

# 大發石礦股份有限公司扒里份礦場基地山崩與地滑地質敏感區 基地地質調查及地質安全評估

## 一、前言

### (一)工作緣由

大發石礦股份有限公司扒里份礦場，位於宜蘭縣南澳鄉扒里份地方，扒里份礦場（礦業字第 1925 號）用地位置位於和平事業區第 89 林班第 13 小班，座落於宜蘭縣南澳鄉迴道段 15 地號部份用地、16 地號部份用地及 10 地號部份用地內。大發石礦公司擬向林務局續租用之設施包含有員工休息室及辦公室(2)、火藥庫(1)、火藥庫(2)、火藥庫(3)、儲礦場、採礦場、及卡車路等面積共為 1.9150 公頃，礦場擬向林務局續租用之土地利用計畫相關位置圖如圖 1.1 所示。

經查詢中央地質調查所地質敏感區位圖(如圖 1.2 及 1.3 所示)，礦區於宜蘭縣南澳鄉迴道段 15 地號部份用地、16 地號部份用地及 10 地號部份用地內擬續租用之設施範圍重疊山崩與地滑地質敏感區之面積為 0.92 公頃(如表 1.1 所示)。

表1.1基地（礦區擬續租用之設施範圍）重疊山崩與地滑地質敏感區之面積及使用概況一覽表

用地明細	10地號 面積 (公頃)	15地號 面積 (公頃)	16地號 面積 (公頃)	小計 (公頃)	位於地質 敏感區面 積(公頃)	目前使用情形	未來使用情形
員工休息室 及辦公室(2)	0.0200			0.0200	0.0200	未興建使用	不計畫興建使用
火藥庫(1)	0.0100			0.0100	0.0000	已興建未使用	暫不計畫使用
火藥庫(2)	0.2828	0.0172		0.3000	0.0000	已興建使用中	繼續使用
儲礦場	0.2434		0.0566	0.3000	0.3000	目前地表無堆 置使用	暫不計畫使用
採礦場	0.3000			0.3000	0.3000	僅作為坑口出 入使用	繼續使用
火藥庫(3)	0.0250			0.0250	0.0000	未興建未使用	暫不興建使用
卡車路	0.9034	0.0266	0.0300	0.9600	0.3000	使用中	繼續使用
合計				1.9150	0.9200		

依據大發石礦公司扒里份礦場 105 年度施工計畫，白雲石礦場原設置之五坑坑口平台不敷使用，且因地表較高無法與原規劃之三坑坑口銜接，原核定之廢土石堆積場(捨石場)已更正為儲礦場，目前地表無堆置使用。而本礦場日後維持地下開採，現在儲礦場上方之採礦場已開採完畢，不再進行露天開挖，而儲礦場現況三坑坑口已興建一警衛室加以封堵，日後地下開採的坑口僅留存五坑坑口，採礦場位置僅作為地下開採坑口出入使用，地表未有整地挖填之開發行為，亦即維持現場原地形地貌。

依林務局羅東林區管理處函文，有關保安林內採礦租地屆滿後之續約審查作業，應踐行保安林經營準則第13條規定，需備妥地質穩定性評估報告等相關資料後續辦。為瞭解本礦場擬續租用之土地範圍地質敏感區位及其相鄰邊坡之環境狀況與地質特性，以評估坡地穩定情形，故進行區域調查及地質安全評估。

## (二)工作位置

依「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估手冊」1.2節之說明，地質敏感區之基地地質調查分為區域調查及細部調查二部分，土地開發行為之基地與地質敏感區重疊部分維持原地形地貌且不開發，並經區域調查後，評估其地質條件對基地開發無相互影響者，得免細部調查。本礦場日後為地下開採，地表未有整地挖填之開發行為，亦即維持現場原地形地貌。故先行進行區域調查評估。

而依「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」第2條，區域調查範圍定義為「包含基地全部及可能影響基地之相鄰地區」，依此定義，區域調查範圍係圈繪涵蓋基地之斜坡單元，並以兩

側溝谷或支陵為界線及可以顯現基地地質構造之範圍。區域調查範圍如圖1.4所示。

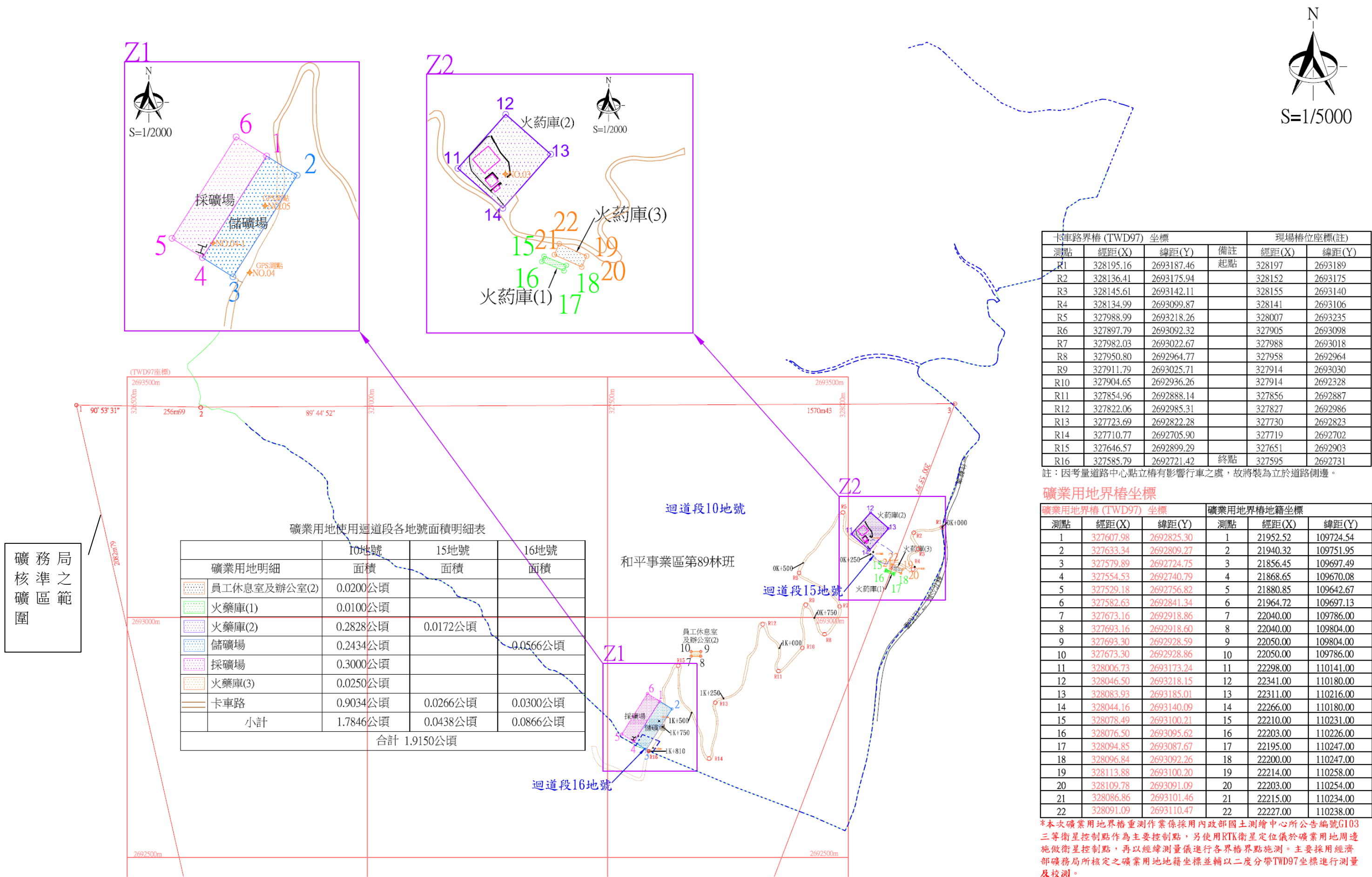


圖 1.1 礦場擬續租用之土地利用計畫相關位置圖





## 地質敏感區線上查詢系統查詢結果

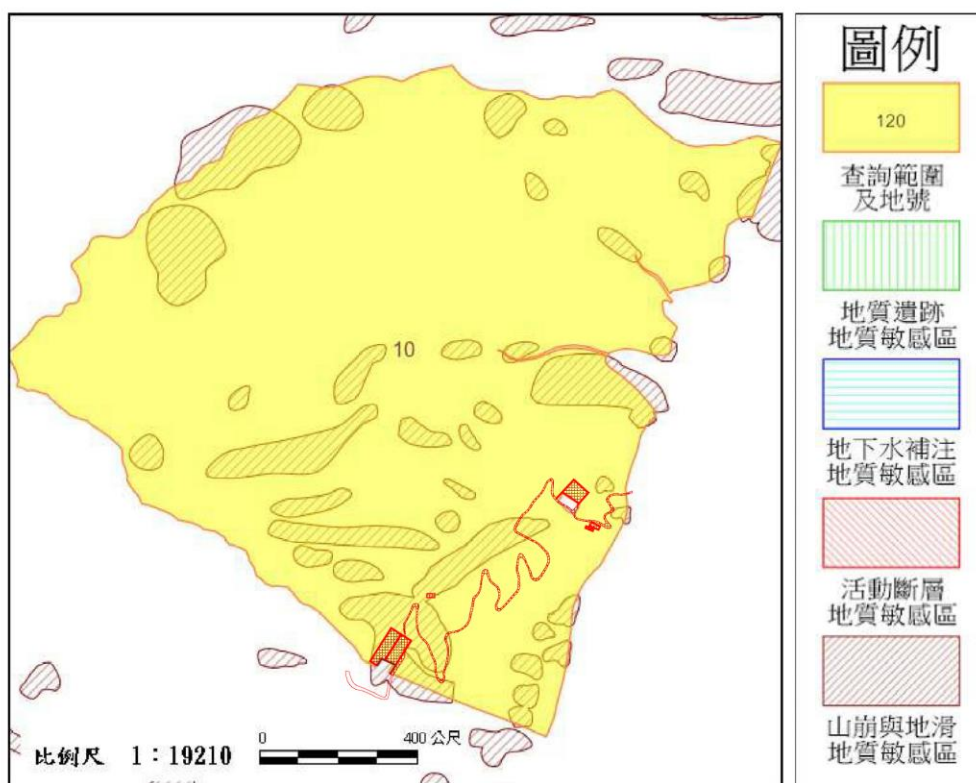
查詢列印檢查碼：65DF1E9A79E42E36D33507AA8EFE659C4C2C8707

查詢時間：中華民國107年05月04日 16:45:54

查詢地號：宜蘭縣南澳鄉迴道段10號

查驗網址：[http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys\\_2014b/check\\_code.cfm](http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys_2014b/check_code.cfm)

查詢範圍如下圖：



查詢結果：

■是 (□全部 ■部分 區域) □否 位於已公告之地質敏感區內

查詢區域位於地質敏感區面積約 334,715.32平方公尺

地質敏感區種類：山崩與地滑地質敏感區

\*\*\*\*\*查詢結果列印完畢\*\*\*\*\*

圖 1.2a 地質敏感區查詢圖(10 地號)



## 地質敏感區線上查詢系統查詢結果

查詢列印檢查碼：

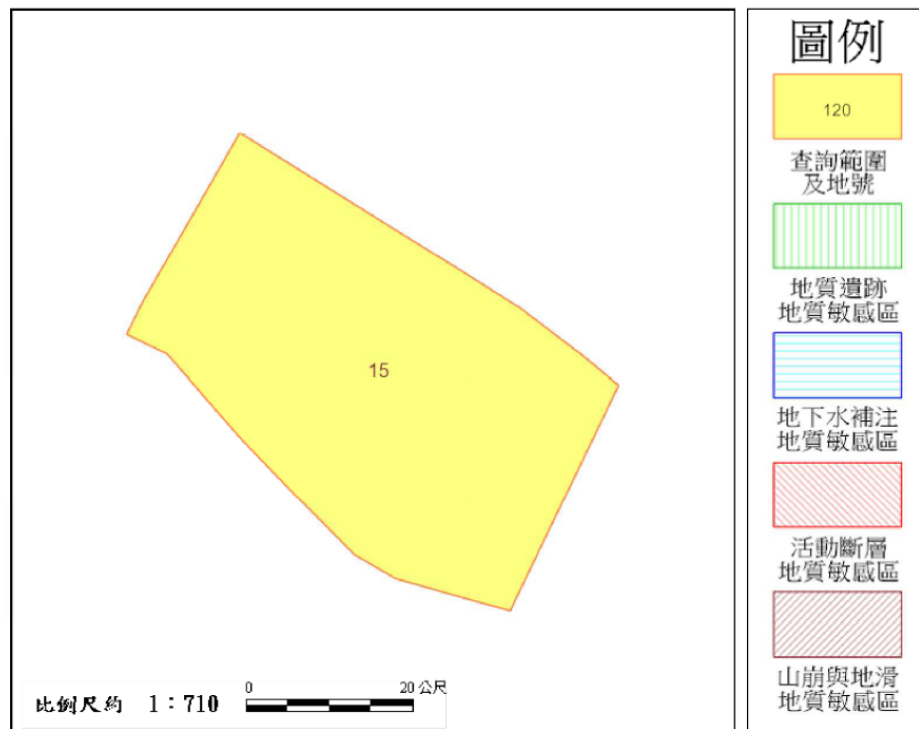
AF7C299B0EDFF0796AFDE697BC4161F5C5500A0D

查詢時間：中華民國105年11月21日 16:55:34

查詢地號：宜蘭縣南澳鄉迴道段15號

查驗網址：[http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys\\_2014b/check\\_code.cfm](http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys_2014b/check_code.cfm)

查詢範圍如下圖：



查詢結果：

☐是 ☒否 位於已公告之地質敏感區內

查詢區域位於地質敏感區面積約 0.00平方公尺

地質敏感區種類：無

\*\*\*\*\*查詢結果列印完畢\*\*\*\*\*

圖 1.2b 地質敏感區查詢圖(15 地號)



## 地質敏感區線上查詢系統查詢結果

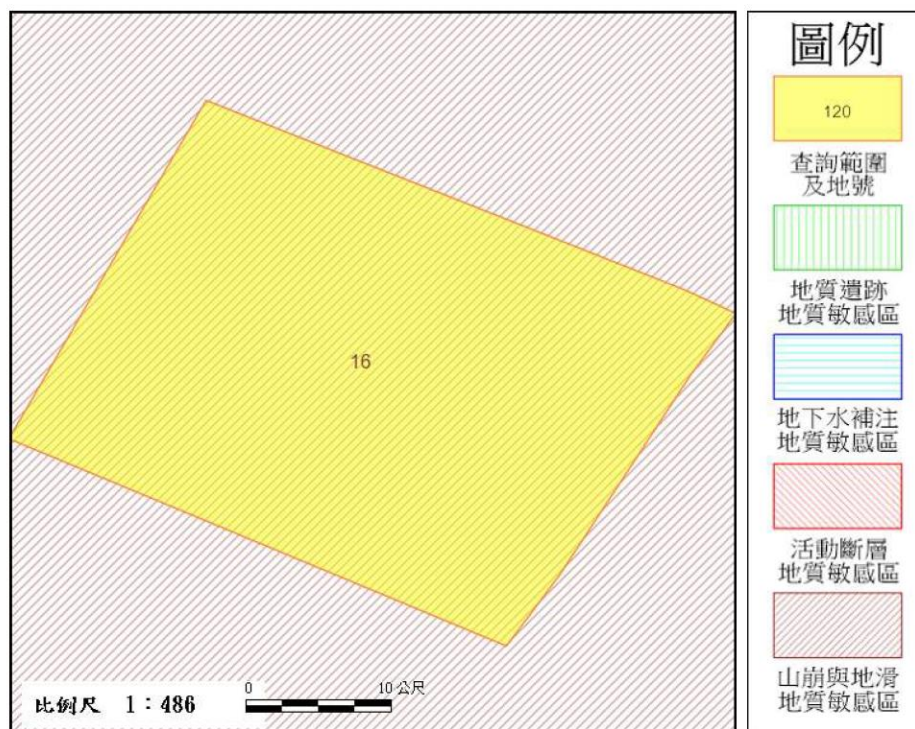
查詢列印檢查碼：B786F3B0BE3F879066E6C73AFD093AB877117D90

查詢時間：中華民國107年05月04日 16:45:54

查詢地號：宜蘭縣南澳鄉迴道段16號

查驗網址：[http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys\\_2014b/check\\_code.cfm](http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys_2014b/check_code.cfm)

查詢範圍如下圖：



查詢結果：

■是 ( ■ 全部 區域 ) □否 位於已公告之地質敏感區內

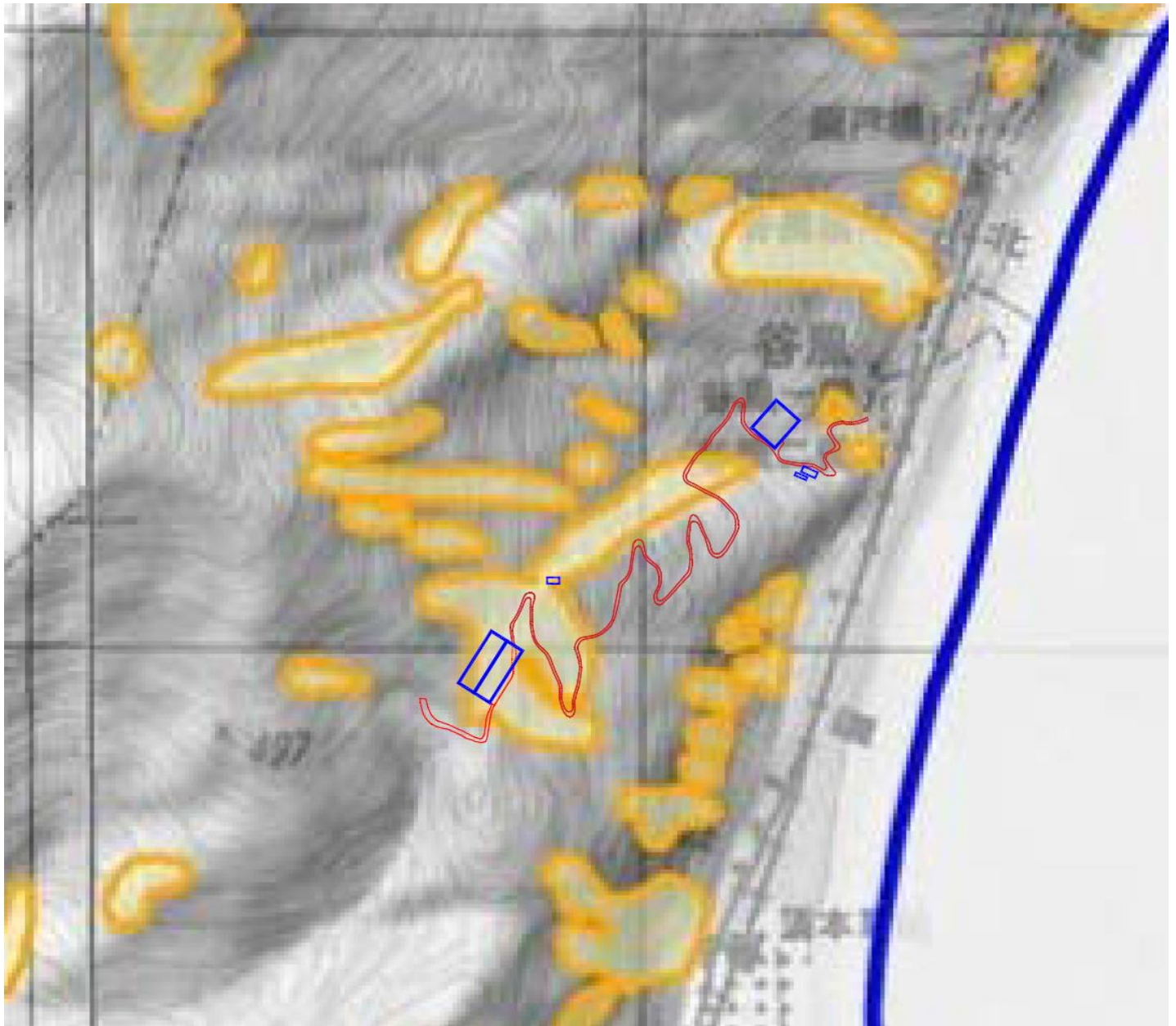
查詢區域位於地質敏感區面積約 1,024.92平方公尺

地質敏感區種類：山崩與地滑地質敏感區

\*\*\*\*\*查詢結果列印完畢\*\*\*\*\*

圖 1.2c 地質敏感區查詢圖(16 地號)





0 100 200 300 400 500 M


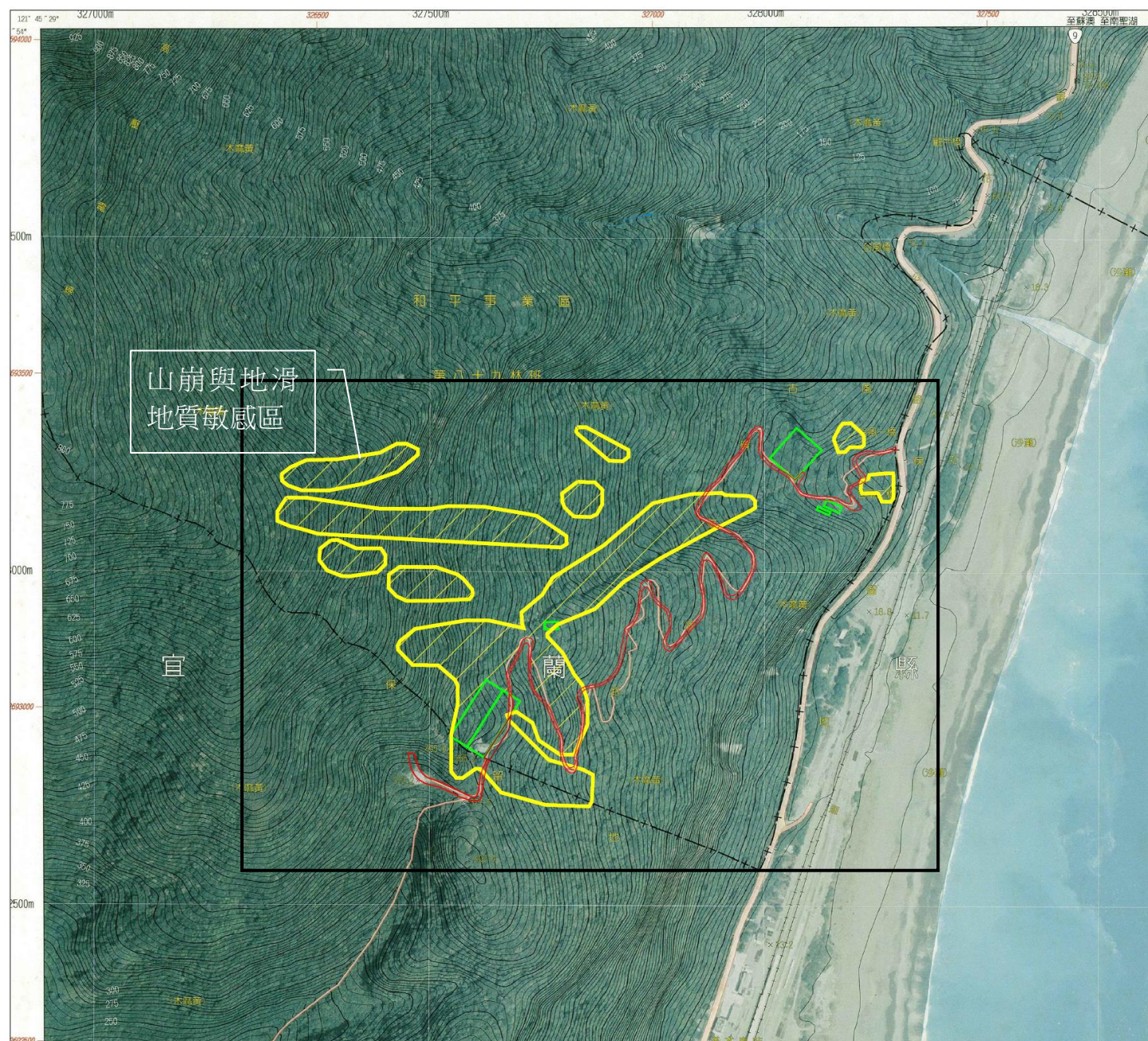
 山崩與地滑地質敏感區

圖 1.3 地質敏感區與基地關係位置圖





資料來源:2002 年 9 月航空攝影漢本(四)圖幅第二版圖號 9721-I-061

圖 1.4 區域調查範圍地理位置圖

## 二、區域調查

### (一) 環境狀況

#### 1. 土地使用狀況

大發石礦公司擬續租用之設施包含有員工休息室及辦公室(2)、火藥庫(1)、火藥庫(2)、火藥庫(3)、儲礦場、採礦場、及卡車路等面積共為 1.9150 公頃。原白雲石礦場原設置之五坑坑口平台不敷使用，且因地表較高無法與原規劃之三坑坑口銜接，原核定之廢土石堆積場(捨石場)已更正為儲礦場，開發整地後作為三坑坑口之平台使用，並依宜蘭縣政府 96 年 3 月 9 日核准之水土保持計畫第一次變更設計內容施工。利用挖土機整階，遇較堅硬之岩磐則配合使用炸藥爆破進行降階作業。

現在儲礦場上方之採礦場已開採完畢，不再進行露天開挖，而儲礦場現況三坑坑口已興建一警衛室加以封堵，日後地下開採的坑口僅留存五坑坑口，原五坑坑口之堆積層已往西南側堆置，五坑坑口之西南側已不在本次續租用地範圍。採礦場、儲礦場設施示意圖如圖 2.1 及 2.2 所示，現況如照片一至照片三所示。地質敏感區套繪結果，儲礦場、採礦場位置範圍重疊山崩及地滑地質敏感區。

火藥庫(1)、火藥庫(2)、火藥庫(3)用地位於基地東側，目前僅火藥庫(2)使用中，火藥庫(1)用地目前為空地，火藥庫(3)用地之房舍已破損不再使用(如照片五所示)。火藥庫(1)、火藥庫(2)、火藥庫(3)用地設施位置圖如圖 2.1 及 2.3 所示。由地質敏感區套繪結果，火藥庫(1)、火藥庫(2)、火藥庫(3)用地範圍未重疊山崩及地滑地質敏感區。



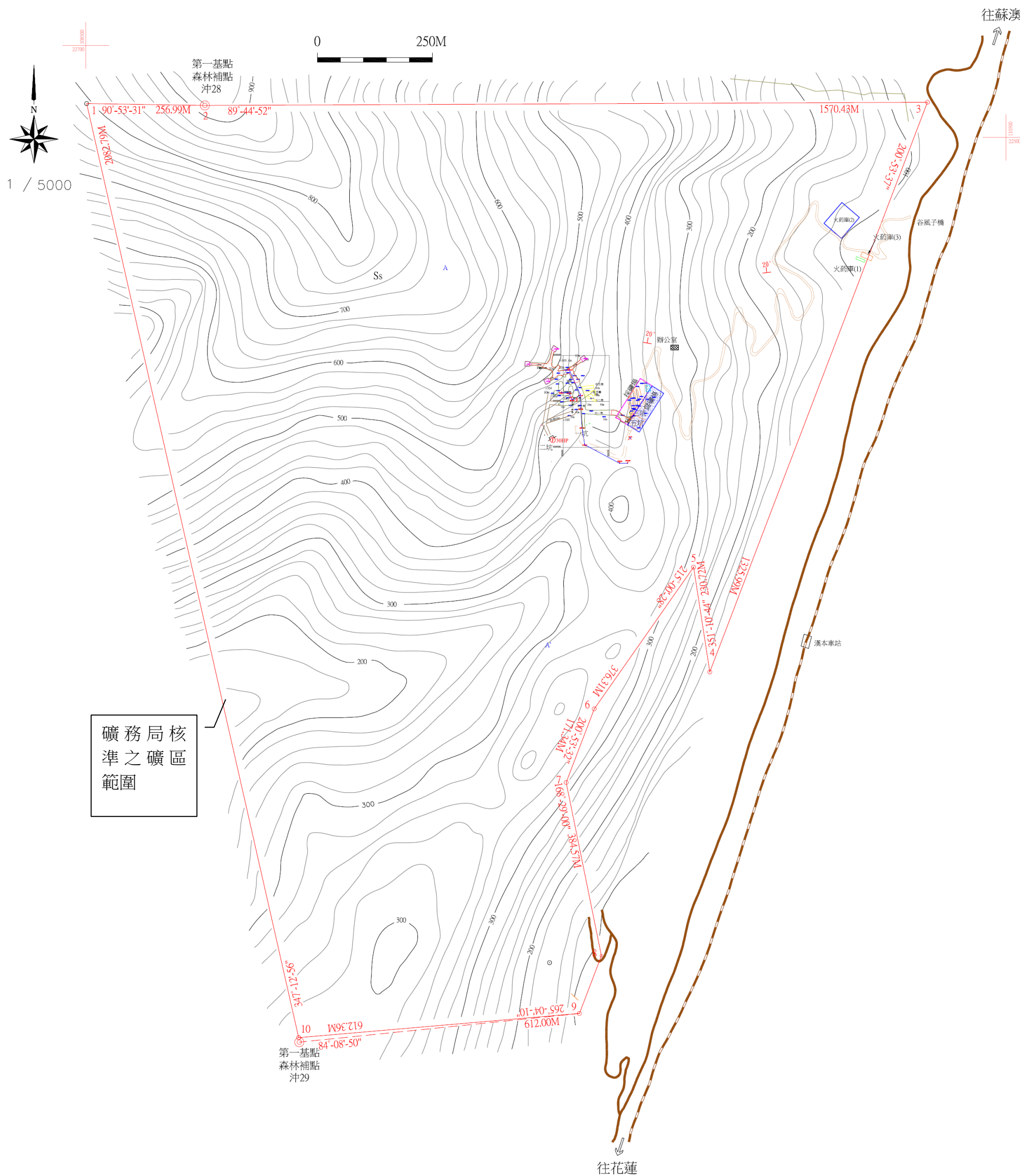


圖2.1基地地形及土地利用圖

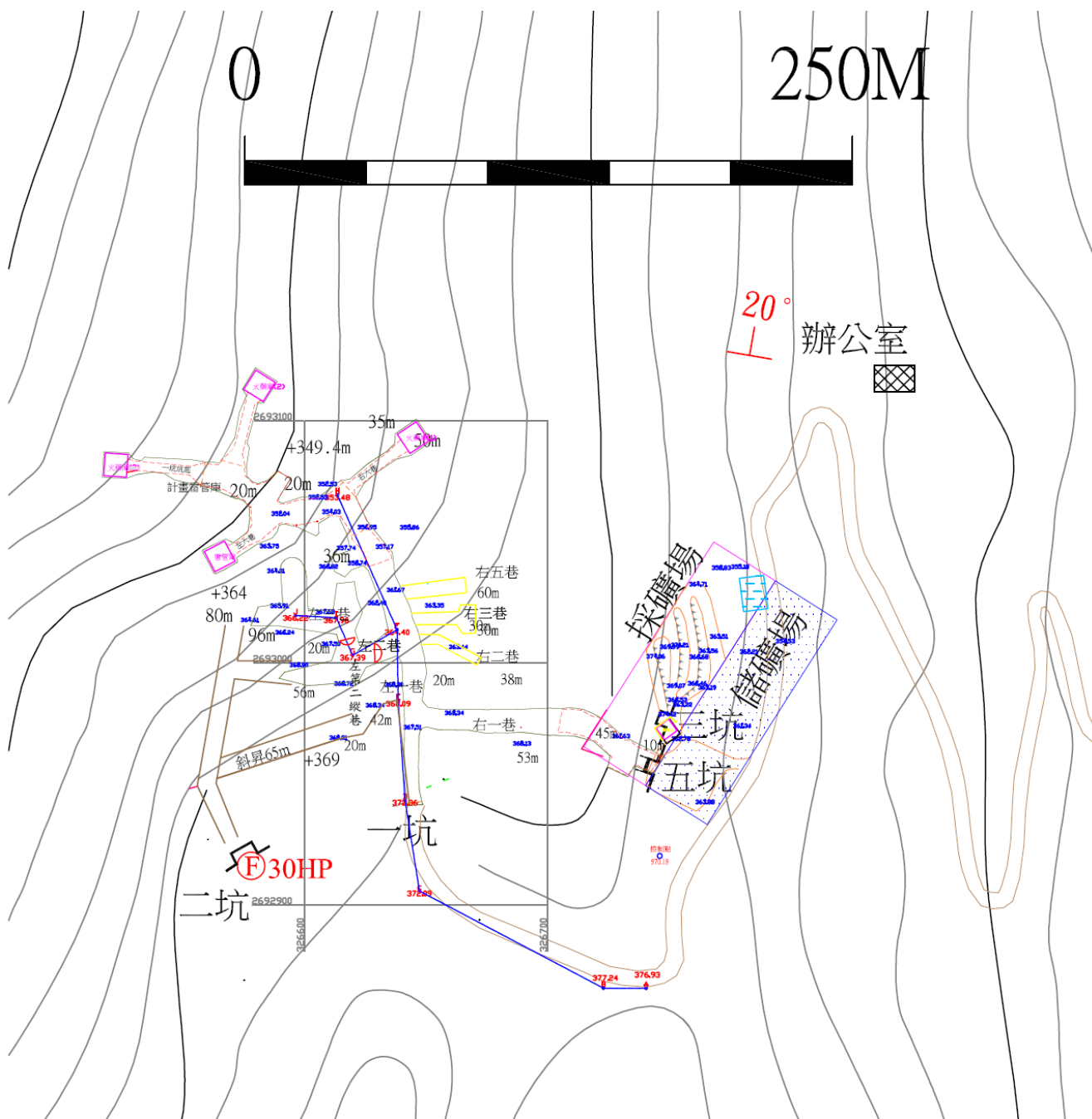


圖2.2 採礦場、儲礦場及辦公室設施示意圖





照片一現在儲礦場上方邊坡之採礦場已開採完畢，不再進行露天開挖，而儲礦場現況三坑坑口已興建一警衛室加以封堵，日後地下開採的坑口僅留存五坑坑口情形。



照片二 三坑洞口儲礦場及上方邊坡之採礦場現況情形。





照片三日後地下開採的坑口僅留存五坑坑口，原五坑坑口之堆積層已往西南側堆置，五坑坑口之西南側已不在本次續租用地範圍



照片四 五坑地下開採現況

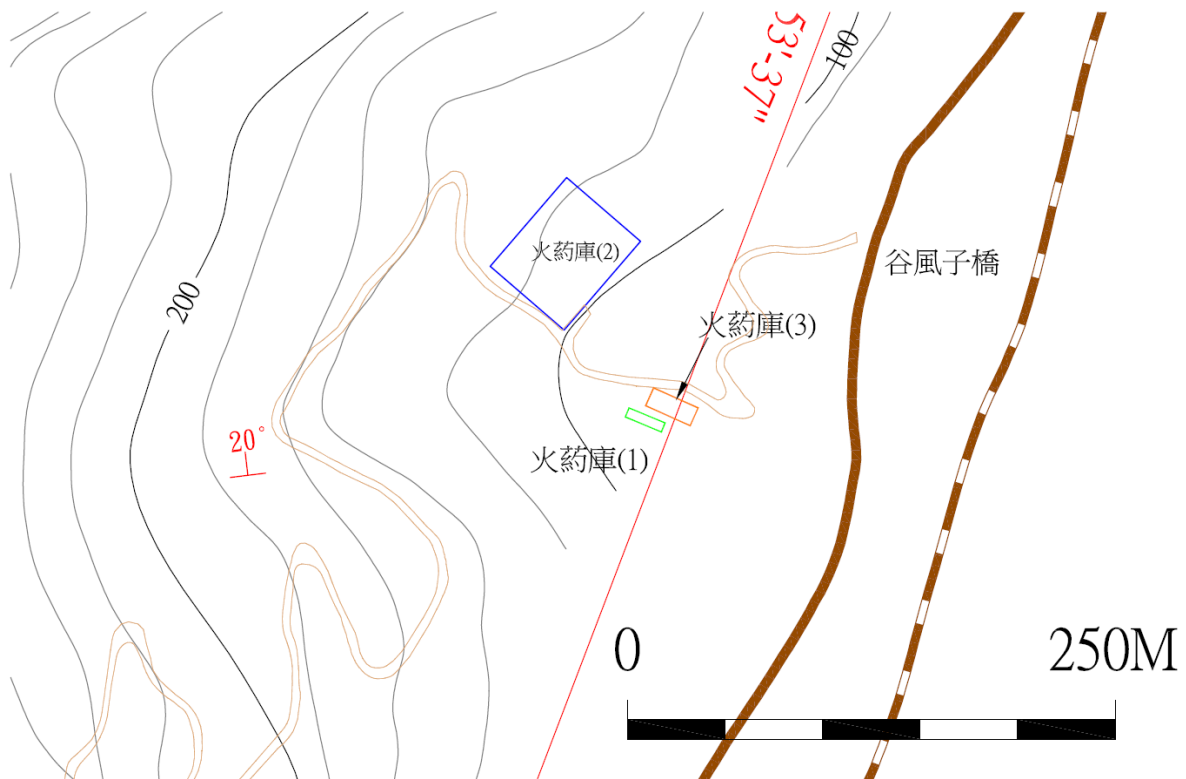


圖2.3 火藥庫設施位置圖



照片五 火藥庫(3)用地之房舍已破損不再使用情形



## 2. 植生狀況

本基地除礦業設施用地外，卡車路沿線植生茂密，為一原生雜樹林，未有裸露邊坡，判釋無新崩塌地及侵蝕現象持續發育。

## 3. 降雨紀錄

利用經濟部水利署網站氣候統計(網址：<http://gweb.wra.gov.tw/wrhygis/>)下載鄰近基地之和平溪雨量測站統計10年之降雨紀錄，整理成表2.1，將平均月雨量作圖(如圖2.4)檢視雨量分布狀況，雨量集中狀況明顯，多集中在7~10月，且全年乾濕季分明，此分布狀況顯示降雨主要多在7~10月颱風季。

表2.1 和平溪雨量測站歷年雨量資料統計表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均月雨量	47.5	64.3	61.5	129.9	178.8	162.9	285.0	495.4	464.1	431.7	182.1	80.7
最大月雨量	123 (2012)	166.5 (2012)	103 (2009)	695 (2013)	494.5 (2013)	369.5 (2012)	674 (2014)	950.5 (2015)	952 (2008)	1620.5 (2009)	490 (2011)	202.5 (2013)
最小月雨量	4 (2014)	4 (2013)	18 (2010)	16 (2008)	45.5 (2010)	11.5 (2014)	27 (2007)	43 (2008)	28 (2012)	15.5 (2014)	24.5 (2009)	13 (2007)
統計期間(年)	統計年數		平均年雨量		最大年雨量		最小年雨量		雨量單位			
2006-2016	10		2584.111		3187(2009年)		1596.5(2014年)		mm			

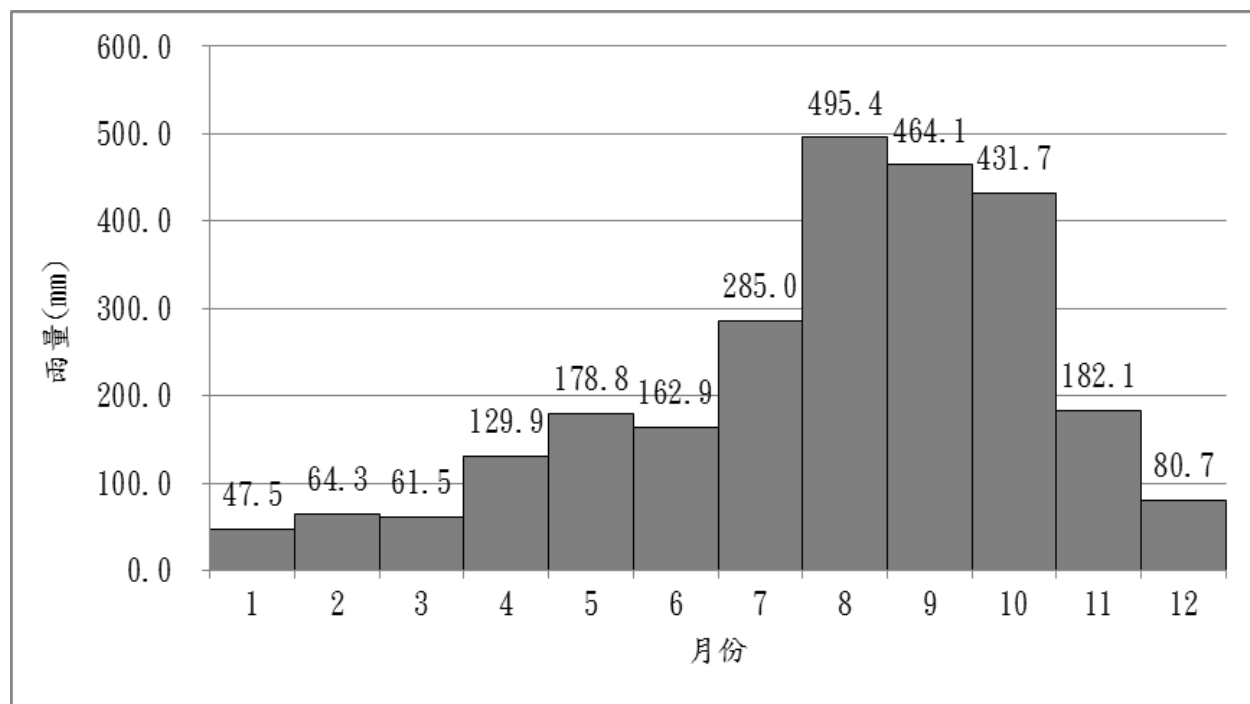


圖2.4 和平溪雨量測站月平均雨量分佈圖(統計期間:2006-2016年)

#### 4. 水系與蝕溝分布

由圖 2.5 南澳地區土石流潛勢溪流分佈圖(轉錄自水土保持局土石流潛勢溪流查詢圖)，本基地未鄰土石流潛勢溪流。

另根據本調查範圍五千分之一像片基本圖(如圖2.6)，基地範圍水系主要位於火藥庫(二)基地兩側山溝(編號L2及L3)，兩山溝匯流於火藥庫(二)基地下邊坡往東而入海。目前火藥庫(二)基地北側山溝(編號L2)，溝谷走向N55°W，植生良好，火藥庫(二)基地臨溝側目前興築有防洪牆，可避免大量逕流發生時的沖蝕(如照片六所示)。火藥庫(二)基地南側山溝(編號L3)，溝谷走向N65°E，亦植生良好，目前溝谷有加高堤岸避免溢流發生(如照片七所示)，而L2及L3山溝匯流處兩側邊坡目前已有噴漿保護(如照片八及照片九所示)，可避免下邊坡受沖蝕而產生土石滑落情形發生。

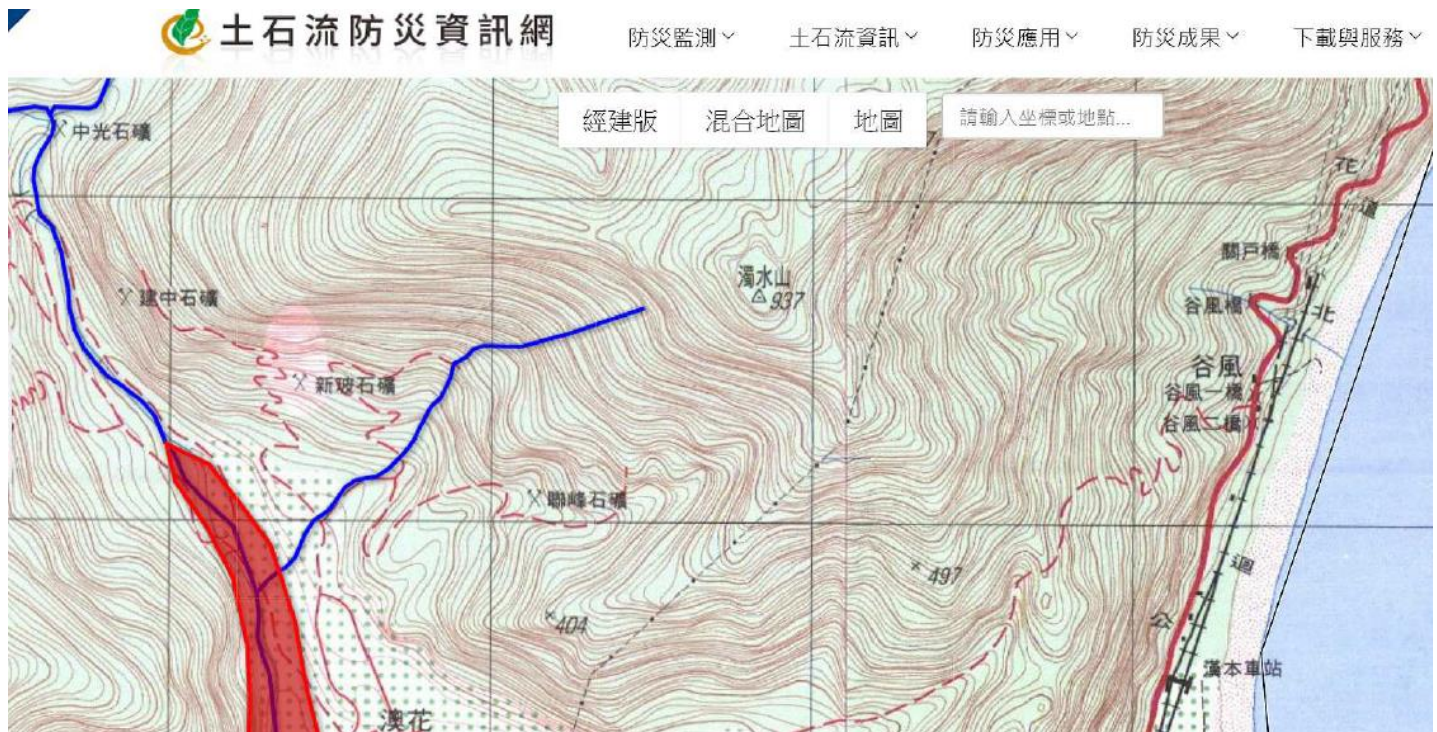


圖 2.5 南澳地區土石流潛勢溪流查詢圖





圖2.6 水系及蝕溝分佈圖圖





照片六 火藥庫(二)基地東北岸鄰溝谷處已興築有一道防洪牆情形



照片七 火藥庫西南側溝谷有加高堤岸避免溢流防護情形





照片八 溝谷匯流下游處坡面噴漿防護情形一



照片九 溝谷匯流下游處坡面噴漿防護情形二



## 5. 坡地災害歷史

經查本基地及區域調查範圍內，並無大規模坡地災害歷史，由2005年至2016年Google衛星影像圖(如圖2.7a~2.7e所示)，基地在歷次侵襲東部的颱風過後(20130711-0713蘇拉颱風，20130921-0922天兔颱風，20150808蘇迪勒颱風，20150820天鵝颱風，20150927-20150929杜鵑颱風)，基地範圍附近地形地貌並無明顯的變化。

而由基地訪查結果，台9線150K+900旁礦場聯外道路出入口，2013年7月間受蘇拉颱風豪大雨及野溪土石滑落影響，造成路基毀損，同時導致現有火藥庫(2)外圍部分構造遭土石淹埋。為免日後因天災造成火藥庫設施毀損影響爆炸物存放安全之可能，遂於白雲石礦場地下坑室內興建坑道式火藥庫。目前於火藥庫(二)基地東北岸鄰溝谷處已興築有一道防洪牆(如照片六所示)，而火藥庫西南側鄰道路之溝谷亦有加高堤岸防護情形(如照片七所示)。

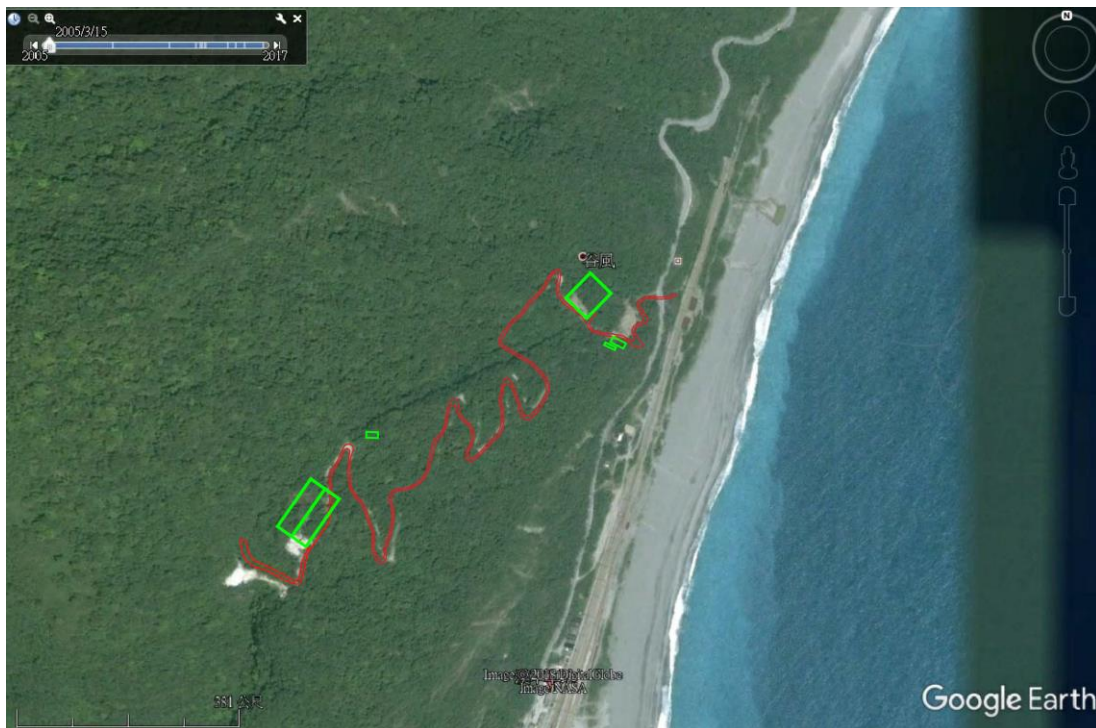


圖2.7a Google Earth 衛星影像圖(2005/03)

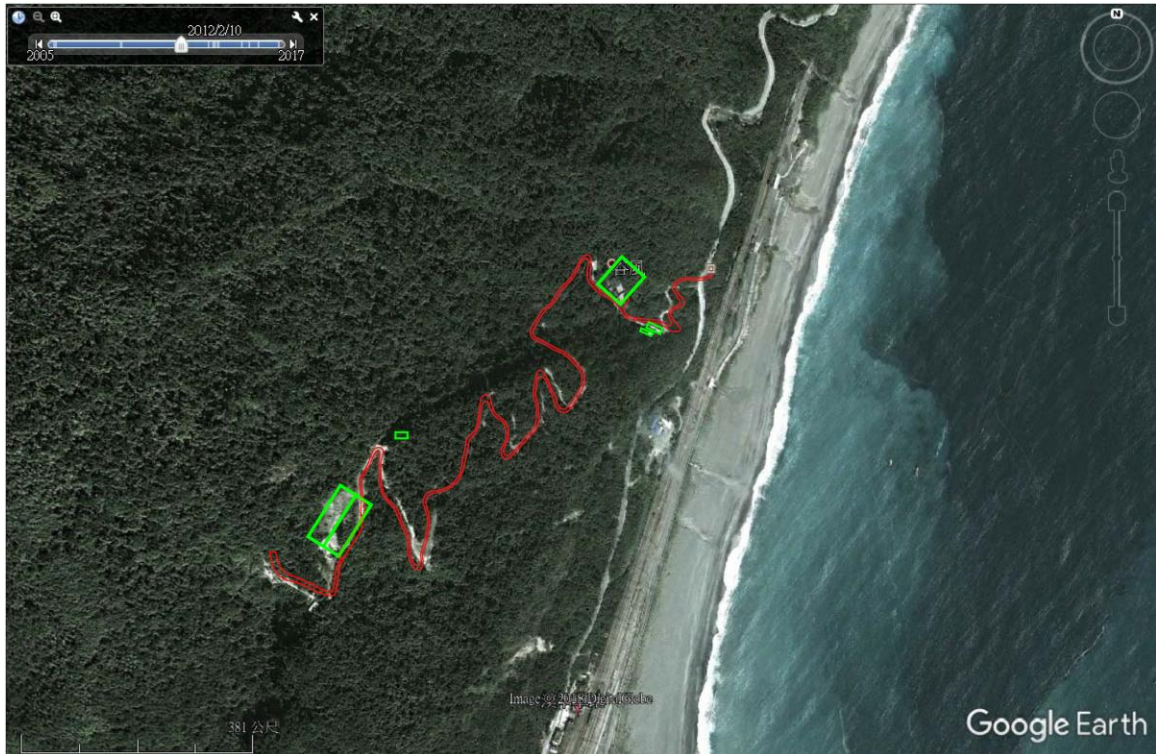


圖2.7b Google Earth 衛星影像圖(2012/02)

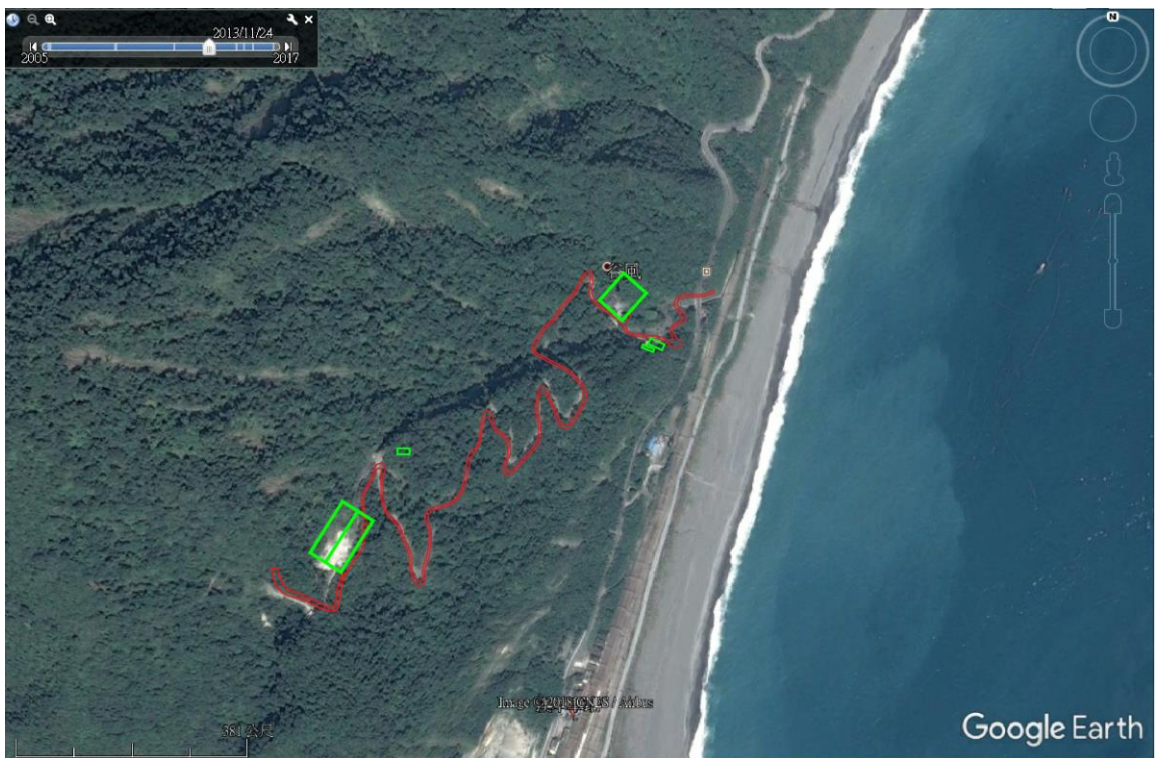


圖2.7c Google Earth 衛星影像圖(2013/11) (20130711-0713蘇拉颱風，  
20130921-0922天兔颱風)



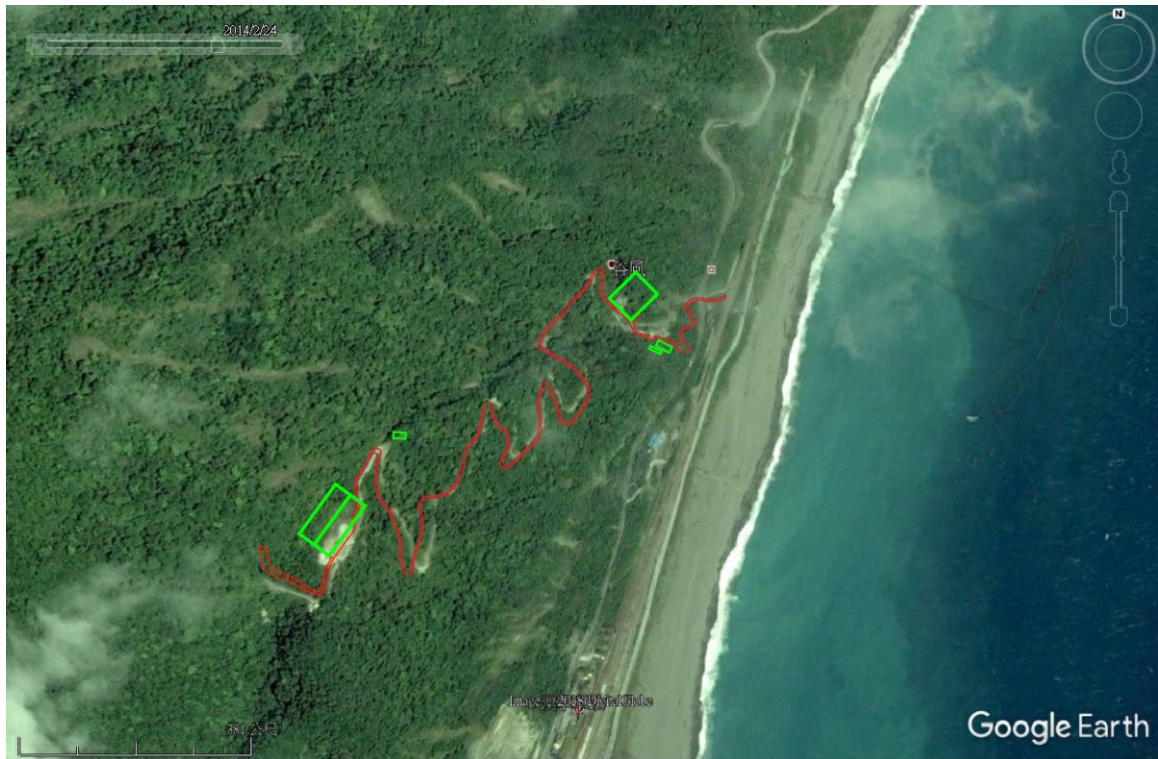


圖2.7d Google Earth 衛星影像圖(2014/02)

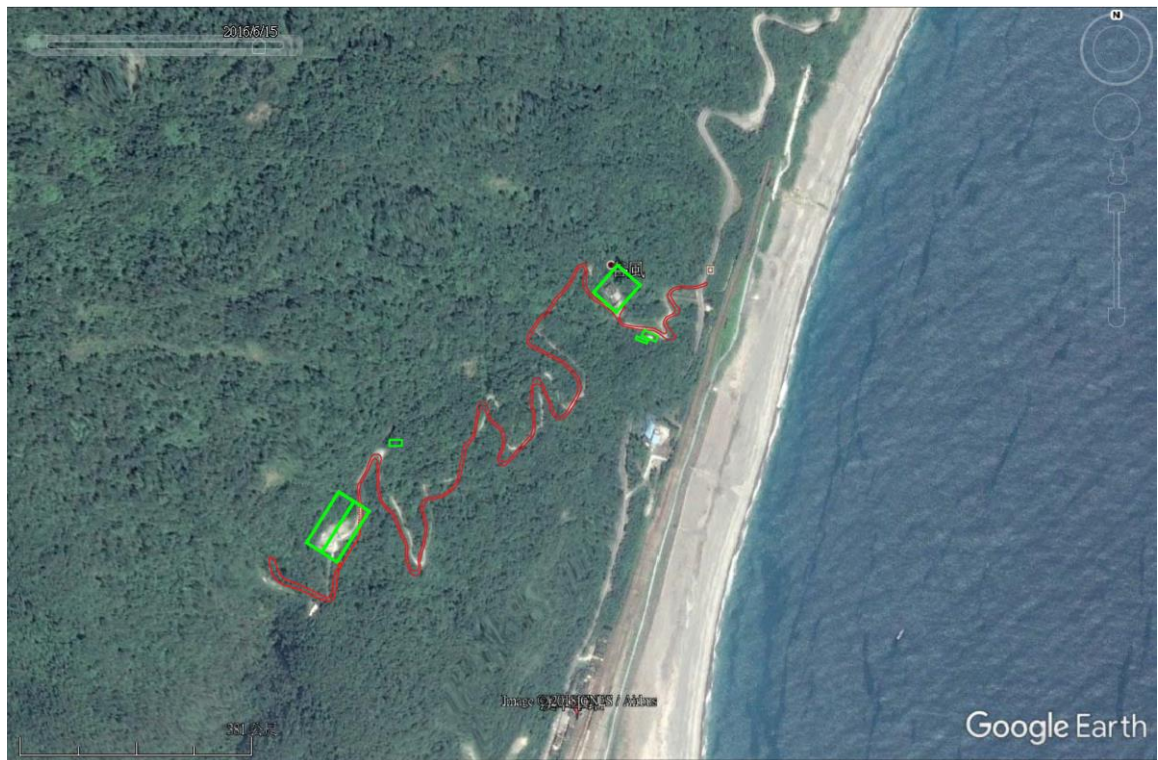


圖2.7e Google Earth 衛星影像圖(2016/06)(20150808蘇迪勒颱風，  
20150820天鵝颱風，20150927-20150929杜鵑颱風)

## (二) 地質特性

### 1. 地形

本礦石開採區位於台灣東部南澳山區，地形上位於中央山脈北段，東側的板岩山塊區與東斜面片岩區，東臨太平洋，地形崎嶇陡峭，高低起伏相當大，本礦區最低點位於東側鄰台9線谷風一橋附近，高程約35m；本礦區最高點位於西側脊線，高程約377.5m。

本礦區整體邊坡走向約為南北向，向東傾斜約 $21^{\circ}$ (下邊坡靠台9線處)至 $33^{\circ}$ 。於礦區內主要有二溝谷，一為位於北側，溝谷走向 $N55^{\circ}W$ ，一為位於南側，溝谷走向 $N65^{\circ}E$ ，兩溝谷交匯於現有火藥庫下游，而流經谷風一橋而出。本礦區地形地勢如附圖2.1及圖2.6所示。

### 2. 區域地層分佈

由所附區域地質圖（圖 2.8 轉錄自中央地質調查所，集水區地形及地質資料庫流域調查成果網站），本礦區所處地層為谷園片岩及九曲大理岩之交攘地帶。

谷園片岩(Ku)：谷園片岩為中央山脈東翼之中生代早期至中期地層，岩性 包含千枚岩、雲母片岩、石英雲母片岩，並夾有礫岩及大理岩之透鏡體。

九曲層大理岩：九曲層大理岩為厚層的石灰岩，主要分佈在花蓮和平地區東部，其與下伏之開南岡層片麻岩呈整合接觸，九曲層之石灰岩為厚層、塊狀，顏色呈深灰至白色，並含有深淺不一之各種條紋或網紋。組成礦物以方解石為主，偶而伴有少量石英、雲母及黃鐵礦結晶等。局部地區因鎂之交代換質作用，生成大小不一凸鏡狀或不規則狀之白雲岩體或岩脈。九曲層之原岩推測應為大陸棚，或海洋中島嶼等附近淺海之生物礁，受變質作用而形成。其形成巨厚層次之原



因，推測可能係受東側海洋板塊（玉里帶）隱沒時之拖曳作用，促使大陸板塊邊緣漸次向下撓曲，原生長其上之生物礁，為獲得足夠的氧化及陽光，遂逐漸向上發展而成。

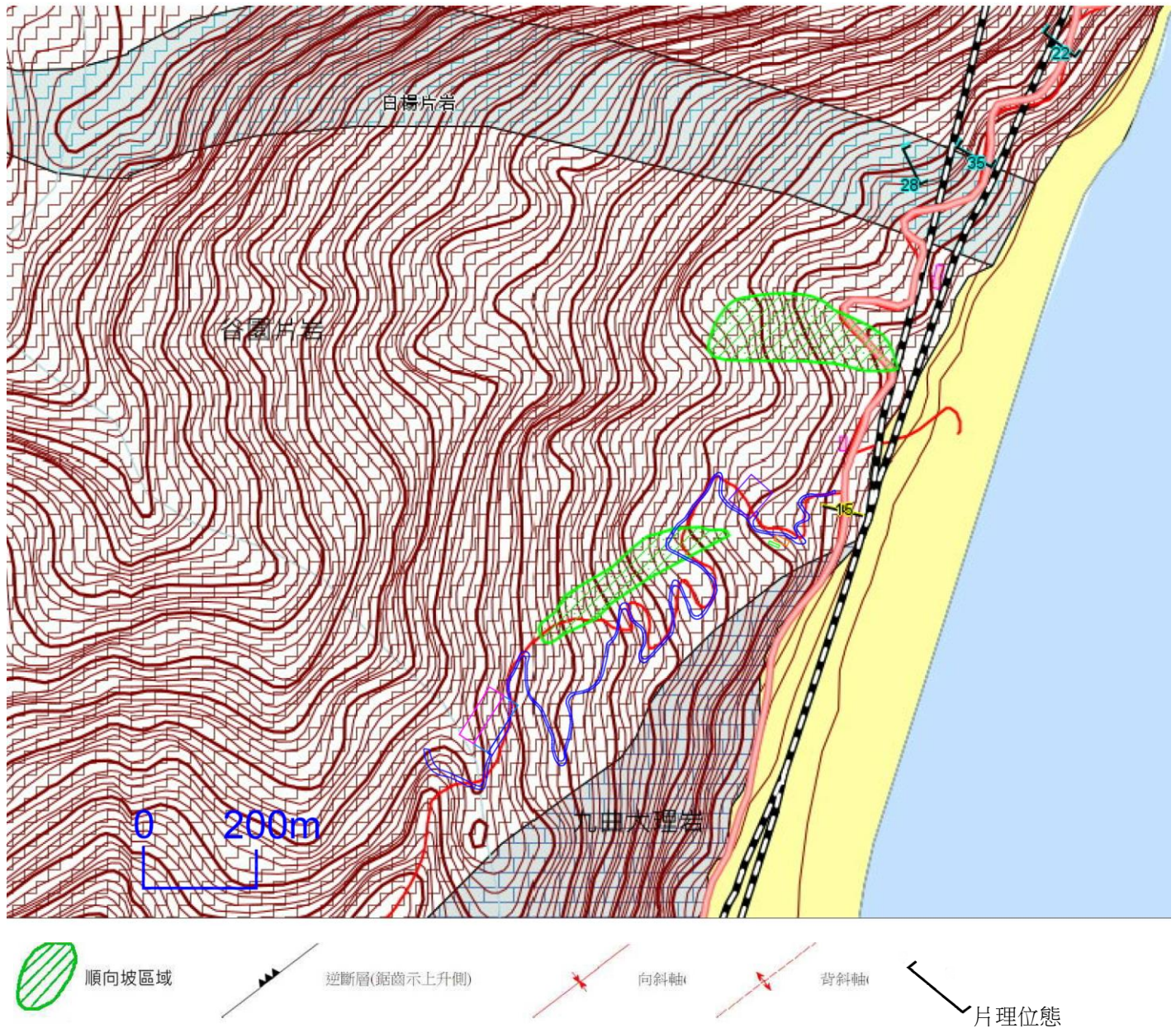


圖2.8 區域地質圖

### 3. 區域地質構造

台灣東部及東北部變質岩區之地質構造相當複雜，顏滄波(1967)依微視分析、中視分析、及巨視分析來解釋大南澳片岩之地質構造現象。微視分析為用岩石顯微鏡研究定方位之岩石標本中之礦物排列情形；中視分析為分析從一個露頭（小領域）可見到之構造如褶曲型式、面及線要素等；巨視分析為綜合及分析在兩個小領域以上之區域或帶（belt）內之構造，由地層層序推定之構造分析屬於此種。

從微視分析知大南澳片岩所受力場之主壓軸( $\sigma_1$ )與垂直層面或片理面之岩構軸平行或準平行，在大南澳片岩區域內層面片理頗發達，剪斷或滑動褶曲及撓曲滑動褶曲之相當普遍等現象可能與之有關。

中視構造包括一露頭（小領域）內之構造及其面與線要素。面分為層面（bedding），片理（foliation）及節理（joint）。在大南澳片岩區域內，層面與片理不大容易分別，一般言之，層面與片理呈平行或準平行，但有些地方兩者以高角度相交。在同一種岩型之厚層如結晶石灰岩厚層內所測之面為層面與片理，而片理可能多於層面。

大南澳片岩區域之中視褶曲，其主要型式有三種：同斜及/或等斜褶曲，簡單褶曲，及複雜褶曲。複雜褶曲型式大部份見於可塑性岩型如結晶石灰岩厚層內，在此型式褶曲中，層面有時不易追蹤及認識，而片理反占優勢。

由圖2.8區域地質圖，本礦區並無明顯的地質構造(斷層或褶皺)通過。區域地質圖中蘇花公路路段岩層層面(片理面)之位態約為北西走向，向東北傾斜約 $15^{\circ}\sim 36^{\circ}$ 。

由現場岩層露頭量測結果，礦區範圍岩層層面(片理面)位態約為

N50°~80°W / 15°~40°NE。岩體中另有四組不連續面(節理面)，其位態分別為 N35°~50°E / 75°SE°~70°NW，N70°W~N70°E / 70°~75°S，N30°~50°W / 70°SW，N20°~40°W / 15°~20°NE。

本礦區東接蘇花公路之谷風子橋處約為台9線里程151K，而於台9線里程 149K+700 處之岩層露頭岩層層面(劈理面)約為 N35°W~N80°W/30°~40°NE，岩層之層面位態亦與本礦場用地之層面位態相近。

#### 4. 順向坡特性

一般而言當邊坡坡向與岩層不連續面走向之夾角小於20°，且邊坡傾向與岩層傾向一致，就有發生順向平面破壞的潛能，若邊坡坡度>岩層不連續面傾角>岩層不連續面之摩擦角，則邊坡極可能沿岩層不連續面產生平面破壞。

由所附區域地質圖(圖2.8，轉錄自中央地質調查所，集水區地形及地質資料庫流域調查成果網站)，本礦區租借範圍中之順向坡地形(邊坡走向約為北西向，向東北傾之地形)，僅位於東北側靠近火藥庫基地之連絡道路部份路段，主要礦場設施位置火藥庫、採礦場及儲礦場區域未位於順向坡地形。

由上述，基地採礦場及儲礦場區域位於山崩與地滑地質敏感區位乃屬岩屑崩滑之敏感區，而非順向滑動之岩體滑動地質敏感區。

#### 5. 山崩及地滑徵兆

由所附區域落石地質災害潛勢圖(圖2.9，轉錄自中央地質調查所，集水區地形及地質資料庫流域調查成果網站)，本礦場主要設施範圍未位於落石地質災害潛勢區域。由所附區域岩屑崩滑災害潛勢圖(圖



2.10，轉錄自中央地質調查所，集水區地形及地質資料庫流域調查成果網站)，礦場東北側下邊坡火藥庫設施地區是岩屑崩滑的高潛勢區，西南側採礦場及儲礦場上邊坡區域則為岩屑崩滑的中潛勢區。

而由現場勘察結果，礦區東北側下邊坡火藥庫設施下游區域臨蘇花公路處有深厚的崩積層(如照片十)，其未有層理及節理等岩體構造，研判本基地東北側下邊坡區域邊坡之破壞模式應以崩積層中的圓弧形破壞及岩屑崩滑為主。而西南側採礦場及儲礦場上邊坡區域目前岩層裸露，研判主要邊坡破壞模式應以岩塊之楔形破壞或土岩層間之土層滑落為主。

由2005年至2016年Google衛星影像圖(如圖2.7a~2.7e所示)，基地在歷次侵襲東部的颱風過後(20130711-0713蘇拉颱風，20130921-0922天兔颱風，20150808蘇迪勒颱風，20150820天鵝颱風，20150927-20150929杜鵑颱風)，基地範圍附近地形地貌並無明顯的變化，基地於近期並無大規模之崩崖或是崩塌現象。



照片十 礦區東北側下邊坡火藥庫下游區域有深厚的崩積層情形



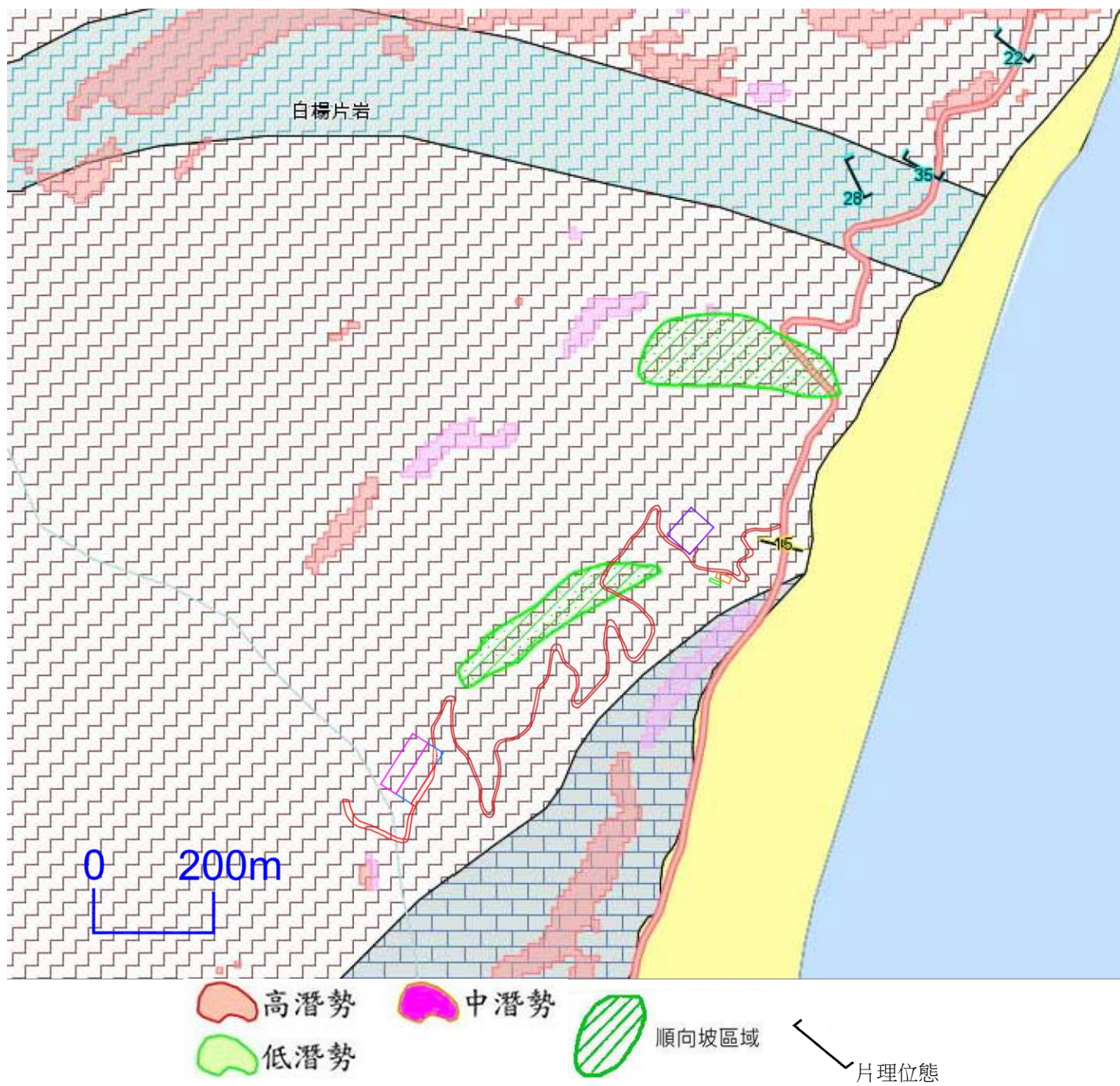


圖2.9 區域落石地質災害潛勢圖



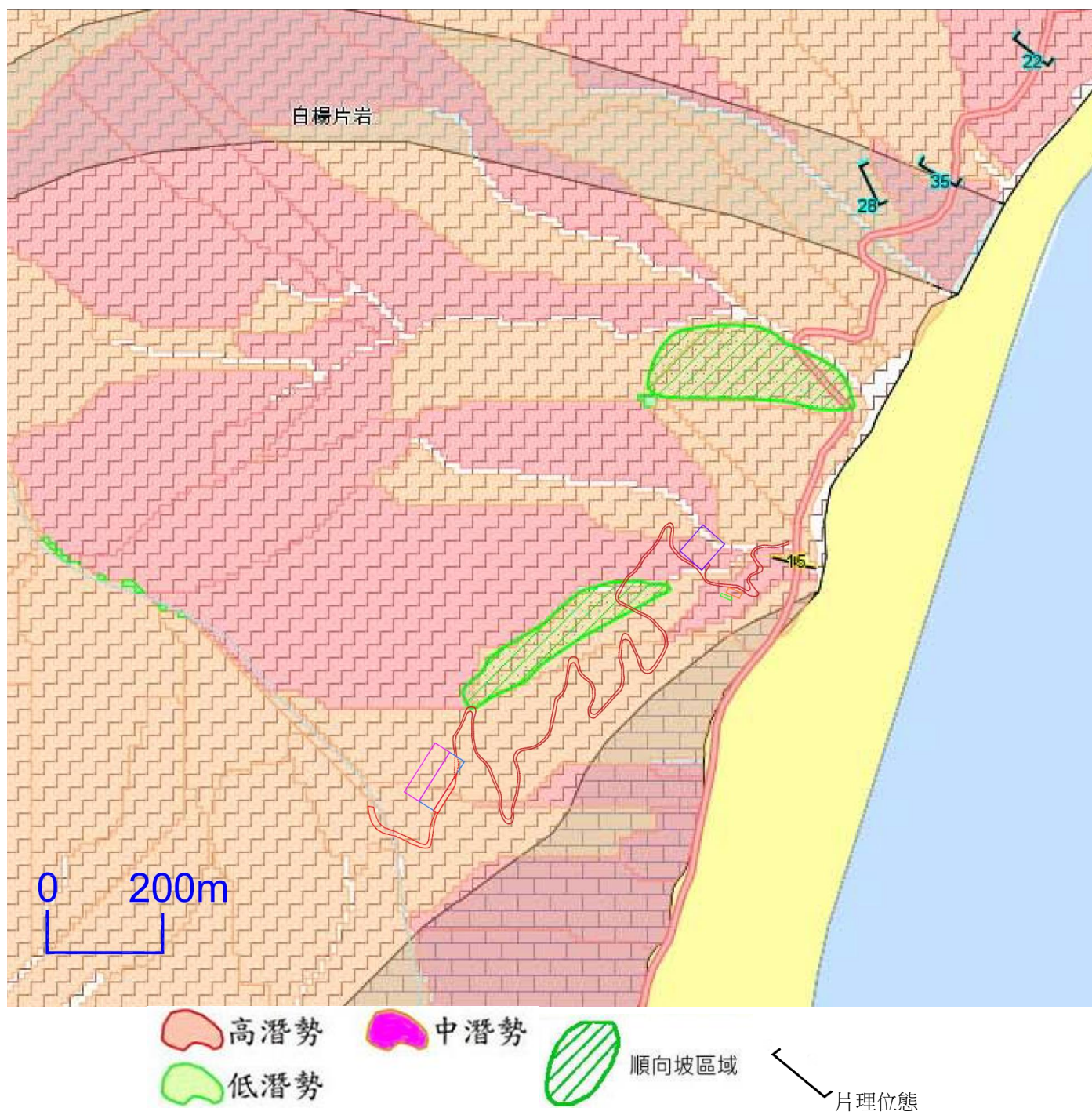


圖2.10 區域岩屑崩滑災害潛勢圖

## 6. 區域調查地質圖

由現場岩層露頭量測結果，礦區範圍岩層層面(片理面)位態約為  $N50^{\circ}\sim 80^{\circ}W / 15^{\circ}\sim 40^{\circ}NE$ 。岩體中另有四組不連續面(節理面)，其位態分別為  $N35^{\circ}\sim 50^{\circ}E / 75^{\circ}SE^{\circ}\sim 70^{\circ}NW$ ， $N70^{\circ}W\sim N70^{\circ}E / 70^{\circ}\sim 75^{\circ}S$ ， $N30^{\circ}\sim 50^{\circ}W / 70^{\circ}SW$ ， $N20^{\circ}\sim 40^{\circ}W / 15^{\circ}\sim 20^{\circ}NE$ 。岩層露頭量測照片(照片十一~十四)及量測位置如圖2.11所示。

本礦區東接蘇花公路之谷風子橋處約為台9線里程151K，而於台9線里程149K+700處之岩層露頭岩層層面(劈理面)約為  $N35^{\circ}W\sim N80^{\circ}W/30^{\circ}\sim 40^{\circ}NE$ ，岩層之層面位態亦與本礦場用地之層面位態相近。

本礦區主要採地下開採方式，主要開採地點為位於西南側上邊坡的白雲石礦場，其地質屬先第三紀大南澳統變質岩群，主要岩層為片麻岩、矽質片岩、大理石及白雲石所構成，大理石為層狀賦存，白雲石夾存於大理石中，該兩種礦物為同一礦床共生，一般地質岩層走向呈北70西至東西向，向北傾斜20至25度左右，岩層呈層狀單斜構造，未發現有較具規模之斷層或褶曲構造。區域地層分佈情形如圖2.12區域調查地質圖。

本礦區礦床賦存情形如下：

### 1.大理石：

本礦區內之大理石礦床分佈為甚遼闊之賦存岩層，共露出三層，該地區剖面自下而上分別命名及詳述如下：

#### (1)第1層(Mb1)：

分佈於礦區之南部，呈層狀構造賦存，其上磐為矽質片岩，下磐未在礦區內出露，約呈東西走向延伸，向北傾斜10度

至25度左右，可見延長約1000公尺，厚度約500公尺，分佈寬度平均約1000公尺左右，礦質大部分呈灰色至黑色，局部為白色或黑色，結晶為中粒至粗粒，片理及節理發達，氧化鈣成份甚高，可供製造水泥用原料。

(2)第2層(Mb2)：

該層礦脈厚度約100至200公尺，延長約1800公尺，礦質呈灰色，其間夾白雲石，該白雲石為本礦主要開採礦體，此層大理石因含有白雲石成分，而影響製造水泥品質製，經濟價值較低，但仍可作為煉鋼原料。

(3)第3層(Mb3)：

該礦層賦存於本礦區之最上方，礦質大部分呈灰色至黑色，片理及節理亦發達，厚度約20至40公尺之間，寬度平均約20至50公尺左右，延長約1600公尺，因賦存位置較高，並未夾白雲石，暫不規劃開採。

2. 白雲石：

為本礦區主要開採礦石，賦存於第二層大理石(Mb2)中，兩種礦石為共生礦床，經多年開採，白雲石礦脈之賦存情形已較明確，多數呈不規則凸鏡體賦存於大理岩中，部分延續性較佳略呈層狀賦存。白雲石之寬度自數公尺至30公尺不等，白雲石係白色，可供作建築用石米及玻璃煉鋼等原料。本礦場原以露天階段方式開採，採掘面隨地形開鑿，因地形因素致階段高且陡，又白雲石上方覆岩甚厚，剝除覆岩成本已不符經濟效益原則，故在78年間改以坑道方式開採。



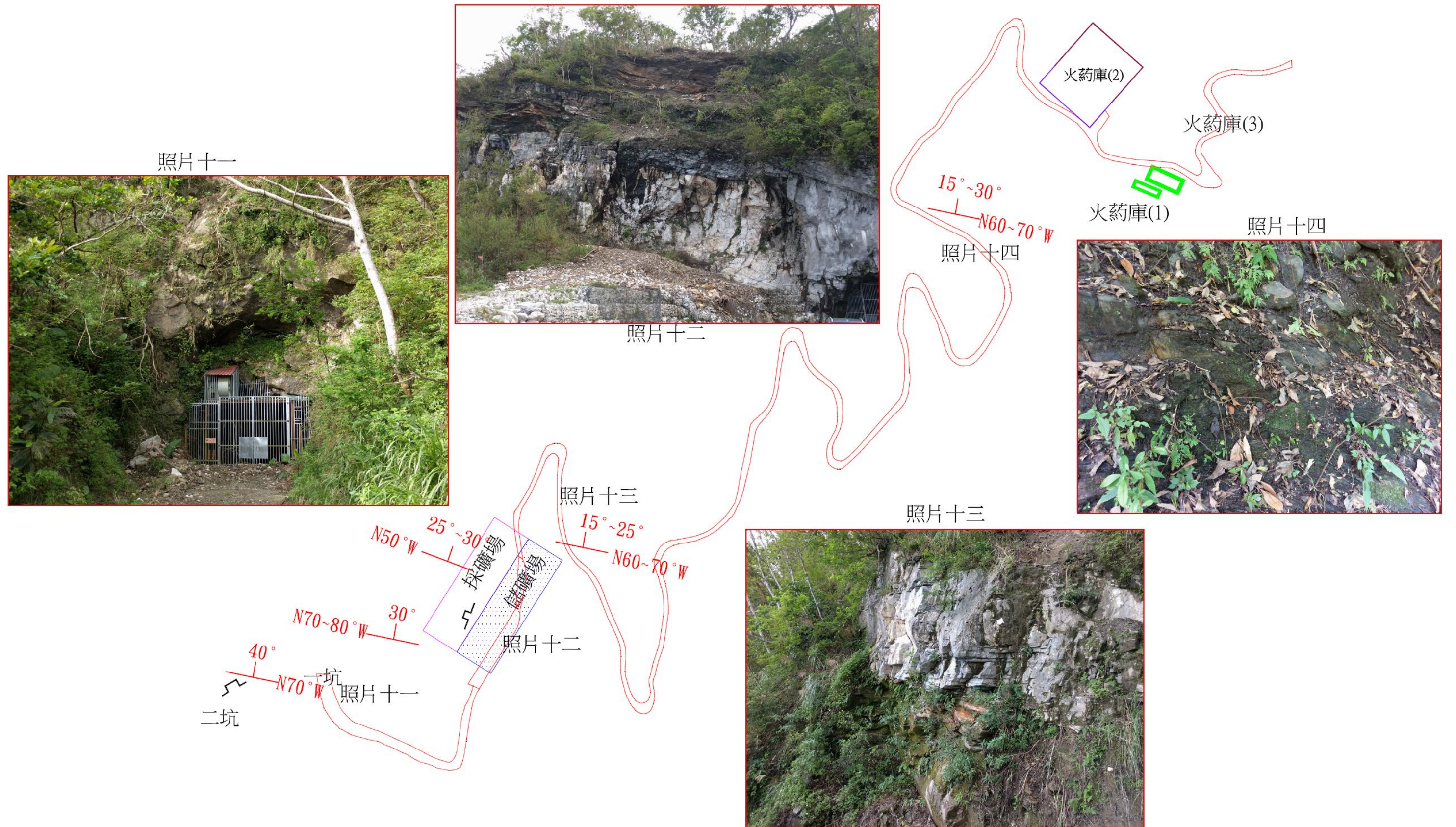


圖2.11 岩層露頭量測照片及量測位置圖



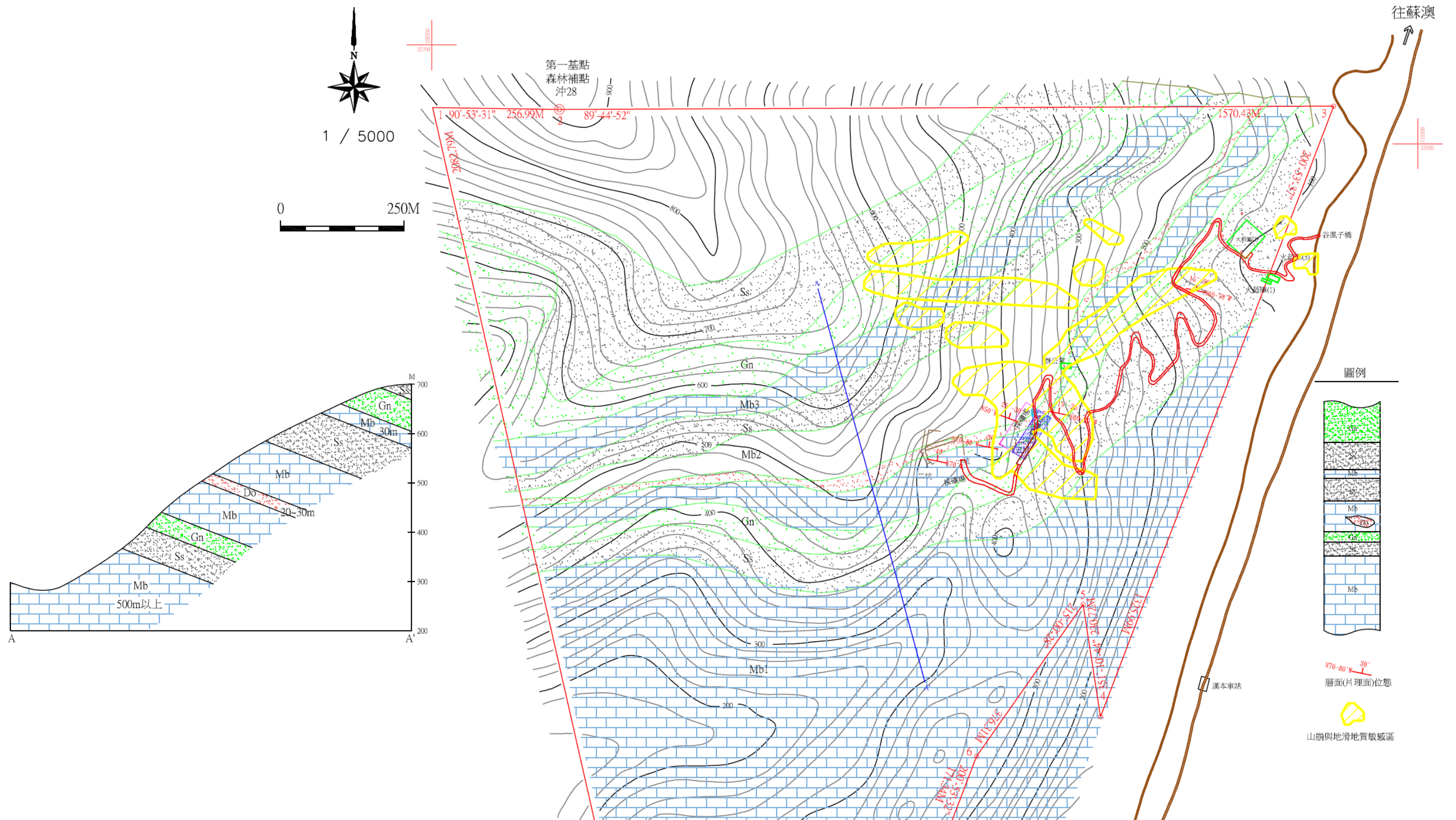


圖2.12 區域調查地質圖

### 三、地質敏感區區域地質安全評估

大發石礦公司擬續租用之設施包含有員工休息室及辦公室(2)、火藥庫(1)、火藥庫(2)、火藥庫(3)、儲礦場、採礦場、及卡車路等面積共為 1.9150 公頃。茲分區評估如下：

#### 1. 火藥庫設施區域及卡車路沿線東北段區域

##### A. 山崩或地質發生潛勢

火藥庫(1)、火藥庫(2)、火藥庫(3)用地位於基地東側，目前僅火藥庫(2)使用中，火藥庫(1)用地目前為空地，火藥庫(3)用地之房舍已破損不再使用(如照片五所示)。火藥庫(1)、火藥庫(2)、火藥庫(3)用地設施位置圖如圖 2.1 及 2.3 所示。由地質敏感區套繪結果，火藥庫(1)、火藥庫(2)、火藥庫(3)用地範圍未重疊山崩及地滑地質敏感區。

而由現場勘察結果，礦區東北側下邊坡火藥庫設施下游區域臨蘇花公路處有深厚的崩積層(如照片十)，其未有層理及節理等岩體構造，研判本基地東北側下邊坡區域邊坡之破壞模式應以崩積層中的圓弧形破壞及岩屑崩滑為主。

另根據本調查範圍五千分之一像片基本圖(如圖 2.6)，基地範圍水系主要位於火藥庫(二)基地兩側山溝(編號 L2 及 L3)，兩山溝匯流於火藥庫(二)基地下邊坡往東而入海。而由基地訪查結果，台 9 線 150K+900 旁礦場聯外道路出入口，2013 年 7 月間受蘇拉颱風豪大雨及野溪土石滑落影響，造成路基毀損，同時導致現有火藥庫(2)外圍部分構造遭土石淹埋。

##### B. 處理對策

目前火藥庫(二)基地北側山溝(編號 L2)，溝谷走向 N55°W，植生良好，火藥庫(二)基地臨溝側目前興築有防洪牆，可避免大量逕流發生時的沖蝕(如照片六所示)。火藥庫(二)基地南側山溝(編號 L3)，溝谷走向



N65°E，亦植生良好，目前溝谷有加高堤岸避免溢流發生(如照片七所示)，而 L2 及 L3 山溝匯流處兩側邊坡目前已有噴漿保護(如照片八及照片九所示)，可避免下邊坡受沖蝕而產生土石滑落情形發生。

## 2. 儲礦場、採礦場

### A. 山崩或地質發生潛勢

基地西南側原白雲石礦場原設置之五坑坑口平台不敷使用，且因地表較高無法與原規劃之三坑坑口銜接，原核定之廢土石堆積場(捨石場)已更正為儲礦場，開發整地後作為三坑坑口之平台使用，並依宜蘭縣政府 96 年 3 月 9 日核准之水土保持計畫第一次變更設計內容施工。現在儲礦場上方之採礦場已開採完畢，不再進行露天開挖，而儲礦場現況三坑坑口已興建一警衛室加以封堵，日後地下開採的坑口僅留存五坑坑口，原五坑坑口之堆積層已往西南側堆置，五坑坑口之西南側已不在本次續租用地範圍。採礦場、儲礦場設施示意圖如圖 2.1 及 2.2 所示，現況如照片一至照片三所示。地質敏感區套繪結果，儲礦場、採礦場位置範圍重疊山崩及地滑地質敏感區。

西南側採礦場及儲礦場上邊坡區域目前岩層裸露，一般考慮岩石邊坡之穩定時，需考慮岩體之非連續性，非均質及非等向性及非彈性體之有別於土體的性質，造成上述岩體之特性之一，即為岩體中之不連續面特性，而依據岩體中不連續面的特性與方位可初步研判岩石邊坡的破壞機制及潛能。

一般而言當邊坡坡向與岩層不連續面走向之夾角小於 $20^{\circ}$ ，且邊坡傾向與岩層傾向一致，就有發生順向平面破壞的潛能，若邊坡坡度 $>$ 岩層不連續面傾角 $>$ 岩層不連續面之摩擦角，則邊坡極可能沿岩層不連續面產生平面破壞。而若邊坡坡度 $>$ 岩層中不連續面交線之傾角 $>$ 不連續面間之摩

擦角，則邊坡極可能沿兩不連續面交線產生楔形破壞。當岩體中不連續面間距小，組數多，而成破碎狀，則單一不連續面的特性不能影響岩體的性質，可視為破碎岩體為一均質體，而其極可能產生圓弧型破壞。

由現場岩層露頭量測結果，由現場岩層露頭量測結果，礦區岩層層面(片理面)位態約為 $N50^{\circ}\sim 80^{\circ}W / 15^{\circ}\sim 40^{\circ}NW$ 。岩體中另有四組不連續面(節理面)，其位態分別為 $N35\sim 50^{\circ}E / 75^{\circ}SE\sim 70^{\circ}NW$ ， $N70^{\circ}W\sim N70^{\circ}E / 70^{\circ}\sim 75^{\circ}S$ ， $N30^{\circ}\sim 50^{\circ}W / 70^{\circ}SW$ ， $N20^{\circ}\sim 40^{\circ}W / 15^{\circ}\sim 20^{\circ}NE$ 。由現場不連續面量測資料，針對本礦區整體邊坡走向約為南北向，向東傾斜約 $21^{\circ}$ (下邊坡靠台9線處)至 $33^{\circ}$ ，繪製成岩石邊坡破壞機制分析圖(如圖3.1所示)。

由邊坡破壞機制分析圖(圖3.1)，邊坡坡向對岩層層面位態而言，約為直向坡，故不致沿岩層層面產生順向平面破壞，此邊坡亦不致沿層面及節理間交切的岩塊產生楔形破壞的潛能。但若局部邊坡坡度大於 $35^{\circ}$ ，則有沿層面與節理I交切之楔形岩塊產生楔形破壞的潛能。

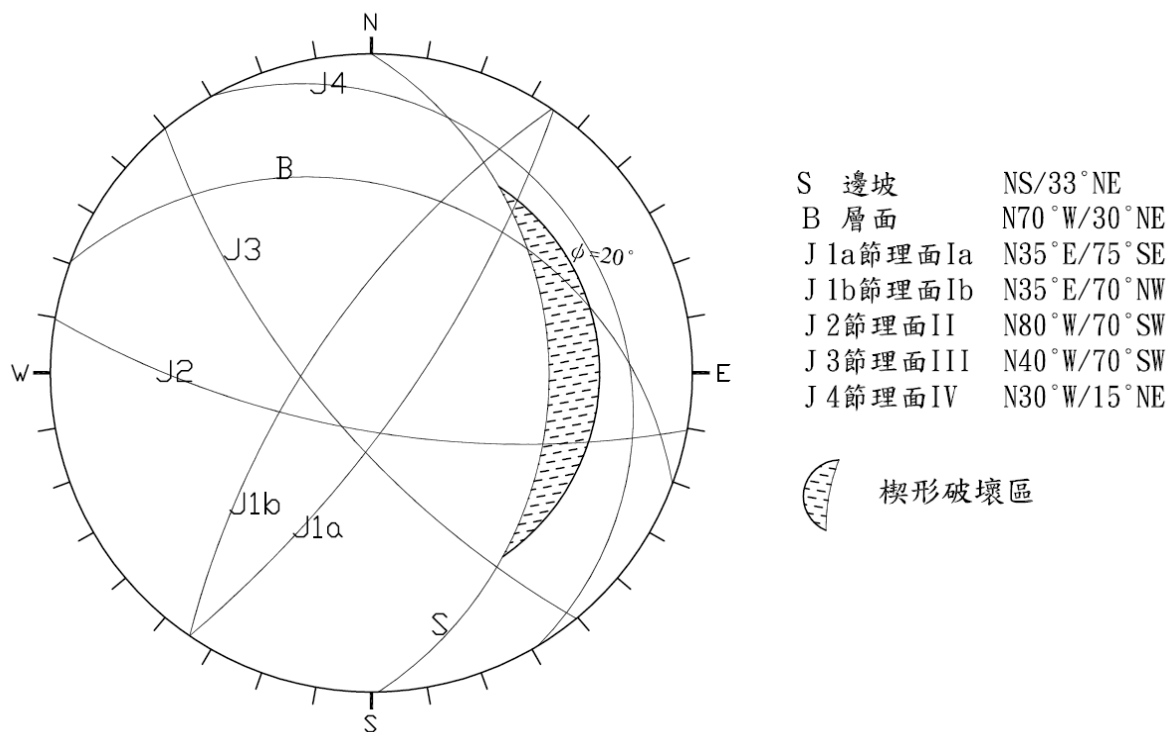


圖3.1 岩石邊坡破壞機制分析圖



## B. 處理對策

建議邊坡應特別注意邊坡保護及排水措施，避免地表水加速滲入岩體中，可降低岩塊產生楔形破壞的潛能。另邊坡保護能有效的減輕坡面之侵蝕及防止岩面之風化；排水系統則可適當疏導地表水，減輕地表侵蝕，疏解地下水降低水壓。

### 3. 卡車路沿線

#### A. 山崩或地質發生潛勢

由所附區域地質圖(圖 2.8，轉錄自中央地質調查所，集水區地形及地質資料庫流域調查成果網站)，本礦區租借範圍中之順向坡地形(邊坡走向約為北西向，向東北傾之地形)，僅位於卡車路東北側靠近火藥庫基地之部份路段，及卡車路西南側靠近儲礦場、採礦場之部份路段而重疊山崩及地滑地質敏感區。由現場勘察結果，而卡車路西南側靠近儲礦場、採礦場之路段亦可見岩層裸露(如照片十三)，研判主要邊坡破壞模式如同儲礦場、採礦場區域應以岩塊之楔形破壞或土岩層間之土層滑落為主。

另由現場勘察結果，卡車路東北側靠近火藥庫基地之部份路段及其餘路段，未見有岩層出露，研判有深厚的崩積層，其未有層理及節理等岩體構造，研判此路段邊坡之破壞模式應以崩積層中的圓弧形破壞及岩屑崩滑為主。

#### B. 處理對策

建議卡車路設置排水側溝將地表水排除，良好之排水可降低邊坡之水壓力使其穩定度增加，並可避免地表水漫流嚴重侵蝕坡面。

#### 四、結語

由Google Earth 衛星影像(如圖2.7a~2.7e所示)來檢視礦區周遭地形，本礦區範圍及相鄰區域自2005年至2015年底間邊坡植生茂密，僅於礦區整地處有反白現象，其餘地區未有裸露邊坡。由現況檢核僅卡車路連絡道路有零星小規模的岩屑崩滑現象，基地於近期內並無大規模之崩崖或是崩塌現象。

本礦場主要重疊山崩及地滑地質敏感區之區域為西南側之儲礦場、採礦場，西南側採礦場及儲礦場上邊坡區域目前岩層裸露，由邊坡破壞機制分析圖(圖3.1)，邊坡坡向對岩層層面位態而言，約為直向坡，故不致沿岩層層面產生順向平面破壞，此邊坡亦不致沿層面及節理間交切的岩塊產生楔形破壞的潛能。但若區局部邊坡坡度大於 $35^{\circ}$ ，則有沿層面與節理I交切之楔形岩塊產生楔形破壞的潛能。。

本礦場日後為地下開採，地表未有整地挖填之開發行為，亦即維持現場原地形地貌。建議在日後應特別注意坡面保護，避免沖蝕及損及本礦區調查範圍之坡面，另可適當疏導本礦區調查範圍外圍之地表水，減輕地表侵蝕，疏解地下水降低水壓，皆可降低地質災害之潛勢。