計畫編號：B114068

114-115年活動斷層地下地質探查（1/2）

成果報告書
（定稿本）

全程計畫：自 114 年 4 月至 115 年 12 月止
本年度計畫：自 114 年 4 月至 114 年 12 月止

計畫主持人：童煜翔
協同計畫主持人：顏呈仰、尤芊翔
研究員：謝承恩、邱子軒、李旺儒、張皓鈞
執行單位：黎明工程顧問股份有限公司
委託機關：經濟部地質調查及礦業管理中心

中 華 民 國 114 年 12 月

（本報告內容為階段性之區域地質調查成果，內容包括依據現階段資料之假設與推論，參考時請注意相關基本條件及其限制）

目錄

目錄.....I
表目錄.....IV
圖目錄.....V
摘要.....X
Abstract.....XI
一、計畫概述.....1
(一)計畫背景.....1
(二)計畫目的.....1
二、計畫內容.....8
(一)工作項目.....8
(二)工作方法與步驟.....9
(三)工作完成數量.....14
三、大甲斷層調查成果.....18
(一)基本資料及過去研究.....18
(二)地表地質調查成果.....39
(三)地質鑽探成果.....42
(四)地下地質探查成果討論.....47
四、彰化斷層調查成果.....50
(一)基本資料及過去研究.....50
(二)地表地質調查成果.....65
(三)地球物理探查成果.....67

(四)地質鑽探成果 72
(五)地下地質探查成果討論 79
五、觸口斷層調查成果 81
(一)基本資料及過去研究 81
(二)地表地質調查成果 97
(三)地球物理探查成果 99
(四)探坑挖掘採樣成果 104
(五)地質鑽探成果 107
(六)地下地質探查成果討論 110
六、左鎮斷層調查成果 112
(一)基本資料及過去研究 112
(二)地表地質調查成果 122
(三)地質鑽探成果 125
(四)地下地質探查成果討論 128
七、烏山頭斷層調查成果 130
(一)基本資料及過去研究 130
(二)地表地質調查成果 142
(三)地質鑽探成果 144
(四)地下地質探查成果討論 146
八、結論 149
九、參考文獻 150
十、成果報告審查意見辦理情形 154
附錄

附錄一、岩心柱狀圖
附錄二、岩心照片
附錄三、C-14 定年報告

表目錄

表 2-1　本計年度畫標的斷層主要工作項目及說明 8
表 2-2　本計畫年度成果繳交項目 9
表 2-3　本計畫年度鑽探深度及編號表 14
表 2-4　本計畫 C-14 定年標本編號及定年成果 15
表 2-5　本計畫年度測線 25P-CHA-SP1 施測幾何參數 16
表 2-6　本計畫年度測線 25P-CKU-SP1 施測幾何參數 16
表 2-7　本計畫年度測線 25P-CKU-SP2 施測幾何參數 16
表 2-8　本計畫年度測線 25P-CKU-SP3 施測幾何參數 17
表 3-1　大甲斷層過去相關地球物理探測成果表 22
表 3-2　大甲斷層過去相關地質鑽探探查成果表 23
表 4-1　彰化斷層過去相關地球物理探測成果表 55
表 4-2　彰化斷層過去相關地質鑽探探查成果表 56
表 4-3　測線 25P-CHA-SP1 施測幾何參數表 68
表 5-1　觸口斷層過去相關地球物理探測成果表 89
表 5-2　觸口斷層北段(觸口以北)鑽孔位置及深度彙整表 92
表 6-1　左鎮以西斷層跡兩側剪切帶露頭描述 113
表 6-2　左鎮以東斷層跡兩側剪切帶露頭描述 113
表 6-3　左鎮斷層鄰近既有地球物理探查資訊彙整表 116
表 6-4　左鎮斷層沿線既有鑽孔資訊彙整表 119
表 6-5　左鎮斷層既有鑽孔剪切帶特性彙整表 120

圖目錄

圖 1-1　本計畫年度標的斷層及構造位置分布圖 2
圖 1-2　本計畫年度標的斷層及鑽井分布-大甲斷層 3
圖 1-3　本計畫年度標的斷層、鑽井、地球物理測線分布-彰化斷層 4
圖 1-4　本計畫年度標的斷層及鑽井、地球物理測線分布-觸口斷層 5
圖 1-5　本計畫年度標的斷層及鑽井分布-左鎮斷層 6
圖 1-6　本計畫年度標的斷層及鑽井分布-烏山頭斷層 7
圖 2-1　本計畫年度工作流程示意圖 13
圖 3-1　大甲斷層在后里台地西側地形崖線形分布 19
圖 3-2　大甲斷層在沙鹿以南至烏溪北岸地形崖線形分布 20
圖 3-3　大甲斷層條帶地質圖 21
圖 3-4　大甲斷層-大安溪(斷層北端)至大甲溪過去調查結果 24
圖 3-5　大甲斷層-大甲溪至沙鹿過去調查結果 25
圖 3-6　大甲斷層-沙鹿至大肚過去調查結果 26
圖 3-7　大甲斷層-大肚至烏溪北岸過去調查結果 27
圖 3-8　06P-TCA-TC01 震測剖面成果 28
圖 3-9　TaChiaHsi 大甲溪(TaChiaHsi1 至 TaChiaHsi5 測線)震測剖面 28
圖 3-10　Chianan(甲南)震測剖面 29
圖 3-11　07P-CSF-CS-1 震測剖面 29
圖 3-12　ChinShui 清水(ChinShui1 至 ChinShui3 測線)震測剖面 30
圖 3-13　Shalu 沙鹿(Shalu1 至 Shalu5 測線)震測剖面 31
圖 3-14　Nansukang 南勢坑(Nansukang1 至 Nansukang5 測線)震測剖面 ... 31

圖 3-15　Longjing 龍井(Longjing1 至 Longjing8 測線)震測剖面.....32
圖 3-16　Shanyang(山陽橋)震測剖面.....32
圖 3-17　震測剖面 07P-CSF-TD-1(上圖)、07P-CSF-TD-2(下圖).....33
圖 3-18　地電阻測線 R1(上圖)、R2(下圖)剖面成果解釋.....34
圖 3-19　鐵砧山剖面成果.....34
圖 3-20　大甲 1、2 號井地質剖面.....35
圖 3-21　鐵砧山場址地質鑽探剖面.....35
圖 3-22　沙鹿場址鑽井剖面.....36
圖 3-23　大甲 P1 鑽探地質剖面.....37
圖 3-24　大甲 P2 鑽探地質剖面.....37
圖 3-25　大甲斷層烏溪北岸大甲 P3 及地電阻 2013-R2 剖面.....38
圖 3-26　大甲斷層地形陰影及地質調查位置.....40
圖 3-27　大甲斷層地表地質調查點現況.....41
圖 3-28　大甲斷層-大甲 P4 地質剖面.....48
圖 3-29　大甲斷層-大甲 P5 地質剖面.....49
圖 4-1　彰化斷層在北段、中段地形崖線形分布.....51
圖 4-2　彰化斷層在南段地形崖線形分布.....52
圖 4-3　彰化斷層南延段地形線形及斷層可能分布.....52
圖 4-4　彰化斷層條帶地質圖.....54
圖 4-5　彰化斷層各段東西向地質剖面示意圖.....55
圖 4-6　彰化斷層過去調查結果.....57
圖 4-7　大肚 2 號井及 TaDu(大肚)震測剖面.....58
圖 4-8　02E-CHF-CH-1 地電阻剖面.....59

圖 4-9　01P-CHF-HT-3 震測剖面 59
圖 4-10　震測剖面 01P-CHF-HT-1、2(位於彰化斷層上下盤兩側)..... 60
圖 4-11　彰化市剖面地質鑽探剖面..... 61
圖 4-12　彰化 1 號井剖面..... 61
圖 4-13　彰化 2 號井及鄰近鑽井剖面 62
圖 4-14　八卦山隧道地質剖面..... 63
圖 4-15　彰化斷層與車籠埔斷層南段 1996~1999 年速度場剖面圖 64
圖 4-16　彰化斷層地形陰影及地質調查位置 66
圖 4-17　彰化斷層地質調查點現況 67
圖 4-18　彰化斷層反射震測測線 25P-CHA-SP1 平面位置圖 68
圖 4-19　25P-CHA-SP1 反射震測探查成果..... 70
圖 4-20　25P-CHA-SP1 反射震測探查成果(解釋)..... 71
圖 4-21　彰化斷層-彰化 P3 地質剖面..... 80
圖 5-1　嘉義縣觸口北側觸口斷層地形判釋平面圖 82
圖 5-2　觸口斷層觸口地區數值地形立體示意圖 82
圖 5-3　觸口斷層北段地形判釋平面圖 83
圖 5-4　觸口斷層南段地形判釋平面圖 84
圖 5-5　觸口斷層條帶地質圖..... 87
圖 5-6　觸口牛稠溪上游斷層露頭 88
圖 5-7　中崙地區瑤池橋附近觸口斷層露頭 88
圖 5-8　觸口區域地球物理探勘成果與構造解釋 90
圖 5-9　中埔-石弄反射震測剖面及構造解釋..... 91
圖 5-10　中崙地區震測剖面及其構造解釋 91

圖 5-11　觸口 1 號井位置及井錄 93
圖 5-12　觸口斷層沿線既有鑽孔、地物探查、線形判釋平面圖 94
圖 5-13　觸口斷層鄰近區域 GPS 觀測及大地測量結果 96
圖 5-14　觸口斷層於嘉義中埔地區地形陰影及地表地質調查位置 98
圖 5-15　觸口斷層地質調查點現況 99
圖 5-16　本計畫地電阻測線 25P-CKU-SP1~SP3 位置圖 100
圖 5-17　25P-CKU-SP1 地電阻探查成果 101
圖 5-18　25P-CKU-SP1 地電阻探查成果(解釋) 101
圖 5-19　25P-CKU-SP2 地電阻探查成果 102
圖 5-20　25P-CKU-SP2 地電阻探查成果(解釋) 102
圖 5-21　25P-CKU-SP3 地電阻探查成果 103
圖 5-22　25P-CKU-SP3 地電阻探查成果(解釋) 103
圖 5-23　過溪仔階地兩處探坑位置 104
圖 5-24　GSZ-T1 北牆展開圖 105
圖 5-25　GSZ-T1 南牆展開圖 105
圖 5-26　GSZ-T2 北牆展開圖 106
圖 5-27　GSZ-T2 南牆展開圖 106
圖 5-28　觸口斷層-觸口 P6 地質剖面 111
圖 6-1　左鎮斷層鄰近區域平面地質圖及調查點彙整圖 114
圖 6-2　左鎮斷層沿線斷層剪切帶露頭影像(1/2) 115
圖 6-3　左鎮斷層沿線斷層剪切帶露頭影像(2/2) 115
圖 6-4　鄰近左鎮斷層折射震測剖面 I、J 117
圖 6-5　左鎮斷層左鎮-坑口既有調查分布平面圖 118

圖 6-6　左鎮斷層鄰近區域位移場分布(1996~2005) 121
圖 6-7　左鎮斷層地質調查點現況 123
圖 6-8　左鎮斷層地表地質調查點現況 124
圖 6-9　左鎮斷層-左鎮 P4 地質剖面 129
圖 7-1　烏山頭斷層區域構造分段與地塊分段 131
圖 7-2　烏山頭斷層南段(檳榔宅以南)地形及構造分布 132
圖 7-3　烏山頭斷層南段(檳榔宅以南)區域地質圖及露頭控制點 135
圖 7-4　曾文溪北岸露頭影像 136
圖 7-5　蘆之坑溝南北側露頭影像 137
圖 7-6　烏山頭斷層全段地質構造及剖面示意圖 140
圖 7-7　新烏山嶺隧道工程地質平縱面圖 140
圖 7-8　新烏山嶺引水隧道全段烏山頭斷層剪切帶調查分布平面圖 141
圖 7-9　烏山頭斷層地形陰影及地質調查位置 143
圖 7-10　烏山頭斷層地表地質調查點現況 144
圖 7-11　烏山頭斷層-烏山頭 P1 地質剖面 148

摘要

本(114)年度目的為針對大甲斷層、彰化斷層、觸口斷層、左鎮斷層、烏山頭斷層進行地下地質調查工作，工作期程自民國 114 年 4 月至 114 年 12 月。

工作項目依序為蒐集前人資料，藉由地形判釋及地表地質調查後，分析斷層可能的分布位置作為調查選址之參考，依此規劃鑽探及地球物理探勘作業。地質鑽探調查部分，完成大甲斷層 4 孔、彰化斷層 3 孔、觸口斷層 2 孔、左鎮斷層 3 孔、烏山頭斷層 2 孔，共計 14 孔地質鑽探工作，總鑽探長度共計 1,100 公尺，並完成 15 組 C-14 定年作業，產製 6 組地質剖面。另針對彰化斷層進行 1 處長 1,000 公尺之淺層反射震測作業；對觸口斷層進行 3 處地電阻探測作業，測線總長計 1,500 公尺。於觸口斷層完成 2 處探坑挖掘採樣。

調查成果顯示，大甲斷層通過大甲 5B 井西側下方深處，彰化斷層位於彰化 P3 剖面下方深處並可在 25P-CHA-SP1 淺層反射剖面中發現地層急折現象，觸口斷層通過觸口 6A 井，左鎮斷層通過左鎮 4B 與 4C 井之間，烏山頭斷層烏山頭 1B 及 1F 井之間。

關鍵詞：活動斷層、大甲斷層、彰化斷層、觸口斷層、左鎮斷層、烏山頭斷層

The underground geological survey of active faults (1/2), 2025-2026

Abstract

This project investigates the fault characteristics of the active faults, located in southwestern Taiwan specifically the Tachia Fault, Changhua Fault, Chukou Fault, Tsochen Fault, and Wushantou Fault. The geological investigation schedule of this project began in April 2025, and concluded in December 2025.

The investigation procedure of this project can be consists of several phases:(1) previous research data collection; (2) topography analysis; (3) surface geological survey. Based on the collected data and findings from these investigations, we identified potential sites where active fault traces may be located for further geophysical exploration and drilling surveys.

The drilling survey in this project has done 1,100-meter-long depth amount 4 boreholes of Tachia fault; 3 boreholes of Changhua fault; 2 boreholes of Chukou fault, 3 boreholes of Tsochen fault, 2 boreholes of Wushantou Fault and 15 sets of C-14 dating results selected in this project. Based on the documented data sets, 6 geological profiles and multiple possible active fault traces were delineated to clarify the geological setting and fault characteristics of the 5 target faults mentioned before. In addition, a 1,000-meter-long shallow seismic reflection was completed for Changhua Fault. 3 Resistivity Imaging Profiling (RIP) survey lines were completed for the Chukou fault. The RIP survey lines total 1,500 meters in length. Trenching and sampling were completed at two sites on the Chukou Fault.

The investigation results indicate that the Tachia Fault passes deep beneath the western side of the Tachia 5B well. The Changhua Fault is located deep beneath the Changhua P3 profile, and a sharp flexure in the strata is observed on the shallow seismic reflection profile 25P-CHA-SP1. Chukou Fault passes through Wells Chukou 6A, Tsochen Fault passes between Wells Tsochen 4B and 4C, and the Wushantou Fault passes between Wells Wushantou 1B and 1F.

Key words: active faults, Tachia Fault, Changhua Fault, Chukou Fault, Tsochen Fault, Wushantou Fault

一、計畫概述

(一)計畫背景

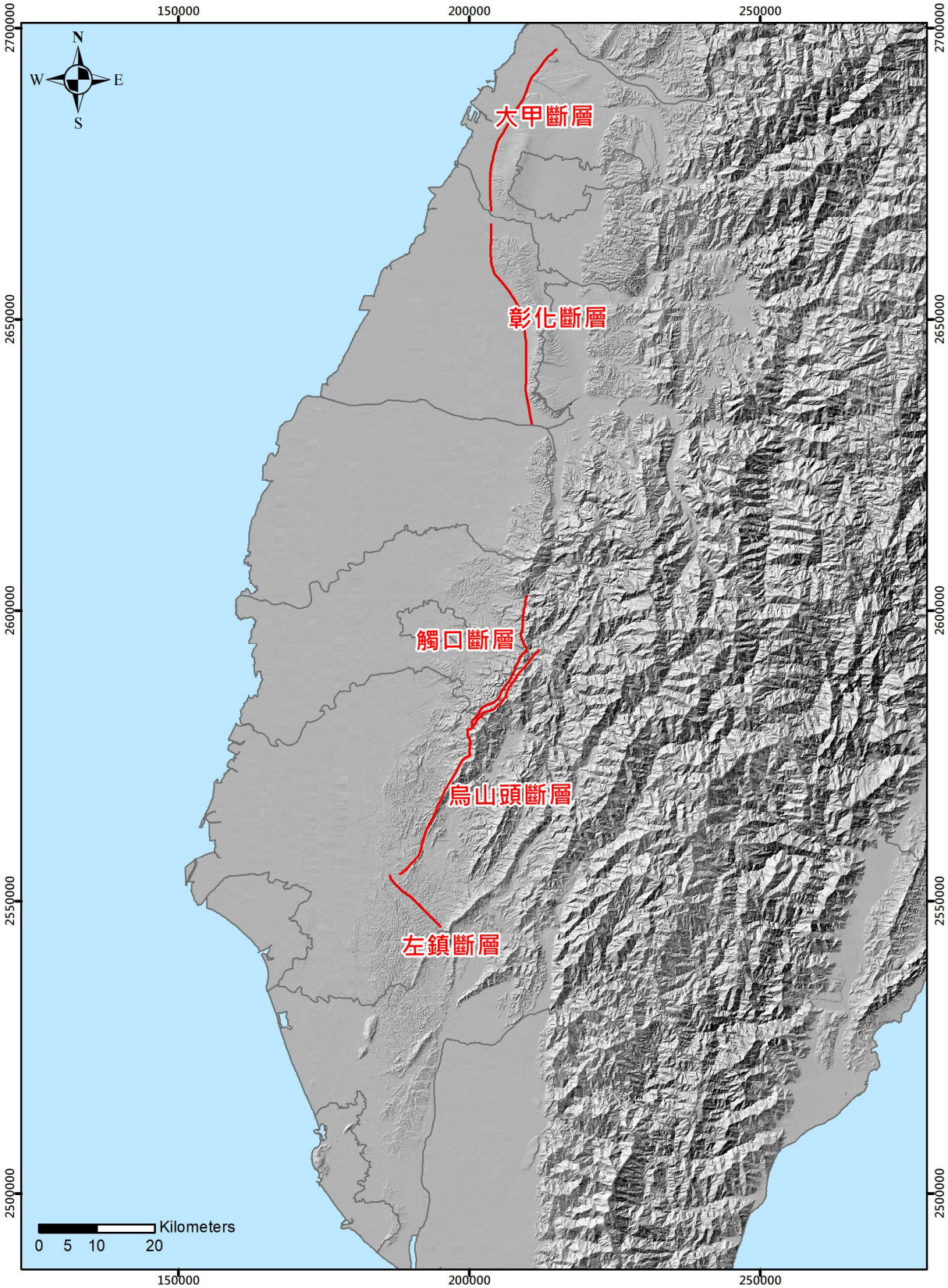
臺灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊的碰撞帶，地震頻繁，引致本島斷層活動造成地表破裂、建築物倒塌與土壤液化等災情，往往造成嚴重傷亡與災損。經濟部地質調查及礦業管理中心(以下簡稱地礦中心)則依地質法規範，陸續進行活動斷層地質敏感區的劃定與公告，提供活動斷層相關的地質資訊，作為國土規劃、土地開發以及災害防治的參考。

然而，現階段尚未劃定地質敏感區的活動斷層，大多受限於位置精度、參考點不足或缺乏活動性證據等原因，需進一步提升斷層位置精度或尋找可定年的材料判釋活動性。

此外，因近年來學界持續發現有活動證據的斷層，但足以判定斷層位置的控制點仍屬不足，導致整體斷層跡無法有效追蹤，因而無法列入已公開的臺灣活動斷層分布圖中及劃設公告地質敏感區；已劃設為地質敏感區的斷層，因有部分區域之斷層跡尚缺乏可靠的控制點，而未能劃入地質敏感區範圍內，本計畫即針對上述斷層缺乏之參數資訊為目的，進行相關之地下地質探查。

(二)計畫目的

本案為第一年度活動斷層探查計畫，調查標的為大甲斷層、彰化斷層、觸口斷層、左鎮斷層、烏山頭斷層(圖 1-1)，對於位置精度不足或缺乏活動性證據部分列為調查的標的。藉由全取樣地質鑽探、地球物理探測以及 C-14 定年等方法，確認斷層跡位置與活動性(探查位置參見圖 1-2、圖 1-3、圖 1-4)。



資料來源:內政部地政司全臺灣 20 公尺網格數值地形模型

圖 1-1　本計畫年度標的斷層及構造位置分布圖

Fig 1-1　Investigated active faults of this project

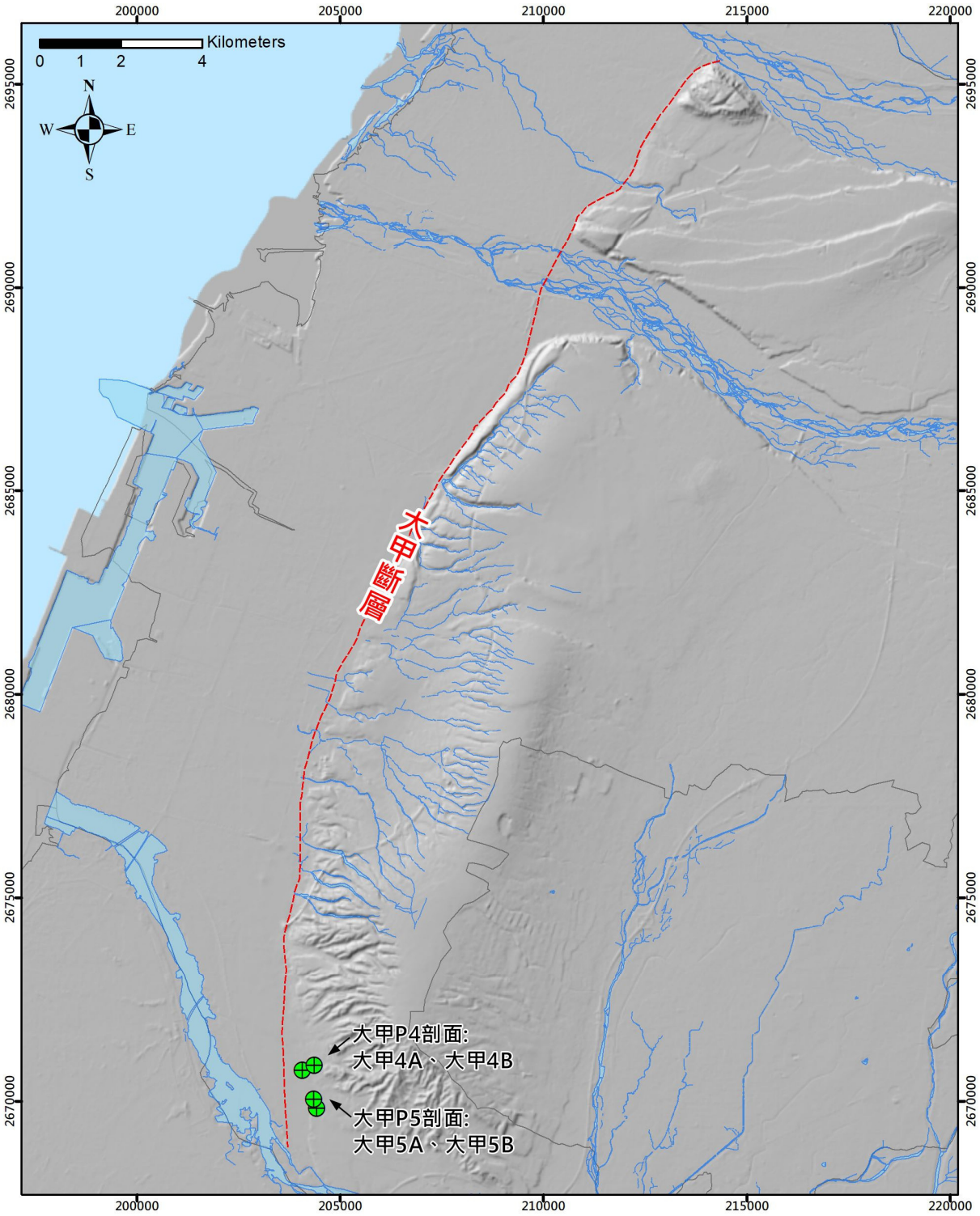


圖 1-2　本計畫年度標的斷層及鑽井分布-大甲斷層

Fig 1-2　Investigated Faults and Boreholes - Tachia Fault

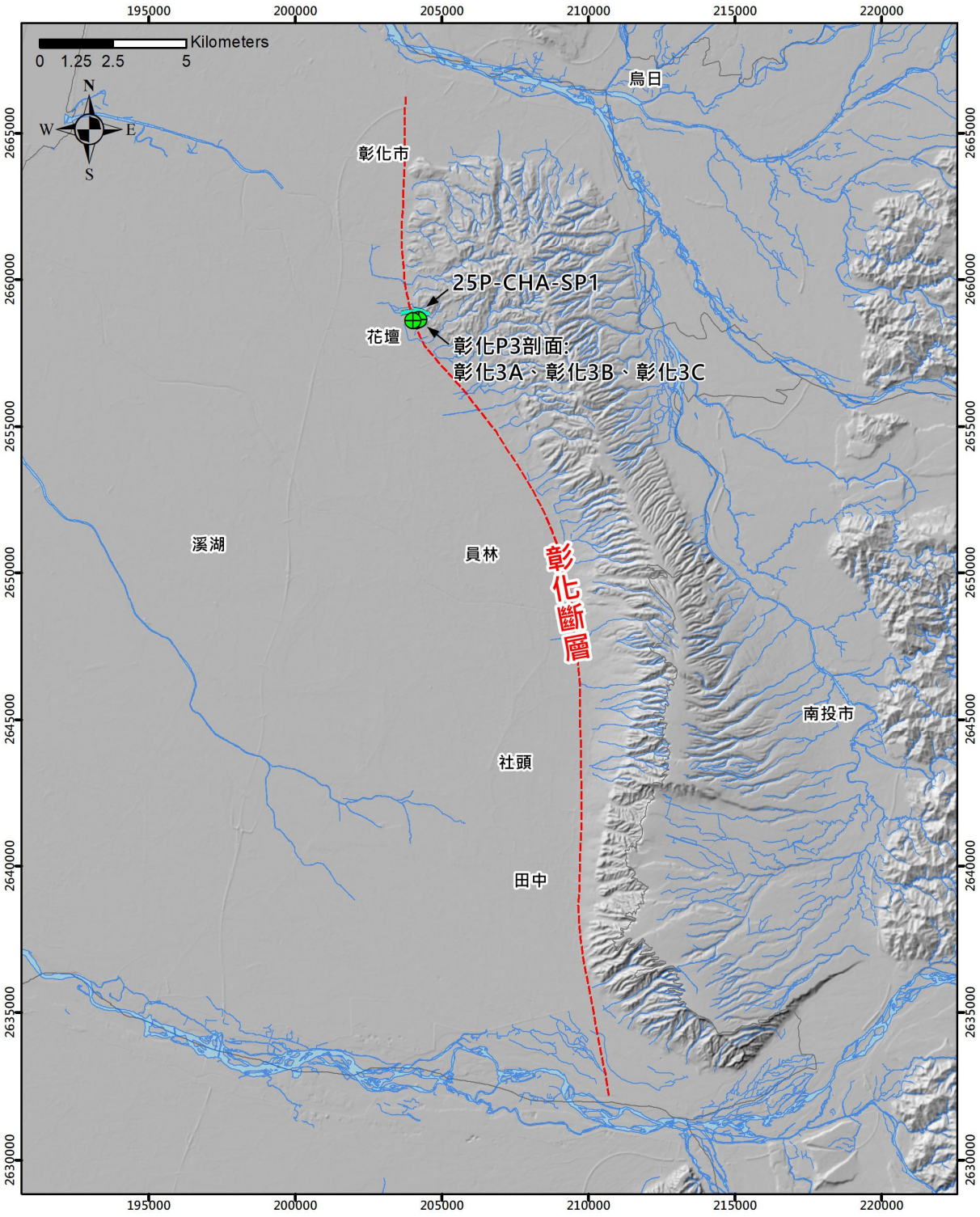


圖 1-3　本計畫年度標的斷層、鑽井、地球物理測線分布-彰化斷層

Fig 1-3　Investigated Faults, Boreholes, geophysical profile - Changhua Fault

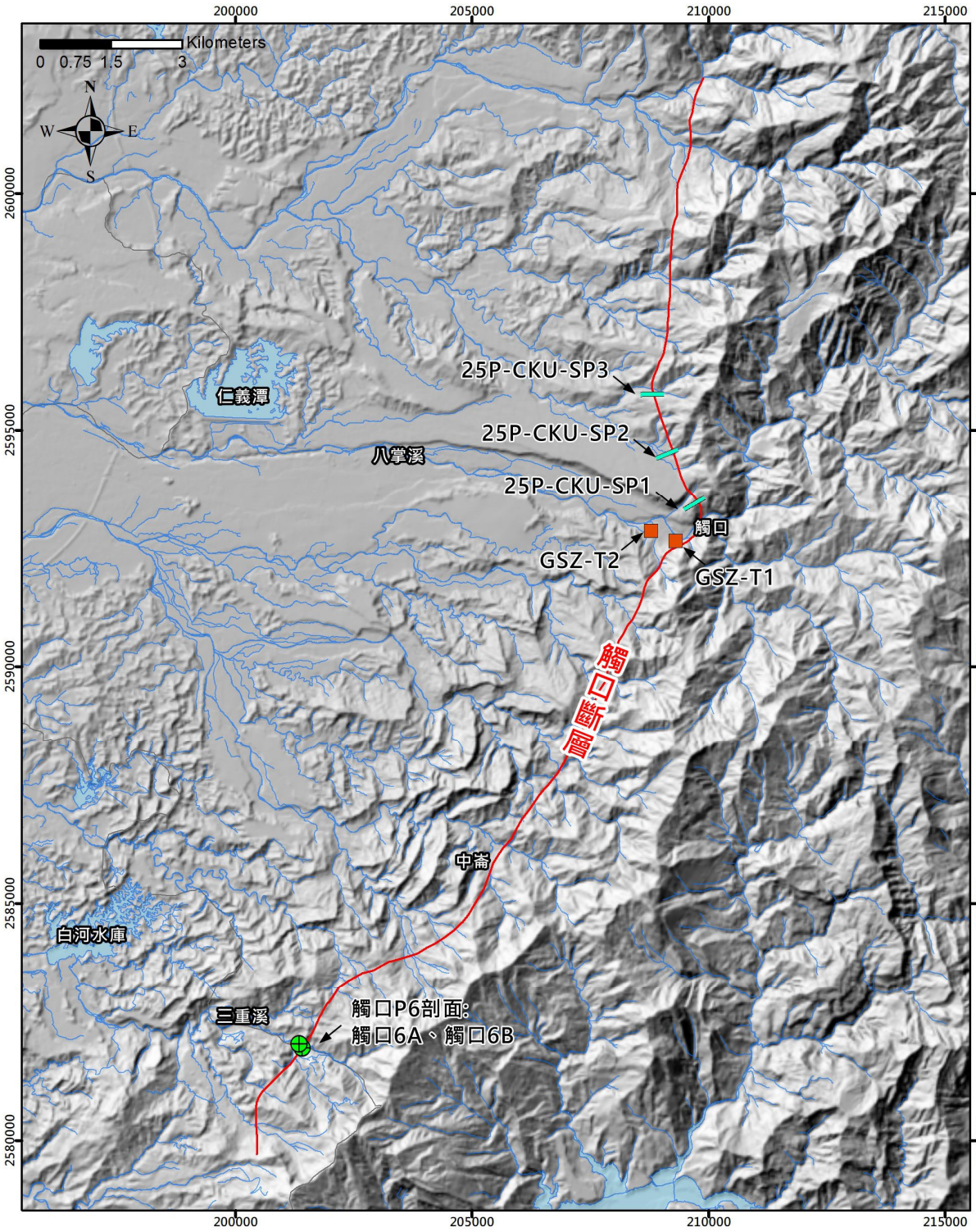


圖 1-4　本計畫年度標的斷層及鑽井、地球物理測線分布-觸口斷層

Fig 1-4　Investigated Faults, Boreholes, geophysical profile - Chukou Fault

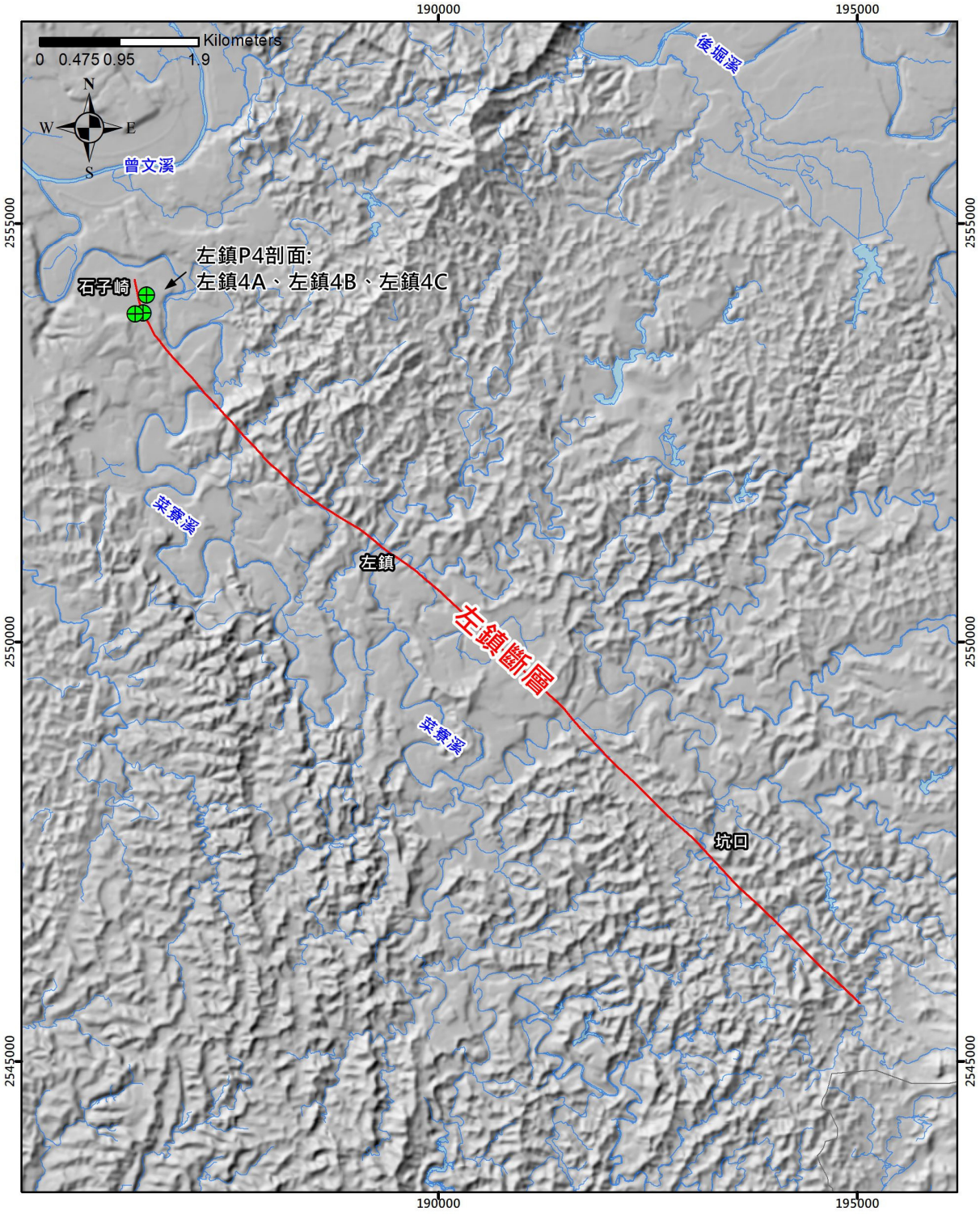


圖 1-5　本計畫年度標的斷層及鑽井分布-左鎮斷層

Fig 1-5　Investigated Faults and boreholes - Tsochen Fault

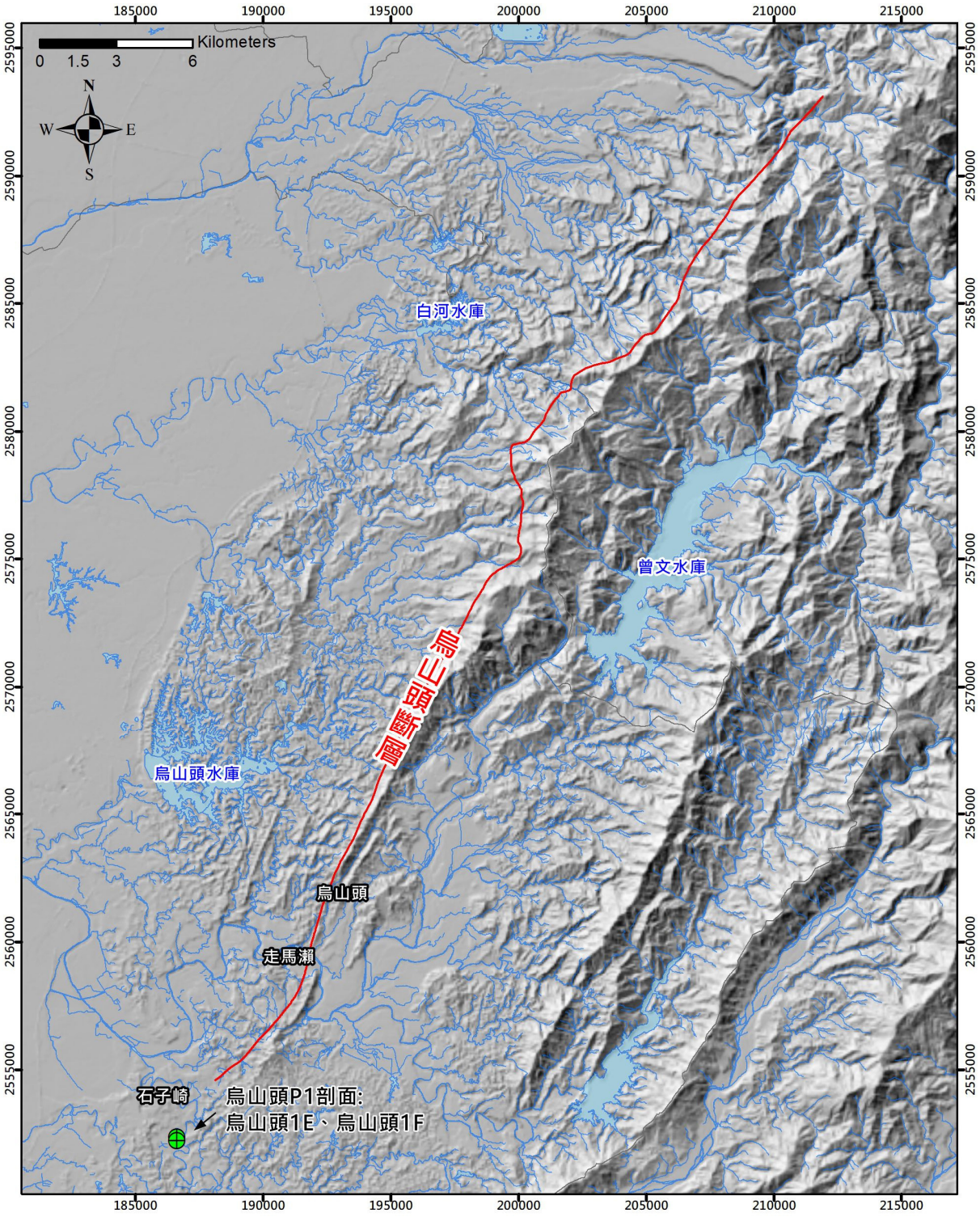


圖 1-6　本計畫年度標的斷層及鑽井分布-烏山頭斷層

Fig 1-6　Investigated Faults and boreholes - Wushantou Fault

二、計畫內容

(一)工作項目

本計畫藉由全取樣地質鑽探調查、地球物理探查、C-14 採樣定年等資料，並同時彙整該區域可靠之工程鑽井或是露頭調查成果，依契約數量繪製各斷層之地質剖面，並編寫地下地質構造探查報告(表 2-1、表 2-2)。

表 2-1　本計年度畫標的斷層主要工作項目及說明

Table 2-1　Major Work Items and Descriptions of Faults for This Project

項次	本年度標的斷層	主要工作項目與內容	
		內業工作內容	外業工作內容
一	大甲斷層	1.資料蒐集(既有地質資料、過去調查文獻彙整與分析) 2.岩心處理與紀錄(含岩性紀錄、岩層柱狀圖、岩心影像、微構造影像) 3.鑽探剖面繪製與分析 4.成果報告書(地下地質探查報告)編撰 5.鑽探成果輸入「工程地質探勘資料庫」、「露頭記錄及岩心記錄地質調查作業行動資訊系統」	1.現地調查與鑽探位置評估 2.全取樣地質鑽探 3.地球物理探勘(本計畫採用震測及地電阻，分別針對彰化斷層、觸口斷層進行探查) 4.岩心箱放置塑膠棧板購置 5.C-14 定年(送至國外，定年標本由地表地質調查、岩心取樣取得) 6.岩心運輸
二	彰化斷層		
三	觸口斷層		
四	左鎮斷層		
五	烏山頭斷層		

表 2-2　本計畫年度成果繳交項目

Table 2-2　Deliverables for This Project

編號	項目	單位	數量
1	鑽探取樣	公尺	1,100
2	岩心處理與記錄	公尺	1,100
3	岩心運送	式	1
4	C-14 定年(國外)	組	15
5	鑽探剖面繪製與分析	組	6
6	地球物理探勘(地電阻或震測)	公尺	2,500
7	探坑挖掘採樣	組	2
8	活動斷層地下地質探查報告	式	1
9	成果報告書	份	10
10	光碟片(含報告書、繪製剖面、地球物理探勘原始資料及圖資)	份	10
11	光碟片(岩心照片電子檔)	份	1
12	圖資繳交	式	1

*岩心紀錄包含經濟部地質調查及礦業管理中心「露頭記錄及岩心記錄調查作業行動資訊系統」及「工程地質探勘資料庫」系統

(二)工作方法與步驟

本計畫將透過文獻資料蒐集、地表調查、鑽探、地球物理探勘、定年等方法，調查活動斷層位置與蒐集野外斷層活動性資料，並整合地形、地質與野外資料撰寫調查報告。說明如下：

1.文獻資料蒐集及地表地質調查

(1)文獻資料蒐集

本計畫蒐集地礦中心出版之五萬分之一地質圖、兩萬五千分之一條帶地質圖、中油十萬分之一地質圖及日治時代油田地質圖等相關地質圖及說明書，了解各活動斷層各參數及地質背景，為求取精確之活動斷層所在及可能受影響之構造地形所在位置，蒐集過往相關參考文獻，包括像片基本圖、高精度數值地形陰影圖(地礦中心協助提供)、衛星影像、航空照片與臺灣堡圖古地圖等，並從這些相對應之

地形圖及影像圖進行比較。

(2)地表地質調查

由數值地形模型(DEM 或 DSM)進行構造地形等活動構造判釋。構造地形特徵往往是由內營力和外營力共同作用而形成，斷層與構造亦會造成地面斷裂、錯移或撓曲等現象，常留下異於常態的地形特徵。搭配蒐集文獻資料，於活動斷層沿線附近詳加調查，以徒步方式針對地形判釋分析成果得之線形構造為調查重點，其次為線形構造兩側。搭配使用手持式 GPS 配合衛星定位資料，確認露頭位置，以了解活動斷層沿線地層分布與其位態之變化。

地表地質調查重點主要為計畫區域及周邊之地質狀況，調查項目包括各地層之分布及區分、岩性組成、地層位態變化、地表變形特徵、構造線形延伸性、斷層構造證跡等。藉由地表地質調查成果顯示，提出本計畫活動斷層地質鑽探及地球物理探測建議位置。

2.地質鑽探

(1)鑽探作業規劃

鑽探位置與每一剖面實際安排鑽井孔數、深度需經執行本計畫專業地質技師建議，並經貴中心同意或現場指定，必要時貴中心得視鑽探位置地質條件與施工狀況增減鑽探深度及數量，地質井鑽探每孔最少為 50 公尺，最深 200 公尺長。本次地質鑽探調查，皆採垂直探查孔，並採全程取樣隨即由專業地質技師進行判釋。

(2)鑽探進尺

鑽探進尺全程以鋼纜（wire-line）HQ 岩心全程取樣，使用專用帶鋼絲繩的打撈器，通過孔內鑽桿中心孔將裝有岩心的孔底內管提至地面，獲得岩心，從而減少下鑽次數和昇降鑽具的輔助時間，提高了鑽進效率，並能維持取樣之品質，所取出之岩心試體亦能作為日後斷層剪切面位置之佐證資料。

(3)鑽探取樣

本計畫地質鑽探應全程取樣，岩心取樣方法則按照 ASTM D2113-83 之規定辦理，每次所取樣品長度以不超過 2 公尺為原則。每次取出岩心後，記錄岩心取樣率。為避免混淆試體，將於岩樣外標示明晰

之標籤，註明孔號、岩心箱箱號、樣號、深度及取樣日期。此外，鑽探取樣時將控制鑽機之鑽桿擺動、轉速及水量，以避免岩心因鑽頭過度晃動而破裂或因受磨損沖刷而無法取得。

地質鑽探取樣之岩心應按深度依序存放於岩心箱內，岩心下方均需墊以半圓型塑膠片，岩心缺失部分需以保麗龍填缺空位並書寫缺失深度，岩心箱應標示相關鑽探資訊，並於完工運送、儲藏時堆疊放置塑膠棧板上。

(4)岩心紀錄與分析

本計畫岩心取樣後，由專業地質技師進行判釋，詳細記錄本案地質井岩心，建立地層柱狀圖，以「露頭記錄及岩心記錄調查作業行動資訊系統」建置，並輸入至「工程地質探勘資料庫」系統。

3.地球物理探勘(地電阻)

地電阻影像剖面探測法，其原理主要將直流電藉由插於地表或探測孔內之一對電極(電流極)通入地下，電流流經地層造成人工電場，由地表上之另一對電極(電位極)量測此電場之電位差，此電位差因地層之導電性及探測點間異常物質之不同而有異常不均之分布。由通入地下之電流強度、量測得之電位差及電流極間之相對位置，依歐姆定律求出地層之視電阻值及電性地層之構造，進而推估調查區域間異常帶之分布狀況，異常帶之分布即可能斷層位置，可作為斷層延伸研判之依據。

4.地球物理探勘(震測)

反射震測法利用人工震源產生震波，經地下地層界面反射，返回地表，被受波器紀錄下來，分析震波紀錄，可以測繪地下構造，包括地層厚度、位態、斷層或褶皺等。

反射震測原理最主要的是「同中點疊加」(Common Depth Point, CDP)。震測儀器為多波道系統，一次震源引發可收到許多條震波紀錄。因為震波紀錄中的反射信號不強，容易受到雜訊干擾，為了加強反射信號，需沿著測線連續施炸，得到多次紀錄，再收集其中之「中點」周圍的多條震波紀錄，處理後疊加起來，強化此點下方的反射信號。沿著測線點，將疊加後的反射震波紀錄排起來，就是地下構造的影像。

4.C-14 定年分析

C-14 定年法（carbon-14 dating），是利用自然存在的 C-14 同位素的放射性定年法，用以確定原先存活的動物和植物的年齡的一種方法，可測定早至五萬年前含碳有機物質的年代，若樣本年代超過此一限制則不適用於 C-14 定年法。對於考古學與晚第四紀地質研究來講，這是一個準確的定年法技術。

而放射性碳實驗報告所得出之年代(常規放射性碳年齡)並無法直接反映樣本的生成年代，由於現實環境中宇宙射線的通量並不是一個恆定的值，因此每一個時期內大氣中的 C-14 含量並不固定，因此要讓測定年代能準確的對應到樣本的可能生成年代，必須對測定年代使用校準曲線進行校準，以推測其可能形成之時間。C-14 校準曲線是由已知年代之樣本與測定年代相對應而建立的。對於陸地樣本而言，目前所通用的校準年代係透過現生與化石樹木之樹輪測定而校準的，此經過樹輪校正後之年代才是可供後續分析使用的年代。

本計畫 C-14 定年規劃送往美國 Beta 實驗室進行分析，樣品的全部化學處理和測試均在邁阿密實驗室完成，測試流程按照 ISO/IEC 17025:2017 標準執行。本計畫為釐清岩層與斷層活動之年代，因此針對地質鑽探岩心進行有機物樣本採樣，以供 C-14 定年分析之用，除採及集漂木及貝殼等大型樣品外，需在地層中仔細尋找焦炭(charcoal)或有機質(oganic material)碎片等小型樣品，本計畫採樣 15 組。

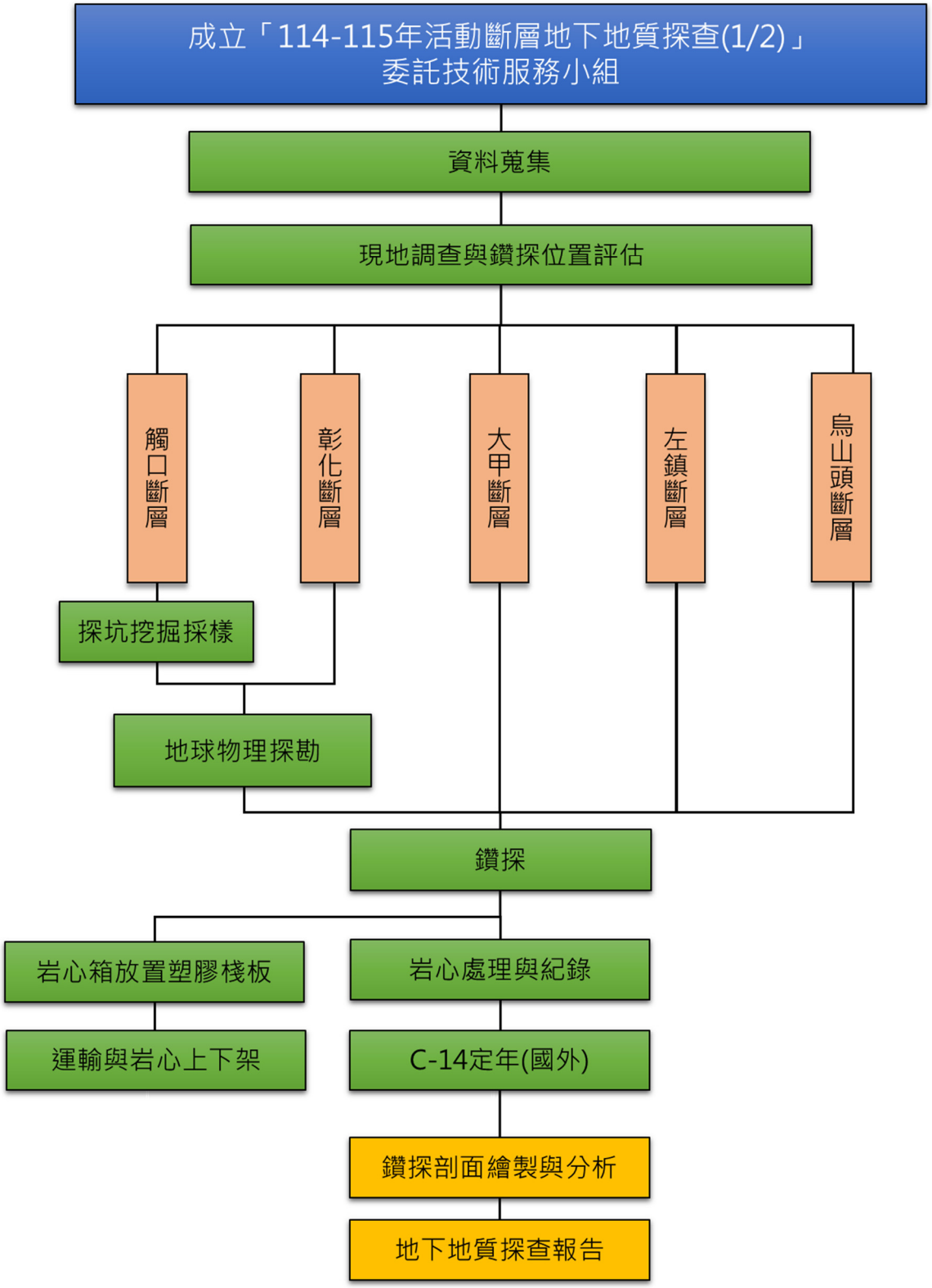


圖 2-1　本計畫年度工作流程示意圖

Fig 2-1　The investigation of active fault work flow of this project

(三)工作完成數量

1.全取樣鑽探

本計畫全取樣岩心深度計 1,100 公尺。各鑽孔位置及詳細資料請參考表 2-3。

表 2-3　本計畫年度鑽探深度及編號表

Table 2-3　The boreholes detail of this project

編號	孔名	標的斷層	X [m] (TWD97)	Y [m] (TWD97)	X [m] (TWD67)	Y [m] (TWD67)	Elevation (公尺)	實際井深 (公尺)
1	大甲 4A	大甲斷層	204363.5	2670865.3	203533.6	2671071.0	24.4	75
2	大甲 4B	大甲斷層	204074.7	2670745.8	203244.8	2670951.5	12.5	75
3	大甲 5A	大甲斷層	204431.9	2669821.5	203602.0	2670027.2	14.3	100
4	大甲 5B	大甲斷層	204361.3	2670032.6	203531.4	2670238.3	10.7	50
5	彰化 3A	彰化斷層	204237.8	2658610.3	203407.9	2658816.0	25.3	100
6	彰化 3B	彰化斷層	204151.6	2658574.3	203321.7	2658780.0	23.1	200
7	彰化 3C	彰化斷層	204027.4	2658574.1	203197.5	2658779.8	16.4	100
8	觸口 6A	觸口斷層	201396.5	2581906.2	200566.6	2582111.6	418.1	100
9	觸口 6B	觸口斷層	201366.0	2581982.0	200536.1	2582187.4	404.5	50
10	左鎮 4A	左鎮斷層	186546.8	2554145.1	185716.5	2554350.4	28.5	50
11	左鎮 4B	左鎮斷層	186483.4	2553921.8	185653.1	2554127.1	33.3	50
12	左鎮 4C	左鎮斷層	186385.4	2553904.9	185555.1	2554110.2	34.5	50
13	烏山頭 1E	烏山頭斷層	186636.6	2552360.5	185806.4	2552565.8	17.5	50
14	烏山頭 1F	烏山頭斷層	186612.3	2552225.6	185782.1	2552430.9	25.4	50
	總深度						1,100	

坐標系統：TWD97 二度分帶

2.C-14 定年

本計畫自取樣之岩心及地礦中心提供樣本，合計 15 組定年成果，以下詳列已測得之樣本成果(表 2-4)。

表 2-4　本計畫 C-14 定年標本編號及定年成果

Table 2-4　The C-14 dating results of the project

編號	標本編號	標本種類	採集位置	測定年代 (BP)	樹輪校正年代	備註
1	TCA-5A-30.35	Organic sediment	大甲 5A 井 30.35 公尺	25160 +/- 110 BP	27877 - 27211 cal BC (29827 - 29161 cal BP)	AMS
2	TCA-5B-48.3	Organic sediment	大甲 5B 井 48.3 公尺	17450 +/- 50 BP	19346 - 18935 cal BC (21296 - 20885 cal BP)	AMS
3	CHA-3A-49.9	Organic sediment	彰化 3A 井 49.9 公尺	> 43500 BP	-	AMS
4	CHA-3A-50.45	Organic sediment	彰化 3A 井 50.45 公尺	38140 +/- 440 BP	40734 - 39998 cal BC (42684 - 41948 cal BP)	AMS
5	CHA-3A-97.45	Organic sediment	彰化 3A 井 97.45 公尺	38670 +/- 470 BP	40964 - 40203 cal BC (42914 - 42153 cal BP)	AMS
6	CHA-3A-98.2	Organic sediment	彰化 3A 井 98.2 公尺	28010 +/- 150 BP	30348 - 29605 cal BC (32298 - 31555 cal BP)	AMS
7	CHA-3C-43.0	Organic sediment	彰化 3C 井 43.0 公尺	32060 +/- 220 BP	34982 - 34058 cal BC (36932 - 36008 cal BP)	AMS
8	CKU-T1-C02	Organic sediment	觸口 T1 探坑	3460 +/- 30 BP	1882 - 1729 cal BC (3832 - 3679 cal BP)	AMS
9	CKU-T2-C02	Charred material	觸口 T2 探坑	260 +/- 30 BP	1620 - 1672 cal AD (330 - 278 cal BP)	AMS
10	TCN-4B-5.85	Organic sediment	左鎮 4B 井 5.85 公尺	34640 +/- 290 BP	38524 - 37313 cal BC (40474 - 39263 cal BP)	AMS
11	CKU-S01	Organic sediment	過溪仔	5530 +/- 30 BP	4409 - 4335 cal BC (6359 - 6285 cal BP)	AMS
12	CKU-GSZ-01	Organic sediment	過溪仔	16680 +/- 50 BP	18386 - 18018 cal BC (20336 - 19968 cal BP)	AMS
13	BH-3-1-4.8	Organic sediment	桃園地區岩心	26120 +/- 130 BP	28825 - 28130 cal BC (30775 - 30080 cal BP	AMS
14	BH-3-2-8.45	Organic sediment	桃園地區岩心	32060 +/- 240 BP	35021 - 34003 cal BC (36971 - 35953 cal BP)	AMS
15	BH-3-3-10.62	Organic sediment	桃園地區岩心	17740 +/- 60 BP	19882 - 19344 cal BC (21832 - 21294 cal BP)	AMS

3.地球物理探勘

本計畫今年度地球物理探勘標的斷層為彰化斷層、觸口斷層。

彰化斷層探查採用淺層反射震測，規劃 1 條測線 25P-CHA-SP1，測線剖面長度 1,000 公尺。詳細資料請參考表 2-5。

觸口斷層探查則採用地電阻探測，規劃 3 條測線，分別為 25P-CKU-SP1(長度 500 公尺)、25P-CKU-SP2(長度 500 公尺)、25P-CKU-SP3(長度 500 公尺)，地電阻測線合計總長 1,500 公尺。測線選址避開道路、

房舍、地下管路等可能干擾因素，詳細資料請參考表 2-6~表 2-8。

表 2-5　本計畫年度測線 25P-CHA-SP1 施測幾何參數

Table 2-5　The seismic profile line 25P-CHA-SP1 details

震源	IVI EnviroVibe	遠站支距	820 m～908 m
震源掃描頻率	30 Hz～200 Hz	炸點間距	8 m
震源掃描時間	8 sec	最大重合數	48
震測儀	Geometrics Geode	取樣率	1 ms
波道數	192	紀錄長度	3 sec
接收器間距	4 m	炸點數	96
近站支距	56 m～144 m	低切濾波	35 Hz
測線起點 (TWD97)	(203609.5, 2658849.6)		
測線終點 (TWD97)	(204574.3, 2658838.7)		

表 2-6　本計畫年度測線 25P-CKU-SP1 施測幾何參數

Table 2-6　The resistivity profile line 25P-CKU-SP1 details

測區	嘉義縣番路鄉	儀器	SYSCAL PRO 地電阻探測儀
測線名稱	25P-CKU-SP1	陣列形式	Pole-Dipole array 為主， Dipole-Dipole array 輔助
測線方向	N60°E	測線長度	500 公尺
測線起點 (TWD97)	(209445.2, 2593345.2)		
測線終點 (TWD97)	(209906.3, 2593550.2)		

表 2-7　本計畫年度測線 25P-CKU-SP2 施測幾何參數

Table 2-7　The resistivity profile line 25P-CKU-SP2 details

測區	嘉義縣番路鄉	儀器	SYSCAL PRO 地電阻探測儀
測線名稱	25P-CKU-SP2	陣列形式	Pole-Dipole array 為主， Dipole-Dipole array 輔助
測線方向	N70°E	測線長度	500 公尺
測線起點 (TWD97)	(208843.9, 2594372.6)		
測線終點 (TWD97)	(209333.1, 2594599.6)		

表 2-8　本計畫年度測線 25P-CKU-SP3 施測幾何參數

Table 2-8　The resistivity profile line 25P-CKU-SP3 details

測區	嘉義縣番路鄉	儀器	SYSCAL PRO 地電阻探測儀
測線名稱	25P-CKU-SP3	陣列形式	Pole-Dipole array 為主， Dipole-Dipole array 輔助
測線方向	N85°E	測線長度	500 公尺
測線起點 (TWD97)	(208563.8, 2595748.3)		
測線終點 (TWD97)	(209066.9, 2595764.7)		

三、大甲斷層調查成果

(一)基本資料及過去研究

1.斷層位置與長度

大甲斷層，為逆移斷層，呈北北東走向，由苗栗縣通霄附近經台中市大甲、甲南、清水、沙鹿、大肚至烏溪北岸，斷層全長約 30 公里。斷層南段由甲南至大肚的部分，以往稱為清水斷層(張徽正等，1998；林啟文等，2000)。

關於大甲斷層、彰化斷層之相連可能性，前人文獻認為地形上兩斷層之間相隔著烏溪，但以烏溪為界，地層上南北兩側無差異，也無分界斷層界於兩者之間，因此大甲斷層可能繼續往南延伸，沿著八卦台地西緣與彰化斷層相連(楊貴三，1986；Shyu et al., 2005)，但至目前尚無其餘確實的地質證據。

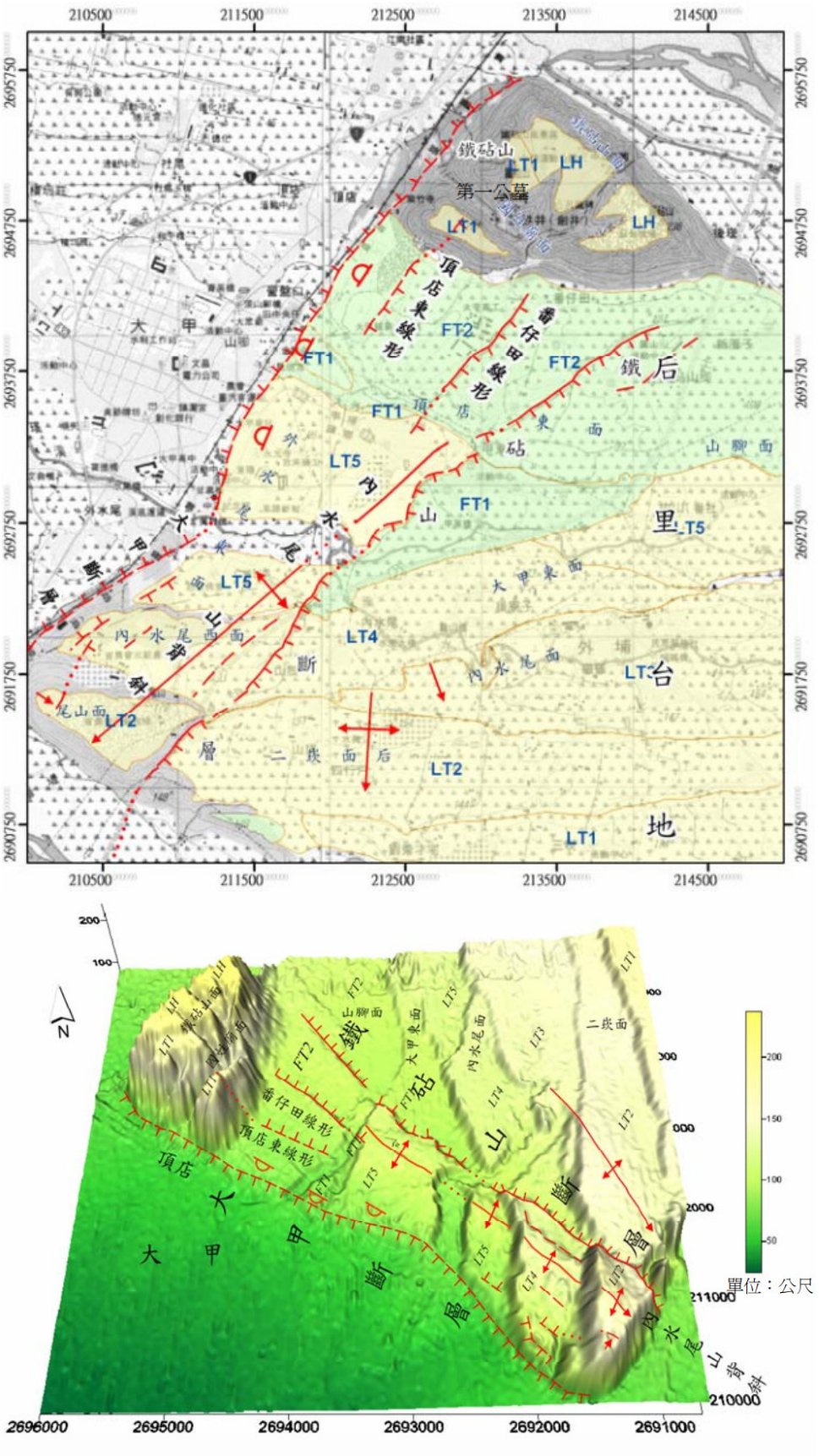
2.地形與地表地質特性

(1)地形特性

大甲斷層沿線主要地形包括后里台地、大肚台地與清水沖積平原。后里台地為大安溪與大甲溪之間的長方形台地，台地面上為紅土礫石，台地西北隅的鐵砧山形貌近似三角形的孤山，為小形切割台地。大肚台地由大甲溪向南延伸至大肚溪，台地呈現一不對稱的褶皺形貌，西翼陡而東翼緩。清水沖積平原，平原東側緩坡與大肚台地相接。

在斷層關聯的地形崖分布，本計畫主要參考沈淑敏(2005)之地形判釋成果(參見圖 3-1、圖 3-2)，在后里台地西緣與海岸平原交會處具明顯的地形崖，其斷層位置切過不同時期的階地面。在大肚臺地西緣與清水平原之間，大甲斷層在甲南至沙鹿地區斷層崖地形尚明顯(局部仍受人為開發挖填影響)，在沙鹿至大肚一帶地形呈緩隆起狀，地形崖線形不甚明顯，可能已受人為開發或河流侵蝕抹除特徵。

在大肚以南至烏溪之間線形被抹除現象更加明顯，部分地形崖亦有往東側消退之可能，受河流侵蝕抹除可能性偏高。在大肚溪北岸渡船頭以北有長約 2 公里之線形崖，但線形崖高度多在 3 公尺以內，經鑽井與震測調查後，目前尚無法證實是大甲斷層的延伸。



資料來源：沈淑敏等(2005)

圖 3-1　大甲斷層在后里台地西側地形崖線形分布

Fig3-1　Distribution of Tachia Fault Scarp and Topography at the Houli Terrace

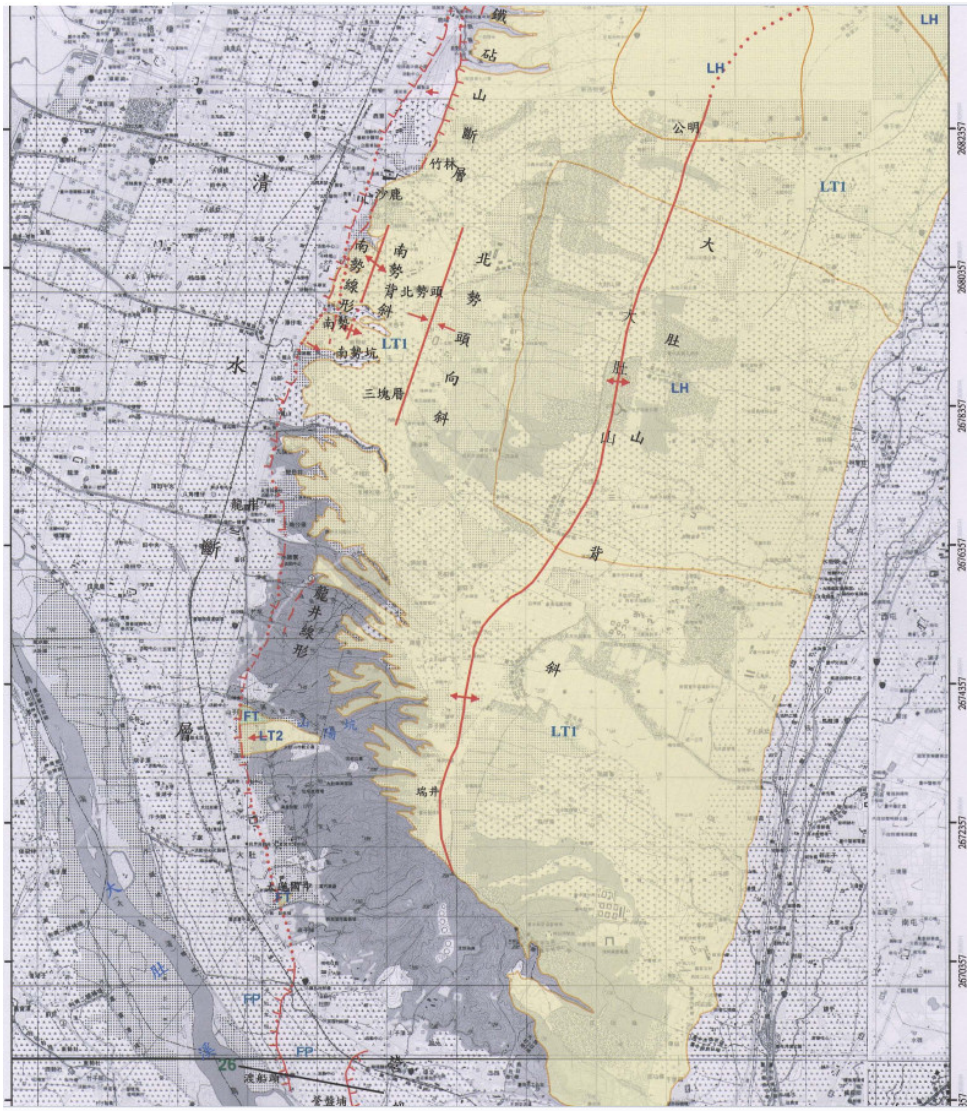


圖 3-2　大甲斷層在沙鹿以南至烏溪北岸地形崖線形分布

資料來源：沈淑敏等(2005)

Fig3-2 Distribution of the Tachia Fault as a topographic scarp line extends from south of Shalu to the north of the Wuxi River

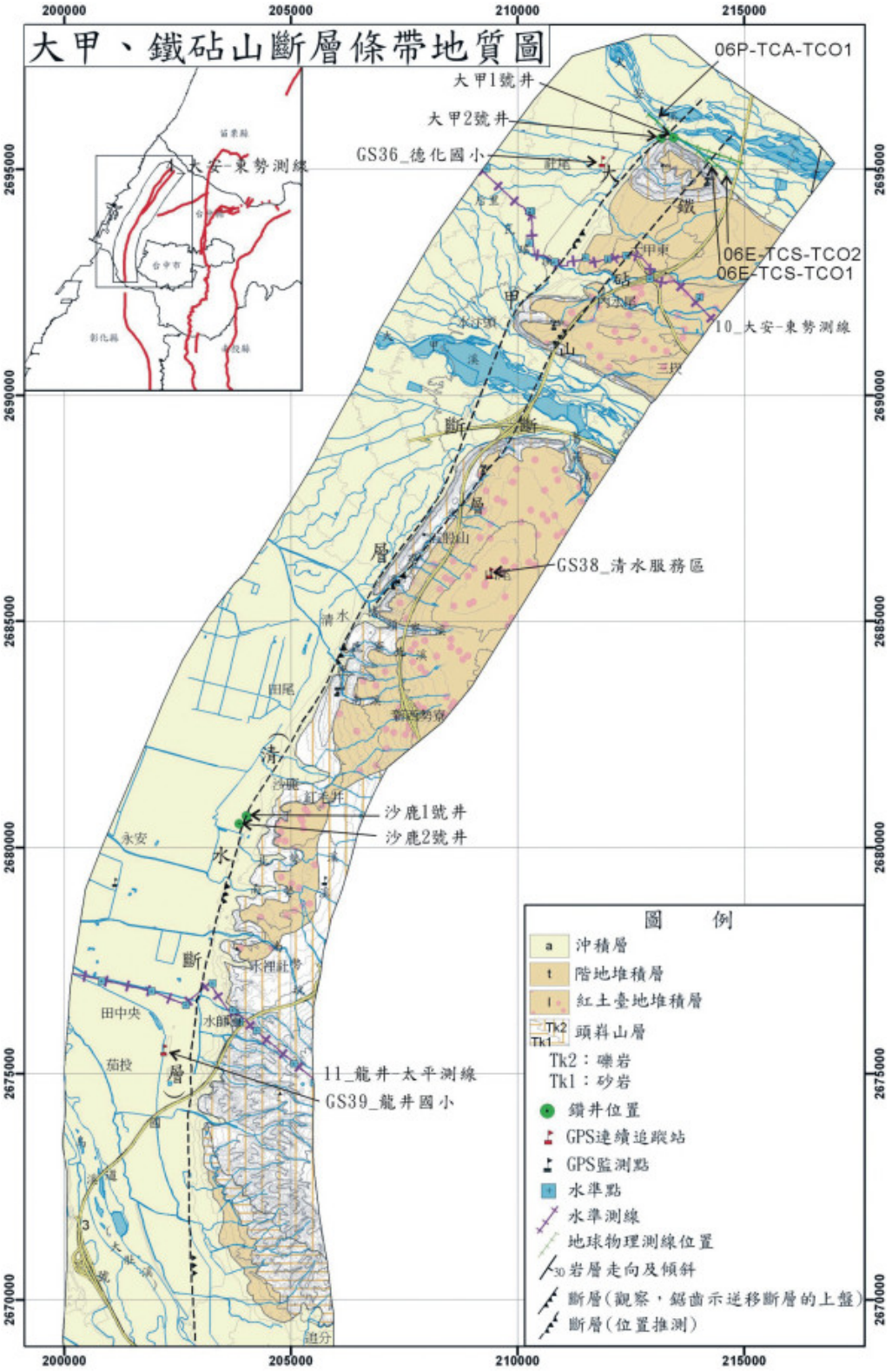
(2)地表地質特性

參考林啟文等(2008)大甲斷層條帶地質圖(圖 3-3)，大甲斷層周遭出露的地層包括頭嵙山層、紅土臺地堆積層、階地堆積層與沖積層。

頭嵙山層下部的香山相砂岩，以厚層砂岩及砂頁岩為主，分布於鐵砧山斷層以東的大甲溪南岸；頭嵙山層上部火炎山相礫岩，以礫岩為主，偶夾砂岩透鏡體，分布於鐵砧山、后里台地西緣、大肚台地西緣及北緣。

紅土臺地堆積層，主要為礫石、砂及泥所組成，礫石礫徑數公厘至數十公分不等，堆積層頂部近地表處有紅土化現象，分布於后里台

地與大肚台地。階地堆積層，主要由未膠結的礫石組成，分布於后里台地西北側。現代沖積層以礫石及砂為主。



資料來源:林啟文等(2008)

圖 3-3　大甲斷層條帶地質圖

Fig3-3　Geological Map of Tachia Fault Zone

3.地下地質構造特性

在臺灣西部麓山帶的地質構造架構下，台灣中部在麓山帶形成一典型覆瓦狀排列的褶皺-逆衝斷層系統，大甲斷層屬於此一系列逆斷層構造最西緣(前緣)的逆衝斷層系統。

大甲斷層為頭嵙山層向西逆衝至沖積層之上的逆斷層，野外尚未發現大甲斷層的露頭，因此斷層沿線多以鑽井或地球物理探勘資料與鄰近露頭剖面為主。本計畫蒐集過去大甲斷層相關鑽探及地球物理探查成果，整理於表 3-1、表 3-2，過去調查測線及鑽探位置參見圖 3-4 至圖 3-7，並依序由北至南介紹各地球物理測線及地質探查成果。

表 3-1　大甲斷層過去相關地球物理探測成果表

Table3-1　Geophysical survey results of Tachia Fault

測線編號	作者/調查單位	調查年份	地球物理類型
Chianan	蕭瑞文	2002	震測
ChinShui1	蕭瑞文	2002	震測
ChinShui2	蕭瑞文	2002	震測
ChinShui3	蕭瑞文	2002	震測
Longjing1	蕭瑞文	2002	震測
Longjing2	蕭瑞文	2002	震測
Longjing3	蕭瑞文	2002	震測
Longjing4	蕭瑞文	2002	震測
Longjing5	蕭瑞文	2002	震測
Longjing6	蕭瑞文	2002	震測
Longjing7	蕭瑞文	2002	震測
Longjing8	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang1	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang10	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang2	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang3	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang4	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang5	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang6	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang7	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang8	蕭瑞文	2002	震測
Nansukang9	蕭瑞文	2002	震測
Shalu1	蕭瑞文	2002	震測
Shalu2	蕭瑞文	2002	震測
Shalu3	蕭瑞文	2002	震測
Shalu4	蕭瑞文	2002	震測
Shalu5	蕭瑞文	2002	震測
Shalu6	蕭瑞文	2002	震測
Shalu7	蕭瑞文	2002	震測
Shanyang	蕭瑞文	2002	震測

測線編號	作者/調查單位	調查年份	地球物理類型
TaChiaHsi1	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi10	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi11	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi2	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi3	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi4	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi5	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi6	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi7	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi8	蕭瑞文	2002	震測
TaChiaHsi9	蕭瑞文	2002	震測
Taduhsi	蕭瑞文	2002	震測
06E-TCS-TC01	董倫道	2006	地電阻
06E-TCS-TC02	董倫道	2006	地電阻
06P-TCA-TC01	董倫道	2006	震測
07P-CSF-CS-1	石瑞銓	2008	震測
07P-CSF-TD-1	石瑞銓	2008	震測
07P-CSF-TD-2	石瑞銓	2008	震測
07P-TCF-TC-1	石瑞銓	2008	震測
R1-2013	台灣世曦	2013	地電阻
R2-2013	台灣世曦	2013	地電阻

表 3-2　大甲斷層過去相關地質鑽探探查成果表

Table3-2　Geological drilling results of Tachia Fault

鑽井編號	探查深度(公尺)	作者/調查單位	調查年份
大肚	150.5	地調所水文組	2005
忠和	250	地調所水文組	2005
清水	151.3	地調所水文組	2005
三光	151	地調所水文組	2006
華龍	160	地調所水文組	2006
大甲 1 號井	343	地調所構地組	2006
大甲 2 號井	500	地調所構地組	2006
沙鹿 1 號	20	陳文山	2006
沙鹿 2 號	60	陳文山	2006
鐵砧山 1 號	160	石瑞銓	2007
沙鹿 4 號	60	陳文山	2007
沙鹿 5 號	70	陳文山	2007
鐵砧山 2 號	30	陳文山	2007
鐵砧山 3 號	60	陳文山	2007
大甲 3 號	160	石瑞銓	2008
大甲 4 號	65	石瑞銓	2008
大肚 1 號	50	石瑞銓	2008
大甲 1A	88	顏一勤	2015
大甲 1B	69.7	顏一勤	2015
大甲 2A	75	顏一勤	2015

鑽井編號	探查深度(公尺)	作者/調查單位	調查年份
大甲 2B	76	顏一勤	2015
大甲 3A	101	顏一勤	2015
大甲 3B	51	顏一勤	2015
大甲 3C	52	顏一勤	2016
大甲 3D	52	顏一勤	2016

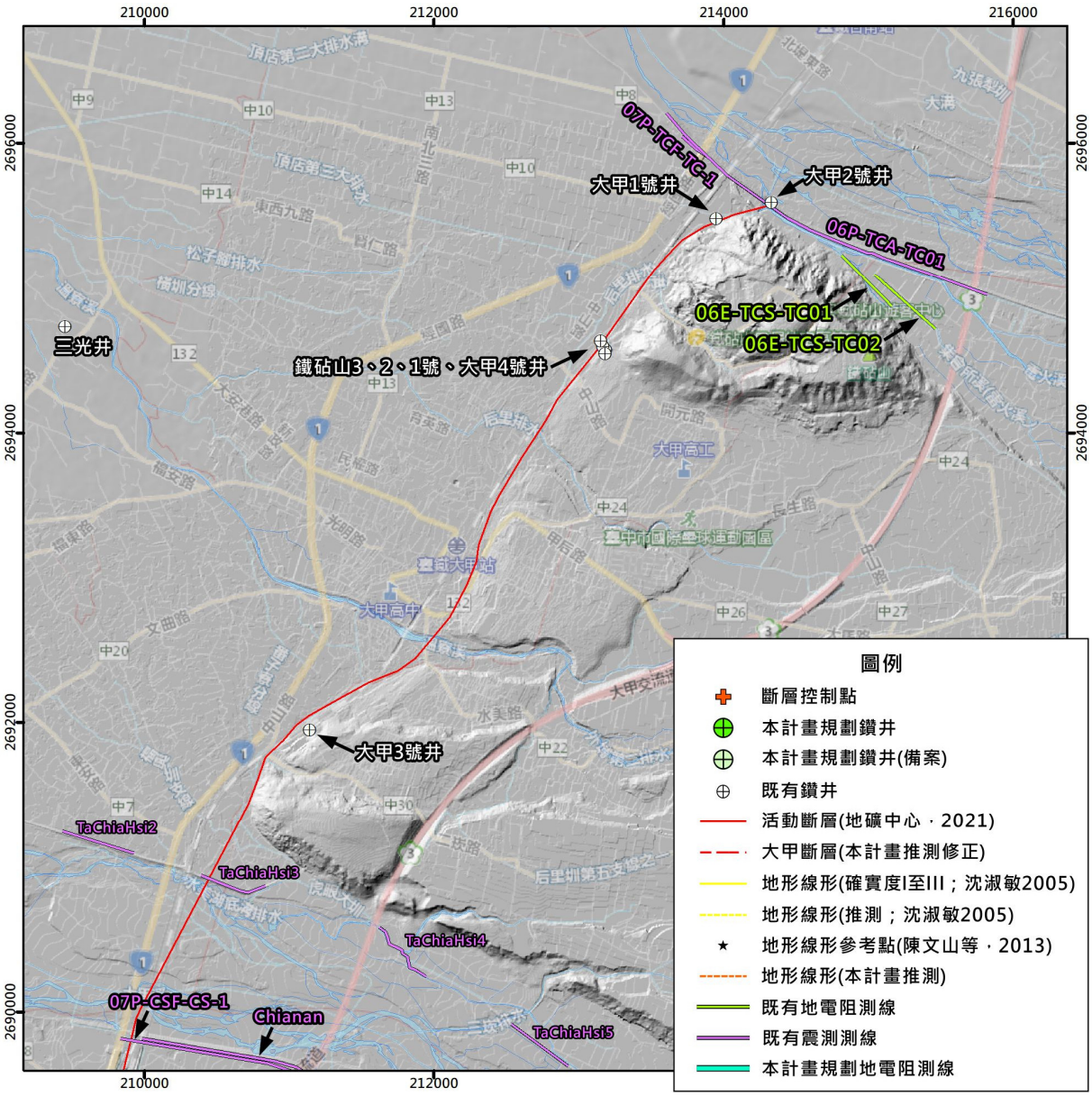


圖 3-4　大甲斷層-大安溪(斷層北端)至大甲溪過去調查結果

Fig3-4　Tachia Fault - Survey results from Daan River to Dajia River

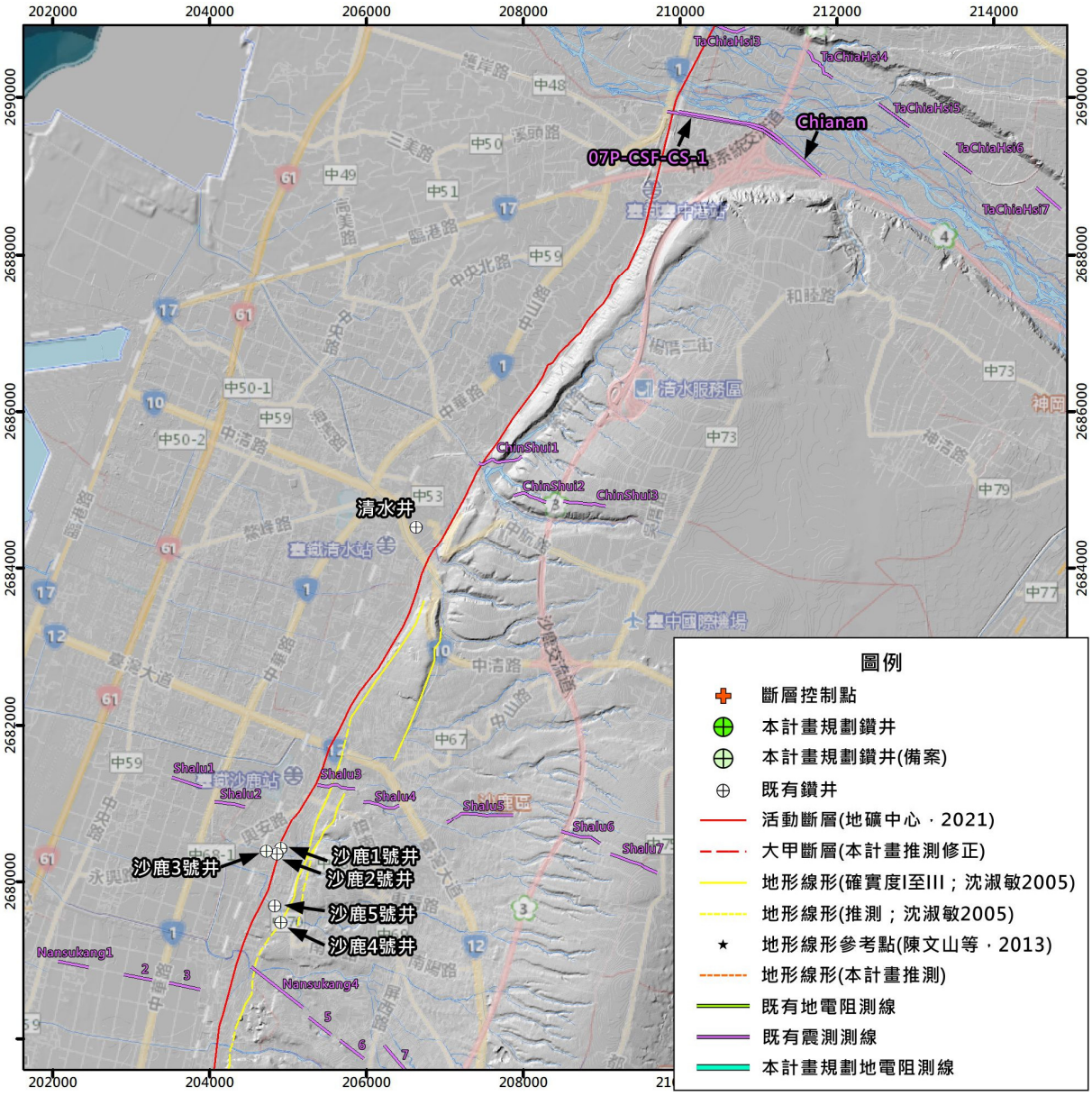


圖 3-5　大甲斷層-大甲溪至沙鹿過去調查結果

Fig3-5　Tachia Fault - Survey results from Dajia River to Shalu

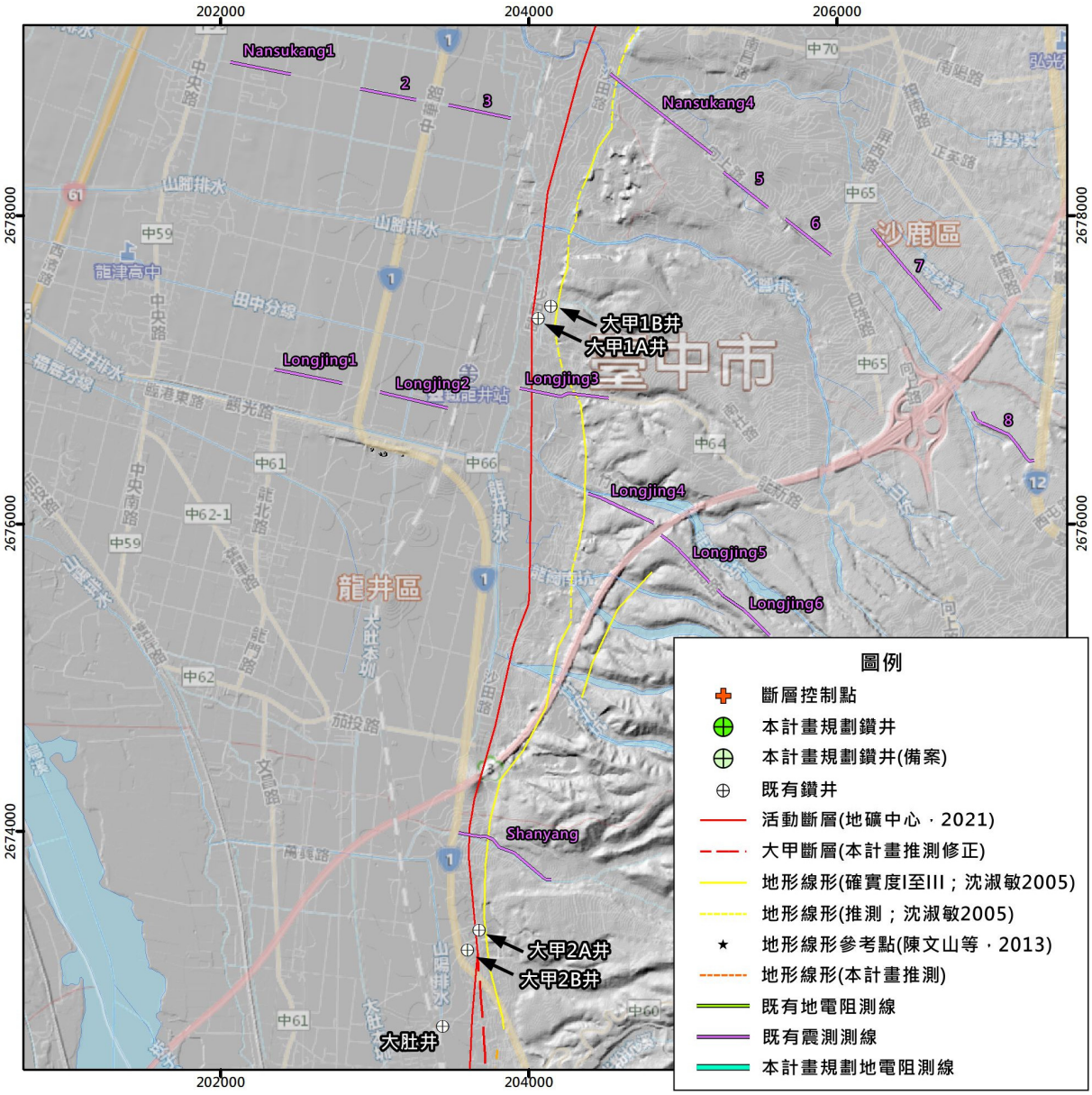


圖 3-6　大甲斷層-沙鹿至大肚過去調查結果

Fig3-6　Tachia Fault - Survey results from Shalu to Dadu

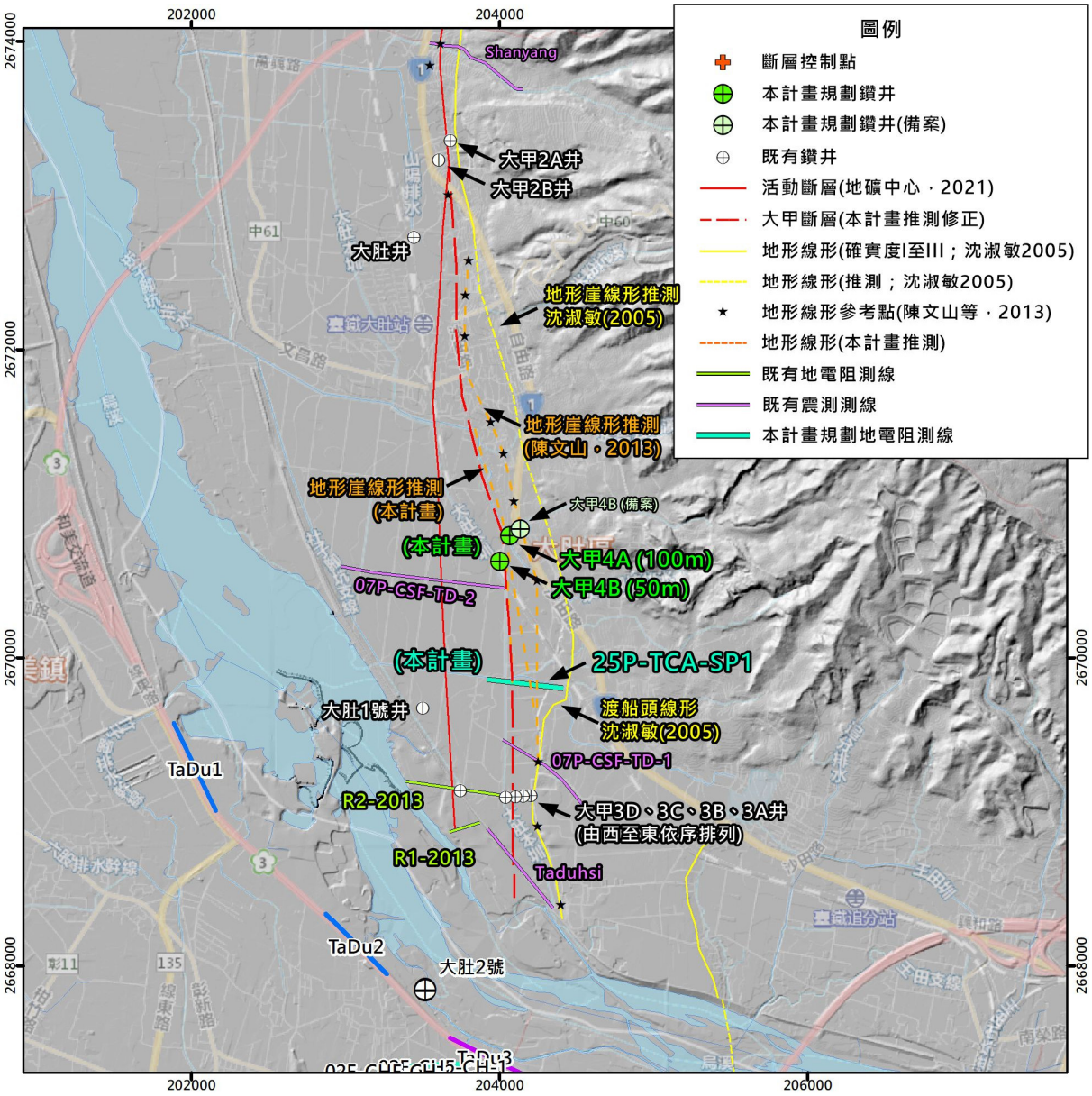
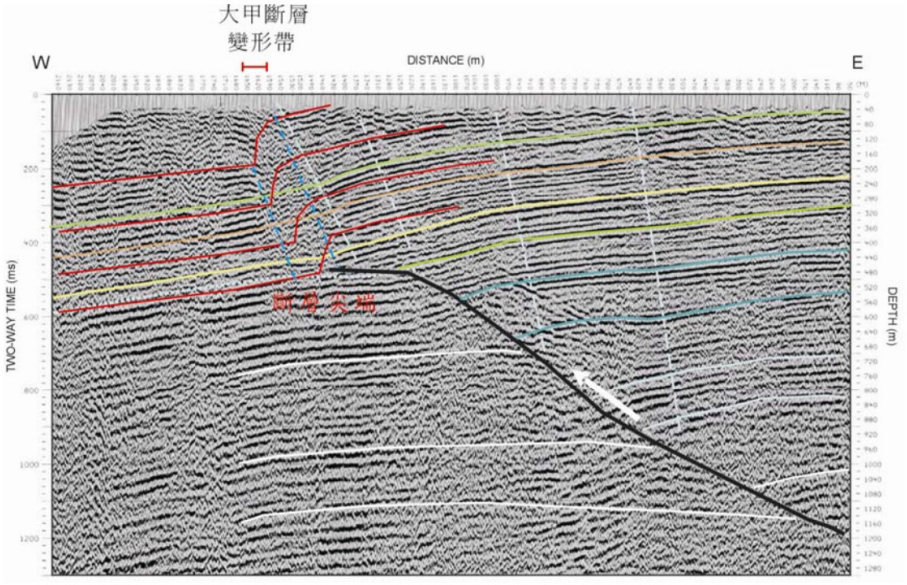


圖 3-7　大甲斷層-大肚至烏溪北岸過去調查結果

Fig3-7　Tachia Fault - Dadu to northern of Wuxi River

(1)地球物理探查

在大甲斷層北端大安溪南岸，石瑞銓等(2011)重新解釋董倫道(2007)之震測剖面 06P-TCA-TC01(圖 3-8)，該測線位於鐵砧山剖面及大甲 1、2 號井旁，研判大甲斷層在震測剖面中形成向東高角度傾斜的變形帶，變形帶地表推測延伸位置與鐵砧山剖面可互相對應。

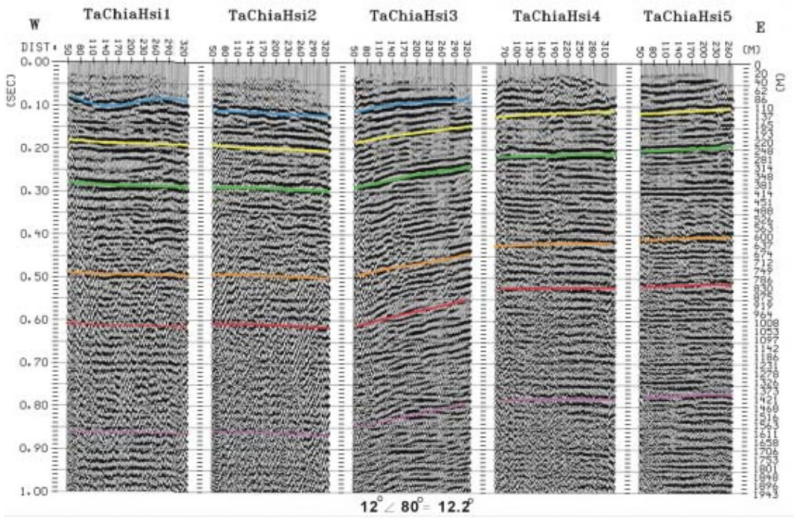


資料來源: 董倫道(2006)、石瑞銓(2007、2011)

圖 3-8　06P-TCA-TC01 震測剖面成果

Fig3-8　06P-TCA-TC01 seismic profile result

於大甲溪北岸，蕭瑞文(2002)完成 11 條廣域震測測線(TaChiaHsi1 至 TaChiaHsi11)，並繪製 TaChiaHsi1(大甲溪)剖面(圖 3-9)，發現 TaChiaHsi3 至 TaChiaHsi5 剖面地層受大甲斷層影響形成抬升，其餘剖面則呈水平分布，其中 TaChiaHsi3 剖面地層傾角約為 12 度。本計畫研判大甲斷層可能通過 TaChiaHsi3 測線西側。



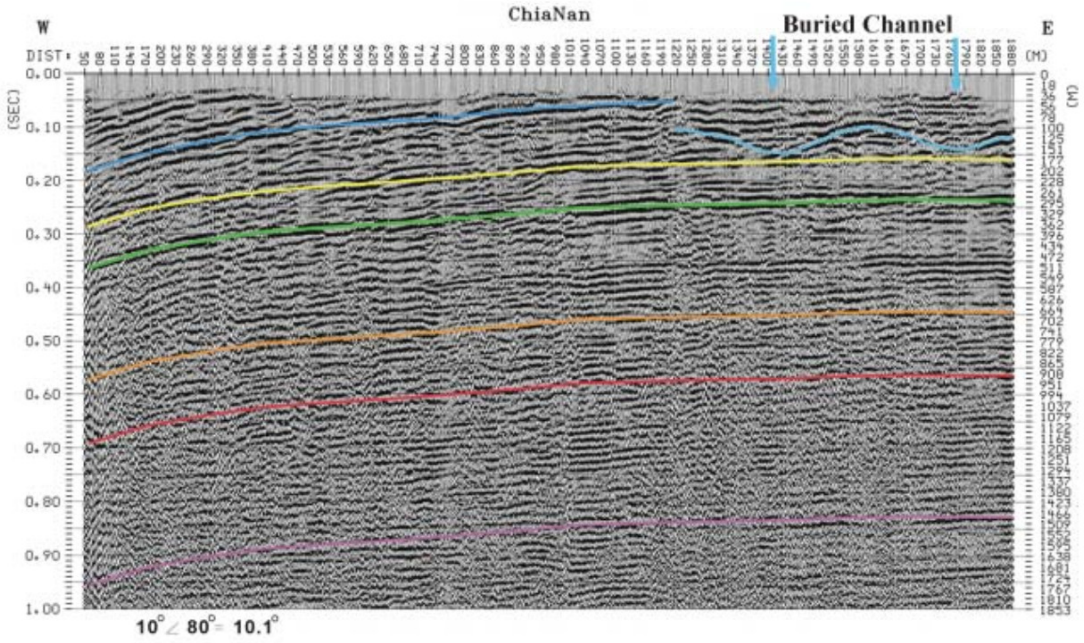
資料來源：蕭瑞文(2002)

圖 3-9　TaChiaHsi 大甲溪(TaChiaHsi1 至 TaChiaHsi5 測線)震測剖面

Fig3-9　TaChiaHsi seismic profile result

在大甲溪南岸甲南地區，震測剖面 Chianan(蕭瑞文，2002)及 07P-CSF-CS-1(石瑞銓，2008)皆位於大甲斷層東側上盤。

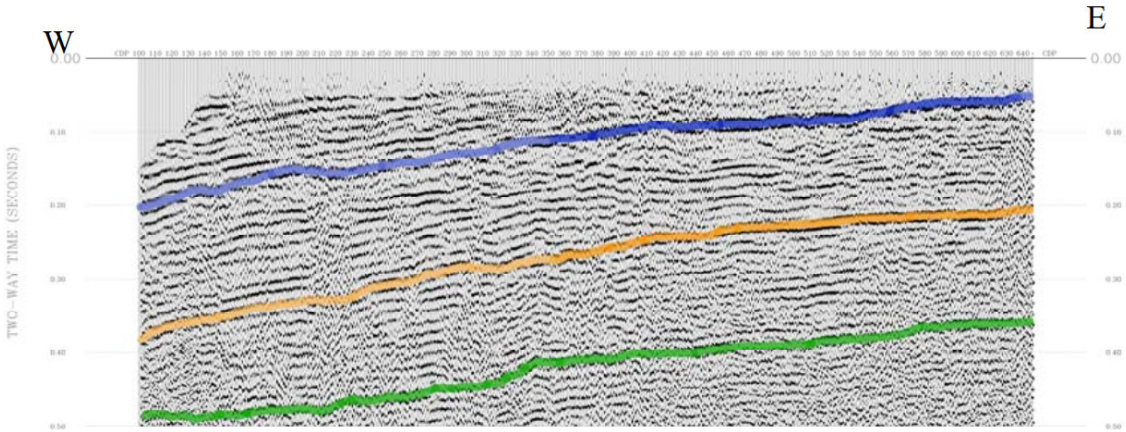
Chianan(甲南)剖面(圖 3-10)西半部 50 至 1,000 公尺處，地層呈現和緩傾斜現象，地層傾向朝西傾角約 10 度，應為大甲斷層抬升引起之彎曲褶皺。07P-CSF-CS-1 測線(圖 3-11)分布與 Chianan 剖面近似但測線略短，其剖面地層分布與 Chianan 剖面近似，地層呈現西側西傾、東側和緩樣貌。本計畫研判大甲斷層可能通過此兩條測線以西約 50 公尺處。



資料來源:蕭瑞文(2002)

圖 3-10　Chianan(甲南)震測剖面

Fig3-10　Chianan seismic profile result

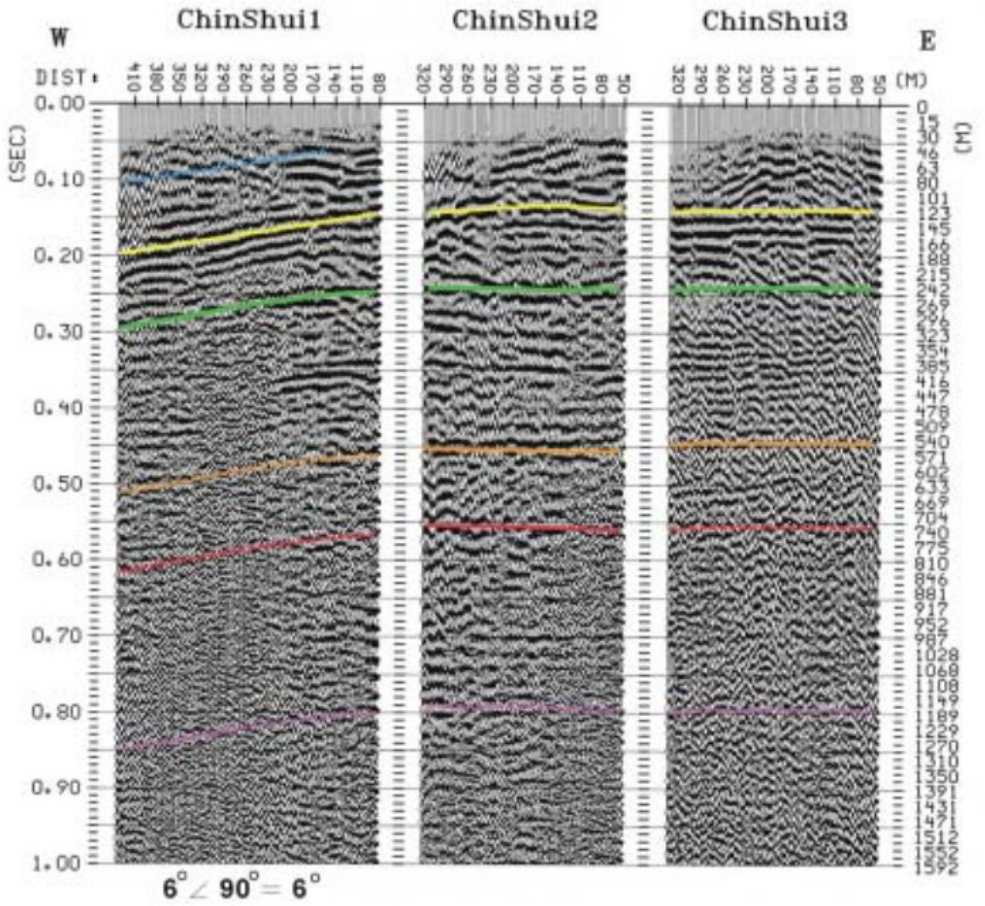


資料來源: 石瑞銓(2008)

圖 3-11　07P-CSF-CS-1 震測剖面

Fig3-11　07P-CSF-CS-1 seismic profile result

在清水地區，蕭瑞文(2002)於清水市區東側地形崖完成 3 條廣域震測測線(ChinShui1 至 ChinShui3)，並繪製 ChinShui(清水)剖面(圖 3-12)，發現剖面東側地層受大甲斷層影響形成抬升現象，ChinShui1 剖面顯示地層朝西傾斜約 6 度。本計畫研判大甲斷層可能通過 ChinShui1 剖面西側。

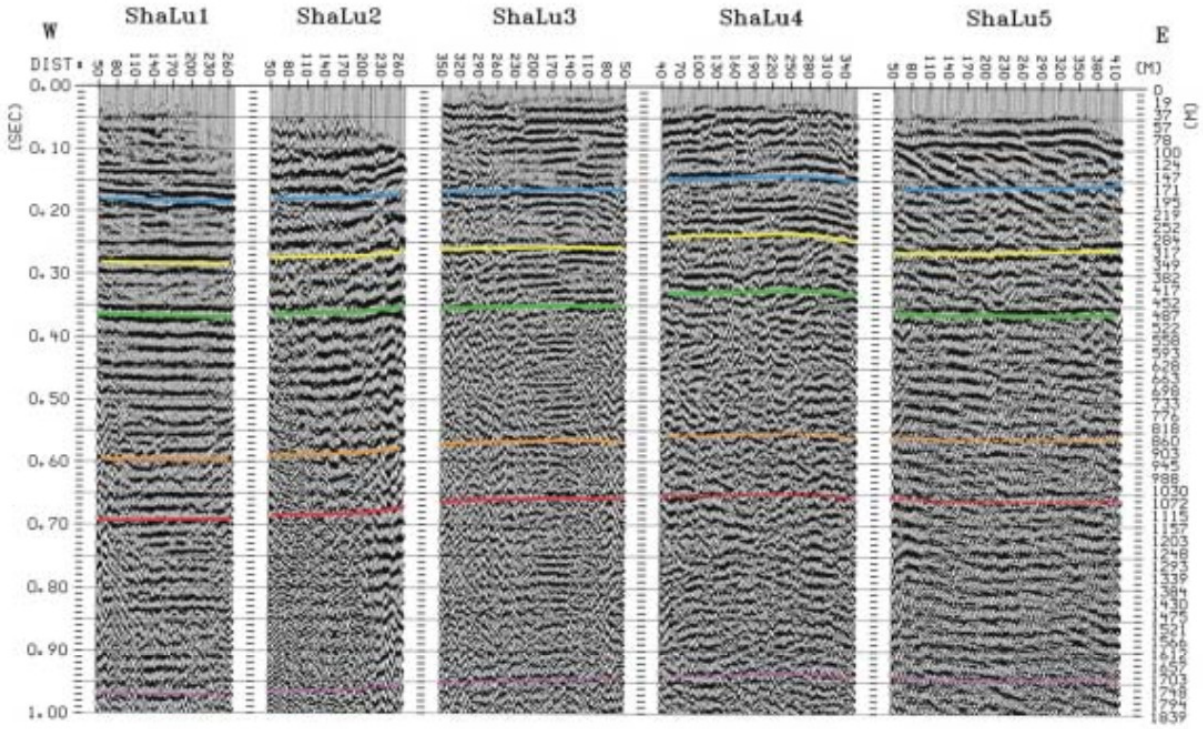


資料來源:蕭瑞文(2002)

圖 3-12　ChinShui 清水(ChinShui1 至 ChinShui3 測線)震測剖面

Fig3-12　ChinShui seismic profile result

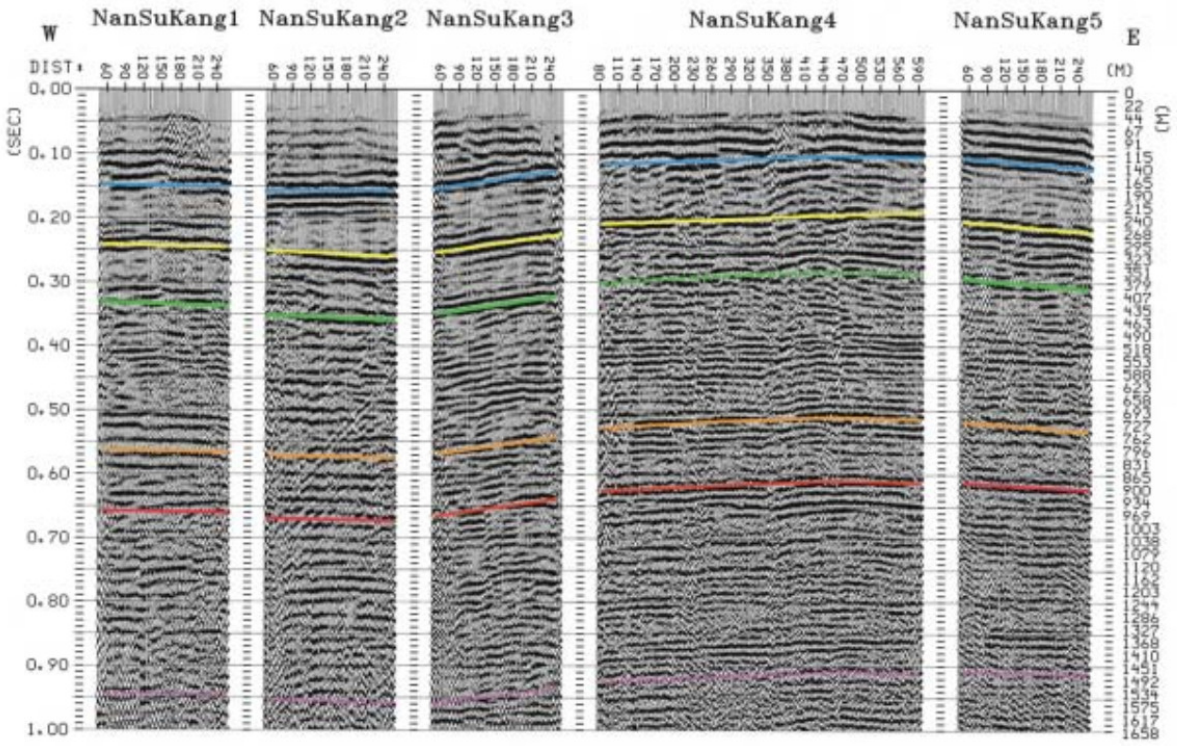
在沙鹿地區，鄰近地球物理剖面包含 Shalu(沙鹿)剖面、Nansukang(南勢坑)剖面(蕭瑞文，2002)。Shalu 剖面(圖 3-13，包含 7 條廣域震測測線 Shalu1 至 Shalu7)未發現明顯地層起伏，但大甲斷層地形崖在此處仍有特徵，並通過 Shalu3 測線。Nansukang 剖面(圖 3-14，包含 10 條廣域震測測線 Nansukang1 至 Nansukang10)於 Nansukang3 出現地層東側抬升現象，地層向西傾斜約 8 度，但大甲斷層地形崖通過 Nansukang3 以東，顯示大甲斷層南段在西側下盤處地層也出現傾斜現象，或地形崖可能往東退縮。



資料來源:蕭瑞文(2002)

圖 3-13　Shalu 沙鹿(Shalu1 至 Shalu5 測線)震測剖面

Fig3-13　Shalu seismic profile result

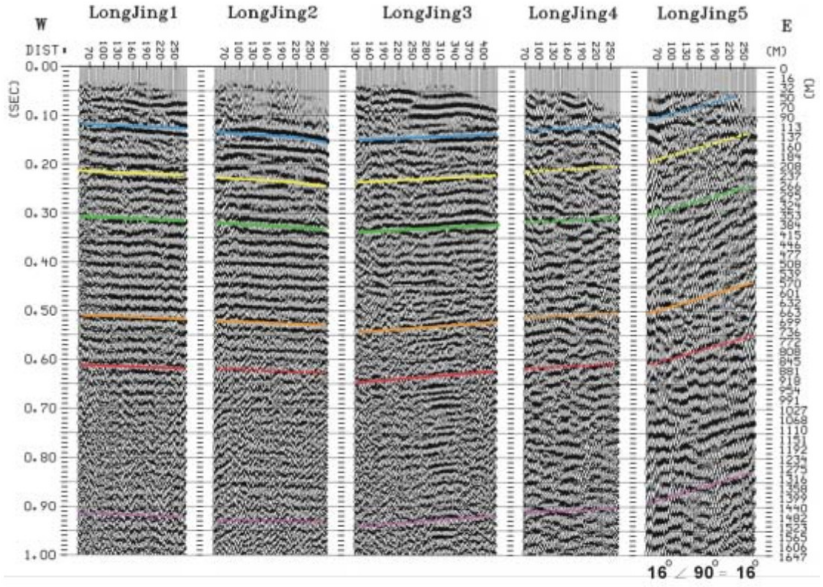


資料來源:蕭瑞文(2002)

圖 3-14　Nansukang 南勢坑(Nansukang1 至 Nansukang5 測線)震測剖面

Fig3-14　Nansukang seismic profile result

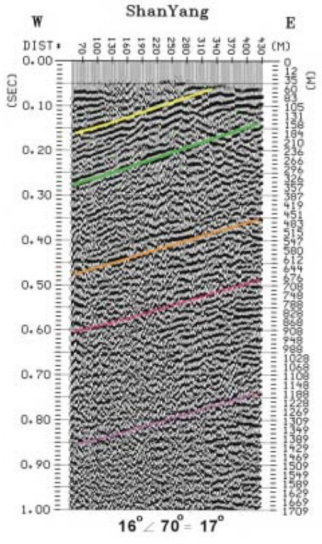
在龍井地區，Longjing(龍井)剖面(包含 8 條廣域震測測線 Longjing1 至 Longjing8；蕭瑞文，2002；圖 3-15)位於大甲 P1 剖面南側。Longjing3 測線位於大甲斷層下盤側，地層出現東側略微抬升跡象，地層傾角約 5 度，向東至斷層上盤側 Longjing4、5 測線，地層傾角增加至約 16 度。Shanyang(山陽橋)震測剖面位於在大甲 P2 剖面北側、大甲斷層東側上盤，剖面中地層朝西傾斜，傾角約 17 度(圖 3-16)。



資料來源:蕭瑞文(2002)

圖 3-15　Longjing 龍井(Longjing1 至 Longjing8 測線)震測剖面

Fig3-15　Longjing seismic profile result

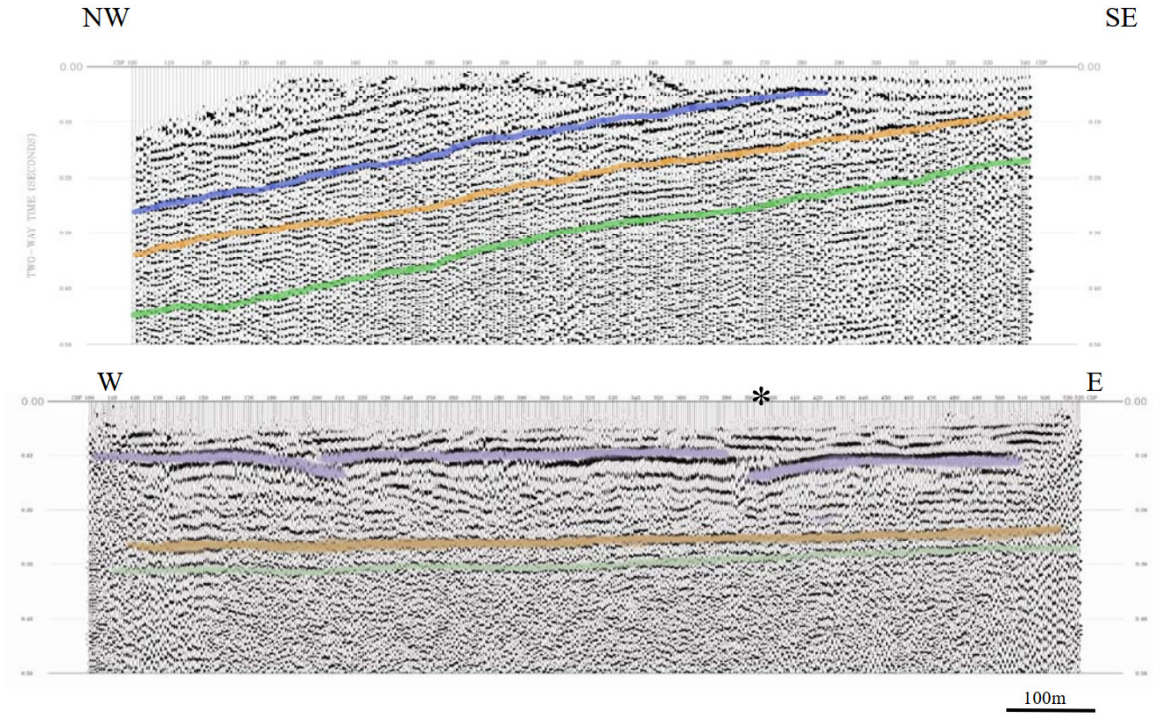


資料來源:蕭瑞文(2002)

圖 3-16　Shanyang(山陽橋)震測剖面

Fig3-16　Shanyang seismic profile result

在大肚以南至烏溪北岸，震測剖面 07P-CSF-TD-1、07P-CSF-TD-2(石瑞銓，2008；圖 3-17)分別位於沈淑敏(2005)判釋之渡船頭線形西側及通過崖線處，07P-CSF-TD-1 顯示地層往西傾斜，無發現斷層擾動，顯示通過本測線的地形崖非斷層所致，南側的大肚剖面(蕭瑞文，2002)也出現相同成果。07P-CSF-TD-2 顯示地層近水平，東端則有幾處小型落差，推測斷層在本測線東端不遠處。

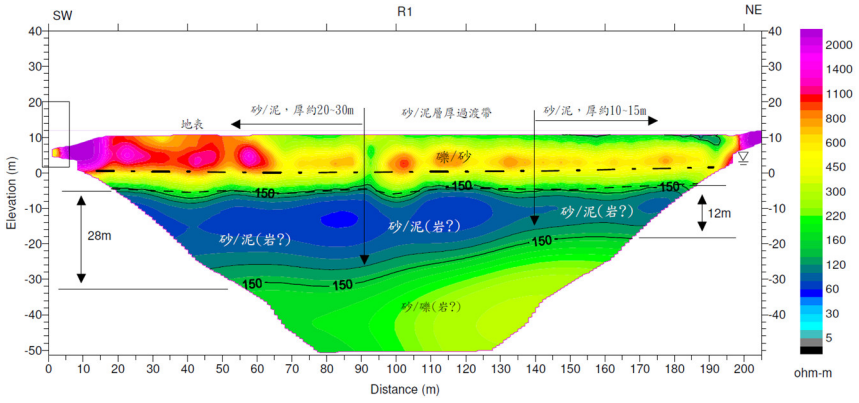


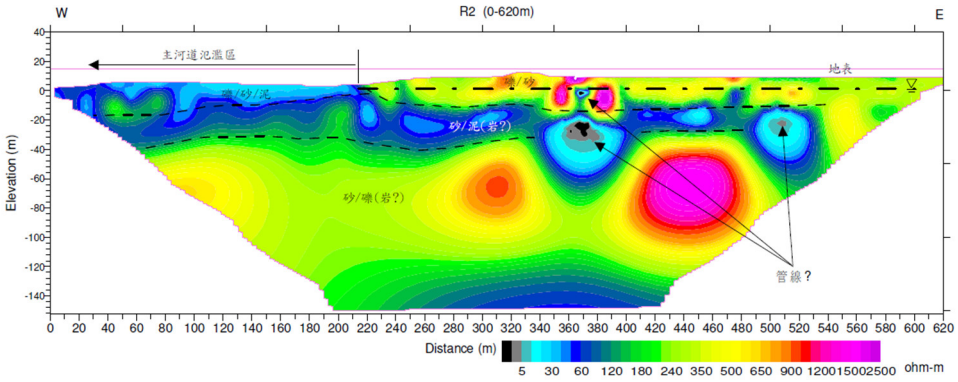
資料來源:石瑞銓(2008)

圖 3-17　震測剖面 07P-CSF-TD-1(上圖)、07P-CSF-TD-2(下圖)

Fig3-17　07P-CSF-TD-1, 07P-CSF-TD-2 seismic profile results

至大甲斷層南端、烏溪北岸，2013-R1、2013-R2 地電阻測線(世曦工程，2013；圖 3-18)位於渡船頭線形西側，地層向西和緩傾斜或接近水平，顯示位於斷層下盤側。





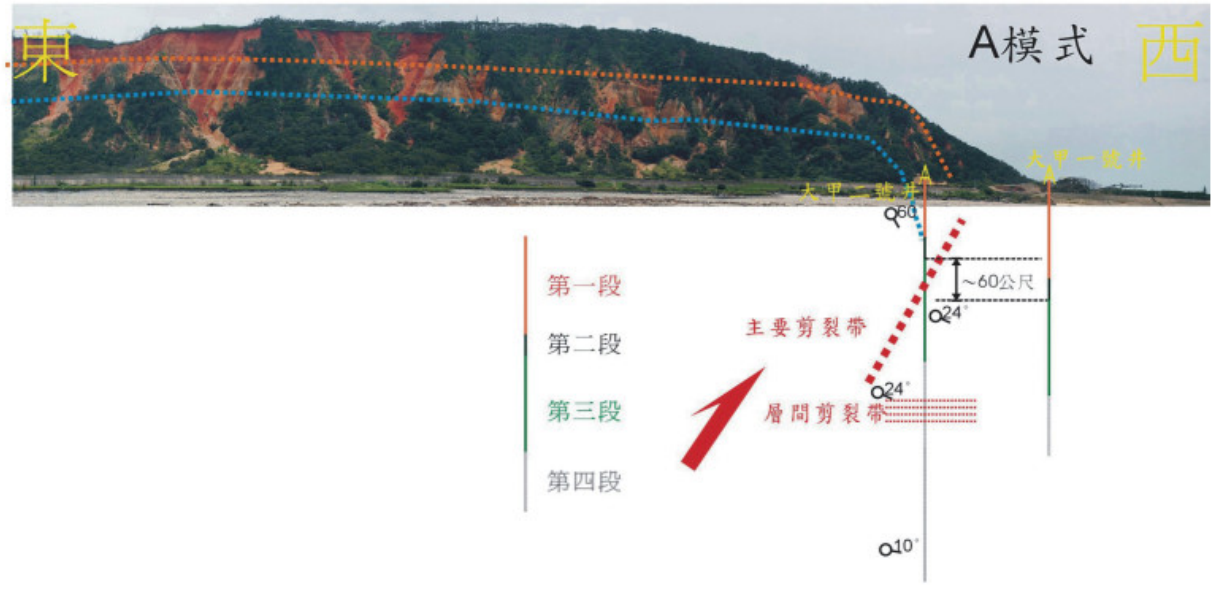
資料來源:世曦工程(2013)

圖 3-18　地電阻測線 R1(上圖)、R2(下圖)剖面成果解釋

Fig3-18　R1 and R2 resistivity profile result

(2)鑽探調查

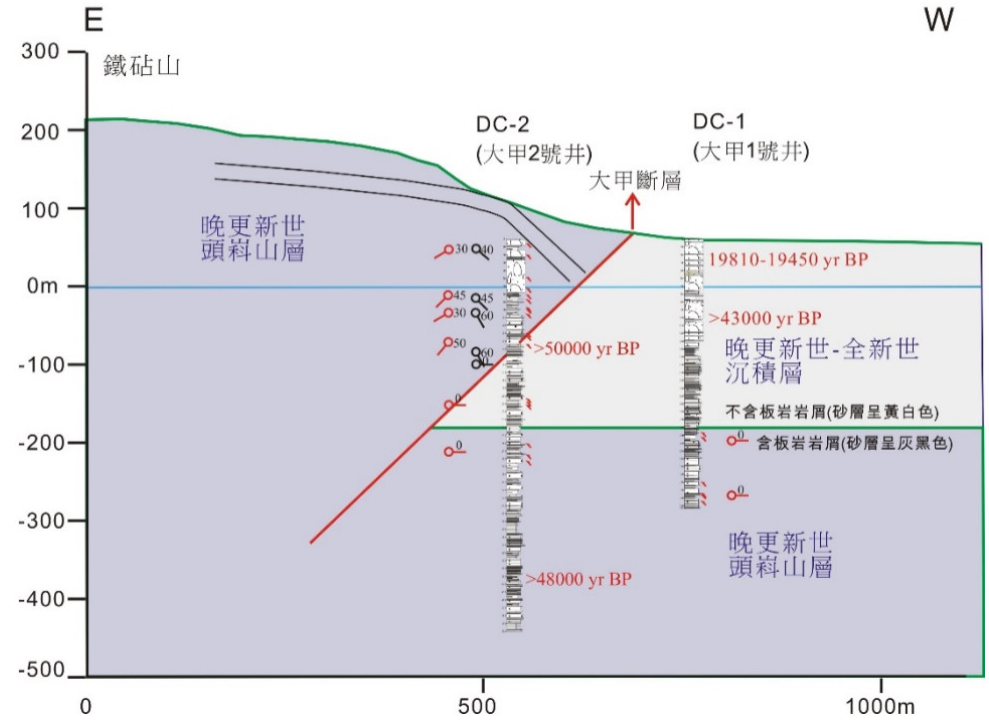
在大甲斷層北端、大安溪南岸，劉彥求(2008)、林啟文等(2008)根據鐵砧山剖面及大甲 1、2 號井鑽探成果(圖 3-19)，提出大甲斷層可能的構造模式(A、B 模式)，認為大甲斷層已切穿至地表(A 模式)。陳文山等(2014)繪製的大甲 1、2 號井地質剖面，則認為大甲斷層通過大甲 1、2 號井之間(圖 3-20)。



資料來源:劉彥求(2008)、林啟文等(2008)

圖 3-19　鐵砧山剖面成果

Fig3-19　Tiezhen Mountain profile result

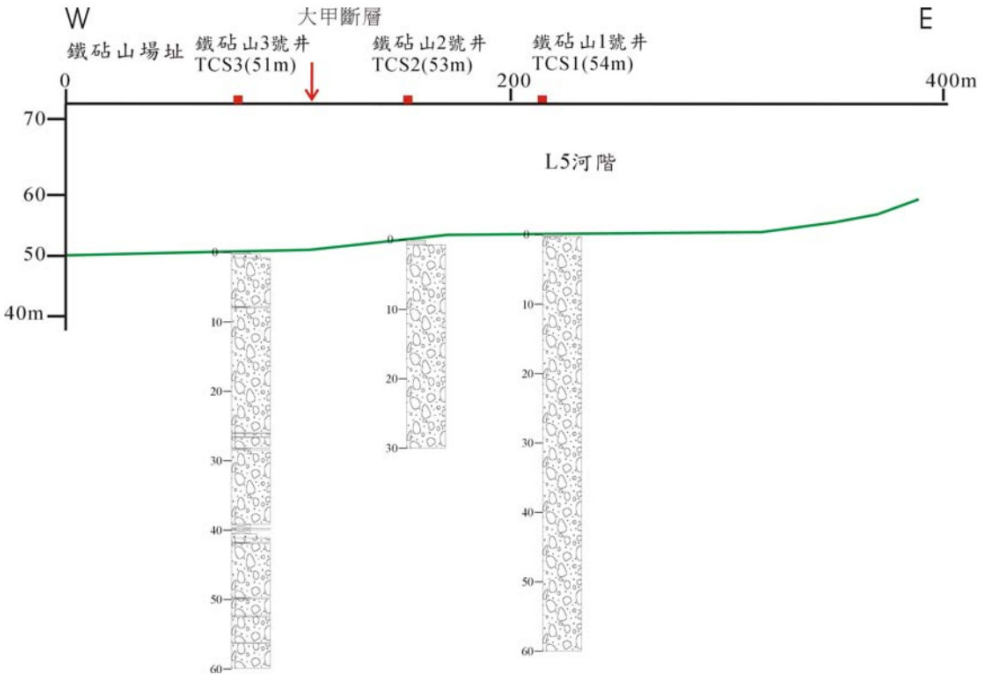


資料來源: 陳文山等(2014)

圖 3-20　大甲 1、2 號井地質剖面

Fig3-20　Geological profile of Tachia No. 1 and No. 2 wells

在鐵砧山場址，於鐵砧山 1 至 3 號、大甲 4 號等鑽井岩性都為礫石層，因而無法由岩性作地層對比，經鑽井岩芯研判亦沒有發現具有剪切面構造，大甲斷層於本剖面通過位置由地形崖線形判斷(圖 3-21)。

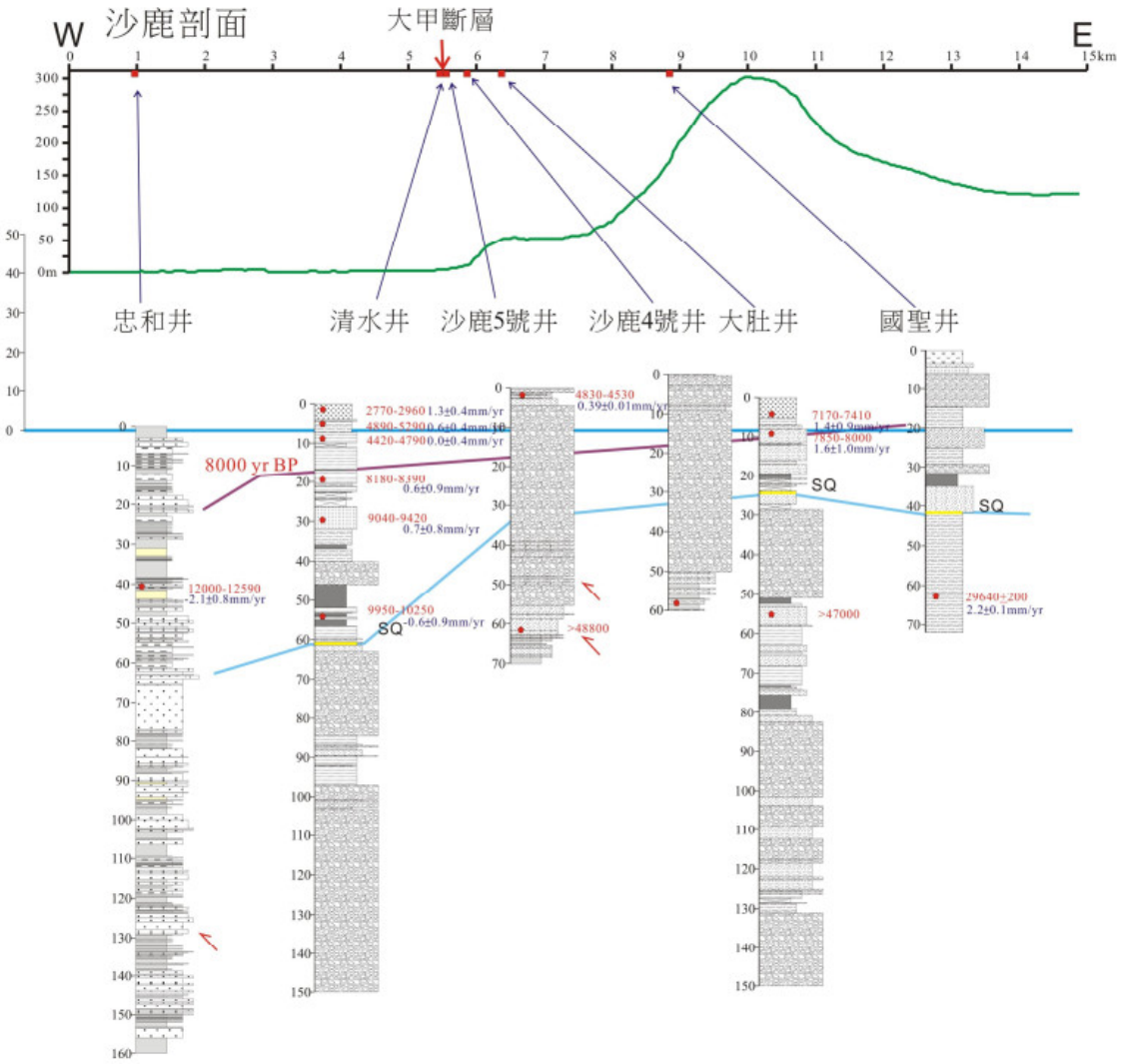


資料來源：石瑞銓(2007、2008)、陳文山等(2007)

圖 3-21　鐵砧山場址地質鑽探剖面

Fig3-21　Geological drilling profile of Tiezhen Mountain

在沙鹿地區，陳文山等(2014)在沙鹿場址鑽探剖面(包含清水井、沙鹿 1 至 5 號井)，在沙鹿 5 號井深度 57 公尺以下發現多處剪切構造，剪切面傾角 12 至 30 度之間，由鑽井剪切構造分布與斷層長期滑移速率研判大甲斷層位於沙鹿 3、5 號井之間(圖 3-22)。

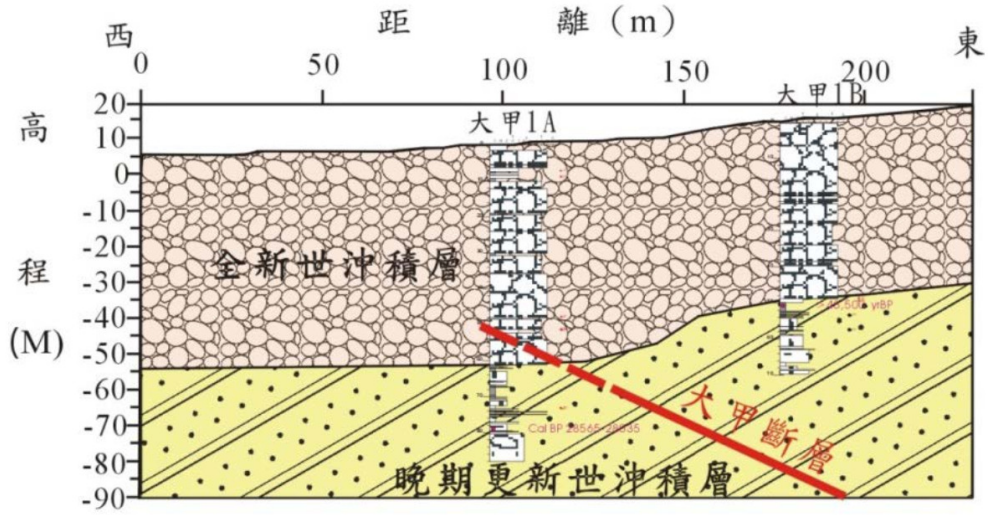


資料來源:陳文山等(2014)

圖 3-22　沙鹿場址鑽井剖面

Fig3-22　Drilling profile of Shalu

在龍井地區，於龍井火車站附近大甲 P1 剖面(顏一勤，2015)，大甲斷層通過大甲 1A 井下淺處，推測於地表延伸至大甲 1A 井西側(圖 3-23)。



資料來源:顏一勤(2015)

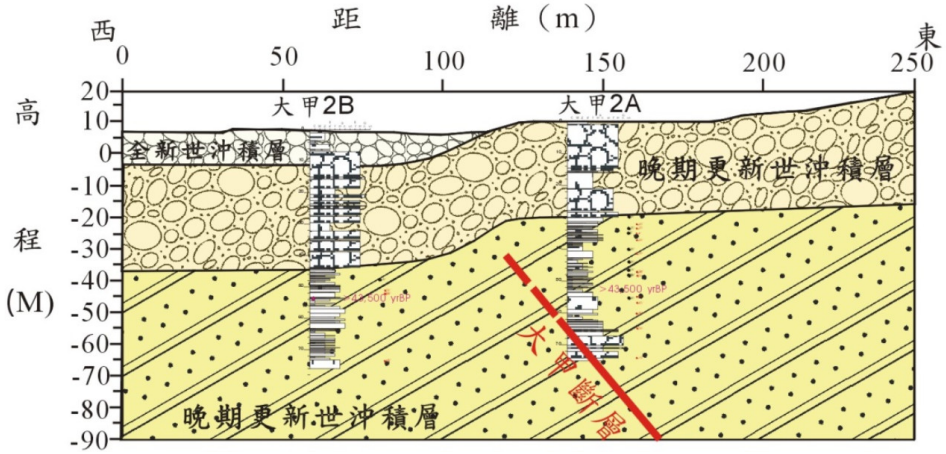
圖 3-23　大甲 P1 鑽探地質剖面

Fig3-23　Geological profile of Tachia P1

在大肚北側大甲 P2 剖面(顏一勤，2015)，大甲 2A 井以砂泥互層與礫石層交互出現為主，地層傾角介於 10 至 40 度，局部薄層泥質剪切面發育於晚更新世沖積層中，傾角介於 20 至 40 度；大甲 2B 井以砂礫石或砂與礫石互層為主，砂層傾角介於 10 至 30 度，局部薄層泥質剪切面發育於晚更新世沖積層中，傾角介於 30 至 60 度。

由大甲 2A、2B 井礫石層底部邊界在水平距離 100 公尺內垂直落差達 15 公尺、地層傾角變化，以及大甲斷層地形崖通過本剖面礫石層底部落差處，認為大甲斷層通過大甲 2A、2B 井之間(圖 3-24)。

大甲 P2 剖面以南，大甲斷層往南延伸處地形崖線形相對無明顯特徵，僅剩趨勢存在的緩坡面，原有地形崖特徵可能已遭河流侵蝕。



資料來源:顏一勤(2015)

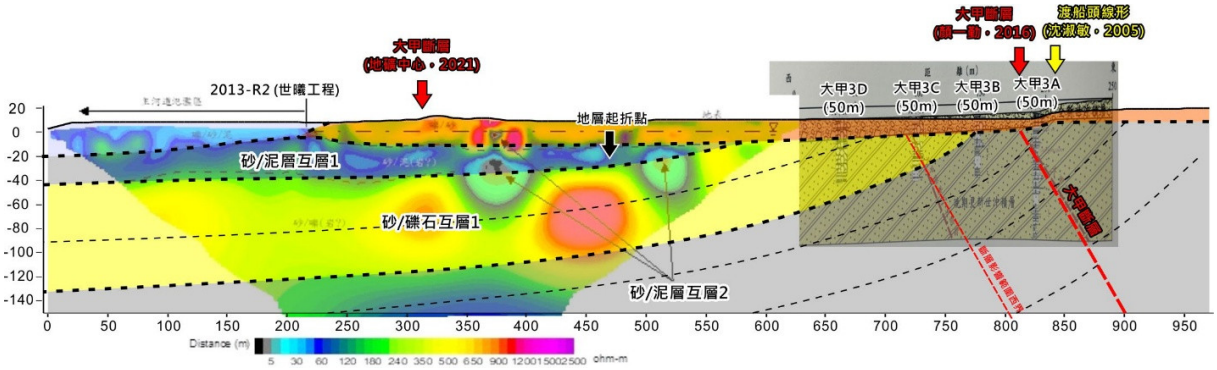
圖 3-24　大甲 P2 鑽探地質剖面

Fig3-24　Geological profile of Tachia P2

至烏溪北岸，本計畫合併改繪大甲 P3 剖面(顏一勤，2016)及地電阻 2013-R3 剖面(世曦工程，2013)，改繪成烏溪北岸剖面(圖 3-25)。

顏一勤(2016)發現在大甲 3A 至 3C 井的晚更新世沖積層皆存在薄層泥質剪切面發育，其中在大甲 3A 井 31 公尺處剪切帶將較老沉積層切穿並覆蓋於年輕沉積層上，依此認為大甲斷層應通過大甲 3A 井，並延伸至地表地形崖。另外，大甲 P3 剖面中唯獨 3D 井無剪切現象，因此認為斷層影響西界位於大甲 3C、3D 井之間。

緊鄰大甲 P3 剖面西側的地電阻 2013-R2 剖面(世曦工程，2013)，位於大甲斷層下盤，地層呈現向西傾斜 5 至 10 度。檢視烏溪北岸剖面地層傾角，大甲 P3 剖面鑽井傾角介於 20 至 40 度，朝東傾角漸增至 40 度，因此可以得知在 R2 剖面東側地層開始出現抬升，至大甲 3C、3D 井地層傾角增加至 20 至 40 度，大甲 3A 井傾角約 40 度並發現大甲斷層剪切帶。



資料來源:世曦工程(2013)、顏一勤(2016)，本計畫改繪

圖 3-25　大甲斷層烏溪北岸大甲 P3 及地電阻 2013-R2 剖面

Fig3-25　Geological profile of Tachia P3 and resistivity profile of 2013-R2

4.斷層活動特性

歷史文獻記載過去臺中彰化一帶曾發生兩起大地震，分別為 1845 年臺中地震，規模 6.0，及 1848 年彰化地震，規模 7.2。由 1848 年地震災害分布區域推測此地震可能與大甲-彰化斷層活動有(Tsai, 1985;Lee and Lin, 2004)。

林啟文等(2008)由大甲斷層前緣靠近地表、並截切更新世晚期之岩層，推論其可能於全新世活動，顏一勤(2015)之定年資料顯示大甲斷層曾於距今約 28,000 年內曾發生活動。另外，在烏溪北岸渡船頭一帶之井下定年結果顯示大甲斷層於距今 30,000 年內曾發生活動。

在斷層長期滑移速率部分，陳文山(2007)根據位於斷層下盤的忠和井，以及位於上盤的國聖井、大肚井及沙鹿 5 號井，由碳十四年代及古沉積環境推估，上盤抬升速率約為 0.4-2.6 mm/yr，下盤沉降速率為 1.3-2.9 mm/yr，計算得大甲斷層的垂直滑移速率為 1.7-5.5 mm/yr。

(二)地表地質調查成果

本計畫補充調查區域位於大肚，介於大甲 P1 及 P3 剖面之間，為大肚台地西側緩坡與沖積平原交界處，無基盤岩層出露。本計畫沿沈淑敏(2005)判釋大甲斷層地形線形進行調查，由地形線形在現地的分布情形規劃鑽探位置，地質調查位置參見圖 3-26，現地調查照片參見圖 3-27，說明如下:

1.大甲 P4 剖面

本剖面在沈淑敏(2005)判釋地形線形通過處，其地形崖相對不明顯(圖 3-27，調查點 1)，整體呈現東高西低緩坡，路面及結構未見擾動情形。在沈淑敏(2005)線形西側前緣分布有另一地形崖，崖高小於 1.5 公尺(圖 3-27，調查點 2)。

2.大甲 P5 剖面

本剖面在沈淑敏(2005)判釋地形線形通過處，其地形崖不明顯(圖 3-27，調查點 3)，但岩地形崖線往北及往南延伸，其線形由地形陰影圖可明顯判釋。在沈淑敏(2005)線形西側前緣分布有另一地形崖，現況為高差約 2 公尺的小崖(圖 3-27，調查點 4)。

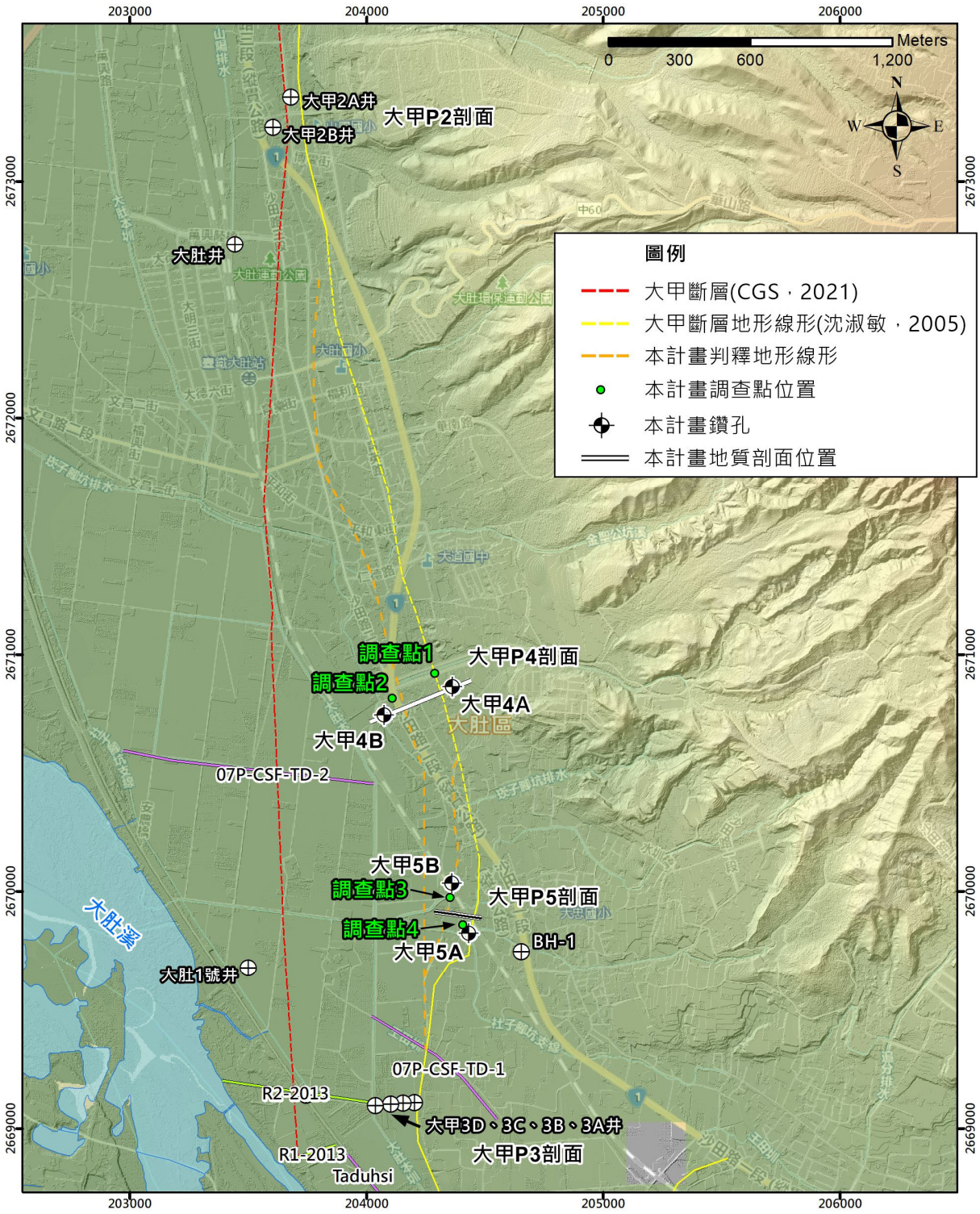
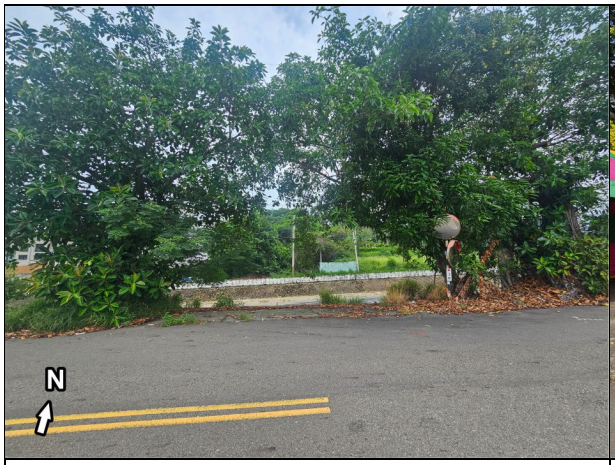


圖 3-26　大甲斷層地形陰影及地質調查位置

Fig3-4　Shaded relief and geological survey locations of Tachia Fault



調查點 1，沈淑敏(2005)判釋大甲斷層線形通過處，現地為緩坡，照片朝北拍攝。



調查點 2，沈淑敏(2006)判釋大甲斷層線形以西另一處地形崖，崖高小於 1.5 公尺，照片朝東拍攝。



調查點 3，沈淑敏(2005)判釋大甲斷層線形通過處，現地無地形起伏，推測受農地開發填平，照片朝東拍攝。



調查點 4，沈淑敏(2006)判釋大甲斷層線形以西另一處地形崖，崖高達 2 公尺，照片朝東南拍攝。

圖 3-27　大甲斷層地表地質調查點現況

Fig3-5　Current status of geological investigation point at Tachia Fault

(三)地質鑽探成果

本計畫經蒐集前人文獻、地形判釋及地表地質調查成果，於大肚台地西側緩坡與沖積平原交界處、大甲斷層地形線形通過處(沈淑敏，2005)，規劃 4 處鑽探場址:大甲 4A 井(75 公尺深)、大甲 4B 井(75 公尺深)、大甲 5A 井(100 公尺深)、大甲 5B 井(50 公尺深)。鑽探成果描述如下:

1.大甲 4A 井

位於台中市大肚區沙田路 308 巷內，位於沈淑敏(2005)地形崖線形東側。TWD97 坐標為(2670865.3, 204363.5)，孔口高程為 24.4 公尺，井深為 75 公尺，鑽探形式採 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0.00~5.90公尺：棕色礫石，夾砂層
5.90~10.60公尺：棕色中砂層
10.60~12.60公尺：棕色礫石，夾砂層
12.60~14.00公尺：棕色中砂層
14.00~15.60公尺：棕色礫石，夾砂層
15.60~22.00公尺：棕色中砂層
22.00~23.70公尺：棕色中砂層，偶夾粗礫
23.70~31.20 公尺：棕色礫石，夾砂層
31.20~31.50公尺：深棕色粗砂層
31.50~34.90 公尺：棕色中砂層，偶夾中礫
34.90~37.10公尺：棕色礫石，夾砂層
37.10~41.20公尺：棕色中砂層
41.20~45.60公尺：棕色礫石，夾砂層
45.60~47.70公尺：棕色中砂層
47.70~54.50公尺：棕色礫石，夾砂層
54.50~56.50公尺：棕色中砂層
56.50~58.10 公尺：棕色黏土質細砂層
58.10~68.80 公尺：棕色礫石，夾砂層及少量薄黏土層
68.80~71.10 公尺：紅棕色砂質泥層，紅土化跡象明顯
71.10~72.40 公尺：棕色中砂層
72.40~75.00公尺：棕色礫石，夾砂層

本鑽井岩心在 0.00~75.00 公尺皆為礫石層夾砂層，沉積環境屬陸相環境。地質構造部分，層面接近水平，未發現剪切面構造。

2.大甲 4B 井

位於台中市大肚區沙田路一段 291 巷內，位於沈淑敏(2005)地形崖線形與本計畫判釋地形崖西側。TWD97 坐標為(2670745.8, 204074.7)，孔口高程為 12.5 公尺，井深為 75 公尺，鑽探形式採 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~0.6公尺：回填層，含塑膠與紅磚

0.6~2.3公尺：棕色中至粗礫石層

2.3~5.15公尺：棕色中砂層偶夾粗礫石

5.15~13.4公尺：棕色中至粗礫石層

13.4~13.8公尺：棕色細礫石層

13.8~17.2公尺：灰色粗礫石層，基質為粗砂

17.2~21.55 公尺：棕黃中砂層，偶夾粗礫石

21.5~23.55 公尺：棕色粗礫石層，基質為粗砂

23.5~30.6公尺：棕灰色中至粗砂層

30.6~34.5公尺：棕黃色極粗砂至細礫層，偶夾中礫石

34.5~35.5公尺：棕黃中至粗礫石層

35.5~38.05 公尺：棕黃色粗砂至細礫石層

38.0~60.55公尺：棕黃色中至粗礫石層，偶夾極粗砂層

60.5~61.4公尺：棕灰色細礫石層

61.4~69.1 公尺：棕色中至粗礫層，基質為極粗砂至細礫

69.1~69.6公尺：棕色極粗砂層

69.6~69.8公尺：棕色中礫石層

69.8~70.5 公尺：棕色細礫石層

70.5~71 公尺：棕黃色中至粗礫石層，基質為極粗砂至細礫

71~71.2公尺：棕色細礫石層

71.2~75 公尺：棕色中至粗礫，基質為極粗砂至細礫

本鑽井岩心在 0.00~75.00 公尺皆為礫石層夾砂層，沉積環境屬陸相環境。地質構造部分，層面接近水平，未發現剪切面構造。

3.大甲 5A 井

位於台中市大肚區沙田路一段 933 巷內，位於沈淑敏(2005)地形崖線形上，TWD97 坐標為(2669821.5, 204431.9)，孔口高程為 14.3 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~0.4 公尺：回填層

0.4~3公尺：灰白色中至粗礫石層

3~4.3公尺：灰色極細砂層

4.3~4.65 公尺：灰色中至粗礫石層夾細礫

4.65~5.2公尺：黑灰色中顆粒至細礫石層

5.2~6.85公尺：灰色粉砂層

6.85~12.8 公尺：灰色中至粗礫石層，偶夾細礫石

12.8~13.7公尺：灰色細礫石偶夾中礫石層

13.7~19.5 公尺：灰色中至粗礫石層

19.5~27.5公尺：灰黑色極粗砂至細礫層，26.6m 處有剪裂面

27.5~30.1公尺：灰黑色粉砂與極粗砂互層

30.1~32.9公尺：灰黑色極粗砂夾中砂層

32.9~33.65 公尺：灰黑色極粗砂層

33.65~40.7 公尺：灰黑色細礫偶夾中礫層

40.7~50.7 公尺：灰色中至粗礫石層

50.7~53.5公尺：灰色細至中顆粒礫石層

53.5~55.9公尺：黃棕色粉砂層

55.9~57.5公尺：灰色粉砂與中砂互層

57.5~58.4公尺：灰色粗砂偶夾粉砂層

58.4~58.85公尺：灰色粉砂層

58.85~59.4公尺：灰色粗砂層

59.4~62公尺：灰色粉砂層偶夾中砂

62~64.5公尺：灰色粗至極粗砂層，部分有貝類化石

64.5~65.6公尺：灰色粉砂層偶夾中砂，部分有貝類化石

65.6~67.75 公尺：灰色極粗砂層

67.75~75.2公尺：灰色粉砂與細砂互層

75.2~75.5公尺：灰色極粗砂層

75.5~83.4公尺：灰色中至粗砂層

83.4~84.8公尺：灰色粉砂層夾中砂層

84.8~86.5公尺：灰色粗砂層偶夾粉砂層

86.5~88公尺：灰色粉砂與細砂互層

88~88.4公尺：灰色粗砂層

88.4~98.8 公尺：灰色粉砂層偶夾中至粗顆粒砂層，90.10m、97.30m 處有方解石

98.8~100公尺：灰色粗顆粒砂層

本鑽井岩心在 0.00~6.9 公尺為全新世礫石層，6.9~100 公尺為晚更新世沖積層，以中至粗砂層為主，夾礫石層，偶夾貝屑。地質構造部分，晚更新世沉積層層面傾角介於 30~50 度，剪切面分布情況，於 26.5 至 31.3 公尺、57.0 至 58.5 公尺分布有零星剪切面，剪切面傾角介於 20 至 70 度之間。

本鑽井於 30.35 公尺處提取有機沉積物(organic sediment)進行 C-14 定年，本取樣點緊鄰 30.3 公尺處剪切面，目的為釐清剪切面之活動年代，定年結果為 25160±110 BP(27877-27211 cal BP)。

4.大甲 5B 井

位於台中市大肚區沙田路二段 115 巷內，位於沈淑敏(2005)地形崖線形西側及本計畫判釋地形崖線形上，TWD97 坐標為(2670032.6, 204361.3)，孔口高程為 10.70 公尺，井深為 50 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~1.1公尺：回填層，部分有混凝土

1.1~2公尺：深棕色細至中砂層

2~2.6公尺：灰黃色粉砂層

2.6~3.6 公尺：棕色極細砂層

3.6~4.6 公尺：灰黃色粉砂層

4.6~5公尺：深黑色粗砂層，富含碳

5~17.9公尺：黃棕色中至粗礫石層

17.9~18.6公尺：黃棕色極細砂層

18.6~19.9 公尺：黃棕色粗砂層

19.9~24.4公尺：黃棕色中至粗礫石層

24.4~25.5公尺：黃棕色粗砂偶夾中砂層，24.6、24.8m 處有剪裂面

25.5~29.7公尺：黃棕色中至粗礫石層

29.7~30.35公尺：黃棕色極粗砂至細礫石層

30.35~43.1公尺：灰色中至粗礫石層

43.1~46公尺：灰色粗至極粗砂層，偶夾中礫石層，45.2 至 45.7m 有剪裂面

46~47.55公尺：灰色中至粗礫石層

47.55~50公尺：灰色極粗砂至細礫層，偶夾中礫石層

本孔岩心在 0.0~5.0 公尺為全新世礫石層，5.0~50.0 公尺為晚更新世沉積層，以礫石層夾砂層為主。地質構造部分，晚更新世沉積層層面傾角介於 15~45 度，剪切面零星分布於 45.0~50.0 公尺之間，剪切面傾角介於 45~50 度。

本鑽井於 48.3 公尺提取有機沉積物(organic sediment)進行 C-14 定年，取樣點鄰近 48.1 公尺處剪切面，目的為釐清剪切面的活動年代，定年成果為 17450±50 BP(21296-20885 cal BP)。

(四)地下地質探查成果討論

本計畫於台中市大肚區區完成鑽探探查，繪製大甲 P4、大甲 P5 共 2 組地質剖面。剖面說明如下:

1.大甲 P4 剖面

本剖面位於大肚市區南側階地，剖面鑽井包含大甲 4A(深度 75 公尺)、大甲 4B(深度 75 公尺)，如圖 3-28。

地形上，本剖面呈現東高西低緩坡為主，線形崖特徵相對不明顯，沈淑敏(2005)判釋之線形崖通過水平里程約 330 公尺處，本計畫判釋線形崖通過水平里程約 160 公尺處。

本剖面地層皆為礫石層，主要為礫石層夾砂層，推測為厚層大肚山西側山麓崩積層堆積於本剖面所在位置，導致本剖面無法釐清剪切構造分布及大甲斷層分布情形。

2.大甲 P5 剖面

本剖面位於大肚市區南側階地，鄰近沙田路一段 933 巷，剖面鑽井包含大甲 5A(深度 100 公尺)、大甲 5B(深度 50 公尺)，如圖 3-29。

地形上，本剖面呈現東高西低緩坡為主，線形崖特徵相對不明顯，沈淑敏(2005)判釋之線形崖通過水平里程約 165 公尺處，本計畫判釋線形崖通過水平里程約 50 公尺處。

本剖面地層主要為晚更新世礫石層，主要為礫石層與砂層，剖面東側砂層比例較高。地質構造部分，剖面中地層皆呈現傾斜，大甲 5A 井地層傾角介於 30~50 度、5B 井地層傾角介於 15~45 度，並且可在兩鑽井發現零星剪切面。

綜合前述，本剖面在大甲 5A 至 5B 井皆發現零星剪切面，且地層皆呈現傾斜跡象，本計畫認為大甲斷層應位於大甲 5B 井西側下方深處。建議後續朝大甲 5B 井西側進行補充地質鑽探探查，鑽探深度 100 公尺。

根據大甲 5A 井 30.35 公尺鄰近剪切面處之定年結果，為 25160±110 BP(27877-27211 cal BP)；以及大甲 5B 井 48.3 公尺鄰近剪切面處之定年結果，為 17450±50 BP(21296-20885 cal BP)。

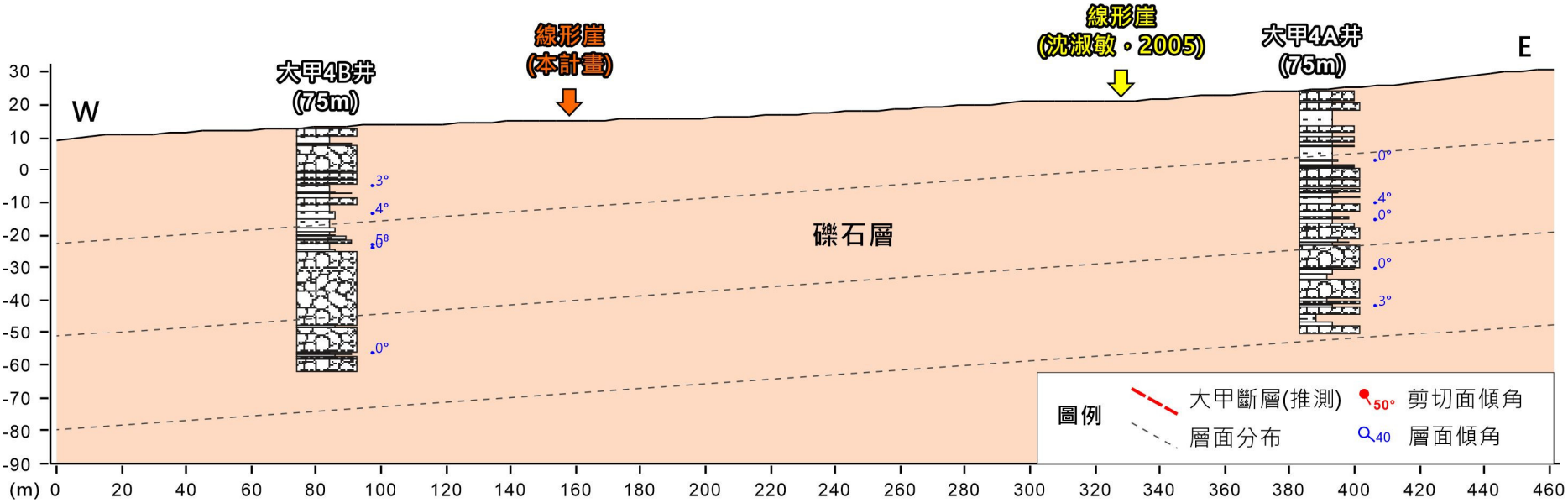


圖 3-28　大甲斷層-大甲 P4 地質剖面

Fig3-6　Tachia Fault - Tachia P4 Geological Profile

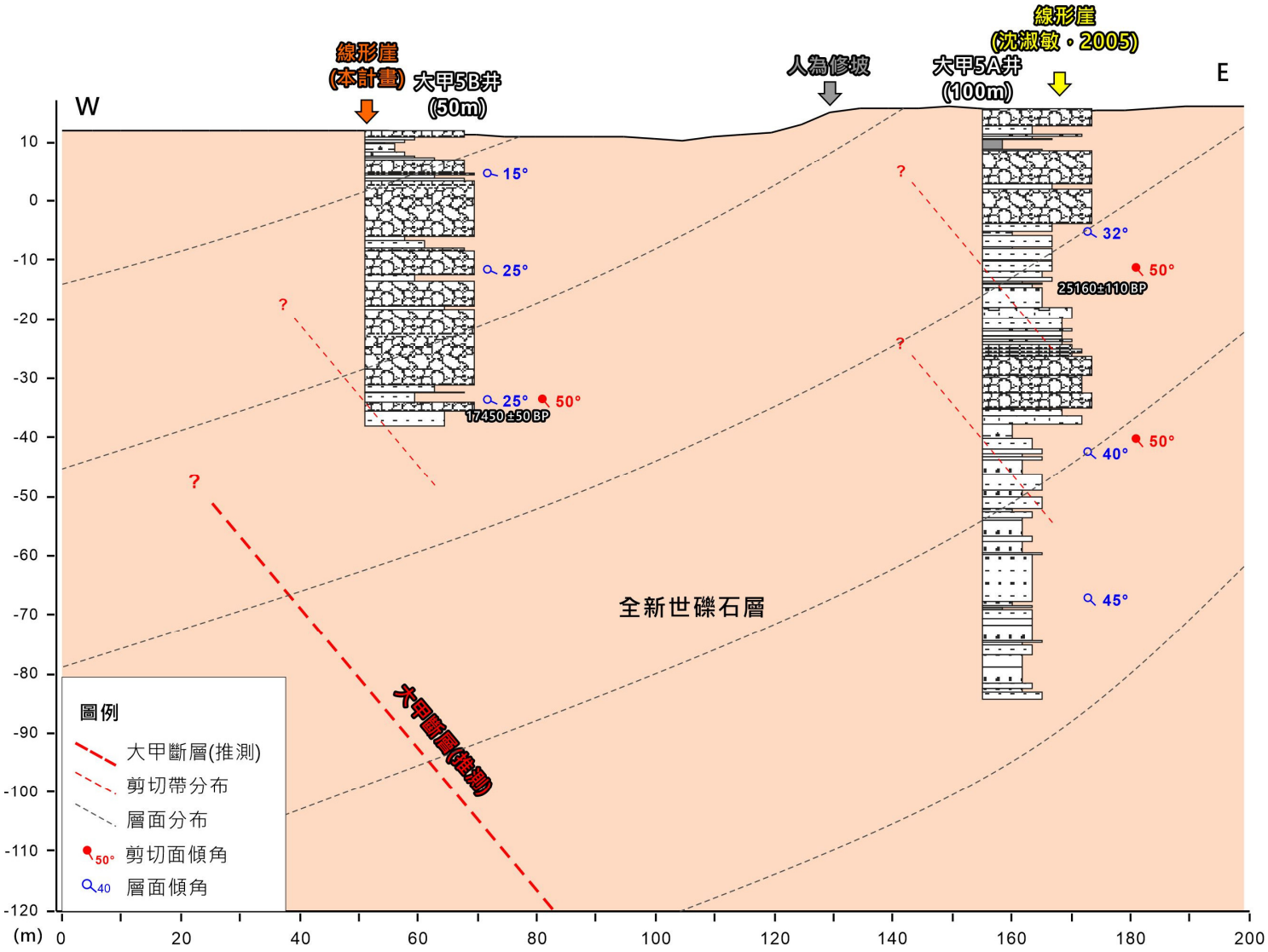


圖 3-29　大甲斷層-大甲 P5 地質剖面

Fig3-7　Tachia Fault - Tachia P5 Geological Profile

四、彰化斷層調查成果

(一)基本資料及過去研究

1.斷層位置與長度

彰化斷層，為逆移斷層，呈北北西轉南北走向由彰化縣和美鎮向南延伸至田中附近，全長約 36 公里(林朝棨，1957；中國石油公司，1982；石再添與楊貴三，1985；張徽正等，1998)。斷層向北可能連接大肚台地西緣的大甲斷層，向南可能連接桐樹湖斷層，但至目前尚無其餘確實的地質證據。

2.地形與地表地質特性

(1)地形特性

彰化斷層位於彰化隆起海岸平原與八卦台地交界處(林啟文等，2008)。彰化隆起海岸平原位於大肚溪至濁水溪之間，地勢由北向南逐漸升高，至田中附近地勢最高。八卦台地呈南北兩端寬而中央窄的不對稱啞鈴形，台地西側坡較東側為陡，林朝棨(1957)依此不對稱台地地形及具有三角切面的直線狀山麓線，研判台地西緣可能存在南北走向的斷層。

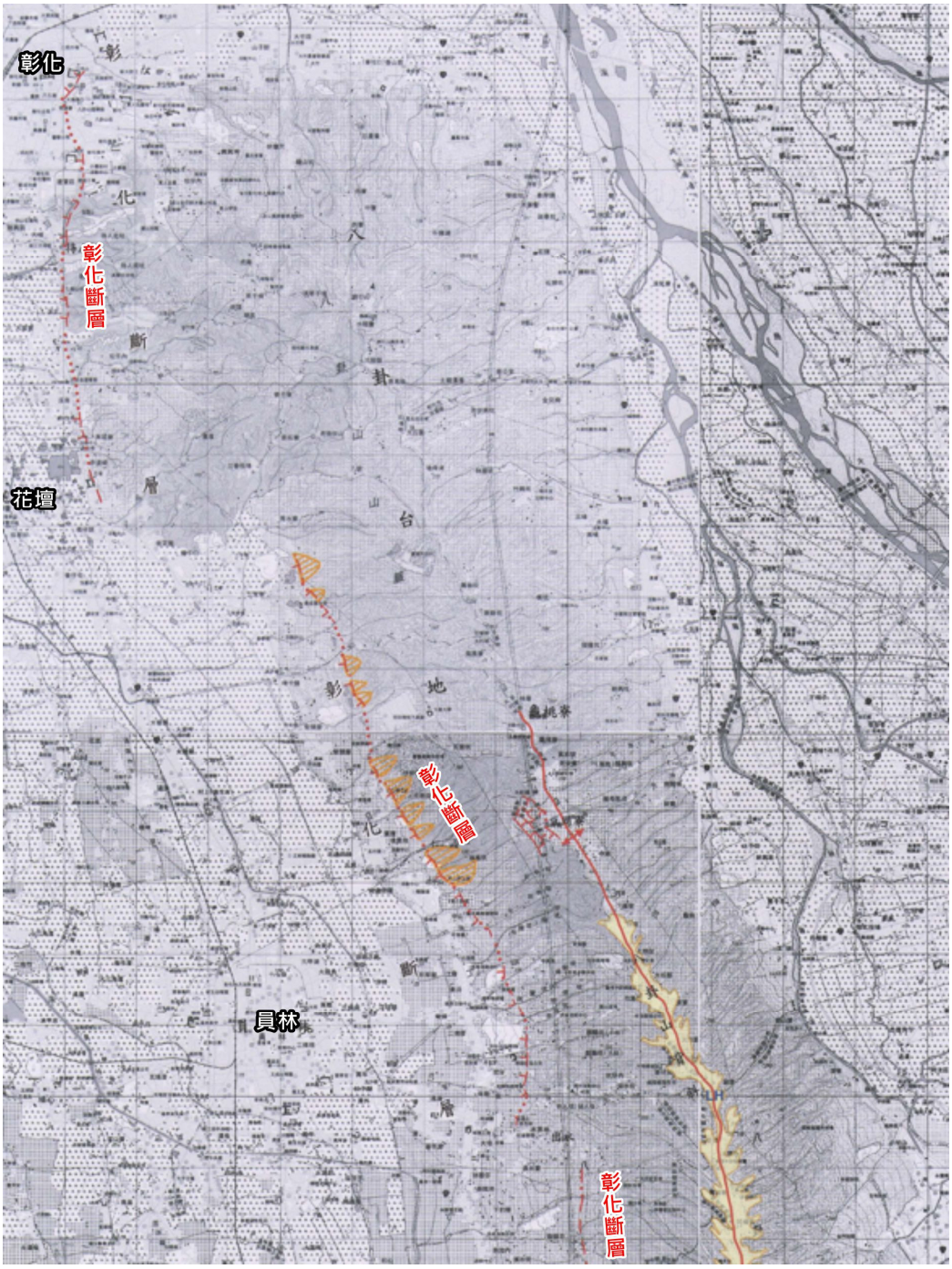
石再添與楊貴三(1985)依地形特徵將本斷層分為 3 段，北段稱為彰化斷層、中段為員林斷層、南段為田中斷層。北段彰化至花壇橋仔頭的八卦丘陵西緣，呈現線狀斷層崖。崖高 20~50 公尺；待人坑沖積扇上有斷層小崖，舊扇面崖高 6 公尺，新扇面崖高 3 公尺，顯示斷層活動累積性。斷層中、南段所呈現的斷層地形主要為三角切面。

沈淑敏(2005)判釋彰化斷層地形崖線形(圖 4-1、圖 4-2)位於八卦台地西緣，自北由大肚溪(烏溪)南方經彰化、員林出水至田中東源里為南端，地形上可分為彰化、員林、田中三段。

在彰化斷層南端從二水往南延伸之探討，目前地礦中心(2021)之彰化斷層線南端終止於濁水溪。Ota(2002)認為濁水溪北岸的八卦台地西陡東緩，與濁水溪南端呈現對稱的林內背斜不同，因此認為彰化斷層線在濁水溪分隔了八卦山背斜與林內背斜兩褶皺，並向東南往清水西延伸至大尖山斷層(圖 4-3)。沈淑敏(2005)認為八卦山背斜與林內背斜形貌應相似，皆為西陡東緩，因此彰化斷層應持續向南延伸

通過濁水溪，與林內背斜西側的桐樹湖線形相接。

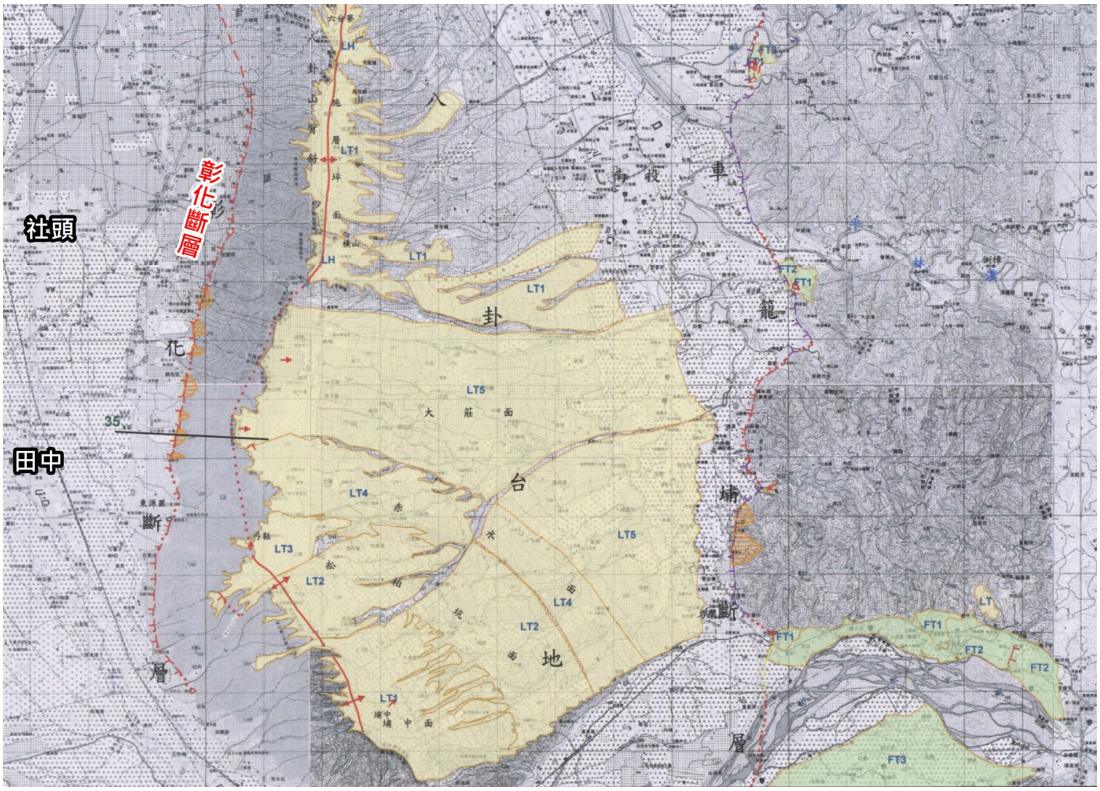
整體來看，彰化斷層在北段八卦台地的西緣呈現直線狀崖，但尚未發現斷層露頭，這些地形崖特徵是否為斷層導致結果，目前尚未釐清。在彰化斷層中、南段的線形崖並不明顯，斷層跡可能被八卦台地西緣的崩積層或沖積層掩覆。



資料來源：沈淑敏等(2005)

圖 4-1　彰化斷層在北段、中段地形崖線形分布

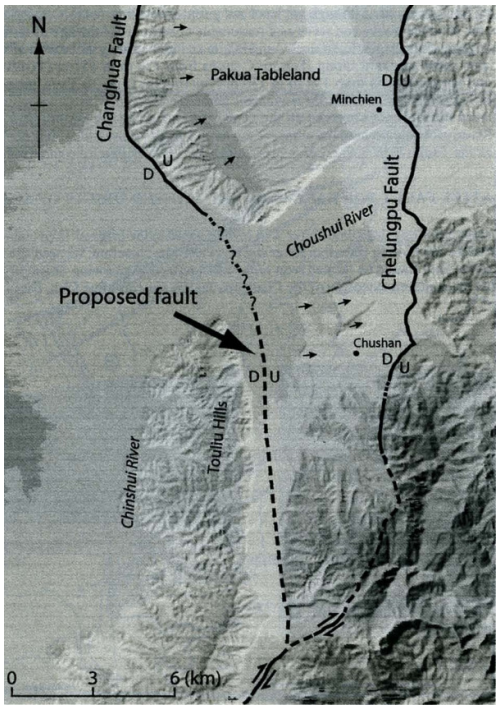
Fig4-1　The distribution of Changhua Fault scarp line in the northern and central sections



資料來源: 沈淑敏等(2005)

圖 4-2　彰化斷層在南段地形崖線形分布

Fig4-2　The distribution of Changhua Fault scarp line in the southern section



資料來源: Ota(2002)

圖 4-3　彰化斷層南延段地形線形及斷層可能分布

Fig4-3　The distribution of Changhua Fault scarp line in the southern extension section

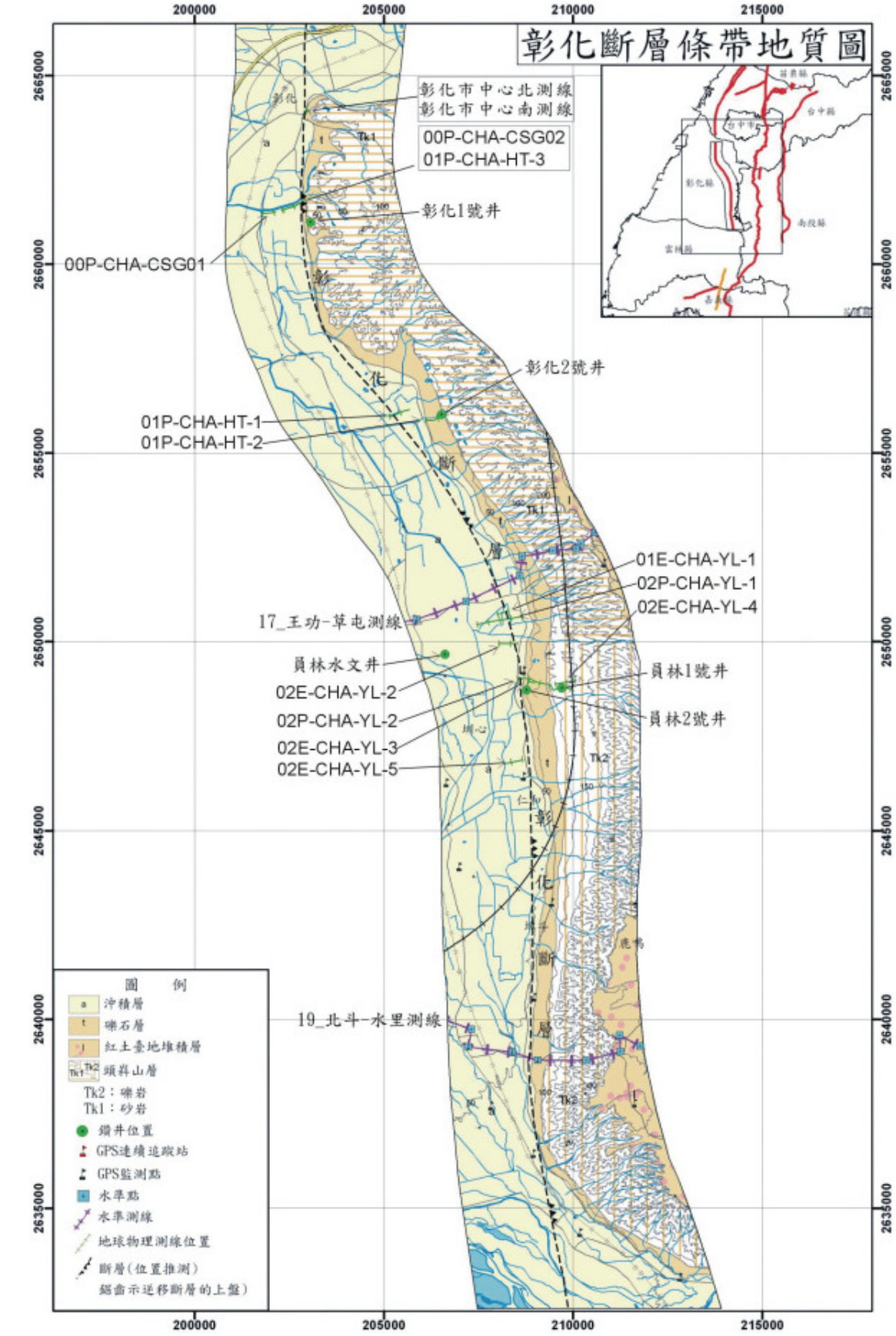
(2)地表地質特性

參考林啟文等(2008)彰化斷層條帶地質圖(圖 4-4)，彰化斷層沿線區域出露地層包括頭嵙山層(含上部、下部地層)、紅土臺地堆積層、礫石層與沖積層。頭嵙山層下部以厚層砂岩與砂頁岩互層為主，砂岩單層厚度約 50 公分至 3 公尺，常合併成數十公尺的厚層砂岩；頭嵙山層上部以厚層礫岩為主，局部夾透鏡狀礫石質砂岩。臺地堆積層主要為礫石及砂所組成，礫石礫徑由數公里至數十公分不等，頂部具紅土化現象。礫石層泛指八卦台地西坡(花壇以南至濁水溪)前緣與沖積平原交界所出露的礫石層，這些礫石層通常膠結疏鬆且層理不明顯，容易被認為是階地堆積層，特徵為這些礫石層並沒有平整的階面。現代沖積層以礫石及砂為主。

地表地質調查部分，至目前野外尚未觀察到彰化斷層的露頭，林啟文等(2008)在八卦背斜軸部的厚層砂岩與礫岩互層中，發現一高傾角斷層構造，可能是八卦背斜發育時伴隨形成的正移斷層。

對於彰化斷層之分段，陳勉銘(2003，2008)依八卦背斜由北至南不同的構造模式，以花壇、員林為界將彰化斷層分為北中南三段(圖 4-5)。彰化斷層北段，彰化背斜西翼地形傾角大於地層傾角(5 至 20 度)且發現明確地層層位落差，斷層已錯斷並延伸至地表上盤側頭嵙山層已逆衝至沖積層上。彰化斷層中段，彰化背斜西翼地形傾角約略平行地層傾角，由鑽探資料未發現斷層錯動證據及地層層位落差，推測斷層在本段仍為盲斷層。彰化斷層南段類似於中段。

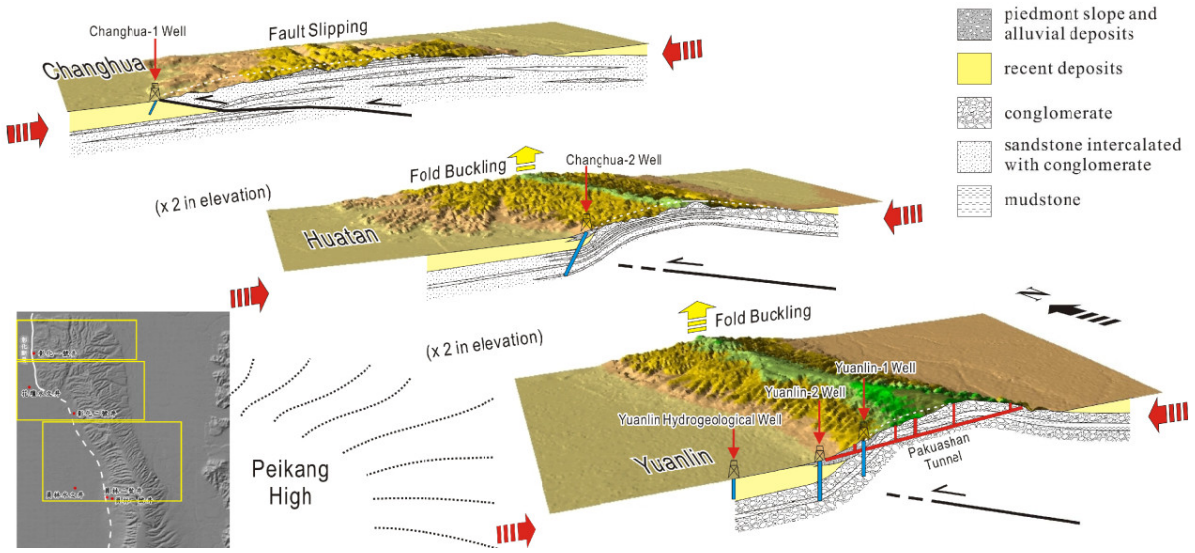
對於彰化斷層北延或南延之可能性，林啟文等(2008)以地質構造幾何形貌的角度分析，彰化斷層位於八卦台地西緣，而烏溪以北的大甲斷層位於大肚台地西緣，濁水溪以南的桐樹湖斷層則位於斗六丘陵的西緣，此 3 條斷層的東側皆存在台地或丘陵等和緩隆起地形、上盤側均出露頭嵙山層、上盤側均為背斜構造，包括大肚背斜、八卦背斜與內林背斜，因此認為這 3 條斷層可能連接(中國石油公司，1982、1986)，惟目前尚無明確地質證據。



資料來源:林啟文等(2008)

圖 4-4　彰化斷層條帶地質圖

Fig4-4　Regional Geological Map of Changhua Fault



資料來源:陳勉銘(2003，2008)

圖 4-5　彰化斷層各段東西向地質剖面示意圖

Fig4-5　Schematic geological cross-sections of the Changhua Fault's various sections

3.地下地質構造特性

在臺灣西部麓山帶的地質構造架構下，台灣中部在麓山帶形成一典型覆瓦狀排列的褶皺-逆衝斷層系統，彰化斷層屬於此一系列逆斷層構造最西緣(前緣)的逆衝斷層系統。

彰化斷層為頭嵙山層向西逆衝至沖積層之上的逆斷層，野外尚未發現彰化斷層的露頭，斷層沿線多以鑽井或地球物理探勘資料與鄰近露頭剖面為主。本計畫蒐集過去彰化斷層相關鑽探及地球物理探查成果，整理於表 4-1、表 4-2，平面圖參見圖 4-6，並依序由北至南介紹各地球物理測線及地質探查成果。

表 4-1　彰化斷層過去相關地球物理探測成果表

Table4-1　Geophysical survey results of Changhua Fault

測線編號	作者/調查單位	調查年份	地球物理類型	地層褶曲、傾斜
00P-CHA-CSG01	地調所	2000	震測	N
00P-CHA-CSG02	地調所	2000	震測	N
彰化市中心測線	地調所	2000	震測	Y
E1	許文立	2001	震測	Y
E2	許文立	2001	震測	Y
E3	許文立	2001	震測	Y
E4	許文立	2001	震測	Y
E5	許文立	2001	震測	Y
E6	許文立	2001	震測	Y
E7	許文立	2001	震測	Y

測線編號	作者/調查單位	調查年份	地球物理類型	地層褶曲、傾斜
TaDu1	許文立	2001	震測	N
TaDu10	許文立	2001	震測	N
TaDu11	許文立	2001	震測	N
TaDu2	許文立	2001	震測	N
TaDu3	許文立	2001	震測	Y
TaDu4	許文立	2001	震測	Y
TaDu5	許文立	2001	震測	Y
TaDu6	許文立	2001	震測	Y
TaDu7	許文立	2001	震測	Y
TaDu8	許文立	2001	震測	Y
TaDu9	許文立	2001	震測	Y
W1	許文立	2001	震測	N
W2	許文立	2001	震測	N
W3	許文立	2001	震測	N
W4	許文立	2001	震測	N
W5	許文立	2001	震測	N
W6	許文立	2001	震測	N
W7	許文立	2001	震測	N
02E-CHF-CH-1	石瑞銓	2002	地電阻	-
02E-CHF-CH-2	石瑞銓	2002	地電阻	-
02E-CHF-CH-3	石瑞銓	2002	地電阻	-
02E-CHF-YL-1	石瑞銓	2002	地電阻	-
02E-CHF-YL-2	石瑞銓	2002	地電阻	-
02E-CHF-YL-3	石瑞銓	2002	地電阻	-
02E-CHF-YL-4	石瑞銓	2002	地電阻	-
02E-CHF-YL-5	石瑞銓	2002	地電阻	-
01P-CHF-HT-1	石瑞銓	2003	震測	N
01P-CHF-HT-2	石瑞銓	2003	震測	Y
01P-CHF-HT-3	石瑞銓	2003	震測	N
01P-CHF-YL-1	石瑞銓	2003	震測	N
01P-CHF-YL-2	石瑞銓	2003	震測	N

表 4-2　彰化斷層過去相關地質鑽探探查成果表

Table4-2　Geological drilling results of Changhua Fault

鑽井編號	探查深度(公尺)	作者/調查單位	調查年份
八卦山 1 號	1583	周瑞敦(中油)	1971
八卦山 2 號	1618	周瑞敦(中油)	1971
二水	115	地調所水文組	1993
員林	204	地調所水文組	1994
國聖	200	地調所水文組	1994
東芳、彰化、觸口	-	地調所水文組	1996
員林 1 號	395	地調所區域地質組	2003
員林 2 號	420	地調所區域地質組	2003
彰化 1 號	150	地調所區域地質組	2003
彰化 2 號	471	地調所區域地質組	2003
社頭	250	地調所環工組	2005

鑽井編號	探查深度(公尺)	作者/調查單位	調查年份
彰化市 1 號	70	陳文山	2007
彰化市 2 號	70	陳文山	2007
大肚 2 號	160	石瑞銓	2008

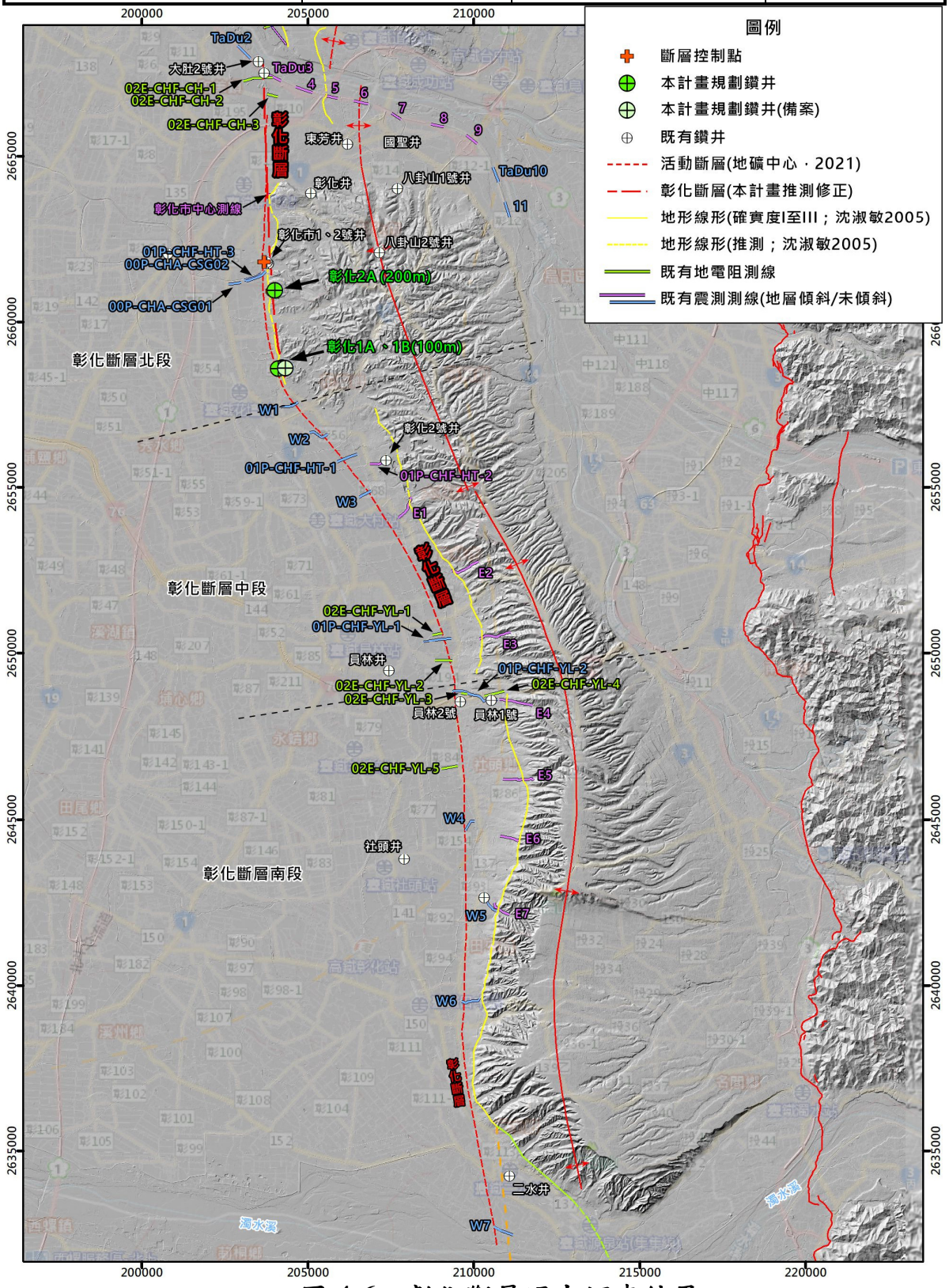


圖 4-6　彰化斷層過去調查結果

Fig4-6　Survey results of Changhua Fault

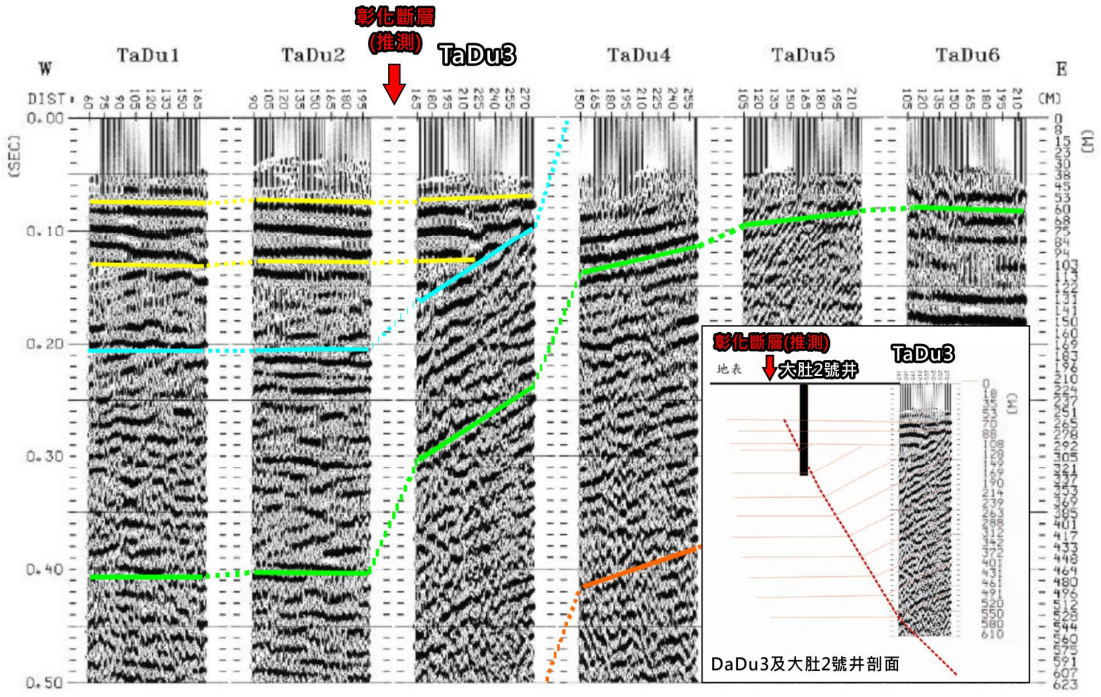
(1)地球物理探查

彰化斷層北端，過去學者認為可能向北與大甲斷層相接，但無足夠證據佐證，可參照 Tadu(大肚)剖面(包含 11 條廣域震測測線 Tadu1 至 Tadu11；許文立，2001)、地電阻剖面之 02E-CHF-CH-1 至 02E-CHF-CH-3(石瑞銓，2002)、01P-CHF-HT-3(石瑞銓，2003)，以及大肚 2 號井(石瑞銓，2008)調查成果。

在 Tadu(大肚)剖面 TaDu3 震測剖面(圖 4-7)發現在淺層近水平地層之下，覆蓋著不整合朝西傾斜地層，傾角約 35 度，可以證實八卦台地西緣地層隆起現象確有向北延伸並北延至大肚台地，但斷層是否形成錯動、或發育至地表則尚無法證明。彰化斷層應通過大肚 2 號井至 TaDu3 震測剖面之間。

地電阻剖面 02E-CHF-CH-1(石瑞銓，2002)成果則顯示(圖 4-8)，於剖面里程約 320 公尺處發現電阻率異常變化帶，推測可能為彰化斷層通過處，與 Tadu(大肚)剖面成果近似。

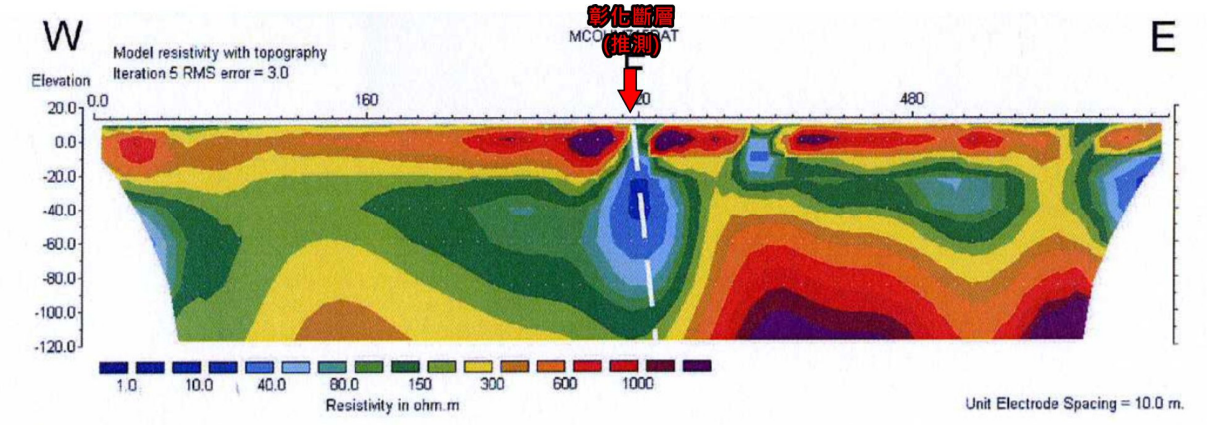
在彰化市剖面西側，震測剖面 01P-CHF-HT-3(石瑞銓，2003)成果顯示(圖 4-9)近地表地層平整側向延伸，顯示無斷層逆衝跡象，本計畫推測彰化斷層可能通過該震測剖面東側。



資料來源:許文立(2001)、石瑞銓(2002)

圖 4-7　大肚 2 號井及 TaDu(大肚)震測剖面

Fig4-7　TaDu No.2 well and TaDu seismic profile



資料來源:許文立(2001)、石瑞銓(2002)

圖 4-8　02E-CHF-CH-1 地電阻剖面

Fig4-8　02E-CHF-CH-1 resistivity profile

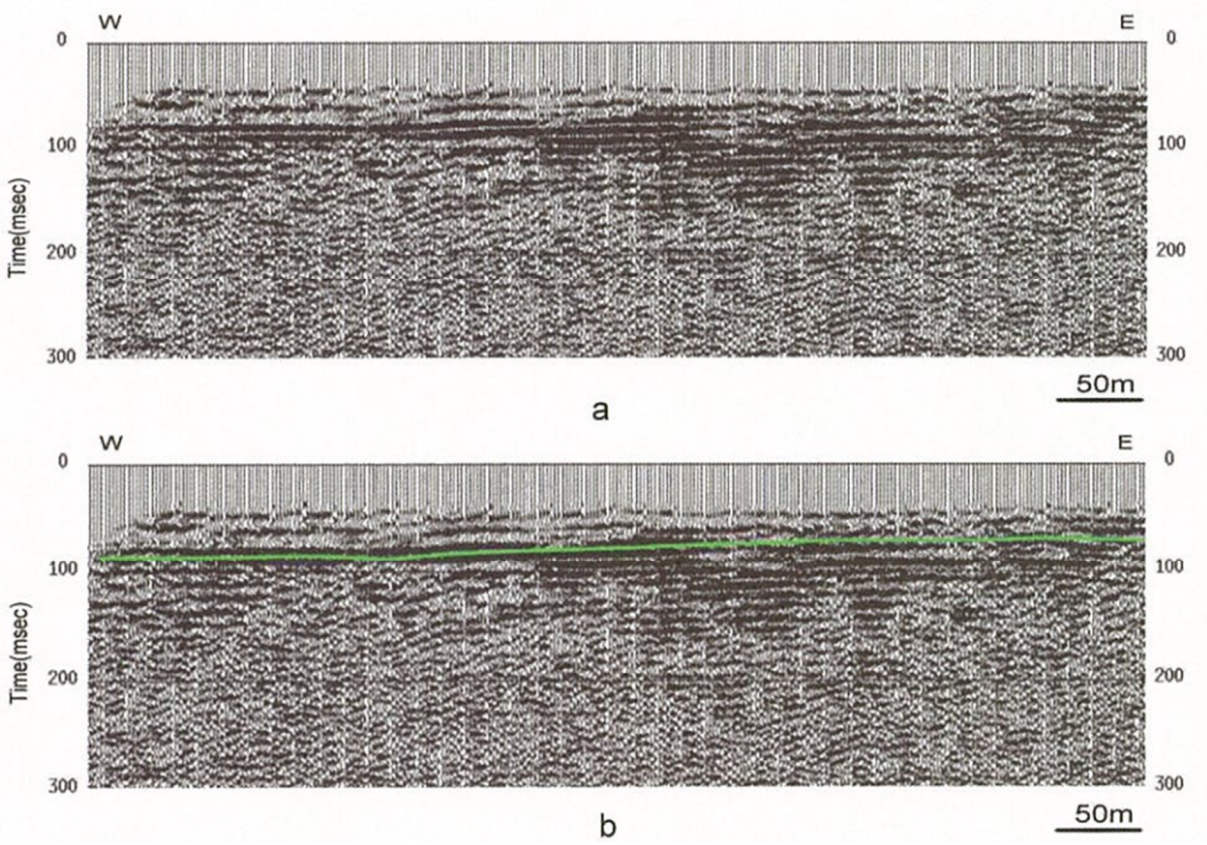
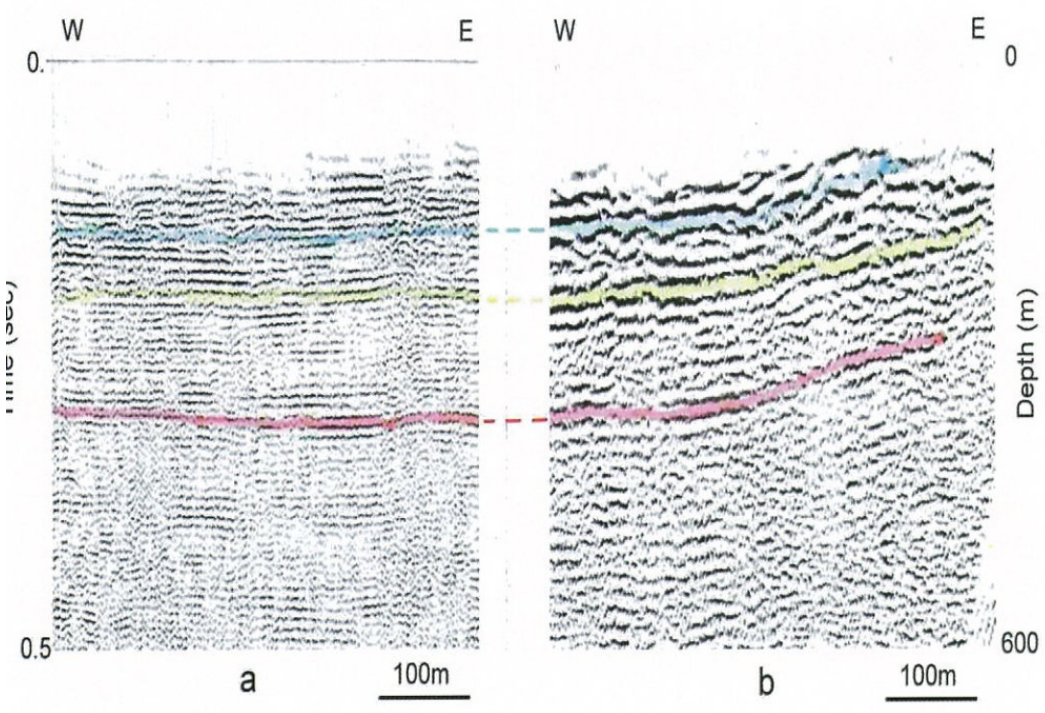


圖 4-9　01P-CHF-HT-3 震測剖面

Fig4-9　01P-CHF-HT-3 seismic profile

在彰化斷層中段，花壇至員林地區，根據許文立(2001)與石瑞銓(2002、2003)在本區震測剖面(圖 4-10)，地層在沈淑敏(2005)判釋之斷層線形西側就已出現抬升跡象，如測線 01P-CHF-HT-2、E1，同時地層抬升跡象也在地礦中心(2021)之彰化斷層線東側出現，如測線 01P-CHF-HT-1、01P-CHF-YL-1、W2、W3。顯示本段地層開始抬升處應位於沈淑敏(2005)判釋地形崖和地礦中心(2021)彰化斷層線之間，

此處為彰化斷層向近地表發育時最可能發生破裂之位置。本段八卦山背斜西翼地層傾角約 15 度。



資料來源:石瑞銓(2003)

圖 4-10　震測剖面 01P-CHF-HT-1、2(位於彰化斷層上下盤兩側)

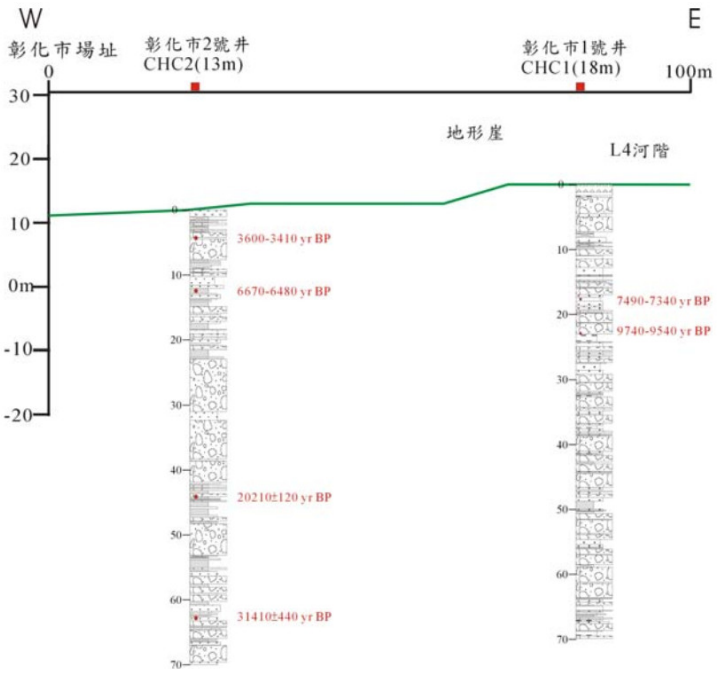
Fig4-10　01P-CHF-HT-1 and 01P-CHF-HT-2 seismic profile

在彰化斷層南段，員林至二水地區，根據許文立(2001)與石瑞銓(2002、2003)震測剖面，與彰化斷層中段類似，受八卦山背斜影響之地層開始抬升處位於沈淑敏(2005)判釋地形崖和地礦中心(2021)彰化斷層線之間，可能為彰化斷層向近地表發育時最可能發生破裂之位置，其分布大略位於測線 E4~E7 西側、W6 及 W7 東側。

(2)地質鑽探

在彰化斷層北端、烏溪南岸，位於斷層下盤側大肚 2 號井(石瑞銓，2008)地層以礫岩及砂岩為主，淺處地層近水平，至深度 120~140 公尺處地層傾斜 5 至 10 度，研判此井位於斷層下盤，近斷層前緣或尖端處。

在彰化斷層北段，彰化市剖面(陳文山等，2007；圖 4-11)根據斷層地形崖兩側之彰化市 1、2 號井井錄，根據河流沉積層年代，發現兩鑽井沉積層無垂直錯移跡象，研判此兩口井位置都還位於彰化斷層上盤(鄰近 150 公尺處有一傾向西約 30°的頭嵙山層砂岩)。

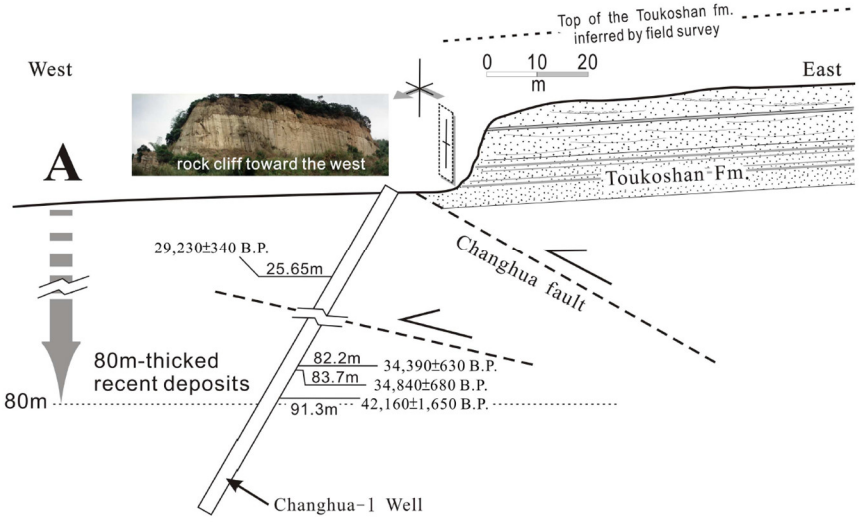


資料來源: 陳文山等(2007)

圖 4-11　彰化市剖面地質鑽探剖面

Fig4-11　Geological profile of Changhua City

彰化 1 號井剖面(陳勉銘，2008；圖 4-12)，根據彰化 1 號井(向西 60 度傾斜斜井)四萬兩千年後達 80 公尺的沉積層，與該井東側 20 公尺出露的頭嵙山層，顯示八卦台地與西側平原已錯移至少百公尺以上，並據此推斷彰化斷層北段已逆衝至地表，此為斷層控制點 2。另外，根據彰化 1 號井井錄，在深度 74.3~74.5 公尺處發現具有擦痕之黑色夾層，本計畫認為可能為與彰化斷層關聯的剪切面。

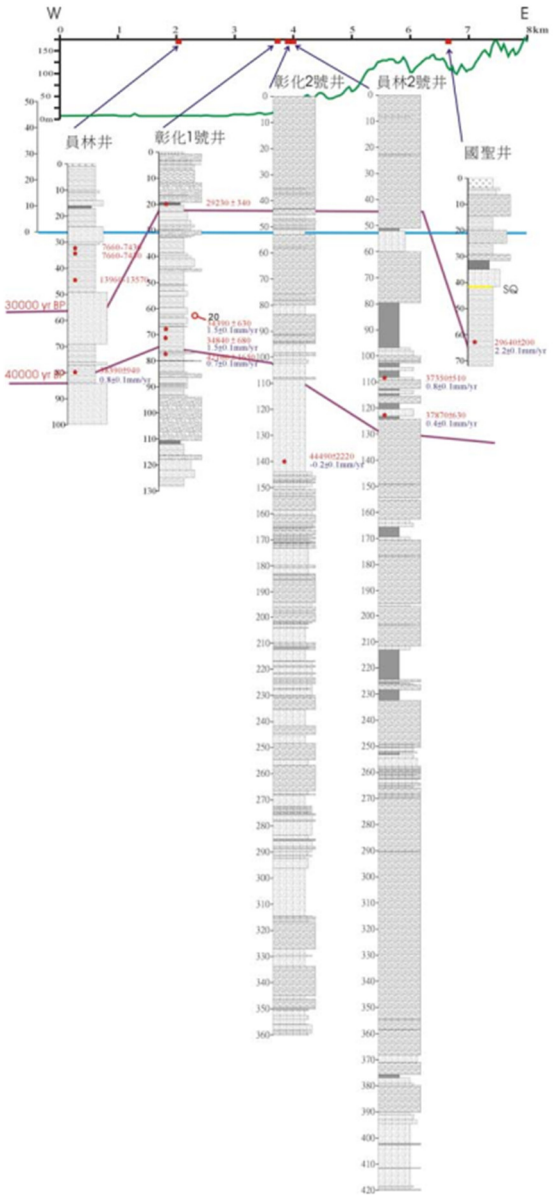


資料來源:陳勉銘(2008)

圖 4-12　彰化 1 號井剖面

Fig4-12　Geological profile of Changhua No. 1 well

在彰化 2 號井(陳勉銘，2003；陳文山等，2007；圖 4-13)，彰化 2A 井(向西 60 度傾斜斜井)在 103 公尺以上主要為礫石層，可能為八卦台地抬升時堆積於背斜西翼之堆積物，其礫石比例近似於彰化 1 號井，剪切帶部分僅在 2A 井 163.86 公尺發現約 2 公厘層面斷層泥，以及 163.75~164.8 公尺處少數 45~50 度破裂面，其餘無發現斷層相關剪裂面。彰化 2B 井(向西 60 度傾斜斜井)在 380~395 公尺出現富含化石砂泥層，近似於八卦山背斜處出露地層，另在井深 403.56~405.653 公尺處發現 6 處厚度小於 14 公厘的層面斷層泥帶，可能是重要的滑動面，但不確定是否為彰化斷層或其分支斷層。

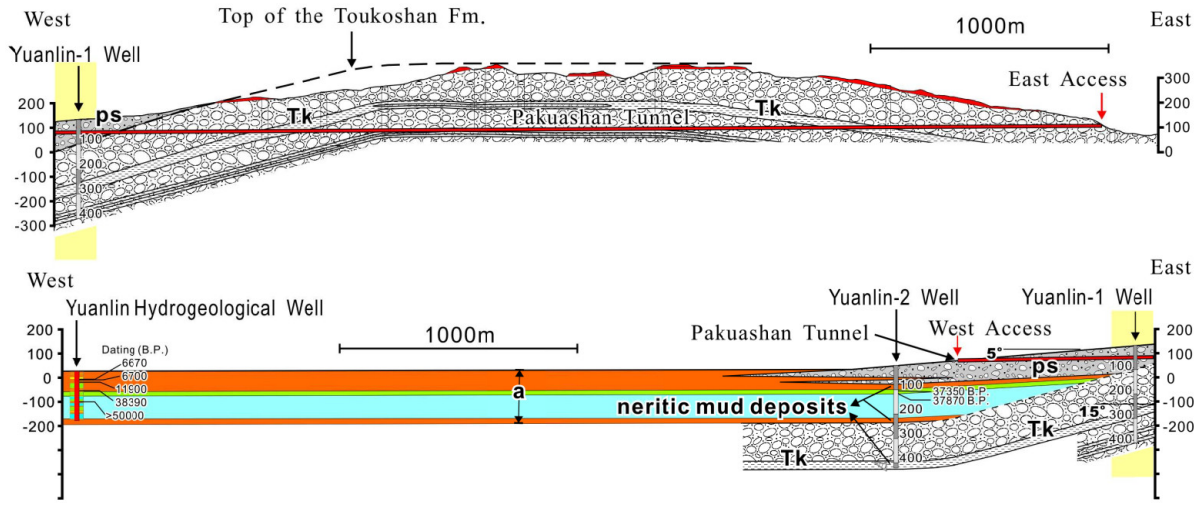


資料來源:陳文山等(2007)

圖 4-13　彰化 2 號井及鄰近鑽井剖面

Fig4-13　Changhua No. 2 well and adjacent drilling profiles

在彰化斷層南段、八卦山隧道剖面，包含員林、員林 1 號、員林 2 號鑽井(陳勉銘，2003、2008；圖 4-14)。靠近斷層之員林 1、2 號井皆未發現斷層剪切構造，且八卦山隧道開挖地質紀錄及員林、員林 1 號、員林 2 號井間皆能發現可供對比之地層，顯示八卦山背斜中-南段之西翼向西傾覆於平原區之下，至少在地表淺部仍未見明顯層位落差，因而推斷現今仍為盲斷層，本段八卦山背斜西翼地層傾角約 30 度。



資料來源:陳勉銘(2003、2008)

圖 4-14　八卦山隧道地質剖面

Fig4-14　Geological Profile of Baguashan Tunnel

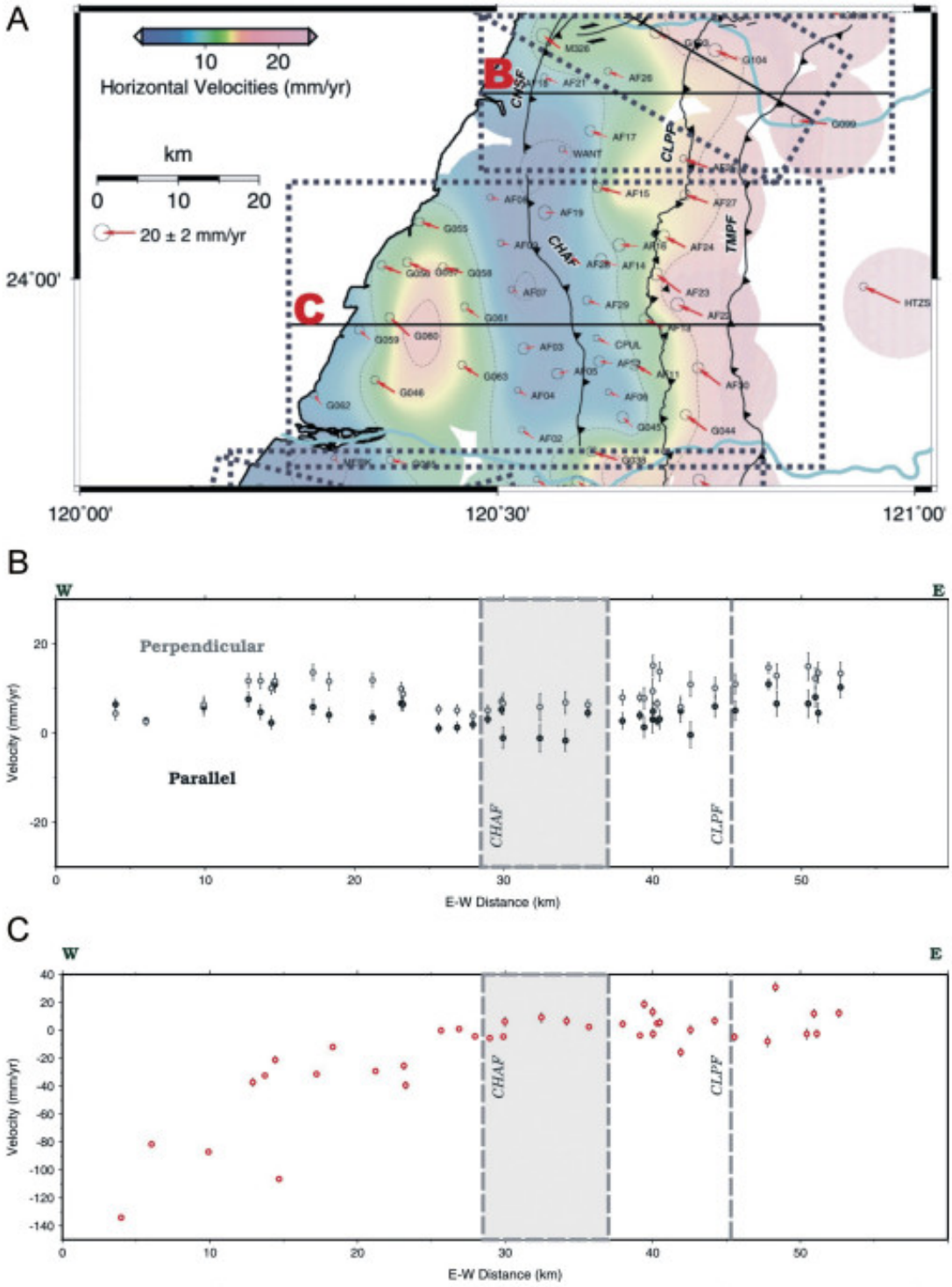
4.斷層活動特性

歷史文獻記載過去臺中彰化一帶曾發生兩起大地震，分別為 1845 年臺中地震，規模 6.0，及 1848 年彰化地震，規模 7.2。由 1848 年地震災害分布區域推測此地震可能與大甲-彰化斷層活動有(Tsai, 1985;Lee and Lin, 2004)。

斷層長期滑移速率部分，陳文山等(2008)根據八卦台地北部及彰化平原地區鑽井之沉積環境及定年資料，排除濱海平原地層下陷之影響，估算彰化斷層垂直滑移速率約 4.3~6.3 mm/yr。

饒瑞鈞等(2006)以 GPS 資料 1996~1999 年間跨過彰化斷層的水平速度場變化(圖 4-15)，平行斷層走向的分量為-2.1 mm/yr，呈右移形式；垂直斷層走向的分量為 3.7 mm/yr，呈壓縮形式；高程方向抬升速率為

8.4 mm/yr。



資料來源：饒瑞鈞(2006)、林啟文等(2008)

圖 4-15　彰化斷層與車籠埔斷層南段 1996~1999 年速度場剖面圖

Fig4-15　Velocity field profile of Changhua Fault and Southern Chelungpu Fault from 1996 to 1999

(二)地表地質調查成果

根據過去地表地質調查、鑽探及地物探查，部分研究推測彰化斷層在北段(花壇以北)，斷層已切穿至地表附近，並有百公尺以上的錯移，由於沖積層及山麓堆積層掩覆、人為開發，目前地表露頭和鑽探仍未取得明確近地表地質證據及斷層活動性資料。

本計畫調查區域位於彰化斷層北段花壇區域，於沈淑敏(2005)判釋彰化斷層地形崖岩線及以西地形開始抬升的前緣區域，進行地表地質調查並依此規劃鑽探位置。地質調查位置參見圖 4-16，現地調查照片參見圖 4-17，說明如下:

位於沈淑敏(2005)判釋地形崖東側，出露頭嵙山層(圖 4-17，調查點 1、2)，地層朝西傾斜約 10 至 25 度之間，僅發現交錯層等沉積構造，未見斷層擾動構造。地形崖通過處現地則為一緩坡(圖 4-17，調查點 3)，推測原有線形已受侵蝕抹平，在 137 縣道西側則為八卦台地西緣地形抬升處(圖 4-17，調查點 4)，本計畫判釋地形崖線通過此處。

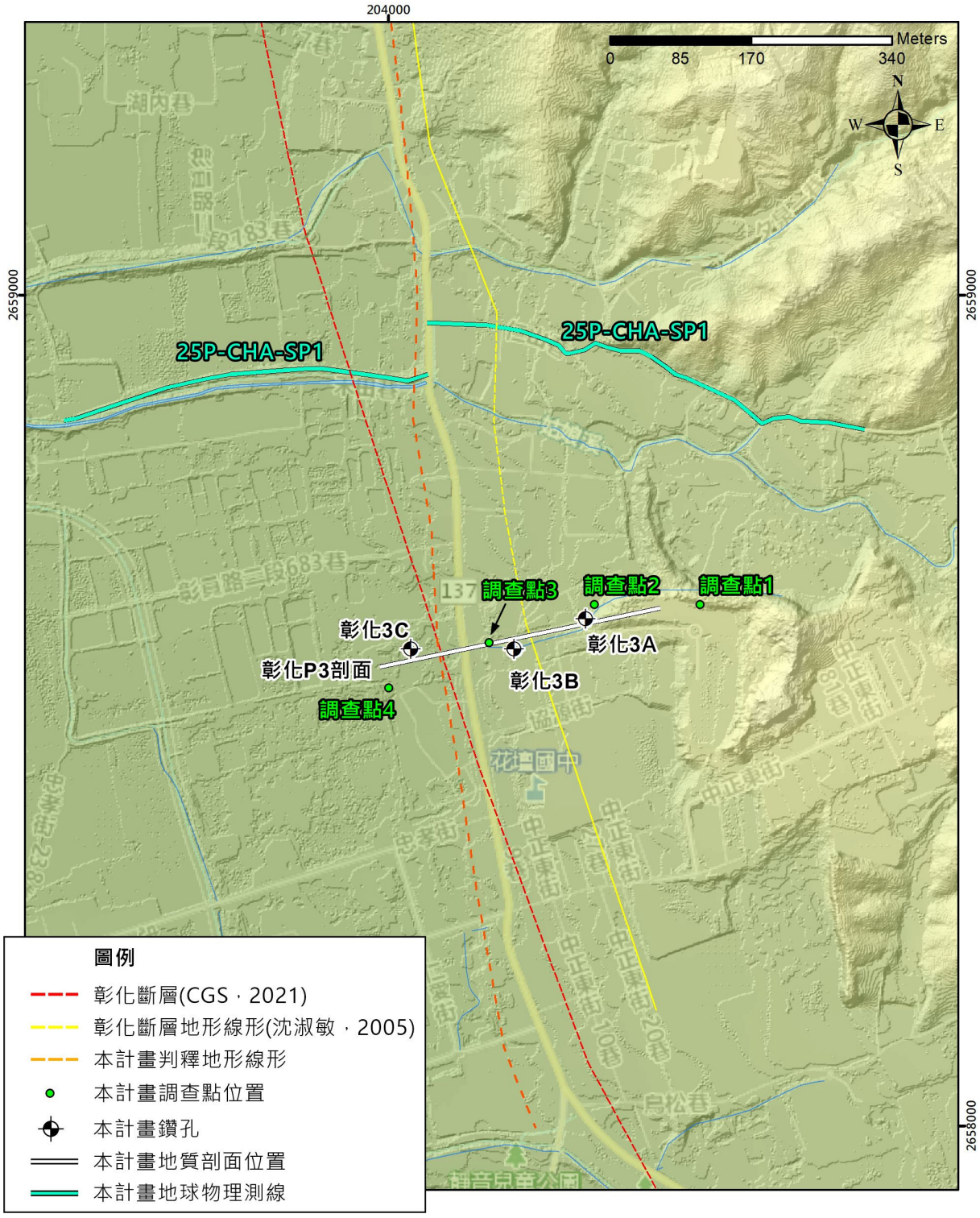


圖 4-16　彰化斷層地形陰影及地質調查位置

Fig4-16　Shaded relief and geological survey Locations of Changhua Fault



調查點 1，剖面東側出露頭岩山層，岩性以層狀砂岩為主，地層朝西傾斜約 25 度。	調查點 2，彰化 3A 井東側出露頭岩山層，地層朝西傾斜約 10 度。
調查點 3，沈淑敏(2005)判釋彰化斷層地形崖線西側，現況為一向西傾斜緩坡。	調查點 4，彰化斷層西側地形隆起前緣處，線形以東呈現緩坡。

圖 4-17　彰化斷層地質調查點現況

Fig4-17　Current status of geological investigation point at Changhua Fault

(三)地球物理探查成果

1.施測位置與相關參數說明

本反射震測使用 Geometrics 之 Geode 記錄系統，測線的波道數為 192 波道（共使用 8 組 Geode 記錄系統並聯，24×8），該儀器均具有 24 位元之取樣及記憶體，對反射信號之錄取極有幫助。儀器並設有前置濾波，在信號經過數位轉換器之前即予濾波，可有效壓抑大振幅的地面波雜訊。受波器採用 OYO 公司之 40 Hz 受波器，此受波器已證實可以有效壓低地面波、空氣波等雜訊，將微弱的反射信號表現出來（一般油工業震測則使用 8 Hz 受波器）。使用之人工震源為 IVI 之 EnviroVibe 震盪震源，掃瞄頻段 30 Hz～200 Hz，掃描時間長度 8 秒，

為自走式之輕型震源，施測效率高能量也夠大，為增加測深之必備儀器。

本計畫施測之測線編號為 25P-CHA-SP1，施測路線幾何如圖 4-18 所示，主要施測參數詳表 4-3。本施測採用由東向西順炸 48 個炸點，再由西向東回炸 48 個炸點，測線總長度為 1244 公尺，完成之震測剖面總長則為 1100 公尺。

表 4-3　測線 25P-CHA-SP1 施測幾何參數表

Table4-3　Table of survey geometry parameters for 25P-CHA-SP1

施測參數表			
震源	IVI EnviroVibe	遠站支距	820 m～908 m
震源掃描頻率	30 Hz～200 Hz	炸點間距	8 m
震源掃描時間	8 sec	最大重合數	48
震測儀	Geometrics Geode	取樣率	1 ms
波道數	192	紀錄長度	3 sec
接收器間距	4 m	炸點數	96
近站支距	56 m～144 m	低切濾波	35 Hz



圖 4-18　彰化斷層反射震測測線 25P-CHA-SP1 平面位置圖

Fig4-18　Plan view of reflection seismic survey line 25P-CHA-SP1, Changhua Fault

2.施測成果展示與說明

本計畫使用 CDP 法進行資料處理，重合剖面如圖 4-19 所示，剖面中水平軸為距離(公尺)，左側垂直軸是雙程走時(秒)，右側垂直軸是對應深度(公尺)，剖面中右側垂直軸與水平軸之比例為 1：1，以利比對應用。

由重合剖面結果來看(圖 4-20)，淺部地層(雙程走時 0.8 秒以內)連續性佳，雖地層有相當明顯向東彎曲上傾，但未見地層有明顯錯動或被斷層截切之現象。在深部地層(雙程走時 0.8 秒以上)的地層界面較為水平，和淺部地層之特性不同。另外，在雙程走時 0.6 秒、西側可見地層急折現象，可能為彰化斷層向西、地表側發展之前緣，惟仍未發現明顯錯動，尚待後續進一步探查釐清。

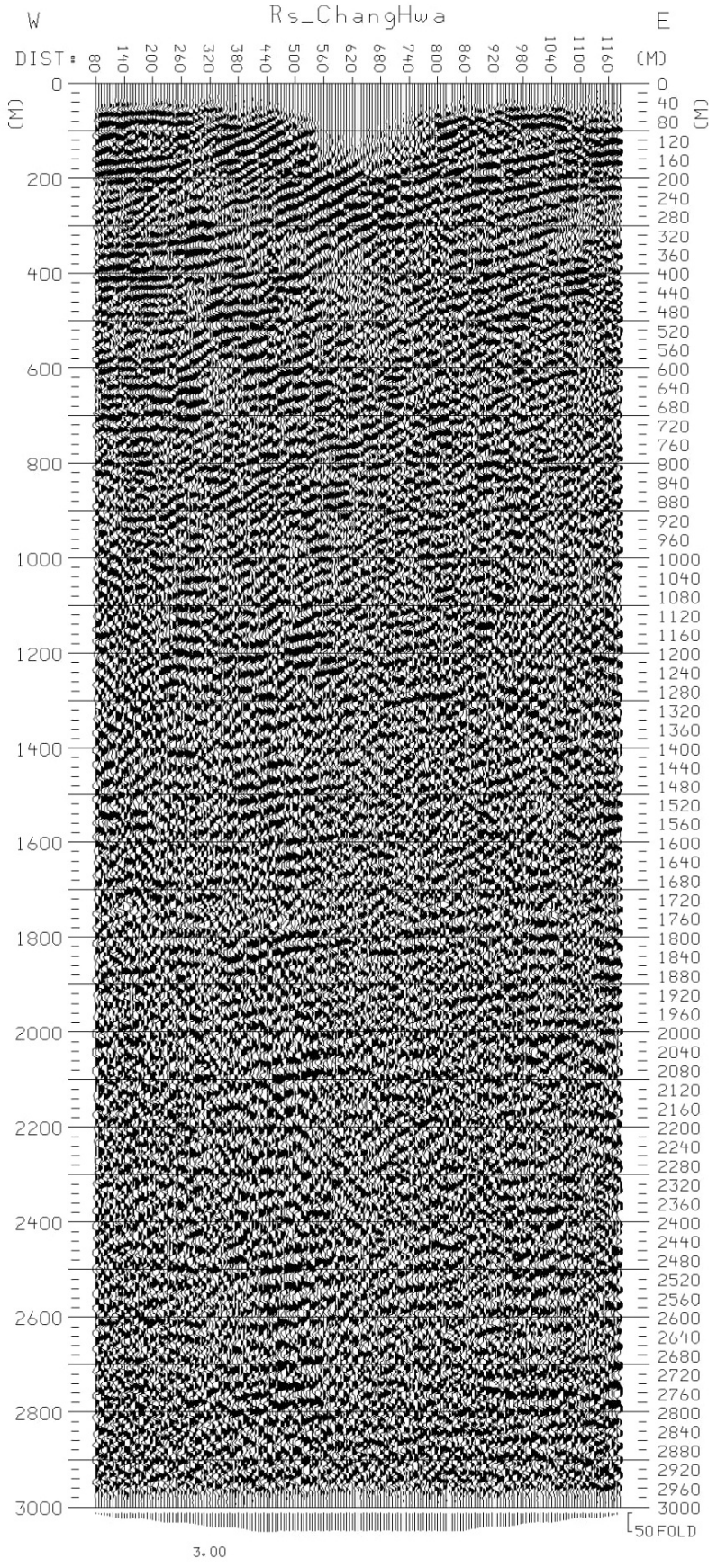


圖 4-19　25P-CHA-SP1 反射震測探查成果

Fig4-19　Reflection seismic survey results of 25P-CHA-SP1

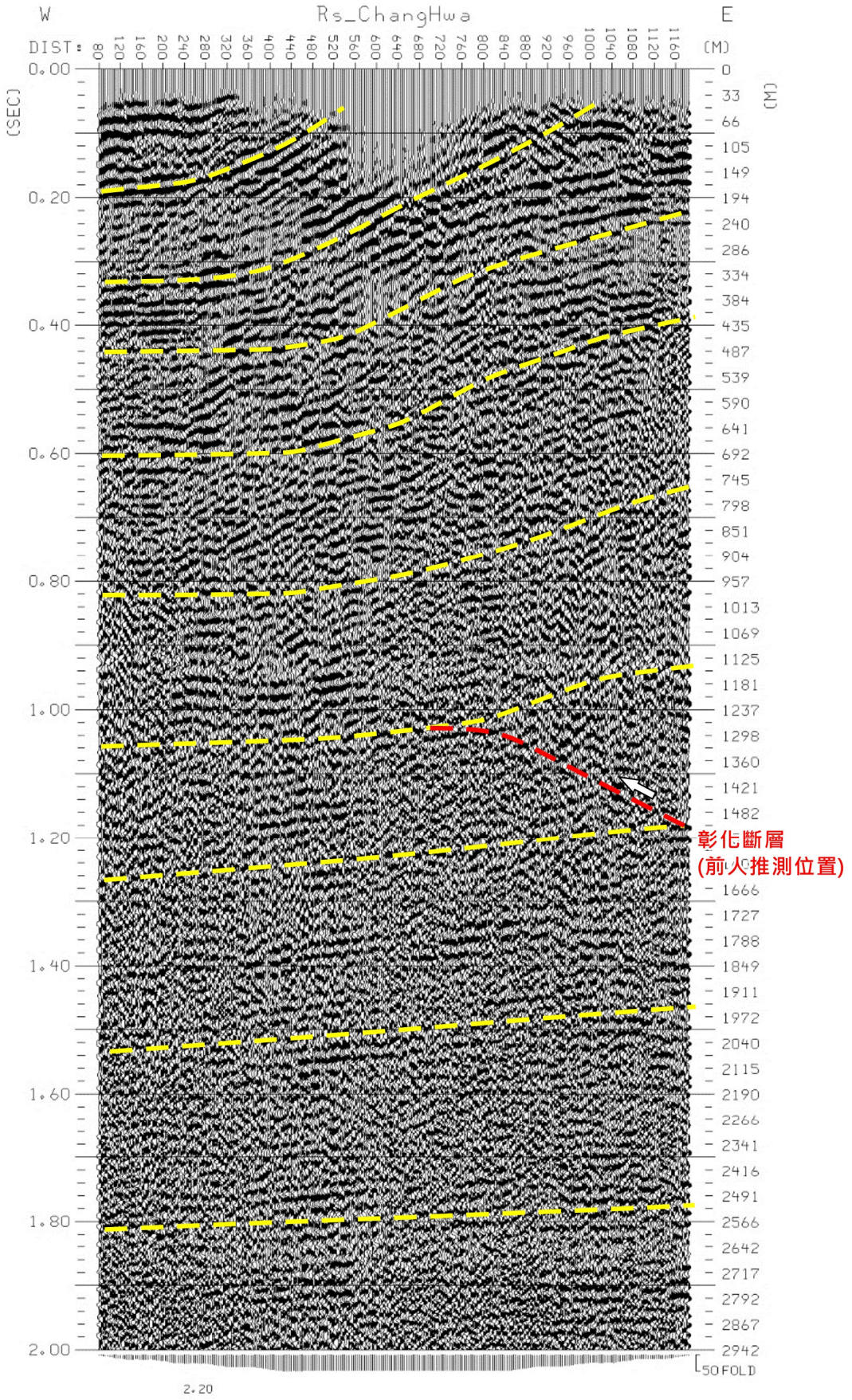


圖 4-20　25P-CHA-SP1 反射震測探查成果(解釋)

Fig4-20　Reflection seismic survey results of 25P-CHA-SP1(explanation)

(四)地質鑽探成果

本計畫經蒐集前人文獻、地形判釋及地表地質調查成果，於沈淑敏(2005)判釋地形崖線形與其西側地形抬生前緣處，規劃 3 處鑽探場址，依序為:彰化 3A 井(100 公尺深)、彰化 3B 井(200 公尺深)、彰化 3C 井(50 公尺深)。鑽探成果描述如下:

1.彰化 3A 井

位於彰化縣花壇鄉花壇國中北側、彰員路二段 632 巷東側，TWD97 坐標為(2658610.3, 204237.8)，孔口高程為 25.3 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~0.55公尺：回填層，部分有混凝土

0.55~1.53公尺：棕黃色中砂層

1.53~2.75 公尺：棕至灰色粉砂層

2.75~3.9公尺：棕色中砂層夾粉砂層

3.9~5公尺：棕黃色粉砂夾中砂層

5~7.9公尺：棕黃色中砂層

7.9~10.4公尺：灰色粉砂夾中砂層

10.4~11.5公尺：棕黃色中至粗砂層

11.5~14.5公尺：灰黑色粉砂與中砂互層，偶夾細礫石層

14.5~17.7公尺：灰白色粉砂偶夾中砂或細礫石層

17.7~21.8公尺：棕黃色細礫石偶夾中砂層

21.8~22.55公尺：灰白色粉砂層

22.55~34.85 公尺：灰黑色細礫石層

34.85~36.6 公尺：灰色粉砂層偶夾細礫石

36.6~38.6 公尺：灰黑色細至中礫石層

38.6~39.5公尺：灰色極粗砂層

39.5~45.15公尺：灰色細至中礫石層，偶夾粗礫石層，基質為細礫石

45.15~47.7 公尺：灰色細至粗礫石層，偶夾細砂層

47.7~49.1公尺：灰色極粗砂至細礫層偶夾粉砂，48.25m~48.75m 有剪裂面分布

49.1~50.15公尺：灰色粉砂偶夾中砂層

50.15~51.6公尺：灰色細至中砂層

51.6~56.4公尺：灰色細至中礫石層偶夾巨礫
56.4~59.4公尺：灰色中至粗礫石層
59.4~61.15公尺：灰色細礫石偶夾中至粗礫石層
61.15~63.9 公尺：黃灰色中砂層
63.9~66.7公尺：黃灰色細至中礫石層
66.7~67.1公尺：黃灰色細至粗礫石層
67.1~67.7公尺：黃灰色細至中礫石層
67.7~69.45公尺：黃灰色粗礫石層
69.45~69.6 公尺：棕灰色細礫石層夾極粗砂層
69.6~72.4公尺：灰色極粗砂偶夾細礫石層
72.4~72.7 公尺：灰色粉砂層
72.7~84.7 公尺：灰色細礫層偶夾粗礫石層
84.7~86.8公尺：灰色細至粗礫石層
86.8~87.7公尺：灰色極粗砂偶夾粉砂層
87.7~91.9公尺：灰色細礫石層，偶夾中礫石
91.9~96.9 公尺：灰色極粗砂層偶夾細礫石層
96.9~98公尺：灰色細礫石層偶夾中礫石層
98~99公尺：灰色細礫石與粗礫石互層
99~99.6公尺：灰色極粗砂層偶夾中礫石層
99.6~100 公尺：灰色粗礫石層

本鑽井岩心在 0.0~2.3 公尺為全新世沖積層，2.3~100.0 公尺為晚更新世沉積層，以砂層夾礫石層為主。地質構造部分，地層傾角介於 10 至 20 度，剪切面零星分布於 48 至 49 公尺處砂層中，剪切面傾角介於 25 至 60 度之間。

本鑽井於 49.9 公尺處提取有機沉積物(organic sediment)進行 C-14 定年，本取樣點鄰近 48.7 公尺處剪切面，目的為釐清剪切面的活動年代，定年結果為>43500 BP。於 50.45 公尺處提取有機沉積物(organic sediment)進行 C-14 定年，本取樣點為砂層，考慮 49.9 公尺處定年成果可能為二次搬運(rework)，故補充本取樣點，定年結果為 38140±440 BP(42684-41948 cal BP)。於 97.45 公尺處提取有機沉積物(organic sediment)進行 C-14 定年，本取樣點為粗砂層，目的為釐清本鑽井底部的堆積年代，定年結果為 38670±470 BP(42914-42153 cal BP)。於 98.2

公尺處提取有機沉積物(organic sediment)進行 C-14 定年，本取樣點為泥層，目的為釐清本鑽井底部的堆積年代，定年結果為 28010±150 BP(32298-31555 cal BP)。

2.彰化 3B 井

位於彰化縣花壇鄉花壇國中北側、彰員路二段 632 巷，TWD97 坐標為(2658574.3, 204151.6)，孔口高程為 23.1 公尺，井深為 200 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~6公尺：回填層，偶有磚塊及混凝土

6~6.25 公尺：黃棕色中砂層

6.25~6.7公尺：黃棕色粉土質細砂層

6.7~7.25公尺：黃棕色粗砂層

7.25~9.1公尺：黃棕色中砂層

9.1~15.65公尺：黃棕色粉土質細砂層，夾薄葉層炭質泥

15.65~16.45公尺：黃棕色中砂層，偶夾黏土

16.45~16.55 公尺：黃棕色粗砂層

16.55~17.85公尺：黃棕色粉土質細砂層

17.85~21.2公尺：淺灰色粉土質細砂層，偶夾粗砂，底部銹染

21.2~21.4公尺：黃棕色粗砂層

21.4~22.8公尺：黃棕色中砂層，偶夾黏土，具平行、交錯紋理

22.8~23.45公尺：黃棕色粉土質細砂層

23.4~525.1公尺：黃棕色中砂層，偶夾黏土，具平行紋理、銹染

25.1~27.6公尺：深灰色粉土質細砂層，具平行紋理及輕微生物擾動

27.6~28.6公尺：深灰色中砂層，偶夾粉土質細砂，具平行、交錯紋理

28.6~30.6公尺：深灰色粉土質細砂層，偶夾中砂，具平行紋理

30.6~31.85公尺：黃棕色粗砂層，偶夾粉土質細砂，具平行紋理，銹染

31.85~34.95公尺：深灰色粉土質細砂至粗砂層，具平行紋理及交錯層，銹染

34.95~36.25公尺：黃棕色粗砂層，具平行紋理及輕微生物擾動，銹染

36.25~37.75公尺：灰色粉土質細砂層，具平行紋理

37.75~38.4 公尺：灰黑色粗砂層

38.4~39.05公尺：灰黑色粉土質細砂層

39.05~40.85公尺：灰黑色粗砂層，偶夾粉土質細砂

40.85~44.65公尺：深灰色粉土質細砂層，偶夾中砂，具平行紋理及輕微生物擾動，含炭屑

44.65~45.5公尺：灰白色粉土質細砂層

45.5~47.8公尺：黃棕色粉土質細砂層，銹染

47.8~48.5公尺：灰白色粉土質細砂層，偶夾中砂，具平行紋理

48.5~61.55公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾粉土質細砂、卵礫石

61.55~61.9公尺：灰黑色粉土質細砂層

61.9~77.5公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾粉土質細砂、卵礫石

77.5~77.75公尺：深灰色中砂層

77.75~78.5公尺：棕色粗砂層

78.5~78.7公尺：灰白色礫石層

78.7~86公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

86~87.7公尺：深灰色粉土質細砂層，偶夾細礫

87.7~96.9公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

96.9~97公尺：灰白色礫石層

97~98公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

98~100.35公尺：黃棕色粉土質細砂層，偶夾中砂

100.35~101.75公尺：黃棕色粗砂層

101.75~104.55公尺：黃棕色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

104.55~104.65公尺：灰黑色粗砂層，104.55m~104.65m 剪裂面

104.65~106.35公尺：黃棕色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

106.35~106.6公尺：淺灰色粗砂層，夾黑色炭質物

106.6~107.5公尺：黃棕色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

107.5~114.35公尺：灰黑色細礫至粗礫質粗砂層

114.35~115.05 公尺：黃棕色砂質細礫至粗礫層，偶夾黏土，114.45~114.6、114.65~114.8 剪切面

115.05~122.3公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石，116.2m~116.3m、117.1m~117.2m、117.45m、剪切面

122.3~125公尺：黃棕色粉土質細砂至粗砂層，具平行紋理及輕微生物擾動

125~129.75公尺：灰黑色中砂層，具平行紋理

129.75~137.4公尺：灰黑色粗砂層，具平行紋理

137.4~146.8公尺：灰黑色粗砂層，偶夾卵礫石，142.65m~142.7m、142.9m~143m、143.4m~143.6m、145.2~145.65m 剪裂面

146.8~153.9公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

153.9~154.6 公尺：黃棕色粗砂層

154.6~166.6 公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

166.6~166.9公尺：黃棕色細礫質細砂層，含黏土

166.9~167.25公尺：黃棕色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

167.25~170.2 公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

170.2~171.2公尺：灰黑色粗砂層

171.2~174.2公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

174.2~175公尺：黃棕色細礫質細砂層，含黏土

175~180.2公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

180.2~180.8公尺：灰黑色粗砂層，180.3m~180.65m 剪裂面

180.8~185公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

185~190.45 公尺：灰黑色粗砂層，具平行紋理，偶夾卵礫石

190.45~195.6 公尺：灰黑色砂質細礫至粗礫層，偶夾卵礫石

195.6~199 公尺：黃棕色粉土質細砂層，197.45m~197.5m、198m~198.3m 剪裂面

199~200公尺：灰黑色粗砂層

本鑽井岩心在 0.0~6.0 公尺為全新世沖積層或回填層，6.0~200.0 公尺為晚更新世沉積層，以砂層及細礫石層為主。地質構造部分，地層傾角介於 5 至 20 度，剪切面零星分布於 139 公尺以下之砂層中，剪切面傾角介於 25 至 65 度之間。

3.彰化 3C 井

位於彰化縣花壇鄉花壇國中北側、彰員路旁，TWD97 坐標為(2658574.1, 204027.4)，孔口高程為 16.4 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~3公尺：回填層，偶有磚塊與廢棄麻布袋

3 ~3.3 公尺：灰色泥層

3.3~5.1 公尺：棕灰色粉砂層

5.1~7.6公尺：棕色中顆粒砂層

7.6~8.4公尺：棕色粗至極粗砂層

8.4~10.25公尺：棕色極粗砂，偶夾中至粗礫
10.25~10.8 公尺：棕色粉砂層
10.8~12公尺：棕色粗至極粗砂層偶夾粉砂層
12~16.45 公尺：灰至棕色極細砂至粉砂層
16.45~18.6 公尺：棕色細砂層
18.6~20 公尺：棕色粉砂夾泥層
20~28公尺：灰色粉砂夾泥層，偶夾中砂
28~29.2公尺：棕至灰色粉砂夾泥層
29.2~31 公尺：灰色極細至中砂層
31~31.5公尺：灰色泥夾細砂層
31.5~34.3公尺：灰色粉砂夾砂層
34.3~35.2公尺：灰色中砂層
35.2~35.5公尺：灰色粉砂層
35.5~36.2公尺：灰色中砂與粉砂互層
36.2~37.7公尺：灰色泥偶夾中砂層
37.7~38.45公尺：灰色中顆粒砂
38.45~38.8 公尺：灰色泥
38.8~39.5公尺：灰色中至粗顆粒砂
39.5~39.9公尺：灰色粉砂夾中至粗砂
39.9~40.72 公尺：灰色中至粗砂偶夾粉砂
40.72~41公尺：灰色粉砂
41~41.4公尺：灰色中砂，41.3m 剪裂面
41.4~42.12公尺：灰色泥夾粉砂，41.7m~41.8m 剪裂面
42.12~43.85公尺：灰色粗砂，42.65m、42.75m 與 42.9m 剪裂面
43.85~45.52公尺：灰色泥夾細砂
45.52~47.5公尺：灰色粗砂
47.5~51.1公尺：灰色泥夾粉砂，48.65m 剪裂面
51.1~55公尺：灰白色泥偶夾粉砂
55~57.3公尺：灰色細至中礫
57.3~61.1公尺：灰色泥夾粉砂至細砂，57.4m~57.8m、58.4m~58.5m、58.82m 剪裂帶
61.1~67.7公尺：黃棕色粉砂夾泥

67.7~69.6公尺：黃棕色細至中礫夾粉砂

69.6~74.1公尺：黃棕色粉砂夾泥

74.1~77.35 公尺：黃棕色粉砂夾細至中礫

77.35~79.1 公尺：黃棕色中礫

79.1~82.85公尺：黃棕色中至粗礫

82.85~85.3公尺：棕灰色泥夾粉砂，83.6m、83.7m 剪裂面

85.3~87.05公尺：灰色中砂夾泥，85.5m~85.8m、86m~86.6m 剪裂面

87.05~90.23公尺：灰色泥夾粉砂

90.23~90.8 公尺：灰色細砂與粉砂互層

90.8~96.3 公尺：灰棕色粉砂夾細砂

96.3~97公尺：灰棕色中砂

97~97.8公尺：灰棕色粉砂

97.8~98公尺：灰棕色細至中砂

98~98.62公尺：灰棕色粉砂

98.62~99.45公尺：灰棕色細砂夾粉砂，98.6~98.8m、99.3~99.45m 剪裂面

99.45~100 公尺：灰棕色粉砂夾泥

本孔岩心在 0.0~100.0 公尺皆為晚更新世沖積層，沖積層組成為砂夾礫石層及泥層，屬於八卦山山麓礫石質堆積層。地質構造部分，本孔在 0~57 公尺地層近似水平，在 57 公尺以下傾角轉為 25 至 45 度之間，剪切面分布於本孔 41~43 公尺、47~48 公尺、57~60 公尺、85~87 公尺、92.5 公尺處，剪切面傾角介於 35 至 50 度之間，從剪切面錯移地層之形貌可見皆屬於逆移剪切面。

本鑽井於 43.0 公尺處提取有機沉積物 (organic sediment)進行 C-14 定年，緊鄰 42.9 公尺處的剪切帶，目的為釐清剪切帶的活動年代，定年成果為 32060±220BP(36932-36008 cal BP)。

(五)地下地質探查成果討論

本計畫於彰化縣花壇國中北側完成鑽探探查，繪製彰化 P3 地質剖面。剖面說明如下:

本剖面鑽井包含彰化 3A(100 公尺)、彰化 3B(200 公尺)、彰化 3C 井(100 公尺)(圖 4-21)。

地形上，由於八卦台地西緣長期的侵蝕作用及人為開發，線形崖特徵不甚明顯，沈淑敏(2005)判釋之線形崖通過剖面水平里程 185 公尺處。

鑽探成果顯示，剖面近地表皆覆蓋晚更新世沉積層，以細礫石層夾砂層為主，偶夾粉砂及泥層。

地質構造部分，各鑽井層面傾角介於 5 至 35 度，並且剖面東側地表地質露頭可見交錯層等沉積構造，推測本剖面大型圓丘狀交錯層理(HCS)構造發達。本剖面剪切面多以砂層中變形條帶為主，少數為泥層剪切面，大多零星分布於彰化 3B 井深度 104 公尺以下及彰化 3C 井 16 公尺以下，剪切面傾角介於 20 至 70 度，並可見層間剪切現象，綜觀所有鑽井資料，仍未發現斷層的主要及次要剪切帶，僅發現零星的微型層間剪切面及高傾角剪切面。

綜合前述，由本剖面鑽探鑽遇地層及剪切面產狀分布，本計畫認為彰化斷層仍位於本剖面下方深處，但可以確定由於深處的斷層活動，其壓縮的構造活動有反映在本剖面近地表的微型剪切面上。

彰化 3C 井 43.0 公尺鄰近剪切面處之定年結果，為 32060±220BP (36932-36008 cal BP)。

建議後續補充地質鑽探於彰化 3C 井西側補充深度 400 公尺以上之深鑽井，以釐清深處彰化斷層剪切構造之分布。

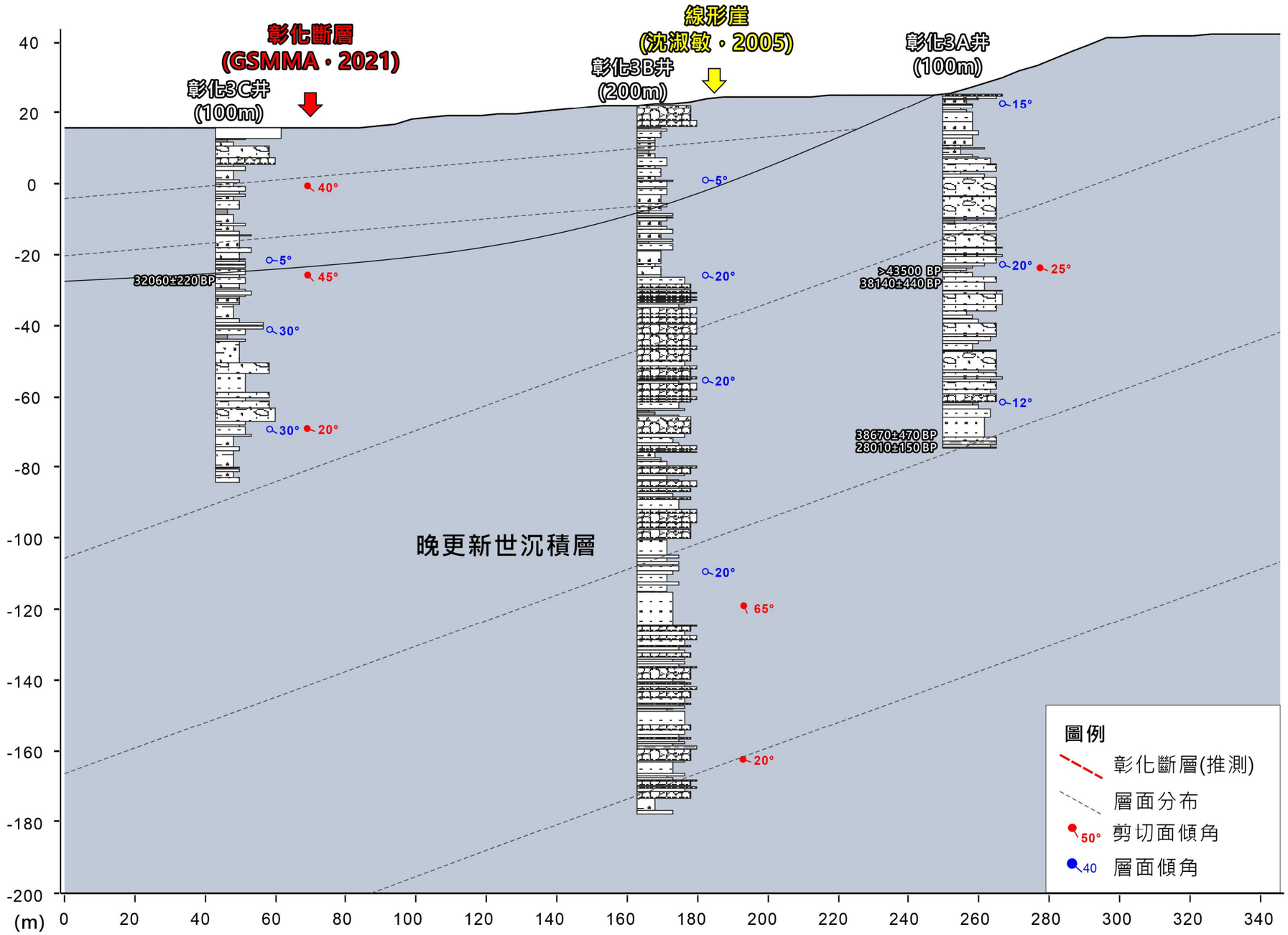


圖 4-21　彰化斷層-彰化 P3 地質剖面

Fig4-21　Changhua Fault - Changhua P3 Geological Profile

五、觸口斷層調查成果

(一)基本資料及過去研究

1.斷層位置與長度

本斷層為逆移斷層，根據其地質構造特性可分為南、北二段；北段線形為南北走向，由嘉義縣竹崎鄉金獅村延伸至番路鄉觸口村；南段為北北東走向，自嘉義縣觸口村延伸至台南市白河區關子嶺區域。整體而言，觸口斷層總長度約 28 公里長(林啟文等，2007)。

2.地形與地表地質特性

(1)地形特性

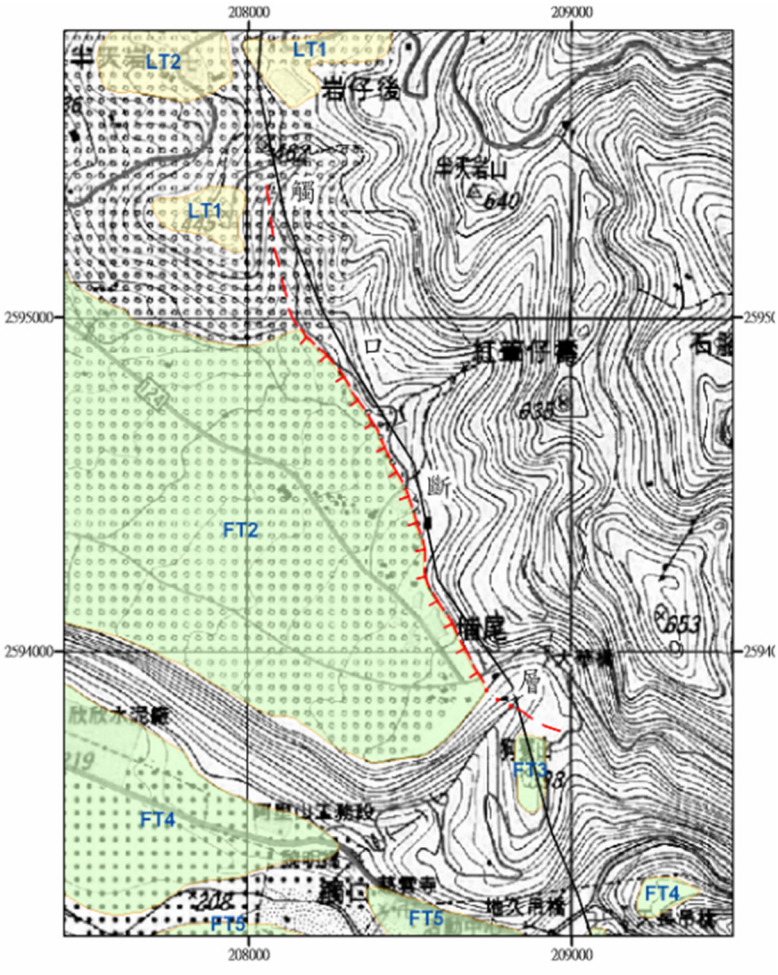
觸口斷層西側下盤區域，為丘陵區屬斗六丘陵及嘉義丘陵，該區域地形呈現向西傾之坡面；斷層東側為山地區域。以下茲就觸口斷層南、北段(嘉義縣觸口村為界)分別概述其地形特性。

觸口村以北區域部分，沈淑敏等(2006)，以數值地形判釋嘉義縣觸口區域北側地形，認為該處山麓線界與丘陵和階面 FT2(客庄面)之間東高-西低，斷層確實度屬 II 級；該處南北兩端延伸數百公尺線形谷地，其確實度數 III 級(圖 5-1、圖 5-2)。

河階面分布之分布，沈淑敏等(2006)將觸口鄰近區域分為(自高至低)FT2、FT3、FT4、FT5 等，其中以 FT3 以及 FT4 等二階面概略位於觸口斷層上盤，本案認為此些階地可能為觸口斷層活動後，八掌溪下侵而殘存之可疑階面(圖 5-1)。

張國禎(2014)以一米網格光達數值地形搭配現地覆核等方式，研判觸口斷層整體線形分布。其研究結果顯示，觸口斷層北段 LiDAR 判釋線形連續性尚可，大致與林啟文等(2007)條帶地質圖中展示之斷層位置吻合(圖 5-3)。

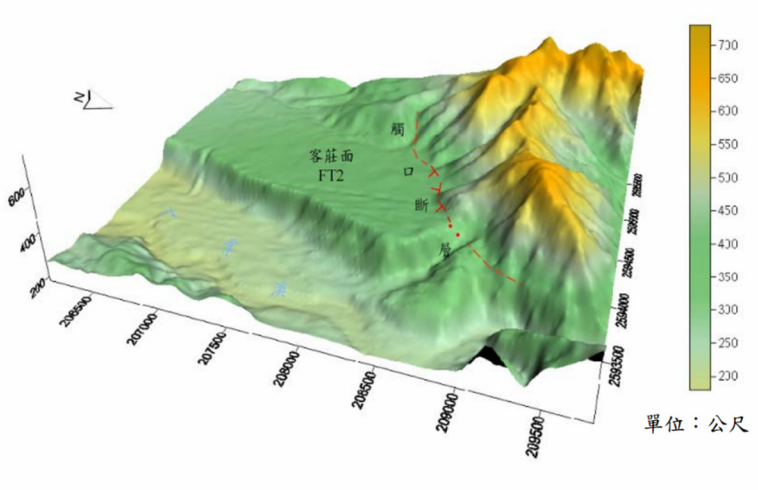
觸口斷層南段部分(觸口以南)，張國禎(2014)認為由觸口區域至中崙區域，南端之斷層線形與林啟文等(2007)研判之斷層位置吻合，且整體延伸性佳；然而中崙區域以南至斷層末端，整體線形不明顯，且與林啟文等(2007)斷層位置不完全相同(圖 5-4)。



資料來源：沈淑敏等(2006)

圖 5-1　嘉義縣觸口北側觸口斷層地形判釋平面圖

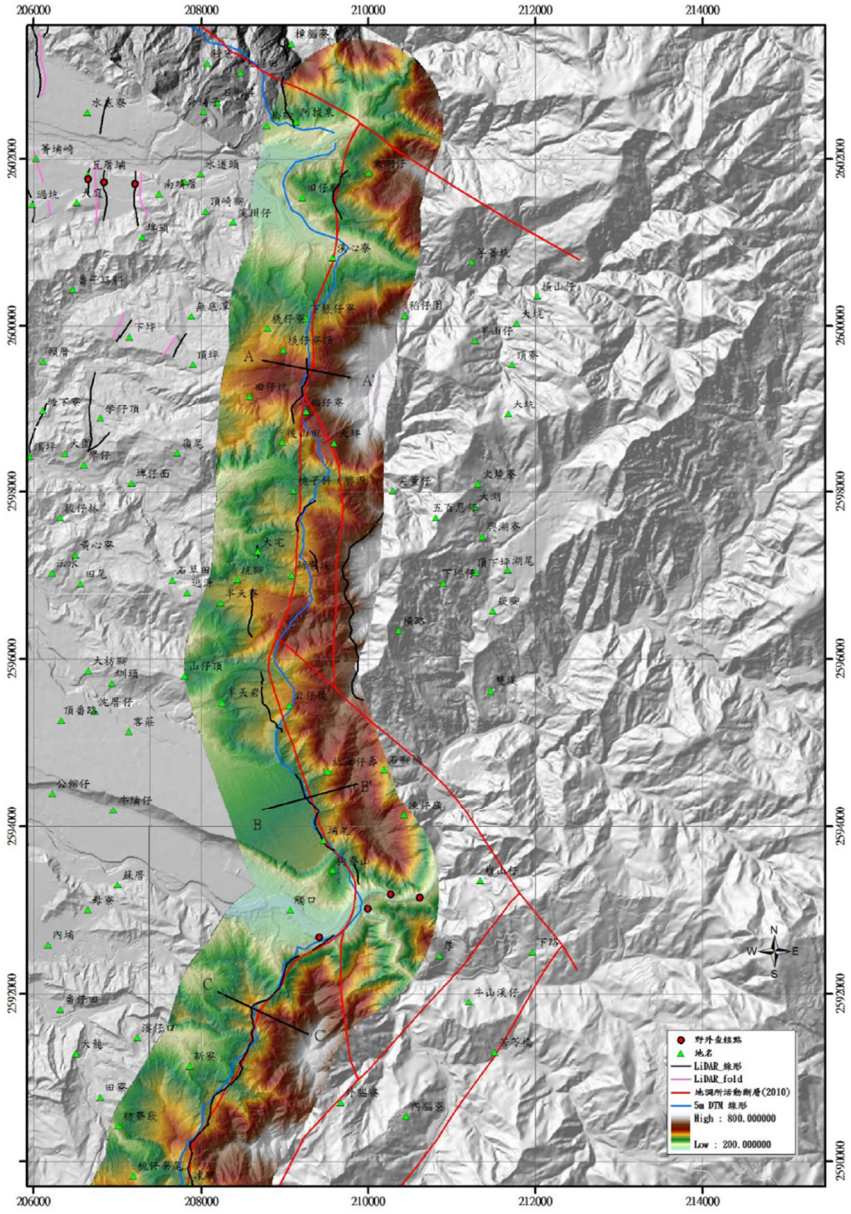
Fig5-1　Topography and Structural Distribution of Chukou Fault, northern of Chukou, Chiayi



資料來源：沈淑敏等(2006)

圖 5-2　觸口斷層觸口地區數值地形立體示意圖

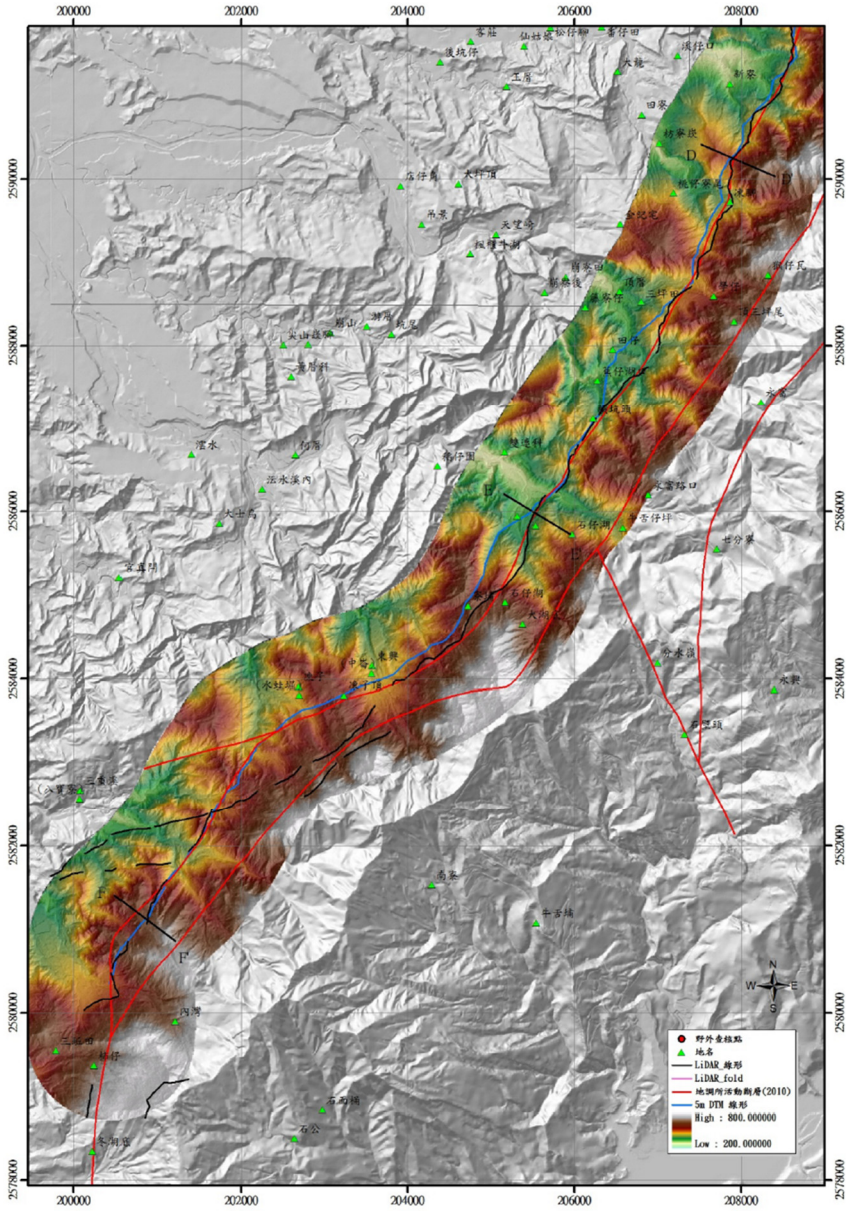
Fig5-2　Digital elevation model 3D schematic diagram of Chukou Fault in Chukou area



資料來源：張國禎(2014)

圖 5-3　觸口斷層北段地形判釋平面圖

Fig5-3　Geomorphic interpretation of northern section of Chukou Fault



資料來源：張國禎(2014)

圖 5-4　觸口斷層南段地形判釋平面圖

Fig5-4　Geomorphic interpretation of southern section of Chukou Fault

(2)地表地質特性

a.區域岩性分層

觸口斷層條帶地質圖參見圖 5-5。觸口斷層區域之岩性地層分類依據:a.黃鑑水等(1994)、林啟文等(2007)及聚禾工程顧問(2024);b.邵屏華與高銘健(2009)五萬分之一地質圖-中埔圖幅。其二者最大差異在於觸口斷層上盤及下盤岩性地層之分類，茲簡述如下：

(a)黃鑑水等(1994)、林啟文等(2007)、聚禾工程顧問(2024)

以崙後斷層為本區內外麓山帶之界線斷層，而觸口斷層上盤出露地層包含南莊層、桂竹林層;下盤出露中崙層、鳥嘴層、濁水溪層、六重溪層、崁下寮層、二重溪層、階地堆積層等。

斷層上盤：

-南莊層主要為灰色砂岩與青灰色至黑色頁岩的薄互層。

-桂竹林層由下而上可以分為 3 段；下段關刀山砂岩主要為塊狀或厚層細粒泥質砂岩；中段十六份頁岩主要為青灰色至黑色砂質頁岩與頁岩；上段大窩砂岩為厚層細粒砂岩，層序向上頁岩的比例逐漸增加。

斷層下盤：

-中崙層以頁岩、砂質頁岩及砂質泥岩為主。

-鳥嘴層以中粒砂岩及細至中粒泥質砂岩為主,夾少量砂質頁岩。

-濁水溪層以砂質頁岩、泥質砂岩及其互層為主。

-六重溪層為砂質頁岩、細粒砂岩與薄層砂質頁岩的互層。

-崁下寮層以中至厚層灰色泥岩為主，間夾泥質砂岩。

-二重溪層以厚層頁岩及砂岩與頁岩的薄互層為主。

(b)邵屏華與高銘健(2009)五萬分之一地質圖-中埔圖幅

以觸口斷層作為本區內外麓山帶之界線斷層，觸口斷層以東區域，地層由老至新為三民頁岩、紅花子層、長枝坑層、糖恩山砂岩、鹽水坑頁岩、隘寮腳層、茅埔頁岩、竹頭崎層、北寮頁岩、

台地堆積層、沖積層等；斷層以西出露地層由老至新為中崙層、鳥嘴層、澐水溪層、六重溪層、崁下寮層、二重溪層、台地堆積層及沖積層等。

以往本區域多以烏山頭斷層作為東西兩套地層系統之界線斷層，然而邵屏華與高銘健(2009)經野外調查後，重新討論烏山頭斷層與觸口斷層上下盤地層接觸關係，認為改以觸口斷層作為兩套地層之界線斷層較為合理。其中以中崙地區以南，若以舊時之地層層序，導致較年輕之鳥嘴層以逆衝斷層之形式(上盤)，與較老之中崙層(下盤)接觸，並不符合逆衝斷層之邏輯，且難以解釋鳥嘴層橫移與隘寮腳層接觸之關係。而根據地質調查結果及上述構造地質邏輯推演，將崙後斷層下盤與觸口斷層上盤區域之地塊，劃設為長枝坑層、糖恩山砂岩及鹽水坑頁岩等層較符合地質邏輯。

斷層上盤：

-糖恩山砂岩以厚層灰色塊狀砂岩或泥質砂岩為主

-長枝坑層以灰色細粒泥質砂岩及暗灰色頁岩或砂質泥岩為主

斷層下盤：

-六重溪層以灰-淺灰粉砂岩夾深灰色頁岩或砂質頁岩位主

-澐水溪層以頁岩、砂質頁岩位主偶夾石灰岩

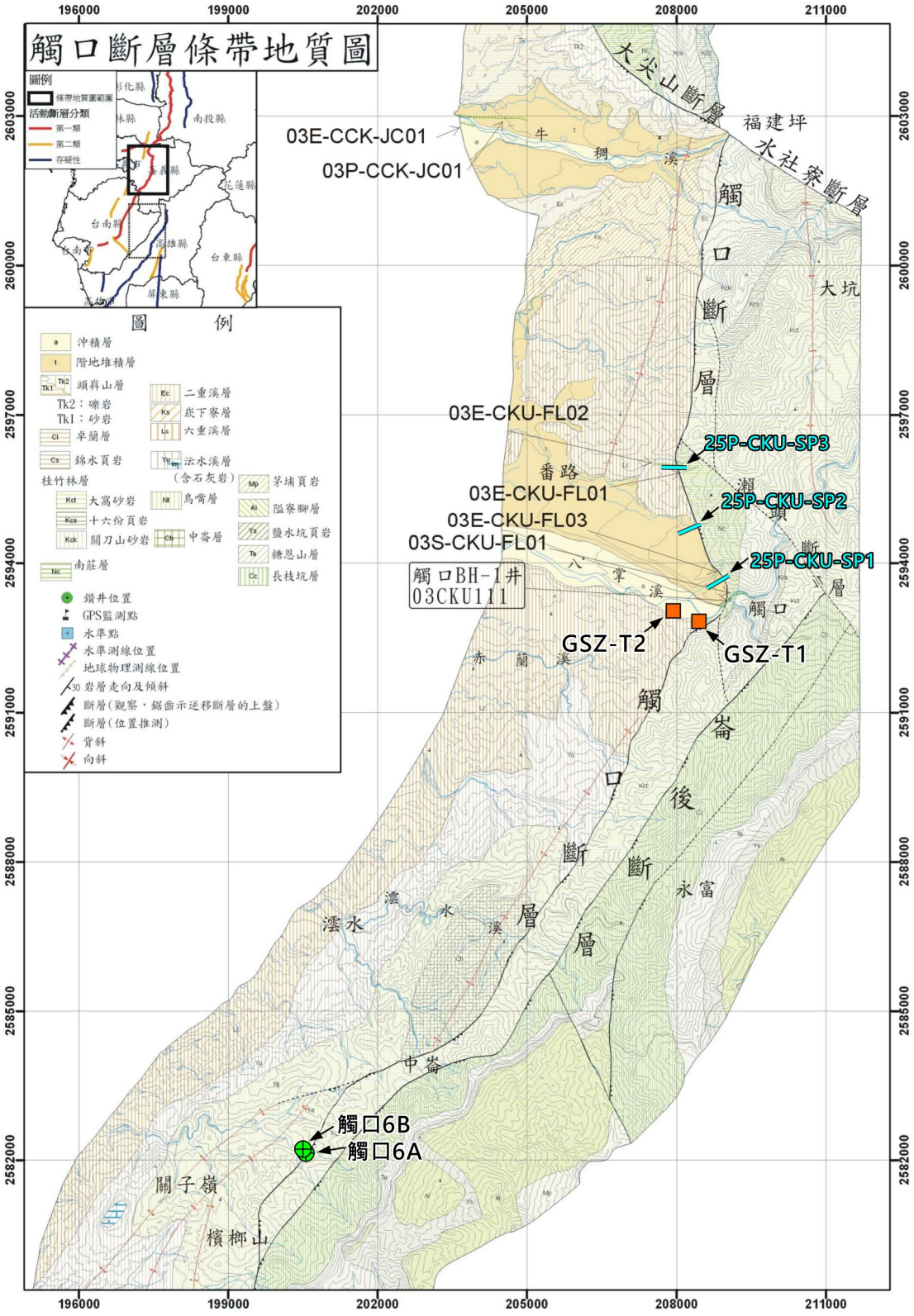
-鳥嘴層以灰色或黃色泥質砂岩、頁岩或砂質頁岩與厚層塊狀砂岩組成，偶見鈣質團塊

b.地表地質調查

林啟文等(2007)於牛稠溪上游，觸口斷層上盤發現局部小型斷層帶(圖 5-6)；中崙地區瑤池橋附近，亦可見得層間滑動等小型剪裂之現象(圖 5-7)。中崙地區斷層上盤區域可發現許多小型褶皺，且大致可作為斷層露頭控制點；然觸口以南缺乏露頭，斷層不易追蹤。

聚禾工程顧問(2024)即針對觸口斷層沿線兩側露頭區域進行詳細地表地質調查及空拍。其調查結果並未展示觸口地區以南之可信度較高之斷層露頭(直接調查證據I、II)，故判定不足以使觸口斷層進入

地質敏感區劃設評估階段。



資料來源：林啟文等(2007)；坐標系統：TWD67 二度分帶

圖 5-5　觸口斷層條帶地質圖

Fig5-5　Regional Geological Map of Chukou Fault



資料來源：林啟文等(2007)

圖 5-6　觸口牛稠溪上游斷層露頭

Fig5-6　Chukou Fault outcrop upstream of niuchou river, Chukou



資料來源：林啟文等(2007)

圖 5-7　中崙地區瑤池橋附近觸口斷層露頭

Fig5-7　Chukou Fault outcrop near yaochi bridge in Zhonglun area

3.地下地質構造特性

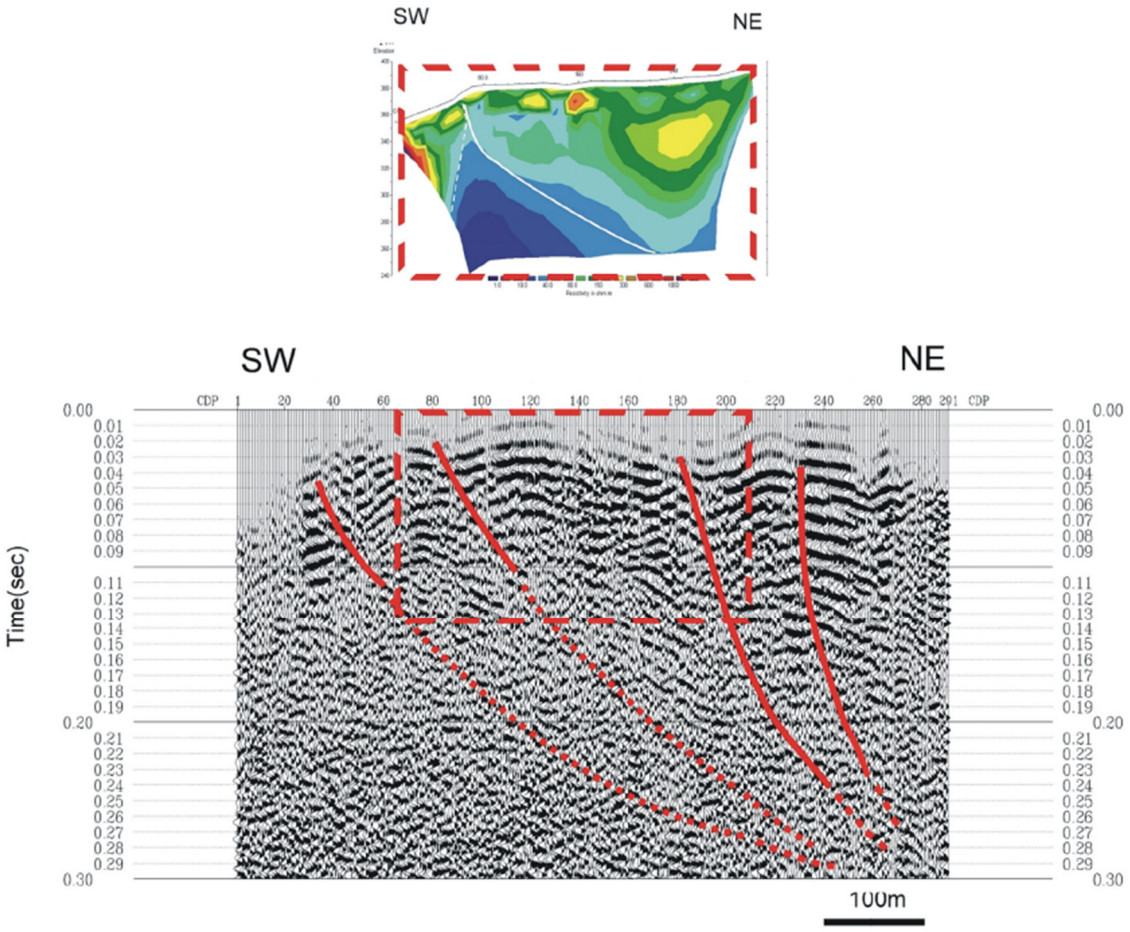
(1)地球物理

石瑞銓等(2003)於觸口附近八掌溪河床上(天長地久橋)，反射震測剖面(03S-CKU-FL01)顯示(表 5-1)，接近觸口斷層帶的岩層受拖曳褶皺與剪切作用，整個斷層帶出現 4 條破裂帶，破裂帶傾角由西向東有增加趨勢。由地電阻的探勘結果(測線 03E-CKU-FL03)，斷層西側淺部地層以礫石夾砂層為主，東側地層以砂岩與泥岩為主，斷層面西側的上部是礫石與砂層，研判觸口斷層面向東傾斜，近地表的斷層面約 60 度，向下傾角漸緩約 30~40 度，結合淺層震測(03S-CKU-FL01）與地電測勘(03E-CKU-FL03)分析結果，觸口斷層為高角度向東傾斜，斷層帶內的岩層受到強烈的擠壓變形作用(圖 5-8)。

表 5-1　觸口斷層過去相關地球物理探測成果表

Table5-1　Geophysical survey results of Chukou Fault

測線編號	作者/調查單位	調查年份	類型
03P-CCK-JC01	石瑞銓等/地調所	2003	地電阻
03E-CCK-JC01	石瑞銓等/地調所	2003	地電阻
03E-CKU-FL01	石瑞銓等/地調所	2003	地電阻
03E-CKU-FL02	石瑞銓等/地調所	2003	地電阻
03E-CKU-FL03	石瑞銓等/地調所	2003	地電阻
03S-CKU-FL01	石瑞銓等/地調所	2003	震測剖面
D1~D4	陳郁文/國立中央大學	2006	震測剖面
Dp1~Dp3	陳郁文/國立中央大學	2006	震測剖面
E1~E4	陳郁文/國立中央大學	2006	震測剖面
18E-CKU-01	張竝瑜等/地調所	2018	地電阻
18E-CKU-02	張竝瑜等/地調所	2018	地電阻
18E-CKU-03	張竝瑜等/地調所	2018	地電阻
18S-CKU-01	張竝瑜等/地調所	2018	震測剖面
18E-CKU-04	張竝瑜等/地調所	2018	地電阻
18E-CKU-05	張竝瑜等/地調所	2018	地電阻

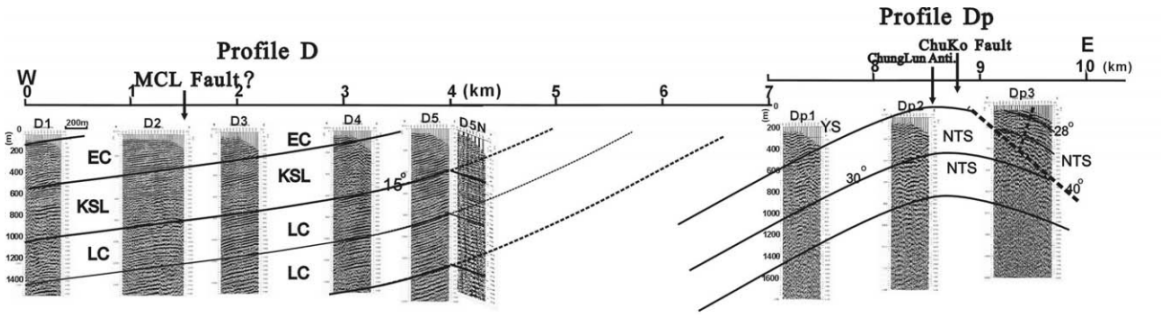


資料來源：石瑞銓等(2003)；林啟文等(2007)

圖 5-8　觸口區域地球物理探勘成果與構造解釋

Fig5-8　Chukou area geophysical profile results and structural interpretation

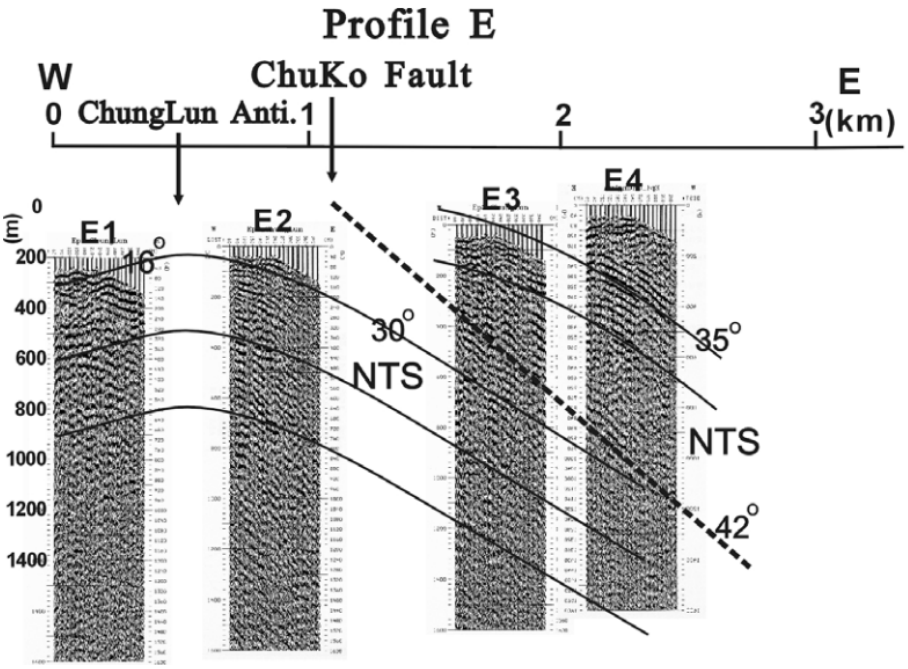
陳郁文(2006)反射震測布設於中崙地區以北中埔-石弄區域(D、D_p剖面)；以及 E 剖面布設於中崙。其 D 剖面探測結果，顯示中埔地區地層整體向西傾沒，而於 D_p 剖面(即剖面東側石弄地區)，該處呈現岩層褶曲且判釋背斜東翼部分遭觸口斷層截切(圖 5-9)；中崙地區震測結果顯示，剖面西側呈現地層褶曲貌，應為中崙背斜，而背斜軸之東側為觸口斷層，其截切該背斜東翼且造成斷層上盤岩層傾角(35 度)略陡於斷層下盤(背斜東翼)之情形(30 度)(圖 5-10)。



資料來源：陳郁文(2006)

圖 5-9　中埔-石弄反射震測剖面及構造解釋

Fig5-9　Zhongpu - Shilong area reflection seismic profile results and structural interpretation



資料來源：陳郁文(2006)

圖 5-10　中崙地區震測剖面及其構造解釋

Fig5-10　Zhongpu area seismic profile results and structural interpretation

(2)地質鑽探

林啟文等(2007)、顏一勤(2018)皆針對觸口斷層北段(觸口以北)進行地下地質鑽探(表 5-2)。

綜觀各鑽孔井錄，其中以觸口 1 號、觸口 1A-1B、觸口 2A-2B、觸口 3A-3B 等可見得局部剪切構造或是擾動較嚴重之剪裂帶。

觸口 1A(100m)，深度 15.2~41.31 公尺，顯見青灰色礫石層與泥層互層，且富含角礫狀礫石夾泥或具剪切紋理之泥岩為主，推測屬斷層剪切帶產物；深度 41.31~100 公尺為青灰色砂岩、黃棕色砂岩等與

泥岩互層，應屬頭嵙山層香山相岩層。觸口 1B 部分，則無鑽遇剪切紋理等構造(顏一勤，2018)。

觸口 2A，深度 38~100 公尺為細砂岩層及泥岩互層為主，局部剪切紋理，推測屬六重溪層。觸口 2B 總深度 50 公尺，全段為礫石層且淘選度差，推測應屬崩積層地質材料(顏一勤，2018)。

觸口 3A，深度 29.2~100 公尺為黑灰色砂岩層，以細粒砂岩為主，夾方解石脈，且常見剪切破裂面，推測屬桂竹林層。觸口 3B，深度 0~50.7 公尺為礫石崩積層，無明顯剪切、剪裂；深度 50.7~70 公尺，為黑灰色細顆粒砂岩夾青灰色泥質砂岩，全段顯見剪切紋理及剪裂破碎岩體，其中 62.05~63.15 公尺為青灰色泥質砂岩且以角礫狀礫石夾泥為主，泥岩中具剪切紋理，應屬斷層剪切帶產物(顏一勤，2018)。

觸口 1 號井(圖 5-11)，總鑽深 150 公尺，井深 0~8 公尺為表層砂礫石層；井深 8~50 公尺為頁岩及砂頁岩互層；井深 50~92 公尺為厚層細粒砂岩；井深 92~150 公尺為砂頁岩互層。井深 8~142 公尺普遍具剪切現象，以 90~100 公尺間的剪切現象較明顯；井深 147 公尺再次出現剪切現象；配合地表地形特徵與岩芯中斷層帶的深度，研判該處觸口斷層的傾角約 51 度。

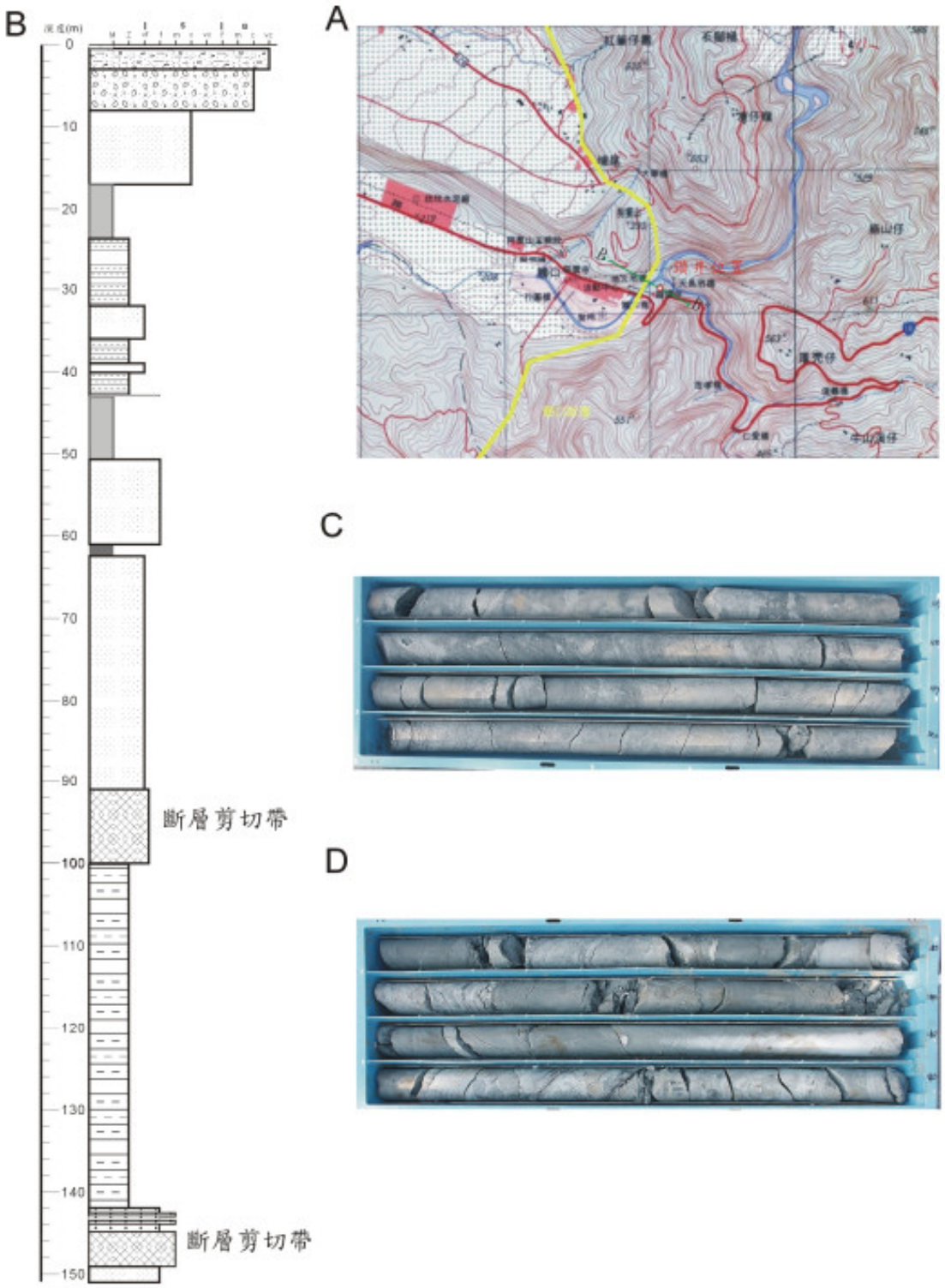
整體而言(平面圖參見圖 5-12)，觸口斷層沿線鑽孔，多數分布於嘉義縣觸口村以北區域；觸口村以南至中崙區域並無既有鑽孔作為直接證據佐證觸口斷層南段之特性。

表 5-2　觸口斷層北段(觸口以北)鑽孔位置及深度彙整表

Table5-2　Borehole locations and depths in northern section of Chukou Fault

孔號	E [m]	N [m]	深度
觸口 1A	209639.412	2601544.365	100
觸口 1B	209686.862	2601433.154	50
觸口 2A	209283.920	2594351.281	100
觸口 2B	209273.399	2594244.100	50
觸口 3A	209616.002	2598464.707	100
觸口 3B	209502.181	2598608.689	70
觸口 4A	208947.077	2594772.206	100
觸口 4B	208896.306	2594755.095	50
觸口 5A	209279.955	2599868.327	50
觸口 5B	209412.796	2599567.423	50
觸口 1 號	209899.756	2592951.464	150

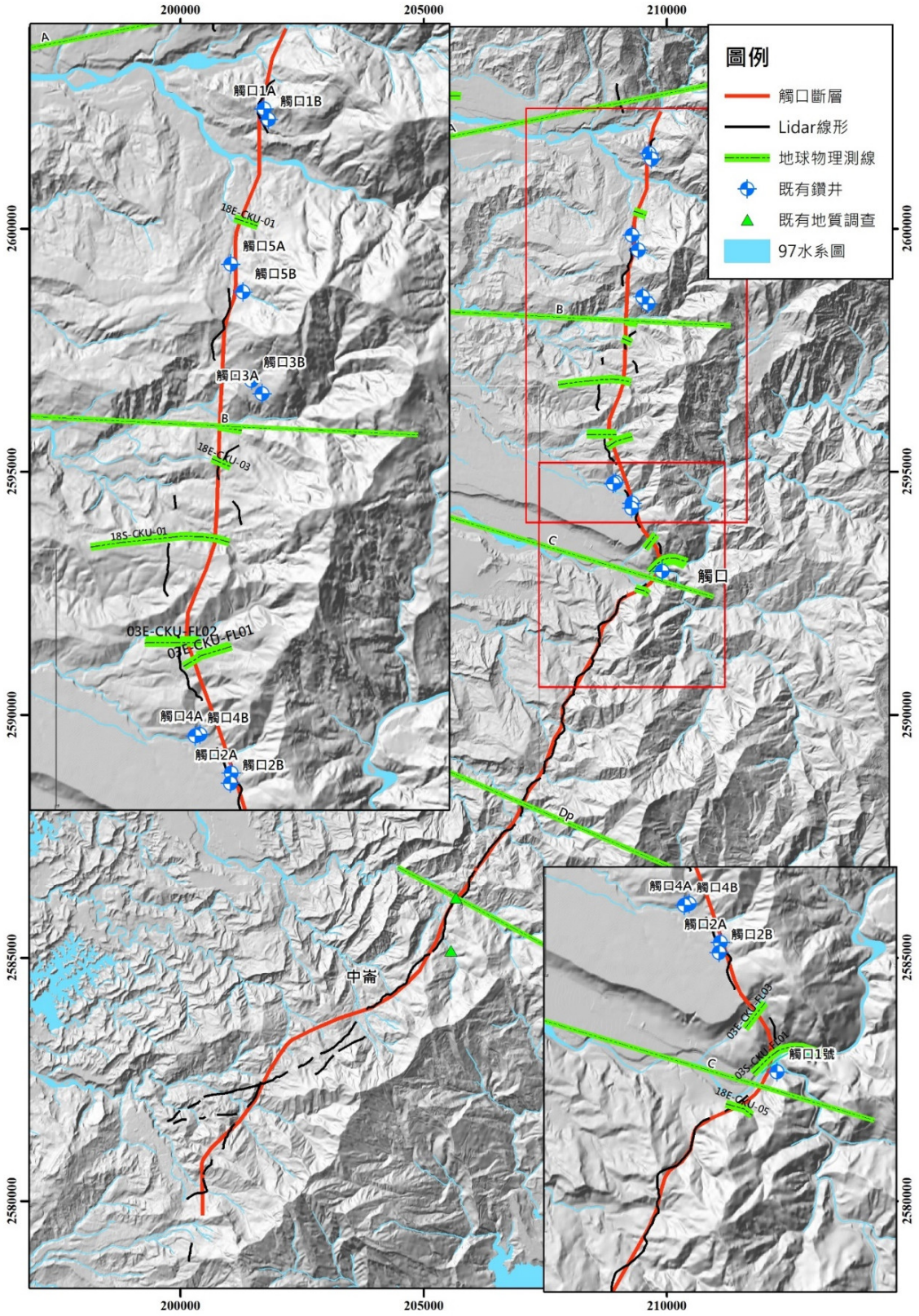
備註：坐標系統為 TWD97 二度分帶；資料來源：林啟文等(2007)、顏一勤(2018)



資料來源：林啟文等(2007)

圖 5-11　觸口 1 號井位置及井錄

Fig5-11　Chukou No. 1 Well location and well log



資料來源：林啟文(2007)；；張國禎(2014)；顏一勤(2018)

圖 5-12　觸口斷層沿線既有鑽孔、地物探查、線形判釋平面圖

Fig5-12　Map of boreholes, geophysical surveys, and lineament interpretation along Chukou Fault

4.斷層活動特性

(1)斷層活動性

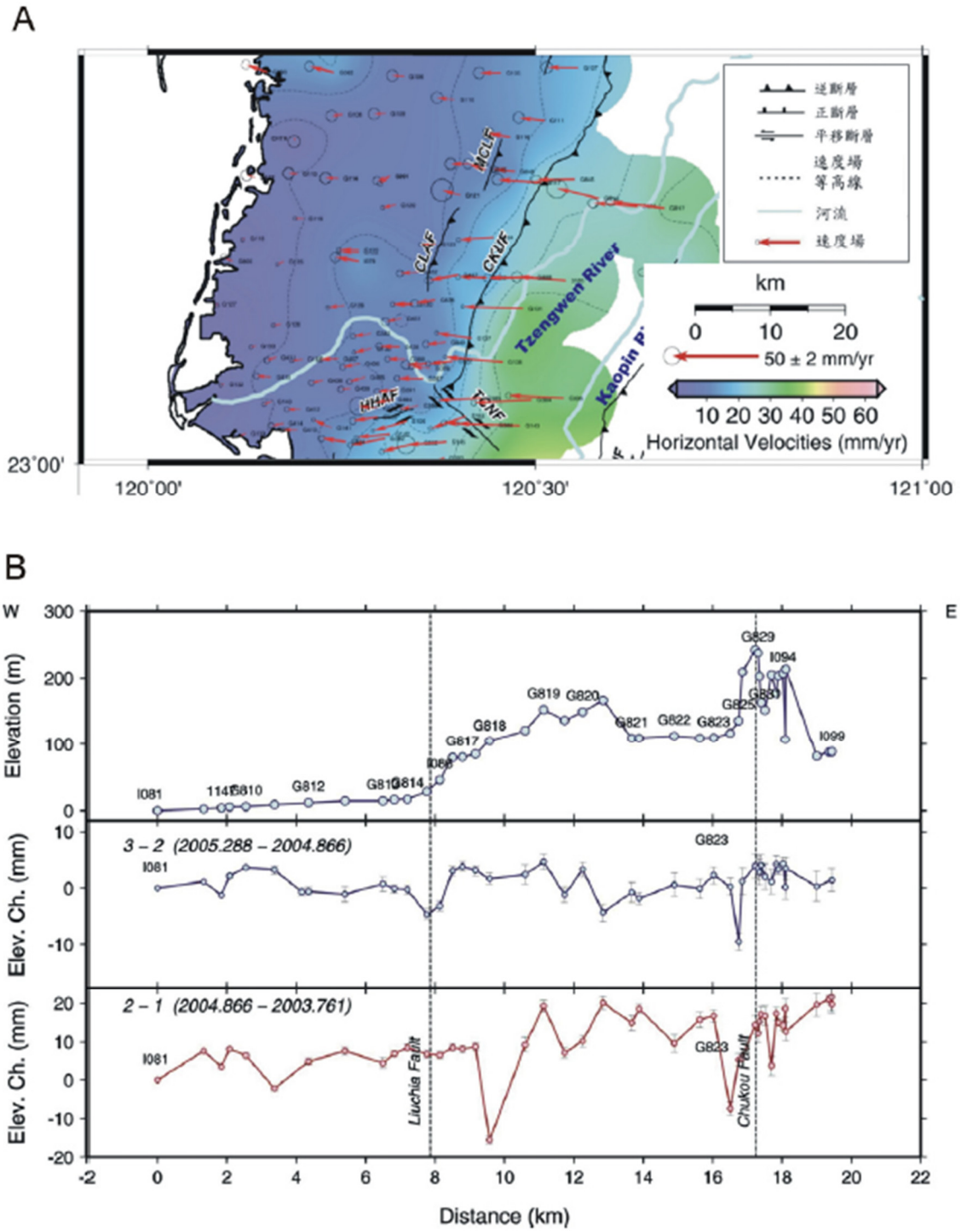
黃鑑水等(1994)根據探溝開挖(斗六東方華山、嘉義凍腳)、地形分析研究結果，推斷觸口斷層約於距今 80 萬年前開始活動；最近一次之活動約為 38,000 多年前，故本斷層屬於第四紀活動斷層，且認為其再活動潛能極高。

地殼變形監測部分，Yu and Chen(1998)由 GPS 測量結果分析，得觸口斷層兩側平均水平壓縮量約 6.3mm/yr(嘉義縣觸口附近)；關子嶺區域為 13mm/yr。應變速率部分，斷層兩側鄰近區域為 0.48~2.01 μstrain/yr，屬中度-顯著壓縮速率(圖 5-13)。

饒瑞鈞等(2006)則於西元 1999 至 2006 年間於觸口斷層、九芎坑斷層-木屐寮斷層-六甲斷層系統間，觀測得明顯速度低度存在。觀測結果顯示，由東向西跨越觸口斷層，其速度向量(272°)由 41mm/yr 變化至速度向量(267°)23mm/yr，推斷觸口斷層吸收約 18mm/yr 之縮短量。饒瑞鈞等(2006)由 GPS 資料分析近斷層水平位移剖面結果，在西元 1999 至 2006 年間，橫跨觸口斷層的速度場變化量，其平行斷層走向的分量為-2.2 mm/yr，呈右移形式；而垂直斷層走向的分量為 8.8 mm/yr，呈壓縮形式，高程方向抬升量為 3.9 mm/yr(圖 5-13)。

(2)斷層滑移速率

黃鑑水等(1994)以斗六東方區域之斷層兩側，層位落差 3,000 公尺、斷層滑距 3,500 公尺計算，觸口斷層最大平均滑移速率為 4.375mm/yr。洪日豪等(Hung et al., 1999)以其繪製之平衡剖面及層位落差計算，觸口斷層之長期滑移速率達約 14 mm/yr。



資料來源：林啟文等(2007)；A.西元 1995~2006 年間 GPS 觀測結果；B.精密水準測量結果

圖 5-13　觸口斷層鄰近區域 GPS 觀測及大地測量結果

Fig5-13　GPS observations and geodetic survey results in Chukou Fault

(二)地表地質調查成果

本計畫參考林啟文等(2007)、邵屏華&高銘健(2009)提出的觸口斷層線，調查範圍包含嘉義縣中埔鄉三重溪地區，進行地表地質調查，調查說明如下:

在斷層通過處(調查點 1、2，圖 5-15)，由於本區溪溝侵蝕作用仍發達，現地地形仍以陡坡緩坡交替出現為主，並未發現與斷層活動關聯的地形線形。

在斷層上盤側，調查點 3(圖 5-15)位於一溯源侵蝕之溪溝，溪溝分布相當接近觸口斷層線分布，露頭岩性為頁岩應屬長枝坑層，岩層位態為 N40°E/42°E，然而未發現觸口斷層剪切帶分布，本計畫推測主斷層可能被西側崩壁堆積的土石掩埋或位於更西側，尚待鑽探調查釐清；在斷層下盤側，調查點 4(圖 5-15)出露鳥嘴層，岩性為層狀泥質砂岩，層面傾角相對斷層上盤較為和緩，目測岩層傾角介於 10 至 30 度之間。

因此，本計畫於觸口斷層通過處(林啟文等，2007)及西側規劃地質鑽井，分別為觸口 6A(100 公尺)、觸口 6B(50 公尺)。

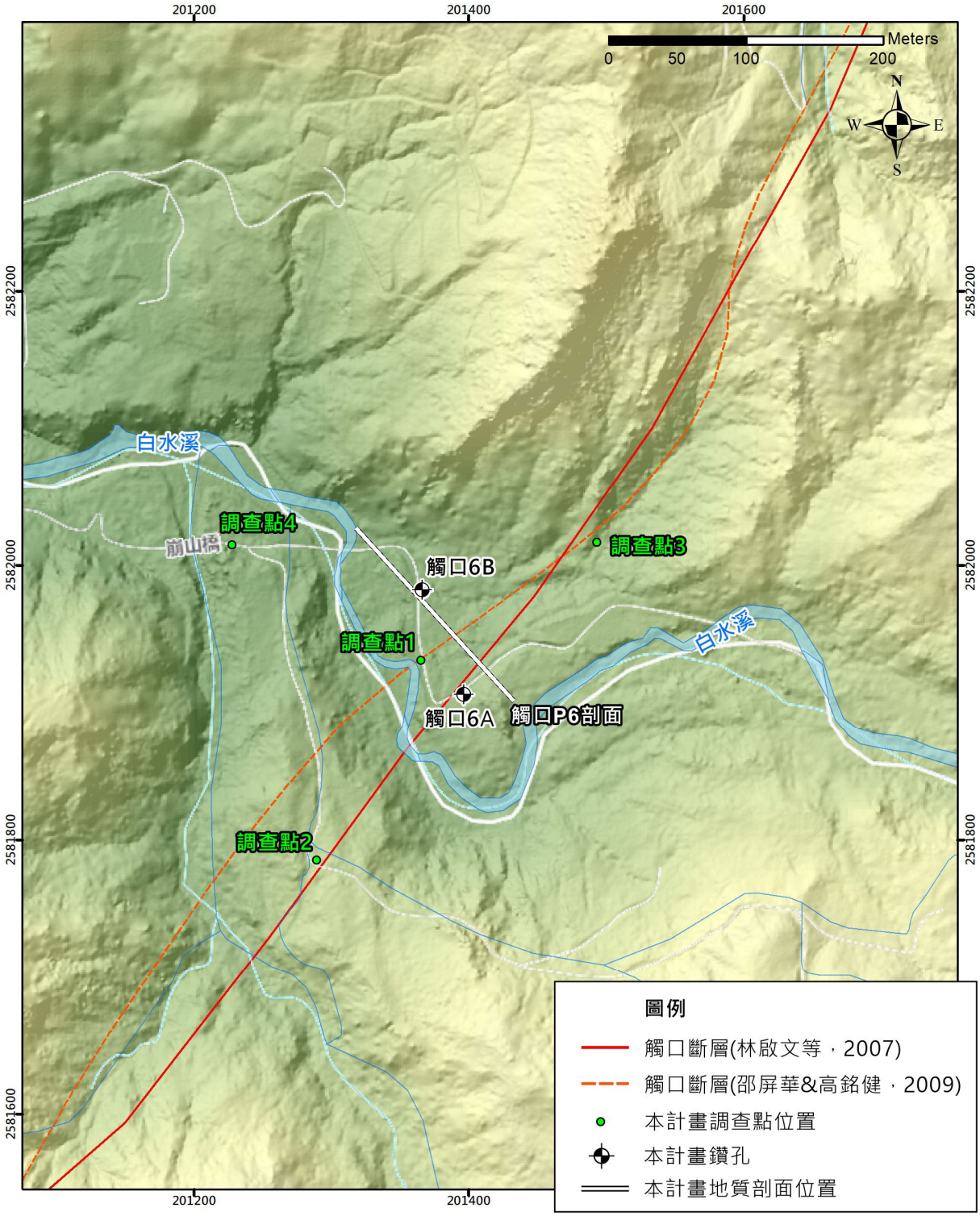


圖 5-14　觸口斷層於嘉義中埔地區地形陰影及地表地質調查位置

Fig5-14　Shaded relief and geological survey locations of Chukou Fault



調查點 1，觸口斷層(邵屏華&高銘健，2009)通過處(橘色虛線處)，現地呈現陡坡。	調查點 2，觸口斷層(林啟文等，2007)通過處(紅色實線處)，現地呈現緩坡。
調查點 3，觸口斷層上盤側露頭，地層為長枝坑層，岩性以頁岩為主。	調查點 4，觸口斷層下盤側露頭，地層為鳥嘴層，岩性為泥質砂岩。

圖 5-15　觸口斷層地質調查點現況

Fig5-15 Current status of geological investigation points at Chukou Fault

(三)地球物理探查成果

本次探測使用法國 IRIS 公司製造的 SYSCAL PRO 地電阻探測儀施測。該儀器輸出最大電壓為 1000 V 交替式直流電，最大電流 2.5 A，最大功率 250W，訊號靈敏度達 1μV，並具訊號疊加功能，可將不良資料去除。為掌控地層電阻率垂直變化反應的靈敏度，測線陣列主要使用極-偶極陣列(Pole-Dipole array)，並以偶極-偶極陣列(Dipole-Dipole array)輔助探測結果判讀。

本計畫探查位置在嘉義縣番路鄉，分別規劃 25P-CKU-SP1(測線長 500 公尺)、25P-CKU-SP2(測線長 500 公尺)、25P-CKU-SP3(測線長 500 公尺)共三條測線，合計測線總長 1,500 公尺。

為避免道路、房舍等可能干擾因素，測線遠離道路及結構物，採取

沿河床或跨溪方式布設，測線平面位置參見圖 5-16，探查成果剖面及對應地質解釋說明如後。

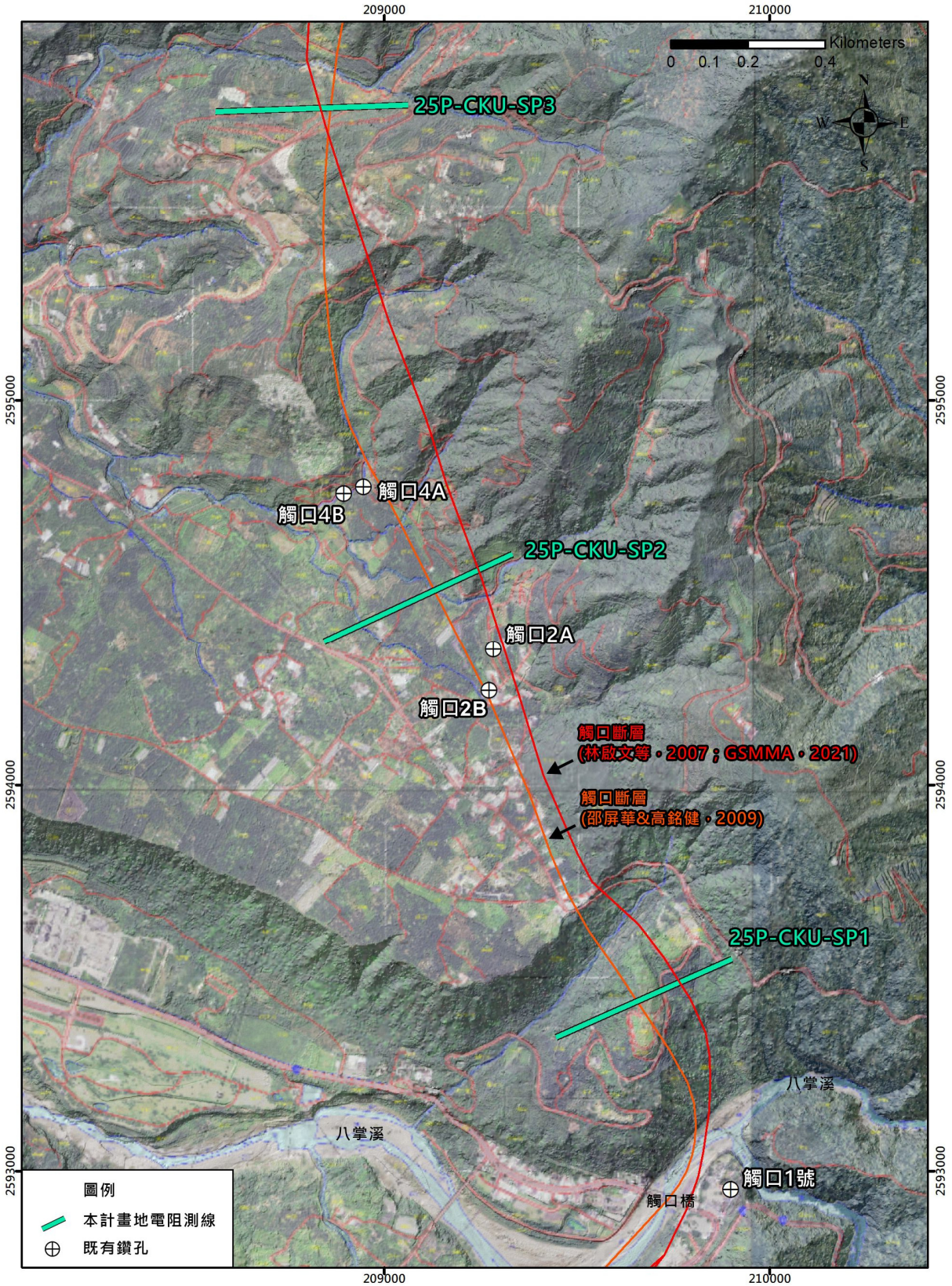
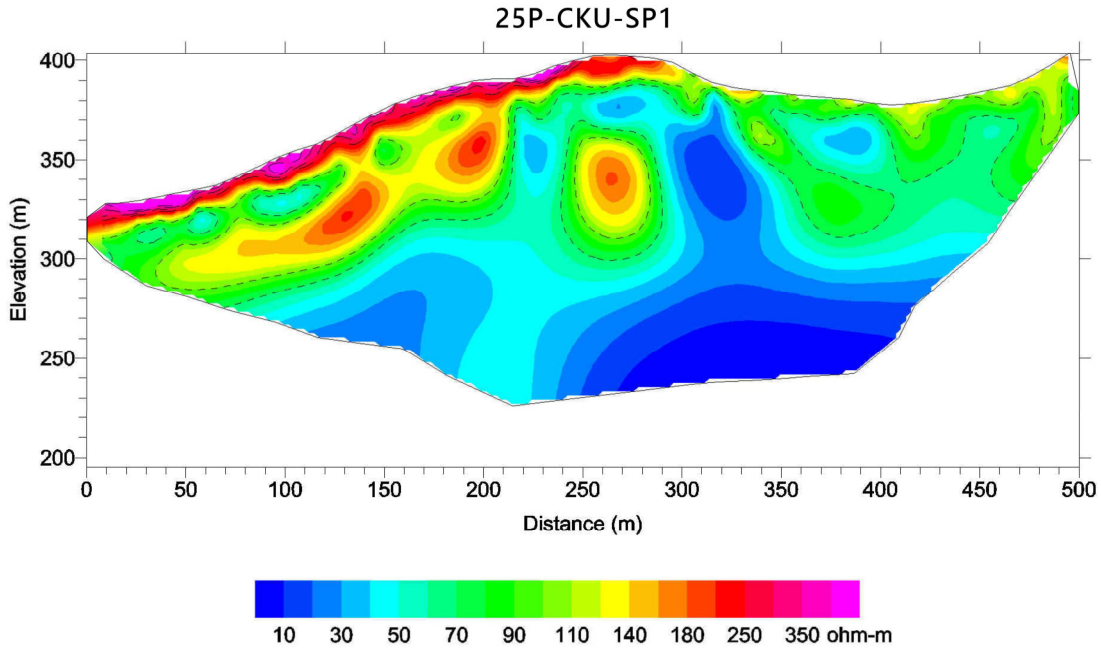


圖 5-16　本計畫地電阻測線 25P-CKU-SP1~SP3 位置圖

Fig5-16　Plan view of resistivity survey line 25P-CKU-SP1~SP3

1.25P-CKU-SP1

本剖面(圖 5-17、圖 5-18)除淺部局部大於 250 Ohm-m 為階地堆積層外，在地下深部西南側水平里程 0 至 200m 處，電阻率約 90 至 250 Ohm-m，此區可見地層朝西南傾斜；在東北側水平里程 300 至 500m 處，電阻率約 50 至 100 Ohm-m，地層朝東北傾斜。排除位於水平里程 250 至 300m 處的建築物干擾，本計畫推測觸口斷層通過剖面水平里程 200 至 250m 處。



註:上圖為 Dipole-Dipole array，下圖為 Pole-Dipole array，以 Pole-Dipole array 為主要判讀剖面

圖 5-17　25P-CKU-SP1 地電阻探查成果

Fig5-17　Resistivity survey results of 25P-CKU-SP1

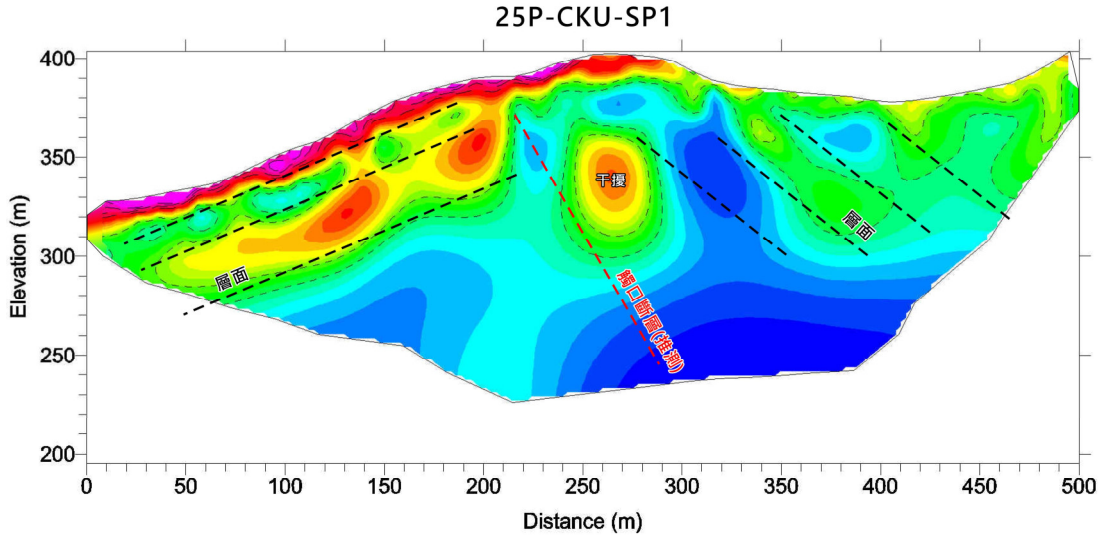
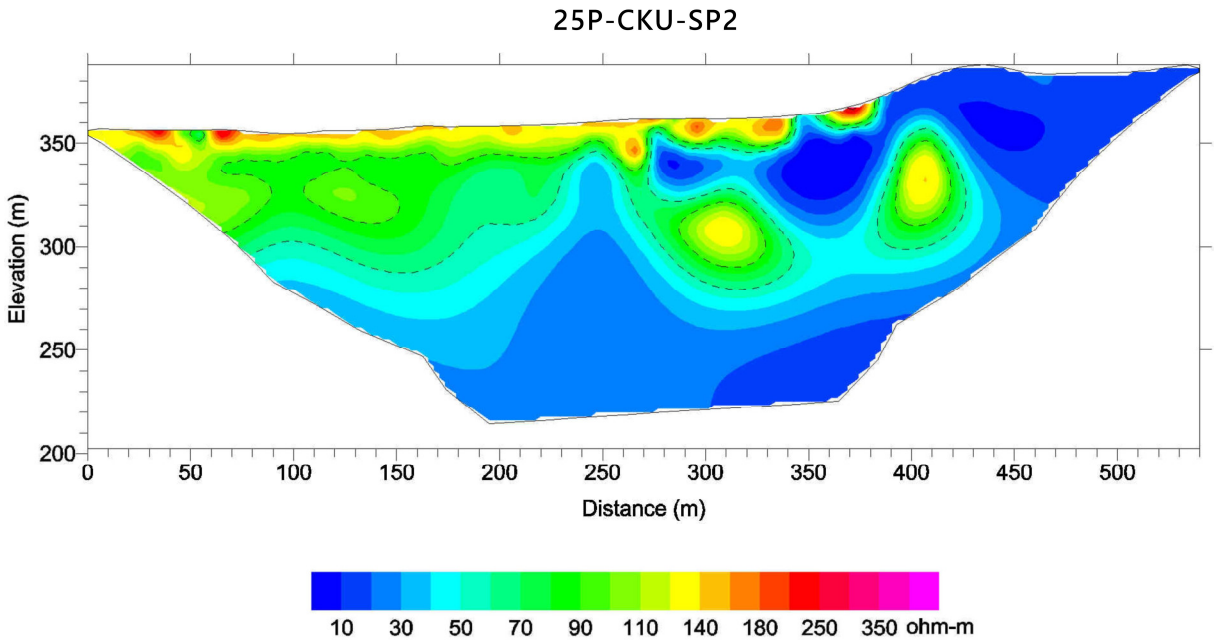


圖 5-18　25P-CKU-SP1 地電阻探查成果(解釋)

Fig5-18　Resistivity survey results of 25P-CKU-SP1(Explanation)

2.25P-CKU-SP2

本剖面(圖 5-19、圖 5-20)西南側淺部電阻率大於 100 Ohm-m 區域，位於水平里程 0 至 350m 處，為厚層階地堆積層。在東北側水平里程 300 至 500m 處可見電阻率於 10 至 130 Ohm-m 之間變化，此區為砂岩與頁岩互層，地層朝向東北傾斜；在西南側水平里程 100 至 300m 處，電阻率小於 30 Ohm-m 區域推測為泥質砂岩分布，岩層傾向不明顯。本計畫認為觸口斷層應通過本剖面水平里程 250 至 300m 處，通過砂岩頁岩互層與泥質砂岩之交界區域。



註:上圖為 Dipole-Dipole array，下圖為 Pole-Pole array，以 Pole-Dipole array 為主要判讀剖面

圖 5-19　25P-CKU-SP2 地電阻探查成果

Fig5-19　Resistivity survey results of 25P-CKU-SP2

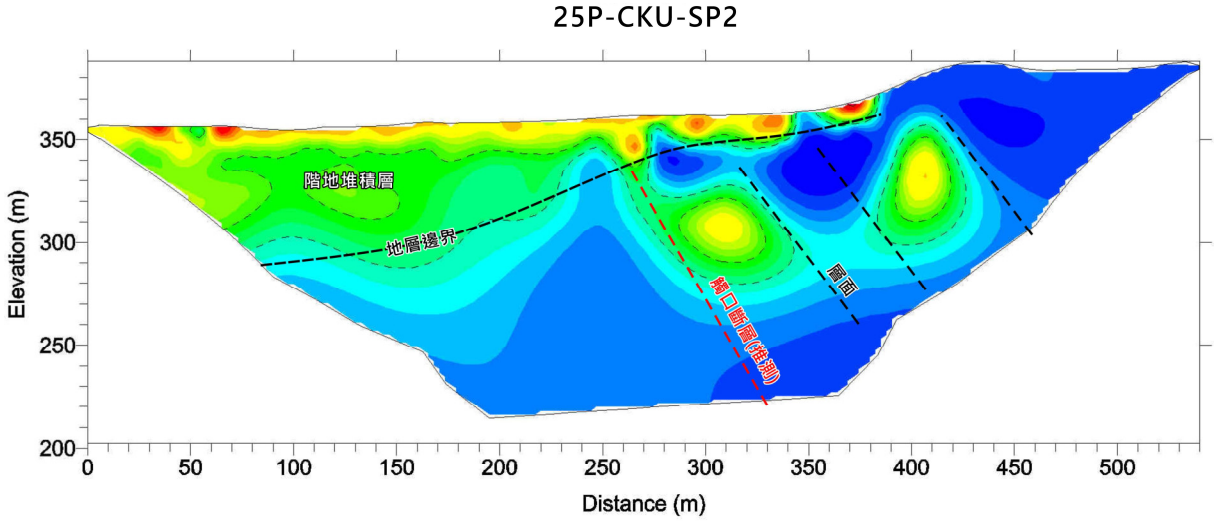
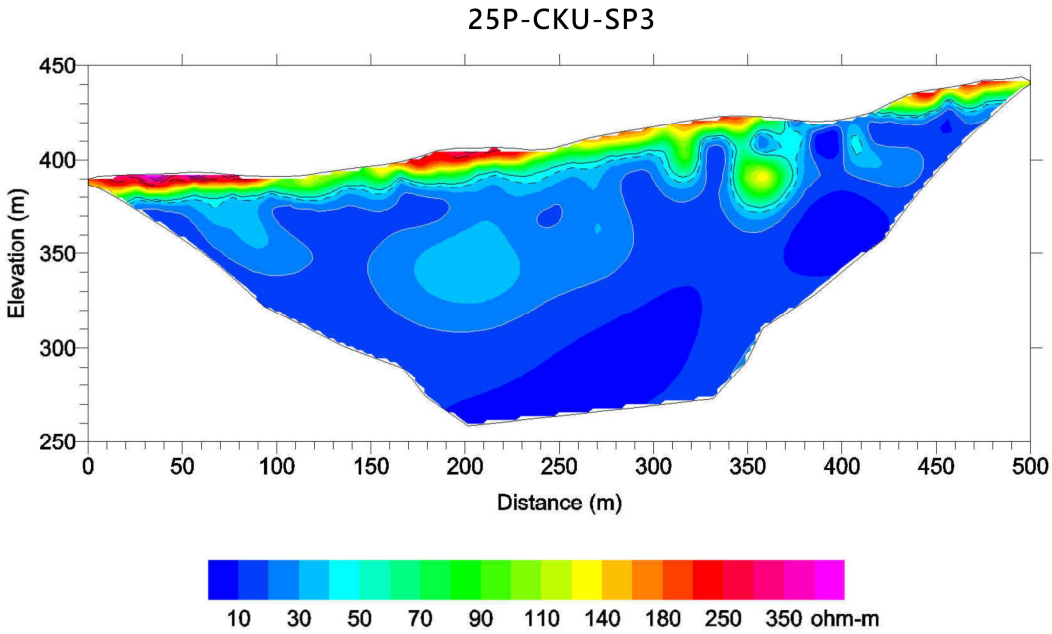


圖 5-20　25P-CKU-SP2 地電阻探查成果(解釋)

Fig5-20　Resistivity survey results of 25P-CKU-SP2(Explanation)

3.25P-CKU-SP3

本剖面(圖 5-21、圖 5-22)除了表層局部高電阻率區域為階地堆積層以外，位於水平里程 0 至 350m 處，其地層電阻率差異不大，介於 10 至 50 Ohm-m，推測為泥質砂岩，層面朝西傾斜；位於水平里程 350 至 500m 處，綜合參考 Dipole-Dipole array 剖面，其地層電阻率介於 10 至 140 Ohm-m，推測為砂頁岩互層，層面朝東傾斜。本計畫認為觸口斷層應通過本剖面水平里程 300 至 350m 處，通過砂岩頁岩互層與泥質砂岩之交界區域。



註:上圖為 Dipole-Dipole array，下圖為 Pole-Dipole array，以 Pole-Dipole array 為主要判讀剖面

圖 5-21　25P-CKU-SP3 地電阻探查成果

Fig5-21　Resistivity survey results of 25P-CKU-SP3

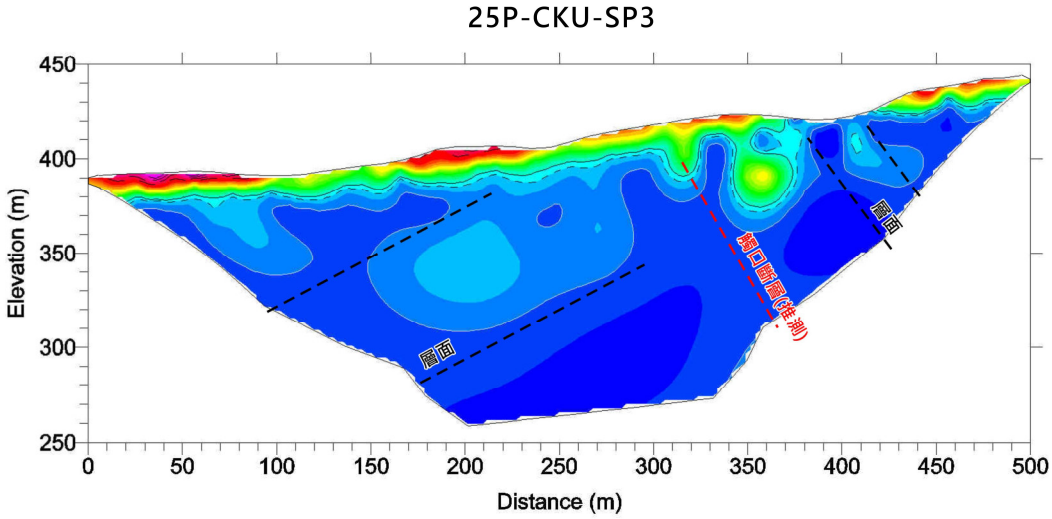


圖 5-22　25P-CKU-SP3 地電阻探查成果(解釋)

Fig5-22　Resistivity survey results of 25P-CKU-SP3(Explanation)

(四)探坑挖掘採樣成果

本計畫於嘉義縣番路鄉，八掌溪南岸過溪仔地區階地，進行兩處探坑挖掘採樣工作，其挖掘紀錄如下所述，開挖剖面參見圖 5-24 至圖 5-27。

1.GSZ-T1

本探坑位於過溪仔階地東側，開挖長、寬、深皆大於 2 公尺，由開挖剖面顯示，從地表至探坑底部，依沉積物組構及顏色共分為 5 層，從上至下依序為 A1、B1、B2、C1、D1；A1 為棕色土壤層，以礫石層夾粉砂層為主，可能為東側；B1 為灰棕色土壤層，以黏土質粉砂為主，夾雜碳質物；B2 為淺棕色土壤層，以黏土質粉砂為主；C1 為棕色土壤層夾風化岩塊，以粉砂為主，夾雜風化岩塊；D1 為棕灰色岩盤，為六重溪層基盤，主要以粉砂岩為主。由採樣點 C02 顯示，其堆積年代約於 1882-1729 cal BC。

2.GSZ-T2

本探坑位於過溪仔階地西側，由開挖剖面顯示，從地表至底部皆為棕色礫石為主的崩積層，由採樣點 C02 之定年成果顯示，其堆積年代約於 1620-1672 cal AD。

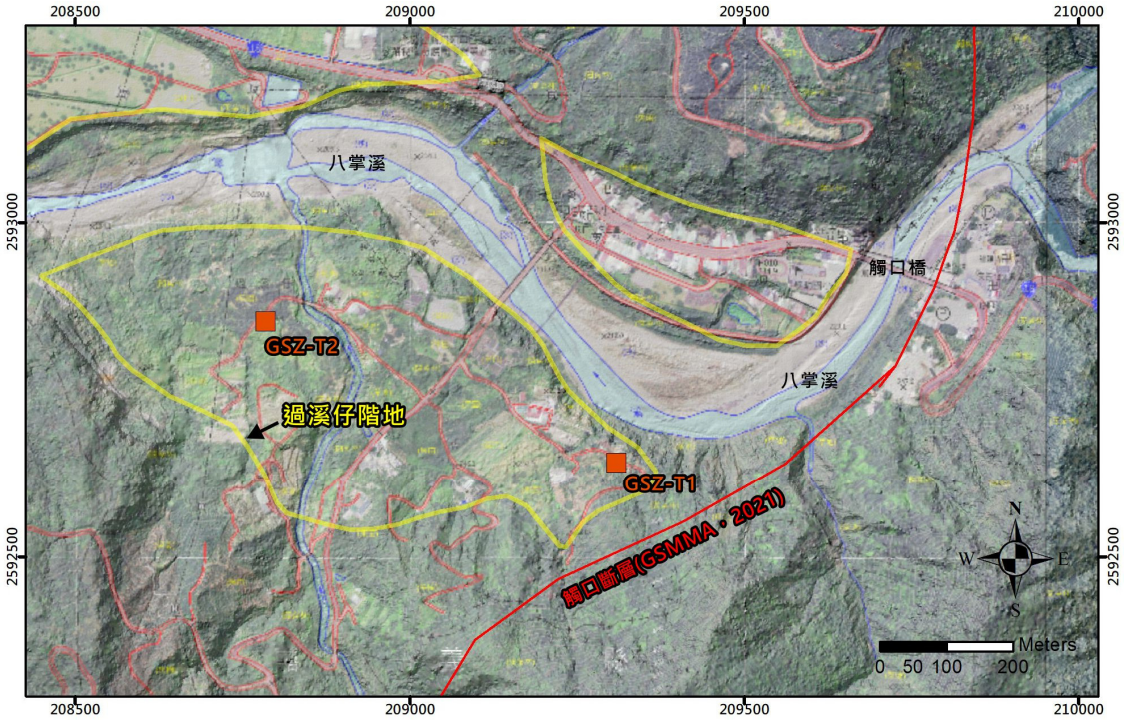


圖 5-23　過溪仔階地兩處探坑位置

Fig5-23　Location of test pits on the Guoxizai terrace

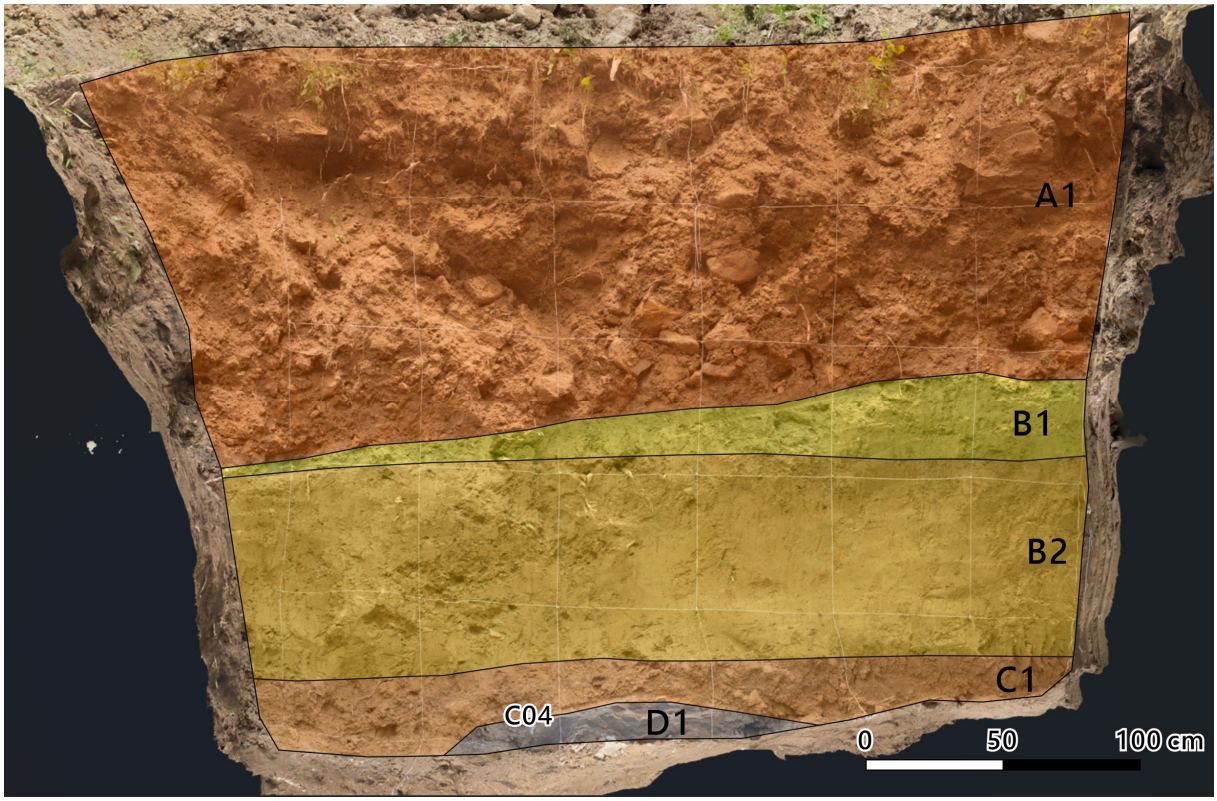


圖 5-24　GSZ-T1 北牆展開圖

Fig5-24　GSZ-T1 north wall unfolded diagram

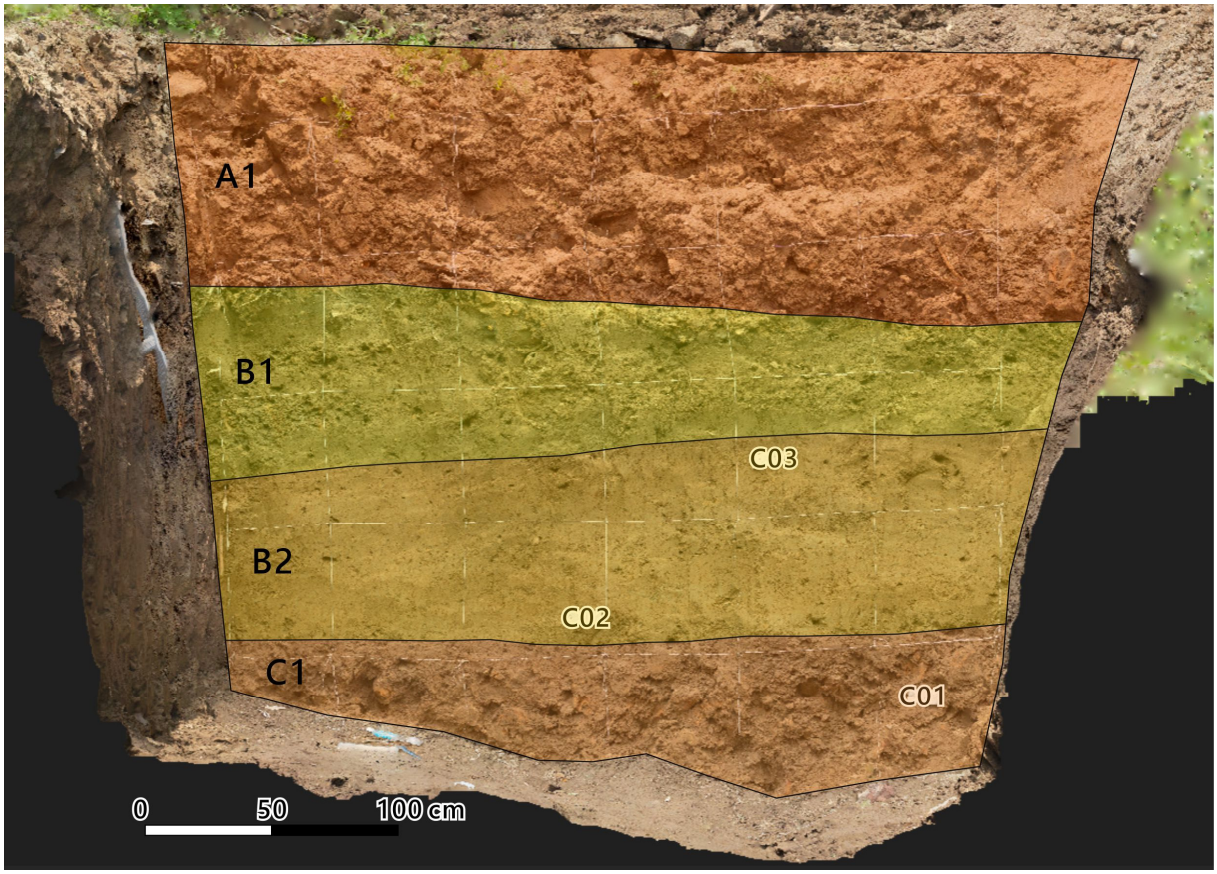


圖 5-25　GSZ-T1 南牆展開圖

Fig5-25　GSZ-T1 south wall unfolded diagram



圖 5-26　GSZ-T2 北牆展開圖

Fig5-26　GSZ-T2 north wall unfolded diagram



圖 5-27　GSZ-T2 南牆展開圖

Fig5-27　GSZ-T2 south wall unfolded diagram

(五)地質鑽探成果

本計畫經蒐集前人文獻、地形判釋及地表地質調查成果，於嘉義縣中埔 172 縣道旁產業道路,規劃 2 處地質鑽探孔:觸口 6A 井(100 公尺)、觸口 6B 井(50 公尺)，鑽孔位置參見圖 5-14。鑽探成果描述如下:

1.觸口 6A 井

位於嘉義縣中埔 172 縣道旁產業道路、林啟文等(2007)提出之觸口斷層線上，TWD97 坐標為(2581906.2, 201396.5)，孔口高程為 418.1 公尺，井深為 100 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~5.2公尺：淡黃棕色風化土壤，夾灰白色砂岩岩塊

5.2~10.95 公尺：深灰色砂質泥岩，包裹 10~30cm 厚砂岩岩塊，局部破碎，8.6~8.8 公尺剪切面

10.95~19.35 公尺：深灰色泥岩，局部破碎，具生物擾動、管狀生痕，13.8~13.9 公尺剪切面

19.35~23.7 公尺：深灰色砂質泥岩，局部破碎，21.1、22.15 公尺方解石填充，21.1、22.3~22.4 公尺剪切面

23.7~24.35 公尺：深灰色角礫岩，粉砂質，劇烈剪切

24.35~27.6公尺：深灰色砂質泥岩，具生物擾動、管狀生痕

27.6~27.85公尺：灰黑色泥岩，包裹砂質泥塊，底部漸變為砂質泥岩

27.85~29.7公尺：深灰色砂質泥岩，具生物擾動、管狀生痕

29.7~30 公尺：灰黑色泥岩，包裹砂質泥塊，局部岩層面破碎

30~31.75 公尺：深灰色砂質泥岩，局部破碎

31.75~32公尺：深灰色角礫岩，粉砂質，劇烈剪切

32~32.9公尺：深灰色砂質泥岩，32.4~32.7 公尺剪切面

32.9~33.3公尺：灰黑色泥岩，具生物擾動

33.3~34.6公尺：深灰色砂質泥岩，具生物擾動

34.6~34.8公尺：灰黑色泥岩

34.8~35.8公尺：深灰色砂質泥岩，具生物擾動

35.8~38.25 公尺：深灰色角礫岩，泥質至粉砂質，劇烈剪切，泥質部分局部癒合跡象

38.25~61.2公尺：淺灰色粉砂岩，塊狀，偶有生物擾動，38.4~38.6 公尺、

41.55 公尺、44.55 公尺、47.1~47.3 公尺、48~48.35 公尺、48.55~48.6 公尺、50~50.2 公尺、52.55~53.7 公尺、54~54.25 公尺、54.75~55.15 公尺、55.35~56.75 公尺、75.2~58.85 公尺、59.85~60.25 公尺、60.4 公尺剪切面，56.75 公尺方解石填充

61.2~61.55 公尺：灰黑色泥岩，61.5m 剪切面

61.55~62.25公尺：灰黑色角礫岩，砂質，劇烈剪切

62.25~62.55公尺：灰白色角礫岩，砂質，劇烈剪切

62.55~62.9公尺：淺灰色角礫岩，粉砂質，劇烈剪切

62.9~63.3 公尺：灰白色角礫岩，砂質，劇烈剪切

63.3~70.85 公尺：淺灰色粉砂岩，多處破碎且局部劇烈剪切，63.65~64 公尺、64.75~66 公尺、69.5~70.5 公尺劇烈剪切

70.85~87.3公尺：淺灰色角礫岩，連續之劇烈剪切帶，受剪之深灰色泥岩與白灰色砂岩交替出現，間夾剪裂泥

87.3~87.75 公尺：深灰色粉砂岩，多處破碎

87.75~92.7公尺：淺灰色角礫岩，連續之劇烈剪切帶，受剪之深灰色泥岩與白灰色砂岩交替出現，間夾剪裂泥

92.7~93.15公尺：深灰色粉砂岩，多處破碎

93.15~96.5公尺：深灰色角礫岩，泥質至粉砂質，劇烈剪切

96.5~98.25公尺：淺灰色砂質泥岩，多處破碎

98.25~98.65公尺：深灰色角礫岩，泥質至粉砂質，劇烈剪切

98.65~100公尺：淺灰色砂質泥岩，多處破碎，99.75~100 公尺剪切面

本孔岩心在 0.00~5.2 公尺為全新世沖積層，沖積層組成以風化土壤夾砂岩塊為主。5.2~88.9 公尺處為長枝坑層，岩性以以砂質頁岩與砂岩互層為主，88.9~100.0 公尺為鳥嘴層，岩性以泥岩為主。

地質構造部分，本鑽井岩層受斷層活動影響，岩層傾角介於 55 至 60 度，斷層剪切帶出現於深度 72.5 至 89.4 公尺，剪切帶產狀為斷層角礫夾斷層泥，傾角介於 20 至 85 度，觸口斷層的主要剪切帶通過深度 83.3 至 83.8 公尺。

2.觸口 6B 井

位於嘉義縣中埔 172 縣道旁產業道路、林啟文等(2007)提出之觸口斷層線西側，TWD97 坐標為(2581982.0, 201366.0)，孔口高程為 404.5 公尺，井深為 50 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果

描述如下:

0~0.8公尺：深棕色風化土壤，含植根

0.8~3.9 公尺：淺棕灰色砂岩，劇烈風化破碎，夾風化土壤

3.9~6.7 公尺：淺灰色泥岩、細砂岩互層，劇烈生物擾動，具管狀生痕

6.7~16公尺：深灰色泥岩，7.8~8.0 公尺、10.5~10.7 公尺剪切破裂並部分癒合、8.9 公尺、9.15 公尺、9.5~9.65 公尺、12.8 公尺剪切面，10.25m 方解石充填

16~20公尺：深灰色角礫岩，原為泥岩受脆性剪切破碎，部分沿層面破碎，破裂面充填方解石

20~30.15 公尺：深灰色泥岩，局部破碎，20.4~20.7 公尺、21.5~21.9 公尺、23.0~23.4 公尺、24.35~24.45 公尺、26.3~26.4 公尺、26.6~26.8 公尺、27.25~29.05 公尺剪切面，23.2~23.3 公尺、26.3~26.5 公尺方解石充填

30.15~33.2 公尺：深灰色角礫岩，原為泥岩受脆性剪切破碎，部分沿層面破碎，破裂面充填方解石

33.2~37.8公尺：淺灰色泥岩、細砂岩互層，局部破碎，劇烈生物擾動，35.9m 剪切面

37.8~40 公尺：深灰色角礫岩，原為泥岩受脆性剪切破碎，部分沿層面破碎

40~43.65公尺：深灰色泥岩，局部破碎，劇烈生物擾動，具管狀生痕，40.25~40.4 公尺、41.3~41.7 公尺、41.9 公尺剪切面，41.9 公尺方解石充填

43.65~46.85公尺：淺灰色泥岩、細砂岩互層，局部破碎，具生物擾動，44.0~44.15 公尺、45.3~45.5 公尺、46.2~46.3 公尺、46.5~46.7 公尺剪切面，45.35 公尺、46.2~46.3 公尺、46.5~46.7 公尺方解石充填

46.85~50 公尺：深灰色角礫岩，原為泥岩受脆性剪切破碎，部分沿層面破碎，破裂面充填方解石，49.4~49.8 公尺剪切作用最為劇烈

本孔岩心在 0.00~0.8 公尺為全新世沖積層，0.8~50.0 公尺為鳥嘴層，岩性以砂泥岩互層、泥質砂岩為主。

地質構造部分，本鑽井岩層受斷層活動影響，層面介於 40~43 度。斷層剪切構造部分，剪切面於本鑽井進入鳥嘴層後皆有分布，傾角介於 20 至 60 度，部分剪切面填充方解石。

(六)地下地質探查成果討論

本計畫於嘉義縣中埔鄉三重溪地區完成觸口斷層地質鑽探調查，並繪製觸口 P6 地質剖面(圖 5-28)，本剖面嘉義縣中埔 172 縣道旁產業道路，剖面鑽井包含觸口 6A(深度 100 公尺)、觸口 6B(深度 50 公尺)(圖 5-28)。

在地形上，本剖面呈東高西低，無明顯地形崖線形特徵。鑽探成果顯示，觸口 6A 井在深度 88.9 公尺以上為長枝坑層，岩性以砂質頁岩與砂岩互層為主，88.9 公尺以下為鳥嘴層，岩性以泥岩為主。地質構造部分，觸口斷層剪切帶出現於觸口 6A 井深度 72.5 至 89.4 公尺，剪切帶產狀為斷層角礫及斷層泥，傾角介於 20 至 85 度，主要剪切帶通過觸口 6A 井深度 83.3 至 83.8 公尺，剪切帶以上為長枝坑層，以下則為鳥嘴層。綜合前述，觸口斷層應通過觸口 6A 井 83.3 至 83.8 公尺，延伸至剖面地表水平里程 80 公尺處。

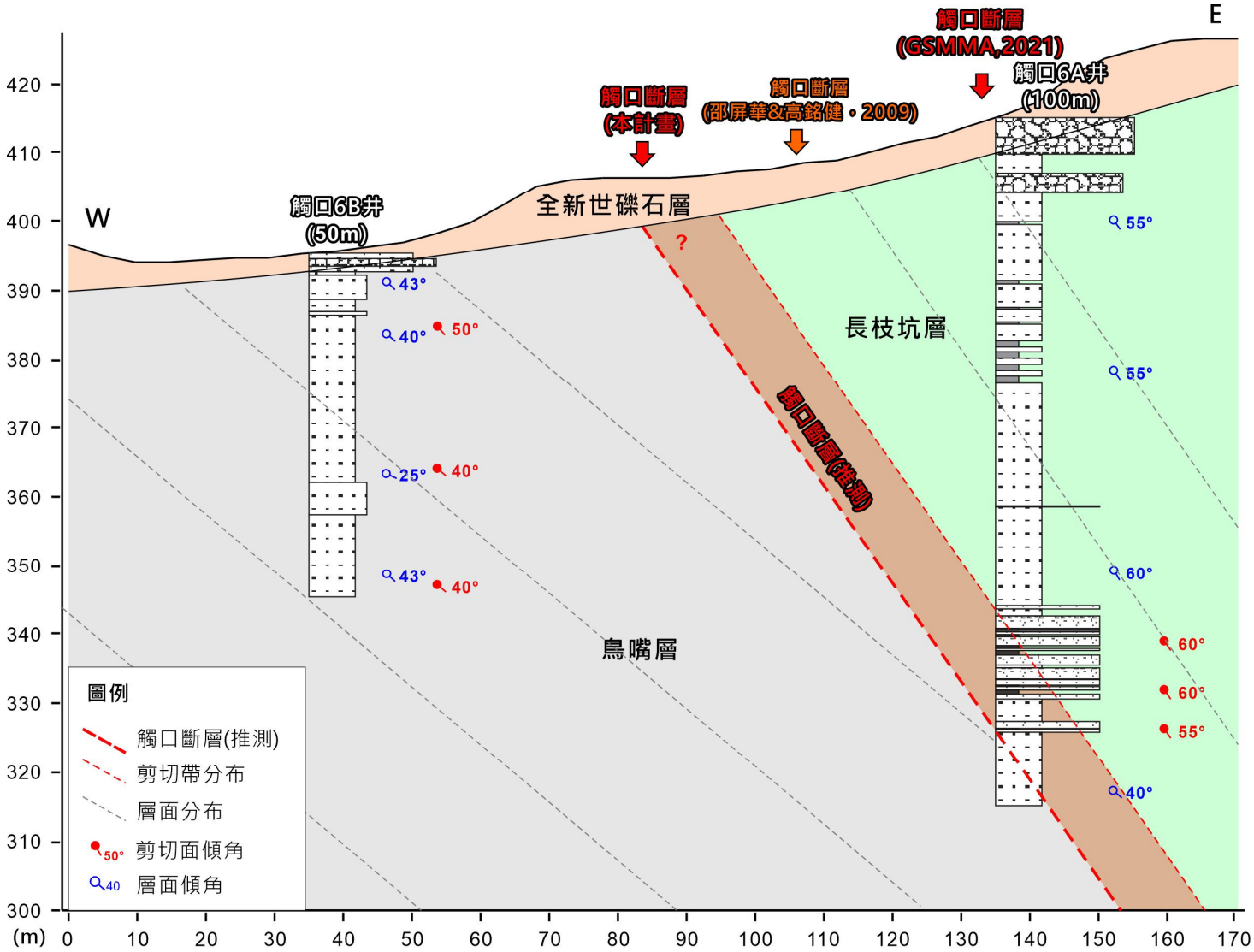


圖 5-28　觸口斷層-觸口 P6 地質剖面

Fig5-28　Chukou Fault - Chukou P6 geological profile

六、左鎮斷層調查成果

(一)基本資料及過去研究

1.斷層位置與長度

左鎮斷層為左移斷層，斷層跡概略呈現西北走向，自台南市山上區新庄至南化區心仔寮區域，總長度約 10 公里。

2.地形與地表地質特性

(1)地形特性

左鎮斷層跡位於新化丘陵地之上，其中以曾文溪以及菜寮溪流經本區，常見曲流地形發育於本區，然而因切斷曲流常見河流改道，又因地殼隆升引致本區河床下切，故可於菜寮溪兩岸見得高約 30 公尺之低位段丘面。

此外，因左鎮地區以西，地表出露之岩性主要以泥岩及頁岩為主，故常見惡地地形，且於菜寮溪以南形成同斜(homocline)構造。林啟文等(2007)之野外調查結果顯示，本斷層北側於山上區新庄-左鎮之間，其地形高程超過 100 公尺；斷層南側則約海拔 70 公尺，存在顯著落差。左鎮-三角潭區域，斷層跡(Wang, 1976；中國石油公司，1989；張徽正等，1998；林啟文等，2000a)通過一處約 50 公尺高階地，但於野外無明顯之斷層地形特徵。三角潭以東，區域地勢約高 60~130 公尺，且斷層南北兩側均屬泥質材料，且無明顯斷層地形發育，故不易判釋本區之左鎮斷層跡位置。

整體而言，左鎮斷層地形特徵較明顯區域位於左鎮以西(石子崎)。

(2)地表地質特性

左鎮斷層鄰近區域地質圖參見圖 6-1。左鎮斷層北側出露地層為竹頭崎層、北寮頁岩、玉井頁岩；斷層南側出露古亭坑層、崎頂層，而菜寮溪兩岸則出露階地堆積層與沖積層。

整體而言，左鎮以西，斷層帶多位於泥岩及砂質泥岩層之中。而因剪裂作用，於泥岩中常見黑色色澤之斷層泥，泥帶寬約十數~數十公分寬，此些小型斷層泥帶合併組成數公尺至十數公尺之斷層泥帶，其中以菜寮溪匯入曾文溪附近之斷層泥帶最為明顯。斷層西北側之

石子崎、卓猴地區河階地上並未發現斷層通過之跡象(露頭)，故尚無法取得左鎮斷層較精確之活動年代。

然而，於左鎮西北側區域，顏一勤(2016)，於溪溝間，既有斷層跡之兩側發現剪切帶露頭，編號為 L-6、L-7、L-8 等三處(圖 6-2、圖 6-3)，顯見泥質材料中夾有數公分至公尺等級之黑色泥質剪切材料，且剪切帶之角度多呈現大於 60 度高角度。

左鎮地區以東(南)側，顏一勤(2016)於菜寮溪左岸支流區域(三角潭東南側)仍發現 L-9、L-10、L-11 等三處(圖 6-3)左鎮斷層剪切帶露頭，本區可見得露頭岩性多以厚層泥岩夾薄層砂岩為主，而剪切帶呈現高角度，可達 80 度且為灰黑色之狀態。

此外，於左鎮之三角潭區域間，本區地形屬平坦階面約 50 公尺高，目前野外結果尚未發現斷層露頭等證據。

表 6-1　左鎮以西斷層跡兩側剪切帶露頭描述

Table6-1　Description of shear zone outcrops on both sides of the fault trace ,west of Tsochen

露頭編號	剪切帶	描述
L-6	是	泥岩偶夾薄砂層 N66°W61°N，明顯斷層帶厚度約 1.5~2.5 公尺以上，剪切面 N66°W/61°N；N58°W/60°N
L-7	是	厚層泥岩夾薄層砂，N44°W/44°SW，黑色斷層泥寬度約 80 公分以上
L-8	是	上段為塊狀泥岩夾薄砂層(1~3 公分)；下段為粉砂質泥岩常夾貝屑。層面 N40°~52°W/37°~49°SW。主斷層面 1.5-2 公尺厚 N55°W/65°N；次剪切帶厚度 1 公尺，N10°E/82°E

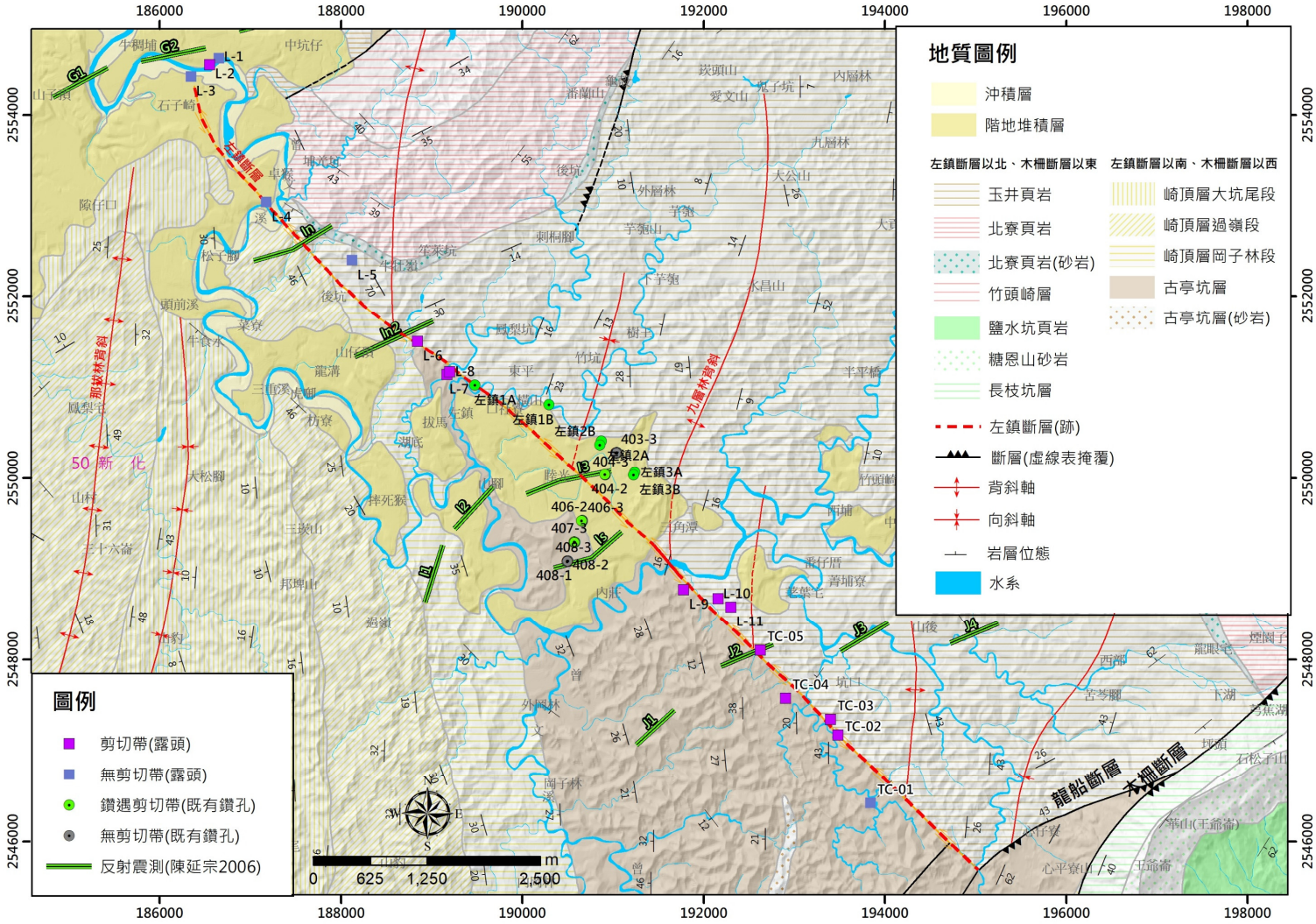
資料來源：旗山斷層向南延伸調查計畫暨 105 年度活動斷層補充地質調查案，顏一勤，2016。

表 6-2　左鎮以東斷層跡兩側剪切帶露頭描述

Table6-2　Description of shear zone outcrops on both sides of the fault trace ,east of Tsochen

露頭編號	剪切帶	描述
L-9	是	厚層泥岩夾極薄層砂層，具 0.5-1.5 公尺厚剪切帶 N64°E/83°S
L-10	是	厚層泥岩夾薄層砂岩層，N80°W/68°E 及 N40°W/12°E，高角度斷層面，錯移量 0.3-0.7 公尺
L-11	是	厚層泥岩夾薄層砂岩層，可見崩移構造。N15W/40S，斷層帶厚度約 1-5 公尺，N50°W/80°N

資料來源：旗山斷層向南延伸調查計畫暨 105 年度活動斷層補充地質調查案，顏一勤，2016。



資料來源：改自林啟文等(2007)條帶地質圖；經濟部地質調查所 五萬分之一地質圖 新化圖幅(何信昌等，2005)

圖 6-1　左鎮斷層鄰近區域平面地質圖及調查點彙整圖

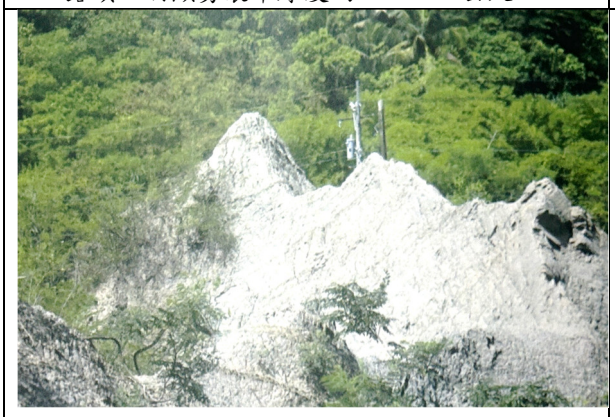
Fig6-1　Geological map and investigation points in the vicinity of Tsochen Fault



L-6 露頭，明顯剪裂帶厚度約 1.5~2.5 公尺



L-7 露頭，黑色剪裂泥寬度約 80 公分以上



L-8 露頭，主斷層面 1.5-2 公尺厚 N55W/65N；次剪切帶厚度 1 公尺，N10°E/82°E



L-9 露頭，0.5~1.5 公尺後剪裂帶，位態 N64°E/83°S

資料來源：旗山斷層向南延伸調查計畫暨 105 年度活動斷層補充地質調查案，顏一勤，2016。

圖 6-2　左鎮斷層沿線斷層剪切帶露頭影像(1/2)

Fig6-2　Image of shear zone outcrops along Tsochen Fault(1/2)



L-10 露頭，高角度剪裂面，錯移量約 0.3~0.7 公尺



L-11 露頭，剪裂帶厚度約 1~5 公尺，剪裂面 N50°W/80°N

資料來源：旗山斷層向南延伸調查計畫暨 105 年度活動斷層補充地質調查案，顏一勤，2016。

圖 6-3　左鎮斷層沿線斷層剪切帶露頭影像(2/2)

Fig6-3　Image of shear zone outcrops along Tsochen Fault(2/2)

3.地下地質構造特性

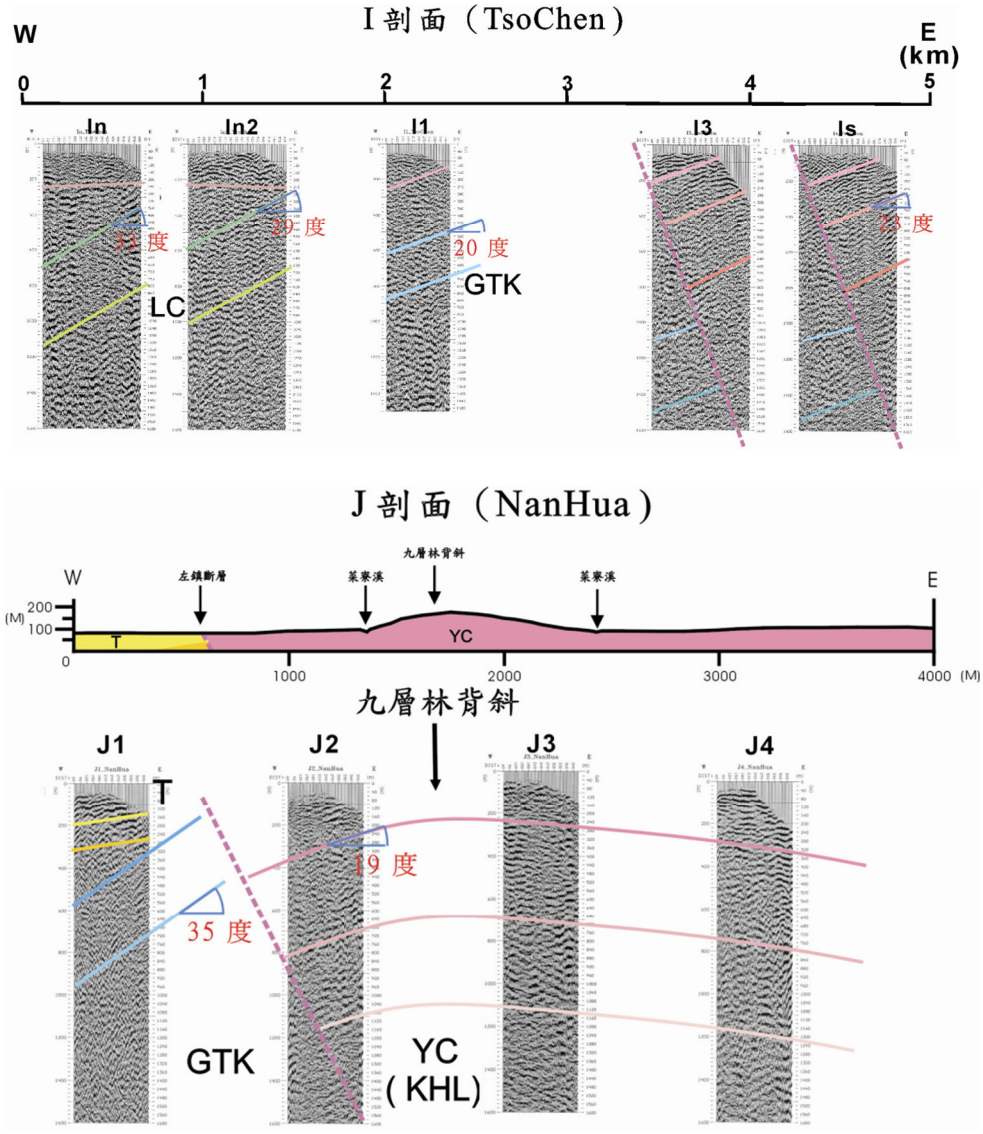
(1)地球物理探查

彙整鄰近區域之地球物理探勘成果(表 6-3)，陳延宗(2006)於左鎮區以及三角潭-坑口區域進行折射震測探查(圖 6-4、圖 6-5)。其結果顯示，本區因多屬泥岩層，造成訊號不佳之情形，僅可由剖面中概略分辨 I 剖面之岩層傾角由西側約 33 度往東側跨左鎮斷層後漸轉為約 20 度；而位於左鎮斷層東南側之 J 剖面，西側岩層傾角約 35 度，且跨左鎮斷層後顯見岩層褶曲，推測為九層林背斜構造。其兩組鄰近且部分跨越左鎮斷層跡之折射震測剖面，均無法清楚見得左鎮斷層破碎帶。

表 6-3　左鎮斷層鄰近既有地球物理探查資訊彙整表

Table6-3　Geophysical survey results of Tsochen Fault

測線編號	作者/單位	年分	類型
J1~J4	陳延宗/國立中央大學	2006	反射震測
I1~I3	陳延宗/國立中央大學	2006	反射震測
Is	陳延宗/國立中央大學	2006	反射震測
In、In2	陳延宗/國立中央大學	2006	反射震測



資料來源：陳延宗(2006)，國立中央大學 碩士論文。

圖 6-4　鄰近左鎮斷層折射震測剖面 I、J

Fig6-4　Refraction seismic profiles I and J near Tsochen Fault

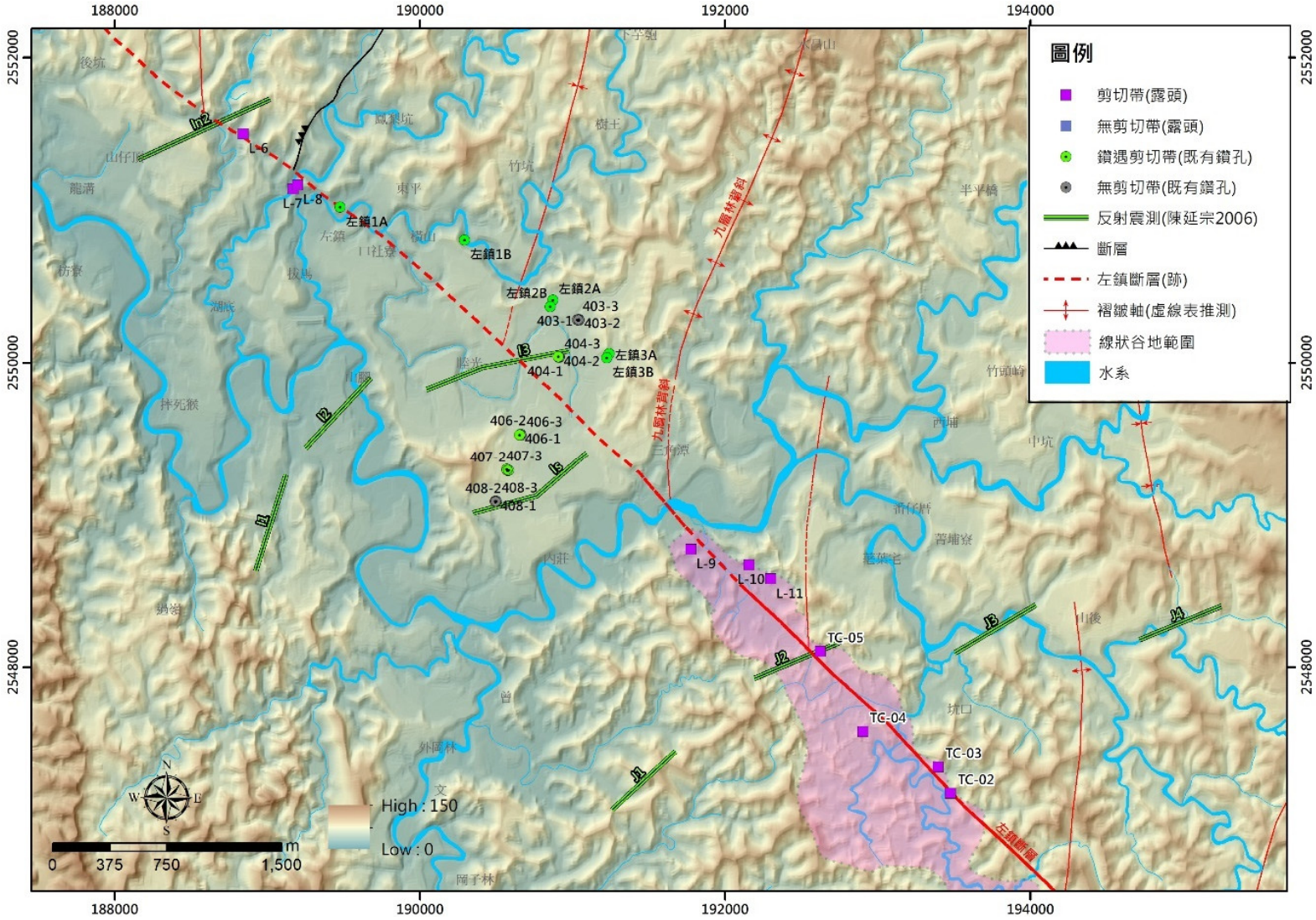


圖 6-5　左鎮斷層左鎮-坑口既有調查分布平面圖

Fig6-5　Map of existing investigations in Zuozhen-Kengkou section of Tsochen Fault

(2)鑽探調查

有關左鎮斷層之地質鑽探大多聚集於左鎮地區，現有資料以顏一勤(2016)及台灣電力公司(2021)等地質鑽探成果較為完整(表 6-4)，以下茲分項說明。

a.左鎮編號鑽井(顏一勤，2016)

本系列鑽井位於既有斷層跡之北側，每孔鑽深均為 50 公尺，且多為 2 孔一組剖面作為布設依據。整體而言，此些鑽井應未鑽遇左鎮斷層主斷層帶(核心毀壞帶)，僅可由岩心中薄層高角度之剪切帶、斷層泥等略知本區應位於左鎮斷層影響帶之中，但並非其主斷層位置(表 6-5)。

b.台灣電力公司南區施工處 110 年 345kV 天倫~龍崎線地質鑽探工程(2021)鑽井

該工程為高壓電線塔基工程鑽探，其線型恰與左鎮斷層跡大致斜交-正交。由各全取樣取心鑽探成果影像顯示，本系列鑽孔中常於地下約 20~30 公尺範圍發現薄層黑色剪切帶(斷層泥)，亦屬高角度剪切帶。整體而言，相較顏一勤(2016)鑽探及判釋成果，本系列鑽孔內所呈現之剪列帶分布較淺，且剪切帶厚度稍比顏一勤(2016)鑽探成果較為厚，可同時作為左鎮地區判釋左鎮斷層影響帶之重要鑽井資料(表 6-5)。

表 6-4　左鎮斷層沿線既有鑽孔資訊彙整表

Table6-4　Geological drilling results of Tsochen Fault

鑽孔編號	鑽深	N [m]	E [m]	單位
左鎮 1A	50	2551020.031	189476.410	顏一勤(2016)
左鎮 1B	50	2550805.903	190292.001	
左鎮 2A	50	2550411.131	190871.938	
左鎮 2B	50	2550368.020	190853.637	
左鎮 3A	50	2550061.338	191239.021	
左鎮 3B	50	2550032.517	191225.851	
404-2	40	2550039.36	190908.17	台灣電力公司(2021)
406-1	40	2549528.11	190652.21	
407-1	40	2549291.01	190581.13	
407-2	40	2549290.16	190570.62	
407-3	40	2549298.36	190569.43	

表 6-5　左鎮斷層既有鑽孔剪切帶特性彙整表

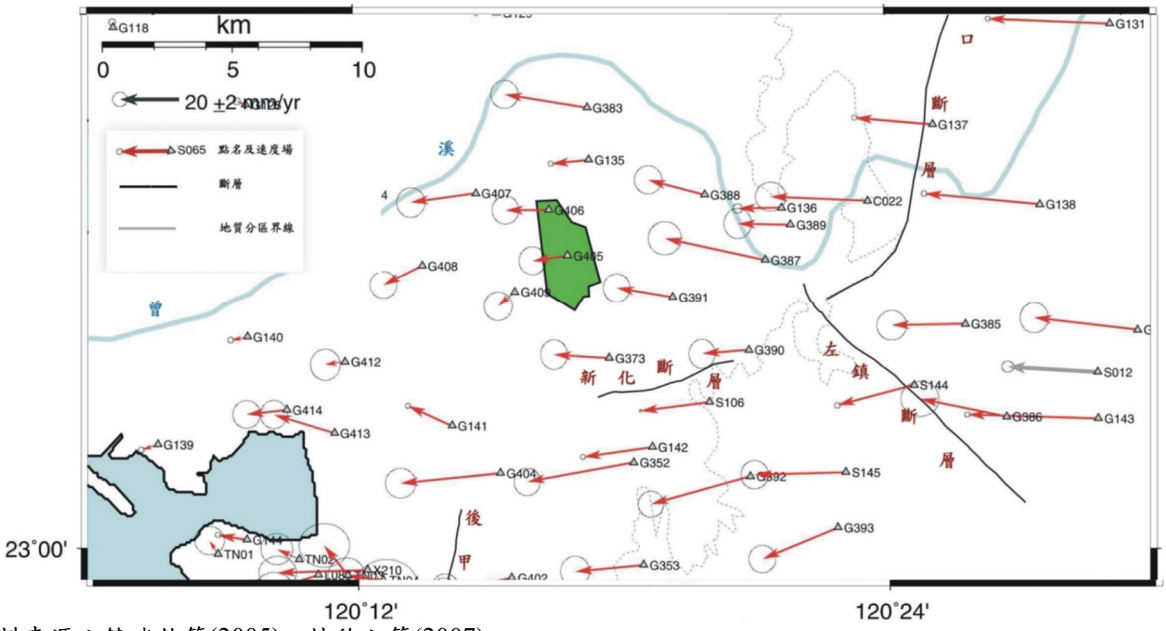
Table6-5　Shear zone characteristics of existing boreholes in Tsochen Fault

鑽孔孔號	鑽深(m)	剪切現象	剪切帶分布及特性
左鎮 1A	50	是	層面傾角 25~35 度，薄層剪裂泥 60~70 度及 50~60 度；19.20~19.40、25.70~26.30、48.74~48.83 公尺處剪裂較為明顯
左鎮 1B	50	是	層面傾角約 30~40 度，薄層剪裂泥角度 60~70 與 40~50 度；24.06~24.30、31.25~31.70、43.5~44.18、46.32~46.83 公尺處剪裂較為明顯
左鎮 2A	50	是	層面傾角 35~45 度，發育薄層剪裂泥 60~70、50~60 度，深度 46~48 公尺剪切現象明顯；8.18 公尺 C14 定年結果為 Cal BP 920~760
左鎮 2B	50	是	層面傾角約 30~40 度局部薄層剪裂泥發育，為 60~70、70~80 度，於深度約 48~48.65 公尺處較強烈，且剪裂泥厚度達 5~10 公分
左鎮 3A	50	是	層面角度 15~25，發育薄層剪裂泥，角度約 50~60、70~80，以 14~15 公尺、19、44 公尺處較強烈
左鎮 3B	50	是	層面傾角約 5~15 度，薄層剪裂泥 60~70、80~90 度，以 7、13.2~14.3、15.35~17.15、20.30、40、43 公尺處較為強烈
404-2	40	是	20.5、22.3、23.1 公尺處薄層剪裂泥
406-1	40	是	34.9 公尺處薄層剪裂泥
407-1	40	是	20.1、31.4、31.7 公尺處薄層剪裂泥
407-2	40	是	15~15.40 公尺處剪裂泥
407-3	40	是	17.3、17.4、17.7、20.2~20.5 處薄層剪裂泥

4.斷層活動特性

饒瑞鈞等(2005)以西元 2000~2005 年間 GPS 測量資料分析，結果顯示左鎮斷層北側速度場向量為 35 mm/yr (264°)；斷層南側為 30 mm/yr(262°)，整體具左移現象(圖 6-6)。

應變速率分析結果，縣市左鎮斷層東南段存在平行斷層跡走向壓縮量約 3.0 μstrain/yr，且具有 3.1~3.3 μstrain/yr 左剪應變量(饒瑞鈞等，2005)。此外，跨斷層剖面速度場(西元 1996~2006)研究結果顯示，平行斷層走向分量為 1.3 mm/yr 右移；垂直斷層走向分量為 6.9 mm/yr 壓縮形式；高程方向抬升量為 3.6 mm/yr(饒瑞鈞等，2006)。



資料來源：饒瑞鈞等(2005)、林啟文等(2007)

圖 6-6　左鎮斷層鄰近區域位移場分布(1996~2005)

Fig6-6　Displacement field distribution in vicinity of Tsochen Fault

(二)地表地質調查成果

本計畫調查範圍位於左鎮斷層西北端，目的為探查斷層末端之延伸特性。然而本區位於菜寮溪畔階地沖積層堆積範圍，未有露頭出露，故採用 LiDAR 地形陰影圖，判釋左鎮斷層西北端區域可能分布的地形崖線。調查說明如下:

本區地形崖線大致可判釋出兩道南北向地形小崖，整體地勢呈現西高東低。東側地形小崖較可能受菜寮溪侵蝕堆積作用影響，西側地形小崖則疑似有斷層活動影響，小崖高介於 1 至 2 公尺(圖 6-8，調查點 1、2、3)。在左鎮斷層通過處(圖 6-8，調查點 4)，地形未見起伏。

本計畫於西側地形小崖至左鎮斷層通過處之間,規劃 3 孔地質排鑽,由東至西依序為左鎮 4A、4B、4C 井，鑽井深度皆為 50 公尺，目的為釐清斷層末端之延伸性,以及補足缺乏的剪裂面切穿階地堆積層之定年證據。

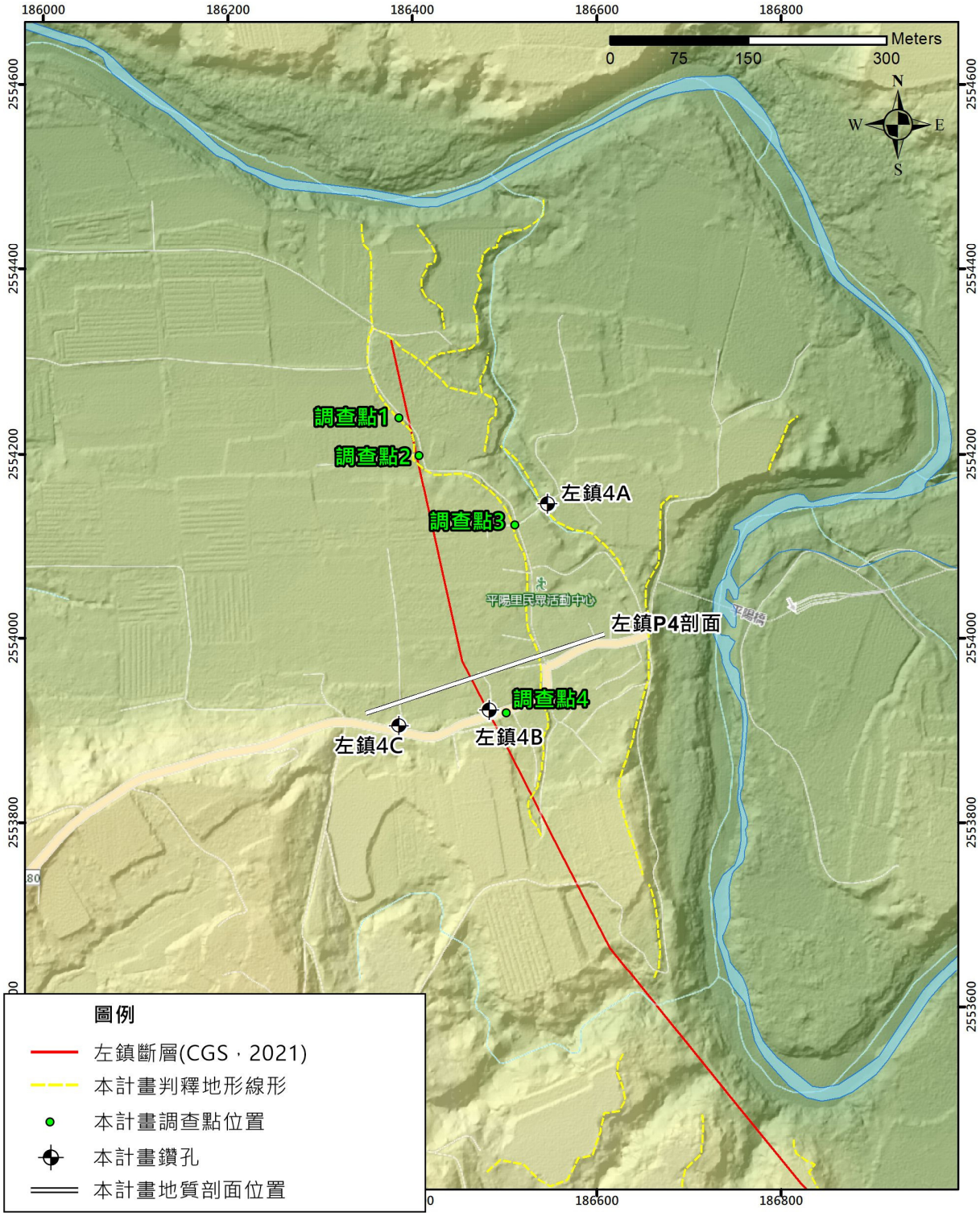


圖 6-7　左鎮斷層地質調查點現況

Fig6-7 Shaded relief and geological survey locations of Tsochen Fault



調查點 1，左鎮斷層西側地形小崖，崖高介於 1 至 2 公尺。	調查點 2，左鎮斷層西側地形小崖，崖高介於 1 至 2 公尺。
調查點 3，左鎮斷層西側地形小崖，崖高介於 1 至 2 公尺。	調查點 4，左鎮斷層通過處，地形未見明顯起伏。

圖 6-8　左鎮斷層地表地質調查點現況

Fig6-8　Current status of geological investigation point at Tsochen Fault

(三)地質鑽探成果

本計畫經蒐集前人文獻、地形判釋、地球物理探測、地表地質調查成果，於左鎮斷層西北端、台南市山上區石子崎地區的線形崖，規劃 3 孔地質鑽探井位，依序為左鎮 4A 井(50 公尺)、左鎮 4B 井(50 公尺)、左鎮 4C 井(50 公尺)。鑽探成果描述如下:

1.左鎮 4A 井

位於石子崎東側地區、地形線形崖東側，TWD97 坐標為(2554145.1, 186546.8)，孔口高程為 28.5 公尺，井深為 50 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~0.2公尺：黑色瀝青回填層

0.2~2.7公尺：棕色土壤

2.7~6.75公尺：黃棕色黏土偶夾粗礫石

6.75~7.1 公尺：黃棕色中顆粒砂

7.1~7.3公尺：灰黑色粉砂層

7.3~7.8 公尺：黃灰色中至粗顆粒砂夾粗礫

7.8~8.9公尺：灰色黏土夾灰色粉砂層

8.9~9公尺：灰白色粗礫石

9~15公尺：灰色泥岩偶夾灰白色中顆粒砂岩

15~17公尺：灰色泥岩夾灰白色中顆粒砂岩

17~19.2公尺：灰色泥岩偶夾灰白色中顆粒砂岩

19.2~20.5公尺：灰白色中顆粒砂岩夾灰色泥岩

20.5~29.15公尺：灰色泥岩夾粉砂岩或細至中顆粒砂岩，20.85~21.35m 剪裂帶

29.15~35.3公尺：灰色泥岩與灰白色中顆粒砂岩互層

35.3~36.9 公尺：灰色泥岩夾灰白色粉砂岩

36.9~40公尺：灰色泥岩偶夾灰白色中顆粒砂岩

40~41.25公尺：灰白色粉砂岩偶夾灰色泥岩

41.25~42.6 公尺：灰色泥岩間夾灰白色粉砂岩

42.6~44.2公尺：灰白色粉砂岩偶夾灰色泥岩

44.2~48.1 公尺：灰色粉砂岩至泥岩偶夾細至中顆粒砂岩層

48.1~50公尺：灰色泥岩偶夾灰白色中顆粒砂岩

本孔岩心在 0.0~9.0 公尺為全新世沖積層，9.0~50.0 公尺為北寮頁岩，岩性為砂頁岩互層、夾砂岩。地質構造部分，本孔岩層層面傾角介於 10 至 30 度之間，未發現褶曲現象，剪切面零星分布於 18.6、20.8~21.4 公尺，剪切面傾角介於 50 至 80 度，產狀呈現黑色剪切條帶，厚度小於 1 公分。整體來看，本孔距離左鎮斷層仍有段距離。

2.左鎮 4B 井

位於石子崎南側地區、南 180 鄉道旁，地形線形崖西側，TWD97 坐標為(2553921.8, 186483.4)，孔口高程為 33.3 公尺，井深為 50 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~0.7 公尺：黑褐色土壤

0.7~1公尺：灰白色巨礫

1~1.3 公尺：黑褐色土壤

1.3~1.4公尺：灰白色粗礫

1.4~2.6公尺：黑褐色土壤

2.6~3公尺：灰白色巨礫

3~3.8公尺：黑褐色土壤

3.8~18 公尺：灰色泥岩偶夾薄層粉砂岩，5.8~6.0m、7.25~7.4m、17.75~18.0m 剪裂帶

18~20.1 公尺：灰色泥岩夾薄層粉砂岩

20.1~23.95公尺：灰色泥岩偶夾薄層粉砂岩

23.95~26.35公尺：灰色泥岩夾薄層粉砂岩

26.35~27 公尺：灰色粉砂岩偶夾細顆粒灰色砂岩

27~28公尺：灰色泥岩與灰白色粉砂岩互層

28~33.6 公尺：灰色泥岩偶夾灰色粉砂岩

33.6~36.4公尺：灰色中顆粒砂偶夾灰色泥岩

36.4~38.4公尺：灰色中顆粒砂與灰色泥岩互層

38.4~40公尺：灰色中顆粒砂偶夾灰色泥岩

40~40.6公尺：灰色泥岩

40.6~41.95公尺：灰色中顆粒砂岩

41.95~46公尺：灰色泥岩偶夾灰色細砂岩

46~46.4公尺：灰色泥岩，中有貝類化石

46.4~48.52 公尺：灰色粉砂岩偶夾細顆粒砂岩

48.52~50 公尺：灰色細至中砂，48.7~49m 剪裂帶

本孔岩心在 0.0~3.8 公尺為全新世沖積層，3.8~50.0 公尺為北寮頁岩，岩性為砂頁岩互層、夾砂岩。地質構造部分，本孔岩層層面傾角介於 10 至 30 度之間，未發現褶曲現象，剪切面零星分布於 5.9、7.3、14.1、18.0、20.35、36.35、49.0 公尺等，剪切面厚度多小於 0.5 公分，產狀於砂頁岩互層中呈現黑色剪切條帶、於砂岩層中則呈現變形條帶。

本鑽井於鄰近剪切面通過處 5.9 公尺，於 5.85 公尺提取有機沉積物(organic sediment)進行 C-14 定年，本取樣點鄰近 5.9 公尺處剪切面，目的為釐清剪切面活動年代，定年結果為 34640±290 BP (40474-39263 cal BP)。

3.左鎮 4C 井

位於石子崎南側地區、南 180 鄉道旁，地形線形崖西側，TWD97 坐標為(2553904.9, 186385.4)，孔口高程為 34.5 公尺，井深為 50 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~1公尺：黑褐色土壤

1~1.6公尺：黃棕色粉砂岩

1.6~3.55公尺：灰色粉砂岩偶夾細顆粒砂岩

3.55~5.2 公尺：灰色泥岩偶夾細顆粒砂岩

5.2~8.3公尺：灰色泥岩與灰色細顆粒砂岩互層

8.3~16公尺：灰色泥岩偶夾細顆粒砂岩

16~19.5 公尺：灰色泥岩與灰白色粉砂岩互層，16.9、17.1、19.1 具有較明顯之剪裂帶

19.5~19.8 公尺：黑色靡稜岩，為剪裂帶

19.8~20.5公尺：灰色泥岩與灰白色粉砂岩互層

20.5~22.7公尺：灰色泥岩偶夾細顆粒砂岩

22.7~23.15公尺：灰色中顆粒砂岩

23.15~24.4公尺：灰色泥岩偶夾細顆粒砂岩

24.4~24.6公尺：灰色中顆粒砂岩

24.6~29.3公尺：灰色泥岩偶夾細顆粒砂岩

29.3~32.65 公尺：灰色細顆粒砂岩夾灰色泥岩

32.65~36公尺：灰色粉砂岩夾砂岩

36~37.8公尺：灰色泥岩夾灰色細顆粒砂岩

37.8~41.4公尺：灰色粉砂岩夾砂岩

41.4~41.5公尺：灰色細礫

41.5~50 公尺：灰色粉砂岩夾砂岩，偶夾泥岩

本鑽井岩心於 0.0~1.0 公尺，屬於全新世沖積層，1.0~50.0 公尺則為崎頂層，岩性以砂岩夾頁岩層為主。地質構造部分，本孔岩層層面傾角介於 0 至 30 度之間，剪切面分布於 16.0~23.0 公尺之間，主要剪切帶則分布於 19.5~19.8 公尺，產狀主要呈現黑色剪切條帶。

(四)地下地質探查成果討論

本計畫於台南石子崎鑽探探查，繪製左鎮 P4 地質剖面。剖面說明如下:

本剖面鑽井包含左鎮 4A(50 公尺)、左鎮 4B(50 公尺)、左鎮 4C(50 公尺)，如圖 6-9。地形部分，本剖面地勢呈現西高東低，本計畫判釋線形崖通過剖面水平里程 195 公尺處，左鎮斷層(地礦中心，2021)通過剖面水平里程 120 公尺處。

鑽探成果顯示，近地表堆積階地堆積層，厚度約小於 5 公尺，階地堆積層以下基盤在左鎮 4A 及 4B 井推測為北寮頁岩，岩性為砂頁岩互層、間夾砂岩；在左鎮 4C 井則推測為崎頂層，岩性為砂岩夾頁岩。地質構造部分，左鎮 4B 井由淺至深皆零星分布剪切面，左鎮 4C 井主要剪切帶分布於 19.5 至 19.8 公尺，本計畫推測左鎮斷層應通過左鎮 4B 及 4C 井之間。

根據左鎮 4B 井 5.85 公尺鄰近剪切面通過處之定年成果，為 34640±290 BP (40474-39263 cal BP)。

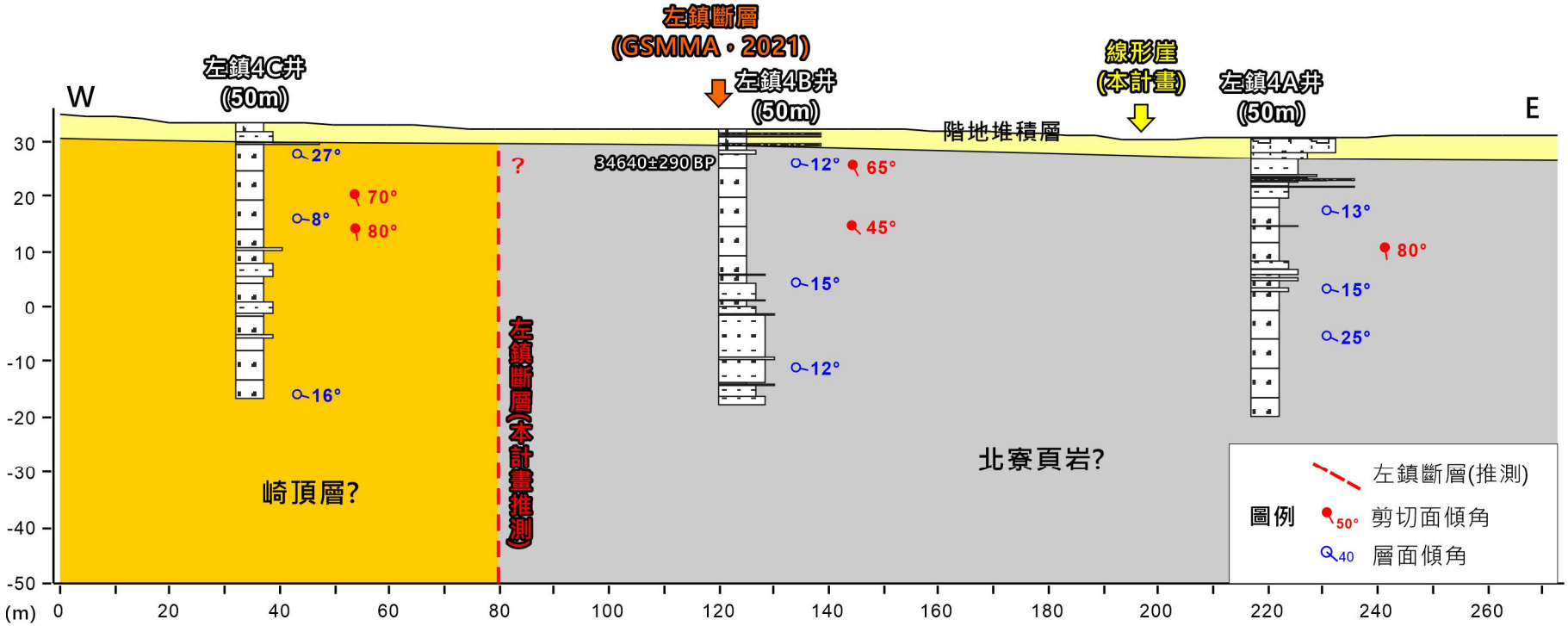


圖 6-9　左鎮斷層-左鎮 P4 地質剖面

Fig6-9　Tsochen Fault - Tsochen P4 Geological Profile

七、烏山頭斷層調查成果

(一)基本資料及過去研究

1.斷層位置與長度

烏山頭斷層又稱崙後斷層(何信昌，2005)，為大尖山-觸口-崙後斷層系統之末端斷層(陳文山等，2003)；本斷層為逆移斷層，斷層跡大致呈現東北走向，自嘉義縣觸口東方，向西南延伸至台南市山上區，整體長度約 48 公里(中國石油公司，1986；經濟部中央地質調查所，2007)(圖 7-1)。

前人將本斷層分為南北段，以台南市東山區檳榔宅區域為南北段分界並討論其特性(黃文正等，2020)。其中，本斷層北端為獺頭斷層(左移斷層)截切，南端遭左鎮斷層(左移斷層)截切；本斷層與觸口斷層大致平行，其中位於本斷層西側之中崙斷層為其西側前緣之分支斷層(陳文山等，2003)(圖 7-1)。

2.地形與地質特性

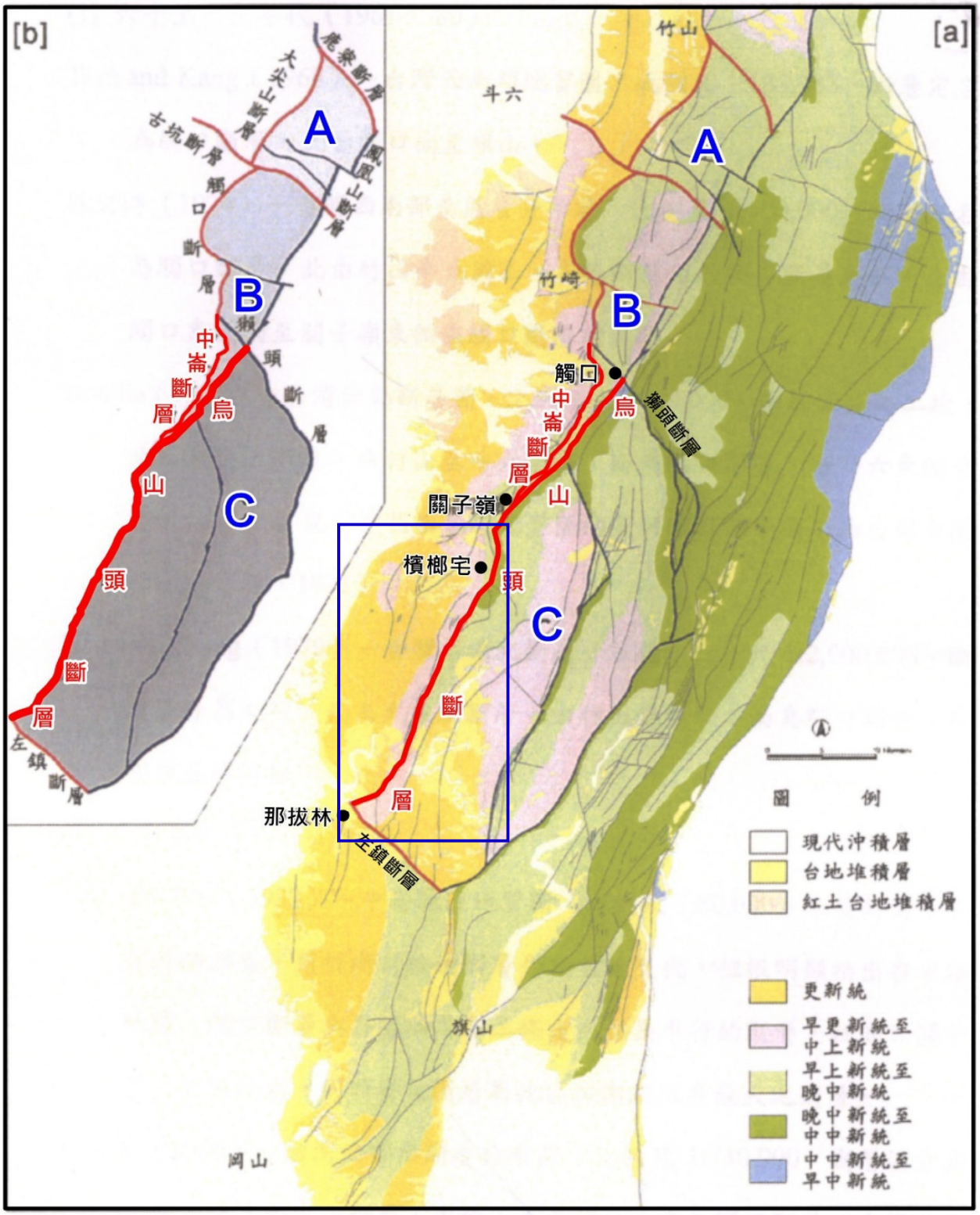
(1)地形特性

a.烏山頭斷層上盤區域

烏山頭斷層楠西隧道以北，大致沿西烏山嶺山脈西側山麓帶延伸，因該區出露堅硬厚層砂岩(上盤為中新世長枝坑層、糖恩山砂岩)而形成一連串之南北走向山脈；楠西隧道以南，斷層上盤岩性多屬泥質砂岩與砂頁岩互層，較易受侵蝕，因此地形較楠西隧道以北為低矮(陳文山等，2003)(圖 7-2)。

b.烏山頭斷層下盤區域

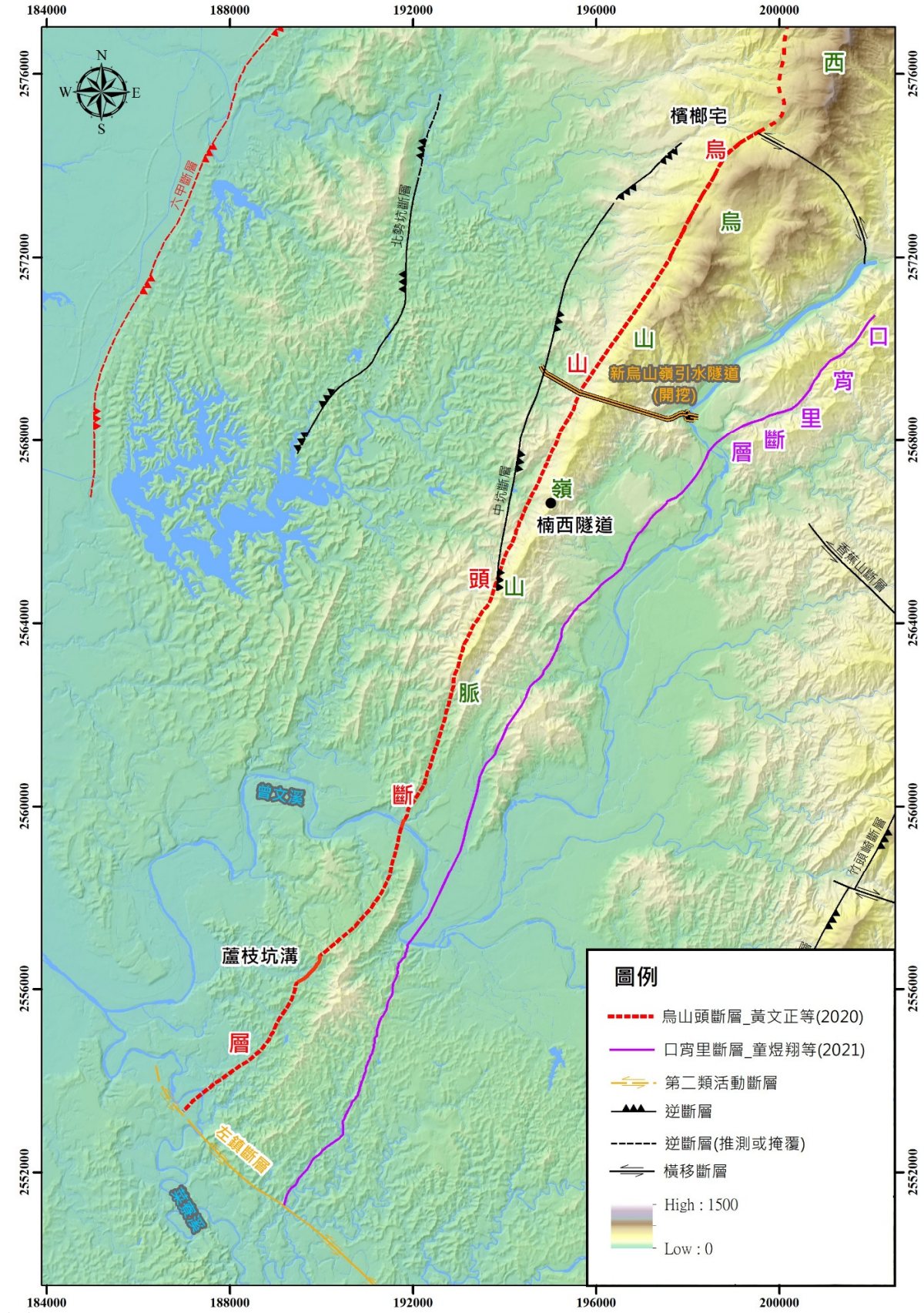
近地表主要出露上新世至更新世砂岩頁岩互層或頁岩層，偶夾數十公尺厚砂岩層，整體差異侵蝕作用而形成單斜脊之地形；楠西隧道以南，斷層兩側屬丘陵地地形(陳文山等，2003)(圖 7-2)。



參考資料：改自陳文山等(2003)

圖 7-1　烏山頭斷層區域構造分段與地塊分段

Fig7-1　The geological structure map of Wushantou Fault



參考資料：改自黃文正等人(2020)、童煜翔等人(2021)

圖 7-2　烏山頭斷層南段(檳榔宅以南)地形及構造分布

Fig7-2　The topography and structure map of southern Wushantou fault

(2)地表地質特性

北段烏山頭斷層上盤岩層為長枝坑層、糖恩山砂岩、鹽水坑頁岩、隘寮腳層、茅埔頁岩及竹頭崎層(等同南港層與南莊層)，下盤岩層屬上新世烏嘴層與濁水溪層；南段上盤出露岩層較為年輕，屬上新世竹頭崎層，下盤出露岩層屬更新世六重溪與崁下寮層。由北段至南段，斷層兩側之層位落差由超過 2000 公尺逐漸減至少於 1000 公尺(陳文山等，2003)。

烏山頭斷層上盤出露岩層，長枝坑層以灰色細粒砂岩與灰黑色頁岩的互層為主；糖恩山砂岩以厚層青灰色細粒砂岩與泥質砂岩為主；鹽水坑頁岩以塊狀深灰色頁岩或砂質頁岩為主；隘寮腳層以灰色砂岩與頁岩的薄互層為主；茅埔頁岩以暗灰色頁岩為主；竹頭崎層以中至厚層細粒砂岩和泥質砂岩為主。烏山頭斷層下盤，主要出露地層包括濁水溪層、六重溪層、崁下寮層與二重溪層。濁水溪層以砂質頁岩、泥質砂岩及其互層為主；六重溪層為砂質頁岩、細粒砂岩與薄層砂質頁岩的互層；崁下寮層以中至厚層灰色泥岩為主，間夾泥質砂岩；二重溪層以厚層頁岩及砂岩與頁岩的薄互層為主(圖 7-2)。

根據前人地質調查成果，在曾文溪以北區域地形起伏大且並無出露明顯之斷層露頭，無法自近地表觀察烏山頭斷層特性；曾文溪以南區域，為較低矮之丘陵地形，又因惡地地形岩層出露，得以自近地表觀察本斷層之特性，因此前人研究多著重於此區。

以下茲就曾文溪走馬瀨橋以南區域，由北至南簡述前人於各區域之露頭調查及判釋之斷層特性。

a.曾文溪南岸走馬瀨橋區域

於曾文溪北岸，走馬瀨橋東側，顯見 15-20 公尺厚之斷層帶，然上覆約 3~10 公尺厚之堆積礫石層；曾文溪南岸，僅出露斷層帶東側之介面，該處砂岩層位態約為 70°W；斷層帶西側岩層傾角約為 80°E(黃文正等，2020)(圖 7-3、圖 7-4)。

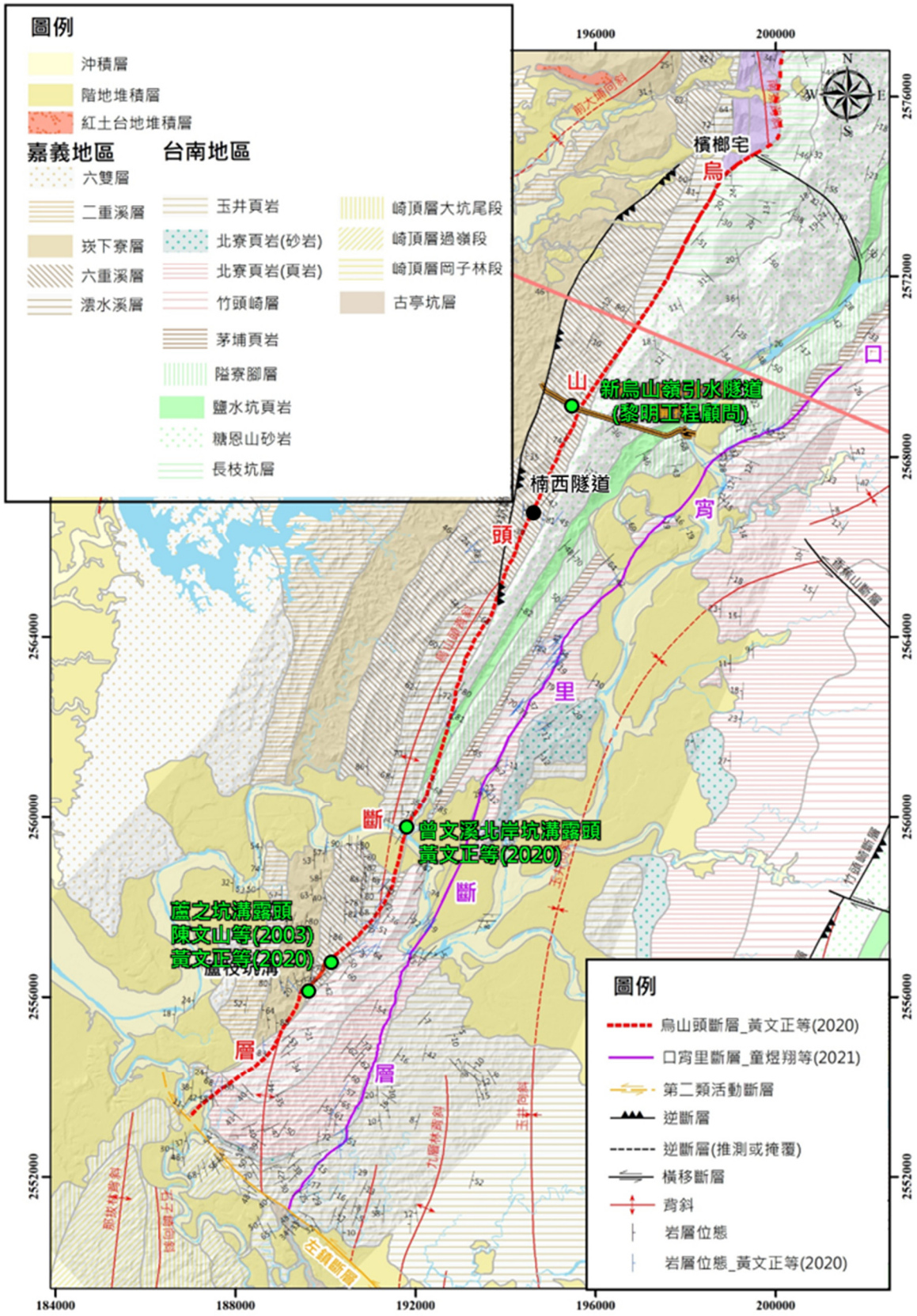
b.蘆枝坑溝北側

鄰近區域露頭部分，以曾文溪南側區域，鄰近明德外役監北側蘆枝坑露頭(陳文山等，2003；黃文正等，2020) (圖 7-3、圖 7-5)，顯見斷層剪切帶。該處剪切帶寬度約為 200 公尺寬，根據斷層面

及擦痕，判釋為低角度逆衝斷層，斷層面位態約為 N26°E/20°E(陳文山等，2003)；黃文正等(2020)以無人載具搭載相機，針對該區進行詳細地質構造空拍及判釋，結果顯示盧枝坑溝剖面(700 公尺總寬)，於剖面西側顯見大量剪切帶且富含褶曲、截斷砂岩層。

c.蘆枝坑溝南側

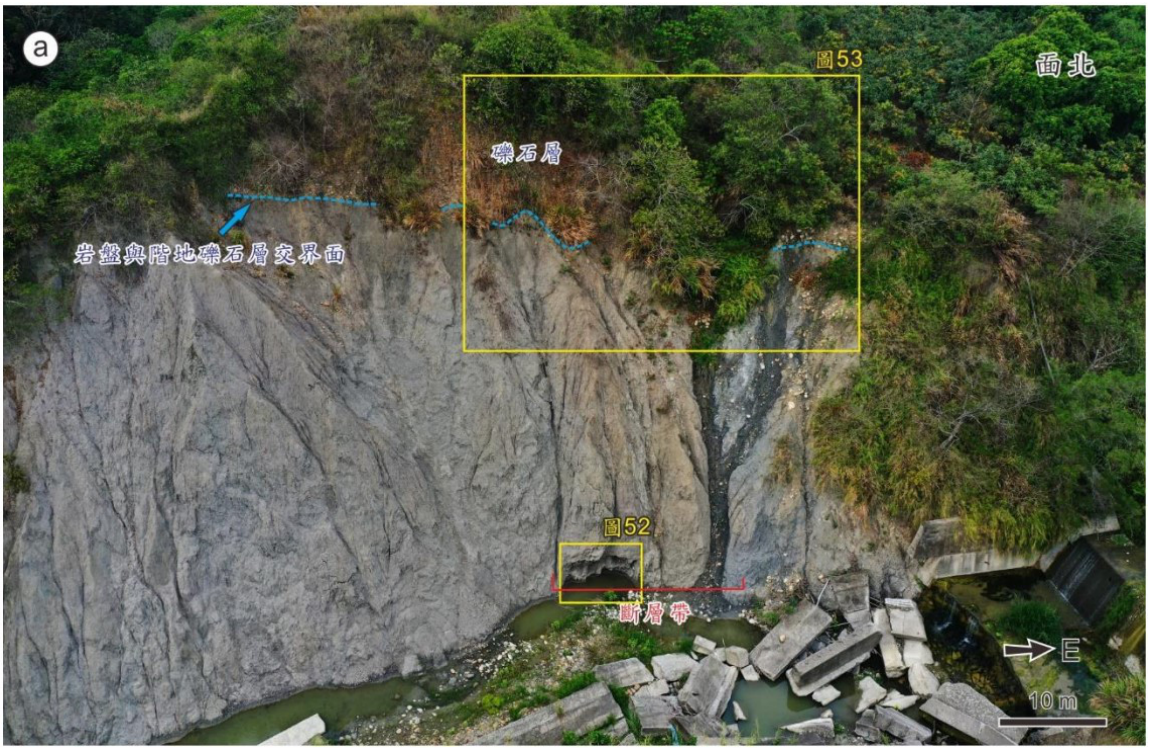
蘆枝坑溝南側丘陵地(緊鄰明德外役監北側)，該區可見得厚層泥岩偶夾薄層砂岩中存在 40~50 度向東傾之剪裂帶且寬度達數十公尺厚。整體而言，該區剪裂帶附近岩層傾角大多呈現高傾角(大於 45 度)狀態(黃文正等，2020) (圖 7-3、圖 7-5)。



資料來源：改自黃文正等人(2020)、童煜翔等人(2021)

圖 7-3　烏山頭斷層南段(檳榔宅以南)區域地質圖及露頭控制點

Fig7-3　The geological map of southern Wushantou fault with control points



曾文溪北岸坑溝露頭(1)

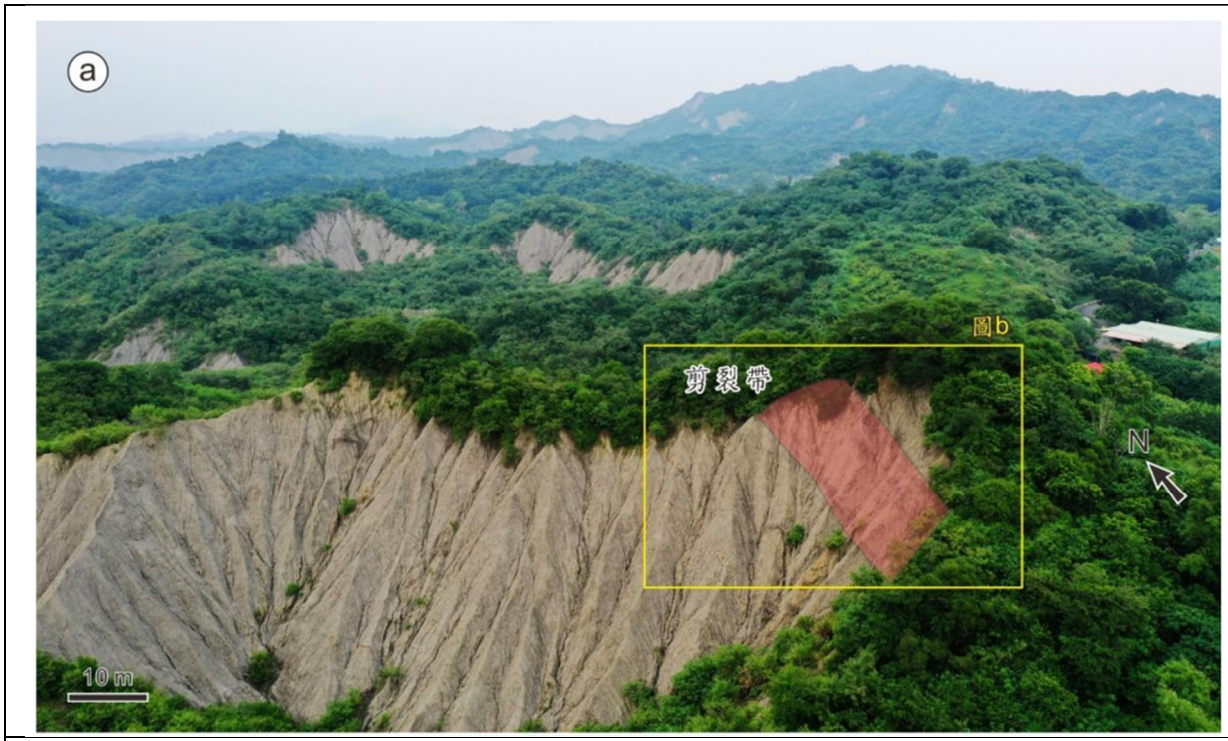


曾文溪北岸坑溝露頭(2)

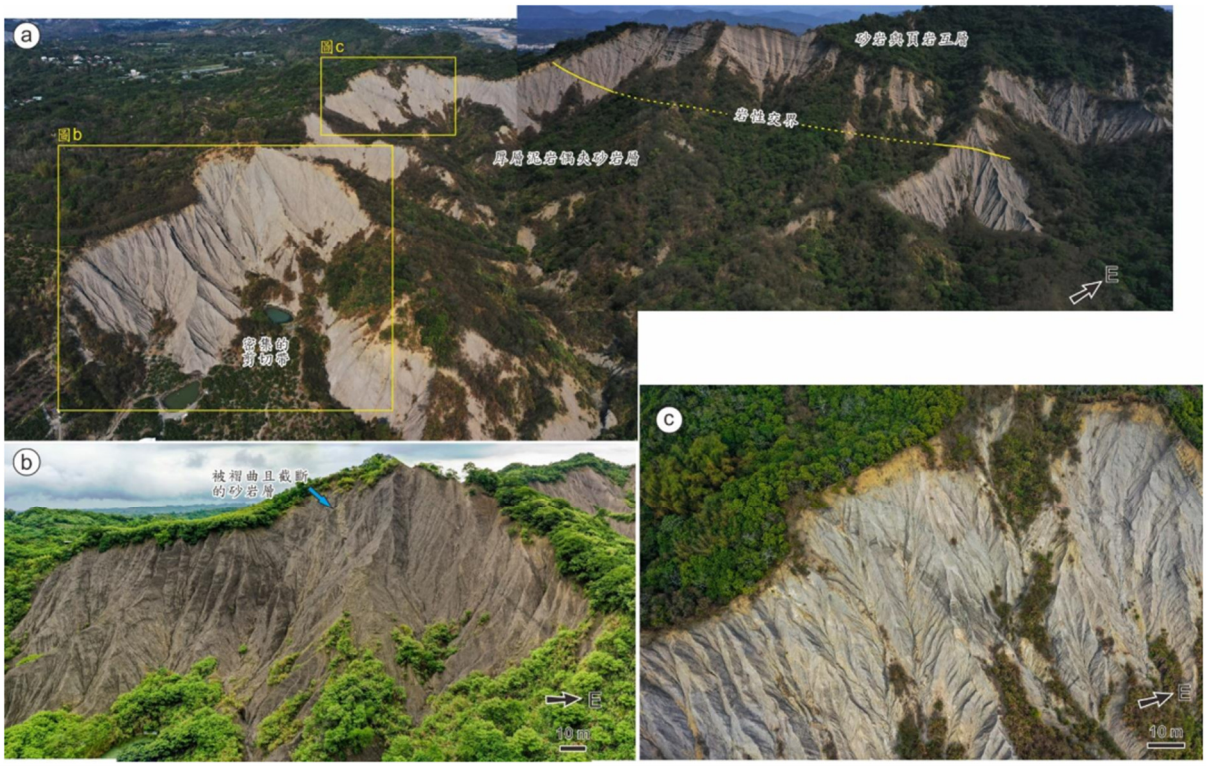
資料來源：黃文正等(2020)

圖 7-4　曾文溪北岸露頭影像

Fig7-4　The outcrop images on north bank of Zengwen river



蘆之坑溝露頭(1)



蘆之坑溝露頭(2)

資料來源：黃文正等(2020)

圖 7-5　蘆之坑溝南北側露頭影像

Fig7-5　The outcrop images on north part and south part of Luzhi gully

3.地下地質特性

烏山頭斷層北起嘉義縣觸口，南至臺南山上區域，其南、北側各為左鎮斷層(南)及獺頭斷層(北)截切，其中以檳榔宅區域為本斷層南北段分界，其中 Hsu and Wei(1983)認為崙後斷層為該區域斷距落差最大之斷層。以下茲就烏山頭斷層(崙後斷層)各段之地下地質構造特性分區域描述。

a.烏山頭斷層北段(檳榔宅以北至觸口東方)

本區前人(Hung et al., 1999；黃旭燦等人，2004)以地表地質資料及深鑽資料並繪製平衡剖面，解析本斷層由北至南之地下地質構造概況(圖 7-6)，各區段之地質構造說明如下：

(a)中崙區域(B-B’剖面)

平面地質圖顯示，烏山頭斷層北段線形大致與觸口斷層南段(觸口以南)平行。而根據 Hung et al.(1999)地質剖面，觸口斷層與烏山頭斷層之斷層面傾角大於 45 度，且發源於海平面下約 4~6 公尺深處，為同一基底斷層。上盤岩層屬長枝坑層；下盤岩層屬糖恩山砂岩；且其前緣之觸口斷層下盤為濛水溪層。

(b)關子嶺區域(C-C’及 D-D’剖面)

本段觸口斷層併入烏山頭斷層。而烏山頭斷層之下盤岩層褶曲，為中崙背斜，整體烏山頭斷層面仍呈現高角度。上盤岩層屬長之坑層；下盤岩層屬糖恩山砂岩。D-D’，斷層角度較緩(約 50 度)，前緣發育關子嶺背斜，上盤岩層屬長枝坑層；下盤岩層屬糖恩山砂岩。

b.烏山頭斷層南段(檳榔宅以南)

(a)新烏山嶺引水隧道區域(E-E’剖面)

「新烏山嶺引水隧道」工程開挖穿越西烏山嶺山脈及烏山頭斷層，工程設計階段地質鑽探共 50 孔、震測 19 處共 3,060 公尺、地電阻測線 4 處共約 1,117 公尺、有害氣體調查 3 孔等，以及施工階段開挖地質紀錄，與烏山頭斷層相關調查成果說明如下(圖 7-7)。

新烏山嶺引水隧道位於檳榔宅以南約 6.4 公里，隧道總長

度約 3,431 公尺，工程起點為東口攔河堰，西口位於烏山頭水庫上游姜仔寮。隧道自東至西，經過地層為鹽水坑頁岩、糖恩山砂岩(斷層上盤)、六重溪層(斷層下盤)。

本工程地質鑽探資料(98BH01~05；102BH-02~04；104DH-06)等數孔鑽遇斷層剪切帶，引水隧道貫穿烏山頭斷層主斷層剪裂帶以及剪裂帶 B、C、D、E 等，其中剪裂帶 B、C 擾動範圍較大，為烏山頭斷層的分支斷層 B 及 C。開挖紀錄顯示，主斷層於里程 2.195k~2.415k 遭遇，斷層面約東北走向、傾角 35˚E，斷層擾動帶寬度約 200 公尺，斷層上盤分支斷層 B 里程約 1.895k~1.915k，擾動帶寬度約 20 公尺；分支斷層 C 里程 1.8k~1.85k，45˚E，擾動帶寬度約 50 公尺。本計畫參考前述設計階段鑽井成果及使用前安全覆核成果報告(黎明工程，2014 及 2020)，繪製主斷層及分支斷層剪切帶範圍，詳圖 7-8。

(b)走馬瀨區域(曾文溪，F-F’剖面)

烏山頭斷層上盤發育口宵里斷層，其為烏山頭斷層之背衝斷層，且為層間滑動，錯距小；烏山頭斷層下盤亦無發育褶皺。本區烏山頭斷層造成上下盤之層位落差較檳榔宅以北區域(關子嶺、中崙)等剖面較低，顯示烏山頭斷層於南端之錯距較小。

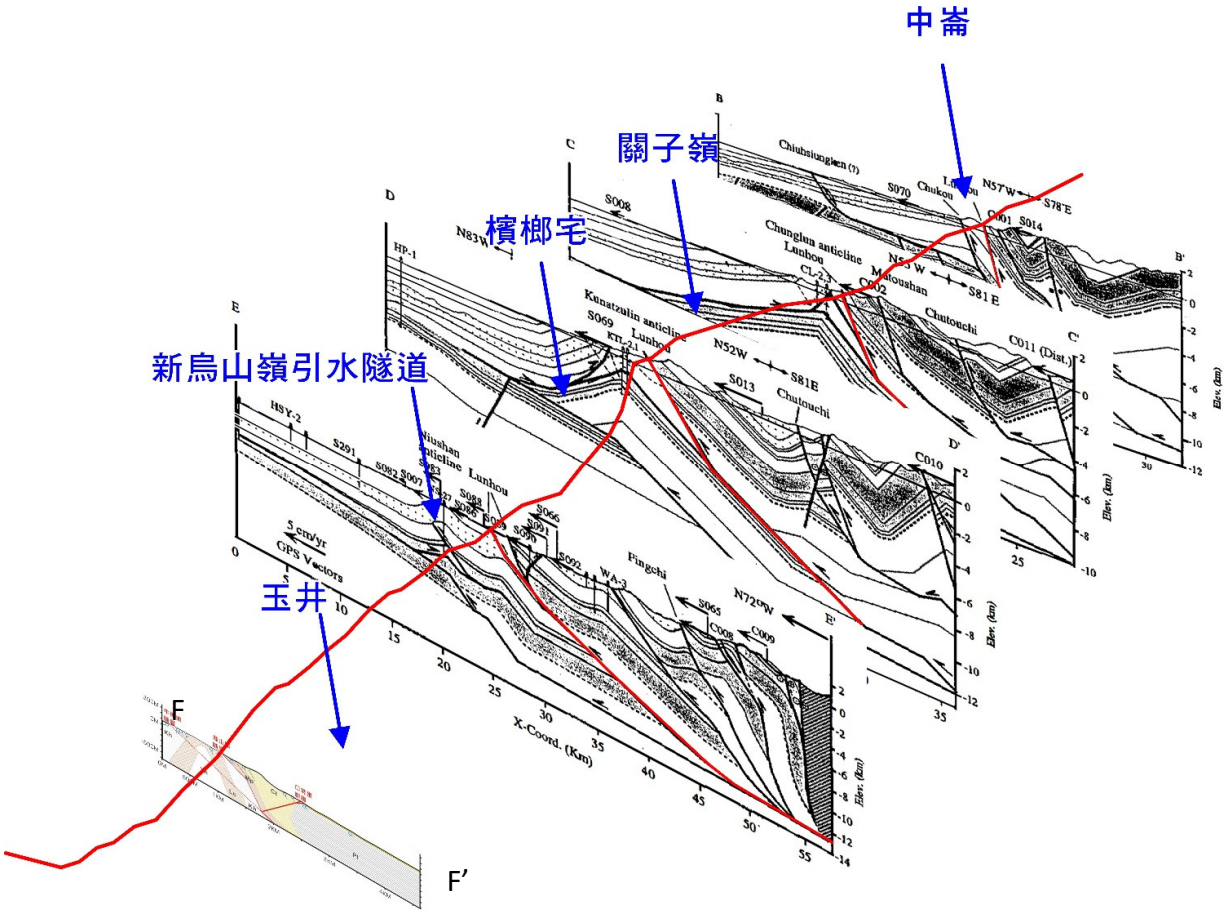


圖 7-6　烏山頭斷層全段地質構造及剖面示意圖

Fig7-6　The geological structure map of Wushantou Fault

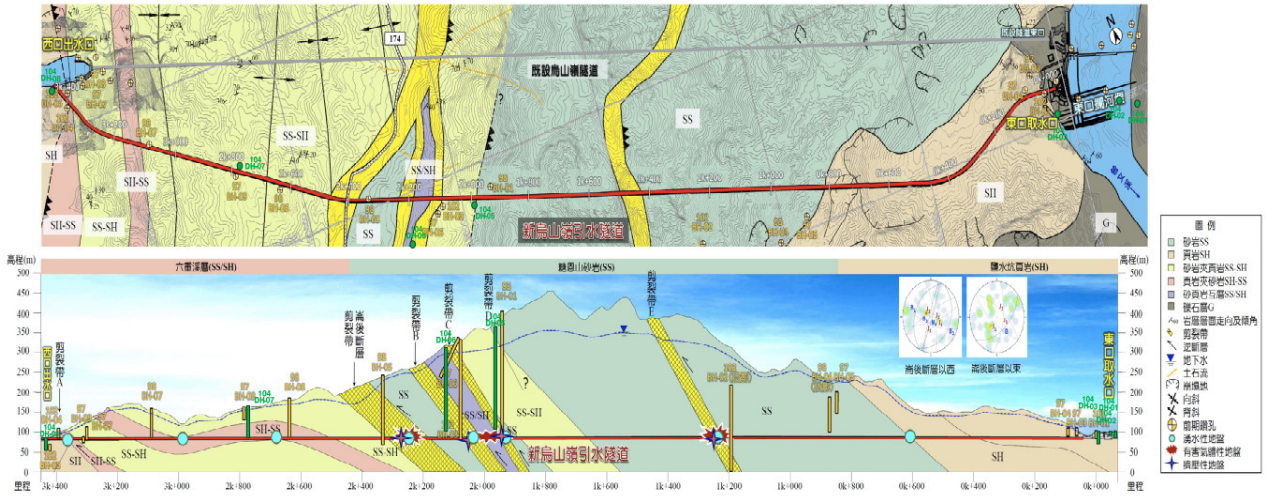


圖 7-7　新烏山嶺隧道工程地質平縱面圖

Fig7-7　The geological map and profile of New Wu Shan Ling Diversion Tunnel

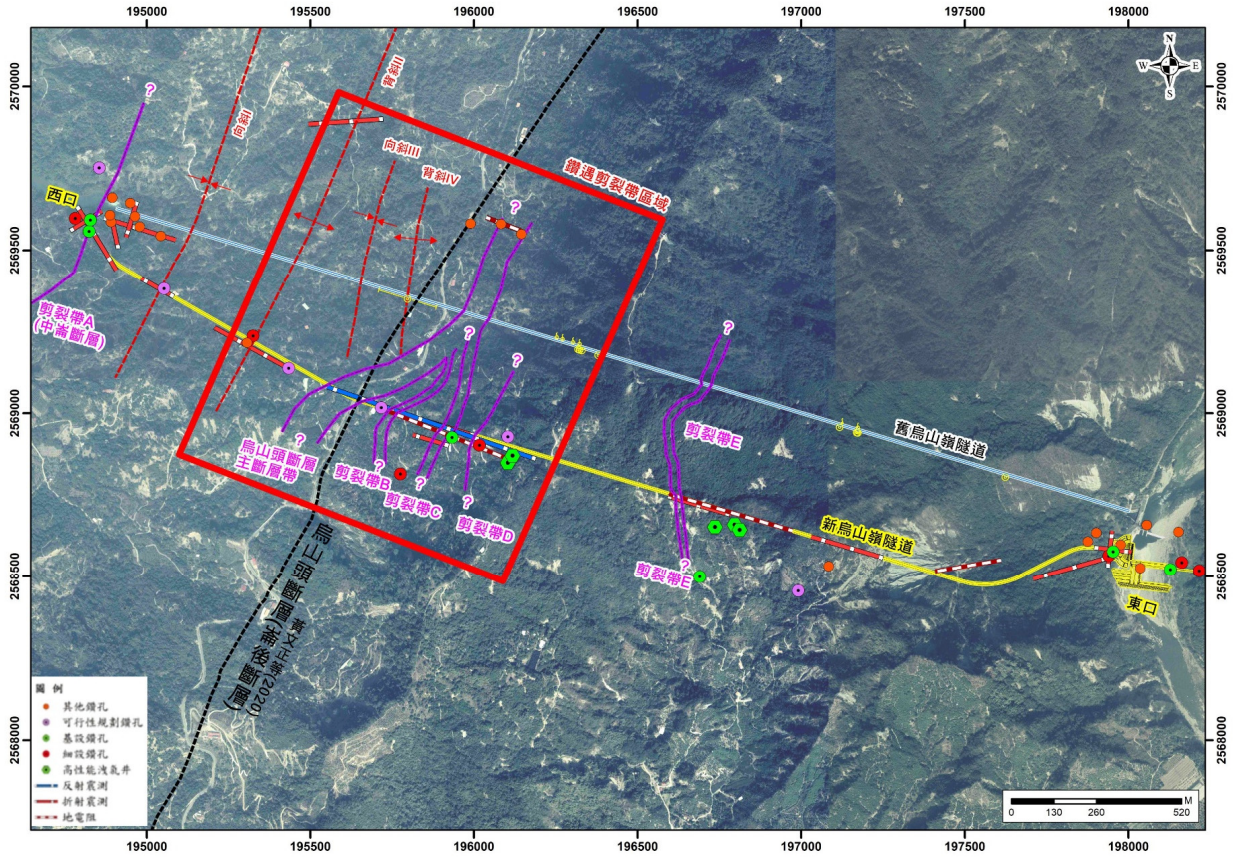


圖 7-8　新烏山嶺引水隧道全段烏山頭斷層剪切帶調查分布平面圖

Fig7-8　Wushantou Fault distribution map of New Wu Shan Ling Diversion Tunnel

4.斷層活動特性

烏山頭斷層約開始活動於 53 萬年前，而推論其西側的構造活動則晚於該年代。在烏山頭斷層與六甲斷層之間的內麓山帶地區尚有中坑斷層與北勢坑斷層(何信昌等，2005)。此外，前人在曾文溪與菜寮溪流域並未發現及截切更新世晚期地層的證據，而在斷層跡通過的階面上，地形特徵受侵蝕而抹除。

由 GPS 觀測資料顯示(Yu and Chen, 1998)，1990~1997 年的 GPS 資料分析結果，烏山頭斷層兩側的平均水平縮短量，在楠西附近 17~23 公厘/年，玉井附近 22 公厘/年；以利用應變速率作推估，烏山頭斷層的鄰近地區可觀測到 0.48~2.01 μstrain/年為中度至顯著的壓縮速率，部分地區同時顯示 0.12~1.26 μstrain/年的顯著伸張速率，擠壓方向介於東南東-西北西方向。

烏山頭斷層的地震活動並不顯著，卻具有極高的應變率，此結果顯示斷層正處於無震滑移(aseismic slip)，暗示地殼應變在斷層一帶快速累積，具有相當高的大地震潛勢(經濟部中央地質調查所，2007)。

(二)地表地質調查成果

本計畫地表地質調查範圍包含烏山頭斷層南端跨越左鎮斷層延伸段(詳圖 7-9)。本調查範圍在過去地調所五萬分之一地質圖新化圖幅(2005)，烏山頭斷層南端並未延伸至左鎮斷層。

本計畫同時參考地調所過去在埔羌坑地表地質調查成果，於埔羌坑菜寮溪沿岸發現烏山頭斷層剪裂帶，左鎮斷層線上也發現有疑似烏山頭斷層剪裂帶，為驗證烏山頭斷層是否切穿左鎮斷層，本計畫以 LiDAR 地形陰影圖繪製烏山頭斷層可能的地形崖線，判釋結果顯示烏山頭斷層地形崖線向西南通過左鎮斷層，延伸至松仔腳附近，由調查點 1(圖 7-10)可見地形崖隆起現況，然而再往西南至松仔腳則由於菜寮溪河階地發育無地形崖特徵(詳調查點 2，圖 7-10，即使往上盤側調查也未見地形特徵(詳調查點 3、4，圖 7-10)。

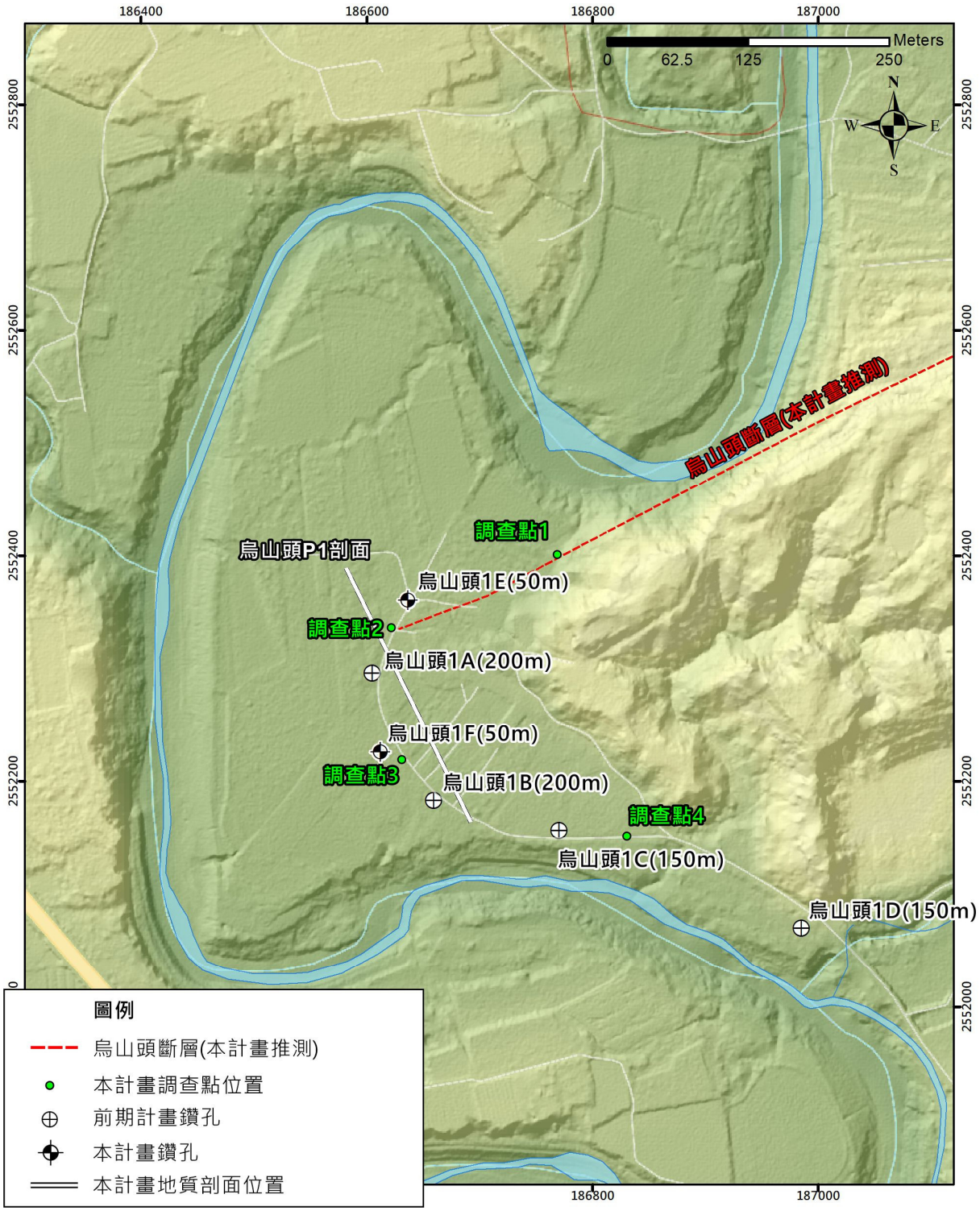


圖 7-9　烏山頭斷層地形陰影及地質調查位置

Fig7-9　Shaded relief and geological survey locations of Wushantou Fault



調查點 1，烏山頭斷層線(本計畫調查)通過處之地形崖現況	調查點 2，烏山頭斷層線(本計畫調查)通過處之地形現況，未發現明顯起伏
調查點 3，烏山頭斷層線(本計畫調查)通過處之地形現況，未發現明顯起伏	調查點 4，烏山頭斷層線(本計畫調查)通過處之地形現況，未發現明顯起伏

圖 7-10　烏山頭斷層地表地質調查點現況

Fig7-10　Current status of geological investigation point at Wushantou Fault

(三)地質鑽探成果

本計畫經蒐集前人文獻、地形判釋、地球物理探測、地表地質調查成果，於烏山頭斷層南端跨過左鎮斷層的延伸處、台南市左鎮區松子腳規劃 2 孔地質鑽探，依序為烏山頭 1E 井(50 公尺)、烏山頭 1F 井(50 公尺)。鑽探成果描述如下:

1.烏山頭 1E 井

位於台南市左鎮區松子腳，TWD97 坐標為(2552360.5,186636.6)，孔口高程為 17.5 公尺，井深為 50 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~2公尺：深棕色風化土壤，含植根、卵礫石

2~4.25 公尺：黃棕色粉土質細砂層

4.25~5.95公尺：黃棕色中砂層，具平行紋理

5.95~6.55 公尺：黃棕色粉土質細砂層

6.55~7.35公尺：黃棕色中砂層

7.35~7.9公尺：深棕色中砂層

7.9~8.45公尺：灰黑色砂質細礫層，夾卵礫石

8.45~14.15公尺：灰黑色粉土質細砂層，偶夾薄葉層中砂，具平行紋理，8.6~9.4 公尺、11.45~11.7 公尺剪切面

14.15~25.5公尺：淺灰黑色泥、細砂互層，含炭屑，具平行紋理，14.15~14.3 公尺、16.35~16.5 公尺、17.15~17.3 公尺、22.45~22.5 公尺、23.2~23.3 公尺剪切面

25.5~50公尺：灰黑色粉土質細砂至中砂，偶含貝屑、泥粒、炭屑，具平行紋理，36.4~36.6 公尺、47.35~47.45 公尺剪切面

本孔岩心在 0.00~8.45 公尺為全新世沖積層，以棕色粉土質砂及砂層為主；8.45~50.0 公尺為晚更新世沖積層，以灰色粉土質砂層及砂層為主。

地質構造部分，受斷層活動影響，本鑽井地層傾角介於 10 至 25 度，斷層剪切面於 8.45 公尺進入晚更新世沖積層後呈零星分布，剪切面傾角介於 60 至 80 度，多分布於砂層中以變形條帶形式存在，部分則呈現黑色剪切面分布於粉土質砂層中，剪切面寬度小於 0.5 公分。

2.烏山頭 1F 井

位於台南市左鎮區松子腳，TWD97 坐標為(2552225.6, 186612.3)，孔口高程為 25.4 公尺，井深為 50 公尺，鑽探方式為 HQ 孔徑垂直旋鑽。鑽探岩心成果描述如下:

0~2.1公尺：深棕色風化土壤，含植根、卵礫石

2.1~6.35公尺：黃棕色粉土質細砂層，偶夾薄葉層中砂

6.35~7.1 公尺：黃棕色粗砂層，含炭質物，銹染

7.1~7.7淺灰色粗砂層

7.7~8公尺：淺灰色粗礫層

8~12.15公尺：淺灰色粉土質中砂層，偶夾薄葉層泥，局部具平行紋理，8.0m~10.6m、11m~11.7m 剪切面，8.2m~8.3m 具拖曳構造

12.15~12.85 公尺：淺灰黑色泥、細砂互層，具平行紋理

12.85~14.8 公尺：淺灰色中砂層，偶夾薄葉層泥，具生物擾動、垂直地

層方向之管狀生痕

14.8~16公尺：淺灰色粉土質細砂層

16~19.15公尺：淺灰色中砂層，偶夾薄葉層泥，具平行紋理，含炭屑，16.15m~16.3m、17.55m~19.1m 剪切面

19.15~50公尺：淺灰黑色泥、細砂至中砂互層，具平行紋理，偶含貝屑、炭屑、垂直或水平地層方向之管狀生痕，23.4m~23.65m、37.05m~37.15m、37.35m~37.4m、38.2m~38.3m、46.0m~46.15m 剪切面

本孔岩心在 0.0~8.0 公尺為全新世沖積層，以棕色粉土質砂及砂層為主，層底分布一厚度 0.3 公尺之礫石層；8.0~50.0 公尺為晚更新世沖積層，以灰色粉土質砂層及砂層為主。

地質構造部分，受斷層活動影響，本鑽井地層傾角介於 5 至 28 度，斷層剪切面於 8.0 公尺進入晚更新世沖積層後剪切面分布，於 8.0 至 12.0 公尺剪切現象較為集中，整體來看剪切面數量明顯多於烏山頭 1E 井。本鑽井剪切面傾角介於 45 至 85 度，多分布於砂層中以變形條帶形式存在，部分則呈現黑色剪切面分布於粉土質砂層中，剪切面寬度小於 0.5 公分。

(四)地下地質探查成果討論

本計畫於台南市左鎮區松子腳鑽探探查，繪製烏山頭 P1 地質剖面。剖面說明如下:

本剖面鑽井包含烏山頭 1A(200 公尺)、烏山頭 1B(200 公尺)、烏山頭 1E(50 公尺)、烏山頭 1F(50 公尺)，如圖 7-11。地形部分，本剖面位在菜寮溪曲流範圍內，剖面沿線由於河岸侵蝕作用無地表地形特徵。

地下地層分布，本剖面位於石子崎向斜的東翼，岩層大致朝西傾斜，區域地層位態 N3˚W/30˚W。

鑽探成果顯示，本剖面地層為崎頂層大坑尾段，岩性以砂岩為主，間夾泥岩和砂泥岩互層，比對各鑽井地層柱，各鑽井岩層傾角大部分在 0 至 25 之間，僅烏山頭 1B 井有局部傾角大於 40 度之岩層。

地質構造上，烏山頭 1A、1B、1E、1F 井皆發現有剪切帶，其中烏山頭 1B 井 5.1 至 57 公尺、104 至 144 公尺，以及烏山頭 1F 井 8.0 至 12.0 公尺，剪切現象較為集中，多為發育於疏鬆砂岩中的變形條帶；烏

山頭 1A 與 1E 井剪切帶則相對不發達，推測兩鑽井已位於斷層下盤側。綜合前述，本計畫推測烏山頭斷層應通過烏山頭 1B 及 1F 井之間。

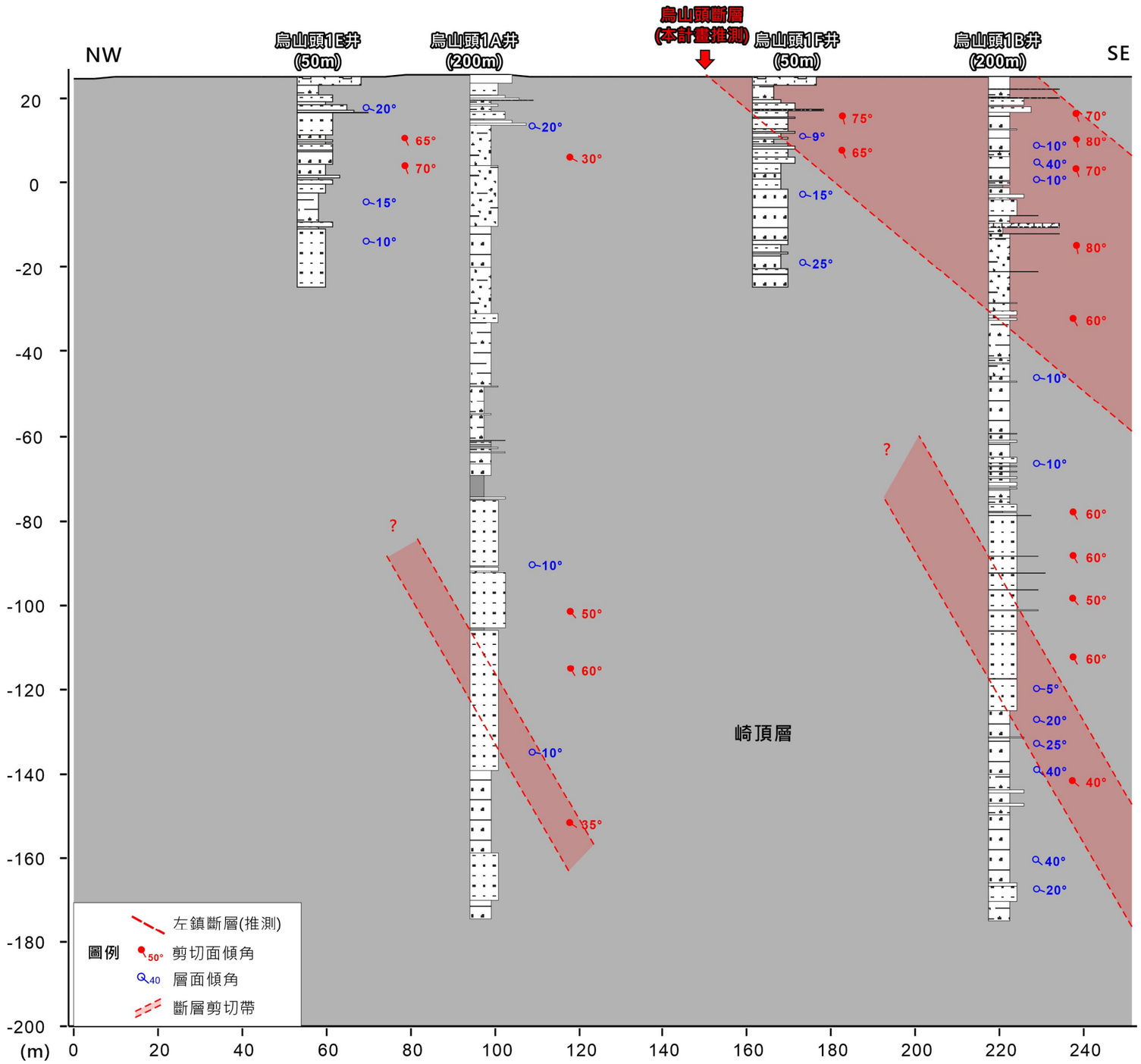


圖 7-11　烏山頭斷層-烏山頭 P1 地質剖面

Fig7-11　Wushantou Fault -Wushantou P1 Geological Profile

八、結論

本計畫於大甲斷層、彰化斷層、觸口斷層、左鎮斷層與烏山頭斷層進行野外地質調查工作，並於斷層沿線規劃 14 孔地質鑽井，鑽探總長 1,100 公尺，並完成 6 組地下地質構造剖面，於彰化斷層完成 1 組震測剖面，測線總長 1,000 公尺，於觸口斷層完成 3 組地電阻剖面，測線總長 1,500 公尺。探坑挖掘採樣於觸口斷層完成 2 處。本計畫調查成果總結如下:

(一)於大甲斷層完成 2 組剖面及 4 孔鑽井，大甲 P4 及 P5 剖面皆位於大肚南側階地。大甲 P4 剖面由於近地表覆蓋山麓崩積層，於本剖面無法釐清大甲斷層是否通過本剖面。大甲 P5 剖面在大甲 5A 及 5B 皆發現零星剪切面，且兩鑽井地層皆呈現傾斜跡象，故大甲斷層應通過大甲 5B 井西側下方深處，建議後續朝大甲 5B 井西側補充地質鑽探探查。

(二)於彰化斷層完成 1 組震測剖面、1 組地質剖面及 3 孔鑽井。彰化 P3 剖面於彰化 3B 及 3C 井發現零星剪切面及層間剪切現象，但仍未發現斷層主要剪切帶，彰化斷層應位於本剖面下方深處，建議後續朝彰化 3C 井西側補充深井地質鑽探探查。

(三)於觸口斷層完成 3 組地電阻剖面、1 組地質剖面、2 孔鑽井及 2 處探坑挖掘。觸口 P6 剖面在觸口 6A 井為長枝坑層，並於深度 72.5 至 89.4 公尺發現主要剪切帶，在觸口 6B 井則為鳥嘴層，推測觸口斷層應通過觸口 6A 井。

(四)於左鎮斷層完成 1 組地質剖面及 3 孔鑽井。左鎮 P4 剖面在左鎮 4A 及 4B 井為北寮頁岩，左鎮 4C 則為崎頂層，左鎮 4B 井零星分布剪切面，左鎮 4C 井主要剪切帶分布於 19.5 至 19.8 公尺，推測左鎮斷層應通過左鎮 4B 及 4C 井之間。

(五)於烏山頭斷層完成 1 組地質剖面及 2 孔鑽井。烏山頭 P1 剖面地層為崎頂層，烏山頭 1A、1B、1E、1F 井皆發現有剪切帶，其中烏山頭 1B 井 5.1 至 57 公尺、104 至 144 公尺以及烏山頭 1F 井 8.0 至 12.0 公尺，剪切現象較為集中，推測烏山頭斷層應通過烏山頭 1B 及 1F 井之間。

九、參考文獻

Chang, Stanley S.L (1967) Subsurface Geologic Study of the Tungtzechiao and Chunlun Structures, Chiayi, Taiwin. Petroleum Geology of Taiwan, No.5, P1-21.

Chen, J.S (1978) A Comparative Study Of The Refraction And Reflection Seismic Data Obtained On The Changhua Plain To The Peikang Shelf. Petroleum Geology of Taiwan, No.15, P199-217.

Chou, J.T(1971) A Sedimentologic and Paleogeographic Study of the Neogene Formations in the Taichung Region, Western Taiwan. Petroleum Geology of Taiwan, No.9, P43-66.

Hung, J.H., Wiltschko, David V., Lin, H.C., Hickman, John B., Fang, Peng., Bock, Yehuda (1999) Structure and Motion of the Southwestern Taiwan Fold and Thrust Belt. TAO, Vol.10, No.3, P543-568. Petroleum Geology of Taiwan, No.11, P45-59.

Tsan, S.F., Keng, W.P. (1968) The Neogene Rocks and Magor Structural Features of Southwestern Taiwan.

石瑞銓、陳平護 (2001) 活動斷層地球物理探勘計畫(4/5)。經濟部中央地質調查所報告，共 103 頁。

石瑞銓、陳平護 (2002) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置－淺層地球物理探勘(1/5)。經濟部中央地質調查所報告，共 166 頁。

石瑞銓、陳平護、呂明達 (2003) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置－地球物理探勘計畫(2/5)。經濟部中央地質調查所報告，第 92-8 號，共 218 頁。

石瑞銓、謝榮木、林育徹 (2003) 彰化斷層淺層反射震測調查。經濟部中央地質調查所特刊，第十四號，第 89-98 頁。

李元希、石瑞銓 (2008) 地震地質與地變動潛勢分析－斷層帶地下構造調查研究(1/4)。經濟部中央地質調查所報告，第 96-12 號，共 128 頁。

沈淑敏、張瑞津、楊貴三 (2005) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫－活動構造地形判釋及資料庫建置分析(1/2)。經濟部中央地質調查所報告，第 94-13 號，共 85 頁。

沈淑敏、張瑞津、楊貴三 (2006) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫－活動構造地形判釋及資料庫建置分析(2/2)。經濟部中央地質調查所報告，第 95-13 號，共 174 頁。

沈淑敏、楊貴三、張瑞津 (2006) 嘉南地區活動構造地形的航照判釋。2006 年臺灣活動斷層與地質災害研討會，共 16 頁。

林啟文、盧詩丁、石同生、張徽正、石瑞銓 (2000) 從野外觀察探討臺灣西南部四條存疑性活動斷層的存在，經濟部中央地質調查所彙刊，第十三號，第 77-101 頁。

林啟文、盧詩丁、石同生、劉彥求、林偉雄、林燕慧 (2007a) 觸口斷層。經濟部中央地質調查所特刊，第十七號，第 81-94 頁。

林啟文、盧詩丁、石同生、劉彥求、林偉雄、林燕慧 (2007b) 左鎮斷層。經濟部中央地質調查所特刊，第十七號，第 125-132 頁。

林啟文、盧詩丁、石同生、林偉雄、劉彥求、陳柏村 (2008) 大甲斷層與鐵砧山斷層。經濟部中央地質調查所特刊，第二十一號，第 33-54 頁。

林啟文、盧詩丁、石同生、林偉雄、劉彥求、陳柏村 (2008) 彰化斷層。經濟部中央地質調查所特刊，第二十一號，第 63-80 頁。

邵屏華、高銘健 (2009)五萬分之一臺灣地質圖及說明書 圖幅說明書四十五號 中埔。經濟部中央地質調查所。

胡植慶、劉啟清、饒瑞鈞 (2011) 斷層活動性觀測研究第二階段—斷層監測與潛勢分析研究。經濟部中央地質調查所報告，第 100-07 號，共 265 頁。

胡植慶、劉啟清、楊燦堯、景國恩、鄭錦桐 (2013) 斷層活動性觀測研究第三階段－斷層整合性觀測與潛勢分析(1/4)。經濟部中央地質調查所報告，共 413 頁。

胡植慶、劉啟清、楊燦堯、景國恩、鄭錦桐 (2014) 斷層活動性觀測研究第三階段－斷層整合性觀測與潛勢分析(2/4)。經濟部中央地質調查所報告，第 103-02 號，共 422 頁。

許文立 (2001) 彰化斷層及其附近構造。國立中央大學地球物理研究所碩士論文，共 104 頁。

景國恩、胡植慶 (2017) 斷層活動性觀測研究第四階段-地表變形觀測資料處理分析與斷層模型反演評估(1/4)。經濟部中央地質調查所報告，共 236 頁。

景國恩、胡植慶 (2018) 斷層活動性觀測研究第四階段-地表變形觀測資料處理分析與斷層模型反演評估(2/4)。經濟部中央地質調查所報告，共 290 頁。

景國恩、胡植慶 (2020) 斷層活動性觀測研究第四階段-地表變形觀測資料處理分析與斷層模型反演評估(4/4)。經濟部中央地質調查所報告，共 242 頁。

莊怡蓉、李易叡、顏銀桐、許澔德、張玉葬 (2021) 探討斷層滑移速率之差異及採用不同的機率模式對斷層活動潛勢評估之影響—以彰化斷層為例。臺灣地殼變形論文集，共 115 頁。

張竝瑜、陳文山 (2018) 重要活動斷層構造特性調查二期－活動斷層近地表構造特性調查(4/4)。經濟部中央地質調查所報告，共 90 頁。

張國楨 (2013) 重要活動斷層調查特性研究—近斷層高精度地形資料之判釋與分析 (3/4)。經濟部中央地質調查所報告，第 102-08 號，共 224 頁。

張國楨 (2014) 重要活動斷層調查特性研究—近斷層高精度地形資料之判釋與分析總報告。經濟部中央地質調查所報告，共 327 頁。

陳文山 (2003) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫－槽溝開挖與古地震研究計畫 (2/5)。經濟部中央地質調查所報告，第 92-7 號，共 24 頁。

陳文山、楊志成、楊小青 (2004) 從構造地形探討嘉南地區活動構造及構造分區。

陳文山、游能悌 (2008) 地震地質與地變動潛勢分析計畫－斷層長期滑移速率與再現週期研究(1/4)。經濟部中央地質調查所報告，第 96-10 號，共 86 頁。

陳文山、游能悌 (2013) 重要活動斷層構造特性調查研究計畫斷層活動特性分析與評估 (3/4)。經濟部中央地質調查所報告，第 102-9 號，共 90 頁。

陳冠宇 (2022) 機率式危害度輸入模型發展觸口-崙後斷層幾何模型研擬。國家地震工程研究中心，共 47 頁。

陳延宗、郭炫佑、王乾盈 (2007) 左鎮斷層地下構造初探。臺灣地球科學聯合學術研討會，共 3 頁。

陳延宗 (2007) 以反射震測法研究左鎮斷層及其附近構造。。國立中央大學地球物理研究所碩士論文，共 90 頁。

陳郁文 (2006) 以反射震測法研究觸口斷層及其附近構造。國立中央大學地球物理研究所碩士論文，共 109 頁。

陳勉銘、陳勉銘、朱傚祖、謝凱旋 (2008) 從鑽探岩心探討彰化斷層的特性。經濟部中央地質調查所特刊，第二十號，第 33-47 頁。

陳華玟 (2003) 彰化斷層區段特性與八卦山背斜型態的關連性。經濟部中央地質調查所，九十二年度研究發展專題，共 32 頁。

陳華玟、陳勉銘、邵屏華、張碩芳、謝凱旋 (2007)彰化斷層與八卦丘陵的演化。經濟部中央地質調查所，地質環境與資源研討會論文集，第 63-70 頁

黃旭燦、楊耿明、吳榮章 (2004) 斷層活動性觀測與地震勢評估調查研究－台灣陸上斷層帶地質構造與地殼變形調查研究(5/5)－台灣西部麓山帶地區地下構造綜合分析。經濟部中央地質調查所報告，第 93-13 號，共 59 頁。

黃鑑水、劉恆吉、張憲卿 (1991) 台灣南部觸口斷層之地質調查與探勘研究(一)。中央地質調查所，共 19 頁。

黃鑑水、張憲卿、劉恆吉 (1994) 臺灣南部觸口斷層之地質調查與探勘。經濟部中央地質調查所特刊，第九號，第 51-76 頁。

黃鑑水 (2011) 在觸口看觸口斷層。地質，第三十卷，第 1 期，第 79-84 頁。

董倫道、陳文山 (2006) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫－地球物理探勘計畫(5/5)。經濟部中央地質調查所報告，第 95-09 號，共 135 頁。

經濟部 (2016) 活動斷層地質敏感區劃定計畫書(F0012 大甲斷層)。共 24 頁。

聚禾工程顧問有限公司 (2024) 113 年活動斷層地質敏感區劃設可行性評估觸口斷層活動斷層地質敏感區劃設可行性評估報告書。經濟部中央地質調查所報告，共 149 頁。

劉彥求 (2008) 大甲斷層之地下構造研究。經濟部中央地質調查所特刊，第二十號，第 253-264 頁。

劉桓吉、李錦發、季宗吉 (2004) 五萬分之一臺灣地質圖及說明書 圖幅說明書三十八號 雲林。經濟部中央地質調查所。

蕭瑞文 (2002) 清水斷層之淺部構造。國立中央大學地球物理研究所碩士論文，共 104 頁。

顏一勤 (2015) 104 年度活動斷層補充地質調查案－成果報告。經濟部中央地質調查所報告，共 80 頁。

顏一勤 (2016) 旗山斷層向南延伸調查報告。經濟部中央地質調查所報告，共 138 頁。

顏一勤 (2018) 107 年度活動斷層補充地質調查案－成果報告。經濟部中央地質調查所報告，共 88 頁。

顏銀桐、徐澔德 (2020) 臺灣活動斷層潛勢圖精進與震源構造特性評估。經濟部中央地質調查所報告，共 388 頁。

饒瑞鈞、余致義、洪日豪、胡植慶、李建成、詹瑜璋、許麗文 (2006) 地震地質調查及活動斷層資料庫建置計畫－活動斷層監測系統計畫(5/5)。經濟部中央地質調查所報告，第 95-10 號，共 256 頁。

十、成果報告審查意見辦理情形

審查意見	辦理情形
1.建議彰化斷層的地下構造模式可參考中油資料。彰化斷層震測剖面中標示斷層的位置請再修正。	1.感謝建議，已修正彰化斷層震測剖面中斷層的位置。
2.觸口斷層上下盤的問題，從過去調查者的研究未有一致性的意見，建議未來野外調查時，對地層再多加觀察，留意此一部分。	2.感謝建議。
3.觸口斷層的 2 號探坑建議以崩積層描述。	3.感謝建議，已修正描述。
4.請提出本年度計畫執行結果的相關建議，如後續建議工作、經費、人力或物力等。	4.感謝建議，已在內文調查成果說明提出，參見 P.149。
5.請依照鑽探結果修正烏山頭斷層與觸口斷層的位置。	5.感謝建議，已修正位置。
6.剖面圖請加繪層面以及標示定年位置、層面傾角與剪切面角度宜簡化表示。	6.感謝建議，已修正剖面圖。
7.內文請針對定年標本採取的位置補充說明。	7.感謝建議，已修正內文中對定年標本之描述。
8.大甲斷層 P4 剖面標示的地層建議再保守稱之。	8.感謝建議。
9.震測資料解讀建議可將有相同連續信號的東西視為一組。	9.感謝建議。
10.請再檢視參考文獻，其他內文文字誤植的部分，也請一併修正。	10.感謝建議，已修正參考文獻及文字誤植部分。
11.請於結案前事先提交鑽井資料至本中心工程地質資料庫。	11.將於結案前提交鑽井資料至工程地質資料庫。