辦理同步觀測，每天不間斷觀測應達 3 小時，共觀測 3 天。以 MX57 投影坐標（ $E = 215272.362 \text{ m}$ ， $N = 2647269.617 \text{ m}$ ， $h = 201.201 \text{ m}$ ）為坐標起算點，計算 4 個網形控制點投影坐標，作為網形坐標成果計算依據。

2.2.2 使用多組工作標準件衛星定位儀，連續且同步觀測控制點，每個時段連續觀測應達 60 分，衛星訊號資料記錄間格為 5 秒，觀測衛星顆數應大於 4，PDOP 值需在 6 以下。測量規劃使基線向量形成閉合的幾何圖形，以增加成果的可靠度和精度。

內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室

臺中市南屯區黎明路2段497號4樓

報告編號：I202212210101

2.2.3 採用衛星定位測量資料處理軟體計算各時段基線 (Baseline) 成果，另採用本中心衛星測量基線網形平差系統軟體工具，以自由網 (最小約制) 平差技術進行網形初步平差，並辦理基線成果品質分析，包括基線重複性分析、觀測數據偵錯、離群值數據剔除及觀測網形閉合差分析等處理。以強制附合平差技術計算基準點的投影坐標。

2.2.4 使用納為工作標準件之電子測距經緯儀進行測量，並採光線法計算觀測數據以獲得校正物4個角點之三維坐標，以各校正物4角點坐標計算算術平均坐標值，即為該校正物坐標參考值 (E_r, N_r, h_r)

$$E_r = \frac{\sum_{i=1}^4 E_{r,i}}{4} \quad N_r = \frac{\sum_{i=1}^4 N_{r,i}}{4} \quad h_r = \frac{\sum_{i=1}^4 h_{r,i}}{4}$$

2.3 顧客依協議以校正件於校正場執行校正飛航掃描。本實驗室依據顧客提供校正件掃描所得之點雲成果及其他相關資料，執行空載光達校正分析。

2.4 空載光達取得校正物量測值之作業流程如下：

2.4.1 利用強度影像顯示模式，初步篩選包含並略大於校正物範圍之點雲。倘掃描成果分布明顯與前開校正物範圍不符，且經判斷可用校正物數量少於1/2無法繼續作業者，則通知顧客重新辦理空載光達掃描作業或予以退件。

2.4.2 以人工方式篩選落於校正物屋頂面之點雲，將篩選所得之點雲成果輸出為三維坐標值成果，計算前開三維坐標值之算術平均坐標值作為校正物坐標量測值 (E_m, N_m, h_m)。

$$E_m = \frac{\sum_{i=1}^n E_{m,i}}{n} \quad N_m = \frac{\sum_{i=1}^n N_{m,i}}{n} \quad h_m = \frac{\sum_{i=1}^n h_{m,i}}{n}$$

2.5 將電子測距經緯儀所測定之校正物參考值，與空載光達掃描校正物所得量測值，計2組，進行器差計算，器差值計算方程式如下：

$$\begin{bmatrix} \Delta E \\ \Delta N \\ \Delta h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_m \\ N_m \\ h_m \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} E_r \\ N_r \\ h_r \end{bmatrix}$$

ΔE ：平面橫軸方向器差。 ΔN ：平面縱軸方向器差。 Δh ：高程方向器差。

E_m, N_m, h_m ：校正物坐標量測值。 E_r, N_r, h_r ：校正物坐標參考值。

3.校正用工作標準件

工作標準件	廠牌/型號/序號	校正報告編號	最近校正日期	校正週期	校正單位
1	Leica/GR50/1832 190	D210593A	110/11/23	3年	國家度量衡標準實驗室 (N0668)
2	Leica/GR50/1832 197	D200618A	109/12/16	3年	國家度量衡標準實驗室 (N0688)

內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室

臺中市南屯區黎明路2段497號4樓

報告編號：I202212210101

工作標準件	廠牌/型號/序號	校正報告編號	最近校正日期	校正週期	校正單位
3	Leica/GR50/1832 208	D200619A	109/12/16	3年	國家度量衡標準實驗室 (N0688)
4	Leica/GR50/1832 209	D210592A	110/11/23	3年	國家度量衡標準實驗室 (N0688)
5	TOPCON/NET-G 3A/61800316	D200549A	109/10/23	3年	國家度量衡標準實驗室 (N0688)
6	Trimble/NetR9/52 15K84225	D202110040109	110/11/12	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)
7	Trimble/R8S/594 7R00952	D202005080304	109/06/12	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)
8	Trimble/R8S/594 7R00951	D202206160202	111/07/11	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)
9	Trimble/R8S/590 5R91276	D202211180101	111/12/14	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)
10	Trimble/R8S/590 5R91257	D202206160201	111/07/11	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)
11	TOPCON/GR-3/4 421748	D202201220103	111/03/02	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)
12	TOPCON/GR-3/4 421740	D202101180104	110/03/05	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)
13	Trimble/NetR9/52 18K84844	D202110040107	110/11/11	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)
14	Trimble/NetR9/53 03K57599	D202110040106	110/11/11	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)
15	Leica/TS02/1313 674	A202201240202	111/02/09	3年	內政部國土測繪中心測 量儀器校正實驗室 (2218)

4.擴充不確定度

4.1 本校正系統依據本實驗室「空載光達校正系統評估」進行評估。

4.2 本校正報告中之擴充不確定度，係組合標準不確定度與涵蓋因子（平面坐標方向 $k=1.97$ ，高程方向 $k=1.96$ ）之乘積，相對應約為 95% 之信賴水準。

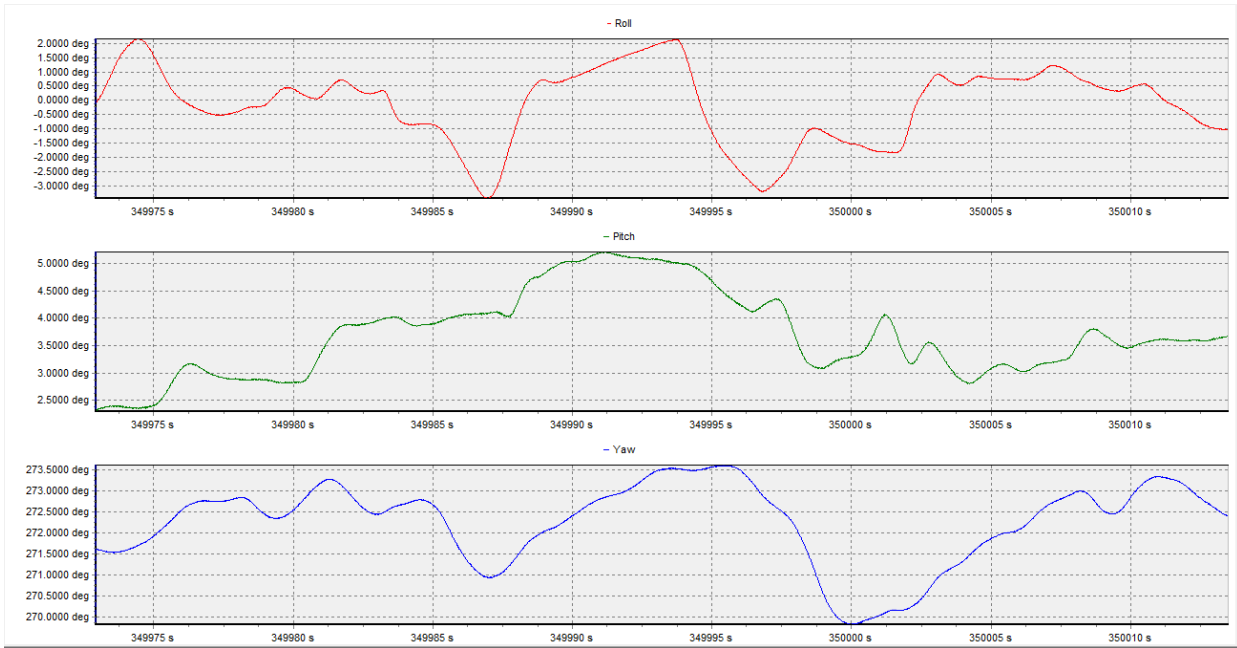
三、參考資料

1. 「空載光達校正作業程序」，SICL-3-05-0，3.3 版，內政部國土測繪中心，民國 111 年。
2. 「空載光達校正系統評估」，SICL-3-05-1，3.1 版，內政部國土測繪中心，民國 110 年。

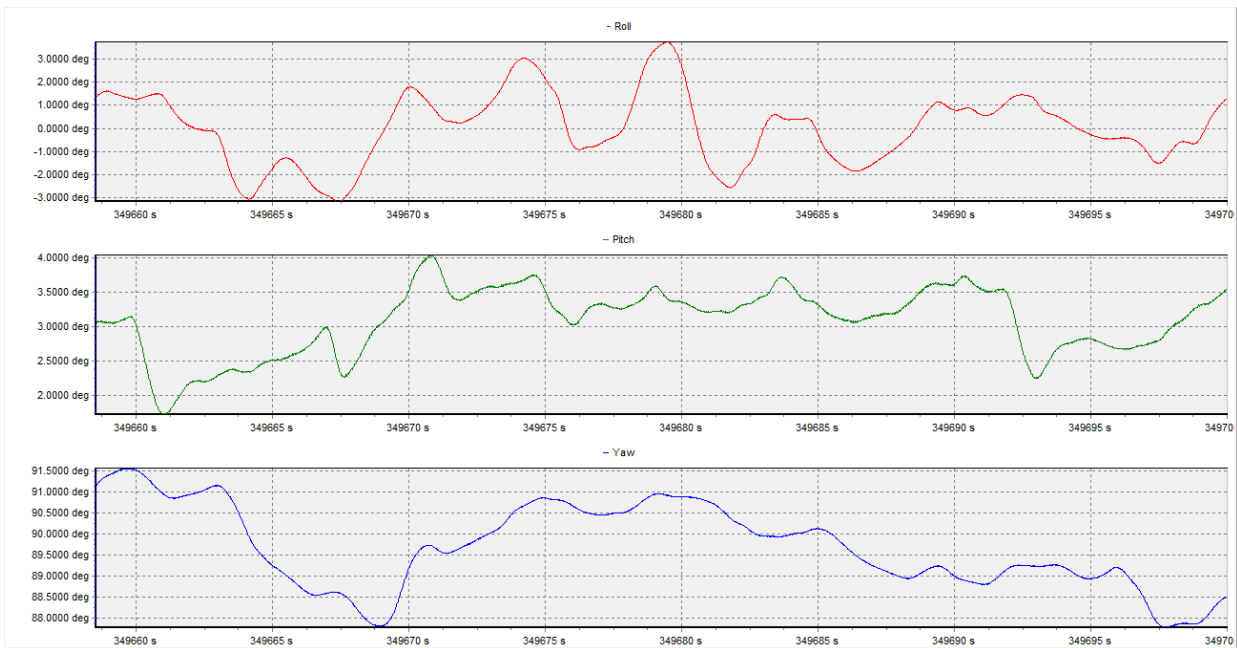
《附錄五》

飛航掃瞄姿態資訊圖

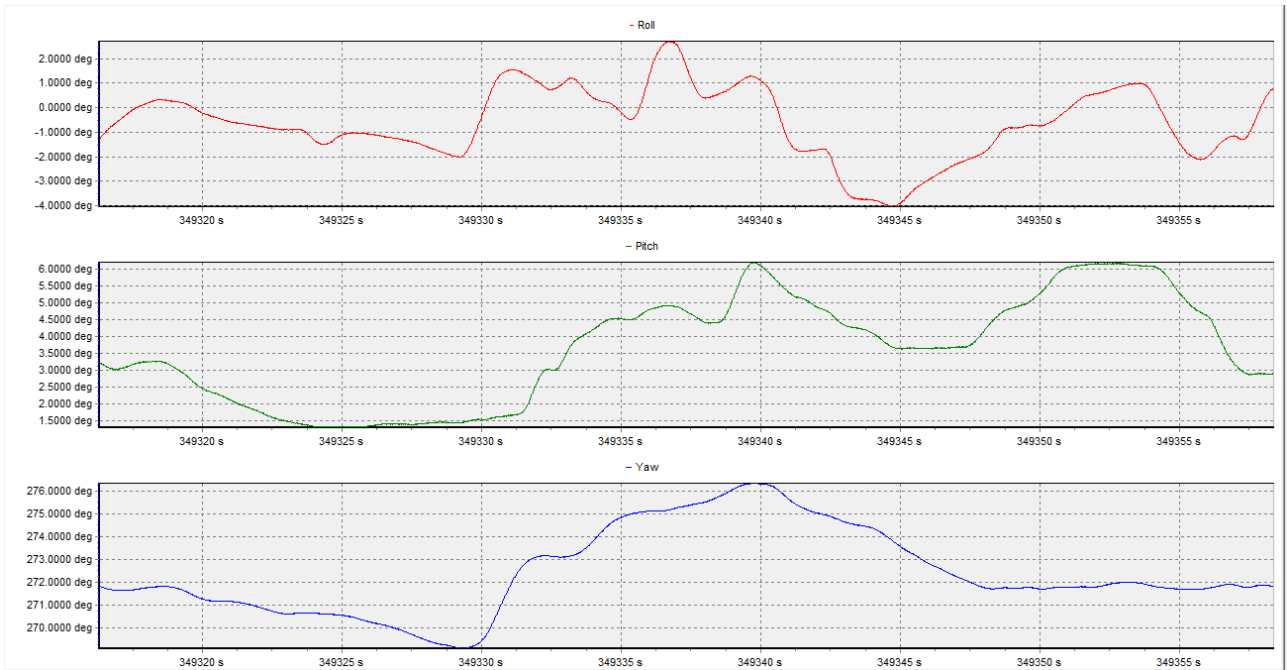
line001



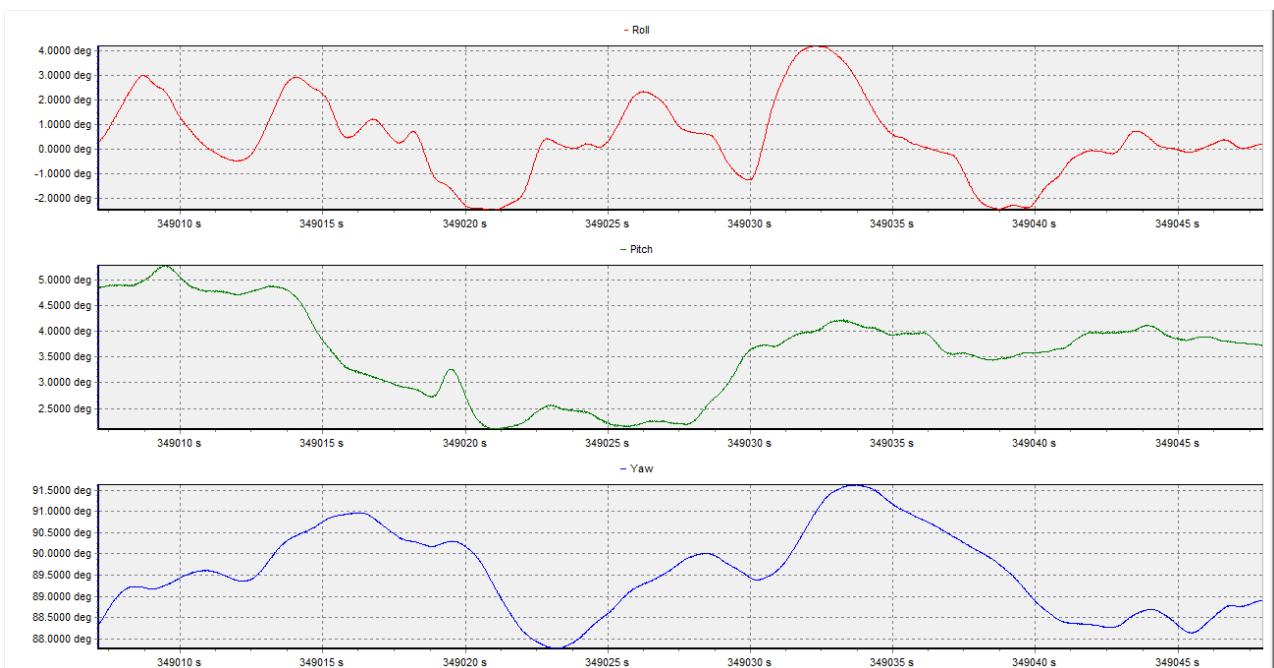
line002



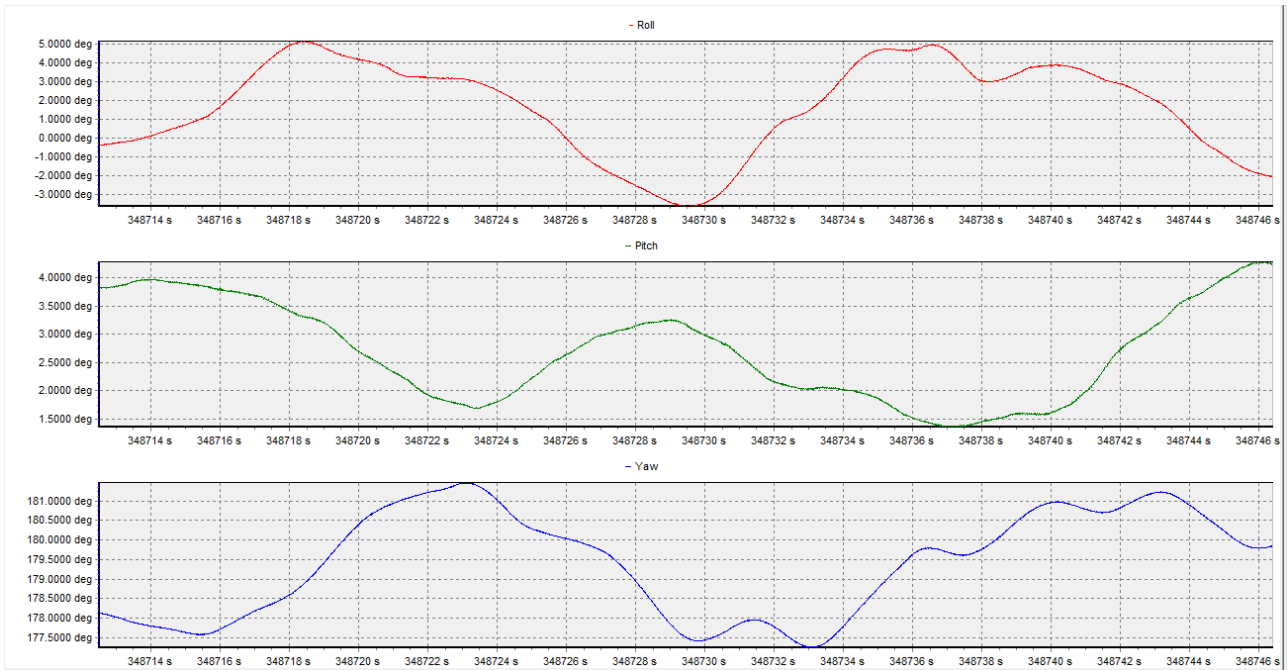
line003



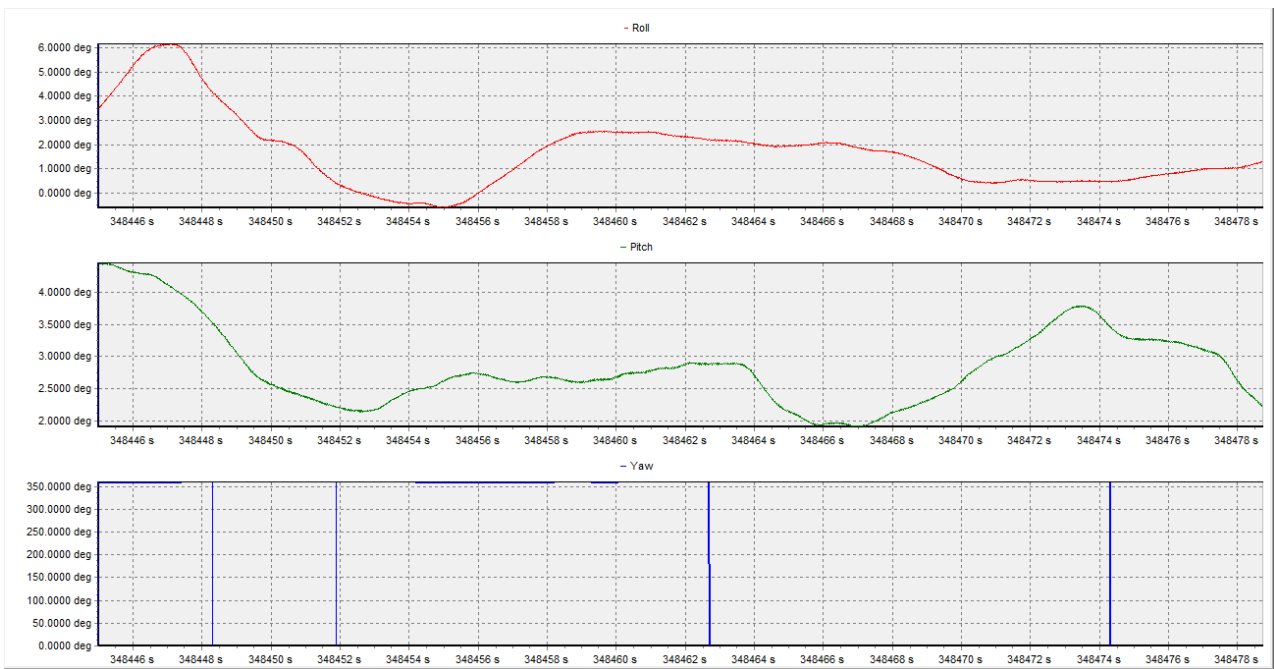
line004



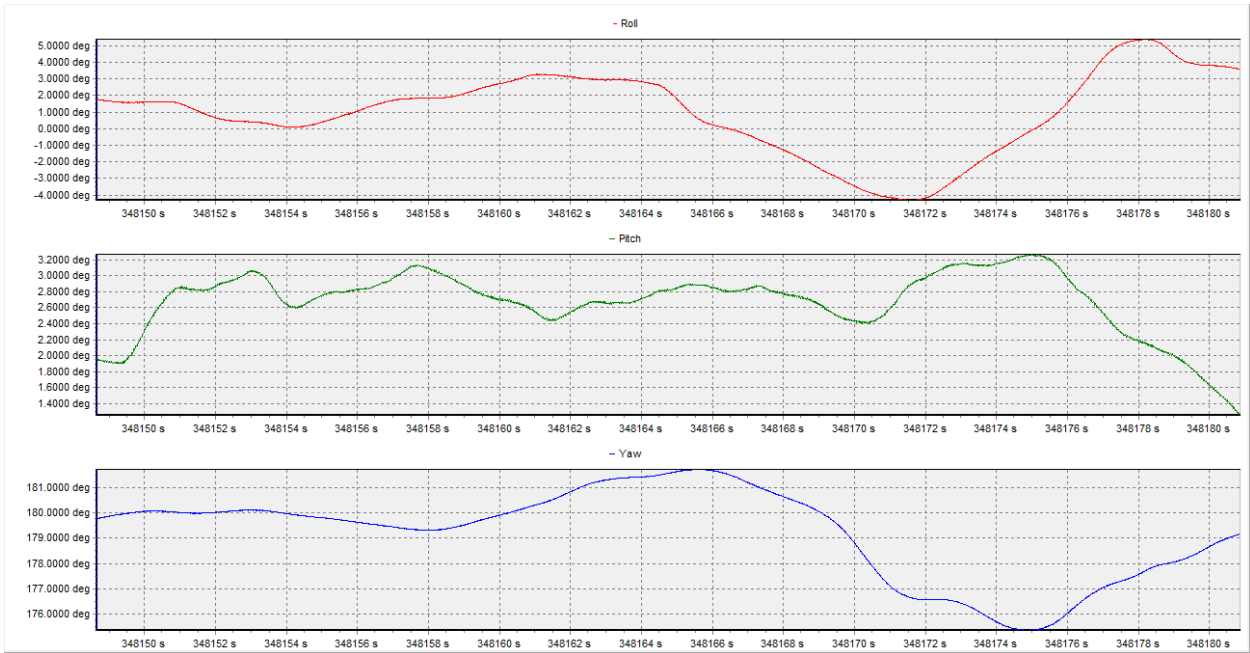
line005



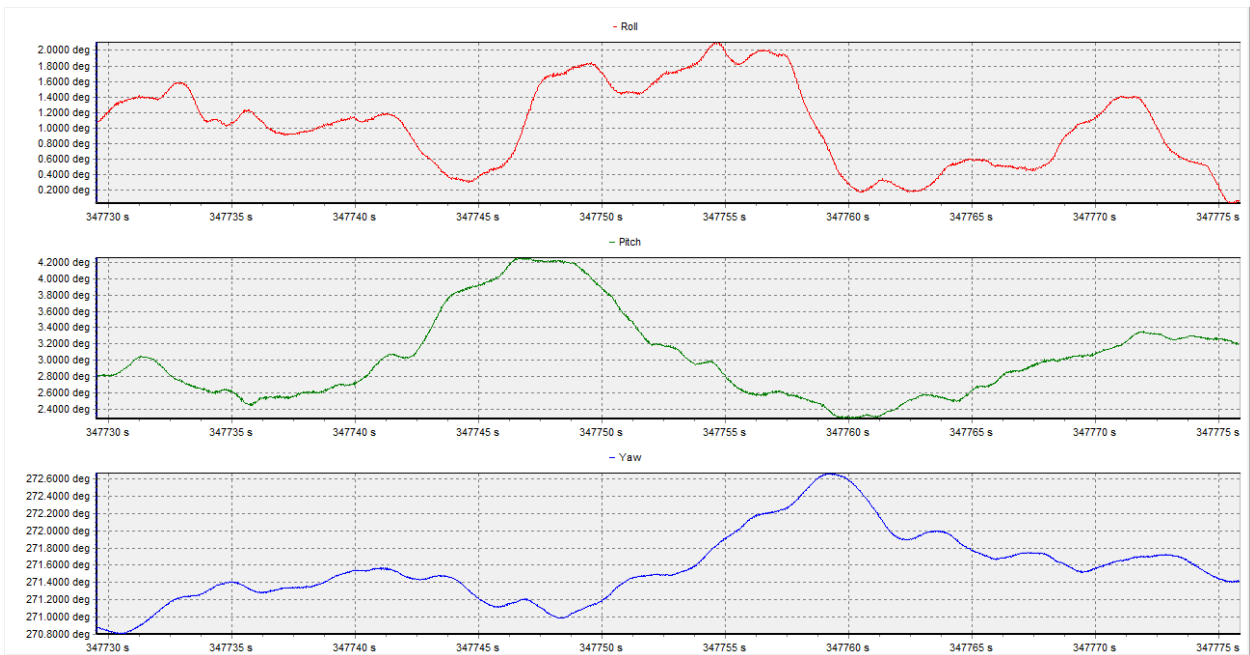
line006



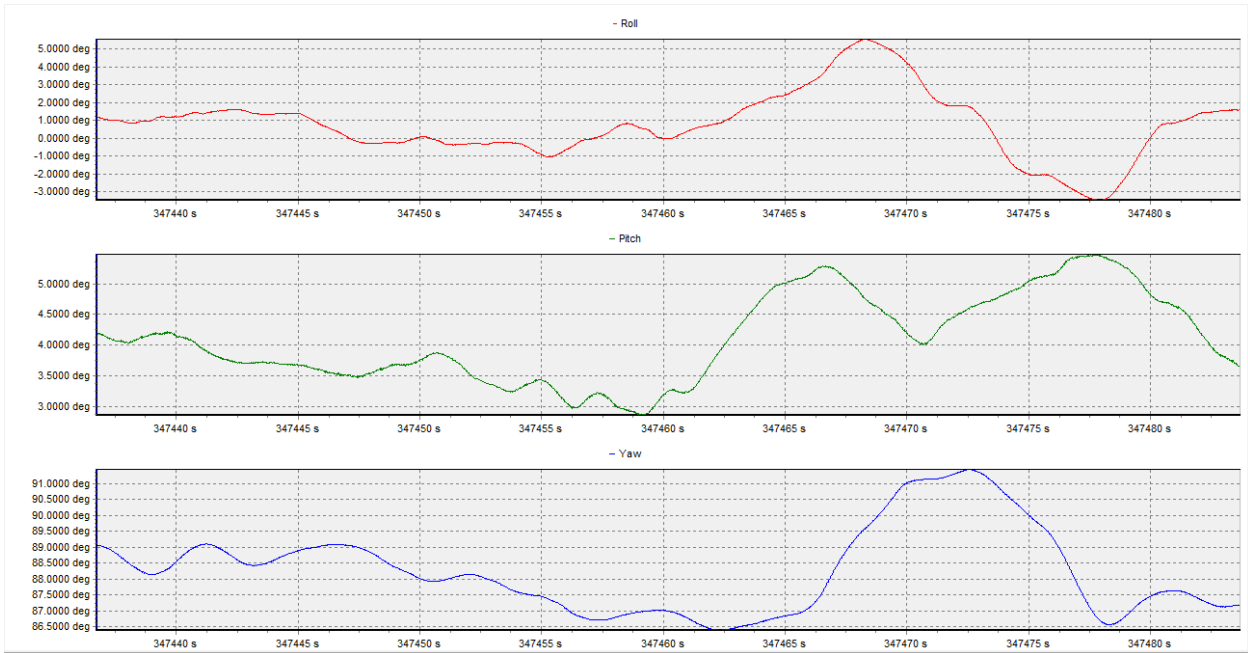
line007



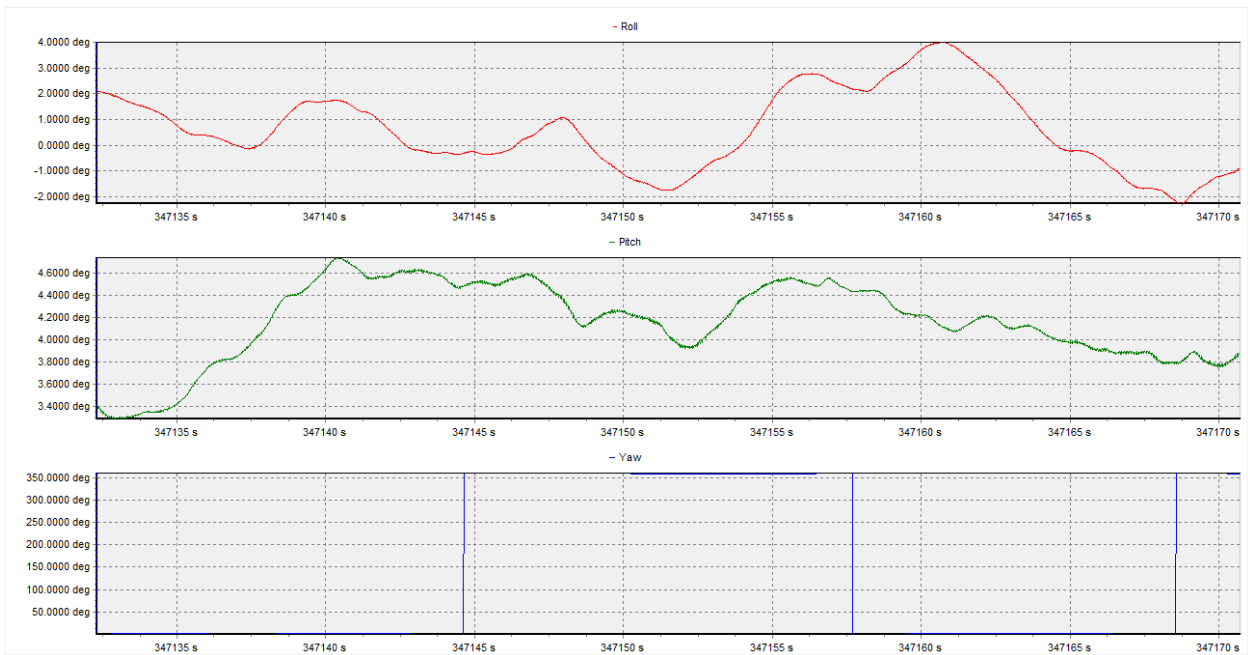
line008



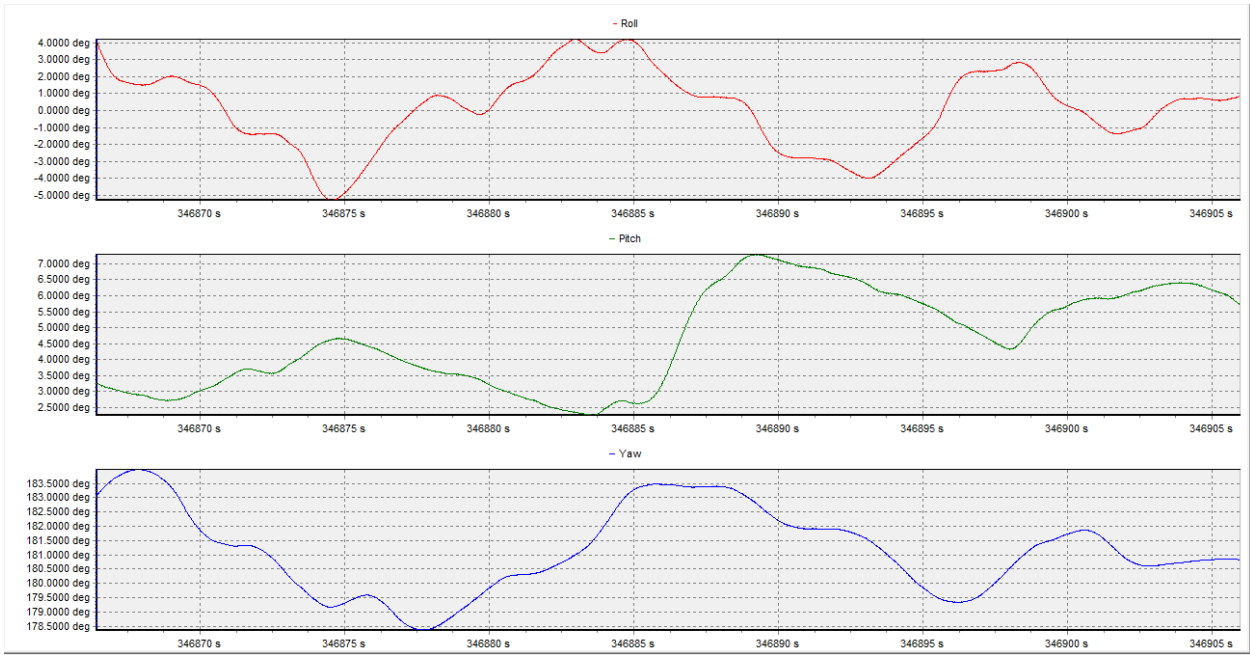
line009



line010



line011



【附件二】

航空傾斜攝影像機

UltraCam Osprey 4.1

原廠率定報告



ULTRACAM

Calibration Report

Camera: UltraCam Osprey 4.1
Serial: 434S92313X110288-f120

Laboratory Calibration Date: Jul-16-2021
Camera Revision: Rev02.00

Date of Report: Aug-10-2022
Version of Report: V01



Copyright © 2022 by Vexcel Imaging GmbH, Graz - Austria.

The contents of this document may not be reproduced in any form or communicated to any third party without the prior written consent of Vexcel Imaging GmbH.

While every effort is made to ensure its correctness, Vexcel Imaging GmbH assumes no responsibility neither for errors and omissions which may occur in this document nor for damage caused by them.

Vexcel Imaging GmbH does not make a commitment to update the information and software discussed in this document.

All mentioned trademarks or registered trademarks are owned by their respective owners.

Printed in Austria at Vexcel Imaging GmbH. All rights reserved.

Venice, Italy

Photo on page 1 courtesy of Vexcel Imaging GmbH



ULTRACAM

Geometric Calibration

Camera: UltraCam Osprey 4.1
Serial: 434S92313X110288-f120

Panchromatic Camera: ck = 79.600 mm
Multispectral Camera: ck = 49.750 mm
Oblique Camera: ck = see table below

PPA Information Nadir: X: 0.000 mm
Y: 0.000 mm

PPA Information Oblique: see table below



Panchromatic Camera

Large Format Panchromatic Output Image

Image Format	long track cross track	52.700mm 77.245mm	14016pixel 20544pixel
Image Extent		(-26.350, -38.623)mm	(26.350, 38.623)mm
Pixel Size		3.760µm*3.760µm	
Focal Length	ck	79.600mm	± 0.002mm
Principal Point (Level 2)	X_ppa	0.000mm	± 0.002mm
	Y_ppa	0.000mm	± 0.002mm
Lens Distortion	Remaining Distortion less than 0.002mm		

Multispectral Camera

Medium Format Multispectral Output Image (Upscaled to panchromatic image format)

Image Format	long track cross track	52.700mm 77.245mm	8760pixel 12840pixel
Image Extent		(-26.350, -38.623)mm	(26.350, 38.623)mm
Pixel Size		6.016µm*6.016µm	
Focal Length	ck	49.750mm	± 0.002mm
Principal Point (Level 2)	X_ppa	0.000mm	± 0.002mm
	Y_ppa	0.000mm	± 0.002mm
Lens Distortion	Remaining Distortion less than 0.002mm		



Oblique Camera

Oblique Output Image

Image Format	long track cross track		39.706mm 53.181mm	10560pixel 14144pixel
Image Extent			(-19.853, -26.591)mm	(19.853, 26.591)mm
Pixel Size			3.760μm*3.760μm	
Focal Length	C4 (Backward)	ck	123.380mm	± 0.002mm
	C5 (Right)	ck	123.380mm	± 0.002mm
	C6 (Left)	ck	123.380mm	± 0.002mm
	C7 (Forward)	ck	123.380mm	± 0.002mm
Principal Point (Level 2)	C4 (Backward)	X_ppa	0.000mm	± 0.002mm
		Y_ppa	0.000mm	± 0.002mm
	C5 (Right)	X_ppa	-6.680mm	± 0.002mm
		Y_ppa	0.000mm	± 0.002mm
	C6 (Left)	X_ppa	6.680mm	± 0.002mm
		Y_ppa	0.000mm	± 0.002mm
	C7 (Forward)	X_ppa	0.000mm	± 0.002mm
		Y_ppa	0.000mm	± 0.002mm
Lens Distortion	Remaining Distortion less than 0.002mm			



Enhanced Resolution output:

NADIR Images:

Image Format	long track	52.700mm	21024pixel
	cross track	77.245mm	30816pixel
Image Extent		(-26.350, -38.623)mm	(26.350, 38.623)mm
Pixel Size		2.506666667 μ m*2.506666667 μ m	

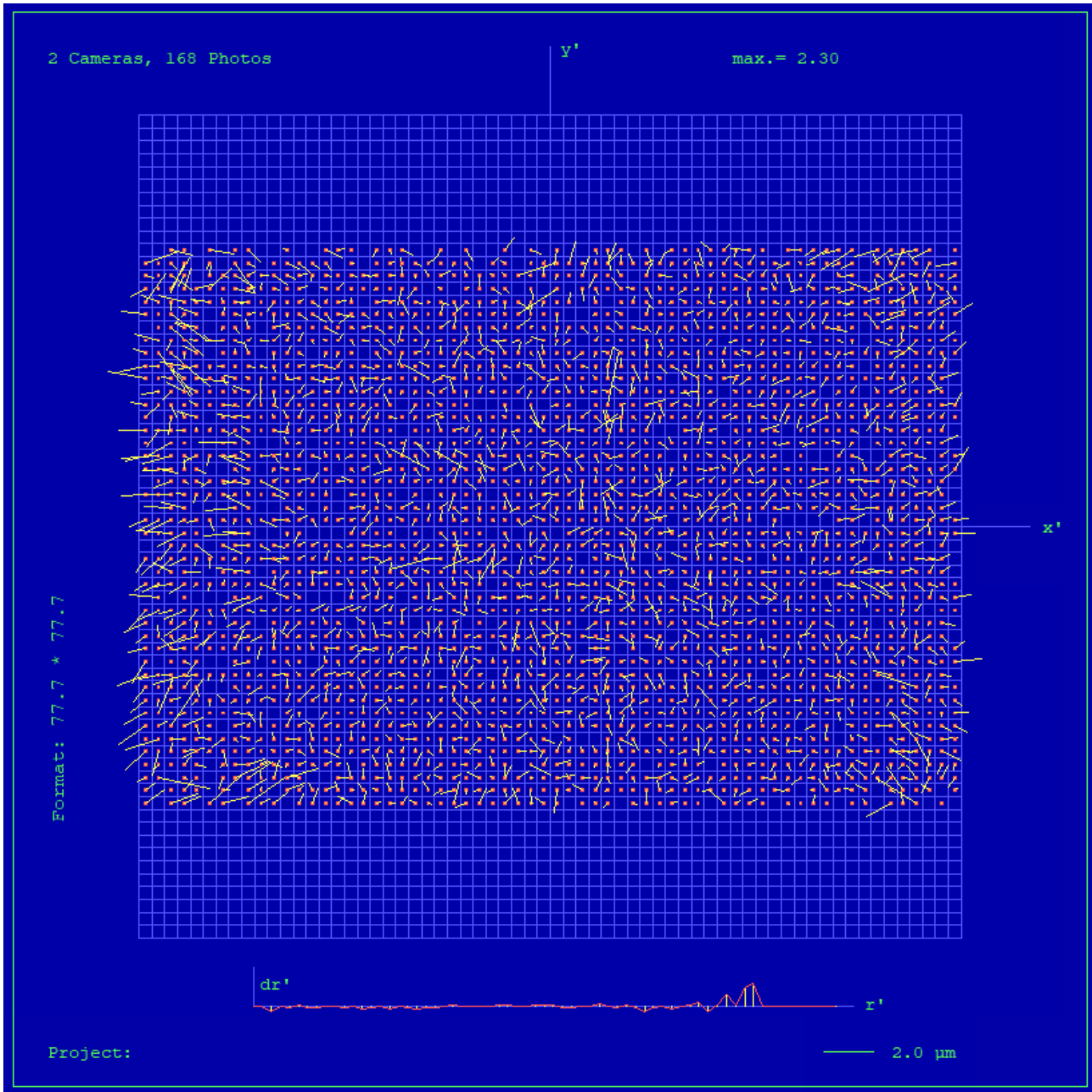
Oblique Images:

Image Format	long track	39.706mm	12210pixel
	cross track	53.181mm	16354pixel
Image Extent		(-19.853, -26.591)mm	(19.853, 26.591)mm
Pixel Size		3.251891892 μ m*3.251891892 μ m	

Other specifications, like Lens Distortion, Focal Length and Principal Point remain valid like stated on pages 4 and 5, therefore these values are not stated separately on this page.



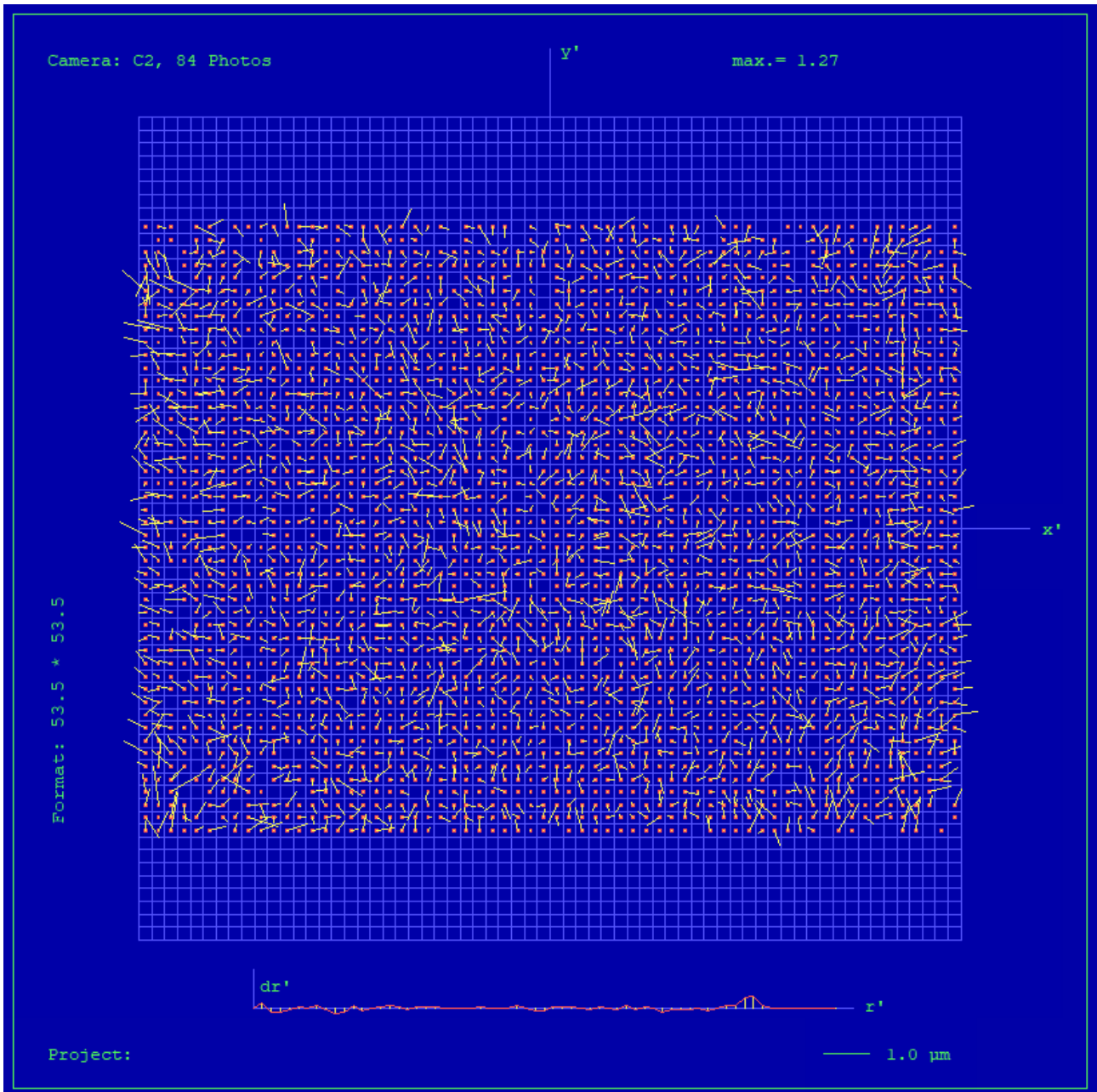
Full Panchromatic Image, Residual Error Diagram



Residual Error (RMS): **0.7 μm**



RGB Cone (Cone 2), Residual Error Diagram



Residual Error (RMS): **0.55 μm**



Explanations

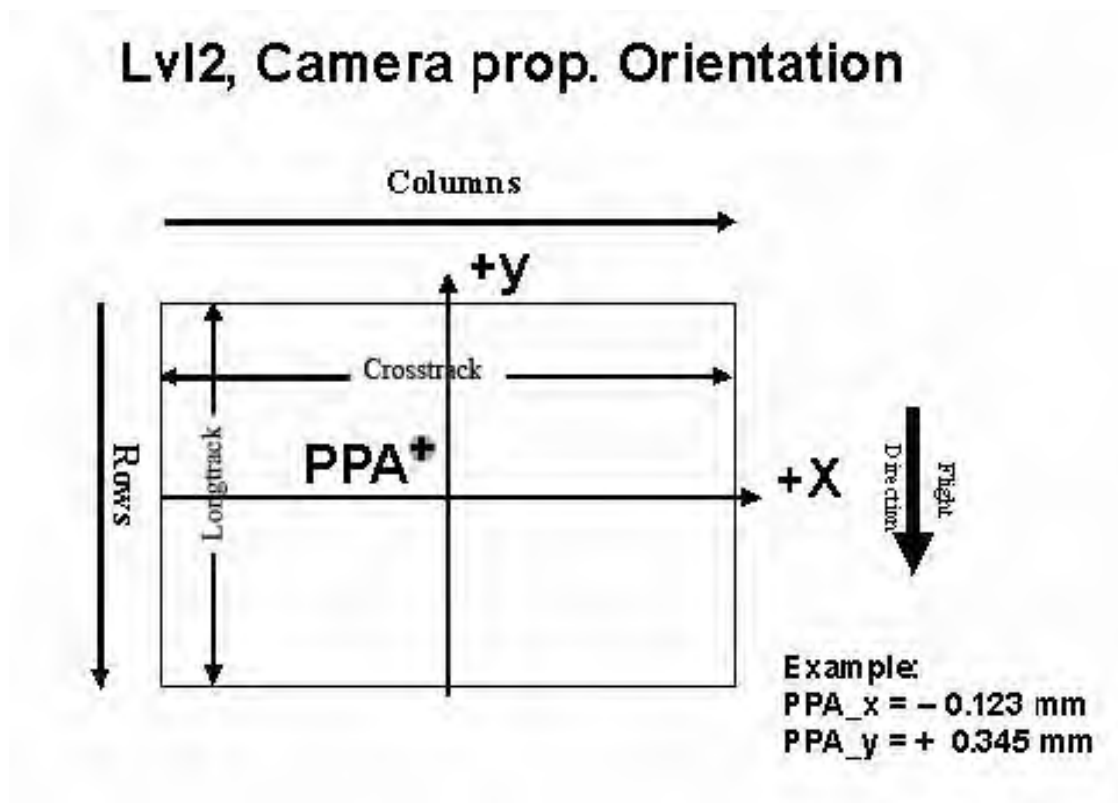
Calibration Method:

The geometric calibration is based on a set of 84 images of a defined geometry target with 394 GCPs.

Number of point measurements for the panchromatic camera : >16000
Number of point measurements for the multispectral camera : >60000
Number of point measurements for the oblique camera : >9000

Determination of the image parameters by Least Squares Adjustment.
Software used for the adjustment: BINGO (GIP Eng. Aalen, Germany)

Level 2 Image Coordinate System:



The image coordinate system of the Level 2 images is shown in the above figure. The basic image format and coordinate of the principal point in the level 2 image is given on page 4/5 of this report. The above figure shows the position of an example principal point at the coordinate (-0.123 / 0.345).



Eccentricity

Following Eccentricities are applicable for the oblique cones:

Camera	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	Phi [degree]	Omega [degree]	Kappa [degree]
PAN camera (C0 &C1)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
RGB/I camera (C2 and C3)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C4 (Backward)	-106.6937	-21.6551	-8.3735	-0.02961	-45.02691	-0.00936
C5 (Right)	-115.2183	-86.1608	-144.9584	-45.00657	-0.0135	0.04896
C6 (Left)	-35.3323	-86.29	5.7328	44.9838	-0.06579	0.06138
C7 (Forward)	-106.8967	-100.1133	-129.9476	-0.01611	44.96166	-0.01755



Lens Resolving Power

The following curves show the development of the modulation transfer function across different image heights of the panchromatic cones.

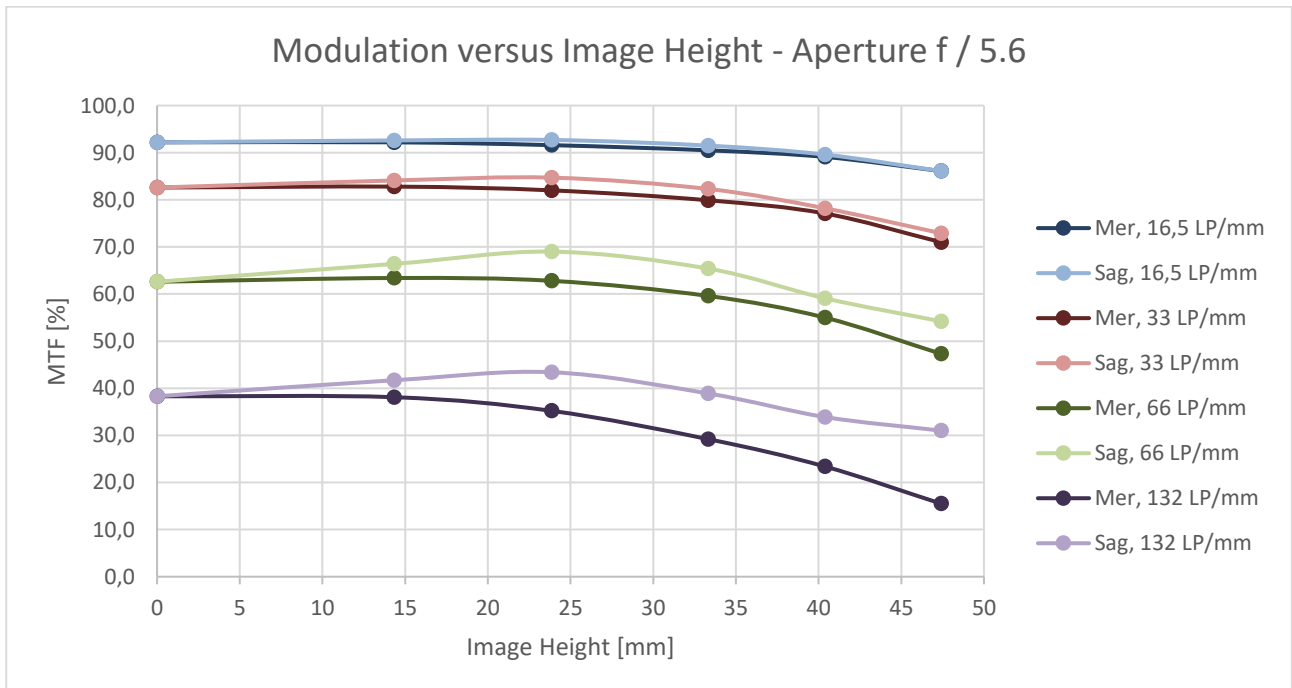
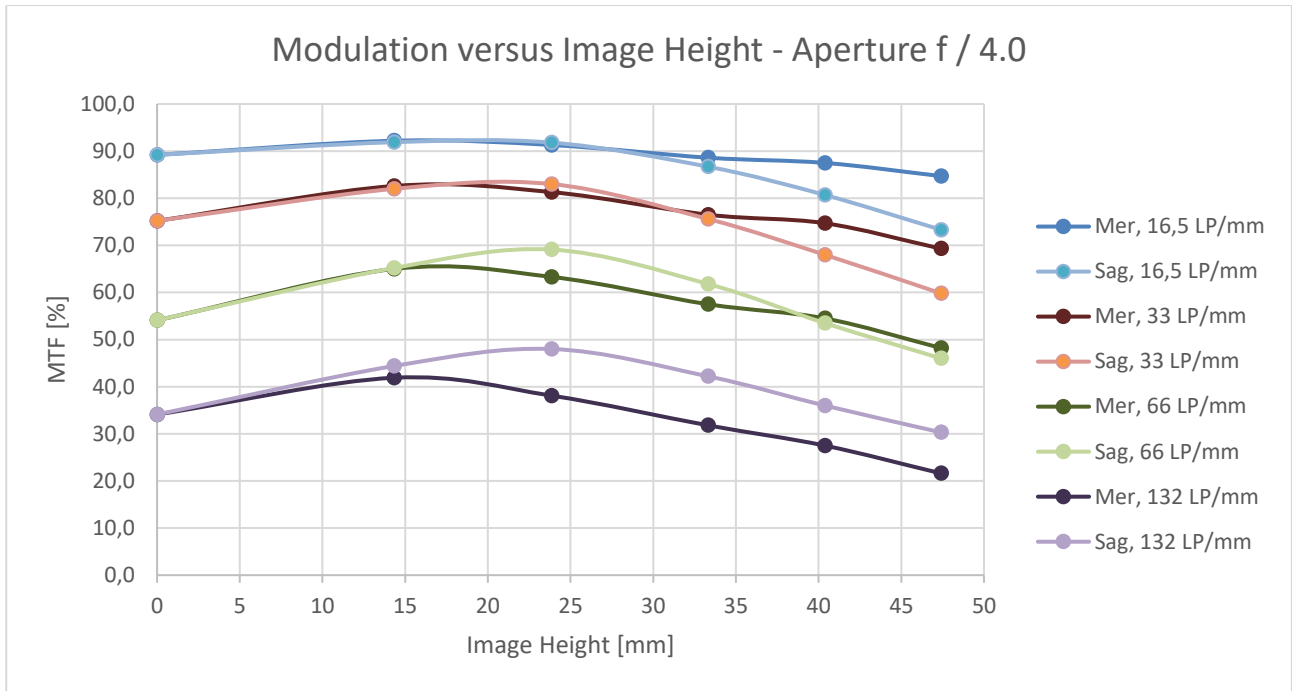
Please note that these values have been calculated and can vary up to 10% with optics from production (especially at high LP's).

The curves are given for the meridional (tangential) and sagital (radial) component of signals at frequencies of 12.5, 25, 50 and 100 line pairs per millimeter.

As the MTF is a function of the specific aperture size used, one set of curves is given for each aperture size.

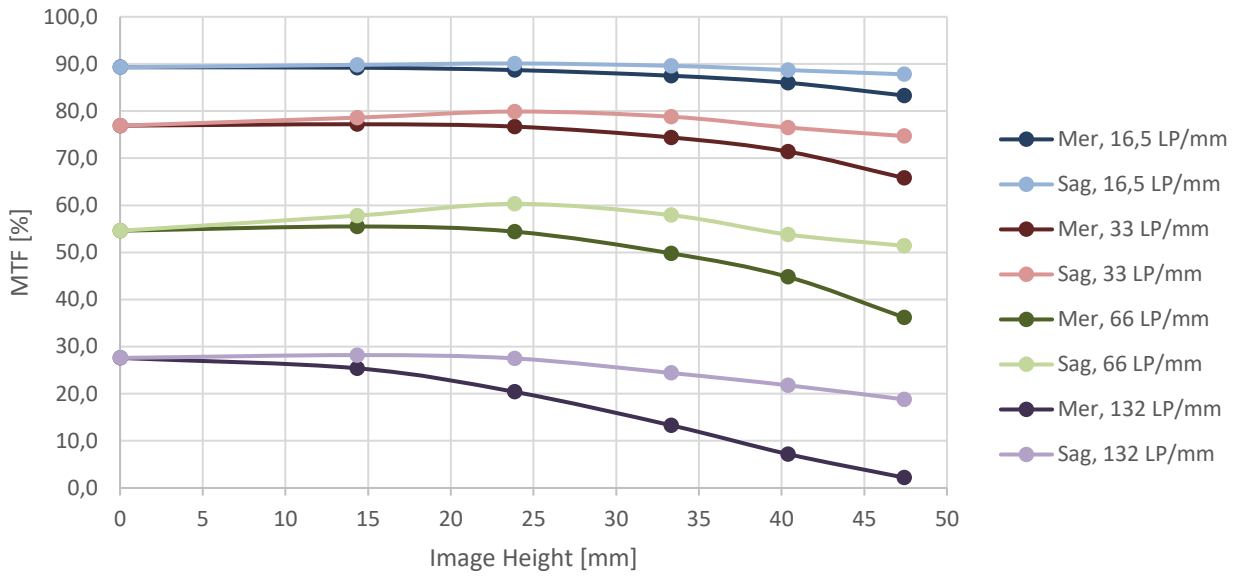
Lens types

Cone	Lens
C0 (PAN)	Qioptic Vexcel HR Digaron 1:4.3/80mm, Qioptic GmbH, Germany
C1 (PAN)	Qioptic Vexcel HR Digaron 1:4.3/80mm, Qioptic GmbH, Germany
C2 (RGB)	Qioptic Vexcel HR Digaron 1:4.2/50mm, Qioptic GmbH, Germany
C3 (NIR)	Qioptic Vexcel HR Digaron 1:4.2/50mm, Qioptic GmbH, Germany
C4 (Backward)	Qioptic Vexcel HR Digaron 1:4.2/120mm, Qioptic GmbH, Germany
C5 (Right)	Qioptic Vexcel HR Digaron 1:4.2/120mm, Qioptic GmbH, Germany
C6 (Left)	Qioptic Vexcel HR Digaron 1:4.2/120mm, Qioptic GmbH, Germany
C7 (Forward)	Qioptic Vexcel HR Digaron 1:4.2/120mm, Qioptic GmbH, Germany

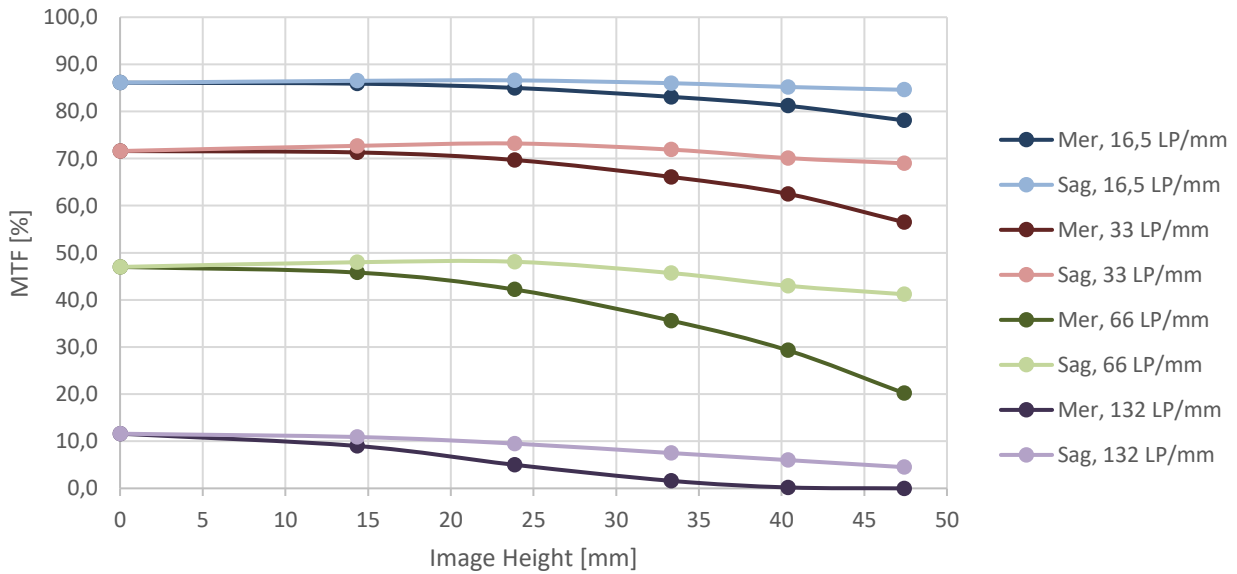




Modulation versus Image Height - Aperture f / 8



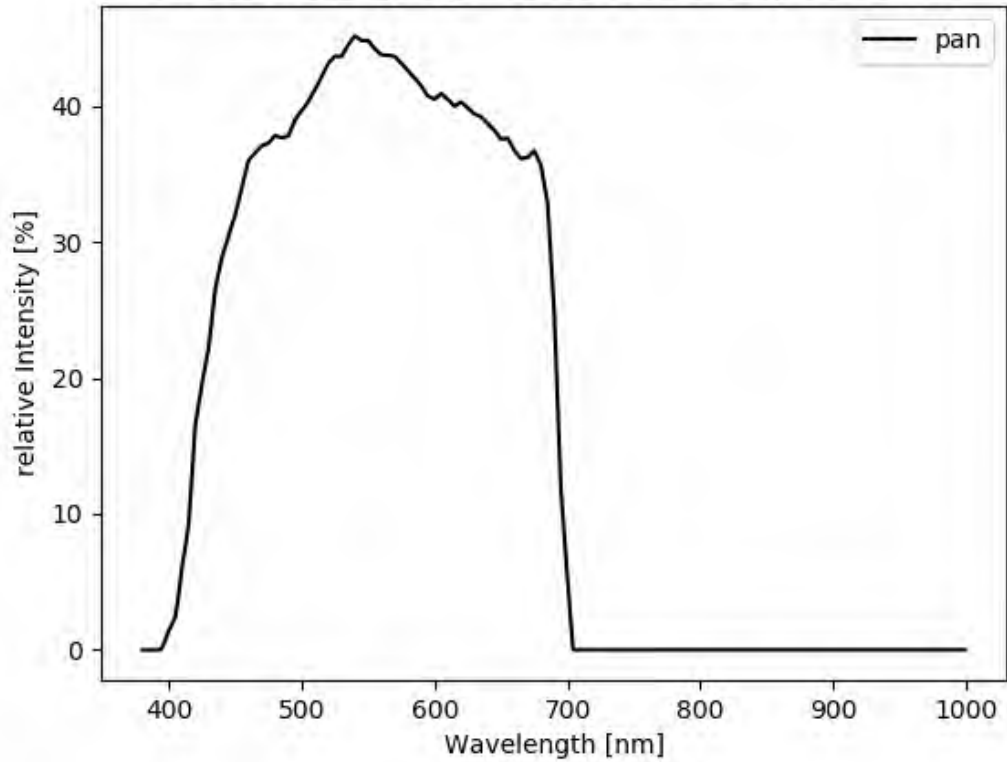
Modulation versus Image Height - Aperture f / 11



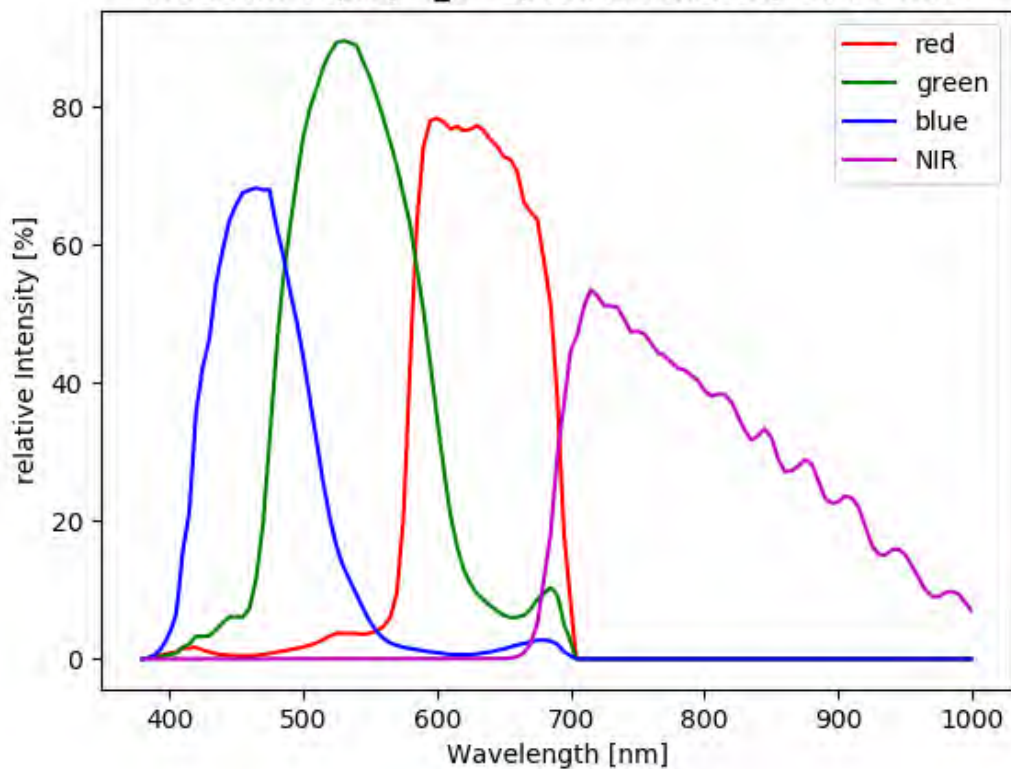


Spectral Sensitivity

UltraCam Osprey 4_1 - Spectral Sensitivity Curve PAN



UltraCam Osprey 4_1 - Spectral Sensitivity Curve RGBI





ULTRACAM

Radiometric Calibration

Camera: UltraCam Osprey 4.1
Serial: 434S92313X110288-f120

	PAN	RGB, NIR	Oblique
Used Apertures	4.8	F4.0	F4.0
	F5.6	F4.8	F4.8
	F6.7	F5.6	F5.6
	F8	F6.7	F6.7
	F9.5	F8	F8
	F11	F9.5	F9.5
	F13	F11	F11
	F19	F16	F16
	F27	F22	F22

Dead Pixel Report: see Appendix I



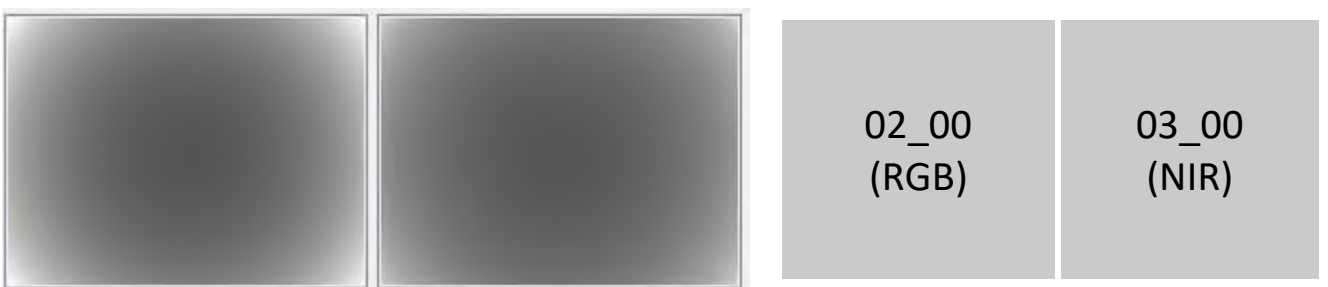
Calibration of Vignetting for working Aperture F4

	PAN	RGB, NIR	Oblique
Aperture	F4.8	F4.0	F4.0

Graphical Overview of Pan Sensor Gain Values:



Graphical Overview of Multispectral Sensor Gain Values:



Graphical Overview of Oblique Sensor Gain Values:





Explanations

Calibration Method:

The radiometric calibration is based on a series of 60 flat field images for each aperture size and sensor. The flat field is illuminated by eight normal light lamps with known spectral illumination curves.

These images are used to calculate the specific sensitivity of each pixel to compensate local as well as global variations in sensitivity. Sensitivity tables are calculated for each sensor and aperture setting, and applied during post processing from level 0 to level 1.

Outlier Pixels that do not have a linear behavior as described in the CMOS specifications are marked as defective during the calibration procedure. These pixels are not used or only partially used during post processing and the information is restored by interpolation between the neighborhood pixels surrounding the defective pixels.



ULTRACAM

Shutter Calibration

Camera: UltraCam Osprey 4.1
Serial: 434S92313X110288-f120

Panchromatic Camera: 2 * Prontor Magnetic 0 HS
Prontor-Werk Alfred Gauthier GmbH, Germany

Multispectral Camera: 2 * Prontor Magnetic 0 HS
Prontor-Werk Alfred Gauthier GmbH, Germany

Oblique Camera: 4 * Prontor Magnetic 0 HS
Prontor-Werk Alfred Gauthier GmbH, Germany



Calibration of Shutter Release Times:

The shutter release times measured during the calibration describe the time from the moment when the electrical current through the shutter is turned off by the electronics, until the shutter is mechanically closed.

This time is relevant for the exposure control and needs to be known before image recording can take place.

Currently used SRT values (operation values):

Cone Number	Lens Serial Number	SRT F4.0 [ms]	SRT F4.8 [ms]	SRT F5.6 [ms]	SRT F6.7 [ms]	SRT F8 [ms]	SRT F9.5 [ms]	SRT F11 [ms]	SRT F16 [ms]	SRT F22 [ms]	Measurement Tolerance [ms]
C0 (Pan)	12595978	5.88	6.14	6.44	6.72	6.92	7.1	7.24	7.43	7.59	+/- 0.2
C1 (Pan)	12595988	6.32	6.62	6.99	7.28	7.56	7.7	7.81	8.04	8.34	+/- 0.2
C2 (RGB)	12591981	6.13	6.43	6.75	7.01	7.24	7.43	7.58	7.83	8.00	+/- 0.2
C3 (NIR)	12591979	5.90	6.19	6.50	6.76	6.98	7.16	7.31	7.55	7.72	+/- 0.2
C4 (Backward)	12595631	4.84	5.08	5.5	5.84	6.09	6.3	6.46	6.72	6.89	+/- 0.2
C5 (Right)	12544161	5.19	5.46	5.95	6.29	6.59	6.77	6.93	7.23	7.44	+/- 0.2
C6 (Left)	12544165	5.58	5.88	6.37	6.78	7.06	7.3	7.48	7.76	8.04	+/- 0.2
C7 (Forward)	12595639	5.75	6.11	6.56	6.99	7.32	7.44	7.74	7.99	8.07	+/- 0.2



ULTRACAM

Electronics and Sensor Calibration

Camera: UltraCam Osprey 4.1
Serial: 434S92313X110288-f120

Panchromatic Camera: 2 * IMX411-ALR-M CMOS Sensor by SONY
Multispectral Camera: 1 * IMX411-AQR-C CMOS Sensor by SONY
1 * IMX411-ALR-M CMOS Sensor by SONY
Oblique Camera: 4 * IMX411-AQR-C CMOS Sensor by SONY



Calibration of Intensity Threshold for Exposure Control:

Each CMOS sensor and electronics module varies slightly in global sensitivity and intensity scale.

Therefore the maximum possible intensity of each sensor needs to be measured to evaluate the sensitivity behavior of the CMOS and electronics.

This value is used as a threshold for the exposure control dialogue shown in the in-flight user interface of the Camera.

Currently used Threshold values (operation values):

Cone_Sensor	Sensor Type	Sensor Serial Number	Intensity Threshold [DN]
00_00 (PAN)	IMX411-ALR-M	00001CCA8020	16130
01_00 (PAN)	IMX411-ALR-M	00001CCA6771	16130
02_00 (RGB)	IMX411-AQR-C	00001CCA5F19	16130
03_00 (NIR)	IMX411-ALR-M	00001CAE963C	16100
04_00 (Backward)	IMX411-AQR-C	00001CCA6075	16130
05_00 (Right)	IMX411-AQR-C	00001CCA6FF6	16130
06_00 (Left)	IMX411-AQR-C	00001CCA8243	16130
07_00 (Forward)	IMX411-AQR-C	00001B2851AE	16130



ULTRACAM

Summary

Camera: UltraCam Osprey 4.1
Serial: 434S92313X110288-f120

Laboratory Calibration Date: Jul-16-2021
Camera Revision: Rev02.00

Date of Report: Aug-10-2022
Version of Report: V01

The following calibrations have been performed for the above mentioned digital aerial mapping camera:

- Geometric Calibration
- Radiometric Calibration
- Shutter Calibration
- Sensor and Electronics Calibration

This equipment is operating fully within specification as defined by Vexcel Imaging GmbH.

Dr. Michael Gruber
Chief Scientist, Photogrammetry
Vexcel Imaging GmbH

Dipl. Ing. (FH) Helmut Jauk
Senior Project Engineer R&D
Vexcel Imaging GmbH



Appendix I

Dead Pixel Report:

Cone_Sensor	Dead Pixel Count
00_00 (PAN)	620
01_00 (PAN)	430
02_00 (RGB)	564
03_00 (NIR)	490
04_00 (Backward)	562
05_00 (Right)	604
06_00 (Left)	544
07_00 (Forward)	534



Appendix II

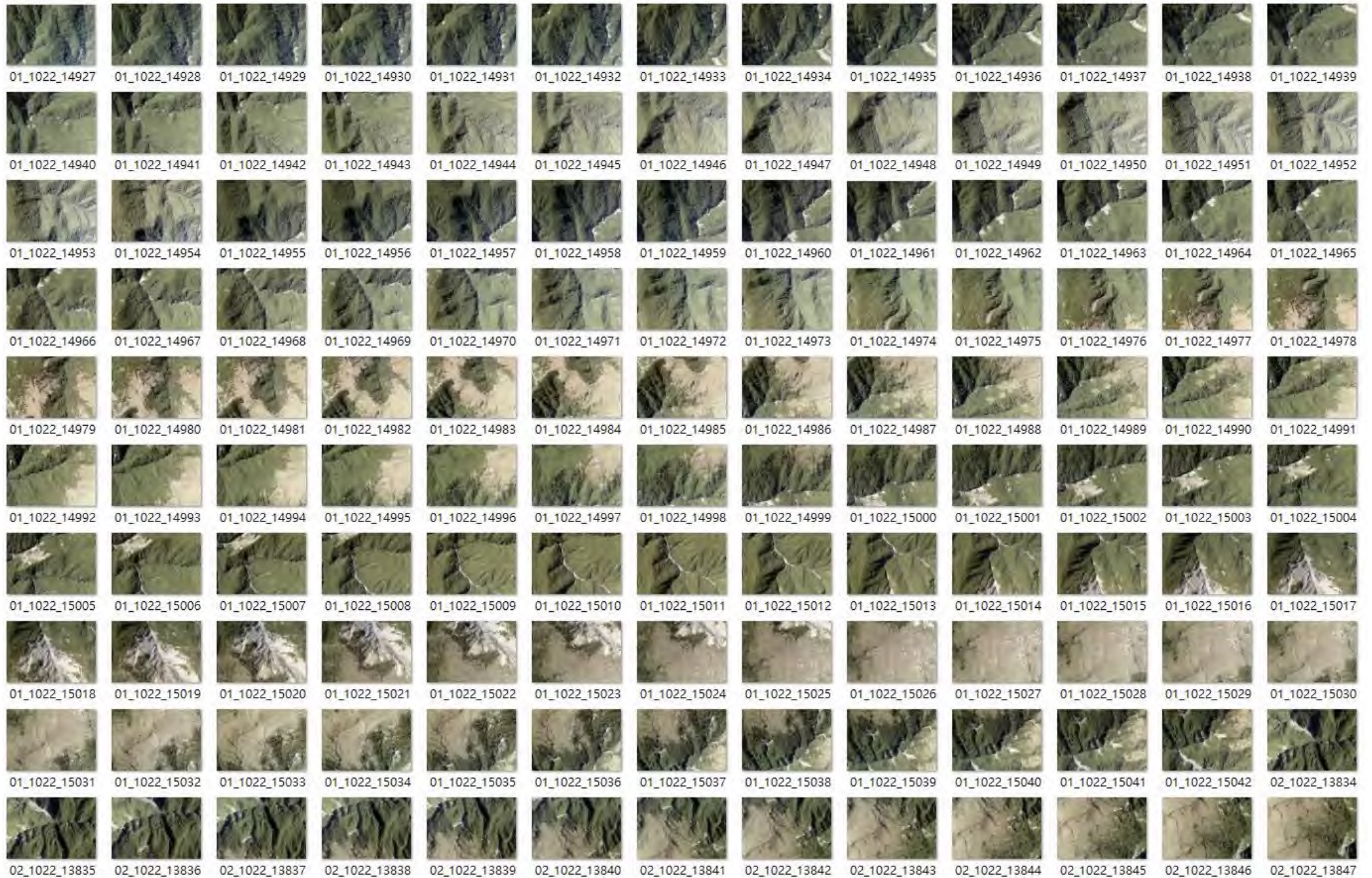
Calibration and Modification Dates

Type of Calibration	Laboratory Calibration Date	Modification Date	Modification Reason
Geometric Calibration	16.Jul.2021	16.Jul.2021	
Radiometric Calibration	16.Jul.2021	16.Jul.2021	
Shutter Calibration	16.Jul.2021	10.Aug.2022	Shutter Exchange C02, C03
Electronics and Sensor Calibration	16.Jul.2021	16.Jul.2021	

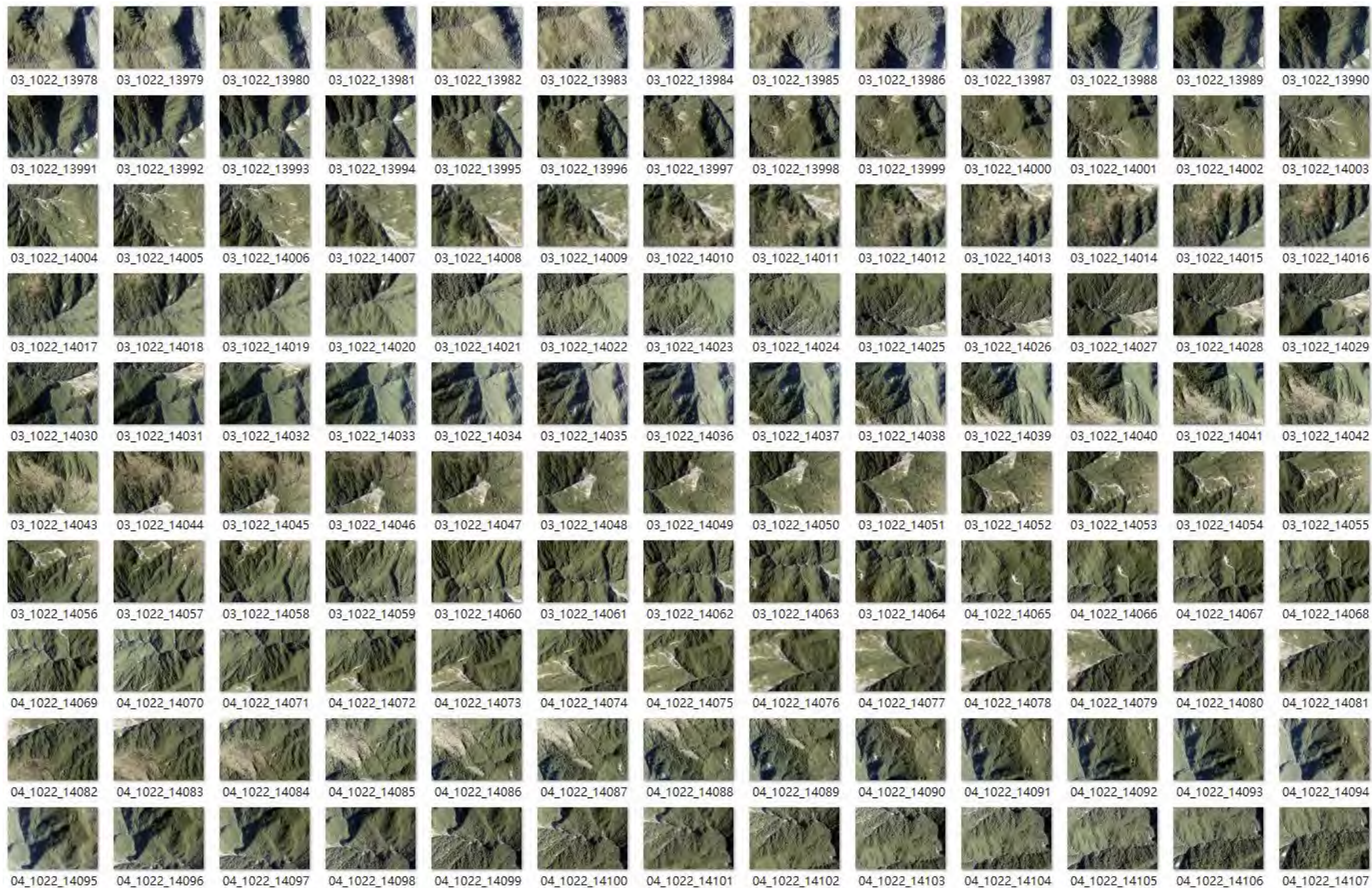
Note: The above-mentioned Laboratory Calibration Dates represent the dates the camera was calibrated in one of our calibration labs for a full Laboratory Calibration. The Modification date represents a date on which the calibration has been modified due to a calibration enhancement or part exchange. It is an additional information and does not replace the Laboratory Calibration date in any way. With the Modification Reason, always the last modification to the calibration is highlighted.

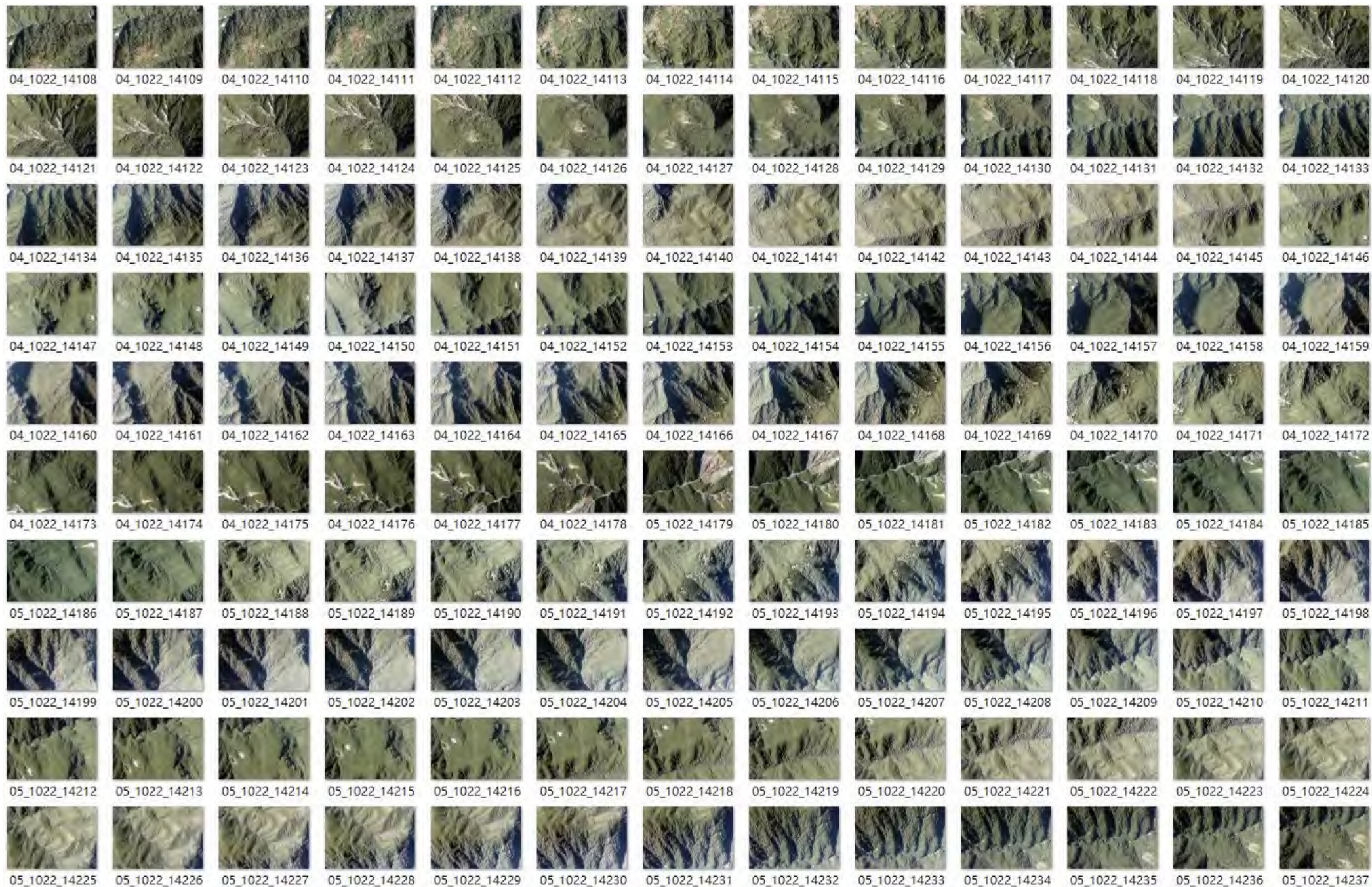
【附件三】

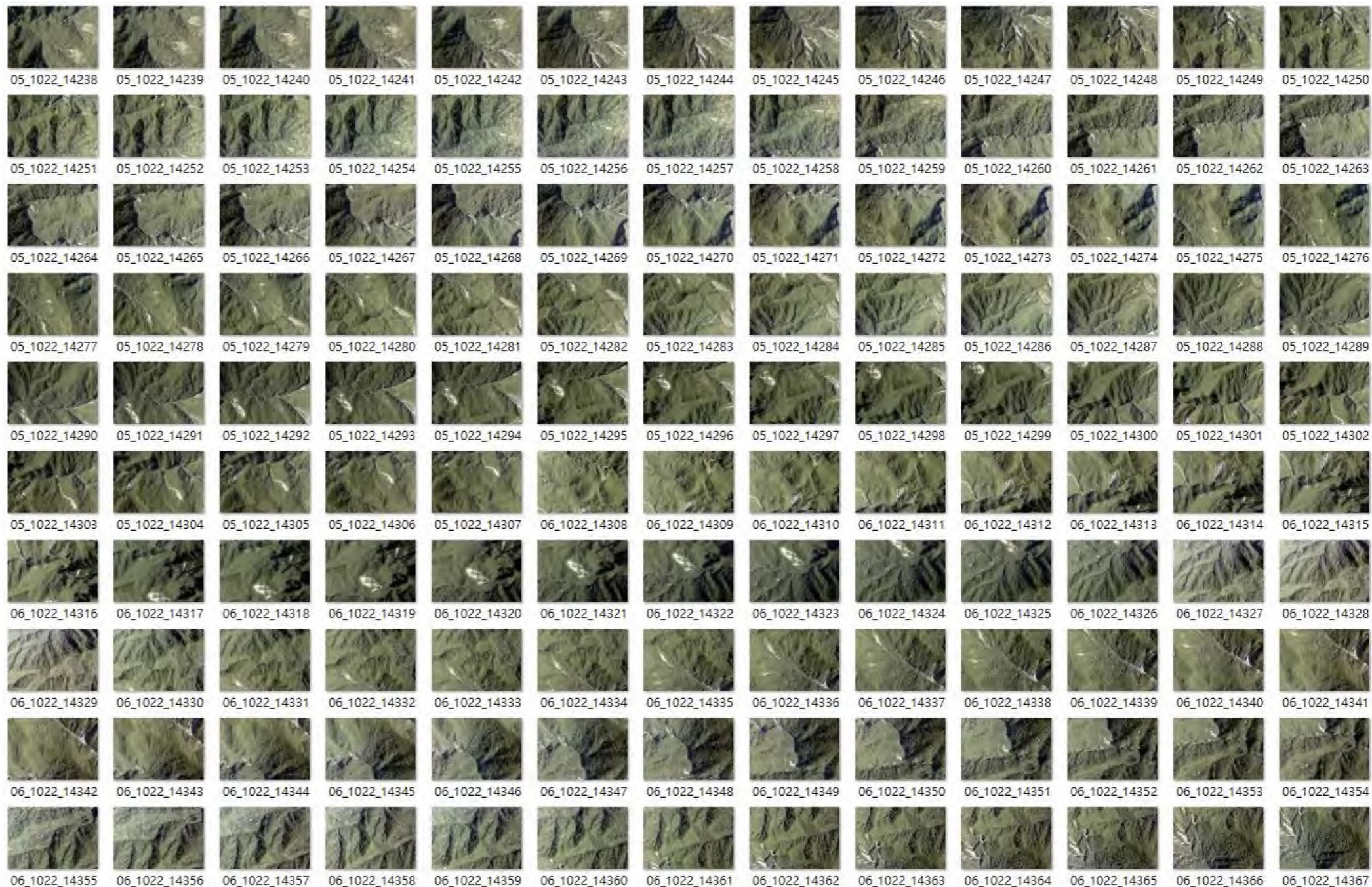
原始航空影像縮圖
(垂直攝影鏡頭)





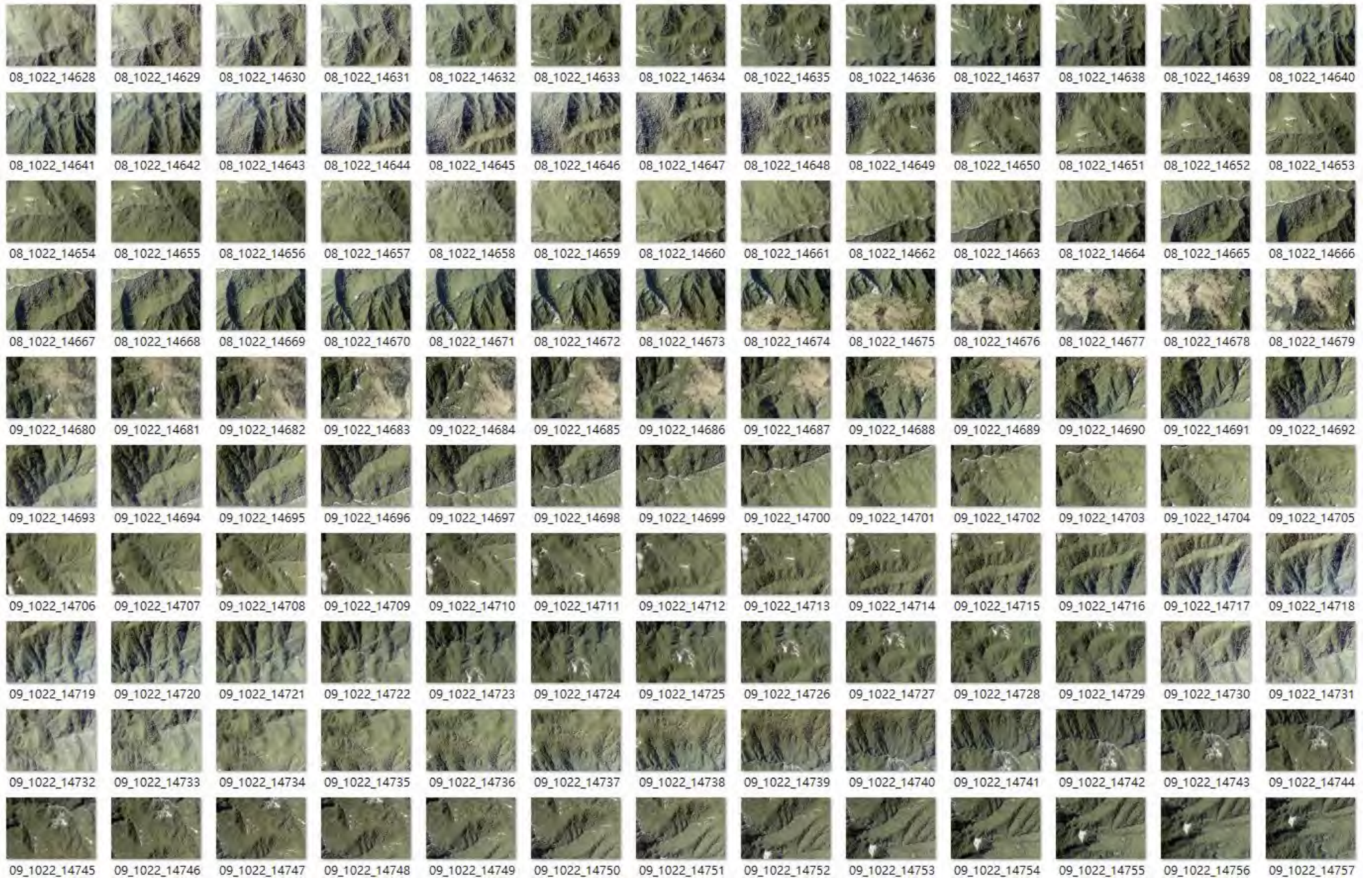


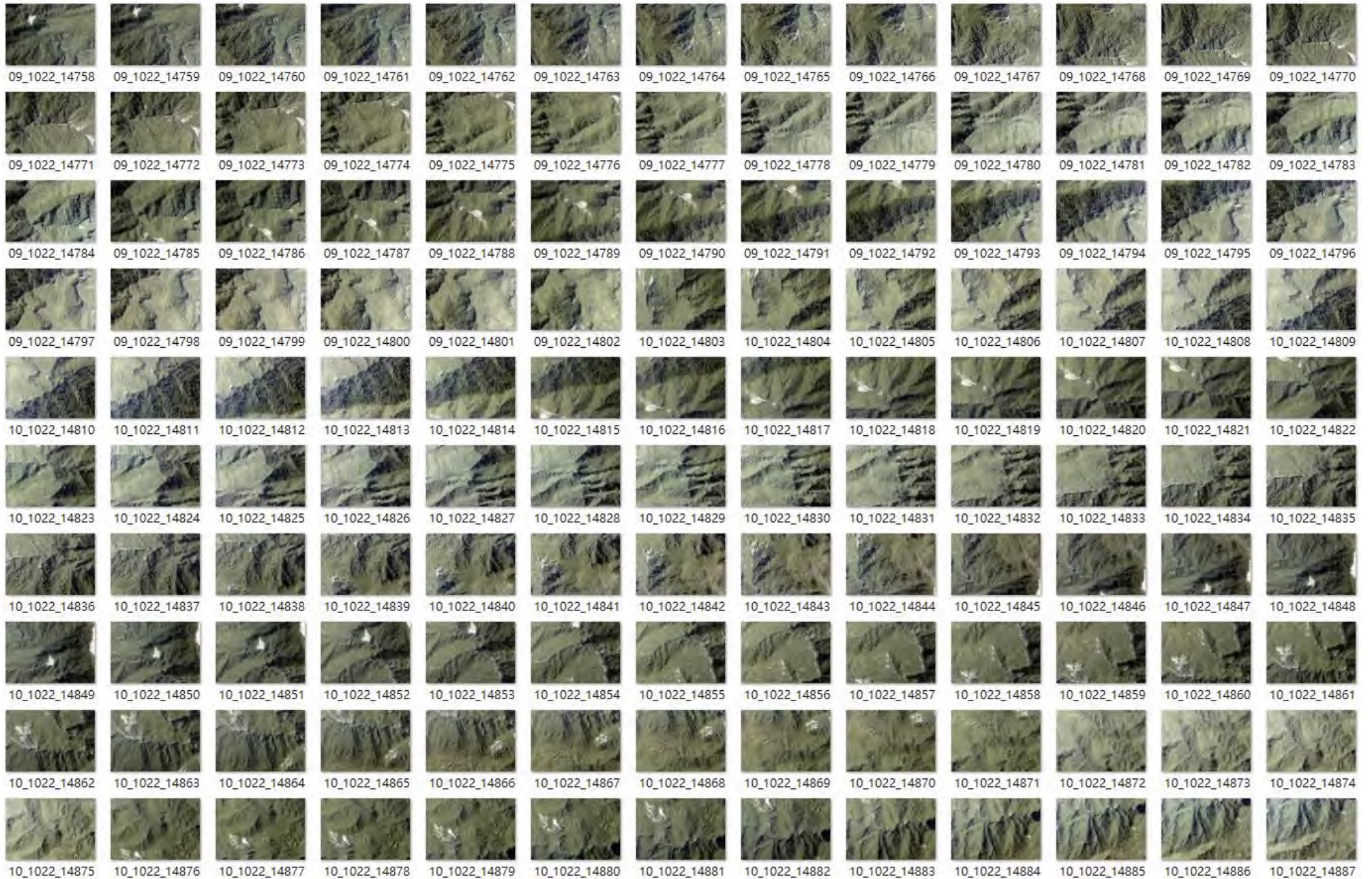


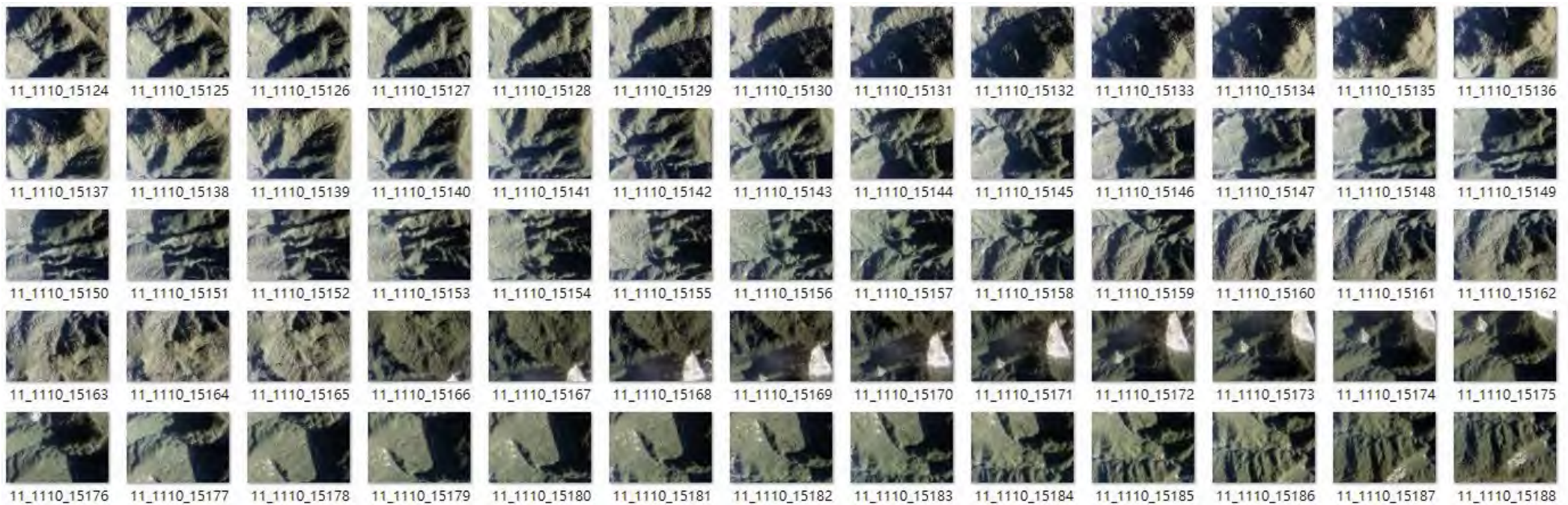
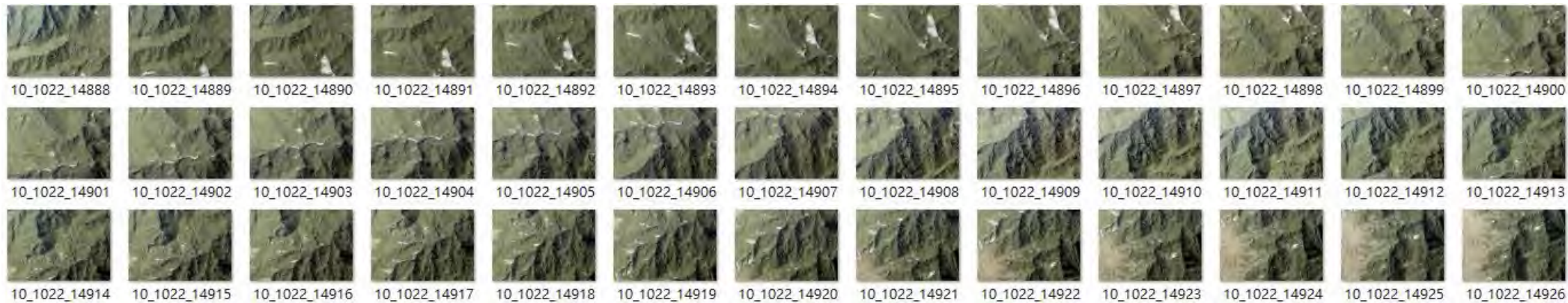


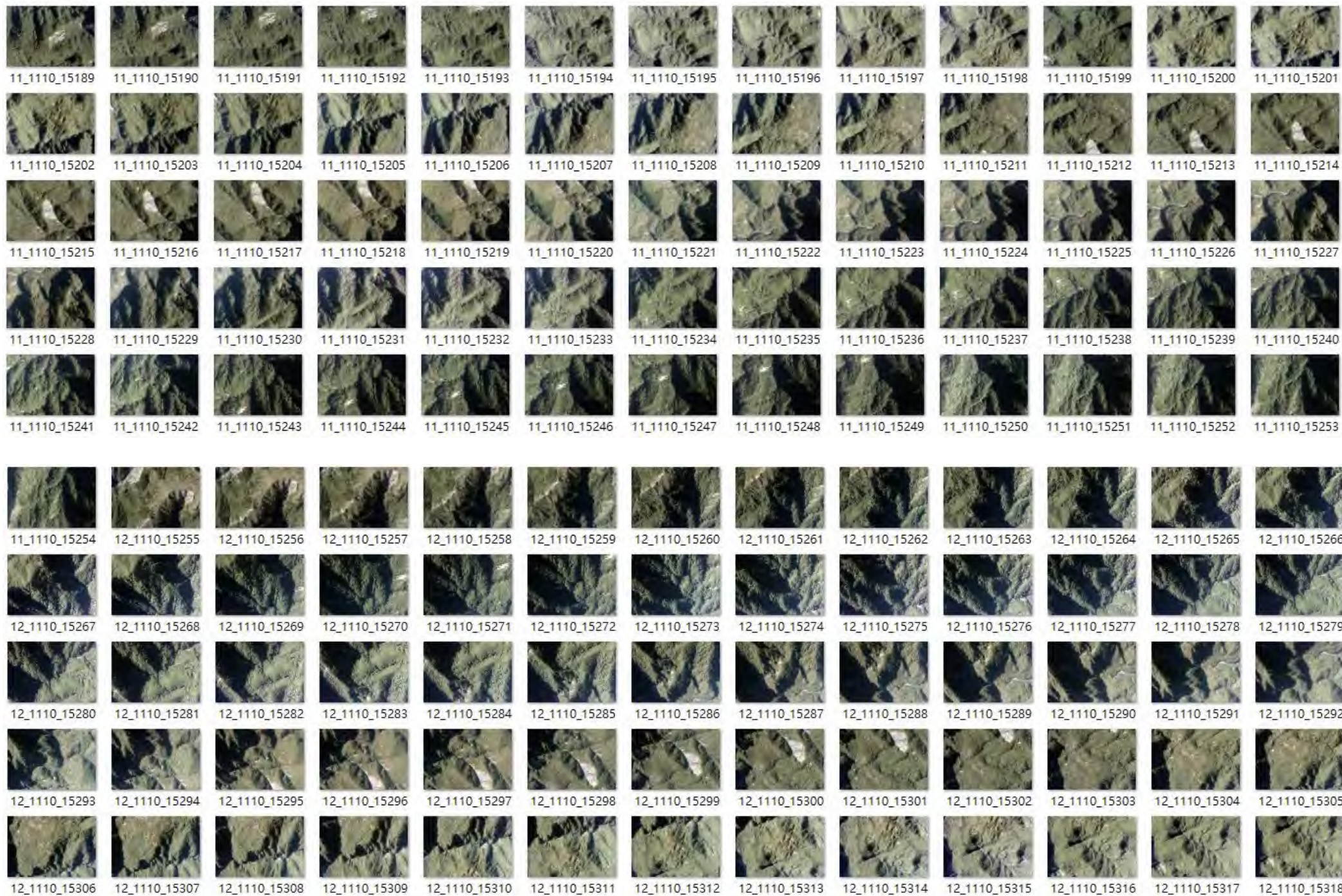


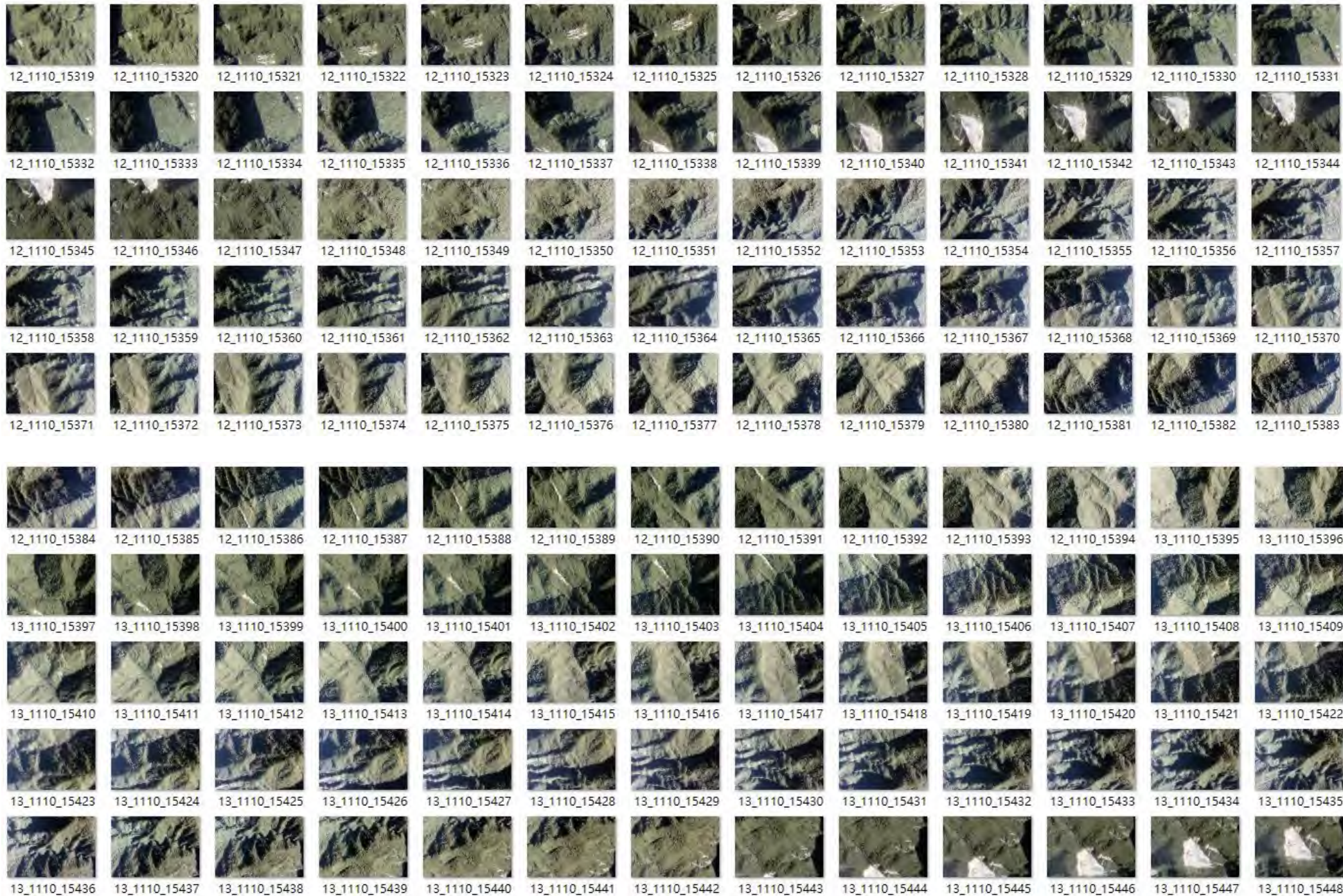


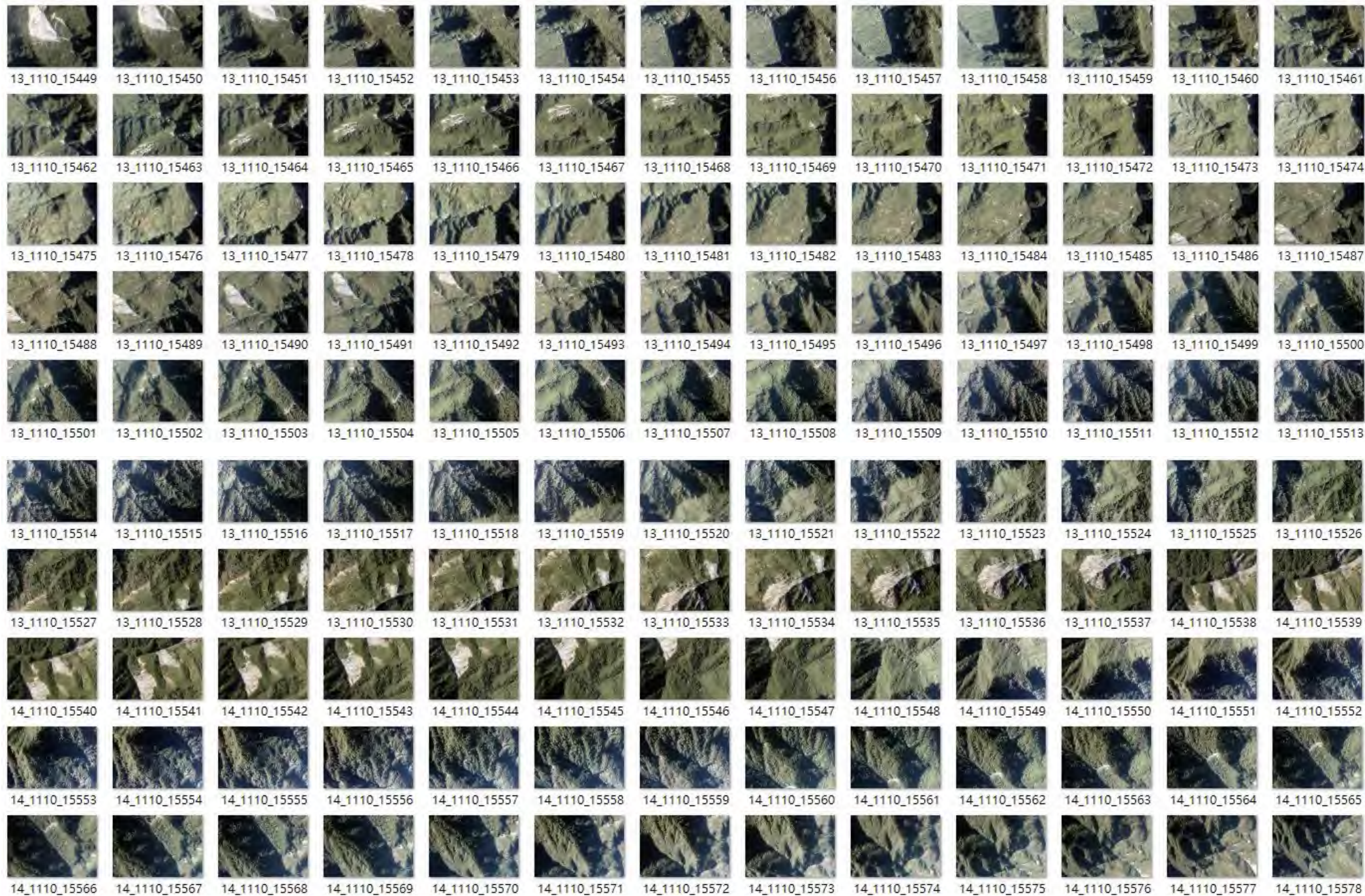


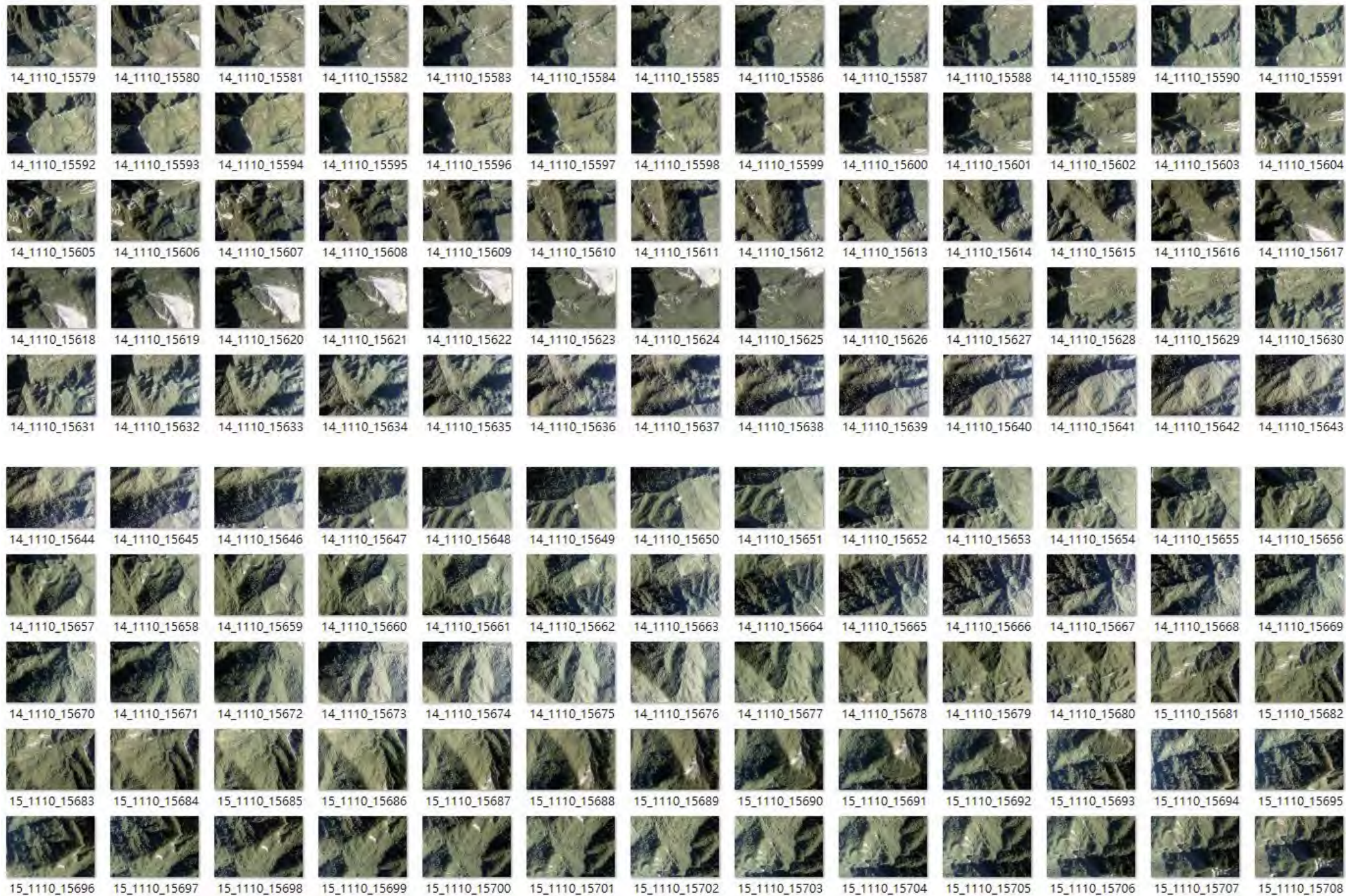


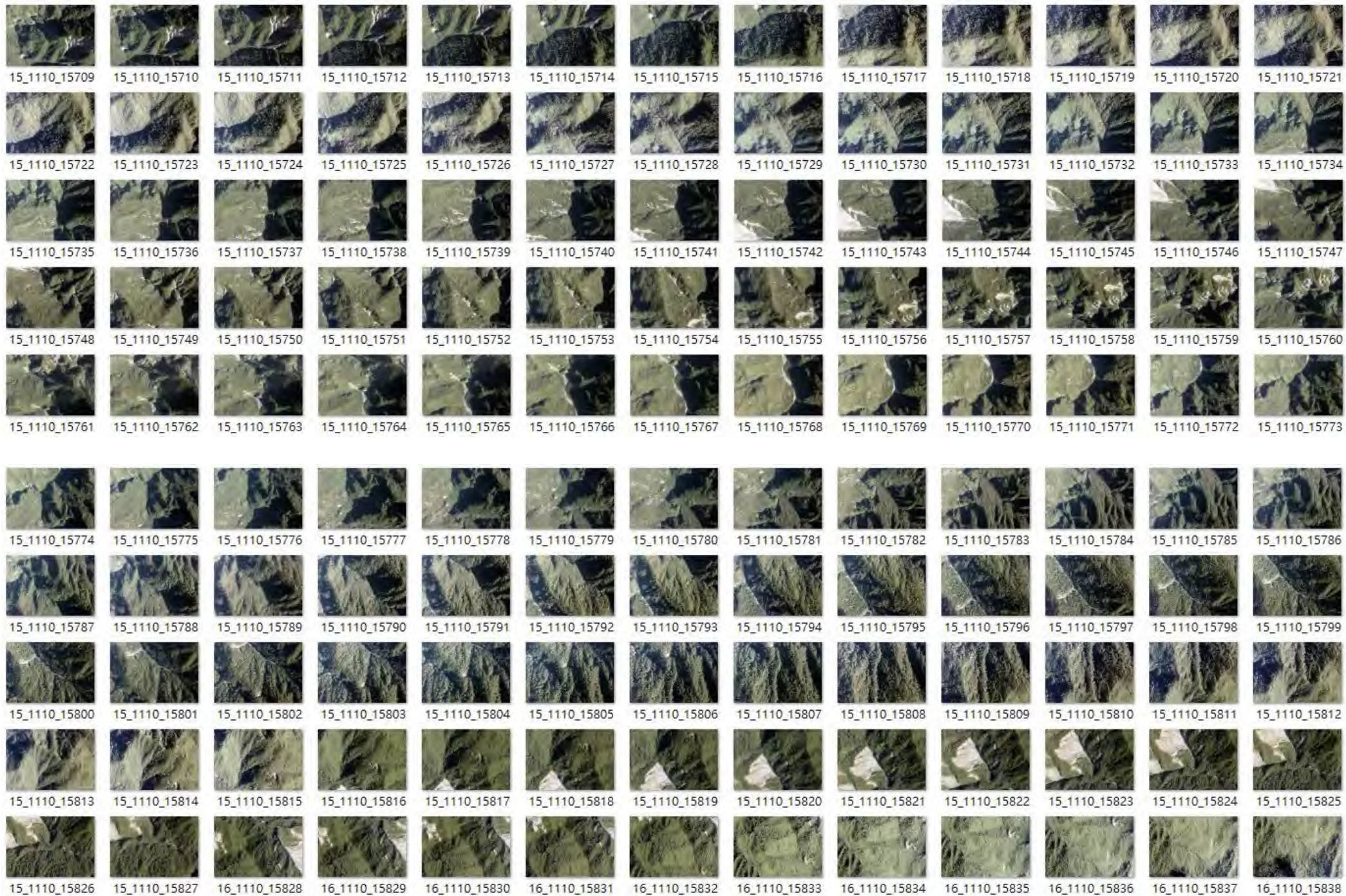


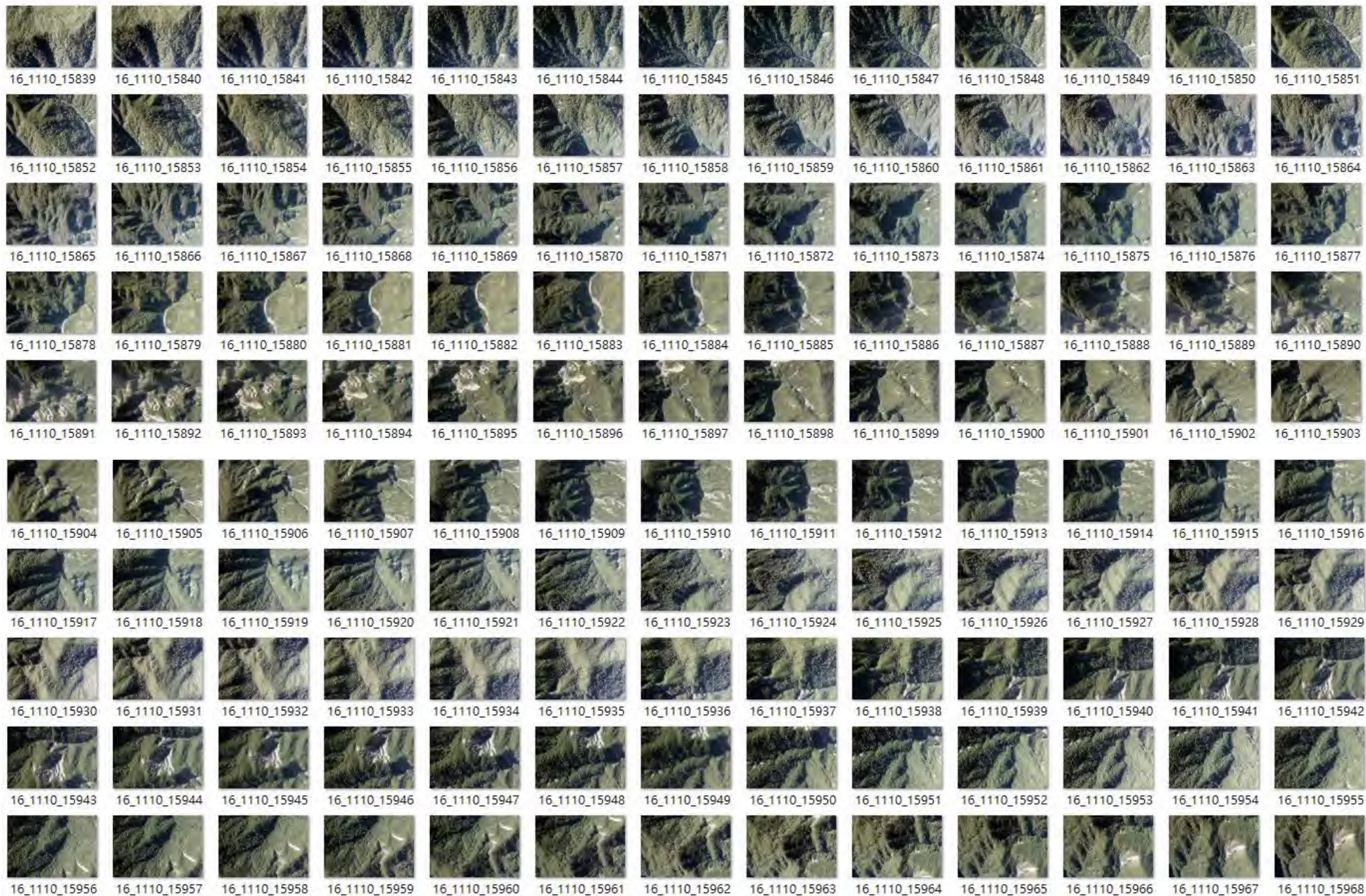


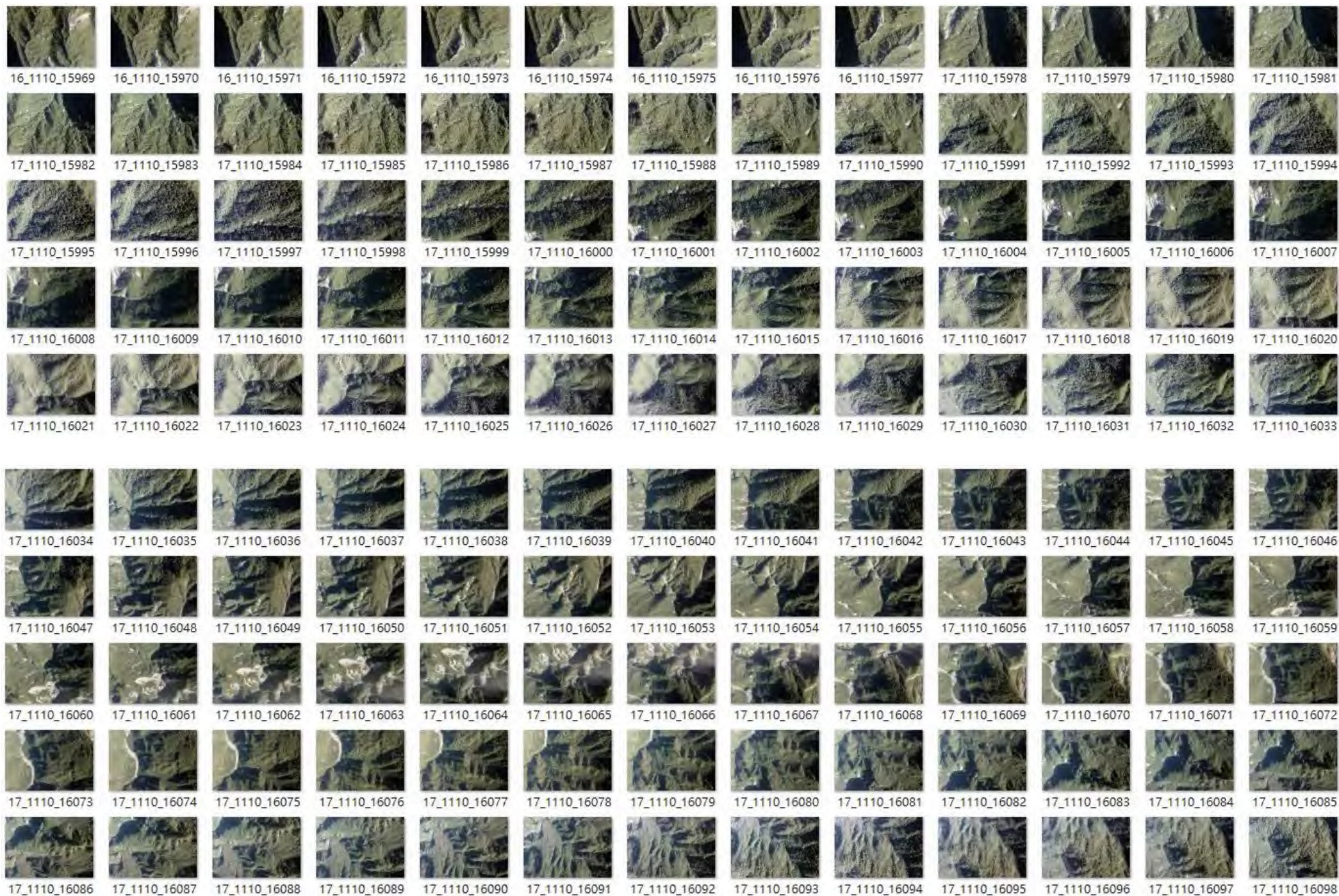


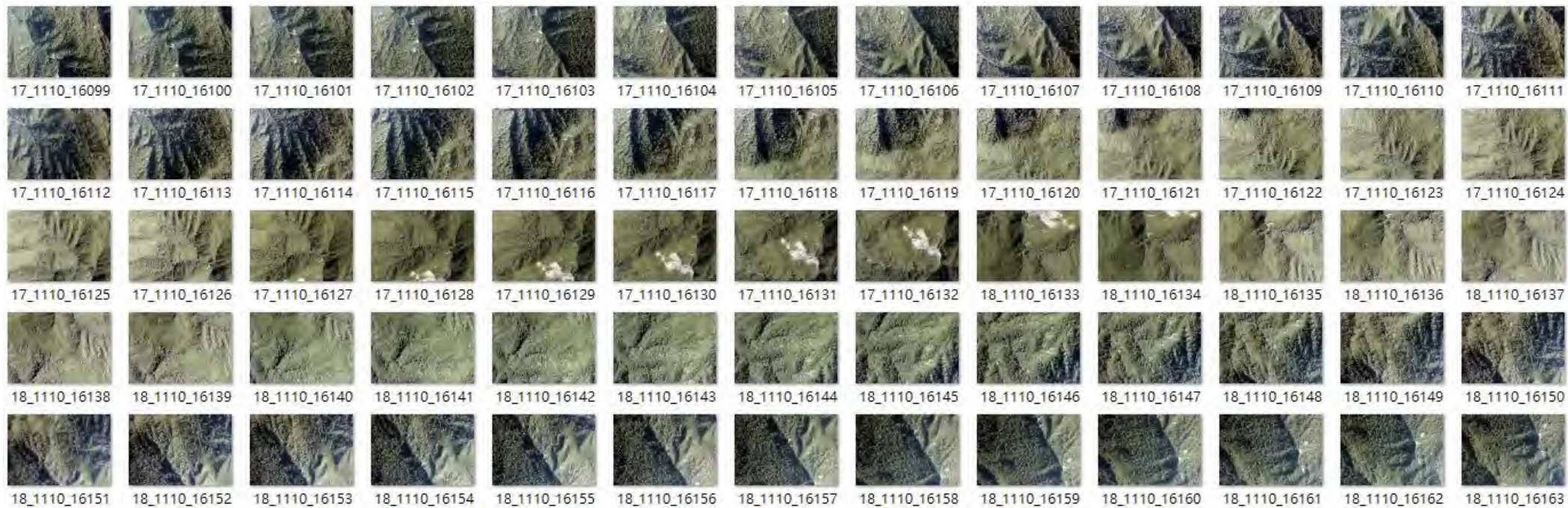


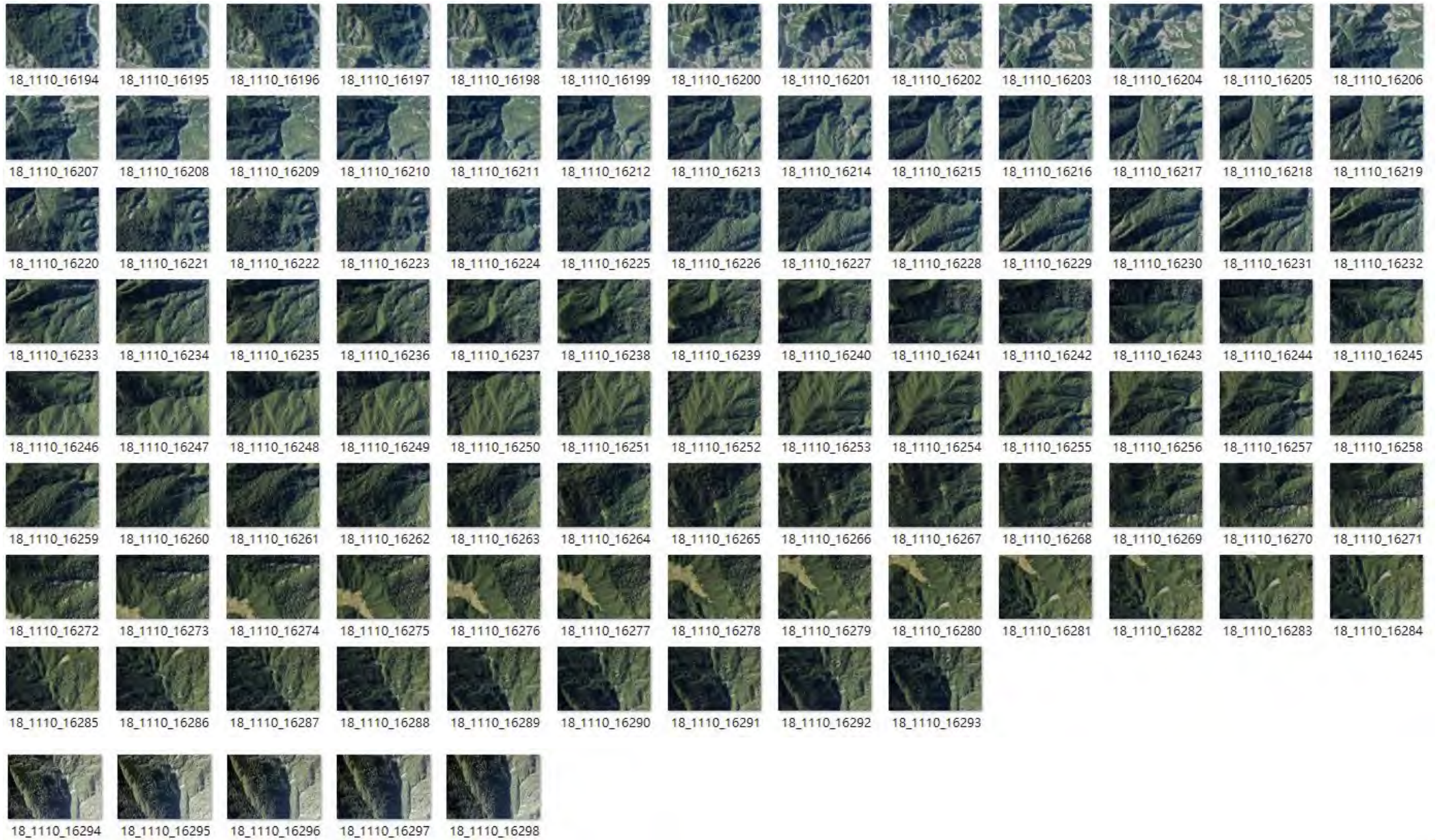


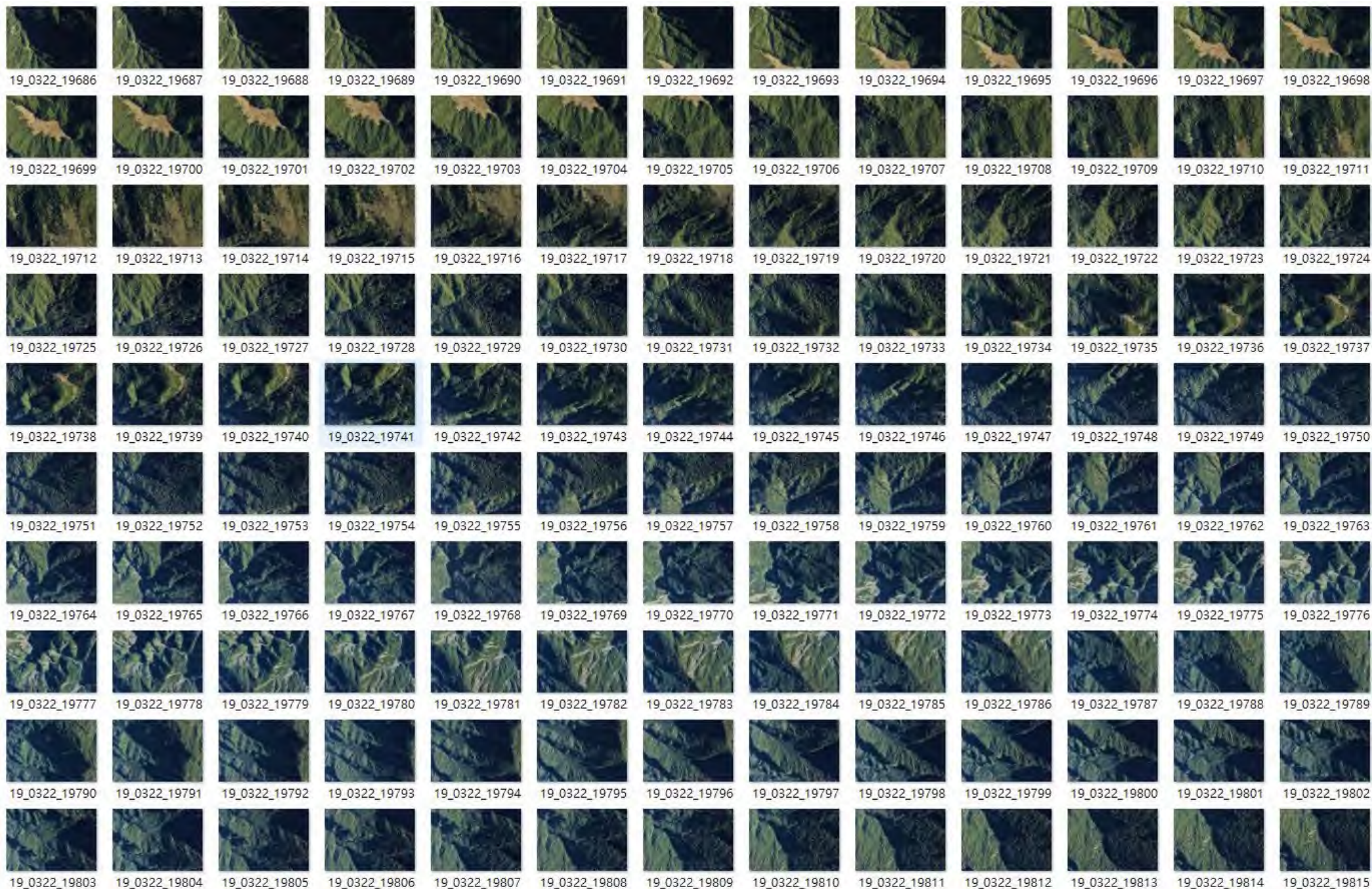


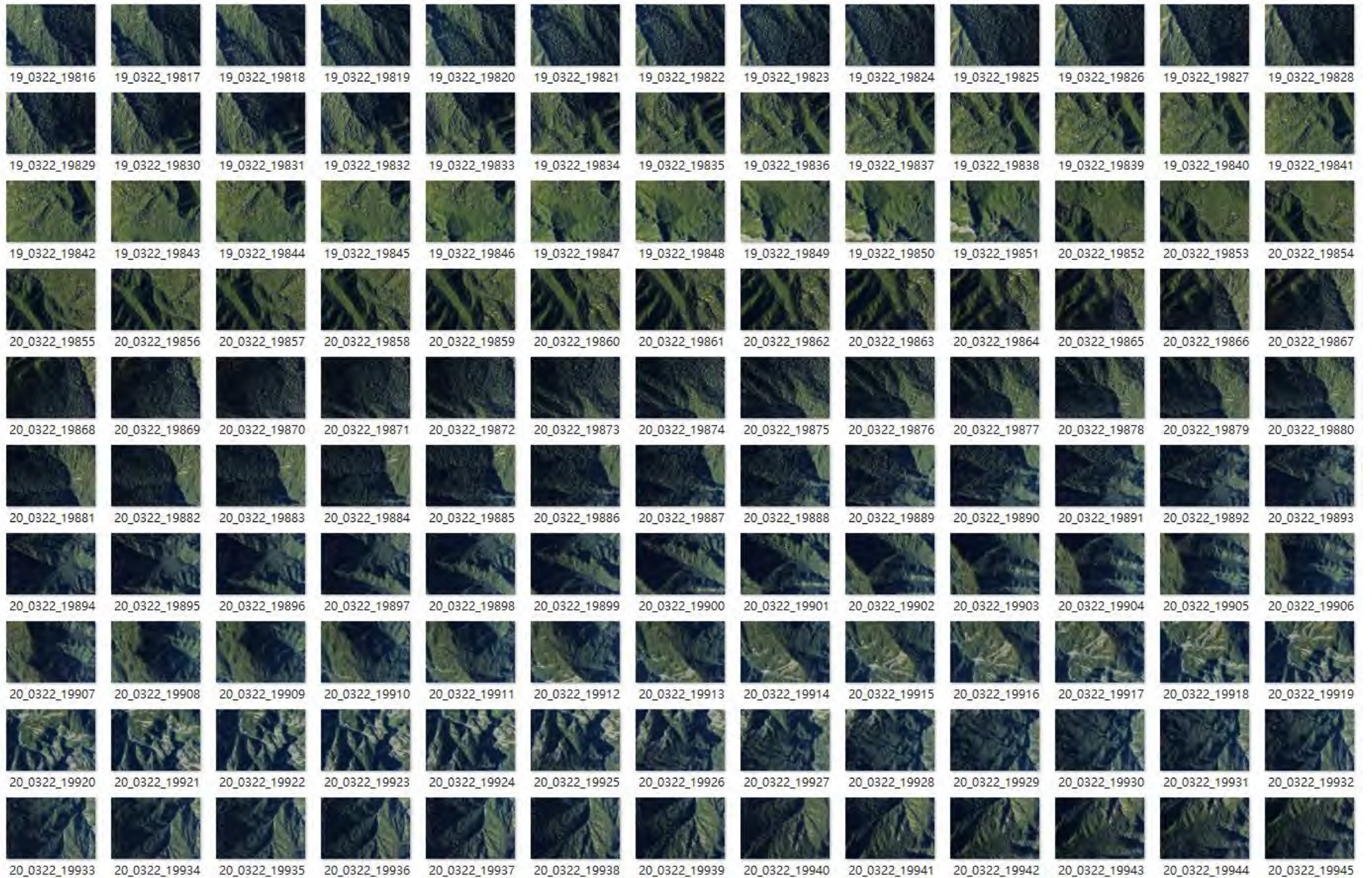


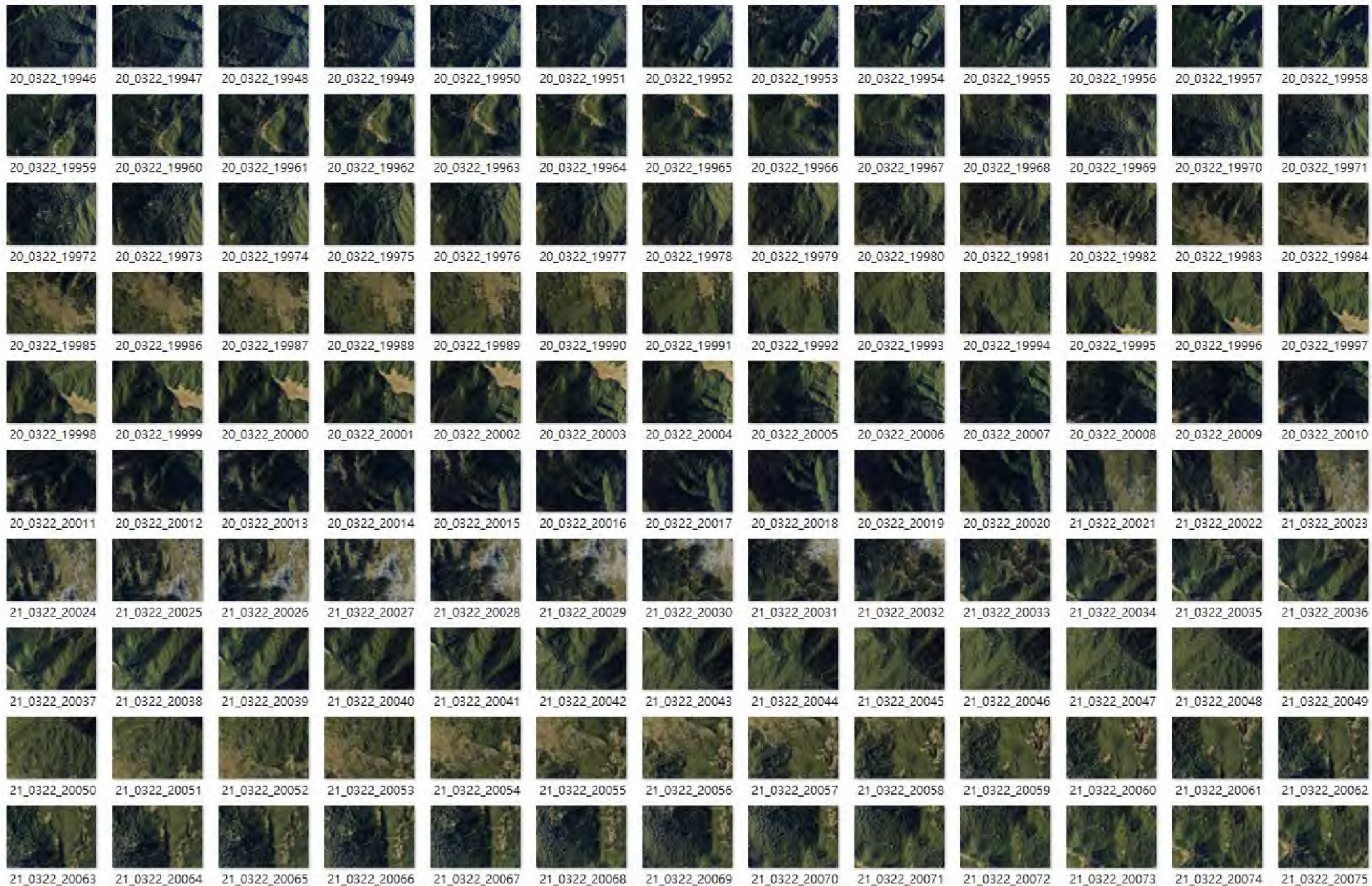
















22_0322_20206 22_0322_20207 22_0322_20208 22_0322_20209 22_0322_20210 22_0322_20211 22_0322_20212 22_0322_20213 22_0322_20214 22_0322_20215 22_0322_20216 22_0322_20217 22_0322_20218

22_0322_20219 22_0322_20220 22_0322_20221 22_0322_20222 22_0322_20223 22_0322_20224 22_0322_20225 22_0322_20226 22_0322_20227 22_0322_20228 22_0322_20229 22_0322_20230 22_0322_20231

22_0322_20232 22_0322_20233 22_0322_20234 22_0322_20235 22_0322_20236 22_0322_20237 22_0322_20238 22_0322_20239 22_0322_20240 22_0322_20241 22_0322_20242 22_0322_20243 22_0322_20244

22_0322_20245 22_0322_20246 22_0322_20247 22_0322_20248 22_0322_20249 22_0322_20250 22_0322_20251 22_0322_20252 22_0322_20253 22_0322_20254 22_0322_20255 22_0322_20256 22_0322_20257

22_0322_20258 22_0322_20259 22_0322_20260 22_0322_20261 22_0322_20262 22_0322_20263 22_0322_20264 22_0322_20265 22_0322_20266 22_0322_20267 22_0322_20268 22_0322_20269 22_0322_20270

22_0322_20271 22_0322_20272 22_0322_20273 22_0322_20274 22_0322_20275 22_0322_20276 22_0322_20277 22_0322_20278 22_0322_20279 22_0322_20280 22_0322_20281 22_0322_20282 22_0322_20283

22_0322_20284 22_0322_20285 22_0322_20286 22_0322_20287 22_0322_20288 22_0322_20289 22_0322_20290 22_0322_20291 22_0322_20292 22_0322_20293 22_0322_20294 22_0322_20295 22_0322_20296

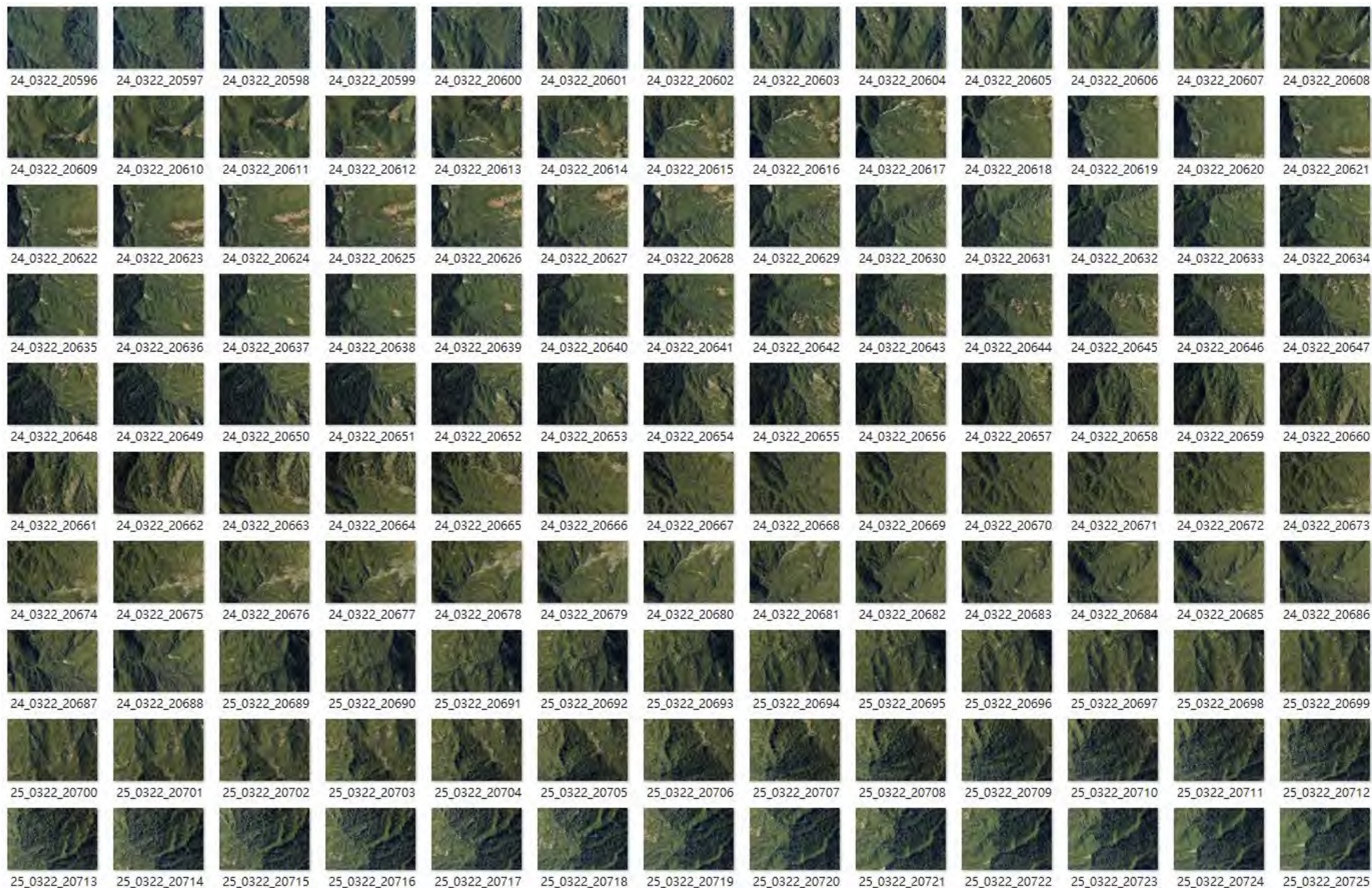
22_0322_20297 22_0322_20298 22_0322_20299 22_0322_20300 22_0322_20301 22_0322_20302 22_0322_20303 22_0322_20304 22_0322_20305 22_0322_20306 22_0322_20307 22_0322_20308 22_0322_20309

22_0322_20310 22_0322_20311 22_0322_20312 22_0322_20313 22_0322_20314 22_0322_20315 22_0322_20316 22_0322_20317 22_0322_20318 22_0322_20319 22_0322_20320 22_0322_20321 22_0322_20322

22_0322_20323 22_0322_20324 22_0322_20325 22_0322_20326 22_0322_20327 22_0322_20328 22_0322_20329 22_0322_20330 22_0322_20331 22_0322_20332 22_0322_20333 22_0322_20334 22_0322_20335









25_0322_20726 25_0322_20727 25_0322_20728 25_0322_20729 25_0322_20730 25_0322_20731 25_0322_20732 25_0322_20733 25_0322_20734 25_0322_20735 25_0322_20736 25_0322_20737 25_0322_20738

25_0322_20739 25_0322_20740 25_0322_20741 25_0322_20742 25_0322_20743 25_0322_20744 25_0322_20745 25_0322_20746 25_0322_20747 25_0322_20748 25_0322_20749 25_0322_20750 25_0322_20751

25_0322_20752 25_0322_20753 25_0322_20754 25_0322_20755 25_0322_20756 25_0322_20757 25_0322_20758 25_0322_20759 25_0322_20760 25_0322_20761 25_0322_20762 25_0322_20763 25_0322_20764

25_0322_20765 25_0322_20766 25_0322_20767 25_0322_20768 25_0322_20769 25_0322_20770 25_0322_20771 25_0322_20772 25_0322_20773 25_0322_20774 25_0322_20775 25_0322_20776 25_0322_20777

25_0322_20778 25_0322_20779 25_0322_20780 25_0322_20781 25_0322_20782 25_0322_20783 25_0322_20784 25_0322_20785 25_0322_20786 25_0322_20787 25_0322_20788 25_0322_20789 25_0322_20790

25_0322_20791 25_0322_20792 25_0322_20793 25_0322_20794 25_0322_20795 25_0322_20796 25_0322_20797 25_0322_20798 25_0322_20799 25_0322_20800 25_0322_20801 25_0322_20802 25_0322_20803

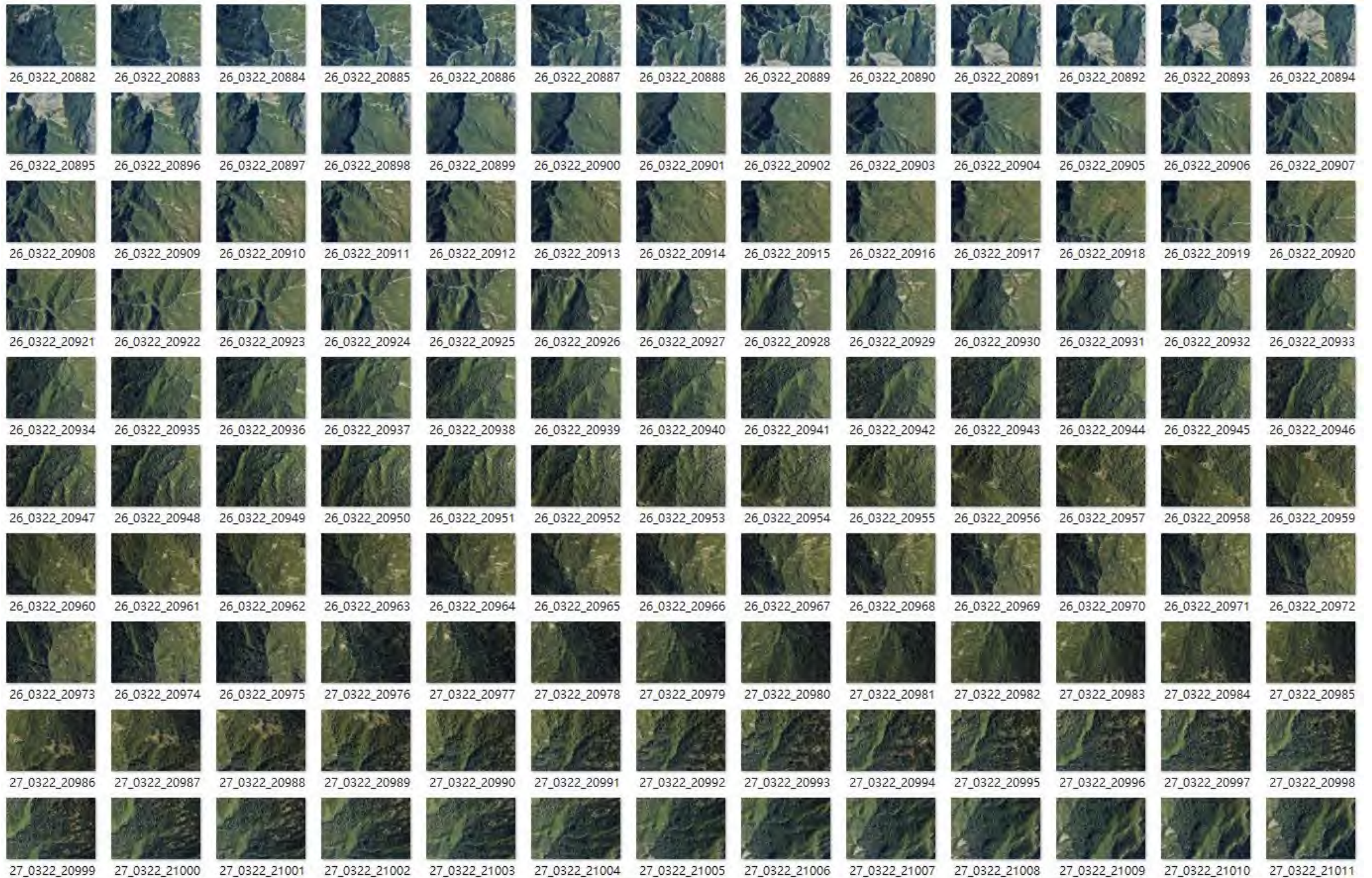
25_0322_20804 25_0322_20805 25_0322_20806 25_0322_20807 25_0322_20808 25_0322_20809 25_0322_20810 25_0322_20811 25_0322_20812 25_0322_20813 25_0322_20814 25_0322_20815 25_0322_20816

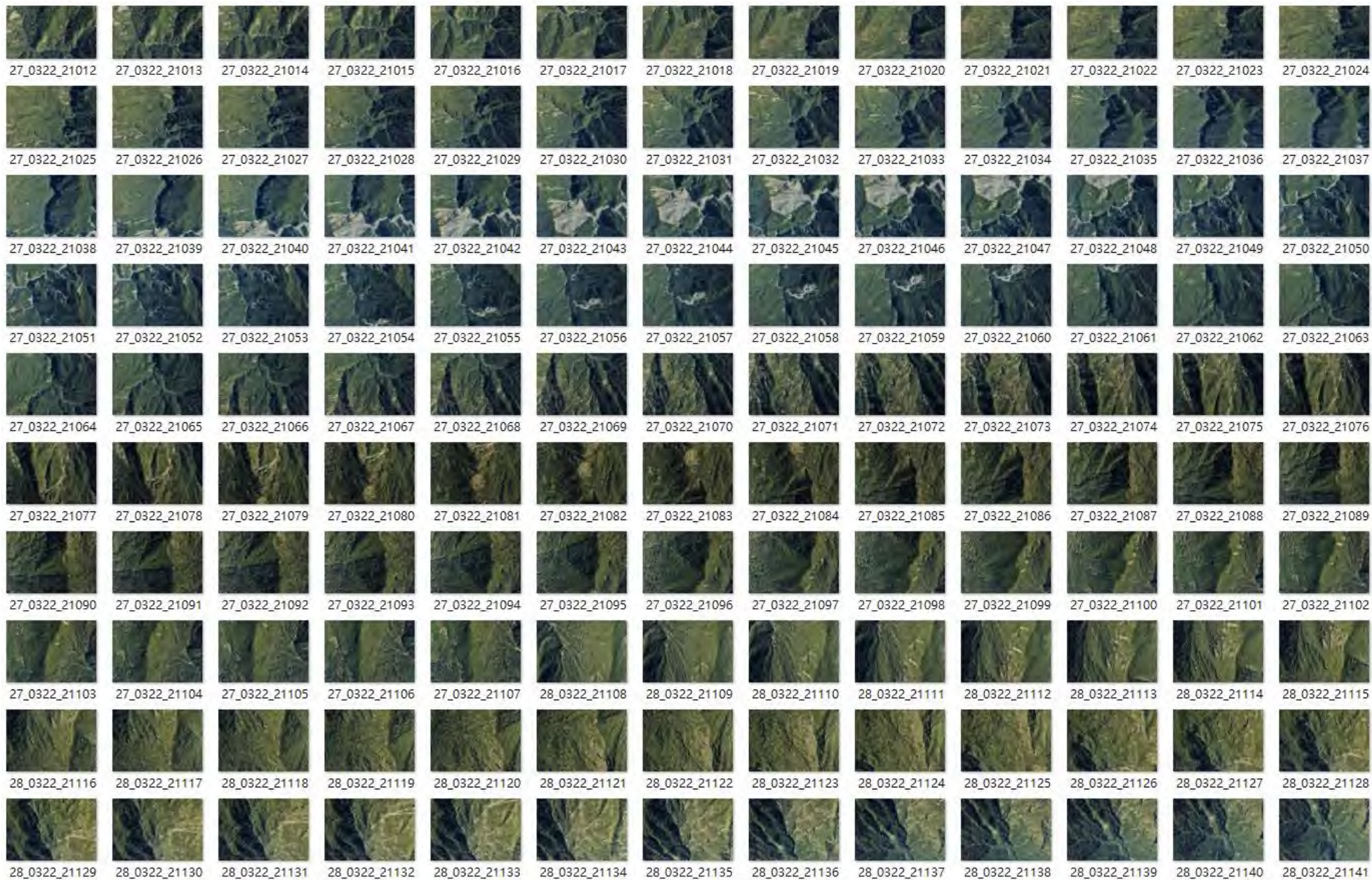
25_0322_20817 25_0322_20818 25_0322_20819 25_0322_20820 25_0322_20821 25_0322_20822 25_0322_20823 25_0322_20824 25_0322_20825 25_0322_20826 25_0322_20827 25_0322_20828 25_0322_20829

25_0322_20830 25_0322_20831 25_0322_20832 25_0322_20833 25_0322_20834 25_0322_20835 25_0322_20836 25_0322_20837 25_0322_20838 26_0322_20839 26_0322_20840 26_0322_20841 26_0322_20842

26_0322_20843 26_0322_20844 26_0322_20845 26_0322_20846 26_0322_20847 26_0322_20848 26_0322_20849 26_0322_20850 26_0322_20851 26_0322_20852 26_0322_20853 26_0322_20854 26_0322_20855







27_0322_21012 27_0322_21013 27_0322_21014 27_0322_21015 27_0322_21016 27_0322_21017 27_0322_21018 27_0322_21019 27_0322_21020 27_0322_21021 27_0322_21022 27_0322_21023 27_0322_21024

27_0322_21025 27_0322_21026 27_0322_21027 27_0322_21028 27_0322_21029 27_0322_21030 27_0322_21031 27_0322_21032 27_0322_21033 27_0322_21034 27_0322_21035 27_0322_21036 27_0322_21037

27_0322_21038 27_0322_21039 27_0322_21040 27_0322_21041 27_0322_21042 27_0322_21043 27_0322_21044 27_0322_21045 27_0322_21046 27_0322_21047 27_0322_21048 27_0322_21049 27_0322_21050

27_0322_21051 27_0322_21052 27_0322_21053 27_0322_21054 27_0322_21055 27_0322_21056 27_0322_21057 27_0322_21058 27_0322_21059 27_0322_21060 27_0322_21061 27_0322_21062 27_0322_21063

27_0322_21064 27_0322_21065 27_0322_21066 27_0322_21067 27_0322_21068 27_0322_21069 27_0322_21070 27_0322_21071 27_0322_21072 27_0322_21073 27_0322_21074 27_0322_21075 27_0322_21076

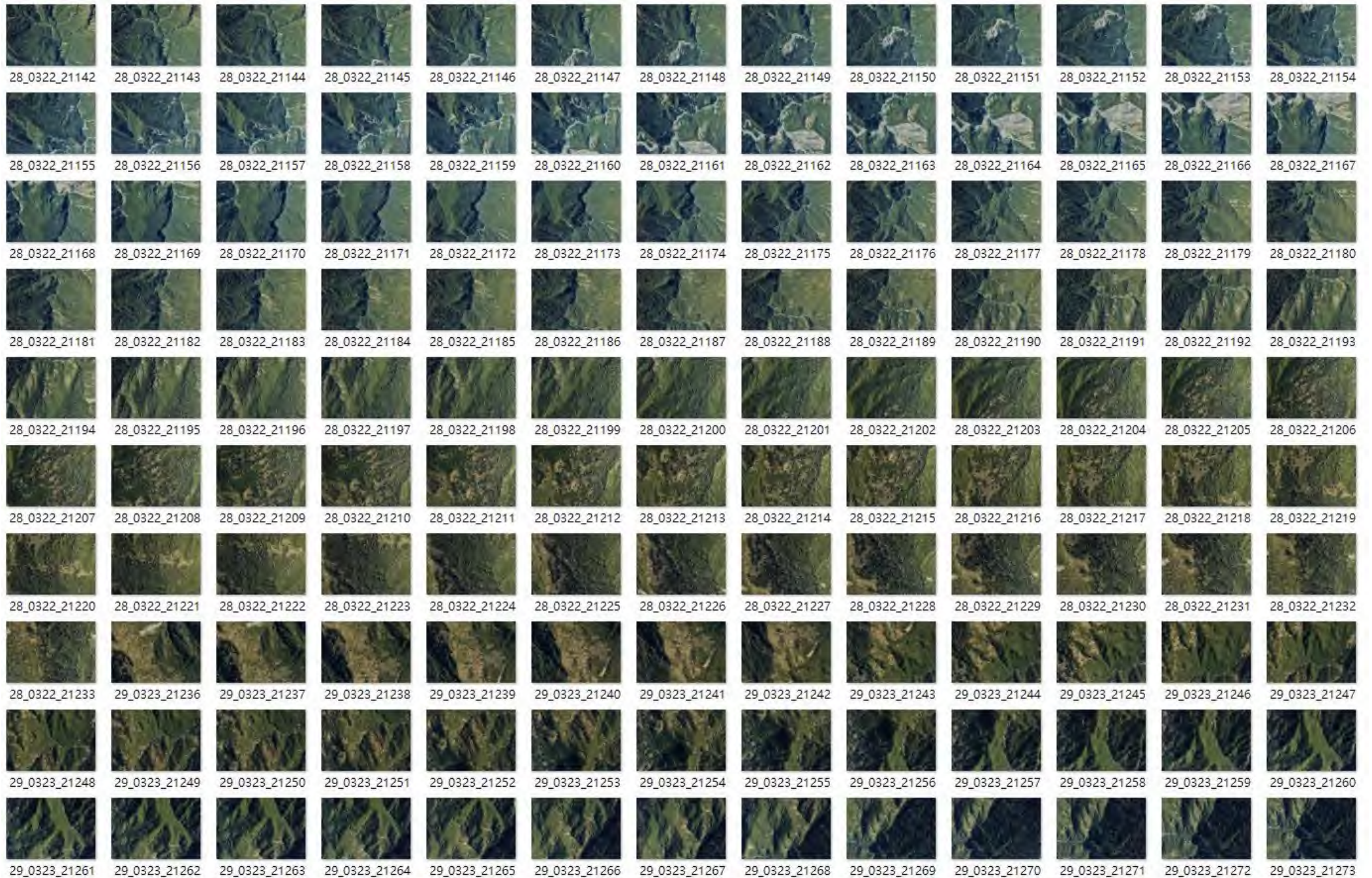
27_0322_21077 27_0322_21078 27_0322_21079 27_0322_21080 27_0322_21081 27_0322_21082 27_0322_21083 27_0322_21084 27_0322_21085 27_0322_21086 27_0322_21087 27_0322_21088 27_0322_21089

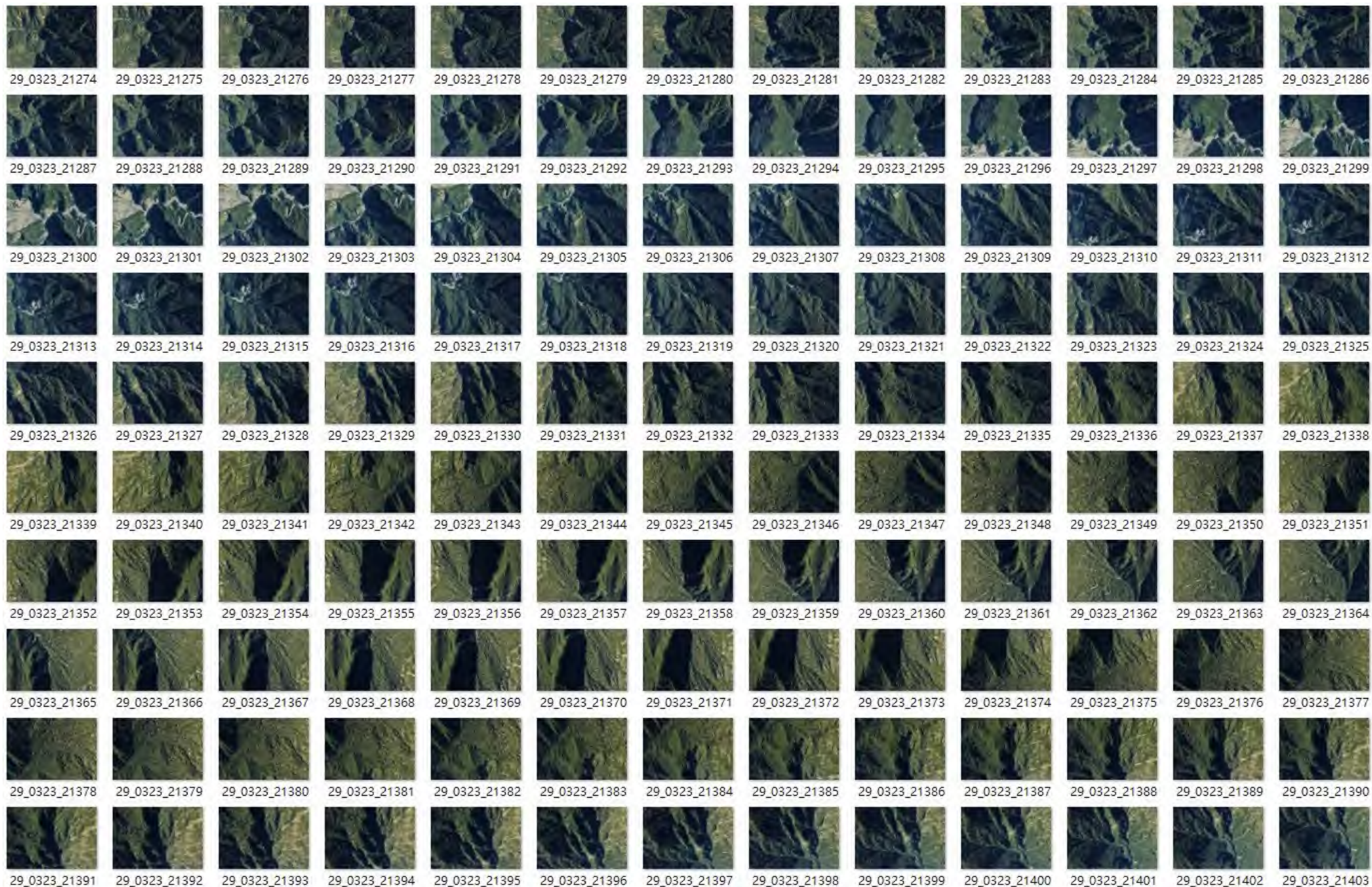
27_0322_21090 27_0322_21091 27_0322_21092 27_0322_21093 27_0322_21094 27_0322_21095 27_0322_21096 27_0322_21097 27_0322_21098 27_0322_21099 27_0322_21100 27_0322_21101 27_0322_21102

27_0322_21103 27_0322_21104 27_0322_21105 27_0322_21106 27_0322_21107 28_0322_21108 28_0322_21109 28_0322_21110 28_0322_21111 28_0322_21112 28_0322_21113 28_0322_21114 28_0322_21115

28_0322_21116 28_0322_21117 28_0322_21118 28_0322_21119 28_0322_21120 28_0322_21121 28_0322_21122 28_0322_21123 28_0322_21124 28_0322_21125 28_0322_21126 28_0322_21127 28_0322_21128

28_0322_21129 28_0322_21130 28_0322_21131 28_0322_21132 28_0322_21133 28_0322_21134 28_0322_21135 28_0322_21136 28_0322_21137 28_0322_21138 28_0322_21139 28_0322_21140 28_0322_21141





29_0323_21274 29_0323_21275 29_0323_21276 29_0323_21277 29_0323_21278 29_0323_21279 29_0323_21280 29_0323_21281 29_0323_21282 29_0323_21283 29_0323_21284 29_0323_21285 29_0323_21286

29_0323_21287 29_0323_21288 29_0323_21289 29_0323_21290 29_0323_21291 29_0323_21292 29_0323_21293 29_0323_21294 29_0323_21295 29_0323_21296 29_0323_21297 29_0323_21298 29_0323_21299

29_0323_21300 29_0323_21301 29_0323_21302 29_0323_21303 29_0323_21304 29_0323_21305 29_0323_21306 29_0323_21307 29_0323_21308 29_0323_21309 29_0323_21310 29_0323_21311 29_0323_21312

29_0323_21313 29_0323_21314 29_0323_21315 29_0323_21316 29_0323_21317 29_0323_21318 29_0323_21319 29_0323_21320 29_0323_21321 29_0323_21322 29_0323_21323 29_0323_21324 29_0323_21325

29_0323_21326 29_0323_21327 29_0323_21328 29_0323_21329 29_0323_21330 29_0323_21331 29_0323_21332 29_0323_21333 29_0323_21334 29_0323_21335 29_0323_21336 29_0323_21337 29_0323_21338

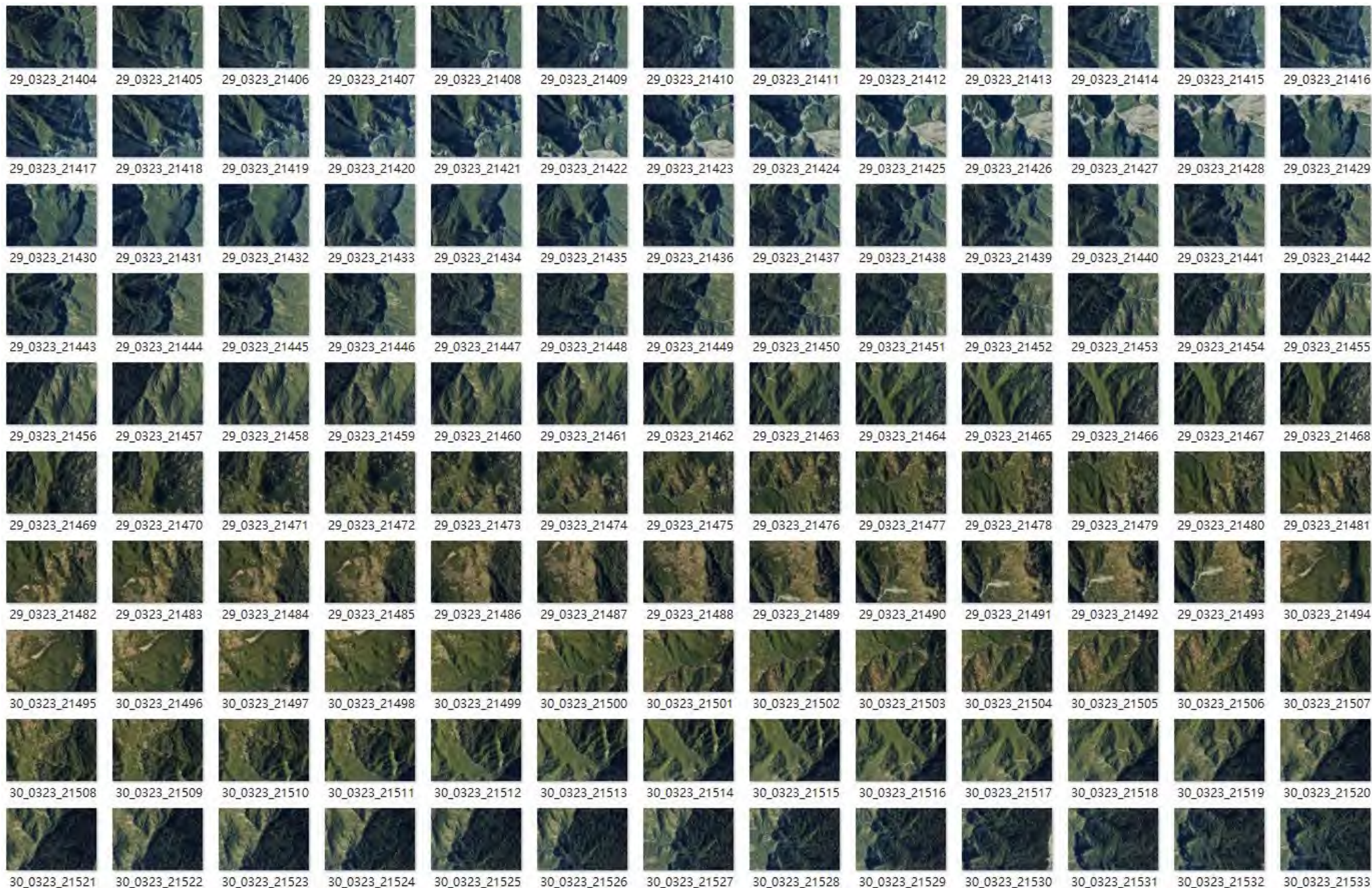
29_0323_21339 29_0323_21340 29_0323_21341 29_0323_21342 29_0323_21343 29_0323_21344 29_0323_21345 29_0323_21346 29_0323_21347 29_0323_21348 29_0323_21349 29_0323_21350 29_0323_21351

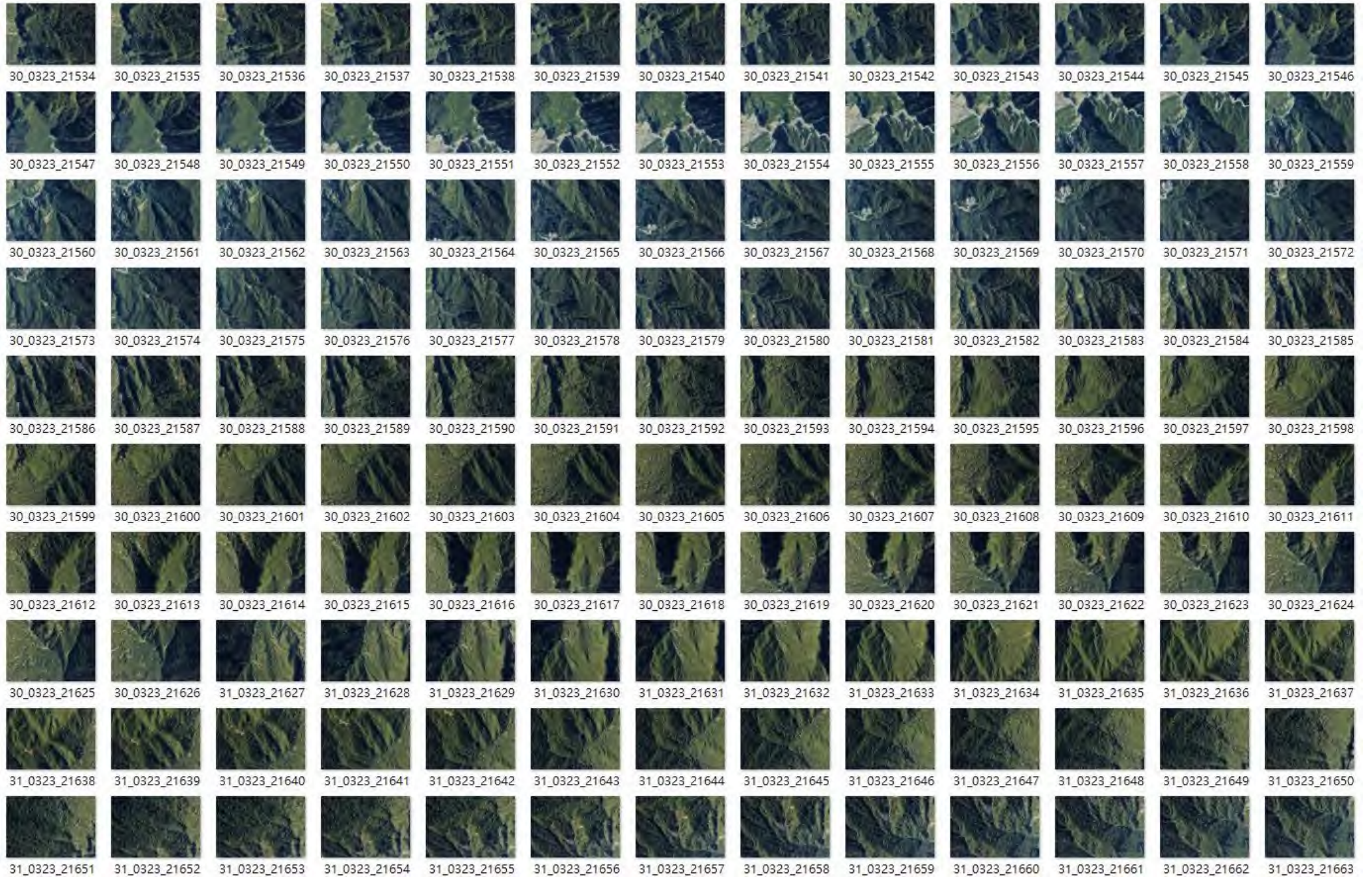
29_0323_21352 29_0323_21353 29_0323_21354 29_0323_21355 29_0323_21356 29_0323_21357 29_0323_21358 29_0323_21359 29_0323_21360 29_0323_21361 29_0323_21362 29_0323_21363 29_0323_21364

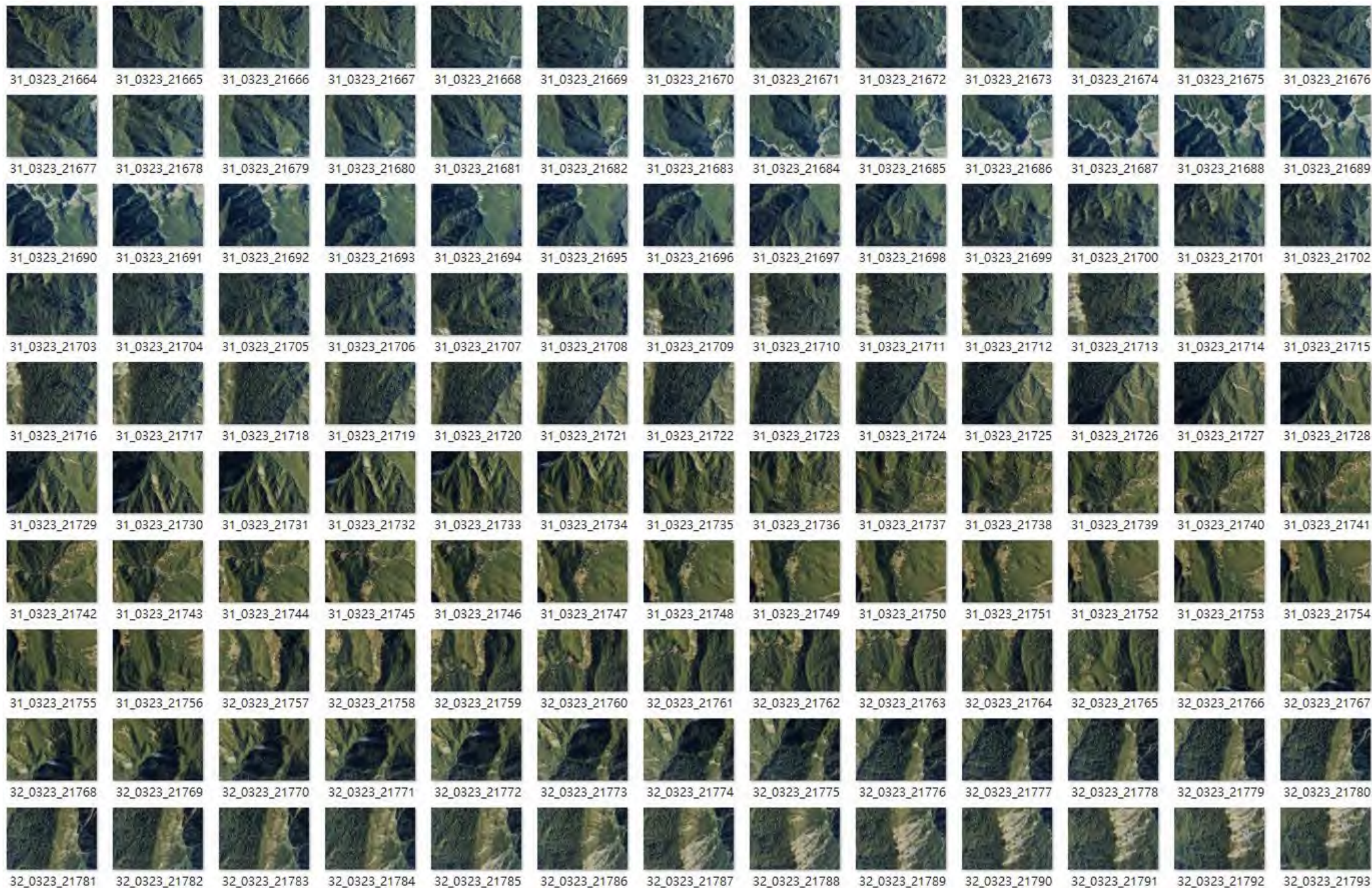
29_0323_21365 29_0323_21366 29_0323_21367 29_0323_21368 29_0323_21369 29_0323_21370 29_0323_21371 29_0323_21372 29_0323_21373 29_0323_21374 29_0323_21375 29_0323_21376 29_0323_21377

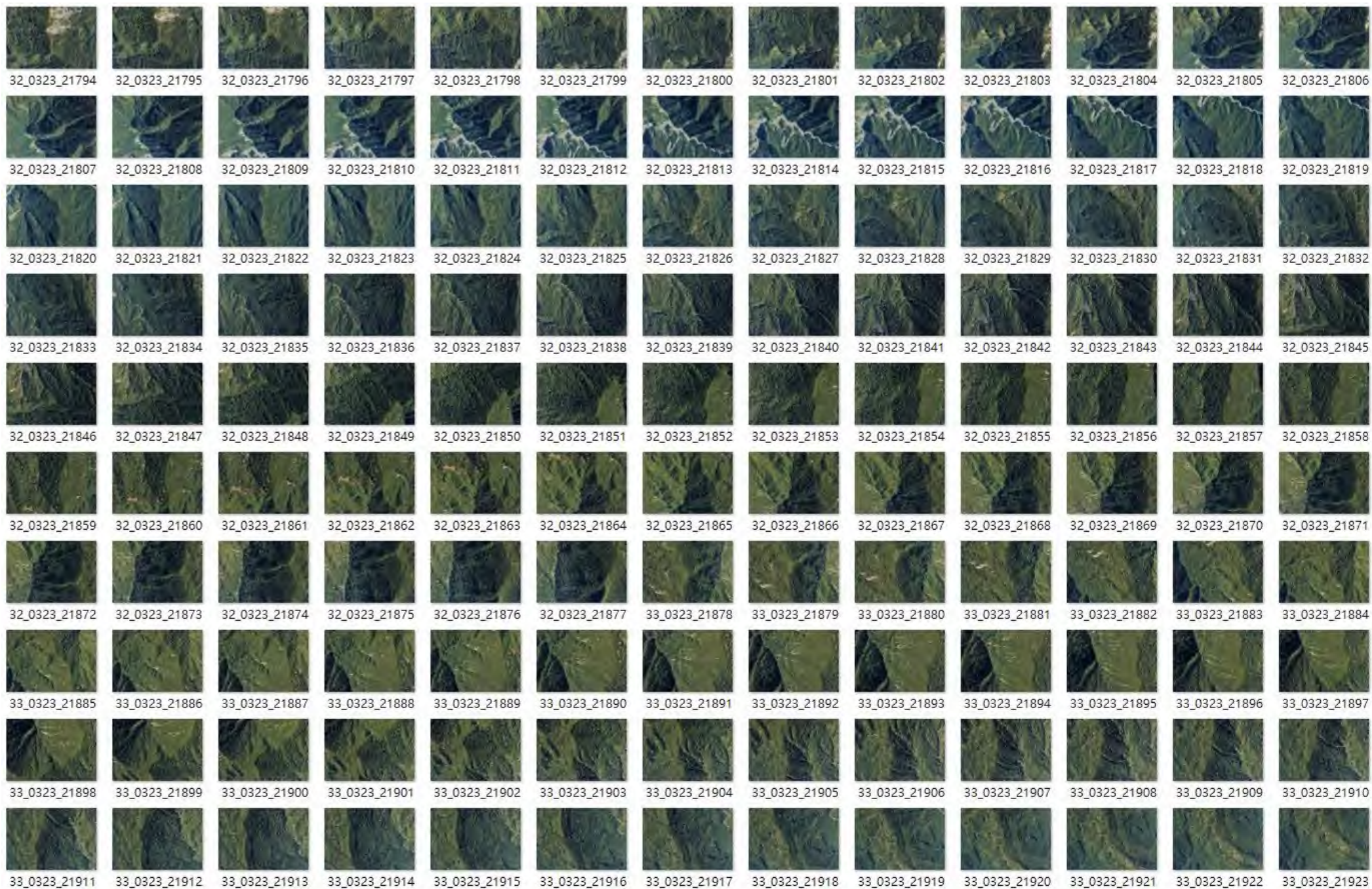
29_0323_21378 29_0323_21379 29_0323_21380 29_0323_21381 29_0323_21382 29_0323_21383 29_0323_21384 29_0323_21385 29_0323_21386 29_0323_21387 29_0323_21388 29_0323_21389 29_0323_21390

29_0323_21391 29_0323_21392 29_0323_21393 29_0323_21394 29_0323_21395 29_0323_21396 29_0323_21397 29_0323_21398 29_0323_21399 29_0323_21400 29_0323_21401 29_0323_21402 29_0323_21403









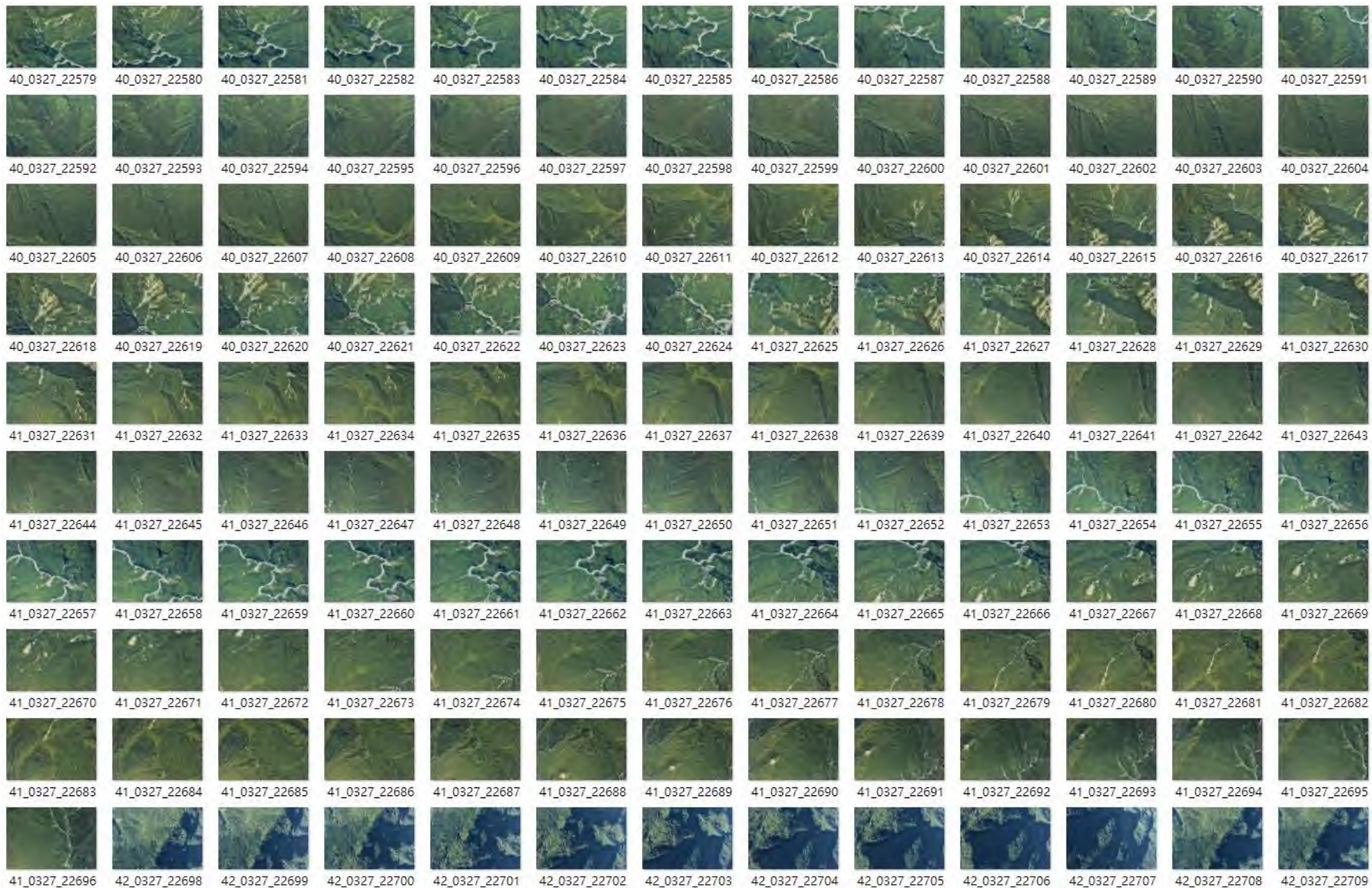


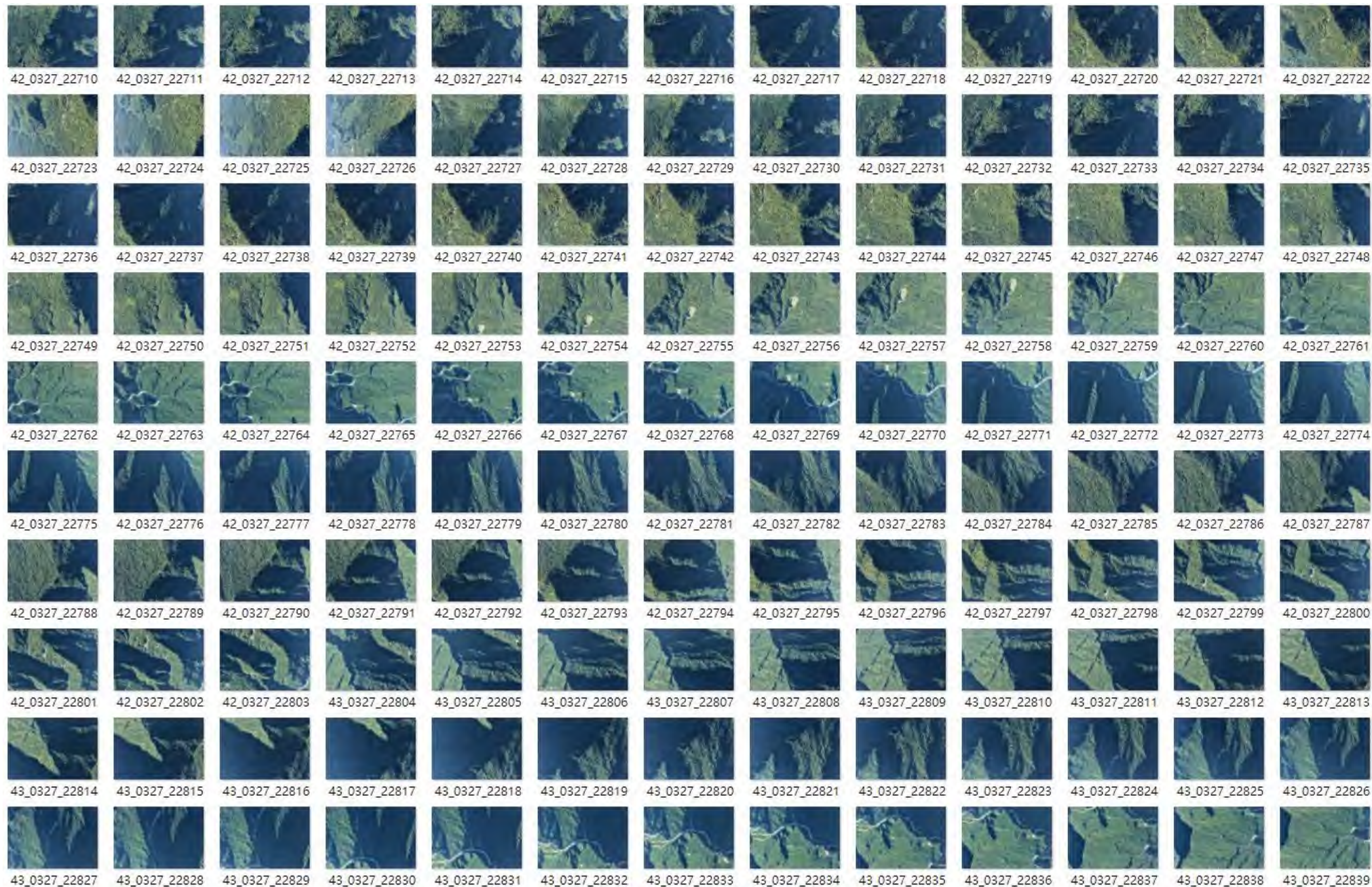


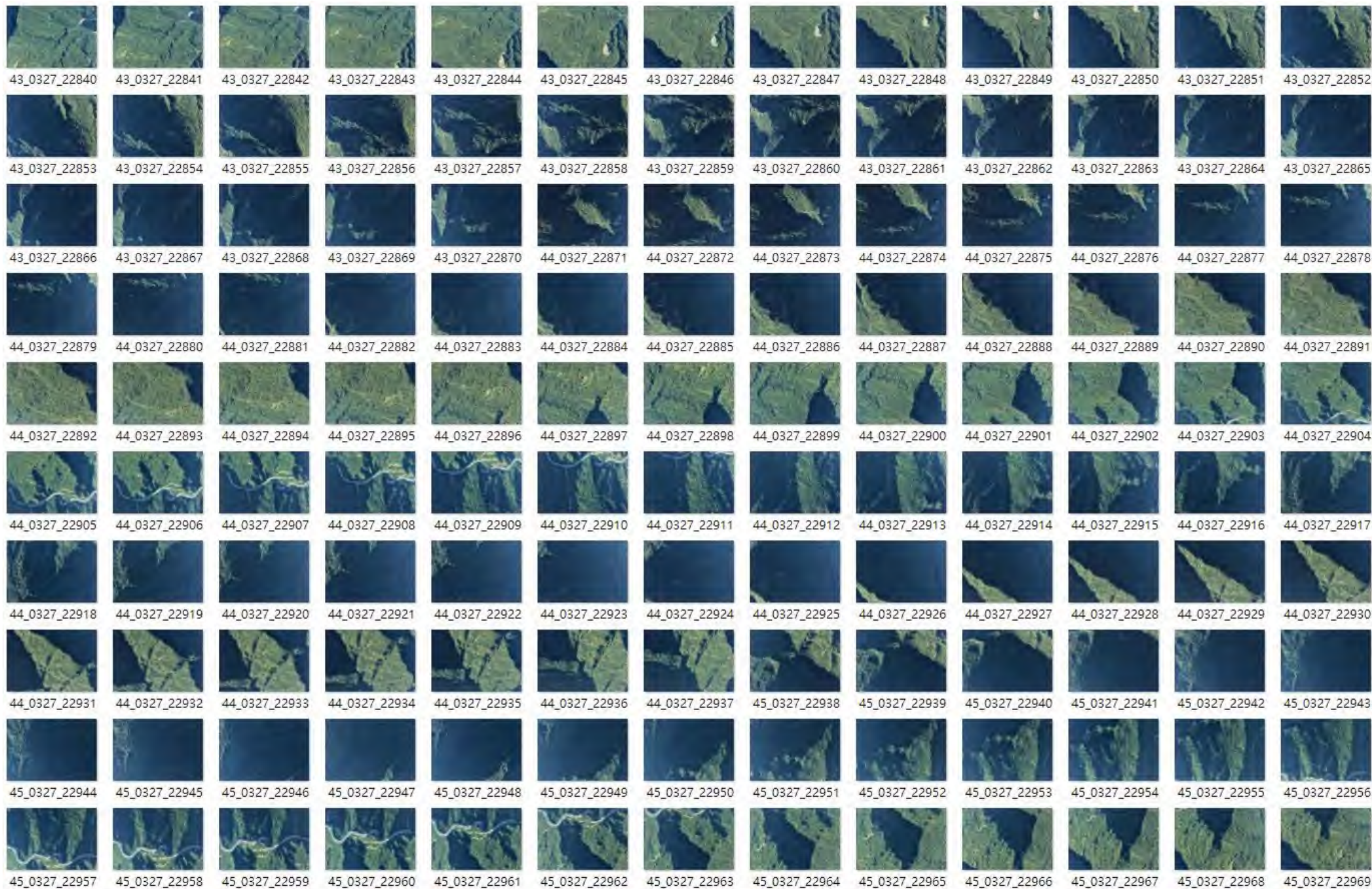












【附件四】

自主檢查表

表 100		1.飛航計畫檢查總表			本項檢查副表編號： 101、102、103	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案					
測區	玉山	檢查員	簡睿怡			
第 次送驗 (非首次送驗只針對前次不合格項目檢查)						
提送資料項目				單位	數量	
空載光達掃瞄飛航計畫書				式	1	
光達系統率定(含率定場)相關資料				式	1	
「原始連續飛航掃瞄數據」與「飛航掃瞄報告書」				式	1	
檢查項目	樣本單元	樣本數量	檢查方式	檢查項目結果		
				檢查表	是否合格	備註
空載光達掃瞄飛航計畫書檢查	飛航計畫書	1	全數檢查	表 101	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
光達系統率定(含率定場)檢查	率定資料及報告	1	全數檢查	表 102	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
成果初步檢核與飛航掃瞄報告書檢查	原始連續飛航掃瞄成果及報告書	1	全數檢查	表 103	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
通過標準：須全數通過上述 3 個檢查項目。						
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格			驗畢日期	114/05/20	
品管審核組長	藍國華					

表 101		空載光達掃瞄飛航計畫書檢查表	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案		
測區	玉山	檢查員	康祐程
第 次送驗	(非首次送驗只針對前次不合格項目檢查)		
送審資料	空載光達掃瞄飛航計畫書 (掃瞄範圍圖、規劃航線圖、GNSS 基站分布圖，需檢附 SHP、CAD 或其他通用之流通格式圖檔)		
檢查方式	全數檢查		
通過標準	須全數通過		
項目檢查結果報表		<input checked="" type="checkbox"/> 代表合格 <input checked="" type="checkbox"/> 代表不合格	
項目	審查結果	檢查員	備註
飛航儀器設備	<input checked="" type="checkbox"/> 是否說明型式與規格(含空載光達及航拍像機規格)	康祐程	
掃瞄範圍	<input checked="" type="checkbox"/> 是否涵蓋測區	康祐程	
系統率定方法	<input checked="" type="checkbox"/> 是否有說明	康祐程	
光達測點密度	<input checked="" type="checkbox"/> 是否包含光達測點密度設定(≥ 2 點/m ²)	康祐程	
航帶重疊比例	<input checked="" type="checkbox"/> 是否包含航帶重疊比例(航帶左右至少各需 50%重疊)	康祐程	
飛行方向	<input checked="" type="checkbox"/> 是否包含交叉飛航掃瞄	康祐程	
GNSS 基站評估	<input checked="" type="checkbox"/> 是否包含 GNSS 基站分布(基站與掃瞄位置之距離小於 20 公里) <input checked="" type="checkbox"/> 是否包含 GNSS 衛星觀測幾何條件(每條航線至少應有二 GNSS 基站同步接收 GNSS 觀測量) <input checked="" type="checkbox"/> 是否包含 GNSS 規格(雙頻觀測，每秒至少一筆資料)	康祐程	
飛航申請文件	<input checked="" type="checkbox"/> 是否有向管理單位申請施測及飛航許可	康祐程	
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	驗畢日期	114.04.16
品管審核 組長	藍國華		

表 102		光達系統率定 (含率定場) 檢查	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案		
率定日期	112/11/29	檢查員	康祐程
第 次送驗	(非首次送驗只針對前次不合格項目檢查)		
送審資料	LIDAR 系統率定報告、掃瞄儀器所下載未經處理前之資料、GNSS 基站原始觀測資料、GNSS 檢校說明資料		
檢查方式	全數檢查		
通過標準	須全數通過		
項目檢查結果報表		<input checked="" type="checkbox"/> 代表合格 <input checked="" type="checkbox"/> 代表不合格	
項目	審查結果	檢查員	備註
LIDAR 系統率定報告	<input checked="" type="checkbox"/> 率定場面積 <input checked="" type="checkbox"/> 具有容易辨識之地物特徵 <input checked="" type="checkbox"/> 率定方法之說明 <input checked="" type="checkbox"/> 日期 <input checked="" type="checkbox"/> 地點 <input checked="" type="checkbox"/> 原始率定資料繳交 <input checked="" type="checkbox"/> 飛機姿態傾角圖形 <input checked="" type="checkbox"/> 計算過程紀錄 (含關鍵之軟體處理畫面) <input checked="" type="checkbox"/> 起飛及降落階段穩定之 GNSS 訊號 <input checked="" type="checkbox"/> 光達掃瞄儀器形式與序號 <input checked="" type="checkbox"/> 航線掃瞄姿態偏航(yaw)傾角 <input checked="" type="checkbox"/> 航線掃瞄姿態顛簸(pitch)傾角 <input checked="" type="checkbox"/> 航線掃瞄姿態滾動(roll)傾角	康祐程	
原始資料	<input checked="" type="checkbox"/> 掃瞄儀器所下載未經處理前之資料 <input checked="" type="checkbox"/> GNSS 基站原始觀測資料	康祐程	
GNSS 檢校說明資料	<input checked="" type="checkbox"/> 檢校完成	康祐程	
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	驗畢日期	113/11/20
品管審核組長	藍國華		

表 103		成果初步檢核與飛航掃瞄報告書檢查	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案		
架次編號	1140322、1131110	檢查員	康祐程
第 次送驗	(非首次送驗只針對前次不合格項目檢查)		
送審資料	飛航掃瞄報告書 (GNSS 軌跡圖應檢附 ASCII 檔或其他通用格式)、掃瞄儀器所下載未經處理前之資料		
檢查方式	全數檢查		
通過標準	須全數通過		
項目檢查結果報表		<input checked="" type="checkbox"/> 代表合格 <input checked="" type="checkbox"/> 代表不合格	
項目	審查結果	檢查員	備註
GNSS 幾何條件	<input checked="" type="checkbox"/> GNSS 基站分布 <input checked="" type="checkbox"/> GNSS 衛星觀測幾何條件	康祐程	
空載光達掃瞄儀	<input checked="" type="checkbox"/> 時間紀錄 <input checked="" type="checkbox"/> GNSS 基站規格 <input checked="" type="checkbox"/> LIDAR 系統率定報告 <input checked="" type="checkbox"/> IMU 精度 <input checked="" type="checkbox"/> 機上 GNSS 接收型式 <input checked="" type="checkbox"/> 機上 GNSS 軌跡解算(以雙頻載波相位動態解算模式解算)	康祐程	
掃瞄日期及時間	<input checked="" type="checkbox"/> 掃瞄日期及時間	康祐程	
飛航掃瞄報告書	<input checked="" type="checkbox"/> 點雲 LAS 檔檢查(需包含 E, N, H, Intensity, TimeStamp, 掃瞄角度 scan angle, 斜距 range 與包含各回波波寬值 echo width, 波峰振幅值 amplitude 之波形屬性檔) <input checked="" type="checkbox"/> 飛航時定位 GNSS 之原始 PDOP(不得大於 4) <input checked="" type="checkbox"/> 航線圖及電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 控制點分布圖及電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 正射影像及點雲之無數據面積分析 <input checked="" type="checkbox"/> 飛航參數與掃瞄參數 <input checked="" type="checkbox"/> 誤差分析 <input checked="" type="checkbox"/> 天氣資料	康祐程	使用內政部 1/25,000 比例尺地形圖為底圖，繪製航線圖、控制點分布、成果圖索引圖，並掃瞄製作電子檔。
檢查結果	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	驗畢日期	113/11/20
品管審核組長	藍國華		

表 103		成果初步檢核與飛航掃瞄報告書檢查	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案		
架次編號	1140322、1140323、 1140327	檢查員	康祐程
第 次送驗	(非首次送驗只針對前次不合格項目檢查)		
送審資料	飛航掃瞄報告書 (GNSS 軌跡圖應檢附 ASCII 檔或其他通用格式)、掃瞄儀器所下載未經處理前之資料		
檢查方式	全數檢查		
通過標準	須全數通過		
項目檢查結果報表		<input checked="" type="checkbox"/> 代表合格 <input checked="" type="checkbox"/> 代表不合格	
項目	審查結果	檢查員	備註
GNSS 幾何條件	<input checked="" type="checkbox"/> GNSS 基站分布 <input checked="" type="checkbox"/> 時間紀錄 <input checked="" type="checkbox"/> GNSS 衛星觀測幾何條件 <input checked="" type="checkbox"/> GNSS 基站規格	康祐程	
空載光達掃瞄儀	<input checked="" type="checkbox"/> LIDAR 系統率定報告 <input checked="" type="checkbox"/> IMU 精度 <input checked="" type="checkbox"/> 機上 GNSS 接收型式 <input checked="" type="checkbox"/> 機上 GNSS 軌跡解算(以雙頻載波相位動態解算模式解算)	康祐程	
掃瞄日期及時間	<input checked="" type="checkbox"/> 掃瞄日期及時間	康祐程	
飛航掃瞄報告書	<input checked="" type="checkbox"/> 點雲 LAS 檔檢查(需包含 E, N, H, Intensity, TimeStamp, 掃瞄角度 scan angle, 斜距 range 與包含各回波波寬值 echo width, 波峰振幅值 amplitude 之波形屬性檔) <input checked="" type="checkbox"/> 飛航時定位 GNSS 之原始 PDOP(不得大於 4) <input checked="" type="checkbox"/> 航線圖及電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 控制點分布圖及電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 正射影像及點雲之無數據面積分析 <input checked="" type="checkbox"/> 飛航參數與掃瞄參數 <input checked="" type="checkbox"/> 誤差分析 <input checked="" type="checkbox"/> 天氣資料	康祐程	使用內政部 1/25,000 比例尺地形圖為底圖，繪製航線圖、控制點分布、成果圖索引圖，並掃瞄製作電子檔。
檢查結果	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	驗畢日期	114/04/14
品管審核組長	藍國華		

表 110		2.控制測量檢查總表			本項檢查副表編號：	
					111	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案					
檢查員	康祐程					
第 次送驗 (非首次送驗只針對前次不合格項目檢查)						
提送資料項目					單位	數量
GNSS 基站及控制點分布圖					式	1
檢查項目	樣本單元	樣本數量	檢查方式	檢查項目結果		
				檢查表	是否合格	備註
控制測量成果書面資料檢查	書面資料	1	全數檢查	表 111	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
通過標準：須全數通過						
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格			驗畢日期	114/04/15	
品管審核組長	藍國華					

表 201		點雲記錄格式檢查表					
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案						
測區	玉山東部園區						
檢查樣本單元	航帶點雲檔案						
樣本單元數量	46						
檢查方式	全數檢查						
檢查項目	檔案格式(需包含 E, N, H, Intensity, TimeStamp, 掃瞄角度 scan angle, 斜距 range 與包含各回波波寬值 echo width, 波峰振幅值 amplitude 之波形屬性檔)、回訊數目、欄位完整性、點位記錄的有效位數、回波強度值域、重複點檢驗						
通過標準	須全數通過						
項目檢查結果報表							
航帶編號	檔案格式	回訊數目	點位記錄有效位數	回波強度值域	重複點檢驗	檢查結果(Y/N)	檢查員
1-46	las	7	0.000m	OK	OK	Y	簡睿怡
合格航帶數：		46		不合格航帶數：0			
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格		<input type="checkbox"/> 不合格		驗畢日期	114/04/15	
品管審核組長	藍國華						

表 111		控制測量成果書面資料檢查表	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案		
檢查員	康祐程	送驗日期	113/11/11
第 次送驗 (非首次送驗只針對前次不合格項目檢查)			
檢查樣本單元	控制測量成果書面報告		
架次編號	1131022、1131110、1140322、1140323、1140327-1、1140327-2		
檢查方式	全數檢查		
檢查項目	GNSS 基站及控制點分布圖		
項目檢查結果報表		<input checked="" type="checkbox"/> 代表合格 <input type="checkbox"/> 代表不合格	
項目	是否合格	檢查員	備註
GNSS 基站及控制點分布圖	合格	康祐程	
通過標準：須全數通過			
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	驗畢日期	114/04/15
品管審核組長	藍國華		

表 203		點雲密度檢查表		
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案			
測區	玉山			
檢查樣本單元	①航帶	②測區		
樣本單元數量	1~46			
檢查方式	全數檢查			
檢查項目	點雲密度、低點雲密度區域、水體外之無數據區域			
通過標準	測區內密度不足網格數目比例應低於10%	測區各航帶原始數據之第一或最後回波之平均密度，應高於每平方公尺2點。	除水體外之無數據之面積，不得大於總掃瞄面積之5%。	
項目檢查結果報表			檢查員	
	不合格數量	是否合格	備註	
1. 航帶(航帶條數)	0	合格		
2. 測區(全區)	0	合格		
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		驗畢日期	114/05/08
品管審核組長	藍國華			

表 204		點雲密度檢查表		
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案			
測區	玉山東部園區			
檢查樣本單元	航帶	測區		
樣本單元數量	全			
檢查方式	全數檢查			
檢查項目	點雲密度、低點雲密度區域、水體外之無數據區域			
通過標準	測區內密度不足網格數目比例應低於10%	測區各航帶原始數據之第一或最後回波之平均密度，應高於每平方公尺2點。	除水體外之無數據之面積，不得大於總掃瞄面積之5%。	
項目檢查結果報表		檢查員	簡睿怡	
	不合格數量	是否合格	備註	
1. 航帶(航帶條數)	0	Y		
2. 測區(全區)	0	Y		
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		驗畢日期	114/05/12
品管審核組長	藍國華			

表 205		航帶相對誤差檢查表	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案		
測區	玉山東部園區		
檢查樣本單元	點雲檔案		
樣本單元數量	46		
檢查方式	全數檢查		
檢查項目	平差前、後相鄰航帶相對高程偏差量		
通過標準	1.平差前高程偏差量平均值應小於 20 公分 2.平差後高程偏差量平均值應小於 10 公分		
項目檢查結果報表		檢查員	簡睿怡
航帶編號	高程偏差量平均值(m)		
	平差前(m)	平差後(m)	
1	-0.0340	-0.0012	
2	-0.0120	-0.0003	
3	-0.0090	-0.0019	
4	0.0090	-0.0017	
5	-0.0120	0.0044	
6	-0.0090	0.0050	
7	0.0530	0.0016	
8	-0.0180	-0.0073	
9	-0.0370	0.0004	
10	0.0200	0.0029	
11	-0.0090	-0.0037	
12	0.0140	0.0036	
13	-0.0140	0.0004	
14	0.0460	-0.0001	
15	0.0106	0.0040	
16	0.0034	0.0029	
17	0.0068	0.0031	
18	0.0070	0.0016	
19	0.0166	0.0024	
20	0.0074	0.0019	
21	0.0053	0.0072	
22	0.0062	0.0040	
23	0.0061	0.0029	
24	0.0056	0.0042	
25	0.0039	-0.0010	
26	0.0021	-0.0003	
27	0.0001	0.0003	

自主檢核表：空載光達掃瞄作業

28	0.0024	0.0011	
29	0.0067	0.0005	
30	-0.0088	-0.0021	
31	0.0031	-0.0009	
32	-0.0048	-0.0009	
33	0.0032	0.0014	
34	-0.0173	0.0045	
35	-0.0016	-0.0014	
36	0.0034	0.0075	
37	0.0024	0.0062	
38	0.0046	0.0036	
39	0.0041	0.0036	
40	0.0043	0.0042	
41	0.0021	0.0071	
42	0.0089	0.0044	
43	0.0112	0.0128	
44	0.0035	0.0026	
45	0.0098	0.0075	
46	0.0460	0.0029	
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	驗畢日期	114/05/09
品管審核組長	藍國華		

表 300		4.航空攝影成果檢查總表			本項檢查副表編號： 301、302、303	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案					
測區	玉山		檢查員	簡睿怡		
第	次送驗 (非首次送驗只針對前次不合格項目檢查)			送驗日期	113/11/12	
提送資料項目			單位	數量		
1.原始影像			張	5716		
2.航跡資料			式	6		
3.原始影像航空片號紀錄檔			式	1		
4.像機規格			式	1		
檢查項目	樣本單元	樣本數量	檢查方式	檢查項目結果		
				檢查表	是否合格	備註
航拍影像涵蓋完整度檢查	航跡資料	1	全數檢查	表 401	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
航拍像機	像機規格	1	全數檢查	表 402	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
航拍影像品質	原始影像檔	1	全數檢查	表 403	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
通過標準：須全數通過。						
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		驗畢日期	114/05/12		
品管審核組長	藍國華					

表 301		航拍影像涵蓋完整度檢查	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案		
測區	玉山		
檢查樣本單元	航跡資料檔案(航線 1~46)		
樣本單元數量	1 式		
檢查方式	全數檢查		
檢查項目	檢查原始影像是重疊率及涵蓋是否包含全測區		
通過標準	合格影像之可製圖區須涵蓋全測區		
項目檢查結果報表			
前後重疊率 ≥ 80 % (單一航帶重疊率)	左右重疊率 (≥ 30%) (相鄰航帶重疊率)	測區覆蓋完整度 (Y/N)	檢查員
86.5	70.4	Y	簡睿怡
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	驗畢日期	114/05/13
品管審核組長	藍國華		

表 302		航拍像機檢查		
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案			
測區	玉山			
檢查樣本單元	像機規格			
檢查項目	檢查航拍像機規格與需求是否相符。			
通過標準				
像機型號	像幅大小 (pixels)	像素尺寸(μm)	色彩濃度(bit)	檢查員
Ultra Cam Osprey 4.1	20,544*14,016	3.76	8	簡睿怡
				簡睿怡
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		驗畢 日期	114/05/13
品管審核 組長	藍國華			

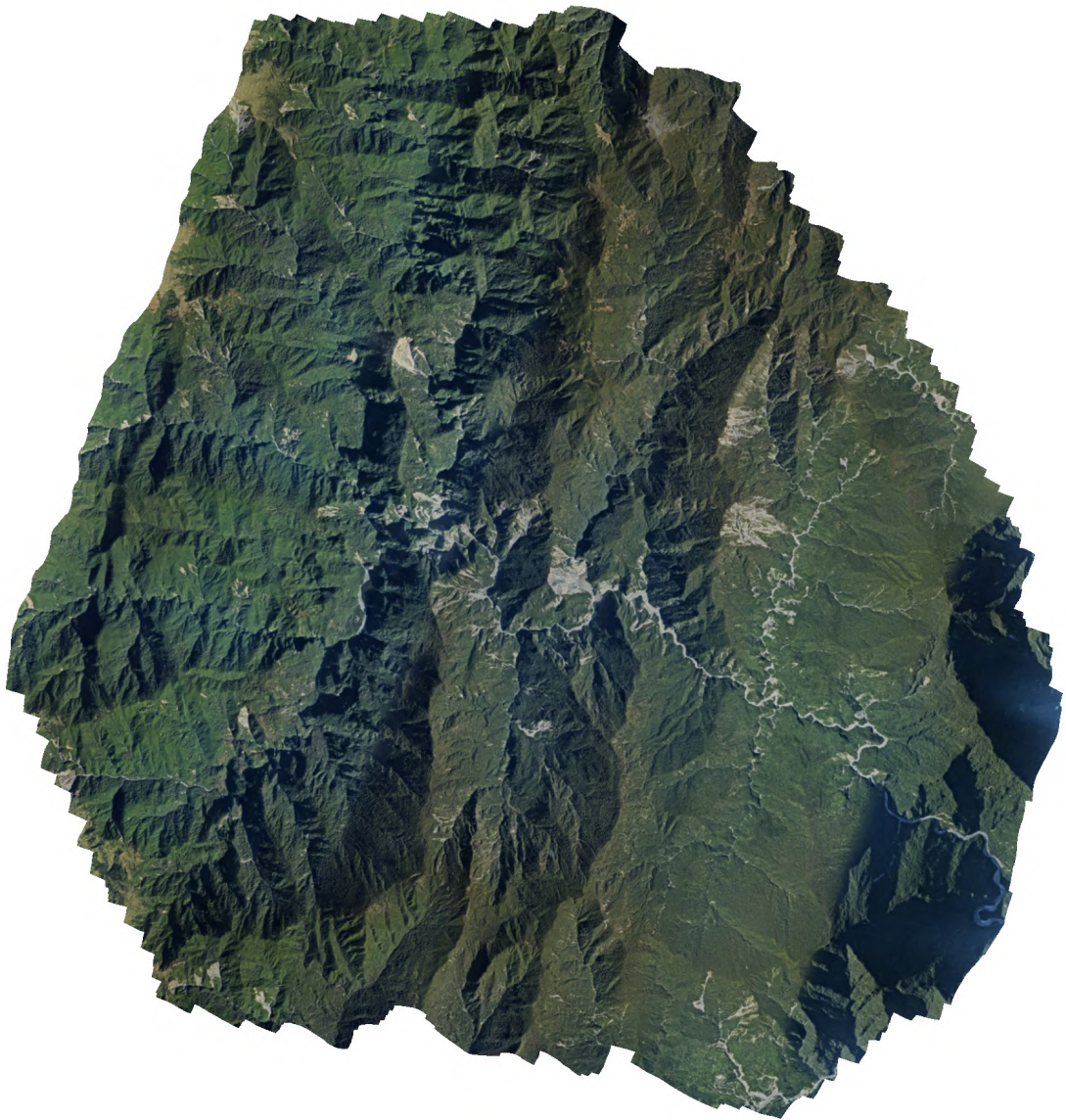
表 303		航拍影像品質檢查	
案名	玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案		
測區	玉山		
檢查樣本單元	原始航拍影像檔、航跡資料及天氣資料		
樣本單元數量	航線 1~46，共 5716 張		
檢查方式	用於正射影像製作之航拍影像		
檢查項目	檢查航拍影像地面像素解析度、攝影日期及天氣、影像品質是否符合規範要求。		
通過標準	1.地面像素解析度優於 10 公分。 2.須檢附天氣資料。		
項目檢查結果報表			
地面像素 解析力檢查	<input checked="" type="checkbox"/> 合格	檢查員	檢查備註：本項全數檢查
	<input type="checkbox"/> 不合格	簡睿怡	
天氣資料檢查	<input checked="" type="checkbox"/> 合格	檢查員	檢查備註：本項全數檢查
	<input type="checkbox"/> 不合格	簡睿怡	
影像品質檢查	<input checked="" type="checkbox"/> 合格	檢查員	檢查備註：本項全數檢查
	<input type="checkbox"/> 不合格	簡睿怡	
檢查結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	驗畢 日期	114/05/14
品管審核 組長	藍國華		

【附件五】

空中三角測量報告書

113YS

Processing Report
23 May 2025



Survey Data

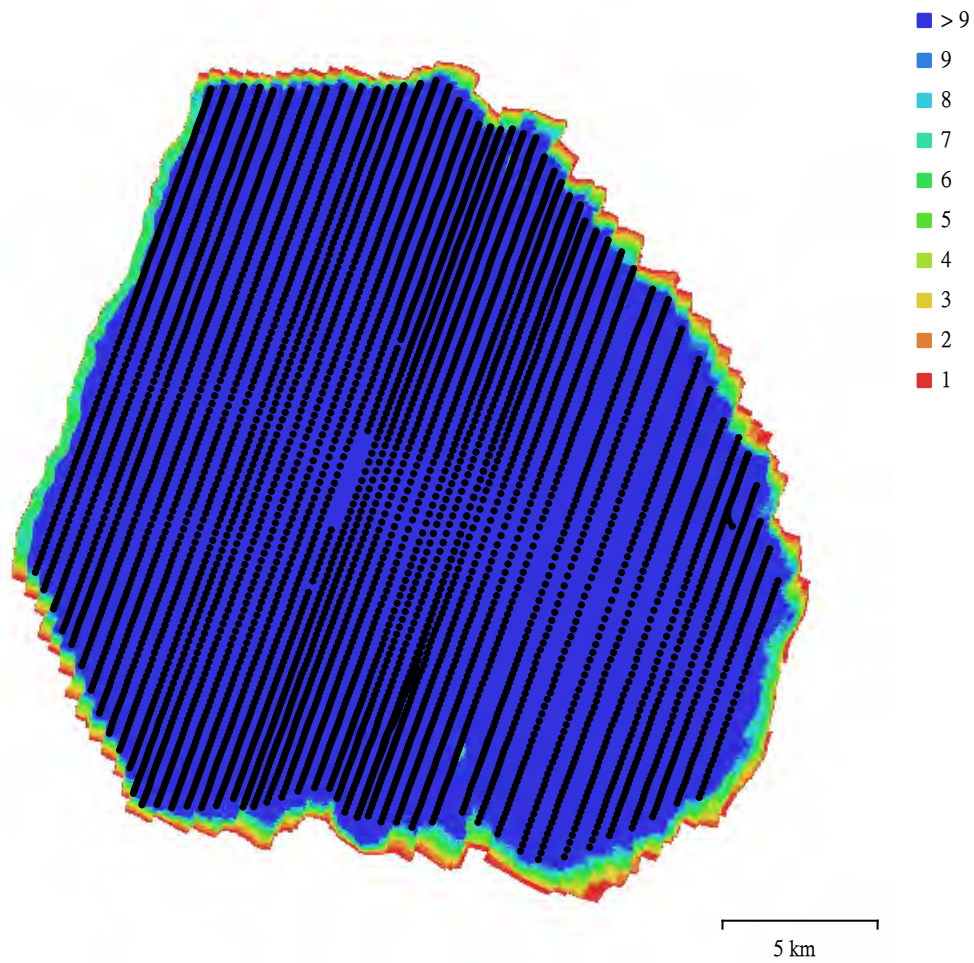


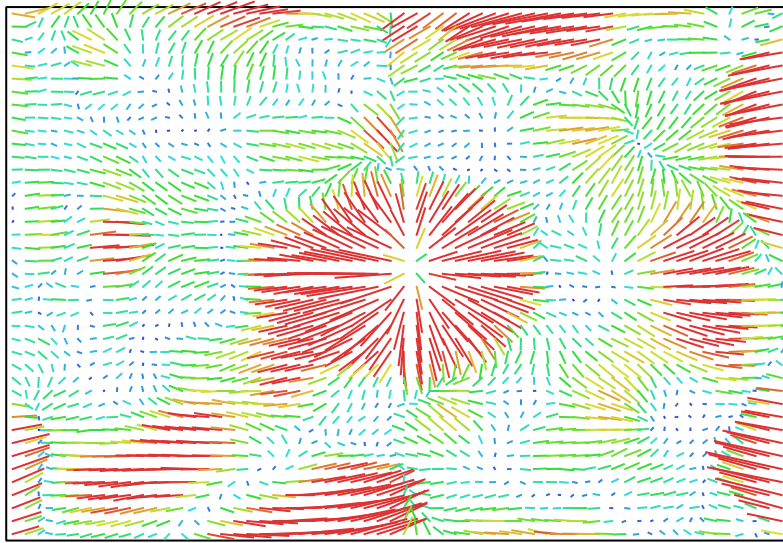
Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	5,716	Camera stations:	5,702
Flying altitude:	1.85 km	Tie points:	5,325,279
Ground resolution:	8.68 cm/pix	Projections:	16,372,397
Coverage area:	502 km ²	Reprojection error:	0.348 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
Jpeg File	20544 x 14016	79.6 mm	3.76 x 3.76 μ m	Yes

Table 1. Cameras.

Camera Calibration



1 pix
Fig. 2. Image residuals for Jpeg File.

Jpeg File

5716 images, precalibrated

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	20544 x 14016	79.6 mm	3.76 x 3.76 μ m
F:	21170.2		
Cx:	0	B1:	0
Cy:	0	B2:	0
K1:	0	P1:	0
K2:	0	P2:	0
K3:	0	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Camera Locations

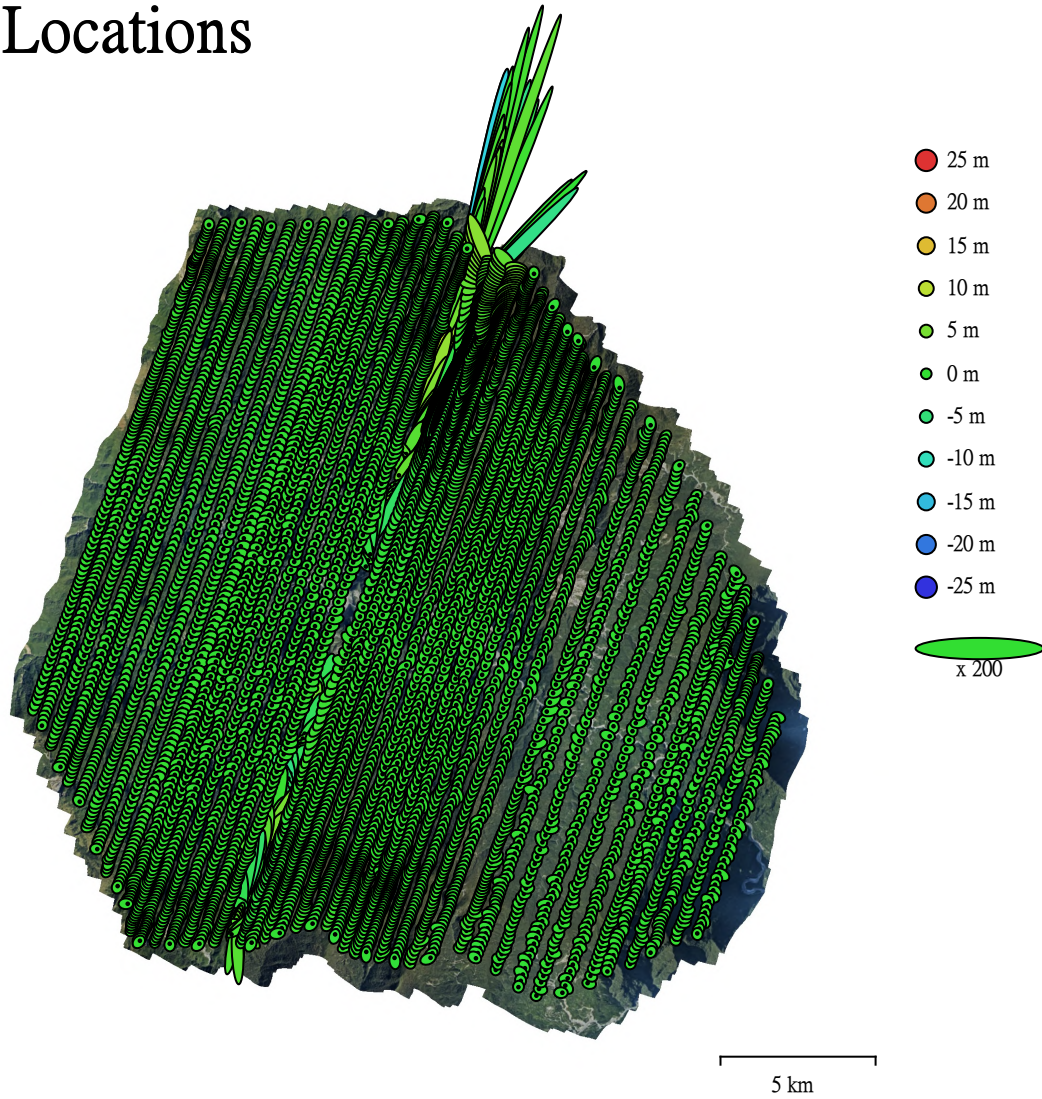


Fig. 3. Camera locations and error estimates.
 Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
 Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total error (m)
1.21957	2.9363	1.10681	3.17949	3.36663

Table 2. Average camera location error.
 X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Digital Elevation Model

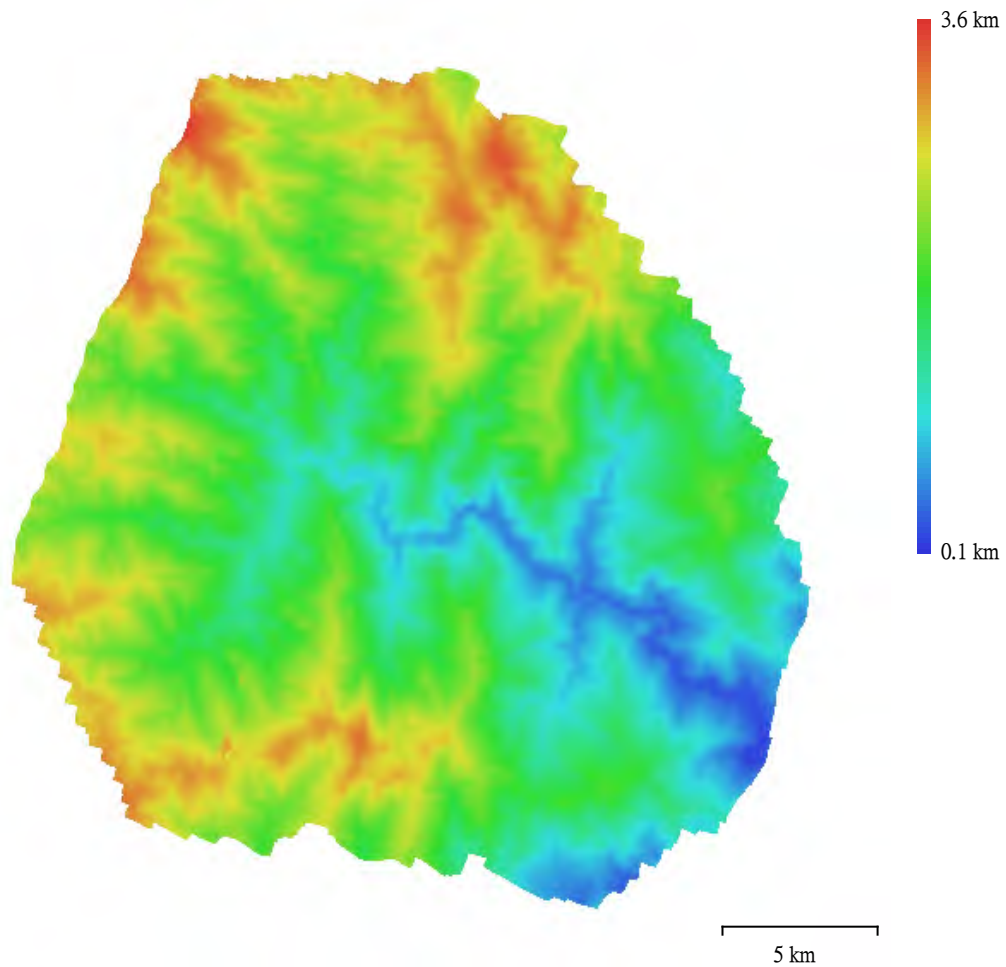


Fig. 4. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 68.6 m/pix
Point density: 213 points/km²

補充：此為metashape軟體 使用影像密匹配自動產生之DEM，作為初步檢視正射影像使用高程糾正模型。Resolution為網格尺寸，Point density 為影像密點雲點密度。為用213points/km²點密度的影像密點雲，來做成68.6m/pix網格尺寸的DEM(Digital Elevation Model)。

Processing Parameters

General

Cameras	5716
Aligned cameras	5702
Shapes	
Polylines	1
Polygons	61
Coordinate system	WGS 84 + EGM96 height
Coordinate system	TWD97 / TM2 zone 121 (EPSG::3826)
Rotation angles	Omega, Phi, Kappa

Point Cloud

Points	5,325,279 of 5,580,817
RMS reprojection error	0.081635 (0.348349 pix)
Max reprojection error	0.303663 (24.372 pix)
Mean key point size	3.47405 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	No
Average tie point multiplicity	3.18403

Alignment parameters

Accuracy	High
Generic preselection	Yes
Reference preselection	Yes
Key point limit	30,000
Tie point limit	3,000
Adaptive camera model fitting	No
Matching time	8 hours 50 minutes
Alignment time	5 minutes 54 seconds
Software version	1.5.5.9057

Model

Faces	423,698
Vertices	212,076
Vertex colors	3 bands, uint8

Reconstruction parameters

Surface type	Arbitrary
Source data	Sparse cloud
Interpolation	Enabled
Strict volumetric masks	No
Processing time	9 seconds
Software version	1.5.5.9057

Orthomosaic

Size	15,016 x 15,908
Coordinate system	TWD97 / TM2 zone 121 (EPSG::3826)
Colors	3 bands, uint8

Reconstruction parameters

Blending mode	Mosaic
Surface	Mesh
Enable hole filling	Yes
Processing time	8 hours 15 minutes
Software version	1.5.5.9057

Software

Version	1.5.5 build 9057
Platform	Windows 64

【附件六】

飛航掃瞄報告書

玉山國家公園東部園區航空攝影 與光達掃瞄作業案

- 第 2024102207 架次
- 第 2024111006 架次
- 第 2025032207 架次
- 第 2025032307 架次
- 第 2025032711 架次
- 第 2025032714 架次

飛航掃瞄報告書

掃瞄日期：中華民國 113 年 10 月 22 日
至中華民國 114 年 3 月 27 日
廠商名稱：自強工程顧問有限公司

目錄

目錄	I
圖目錄	II
表目錄	X
第一章 飛航掃瞄資訊	1
1-1 計畫概要	1
1-2 計畫航線	1
1-3 航攝實施計畫核可	2
1-4 儀器設備	4
1-5 控制點分布	5
1-6 架次飛航資訊	6
1-7 架次飛航軌跡	6
1-8 飛航參數與掃瞄參數	10
1-9 飛航掃瞄姿態折線圖	13
1-10 飛航掃瞄全波形資料	36
第二章 GNSS 觀測資訊	105
2-1 地面 GNSS 基地站	105
2-2 本架次地面 GNSS 基地站資訊	106
2-3 機載 GNSS/IMU 儀器觀測資訊	113
第三章 天氣資訊	126

圖目錄

圖 1-1	航線規劃圖.....	1
圖 1-2	內政部航攝許可函文.....	2
圖 1-3	內政部航攝許可函文（續）.....	3
圖 1-4	Riegl 空載光達掃瞄儀資料蒐集以及後解算說明.....	4
圖 1-5	控制點分布圖.....	5
圖 1-6	113 年 10 月 22 日飛航軌跡.....	6
圖 1-7	113 年 11 月 10 日飛航軌跡.....	7
圖 1-8	114 年 3 月 22 日飛航軌跡.....	7
圖 1-9	114 年 3 月 23 日飛航軌跡.....	8
圖 1-10	114 年 3 月 27 日飛航軌跡-1.....	8
圖 1-11	114 年 3 月 27 日飛航軌跡-2.....	9
圖 1-12	成果索引圖.....	9
圖 1-13	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 001.....	13
圖 1-14	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 002.....	13
圖 1-15	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 003.....	14
圖 1-16	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 004.....	14
圖 1-17	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 005.....	15
圖 1-18	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 006.....	15
圖 1-19	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 007.....	16
圖 1-20	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 008.....	16
圖 1-21	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 009.....	17
圖 1-22	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 010.....	17
圖 1-23	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 011.....	18
圖 1-24	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 012.....	18
圖 1-25	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 013.....	19
圖 1-26	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 014.....	19
圖 1-27	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 015.....	20
圖 1-28	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 016.....	20
圖 1-29	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 017.....	21
圖 1-30	飛航掃瞄姿態折線圖－航線 018.....	21

圖 1-31	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 019	22
圖 1-32	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 020	22
圖 1-33	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 021	23
圖 1-34	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 022	23
圖 1-35	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 023	24
圖 1-36	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 024	24
圖 1-37	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 025	25
圖 1-38	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 026	25
圖 1-39	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 027	26
圖 1-40	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 028	26
圖 1-41	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 029	27
圖 1-42	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 030	27
圖 1-43	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 031	28
圖 1-44	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 032	28
圖 1-45	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 033	29
圖 1-46	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 034	29
圖 1-47	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 035	30
圖 1-48	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 036	30
圖 1-49	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 037	31
圖 1-50	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 038	31
圖 1-51	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 039	32
圖 1-52	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 040	32
圖 1-53	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 041	33
圖 1-54	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 042	33
圖 1-55	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 043	34
圖 1-56	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 044	34
圖 1-57	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 045	35
圖 1-58	飛航掃瞄姿態折線圖—航線 046	35
圖 1-59	全波形資料截圖—航線 001(前段).....	36
圖 1-60	全波形資料截圖—航線 001(中段).....	36
圖 1-61	全波形資料截圖—航線 001(後段).....	37
圖 1-62	全波形資料截圖—航線 002(前段).....	37

圖 1-63	全波形資料截圖—航線 002(中段).....	38
圖 1-64	全波形資料截圖—航線 002(後段).....	38
圖 1-65	全波形資料截圖—航線 003(前段).....	39
圖 1-66	全波形資料截圖—航線 003(中段).....	39
圖 1-67	全波形資料截圖—航線 003(後段).....	40
圖 1-68	全波形資料截圖—航線 004(前段).....	40
圖 1-69	全波形資料截圖—航線 004(中段).....	41
圖 1-70	全波形資料截圖—航線 004(後段).....	41
圖 1-71	全波形資料截圖—航線 005(前段).....	42
圖 1-72	全波形資料截圖—航線 005(中段).....	42
圖 1-73	全波形資料截圖—航線 005(後段).....	43
圖 1-74	全波形資料截圖—航線 006(前段).....	43
圖 1-75	全波形資料截圖—航線 006(中段).....	44
圖 1-76	全波形資料截圖—航線 006(後段).....	44
圖 1-77	全波形資料截圖—航線 007(前段).....	45
圖 1-78	全波形資料截圖—航線 007(中段).....	45
圖 1-79	全波形資料截圖—航線 007(後段).....	46
圖 1-80	全波形資料截圖—航線 008(前段).....	46
圖 1-81	全波形資料截圖—航線 008(中段).....	47
圖 1-82	全波形資料截圖—航線 008(後段).....	47
圖 1-83	全波形資料截圖—航線 009(前段).....	48
圖 1-84	全波形資料截圖—航線 009(中段).....	48
圖 1-85	全波形資料截圖—航線 009(後段).....	49
圖 1-86	全波形資料截圖—航線 010(前段).....	49
圖 1-87	全波形資料截圖—航線 010(中段).....	50
圖 1-88	全波形資料截圖—航線 010(後段).....	50
圖 1-89	全波形資料截圖—航線 011(前段).....	51
圖 1-90	全波形資料截圖—航線 011(中段).....	51
圖 1-91	全波形資料截圖—航線 011(後段).....	52
圖 1-92	全波形資料截圖—航線 012(前段).....	52
圖 1-93	全波形資料截圖—航線 012(中段).....	53
圖 1-94	全波形資料截圖—航線 012(後段).....	53

圖 1-95	全波形資料截圖－航線 013(前段).....	54
圖 1-96	全波形資料截圖－航線 013(中段).....	54
圖 1-97	全波形資料截圖－航線 013(後段).....	55
圖 1-98	全波形資料截圖－航線 014(前段).....	55
圖 1-99	全波形資料截圖－航線 014(中段).....	56
圖 1-100	全波形資料截圖－航線 014(後段).....	56
圖 1-101	全波形資料截圖－航線 015(前段).....	57
圖 1-102	全波形資料截圖－航線 015(中段).....	57
圖 1-103	全波形資料截圖－航線 015(後段).....	58
圖 1-104	全波形資料截圖－航線 016(前段).....	58
圖 1-105	全波形資料截圖－航線 016(中段).....	59
圖 1-106	全波形資料截圖－航線 016(後段).....	59
圖 1-107	全波形資料截圖－航線 017(前段).....	60
圖 1-108	全波形資料截圖－航線 017(中段).....	60
圖 1-109	全波形資料截圖－航線 017(後段).....	61
圖 1-110	全波形資料截圖－航線 018(前段).....	61
圖 1-111	全波形資料截圖－航線 018(中段).....	62
圖 1-112	全波形資料截圖－航線 018(後段).....	62
圖 1-113	全波形資料截圖－航線 019(前段).....	63
圖 1-114	全波形資料截圖－航線 019(中段).....	63
圖 1-115	全波形資料截圖－航線 019(後段).....	64
圖 1-116	全波形資料截圖－航線 020(前段).....	64
圖 1-117	全波形資料截圖－航線 020(中段).....	65
圖 1-118	全波形資料截圖－航線 020(後段).....	65
圖 1-119	全波形資料截圖－航線 021(前段).....	66
圖 1-120	全波形資料截圖－航線 021(中段).....	66
圖 1-121	全波形資料截圖－航線 021(後段).....	67
圖 1-122	全波形資料截圖－航線 022(前段).....	67
圖 1-123	全波形資料截圖－航線 022(中段).....	68
圖 1-124	全波形資料截圖－航線 022(後段).....	68
圖 1-125	全波形資料截圖－航線 023(前段).....	69
圖 1-126	全波形資料截圖－航線 023(中段).....	69

圖 1-127	全波形資料截圖—航線 023(後段).....	70
圖 1-128	全波形資料截圖—航線 024(前段).....	70
圖 1-129	全波形資料截圖—航線 024(中段).....	71
圖 1-130	全波形資料截圖—航線 024(後段).....	71
圖 1-131	全波形資料截圖—航線 025(前段).....	72
圖 1-132	全波形資料截圖—航線 025(中段).....	72
圖 1-133	全波形資料截圖—航線 025(後段).....	73
圖 1-134	全波形資料截圖—航線 026(前段).....	73
圖 1-135	全波形資料截圖—航線 026(中段).....	74
圖 1-136	全波形資料截圖—航線 026(後段).....	74
圖 1-137	全波形資料截圖—航線 027(前段).....	75
圖 1-138	全波形資料截圖—航線 027(中段).....	75
圖 1-139	全波形資料截圖—航線 027(後段).....	76
圖 1-140	全波形資料截圖—航線 028(前段).....	76
圖 1-141	全波形資料截圖—航線 028(中段).....	77
圖 1-142	全波形資料截圖—航線 028(後段).....	77
圖 1-143	全波形資料截圖—航線 029(前段).....	78
圖 1-144	全波形資料截圖—航線 029(中段).....	78
圖 1-145	全波形資料截圖—航線 029(後段).....	79
圖 1-146	全波形資料截圖—航線 030(前段).....	79
圖 1-147	全波形資料截圖—航線 030(中段).....	80
圖 1-148	全波形資料截圖—航線 030(後段).....	80
圖 1-149	全波形資料截圖—航線 031(前段).....	81
圖 1-150	全波形資料截圖—航線 031(中段).....	81
圖 1-151	全波形資料截圖—航線 031(後段).....	82
圖 1-152	全波形資料截圖—航線 032(前段).....	82
圖 1-153	全波形資料截圖—航線 032(中段).....	83
圖 1-154	全波形資料截圖—航線 032(後段).....	83
圖 1-155	全波形資料截圖—航線 033(前段).....	84
圖 1-156	全波形資料截圖—航線 033(中段).....	84
圖 1-157	全波形資料截圖—航線 033(後段).....	85
圖 1-158	全波形資料截圖—航線 034(前段).....	85

圖 1-159	全波形資料截圖—航線 034(中段).....	86
圖 1-160	全波形資料截圖—航線 034(後段).....	86
圖 1-161	全波形資料截圖—航線 035(前段).....	87
圖 1-162	全波形資料截圖—航線 035(中段).....	87
圖 1-163	全波形資料截圖—航線 035(後段).....	88
圖 1-164	全波形資料截圖—航線 036(前段).....	88
圖 1-165	全波形資料截圖—航線 036(中段).....	89
圖 1-166	全波形資料截圖—航線 036(後段).....	89
圖 1-167	全波形資料截圖—航線 037(前段).....	90
圖 1-168	全波形資料截圖—航線 037(中段).....	90
圖 1-169	全波形資料截圖—航線 037(後段).....	91
圖 1-170	全波形資料截圖—航線 038(前段).....	91
圖 1-171	全波形資料截圖—航線 038(中段).....	92
圖 1-172	全波形資料截圖—航線 038(後段).....	92
圖 1-173	全波形資料截圖—航線 039(前段).....	93
圖 1-174	全波形資料截圖—航線 039(中段).....	93
圖 1-175	全波形資料截圖—航線 039(後段).....	94
圖 1-176	全波形資料截圖—航線 040(前段).....	94
圖 1-177	全波形資料截圖—航線 040(中段).....	95
圖 1-178	全波形資料截圖—航線 040(後段).....	95
圖 1-179	全波形資料截圖—航線 041(前段).....	96
圖 1-180	全波形資料截圖—航線 041(中段).....	96
圖 1-181	全波形資料截圖—航線 041(後段).....	97
圖 1-182	全波形資料截圖—航線 042(前段).....	97
圖 1-183	全波形資料截圖—航線 042(中段).....	98
圖 1-184	全波形資料截圖—航線 042(後段).....	98
圖 1-185	全波形資料截圖—航線 043(前段).....	99
圖 1-186	全波形資料截圖—航線 043(中段).....	99
圖 1-187	全波形資料截圖—航線 043(後段).....	100
圖 1-188	全波形資料截圖—航線 044(前段).....	100
圖 1-189	全波形資料截圖—航線 044(中段).....	101
圖 1-190	全波形資料截圖—航線 044(後段).....	101

圖 1-191	全波形資料截圖—航線 045(前段).....	102
圖 1-192	全波形資料截圖—航線 045(中段).....	102
圖 1-193	全波形資料截圖—航線 045(後段).....	103
圖 1-194	全波形資料截圖—航線 046(前段).....	103
圖 1-195	全波形資料截圖—航線 046(中段).....	104
圖 1-196	全波形資料截圖—航線 046(後段).....	104
圖 2-1	計畫範圍 GNSS 基地站	105
圖 2-2	10 月 22 日 GNSS 基地站分布圖	106
圖 2-3	11 月 10 日 GNSS 基地站分布圖	107
圖 2-4	3 月 22 日 GNSS 基地站分布圖	107
圖 2-5	3 月 23 日 GNSS 基地站分布圖	108
圖 2-6	3 月 27 日 (第一架次) GNSS 基地站分布圖	108
圖 2-7	3 月 27 日 (第二架次) GNSS 基地站分布圖	109
圖 2-8	10 月 22 日 GNSS 基地站—JULI.....	109
圖 2-9	10 月 22 日 GNSS 基地站—WULU	110
圖 2-10	11 月 10 日 GNSS 基地站—JULI.....	110
圖 2-11	11 月 10 日 GNSS 基地站—WULU	110
圖 2-12	3 月 22 日 GNSS 基地站—JULI.....	111
圖 2-13	3 月 22 日 GNSS 基地站—WULU	111
圖 2-14	3 月 23 日 GNSS 基地站—JULI.....	111
圖 2-15	3 月 23 日 GNSS 基地站—WULU	112
圖 2-16	3 月 27 日 GNSS 基地站—JULI.....	112
圖 2-17	3 月 27 日 GNSS 基地站—WULU	112
圖 2-18	機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告—1	113
圖 2-19	機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告—2	114
圖 2-20	機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告—3	115
圖 2-21	機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告—4	116
圖 2-22	機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告—5	117
圖 2-23	機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告—6	118
圖 2-24	機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告—7	119
圖 2-25	10 月 22 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖	120
圖 2-26	11 月 10 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖	120

圖 2-27	3 月 22 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖	121
圖 2-28	3 月 23 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖	121
圖 2-29	3 月 27 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖—1	122
圖 2-30	3 月 27 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖—2	122
圖 2-31	10 月 22 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖	123
圖 2-32	11 月 10 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖	123
圖 2-33	3 月 22 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖	124
圖 2-34	3 月 23 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖	124
圖 2-35	3 月 27 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖—1	125
圖 2-36	3 月 27 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖—2	125
圖 3-1	10 月 22 日氣象雲圖	126
圖 3-2	11 月 10 日氣象雲圖	126
圖 3-3	3 月 22 日氣象雲圖	126
圖 3-4	3 月 23 日氣象雲圖	127
圖 3-5	3 月 27 日氣象雲圖（一）	127
圖 3-6	3 月 27 日氣象雲圖（二）	127
圖 3-7	10 月 22 日飛航管制圖	129
圖 3-8	11 月 10 日飛航管制圖	130
圖 3-9	3 月 22 日飛航管制圖	131
圖 3-10	3 月 23 日飛航管制圖	132
圖 3-11	3 月 27 日飛航管制圖	133

表目錄

表 1-1	航空攝像機計畫需求與儀器特性對照表- UltraCam_Osprey4.1	4
表 1-2	高精度 IGI IMU 詳細規格表	5
表 3-1	10 月 22 日天氣報告.....	128
表 3-2	11 月 10 日天氣報告.....	128
表 3-3	3 月 22 日天氣報告.....	128
表 3-4	3 月 23 日天氣報告.....	128
表 3-5	3 月 27 日天氣報告.....	128

第一章 飛航掃瞄資訊

1-1 計畫概要

為獲取較大尺度之空間資訊及提升圖資準確度，本處已完成西北園區、南二段與南部園區等區域約 717.7 公里之航空傾斜攝影暨空載光達掃瞄作業，產製高精度正射影像、數值高程模型及樹冠高度模型等圖資，為持續建置園區重要區域之空間資訊，並作為本處辦理第 5 次通盤檢討作業、工程規劃、登山遊憩及自然保育業務推動之參考，以掌握園區重要服務據點及周邊區域之環境現況。為求建置圖資及影像品質之一致性，本(113)年度起規劃建置東部園區之範圍區域，爰辦理此案。

1-2 計畫航線

本案測區位於玉山國家公園東部園區，共規劃 46 條航線，總航線長約為 901 公里，預計需執行 6 個架次，分布如圖 1-1。

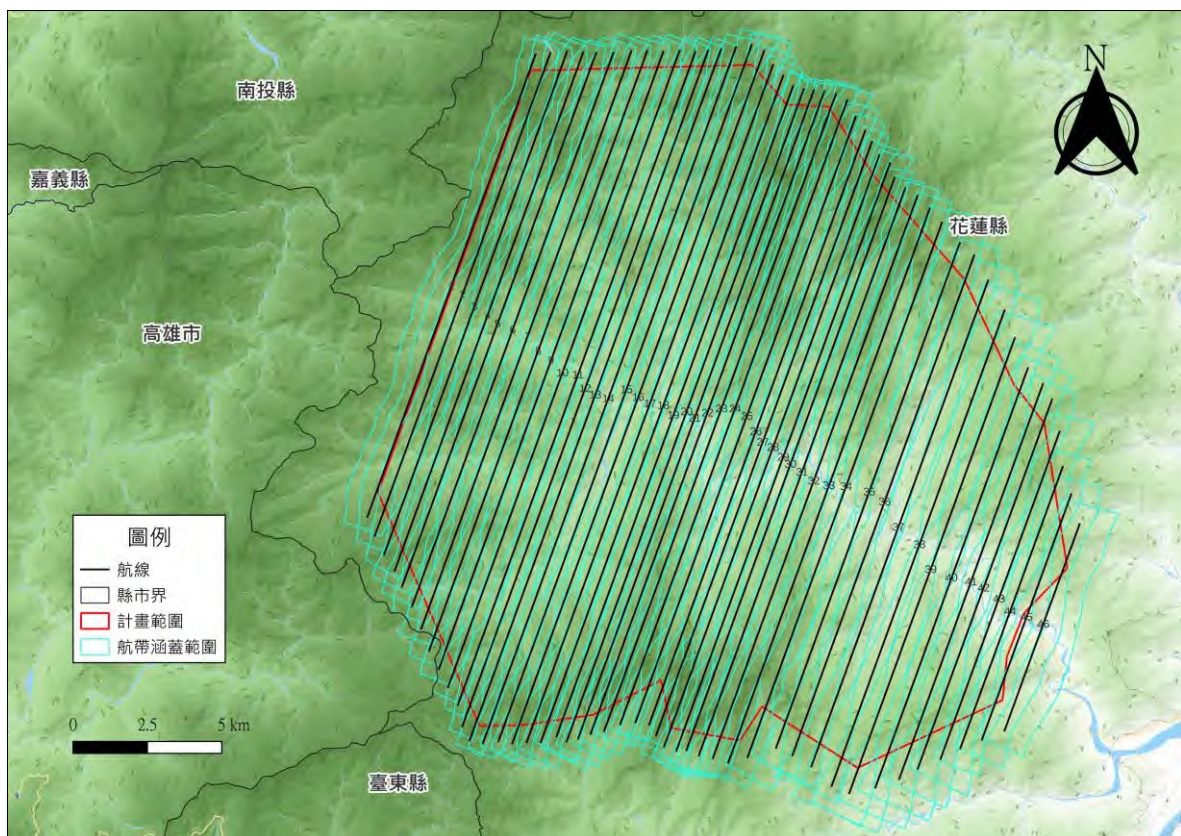


圖 1-1 航線規劃圖

1-3 航攝實施計畫核可

本計畫於 113 年 5 月 30 日提送內政部航攝申請(自工字第 1130510006 號)，並於 113 年 7 月 4 日獲得內政部航攝許可(台內地字第 1130127054 號)，內政部航攝許可函文如圖 1-2、圖 1-3。

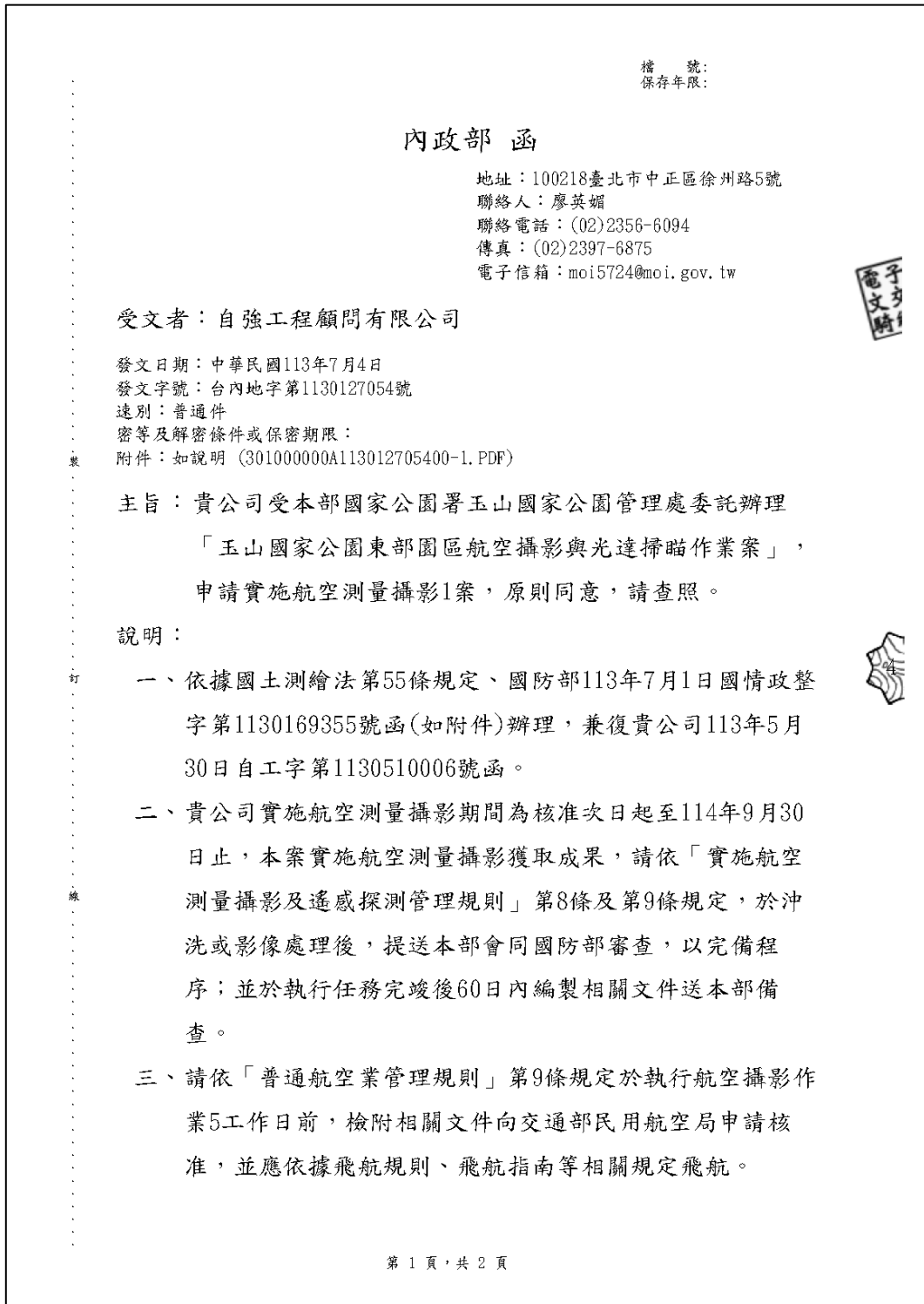


圖 1-2 內政部航攝許可函文

四、另請於執行航空攝影任務時，勿涉軍事機敏設施，並於任務前2日通知國防部聯指中心、空軍司令部、空軍作戰指揮部及軍事飛航單位，以維飛安。

五、貴公司對本處分如有不服，應於接到本處分書次日起30日內，繕具訴願書送由本部陳轉行政院提起訴願。

正本：自強工程顧問有限公司

副本：國防部、交通部民用航空局、本部國家公園署玉山國家公園管理處(含附件)

2024/07/04
10:37:18
電子公文
交換章

公文
交換章

釘

圖 1-3 內政部航攝許可函文 (續)

1-4 儀器設備

一、空載光達系統 Riegl LMS-Q780(儀器序號：2220651)：具有 112 年 3 月份經內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室出具之校正報告做為品保參據(詳如附件一之附錄四)，符合作業規定(最近 2 年內)。另外，此台空載光達掃瞄儀資料蒐集方式即為全波形資料蒐集，再由波形解算出點雲資料，資料蒐集以及後解算說明如圖 1-4。

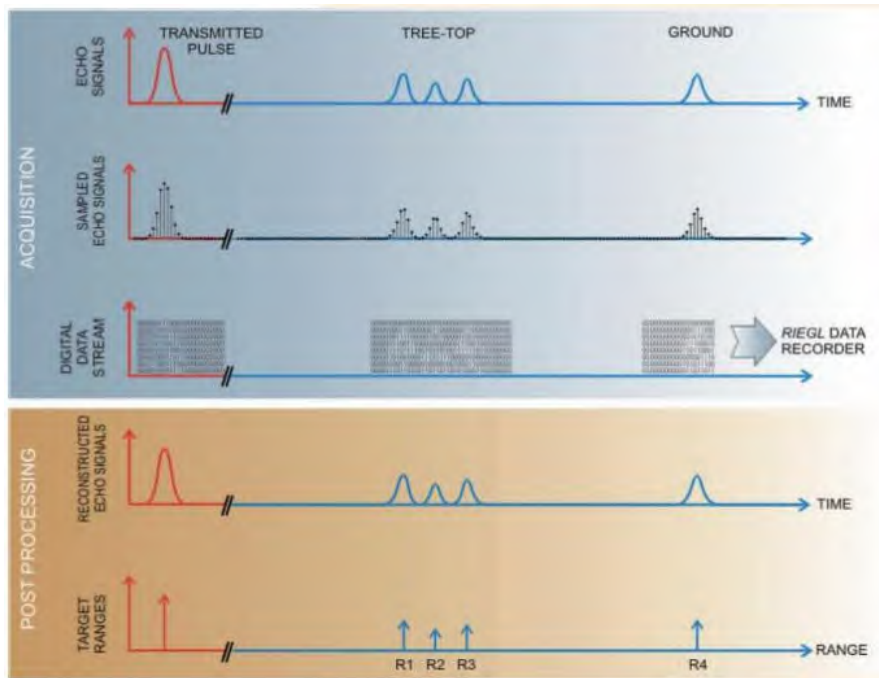


圖 1-4 Riegl 空載光達掃瞄儀資料蒐集以及後解算說明

二、航空攝像機：UltraCam_Osprey4.1 儀器規格與計畫需求對照表如表 1-1。

表 1-1 航空攝像機計畫需求與儀器特性對照表- UltraCam_Osprey4.1

項次	項目	儀器規格	是否符合
1	採用精密測圖用之數位式攝影機	專案航空攝影測量打造之中像幅像機系統	是
2	具有最近 2 年原廠率定報告書。其報告內容所列器差值之均方根誤差應小於本說明之正射影像製圖精度。	詳如附件二	是

三、IGI IMU 精度：規格詳如表 1-2，符合計畫需求（滾動 Roll、顛頗 Pitch 之精度應小於 0.015 度；偏航 Yaw 之精度應小於 0.05 度）。

表 1-2 高精度 IGI IMU 詳細規格表

姿態項目	精度	是否符合規範
定位	0.05 (m)	-
速度	0.005 (m/s)	-
Roll	0.004 (度)	符合作業規範
Pitch	0.004 (度)	符合作業規範
True Heading	0.01	-
頻率	256Hz	-

1-5 控制點分布

依據前述航線規劃成果，本計畫控制點分布如圖 1-5。

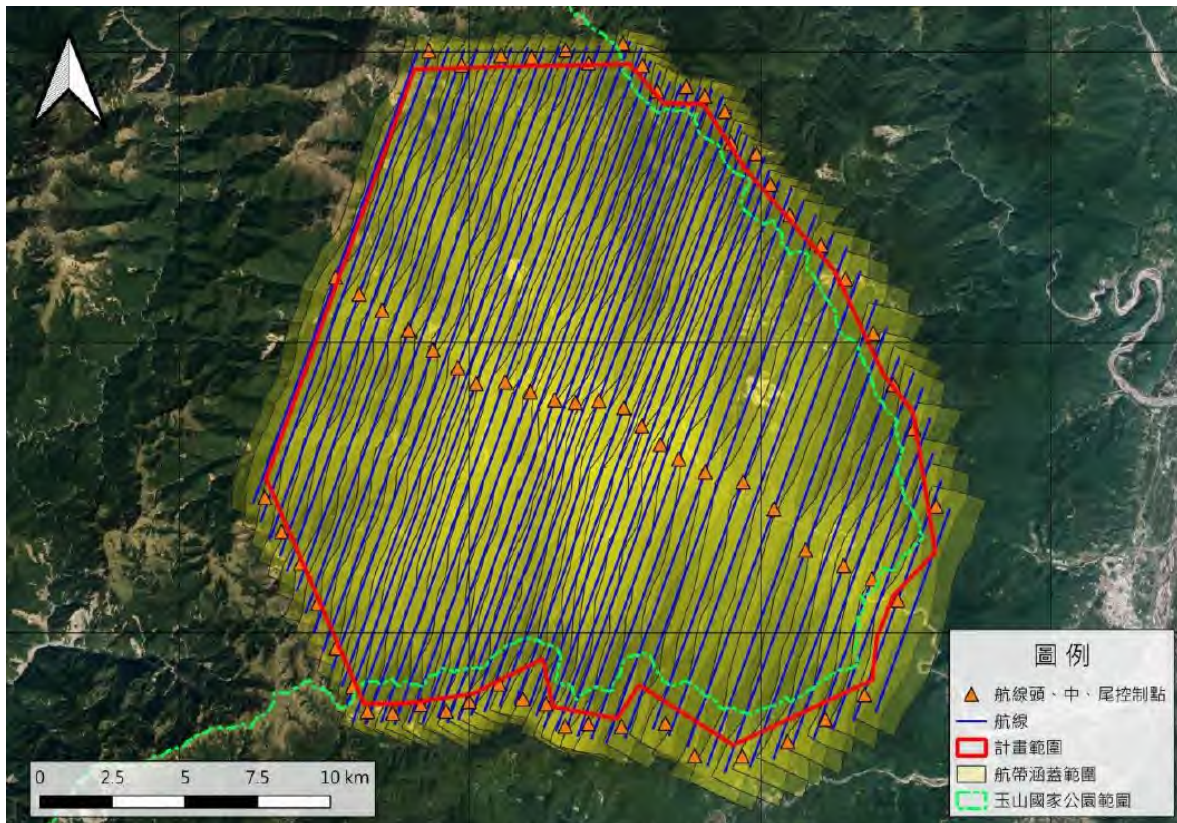


圖 1-5 控制點分布圖

1-6 架次飛航資訊

一、日期：113 年 10 月 22 日至 114 年 3 月 27 日，共六架次。

二、測區：玉山東部園區。

三、掃瞄航線總數：46 條。

四、掃瞄航線編號：001~046。

五、飛行時間：

113 年 10 月 22 日 7:02 至 10:40、

113 年 11 月 10 日 6:59 至 10:17、

114 年 3 月 22 日 7:19 至 10:58、

114 年 3 月 23 日 7:24 至 10:44、

114 年 3 月 27 日 11:20 至 14:03、

114 年 3 月 27 日 14:48 至 17:51。

六、搭配使用之空載光達率定成果

(一) 率定時間：113 年 9 月 26 日

(二) 率定成果(Roll/Pitch/Yaw)：-0.10282 / 0.15787 / -0.48379 (單位：度)

1-7 架次飛航軌跡

本架次飛航軌跡如圖 1-6 至圖 1-11，累計至本架次之成果索引圖如圖 1-12。

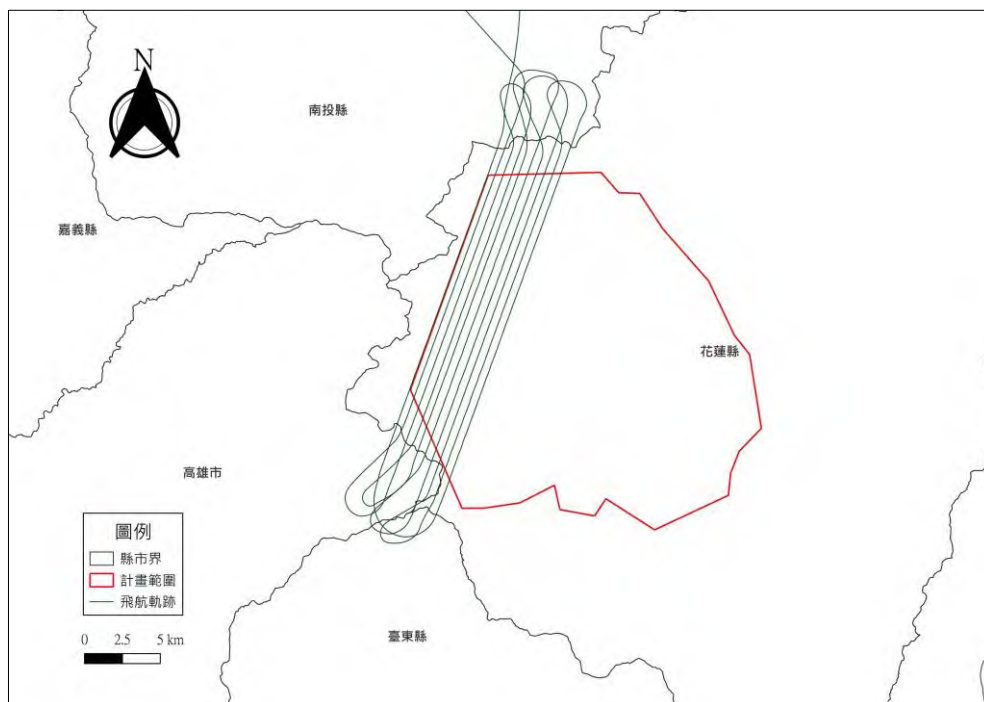


圖 1-6 113 年 10 月 22 日飛航軌跡

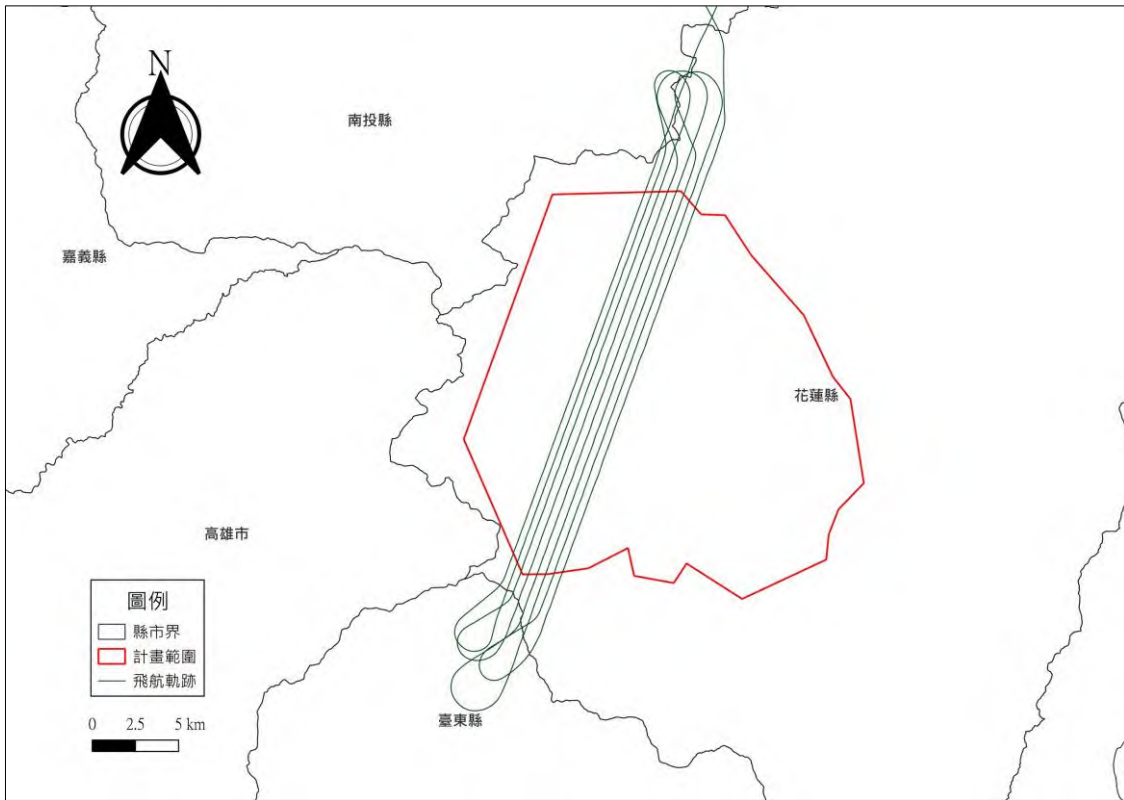


圖 1-7 113 年 11 月 10 日飛航軌跡

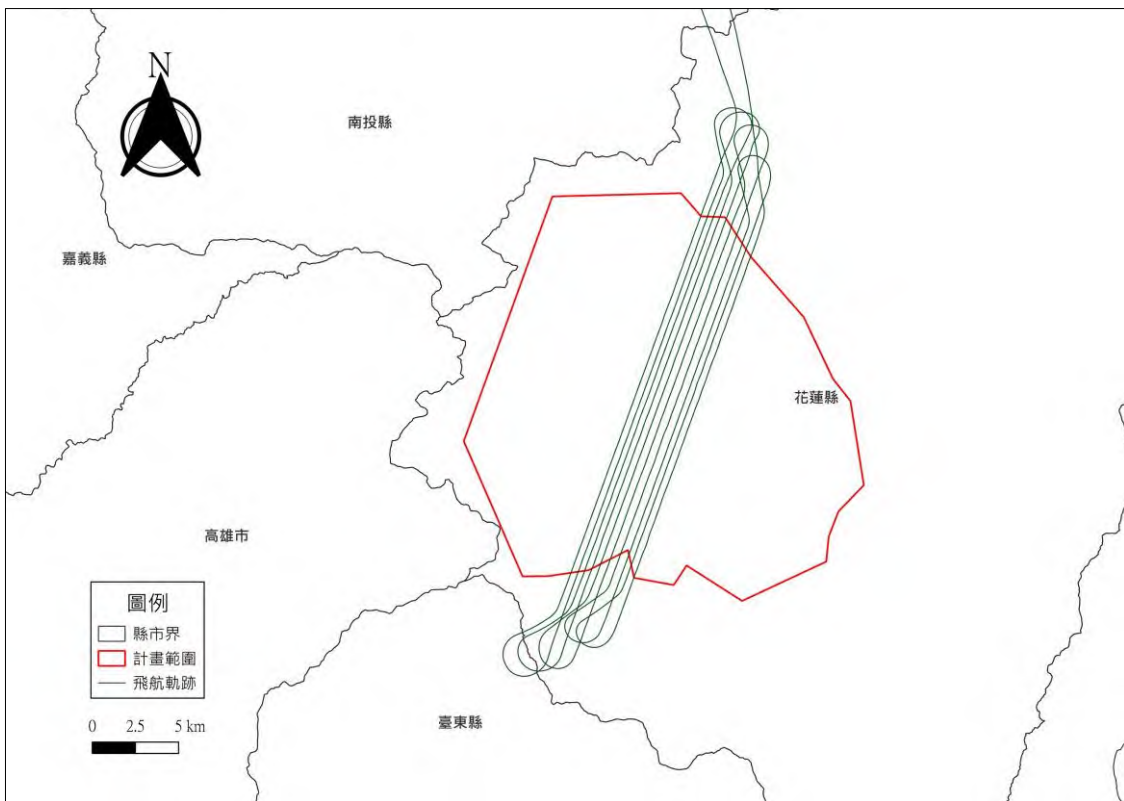


圖 1-8 114 年 3 月 22 日飛航軌跡

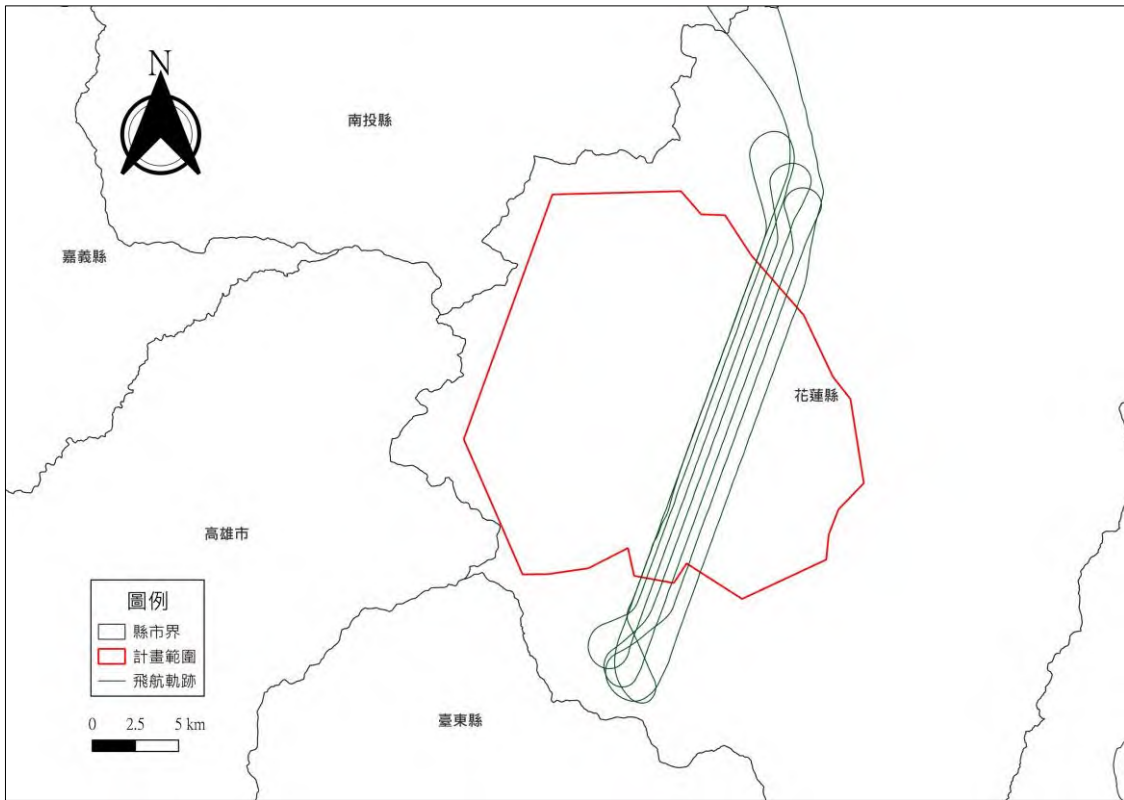


圖 1-9 114 年 3 月 23 日飛航軌跡

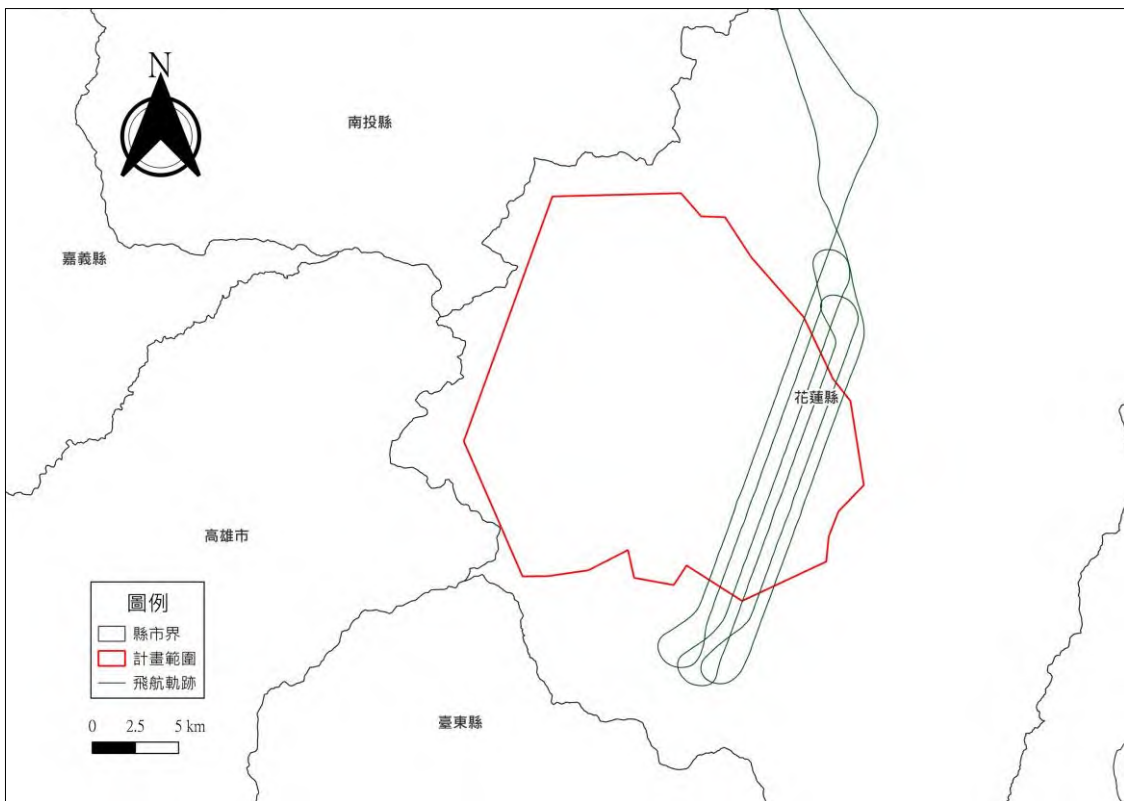


圖 1-10 114 年 3 月 27 日飛航軌跡-1

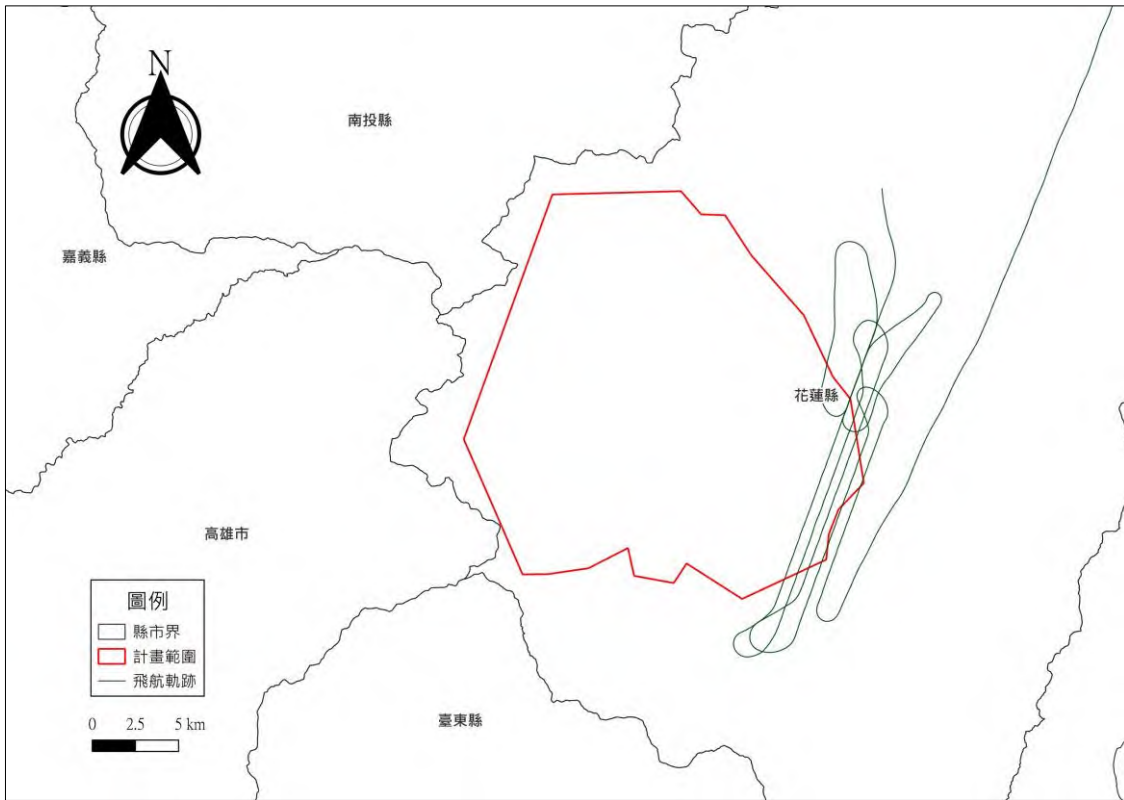


圖 1-11 114 年 3 月 27 日飛航軌跡-2

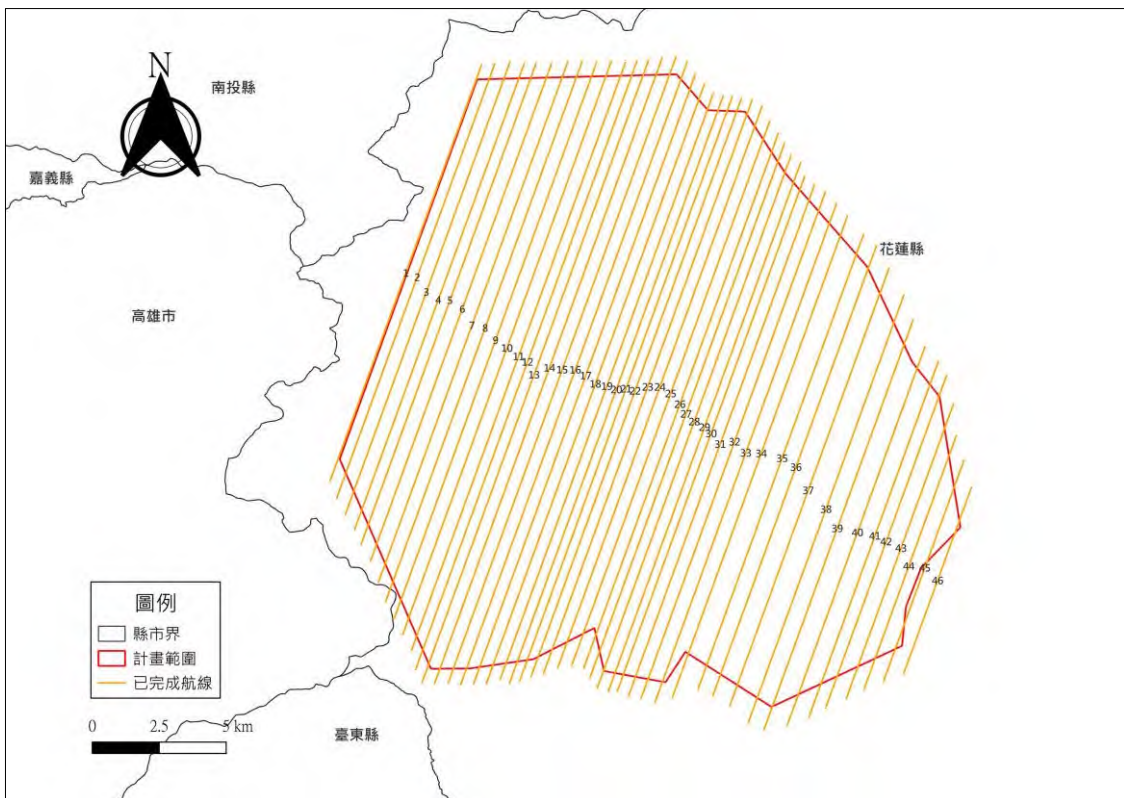


圖 1-12 成果索引圖

1-8 飛航參數與掃瞄參數

掃瞄日期	航線編號	起始時間	結束時間	高度Max	高度Min	Roll Max	Roll Min	Pitch Max	Pitch Min	Yaw Max	Yaw Min	航速	航向(度)	掃瞄角度	掃瞄頻率	雷射脈衝頻率	GNSS基地站
20241022	Line002	08:13:33	08:18:32	4327.231	4302.069	5.059	-5.072	9.295	2.858	199.481	191.368	110	200	40	58.7	220kHz	JULI
20241022	Line003	08:23:14	08:28:52	4339.185	4301.088	5.429	-5.108	8.834	1.081	33.957	25.145	110	20	40	58.7	220kHz	、
20241022	Line004	08:32:13	08:37:42	4340.897	4295.3	5.845	-4.506	9.26	3.697	199.304	189.447	110	200	40	58.7	220kHz	WULU
20241022	Line005	08:41:20	08:47:27	4355.366	4270.064	4.494	-6.652	9.165	2.292	33.381	24.547	110	20	40	58.7	220kHz	
20241022	Line006	08:51:28	08:57:14	4334.416	4295.998	5.875	-9.656	8.957	2.77	203.261	186.103	110	200	40	58.7	220kHz	
20241022	Line007	09:01:11	09:07:47	4335.064	4301.184	3.722	-7.106	8.096	2.067	35.049	24.316	110	20	40	58.7	220kHz	
20241022	Line008	09:11:35	09:17:47	4326.824	4295.225	3.834	-7.654	8.738	1.311	200.61	190.376	110	200	40	58.7	220kHz	
20241022	Line009	09:21:34	09:27:51	4356.471	4318.346	6.746	-6.229	6.906	2.055	34.17	24.554	110	20	40	58.7	220kHz	
20241022	Line010	09:31:23	09:37:37	4382.944	4290.687	4.021	-9.294	6.457	0.45	198.859	190.731	110	200	40	58.7	220kHz	
20241022	Line001	09:41:25	09:46:43	4335.805	4291.939	4.843	-6.551	9.498	2.718	34.221	25.448	110	20	40	58.7	220kHz	
20241110	Line011	08:02:15	08:09:29	4049.156	4015.56	3.763	-4.509	8.106	2.116	203.886	197.195	110	200	40	58.7	220kHz	
20241110	Line012	08:13:00	08:20:16	4042.876	4017.684	6.836	-6.021	9.511	2.726	29.362	19.216	110	20	40	58.7	220kHz	
20241110	Line013	08:24:36	08:32:15	4051.221	4004.885	5.592	-5.819	7.242	1.477	202.798	196.535	110	200	40	58.7	220kHz	
20241110	Line014	08:35:51	08:43:34	4049.021	3974.702	4.531	-5.864	10.002	1.811	27.954	20.436	110	20	40	58.7	220kHz	
20241110	Line015	08:47:47	08:55:26	4052.422	4020.465	4.298	-4.869	7.843	1.522	202.372	195.691	110	200	40	58.7	220kHz	
20241110	Line016	09:00:56	09:08:27	4048.615	4021.941	4.314	-3.996	9.239	2.417	27.817	19.877	110	20	40	58.7	220kHz	
20241110	Line017	09:12:50	09:20:19	4044.84	4002.959	5.101	-5.326	7.28	1.743	203.785	196.521	110	200	40	58.7	220kHz	
20241110	Line018	09:24:34	09:31:40	4037.384	4014.797	4.214	-4.937	7.111	3.429	27.315	19.519	110	20	40	58.7	220kHz	

20250322	Line019	08:25:39	08:32:49	4056.606	4017.945	5.581	-3.58	7.644	3.251	208.24	202.041	110	200	40	58.7	220kHz
20250322	Line020	08:36:45	08:43:48	4053.338	4016.003	5.881	-3.321	7.381	2.727	17.533	11.716	110	20	40	58.7	220kHz
20250322	Line021	08:47:46	08:54:52	4049.925	3995.807	6.145	-4.137	9.116	2.533	208.976	201.653	110	200	40	58.7	220kHz
20250322	Line022	08:58:47	09:05:42	4046.652	4013.178	4.772	-3.346	8.22	3.644	17.74	11.034	110	20	40	58.7	220kHz
20250322	Line023	09:09:28	09:16:27	4057.024	4009.543	4.762	-4.773	6.785	3.454	207.355	201.316	110	200	40	58.7	220kHz
20250322	Line024	09:20:21	09:27:16	4049.602	4010.673	6.948	-4.098	8.471	3.002	17.573	11.266	110	20	40	58.7	220kHz
20250322	Line025	09:30:51	09:37:34	4054.14	4010.755	7.449	-5.038	7.856	1.559	210.702	202.613	110	200	40	58.7	220kHz
20250322	Line026	09:40:37	09:47:09	4035.428	4009.175	4.162	-4.133	7.381	2.263	16.501	10.633	110	20	40	58.7	220kHz
20250322	Line027	09:50:08	09:56:47	4045.083	4008.347	6.376	-5.416	8.66	2.884	210.319	202.092	110	200	40	58.7	220kHz
20250322	Line028	09:59:41	10:06:16	4040.2	4008.313	8.157	-5.605	7.888	2.056	17.694	6.502	110	20	40	58.7	220kHz
20250323	Line029	08:51:56	08:58:10	4080.528	4033.284	6.405	-3.733	6.268	0.974	11.662	5.071	110	20	40	58.7	220kHz
20250323	Line030	09:02:40	09:08:35	3965.581	3925.645	8.922	-7.114	7.423	2.404	216.197	205.776	110	200	40	58.7	220kHz
20250323	Line031	09:12:05	09:18:02	3950.637	3917.237	7.183	-4.22	6.727	1.304	12.811	6.509	110	20	40	58.7	220kHz
20250323	Line032	09:21:55	09:27:50	3961.559	3925.492	7.657	-5.766	10.817	2.433	216.842	207.619	110	200	40	58.7	220kHz
20250323	Line033	09:31:41	09:37:42	3948.896	3910.86	6.583	-8.079	6.535	1.335	13.378	4.91	110	20	40	58.7	220kHz
20250323	Line034	09:41:24	09:47:11	3959.266	3920.843	6.911	-4.95	9.699	2.611	215.721	205.141	110	200	40	58.7	220kHz
20250323	Line035	09:52:09	09:57:32	3666.588	3626.667	8.477	-7.041	6.656	0.986	18.436	7.92	110	20	40	58.7	220kHz
20250327	Line036	12:33:56	12:39:33	3640.624	3592.97	7.224	-9.849	12.097	0.879	218.941	199.225	110	200	40	58.7	220kHz
20250327	Line037	12:42:26	12:47:47	3652.626	3584.168	8.754	-7.842	11.153	-1.862	21.245	1.542	110	20	40	58.7	220kHz
20250327	Line038	12:50:34	12:55:51	3680.454	3585.999	10.677	-7.153	12.377	-2.67	215.797	198.941	110	200	40	58.7	220kHz

20250327	Line039	12:58:49	13:03:50	3483.038	3392.745	11.004	-9.555	12.426	0.665	23.413	3.558	110	20	40	58.7	220kHz
20250327	Line040	13:06:35	13:11:22	3457.189	3388.531	12.444	-7.733	14.117	0.832	216.1	197.198	110	200	40	58.7	220kHz
20250327	Line041	13:14:38	13:18:58	3469.599	3406.404	8.766	-8.262	11.027	-0.664	23.091	0.114	110	20	40	58.7	220kHz
20250327	Line042	16:07:53	16:11:46	3264.309	3207.876	7.264	-6.094	7.29	-0.323	212.62	198.674	110	200	40	58.7	220kHz
20250327	Line043	16:14:48	16:18:21	3267.139	3187.608	6.963	-8.074	8.347	0.213	22.524	6.883	110	20	40	58.7	220kHz
20250327	Line044	16:21:53	16:24:56	2963.063	2894.007	9.717	-5.517	11.625	-0.464	210.961	196.562	110	200	40	58.7	220kHz
20250327	Line045	16:28:09	16:30:51	2942.3	2903.187	10.993	-5.425	7.749	2.969	23.695	8.458	110	20	40	58.7	220kHz
20250327	Line046	16:33:28	16:35:51	2952.72	2886.826	8.942	-5.739	11.027	1.266	210.055	195.584	110	200	40	58.7	220kHz

本架次使用儀器

空載光達：Riegl LMS-Q780，詳如章節 1-4，校正報告如附件一之附錄四。

航拍像機：UltraCam_Osprey4.1，詳如章節 1-4，校正報告如附件二。

1-9 飛航掃瞄姿態折線圖

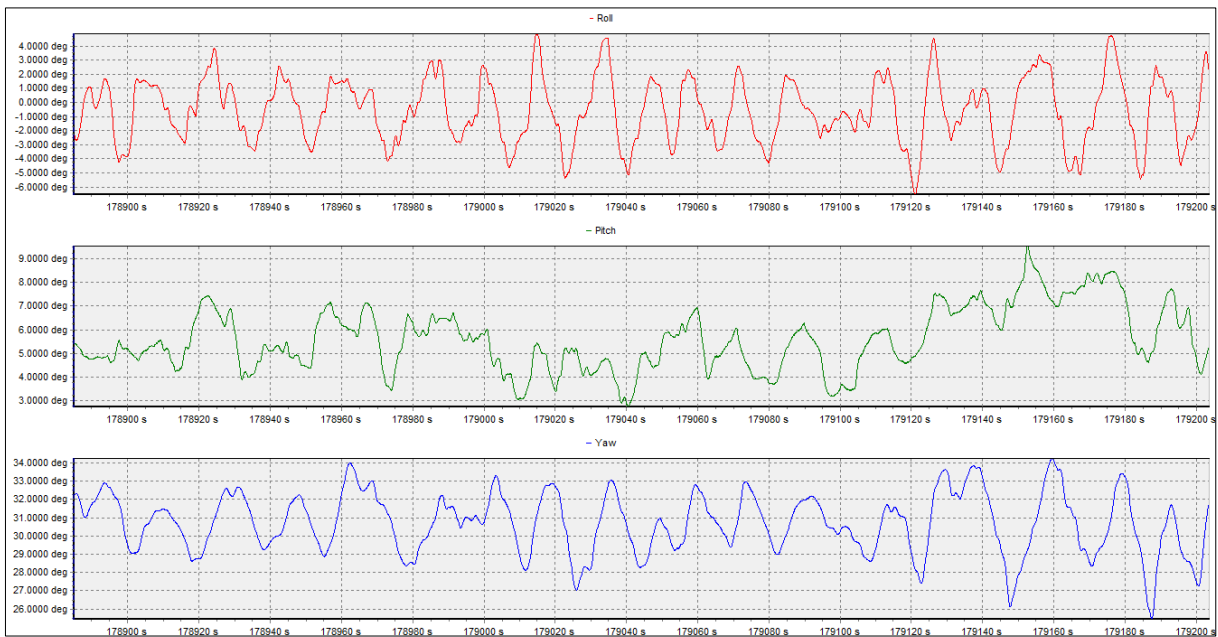


圖 1-13 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 001

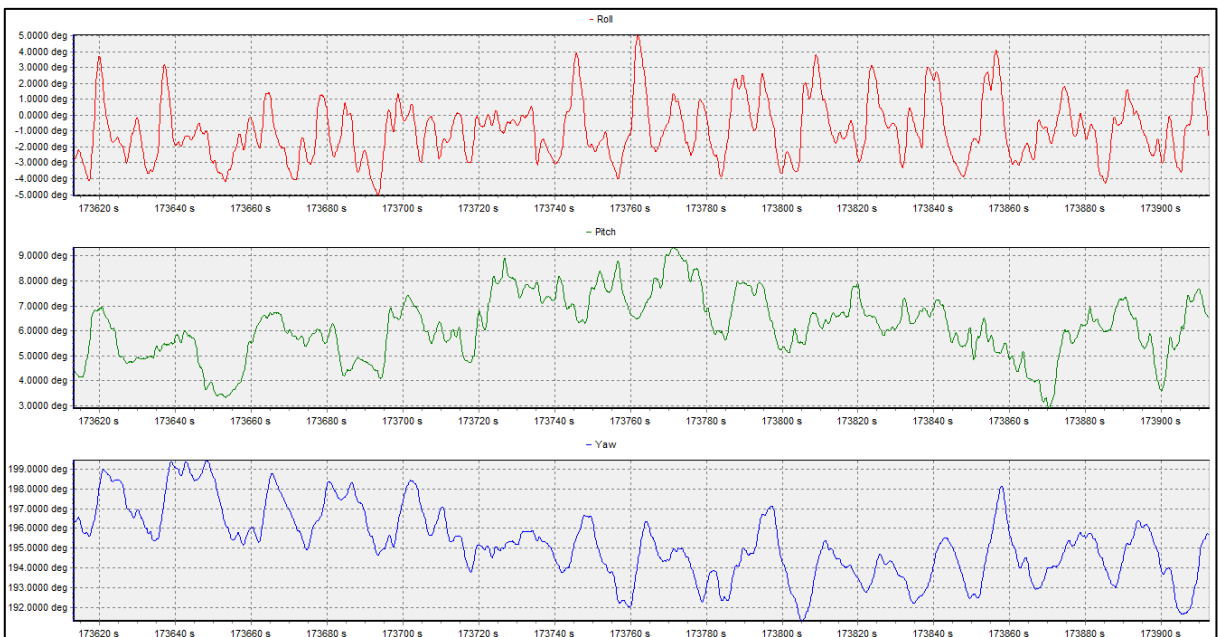


圖 1-14 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 002

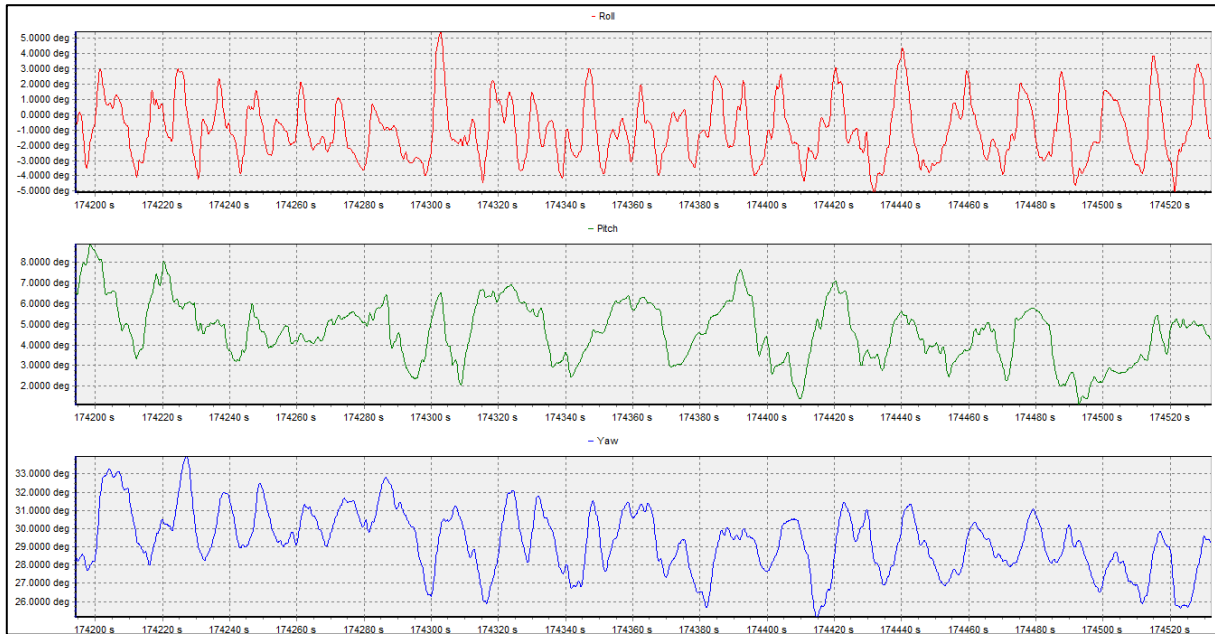


圖 1-15 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 003

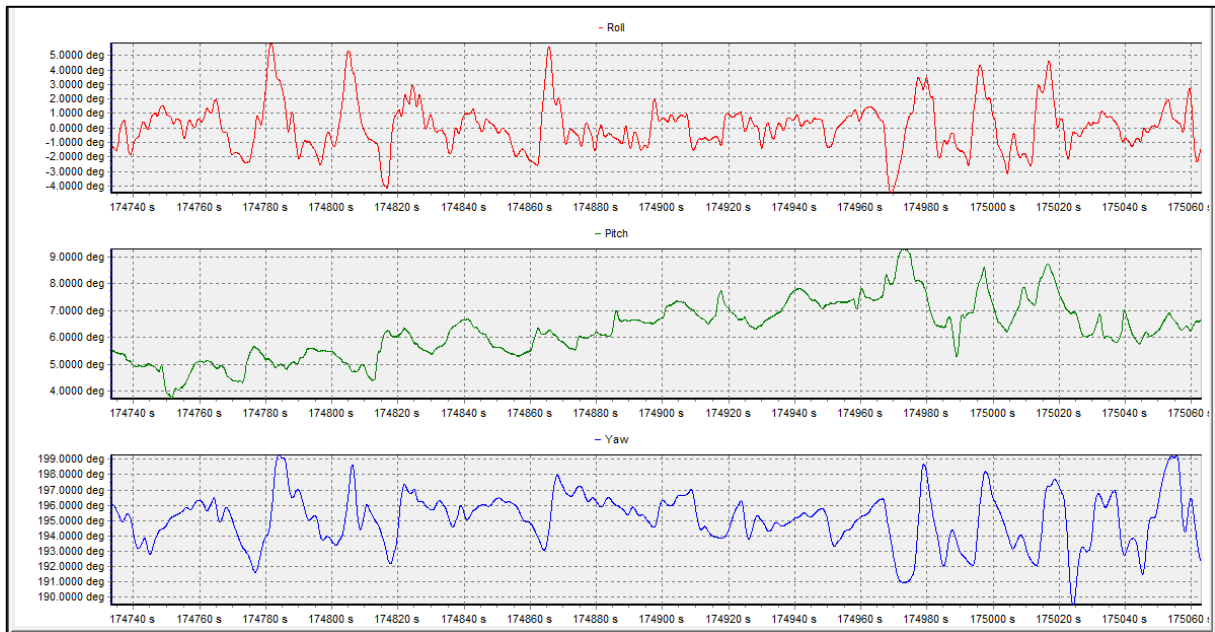


圖 1-16 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 004

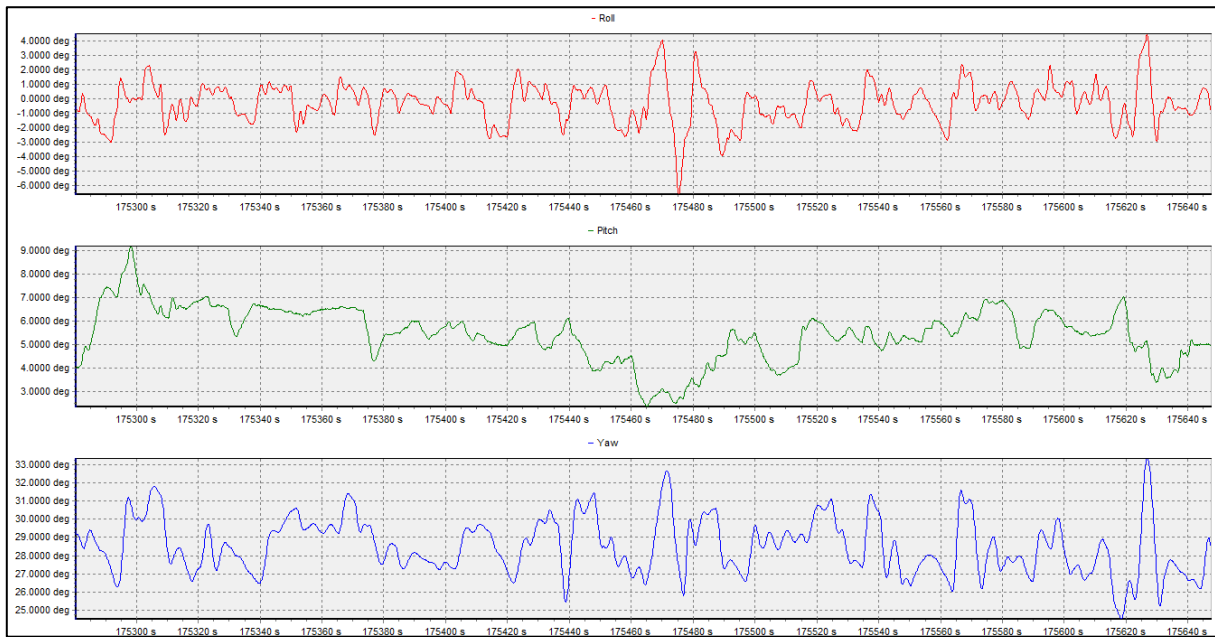


圖 1-17 飛航掃描姿態折線圖—航線 005

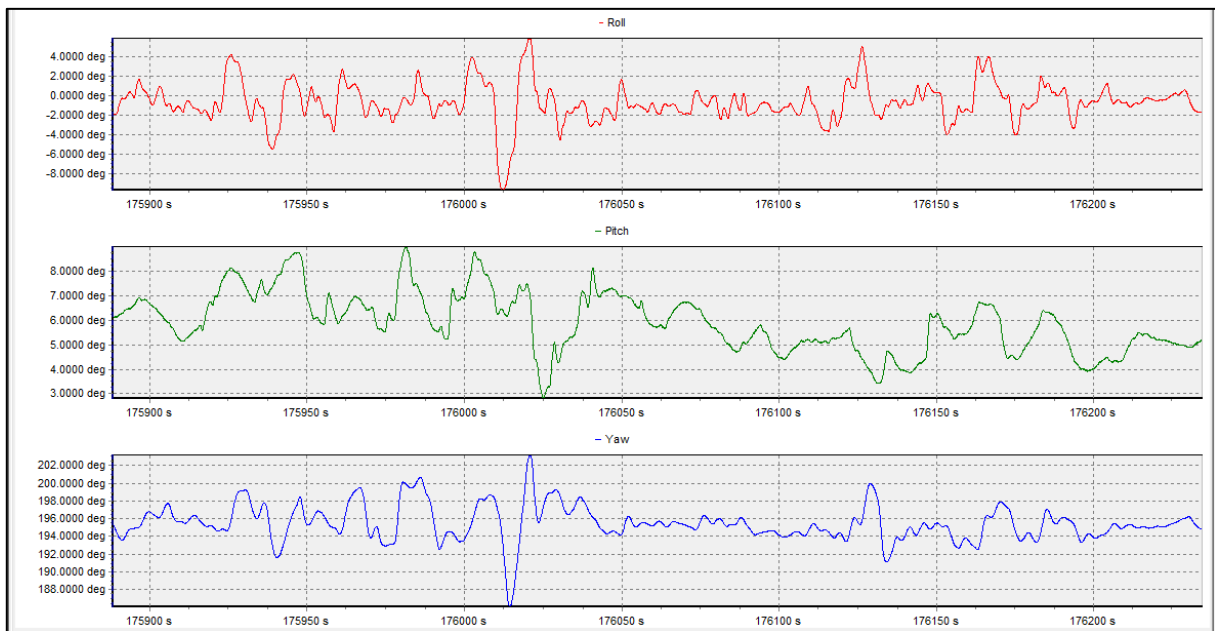


圖 1-18 飛航掃描姿態折線圖—航線 006

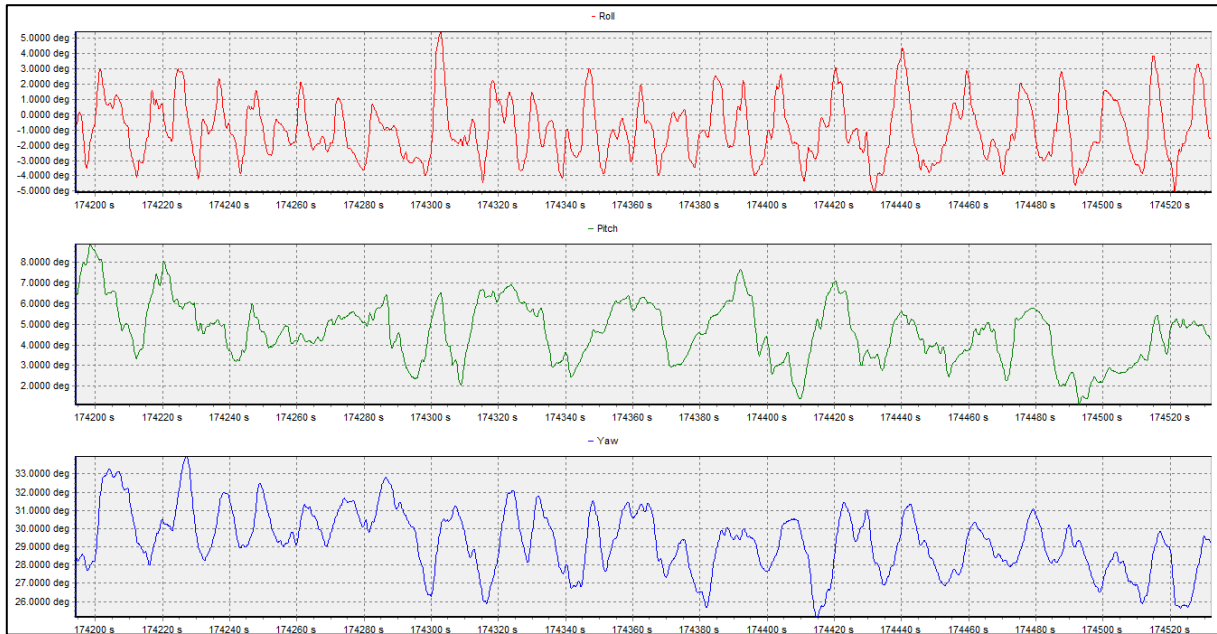


圖 1-19 飛航掃描姿態折線圖—航線 007

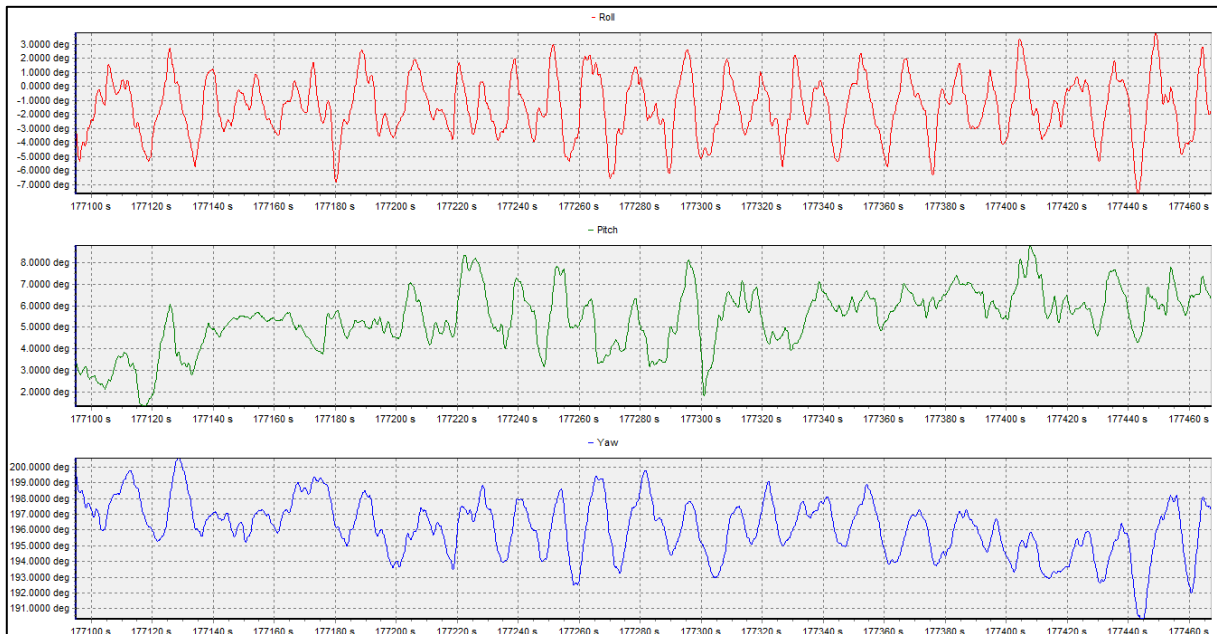


圖 1-20 飛航掃描姿態折線圖—航線 008

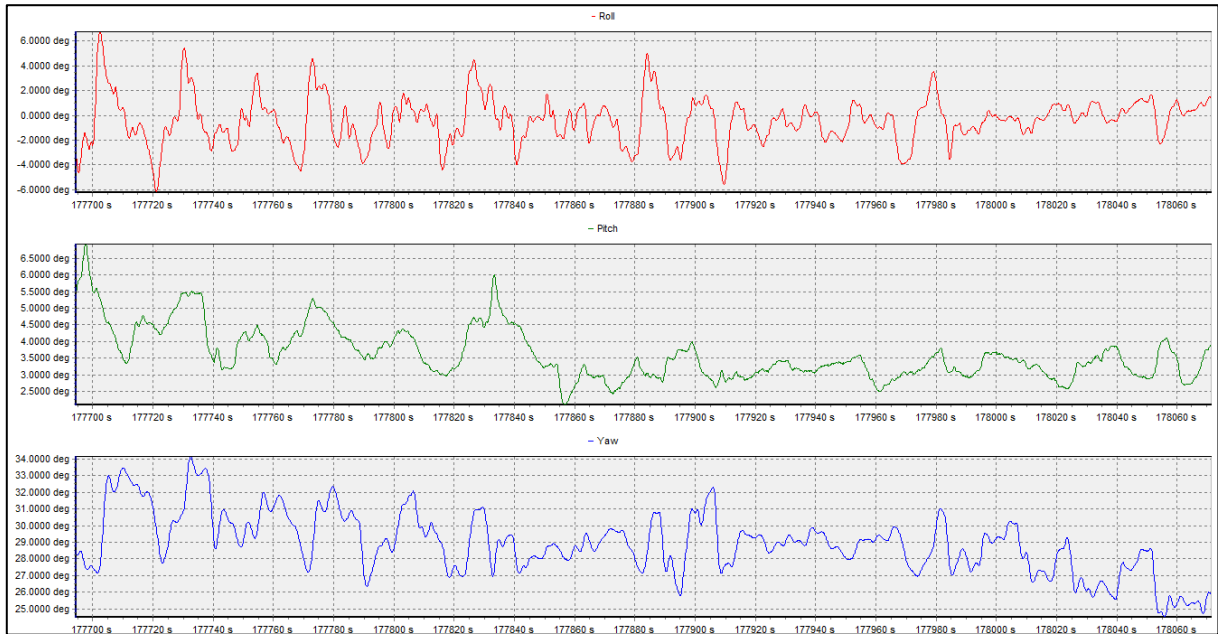


圖 1-21 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 009

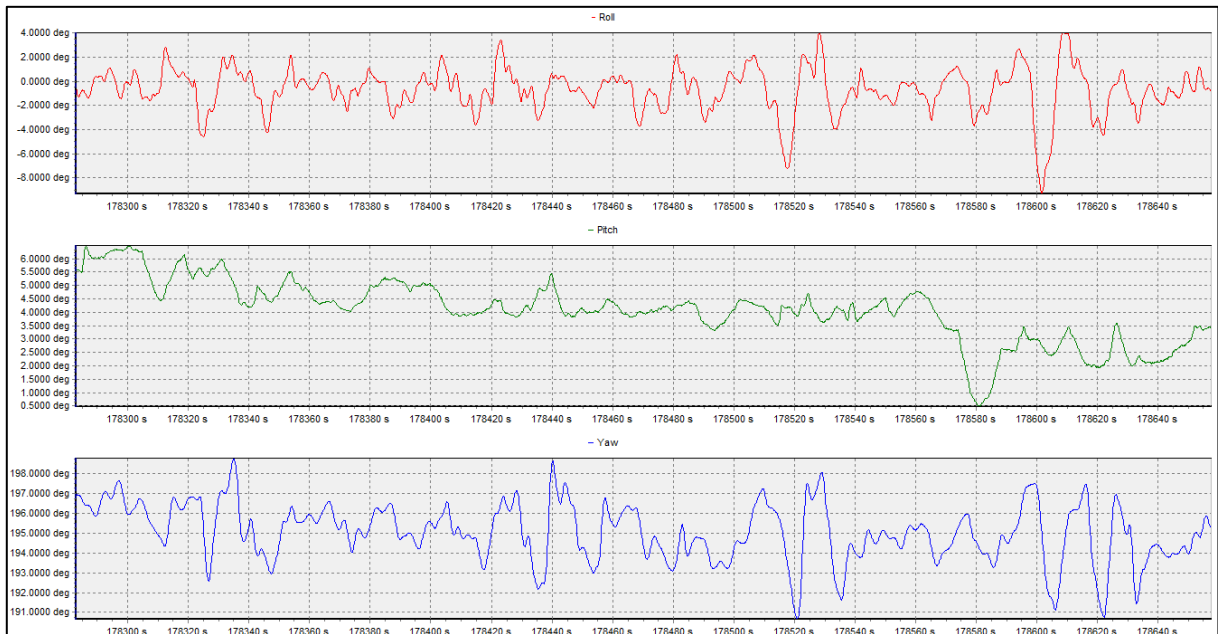


圖 1-22 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 010

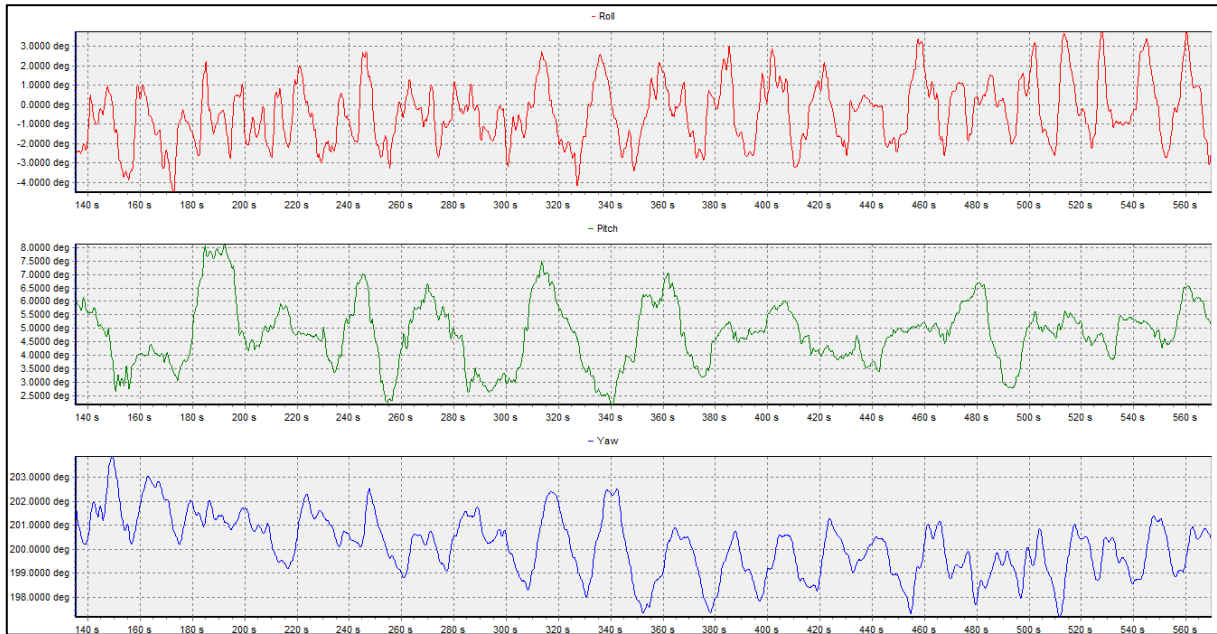


圖 1-23 飛航掃描姿態折線圖—航線 011

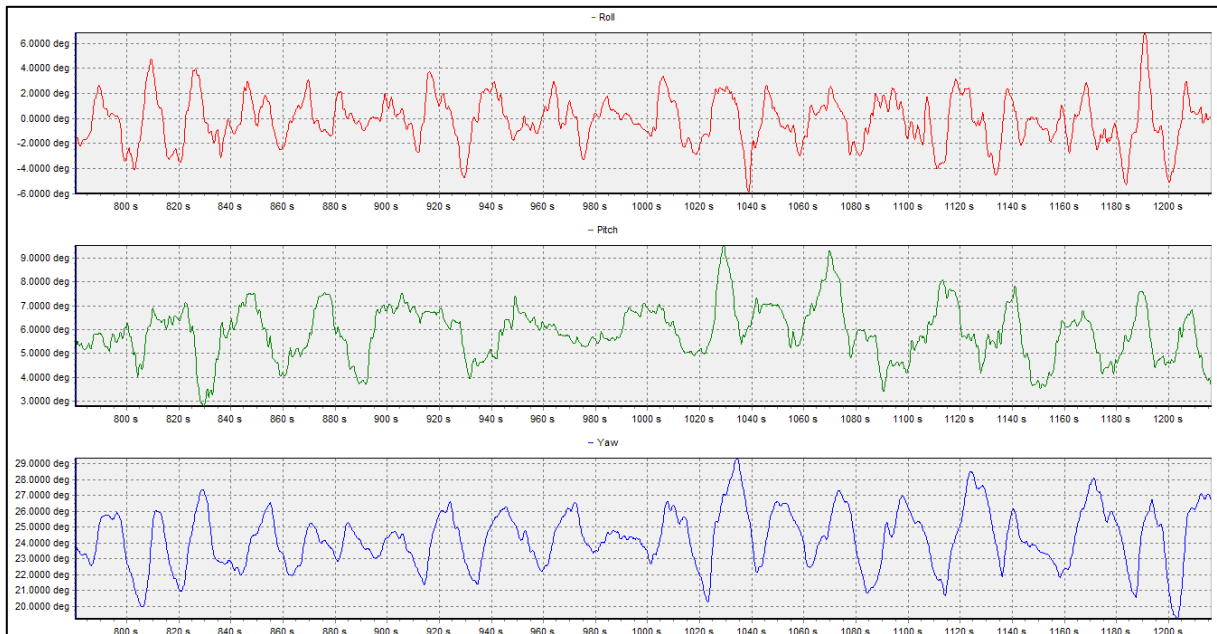


圖 1-24 飛航掃描姿態折線圖—航線 012

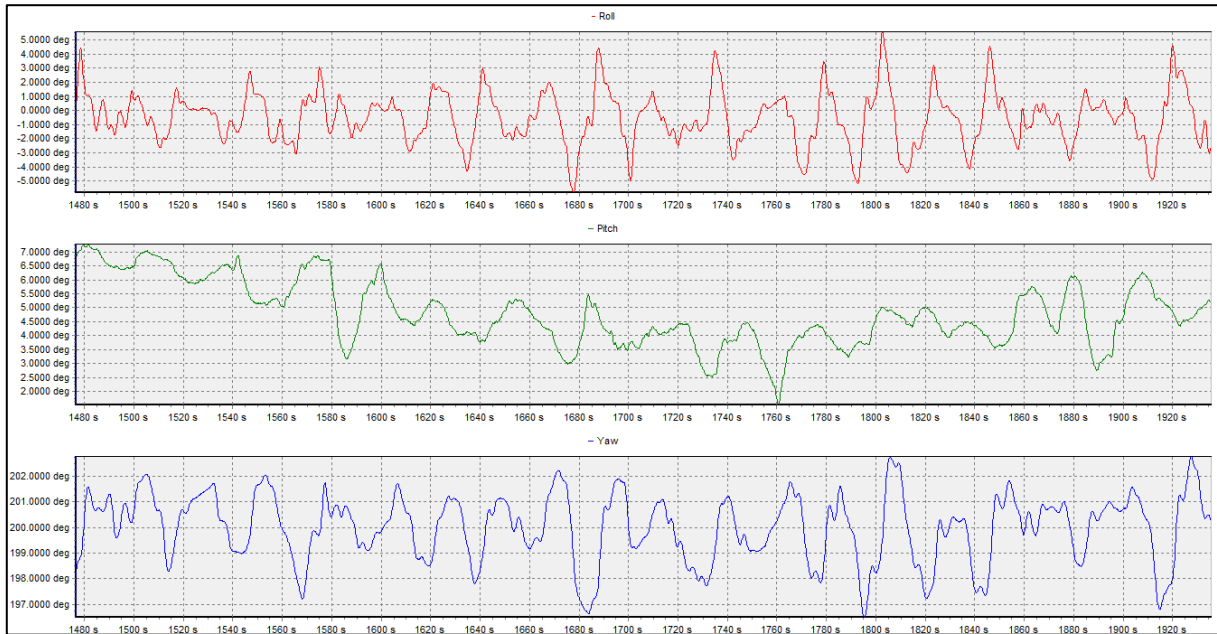


圖 1-25 飛航掃描姿態折線圖—航線 013

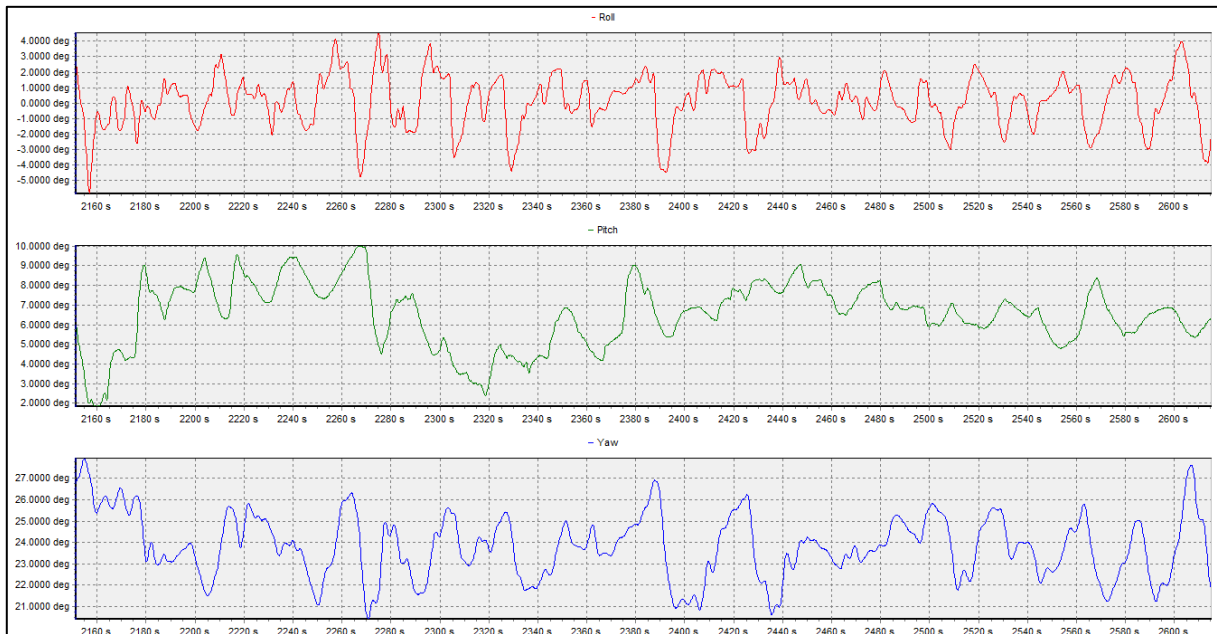


圖 1-26 飛航掃描姿態折線圖—航線 014

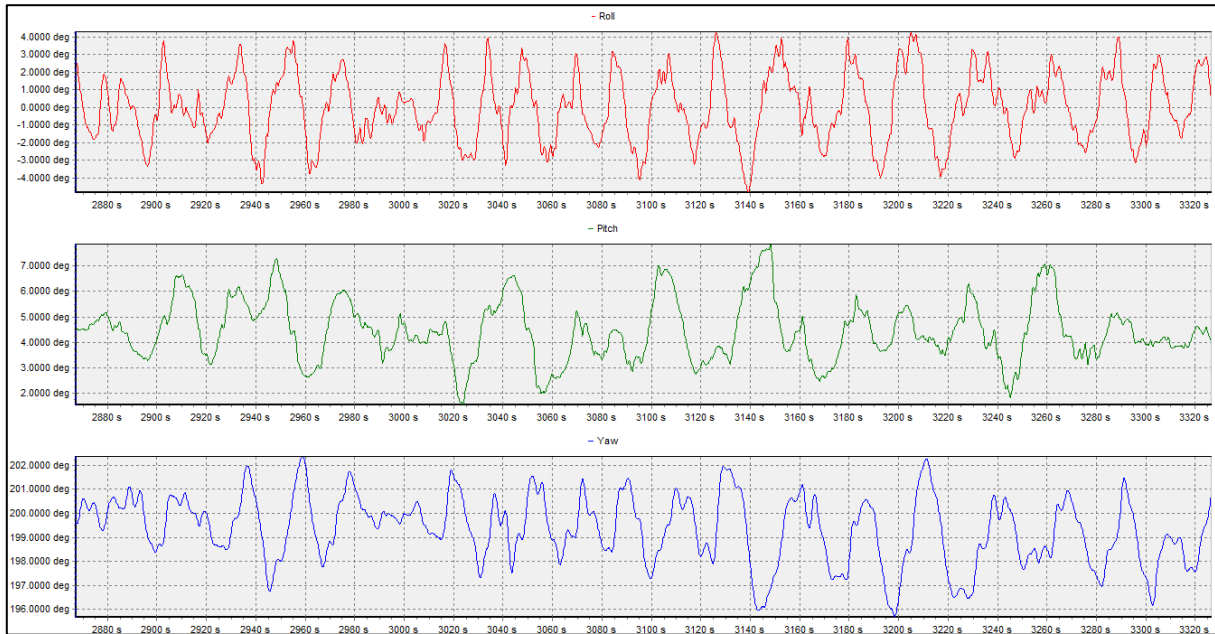


圖 1-27 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 015

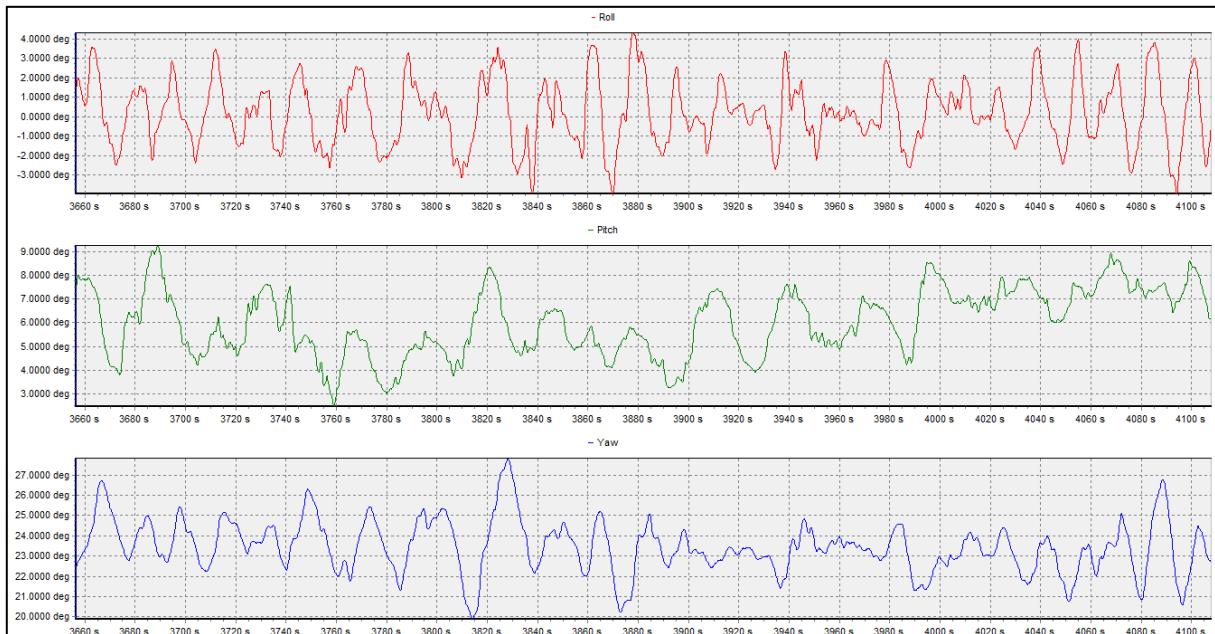


圖 1-28 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 016

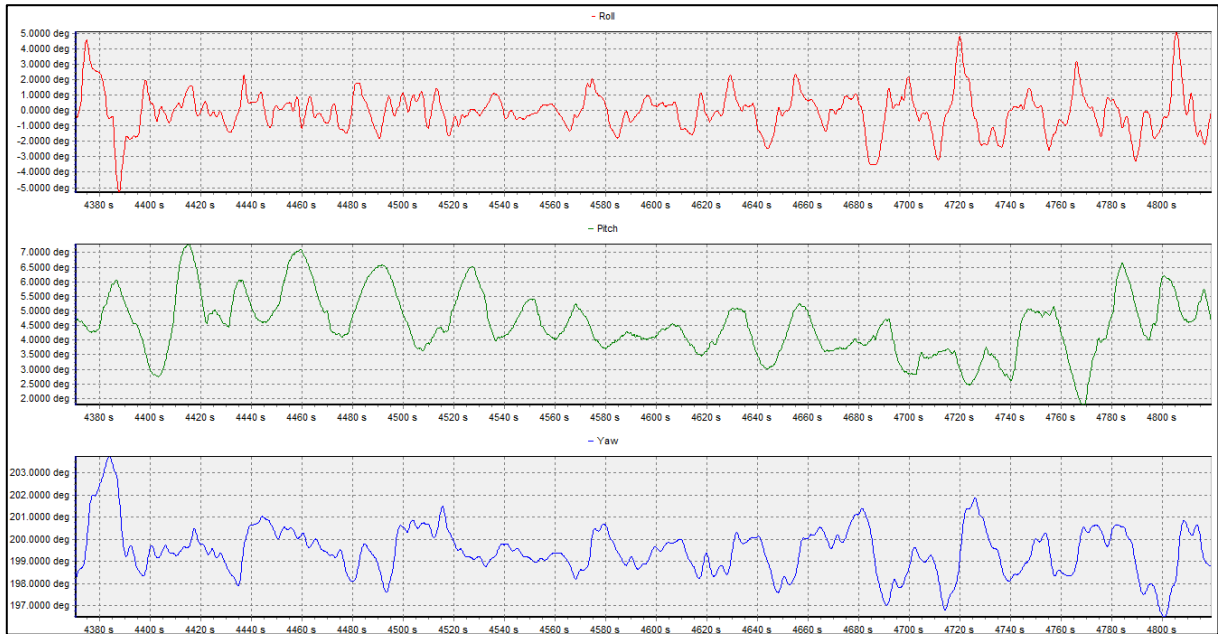


圖 1-29 飛航掃描姿態折線圖—航線 017

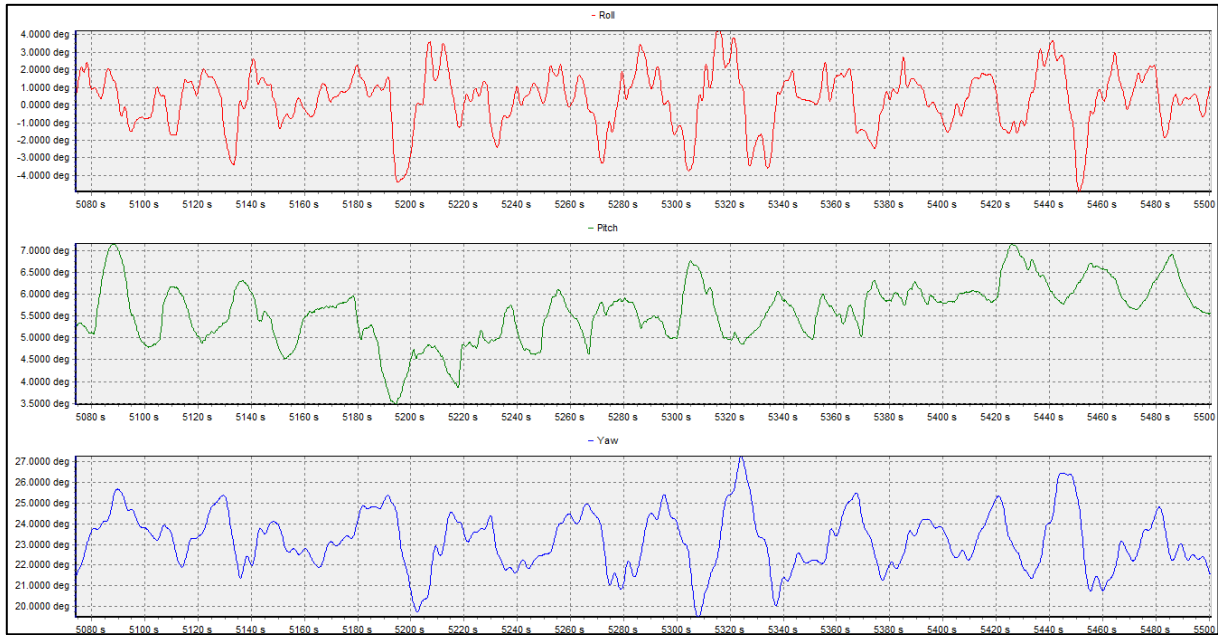


圖 1-30 飛航掃描姿態折線圖—航線 018

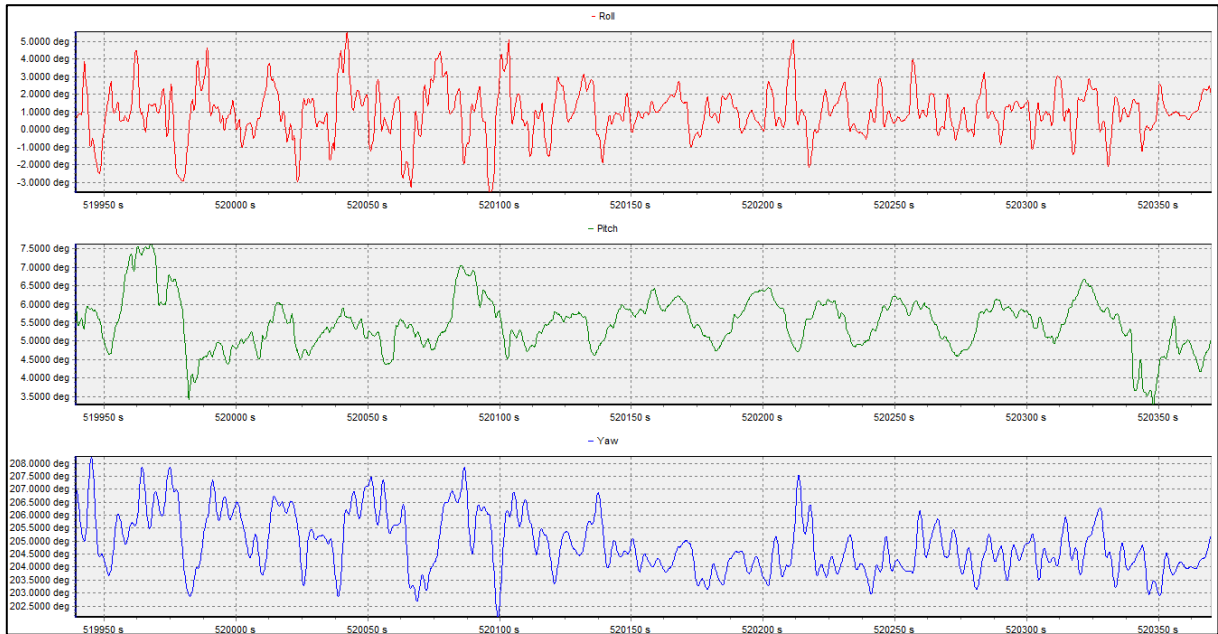


圖 1-31 飛航掃描姿態折線圖—航線 019

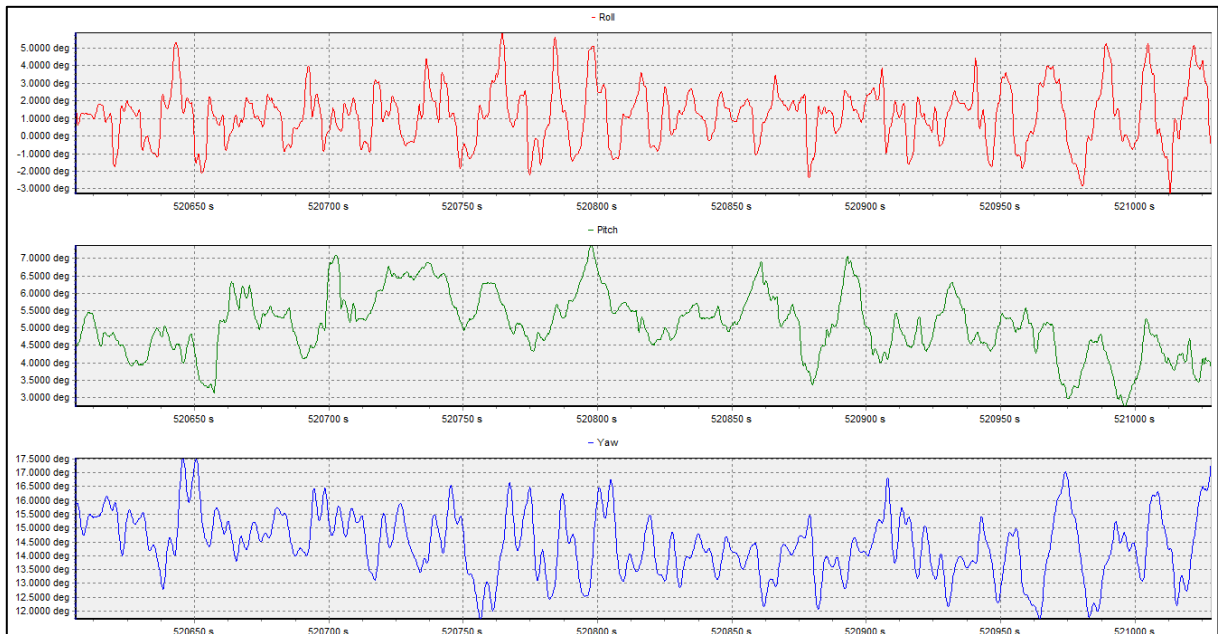


圖 1-32 飛航掃描姿態折線圖—航線 020

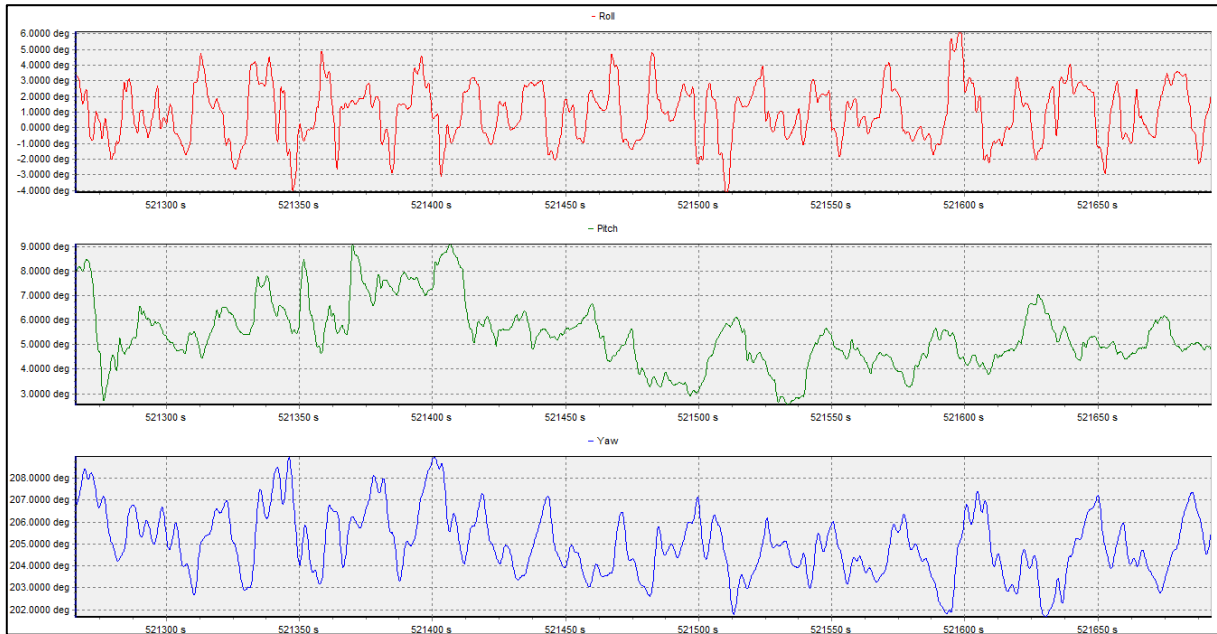


圖 1-33 飛航掃描姿態折線圖—航線 021

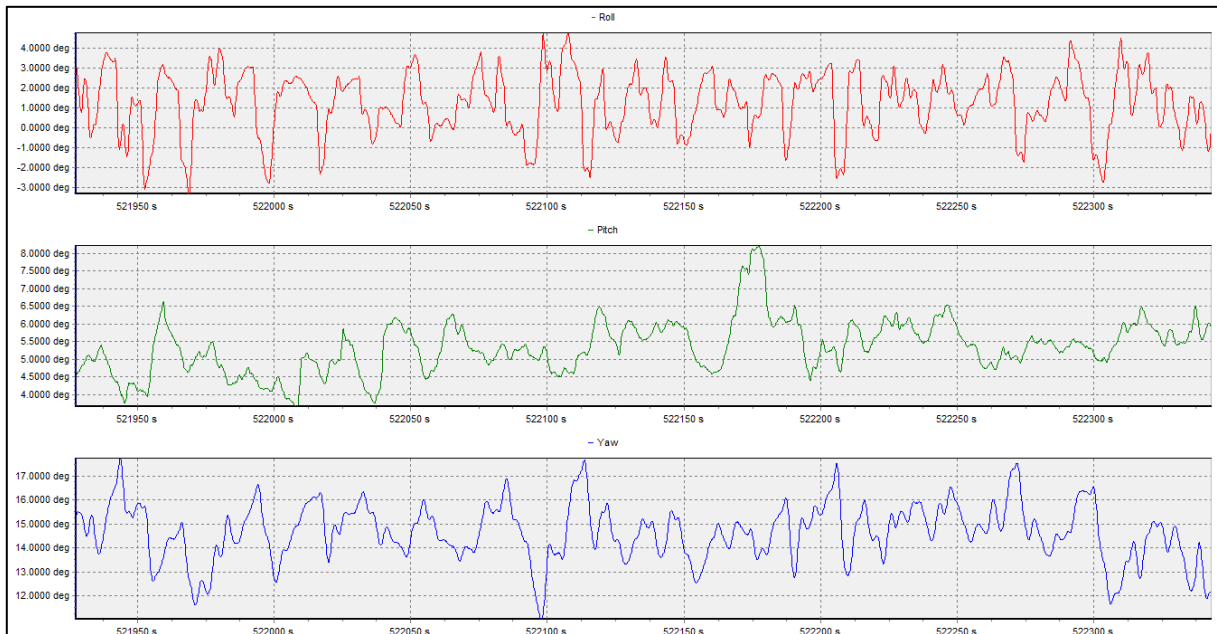


圖 1-34 飛航掃描姿態折線圖—航線 022

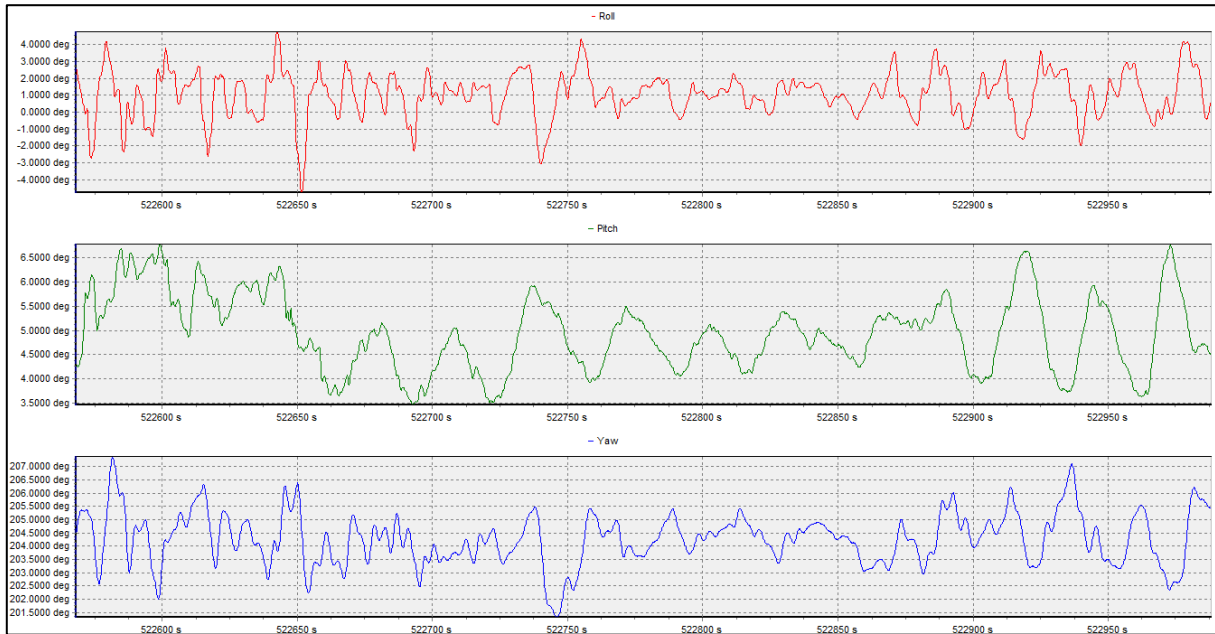


圖 1-35 飛航掃描姿態折線圖—航線 023

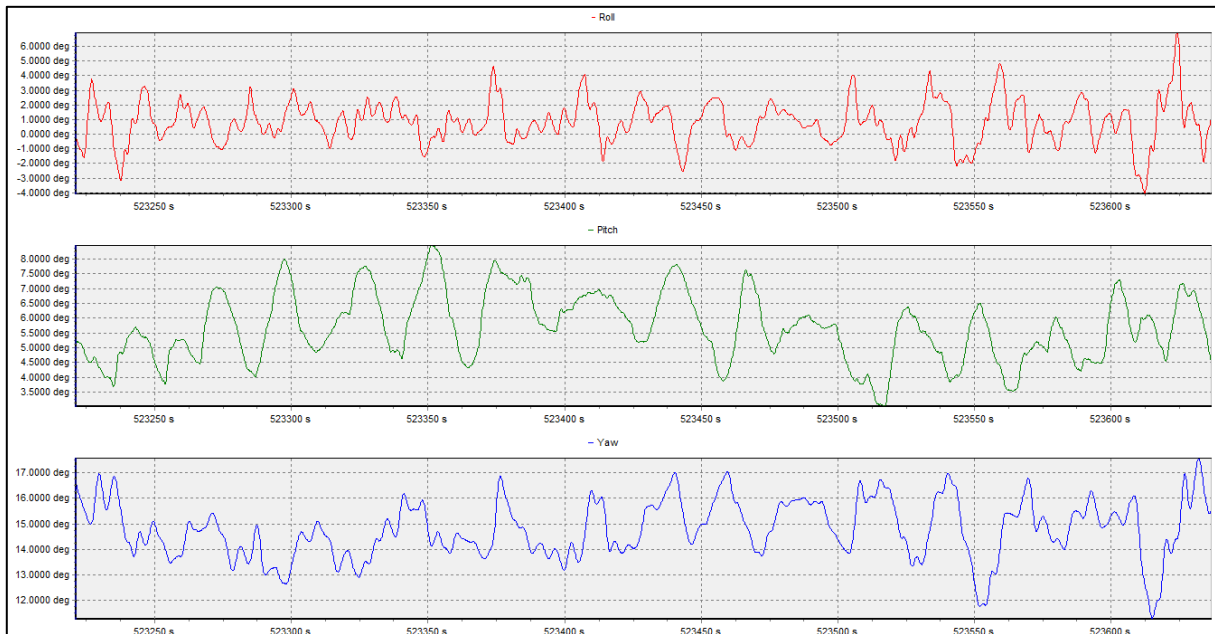


圖 1-36 飛航掃描姿態折線圖—航線 024

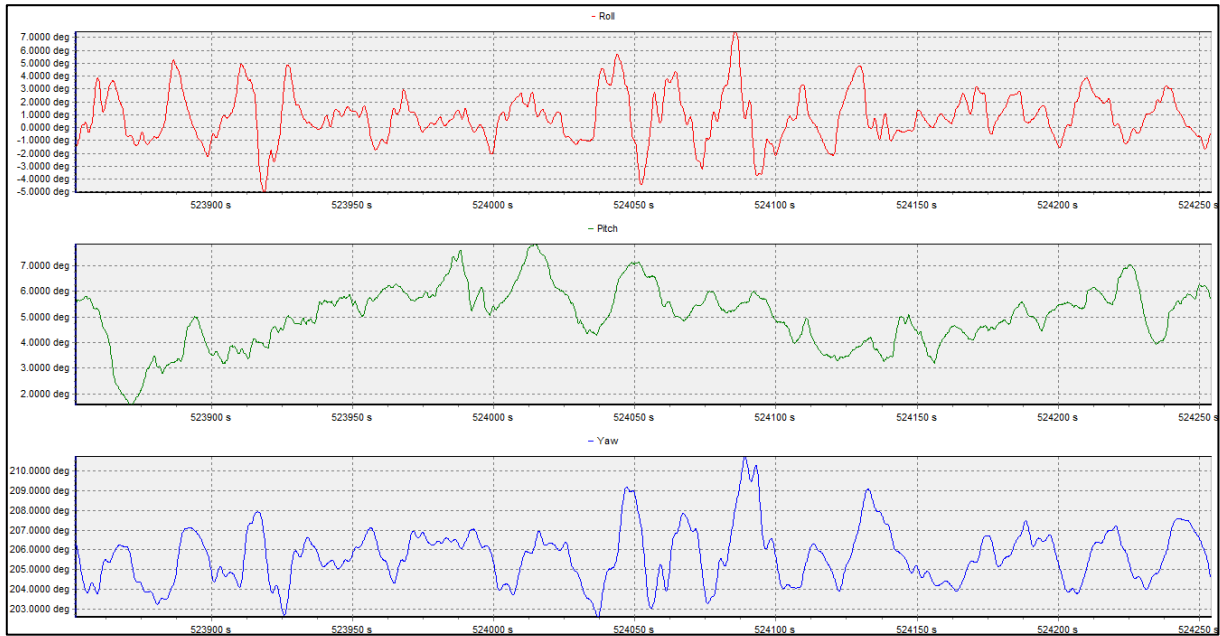


圖 1-37 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 025



圖 1-38 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 026

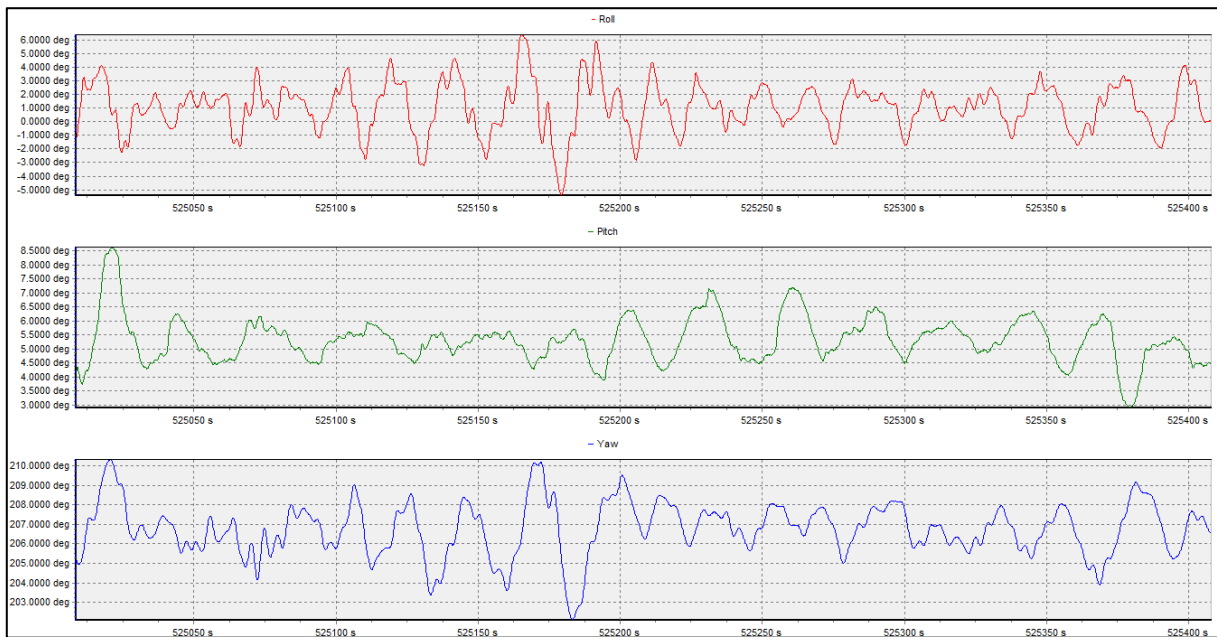


圖 1-39 飛航掃瞄姿態折線圖－航線 027

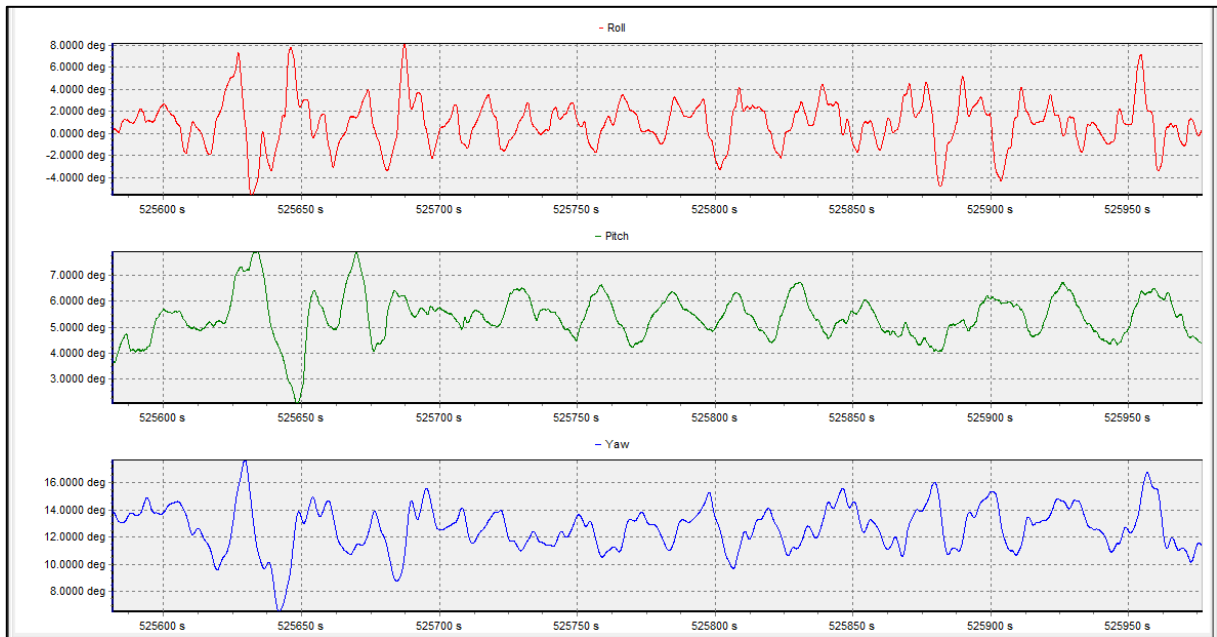


圖 1-40 飛航掃瞄姿態折線圖－航線 028

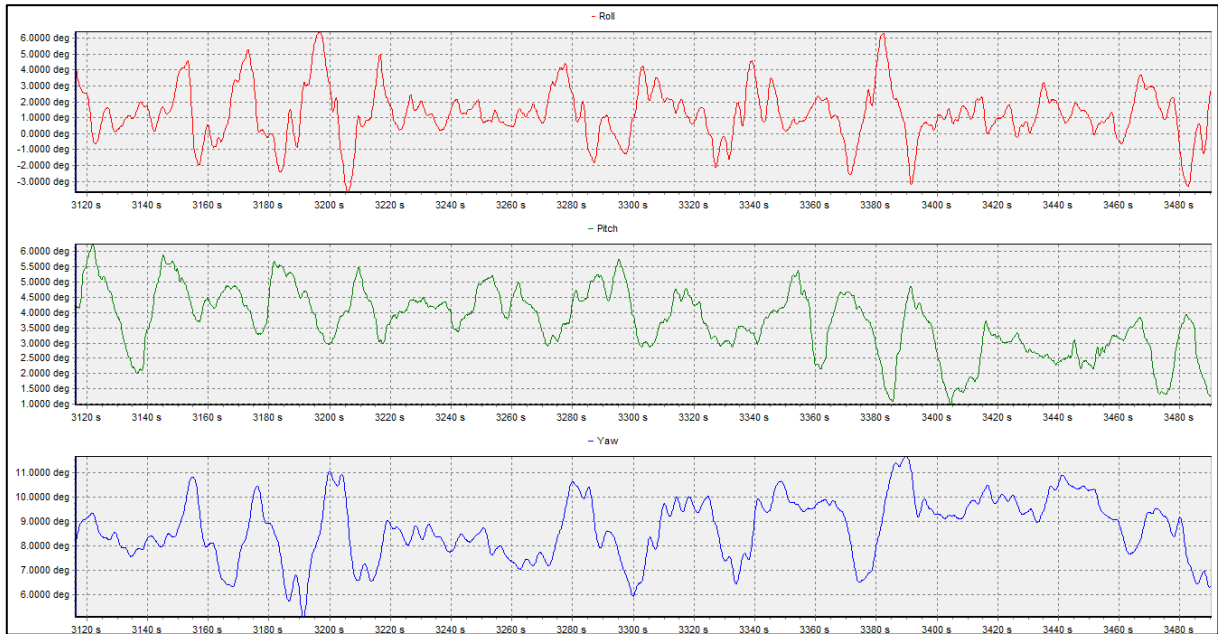


圖 1-41 飛航掃描姿態折線圖－航線 029

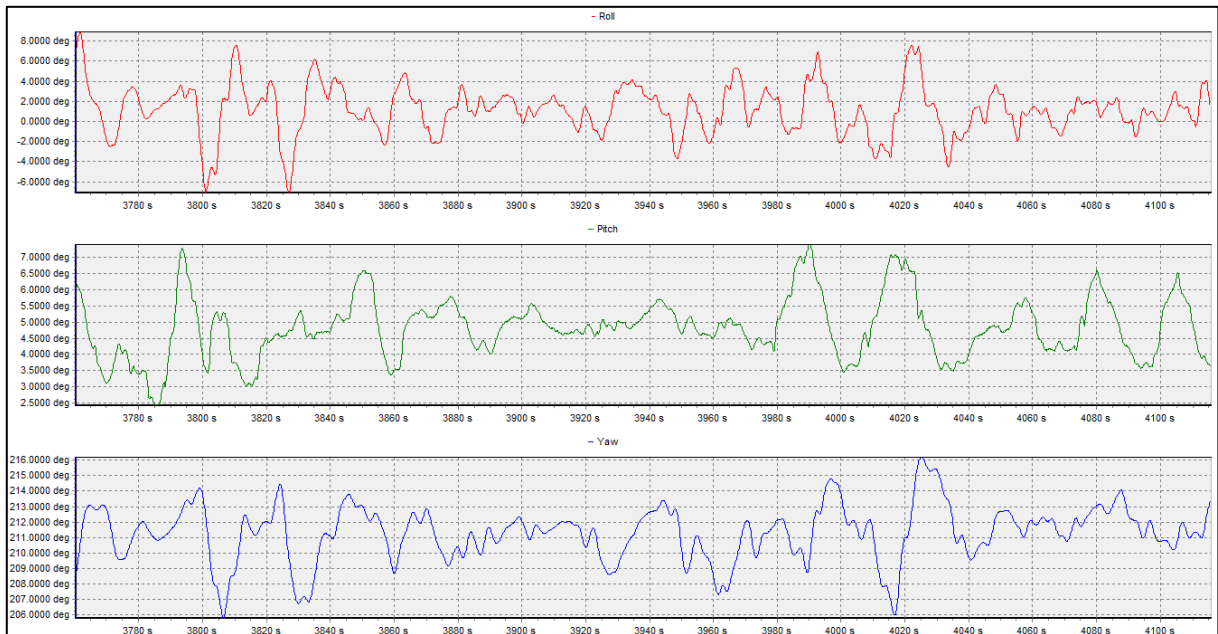


圖 1-42 飛航掃描姿態折線圖－航線 030

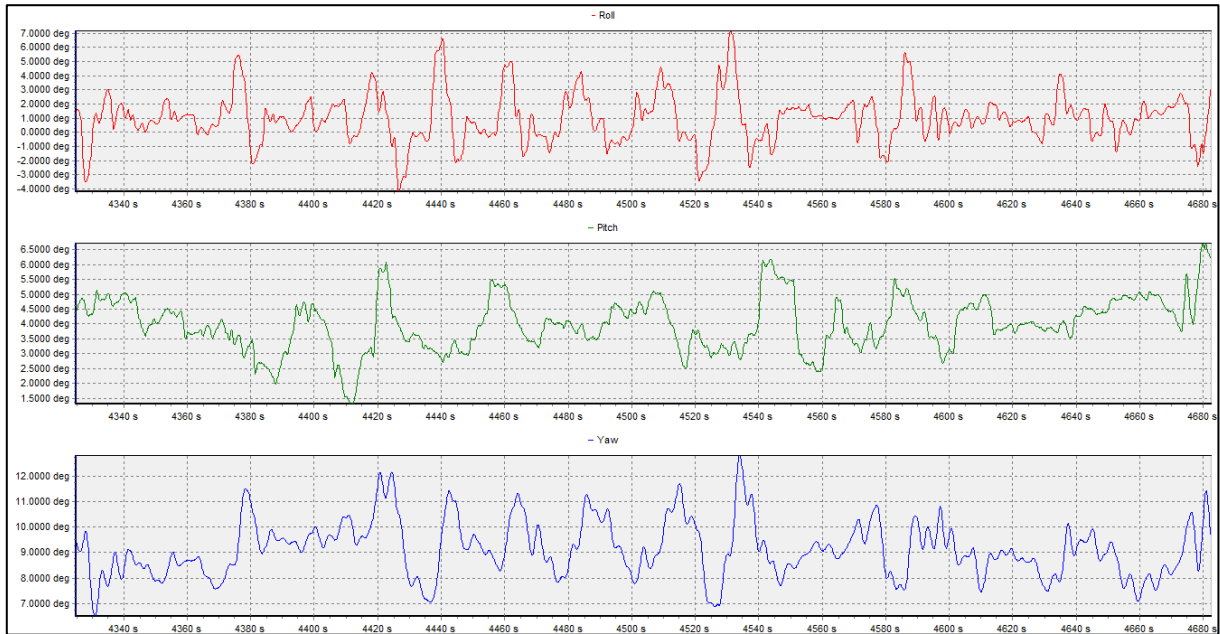


圖 1-43 飛航掃描姿態折線圖－航線 031

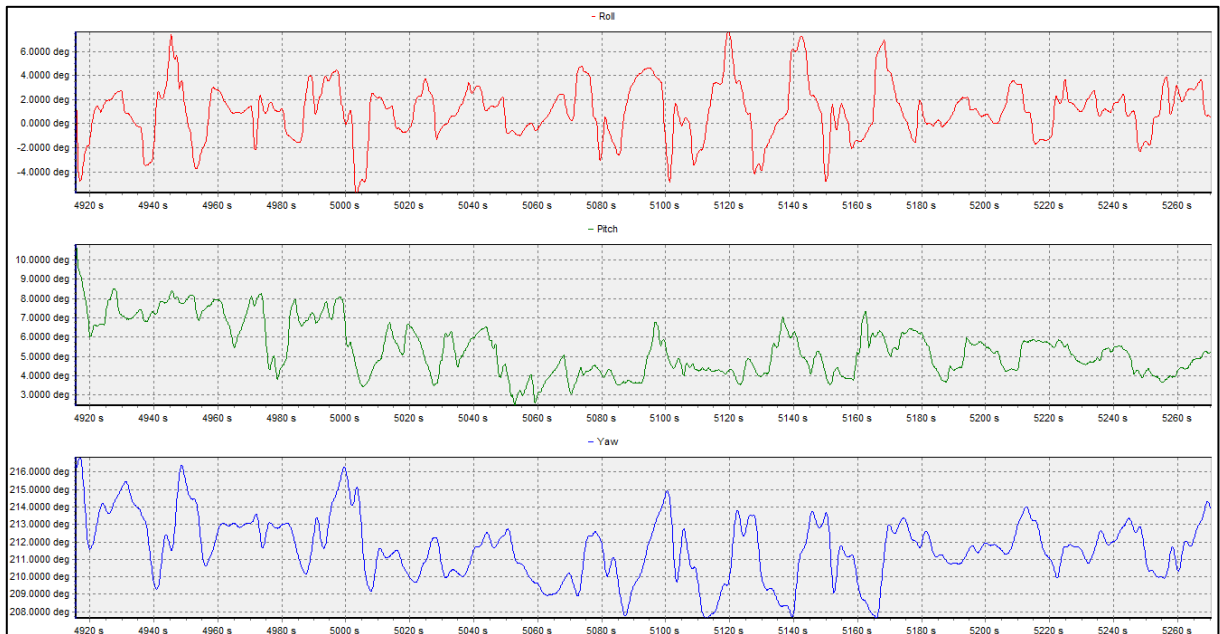


圖 1-44 飛航掃描姿態折線圖－航線 032

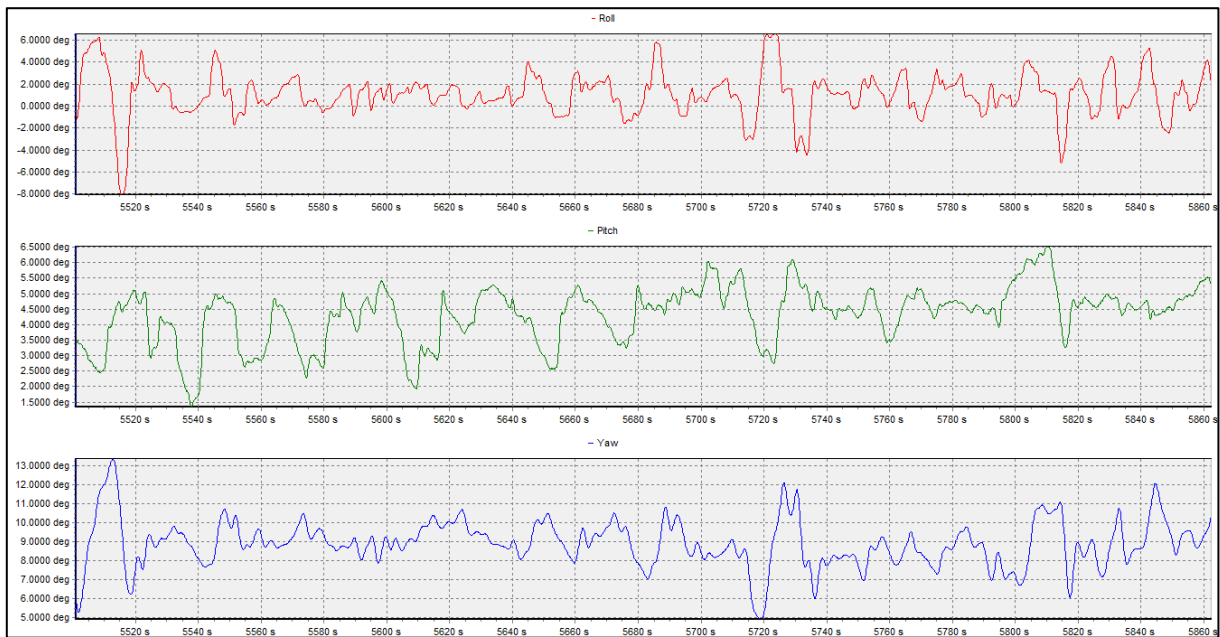


圖 1-45 飛航掃描姿態折線圖—航線 033

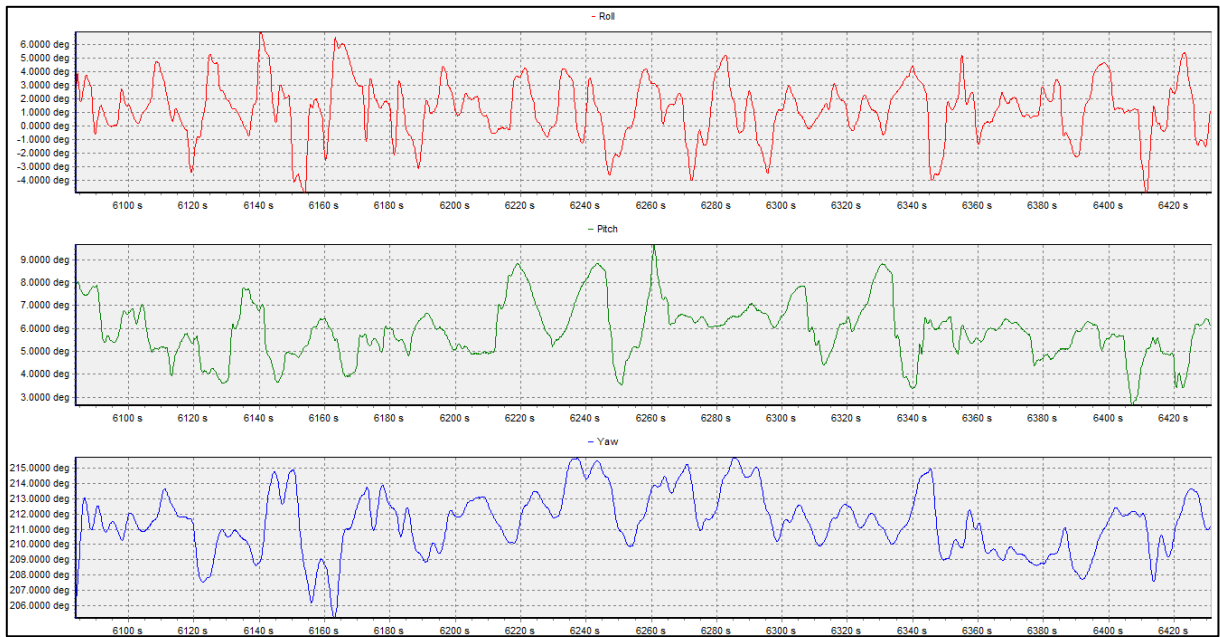


圖 1-46 飛航掃描姿態折線圖—航線 034

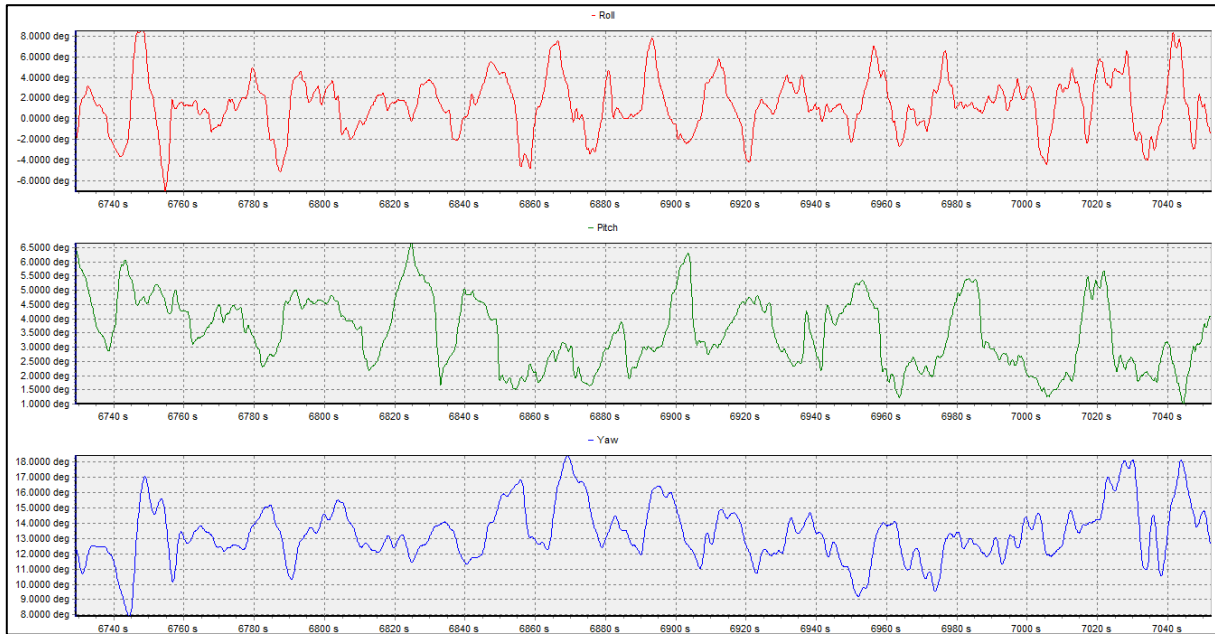


圖 1-47 飛航掃描姿態折線圖—航線 035

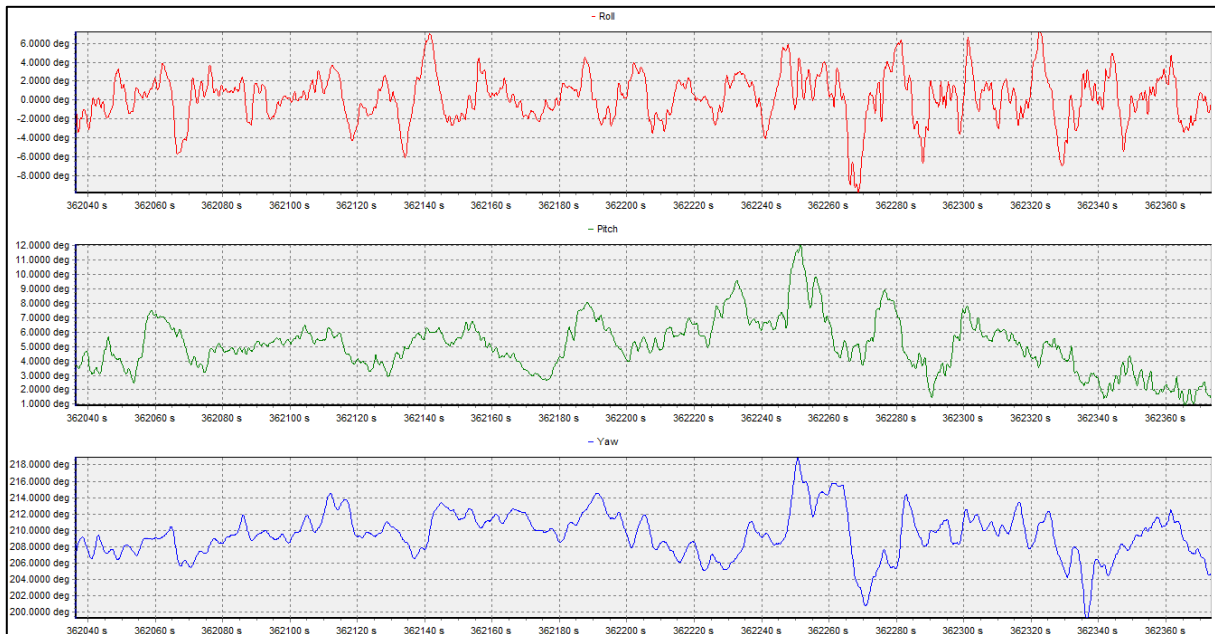


圖 1-48 飛航掃描姿態折線圖—航線 036

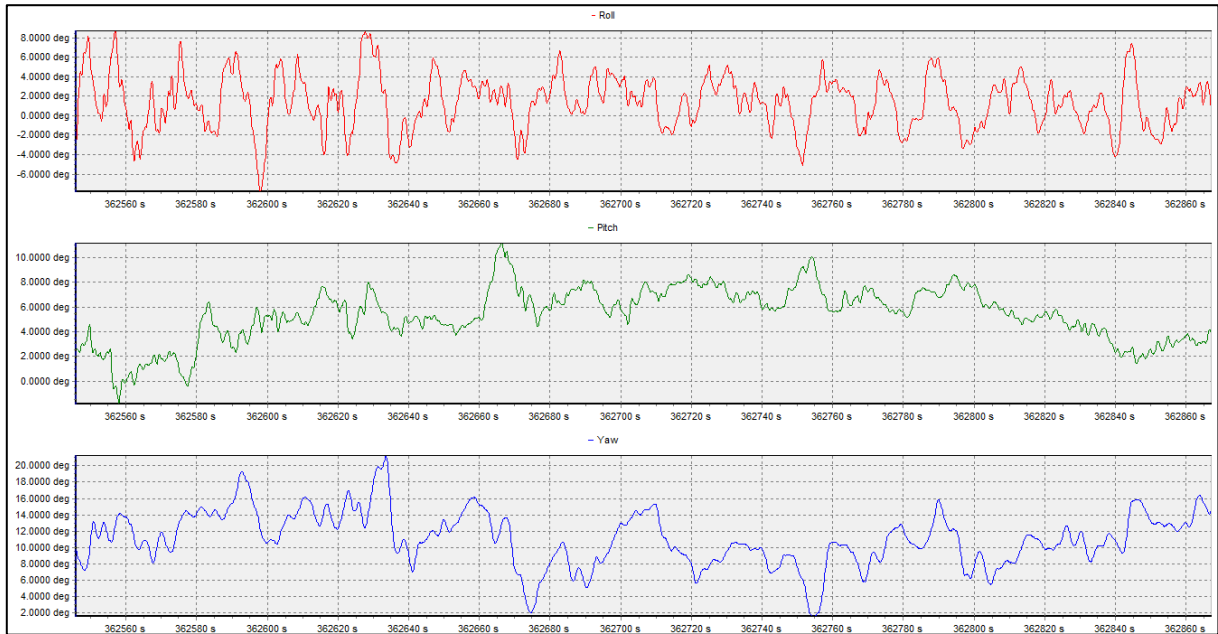


圖 1-49 飛航掃描姿態折線圖—航線 037

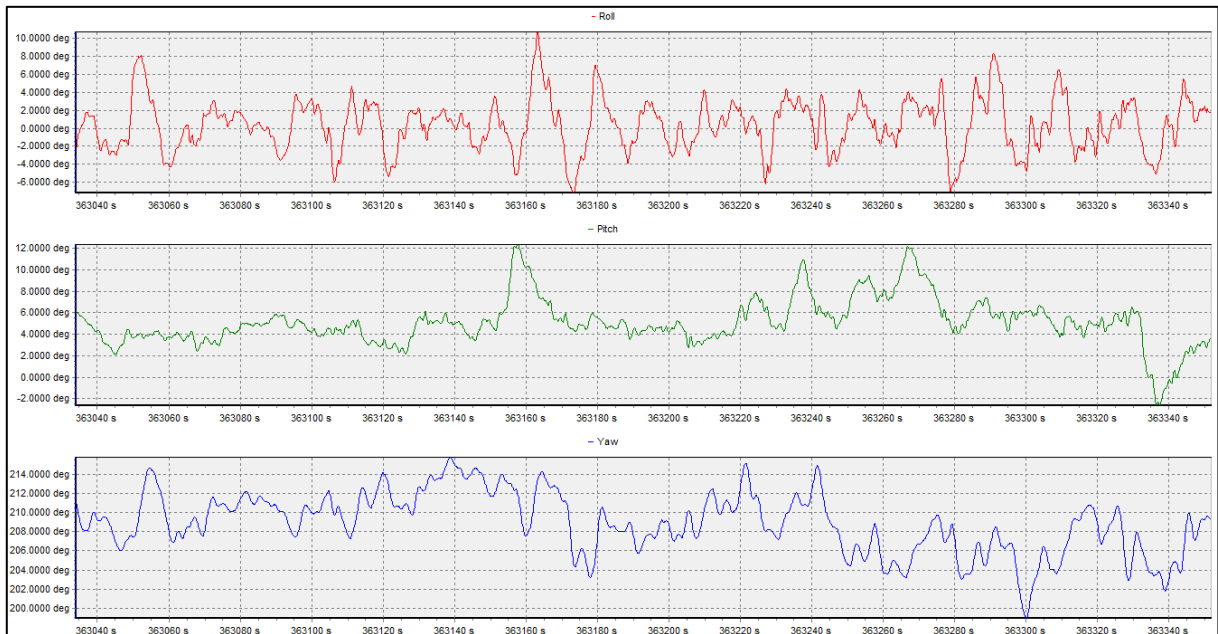


圖 1-50 飛航掃描姿態折線圖—航線 038

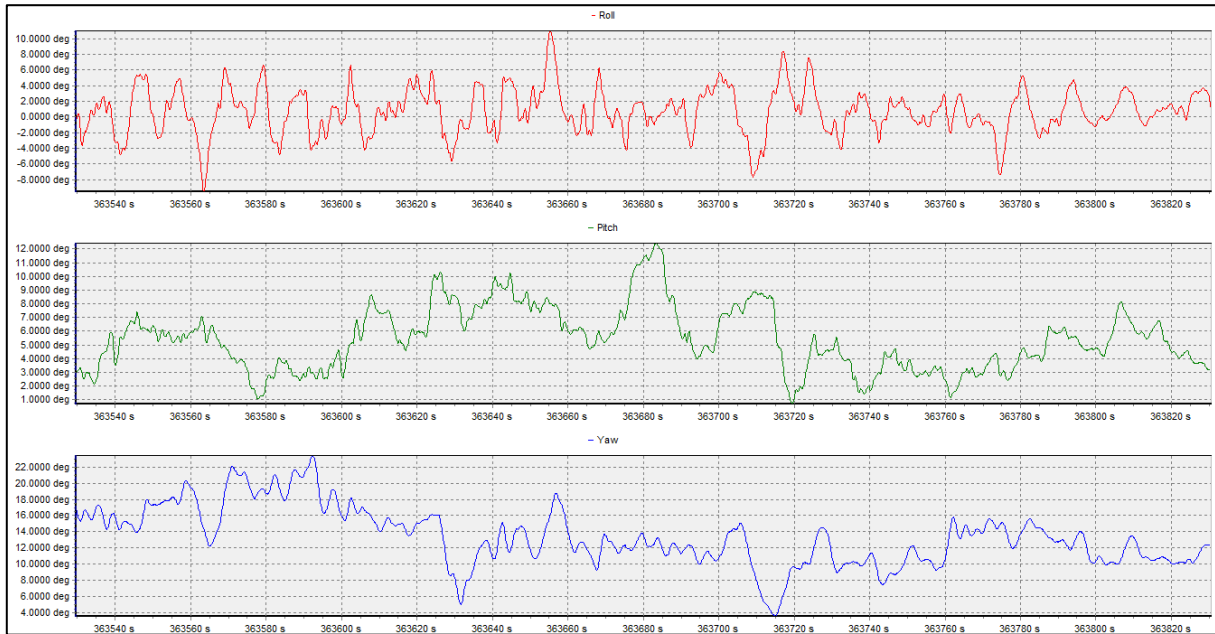


圖 1-51 飛航掃描姿態折線圖—航線 039

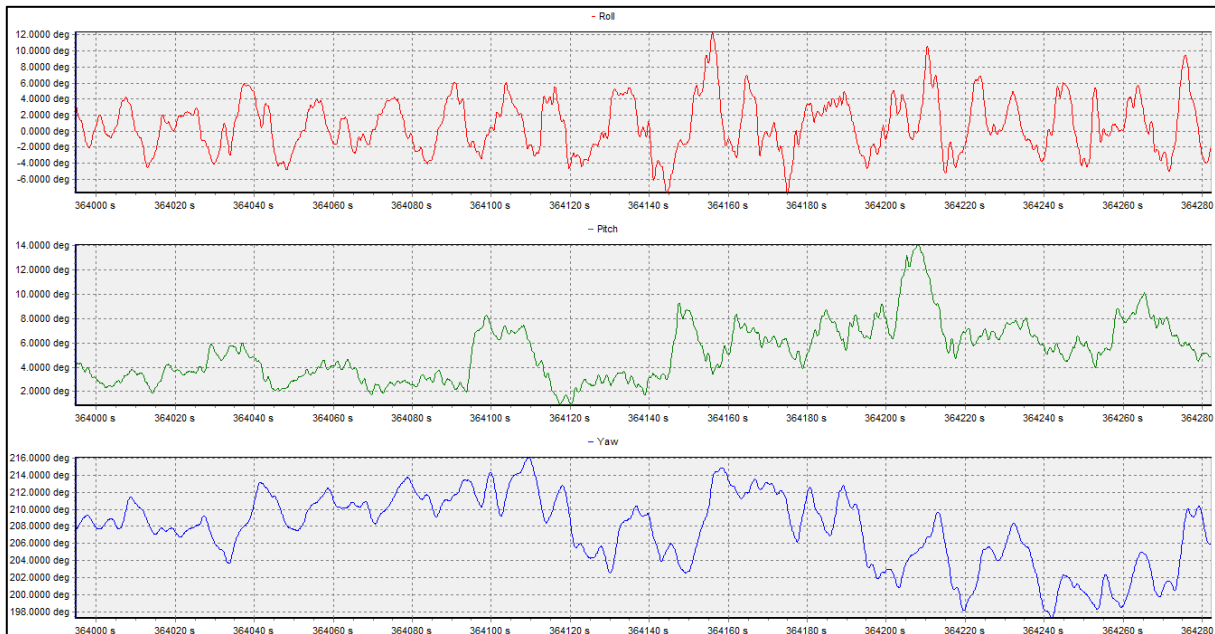


圖 1-52 飛航掃描姿態折線圖—航線 040

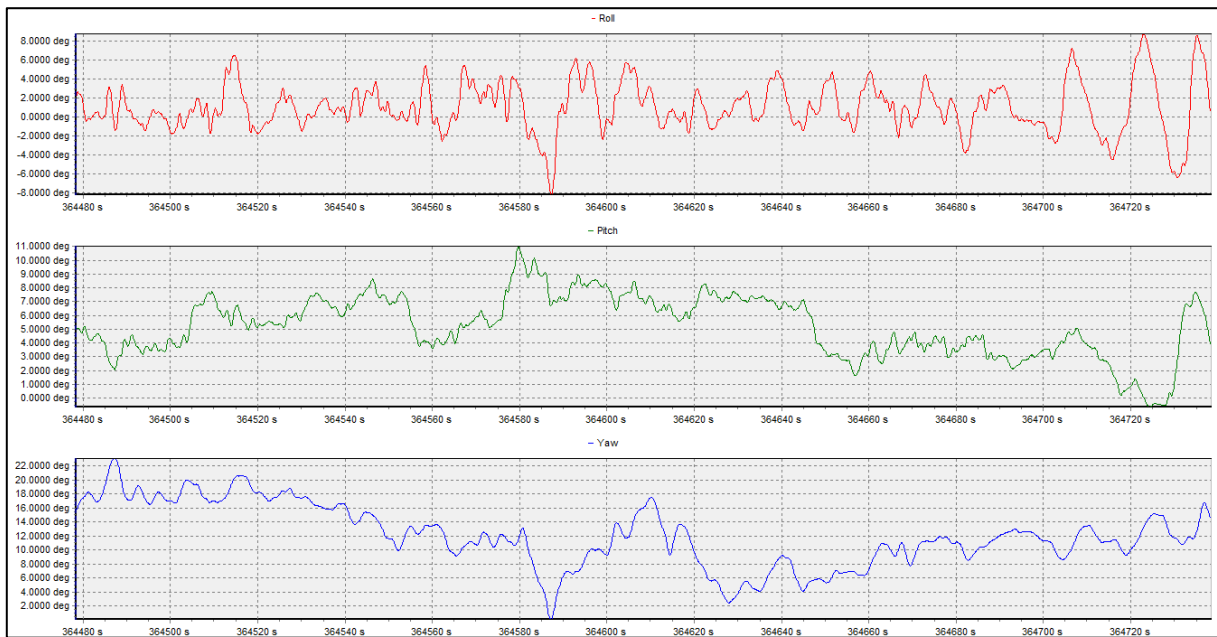


圖 1-53 飛航掃描姿態折線圖－航線 041

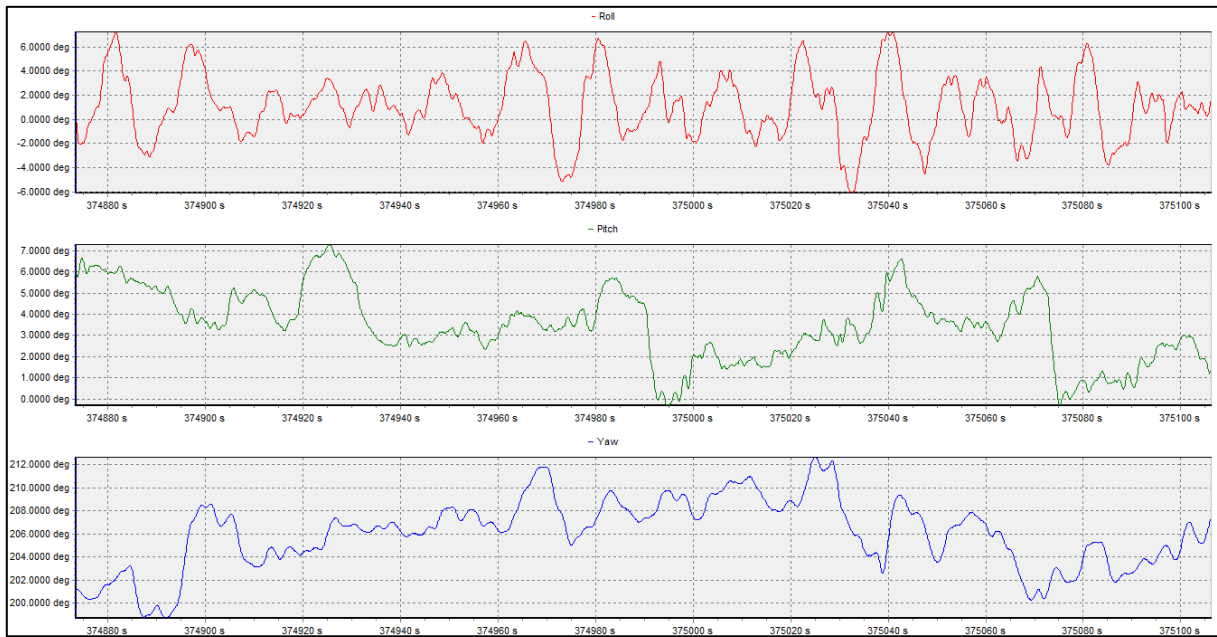


圖 1-54 飛航掃描姿態折線圖－航線 042

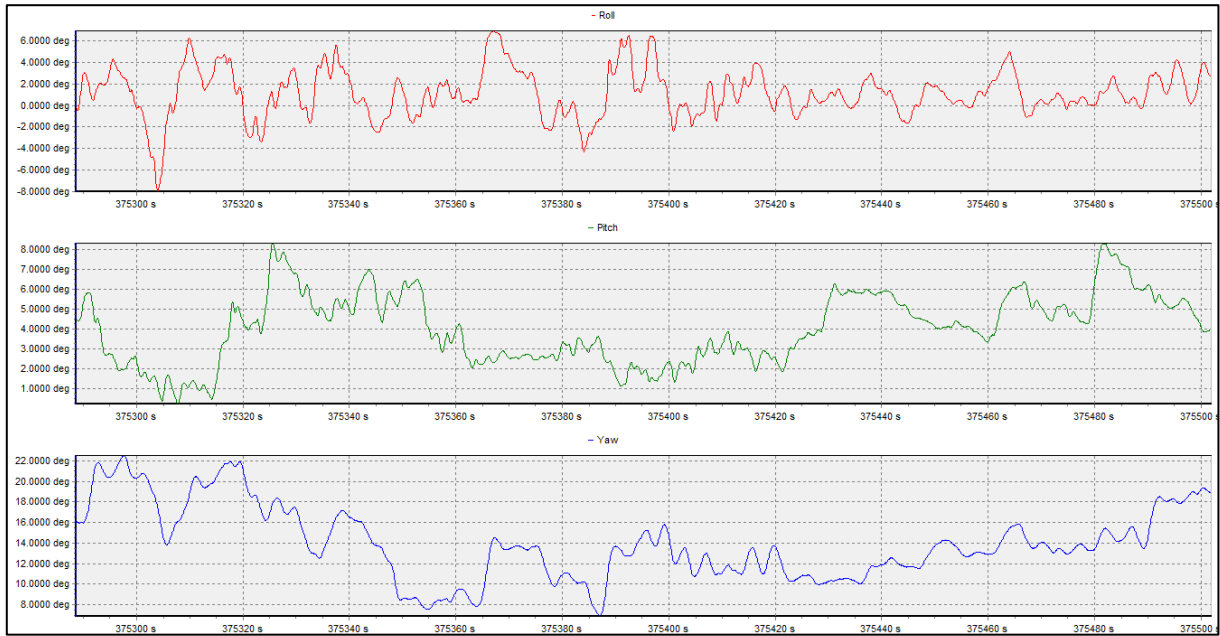


圖 1-55 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 043

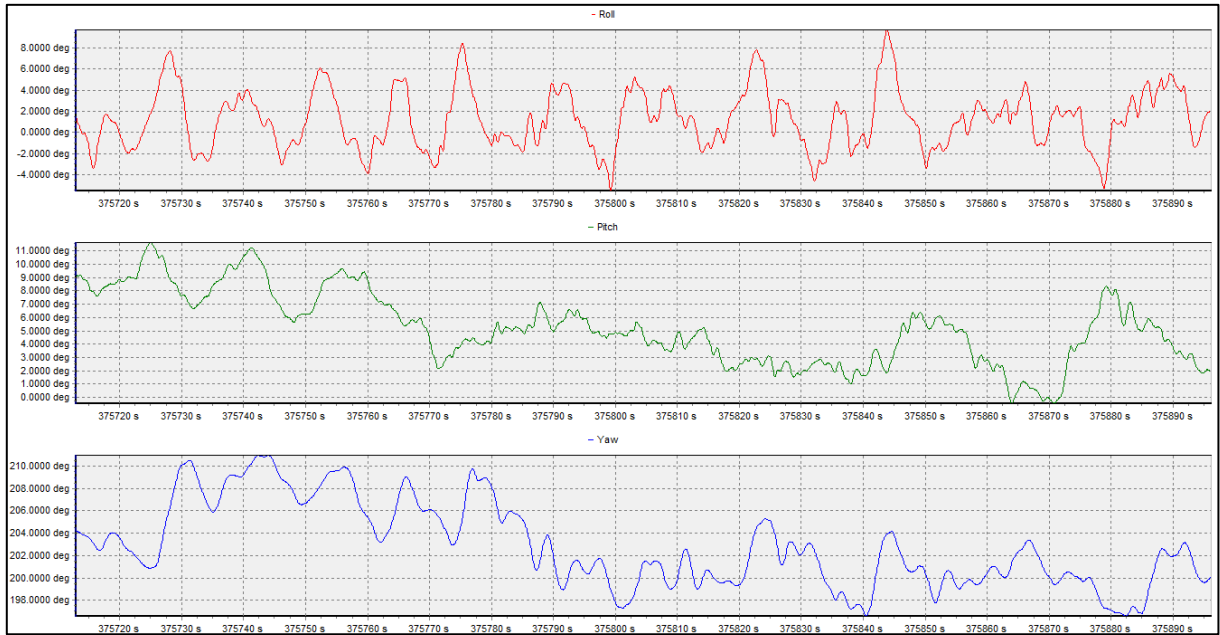


圖 1-56 飛航掃瞄姿態折線圖—航線 044

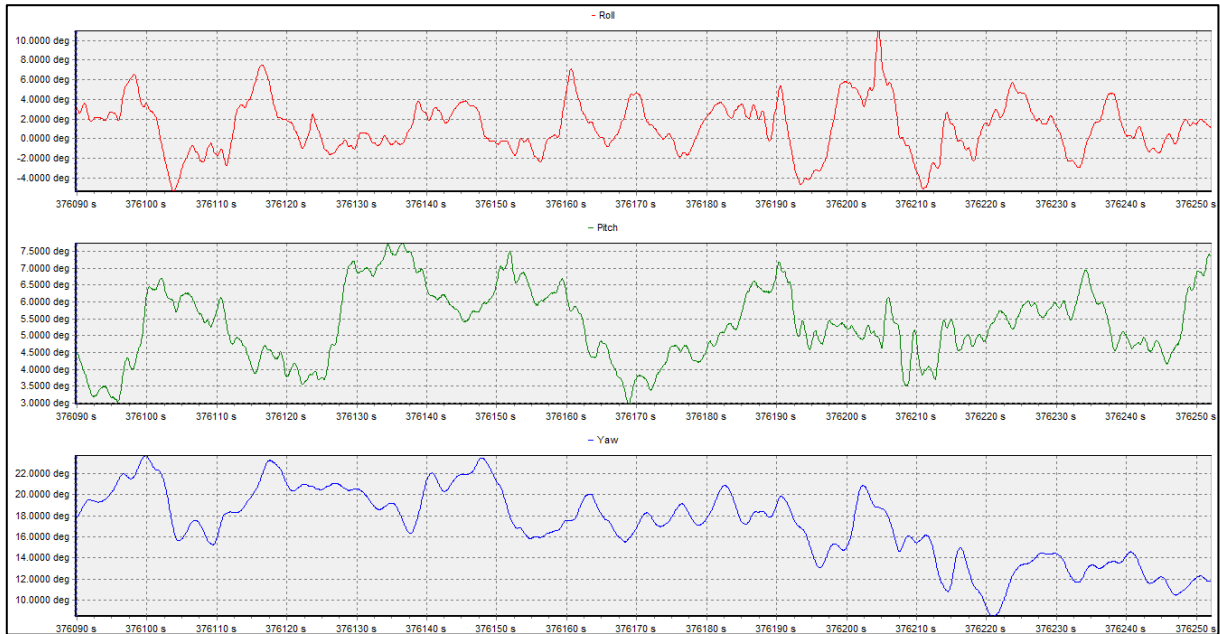


圖 1-57 飛航掃描姿態折線圖—航線 045

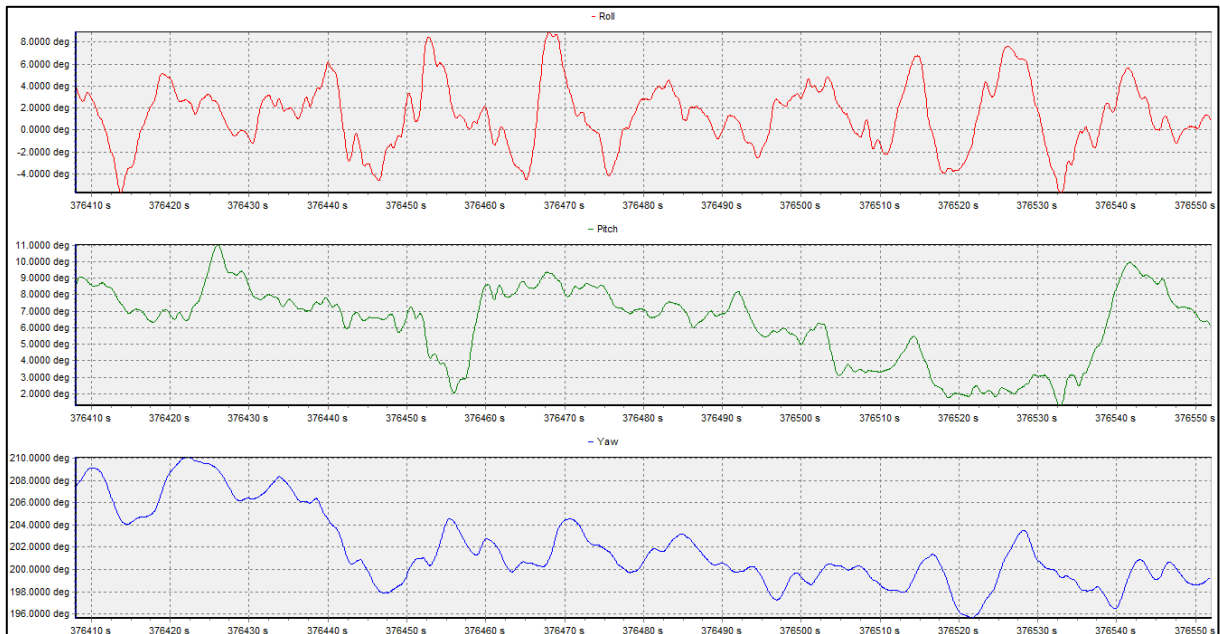


圖 1-58 飛航掃描姿態折線圖—航線 046

1-10 飛航掃瞄全波形資料

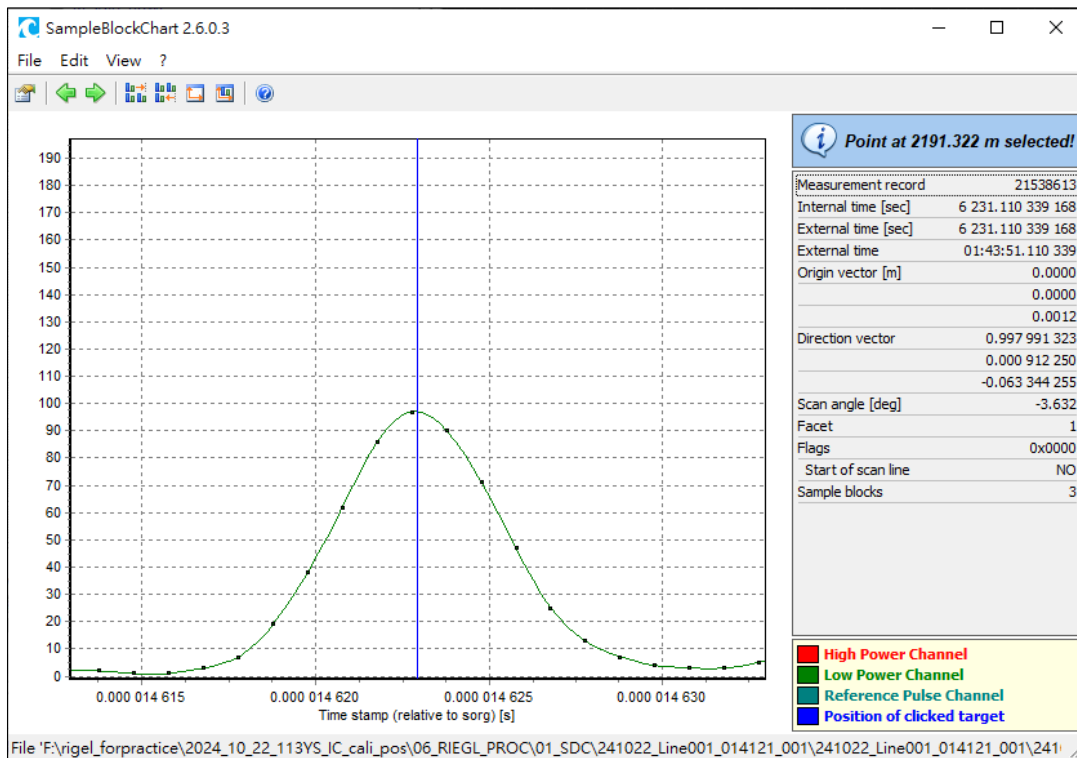


圖 1-59 全波形資料截圖－航線 001(前段)

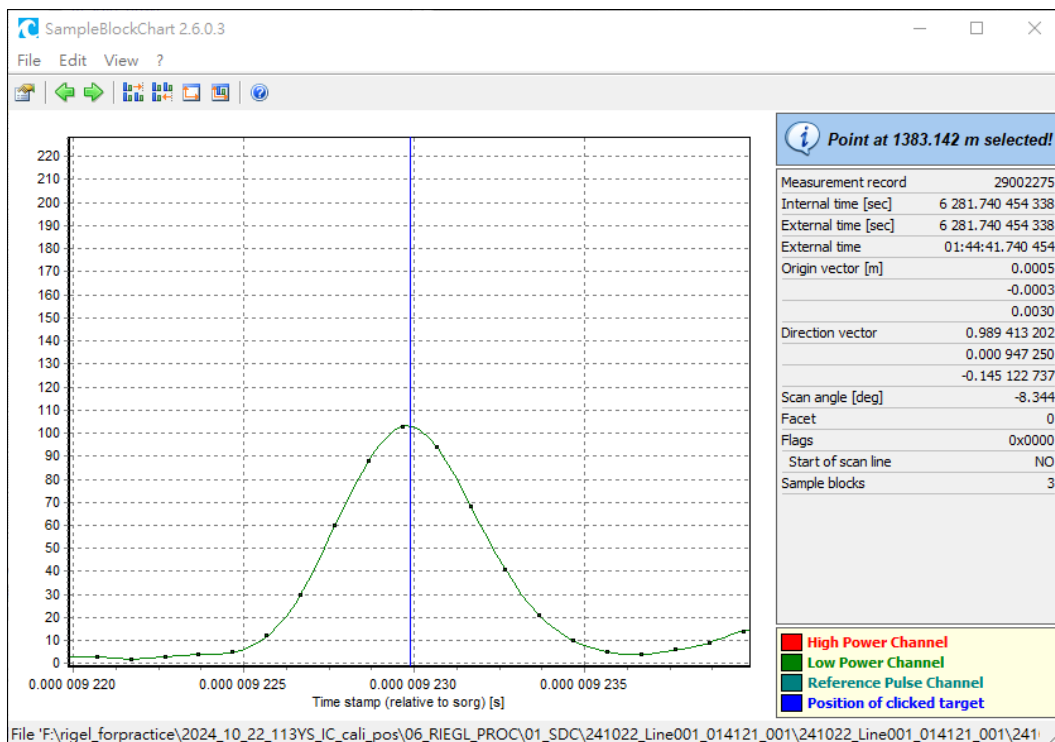


圖 1-60 全波形資料截圖－航線 001(中段)

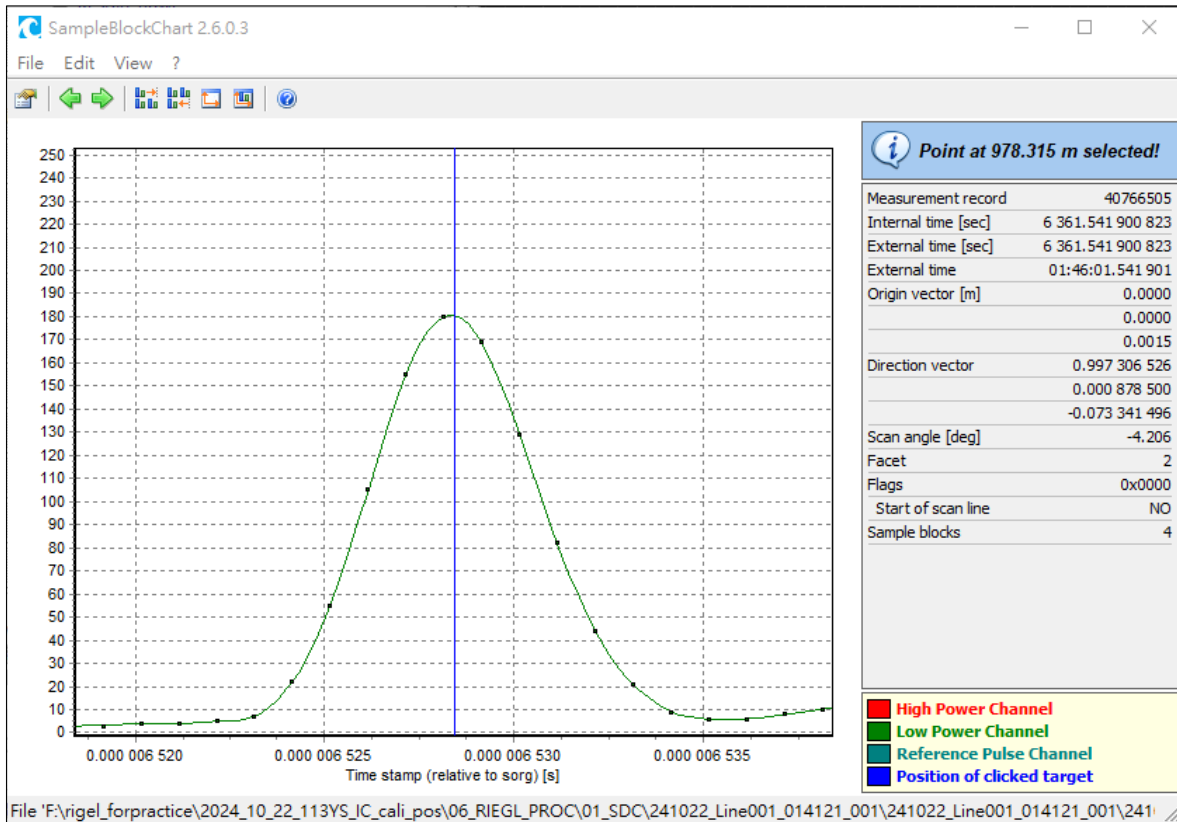


圖 1-61 全波形資料截圖－航線 001(後段)

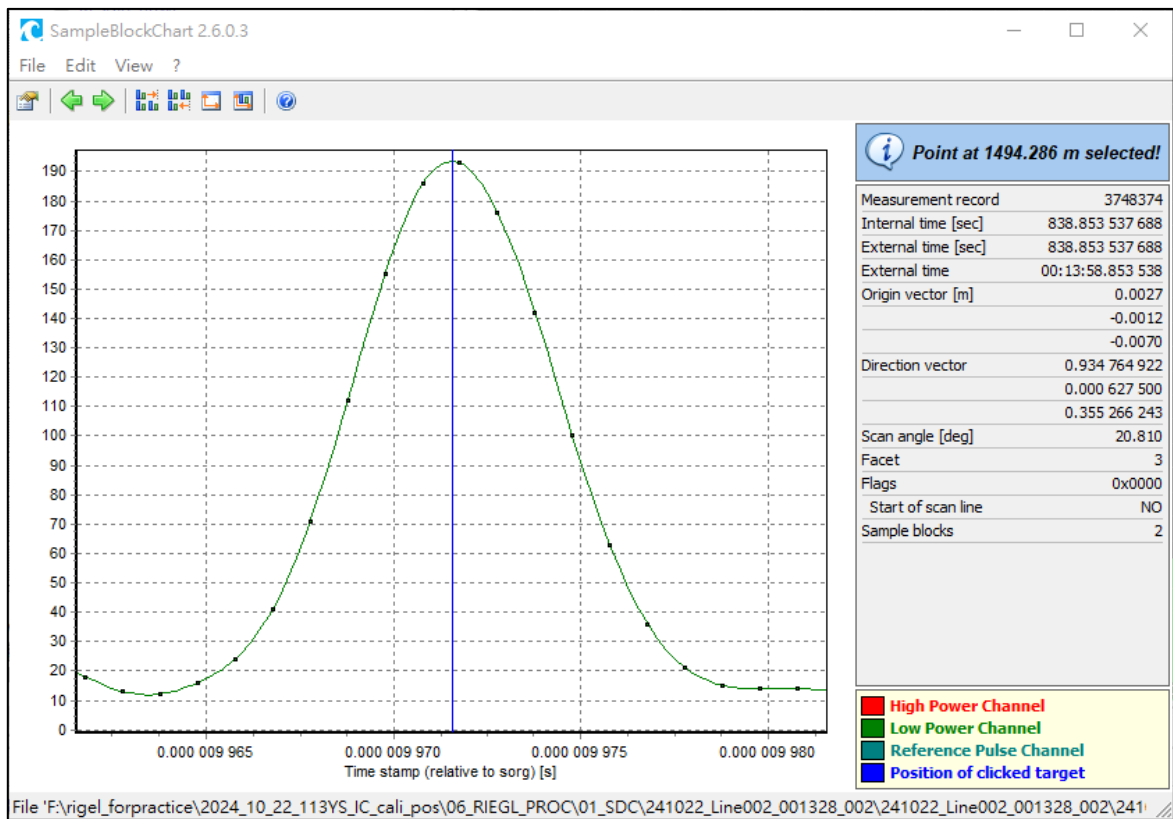


圖 1-62 全波形資料截圖－航線 002(前段)

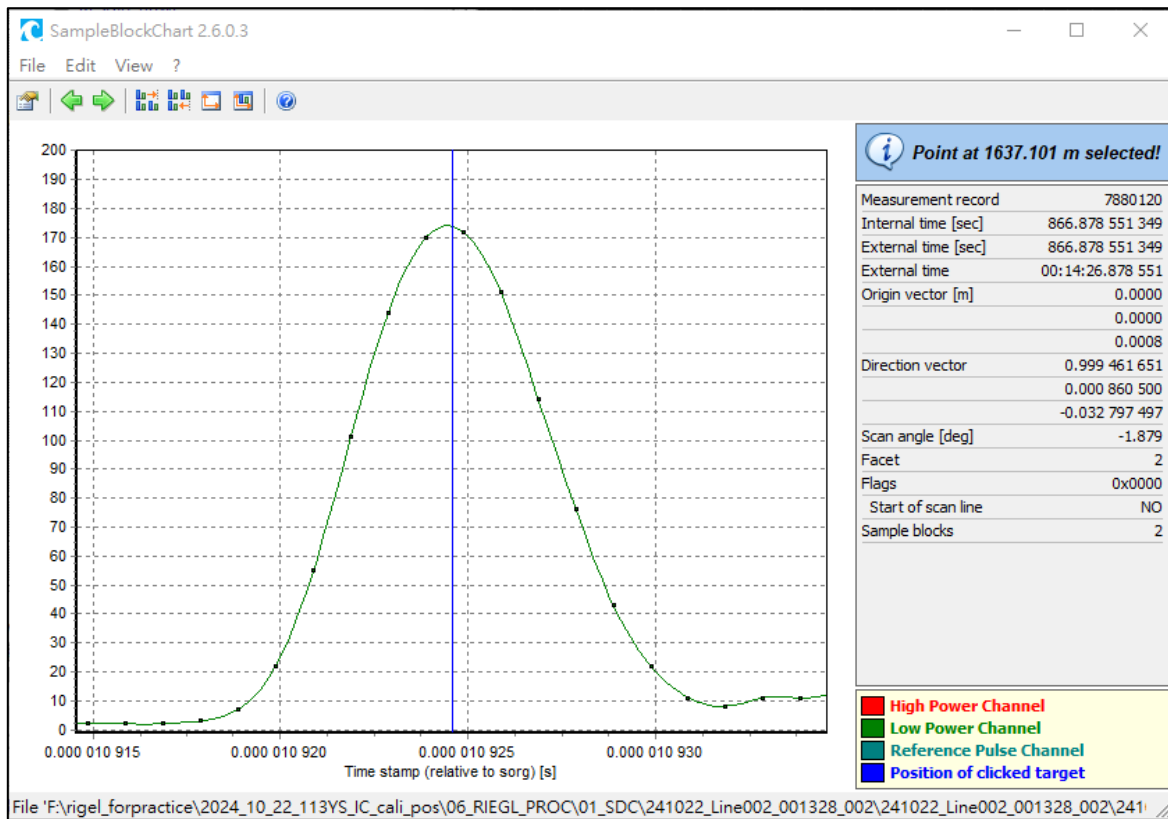


圖 1-63 全波形資料截圖－航線 002(中段)

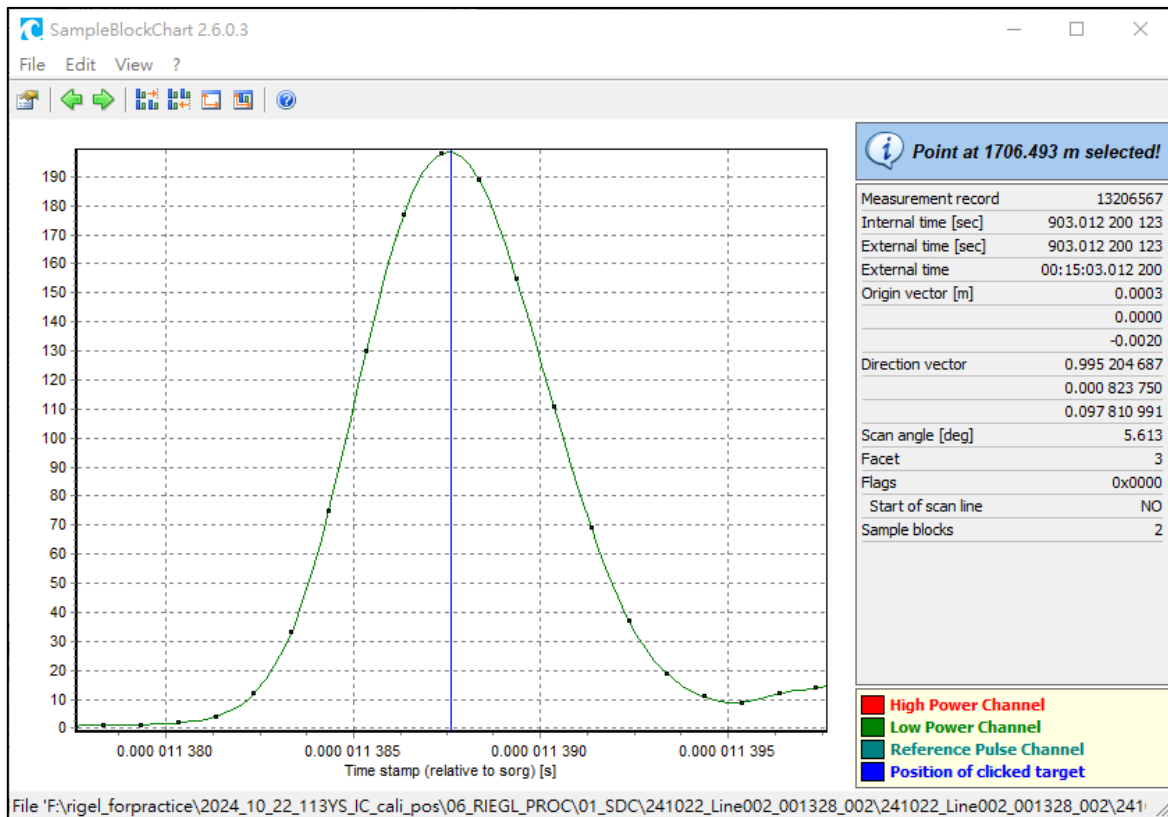


圖 1-64 全波形資料截圖－航線 002(後段)

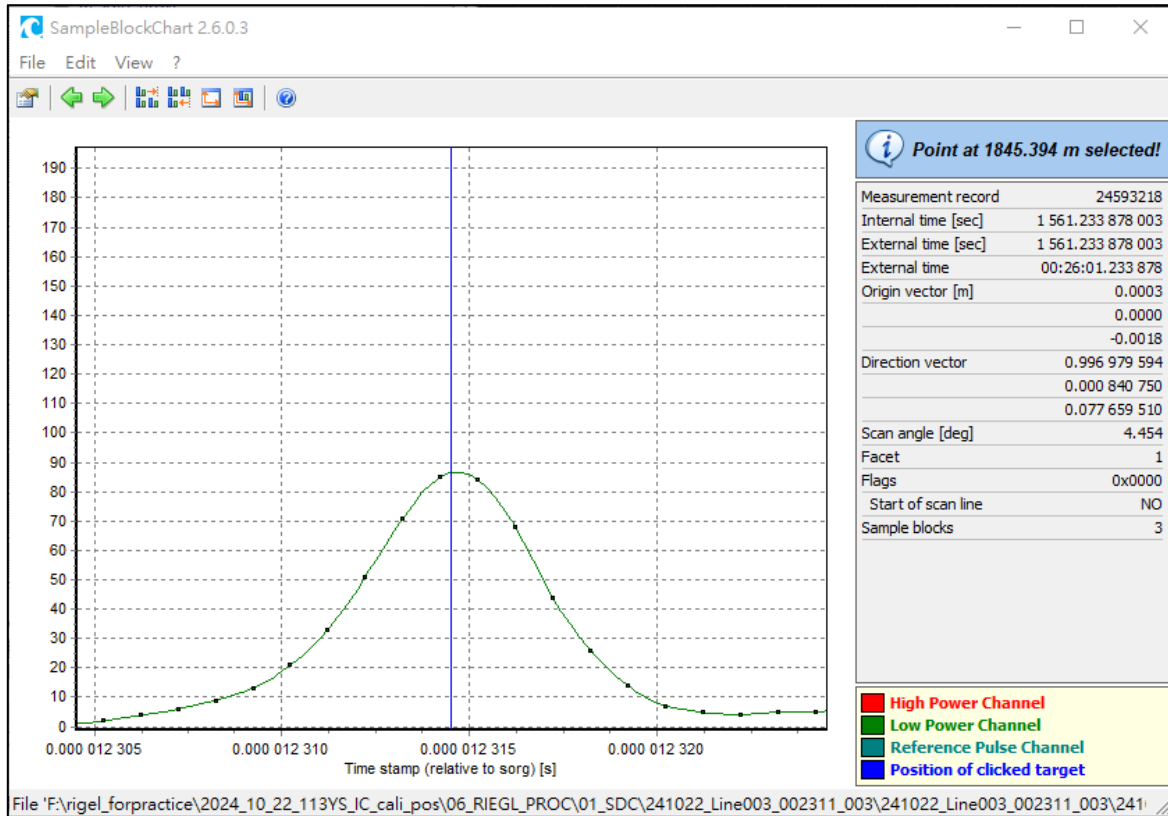


圖 1-65 全波形資料截圖－航線 003(前段)

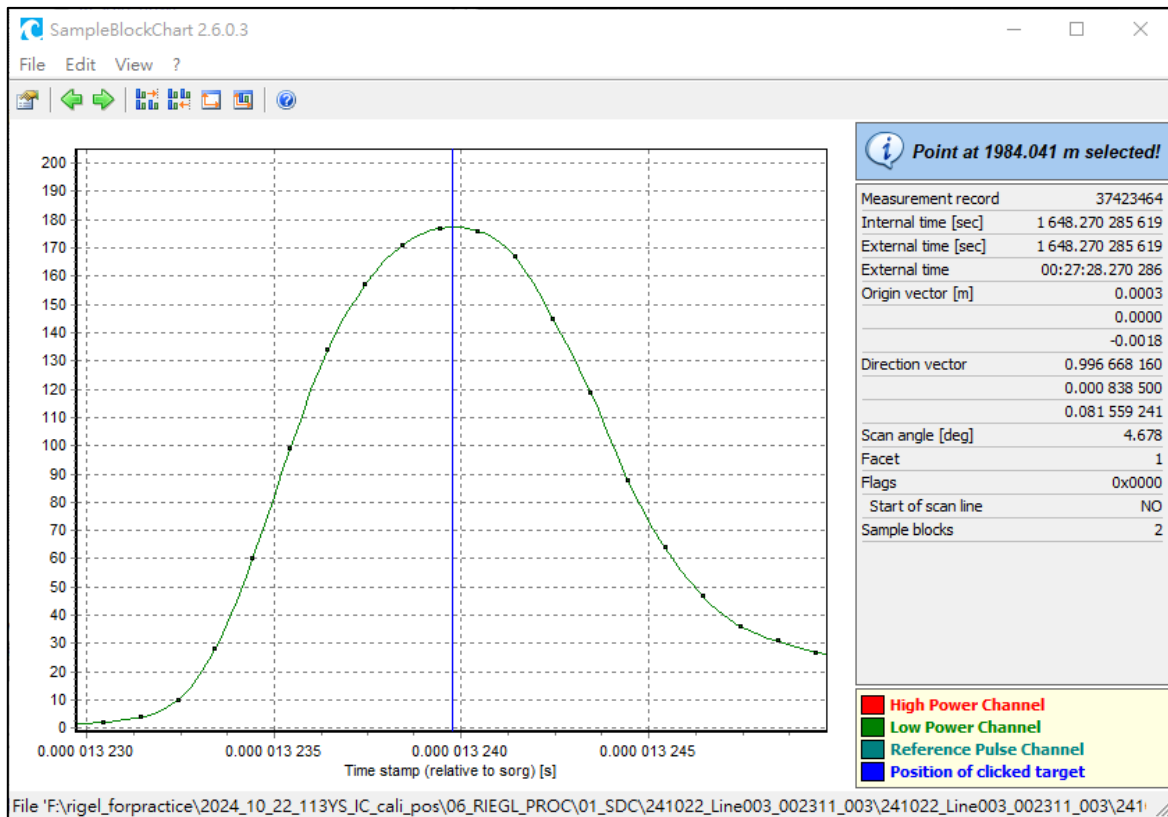


圖 1-66 全波形資料截圖－航線 003(中段)

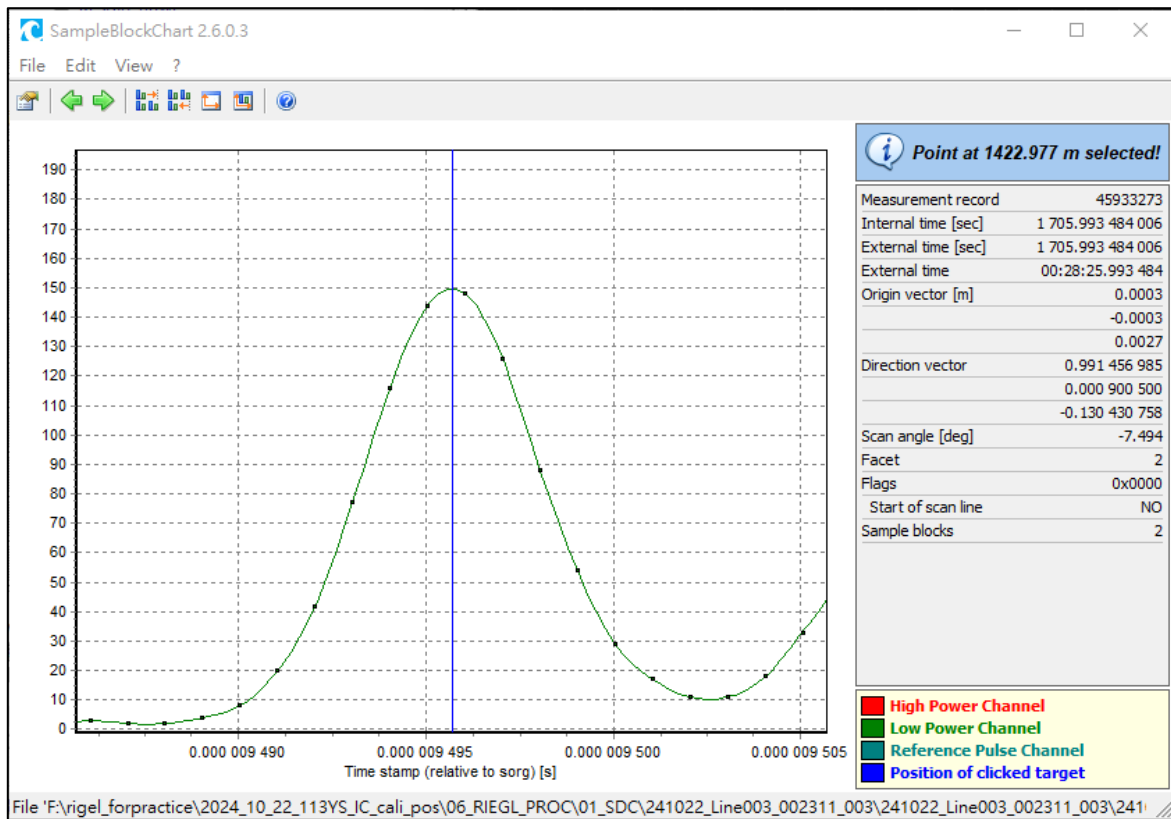


圖 1-67 全波形資料截圖－航線 003(後段)

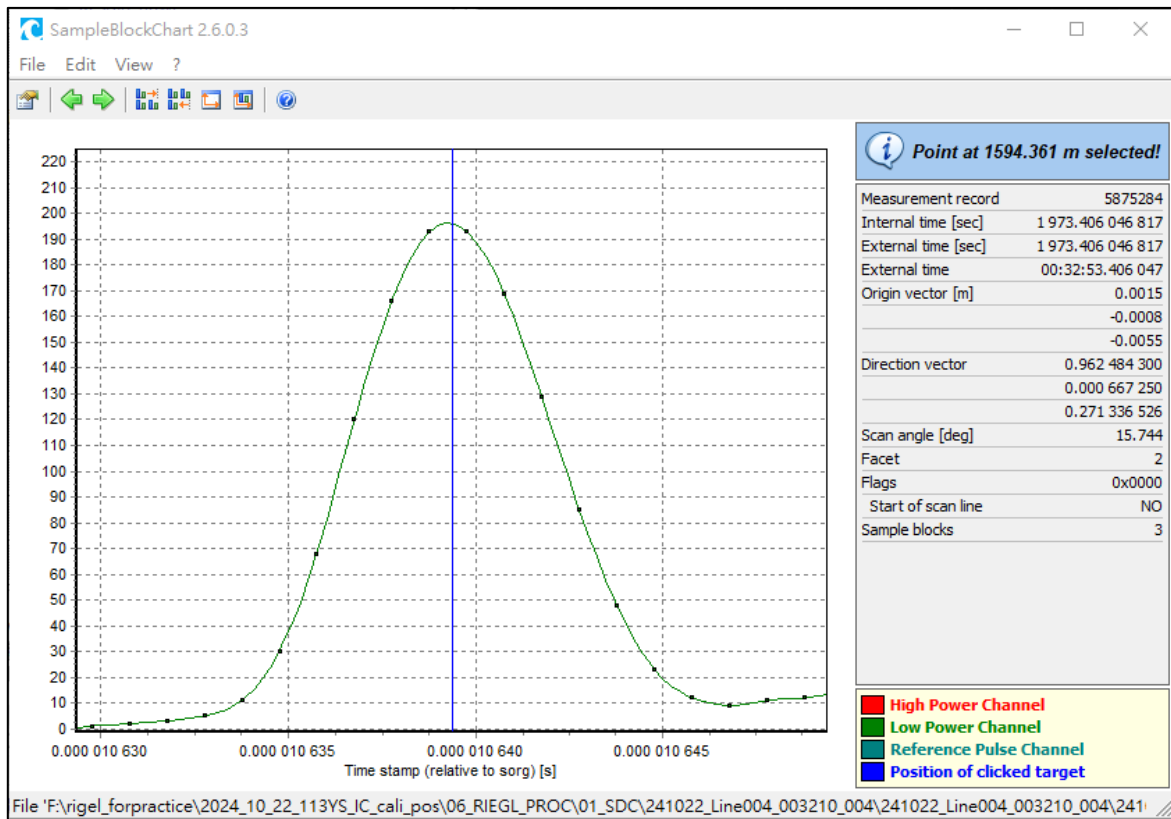


圖 1-68 全波形資料截圖－航線 004(前段)

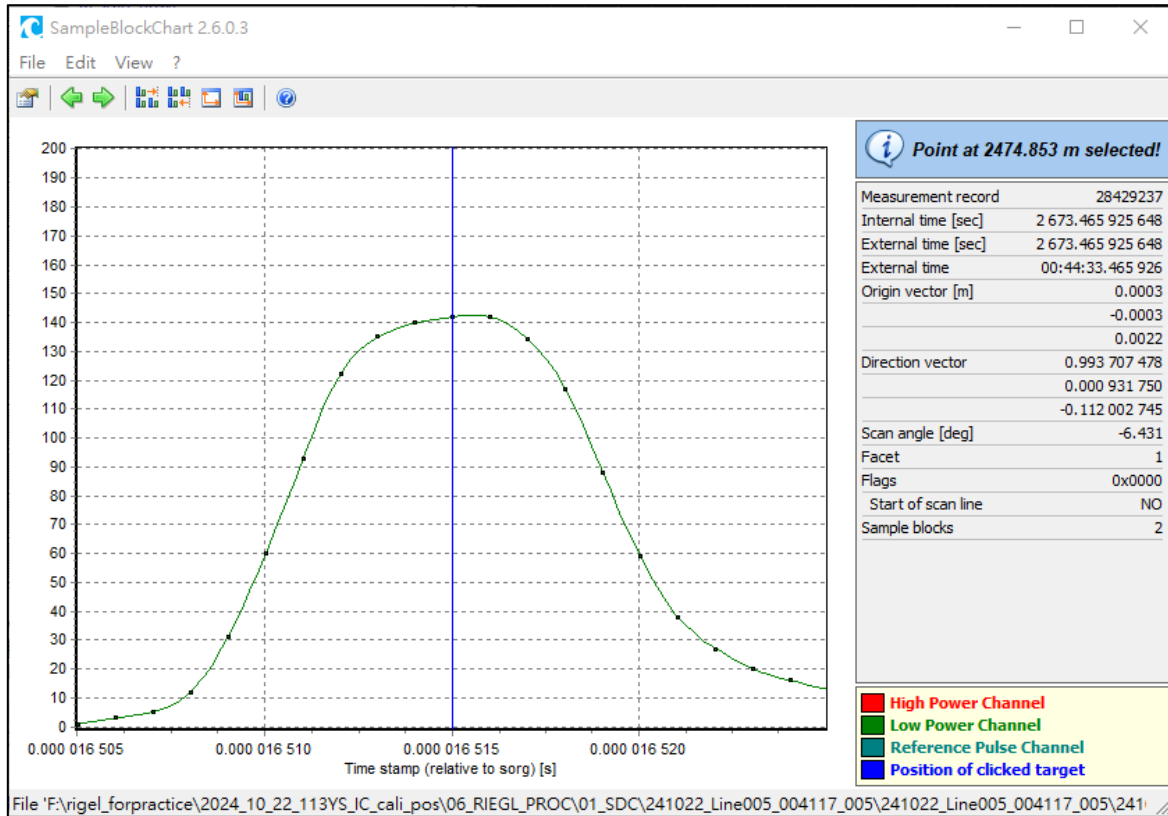


圖 1-71 全波形資料截圖－航線 005(前段)

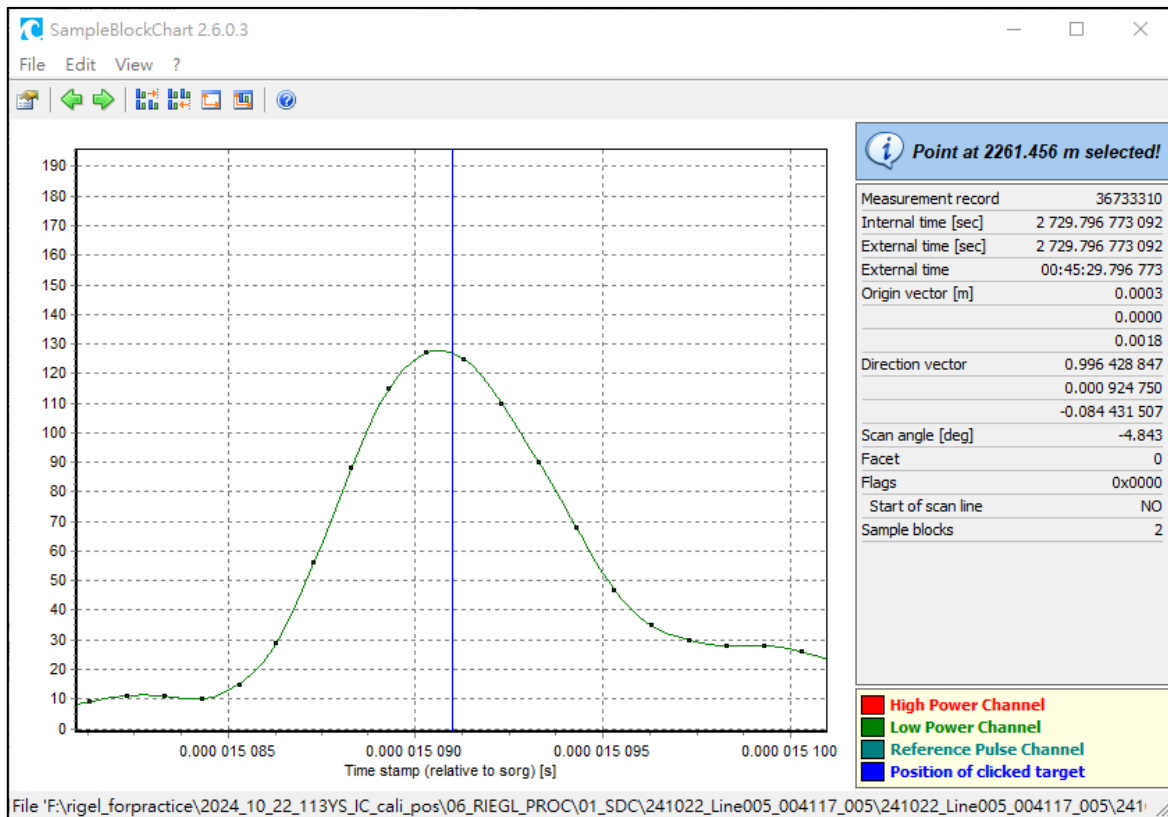


圖 1-72 全波形資料截圖－航線 005(中段)

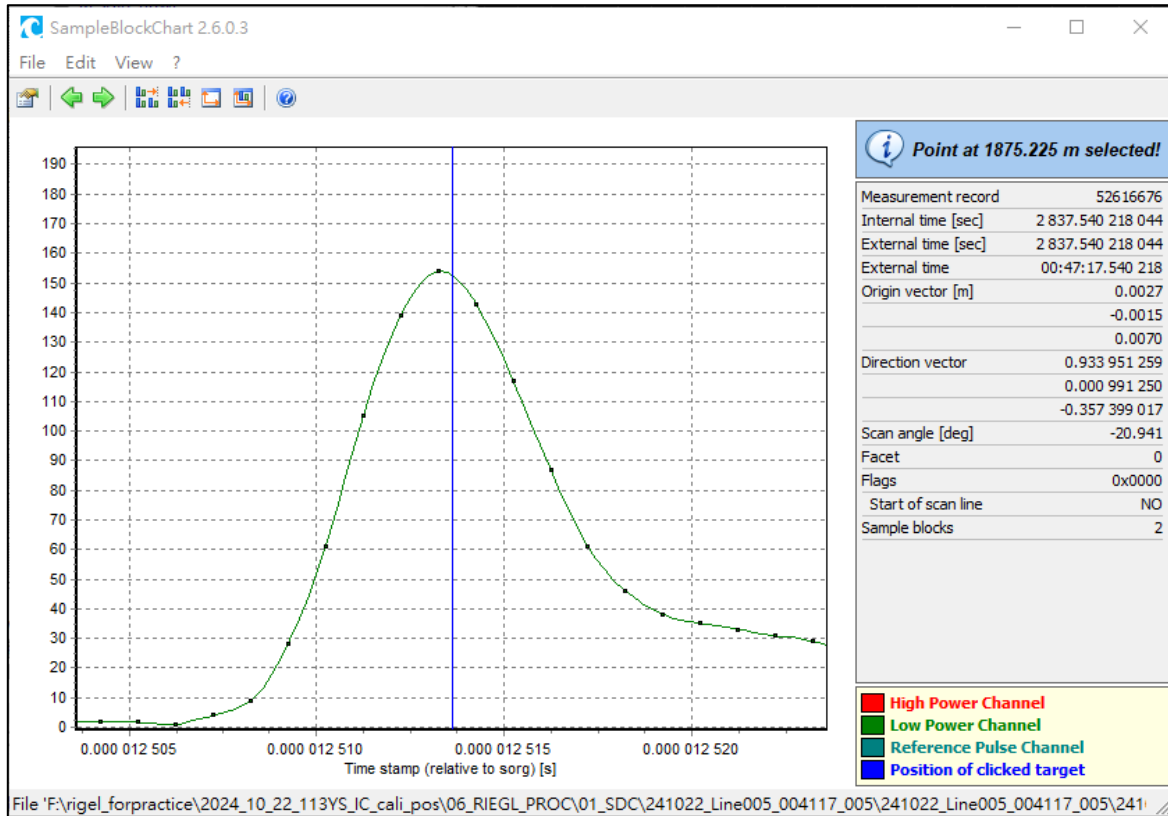


圖 1-73 全波形資料截圖－航線 005(後段)

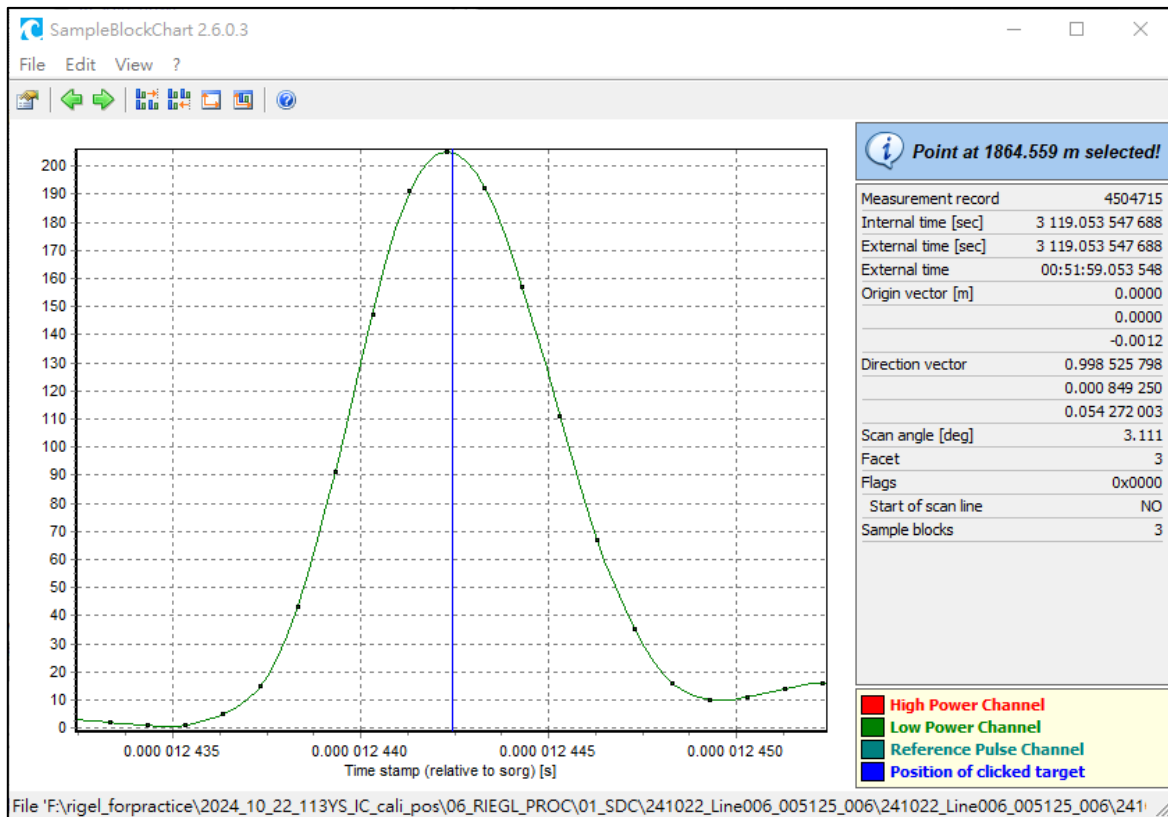


圖 1-74 全波形資料截圖－航線 006(前段)

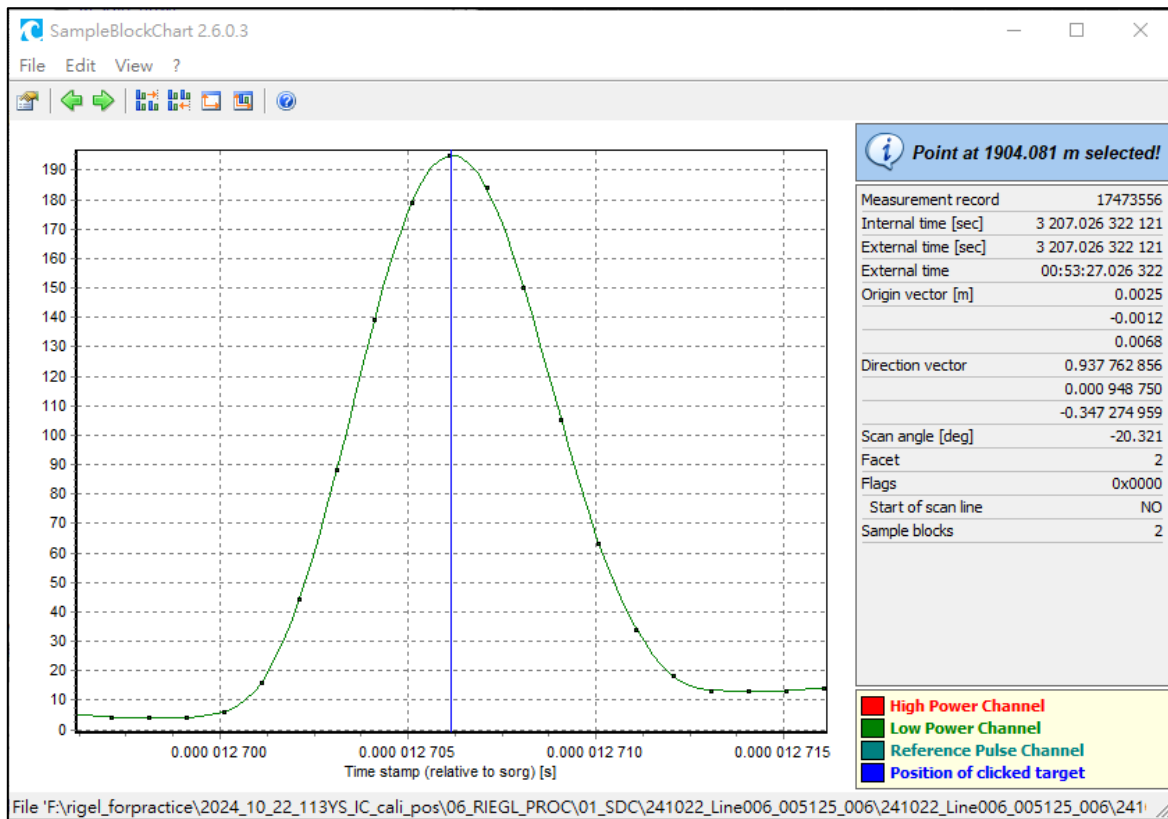


圖 1-75 全波形資料截圖－航線 006(中段)

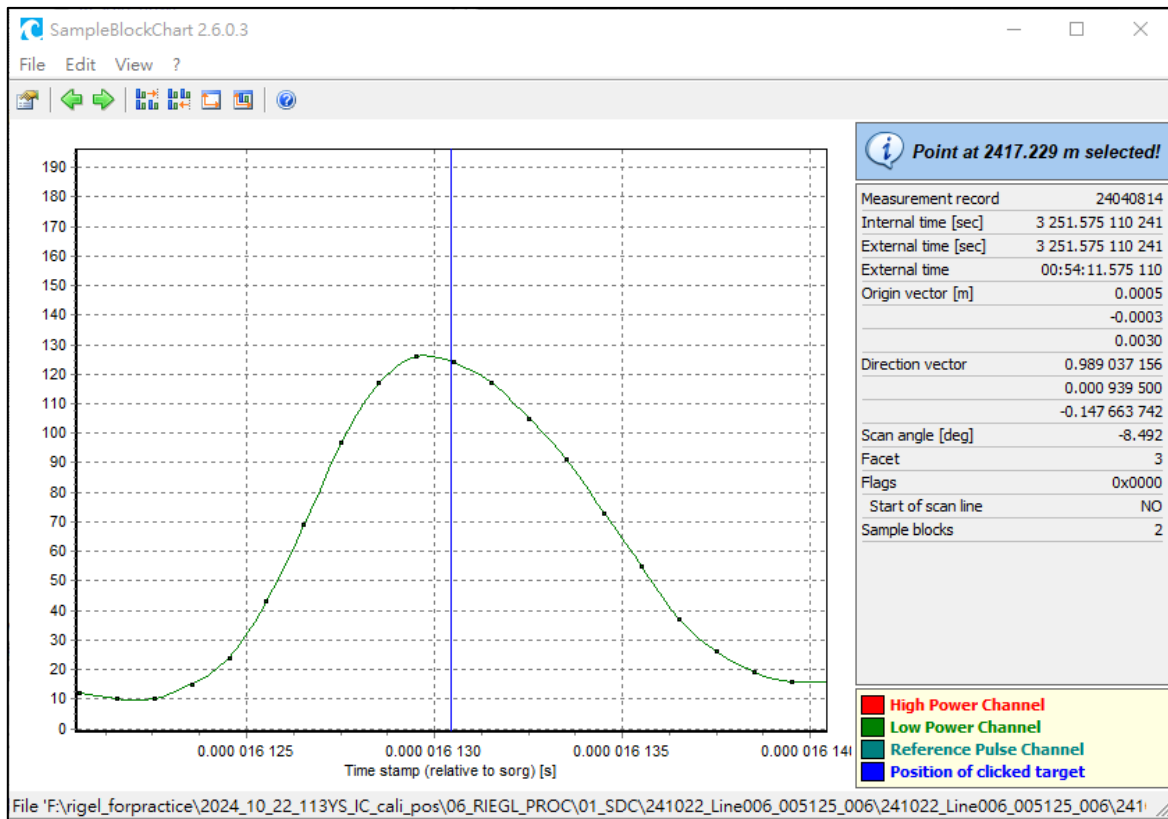


圖 1-76 全波形資料截圖－航線 006(後段)

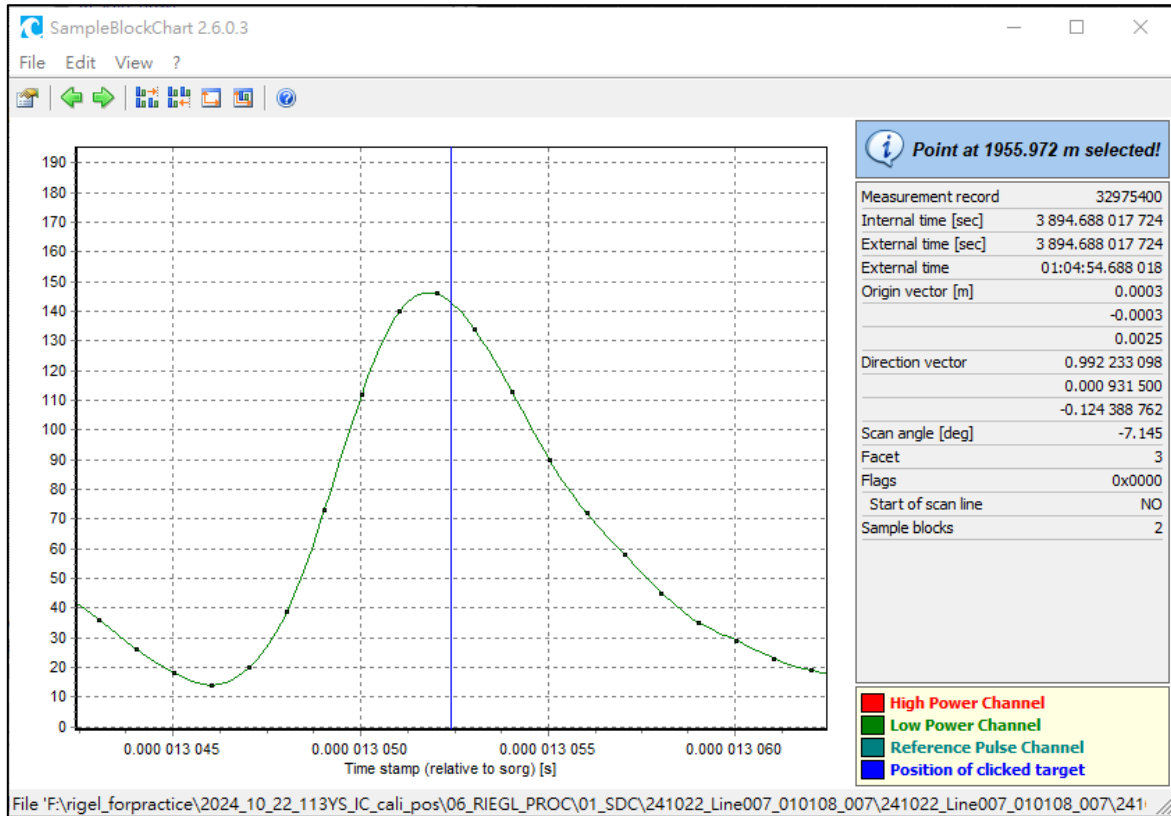


圖 1-77 全波形資料截圖－航線 007(前段)

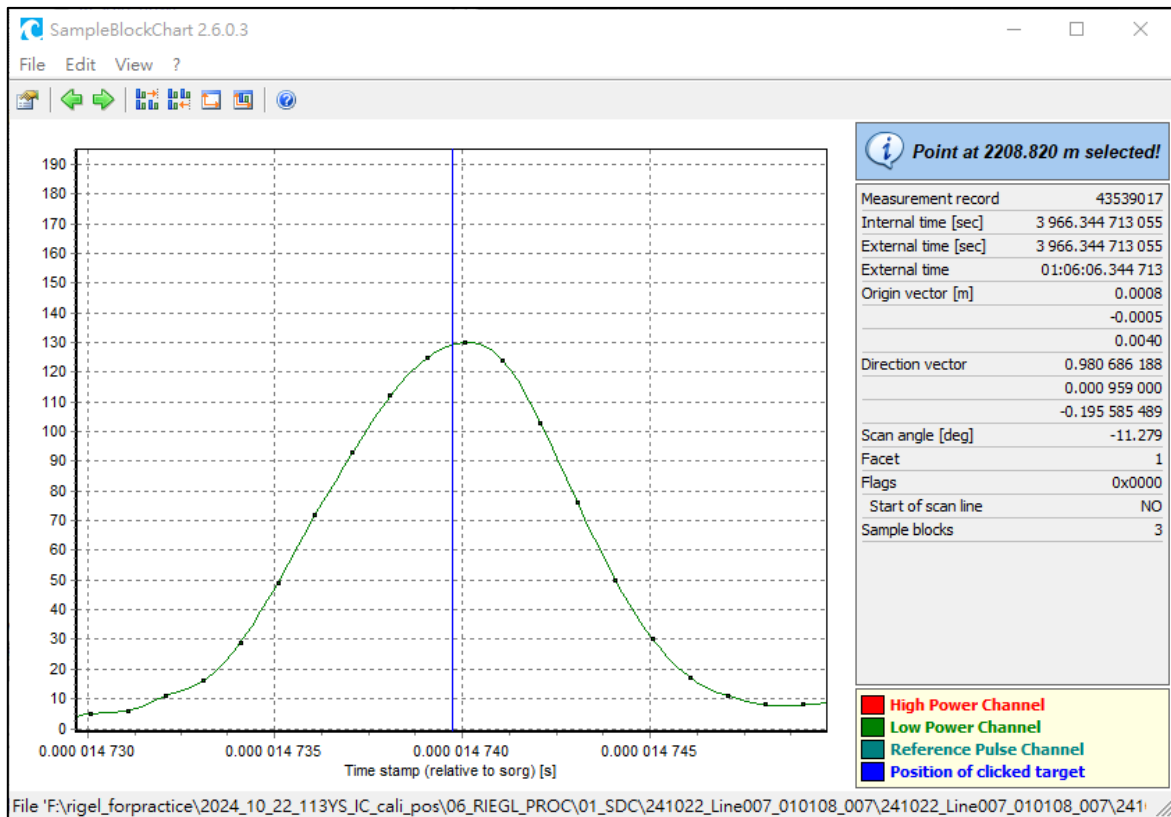


圖 1-78 全波形資料截圖－航線 007(中段)

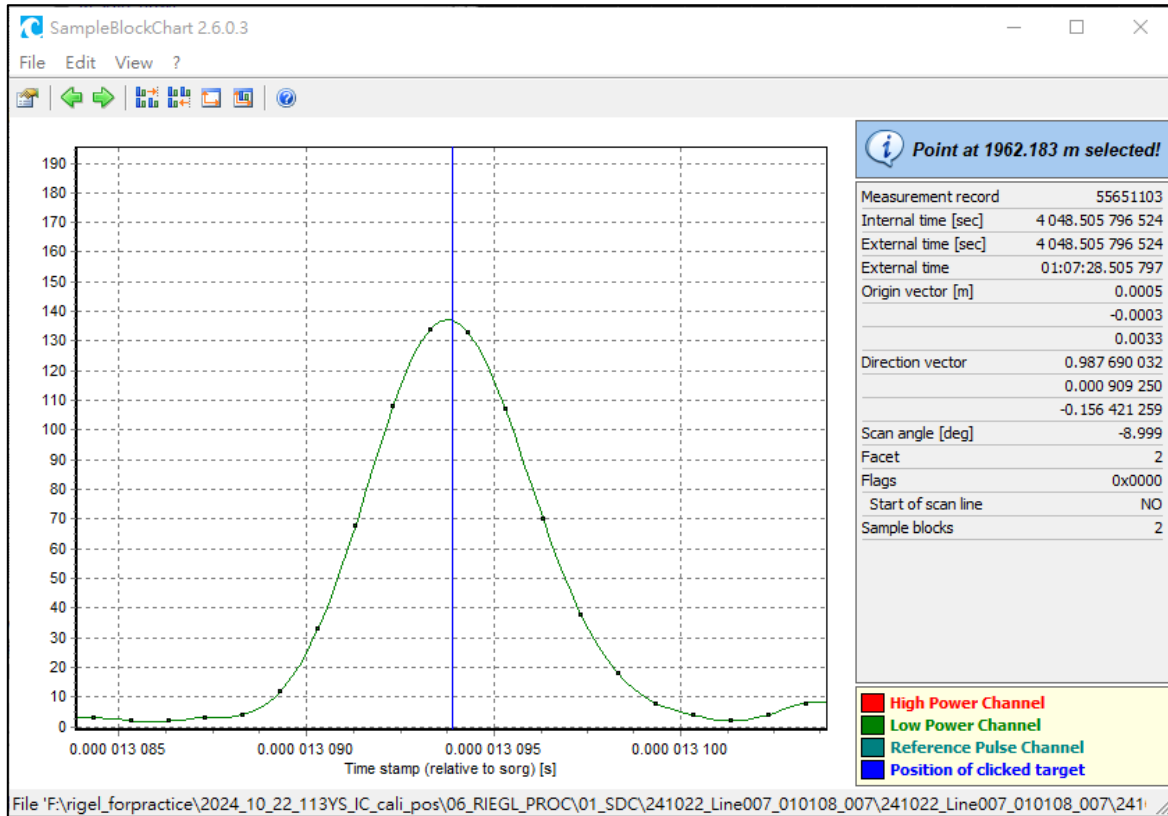


圖 1-79 全波形資料截圖－航線 007(後段)

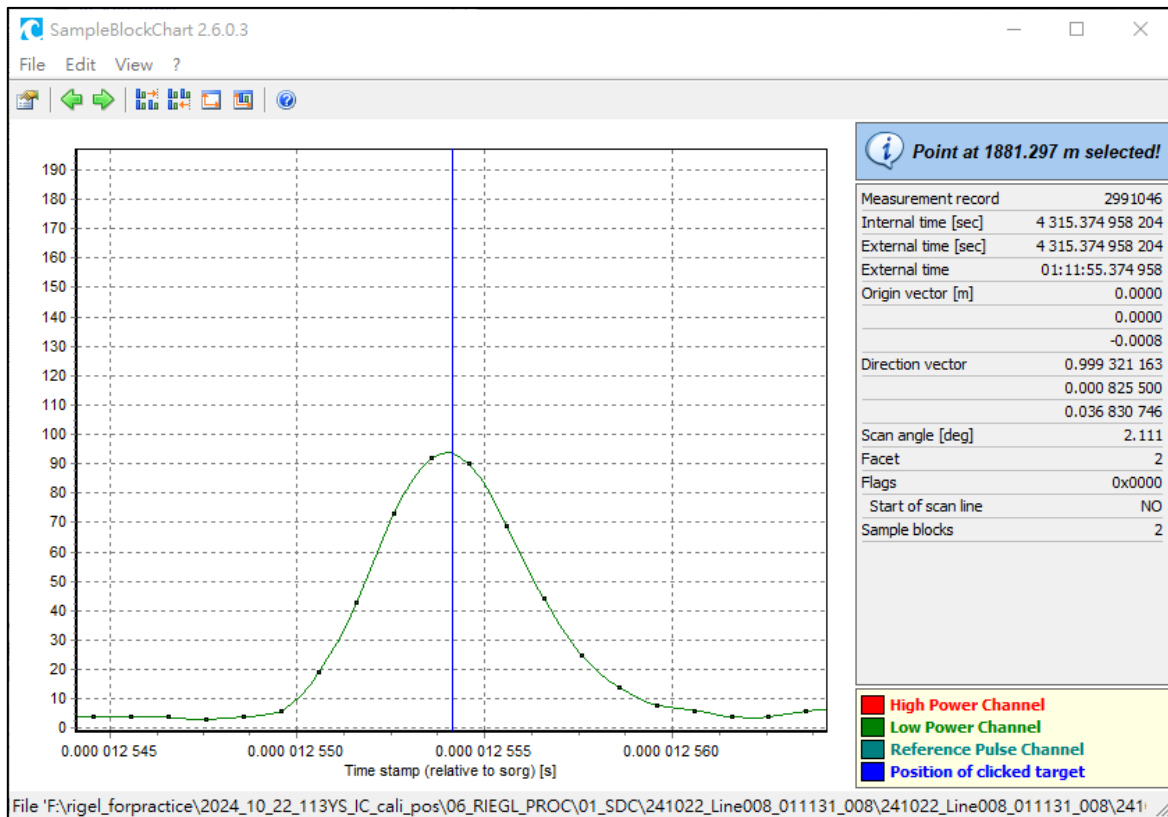


圖 1-80 全波形資料截圖－航線 008(前段)

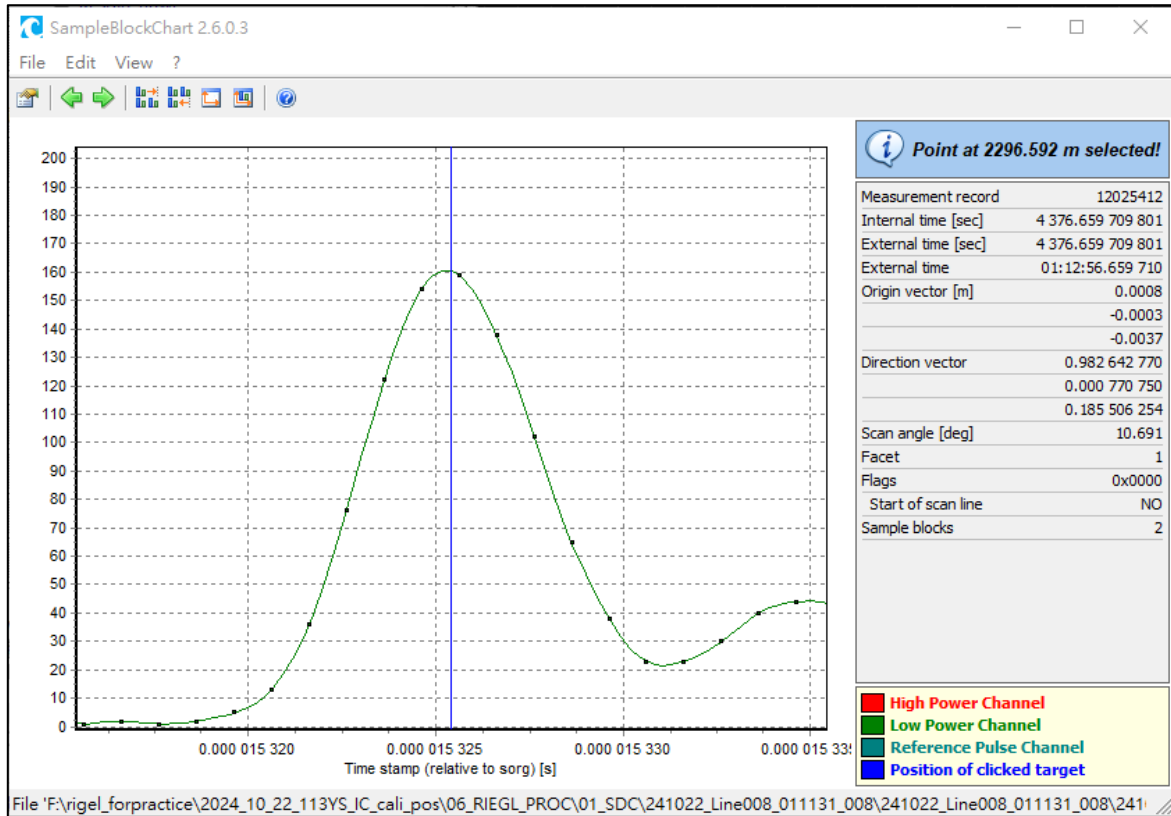


圖 1-81 全波形資料截圖－航線 008(中段)

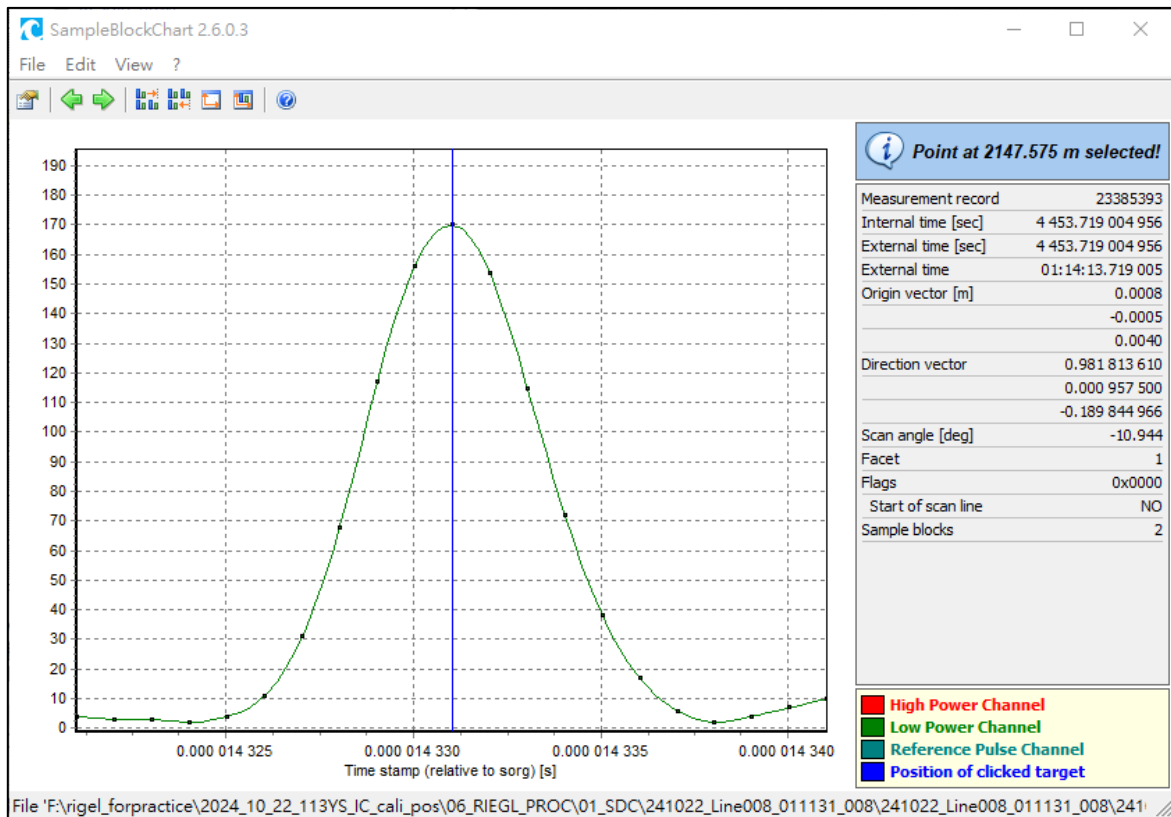


圖 1-82 全波形資料截圖－航線 008(後段)

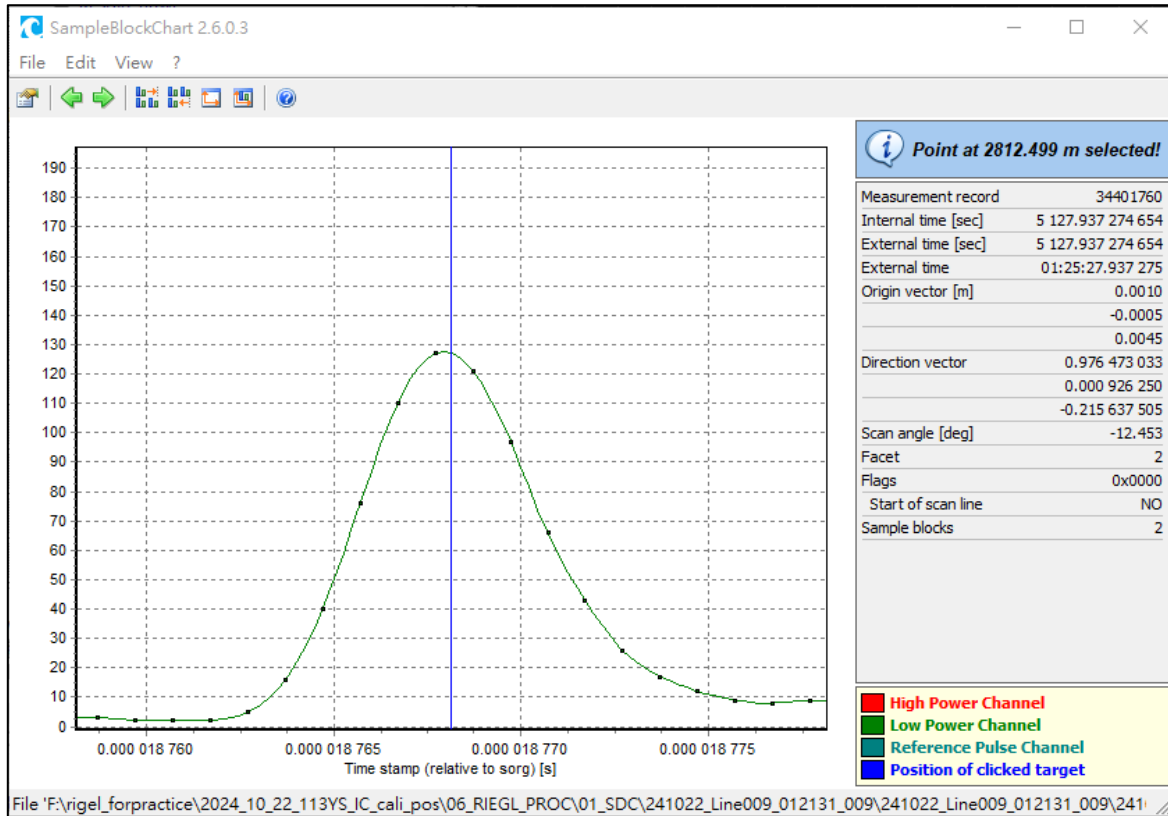


圖 1-83 全波形資料截圖－航線 009(前段)

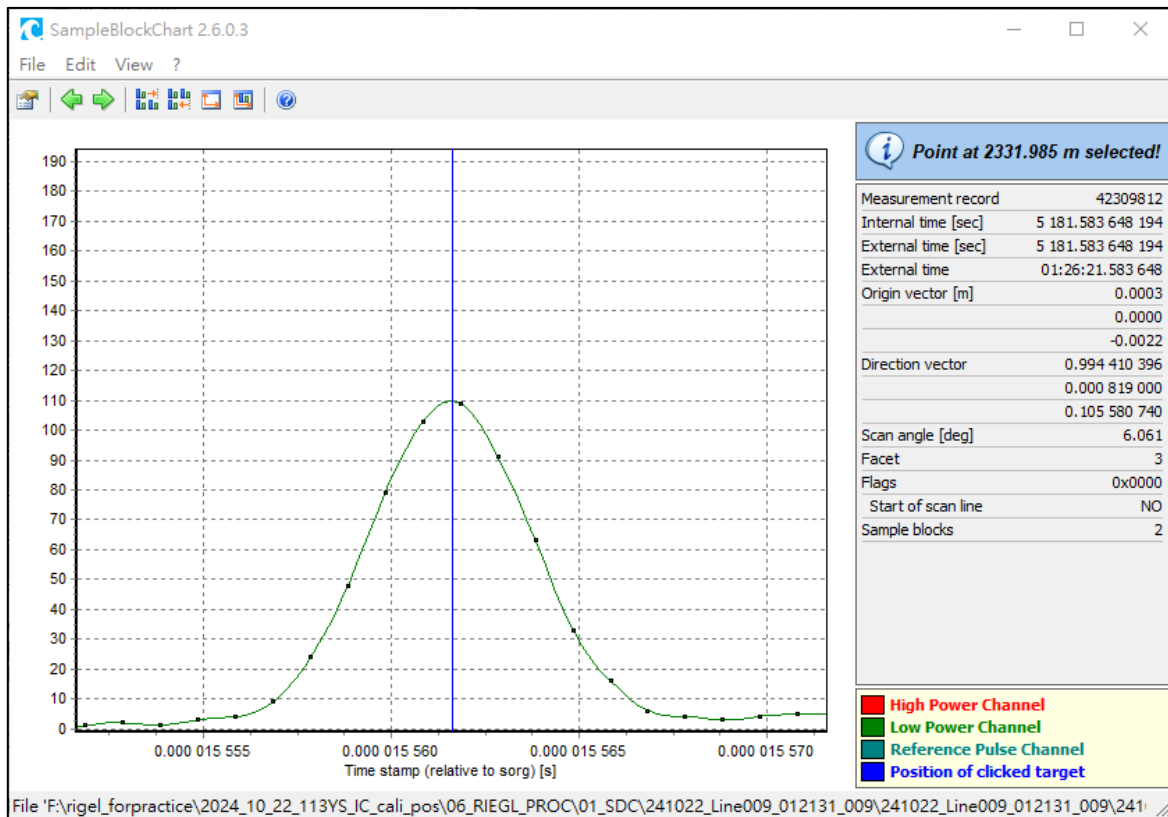


圖 1-84 全波形資料截圖－航線 009(中段)

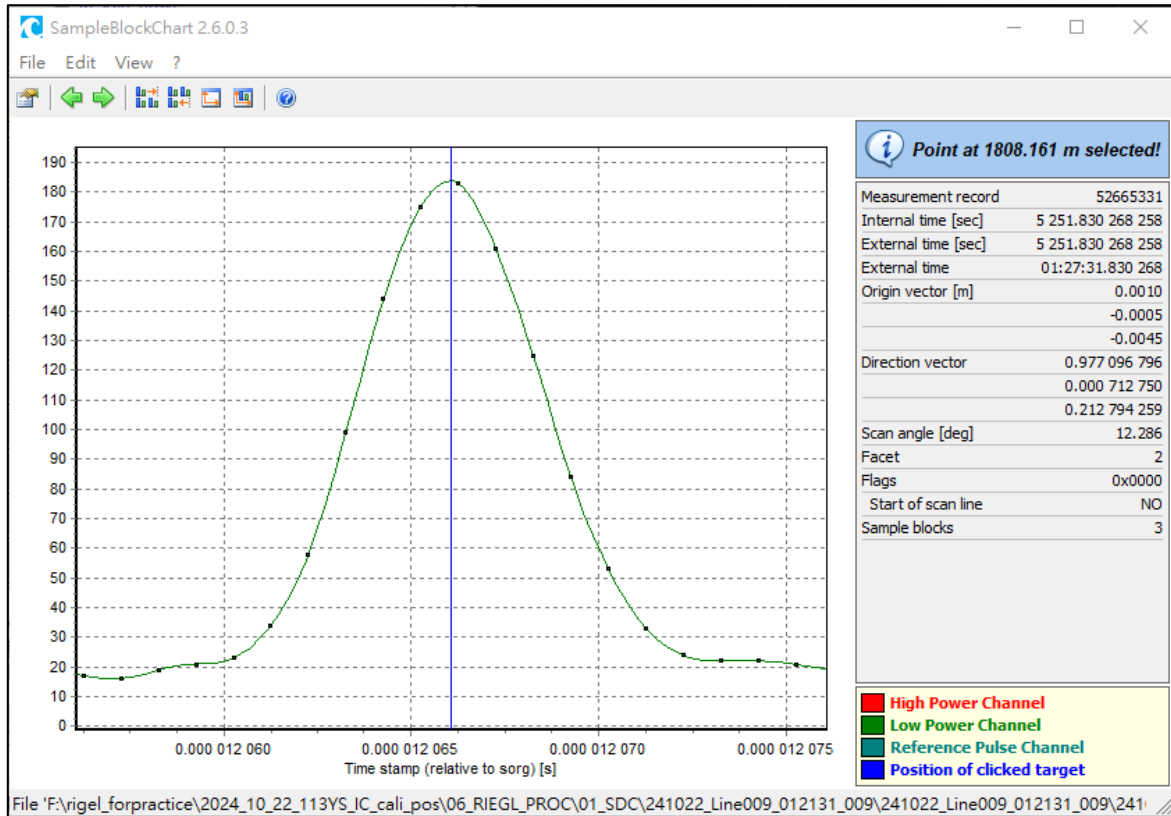


圖 1-85 全波形資料截圖－航線 009(後段)

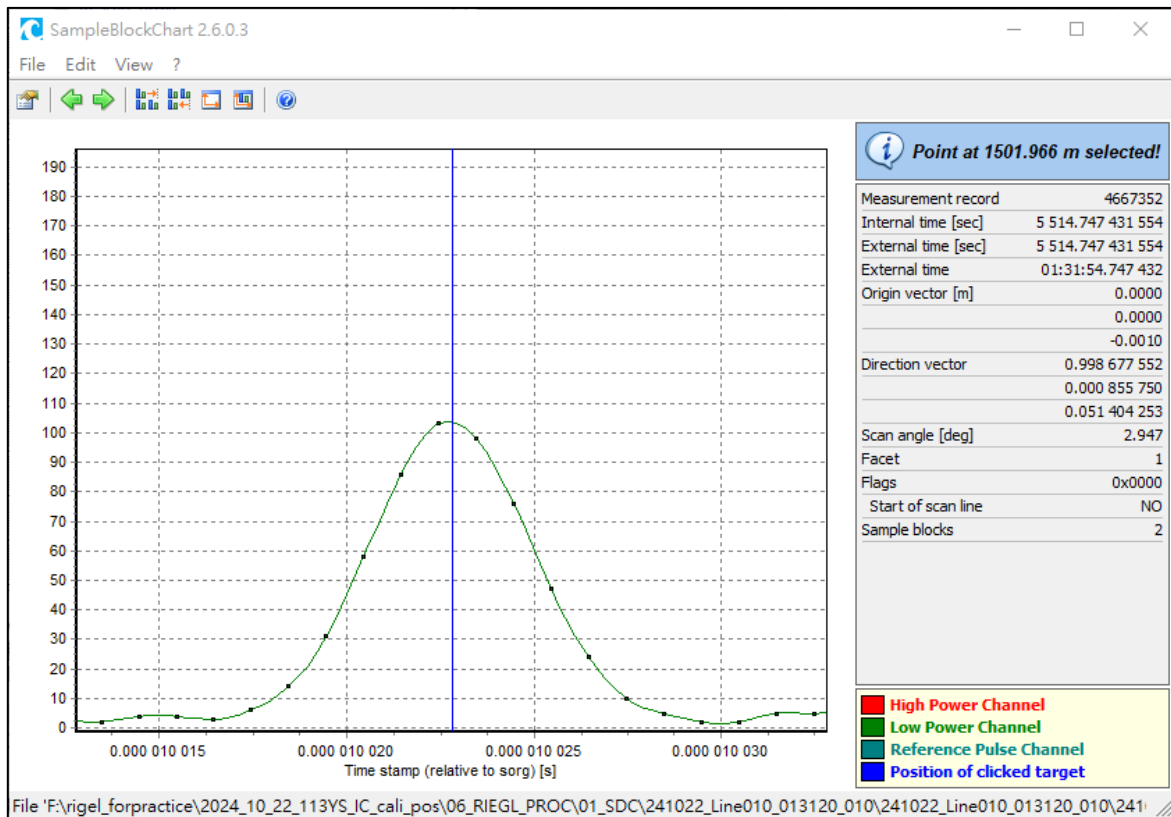


圖 1-86 全波形資料截圖－航線 010(前段)

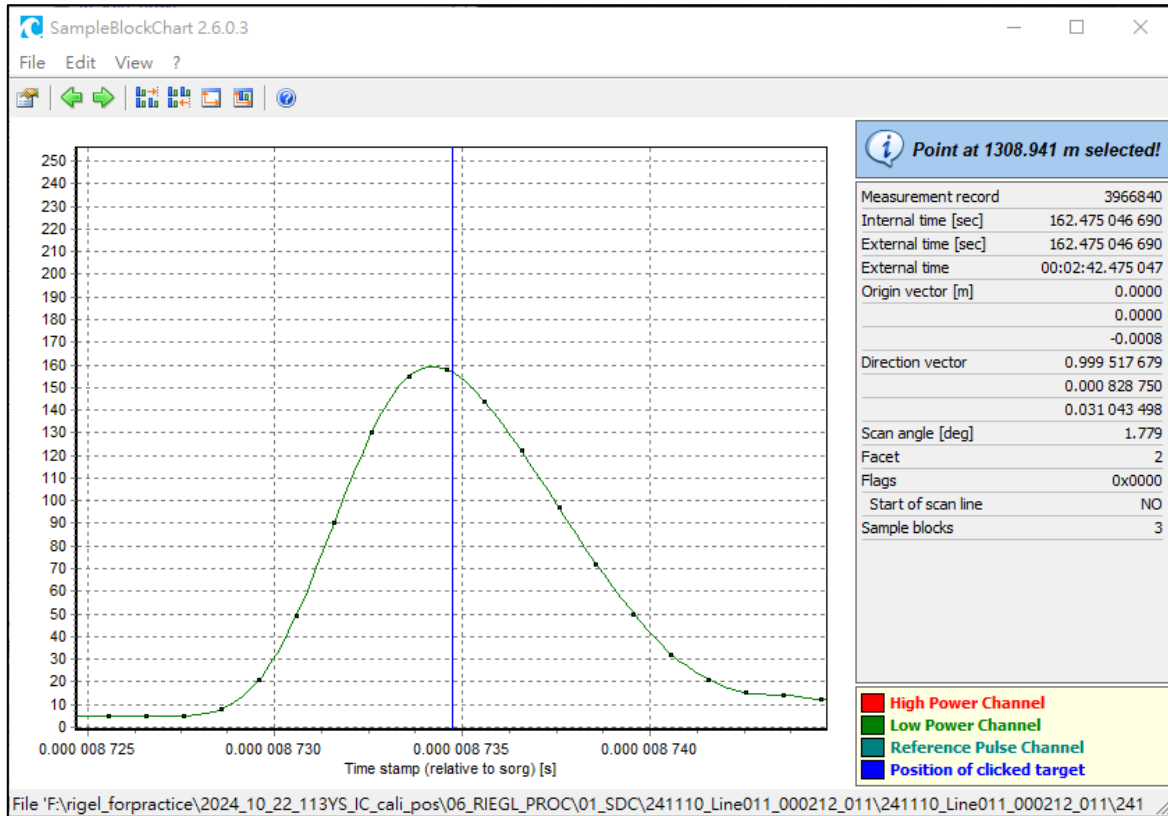


圖 1-89 全波形資料截圖－航線 011(前段)

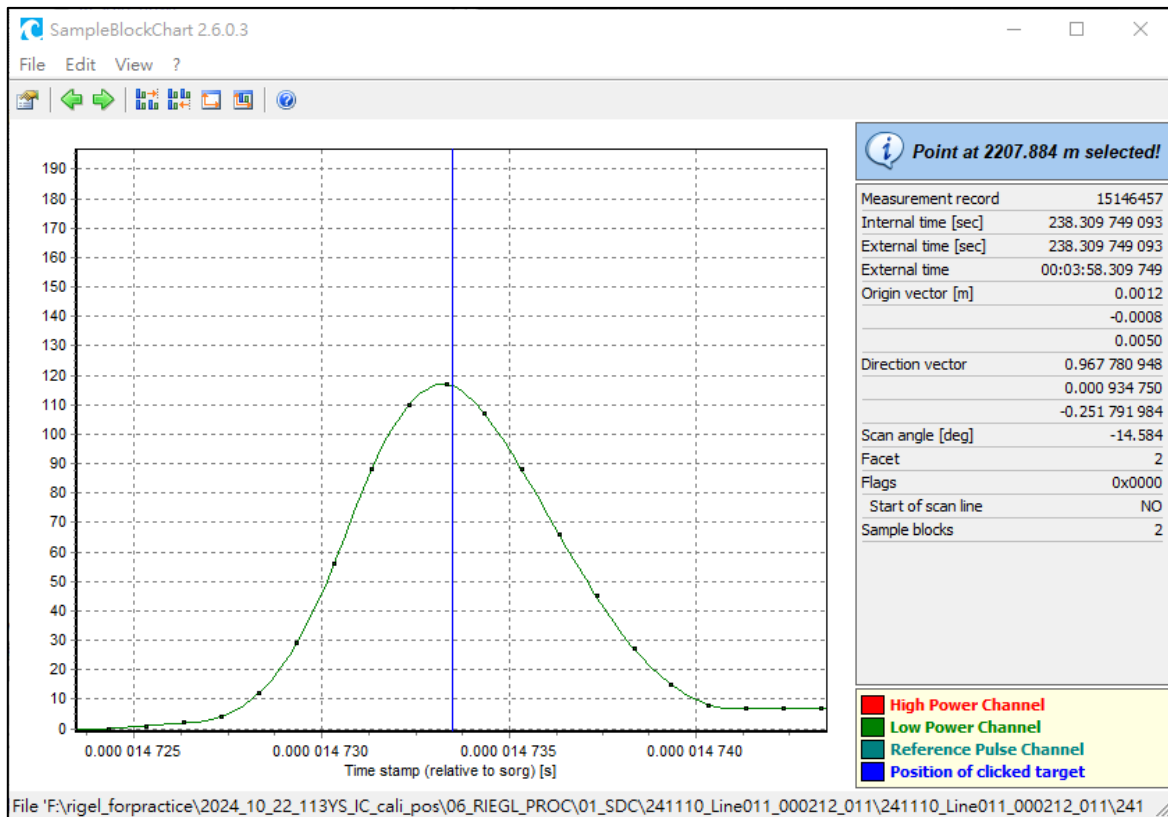


圖 1-90 全波形資料截圖－航線 011(中段)

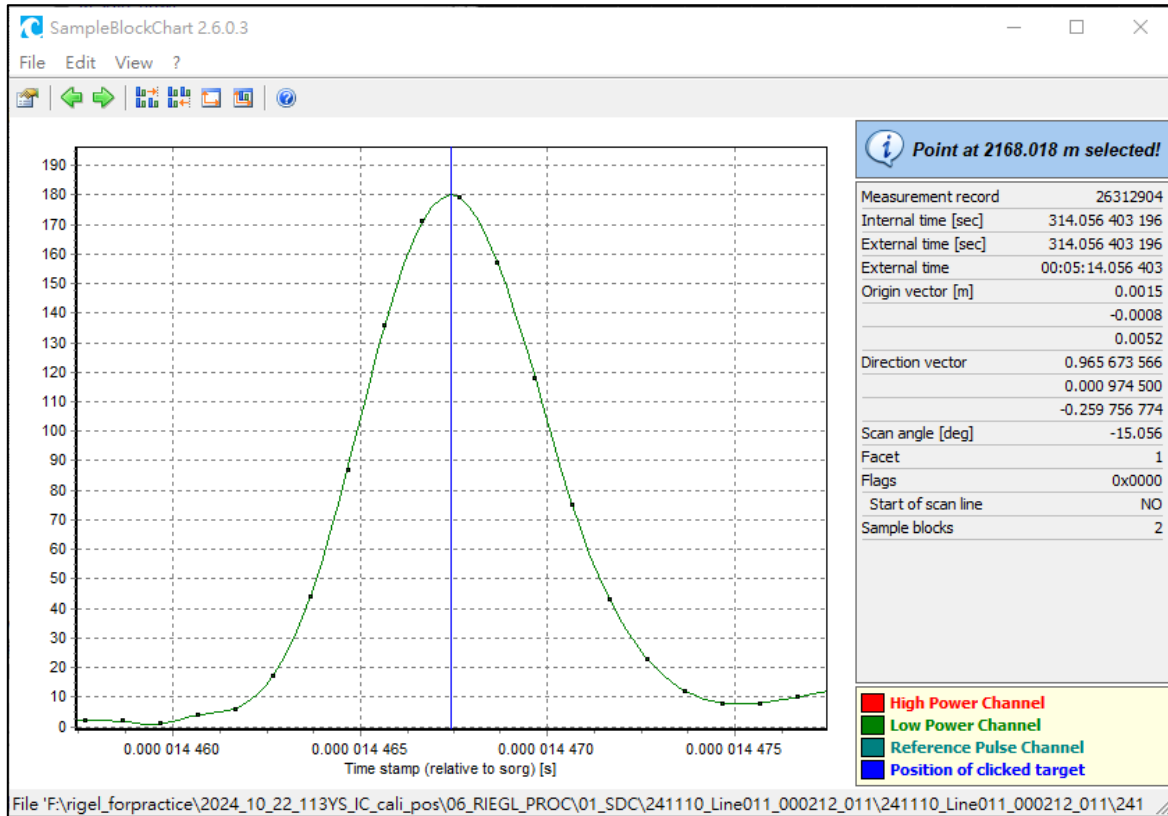


圖 1-91 全波形資料截圖－航線 011(後段)

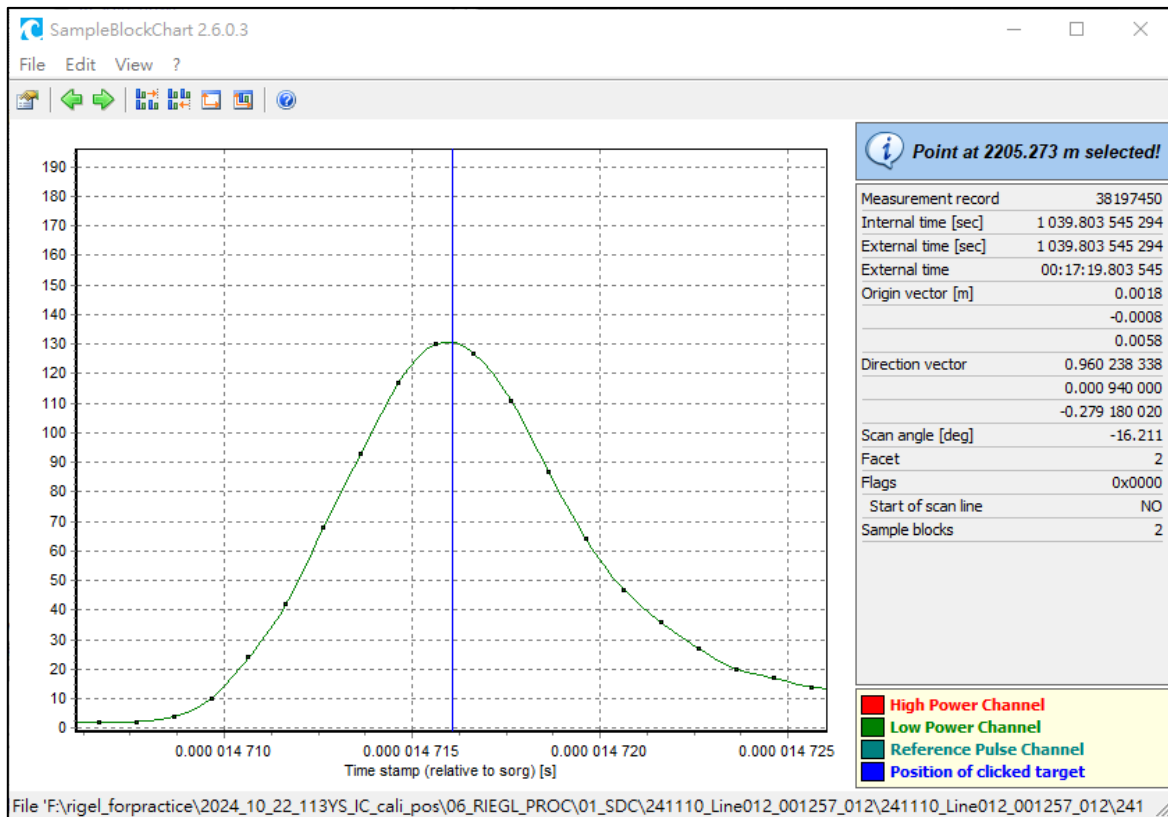


圖 1-92 全波形資料截圖－航線 012(前段)

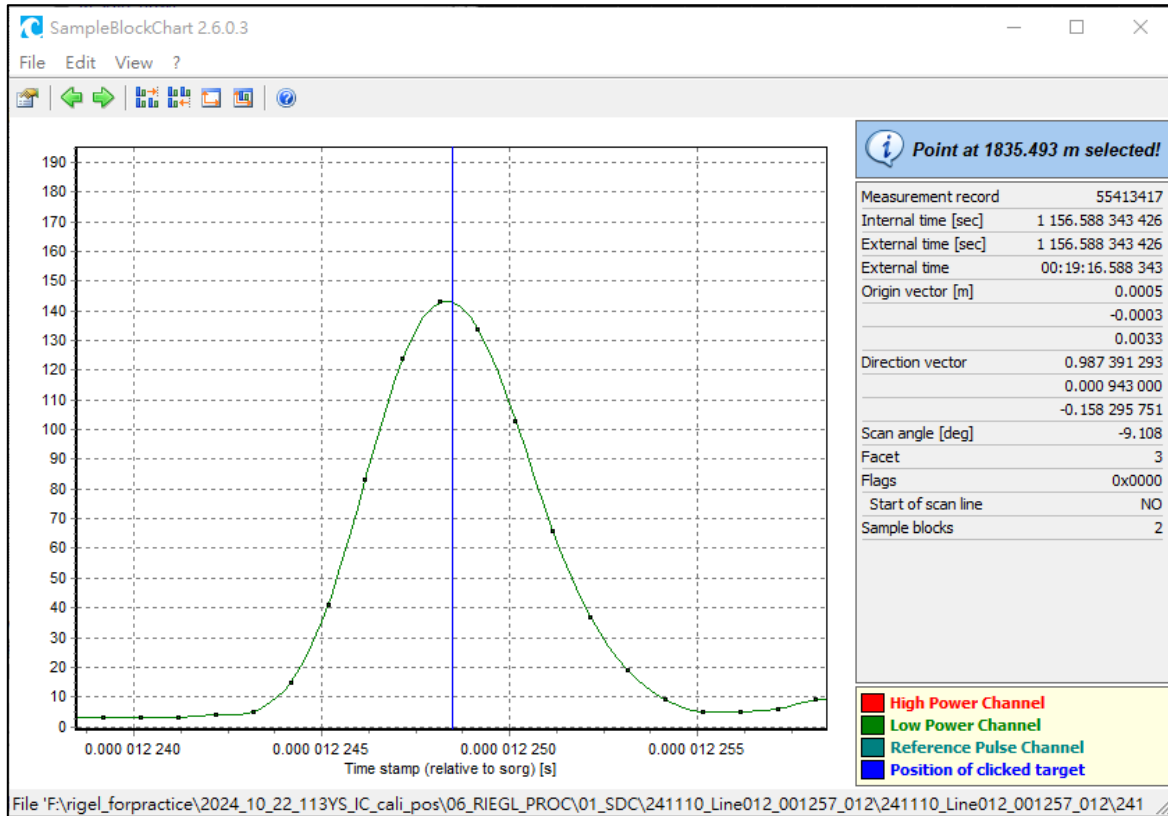


圖 1-93 全波形資料截圖－航線 012(中段)

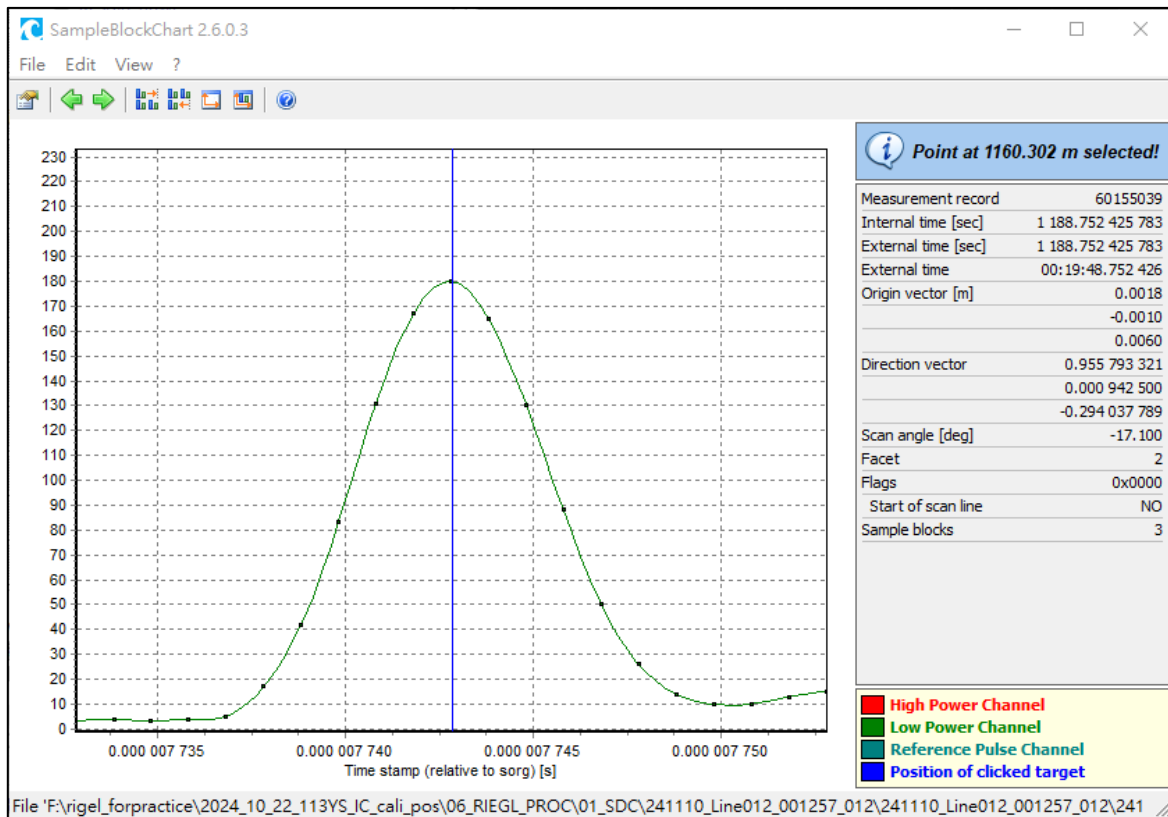


圖 1-94 全波形資料截圖－航線 012(後段)

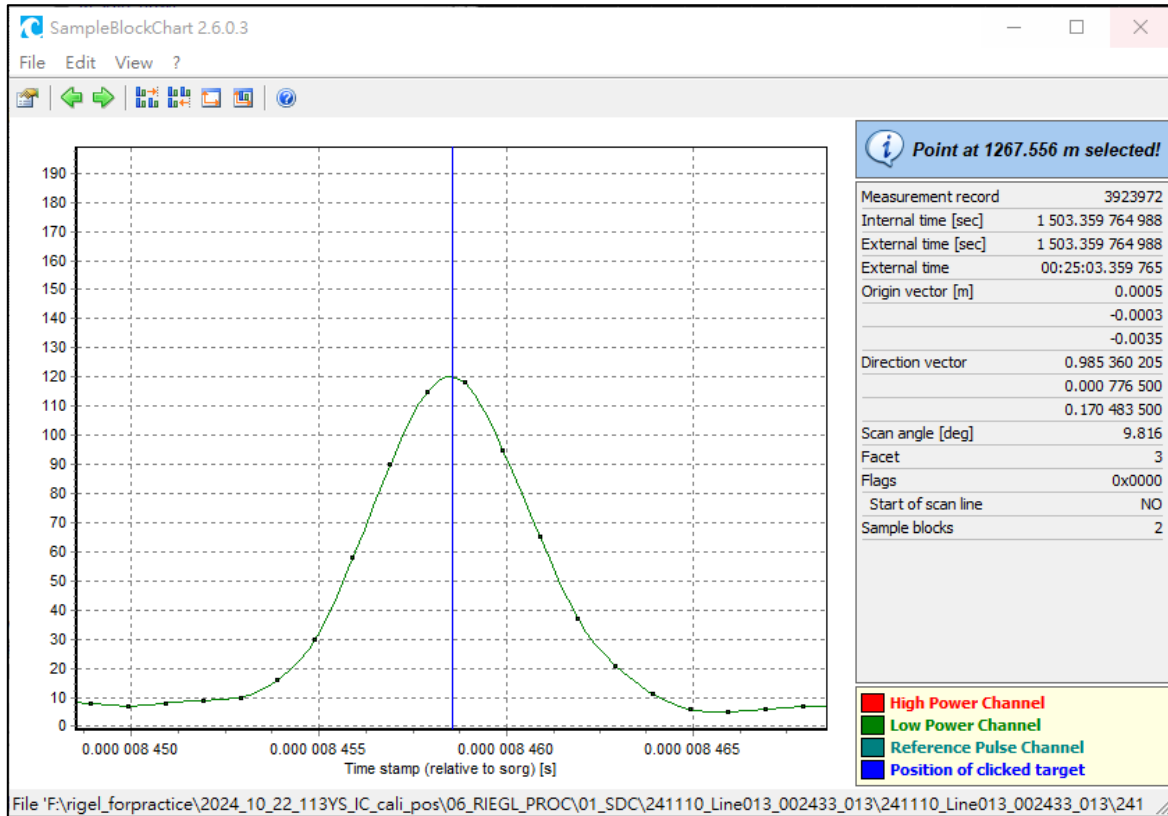


圖 1-95 全波形資料截圖－航線 013(前段)

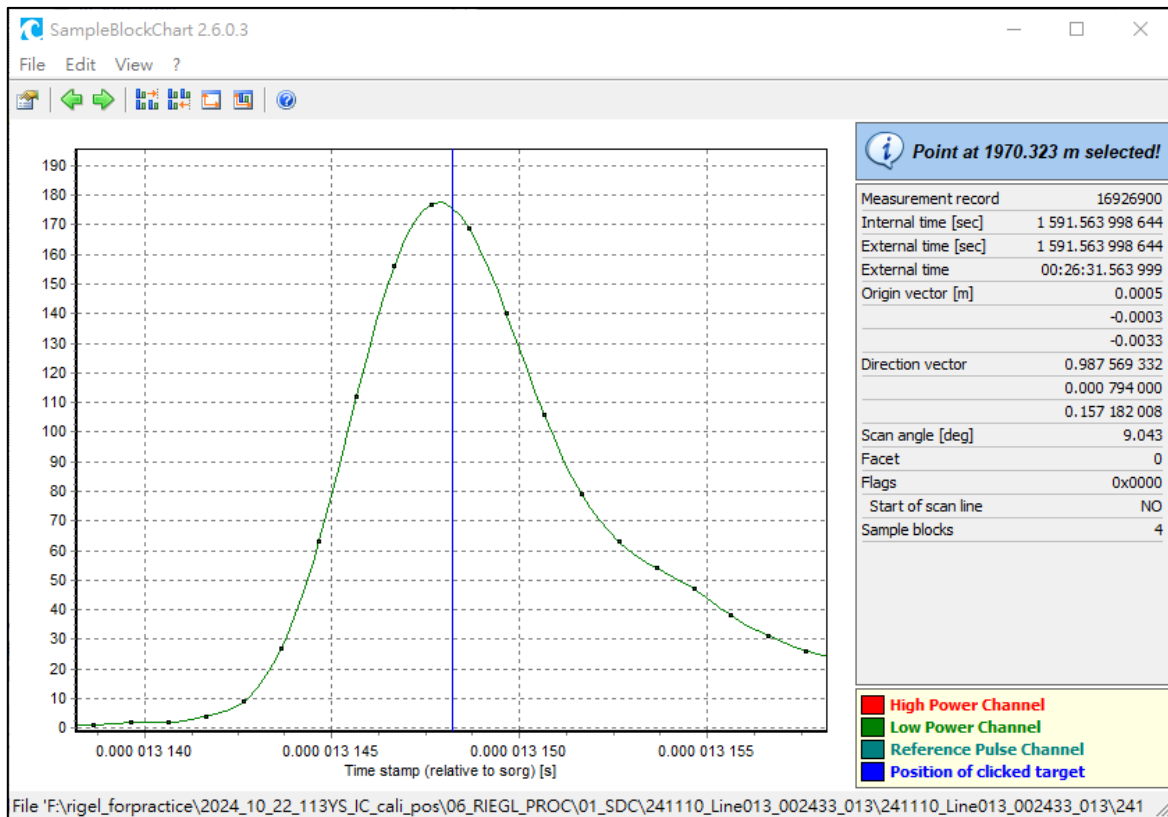


圖 1-96 全波形資料截圖－航線 013(中段)

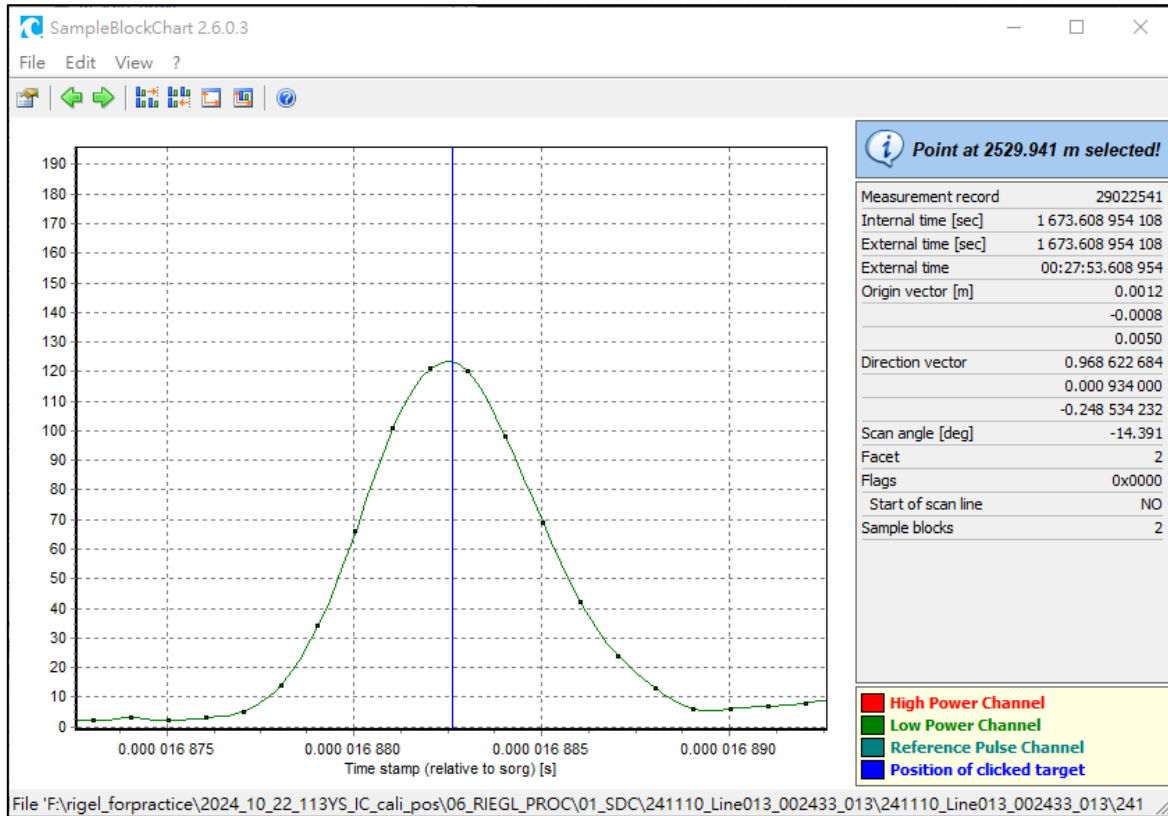


圖 1-97 全波形資料截圖－航線 013(後段)

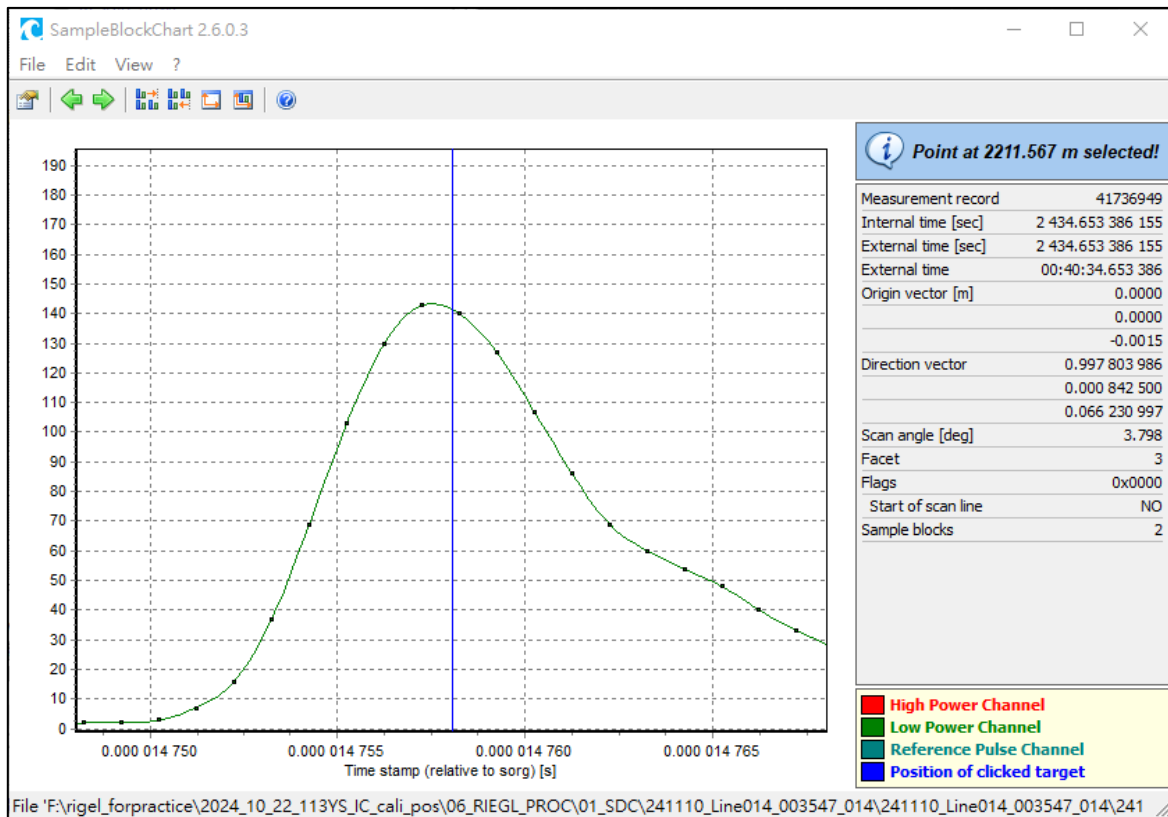


圖 1-98 全波形資料截圖－航線 014(前段)

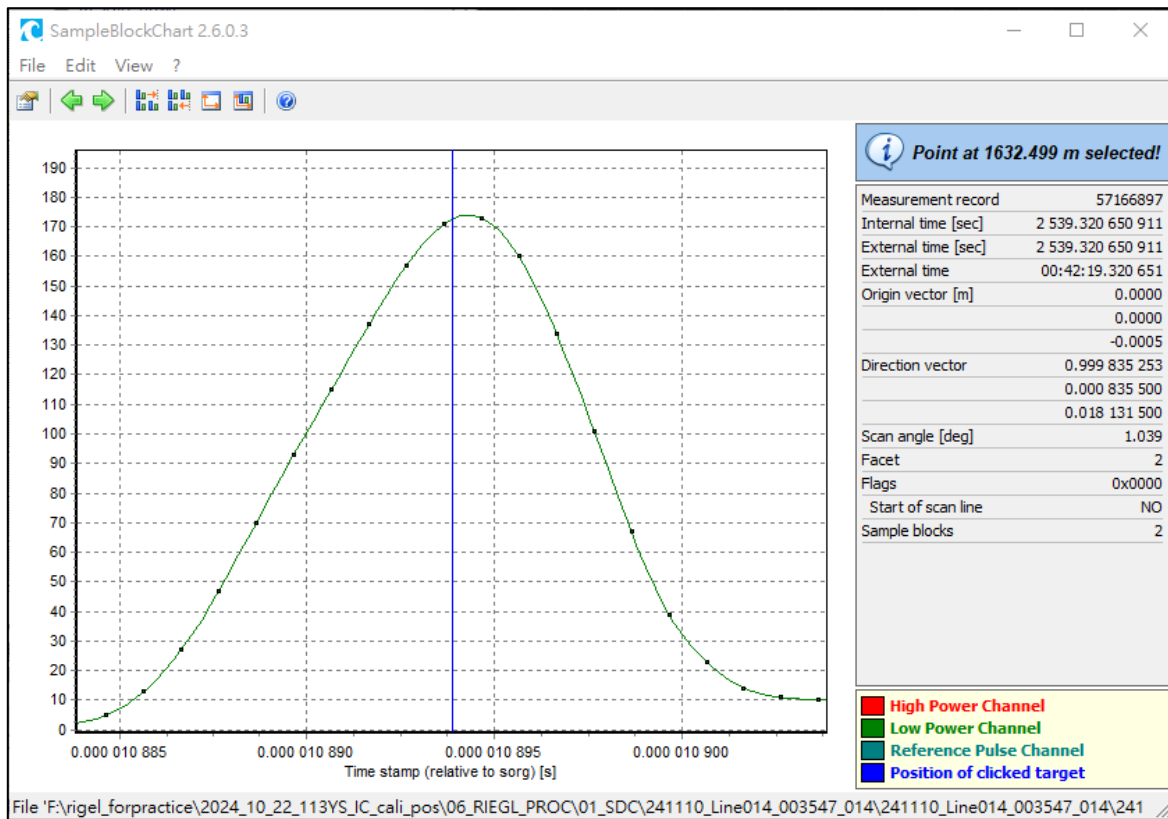


圖 1-99 全波形資料截圖－航線 014(中段)

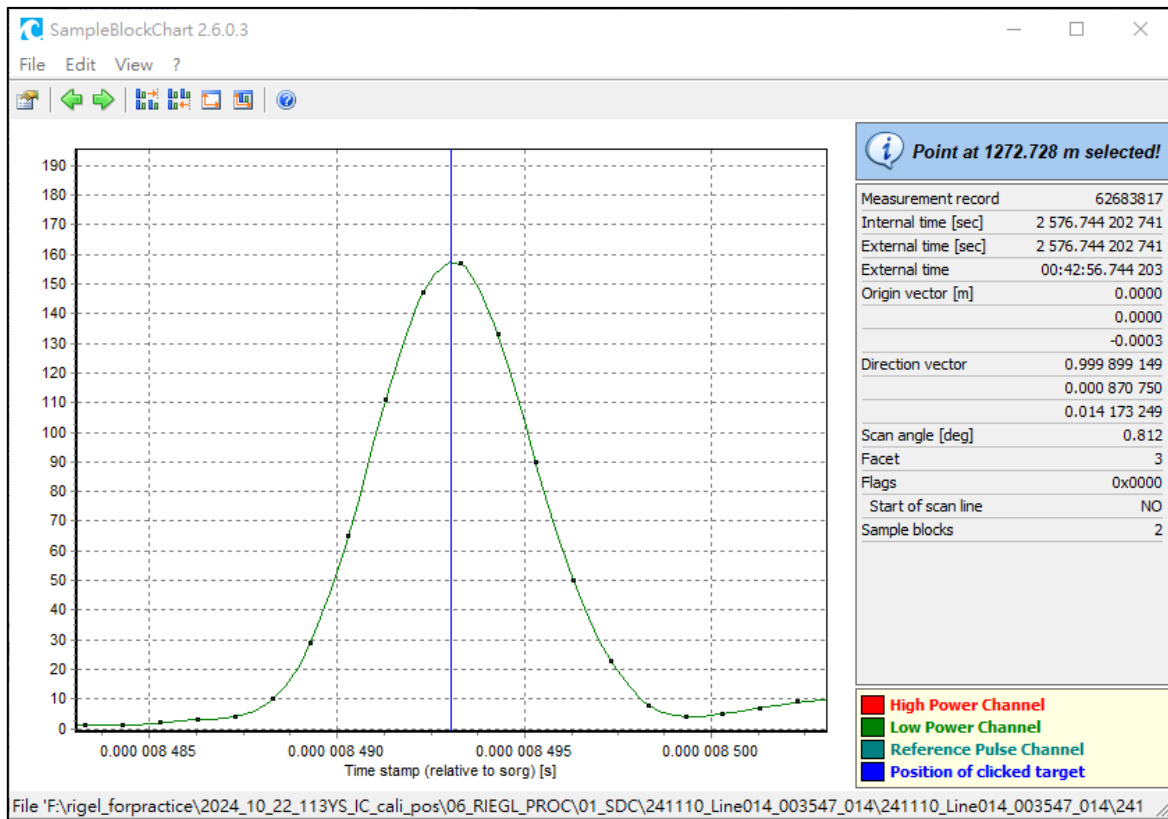


圖 1-100 全波形資料截圖－航線 014(後段)

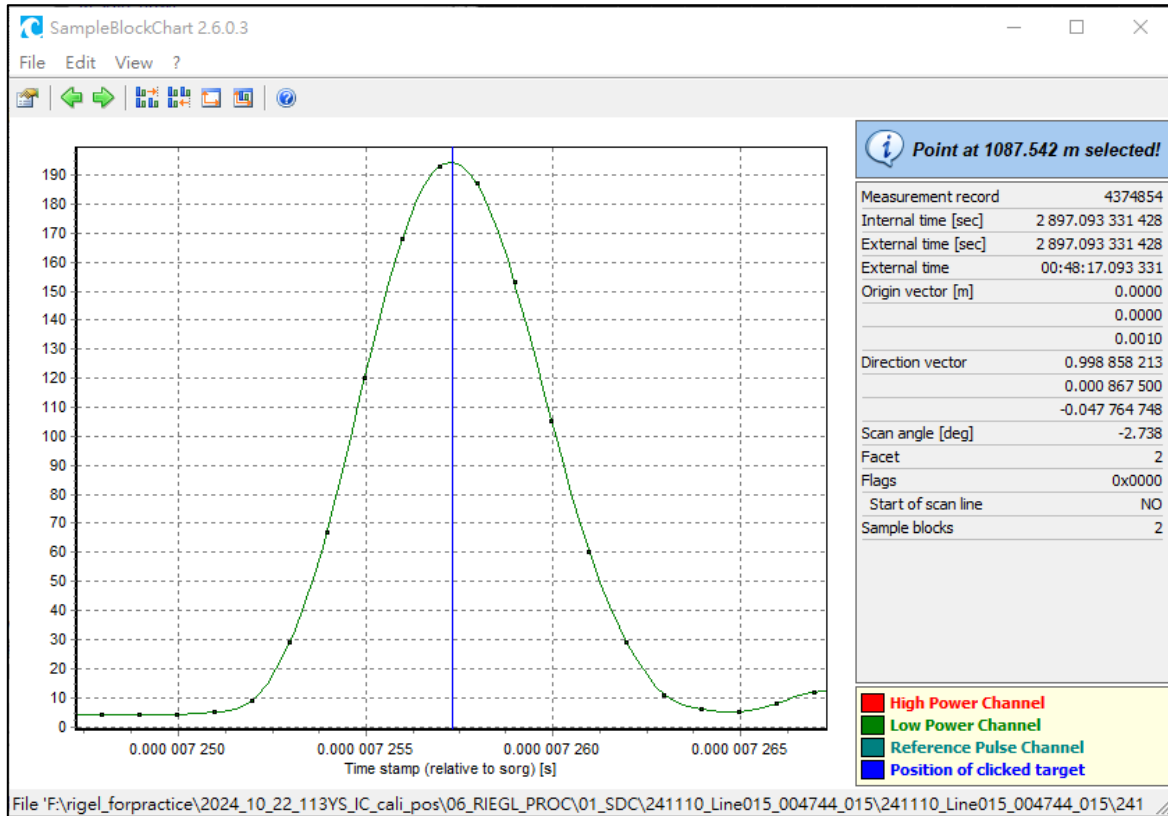


圖 1-101 全波形資料截圖－航線 015(前段)

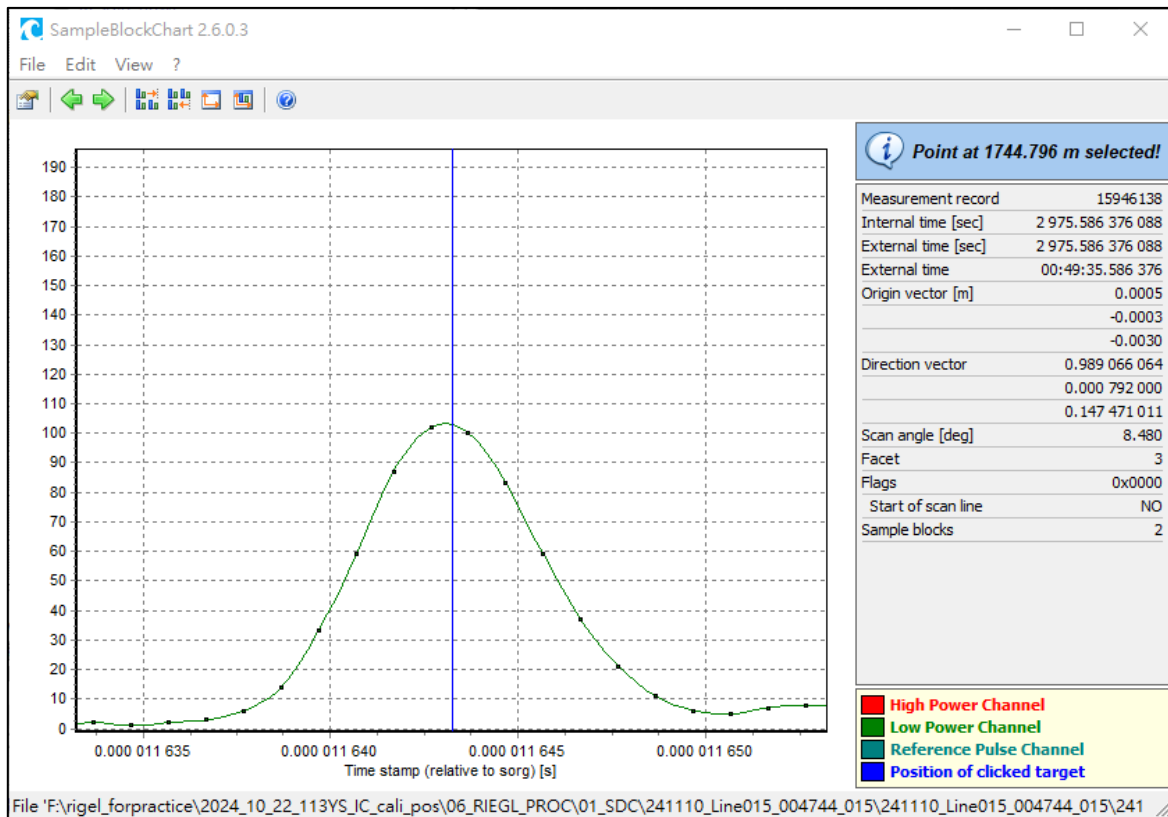


圖 1-102 全波形資料截圖－航線 015(中段)

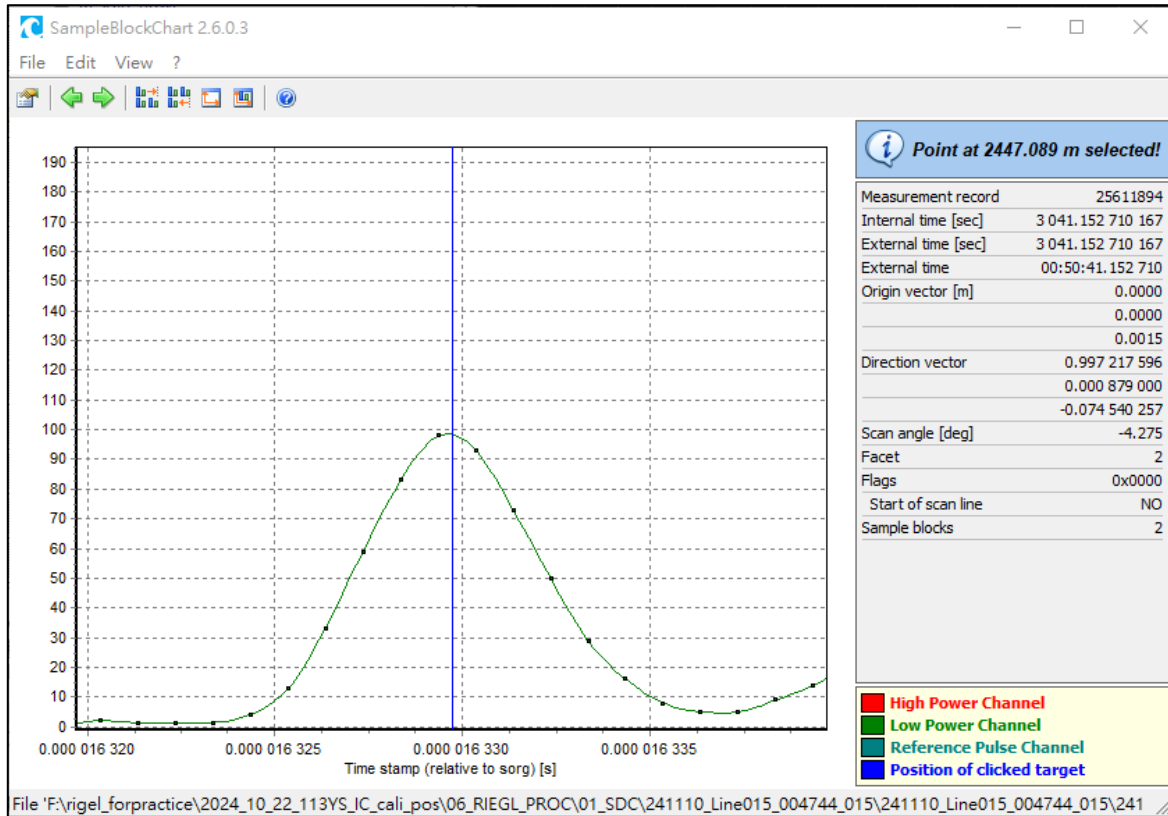


圖 1-103 全波形資料截圖－航線 015(後段)

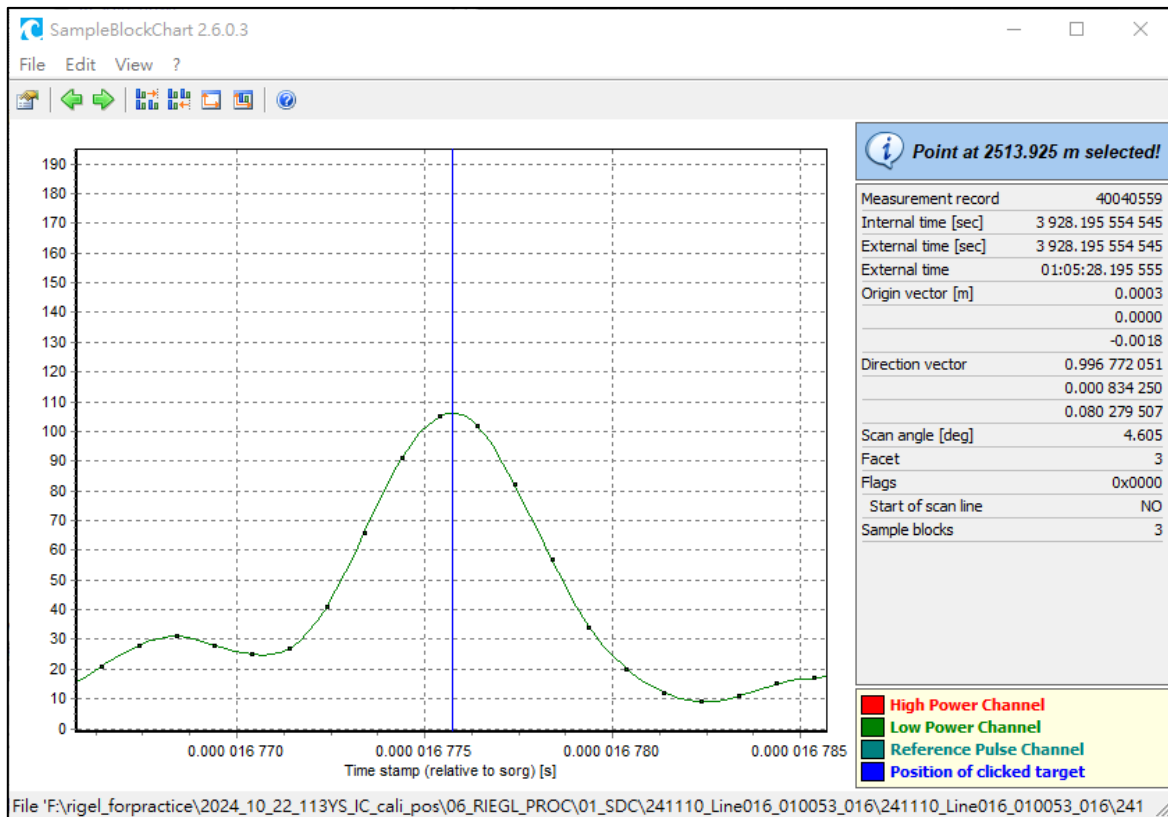


圖 1-104 全波形資料截圖－航線 016(前段)

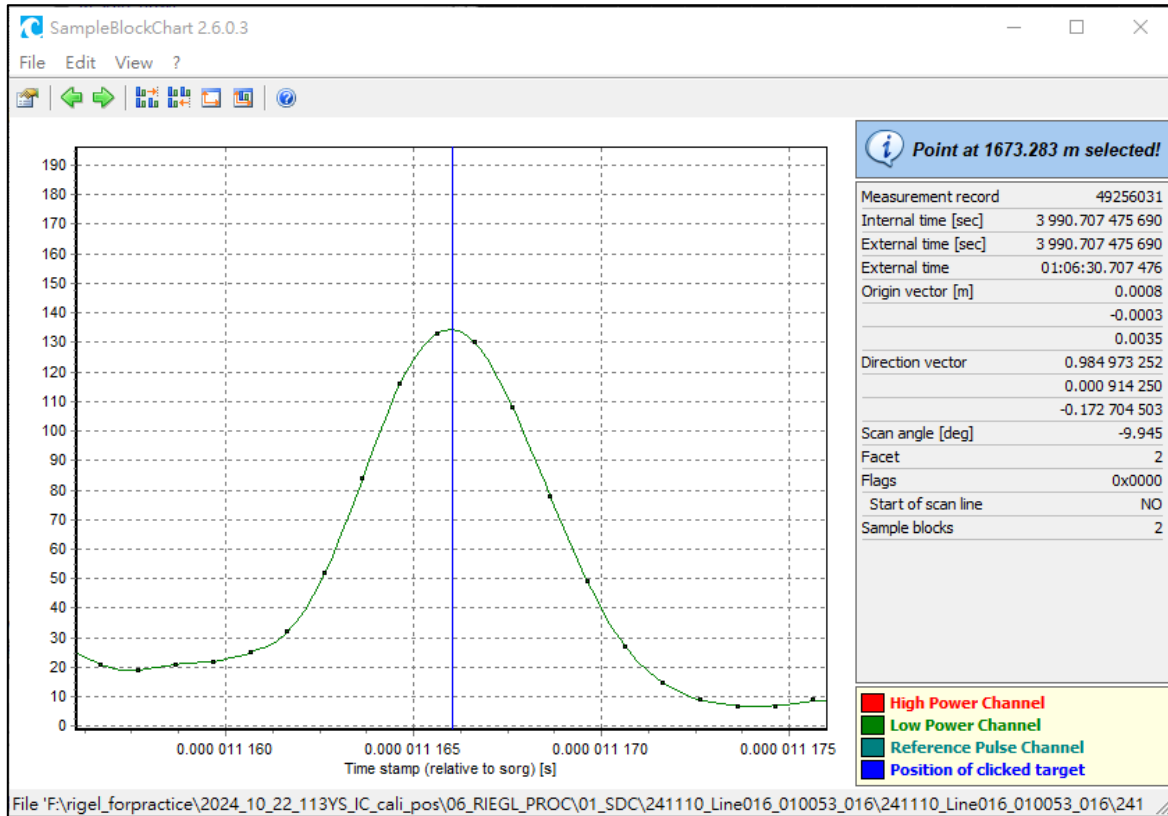


圖 1-105 全波形資料截圖－航線 016(中段)

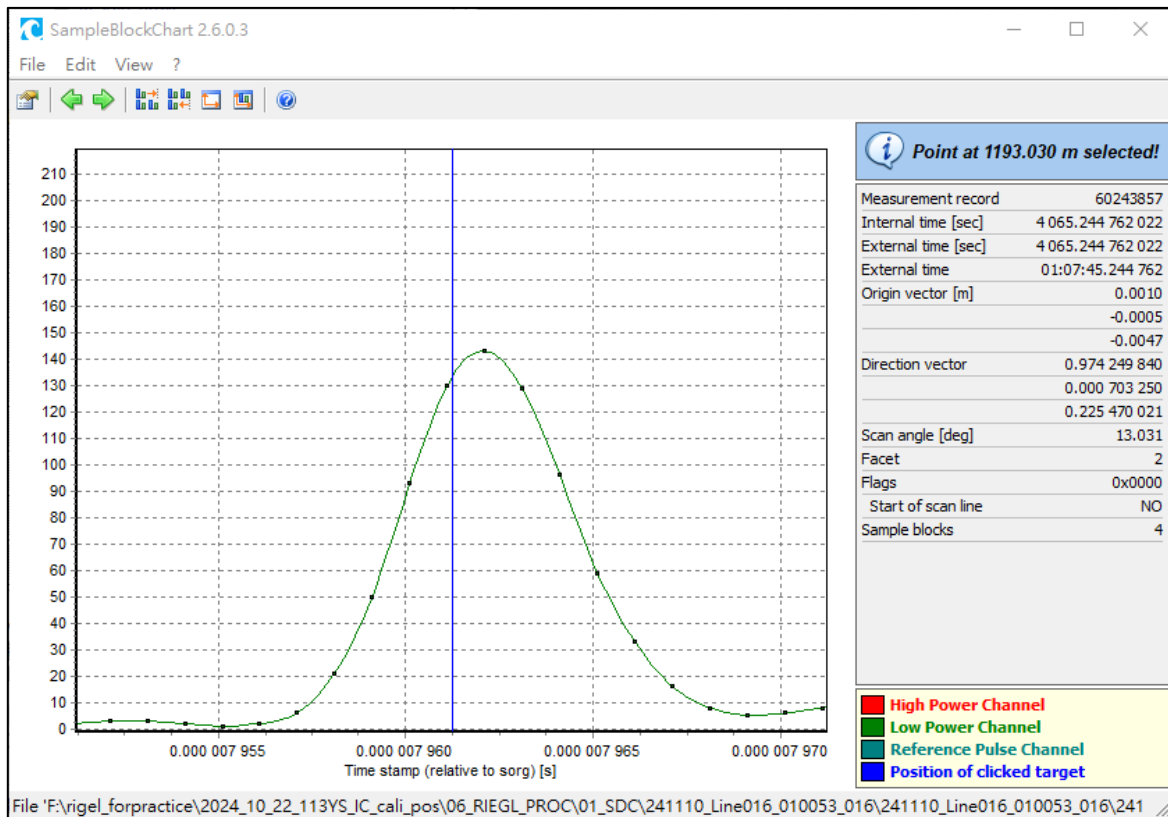


圖 1-106 全波形資料截圖－航線 016(後段)

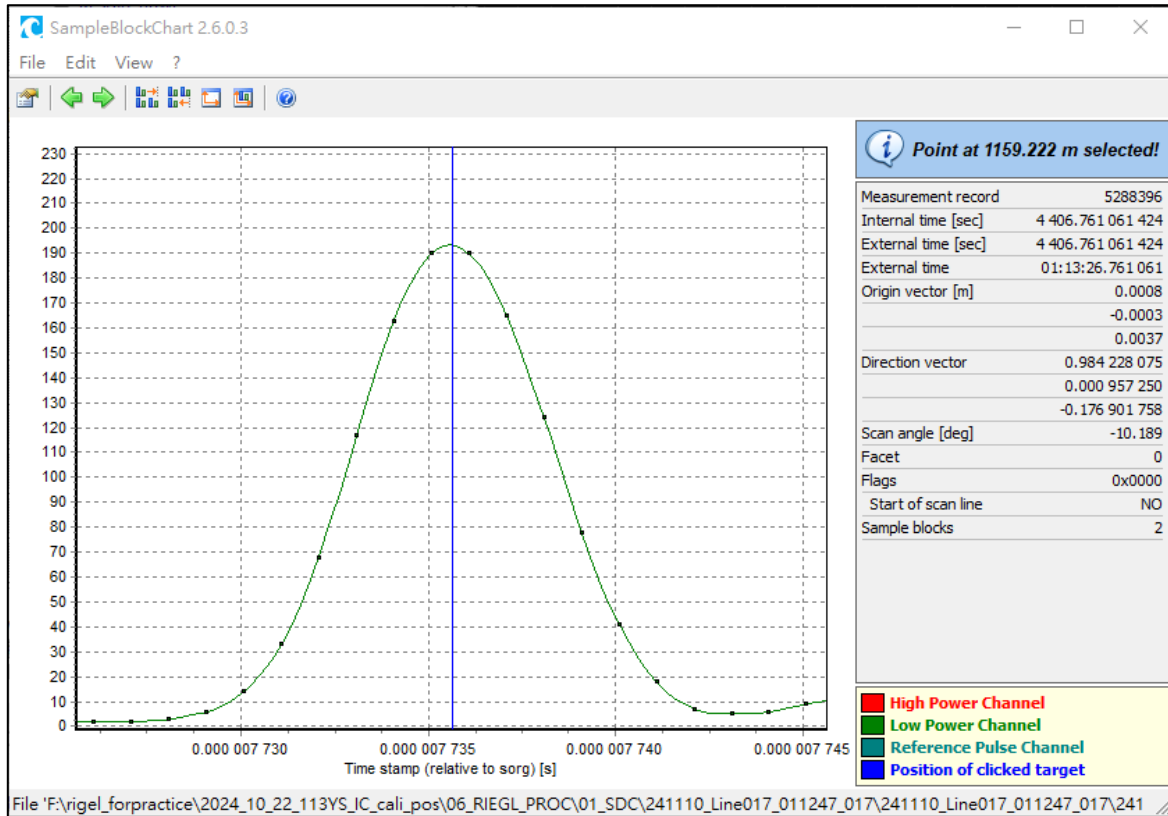


圖 1-107 全波形資料截圖－航線 017(前段)

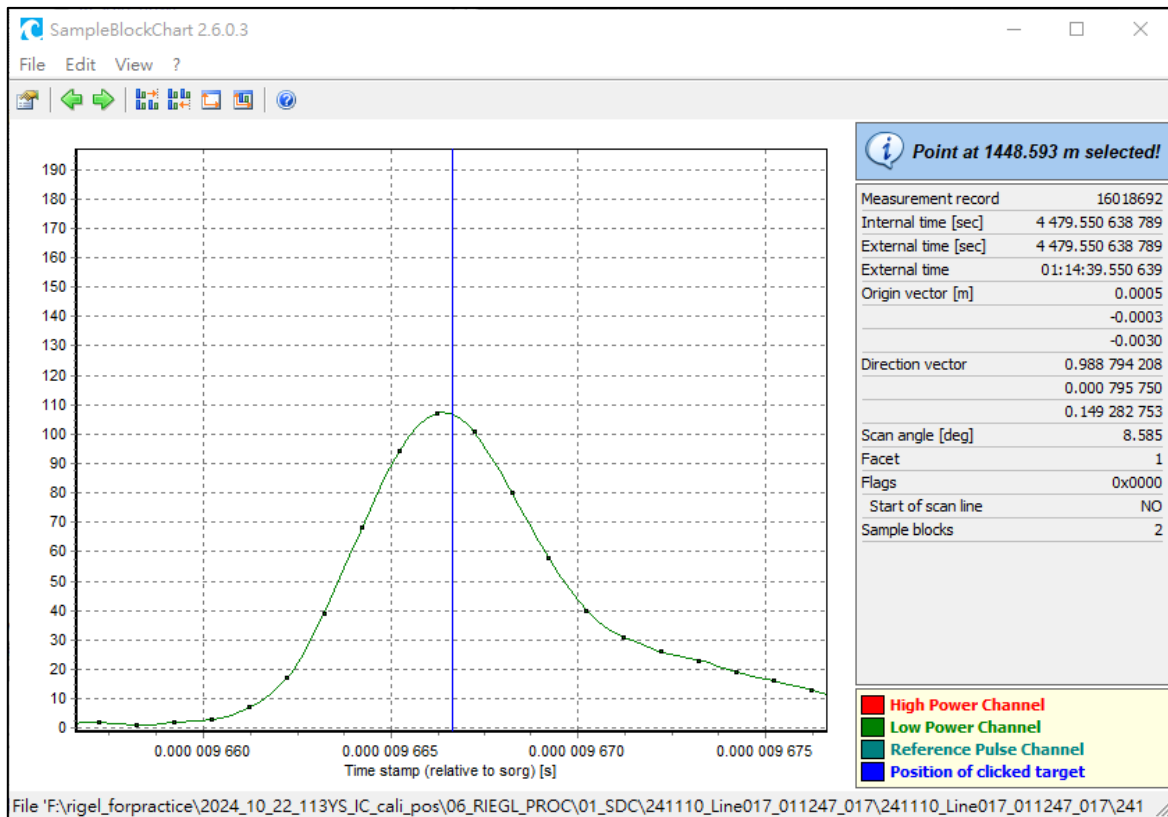


圖 1-108 全波形資料截圖－航線 017(中段)

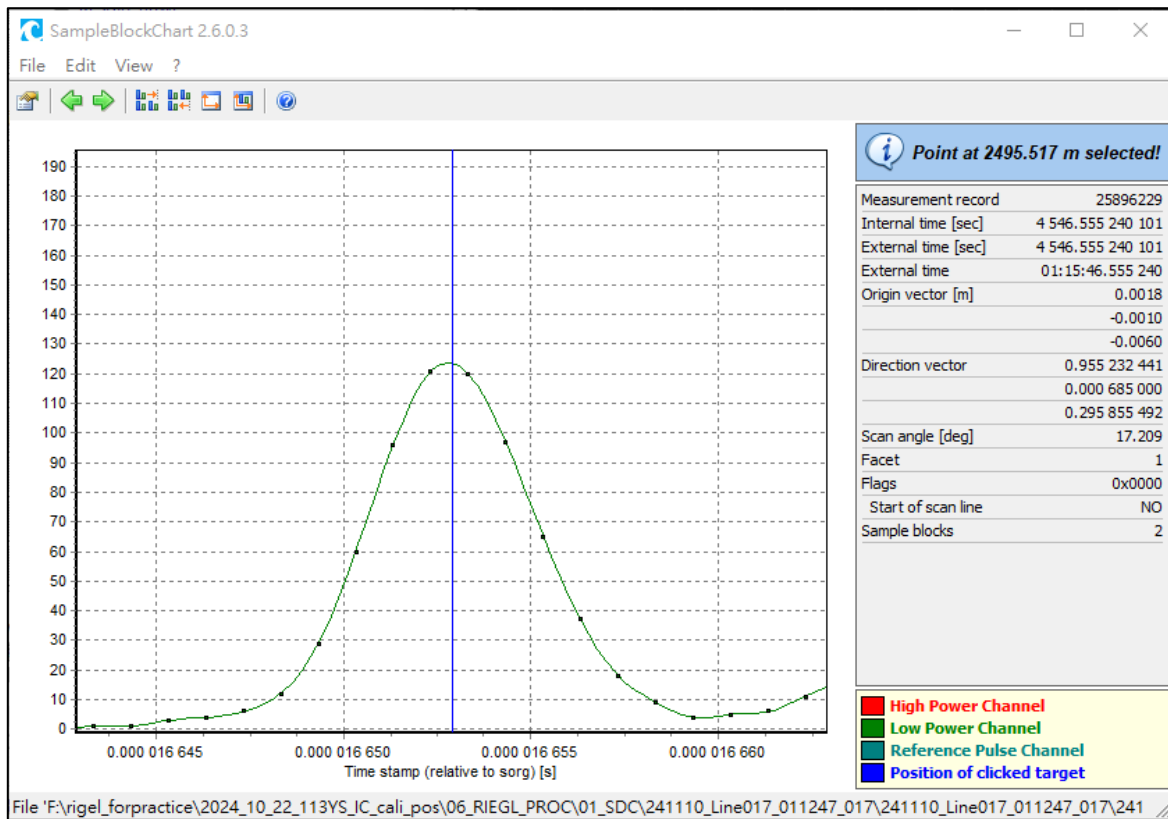


圖 1-109 全波形資料截圖－航線 017(後段)

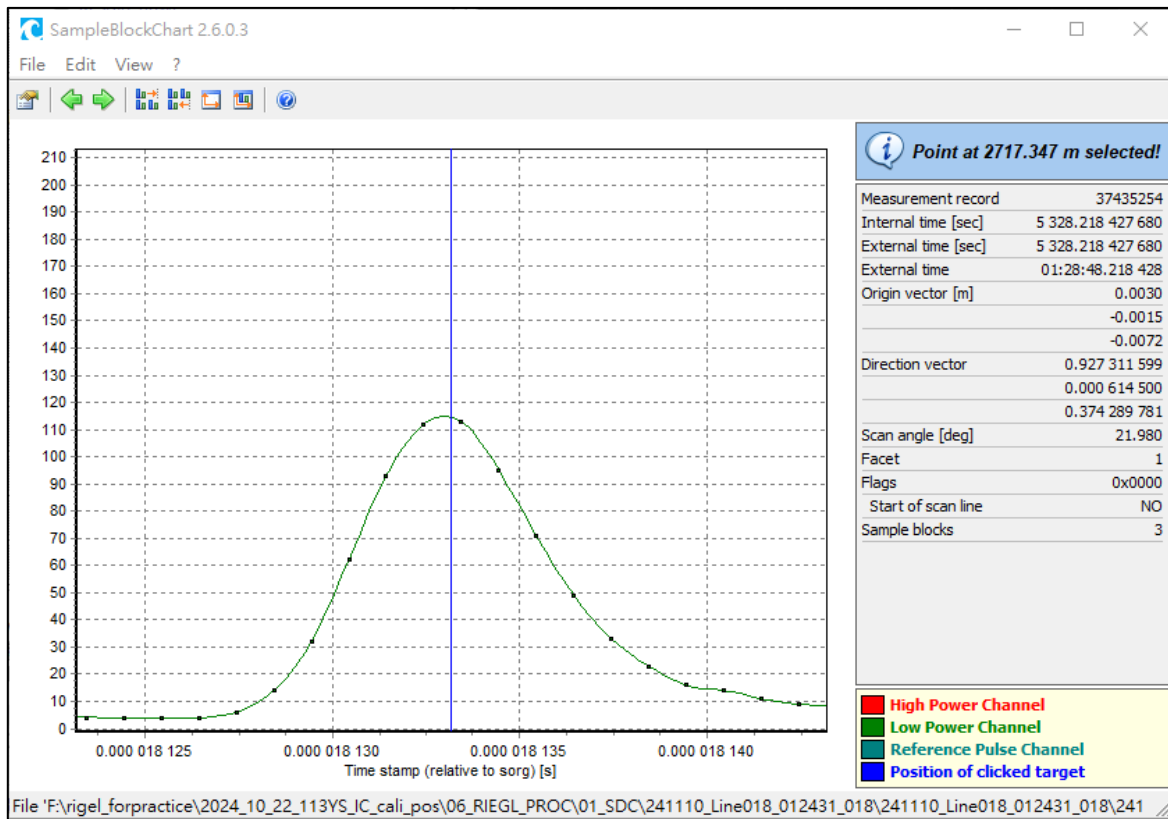


圖 1-110 全波形資料截圖－航線 018(前段)

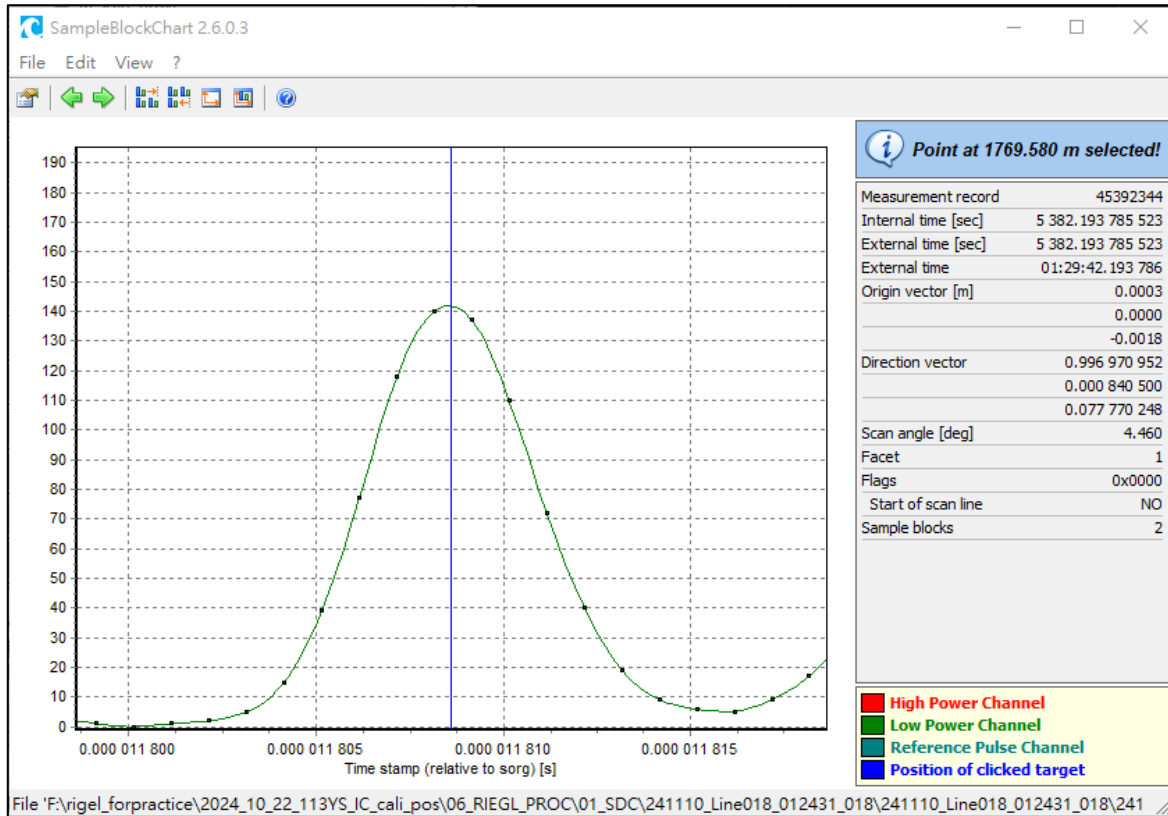


圖 1-111 全波形資料截圖－航線 018(中段)

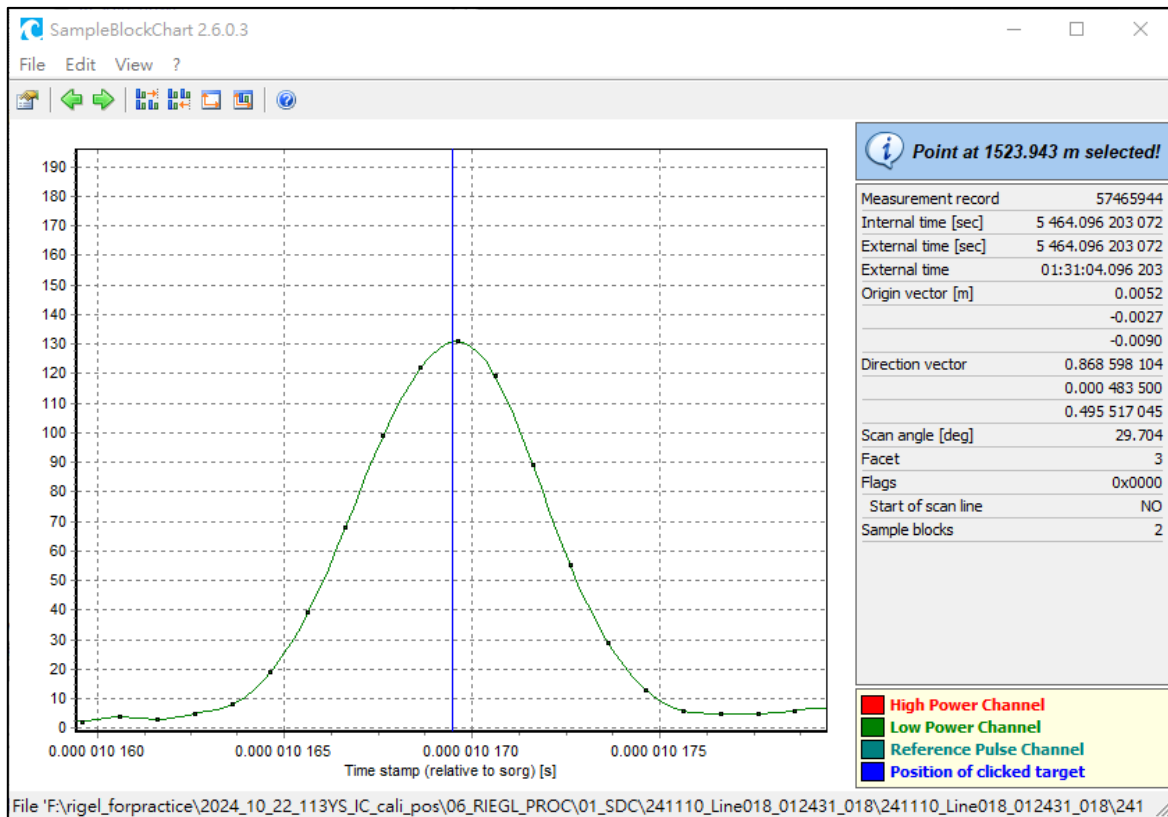


圖 1-112 全波形資料截圖－航線 018(後段)

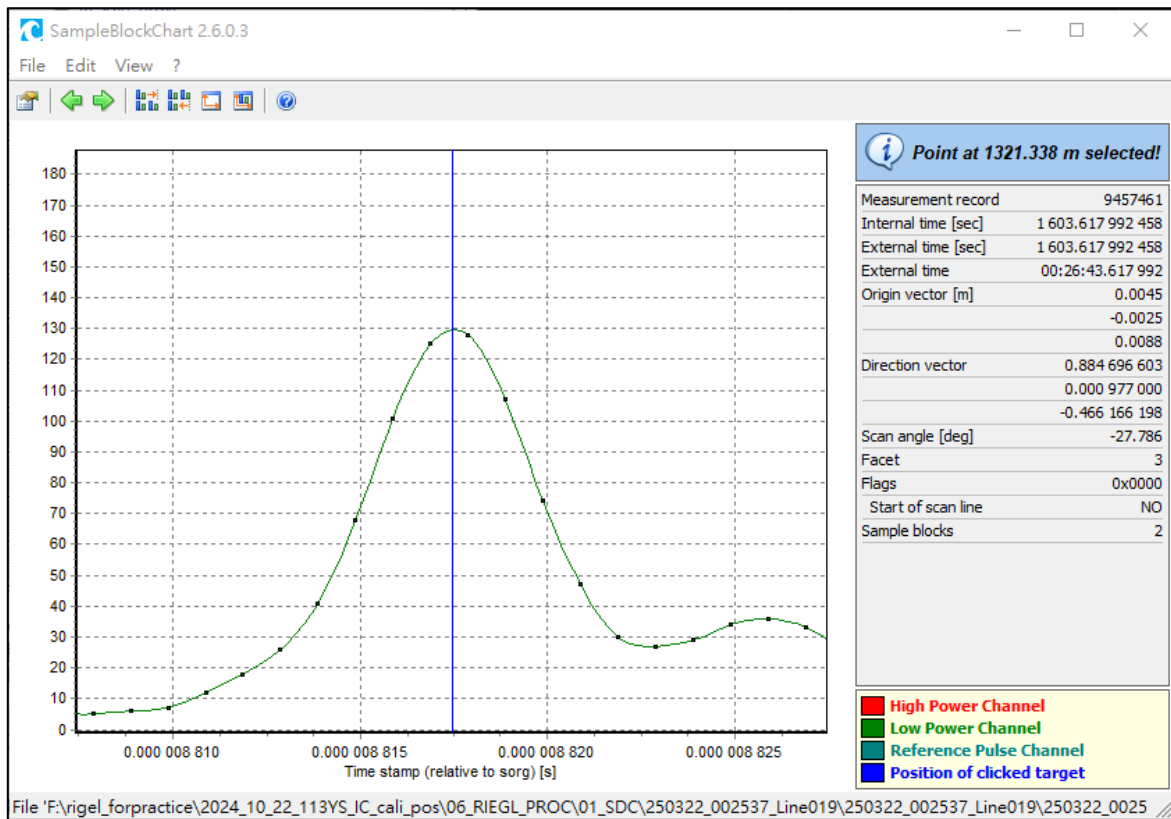


圖 1-113 全波形資料截圖－航線 019(前段)

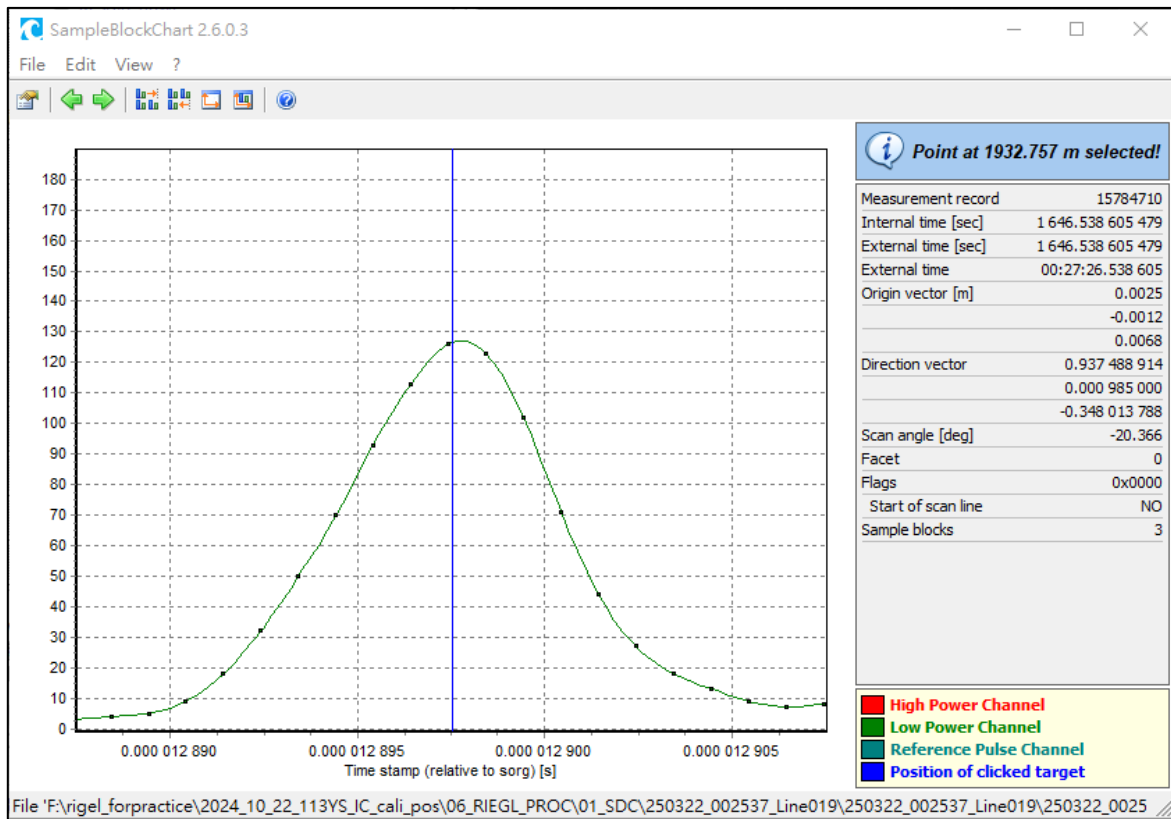


圖 1-114 全波形資料截圖－航線 019(中段)

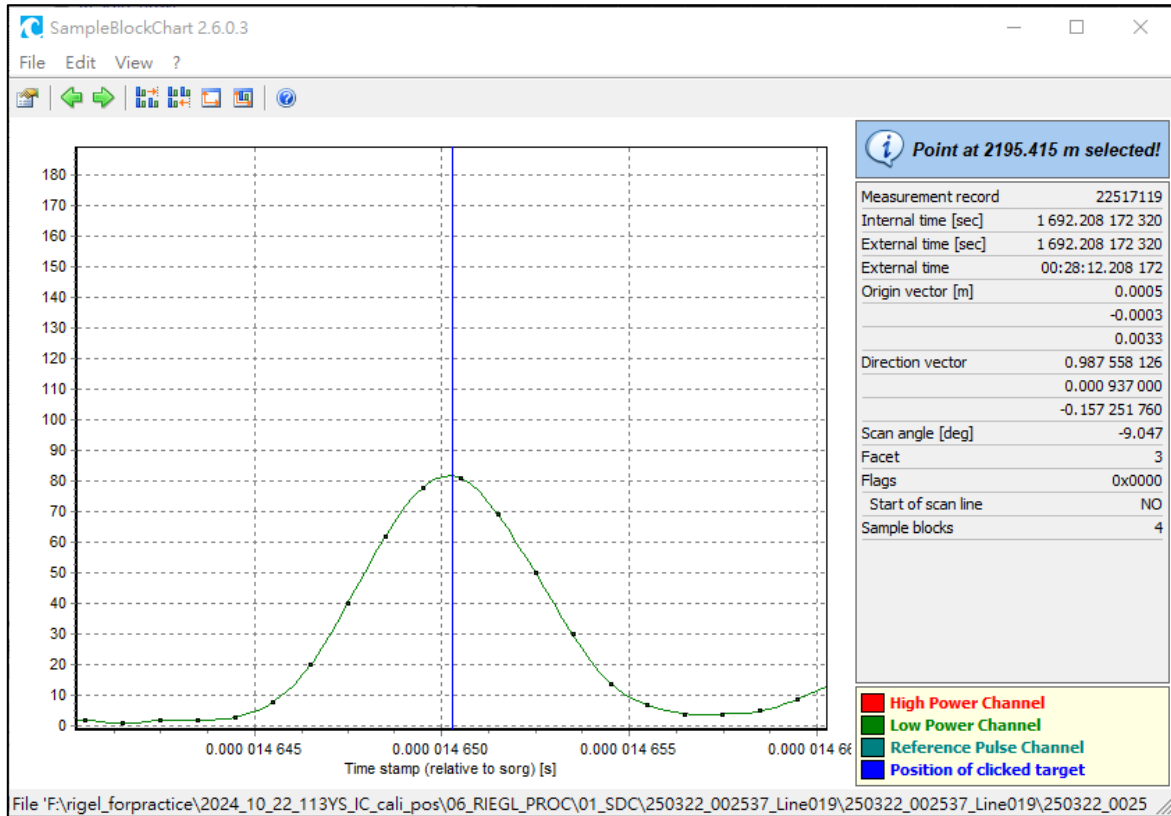


圖 1-115 全波形資料截圖－航線 019(後段)

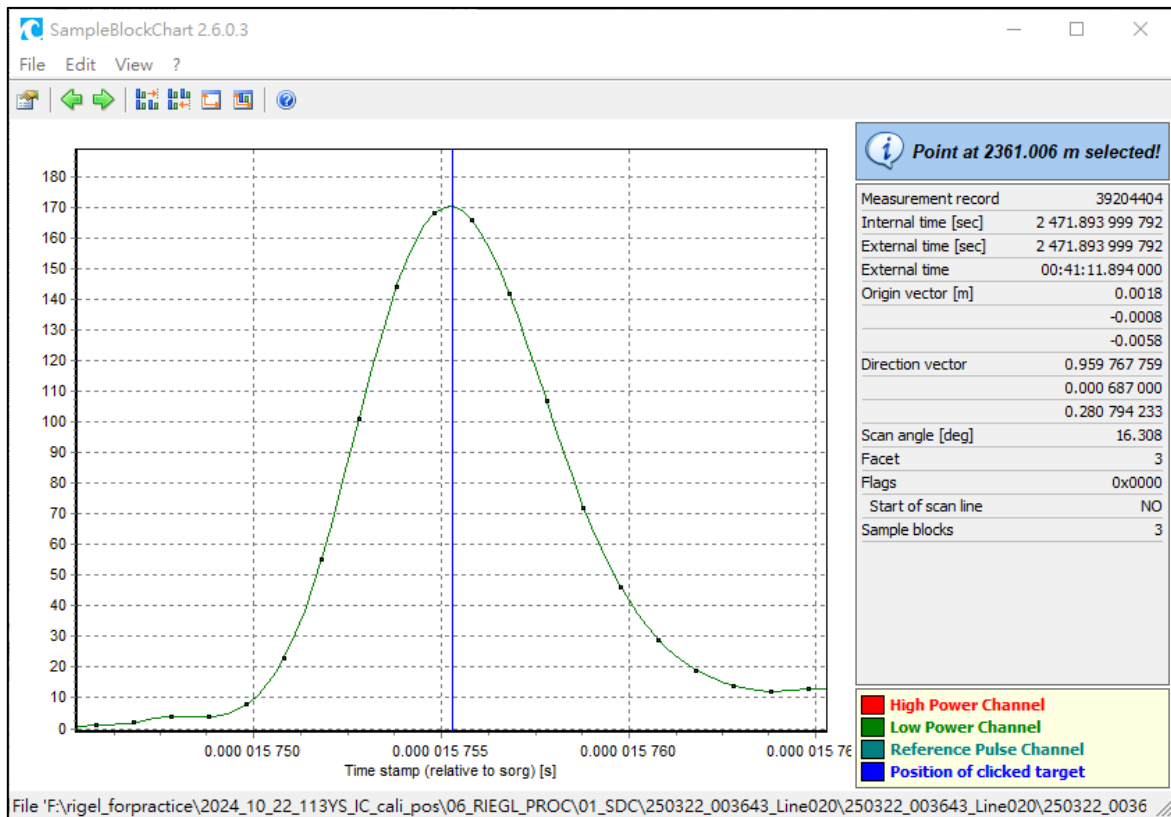


圖 1-116 全波形資料截圖－航線 020(前段)

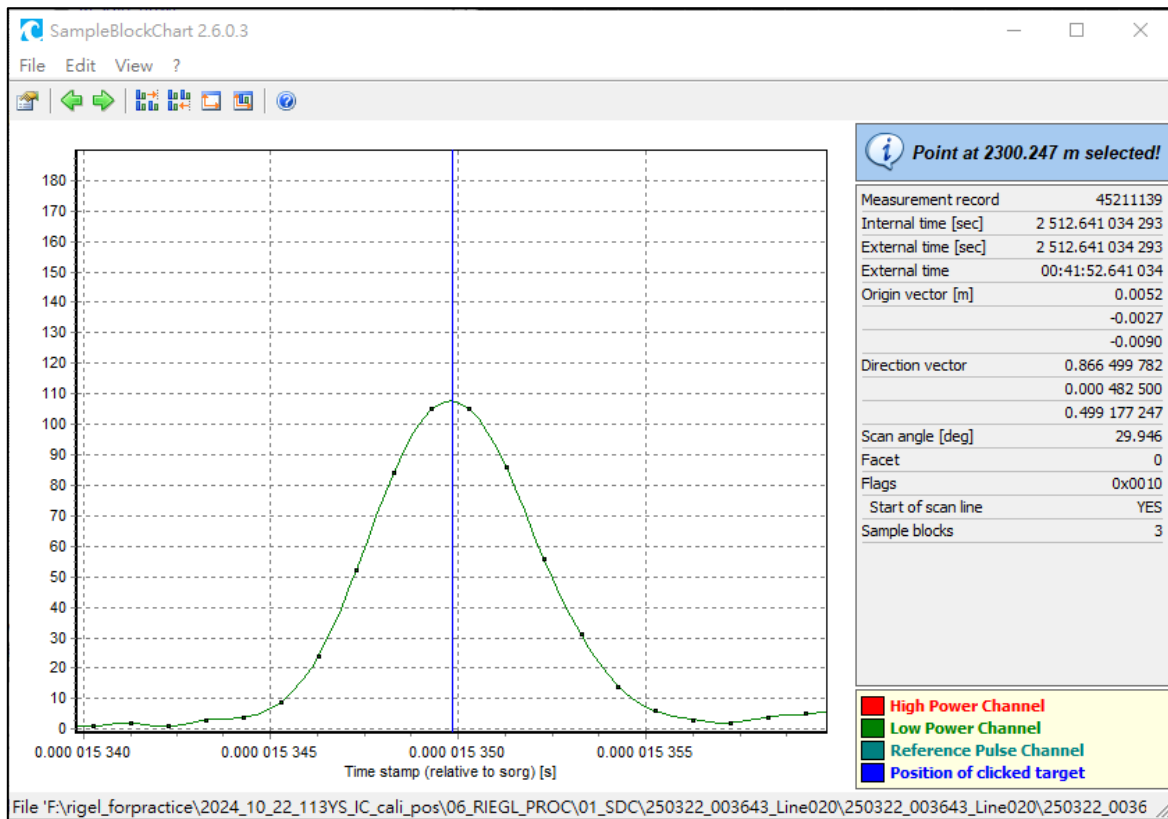


圖 1-117 全波形資料截圖－航線 020(中段)

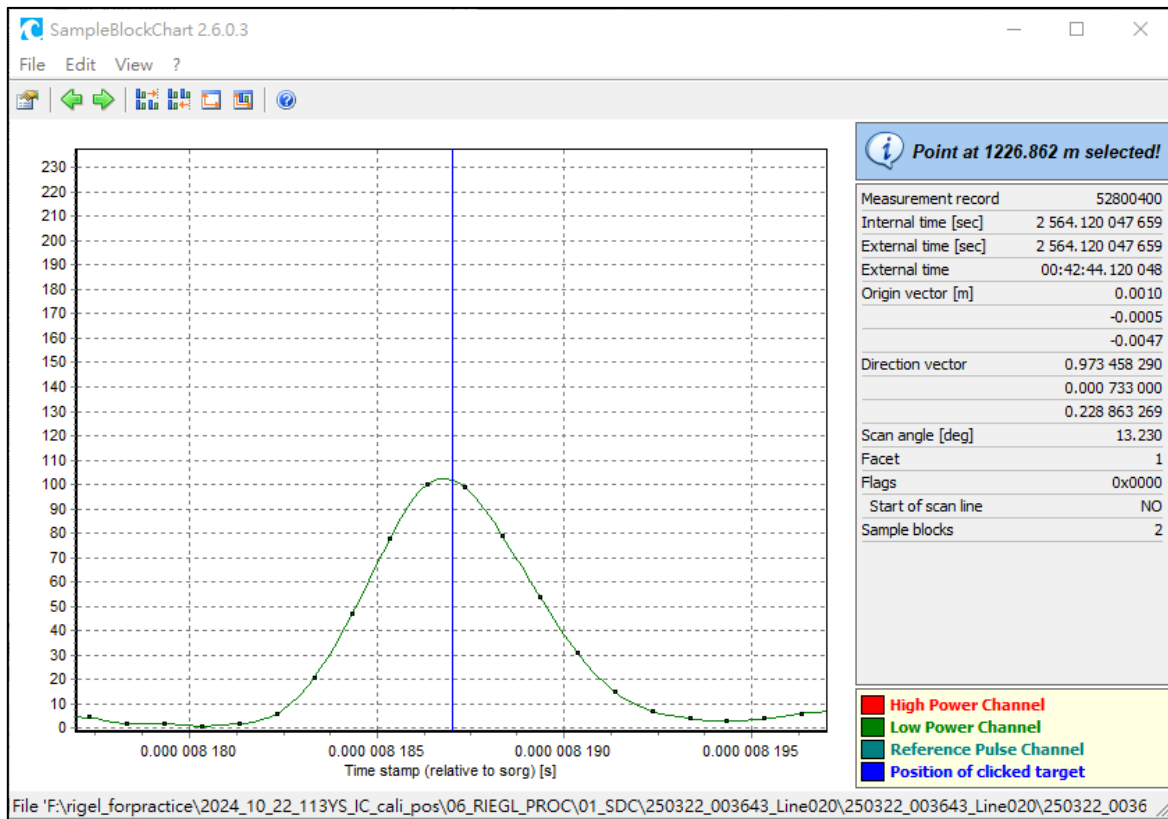


圖 1-118 全波形資料截圖－航線 020(後段)

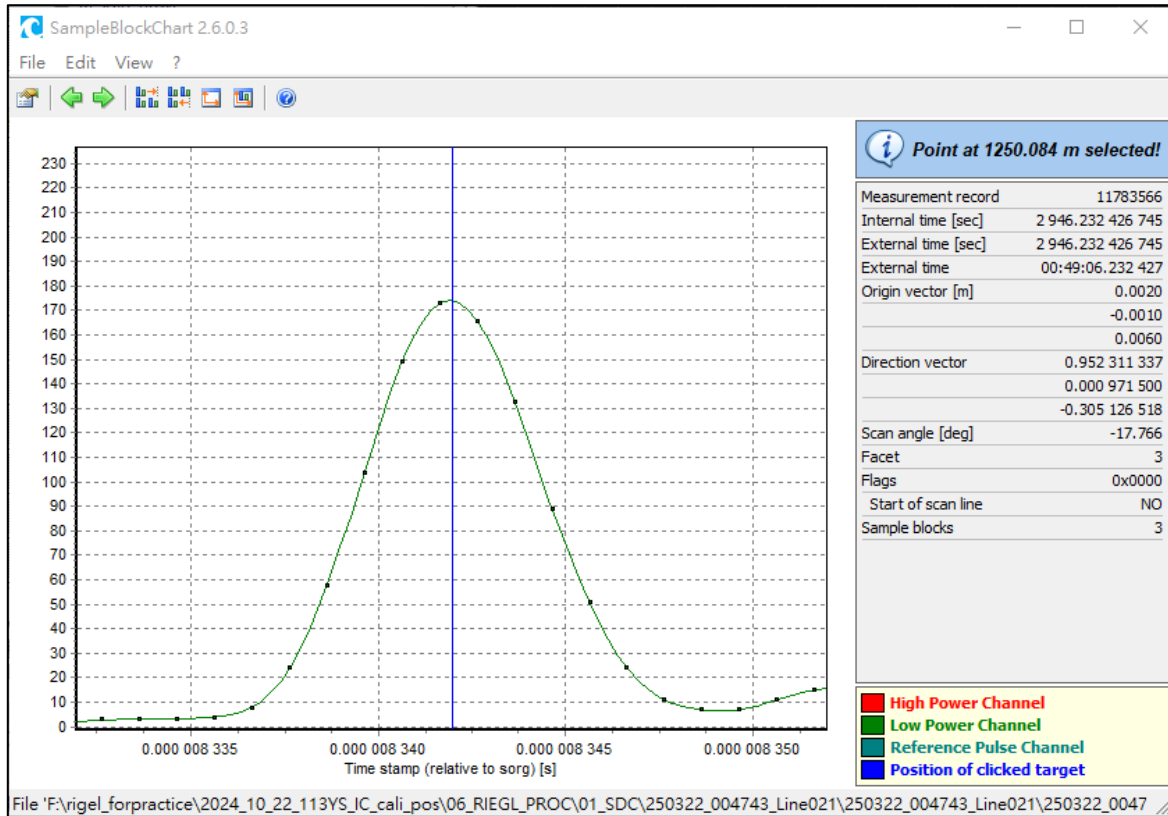


圖 1-119 全波形資料截圖－航線 021(前段)

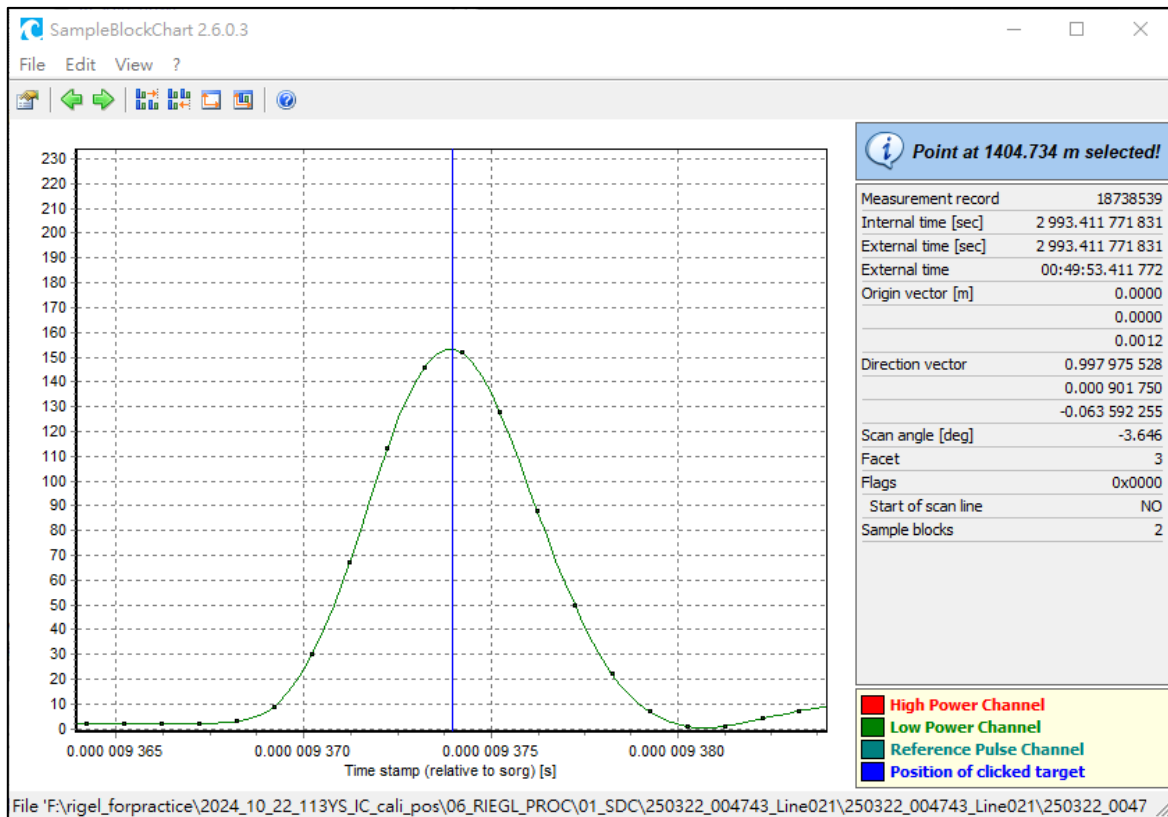


圖 1-120 全波形資料截圖－航線 021(中段)

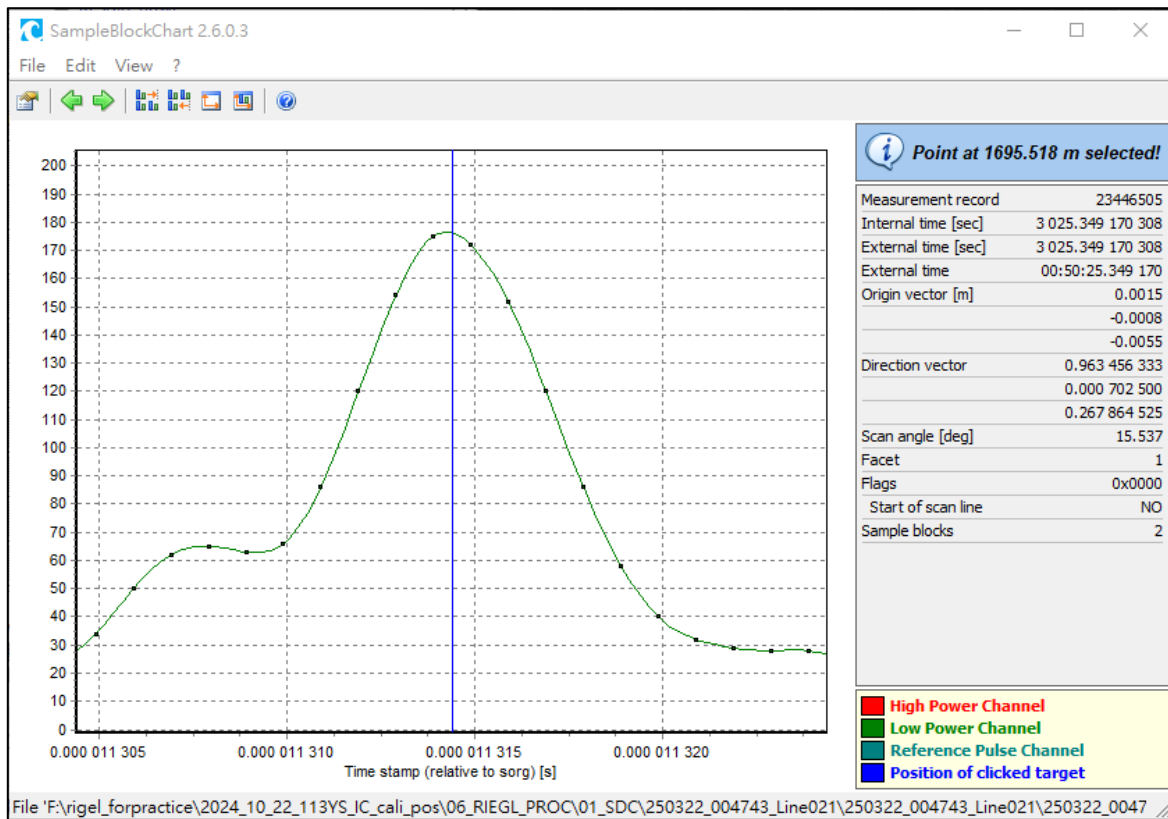


圖 1-121 全波形資料截圖－航線 021(後段)

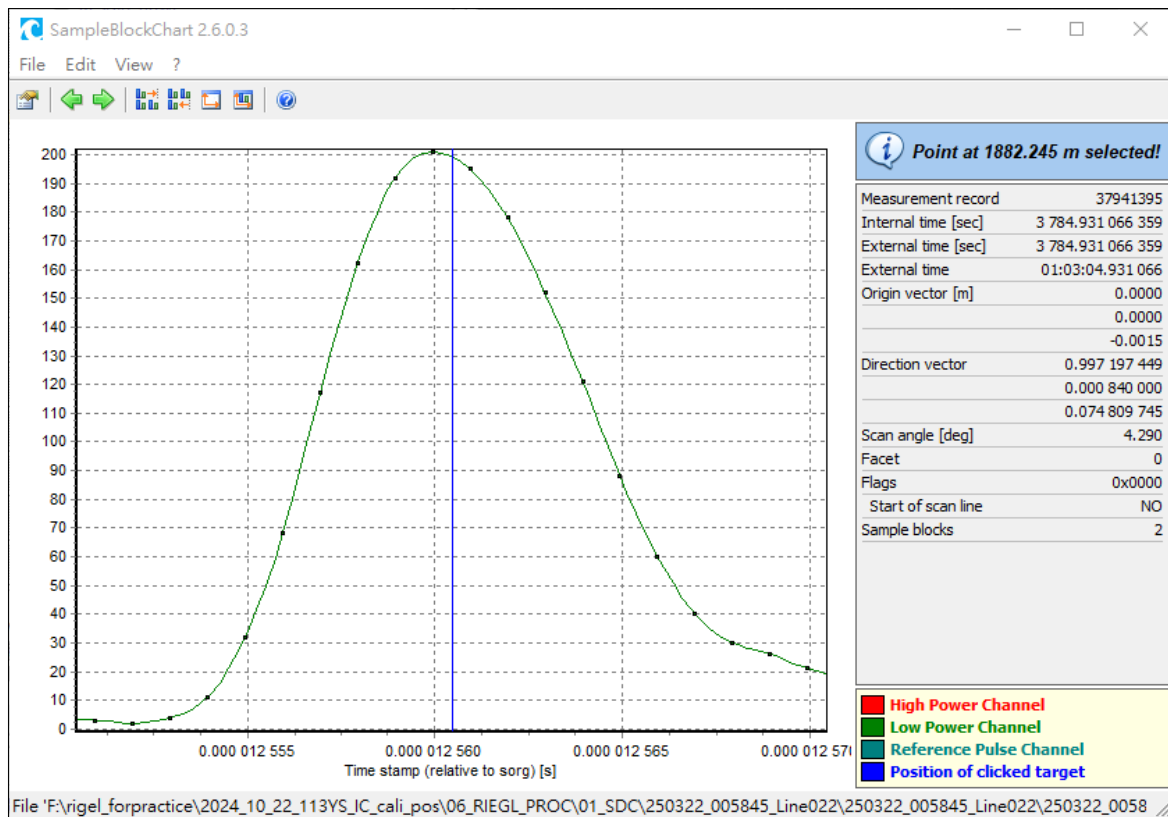


圖 1-122 全波形資料截圖－航線 022(前段)

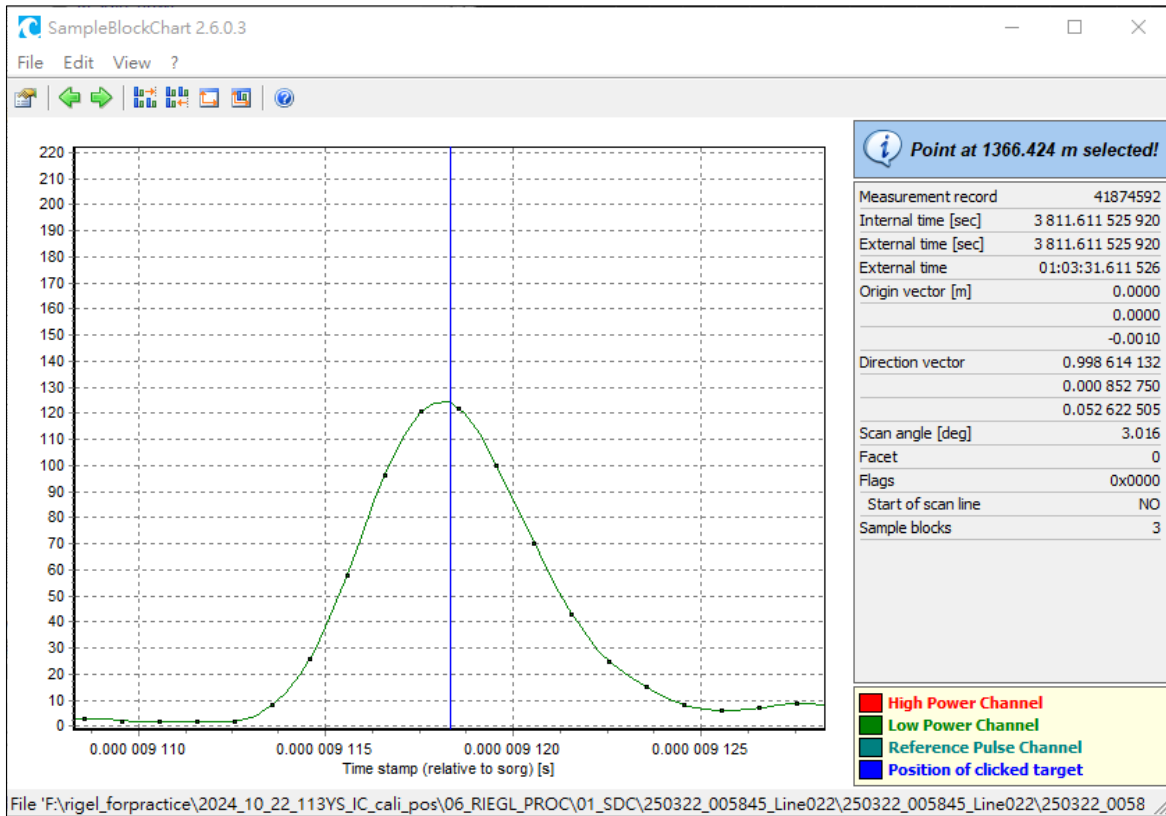


圖 1-123 全波形資料截圖－航線 022(中段)

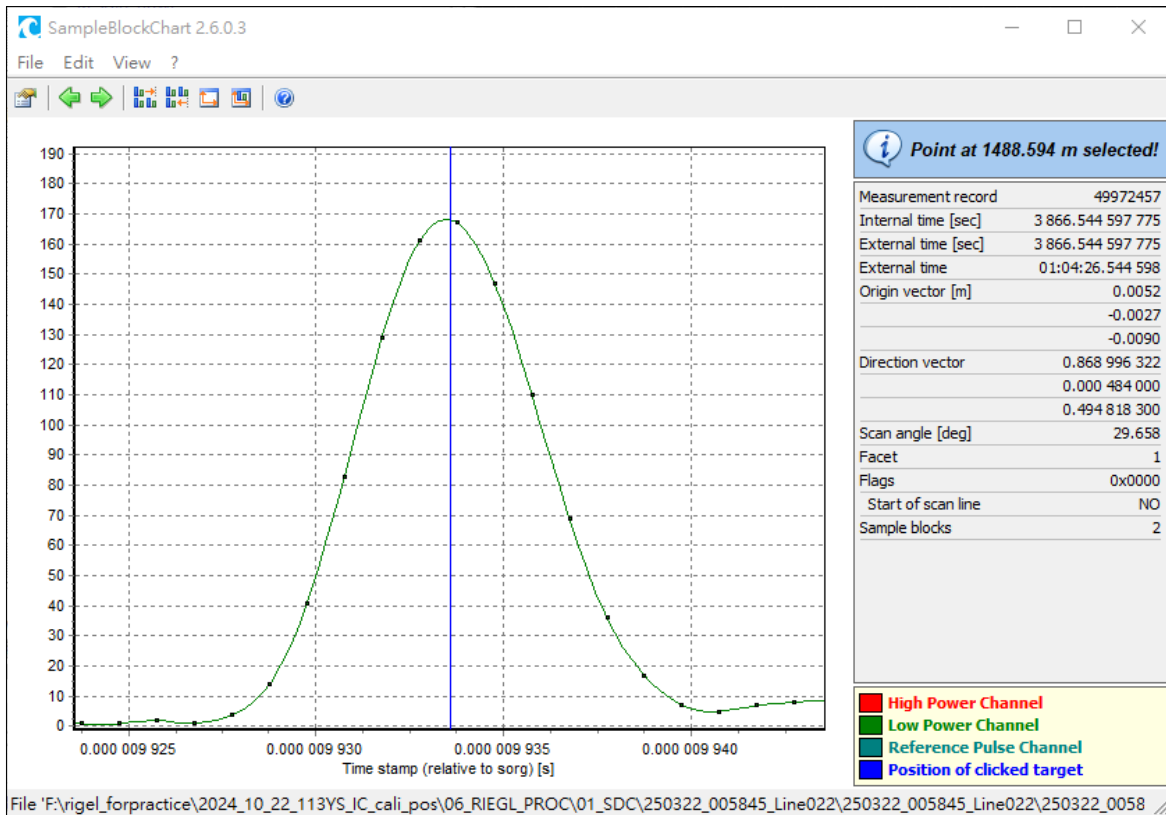


圖 1-124 全波形資料截圖－航線 022(後段)

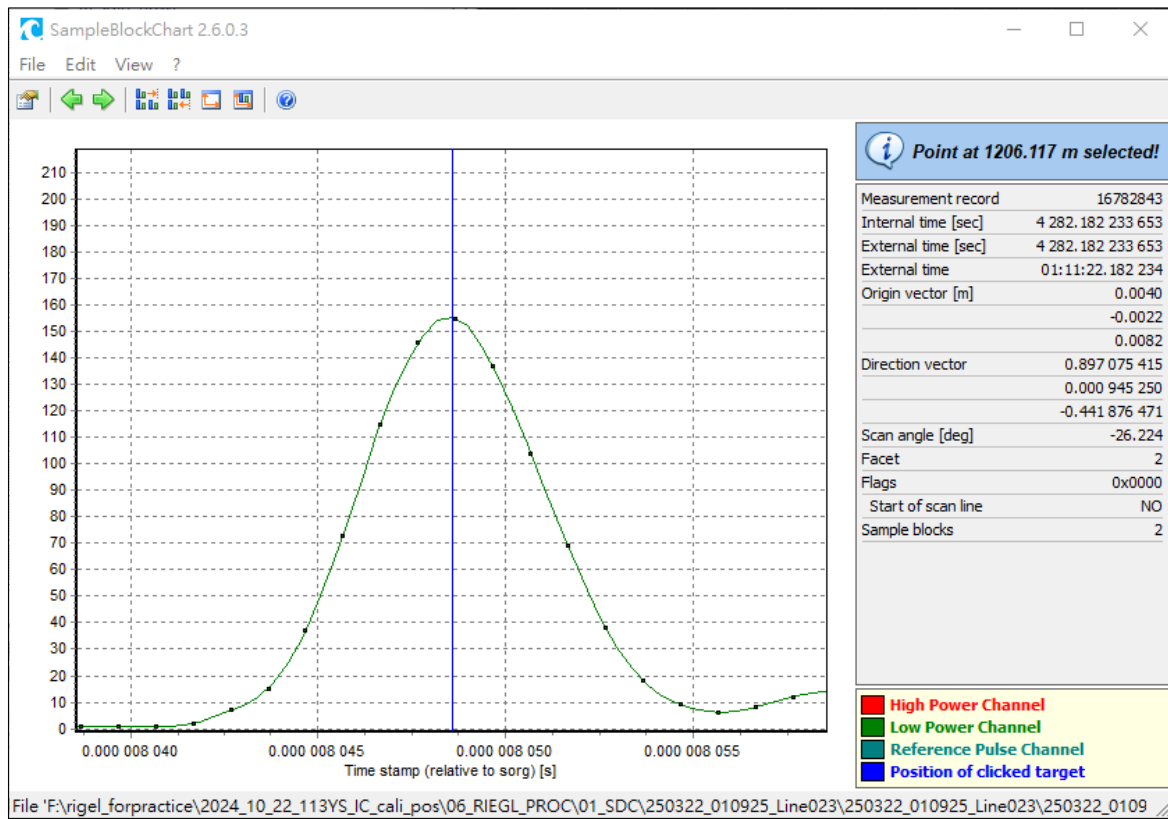


圖 1-125 全波形資料截圖－航線 023(前段)

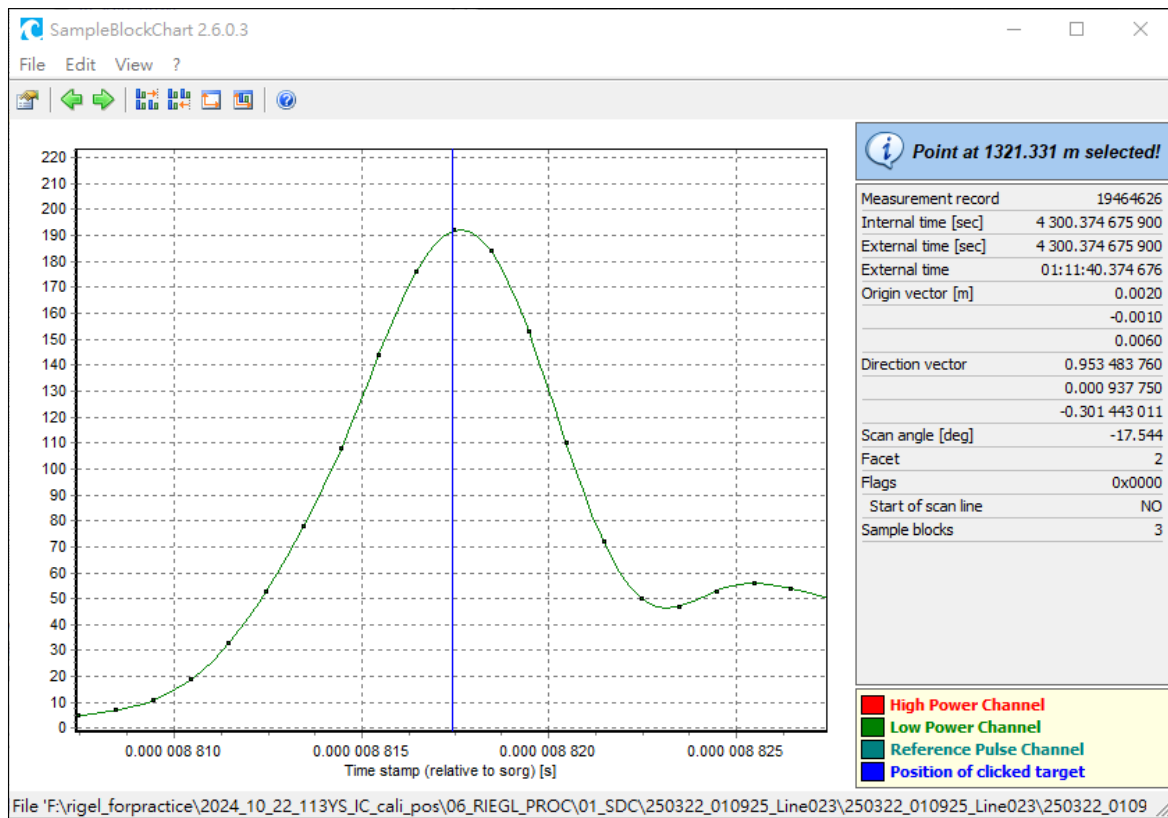


圖 1-126 全波形資料截圖－航線 023(中段)

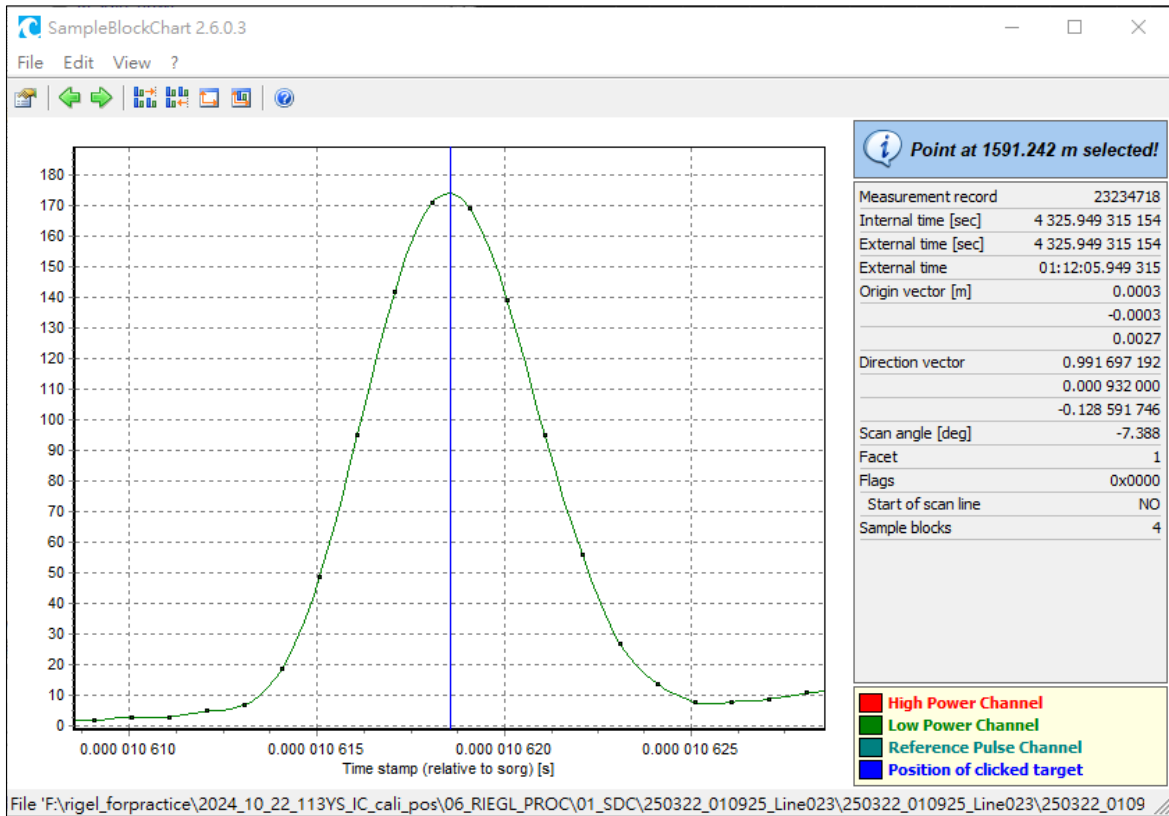


圖 1-127 全波形資料截圖－航線 023(後段)

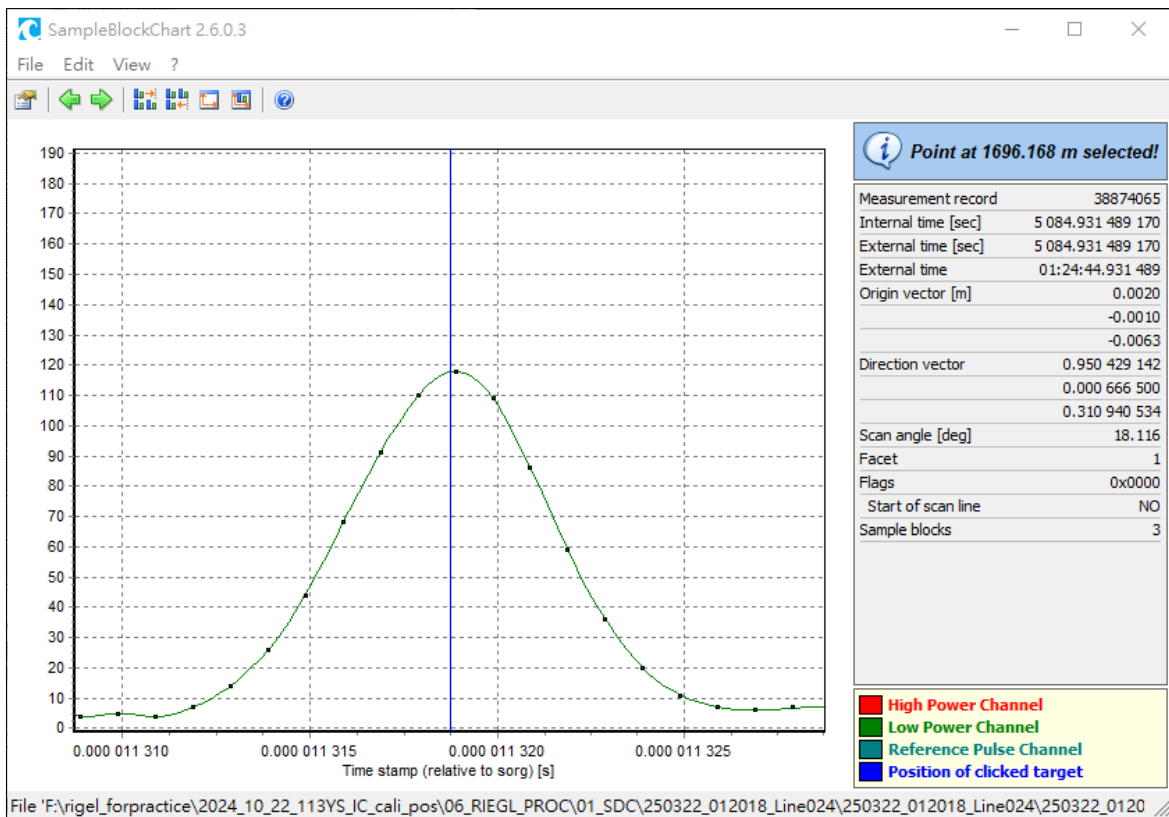


圖 1-128 全波形資料截圖－航線 024(前段)

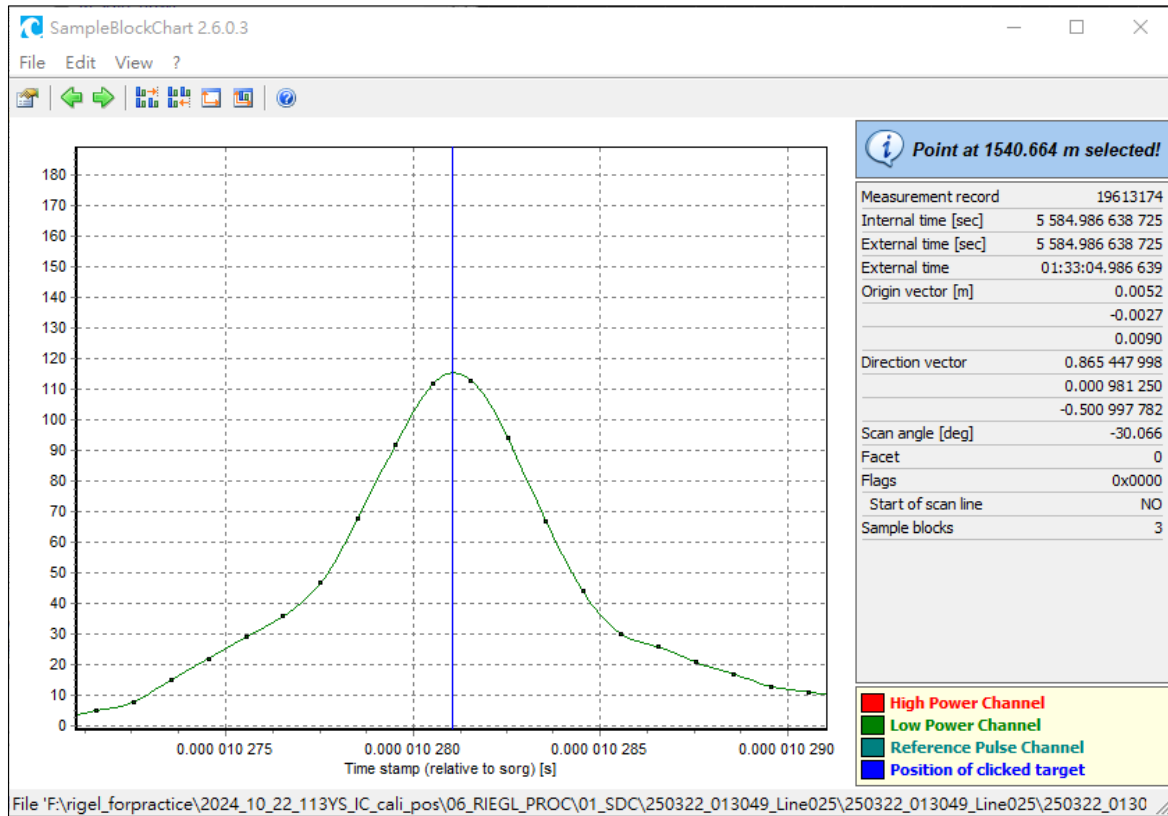


圖 1-131 全波形資料截圖－航線 025(前段)

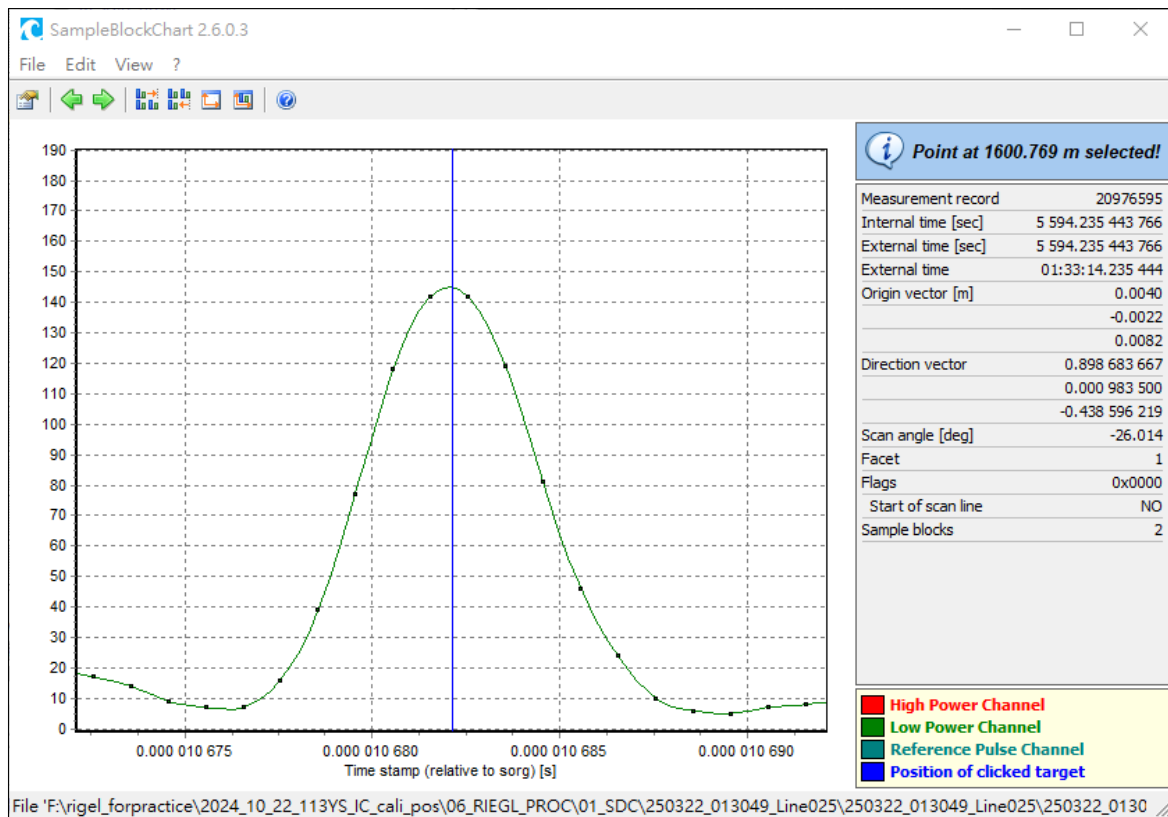


圖 1-132 全波形資料截圖－航線 025(中段)

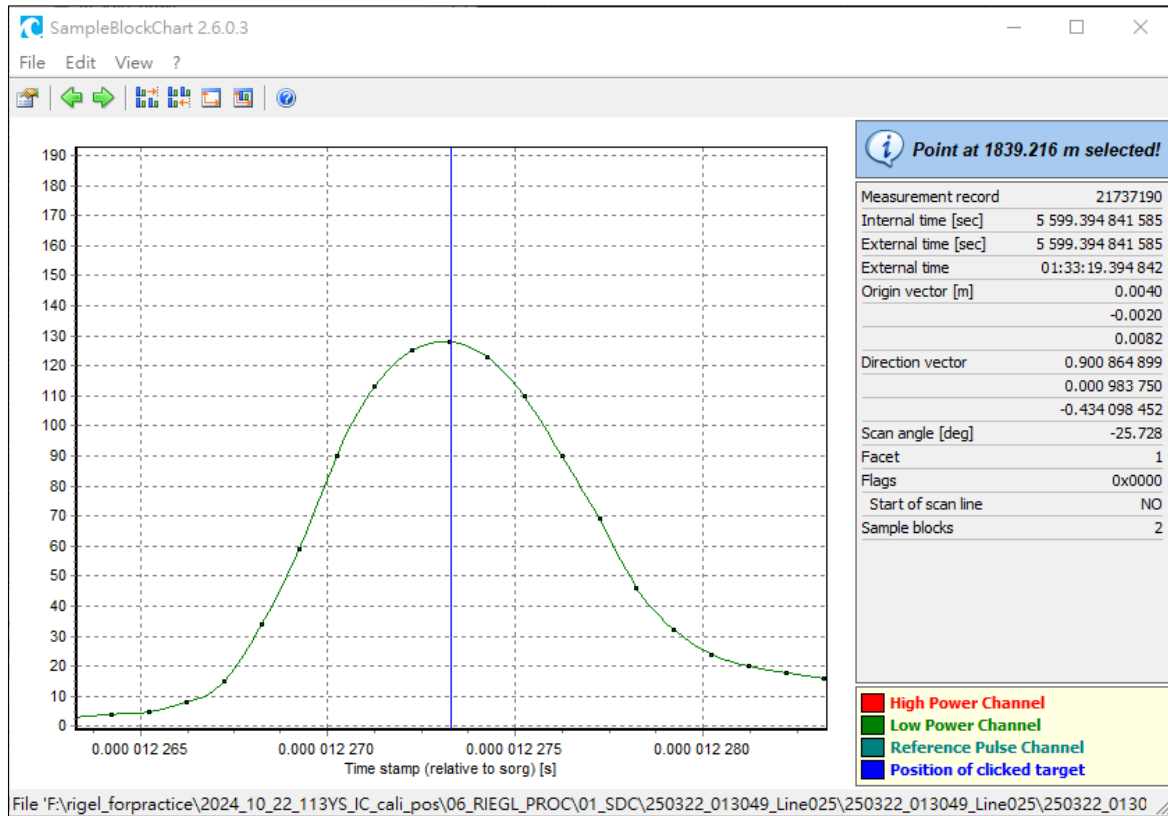


圖 1-133 全波形資料截圖－航線 025(後段)

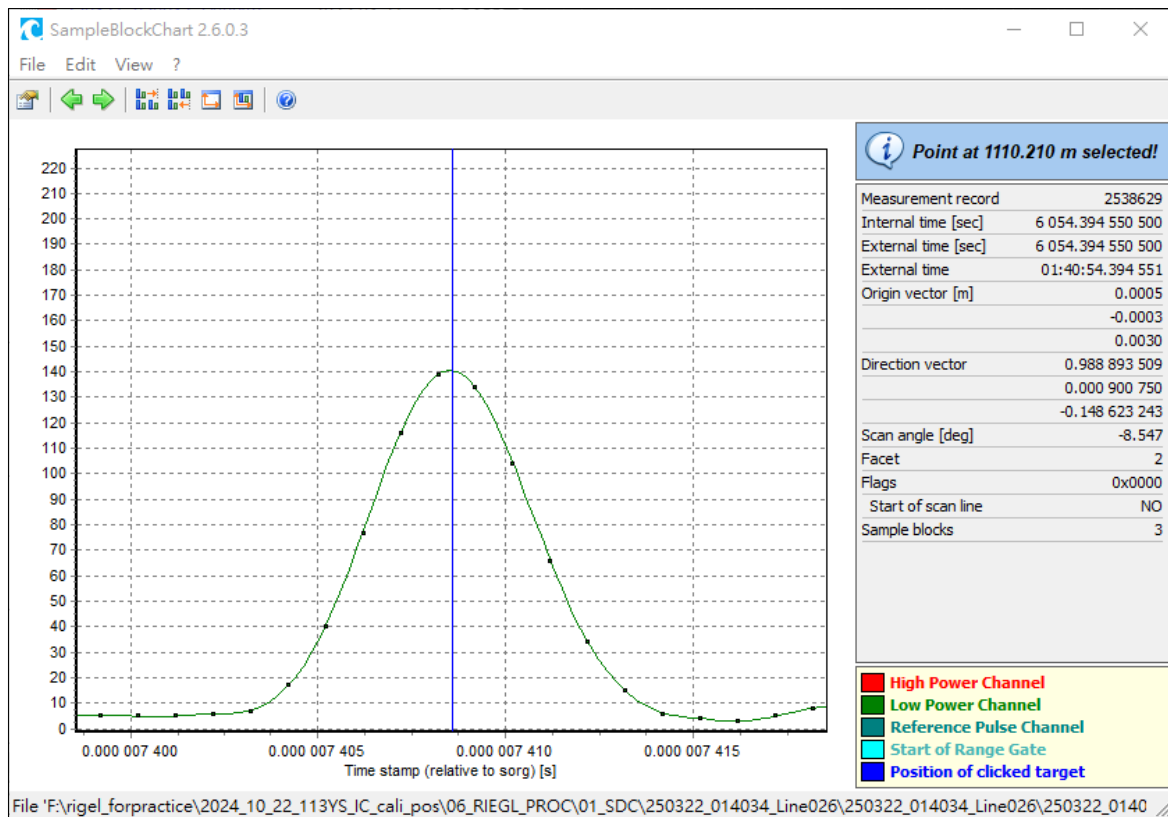


圖 1-134 全波形資料截圖－航線 026(前段)

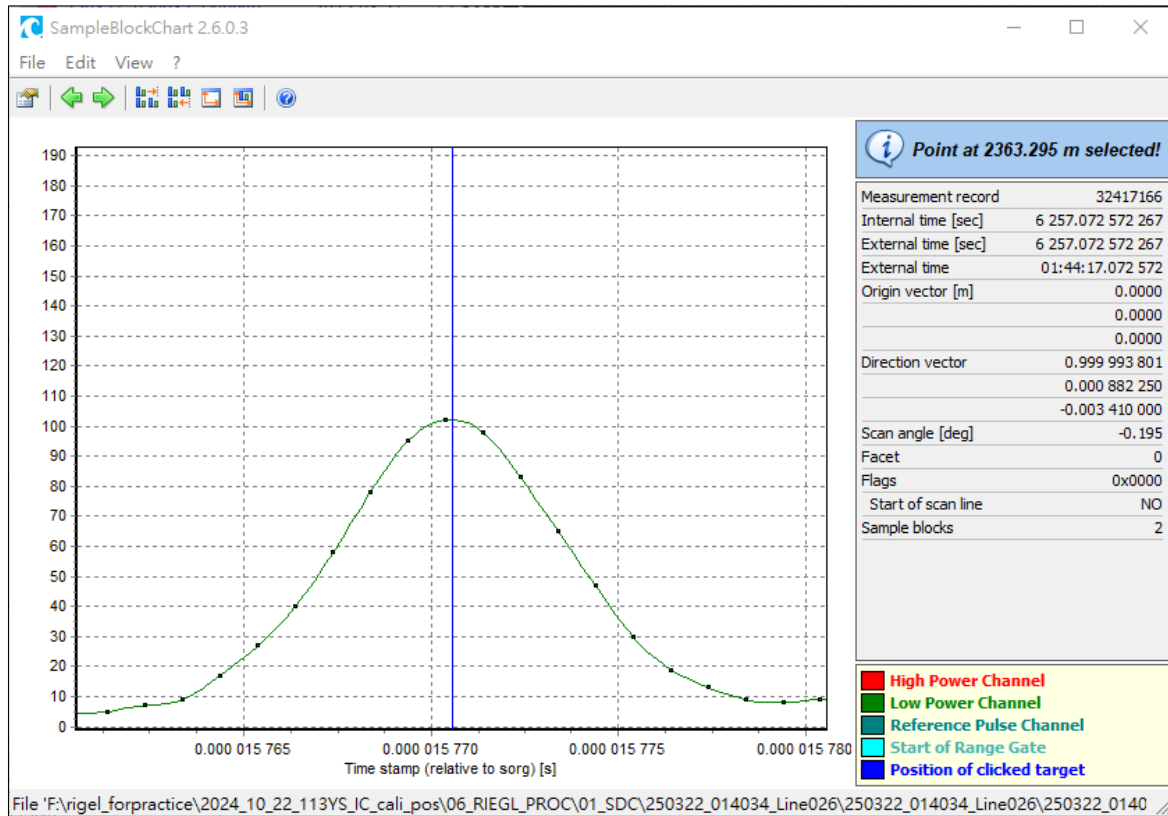


圖 1-135 全波形資料截圖－航線 026(中段)

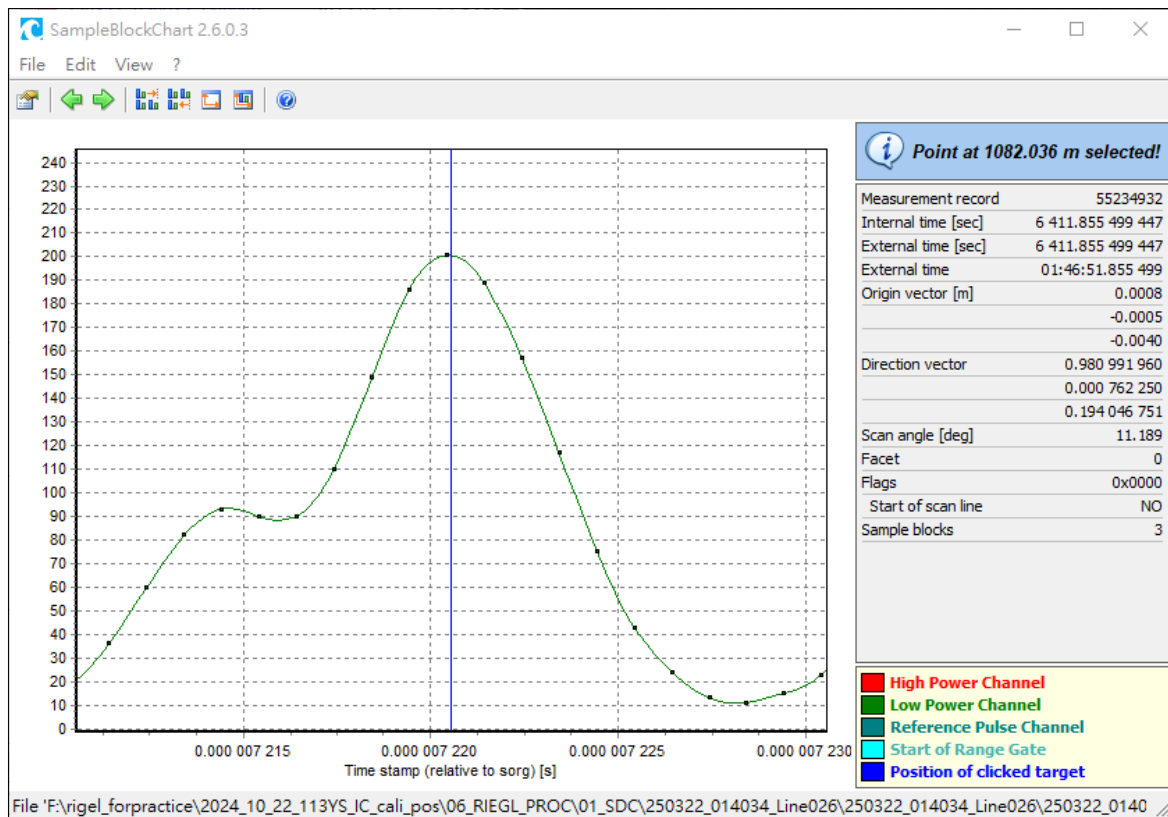


圖 1-136 全波形資料截圖－航線 026(後段)

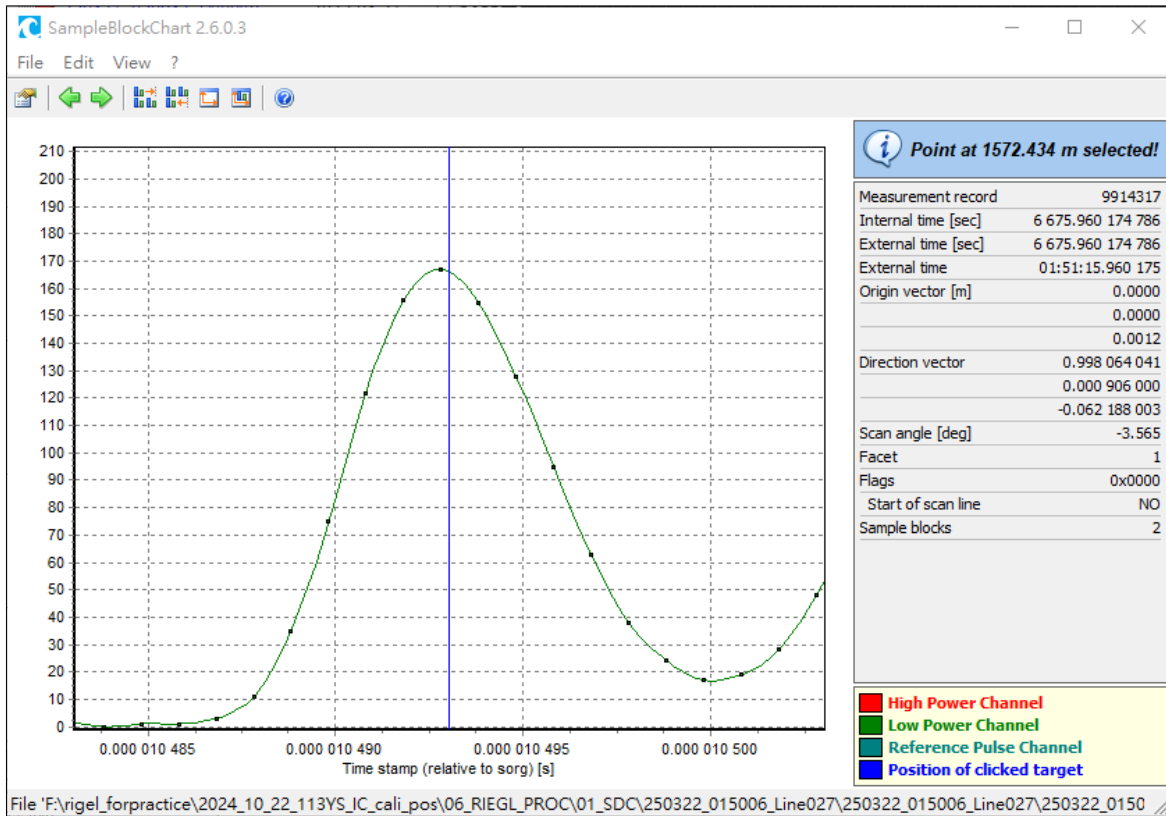


圖 1-137 全波形資料截圖－航線 027(前段)

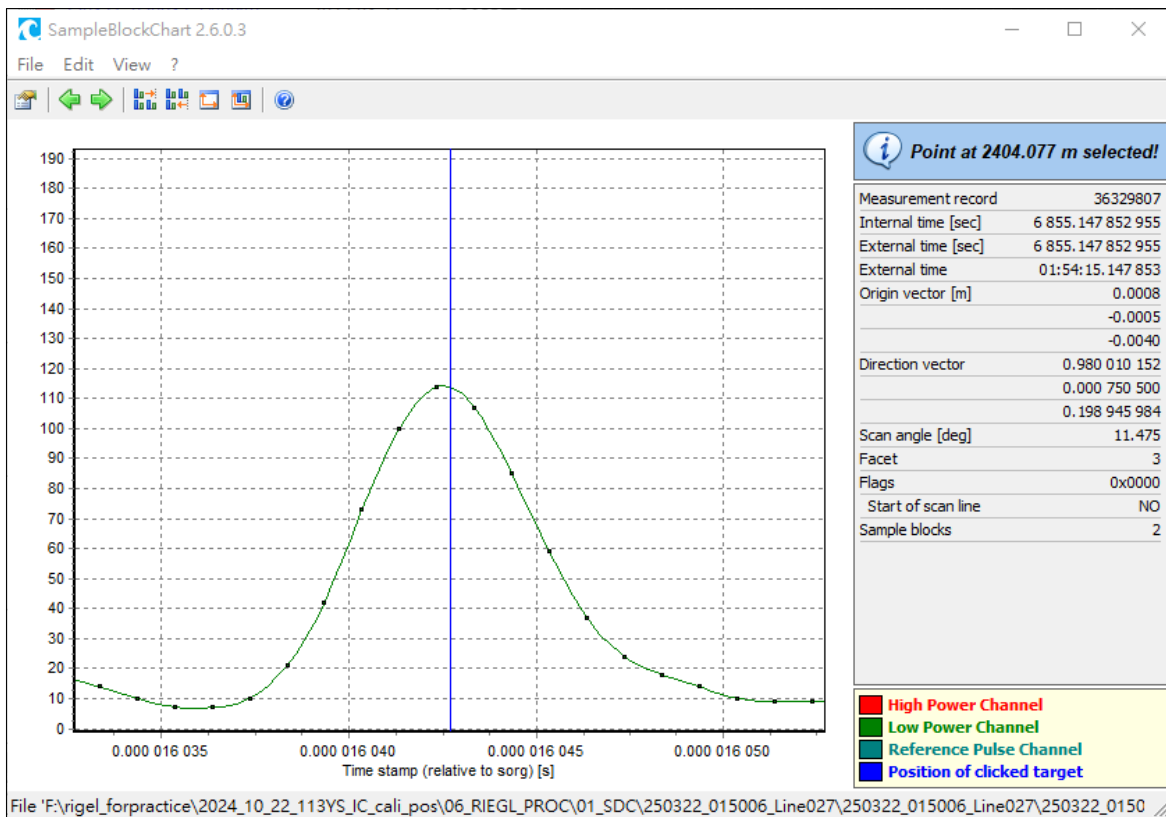


圖 1-138 全波形資料截圖－航線 027(中段)

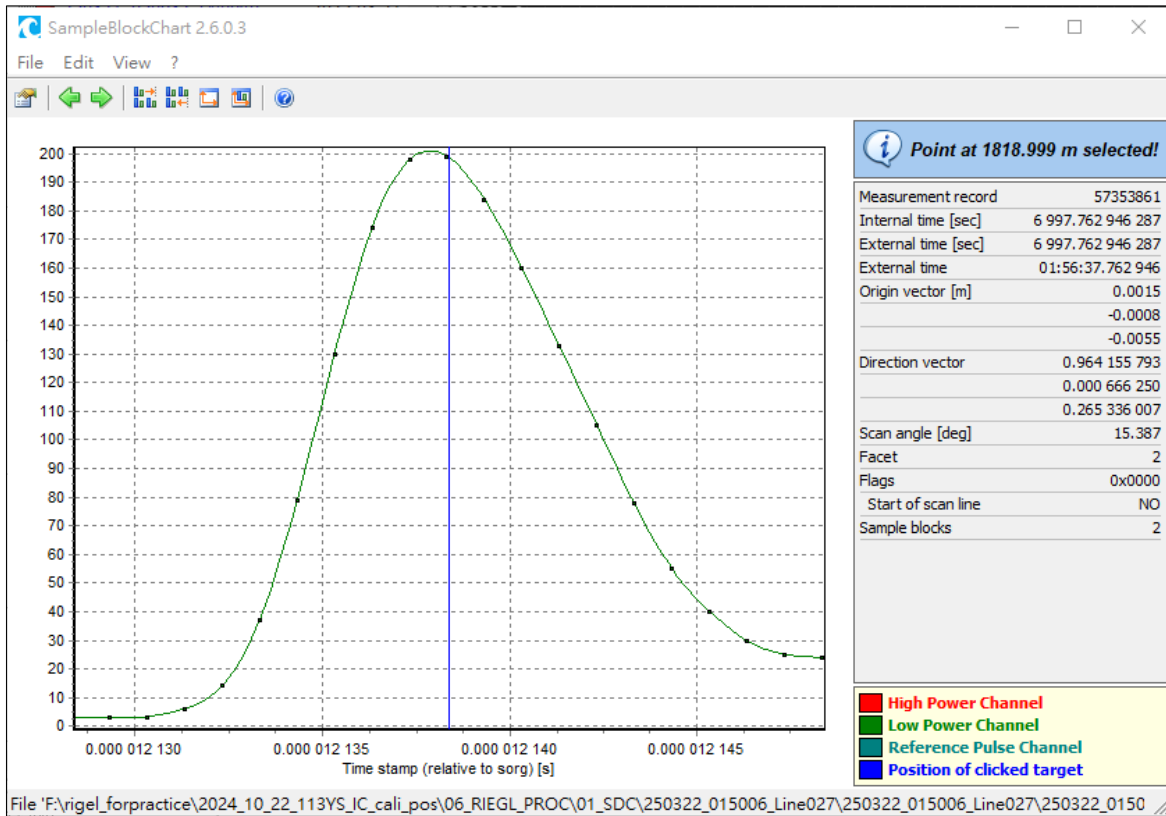


圖 1-139 全波形資料截圖－航線 027(後段)

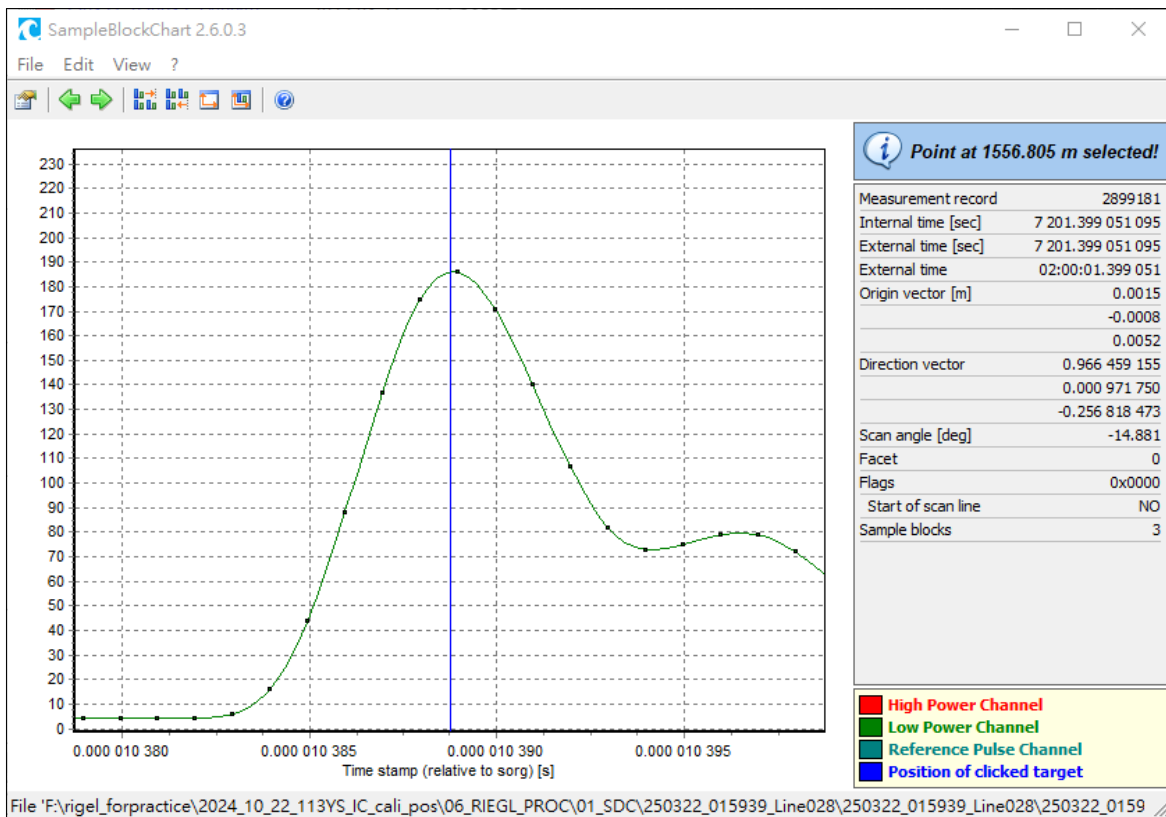


圖 1-140 全波形資料截圖－航線 028(前段)

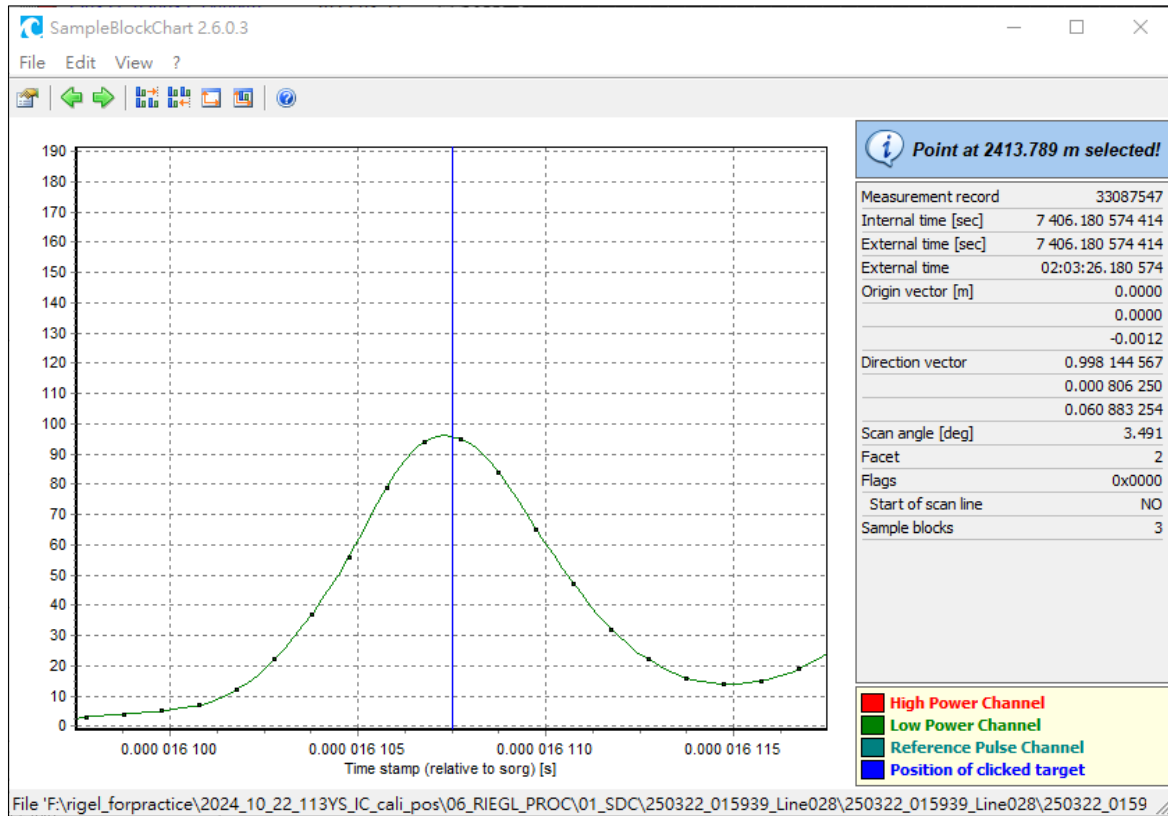


圖 1-141 全波形資料截圖－航線 028(中段)

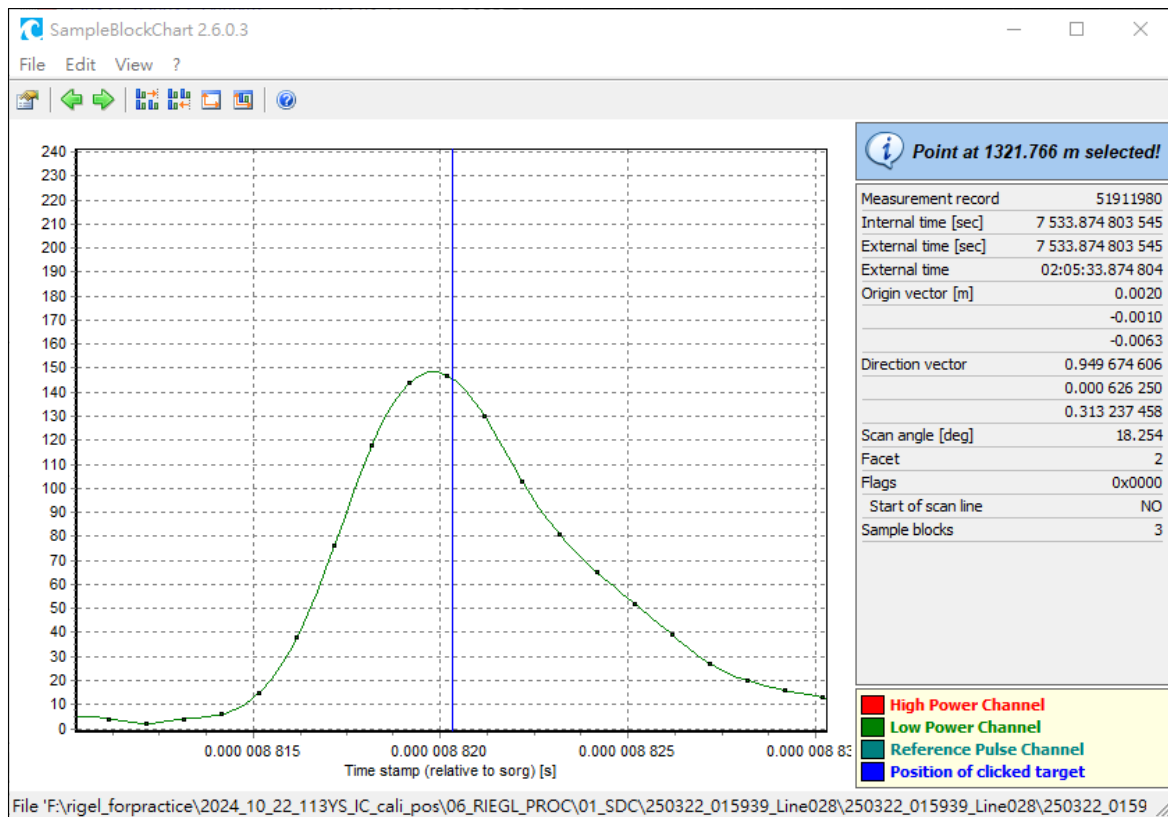


圖 1-142 全波形資料截圖－航線 028(後段)

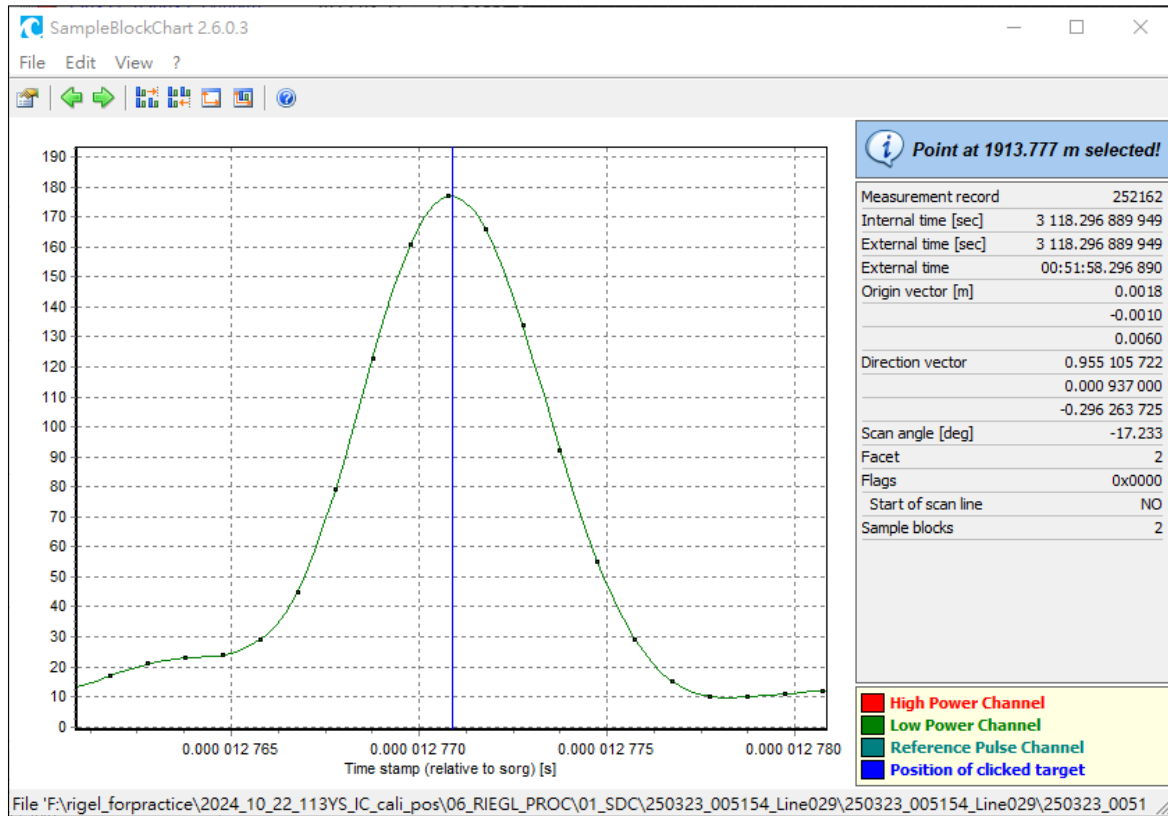


圖 1-143 全波形資料截圖－航線 029(前段)

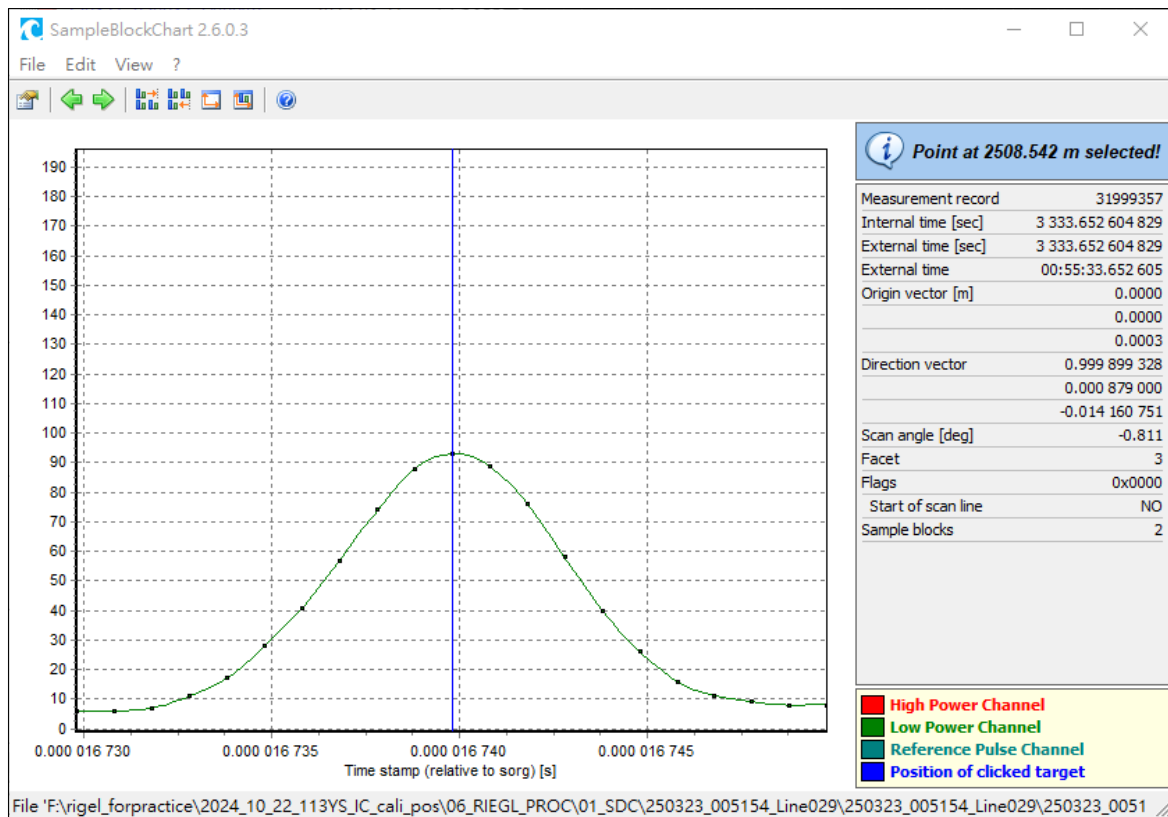


圖 1-144 全波形資料截圖－航線 029(中段)

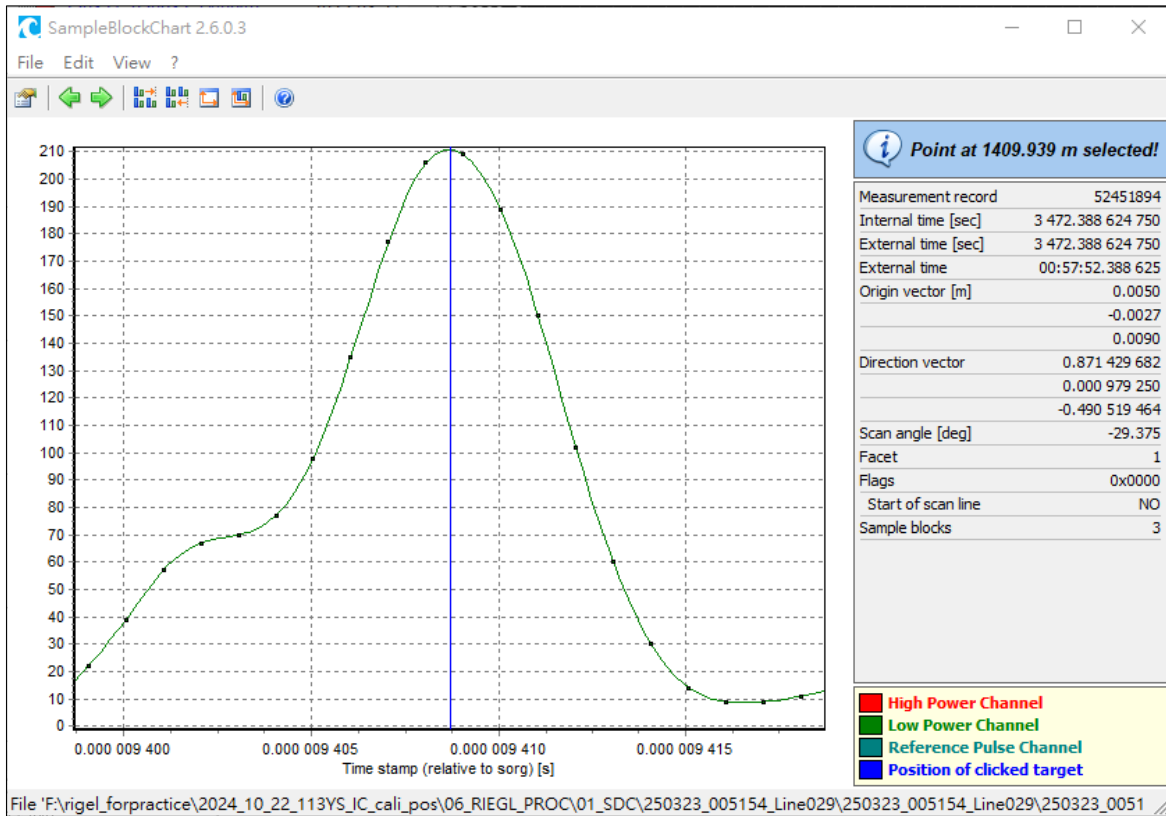


圖 1-145 全波形資料截圖－航線 029(後段)

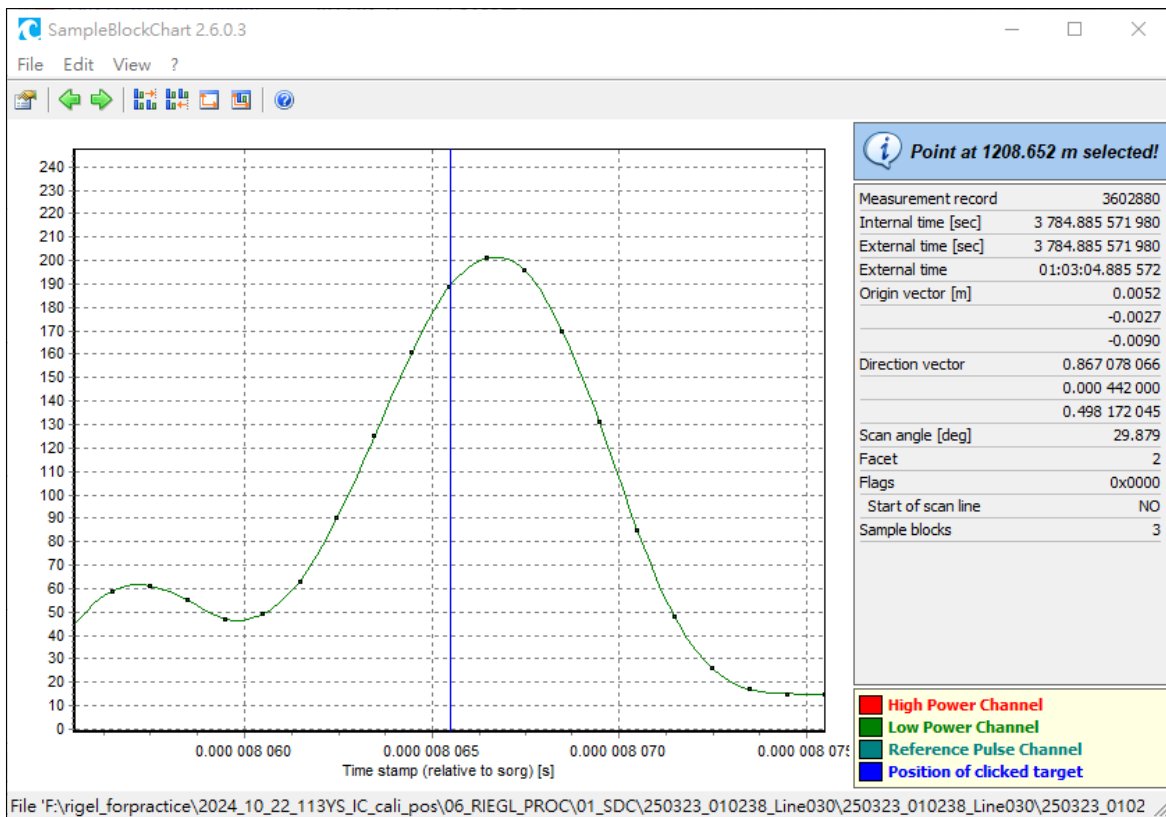


圖 1-146 全波形資料截圖－航線 030(前段)

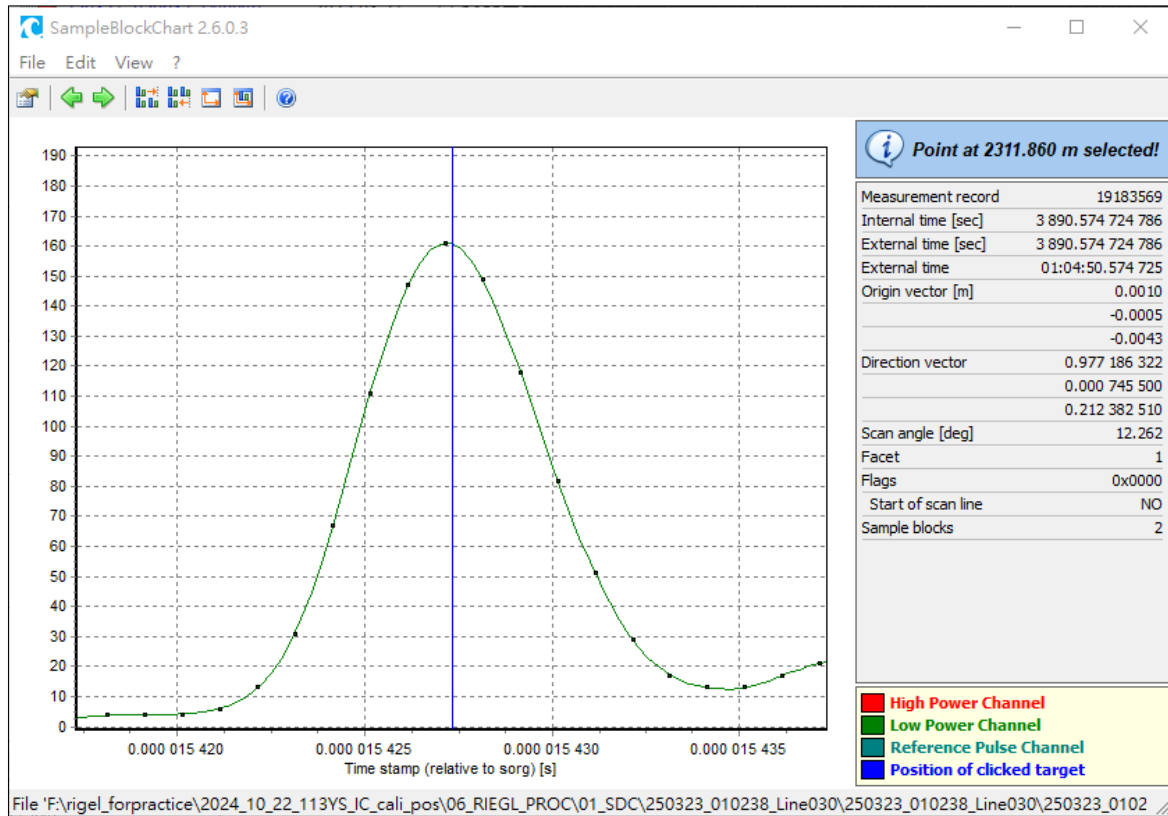


圖 1-147 全波形資料截圖－航線 030(中段)

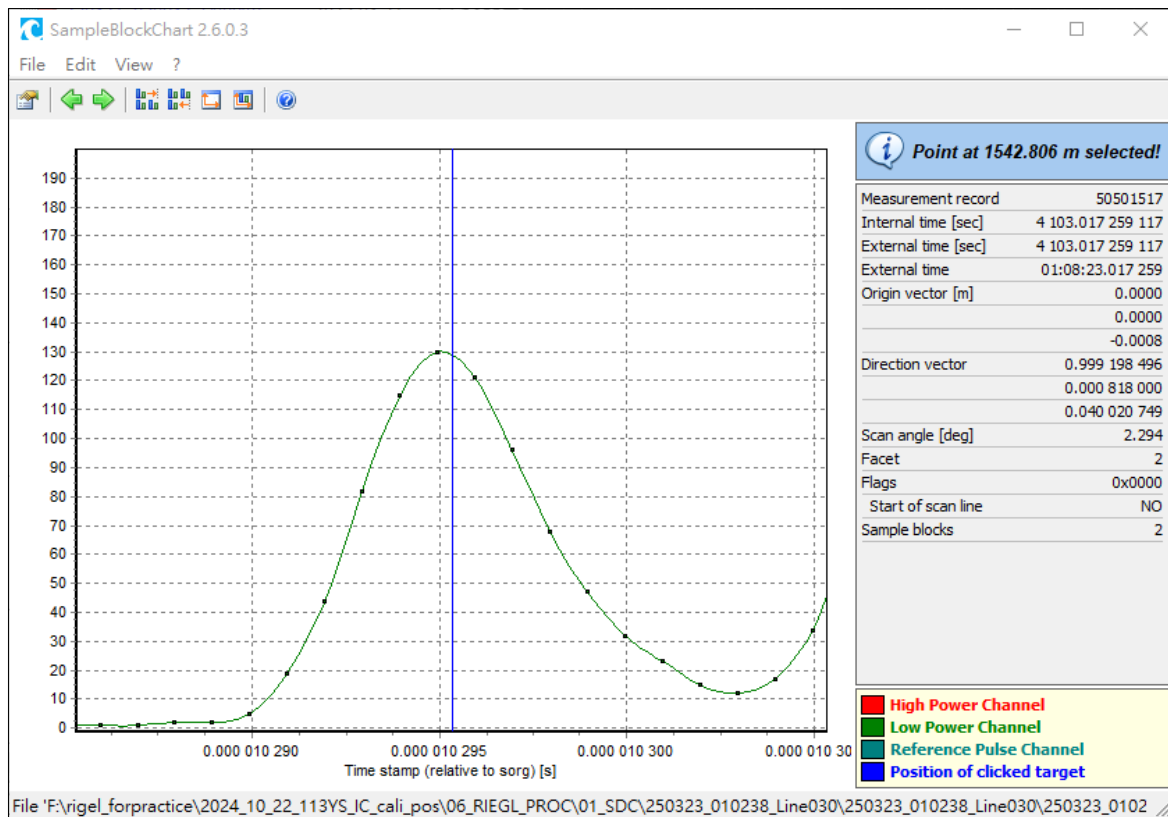


圖 1-148 全波形資料截圖－航線 030(後段)

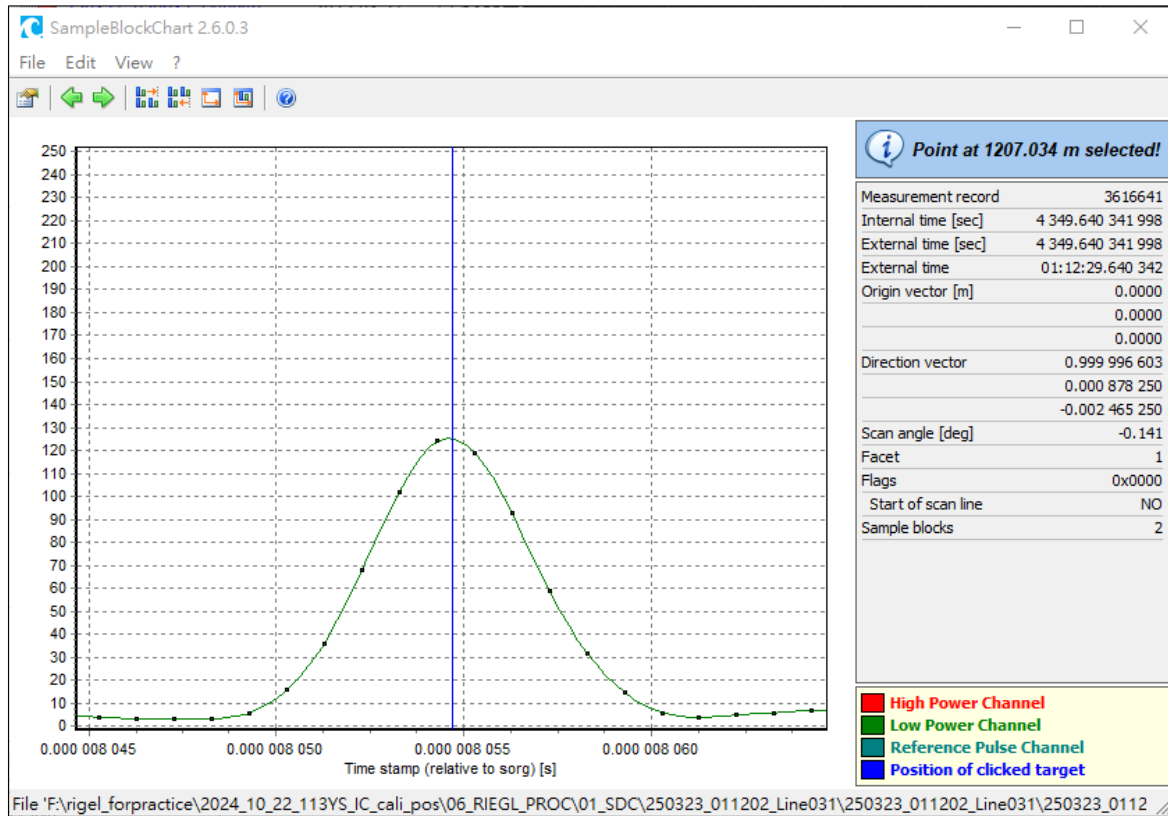


圖 1-149 全波形資料截圖－航線 031(前段)

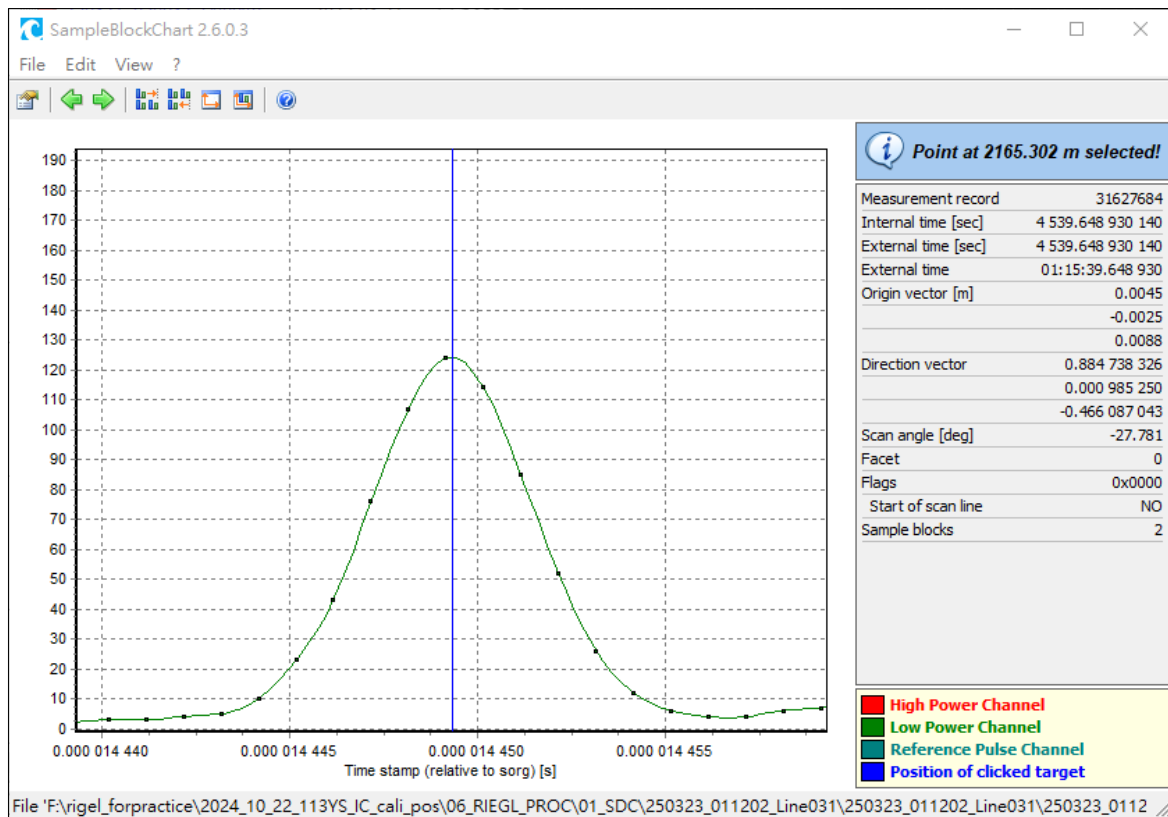


圖 1-150 全波形資料截圖－航線 031(中段)

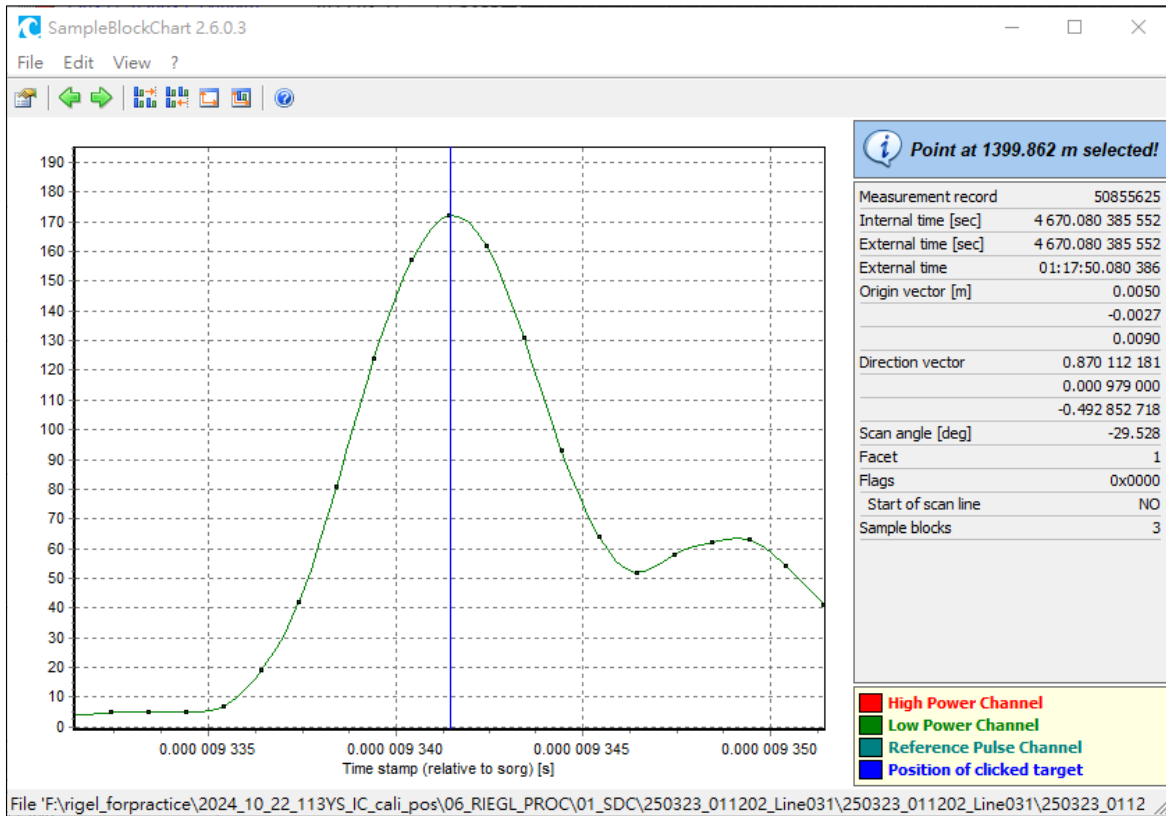


圖 1-151 全波形資料截圖－航線 031(後段)

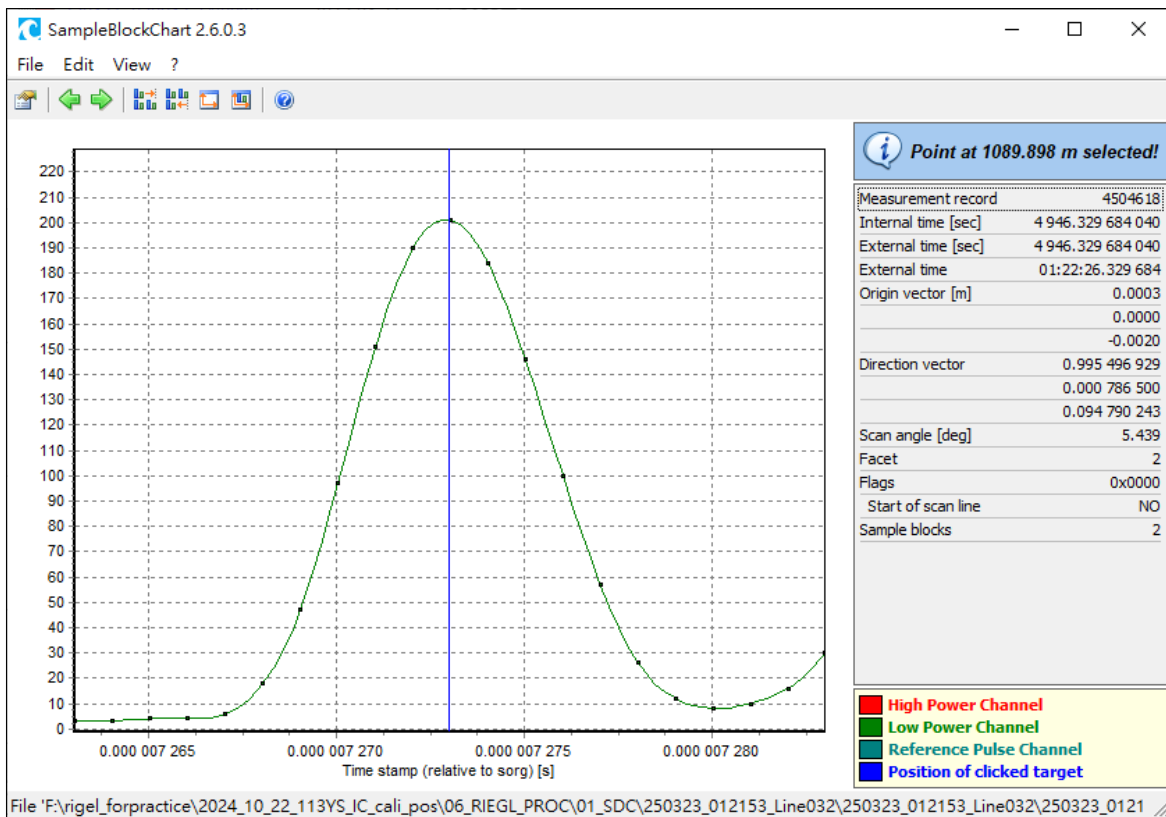


圖 1-152 全波形資料截圖－航線 032(前段)

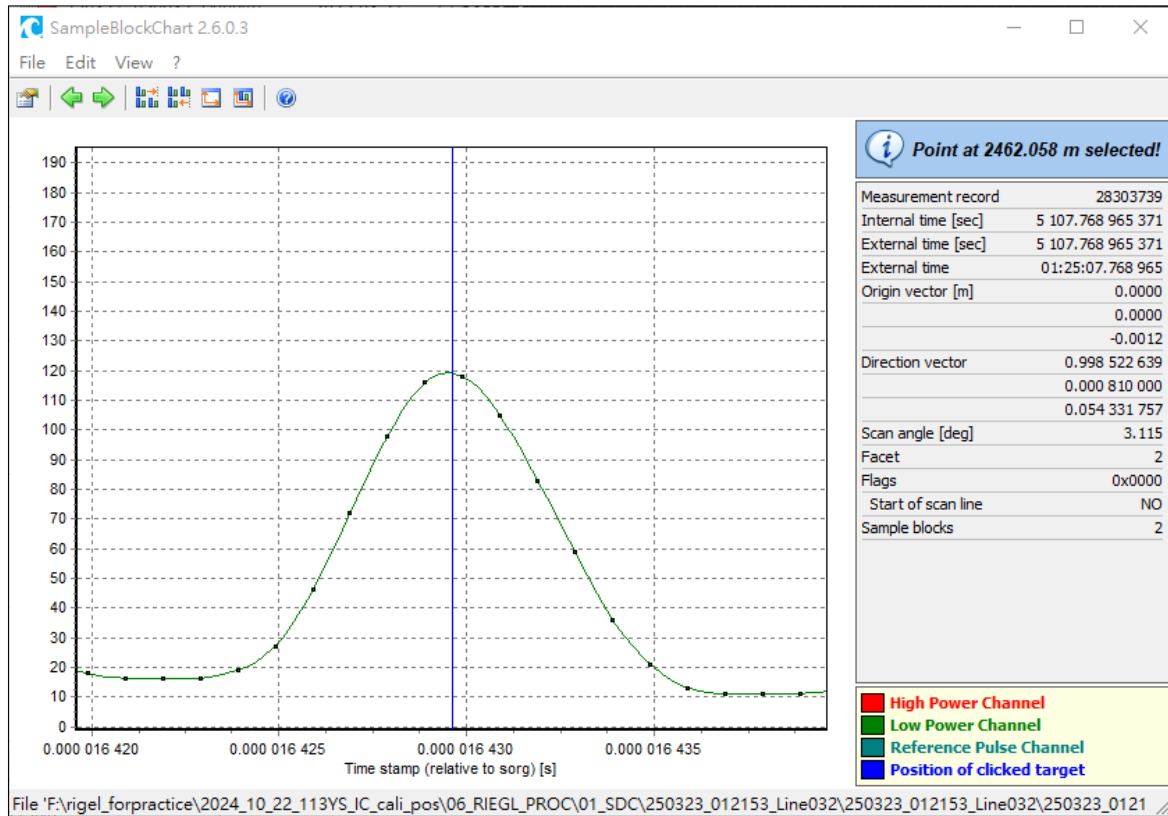


圖 1-153 全波形資料截圖－航線 032(中段)

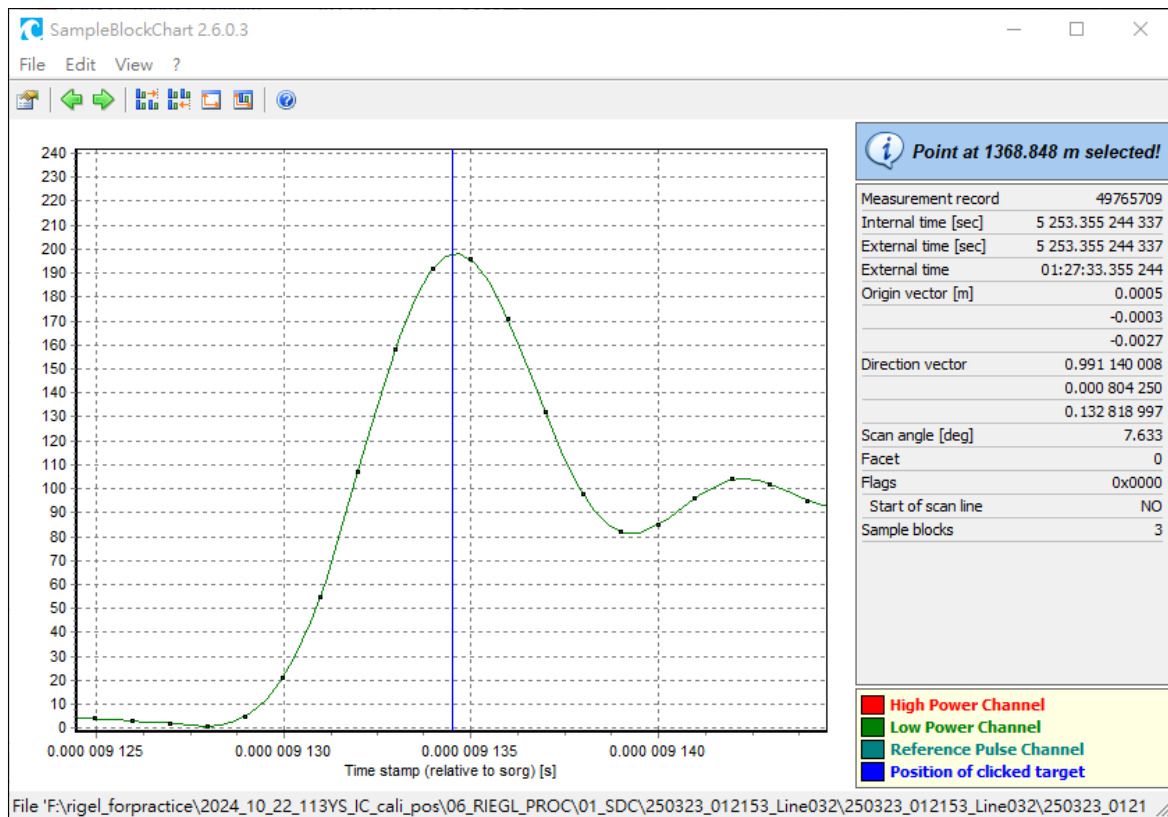


圖 1-154 全波形資料截圖－航線 032(後段)

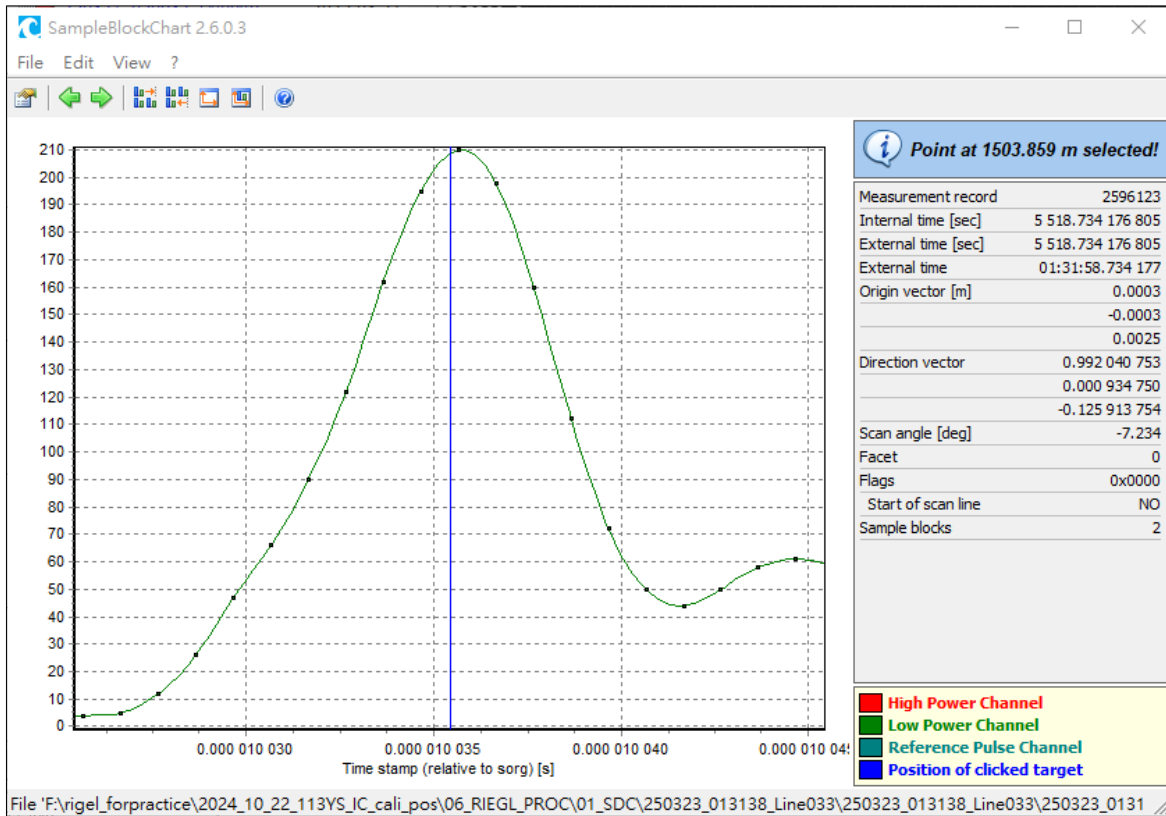


圖 1-155 全波形資料截圖－航線 033(前段)

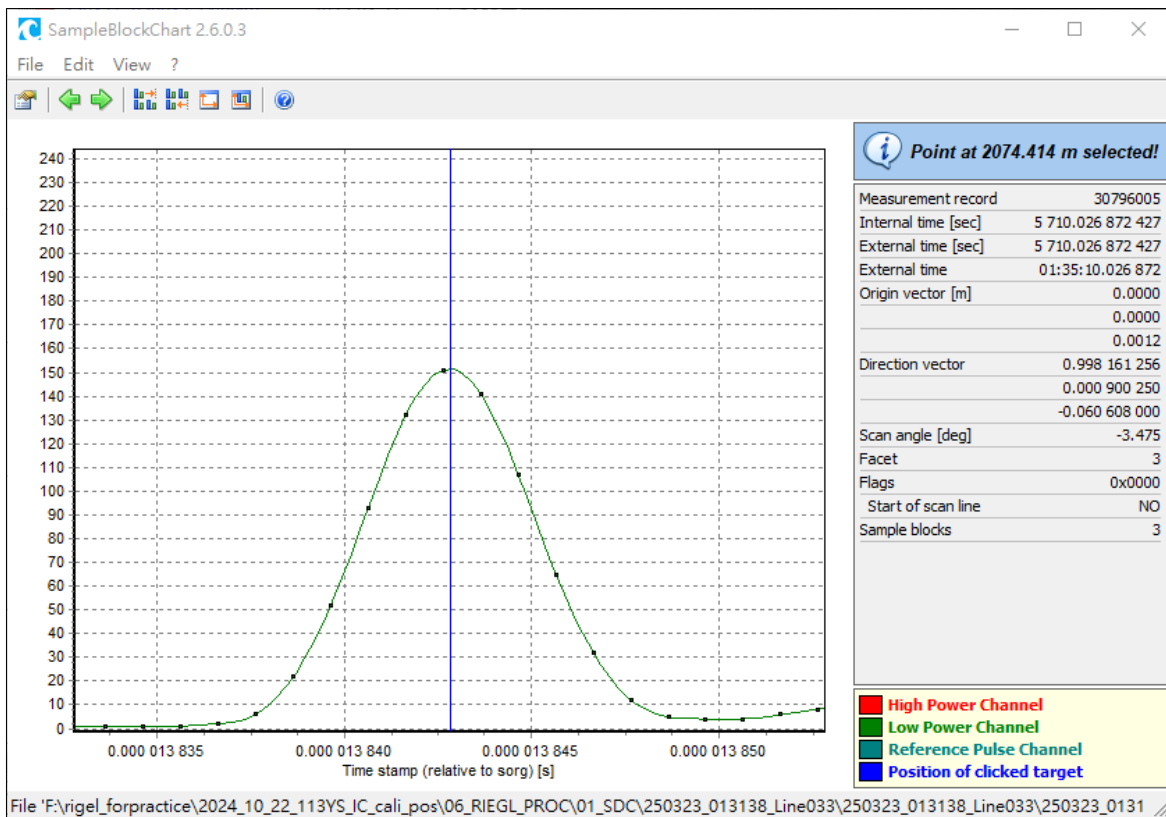


圖 1-156 全波形資料截圖－航線 033(中段)

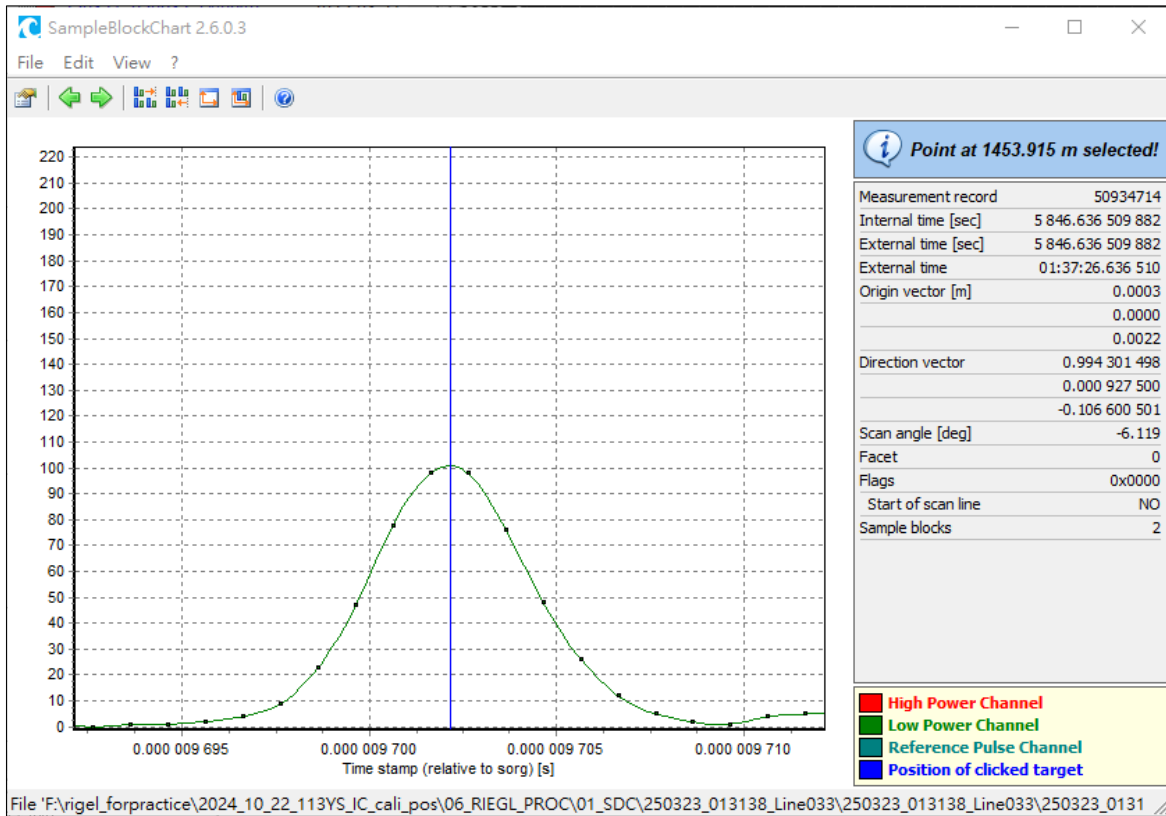


圖 1-157 全波形資料截圖－航線 033(後段)

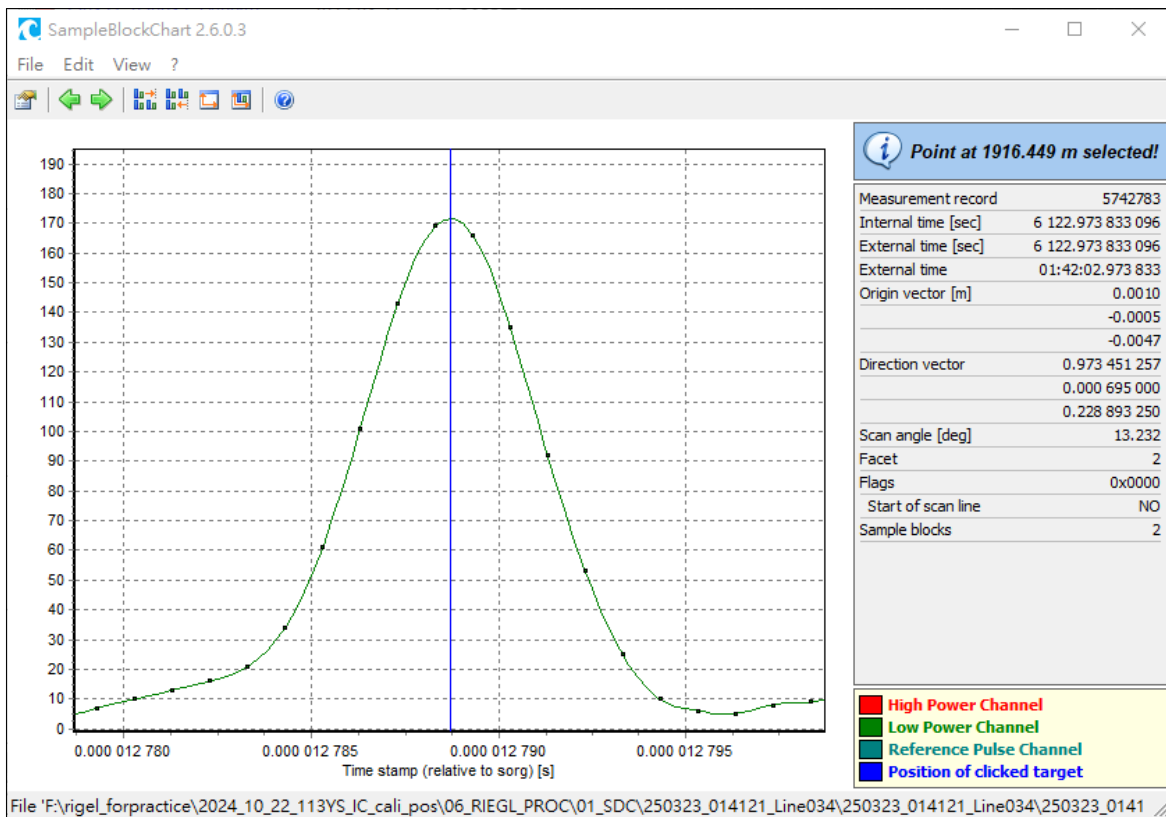


圖 1-158 全波形資料截圖－航線 034(前段)

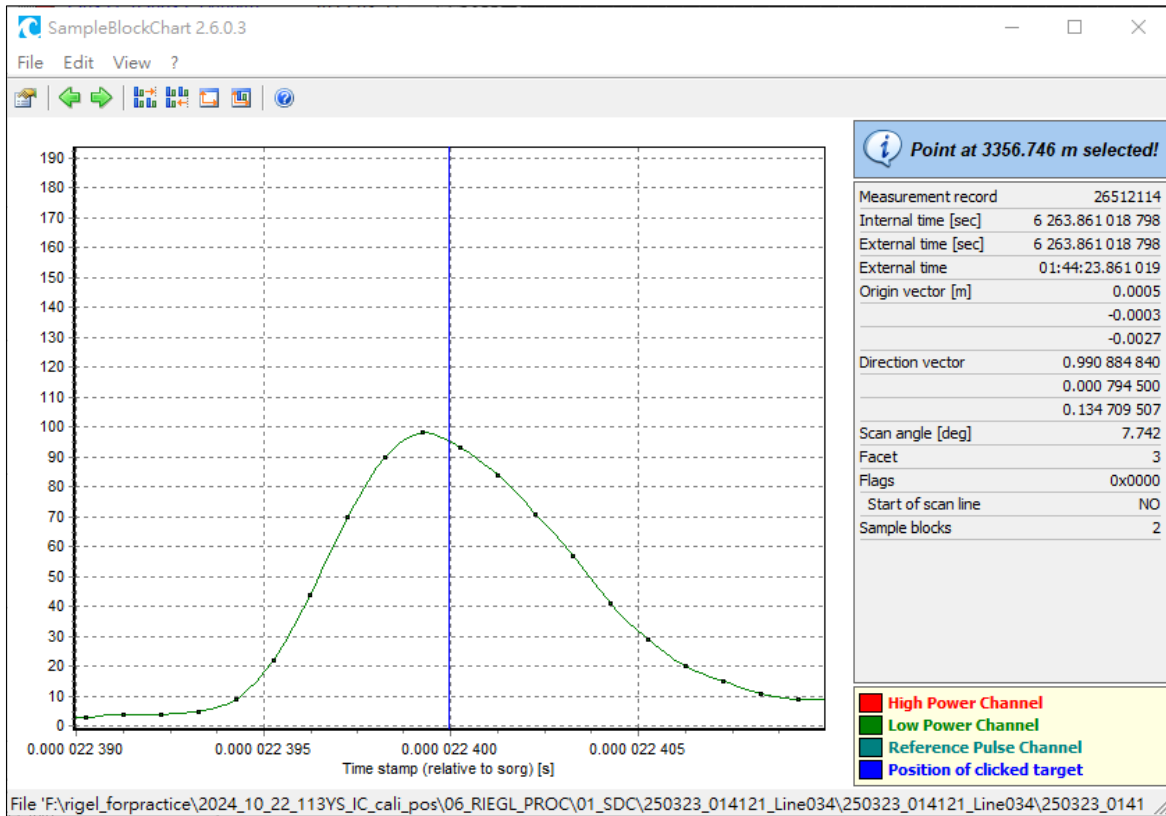


圖 1-159 全波形資料截圖－航線 034(中段)

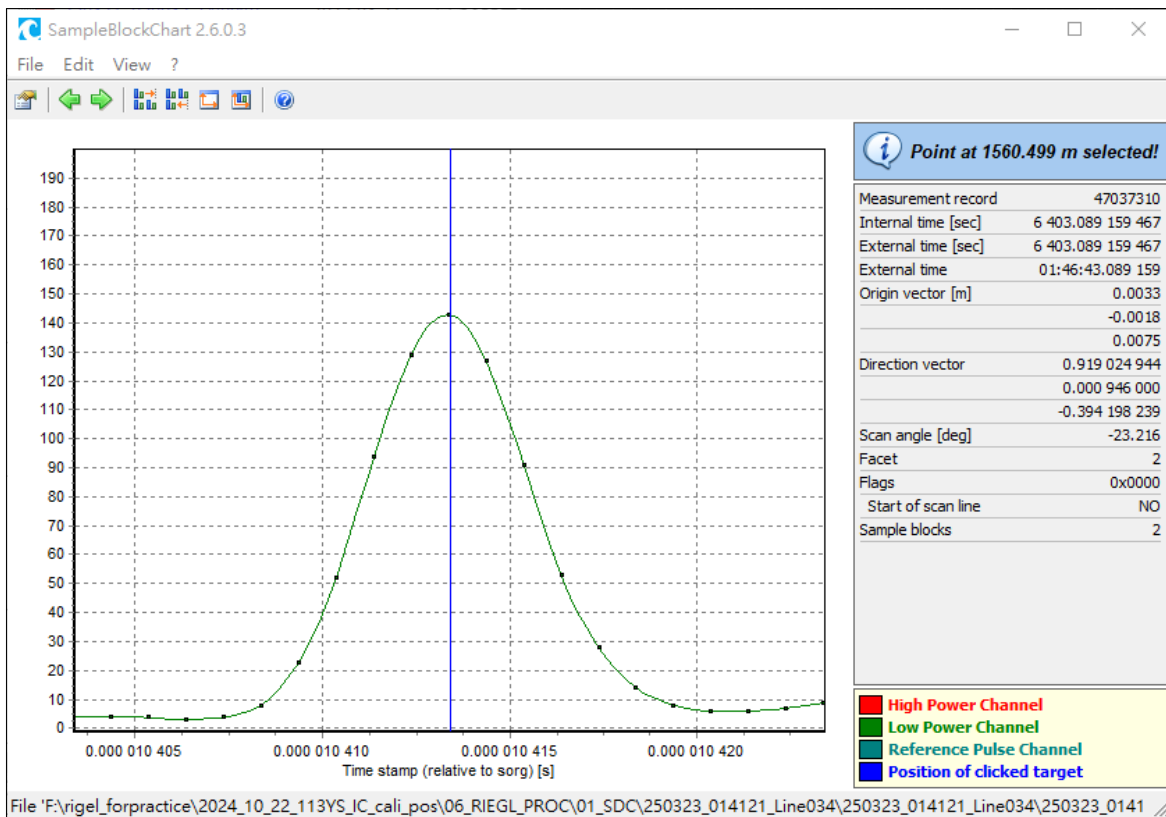


圖 1-160 全波形資料截圖－航線 034(後段)

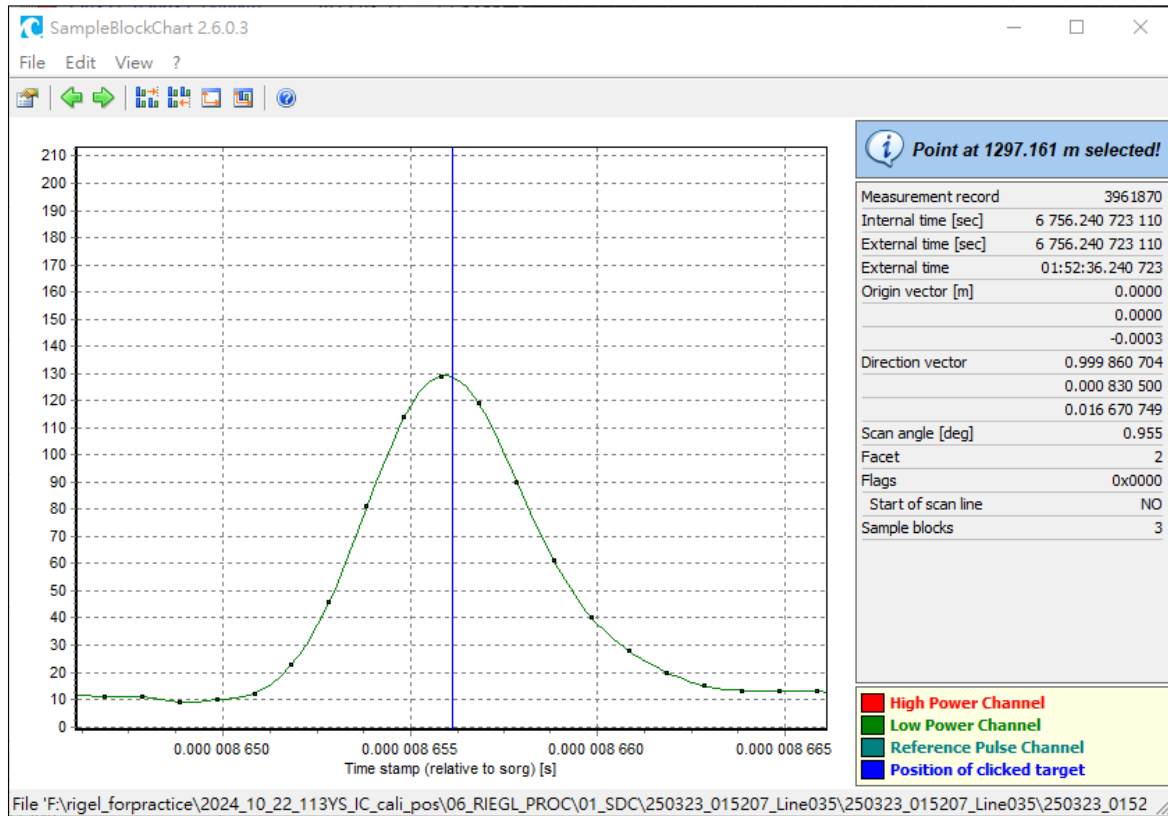


圖 1-161 全波形資料截圖－航線 035(前段)

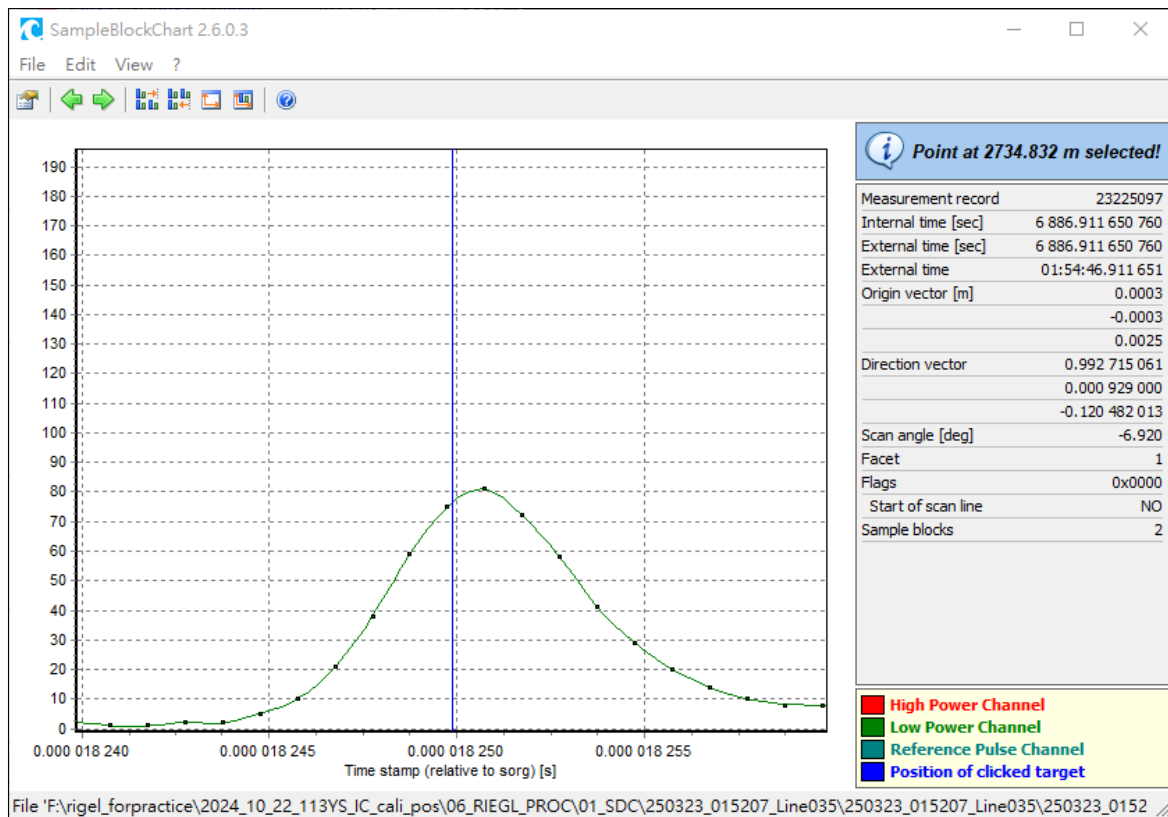


圖 1-162 全波形資料截圖－航線 035(中段)

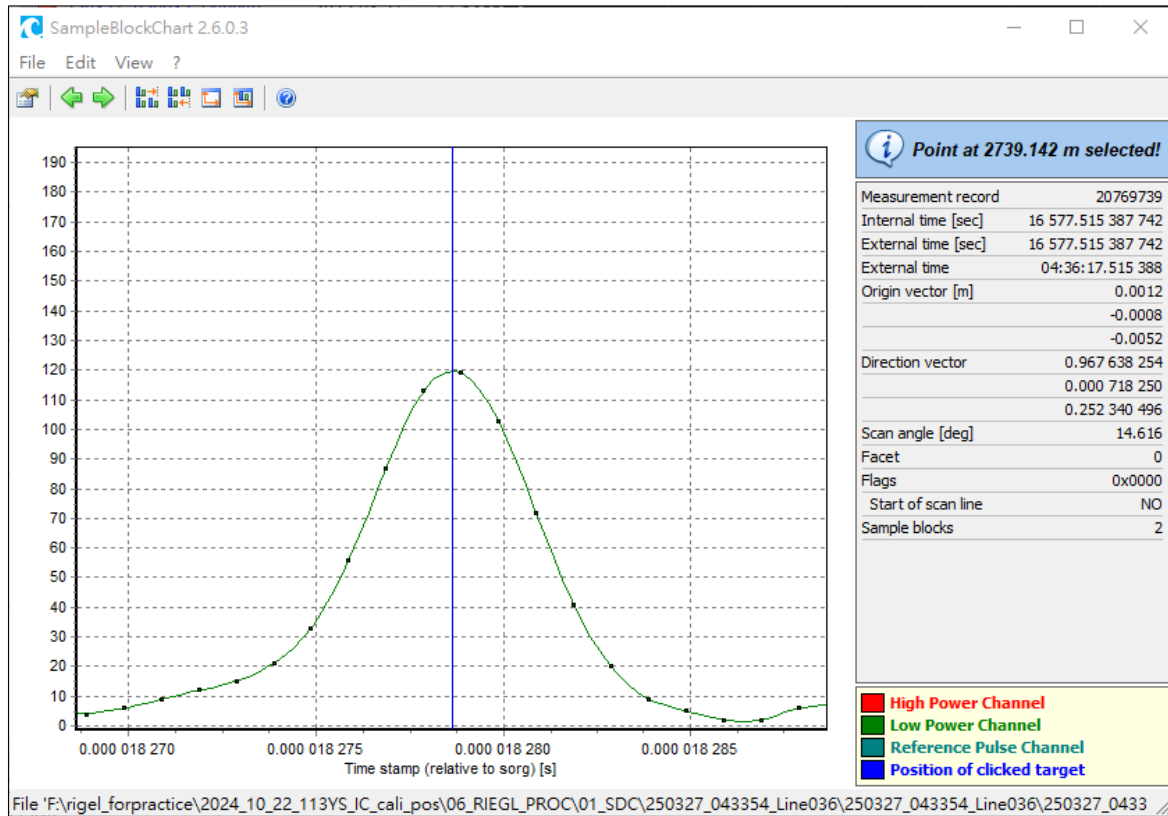


圖 1-165 全波形資料截圖－航線 036(中段)

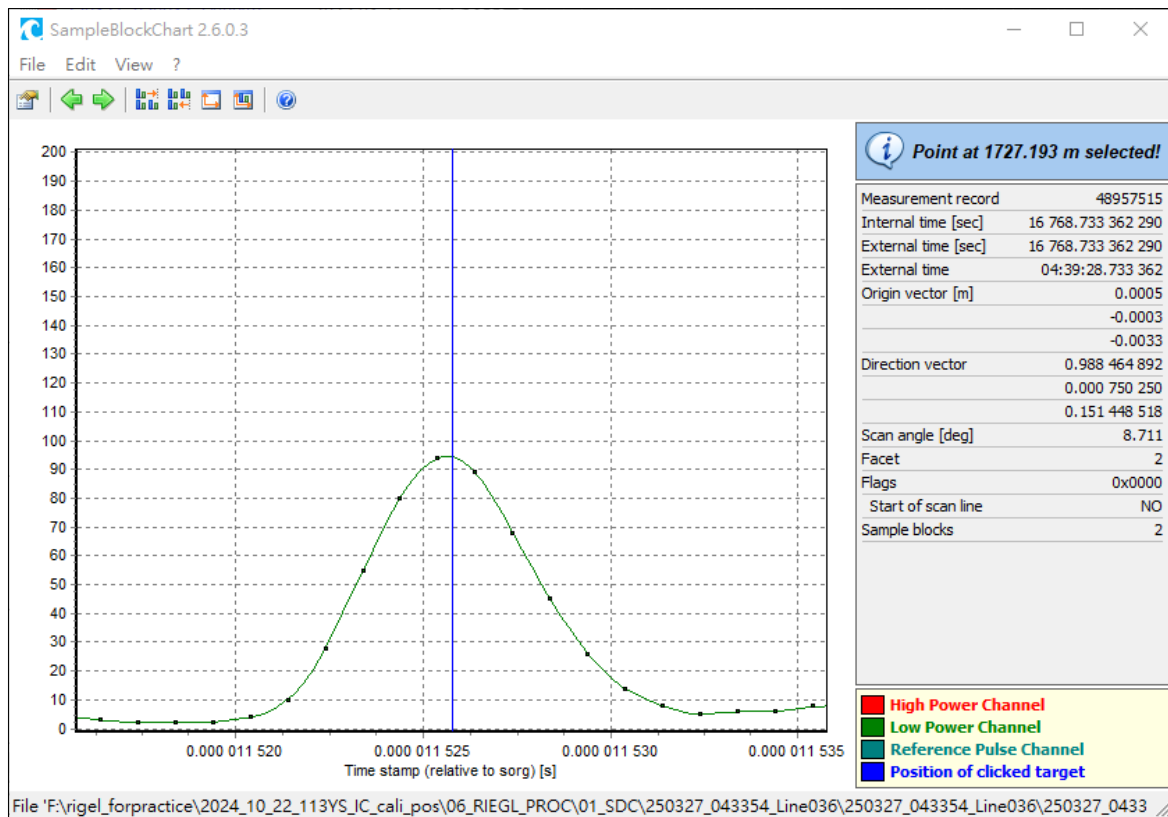


圖 1-166 全波形資料截圖－航線 036(後段)

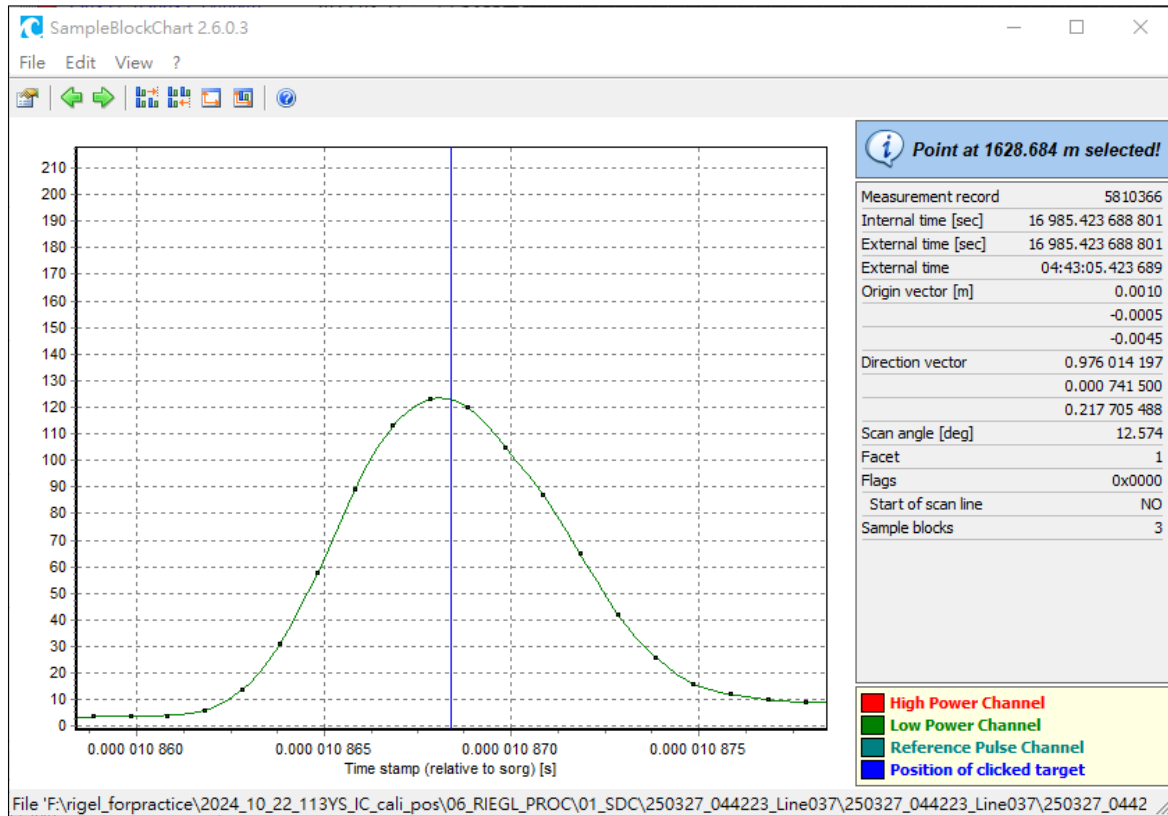


圖 1-167 全波形資料截圖－航線 037(前段)

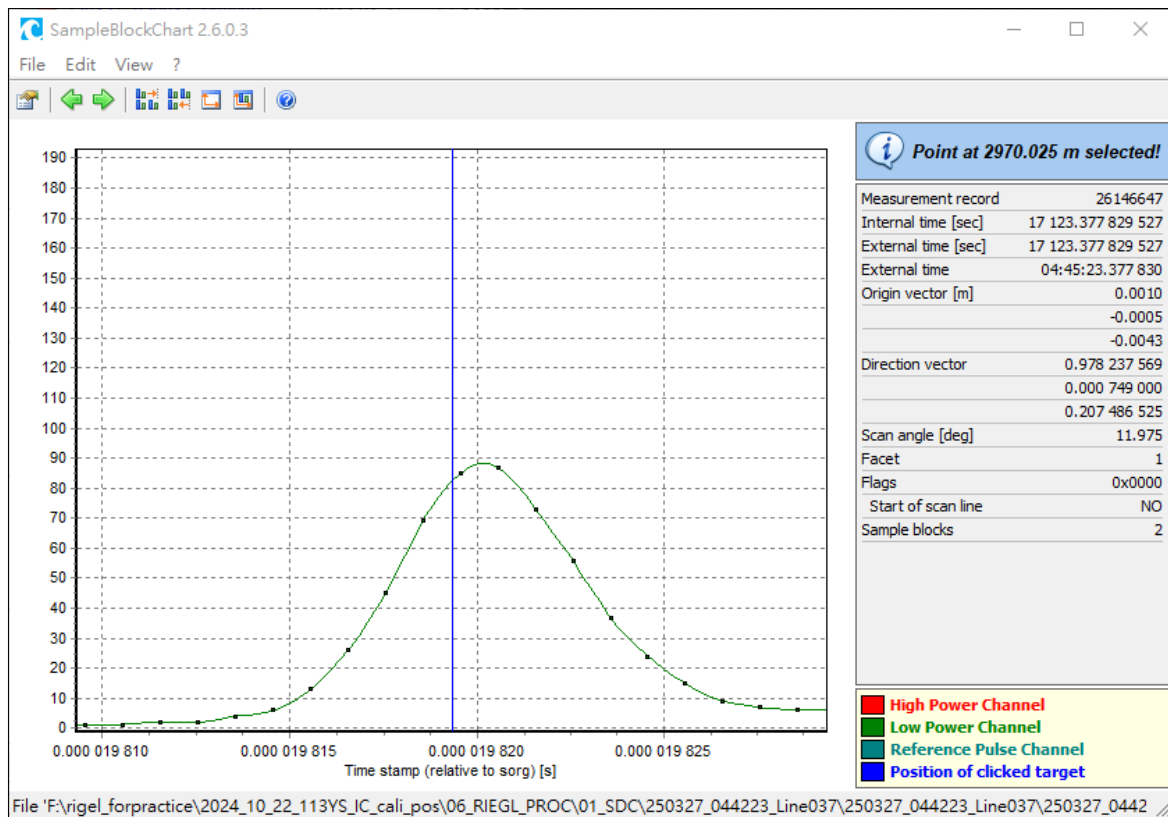


圖 1-168 全波形資料截圖－航線 037(中段)

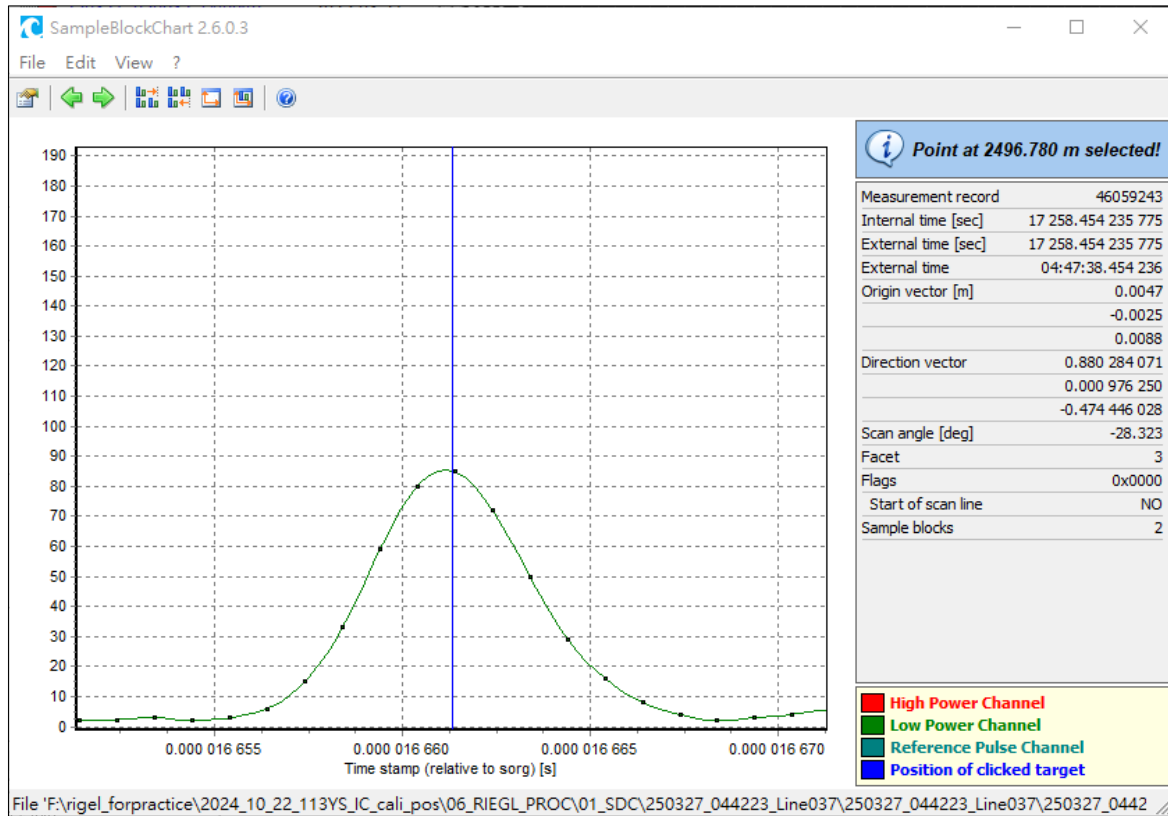


圖 1-169 全波形資料截圖－航線 037(後段)

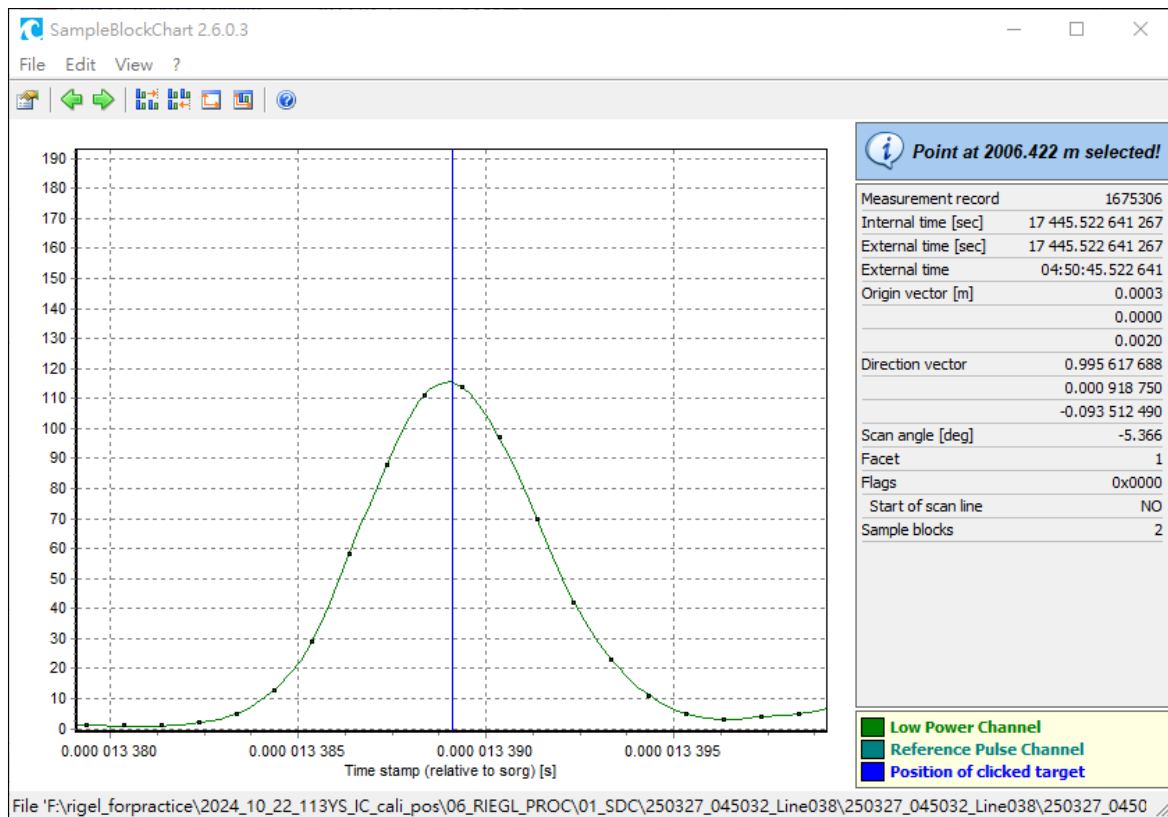


圖 1-170 全波形資料截圖－航線 038(前段)

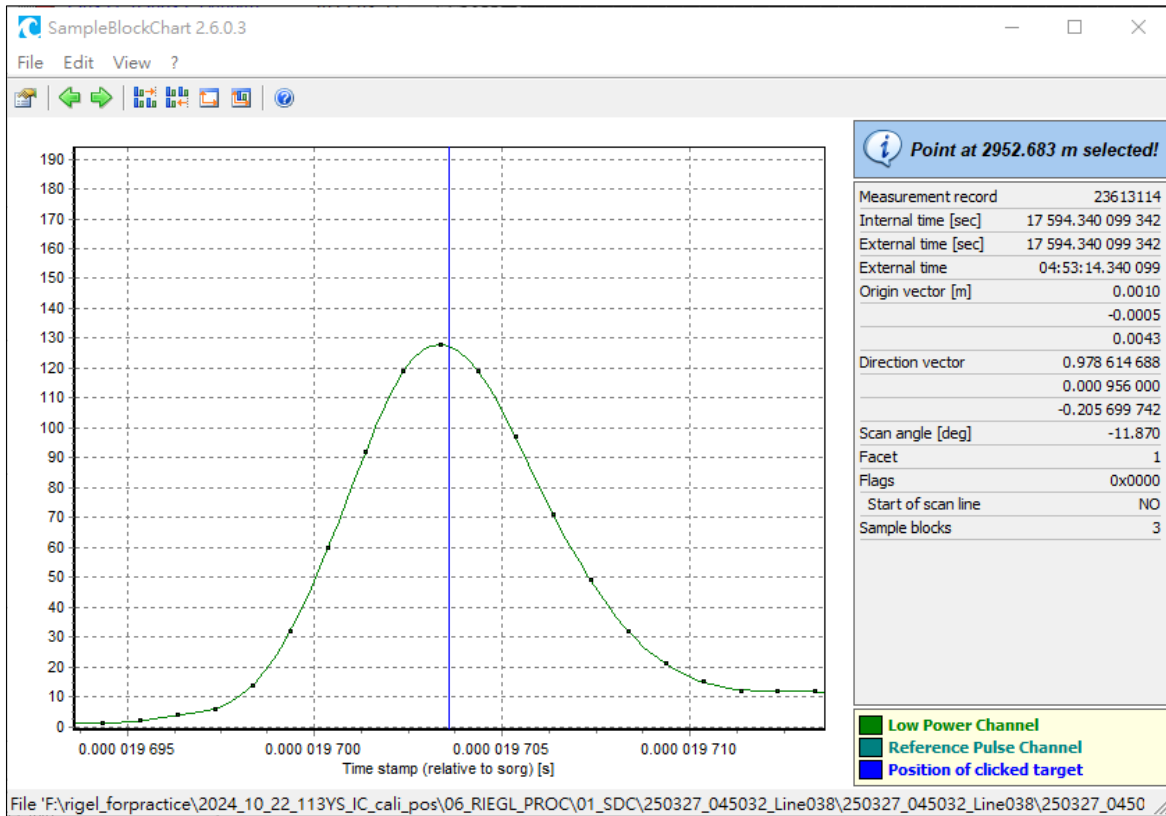


圖 1-171 全波形資料截圖－航線 038(中段)

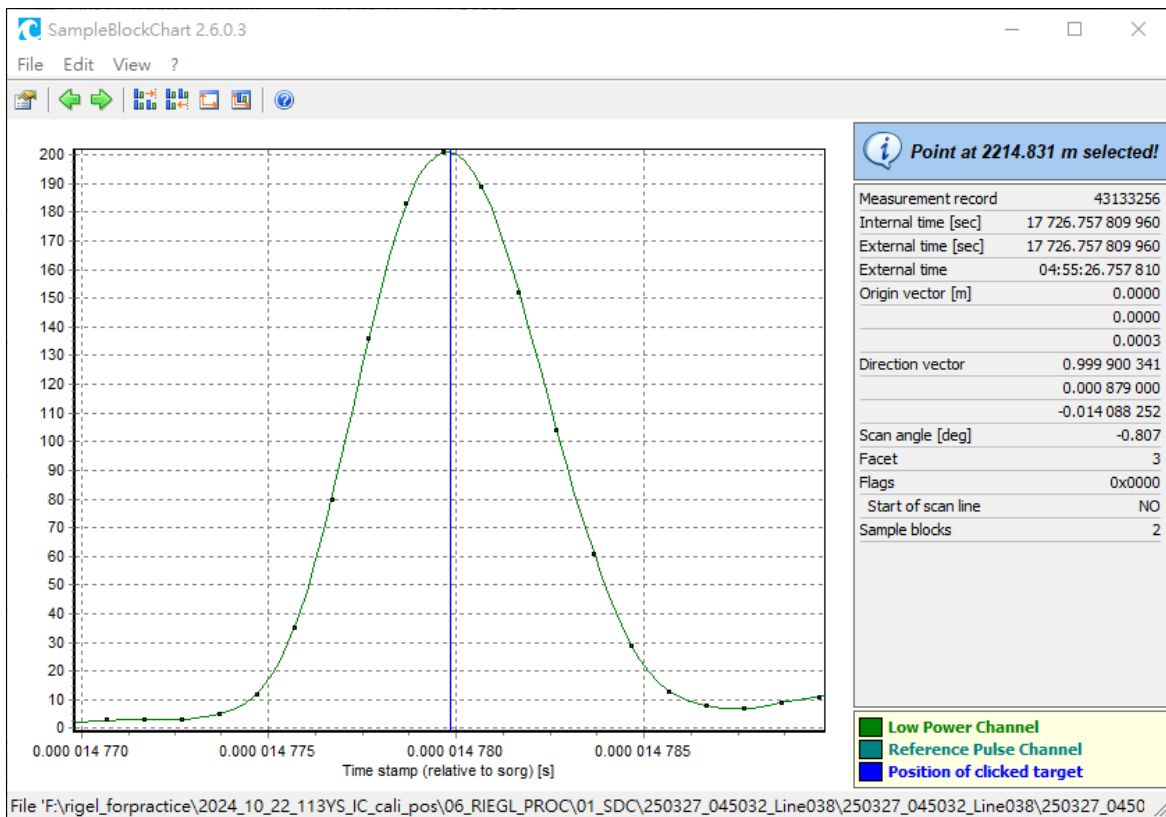


圖 1-172 全波形資料截圖－航線 038(後段)

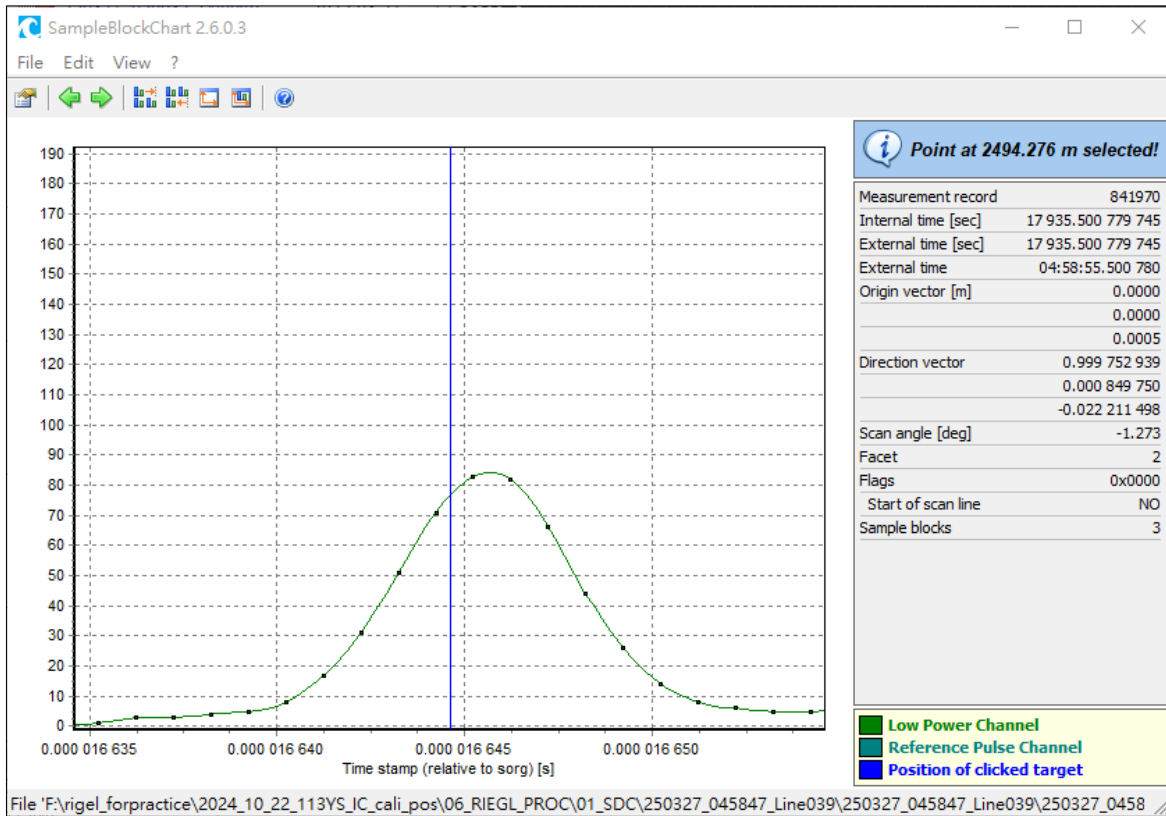


圖 1-173 全波形資料截圖－航線 039(前段)

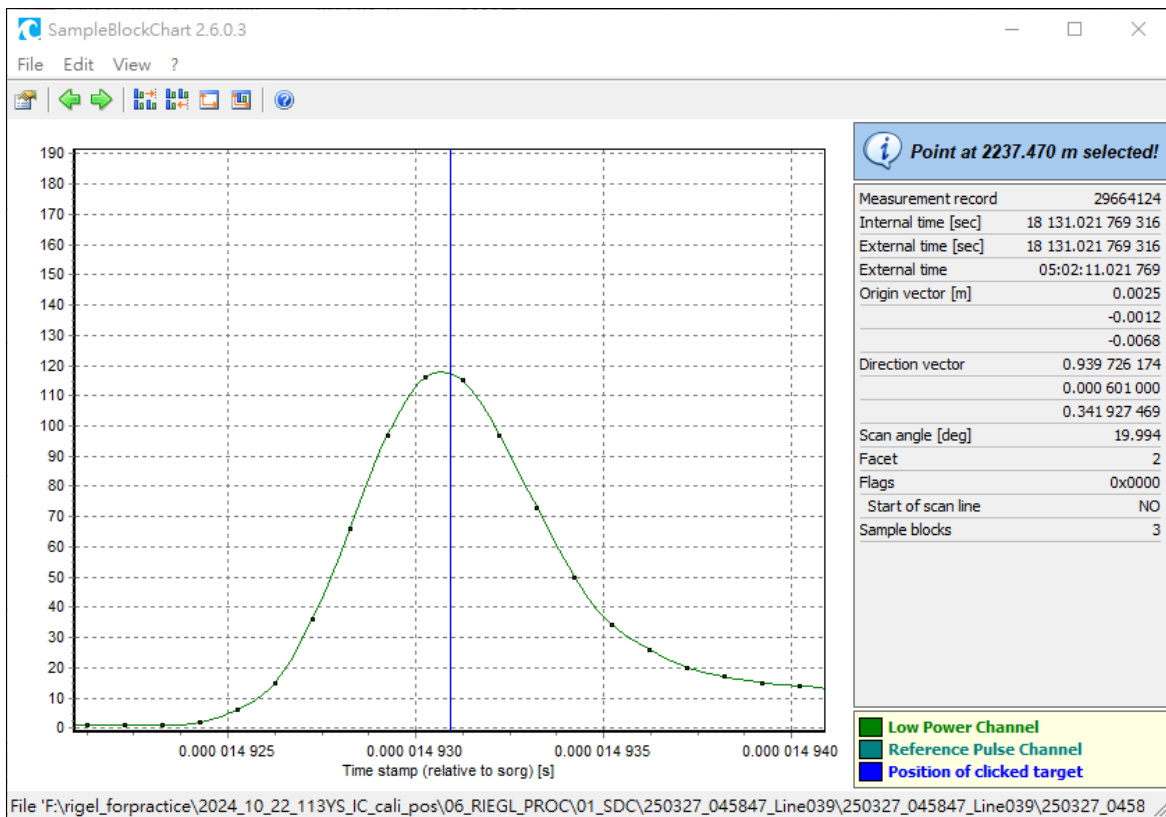


圖 1-174 全波形資料截圖－航線 039(中段)

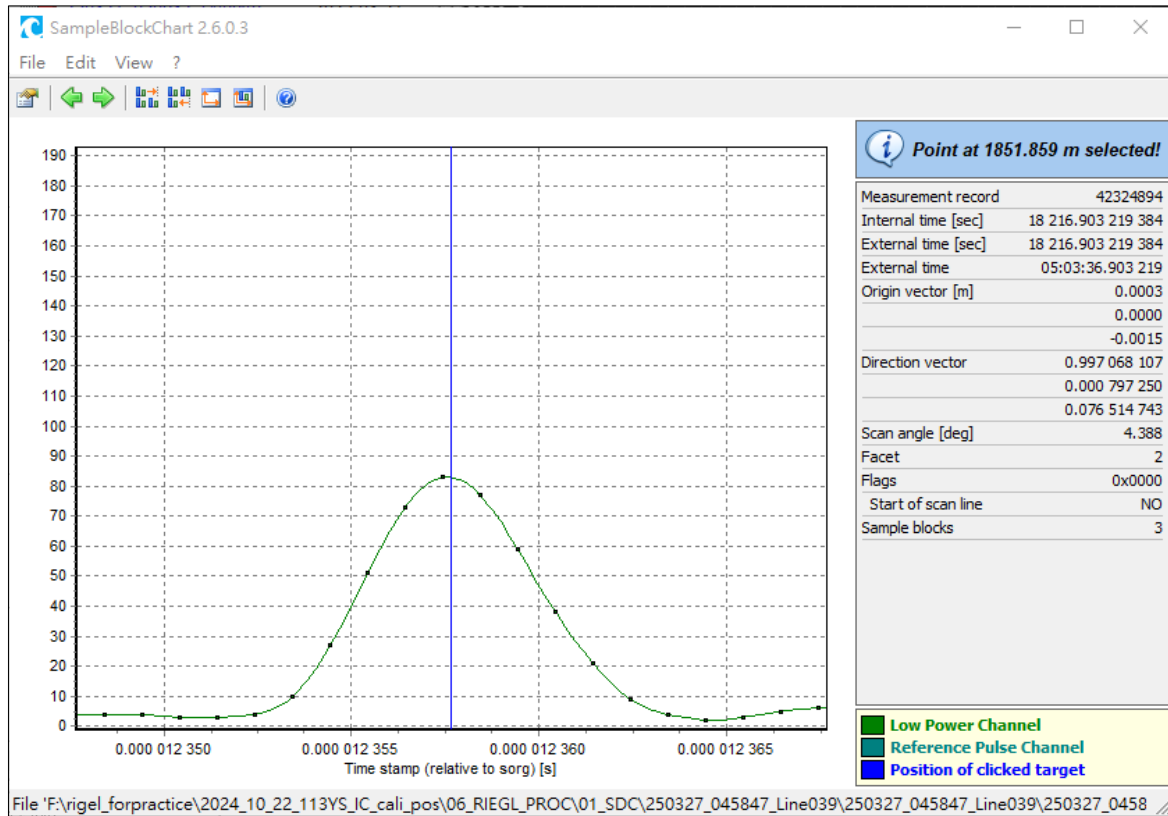


圖 1-175 全波形資料截圖－航線 039(後段)

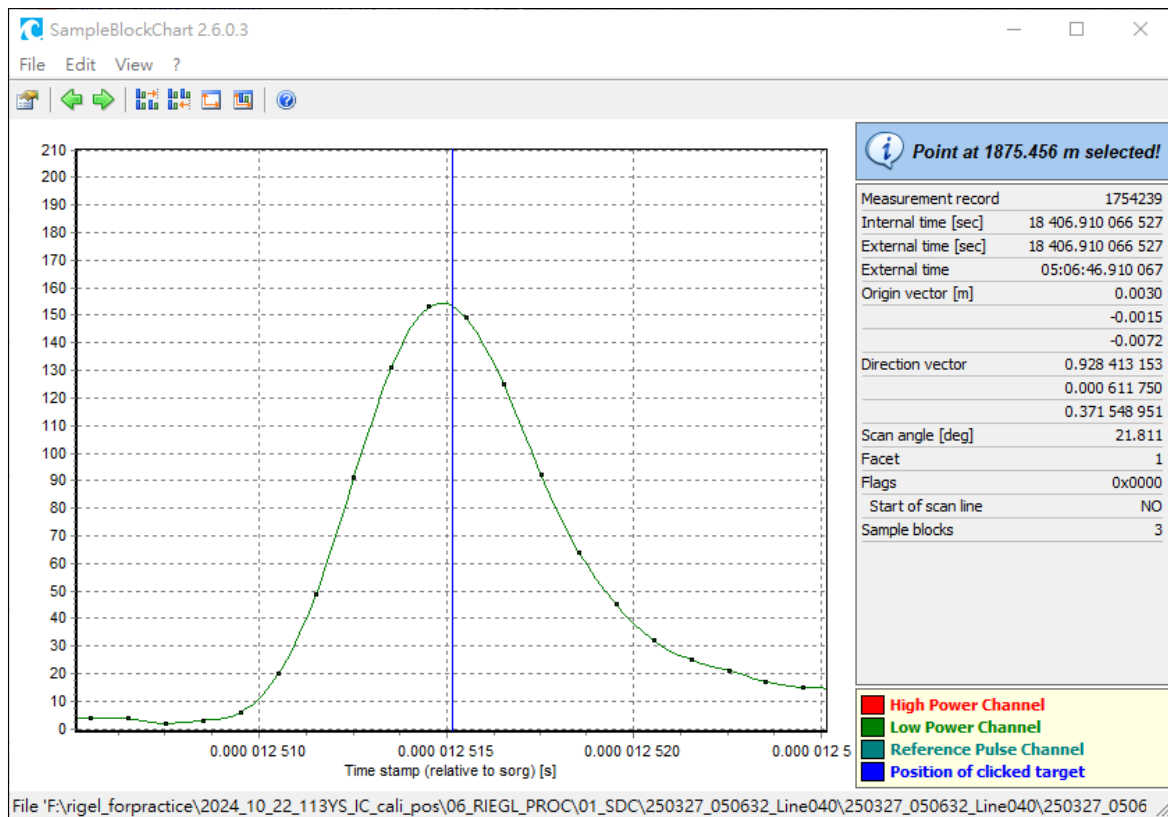


圖 1-176 全波形資料截圖－航線 040(前段)

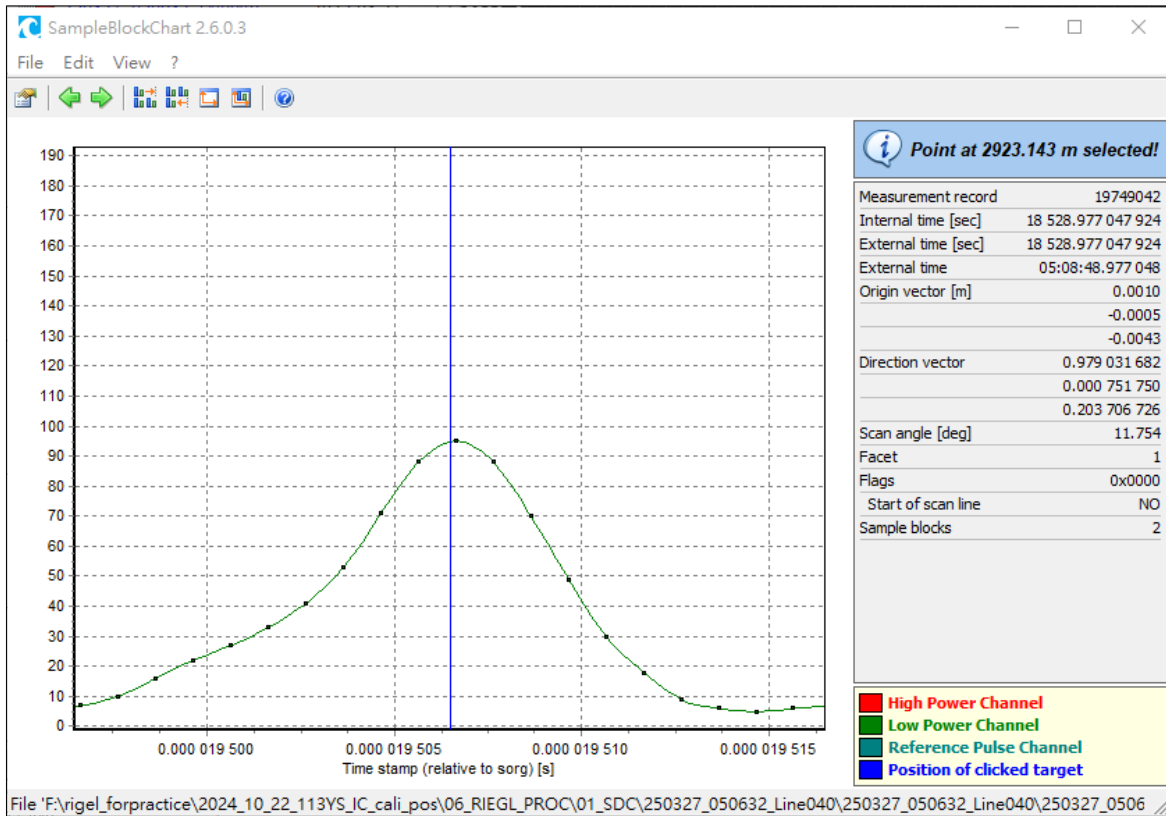


圖 1-177 全波形資料截圖－航線 040(中段)

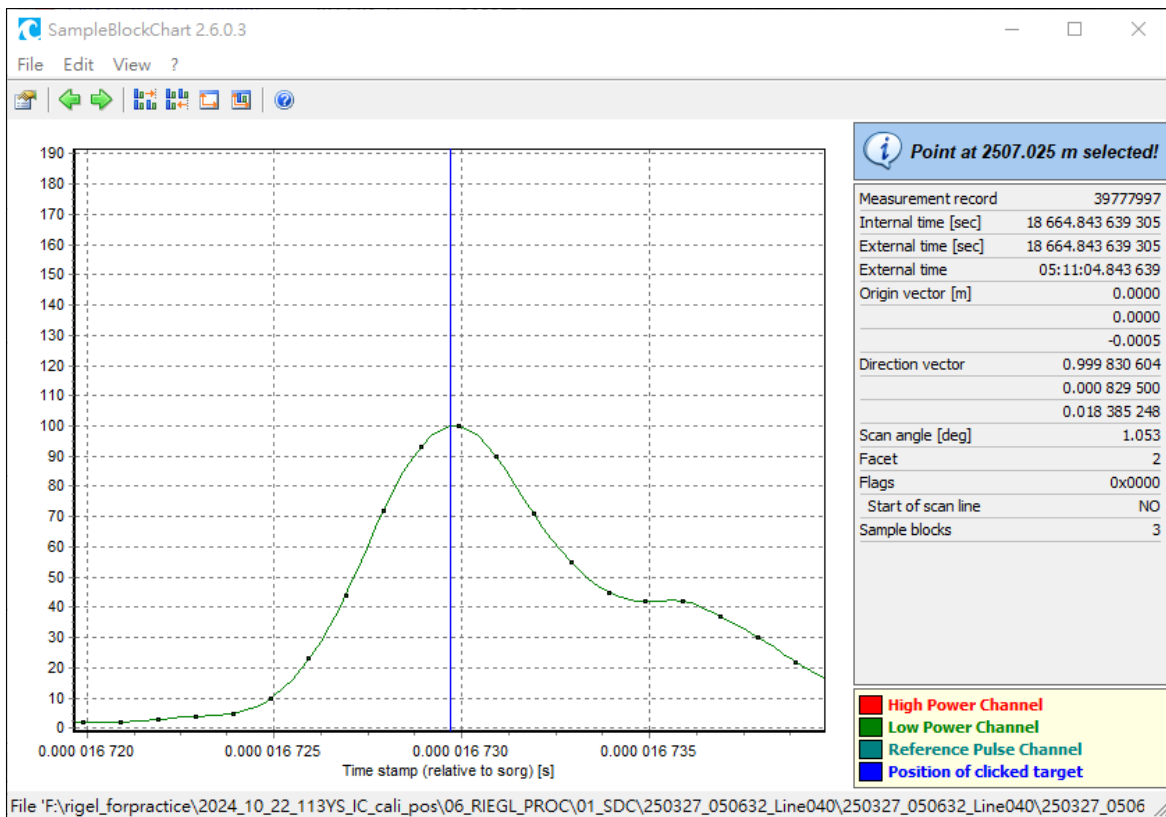


圖 1-178 全波形資料截圖－航線 040(後段)

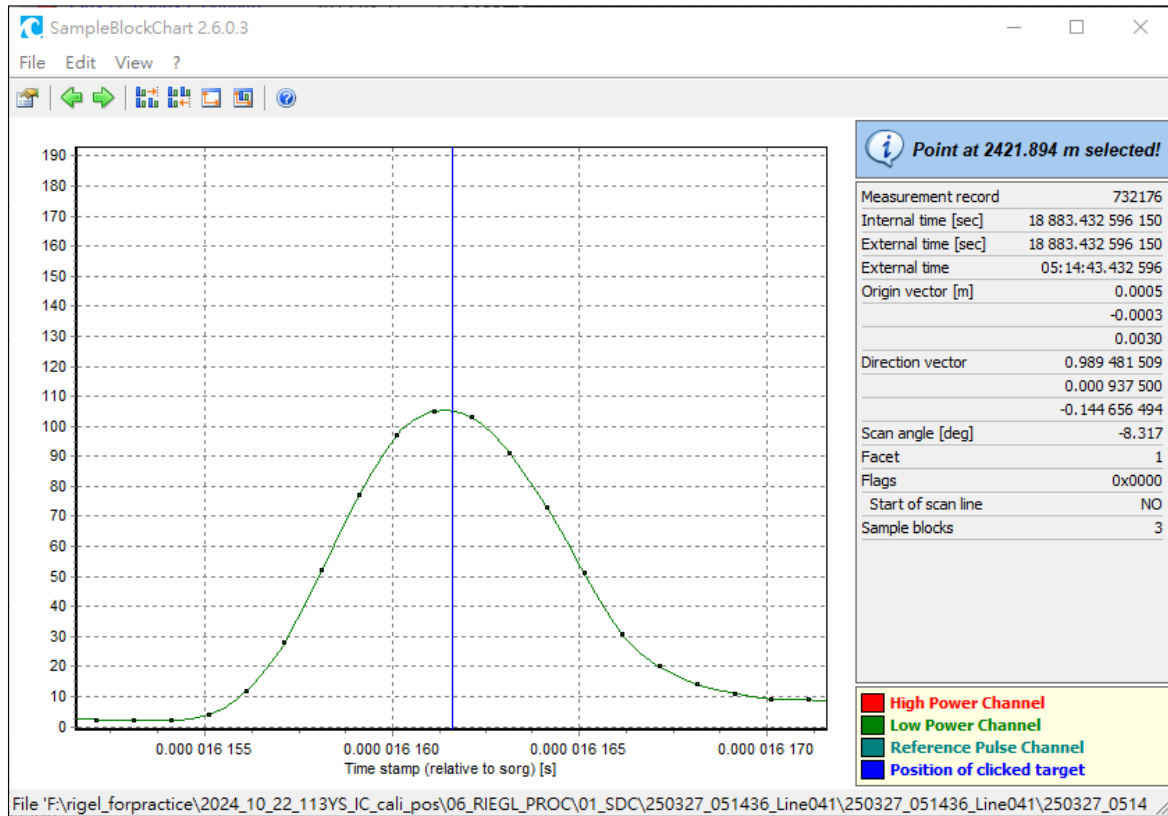


圖 1-179 全波形資料截圖－航線 041(前段)

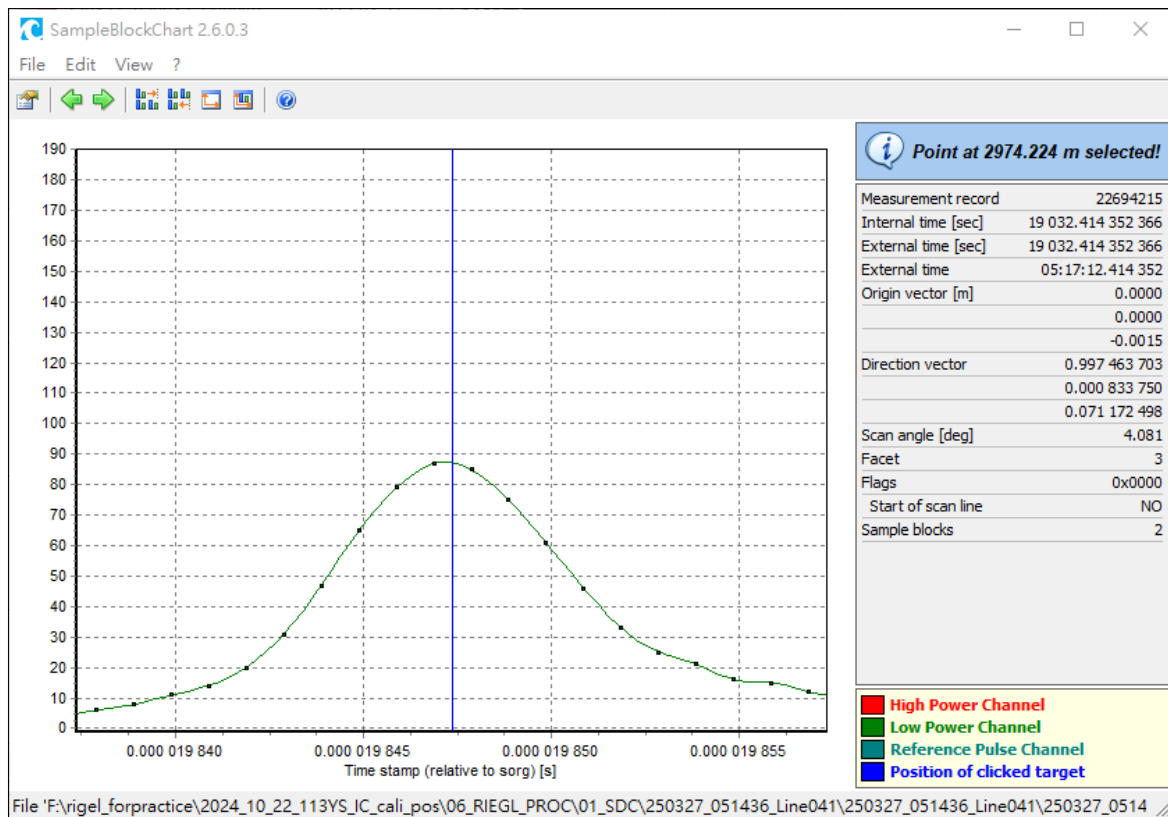


圖 1-180 全波形資料截圖－航線 041(中段)

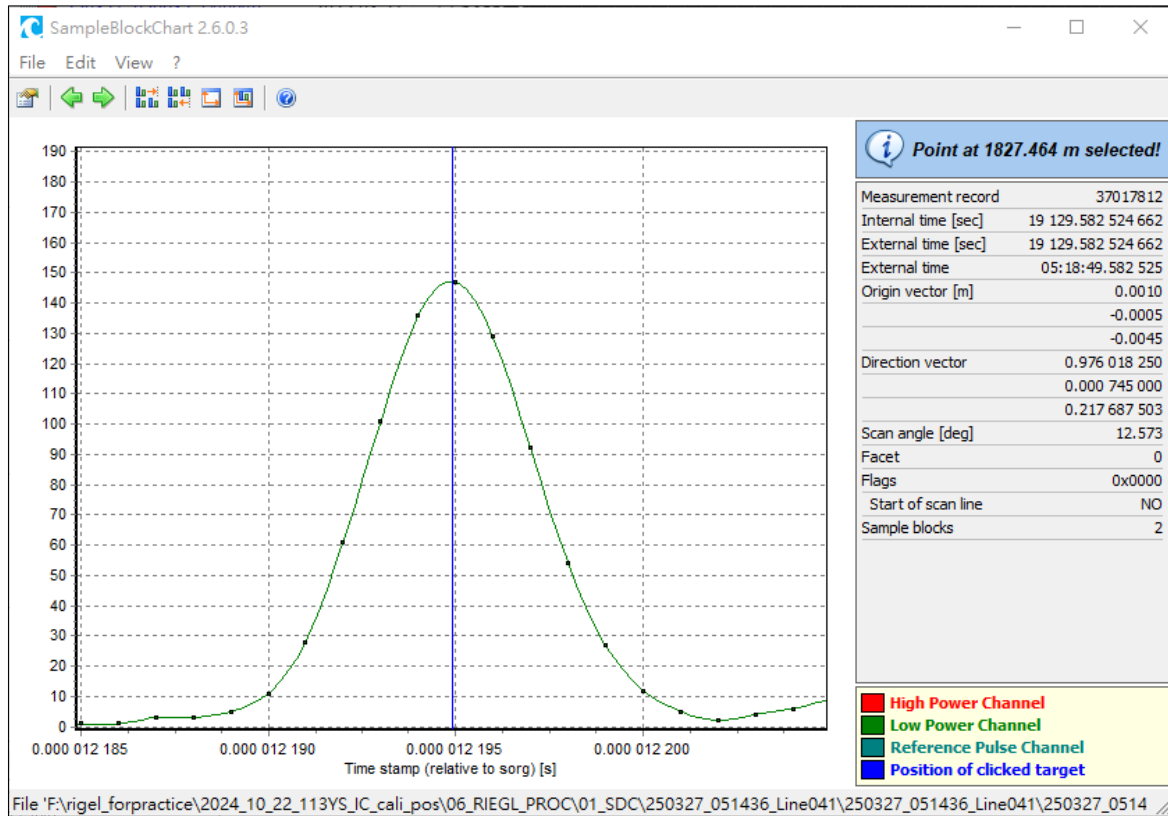


圖 1-181 全波形資料截圖－航線 041(後段)

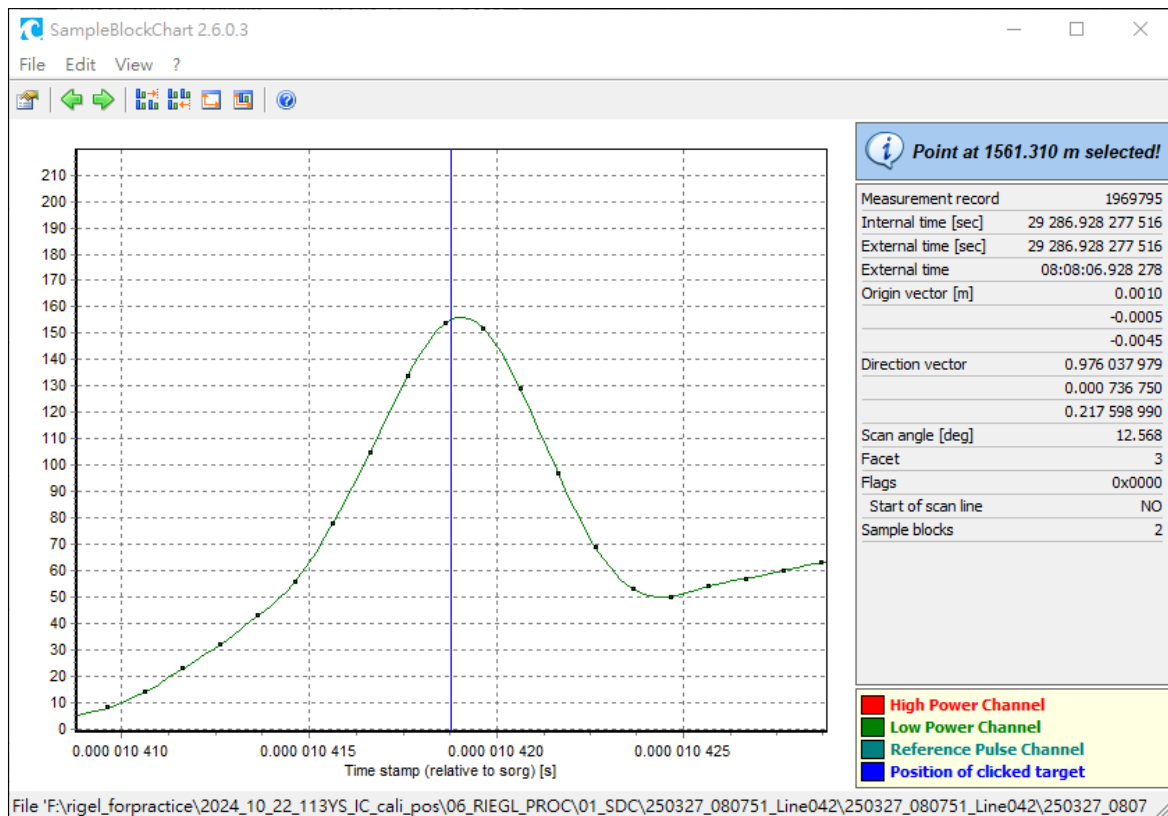


圖 1-182 全波形資料截圖－航線 042(前段)

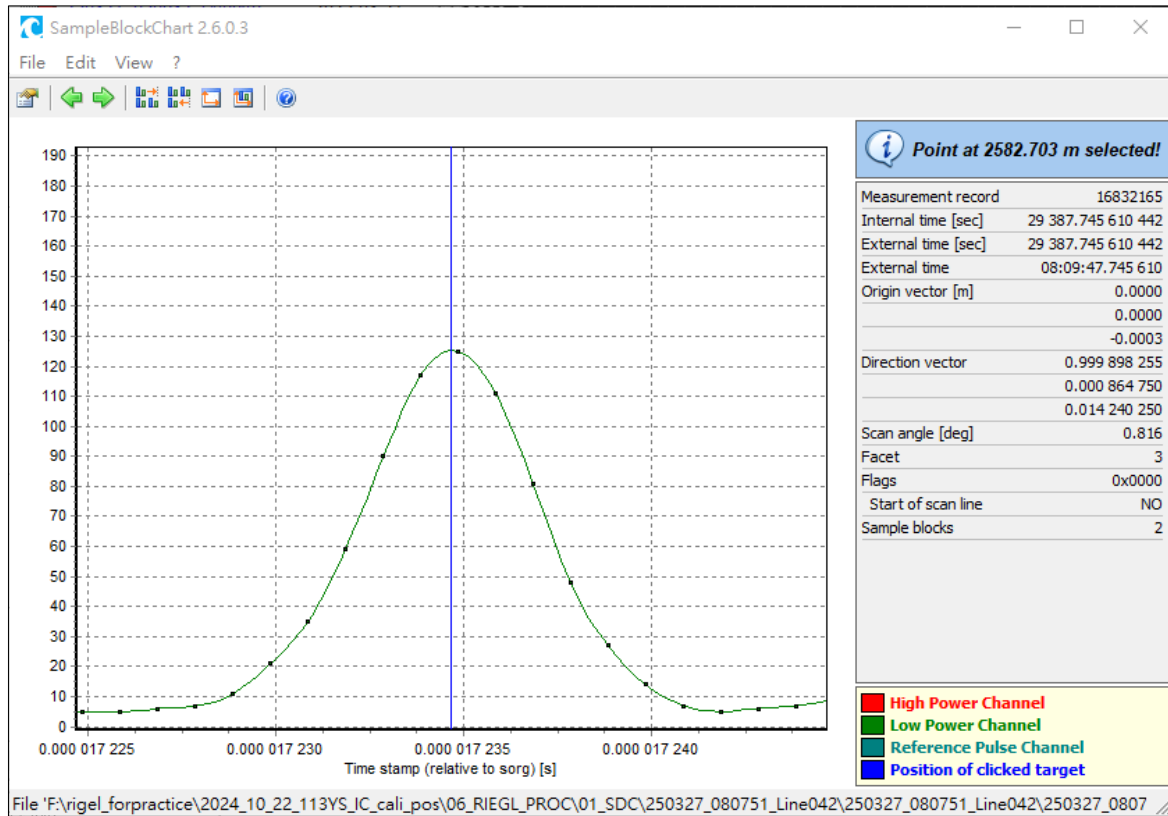


圖 1-183 全波形資料截圖－航線 042(中段)

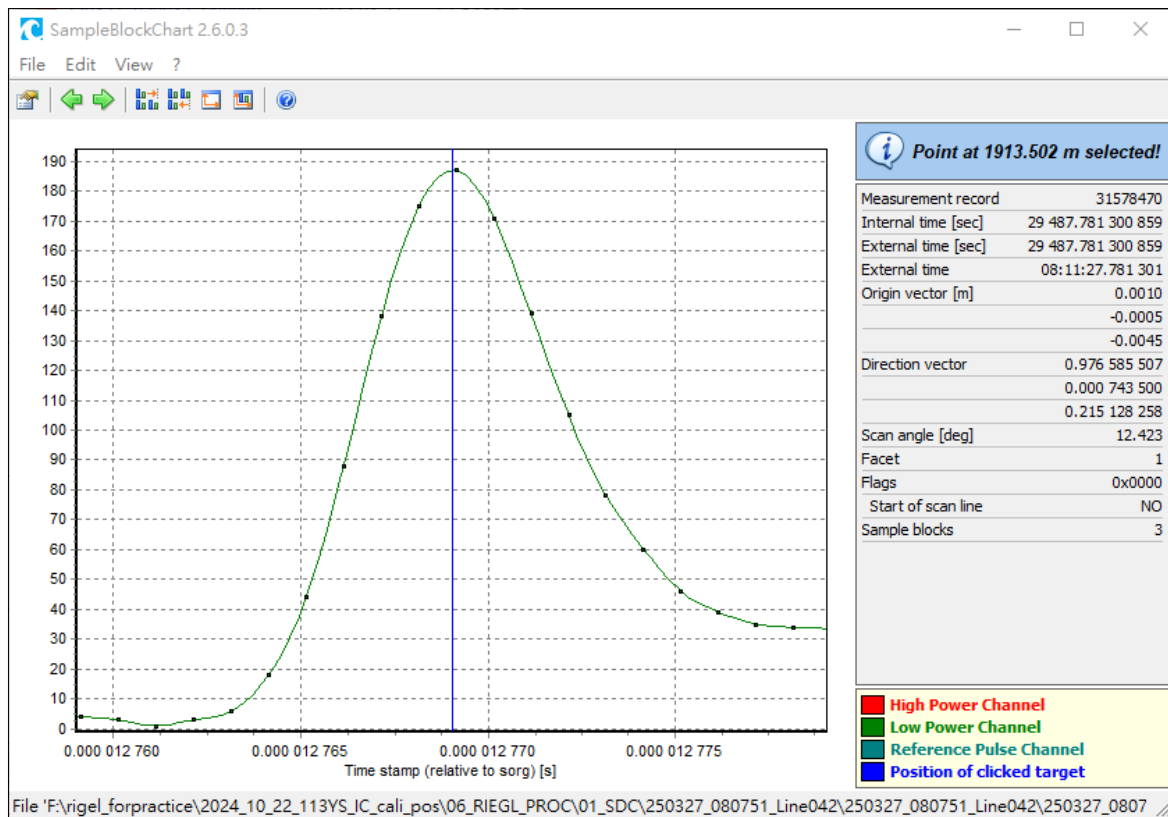


圖 1-184 全波形資料截圖－航線 042(後段)

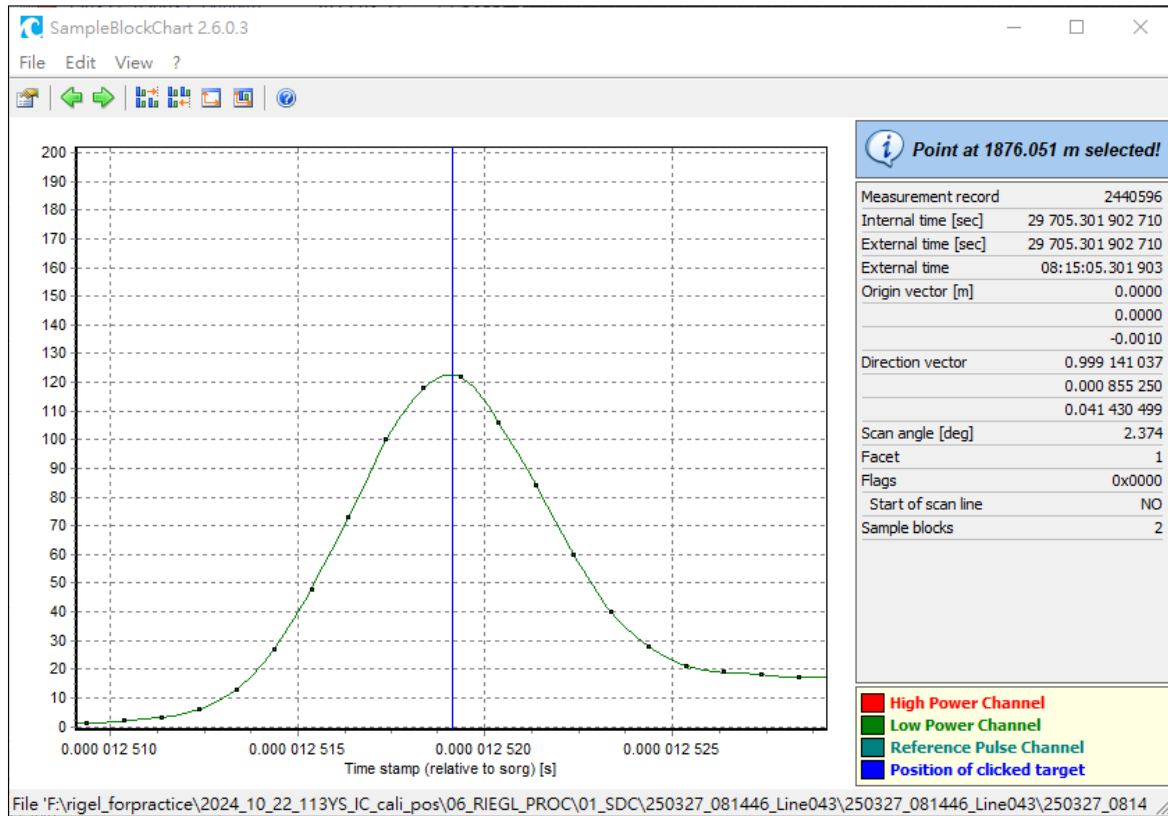


圖 1-185 全波形資料截圖－航線 043(前段)

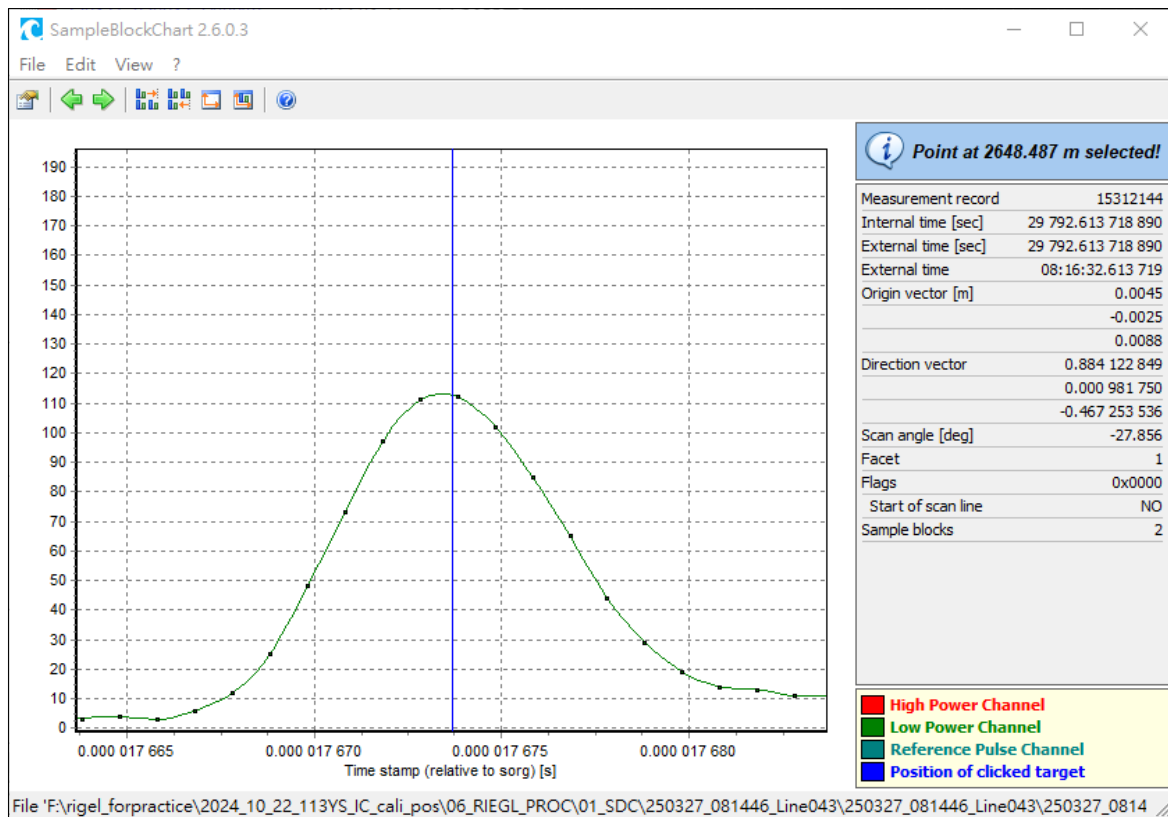


圖 1-186 全波形資料截圖－航線 043(中段)

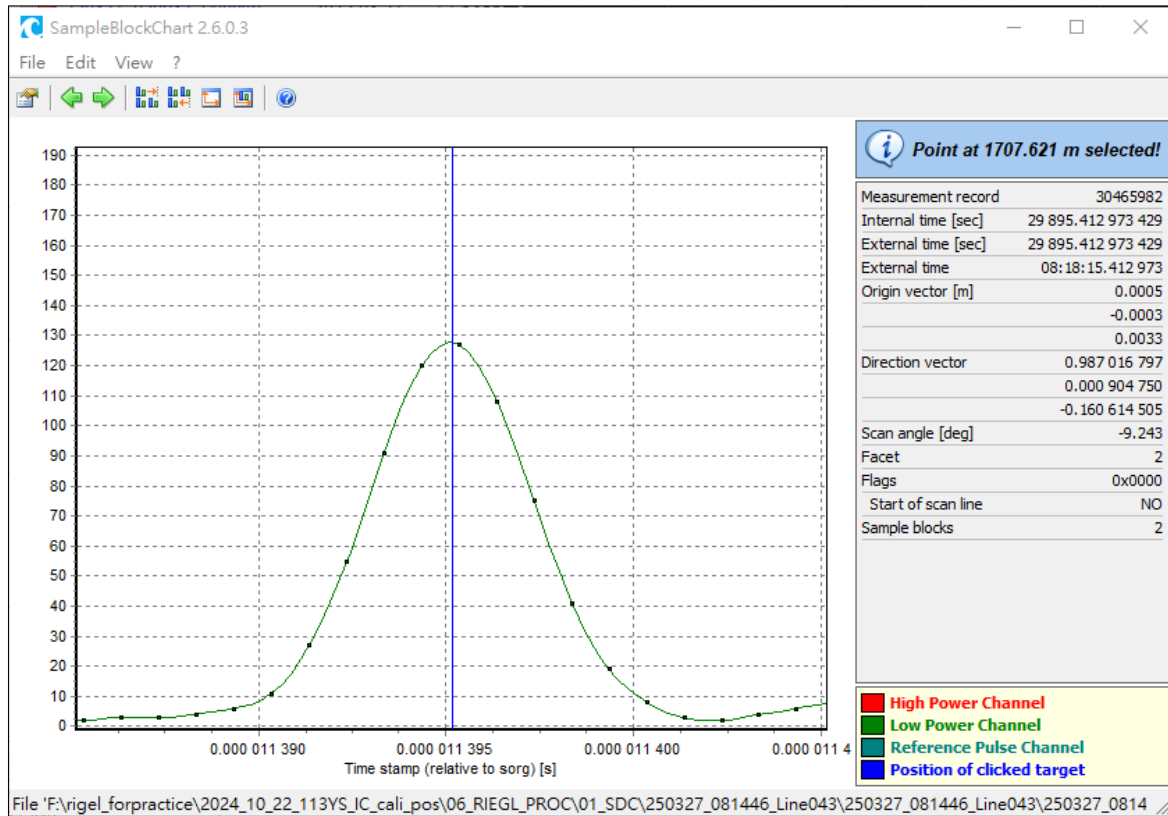


圖 1-187 全波形資料截圖－航線 043(後段)

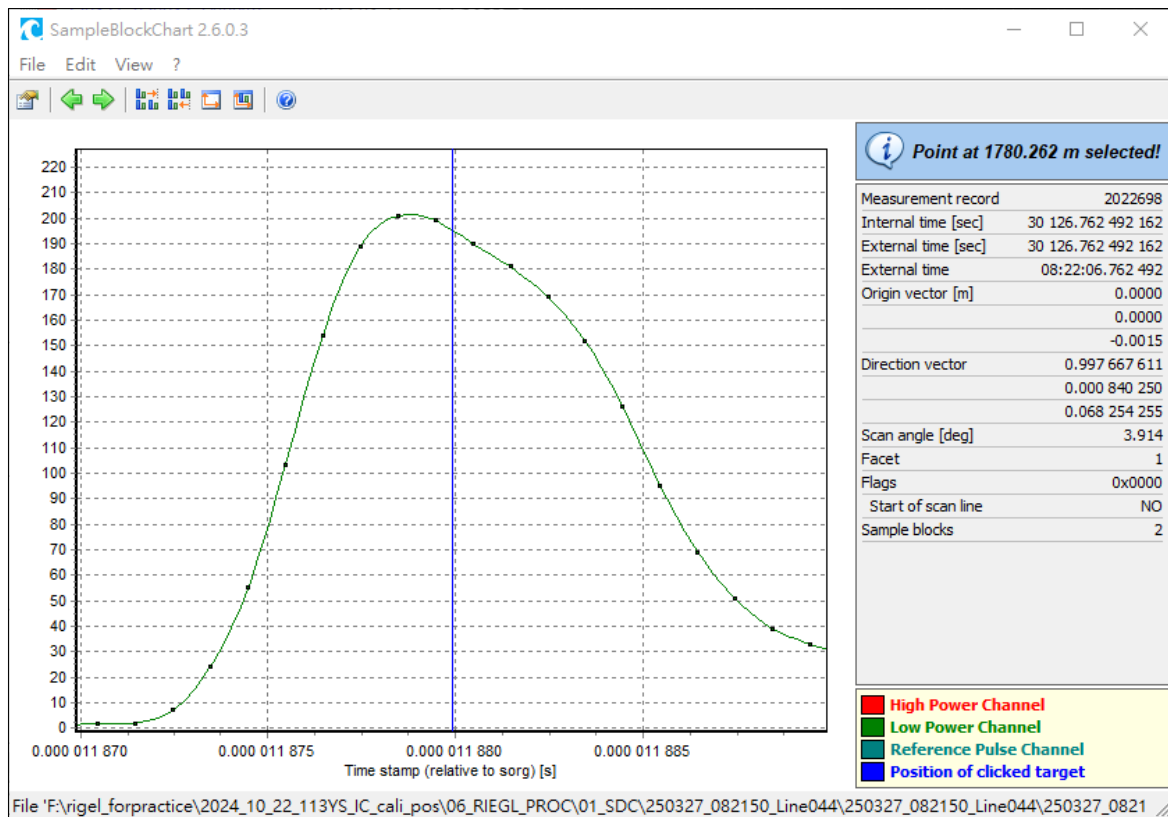


圖 1-188 全波形資料截圖－航線 044(前段)

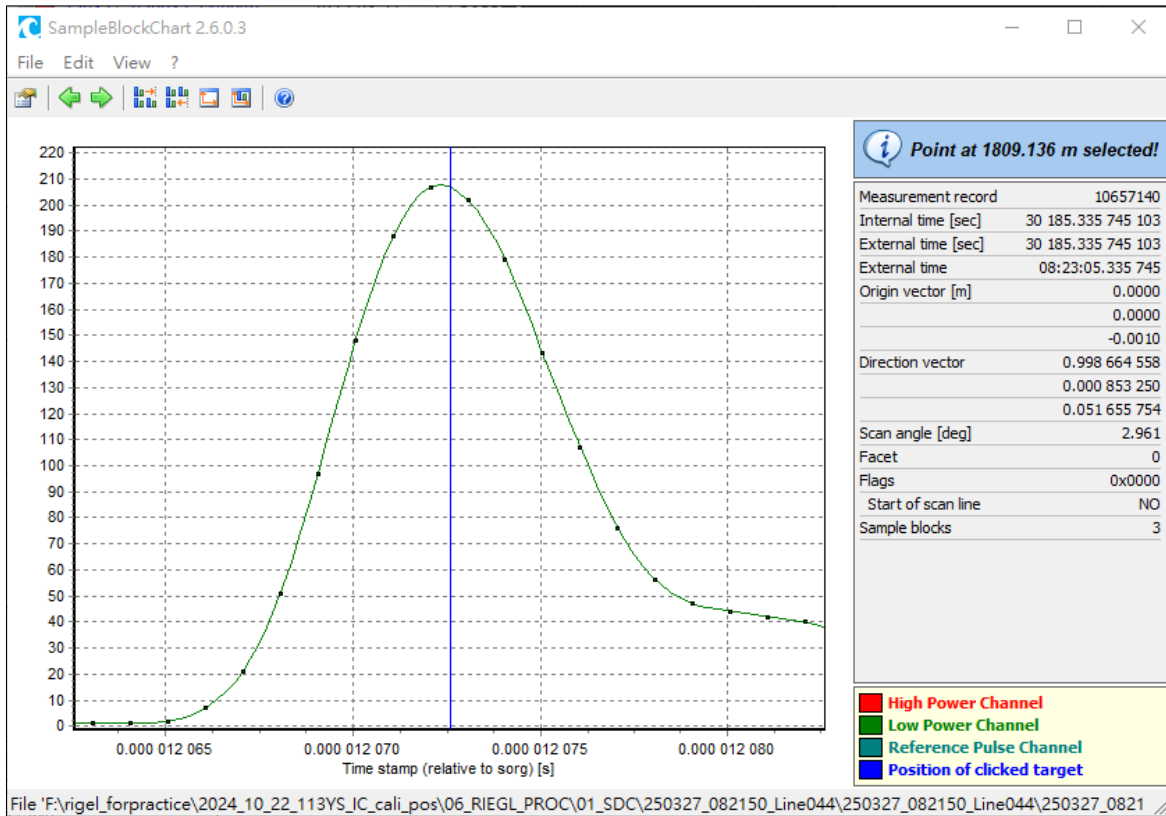


圖 1-189 全波形資料截圖－航線 044(中段)

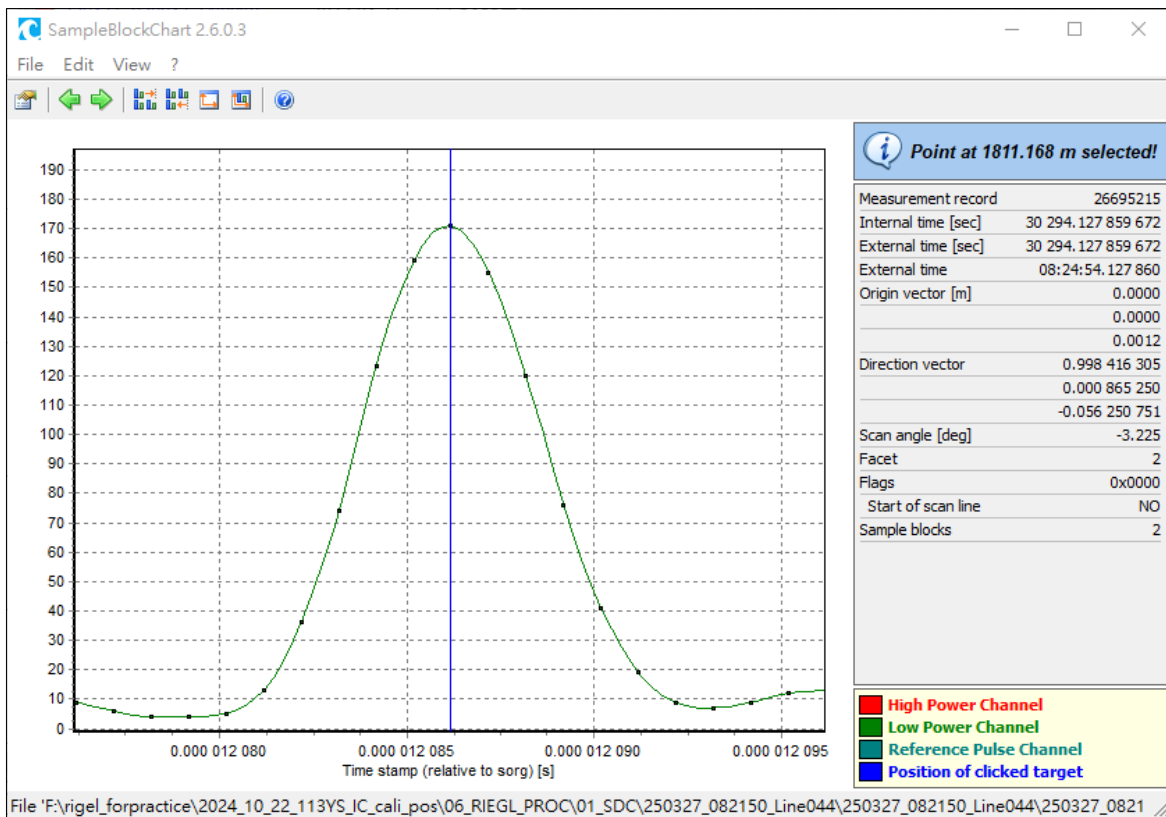


圖 1-190 全波形資料截圖－航線 044(後段)

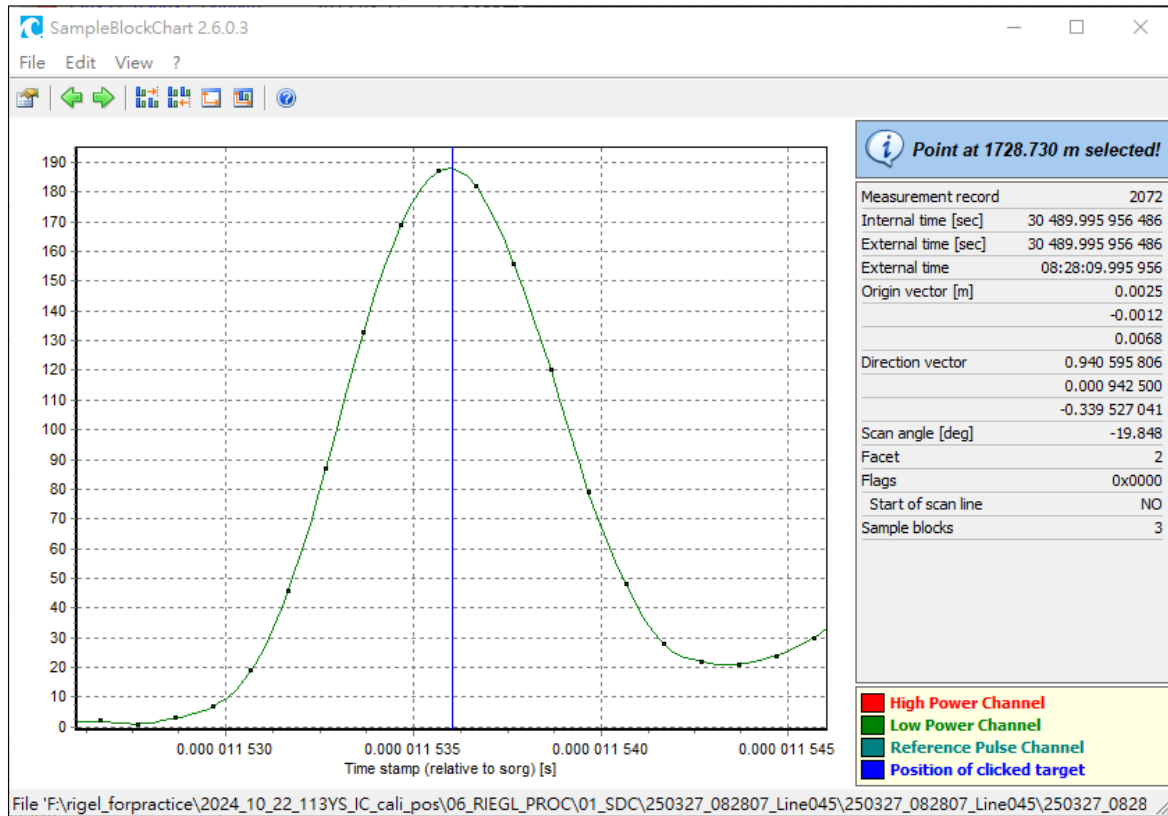


圖 1-191 全波形資料截圖－航線 045(前段)

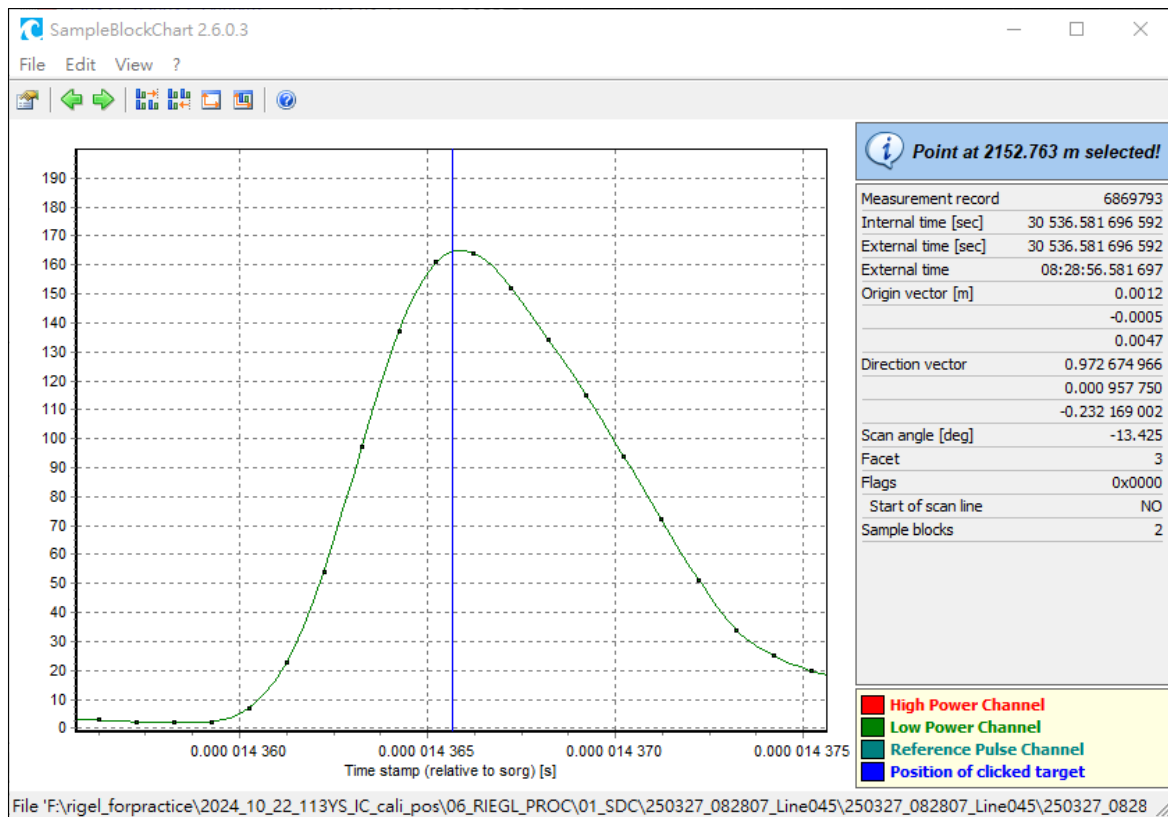


圖 1-192 全波形資料截圖－航線 045(中段)

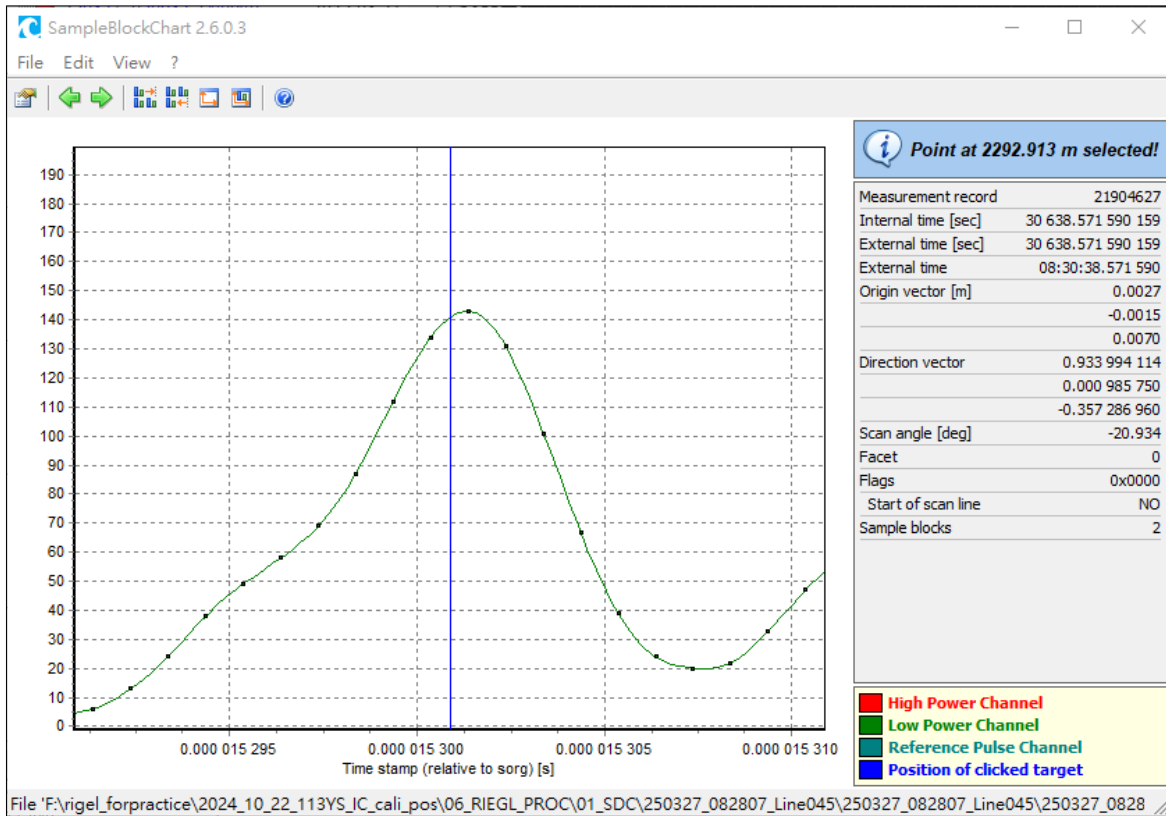


圖 1-193 全波形資料截圖－航線 045(後段)

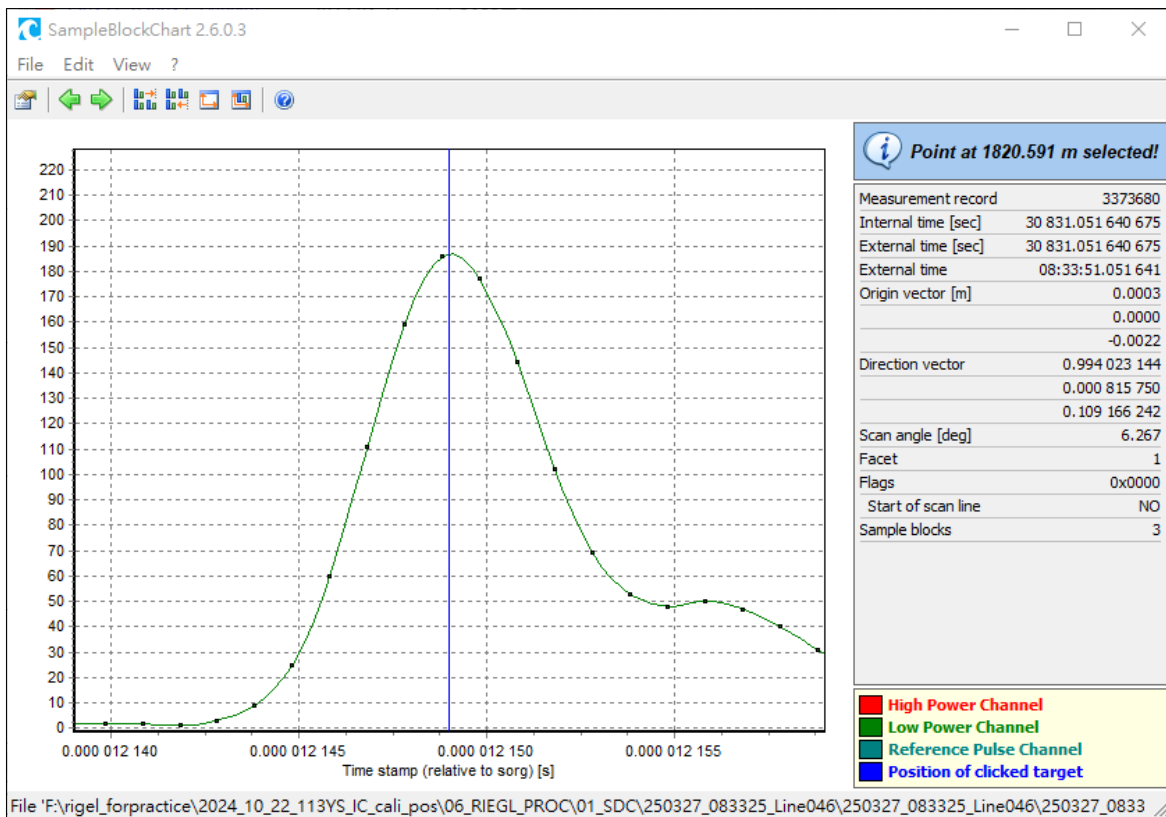


圖 1-194 全波形資料截圖－航線 046(前段)

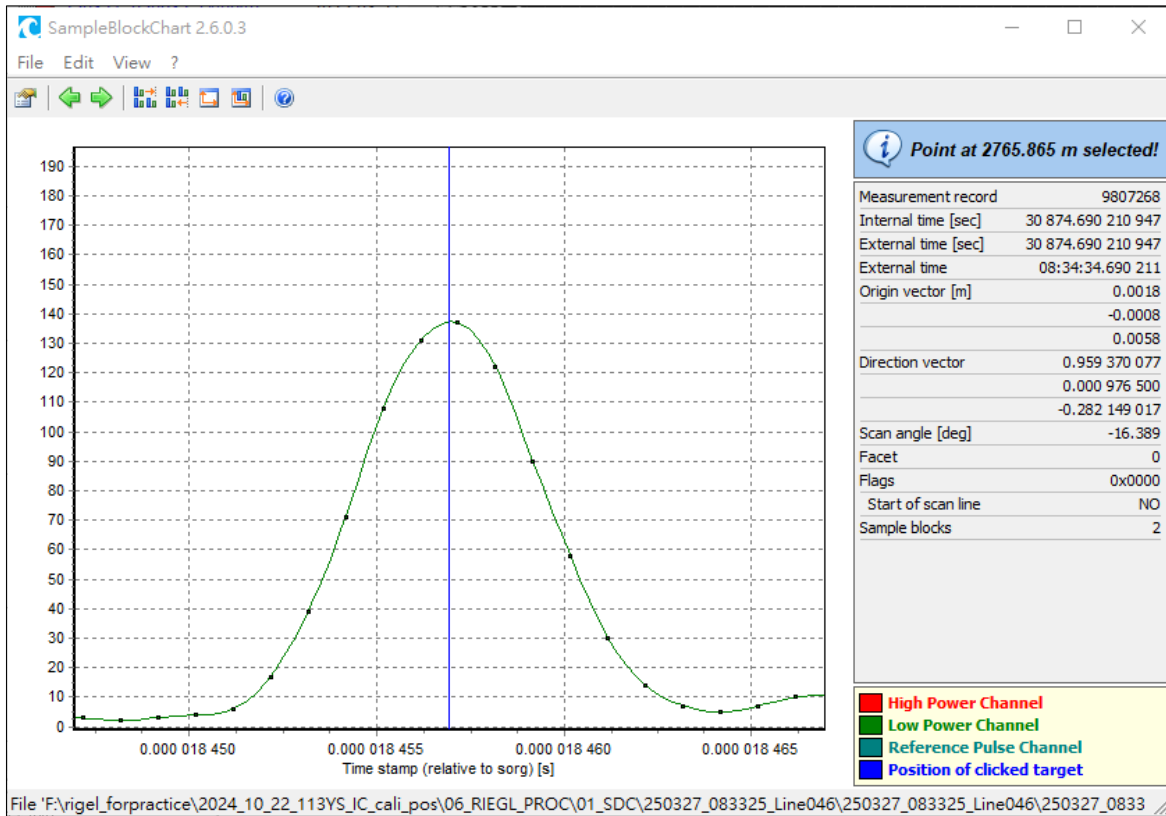


圖 1-195 全波形資料截圖－航線 046(中段)

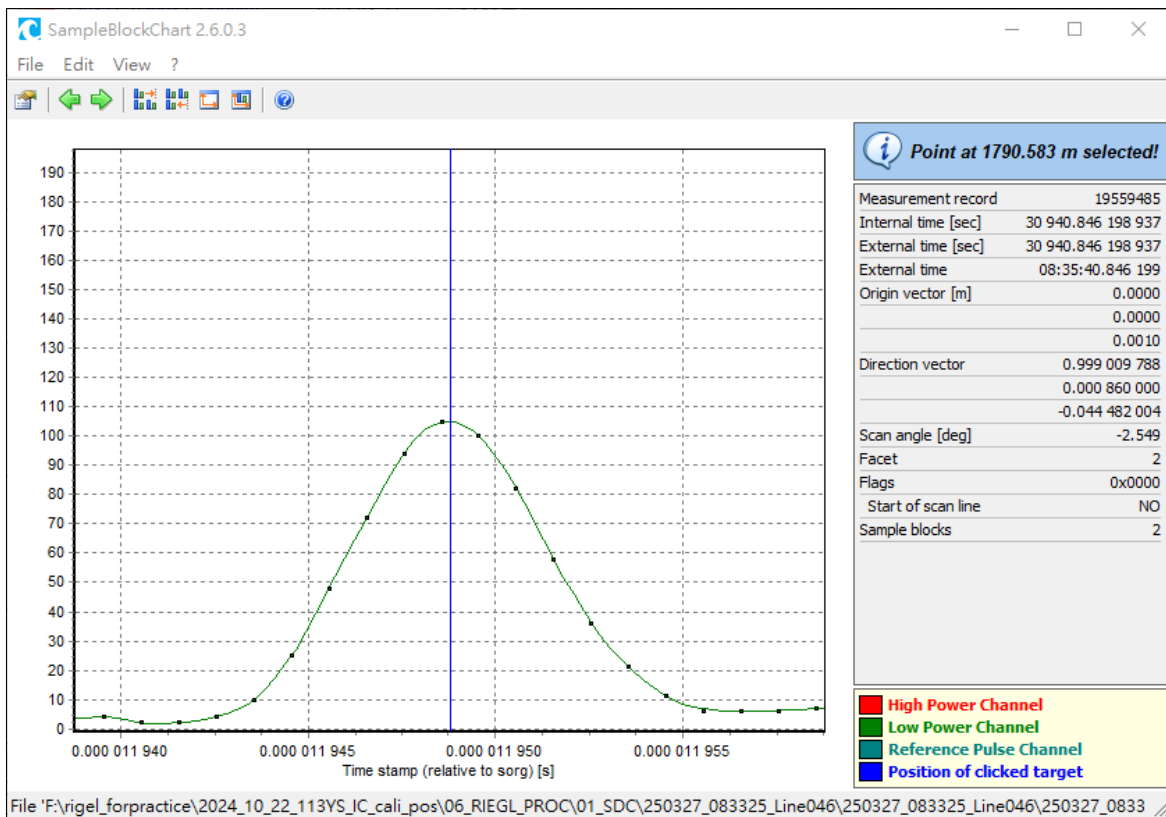


圖 1-196 全波形資料截圖－航線 046(後段)

第二章 GNSS 觀測資訊

2-1 地面 GNSS 基地站

本計畫蒐集現有各機關所有之 GNSS 基地站位置，選取計畫範圍外擴 40 公里範圍 GNSS 基地站共 2 站(測繪中心 2 站)，分布如圖 2-1。

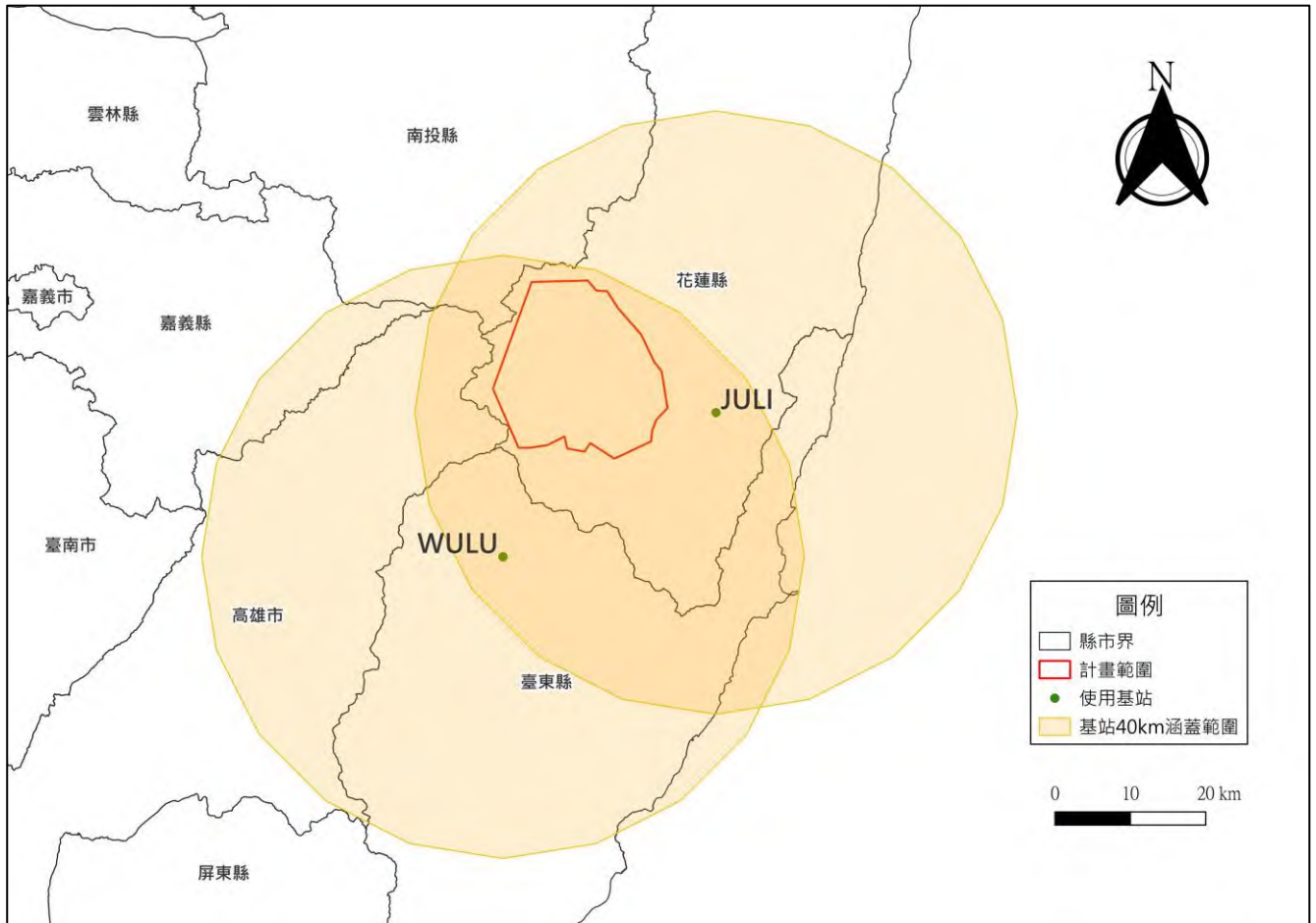


圖 2-1 計畫範圍 GNSS 基地站

2-2 本架次地面 GNSS 基地站資訊

- 一、使用基地站：SINY、WULU。
- 二、依據本架次掃瞄範圍，套疊使用 GNSS 基地站以及 GNSS 基地站 40km 範圍如圖 2-2 至圖 2-7，符合計畫規範(掃瞄區域外擴範圍內，應至少有 2 個以上地面 GNSS 基站)。

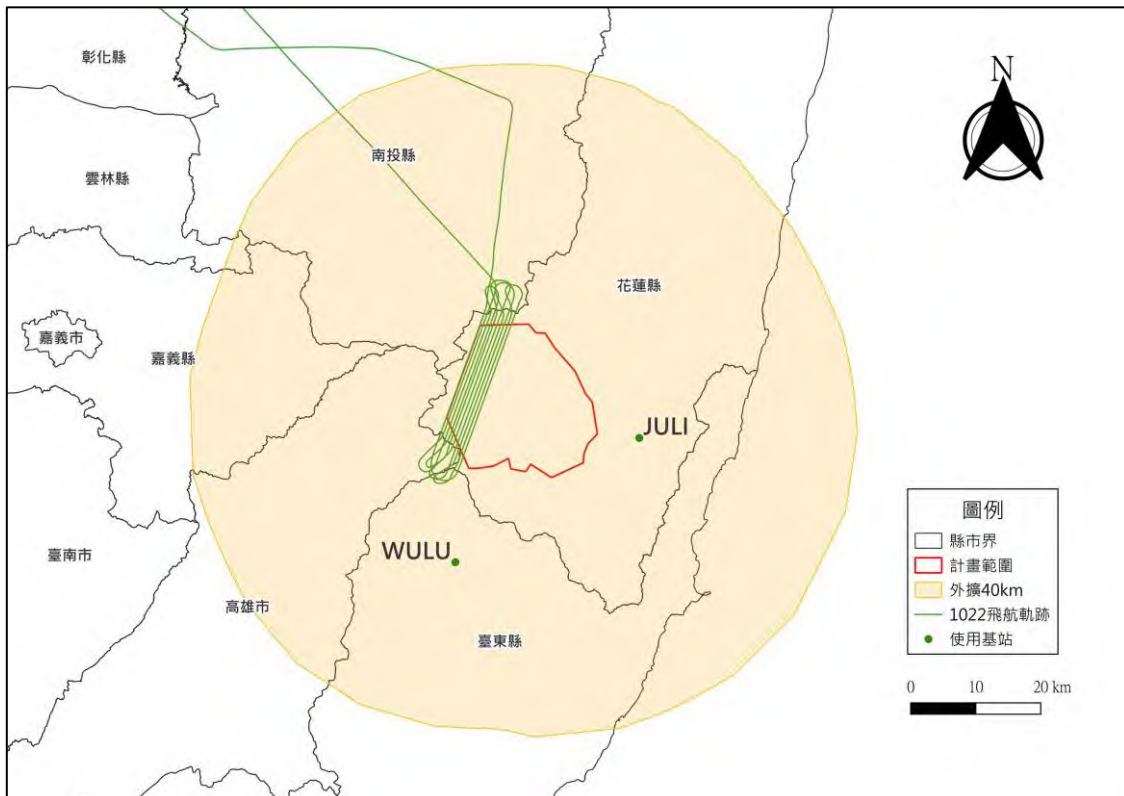


圖 2-2 10 月 22 日 GNSS 基地站分布圖

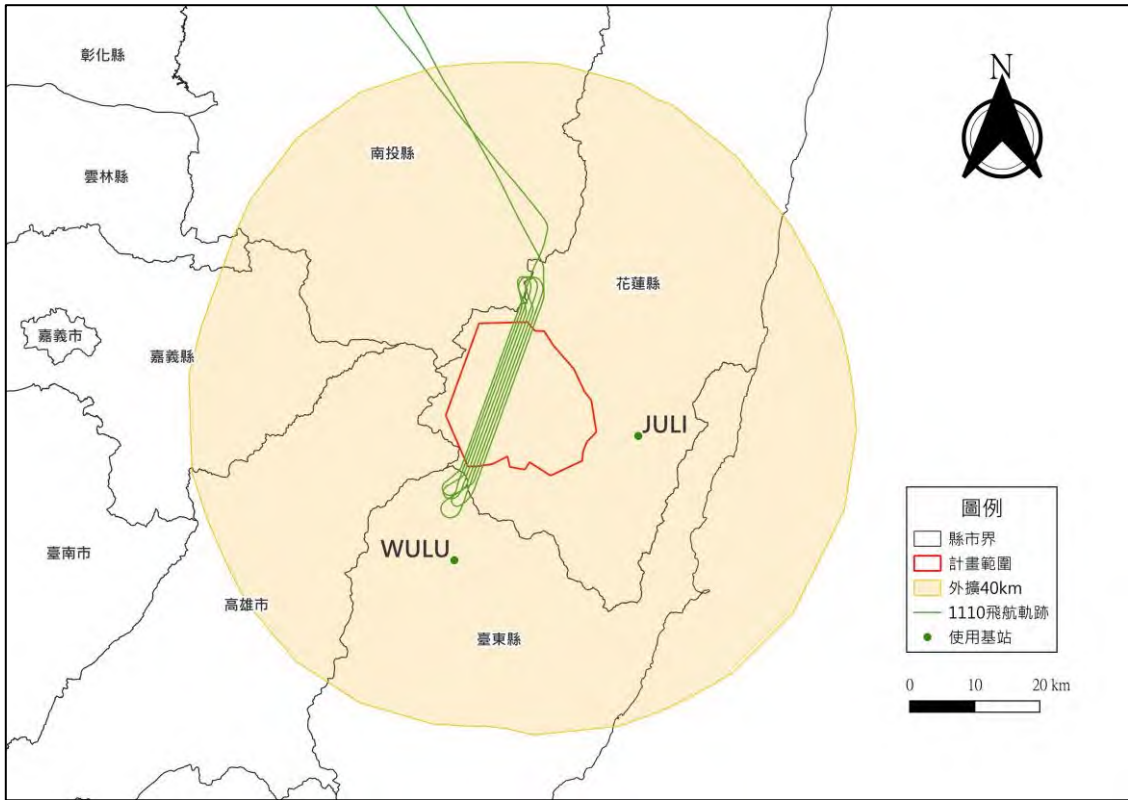


圖 2-3 11月10日 GNSS 基地站分布圖

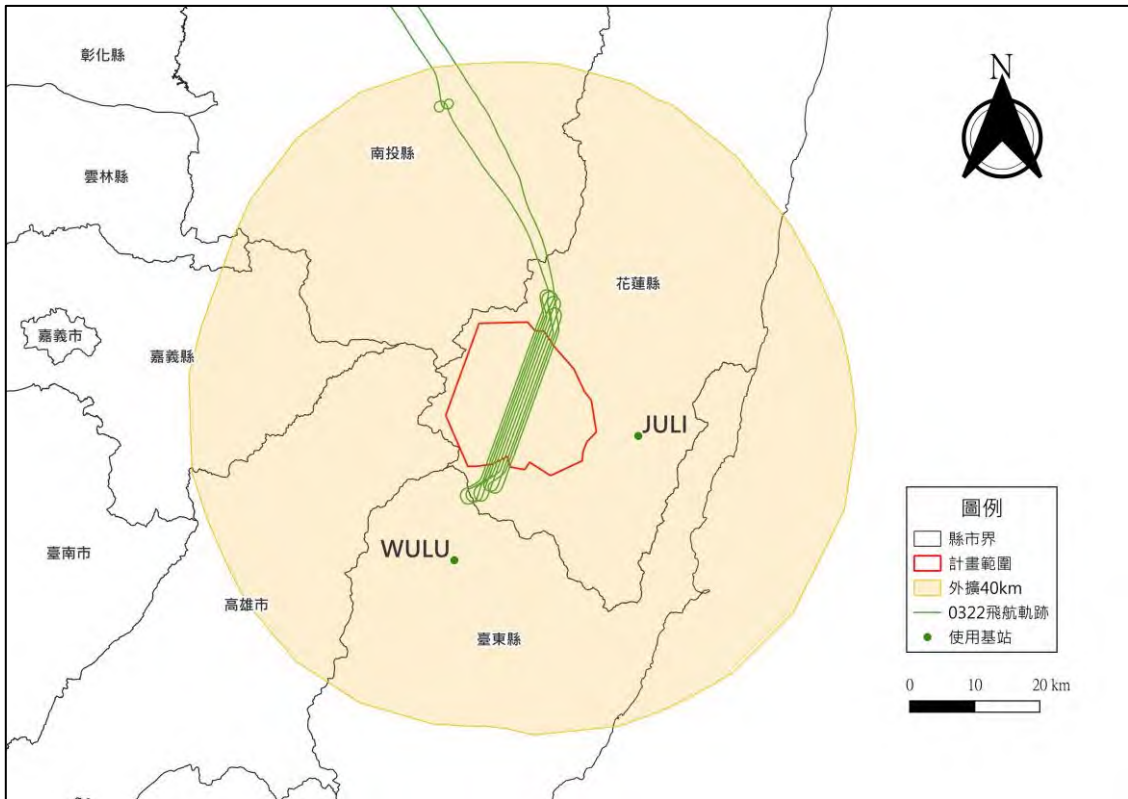


圖 2-4 3月22日 GNSS 基地站分布圖

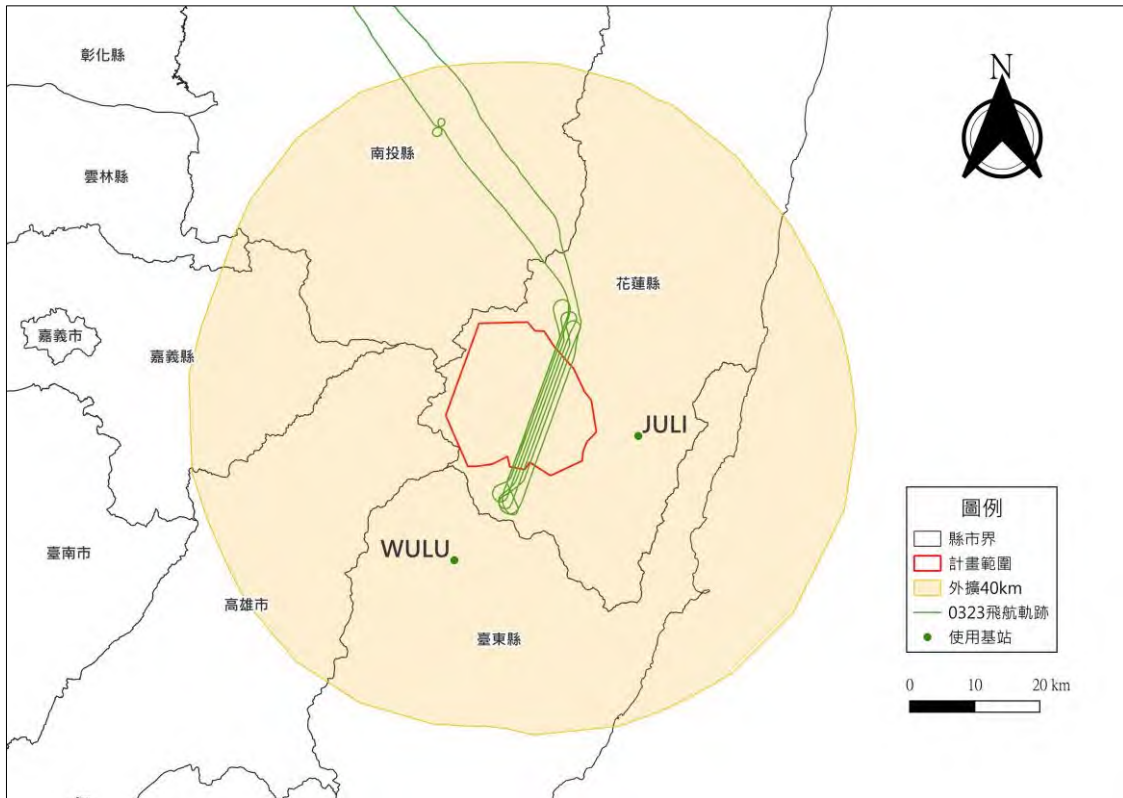


圖 2-5 3 月 23 日 GNSS 基地站分布圖

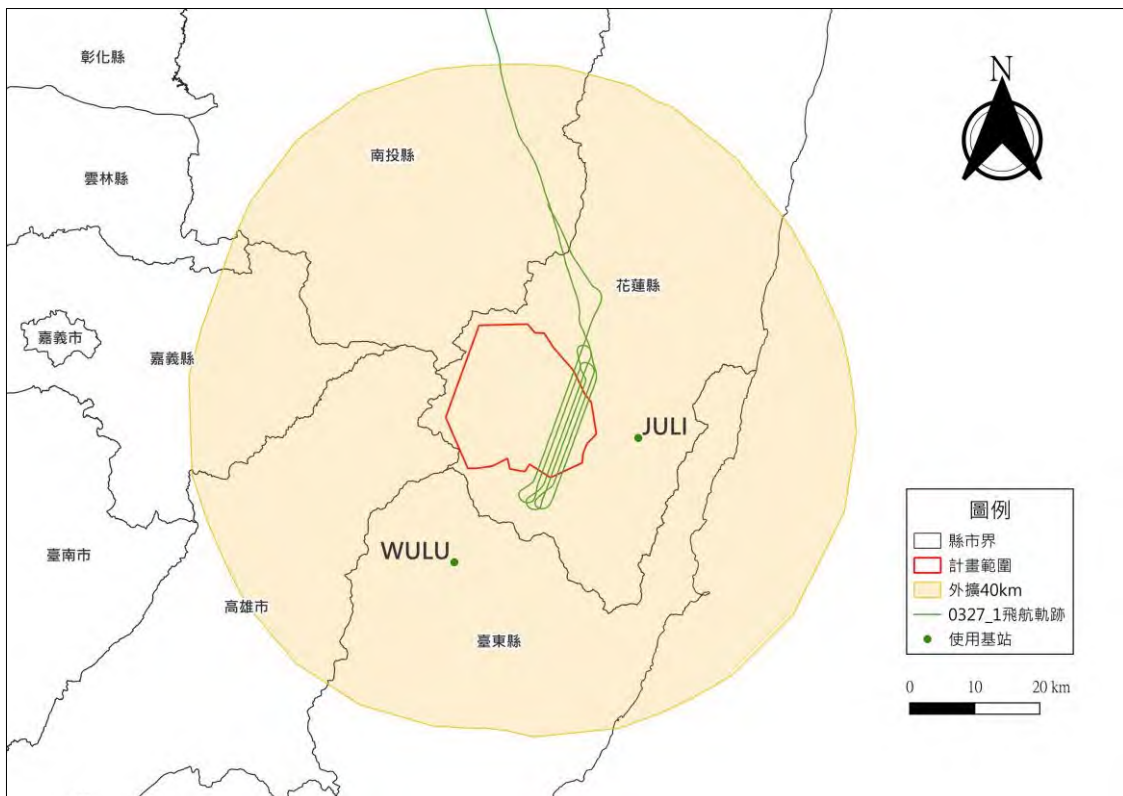


圖 2-6 3 月 27 日 (第一架次) GNSS 基地站分布圖

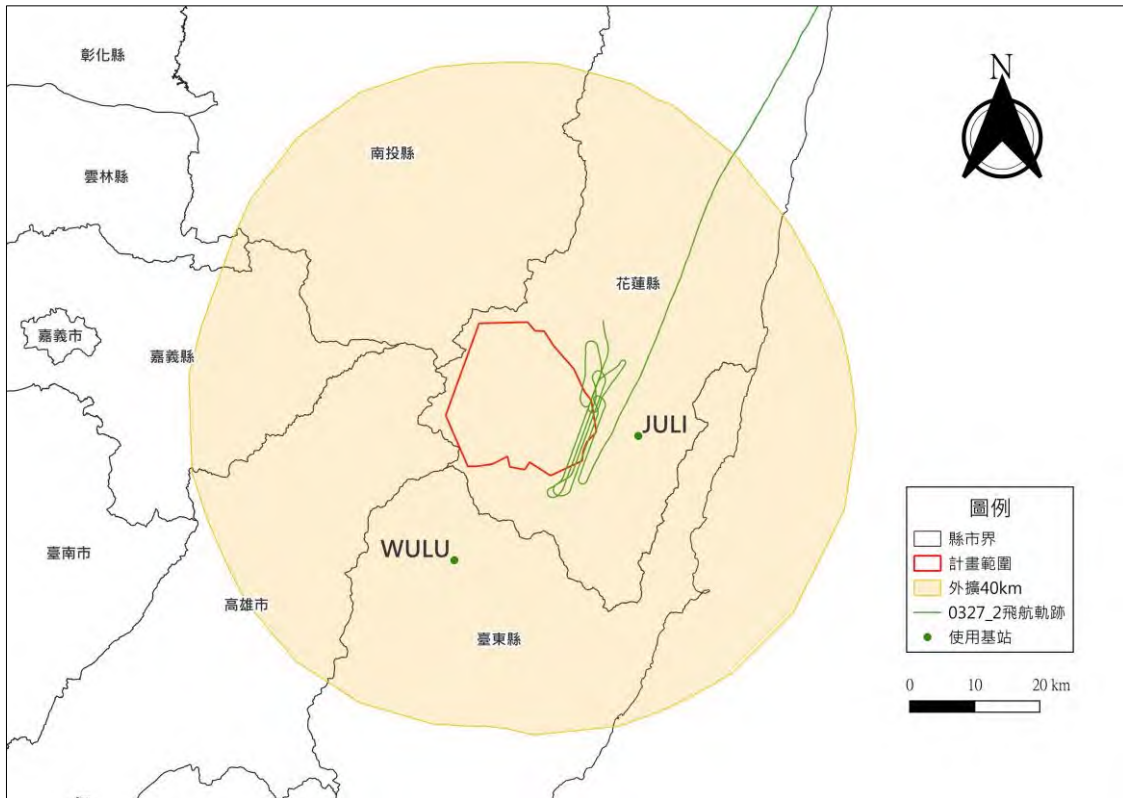
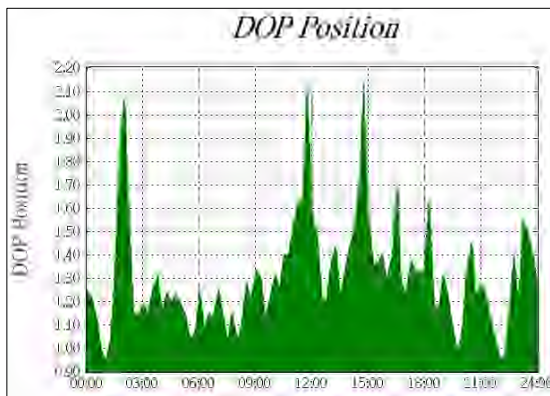
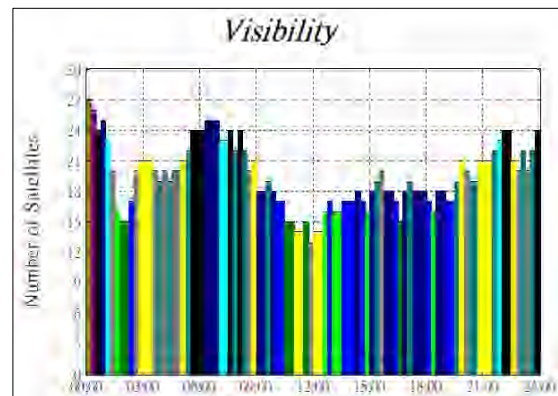


圖 2-7 3 月 27 日 (第二架次) GNSS 基地站分布圖

三、地面 GNSS 基地站資訊:如圖 2-8 至圖 2-17。皆符合作業規範(地面 GNSS 基地站 PDOP 應小於 4)。

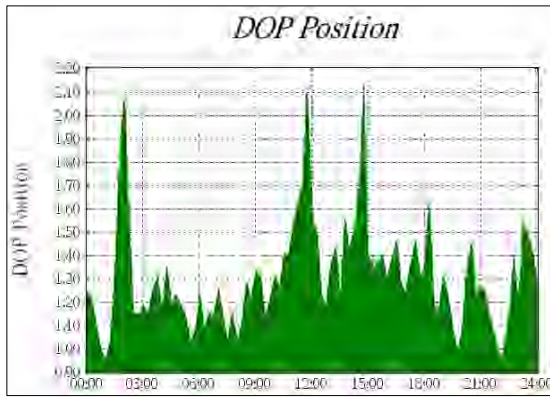


(1) PDOP

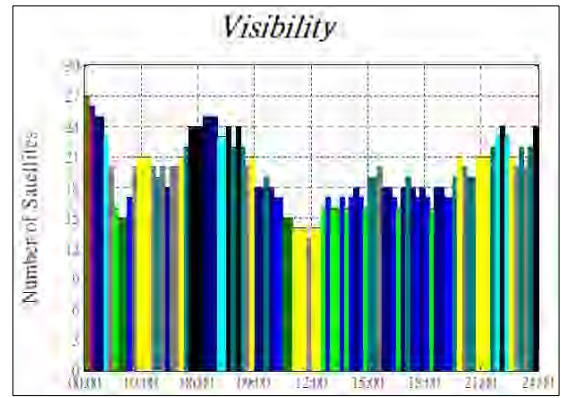


(2) 衛星顆數

圖 2-8 10 月 22 日 GNSS 基地站—JULI

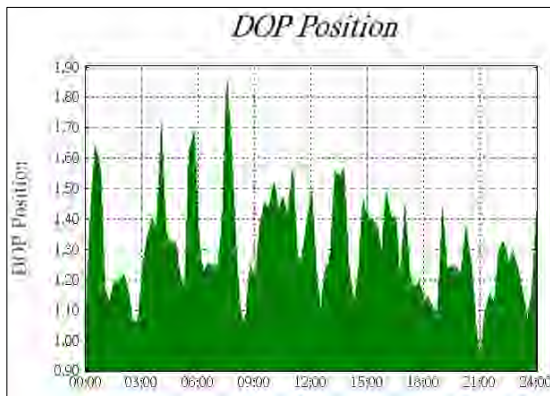


(1) PDOP

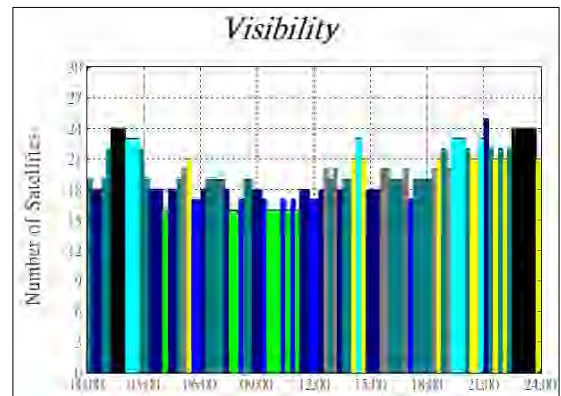


(2) 衛星顆數

圖 2-9 10 月 22 日 GNSS 基地站—WULU

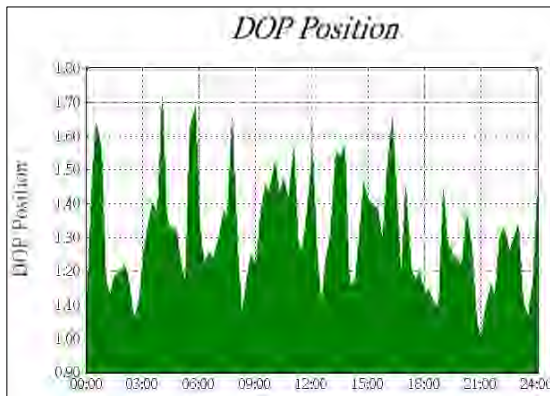


(1) PDOP

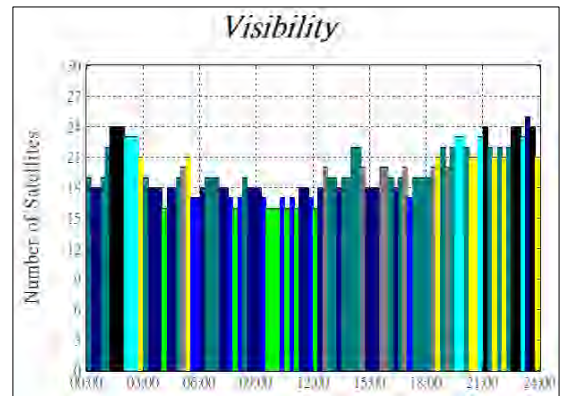


(2) 衛星顆數

圖 2-10 11 月 10 日 GNSS 基地站—JULI

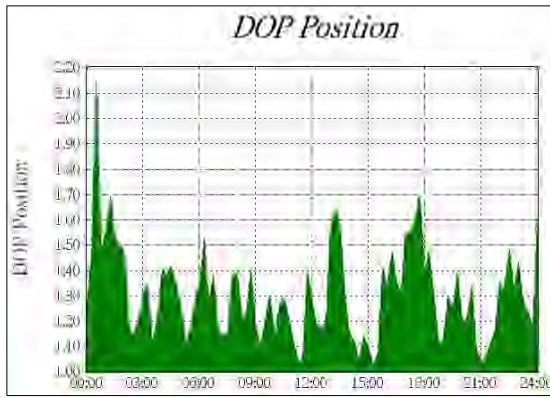


(1) PDOP

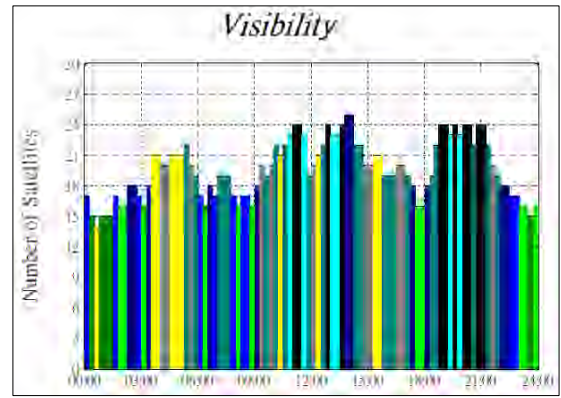


(2) 衛星顆數

圖 2-11 11 月 10 日 GNSS 基地站—WULU

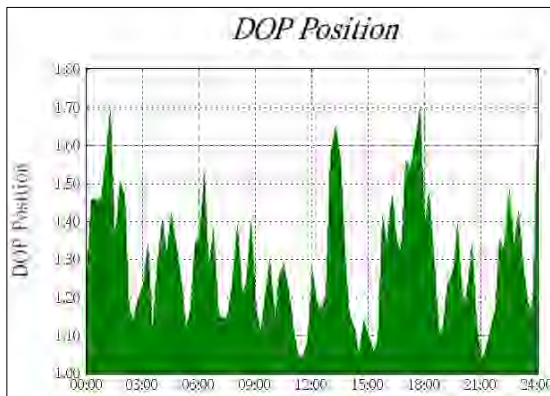


(1) PDOP

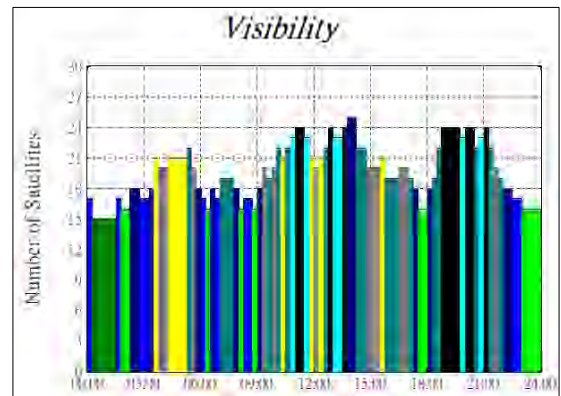


(2) 衛星顆數

圖 2-12 3月22日 GNSS 基地站—JULI

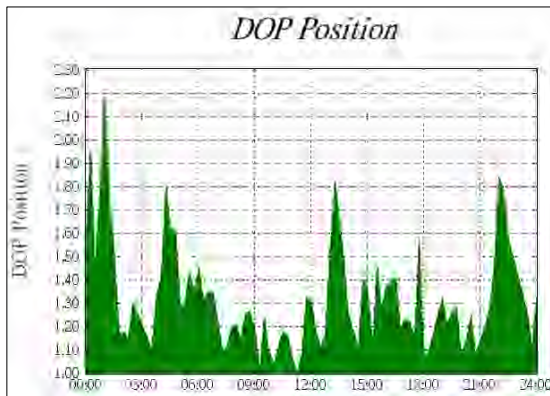


(1) PDOP

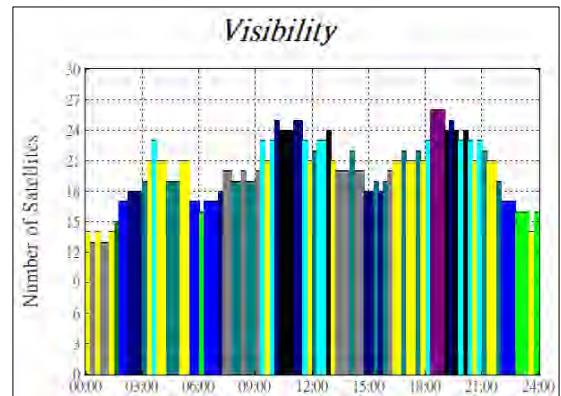


(2) 衛星顆數

圖 2-13 3月22日 GNSS 基地站—WULU

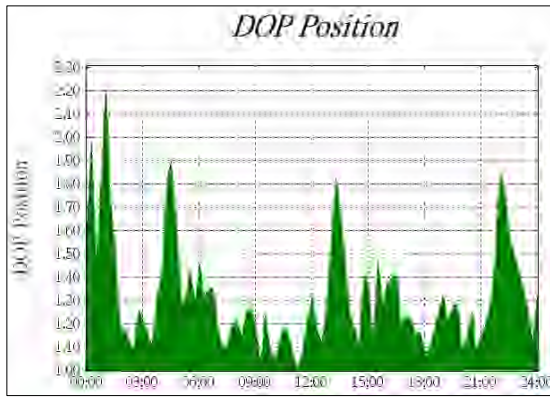


(1) PDOP

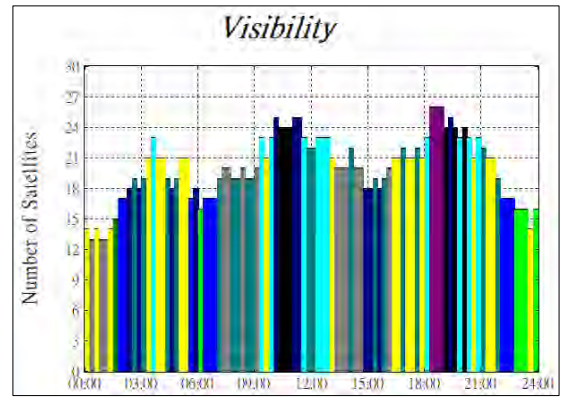


(2) 衛星顆數

圖 2-14 3月23日 GNSS 基地站—JULI

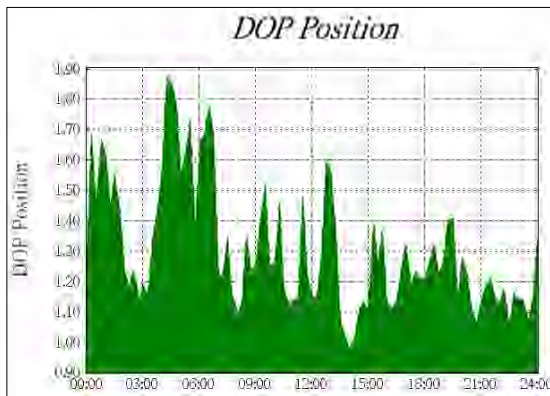


(1) PDOP

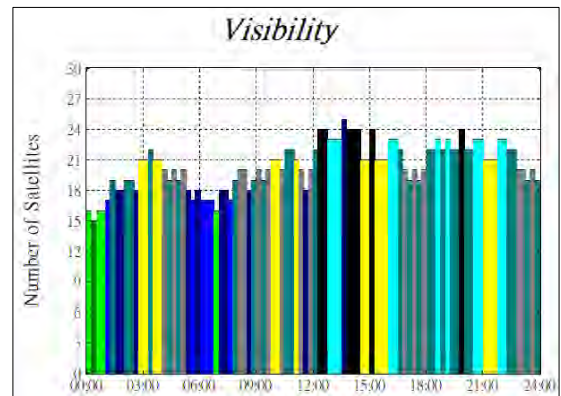


(2) 衛星顆數

圖 2-15 3月23日 GNSS 基地站—WULU

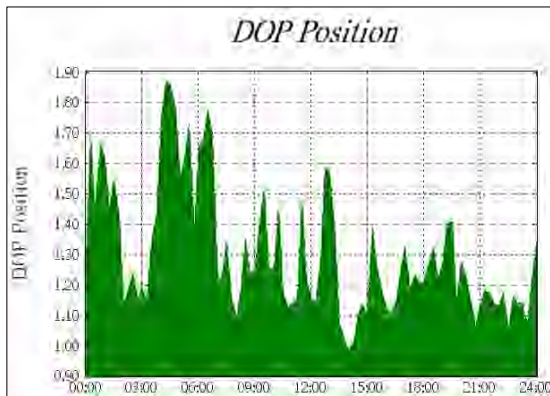


(1) PDOP

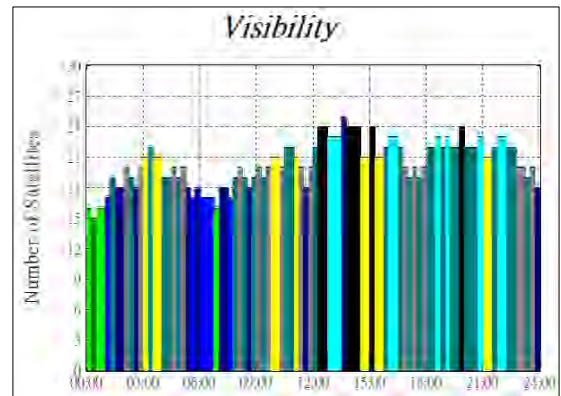


(2) 衛星顆數

圖 2-16 3月27日 GNSS 基地站—JULI



(1) PDOP



(2) 衛星顆數

圖 2-17 3月27日 GNSS 基地站—WULU

2-3 機載 GNSS/IMU 儀器觀測資訊

一、機載 GNSS 接收儀為雙頻儀器(可接收 L1、L2)，資料說明畫面如圖 2-18 至圖 2-24。

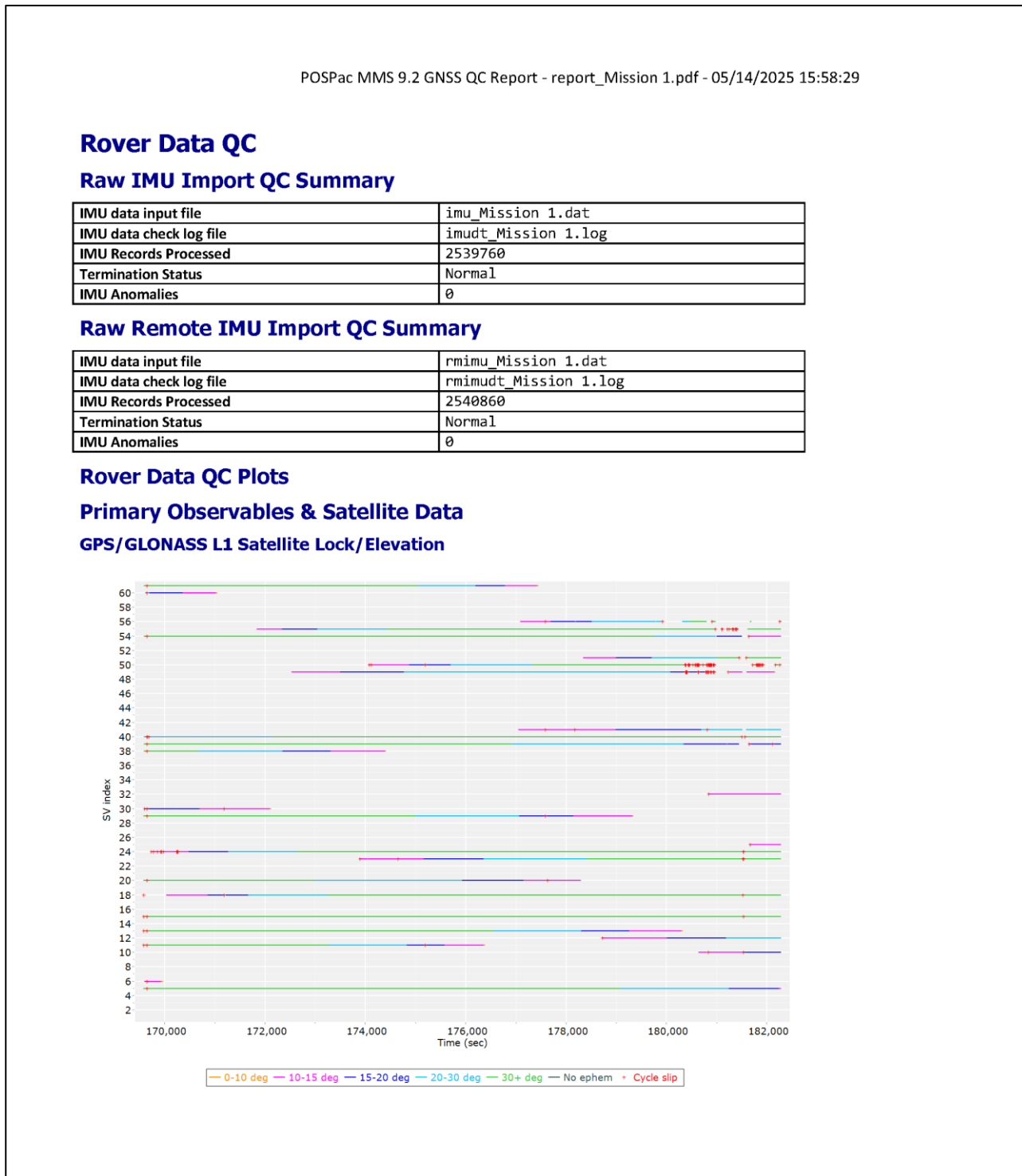


圖 2-18 機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告—1

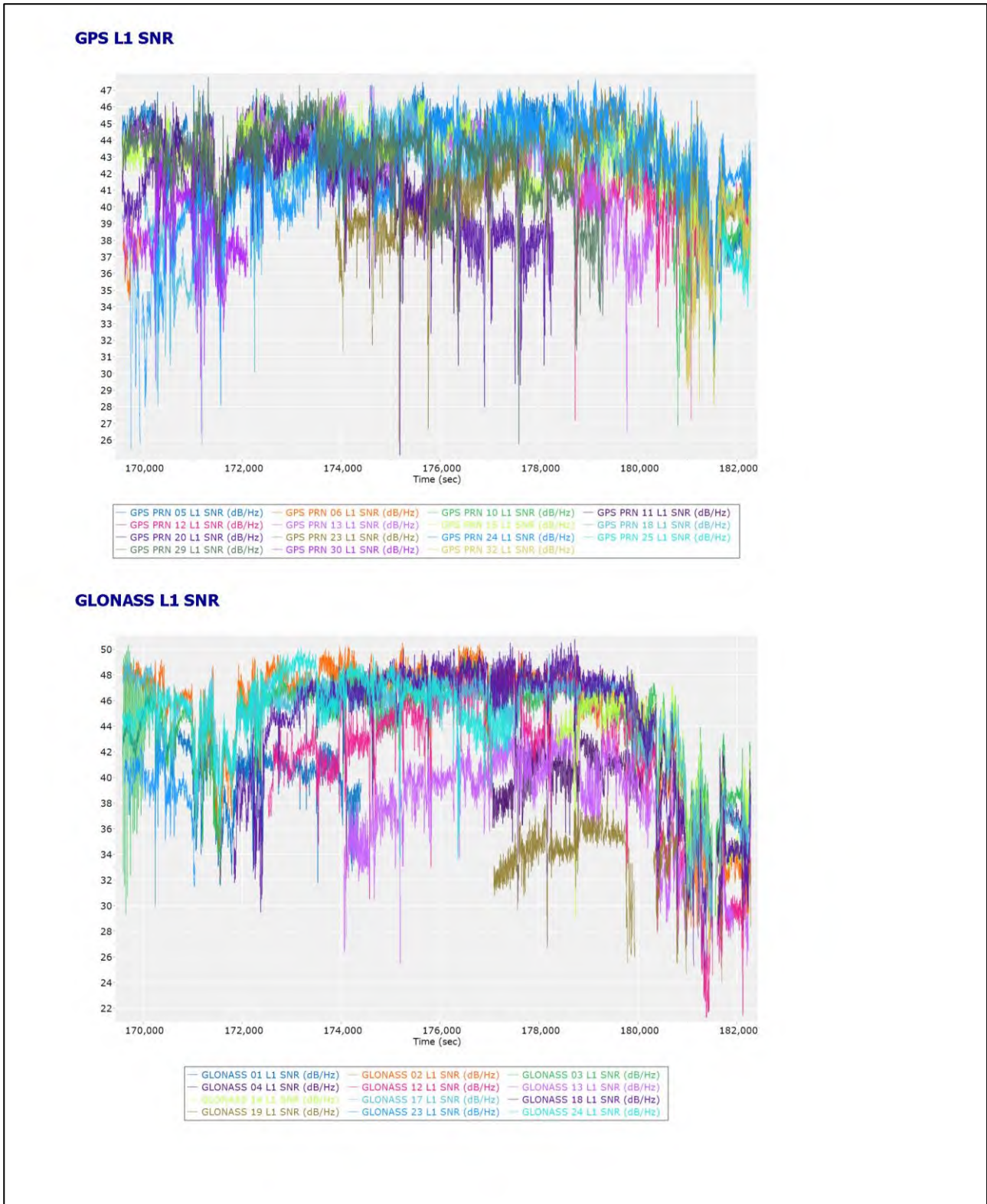


圖 2-19 機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告-2

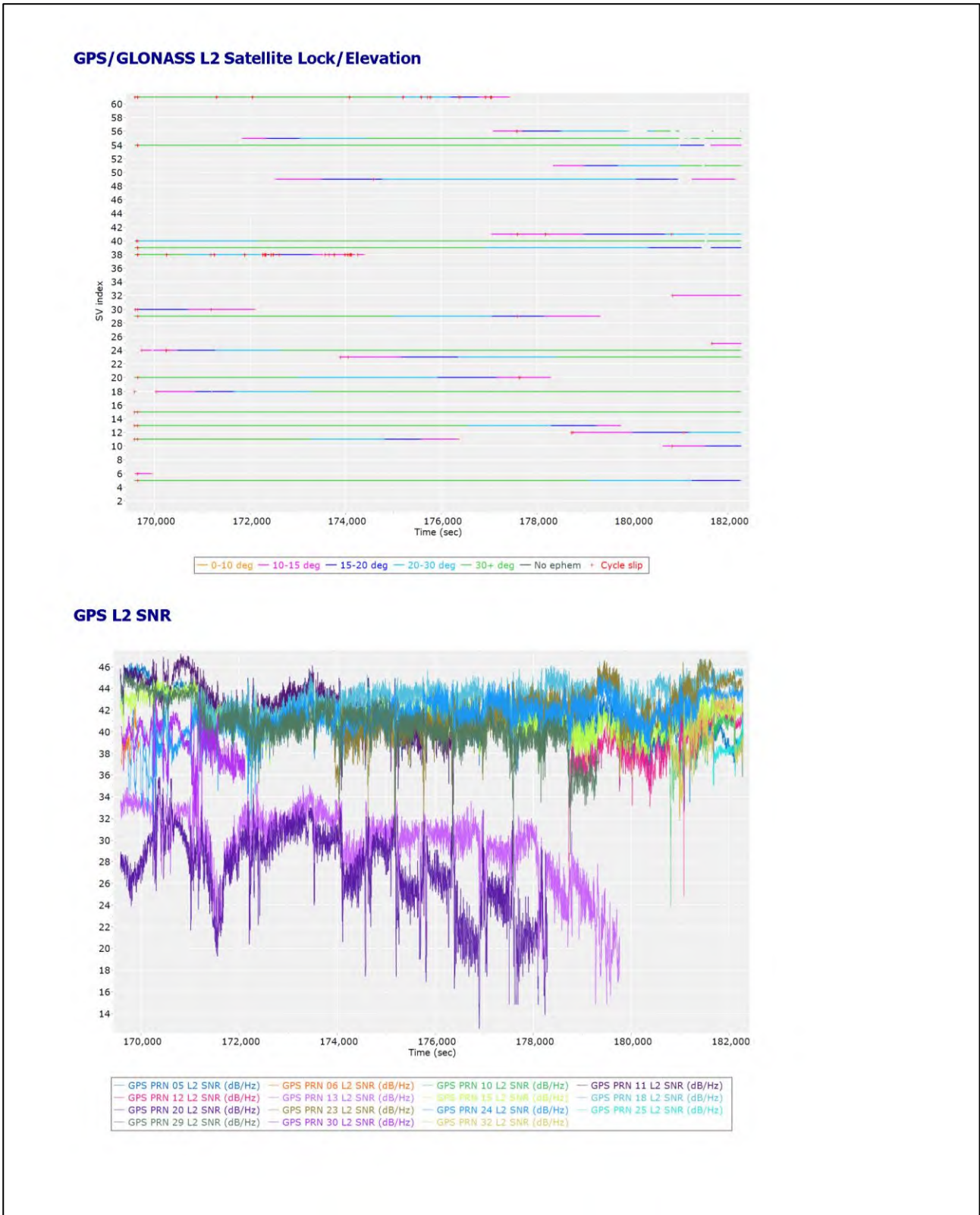


圖 2-20 機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告—3

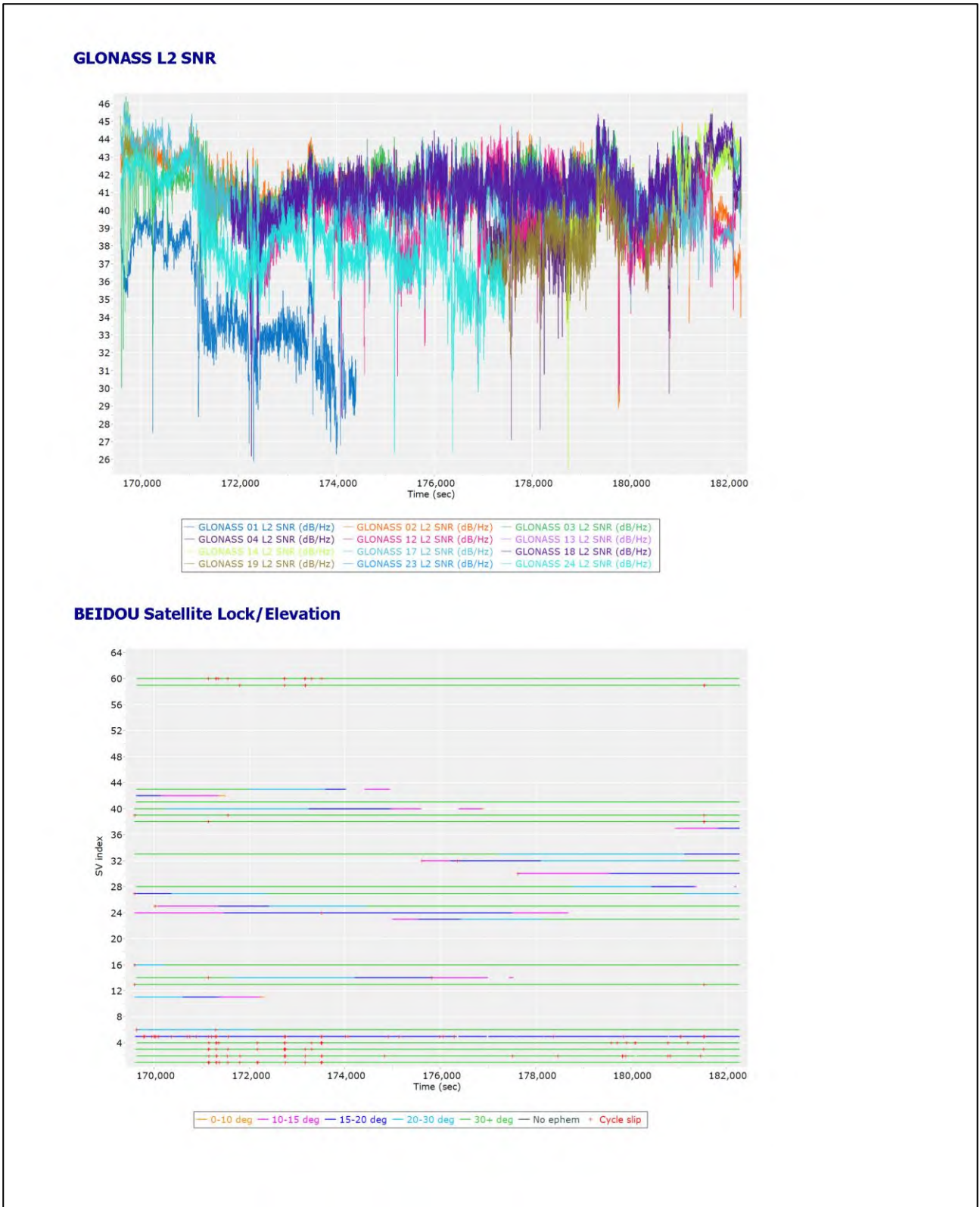


圖 2-21 機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告-4

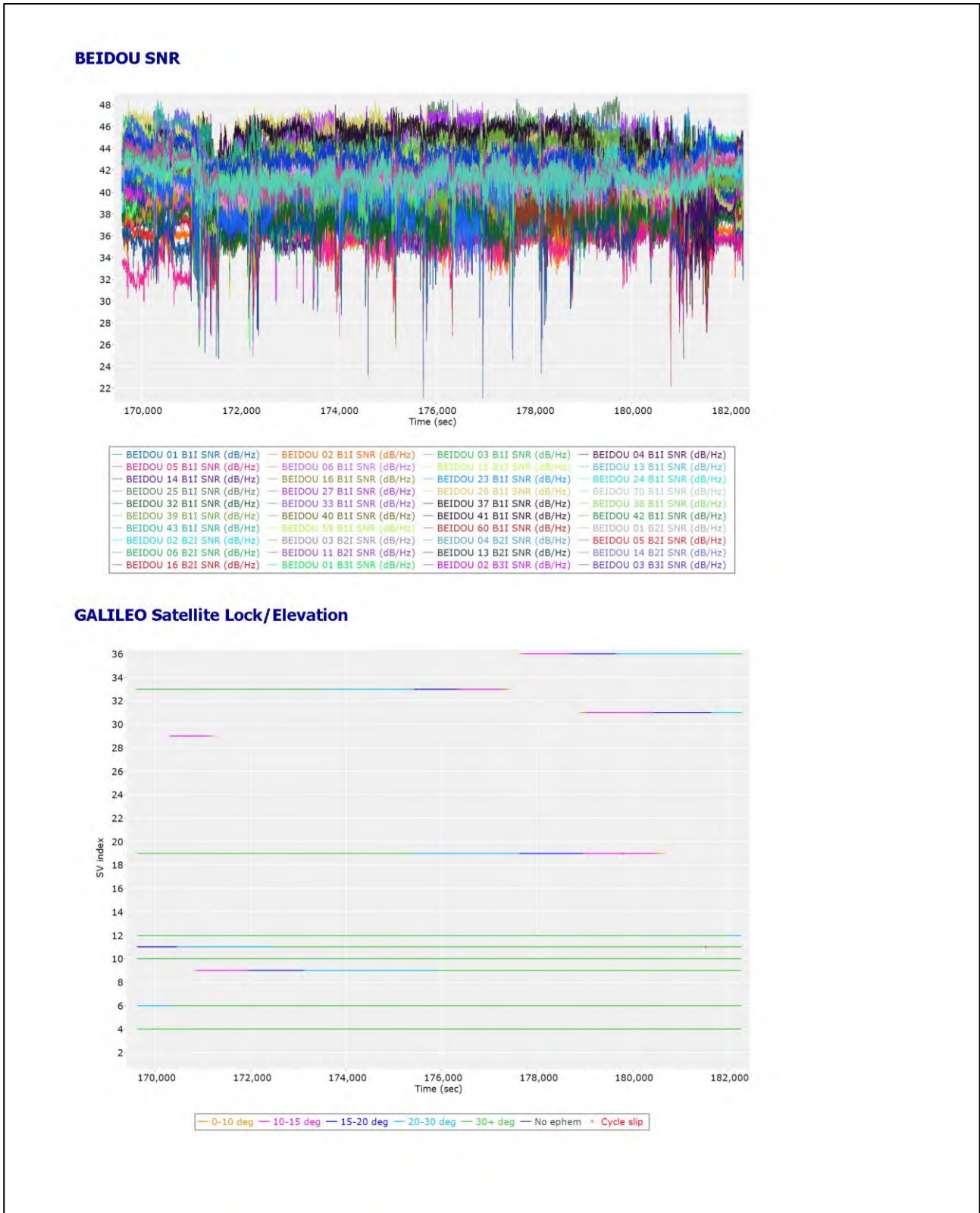


圖 2-22 機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告-5

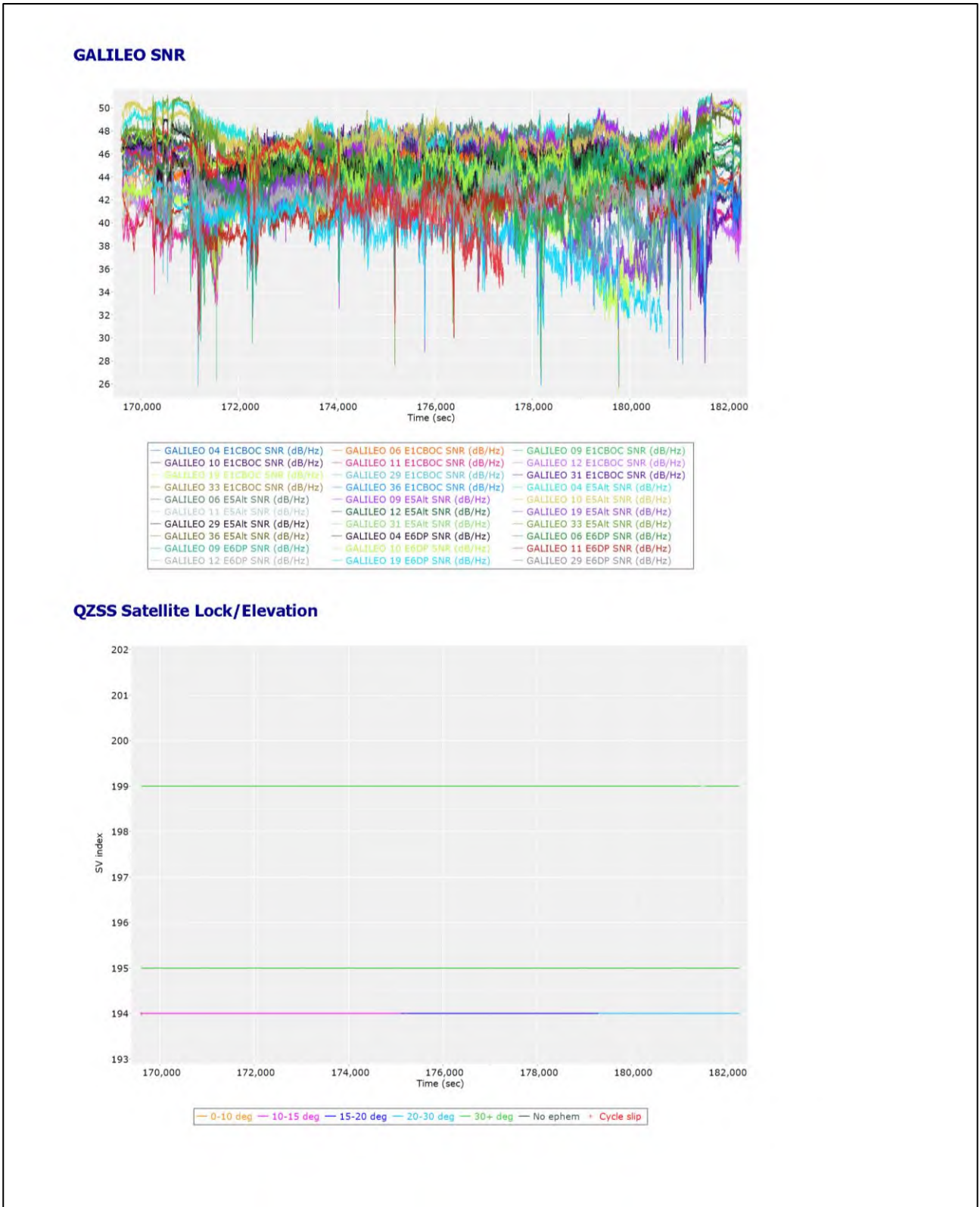


圖 2-23 機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告-6

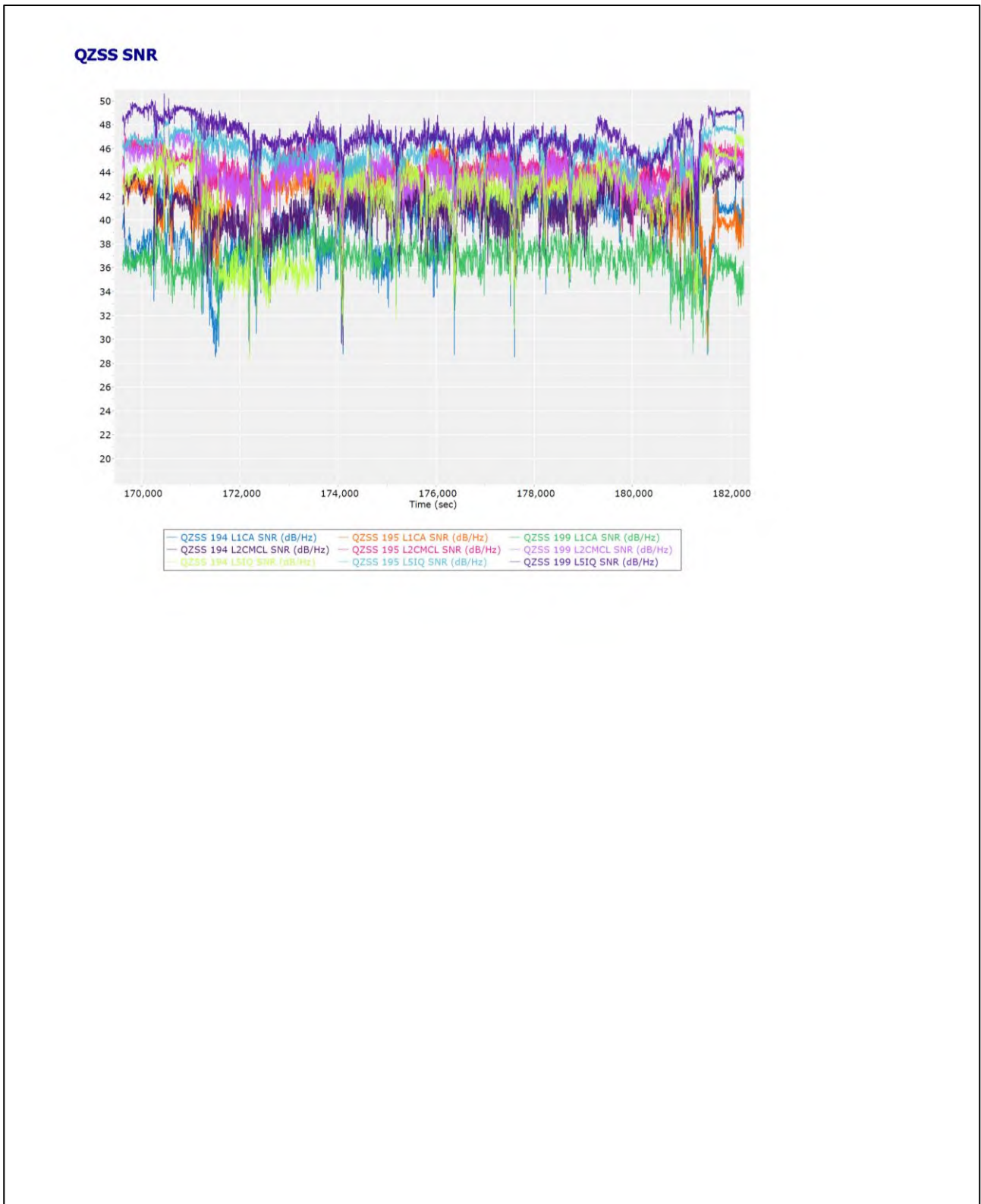


圖 2-24 機載 GNSS 資料含 L1、L2 雙頻資料報告-7

二、機載 GNSS 衛星觀測 PDOP：如圖 2-25，符合作業規範(應小於 4)。

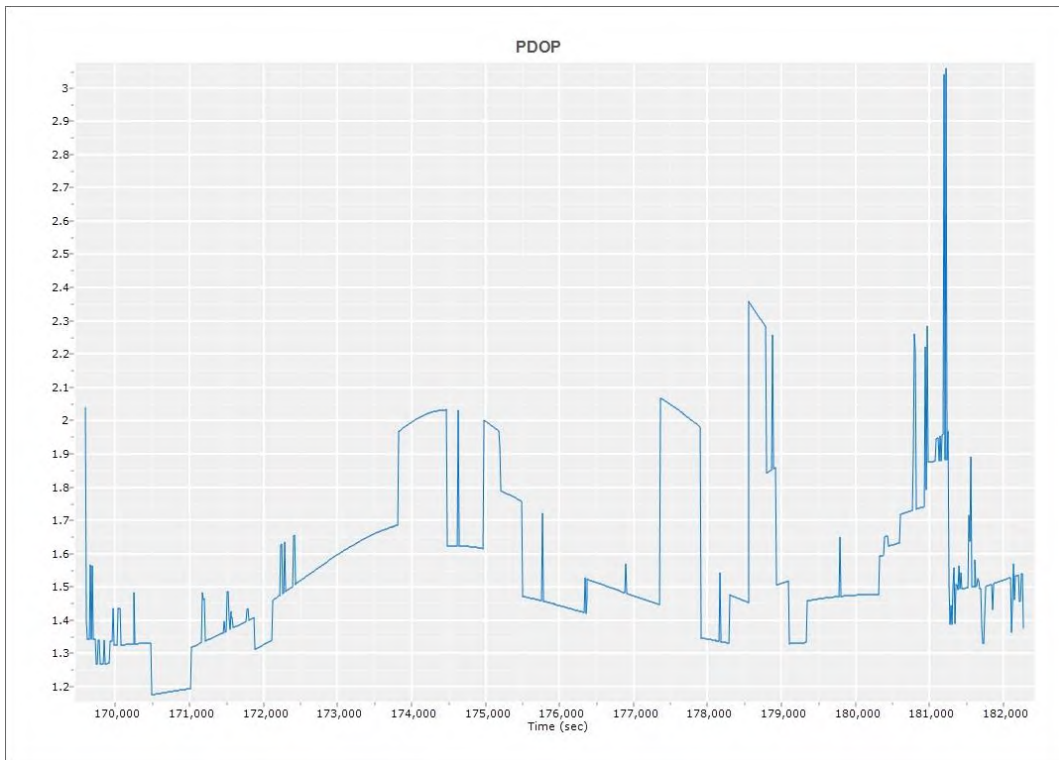


圖 2-25 10 月 22 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖

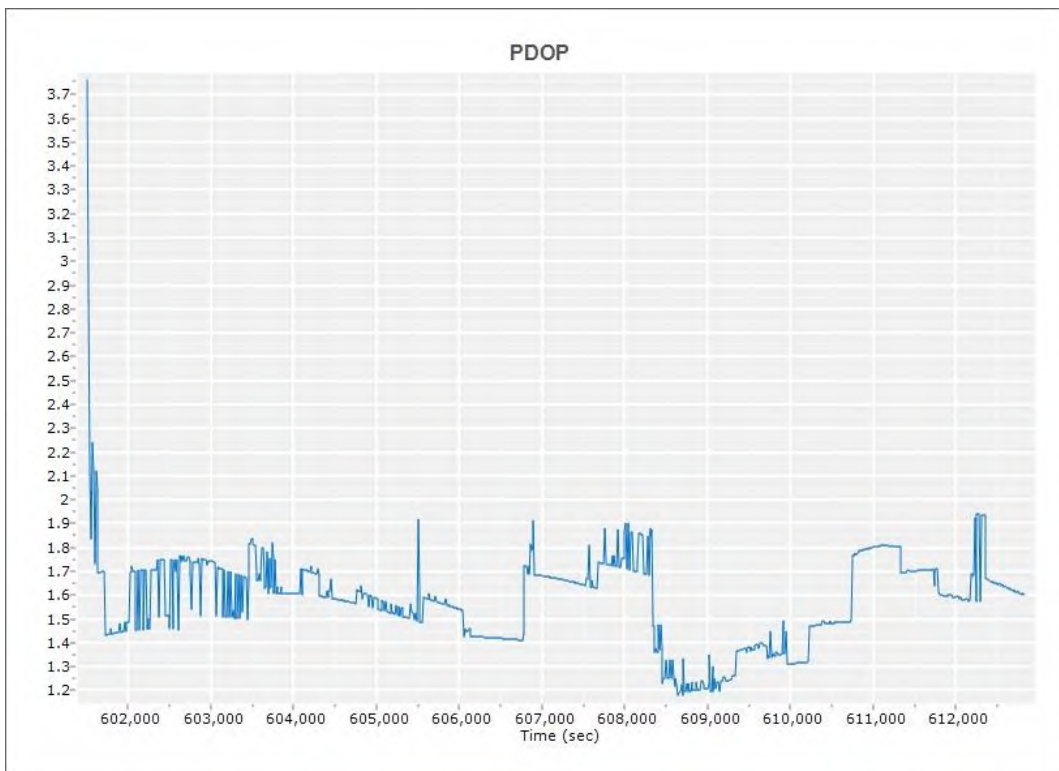


圖 2-26 11 月 10 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖

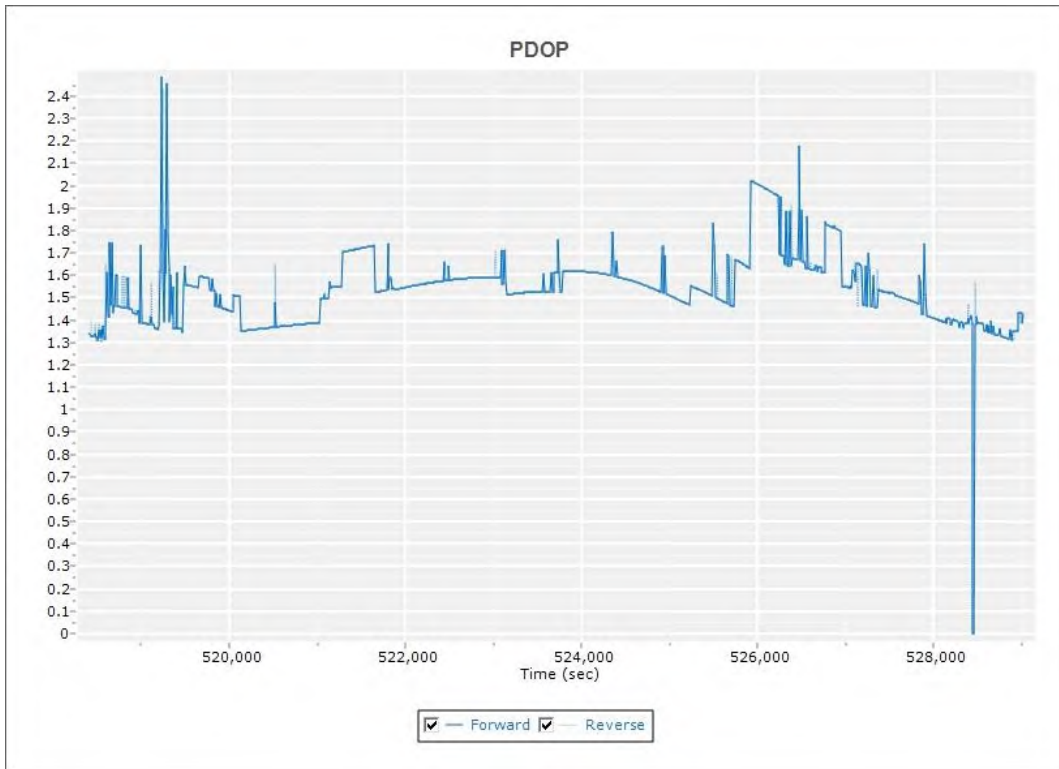


圖 2-27 3月22日機載GNSS衛星觀測PDOP圖

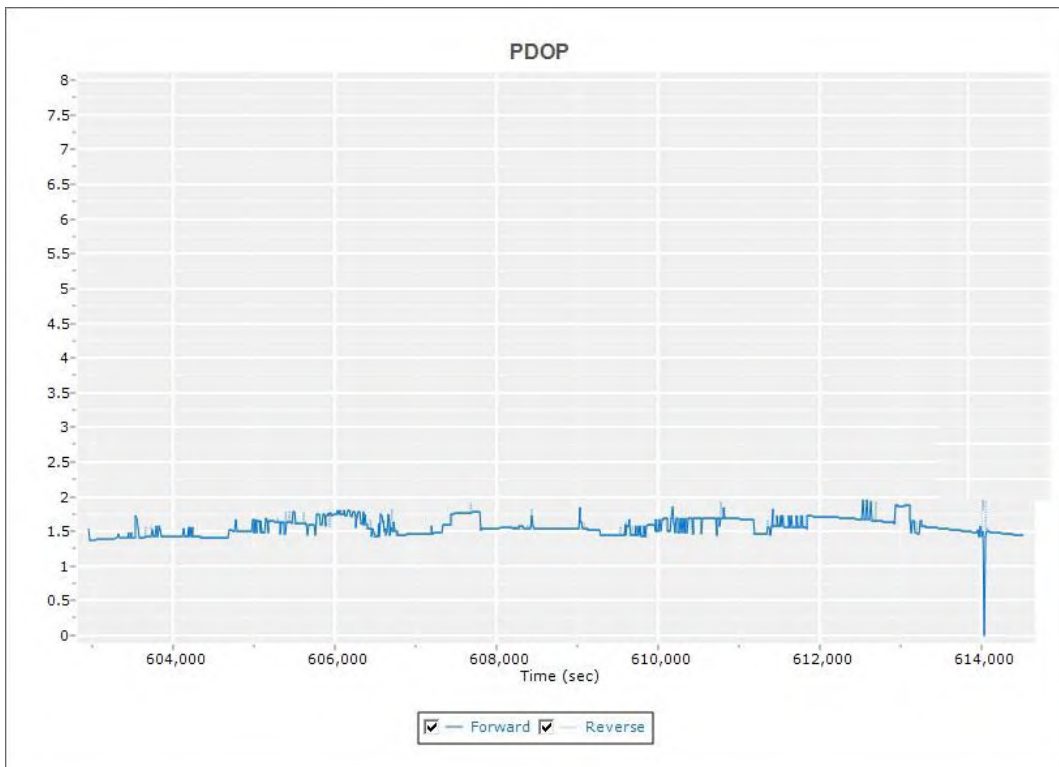


圖 2-28 3月23日機載GNSS衛星觀測PDOP圖

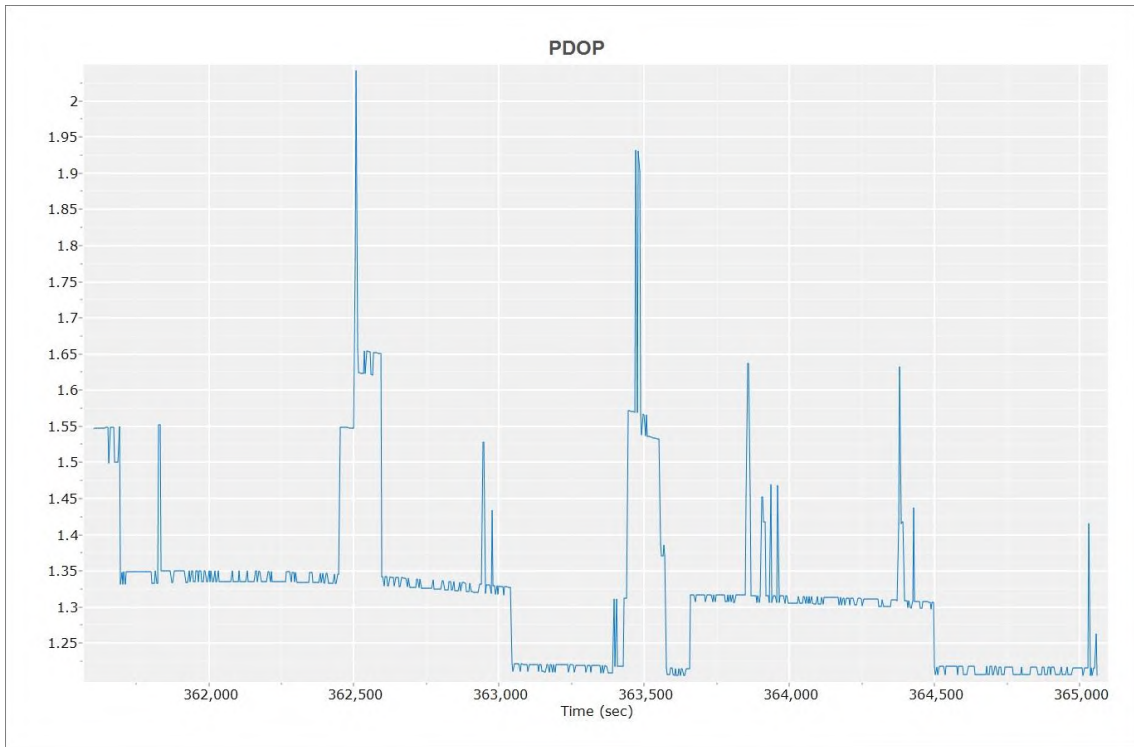


圖 2-29 3 月 27 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖—1

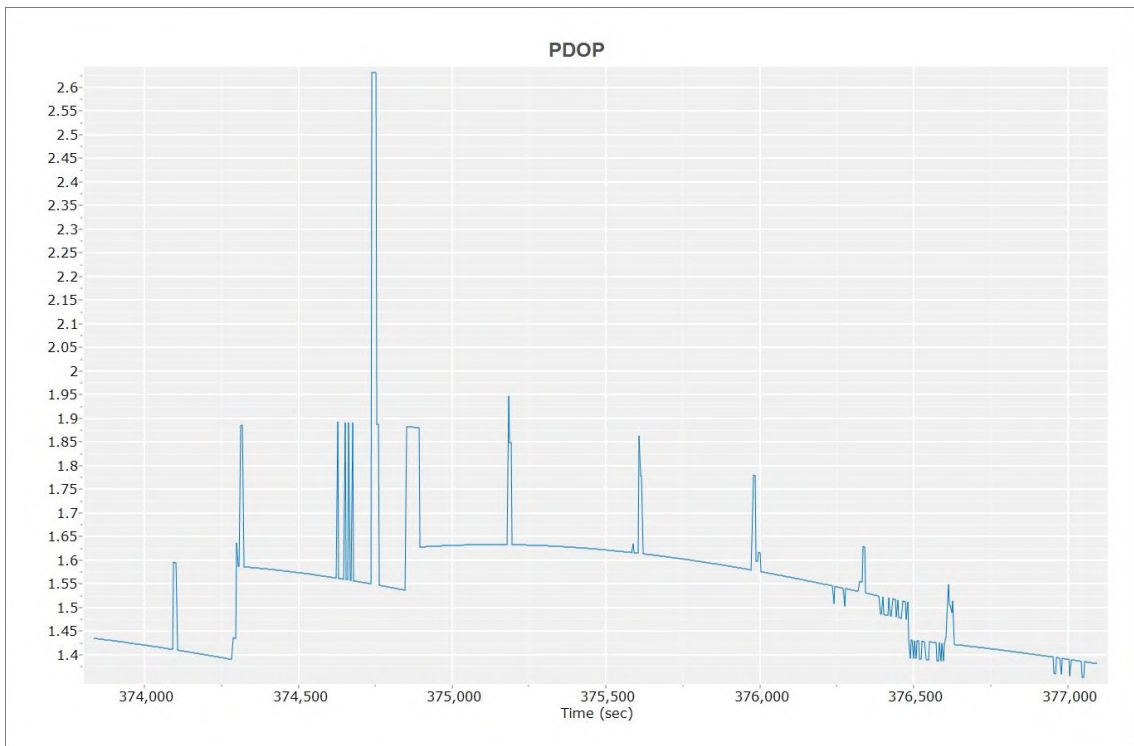


圖 2-30 3 月 27 日機載 GNSS 衛星觀測 PDOP 圖—2

三、GNSS 觀測時間：地面 GNSS 基地站比機載 GNSS 儀器(Remote)起始時間早 10 分鐘以上，結束時間晚 10 分鐘以上(圖 2-31)。

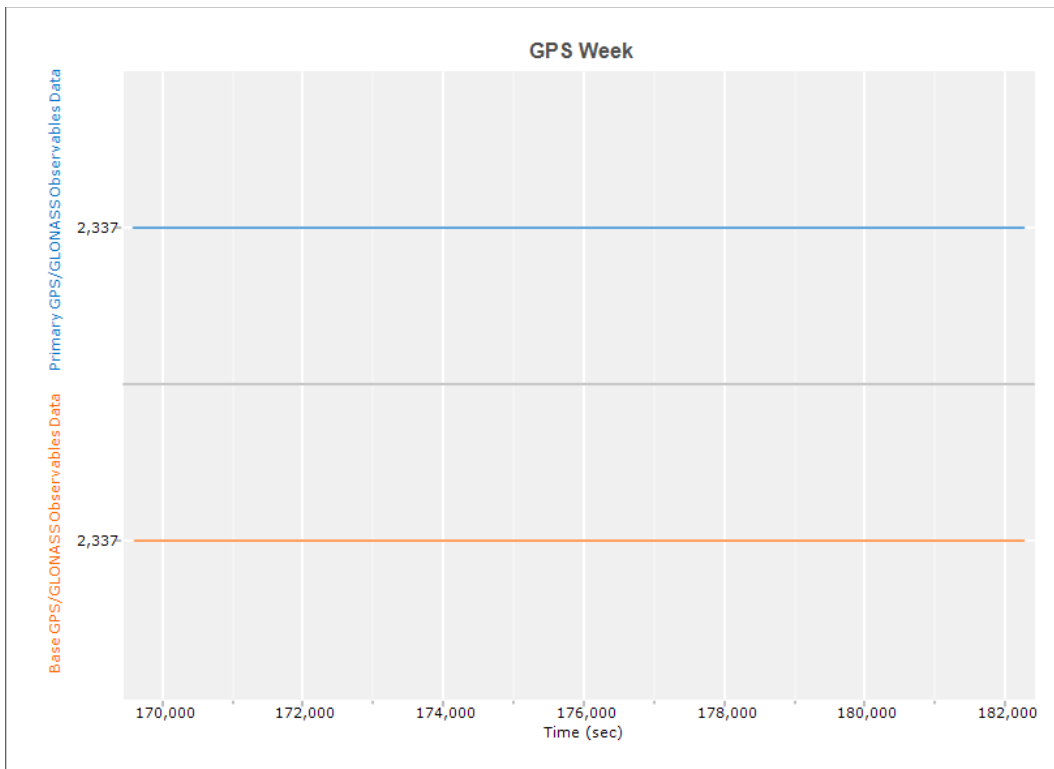


圖 2-31 10 月 22 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖

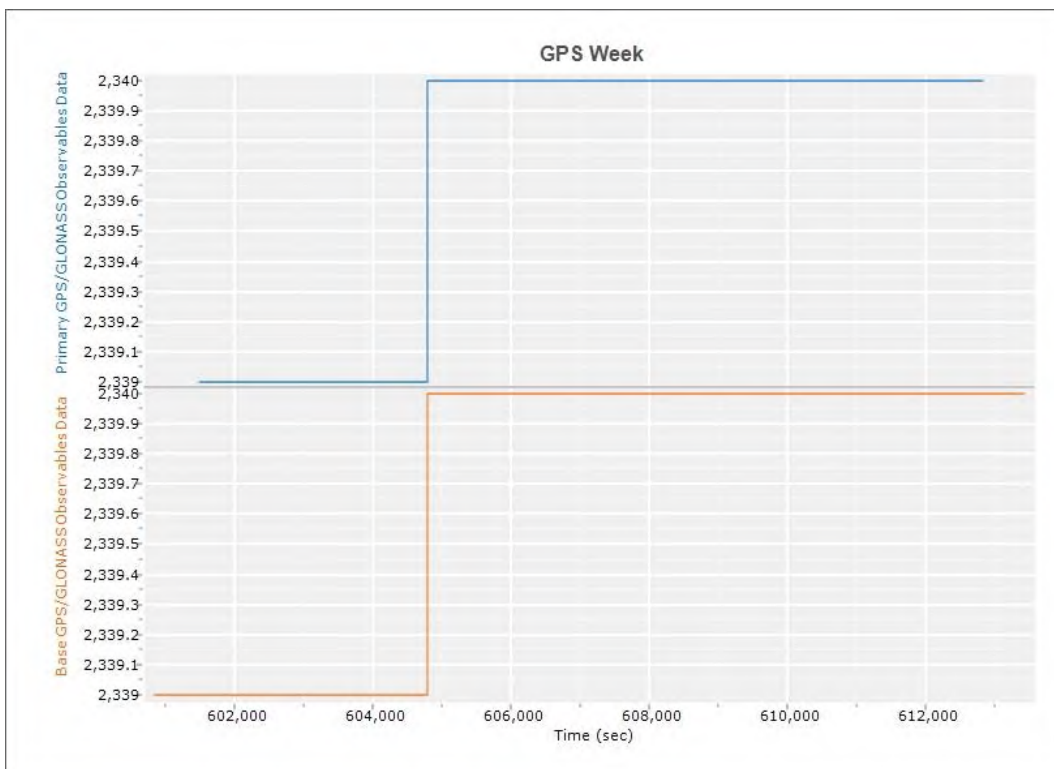


圖 2-32 11 月 10 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖

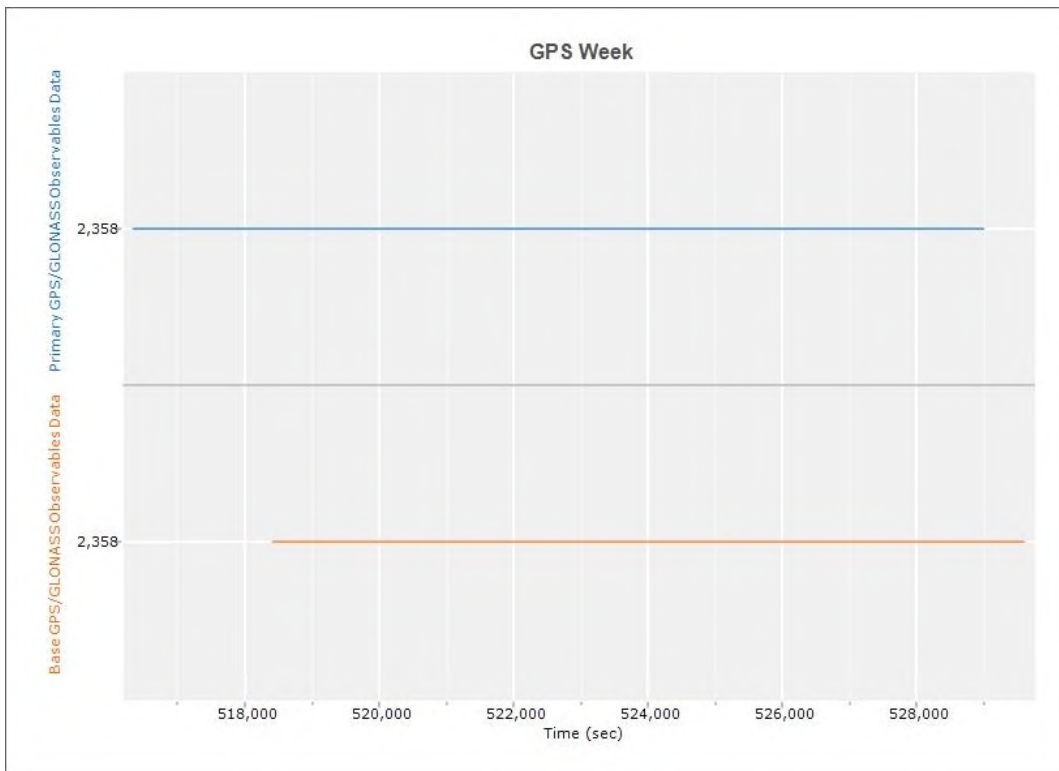


圖 2-33 3 月 22 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖

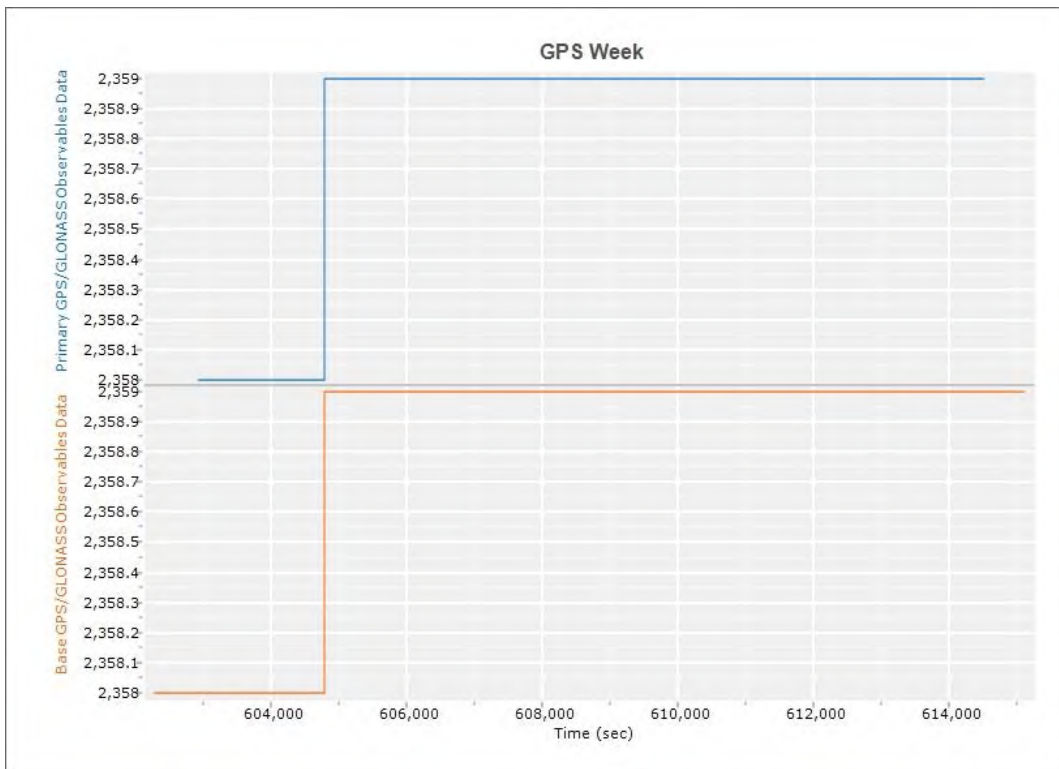


圖 2-34 3 月 23 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖

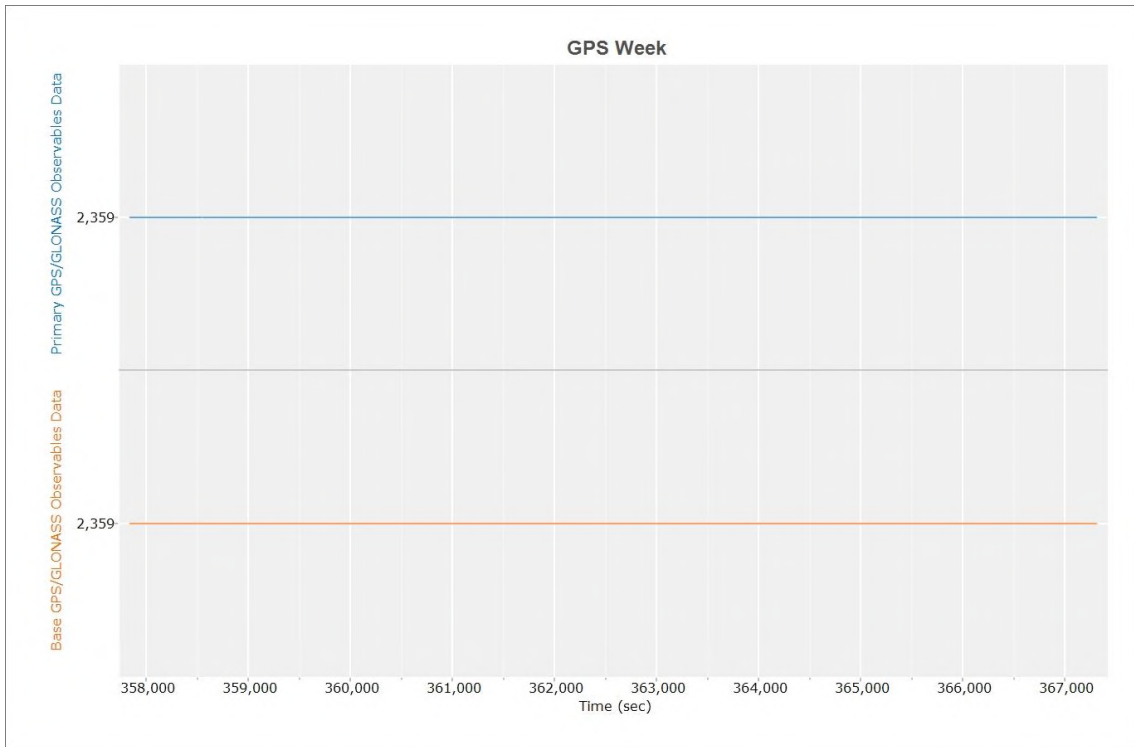


圖 2-35 3 月 27 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖—1

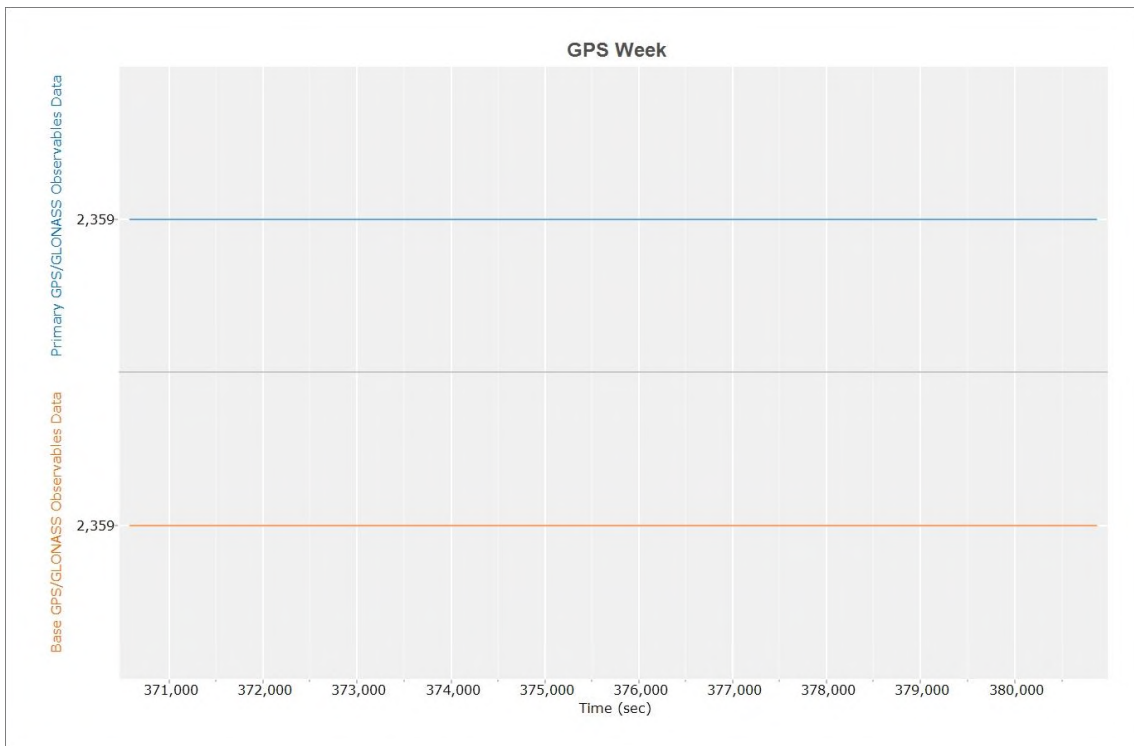


圖 2-36 3 月 27 日機載 GNSS 與地面 GNSS 基地站涵蓋時間比對圖—2

第三章 天氣資訊

- 一、蒐集中央氣象局當日氣象雲圖如圖 3-1 至圖 3-6。
- 二、台中機場（代碼 RCMQ）天氣報告如表 3-1 至表 3-5。
- 三、飛航管制資料如圖 3-7 至圖 3-11。

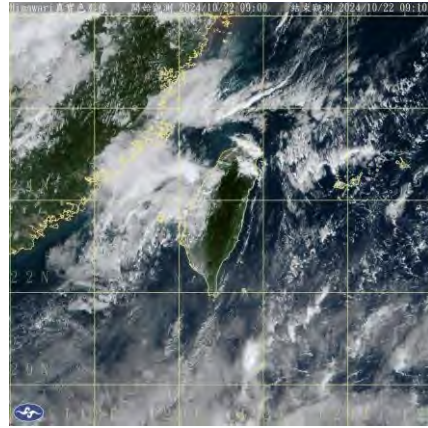
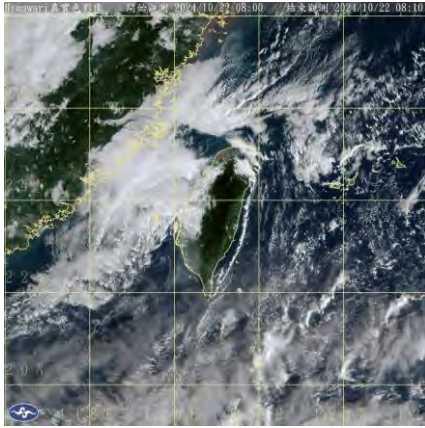


圖 3-1 10 月 22 日氣象雲圖

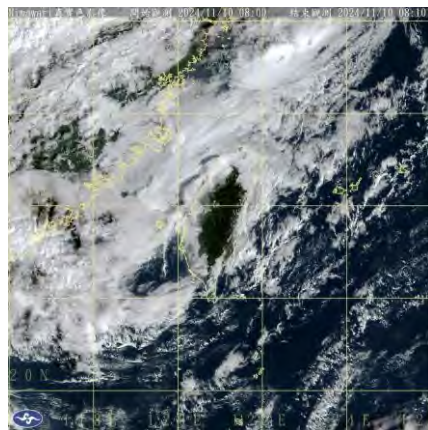
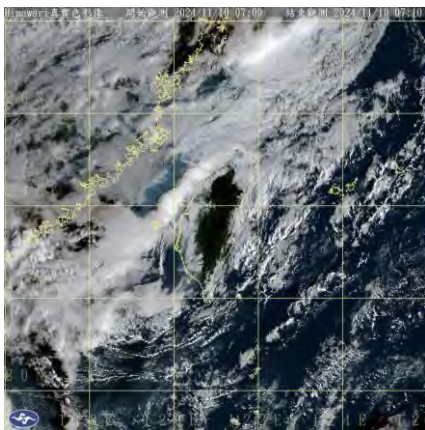


圖 3-2 11 月 10 日氣象雲圖

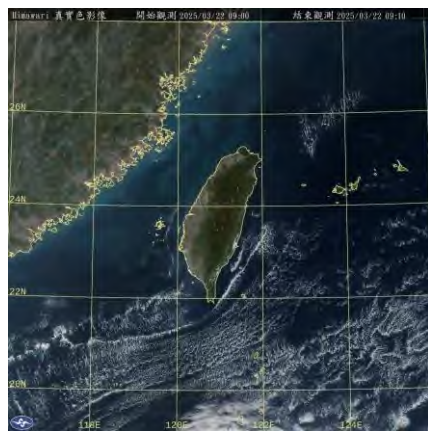
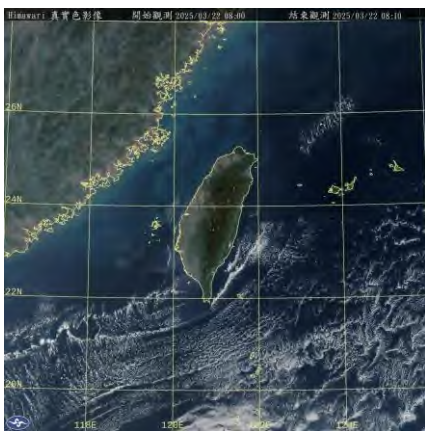


圖 3-3 3 月 22 日氣象雲圖

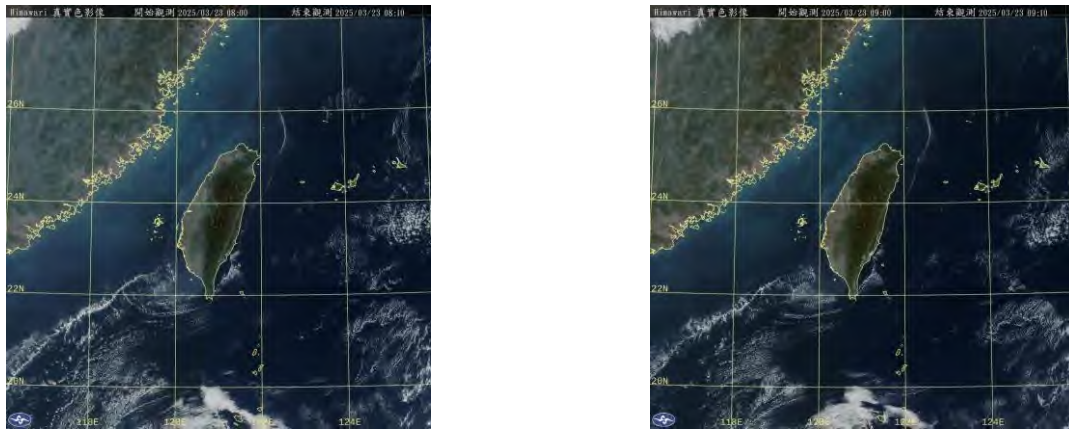


圖 3-4 3 月 23 日氣象雲圖

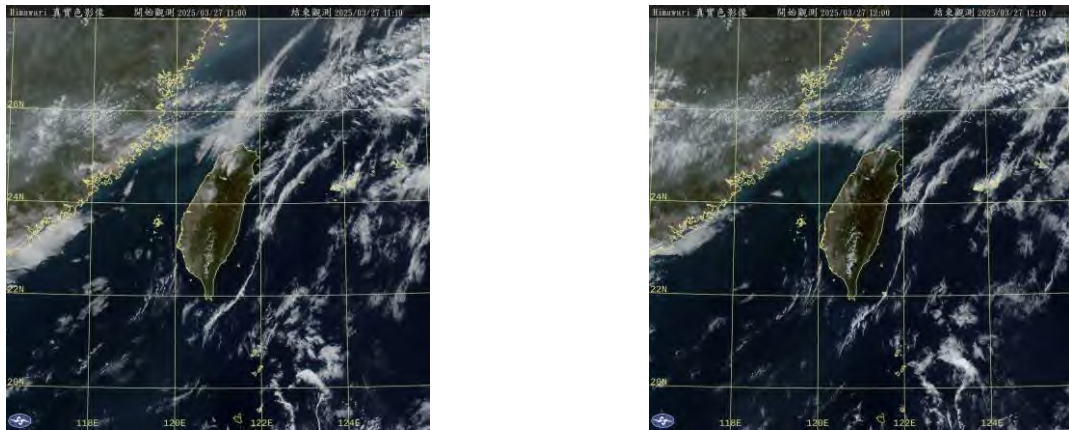


圖 3-5 3 月 27 日氣象雲圖 (一)

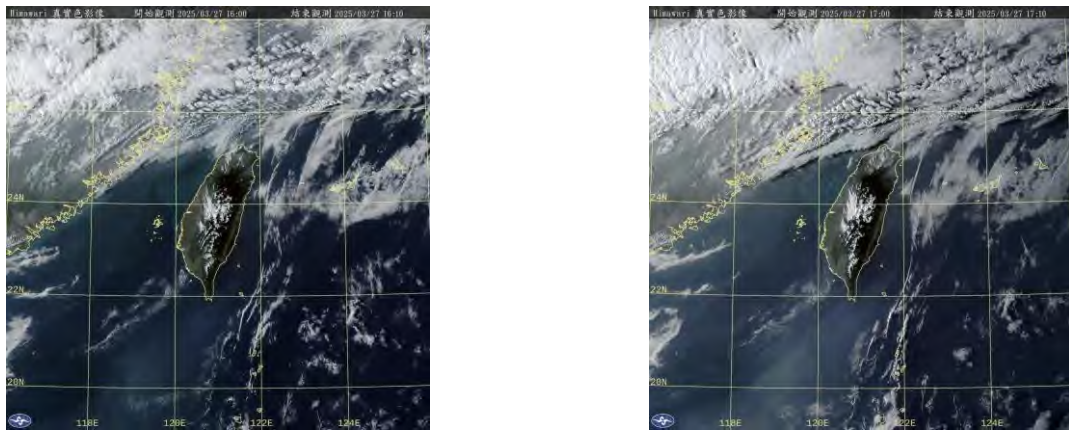


圖 3-6 3 月 27 日氣象雲圖 (二)

表 3-1 10 月 22 日天氣報告

時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)		時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)	
8:00	FEW	800	BKN	1600	14:00	FEW	1000	SCT	2000
10:00	FEW	1000	SCT	2000	16:00	FEW	1000	SCT	2000
12:00	FEW	1000	SCT	2000	18:00	FEW	1000	SCT	2000

備註：台中機場(代號：RCMQ) 單位（呎）

表 3-2 11 月 10 日天氣報告

時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)		時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)	
8:00	SCT	400	BKN	1000	14:00	SCT	400	BKN	1000
10:00	FEW	400	SCT	1000	16:00	FEW	800	BKN	1600
12:00	SCT	400	BKN	1000	18:00	FEW	800	BKN	6000

備註：台中機場(代號：RCMQ) 單位（呎）

表 3-3 3 月 22 日天氣報告

時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)		時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)	
8:00	FEW	1000	-	-	14:00	FEW	1000	-	-
10:00	FEW	1000	-	-	16:00	FEW	1000	-	-
12:00	FEW	1000	-	-	18:00	FEW	1000	-	-

備註：台中機場(代號：RCMQ) 單位（呎）

表 3-4 3 月 23 日天氣報告

時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)		時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)	
8:00	FEW	1000	-	-	14:00	FEW	1000	-	-
10:00	FEW	1000	-	-	16:00	FEW	1000	-	-
12:00	FEW	1000	-	-	18:00	FEW	1000	-	-

備註：台中機場(代號：RCMQ) 單位（呎）

表 3-5 3 月 27 日天氣報告

時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)		時間	第一層雲高(呎)		第二層雲高(呎)	
8:00	FEW	800	SCT	1600	14:00	FEW	800	SCT	20000
10:00	FEW	800	SCT	20000	16:00	FEW	800	SCT	2000
12:00	FEW	800	SCT	20000	18:00	FEW	800	SCT	2000

備註：台中機場(代號：RCMQ) 單位（呎）

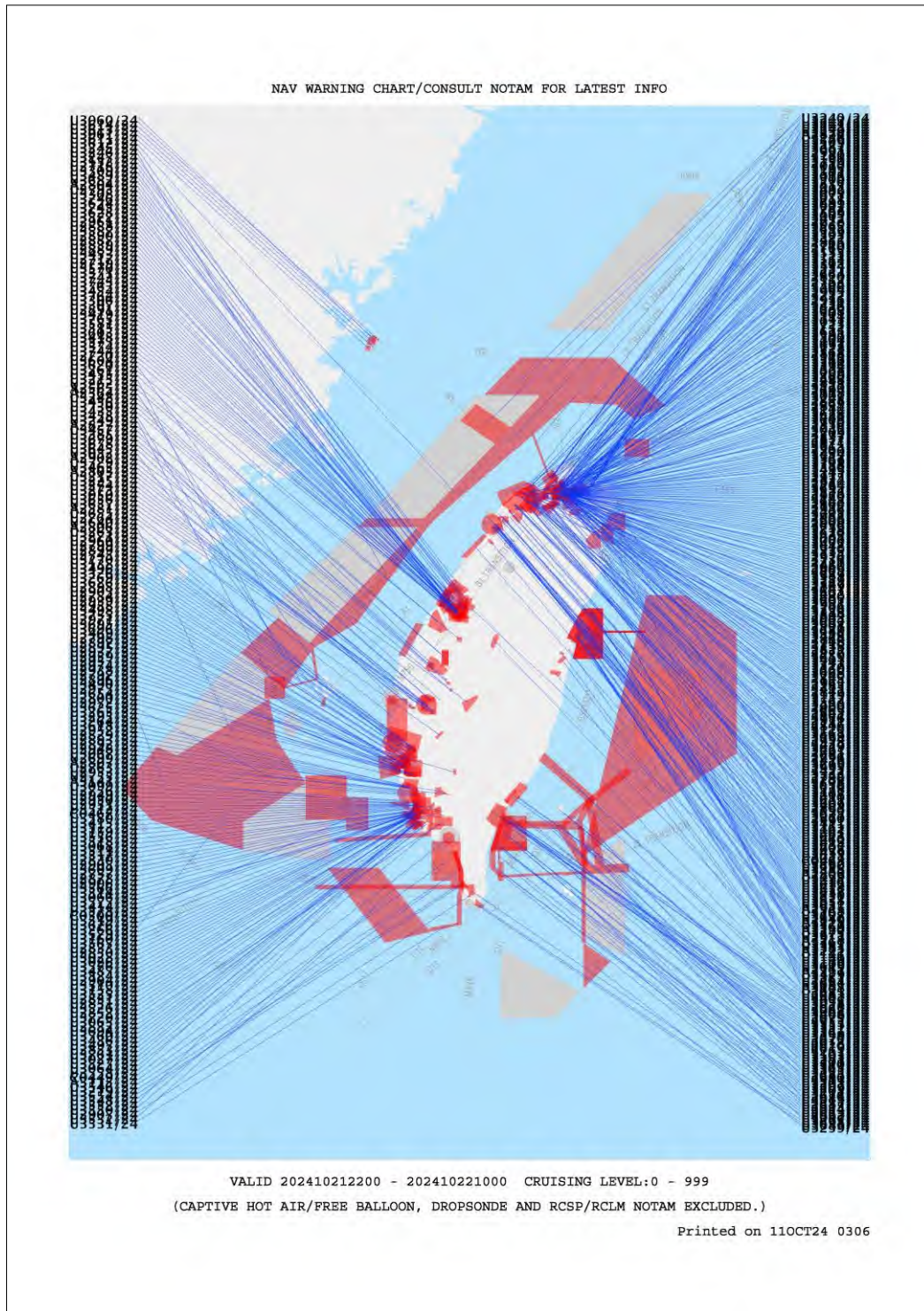


圖 3-7 10 月 22 日飛航管制圖

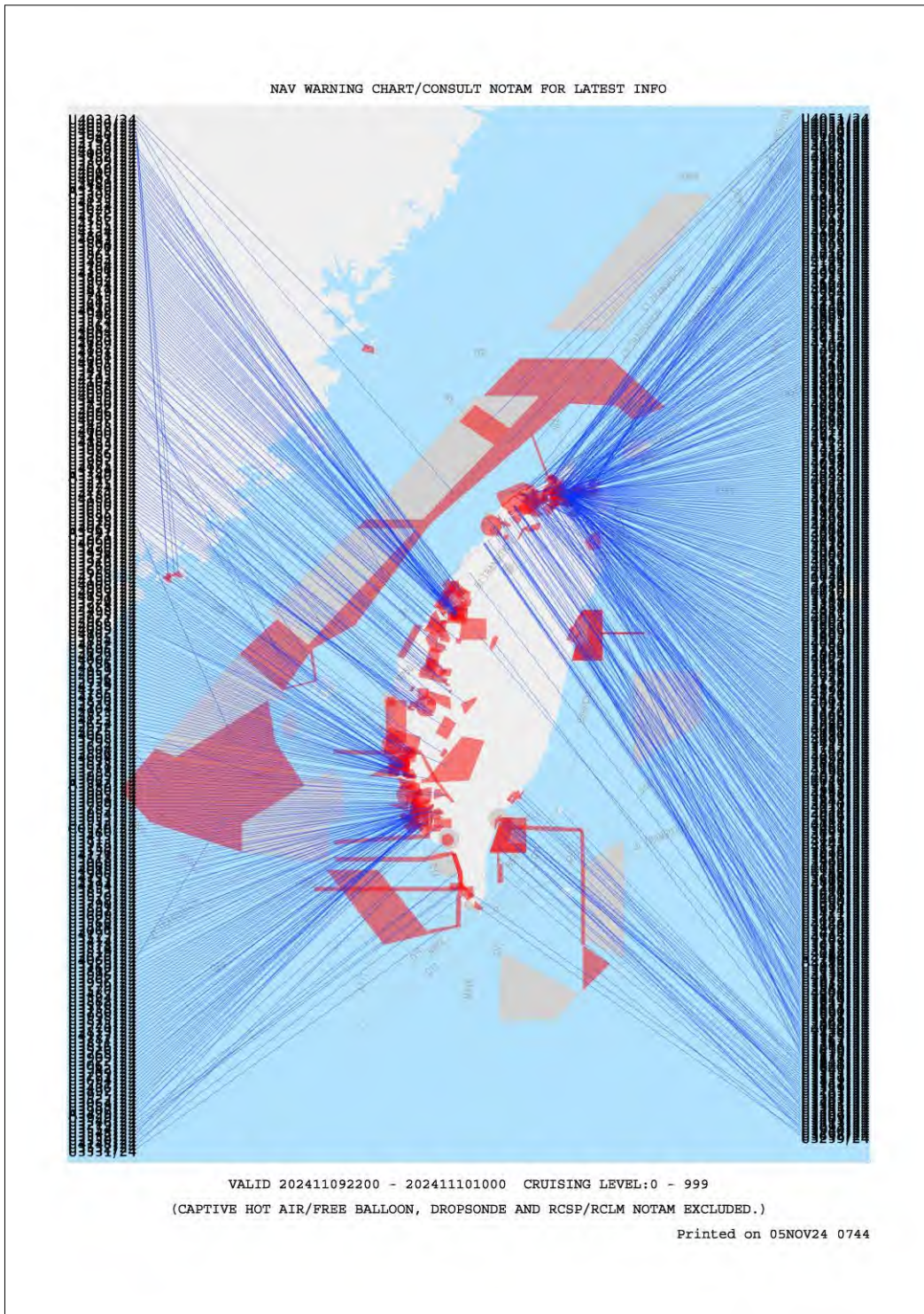


圖 3-8 11月10日飛航管制圖

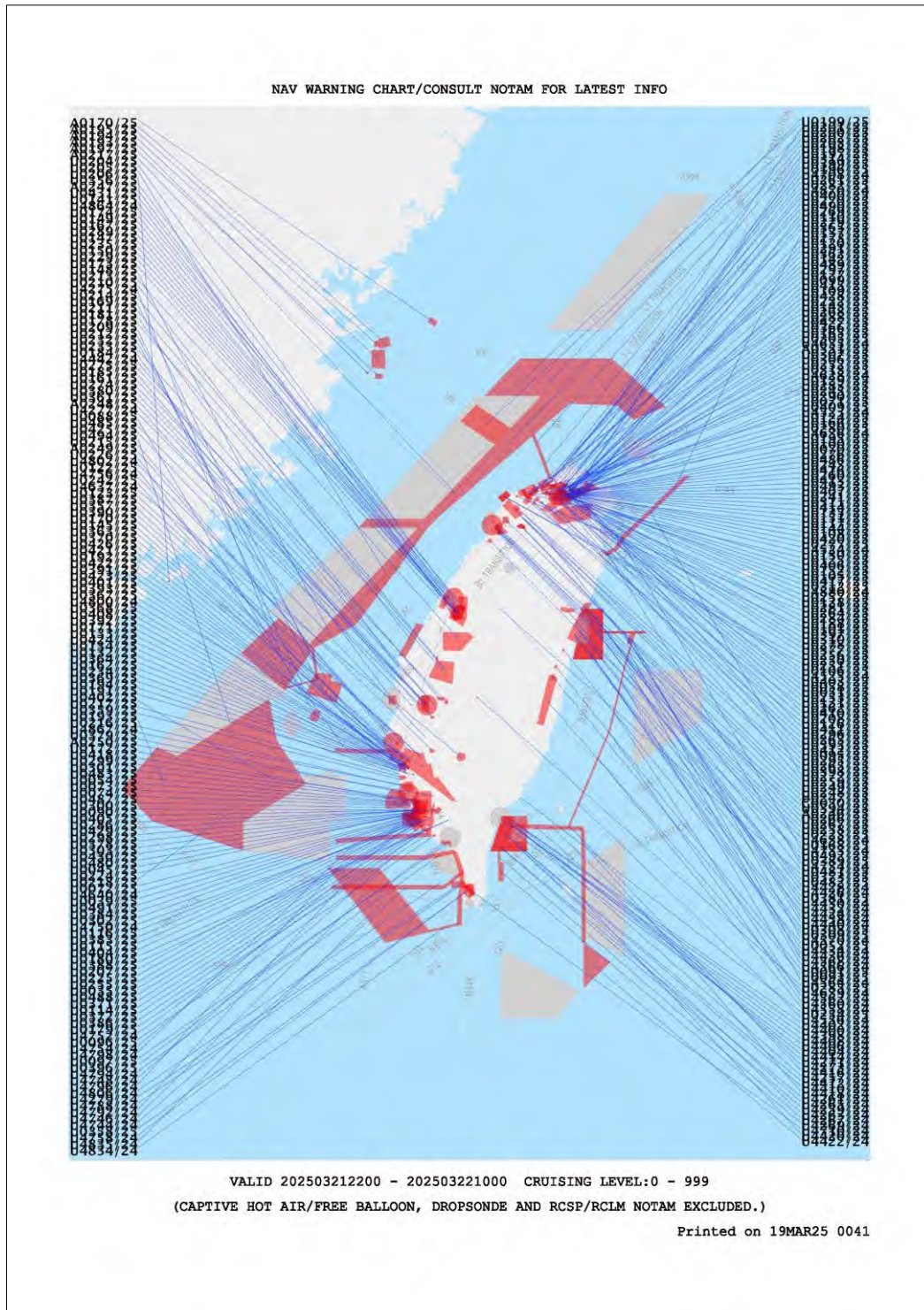


圖 3-9 3 月 22 日飛航管制圖

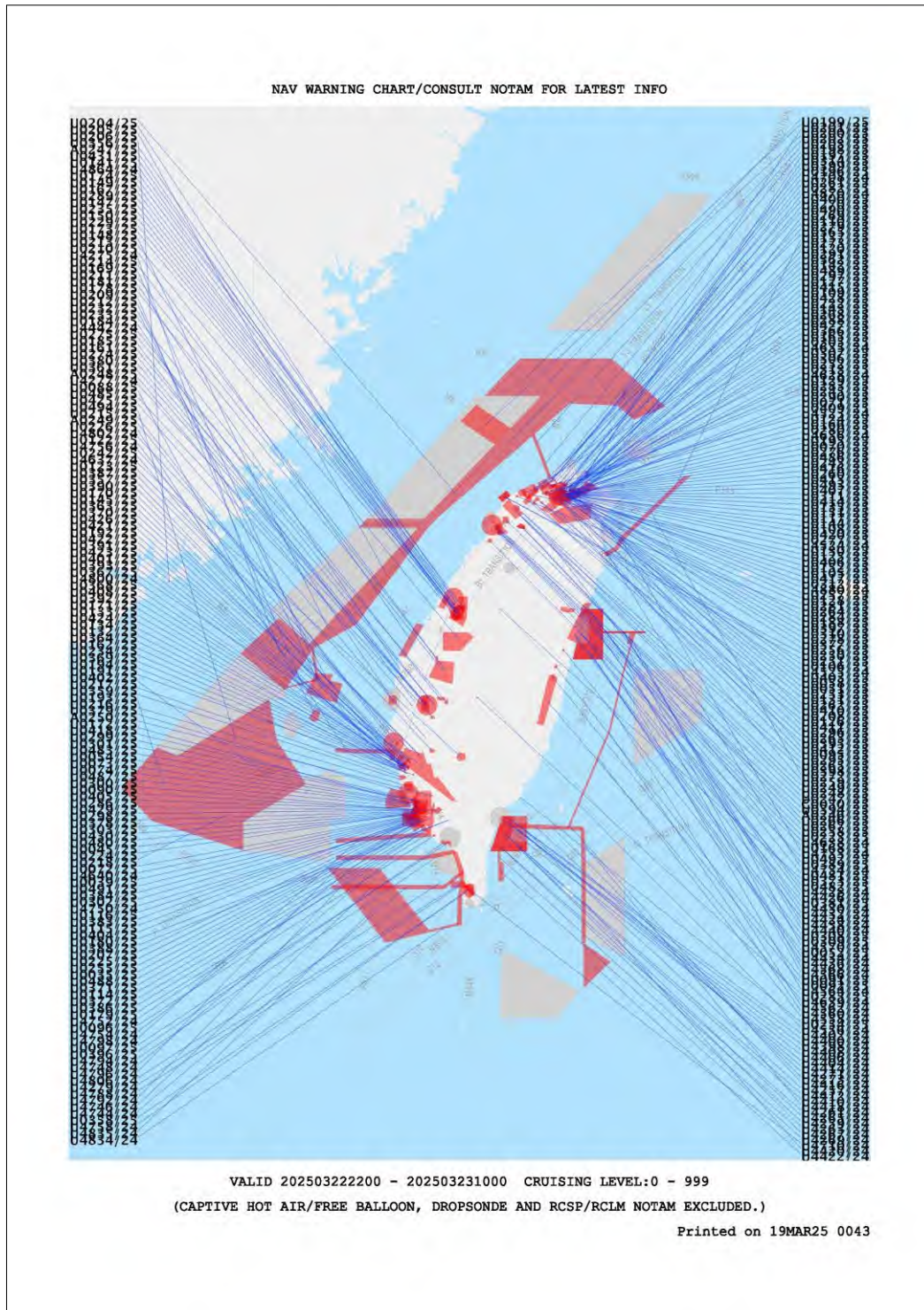


圖 3-10 3 月 23 日飛航管制圖



圖 3-11 3 月 27 日飛航管制圖

【附件七】

第 2 期(期中)報告書 審查意見與回覆

「玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案」

期中(第 2 期)報告審查意見及回覆

一、開會時間：中華民國 113 年 12 月 19 日（星期四）下午 2 時

二、審查意見及意見答覆

項次	審查意見	意見答覆	
玉管處出席委員	1	報告書 p.4 之圖 2-2 空載光達及航空攝影工作流程圖，左邊空中部分除「光達掃瞄」及「POS 定位」外，建議應增加「影像拍攝」，再由「影像拍攝」往下一步進行「空三特徵點自動匹配」及「空三平差計算」。(p.3 圖 2-1 既有航拍及光達掃瞄 2 個分流)。	圖 2-2 空載光達及航空攝影工作流程圖，空中部分是空載光達與航空攝影同步，會再把光達掃瞄旁邊加上航空攝影之流程。
	2	報告書 p.10 航線規劃成果與作業規定之第(三)有關光達測點密度分列中高海拔地區及低海拔與洪泛溢淹地區，兩者密度要求相同，均為每平方高於 2 點，是否誤植，請確認。	點雲規範於中高海拔地區(高程 800 米以上)及低海拔及河川洪泛溢淹地區(高程 800 米以下)皆應高於每平方米 2 點，為經濟部地質調查及礦業管理中心之規範，後續報告書會再更改寫法，以求合理表示。
	3	報告書 p.22 提及本計畫區域屬人車無法到達區域，故以空三立測點來做為控制點，是否有評估該立測點之精度？另山區因明顯可辨別之特徵點較少，且因植被影像近似，在特徵點自動匹配可能誤差較大而導致空三成果之精度較差，本案以空三立測點作為控制點約束，完成點雲航帶平差後，是否有採用什麼方式進行高程精度之驗證？	計畫區域因人車無法到達，爰會使用空三及立定測量來量測裸露地，森林內之裸露地可能會有石頭、古道、重要或明顯的植物等，會使用該些明顯位置來尋找，以往地調所或國土測繪中心的國家底圖於人車無法抵達的光達掃瞄作業皆以此方式處理，會將以前年度的光達資料固定住作為控制用及接邊以確保品質，另計畫範圍內有國土測繪中心有 2 基站資料，航帶平差依規範圍 20 cm，46 航線皆要做內部航線平差之評估，依經驗本公司可控制於 10cm，以確保成果精度。
	4	目前從報告書中可概略了解本期應完成 50% 以上範圍之航拍及光達掃瞄作業，惟目前完成至何種程度並不明確，例如完成外業航拍掃瞄資料是否有進一步完成點雲航帶平差及空中三角測量？抑或僅完成外業之資料獲取？請於報告書補充本期實際完成工作及程度。	特徵點檢核驗證及空中三角測量皆會於後續一起作業。本次進度規範為完成全案之 50% 面積之航空傾斜攝影及空載光達掃瞄作業，目前點雲航帶平差已完成，空中三角測量則進行中。
	5	本案光達掃瞄之點雲資料是否有出現因 Riegl 儀器特性而產生類似(五)報告書 p.5 之圖 2-4(左圖)弧面狀之雜訊，類似之雜訊於交付成果前是否會先過濾？	有關報告書 p.5 之圖 2-4(左圖)弧面狀之雜訊，本公司使用的 Riegl 為奧地利產光達掃瞄設備有因應不同地形及高差所需之波段去設定等特點，以規劃符合本計畫範圍地形所需之航線走向及高度等，以本公司執行貴處將近 10 年之經驗，成果之點雲密度一直是高規格。

項次	審查意見	意見答覆
6	簡報 p.12: 平面器差均方根值為 390mm(規範標準 500mm)、高程器差均方根值為 69mm(規範標準 350mm), 此為誤差嗎?	簡報 p.12 係將公司飛行資料交由國土測繪中心獲得 TAF 認證之專業人員去比對, 光達掃描之重點為高程資料, 本公司資料為高規格 6.9cm, 相關空載光達 TAF 校正作業報告可見報告書附件。
7	報告書 P.22 除以航線頭、中、尾需有控制點外, 有關地形類別檢核點建議可透過本案作業範圍內有八通關古道、山屋、棧橋及省道臺 30 線道路等作適當檢核明顯點位來佐證資料正確性	沿線山屋及省道臺 30 線皆會進行點雲及影像交互檢核。
8	目前雖已完成作業區域 50% 航拍作業, 為避免航拍期間過長造成現地地景、日照陰影角度致影像品質不融合及差異, 請廠商積極掌握天氣狀況並規劃後續未完成之航拍作業期程。	後續拍攝時間盡量是上午, 且航線為規則地一條一條完成, 以確保同一區色調一致性。上次拍攝為 10-11 月(深秋), 後續拍攝約為初春, 植被可能會稍微變化, 但可用內業影像處理技術來改善。
9	本案履約期限雖至 114 年 9 月 30 日, 考量後續尚有圖資成果製作規劃及預算執行安排, 請受託廠商評估有無提早進度之可能性。	提早完成本案亦為本公司目標, 後續拍攝區域只需 2-3 天好天氣就可完成, 完拍後會盡快趕工及繳交資料。
10	報告書 p.45 第五章結語之第一段與 p.1 緣起內容相似, 且所述完成面積亦誤繕, 請修正後續報告書內容, 並增加本案未來之建議事項。	感謝委員指正, 完成面積已修正。且增加本案未來建議事項。
11	成果有 3 分鐘影片, 因本次航拍面積為歷年最大, 亦有吊橋及山屋或較有巨木可能之區塊, 如成果豐碩, 可考慮多一個影片, 但不限 3 分鐘。	與業務單位討論後可行性後, 可以依貴處需求再增加影片。
12	本作業區有一些重要景點, 沿著拉庫拉庫溪、清古道及日治越道, 在史蹟的部分, 期待有較清楚的圖資, 沿線亦有布農族聚落 3-4 個據點等, 相關人文、地理、山屋及步道等再請留意航拍成果。	本公司先前與中研院有合作協助拍攝舊佳心舊社家屋相關成果經驗證都很精準, 如本案有拍到黑熊, 因設備及技術都有提升, 本案相關成果及效果會優於該中研院案, 拍攝航高約為海拔 4000m(地高 2000m)。
13	簡報 p.12、20、22 均方根植、點雲密度及影像重疊率等, 有些規範看起來很容易達成, 是規範設定較低或貴公司技術提升所造成之差異?	自 105 年當時解析度規格 20cm 並逐年提高解析度, 本案計畫規範為 13cm, 本公司加值為 10cm, 本次區域內有植物、人文史蹟及地理等, 本計畫成果及模型等都能做到。原始資料點雲密度高於規定 2 點到 4 點多, 係因本公司航線規劃得宜及具有優良儀器設備等, 才能達到優於規範之成果。有關點雲密度等優於規範, 是因本公司優良設備及航拍計畫規劃得宜, 貴處

項次	審查意見	意見答覆
		企劃書規定是符合國家規範，而本公司提出更好的品質是我們的承諾。
14	園區都很重要，但本區有清古道及日治越道等人文史蹟，亦為臺灣黑熊重要棲地，青剛櫟為黑熊重要的食物來源，期望後續資料呈現與運用，對於人文史蹟及自然生態之保存維護都能有很好的參考價值，爰希望夠資料呈現能仔細及精準。	第 3 期報告會提供後續執行的規劃建議，本案取得原始資料，後續還有點雲編修、正射影像製作及影像模型建置等，會建議貴處後續能編列預算去執行。
15	囿於早期設備與技術，過去相關已執行航拍影像成果是否有辦法於事後補救、改善料品質，或只能重拍？	以往解析度規格 20cm 已經優於航遙分署，現在 10cm 一樣較優規，第一年是玉山主群峰之重點區域，經過 10 年一定有變化，相關設備與技術亦已提升，後續建議重點區域可重拍，以求更好成果。
16	簡報 p.11 之儀器設備對地高 4,700 cm，但本計畫飛行高度約 2,000 m，是否會影響相關成果嗎？	有關本公司設備的對地高可到 4000m，但本案對地高平均約 2000m，東部海拔於園區內相對較低，爰飛低一點可取得更好的解析度。

【附件八】

第 3 期報告書 審查意見與回覆

「玉山國家公園東部園區航空攝影與光達掃瞄作業案」

第 3 期報告審查意見及回覆

一、開會時間：中華民國 113 年 6 月 5 日（星期四）上午 10 時

二、審查意見及意見答覆

項次	審查意見	意見答覆
一	報告書 p.1 圖 1-1 計畫範圍：比例尺 1:210,000，經量測 22.5mm / 10000m = 1:444,444，請確認圖資比例是否正確。	已將圖的比例尺改為 tool bar。2 萬 1 千是原始圖的呈現，但因為報告書縮放造成比例尺誤差。
二	如方便，建議可增列「摘要(第 3 期)」，簡明敘述第 3 期的工作項目、預計的及實際的工作進度及本期工作成果要點。 報告書 p.52 圖 3-1 工作進度甘特圖： 1. 請補充標示 114 年 6 月至 9 月的預計進度（紅線帶）。 2. 114 年 4 月工作期程為空白，請補繪其預計及實際進度。	工作項目詳如 1-3 服務項目、1-4 繳交成果以及 3-1 計畫執行期程。 1. 114 年 6 月至 9 月為提前完成進度，已補充於工作進度甘特圖。 2. 114 年 4 月份為資料處理時間，已補充於進度甘特圖。
蔡委員展榮 三	報告書 p.2 繳交成果：為方便日後萬一有資料疑義的時候，來找尋、判斷資料錯誤來源及更正之需。建議可以補充下列繳交成果： 1. 5. 攝影站坐標 => 5. 攝影站坐標及 3D 像坐標轉換至 3D 地面坐標的旋轉矩陣。 2. 6. 原始航拍影像 => 6. 原始航拍影像及其 MTF、blur 參數值。 3. 8. 空中三角平差報表 => 8. 空中三角平差報表及控制點改正數向量圖、檢核點較差向量圖、每一個觀測值的改正數。 4. 9. 空載光達檢核密度圖 => 9. 空載光達檢核密度圖及空載光達點雲平面圖(覆蓋地面位置圖)，方便檢視是否存在漏洞區。 5. 另附件三縮圖及影片都可明顯看出陰影，建議仔細檢查所有影像都清晰可讀，特別就陰影區及局部雲霧區，可請色彩辨識度的高手來處理圖資，不要讓圖資因為過度曝光而致影像有不清楚處。	報告書 p.2 繳交成果依據契約書服務建議書徵求說明書規定內容詳列。 1. 攝影站坐標將會繳交每一影像之坐標包含 OMEGA, PHI, KAPPA 2. 因本計畫範圍為山區人車無法抵達，影像成果為產製正射影像及 3D 模型。故無設置影像檢定標來檢查 MTF、blur 參數值。 3. 因本計畫影像及空中三角測量，為產製正射影像之目的，故使用商業軟體 metashape 製作空中三角測量，及輸出報表。往後可再撰寫相關空中三角測量平差檢核程式，來呈現相關數據。 4. 點雲密度圖詳見報告書 p.36。 5. 最後一架次是 114 年 3 月 27 日中午 11 點多開始飛，因天氣預報隔天天氣會不好，所以下午才把最後區域拍起來，該區陰影較嚴重，但本公司會調色及確保細節，原始影像會再確保品質。調色前後比對圖已補充於報告書 p.42。
四	報告書 p.29~34：以 p.29 表 2-6 為例 1. 「F=80mm」：跟 P.8 表 2-2 的焦距(垂直相機 79.60mm、傾斜相機 123.38mm)、附件二的焦距(P.4 垂直相機 79.600mm 0.002mm、P.5 傾斜相機 123.38mm 0.002mm)不符，請檢查並修正。	1. 已將全文像機焦距統一為 79.600mm。 2. 航空攝影 6 架報告書 p.29 表 2-6 是 GPS 高度為 GNSS 高程，儀器高度應為規劃高程。實際飛航高程取決於飛航教官操作技術，

項次	審查意見	意見答覆
	<p>2. 請補充說明「GPS 高度」、「儀器高度」。</p> <p>(1) 二者分別為那一個點(例如 GPS/GNSS 接收器[receiver]的相位中心)的高程(或高度)?</p> <p>(2) 並說明「航線 1~4 的儀器高度大於 GPS 高度」而「航線 5~10 的儀器高度小於 GPS 高度」之原因。</p> <p>(3) 請使用正確的專業術語：高程？或高度？</p>	<p>會略與規劃高程不同，與航線位置不相關，規劃高程與實際飛航高程不同是正常的。</p>
五	<p>報告書 p.42 「表 2-15 影像重疊率及解析度檢查」？還是「表 2-15 影像重疊率及 GSD 檢查」？</p>	<p>已修改文字為影像重疊率及 GSD 檢查。</p>
六	<p>附件五 p.5 「Resolution: 68.6 m/pix」的意義是什麼？它跟下行「Point density:213 points/km²」以及上方的「Fig.4.Reconstructed digital elevation model」三者的關聯性為何？Fig.4.是否由空三(軟體)產製？</p>	<p>Fig.4 為 metashape 軟體 使用影像匹配自動產生之 DEM，作為初步檢視正射影像使用高程糾正模型。Resolution 為網格尺寸，Point density 為影像密點雲點密度。</p>
七	<p>報告書 p.24 圖 2-26 航線頭、中、尾控制點規劃位置：</p> <p>1. 圖 2-26 也是本案採用的航線頭、中、尾控制點的實際位置嗎？人車可達嗎？</p> <p>2. 圖中的三角形都是控制點？本案沒有使用檢核點嗎？請標示檢核點位置。</p> <p>3. 本案的空拍和空載 LiDAR 掃瞄也同時使用飛機上的 GPS/GNSS 定位和 IMU 定向嗎？本案使用 GPS 或 GNSS？</p>	<p>1. 航線頭、中、尾控制點為空載光達點雲之航帶平差控制點布設條件，因本案人車無法到達，故採用影像之空中三角測量方式，針對裸露地表進行高程測量，來檢核後續 DEM 成果。</p> <p>2. 為辦理點雲平差之高程控制點，無檢核點。</p> <p>3. 本計畫使用 GNSS/IMU 輔助航空攝影及拍攝。</p>
八	<p>報告書 p.21~23 圖 2-20~圖 2-25： 113/10/22~114/3/27 約 5 個月，使用的兩個基站 JULI(玉里)、WULU(霧鹿)的位置坐標有無顯著變動呢？有檢測嗎？如有，如何檢測？</p>	<p>坐標系統改位內政部公告 TWD97【2020】坐標。經查國土測繪中心公告之 e-GNSS 坐標 2023~2025 年平面坐標差值小於 16cm，高程坐標差值小於 6cm，無顯著變動。已補充於報告書 p.20。</p>
九	<p>報告書 p.20 表 2-5：</p> <p>1. e-GNSS【2023】坐標(m):請說明其定義。它與內政部公告的 TWD97(2020)、TWD97(2010)、TWD97 之區別為何？請盡量不要自創新的術語。</p> <p>2. 「橢高」？還是「橢球高」？</p> <p>3. 橢高「178.69」？還是「178.690」呢？請使用合宜的有效位數。</p> <p>4. 簡報 p.27 中誤差 4.47m，還是「4.5m」？</p>	<p>1.e-GNSS 為內政部國土測繪中心建構之高精度之電子化全球衛星即時動態定位系統名稱，【2023】為年份。參考內政部國土測繪中心網站 https://egnss.nlsc.gov.tw/content.aspx?i=20150625101919243、https://www.nlsc.gov.tw/NLSC_Content.aspx?n=11987&s=279265 已補充於報告書 p.20</p> <p>2. 已更正為橢球高</p> <p>3. 已更正為小數後三位。</p>

項次	審查意見	意見答覆
		4. 修正報告書 p.40，與規範小數位數相同，改為 4.5cm。
十	<p>報告書 p.19 圖 2-17 率定成果精度分析圖：</p> <p>(a) 高程精度直方圖(縱軸非等比)：高程精度-0.08m~+0.08m？水平軸(Distance [m])是高程精度？還是高程較差或高程偏差值？縱軸(Count[1])非等比：縱軸是對應的直方柱的高度暨出現的次數嗎？[1]的意義為何？</p> <p>(b) 平面精度方向分布：宜補充說明「平面精度方向」的意義。</p> <p>附件一 p.20 圖 3-6 率定成果精度分析圖+P.22 圖 4-2 平差結果精度分析圖：</p> <p>(a) 高程精度直方圖(縱軸為對數比例尺)：p.19(縱軸非等比) vs. 附件一 p.20(縱軸為對數比例尺)，請統一前後文的用詞。</p> <p>(b) 高程精度直方圖(縱軸為對數比例尺)：11、110、1100 是正確的對數比例尺刻劃數據嗎？</p>	<p>報告書 p.19 圖 2-17</p> <p>(a) 已統一用詞為「共軛平面殘差值直方圖(縱軸為對數比例尺)」，水平軸是各共軛平面殘差值，縱軸是個殘差值的出現次數。Count[1]是計算符合條件的資料筆數，它將每一行視為一個常數 1，再進行總計。這裡的 1 並不是欄位，而是代表每行都算一次。</p> <p>(b) 已統一用詞為「共軛平面姿態分布圖」：各共軛平面之法向量由中心投射至半圓天空之分布圖，用來評估所使用的共軛平面是否分布均勻，縱軸是正確的對數比例尺。</p>
十一	<p>報告書 p.19 表 2-4 率定成果參數表：</p> <p>1. 宜一併寫出 Roll(deg)~Z(m)六個參數的標準偏差。</p> <p>2. 請說明(Q780, 2220651)的意義。</p>	<p>1. Roll(deg)~Z(m)六個參數的標準偏差為 Error (Std.deviation) [m]。</p> <p>2. LMS-Q780 為儀器名稱、2220651 為儀器序號，已補充報告書內容。</p>
十二	<p>報告書 p.19 圖 2-18 空載光達率定後點雲剖面圖：</p> <p>1. 建議一併畫出 a.率定前點雲剖面圖+b.率定(前後)點雲剖面位置圖，俾以方便檢視率定效果。</p> <p>2. 請確認應是本案實際的空載光達率定前後點雲剖面圖，而非以前的(他案)點雲剖面圖？</p>	<p>1. 已補充率定前點雲剖面位置圖</p> <p>2. 為本次率定點雲剖面圖。</p>
十三	<p>報告書 p.6 圖 2-5 數位全波形分析能力：紅色、綠色分別表示空載、地面光達點雲。本案也使用地面光達掃描嗎？</p>	<p>本案無使用地面光達點雲，為呈現空載光達點雲位置之示意圖。</p>
十四	<p>報告書 p.4 圖 2-2 空載光達及航空攝影工作流程圖：</p> <p>1. 缺資料偵錯、剔錯處理工作步驟，請補充。</p> <p>2. 右下方遺漏了「空中三角平差計算」完成後的後續工作項目步驟，請補充。</p>	<p>1. 已補充偵錯處理。</p> <p>2. 本案僅做到空中三角平差計算，後續工項為延續案工作。</p>
十五	<p>報告書 p.3 圖 2-1 工作計畫流程圖：</p> <p>1. 左上方「航空傾斜攝影」宜修訂為「航空垂直及傾斜攝影」。</p> <p>2. 請補充此圖的說明：在本案作業區的 3D 實景影像模型裡，每一個點的 R、G、B 色彩值是從哪一張影像內插而得的呢？</p>	<p>1. 已修改為航空垂直及傾斜攝影</p> <p>2. 本案成果沒有影像模型。如為後續成果為 3D MESH 模型採 ContextCapture Center 軟體進行影像匹配製作模型。如後續成果為彩色空載光達點雲，則使用正射</p>

項次	審查意見	意見答覆
		影像給予每一個點的 R、G、B 色彩值。
十六	<p>宜再仔細檢視報告書內容的可讀性，並做相關的補充修訂，讓讀者看的懂，例如：</p> <p>1. p.5 圖 2-4 多時段光達回波接收技術：宜補充說明 MTA1~MTA4 的意義。</p> <p>2. 本文要補充圖表之說明。例如：</p> <p>A. 報告書 p.37 表 2-12 點雲檔案格式檢查成果表+附件四 p.7 表 201 的</p> <p>(1) 「點位紀錄有效位數 0.0010m」的意義是什麼？有效位數到 0.1mm？還是 1mm？</p> <p>(2) 「回波強度值域 OK」的意義是什麼？實際回波強度資料的值域=? 儀器規格的值域=?</p> <p>(3) 「重複點檢驗 OK」的意義是什麼？檢驗門檻為何？</p> <p>(4) 「檢查結果(Y/N)」的意義是什麼？Y 表示合格嗎？</p> <p>B. 報告書 p.38~39 表 2-13 航帶相對誤差檢查表格 => 表 2-13 航帶相對誤差檢查表+附件四 p.11 表 205</p> <p>(1) 此二表的「高程偏差量」的意義是什麼？</p> <p>(2) 航帶編號 14 的平差前(m)0.046？還是 0.0460？</p> <p>C. 報告書 p.40 表 2-14 點雲平差作業畫面資訊表+附件一 p.19 表 3-1 率定計算參數：「總觀察量」的意義是什麼？</p> <p>D. 報告書 p.42~49 表 2-15 影像重疊率及解析度檢查：「序號(1~200)」的意義是什麼？如何篩選出此表的片號？</p>	<p>1. MTA1~4 為回波 1-4 示意畫面，已補充圖片說明。</p> <p>2. A. 已補充於報告書 p.36</p> <p>(1) 點位紀錄有效位數，應以公尺為單位，並記錄至小數點以下 3 位。已補充並修正內容。</p> <p>(2) 回波強度域值域至少為 256 階，經檢查符合。</p> <p>(3) 重複點檢驗 OK 為同一坐標無重複點雲。</p> <p>(4) Y 表示合格。</p> <p>B. (1) 兩航帶重疊區域內，對應之平面位置稱為共軛位置，計算兩航帶點雲平均高程之較差，即為兩航帶之相對高程誤差。再由多個共軛位置得出高程偏差量平均值。已補充內容於報告書 p.38。</p> <p>(2) 已修正為 0.0460。</p> <p>C. Corresponding 總觀察量為全部找到的共軛平面數。</p> <p>D. 約為總片之 5%作為自主檢查量，為隨機抽樣，已補充於報告書 p.42。</p>
十七	附件六 p.36 圖 1-59 全波形資料截圖—航線 001(前段)~p.104 圖 1-196 全波形資料截圖—航線 046(後段)：多數圖近似呈高斯曲線，但有一些異常圖(例如:p.103)，宜說明異常原因。	因地形地貌不同與當下環境因子不同，故各雷射脈衝的全波形均略有不同，並非異常。
十八	報告書 p.25 「圖 2-27 BN2-B68802 執行玉山航拍實照」+p.50 「圖 2-40 工作執行影片示意」：宜標示航拍日期(年月日)及地點。	為航拍員於空拍過程中拍攝，地點及日期已不可考。
十九	報告書 p.35 圖 2-35 空載光達點雲解算處理流程：宜補充資料偵錯與剔錯之檢核點。	流程已補充平差偵錯步驟。

項次	審查意見	意見答覆	
二十	報告書 p.41 圖 2-39 垂直攝影鏡頭影像涵蓋範圍分布圖的圖例「影像涵蓋率」？還是「影像涵蓋區」？	為影像涵蓋區已修正圖 2-39。	
二十一	報告書仍有謬誤疏漏、格式不一致，請再仔細檢視並做訂正和補充。例如： 1. p.36 「1 點/m2 共有 0 格(0%，符合規範 5%)」應訂正為「1 點/m2 共有 0 格(0%，小於規範 5%，符合要求)」。 2. p.39 表 2-13 航帶編號 14 和 46 的「高程偏差值」字體較其他航帶者小。	1. 已修正為符合規範小於 10%、5% 要求。 2. 已統一字體大小。	
二十二	簡報用詞：精度=>品質(精度及可靠度)、地形地貌=>地形(地貌及地物)。3D 展示遠看 OK，那近看？	感謝委員指正，修正用詞。本案無 3D 成果。	
王委員乃卿	一	報告書 p.4，圖 2-2，右側「空三特徵點自動匹配」及「空中三角平差計算」其流程應該是源自「航拍資料(影像)」及飛行軌跡解算後求得之影像投影中心(近似)位置，而非直接源自「GNSS 基站數據」，建議修正。	已將航拍資料之影像，連結至空三特徵點自動匹配。
	二	報告書 p.11, 檢視圖 2-9 航線規劃成果圖，本案正規航線數 46 條，惟似乎未規劃交叉航線，因本計畫區域屬人車無法到達區域，無法布設實體地面控制點，建議未來執行類似案件，應考慮增加交叉航線來增加資料檢核強度，以確保成果之可靠性及品質。	本計畫無交叉航線，因每條航線皆小於 25 公里，且全程都有 GNSS/IMU，另有緊鄰 3 年度航拍成果資料可做平差及接點處，可確保成果之精度及可靠度。
	三	報告書 p.36, 檢視圖 2-36 點密度檢查分布圖，每平方公尺 1~2 之區域分布於東南側，查對應是 114 年 3 月 27 日航拍掃瞄(航線編號約是 36~41)，團隊是否有分析點密度較低形成之原因，請補充說明。	點雲密度較低與最後一架次沒關係，因該區有一條山谷有水，所以光達會被折射掉，所以密度偏低沒有達 2 點以上，但仍有符合規範。已補充於報告書 p.36。
	四	報告書 p.38-39，航帶相對誤差檢查採用 TerraSolid 軟體，於表中列出平差前後高程偏差量平均值，請補充說明該數值如何計算，簡述軟體採用之方法，如取樣方式及計算樣本數量等。	兩航帶重疊區域內，對應之平面位置稱為共軌位置，計算兩航帶點雲平均高程之較差，即為兩航帶之相對高程誤差。再由多個共軌位置得出高程偏差量平均值。已補充於報告書 p.38。
	五	本計畫辦理區域點雲成果與前期西北園區、南二段與南部園區之成果是否有交疊，是否有辦理交疊地區之高程差異分析及接合修正，請補充說明。	後續正射影像及 DTM 製作案時，東部園區與 111.106.108 年作業區域都需要做高程接邊及色調處理。
	六	附件五為空中三角測量報告書，惟在本文中幾乎無相關描述，建議於 2-6 節航空攝影測量一節補充，簡述平差成果(精度、連結點	因本計畫影像及空中三角測量，為產製正射影像之目的，故使用商業軟體 metashape 製作空中三角測量，及輸

項次	審查意見	意見答覆
	數等資訊);另本案空三平差計算是否為整區平差或有分區平差,如有分區亦請補充分區圖。	出報表。本案空三平差無分區。
蕭委員宇伸	一 建議後續說明本光達掃瞄成果的厚度(同位置點雲坐標的離散程度)。	Lidar 在裸露地及樹底下的呈現,從航帶間的平差精度(整個資料會做一次性平差)就可確保,精度 0.045m(優於規範 20cm),航帶間平差則都小於 1cm,因穿透性高,除樹梢外,地表也完整呈現,樹底下厚度有經過分析,都在 10cm 以內,甚至多處為 5cm,樹下都有完整呈現地表高程。已補充於報告書 p.40。
二	在空拍時,由於本案無條件布設完整 GNSS 航測控制點,在絕對坐標方面,是否考慮用內政部既有 1m DEM 進行相關修正?	使用內政部既有 1m DEM 去做資料檢核事項,我們也想做此研究,但是該為機敏資料,如有需要,可由玉管處向內政部地政司申請,本公司可做後續精度驗證等。
三	圖 2-36,部分位置每平方公尺僅 1~2 點密度,原因為何?	點雲密度較低與最後一架次沒關係,因該區有一條山谷有水,所以光達會被折射掉,所以密度偏低沒有達 2 點以上,但仍有符合規範。
四	本案航拍有跨年度(11 月與 3 月),在交界處影像處理細節為何請簡述。	會將兩年度的原始影像色彩調整為相似,作業方法已補充於報告書 p.42。
玉管處出席委員	一 雖器材設備之精進很重要,但人員專業及細心度也很重要,成果正確性及可靠性等品質是最重要的,前置作業成果良好,後續才能妥善應用。部分委員所提建議,以前已有提醒過,但還是有誤植,另交叉航線雖貴公司亦有保證,但不同執行區域應該有不同應用,所以建議貴公司往後也要參考委員們的建議去執行往後案子,才能更好呈現成果。目前精度為 10cm 以下,可否做更好判讀?如東部園區為臺灣黑熊重要區域,是否可判斷黑熊的食物?如青剛櫟,在極端氣候影響,對於食源判斷與後續調查研究的搭配運用等為重要資料來源。另本區也是八通關古道、日治越嶺道、本園區最多山屋及吊橋區域,步道狀況、裸露地及溪流之掌握等,能否作為後續實際應用?	感謝建議,往後的報告書及服務建議會採納委員之建議進行撰寫及規劃。以往點雲密度穿透性好外,本案為 10cm 更是優於其他年度,尋找黑熊及青剛櫟等植物、步道、古道及山屋等後續相關應用,本公司可協助。
二	東部園區有許多重要元素,如:巨木群(可了解全園區超過 65m 以上的巨木數量及位置)、清朝古道、山屋、45 個駐在所分布,及	期待東部園區可使用後續計畫產製之 CHM 找巨木分布之點。 有關園區內堰塞湖,去年花蓮 403 大

項次	審查意見	意見答覆
	近年受地震影響致堰塞湖產生等，對於下游部落之安全性，看後續可否提供相關應用及建議。	地震後，10 月拍攝成果有獲得高精度 DEM，如有相堰塞湖點位資料提供，本公司可協助作影像比對及說明。
三	貴公司建議本處提高預算重拍區域，請教預算要編多高？那些年度或那些區域會建議重拍？另目前內政部地政司統籌規劃會執行全臺灣航拍，本處如後續編列航拍預算可否通過？再請貴公司考量，並請精準提出相關建議事項之內容。	後續如要再重拍，以目前 10cm 精度及更高密度 DEM，建議預算增加 4 成，因國土測繪中心約 5-6 年會更新臺灣全區域圖資，拍攝後再處理圖資，才能上傳至地政司之圖資供應平台予各機關有償申請。如非機關自己拍，自主性會降低，需等圖資上傳平台後才能申請使用。建議可重拍區域為較早期執行之東埔區域，因區域特性變化會較大，及主群峰等，針對重點區域即可，可獲得高於地政司 1m DEM 及 25cm 解析度。
四	報告書 p.34 表 2-11 114.3.27(下午)航空攝影紀錄表所載執行航線 42~46(靠登山口側)，攝影時間 16:08~16:36，與其他航線拍攝時間(上午 8 點至 13 點間)明顯差異，致有兩區域影像因日照角度關係致大面積陰影(影像不清，如簡報 p.31)，後續是否恐造成所後製之正射影像陰影與色調無法融合？	本公司已針對 114.3.27(下午)之航拍影像進行全面重新調色，將陰影調亮，呈現更多細節。 後續製作完成正射影像，可再針對重要區域進行調色。 補充說明於報告書 p.42。
五	報告書 p.41 航空攝影測量部分，請於後續報告書補充說明本案共獲取？幅影像資料(附件三垂直鏡頭影像)。	本案共獲取 5716 張原始影像，已補充於報告書 p.41。
六	報告書 p.1 第 1-1 緣起、1-2 節工作範圍與第五章 5-1 節結論第一段前五行之內容完全相同，後續請將結論重複處刪除或作文字修正。	已將結論第一段重複內容刪除。
七	報告書 p.38(二)使用 TerraSolid 進行航帶相對誤差檢核，Terra”S”olid 是否應為小寫，本項未列入 p.58 第 4-3 節軟體設備之原因為何？	Terra”s”olid 已改為小寫，Terrasolid 掛載於 MicroStation 內，已補充軟體設備說明。
八	本案採空中三角測量作控制點，報告書尚無參考棧橋、山屋及省道台 30 線之點雲及影像交互檢核執行情形(影片僅以部分山屋)。	因本案尚未進行正射影像製作及點雲編修，故尚未進行交互檢測。影片已經納入吊橋、瓦拉米登山口之影像，如影片及報告書 p.51-p.52。
九	報告書 p.20 表 2-5 GNSS 基地站，霧鹿站之行政區為臺東縣海瑞鄉>>更正為海端鄉。	已更正為海端鄉。
十	吊橋多數位於東部園區，本處辦理設施維護機率高，建議可展示吊橋，後續成果可給航空公司做吊掛評估。	已將吊橋原始影像加入成果展示影片內。

項次	審查意見	意見答覆
十一	已完成全園區航拍，獲得完整點雲等資料，未來如何運用於展示解說？是否可與國研院國網中心與學者共同開發並已市場運用之「智能點雲技術」，以展現全部、局部園區或特定場景之實體或數位模型建構？	國網中心是期收集各機關產製的成果去智能網發布，惟本計畫東部園區尚未 mesh 是下一期的工作項目，後續完成後，貴處可提供該中心。
十二	本計畫完成影片如預計放本處官網或 Youtube，建議可搭配今日計畫主持人的說明，轉化為文字或旁白，讓觀眾更理解影片內容。	與業務單位討論後，進行影片修正。
十三	報書書米、m、公尺、尺混用，建議修改一致，另如簡報 p.30 表格 100m * 100m 是否有誤植，請確認。	已將米改為公尺。
十四	報告書 p.10 光達測點密度於上次審查意見第 2 點有提及會再調整寫法，以求合理表示，惟此次內容仍無修改，建請調整。	報告書 p.10 光達測點密度內容會再調整寫法，以求合理表示。
十五	報告書附件三垂直鏡頭影像部分，有縮圖未提供，再請補足。部分圖號與航空攝影紀錄表有不一致處，再請調整。	已補充縮圖影像。已更新航空攝影紀錄表。
十六	委員建議用內政部 1m DEM 檢視，這樣檢測妥適嗎？拿內政部較粗的資料去檢測比較細的資料，是可以的嗎？	本處圖資點雲密度比內政部國土測繪中心的高，但皆產製出 1m DEM，所以使用內政部的圖資來檢測本處圖資等建議，是可行的。
十七	<p>成果影片部分：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 工作執行-飛航任務整備之影像與 112 年成果影片畫面相同，有無本案所拍攝之畫面可替換。 2. 成果展示-重要地標部分，目前以大分、瓦拉米、抱崖、馬布谷山屋呈現，是否可加上步道路線，並增加台 30 線終點(瓦拉米登山口)、至少 1 處八通關越道沿線吊橋等。 3. 片首標題畫面左側因有飛機機體且請確認是否為本案範圍，是否可改成整個山川景緻影片，玉管處 logo 調小或於最末再顯示。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無本案所拍攝之畫面。 2. 影片已加入台 30 線終點(瓦拉米登山口)、及 1 處八通關越道沿線吊橋。 3. 無本案飛行畫面可納入影片中，已改標題畫面及縮小玉管處 logo。
十八	感謝受託廠商提早完成拍攝並繳交第 3 期報告書，本案履約期限雖至 114 年 9 月 30 日，考量後續尚有圖資成果製作規劃及預算執行安排，爰請協助提早繳交成果報告書。	遵照辦理，提早繳交成果報告書。