

第三章 現場調查作業

本計畫現場調查內容包含：地形水深測量及淺層地質震測等工作項目，其中因二膽島客運碼頭取消，改以青岐東崗及青岐沙溪堡作為規劃碼頭選址處，故於 2015 年 8 月再進行烈嶼兩處地形水深測量，作業流程如圖 3-1 所示，本計畫之測量日期彙整如表 3-1 所示。

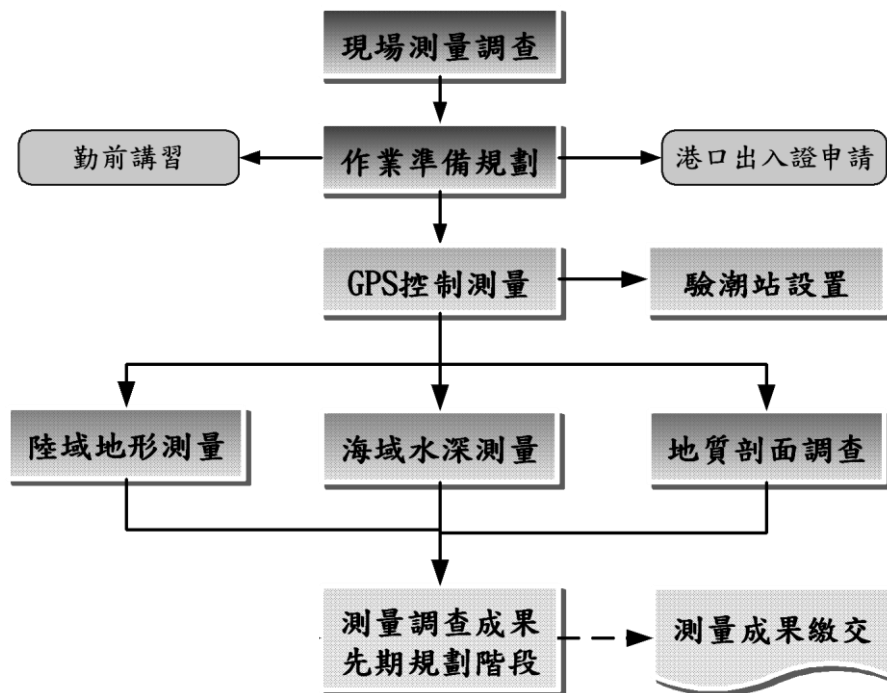


圖3-1 測量調查作業流程圖

表3-1 各項測量工作與施測期程對照表

項次	調查項目	使用儀器	施測日期	備註
1	控制測量	GPS 衛星定位儀	2015 年 05 月 15 日	
2	陸域地形測量	經緯儀	2015 年 05 月 13 日	大膽島
			2015 年 05 月 14 日	二膽島
3	海域地形測量*1	單音束測深儀	2015 年 06 月 04、06 日	總計 4 日
4	海域地形測量*2	湧浪補償儀	2015 年 07 月 31 日~08 月 01 日	
5	海域水深測量	GPS 定位系統 導航系統	2015 年 08 月	烈嶼
6	淺層地質震測	淺層地質震測系統 GPS 定位系統 導航系統	2015 年 08 月 18 日	大膽島
			2015 年 03 月 16 日	烈嶼

註 1：採測線間距為 100 公尺進行作業

註 2：採測線間距為 20 公尺進行作業

一、地形水深測量

(一)陸域地形測量

1.作業流程：

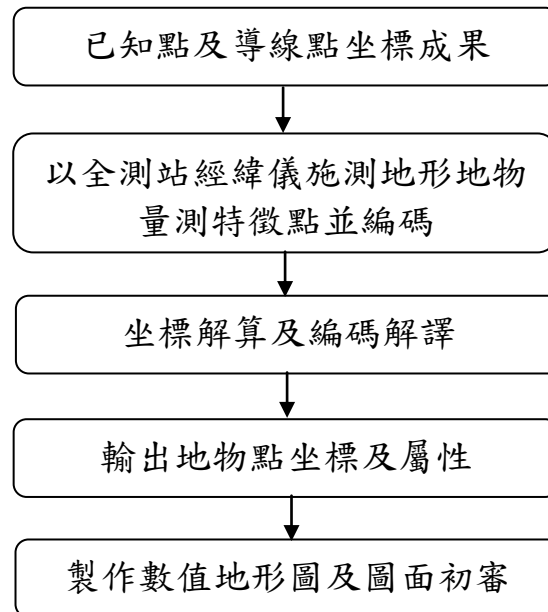


圖3-2 三次元地形測量作業流程

2.作業方法：

- (1)應對地形特徵點（山頂、山窪、鞍部等）、特徵線（山脊線、山谷線）、結構線及地形斷線（地面傾斜角度劇烈變化處）等處加測高程點。特徵線上點位間距不得大於地形高程點密度間距之2倍；道路、堤防（護岸）測量頂面高；道路、溝渠等邊緣均應以地形斷線加以測量。
- (2)需調繪社區地名、堤防、道路或海岸區域構造物名稱、排水名稱、水流方向等資訊。
- (3)陸域測量成果初步編修後，針對漏畫、疑議部分進行補測並註記重要地名、機關等，再將調繪成果交由內業人員編修並繪出地形成果圖。

(二)海域水深測量

1.作業流程：

水深測量使用 RTK 方式進行定位，並與蒐集到之水深值、湧浪補償儀整合，水深測量作業流程如圖 3-3 所示。

2.單音束水深測量：

測深儀利用聲波在水中傳遞的時間來計算水下深度，利用水下音鼓感測器，由主機送出固定頻率的聲波，藉由聲波離開感測器到接收到同一組反射聲波所需時間（計算聲波來回所需時間），計算出感測器至水底的距離。

3.單音束水深資料處理：

單音束水深測量資料分為定位、測深、湧浪資料等三大項，於外業完成後進行資料整理，處理時需先瞭解資料品質是否可用，主要有資料篩選、檢核線查核及等深線繪製，如圖 3-4 所示。

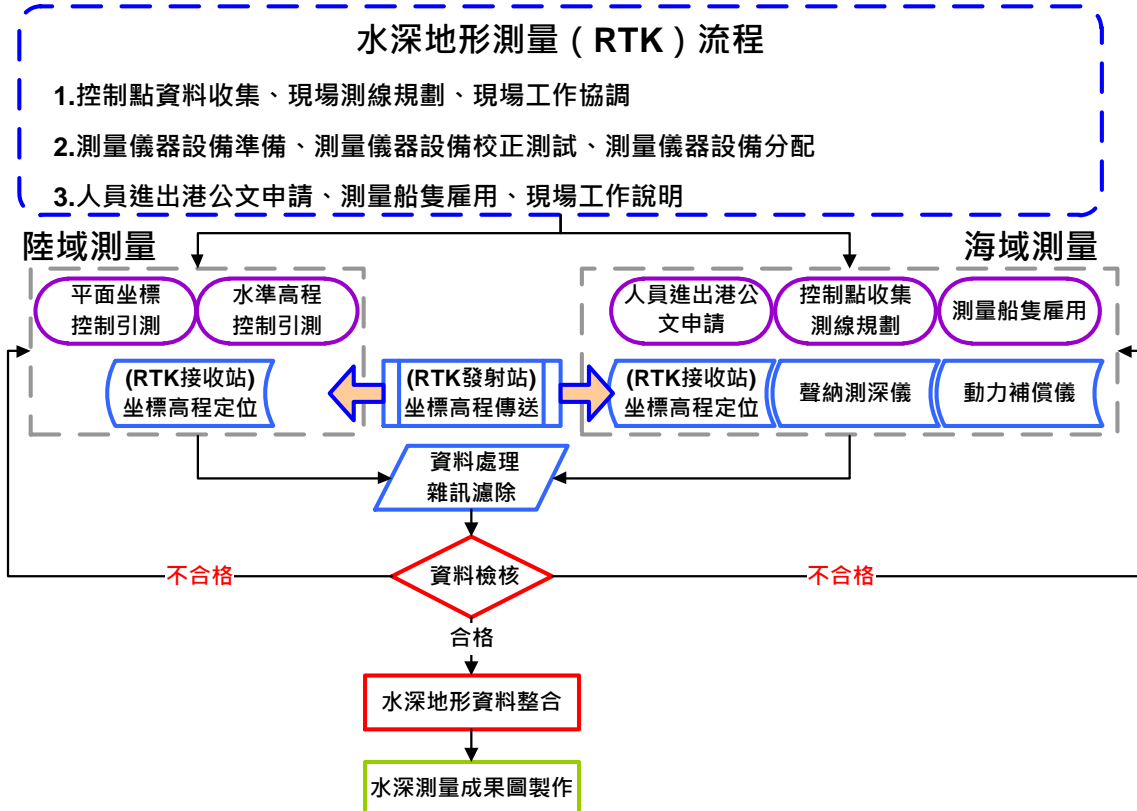


圖3-3 單音束水深測量作業流程圖

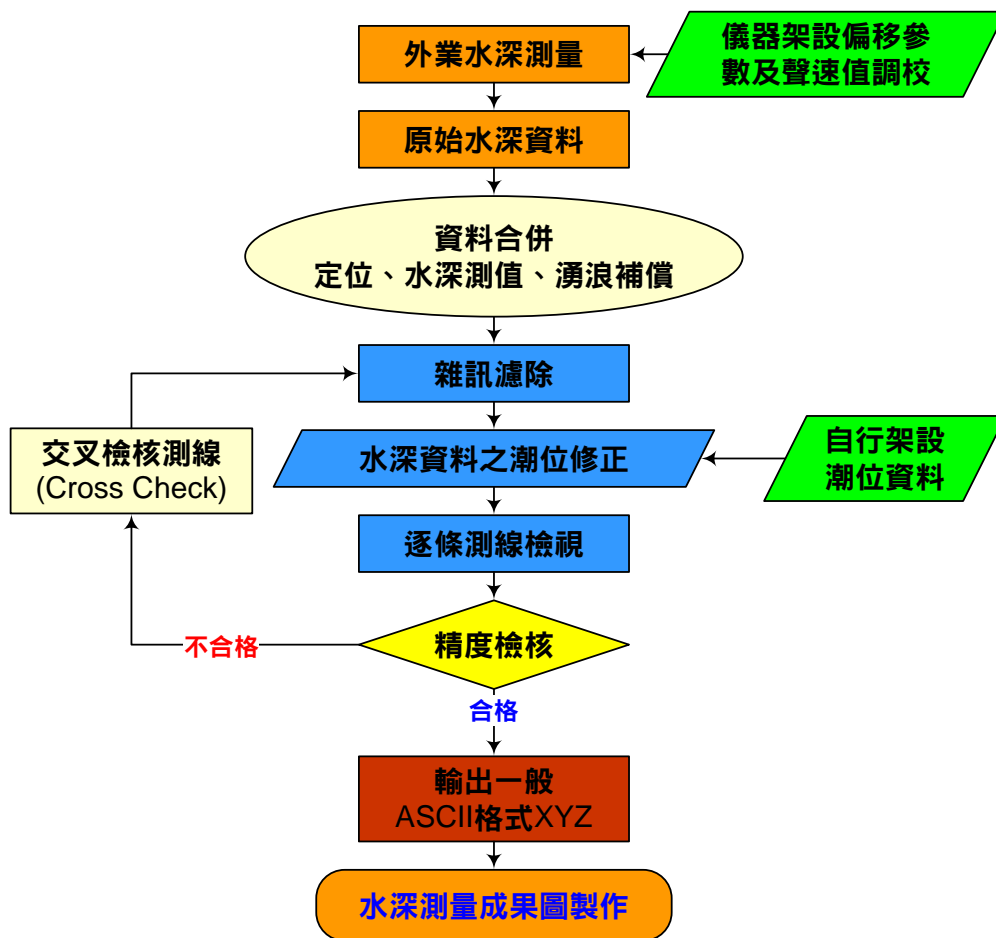


圖3-4 水深資料處理流程圖

(三)大、二膽島地形水深測量

1.測量範圍

本計畫測量大、二膽島之地形作業範圍示意如圖 3-5 黃色實線連線區域，實際作業面積約 680 公頃，加密測區選定於大膽島現有碼頭及舊碼頭，如圖 3-5 中綠色實線框選之區域，作業內容如下：

- (1)大、二膽水域水深測量(測線間距 100m，面積約 680ha)。
- (2)碼頭加密區水深測量(測線間距 20m，面積約 6 ha)。
- (3)陸域地形測量(採 1/1000 比例繪製，測點間距 25m 內，面積約 55ha)。

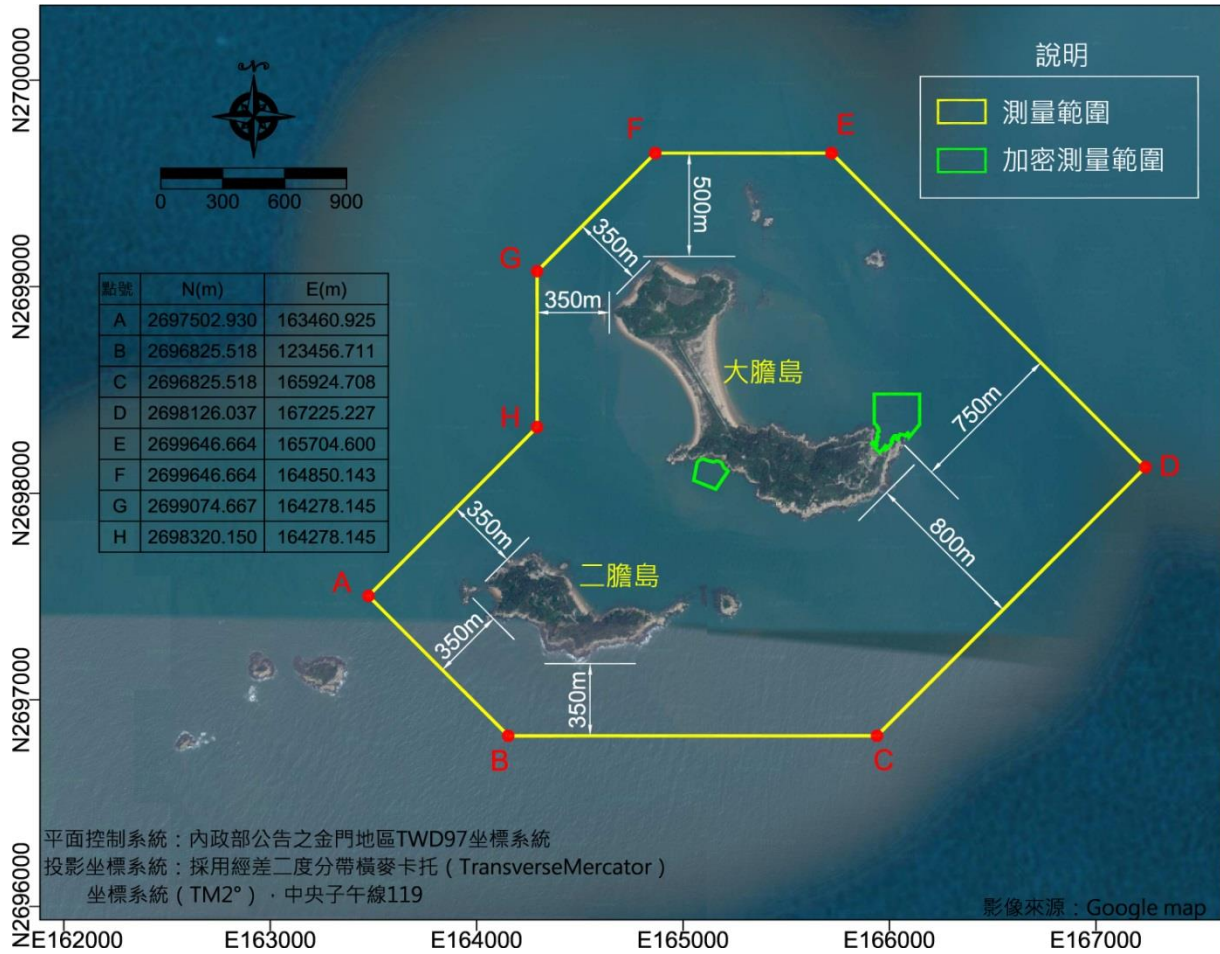


圖3-5 大、二膽島地形測量作業範圍

2.控制系統

為求本計畫全區一致且海、陸域同系統之目的，且各項測量資料能完整接合，故本計畫統一採用之坐標系統如下所述：

- (1)平面控制系統：內政部公告之金門地區 TWD97 坐標系統。
- (2)高程控制系統：本次作業使用內政部公告之「金門地區一等水準高程系統」為基礎，並以水頭港之築港高程系統換算測量成果。
- (3)投影坐標系統：採用經差二度分帶橫麥卡托 (TransverseMercator) 坐標系統 (TM2°)，中央子午線 119°。

因大、二膽島上並無內政部控制點，因此使用大金門內之內政部控制點引測坐標至大、二膽島，作為後續測量使用。引測方式採衛星定位儀以靜態觀測方式進行，引用內政部公告金門地區三等以上控制點至少 3 點進

行坐標檢測，經檢測無誤再引測坐標至測區控制點；高程控制測量則選定已知一等水準點 2 點以上，以衛星定位儀進行靜態測量，獲得點位之橢球高，再利用內政部提供之「大地起伏模型」將橢球高轉換為金門地區一等水準系統之正高，控制點引測如圖 3-6 所示。另本案於大、二膽島設有新點位作為測量使用，成果如表 3-2 所示。

表3-2 大、二膽主控制點坐標成果表

點號	N(m)	E(m)	Z(m)	備註
KM9004	2698093.797	165905.902	19.591	大膽島
KM9005	2698208.039	165965.568	3.931	大膽島
ST15	2698532.130	165083.416	5.455	大膽島
ST16	2698786.398	164937.901	7.028	大膽島
LS01	2697666.116	164387.564	3.982	二膽島
LS02	2697591.454	164337.351	13.073	二膽島

※Z值為金門地區一等水準系統之正高

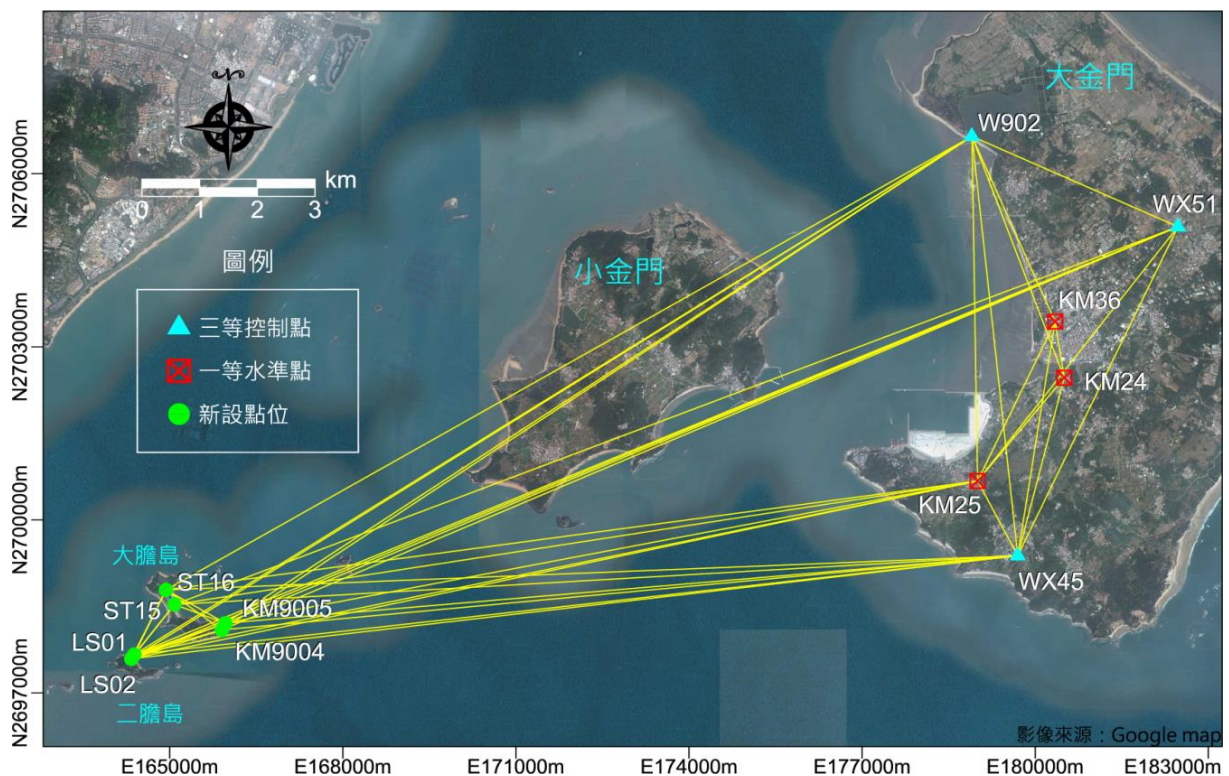


圖3-6 控制點引測圖

(四) 烈嶼地形水深測量

1. 測量範圍

本計畫依 104 年 11 月 16 日府觀交字第 1040092006 號函指示將二膽碼頭先期規劃移至青岐沙溪堡及青岐東崗海岸作為規劃，故增辦測量青岐沙溪堡以及青岐東崗兩處地形水深，其測量範圍如圖 3-7 所示。



圖3-7 烈嶼測量作業範圍

2. 控制系統

計畫範圍附近內政部公告之控制點資料，考量點位分佈狀況，本作業選用一等水準點 KM57；二等控制點 W902 及 W903、三等控制點 WX45 等 4 點作為本計畫之平面及高程控制點，如表 3-3 所示，其控制點點號及點位分佈如圖 3-8 所示。



圖3-8 已知及新設控制點分佈圖

表3-3 已知控制點資料

點名	N(m)	E(m)	Z(m) (內政部一等水準系統)	備註
W902	2706647.885	178903.308	---	二等控制點
W903	2701035.600	170688.124	---	三等控制點
WX45	2699379.192	179697.984	---	三等控制點
KM57	2702465.213	180505.822	22.675	一等水準點

(五)測量成果

測量成果如圖 3-9 至 3-11 所示。

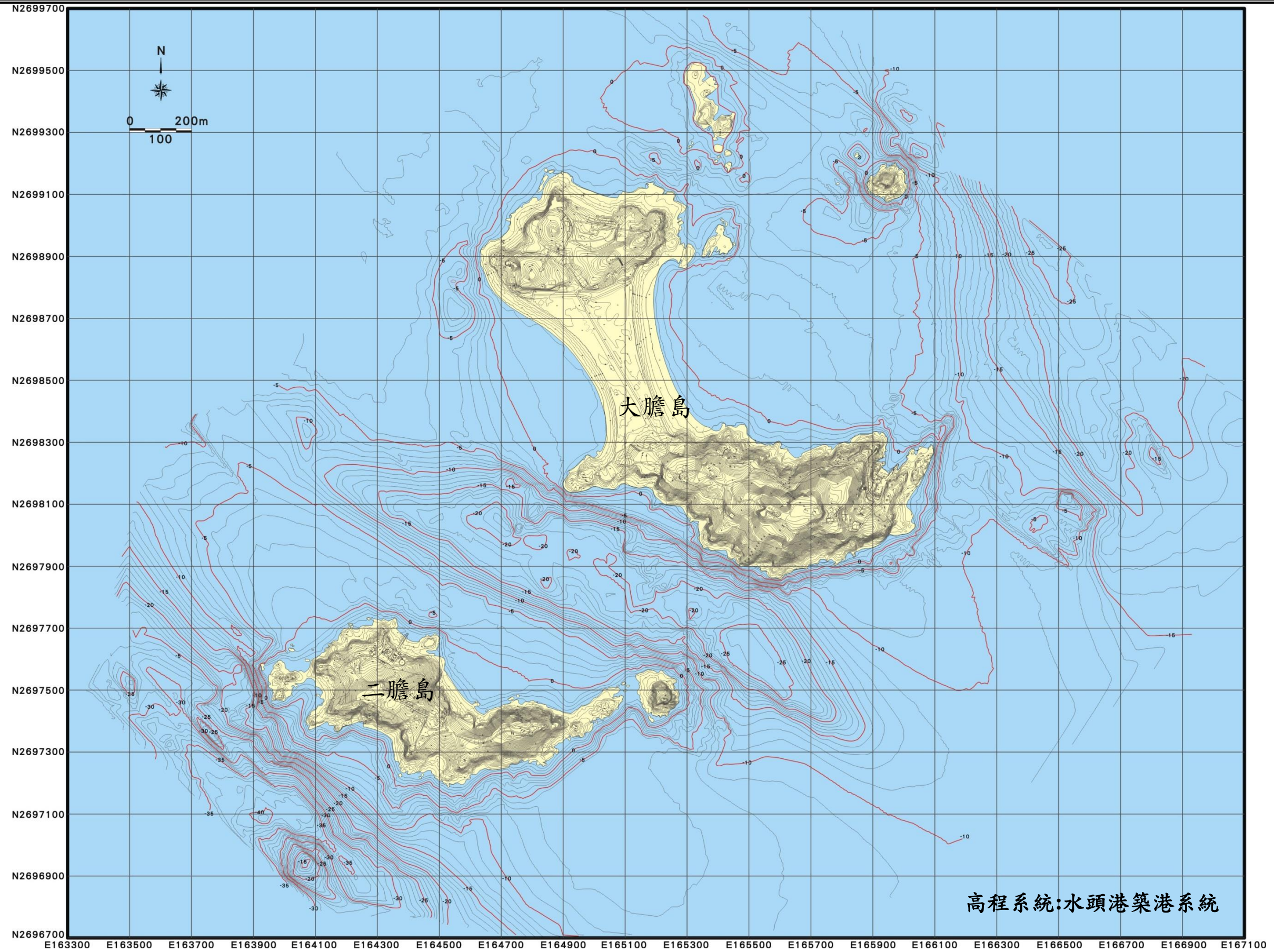


圖3-9 大、二膽島地形測量成果圖

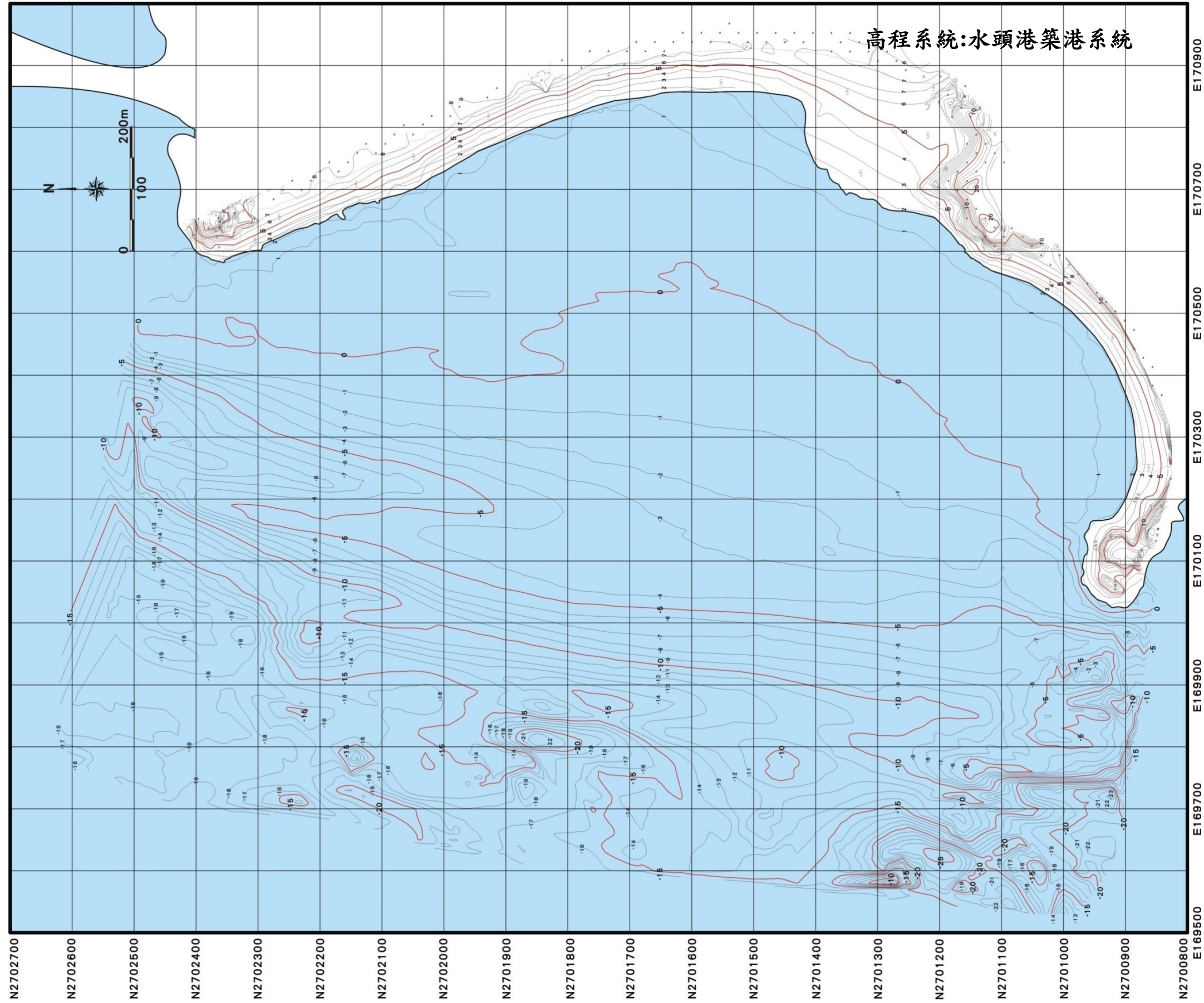


圖3-10 青岐沙溪堡測量成果

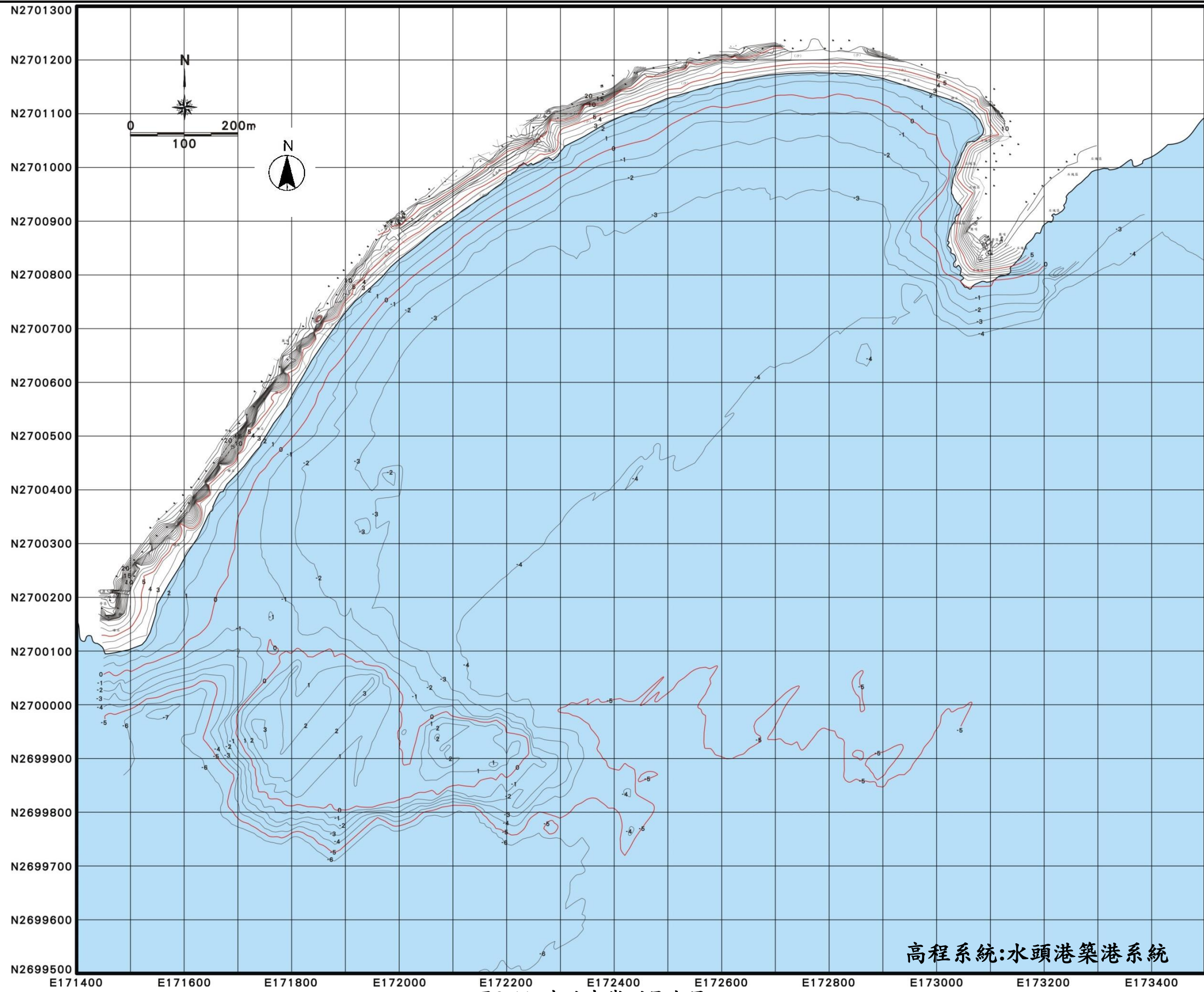


圖3-11 青岐東崗測量成果

二、地質震測

(一)工作範圍

本計畫地質震測主要針對大膽島碼頭加密區面積約 6 公頃為範圍，包括北端區(現有碼頭區)及南端區(古渡頭)大膽島之加密區以及烈嶼鄉沙溪堡如圖 3-12~圖 3-14 所示。

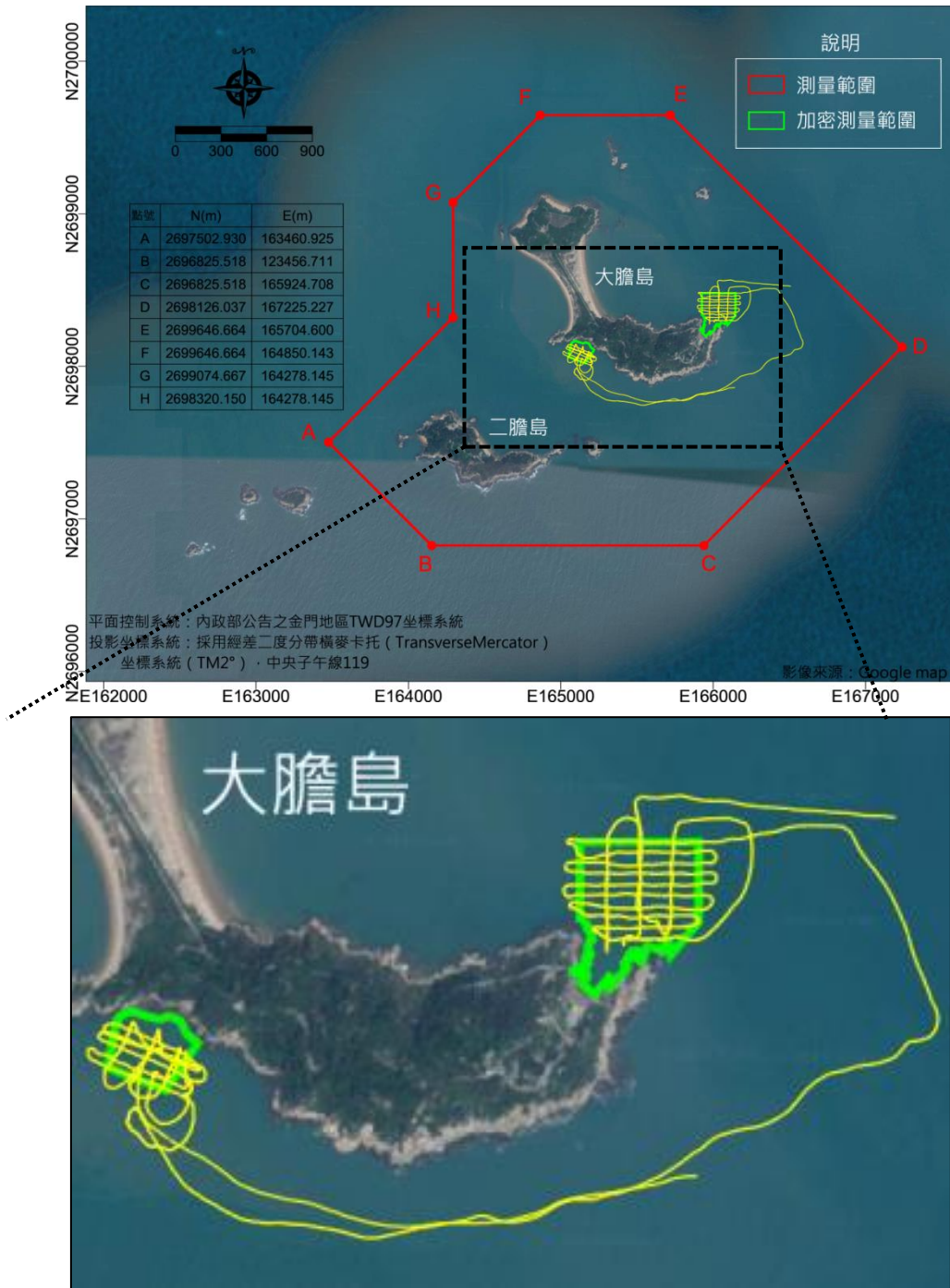


圖3-12 大膽島震測作業實測軌跡圖



圖3-13 烈嶼鄉沙溪堡震測作業實測軌跡圖

(二)作業方法

地層剖面作業流程如圖 3-14 所示。

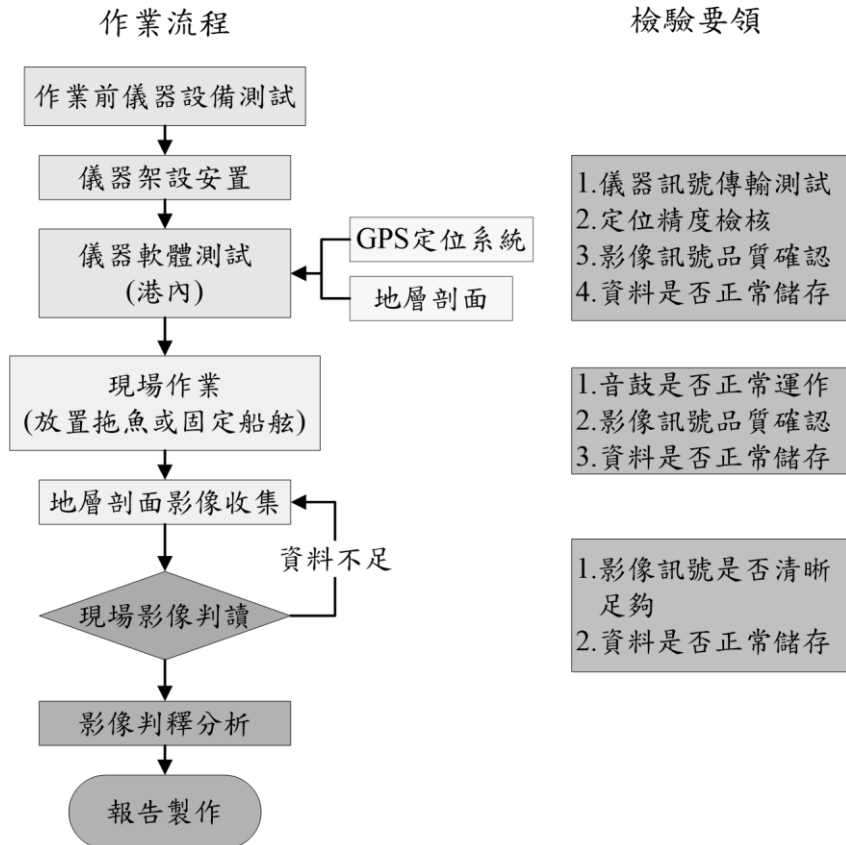


圖3-14 地層剖面作業流程圖

(三)儀器設備

1.地層剖面儀：

本項地層剖面調查作業使用之儀器設備選用 SyQWest 公司 Bathy 2010 數位式地層剖面儀（簡稱 SBP），其儀器規格如表 3-2 所示。本儀器具有高功率發射器與接收器，可提供高穿透率與高解析度之地層剖面資料，其低頻率聲波特性能穿透表層沉積物，進而得知海床下之構造。

表3-4 SyQWest Bathy-2010 儀器規格

項目	規格	儀器照
頻率範圍 (frequency Range)	3.5、10 KHz	
波束角 (Beam width)	17-24 度圓錐狀	
解析度 (Strata Resolution)	8cm	
重量	22 kg in Air	
音鼓	10.5"×4	

2.音鼓：

本次探測採用之數位式地層剖面儀 SyQWest Bathy-2010，其訊號由音鼓來發射及接收，其儀器設備照如圖 3-15 所示。應用輸出聲波頻率為 3.5KHz 及 10KHz，其最佳垂直解析度為 6~10cm，符合規範解析度要求 8 公分，理想狀況下可貫穿海床達 80m，另於儀器架設時可固定安裝於船舷邊，並與 GPS 定為天線同軸，提高作業精度。另，3.5KHz 為一陣列音鼓，以 2×2 陣列可使束寬變窄至約 20°，聲波能量更為集中。



圖3-15 地層剖面儀音鼓設備

(四)大膽島震測工作成果

1.北端區（現有碼頭）：

本次大膽北端地層剖面位置如圖 3-16 所示，剖面判釋圖如圖 3-17 至圖 3-29 所示。沉積物粗估厚度圖如圖 3-30 及圖 3-31 所示。

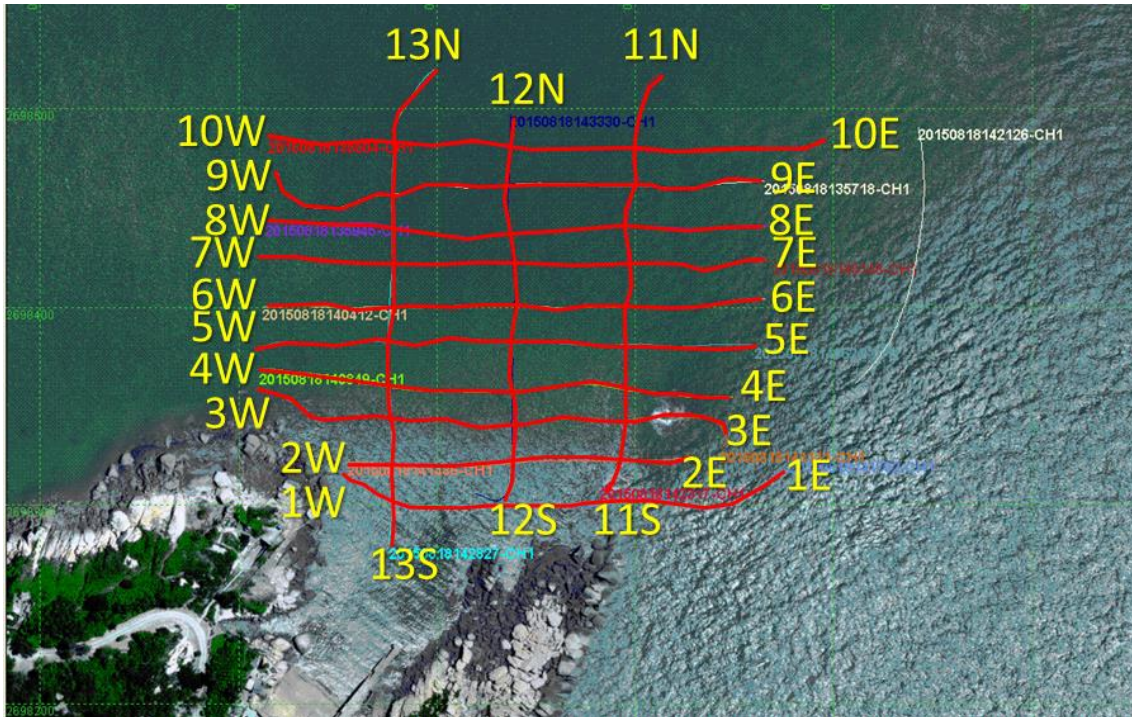


圖3-16 大膽島北端區震測剖面位置示意圖

(1)東西剖面

從圖 3-17 至圖 3-21（東西向剖面 1~剖面 5）來看左右兩側分別有些許突起礁岩分布，中間則有些許沉積層覆；另圖 3-22 北端東西向剖面 6 之東側外有一明顯沉積層存在。

從圖 3-23 至圖 3-24（東西向剖面 7~剖面 8）之西側有突起礁岩分布，其餘區域則有些許沉積層覆；另從圖 3-25 至圖 3-26（東西向剖面 9~剖面 10）來看，海床沉積物厚度逐漸變厚約有 3-4 公尺厚。

(2)南北剖面

從圖 3-27 至圖 3-29（南北向剖面 11~剖面 13）來看，剖面 11 於近岸端為突起礁岩區，其餘區域則有些許沉積層覆；剖面 12 則大多為些許沉積層覆；剖面 13 則在北側二個突起礁岩更北側有一沉積層分布。

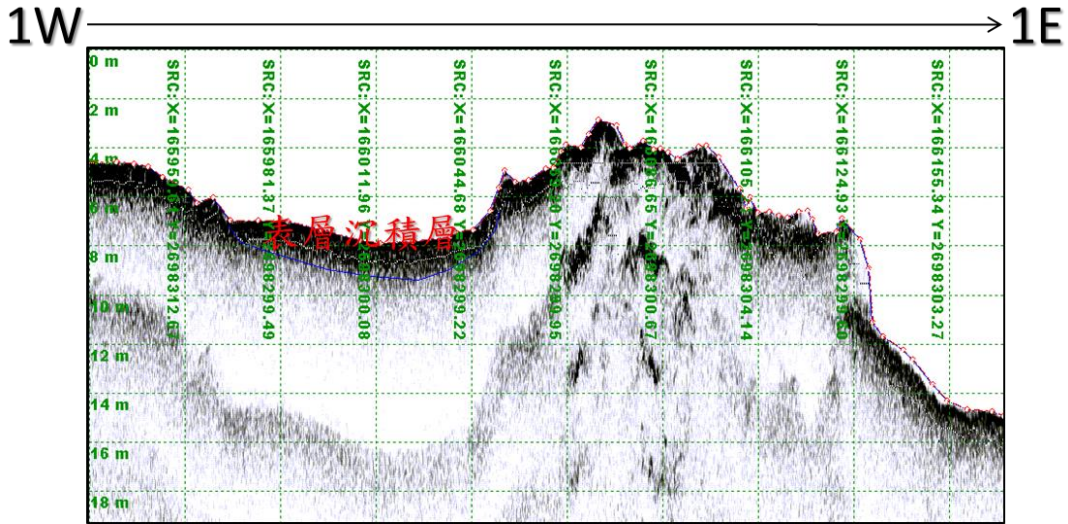


圖3-17 北端區剖面 1

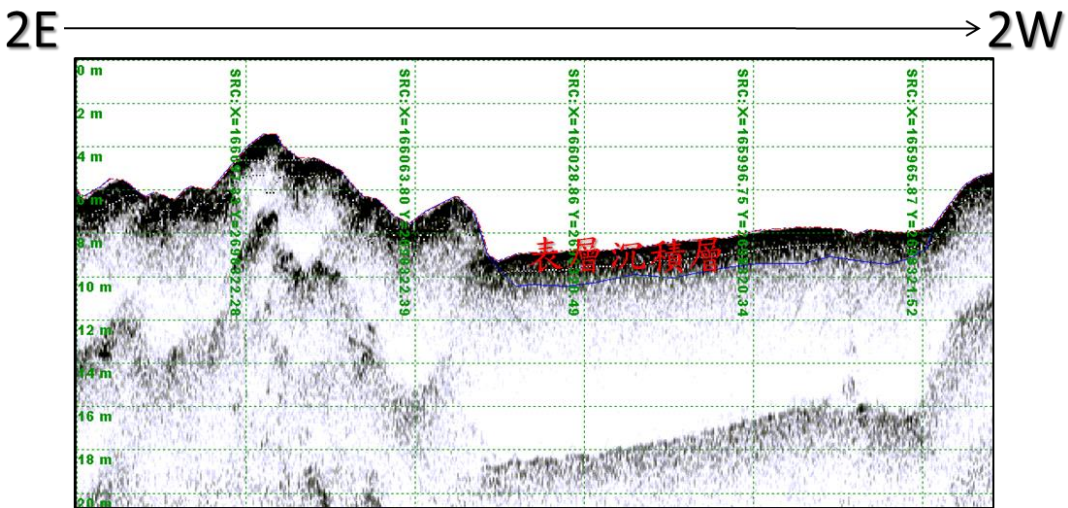


圖3-18 北端區剖面 2

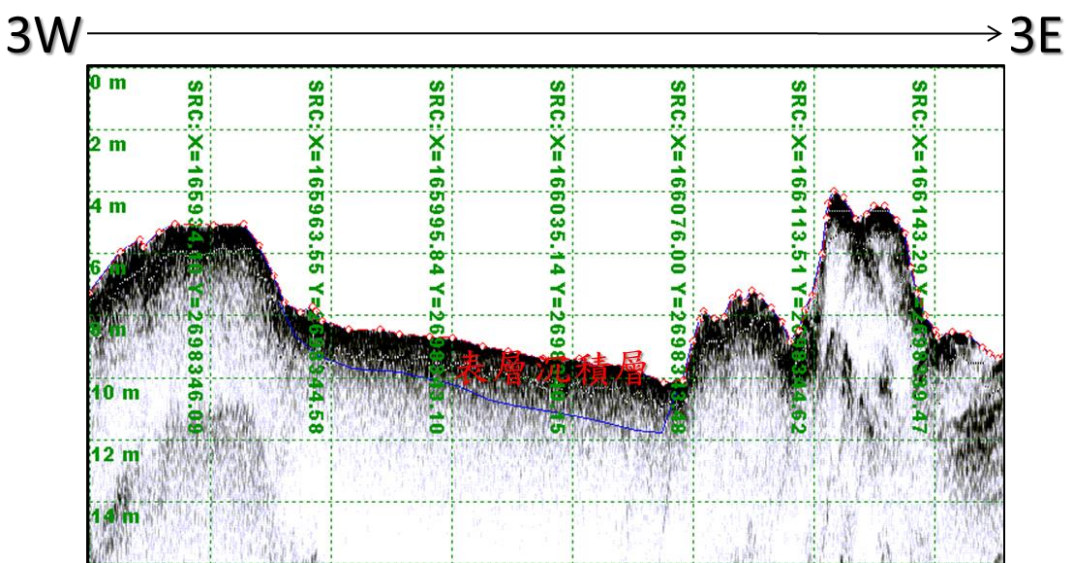


圖3-19 北端區剖面 3

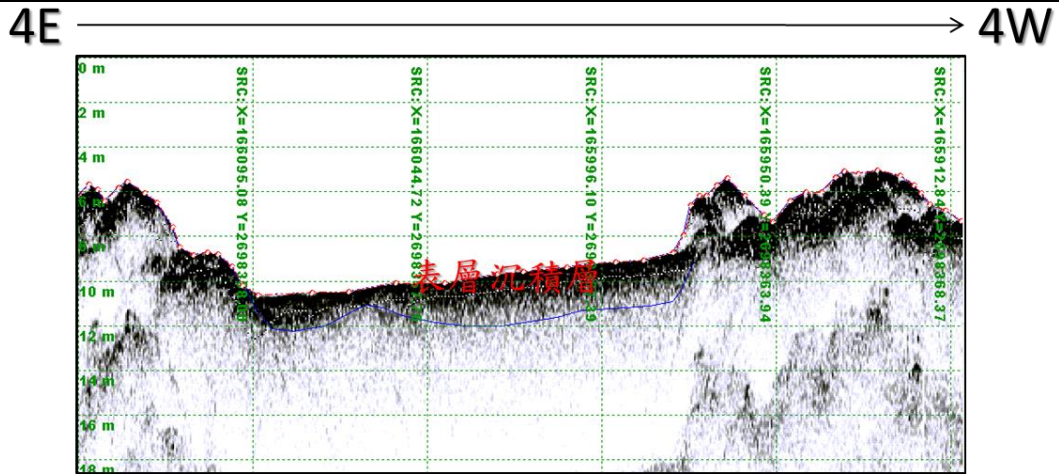


圖3-20 北端區剖面 4

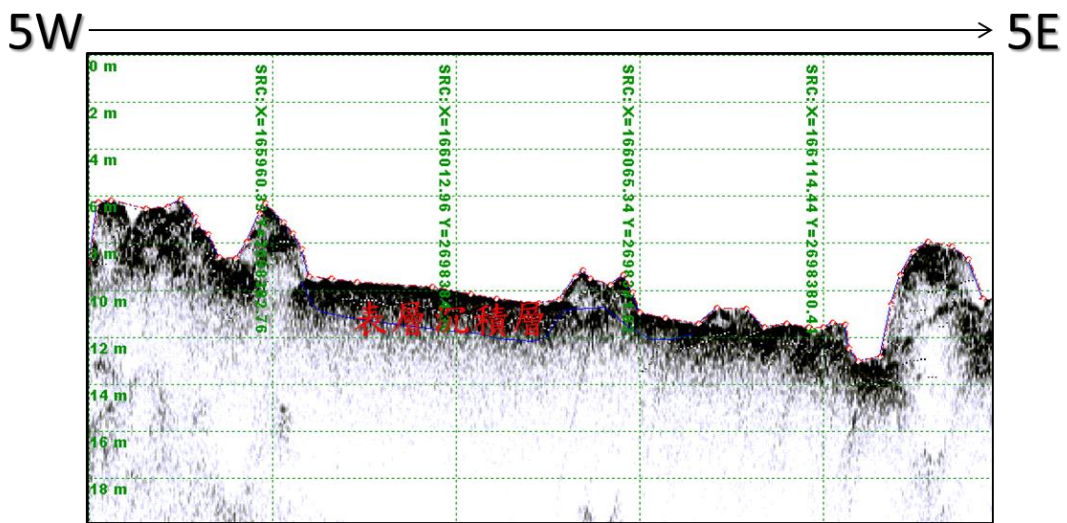


圖3-21 北端區剖面 5

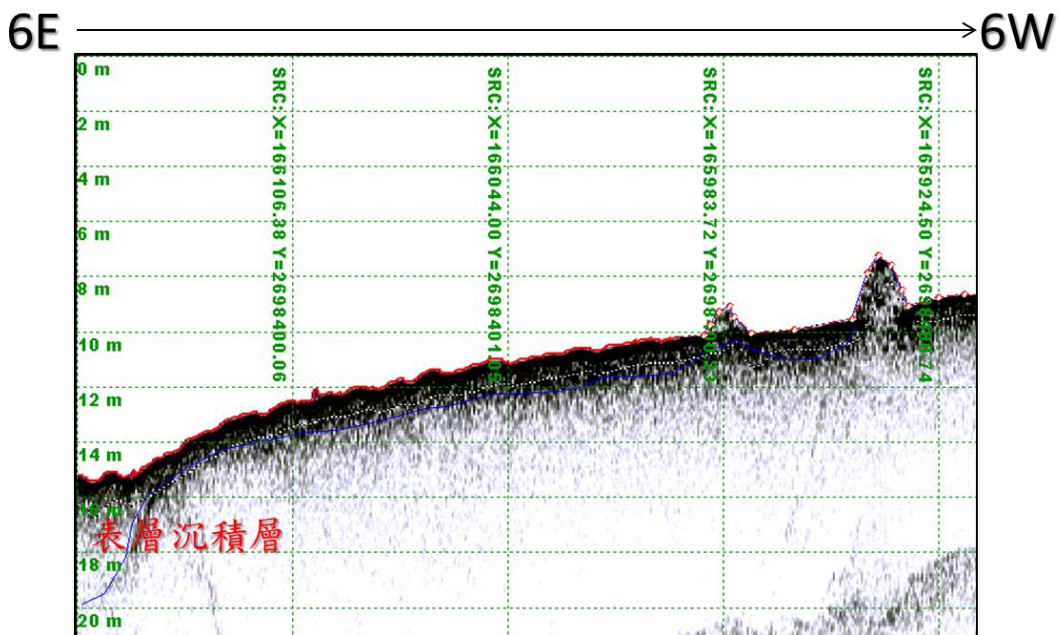


圖3-22 北端區剖面 6

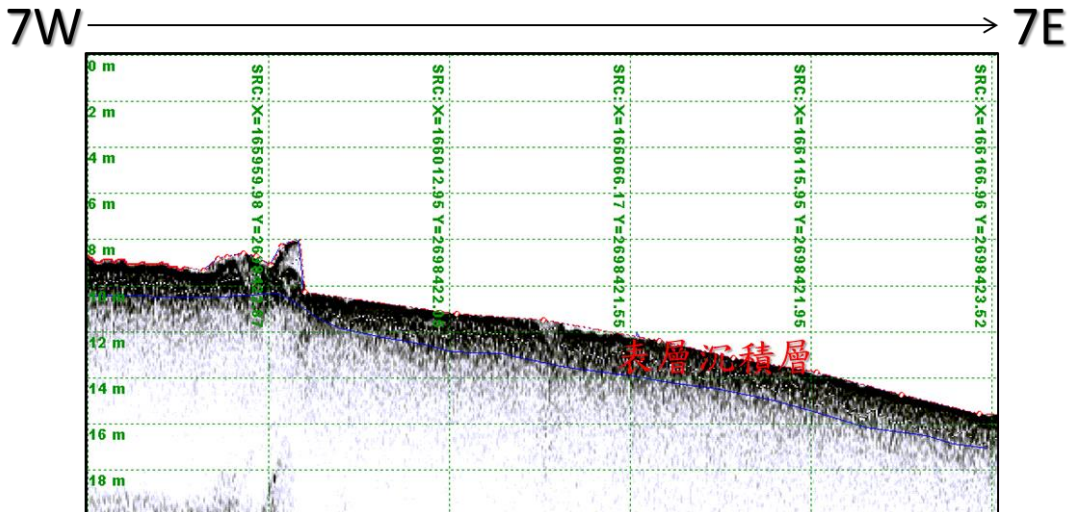


圖3-23 北端區剖面 7

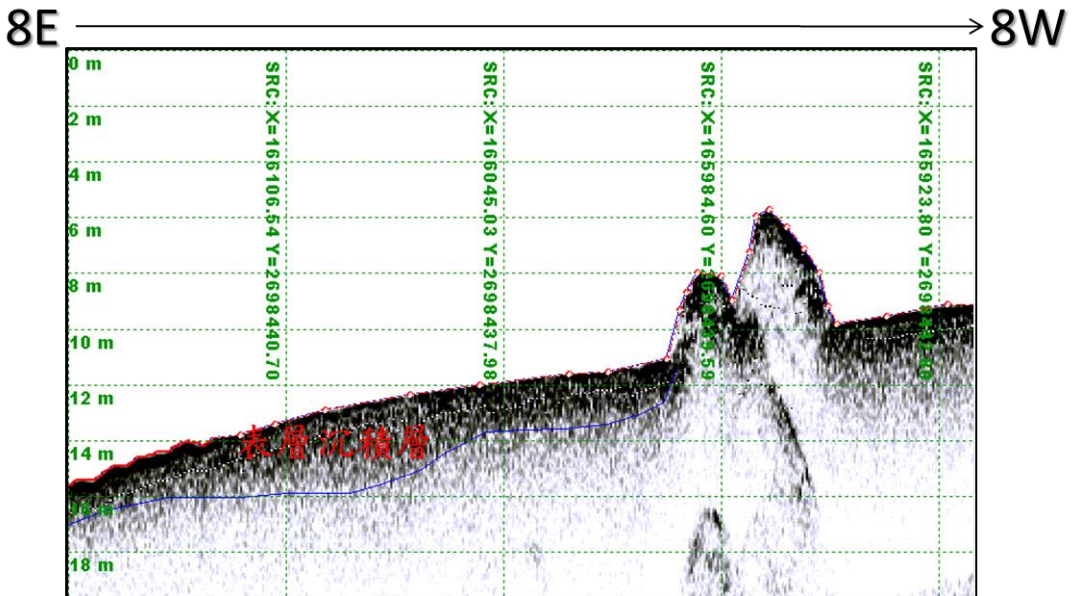


圖3-24 北端區剖面 8

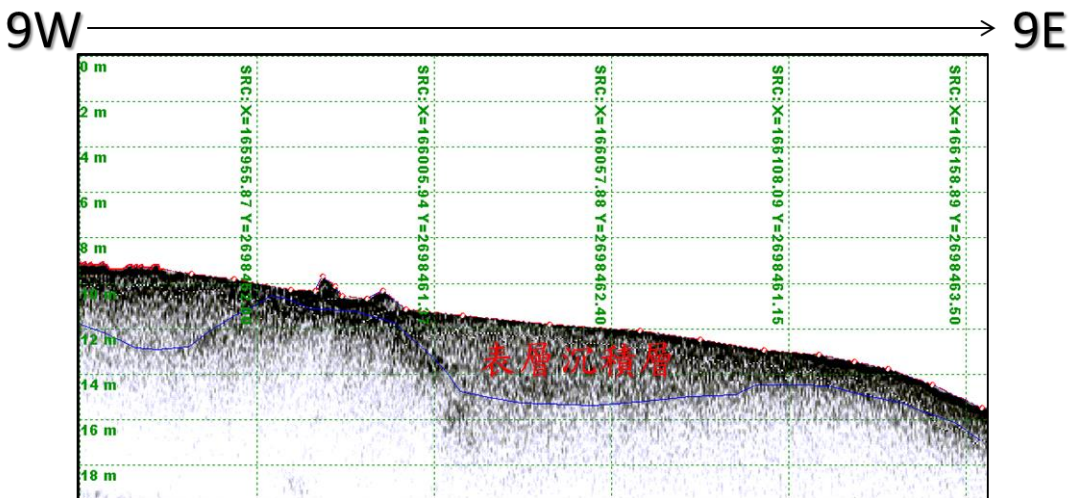


圖3-25 北端區剖面 9

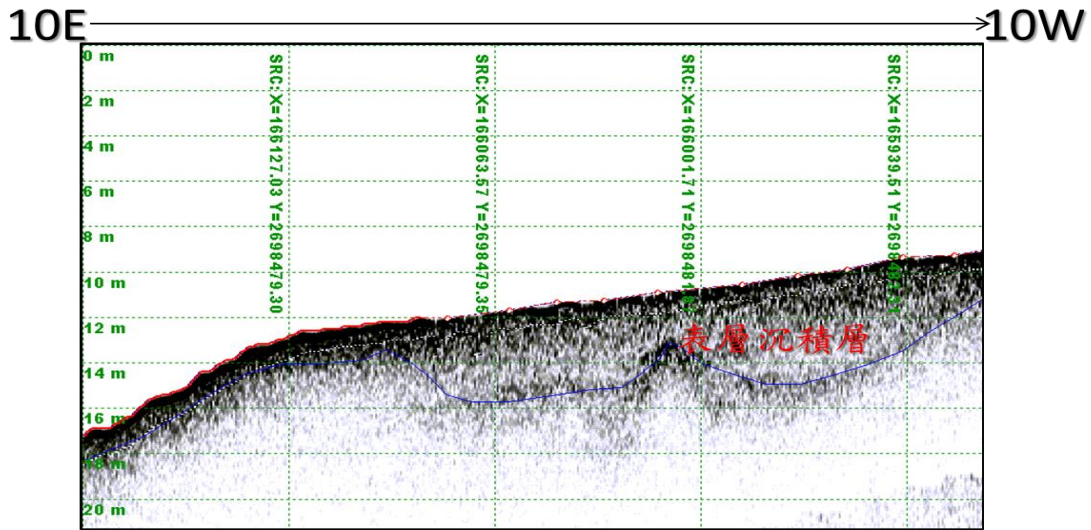


圖3-26 北端區剖面 10

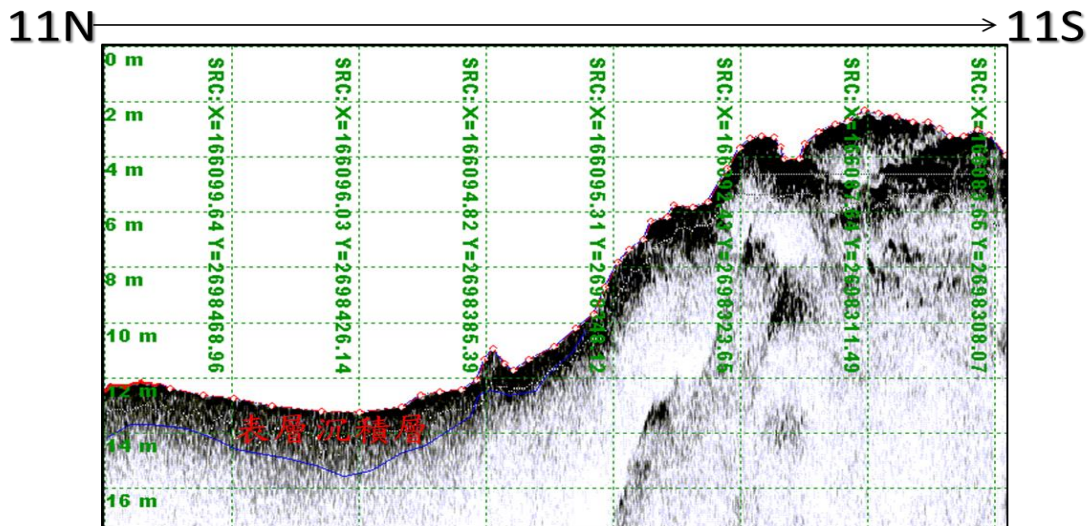


圖3-27 北端區剖面 11

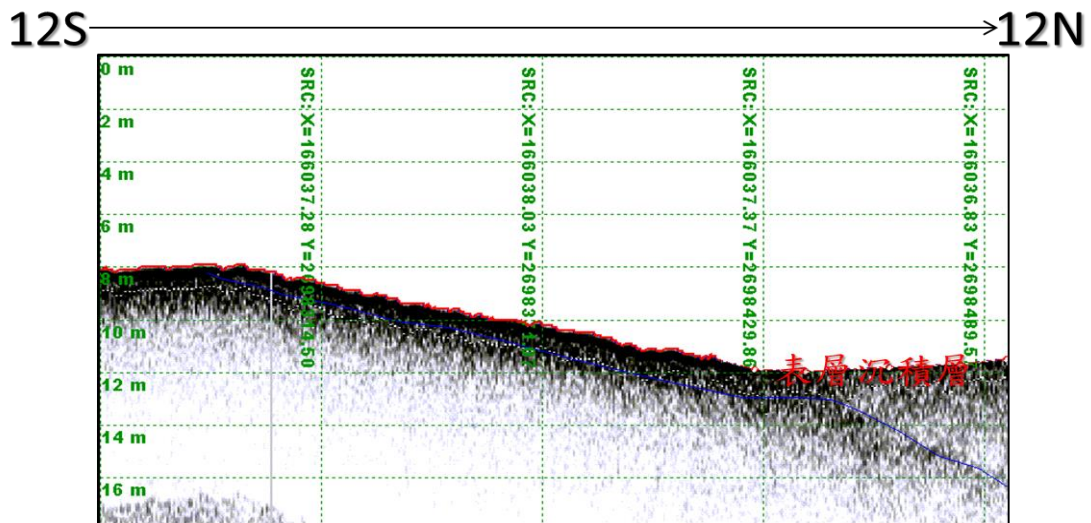


圖3-28 北端區剖面 12

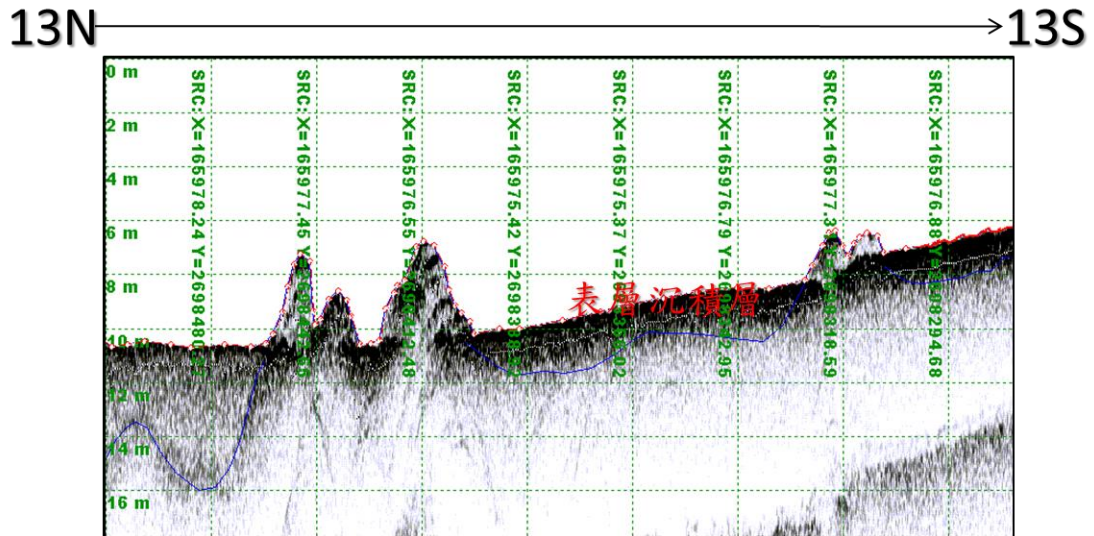


圖3-29 北端區剖面 13

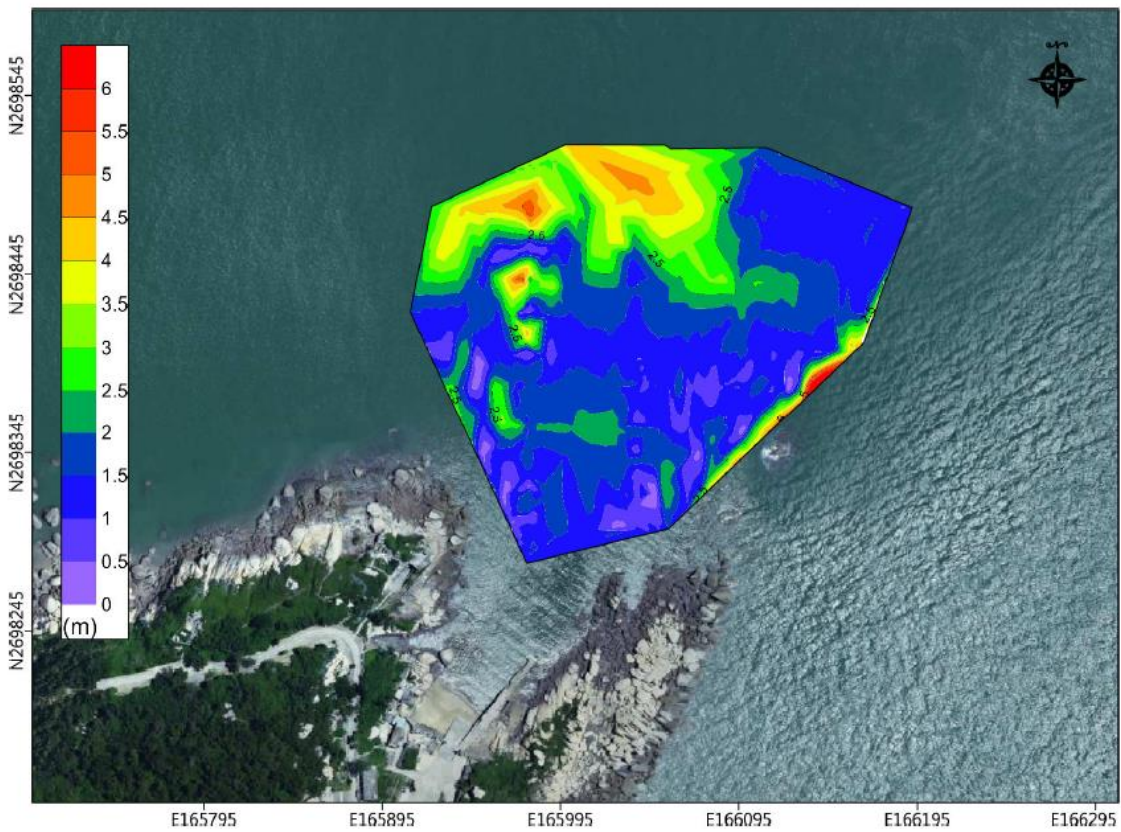


圖3-30 大膽島北側加密區沉積物粗估厚度位置圖

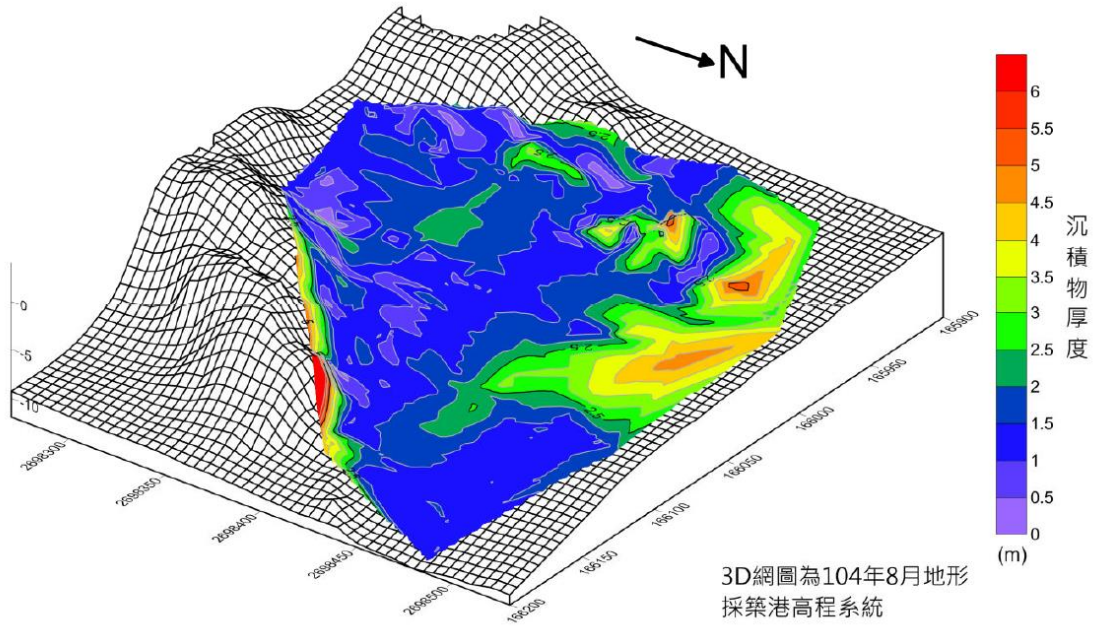


圖3-31 大膽島北側加密區沉積物粗估厚度 3D 圖

2.南端區(古渡頭)：

本次大膽南端地層剖面位置如圖 3-32 所示，剖面判釋圖如圖 3-33 至圖 3-41 所示。沉積物粗估厚度圖如圖 3-42 及圖 3-43 所示。

(1)東西剖面

從圖 3-33 至圖 3-39 (東西向剖面 1~剖面 5) 來看右側沉積層厚度分布於 0.2~2.0 公尺，沉積層厚度分布從東向西愈靠近剖面 8 愈深 (厚度分布從 0.2 公尺至 7~8 公尺)；另外從南向北由深變淺 (厚度分布從 7~8 公尺變淺至 2~3 公尺)。

另從圖 3-38 (東西向剖面 6) 得知左右兩側分別有些許突起礁岩分布，中間則有些許沉積層覆。

(2)南北剖面

從圖 3-39 至圖 3-41 (南北向剖面 7~剖面 8) 來看北側靠近近岸端有些許沉積層覆蓋。愈往南 (外海) 沉積層厚度逐漸變厚約有 2-5 公尺厚。

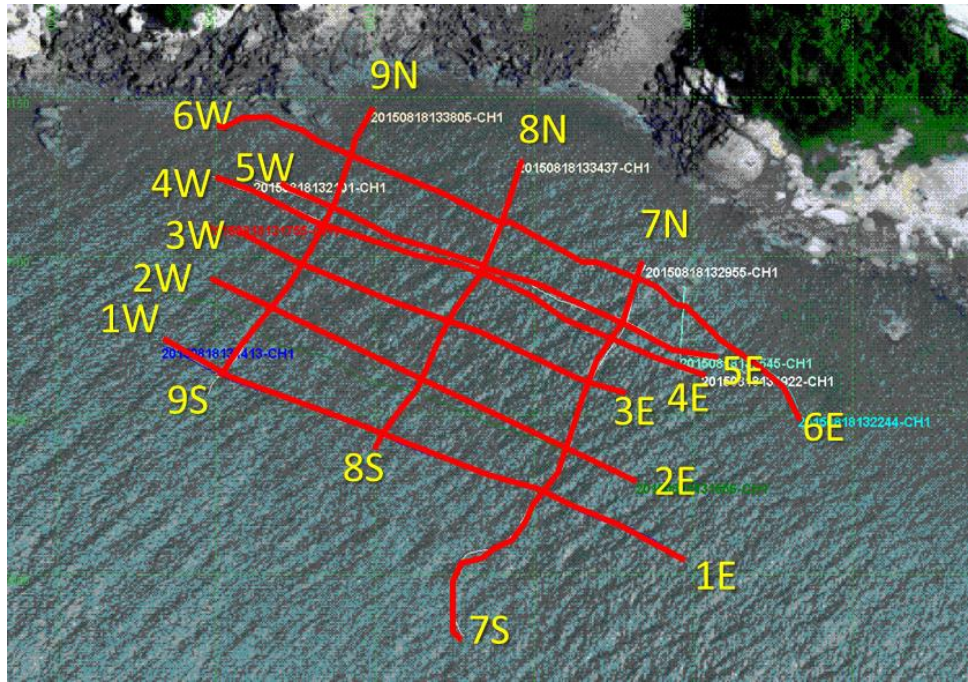


圖3-32 大膽島南端區震測剖面位置示意圖

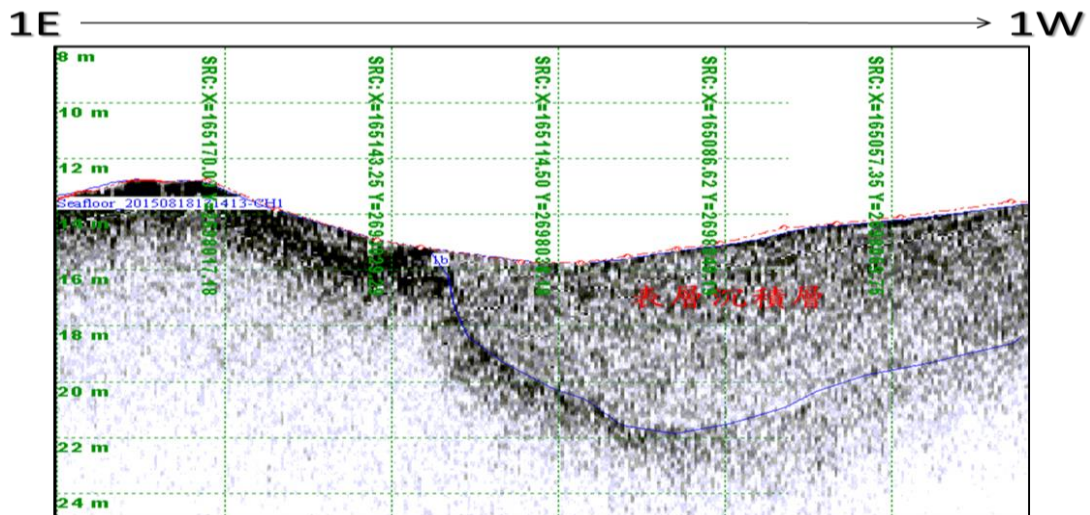


圖3-33 南端區剖面1

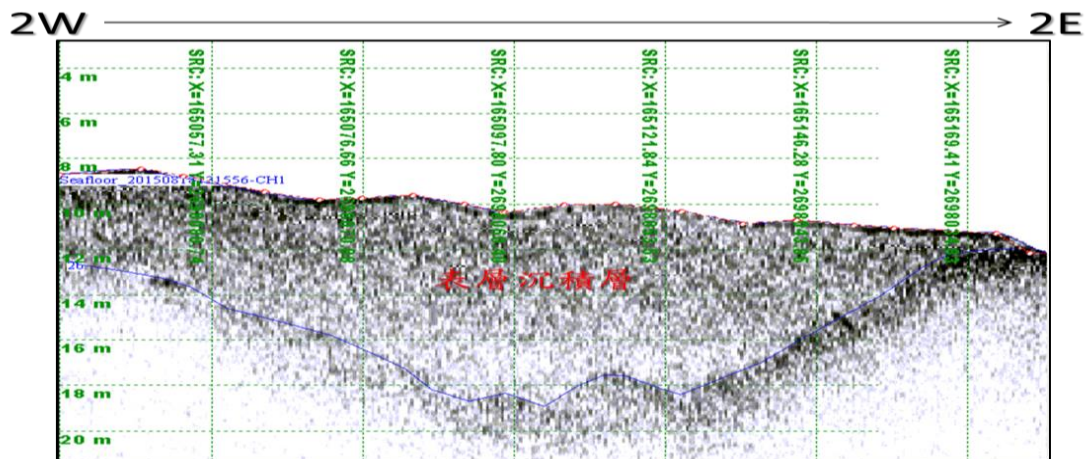


圖3-34 南端區剖面2

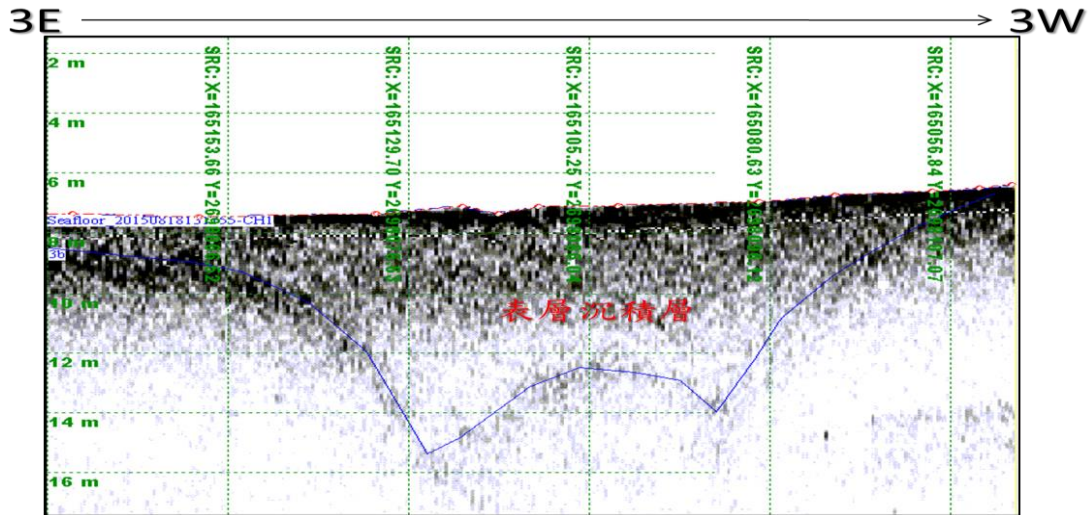


圖3-35 南端區剖面 3

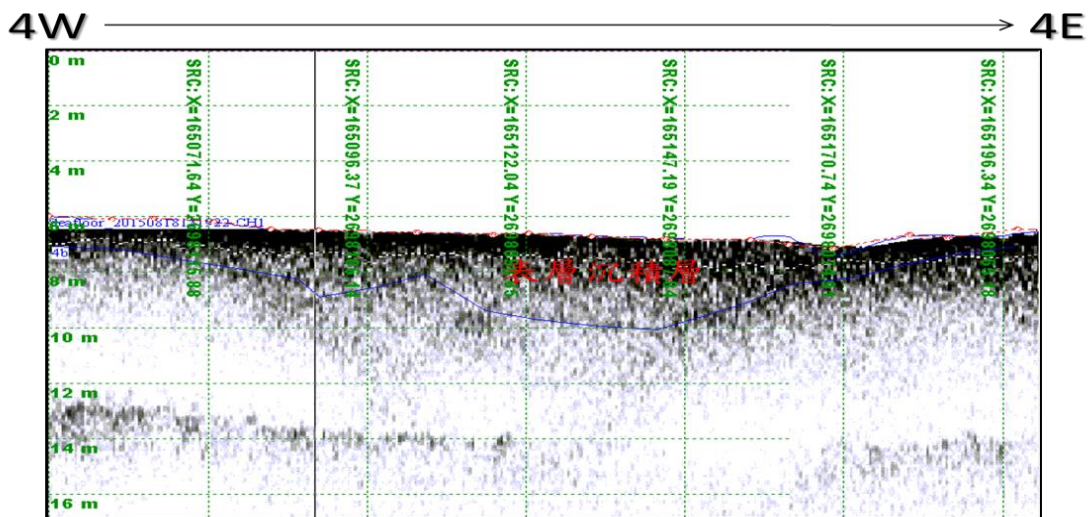


圖3-36 南端區剖面 4

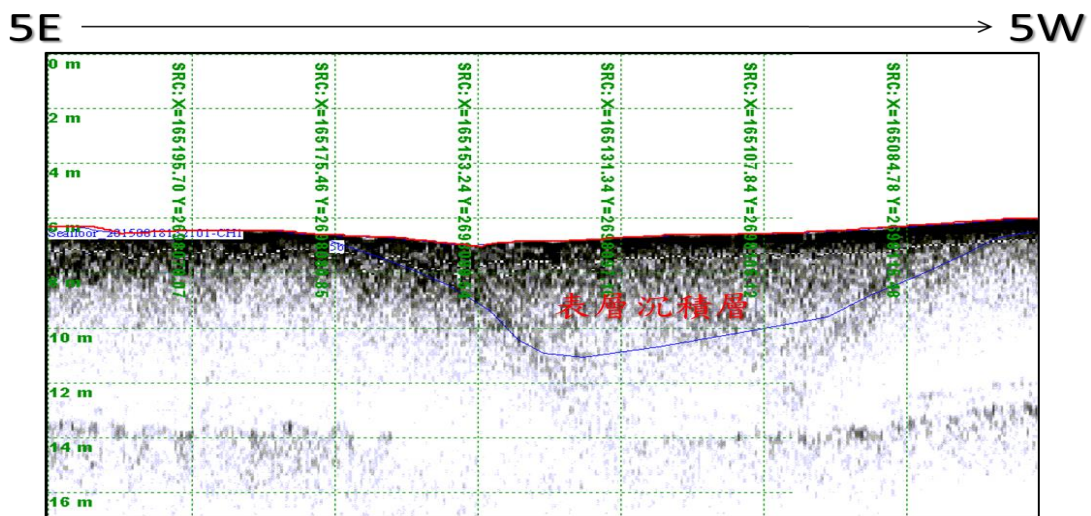


圖3-37 南端區剖面 5

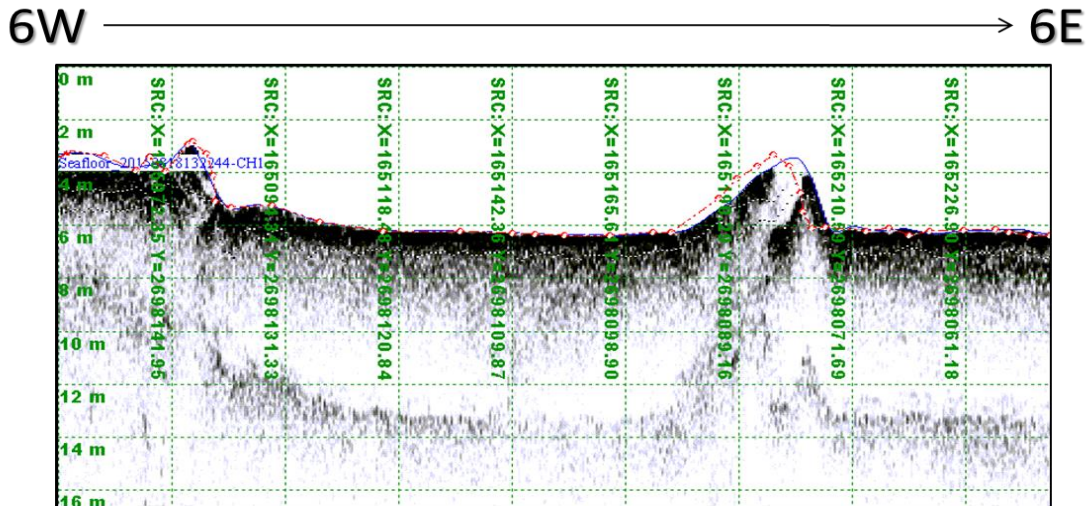


圖3-38 南端區剖面 6

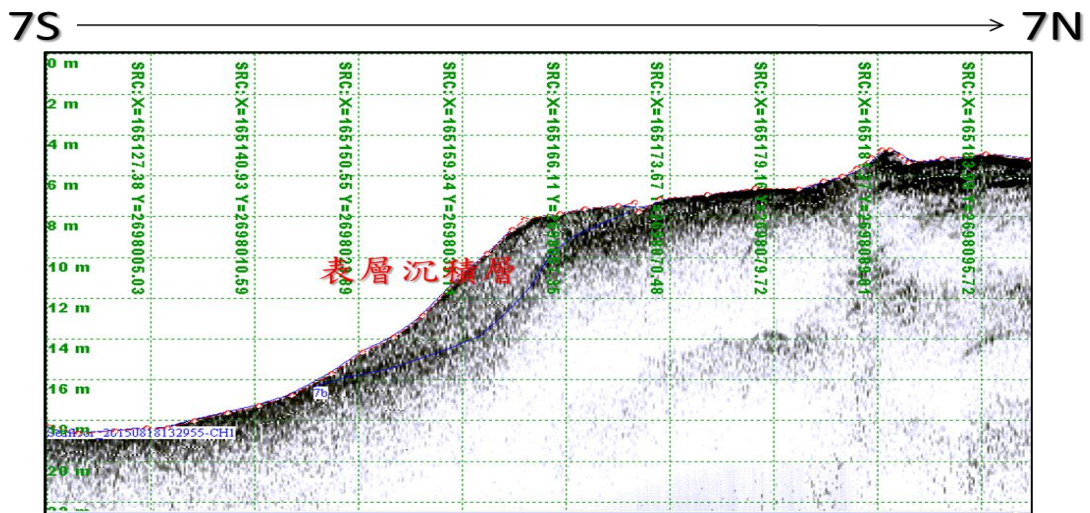


圖3-39 南端區剖面 7

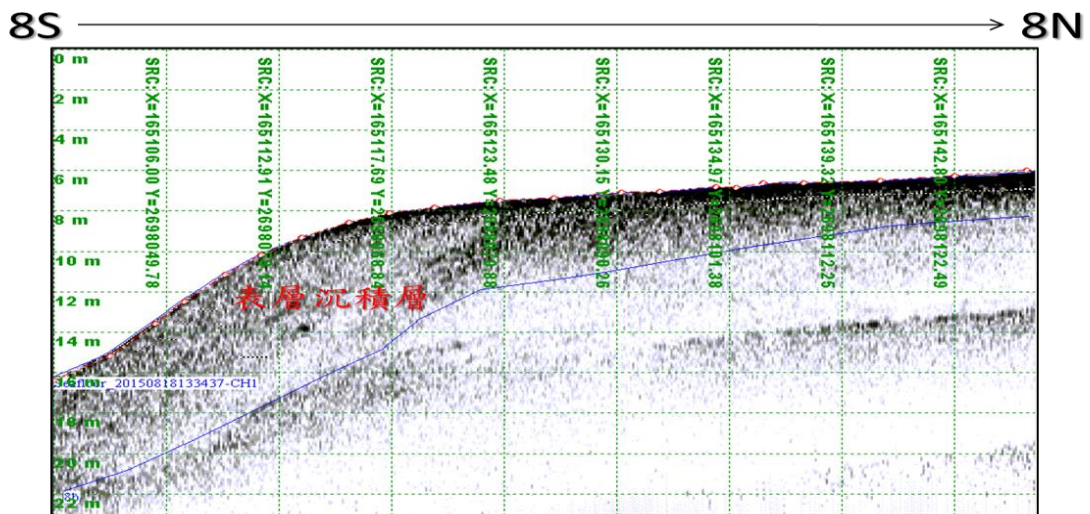


圖3-40 南端區剖面 8

9S → 9N

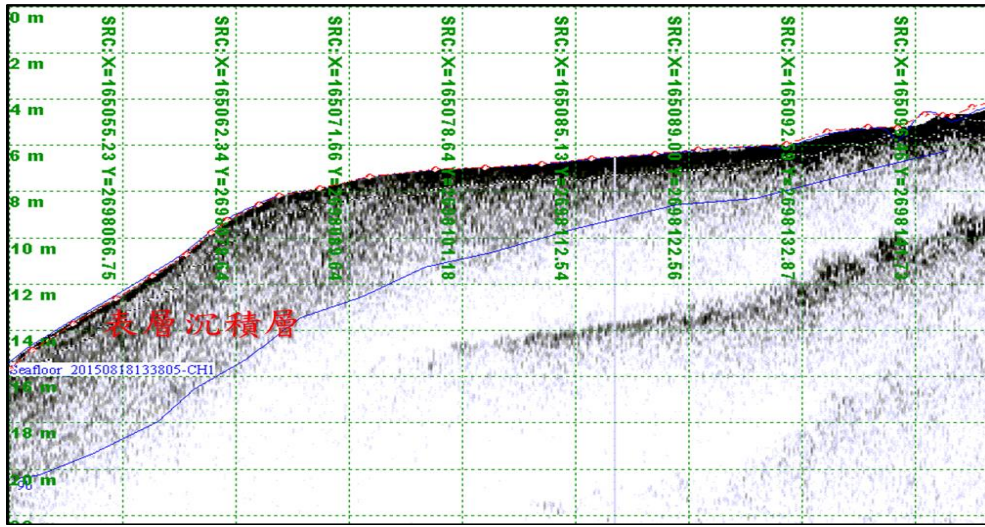


圖3-41 南端區剖面 9

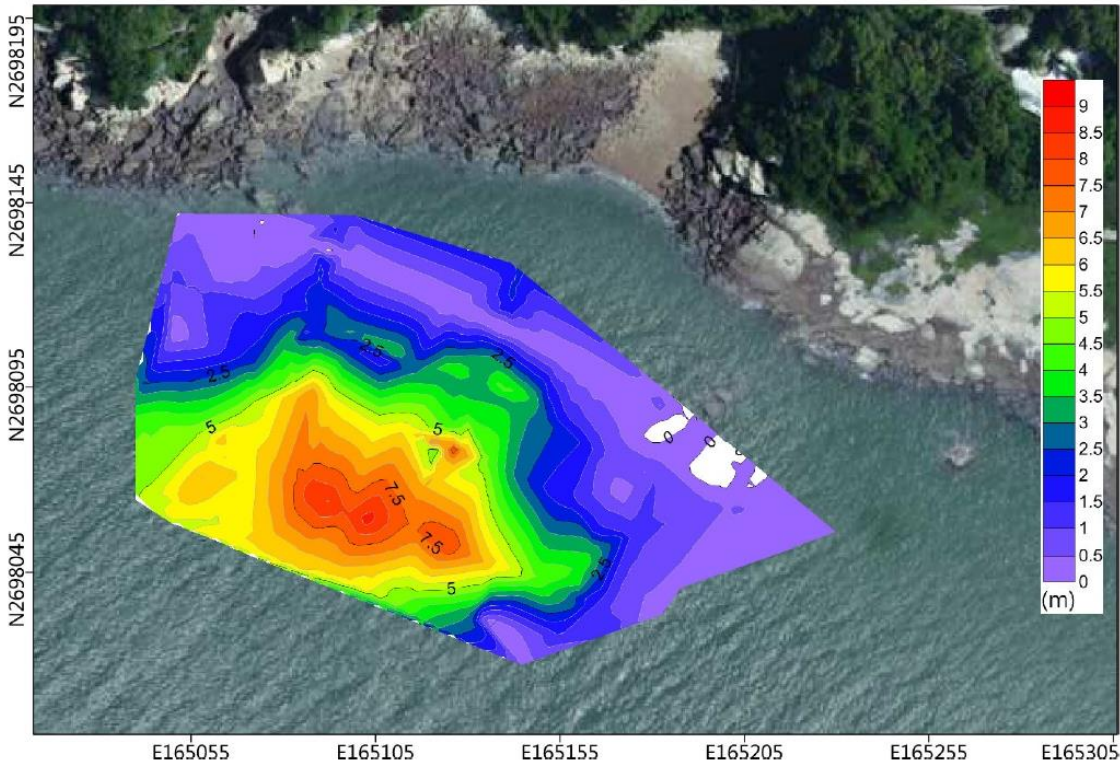


圖3-42 大膽島南側震測區沉積物粗估厚度位置圖

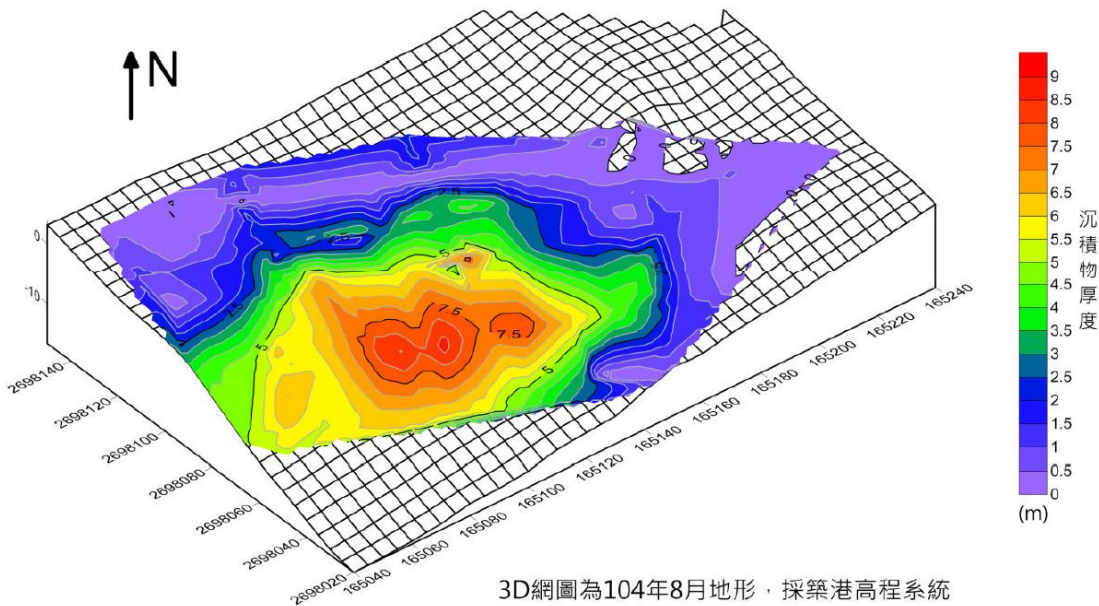


圖3-43 大膽島南側加密區沉積物粗估厚度 3D 圖

(四) 烈嶼青岐沙溪堡震測工作成果

本次烈嶼青岐沙溪堡剖面位置如圖 3-44 所示，剖面判釋圖如圖 3-45 至圖 3-66 所示。沉積物粗估厚度圖如圖 3-67 及圖 3-68 所示。由震測影像剖面分析顯示，沙溪堡區域沉積物厚度大多約在 1~3 公尺間，沙溪堡岬灣延伸處沉積物厚度較薄，約 1.5m 以下，岬灣東北處部分沉積物厚度較厚，約有 3m 厚。

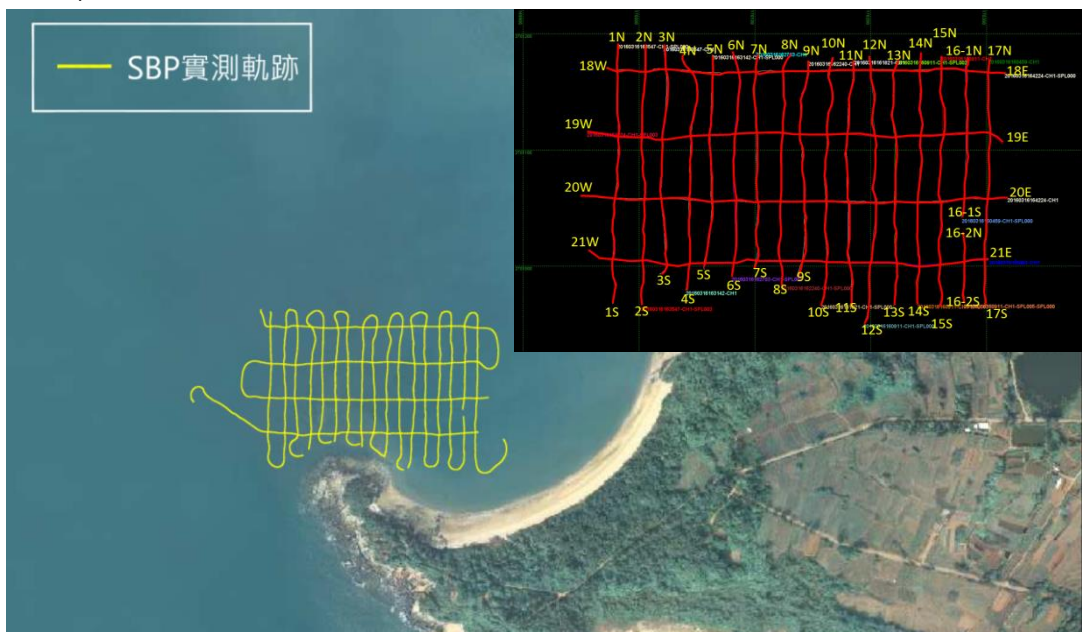


圖3-44 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面位置示意圖

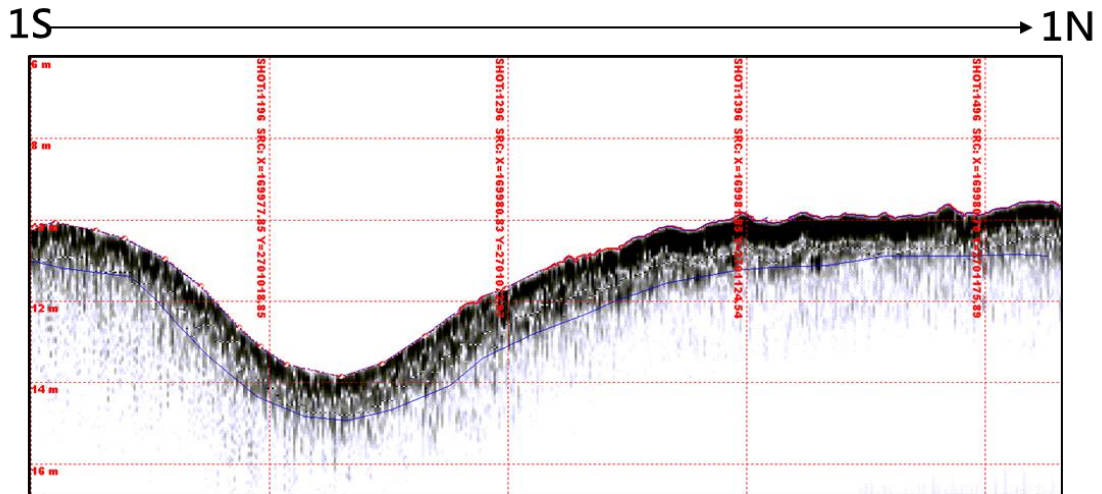


圖3-45 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 1

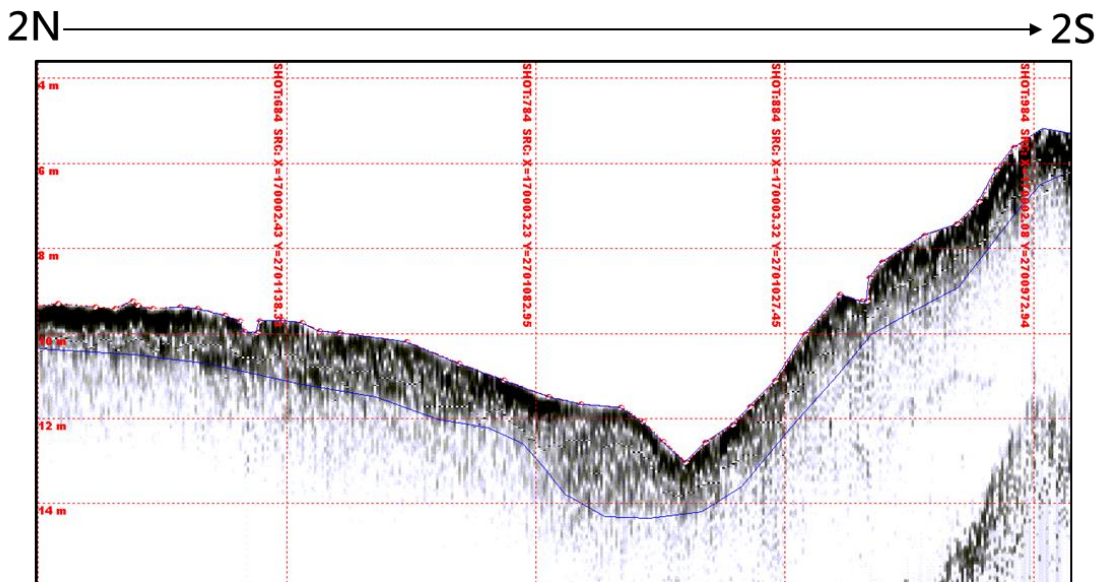


圖3-46 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 2

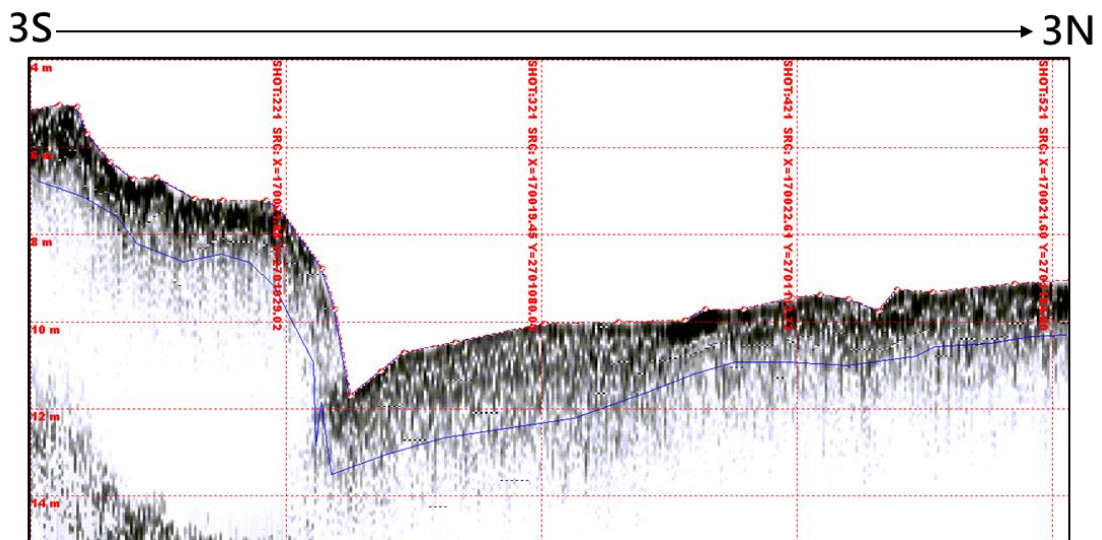


圖3-47 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 3

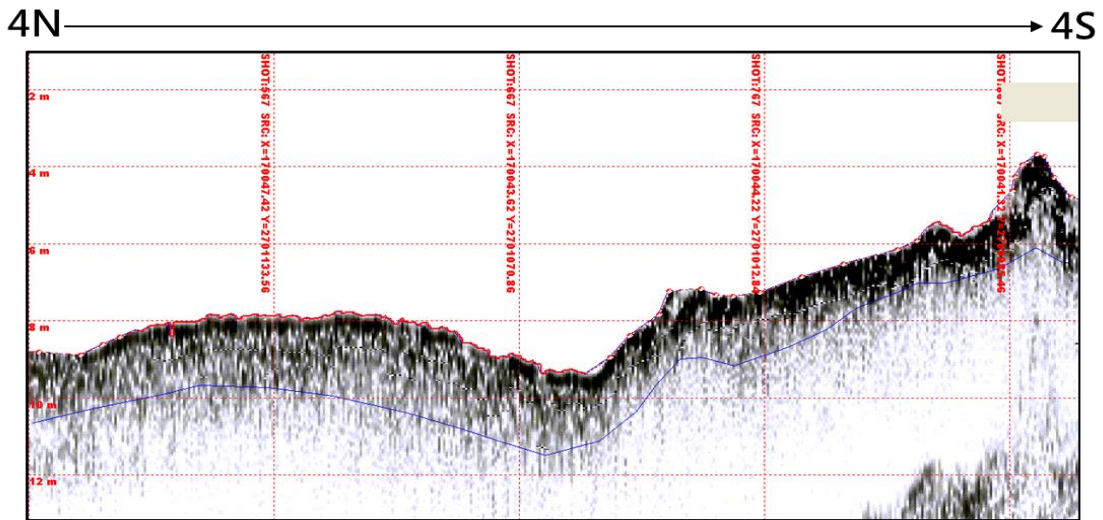


圖3-48 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 4

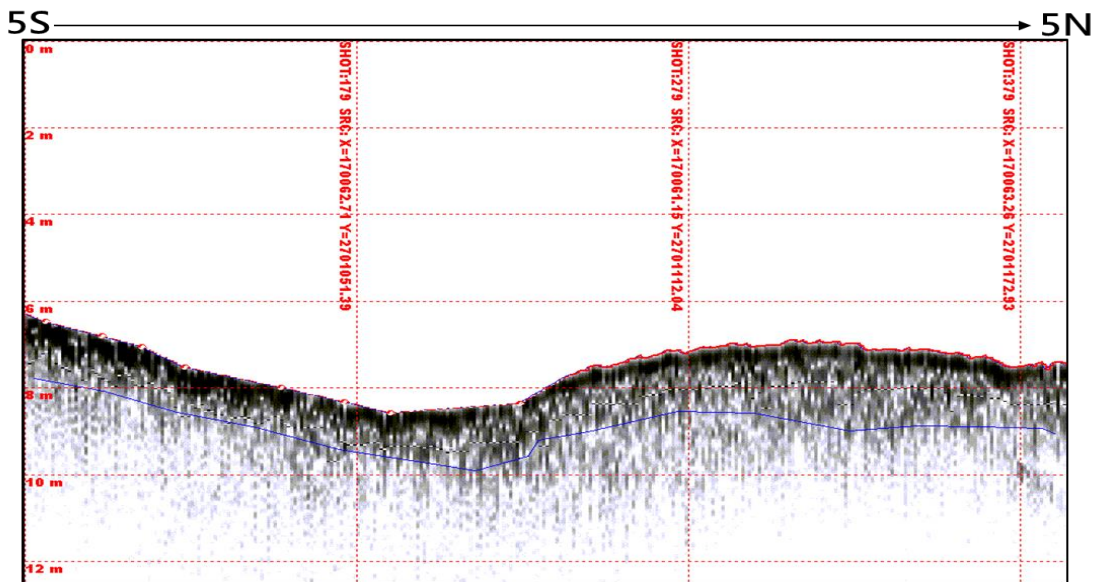


圖3-49 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 5

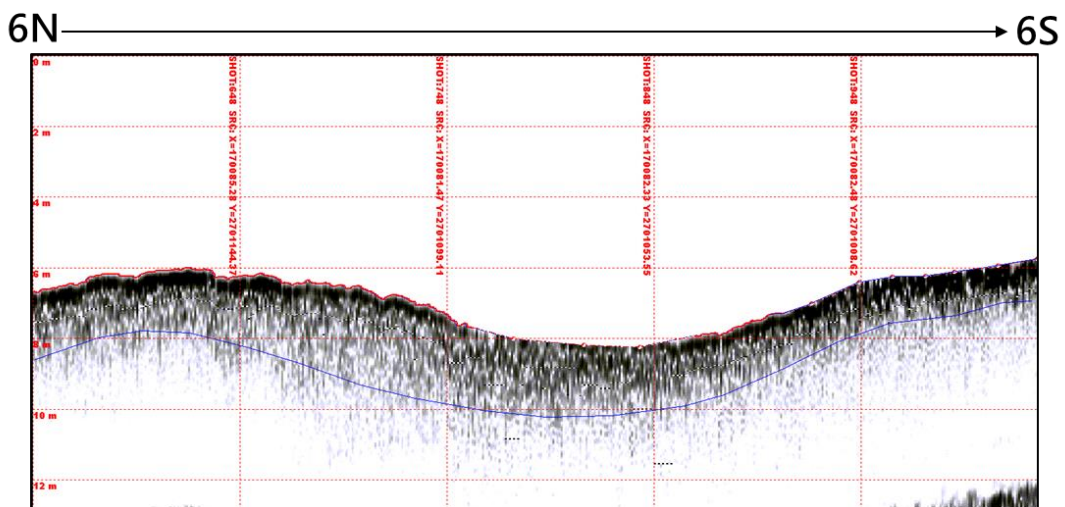


圖3-50 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 6

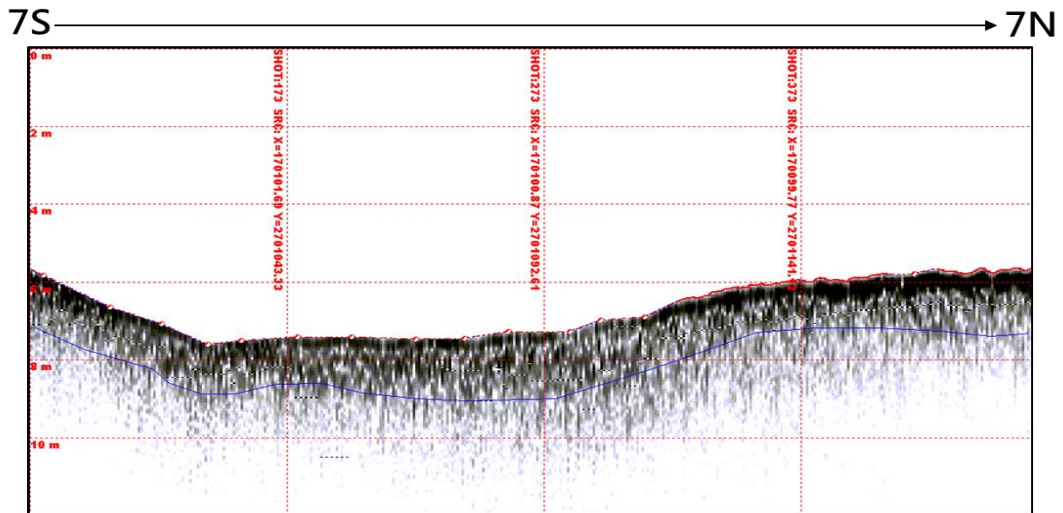


圖3-51 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 7

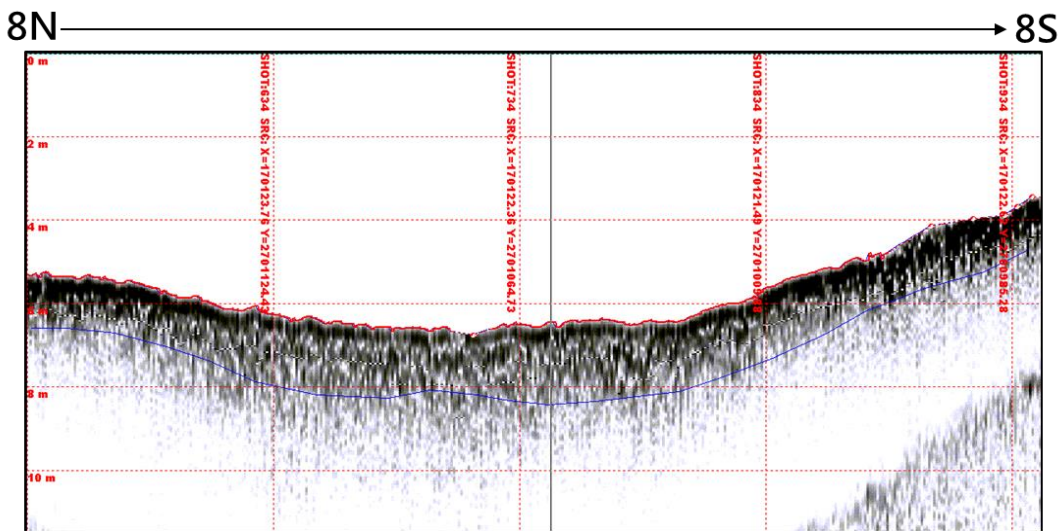


圖3-52 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 8

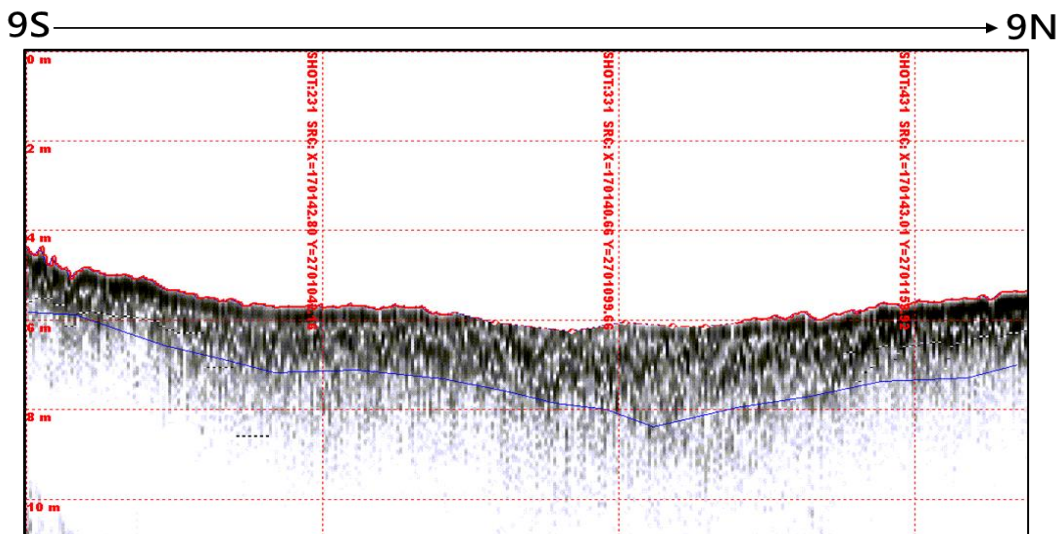


圖3-53 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 9

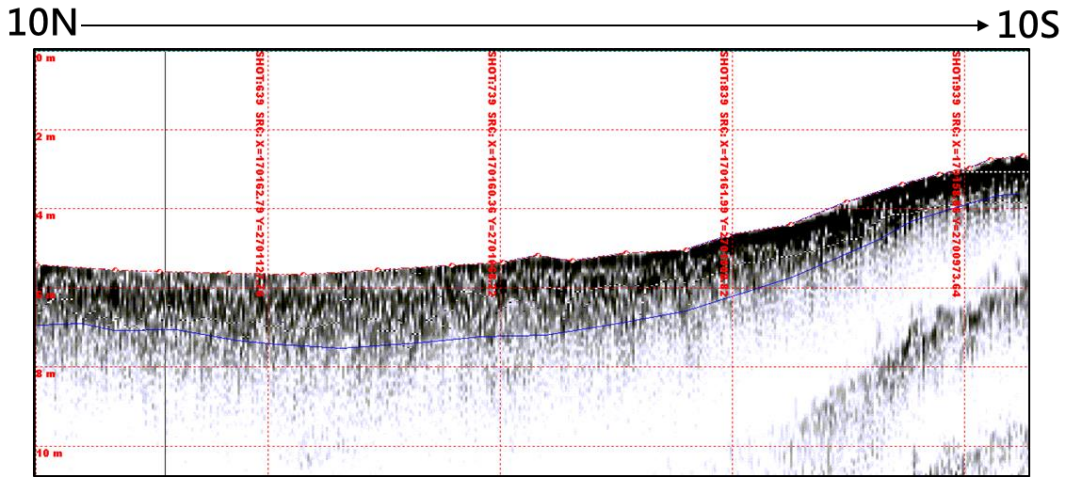


圖3-54 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 10

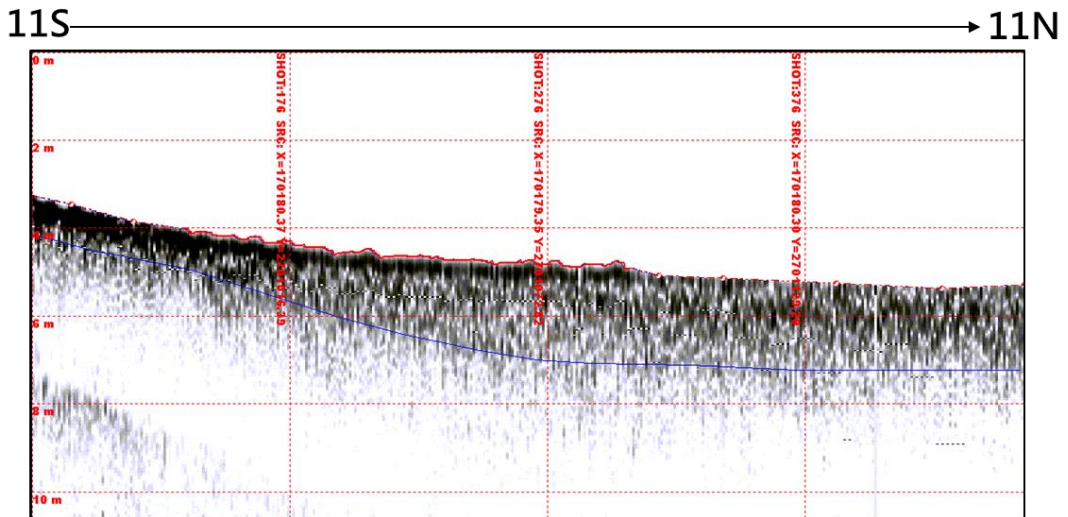


圖3-55 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 11

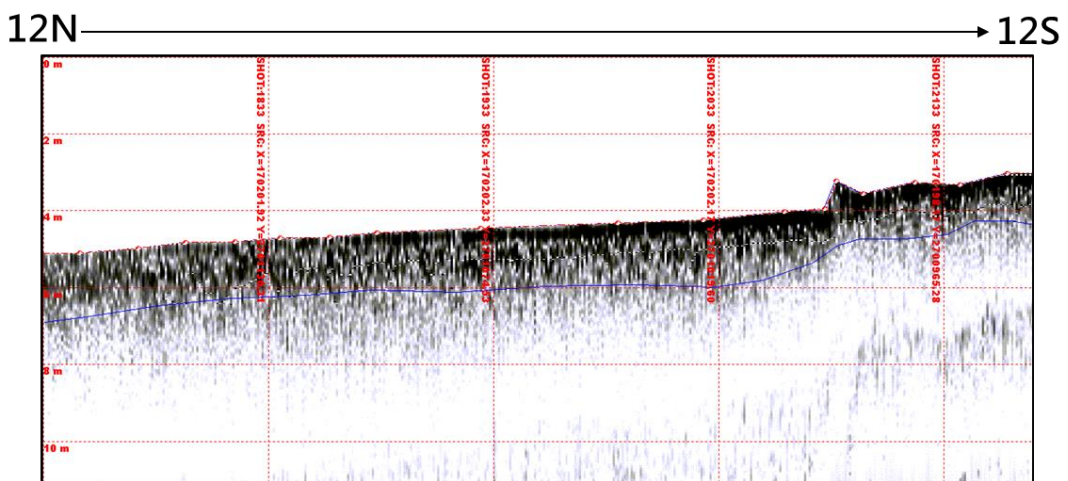


圖3-56 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 12

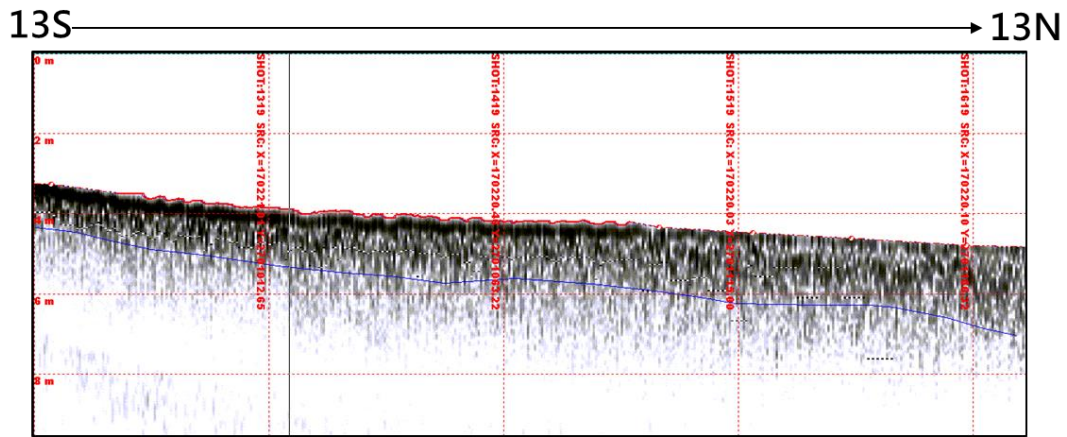


圖3-57 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 13

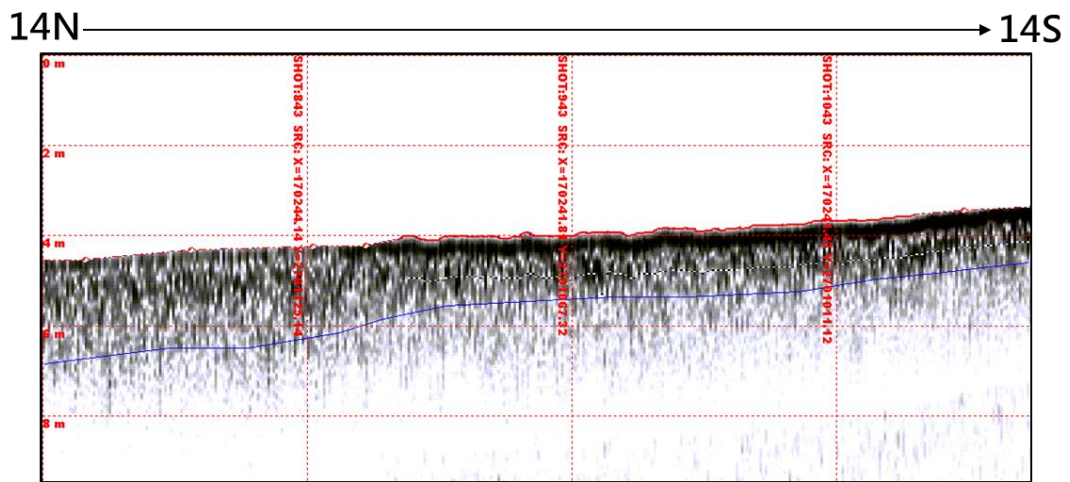


圖3-58 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 14

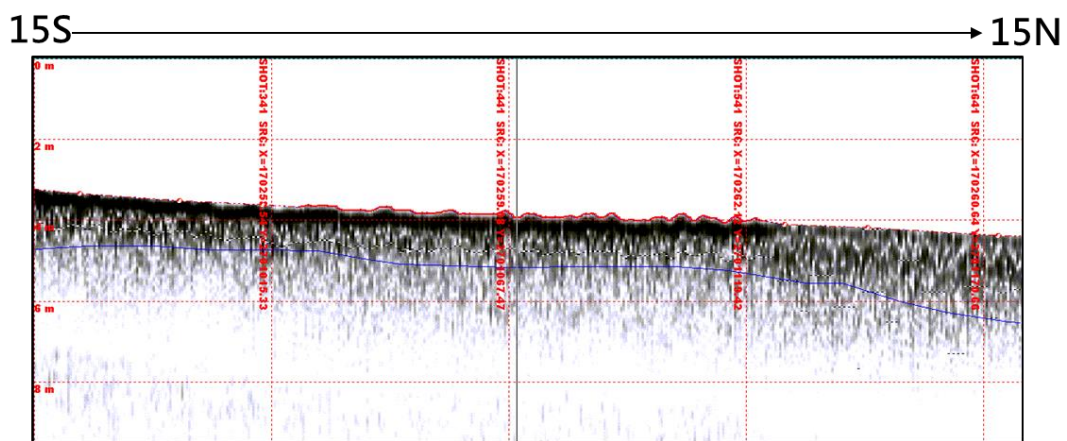


圖3-59 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 15

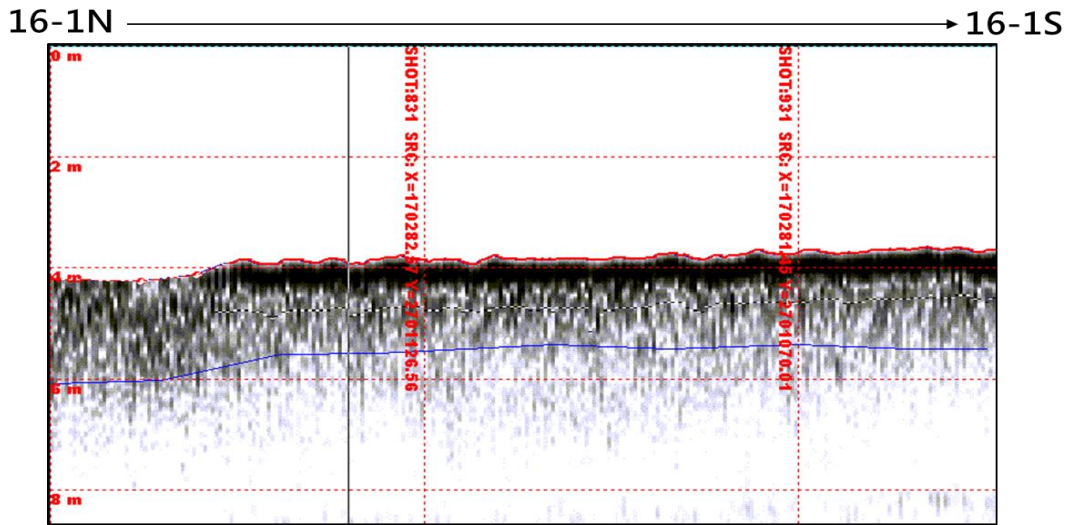


圖3-60 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 16-1

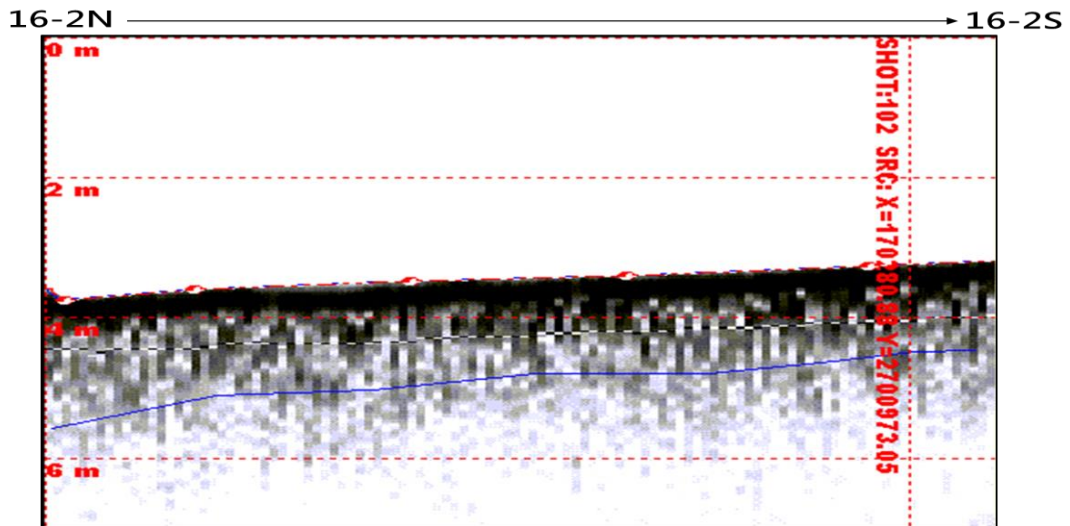


圖3-61 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 16-2

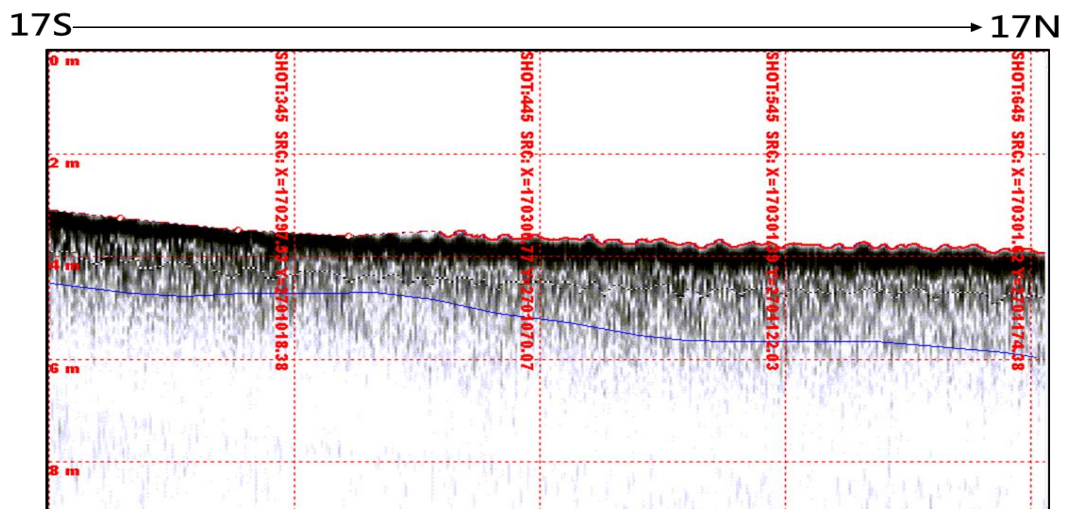


圖3-62 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 17

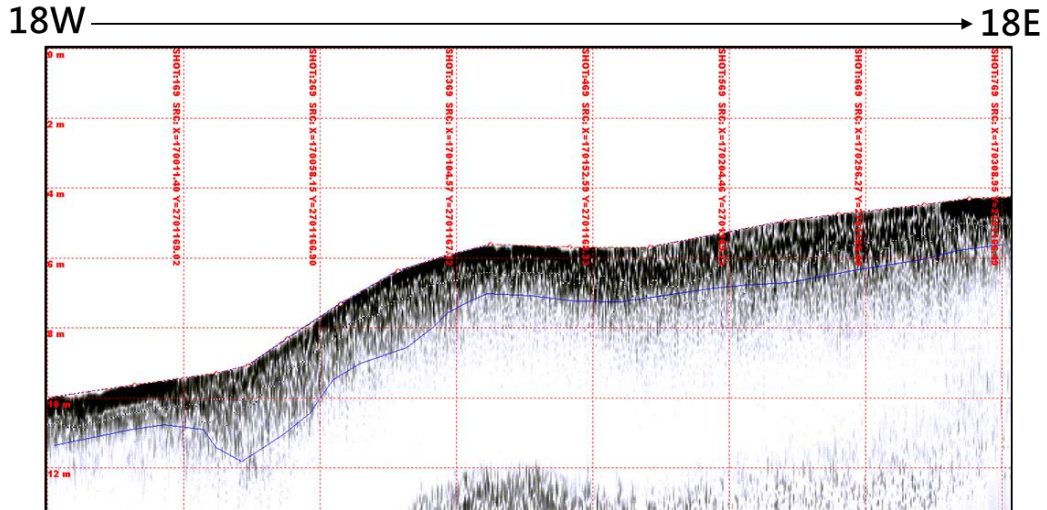


圖3-63 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 18

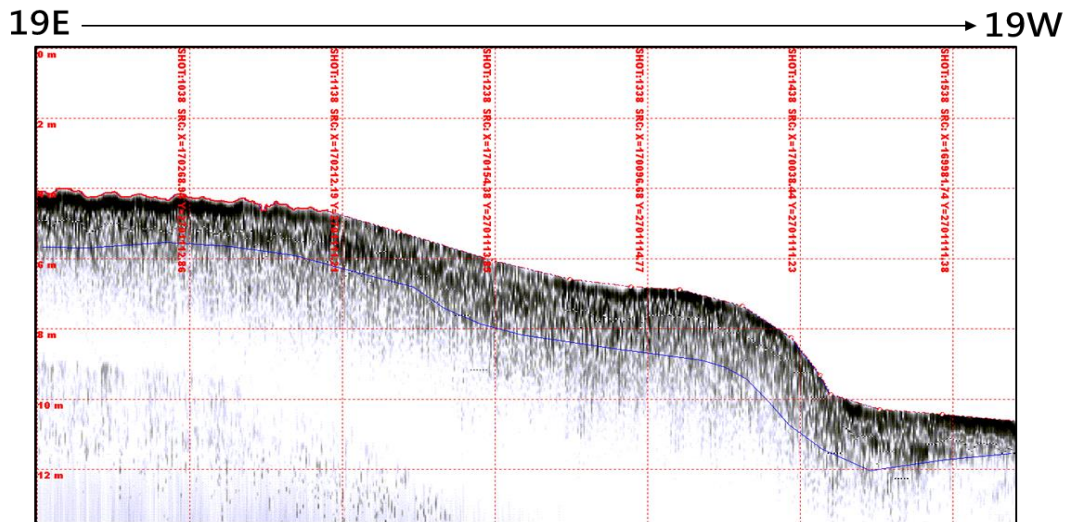


圖3-64 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 19

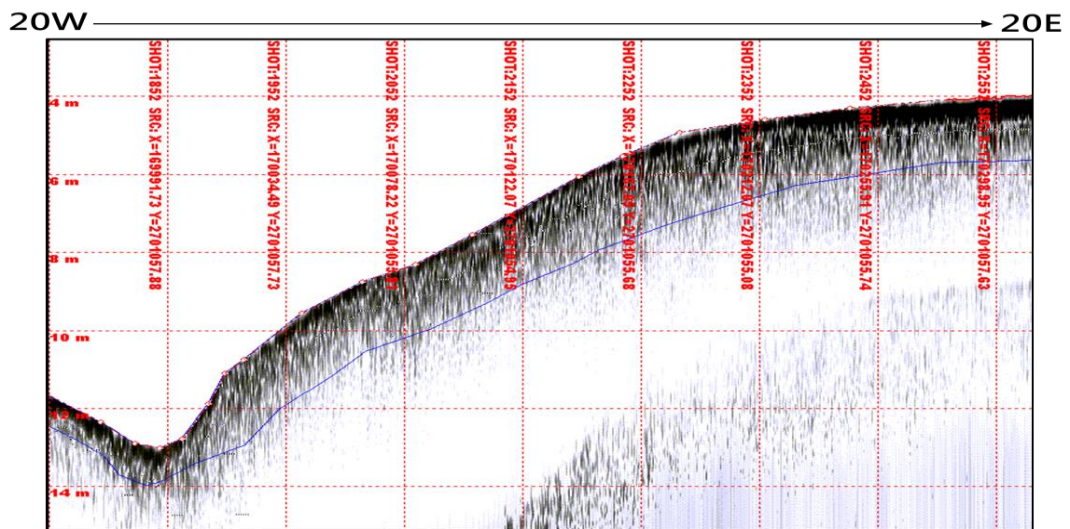


圖3-65 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 20

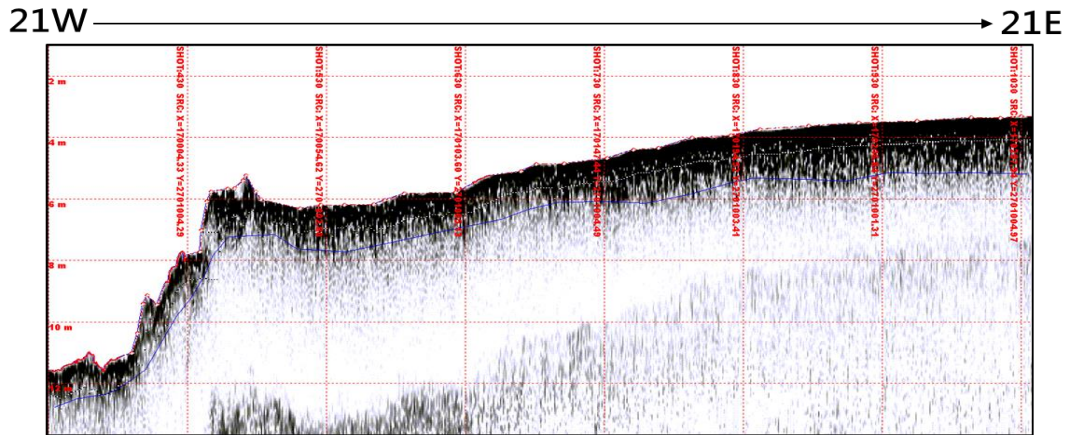


圖3-66 烈嶼青岐沙溪堡震測剖面 21

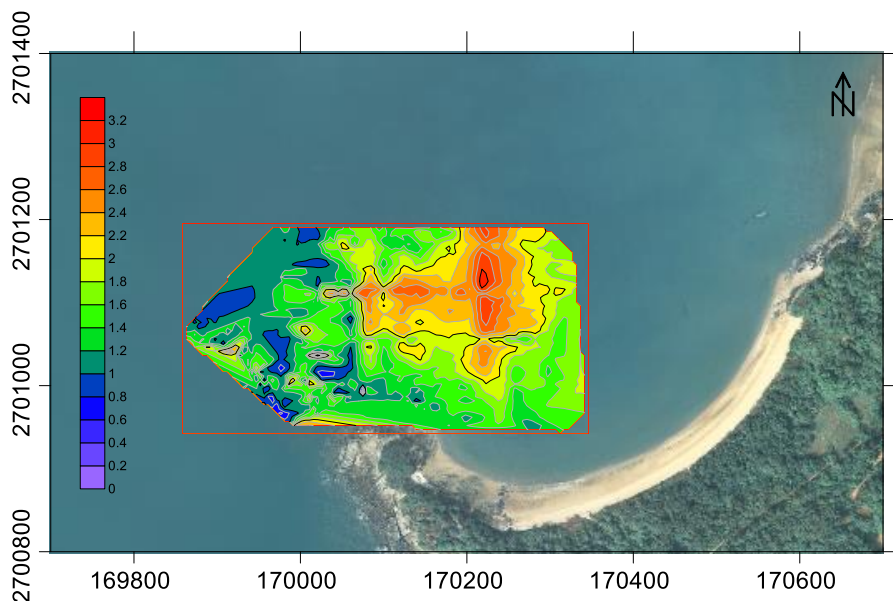


圖3-67 青岐沙溪堡海岸沉積物粗估厚度位置圖

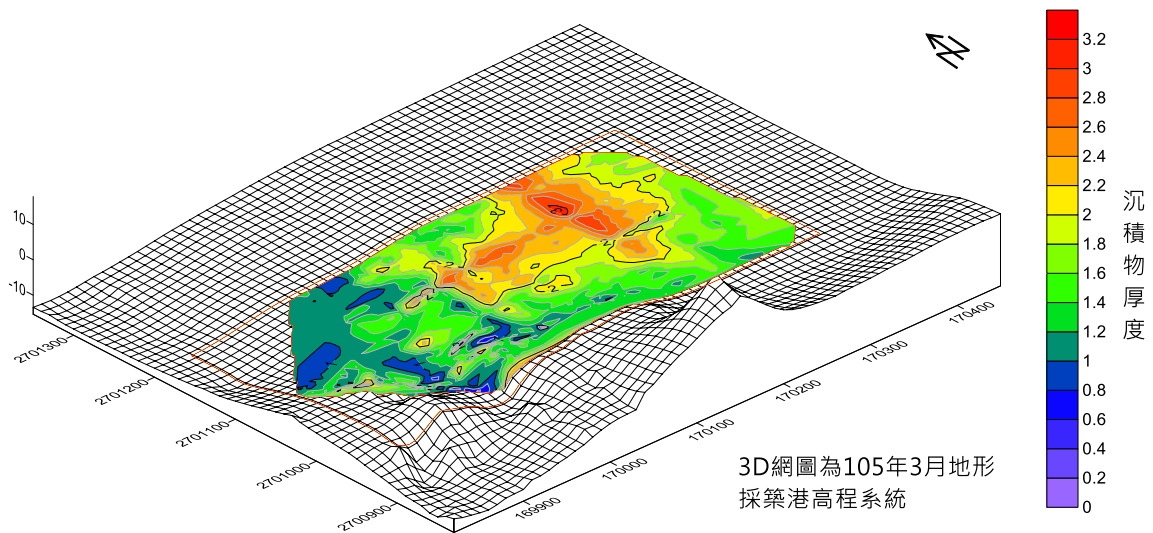


圖3-68 青岐沙溪堡海岸沉積物粗估厚度 3D 圖