

—目錄—

第一章 緒論	5
第一節 計畫摘要	5
第二節 基地環境與現況分析	9
第三節 計畫服務項目	12
第二章 相關法令分析	15
第一節 文化資產保存法、子法及其相關法令	15
第二節 建築物使用許可取得流程	16
第三節 因應計畫之研擬	16
第四節 因應計畫章節架構	18
第三章 修復及再利用規劃設計	19
第一節 工作計畫流程	19
第二節 設施損壞調查及修復綜理	20
第三節 坑道結構系統分析	27
第四節 修復建議	34
第五節 研擬之再利用規劃與上位計劃之對比	37
第六節 再利用規劃	37
第七節 3D 渲染模擬圖	38
第八節 管理維護構想	41
第九節 細部設計準則之研擬	42
第四章 施工可行性報告	44
第一節 施工規劃	44
第二節 交通維持計畫	45
第三節 施工材料與設備機具	45
第四節 主要工程施工技術工法及施工要領	46
第五節 臨時用水/用電配置	46
第六節 土方處理與施工安全管理對策	47
第七節 管線遷移協調	49
第八節 施工程序	50
第九節 風險管理與安全評估計畫	50
第五章 工作預定進度	54
第一節 預定期程	54
第六章 採購策略及分標原則之研訂	57
第一節 採購策略	57

第二節 分標原則	57
----------------	----

—圖目錄—

【圖 1】古蹟定著土地範圍管理人示意圖	6
【圖 2】建物及定著土地範圍圖	7
【圖 3】雙乳山坑道標的位置航照圖	9
【圖 4】土地使用分區圖	10
【圖 5】光華堡觀測所現況	11
【圖 6】坑道內部現況	11
【圖 7】因應計畫核發使用許可流程圖	16
【圖 8】因應計畫作業流程圖	17
【圖 9】修復設計工作流程圖	19
【圖 10】南乳山區域標示平面圖	20
【圖 11】主空間 1 現況圖	21
【圖 12】主空間 11 現況圖	21
【圖 13】主空間 3 外坑道現況	21
【圖 14】南支道空間 1-2 營舍現況圖	21
【圖 15】北乳山區域位置標示平面圖	22
【圖 16】三層觀測所現況	22
【圖 17】環形坑道空間 1 現況	22
【圖 18】環形坑道地坪現況	22
【圖 19】北支道空間 1-1 現況	22
【圖 20】南乳山軍事標語位置標示平面圖	23
【圖 21】〈雙乳山坑道工程構建序〉碑現況	23
【圖 22】「精忠報國」標語現況	23
【圖 23】北乳山軍事標語位置標示平面圖	24
【圖 24】「臥薪嘗膽」標語及圖畫現況	24
【圖 25】「毋忘在莒」標語現況	24
【圖 26】坑道受土壓力作用之示意圖	29
【圖 27】平頂之襯砌(左)、中山室之穹頂形式之襯砌(右)	31
【圖 28】施工配置平面圖	44
【圖 29】施工程序示意圖	50
【圖 30】風險評估作業流程圖	51

—表目錄—

【表 1】古蹟定著土地表.....	5
【表 2】雙乳山坑道登錄公告表.....	8
【表 3】修復綜理表	25
【表 4】修復策略建議綜整表.....	36
【表 5】再利用規劃比較表.....	37
【表 6】工程風險評估與對策.....	53
【表 7】預定工作進度表.....	56

第一章 緒論

第一節 計畫摘要

一、計畫緣起

金門雙乳山坑道見證了戰地政務時期國軍駐防金門之發展與變遷，如能透過適當的再利用及完善的經營，不僅能活化縣定古蹟供國人一處良好教育與休憩場所，亦可吸引觀光客、軍友、相關文史教育工作者，進而提高金門之能見度、知名度，使古蹟為多樣化活動提供契機及場域，並得以延續其價值。

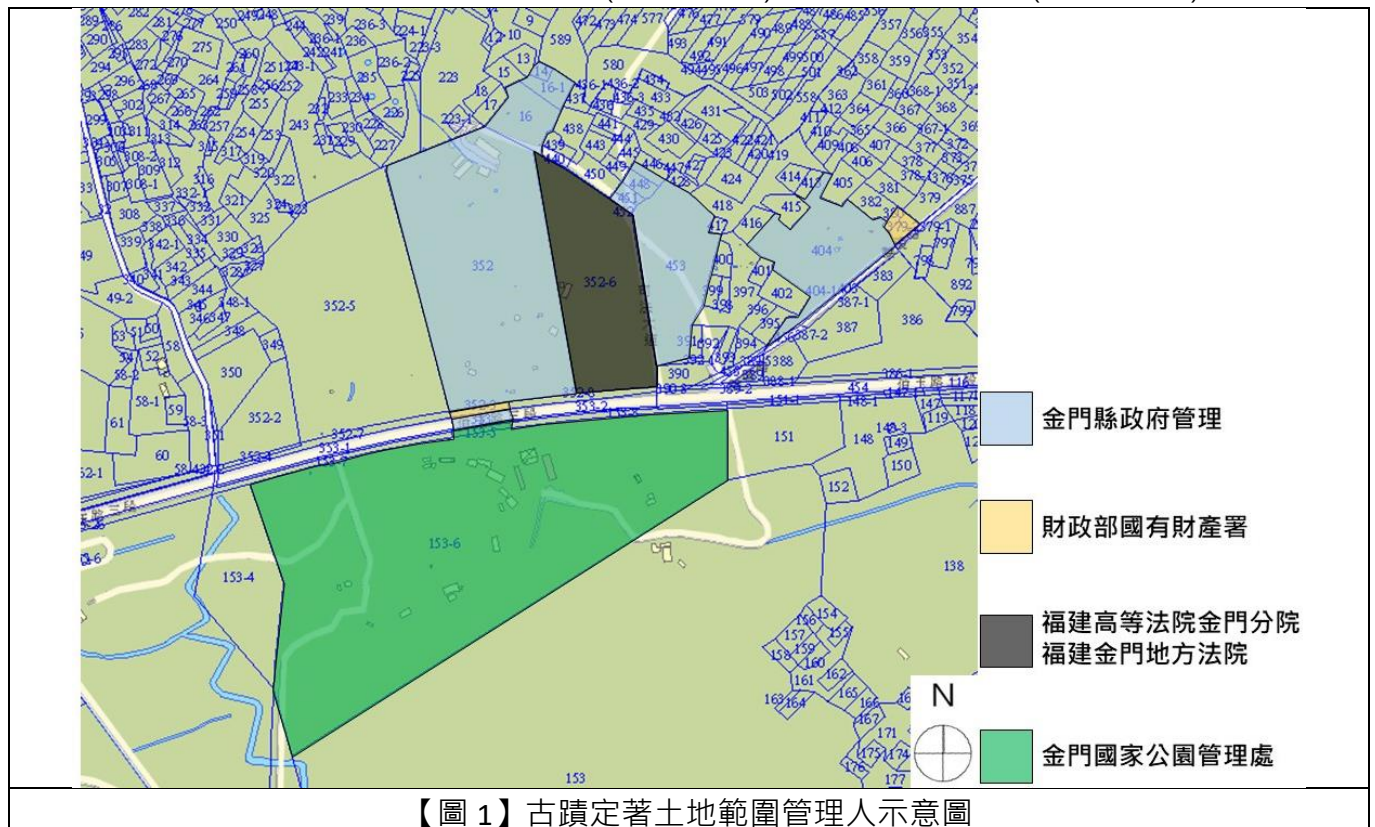
如將坑道空間活化再利用，並結合周邊多重的文化資源特色，則可強化縣定古蹟活化後之區域角色扮演，及連帶推動社群意識的無形文化價值再現。雖整體構造尚屬完整，然近年來因年久失修又曾遭工程截斷，多數損壞或部分已嚴重損毀，特別屋頂坍塌，急需緊急修復。

二、土地管理人

本案標的占地範圍廣，涵蓋之多筆地號乃由不同單位進行管理，整理表格如下：

【表 1】古蹟定著土地表

地號	所有人	管理人
金寧鄉后盤山段 14、16、16-1、352、353 號 金湖鎮石牌段 404、447、448、451、452、453 號	中華民國	金門縣政府
金寧鄉后盤山段 352-3 號 金湖鎮石牌段 379-2、380 號		財政部國有財產署
金寧鄉后盤山段 352-6 號		福建高等法院金門分院（4/5） 福建金門地方法院（1/5）
金寧鄉中山林段 153-5、153-6 號		金門國家公園管理處



面對土地管理人眾多之情形，後續規劃設計及施工階段，都可能有行政程序等相關問題待進一步討論，遂於此提出此課題，進行初步探討。

本所初步建議，乃請本案之主辦機關先會同各管理單位及後續設計單位協調權責、土地使用限制等相關議題，一邊釐清權責界線和土地使用限制之過程，設計單位可持續跟進、調整修復及再利用之規劃；如此，既不致產生後續工程糾紛，亦不會因等待協調時間，而過度延長工期進度。

三、修復範圍及對象

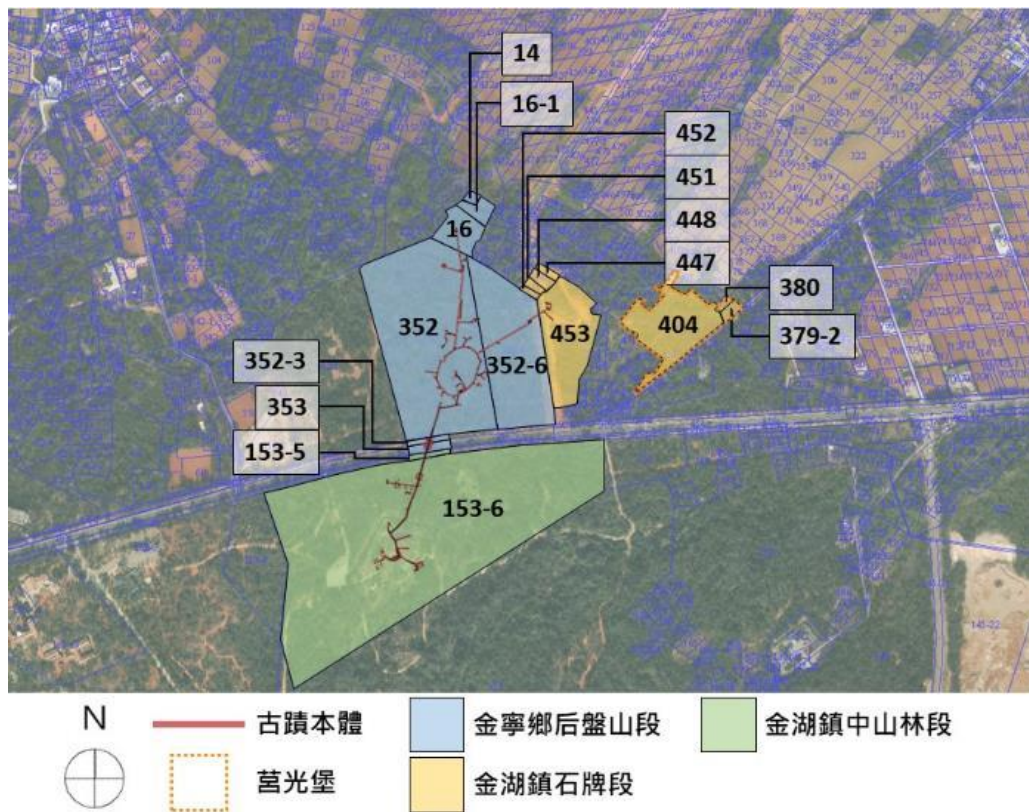
本案工作範圍為縣定古蹟「金門雙乳山坑道」，位置分布於金門島中部雙乳山之原乳南與乳北營區；定著土地地號為「金寧鄉后盤山段 14、16、16-1、352、352-3、352-6、353 地號；金寧鄉中山林段 153-5、153-6 地號；金湖鎮石牌段 379-2、380、404、447、448、451、452、453 地號」，共計 17 筆，定著土地總面積 186,868.97 平方公尺。土地使用分區如下：

機關用地：金寧鄉后盤山段 14、16、16-1、352、352-6 地號；金湖鎮石牌段 447、448、451、452、453 地號。

道路用地：金寧鄉后盤山段 352-3、353 地號；金寧鄉中山林段 153-5 部分地號。

國家公園區（遊憩區）：金寧鄉中山林段 153-5 部分、153-6 地號。

保護區：金湖鎮石牌段 379-2、380、404 地號。



【圖 2】建物及定著土地範圍圖

四、修復設計執行重點

本案之修復，依調查研究與修復再利用計畫建議，以恢復原有風貌為目標，並視實際情況保留工法之彈性。此外尚有下列修復之目的與意義：

- (1) 整合周邊各類文化資源：透過雙乳山坑道的活化再利用，串連周邊之文化觀光資源，帶動地方相關產業發展。
- (2) 重現建物歷史價值：使聚落建築群新生，重新與當代生活連結，傳承其歷史價值。
- (3) 促進傳統技藝之傳承：藉由實施的工法運用，提供傳統工法演練及傳授的機會。
- (4) 尋求永續發展：重新調整原有建物的機能角色，健全軟硬體功能，使歷史建築得以符合現代需求，並進一步因應不斷變遷的社會進行調整，使歷史價值能永續保存和發展。

五、縣定古蹟登錄歷程

本案標的於 2018 年 08 月 10 日由「文化資產審議會」決議指定為縣定古蹟，後於 2019 年 09 月 26 日府文資字第 10800823751 號，正式公告「金門雙乳山坑道」指定為縣定古蹟。於 112 年 12 月 5 日府文資字第 1120105033 號再次公告變更定著土地範圍古蹟範圍。公告內容詳下表。

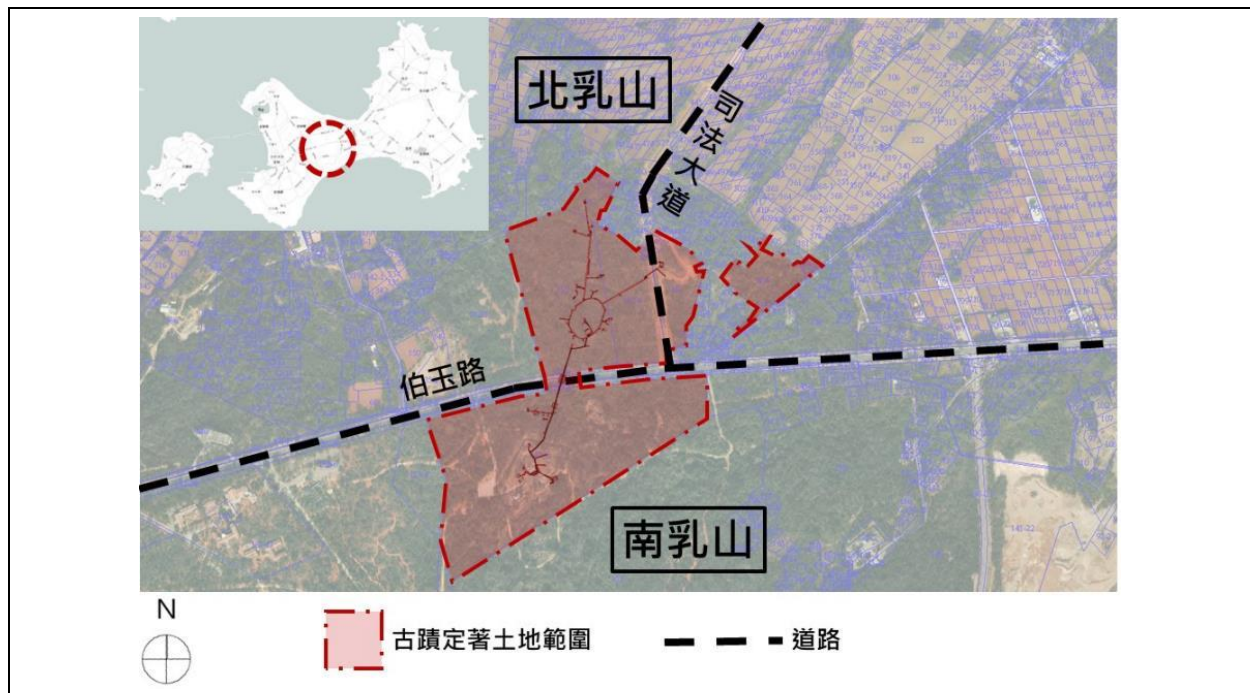
【表 2】雙乳山坑道登錄公告表

類別	古蹟
級別	縣（市）定古蹟
種類	其他設施
公告日期	112/12/05
公告文號	府文資字第 1120105033 號
評定基準	1.具高度歷史、藝術或科學價值者 2.表現各時代營造技術流派特色者 3.具稀少性，不易再現者
指定理由	雙乳山坑道為 1949 年古寧頭戰役及 1954 年九三砲戰後所興建之大型軍事防禦工事，因應彼時戰情緊繃、轉為地下化以保存戰力、強化火力之目的。坑道四通八達，貫串了旅部、營部、連級部隊、砲兵觀測所、環形陣地、周圍火力據點及防衛構體，數個坑道出入口皆與地表營區配置巧妙銜接，空間系統龐大而完整，造就了結合環形坑道、主副坑道與地面營區嵌合之軍事文化地景；另，雙乳山坑道內之泥塑標語口號，呈現兩岸對峙前期特有風格（民國 40、50 年代），激昂剝切為金門之最，與中後期標語風格截然不同。綜合觀之，雙乳山坑道極具高度歷史、藝術與科學價值。 雙乳山坑道所在之據點位於金門島的蜂腰部，可瞰制南北海岸，扼東西交通咽喉。1956 年興建時，達 11 萬 700 人日並有 5 人殉職，至今仍是金門唯一貫通中央公路（伯玉路）之坑道系統。坑道總長度為 2,142 公尺。現存坑道兩側保有興建初期仿閩南建築外牆之亂石砌，RC 平頂則為後期所補強；部分坑道下方仍保有早期之紅土坑道構造；穿越伯玉路之下方坑道則以頂樑加強結構。雙乳山據點及其坑道與地形相嵌合之工程特色，充分展現了兩岸對峙時期國軍營造地下坑道之技術特色。 金門少有相似規模與完整特色之坑道工事，其坑道系統、構造方式、泥塑標語與整體營區環境等，具稀少性，不易再現。
法令依據	《古蹟指定及廢止審查辦法》第 2 條第 1 項第 1、2、3 款
所屬主管機關	金門縣政府
所在地理區域	金門縣金寧鄉、金湖鎮
地址或位置	分布於金門島中部雙乳山之原乳南與乳北營區
主管機關資訊	名稱：金門縣文化局 聯絡單位：文化資產科 聯絡電話：082-325643#813 聯絡地址：金門縣金城鎮環島北路一段 66 號
土地使用分區	含「機關用地」、「道路用地」及「國家公園區－遊憩區」
所在地地號	金寧鄉后盤山段：14、16、16-1、352、352-3、352-6、353 地號； 金寧鄉中山林段：153-5、153-6 地號；金湖鎮石牌段：379-2、380、404、447、448、451、452、453 地號。

第二節 基地環境與現況分析

一、環境現況與土地使用

就全金門島綜觀而言，雙乳山位處金門島中部蜂腰地帶，是金門島中西部地勢最高之處，亦作為該島中西部水系之分水嶺。雙乳山望名生義，其山勢為雙峰形，為南北走向。北方山頭稱為北乳山，南方則為南乳山。北乳山最高處為山頭上的三層觀測所，海拔高度為 78.9 公尺；南乳山最高處為山頭所設立的 M1 式 40 公釐高射砲陣地，海拔高度 67.6 公尺。南北兩座山頭當前處通視狀態，並無植被遮掩。



【圖 3】雙乳山坑道標的位置航照圖

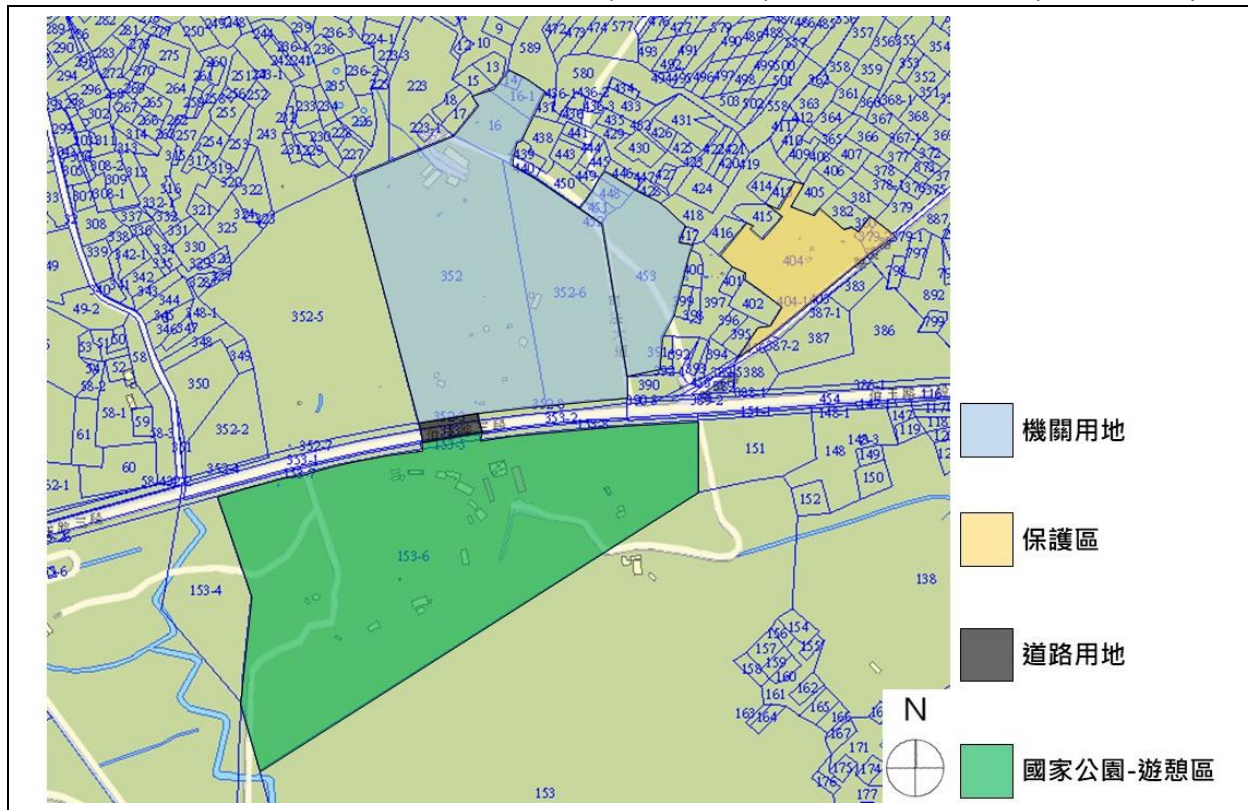
所在地號為金寧鄉后盤山段 14、16、16-1、352、352-3、352-6、353 地號；金寧鄉中山林段 153-5、153-6 地號；金湖鎮石牌段 379-2、380、404、447、448、451、452、453 地號；因本案佔地龐大，非單一土地分區，因此土地使用分區管制，依各分區相關土地使用管制要點羅列如下：

機關用地：容許建蔽率 60%，容積率 240%。

道路用地：容許建蔽率 0%，容積率 0%。

國家公園區：容許建蔽率 0%，容積率 0%。

保護區：容許建蔽率 10%，不得超過二層樓或簷高七公尺，但第十二點第一項第(十五)(十六)(十七)款，經本縣「金門特定區計畫土地使用許可審議委員會」審查通過者，不在此限。



【圖 4】土地使用分區圖

二、文化資產現況

本案坑道於 1956 年 10 月 20 日開始規劃，並在 1957 年 10 月 30 日完工，由駐紮部隊作為軍事防禦措施使用。文化資產範圍涵蓋整個坑道。雙乳山坑道主要空間皆位於地底，空間包含坑道、中山室、觀測所等相關空間。坑道構造兩側覆土為紅土，覆土外側以花崗石塊砌築而成，砌縫為水泥砂漿。坑道天花板為鋼筋混凝土，地板為混凝土。金門河砂取得不易，須由台灣運補，因此推論坑道主要採用方便取得之海砂作為鋼筋混凝土之細骨材。而海砂含有大量之氯離子，加速鋼筋生鏽、體積膨脹，導致周圍保護層產生裂縫及剝落情形，為本案鋼筋混凝土構造最為常見之損壞模式。部分空間採用空心磚或土塊砌築，如三層觀測所及其附屬空間、南乳山坑道入口營舍等。本案所使用之空心磚長為 24.5cm，寬為 18cm，高為 7.5cm，為水泥及海砂灌鑄而成。土塊長為 28cm，寬為 22cm，高為 9cm。

坑道目前之主要問題有：鋼筋生鏽並引發天花板粉刷層剝落；壁體、地坪等開裂問題；介面縫等。使用現況為閒置。



【圖 5】光華堡觀測所現況



【圖 6】坑道內部現況

三、雙乳山環境變遷

雙乳山林區為金門三大原始林區之一，根據清朝記載，可推得其原為植栽茂密之林區；但自元朝始，因應政府政策、海寇襲擾等原因，林木便大量耗損，原始森林幾被砍伐殆盡，始金門風沙日益嚴重。至民國二十五年以後，民間發起植樹運動。民國四十二年農復會技正康瀚先生由臺引進木麻黃、大葉桉等種籽來金試行育苗開始，民國四十五年開始大規模展開造林活動。以木麻黃、印度田菁、松類、相思樹等為主。

民國七十年後，因多數植栽已然老化、病枯，故推動林相更新，以永續發展、景觀改善、提升經濟效益為目標，引進樟樹、光臘樹等。至此，木麻黃、相思樹、光臘樹成為雙乳山主要林木構成。另外，中山紀念林也屬雙乳山林區，曾經過人工全面改造，近年則針對原有生態環境進行重新規劃，金門原生物種持續增加中。

現今動物生態情況則分為哺乳類及鳥類，哺乳類而言有赤腹松鼠、嚙齒目及食蟲目、翼手目等；鳥類則有白頭翁、八哥、環頸雉、魚鷹、東方鵯、大陸畫眉等，其中後五種為保育類鳥種。

四、計畫目標

本計畫依據修復及再利用計畫之建築的構造與結構安全、建築裝飾、空間格局特色等調查結果，提出合宜的修復計畫與修復方式，盼望達到下列修復再利用之目的與意義：

- (一) 整合周邊各類文化資源：透過雙乳山的活化再利用，串連周邊之古蹟歷史建築、聚落，帶動地方文化觀光產業發展。
- (二) 重現建物歷史價值：使歷史建築新生，重新與當代生活連結，傳承其歷史價值。
- (三) 促進修復技術之傳承與推廣：藉由修復過程與工程實務運用，提供專業者工法演練及傳授的機會；對一般人士進行文化資產修復之公眾教育推廣。
- (四) 尋求永續發展：重新調整原有建物的機能角色，健全軟硬體功能，使歷史建築得以

符合現代需求，並進一步因應不斷變遷的社會進行調整，使歷史價值能永續保存和發展。

第三節 計畫服務項目

本計畫工作內容主要為修復及再利用規劃設計、因應計畫、監造、工作報告書及影片記錄等部分，本團隊依據「招標需求說明書」之內容，辦理以下之工作項目。

（一）修復規劃設計

依《古蹟修復及再利用辦法》第 4 條辦理：

1. 必要調查之資料整理分析
2. 規劃及設計方案之研擬。
3. 現況之測繪及必要差異分析。
4. 按比例之平面、立面、剖面、大樣等必要現況測繪及修復或再利用圖說之繪製。
5. 必要之結構安全檢測及補強設計。
6. 施工說明書之製作。
7. 工程預算之編列。
8. 依區域計畫法、都市計畫法、國家公園法、建築法、消防法及其他相關法規適用之檢討。
9. 依修復所涉建築、土地、消防與其他相關法令之檢討及建議、依古蹟歷史建築紀念建築及聚落建築群建築管理土地使用消防安全處理辦法第四條所定因應計畫研擬之建議及再利用所涉建築、土地、消防與其他相關法令之檢討及建議研提之因應計畫。

其他事項：

1. 施工規範（材料規範與技術規範）之製作。
2. 協同有關單位協調電力、自來水、天然氣、污水處理及電力等公用事業機構配合本工程規劃、設計、敷設等各項公用設施，以及向各該事業主管機構申請審查手續，並核准通過。
3. 如無法立刻工程發包，未來發包時須無條件協助修正預算及書圖，且對於提送規劃設計書圖應力求詳盡，為日後施工期間如有設計知瑕疵、疏失或錯誤，廠商仍應負責資料補充及修正之責任，費用由廠商自行負擔。
4. 負責請領本案工程範圍內法規規定之必須申請之各項執照。
5. 若基地範圍與座落建物位置疑義者，協助申請鑑界其所需費用採實支實付。
6. 其他本案規劃設計必要辦理及其相關事項協助。

（二）因應計畫

依《古蹟歷史建築紀念建築及聚落建築群管理土地使用消防安全處理辦法》第 4 條辦理：

1. 古蹟、歷史建築、紀念建築及聚落建築群修復或再利用，於適用建築、消防相關法令有困難時，所有人、使用人或管理人除修復或再利用計畫外，應基於該文化資產保存目標與基地環境致災風險分析，提出因應計畫，送主管機關核准。

2. 前項因應計畫內容如下：

- (1) 文化資產之特性、再利用適宜性分析。
- (2) 土地使用之因應措施。
- (3) 建築管理、消防安全之因應措施。
- (4) 結構與構造安全及承載量之分析。
- (5) 其他使用管理之限制條件。

上開工作事項費用已含於契約價金內，甲方不另支付。

應將建築物結構、電機、消防、空調、電信、給排水及汙水處理設施等專業技術，交依法登記開業之合格專業技師辦理，並簽證負技師法及相關法令責任，且各專業工程技師均為本契約之廠商責任義務共同負責人，並受本契約條款之約束，但廠商仍應負全部責任；又各專業工程技師應本於專業職責，於案件執行中需配合出席審查、勘驗鑑定、查驗驗收等作業時，請親自出席執行專業職能，所需費用已包含於本服務費，不另給付。

(三) 監造

依據《古蹟修復及再利用辦法》第 6 條辦理：

1. 施工廠商辦理之原有構件及文物種類、數量統計之監督。
2. 清理、清點、核對各項現況之督導，並查對設計書圖與現況不符事項及其後續之建議。
3. 傳統匠師或專業技術人員、重要分包廠商及設備廠商相關資格文件之查對。
4. 對施工廠商執行修復構件量測成果之校驗。
5. 施工廠商辦理原用材料保存、修復或更新與品質管理工作之督導及查驗。
6. 施工廠商執行原有文物保護措施之監督。
7. 施工廠商依修復原則及設計書圖，執行各項保存、修復及仿作等工作之監督。
8. 施工廠商現況施工中重大文物或疑似考古遺址發現提報之查對及建議處理。
9. 施工廠商依古蹟歷史建築紀念建築及聚落建築群建築管理土地使用消防安全處理辦法第六條第二項規定，將竣工書圖及因應計畫送土地使用、建築及消防主管機關建檔，辦理竣工書圖與因應計畫建檔之協助及督導。

(四) 工作報告書

依《古蹟修復及再利用辦法》第 7 條辦理：

1. 施工前損壞狀況及施工後修復狀況紀錄。
2. 參與施工人員與匠師施工過程、技術、流派紀錄及其資格文件。
3. 新發現事物及處理過程紀錄。
4. 採用科技工法之實驗、施工過程及檢測報告紀錄。
5. 施工前後、施工過程、特殊構材、開工動土、上樑、會議或儀式性之特殊活動、及按工程契約書要求檢視與其他事項之照片、影像、光碟與紀錄。
6. 施工前、施工後及特殊工法之圖樣或模型。
7. 修復工程歷次會議紀錄、重要公文書、工程日誌、工程決算、驗收紀錄及其他相關

縣定古蹟金門雙乳山坑道修復及再利用之規劃設計（含因應計畫）暨監造暨工作報告書（含影片紀錄）

文件之收列。

8. 修復成果綜合分析。

9. 其他必要之文件。

空拍影像紀錄（如：每 2 週定時定點拍攝，用以記錄地景地貌改變）。

至少需有 5 分鐘精簡短片及 20 分鐘介紹影片。

（五）本案需將周遭景觀一併納入設計，並設計「古蹟解說導覽系統」。

（六）本案於規劃設計階段需與甲方密切討論相關需求。

（七）本案為縣府重要政策，需視情況（甲方發文或電話通知）配合簡報製作、說明及出席相關會議。

（八）本案包含變更設計之修改圖說、工程預算、其他等相關費用。

（九）應配合文化部文化資產局之政策，將本案成果上傳至「文化資產計畫資料管理資訊平臺」。

本計畫依據修復及再利用計畫之建築的構造與結構安全、裝飾標語、空間格局等調查結果，提出合宜的修復計畫與修復方式；並在尊重古蹟之基礎上進行再利用規劃設計，盼望達到下列修復再利用之目的與意義：

1. **整合周邊各類觀光資源：**透過雙乳山坑道的活化再利用，串連周邊之潛在觀光能量，帶動地方觀光產業發展。
2. **重現建物歷史價值：**使歷史建築新生，重新與當代生活連結，傳承其歷史價值。
3. **促進傳統技藝之傳承：**藉由實施的工法運用，提供傳統工法演練及傳授的機會。
4. **尋求永續發展：**重新調整原有設施的機能角色，健全軟硬體功能，使古蹟得以符合現代需求，並進一步因應不斷變遷的社會進行調整，使歷史價值能永續保存和發展。

第二章 相關法令分析

第一節 文化資產保存法、子法及其相關法令

雙乳山坑道所定著範圍，其古蹟指定定著地籍位於金門縣金寧鄉后盤山段 14、16、16-1、352、352-3、352-6、353；金寧鄉中山林段 153-5、153-6；金湖鎮石牌段 379-2、380、404、447、448、451、452、453 地號，土地面積為 186,868.97 平方公尺，古蹟本體為雙乳山坑道。目前其定著範圍依據「變更金門特定區計畫【道路用地專案通盤檢討（第二階段）】案」劃設為「機關用地」、「國家公園（遊憩區）」、「保護區」。

其中，機關用地「依法僅限於政府機關做指定用途之使用」；遊憩區指「適合各種野外育樂活動，並准許興建適當育樂設施及有限度資源利用行為之地區」；保護區則為「國土保安、水土保持、維護天然資源與保護環境及生態功能而劃定」。

依此來看，本案應通盤統整相關法令，來作為後續規劃設計之依據。目前僅就招標需求說明書所提點之原則為主進行討論。

一、《文化資產保存法》

第 26 條 「為利古蹟、歷史建築、紀念建築及聚落建築群之修復及再利用，有關其建築管理、土地使用及消防安全等事項，不受區域計畫法、都市計畫法、國家公園法、建築法、消防法及其相關法規全部或一部之限制；其審核程序、查驗標準、限制項目、應備條件及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關會同內政部定之。」

故古蹟、聚落建築群之修復再利用，有關建築管理、土地使用、消防安全不受相關法令一步或全部之限制，並得以排除檢討，而另以因應計畫取代之。

二、《古蹟歷史建築及聚落修復或再利用建築管理土地使用消防安全處理辦法》

第 4 條 「古蹟、歷史建築、紀念建築及聚落建築群修復或再利用，於適用建築、消防相關法令有困難時，所有人、使用人或管理人除修復或再利用計畫外，應基於該文化資產保存目標與基地環境致災風險分析，提出因應計畫，送主管機關核准。前項因應計畫內容如下：

一、文化資產之特性、再利用適宜性分析。二、土地使用之因應措施。三、建築管理、消防安全之因應措施。四、結構與構造安全及承載量之分析。五、其他使用管理之限制條件。」

三、《古蹟修復及再利用辦法》

四、《建築技術規則 建築設計施工篇 建築構造篇》

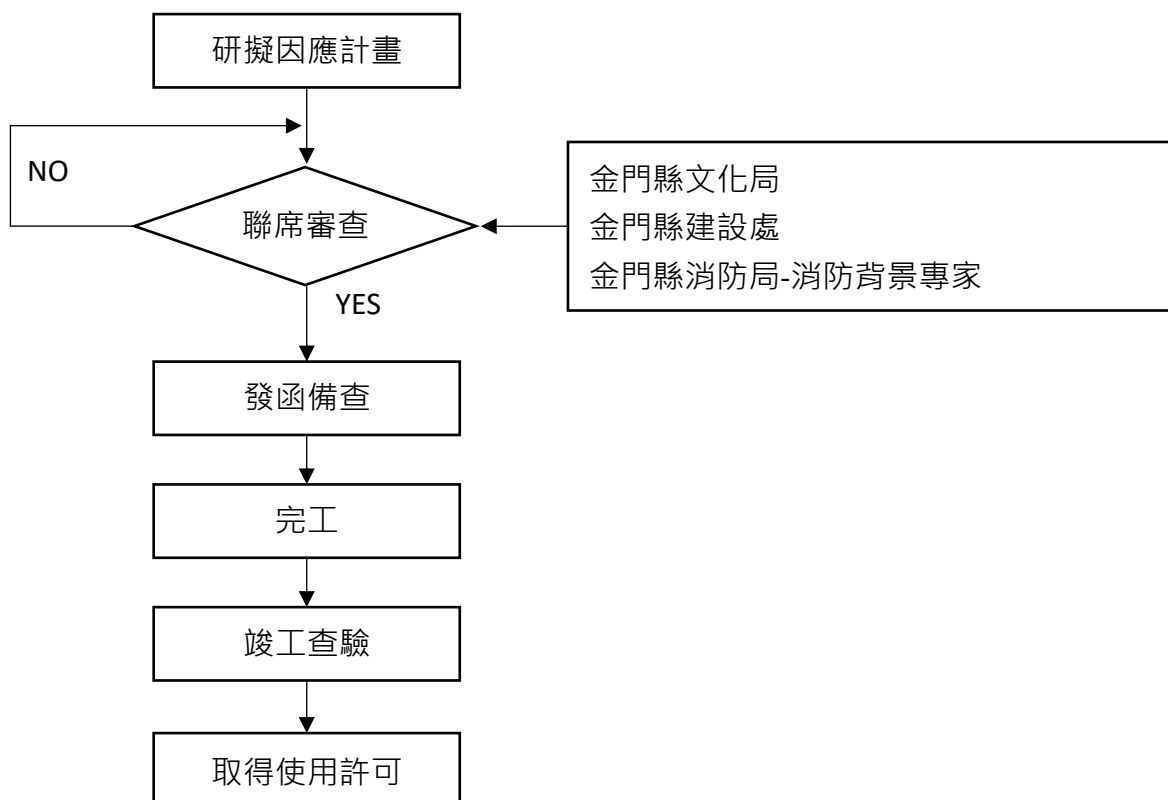
五、《各類場所消防安全設備設置標準》

六、《變更金門特定區計畫【道路用地專案通盤檢討（第二階段）】案》

七、《國家公園法》

第二節 建築物使用許可取得流程

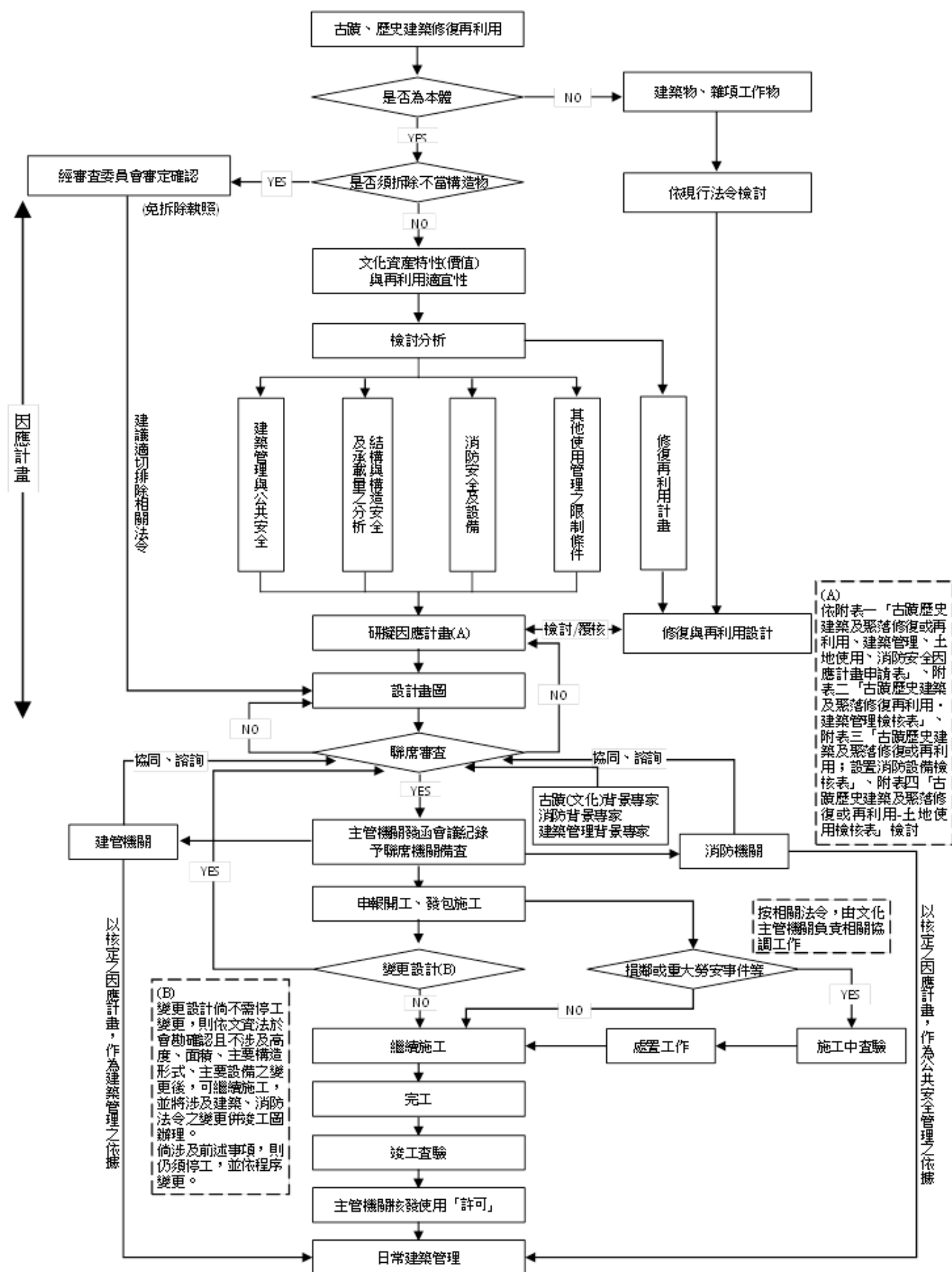
依因應計畫程序辦理核發使用許可流程：



【圖 7】因應計畫核發使用許可流程圖

第三節 因應計畫之研擬

雙乳山坑道竣工於 1957 年，修復再利用規劃以現今的建築、消防等相關法令檢討並不適宜，故本案依《文化資產保存法》與《古蹟歷史建築紀念建築及聚落建築群建築管理土地使用消防安全處理辦法》，基於保存目標及防災風險提出因應計畫，並針對無法適用現有法令之處提出因應措施提出因應計畫。



【圖 8】因應計畫作業流程圖

第四節 因應計畫章節架構

一、章節架構暨檢討項目概述

申請書、綜整表

第一章 緒論

第一節 - 修復緣起

第二節 - 法源依據

第二章 文化資產之特性與再利用適宜性分析

第一節 - 基本資料

第二節 - 文化資產保存目標

第三節 - 基地環境致災風險分析

第四節 - 文化資產之特性

第五節 - 再利用適宜性分析

第三章 土地使用之因應措施

第一節 - 土地使用檢討

第二節 - 土地使用檢討及因應方式說明

第四章 建築管理與消防安全之因應措施

第一節 - 建築管理及消防安全之相關法規

第二節 - 建築管理之因應措施

第三節 - 消防安全之說明與檢討

第五章 結構與構造安全及承載量之分析

第一節 - 評估方法與流程說明

第二節 - 評估基本資料

第三節 - 評估說明

第五節 - 結論

第六章 其他使用管理之限制條件

附錄一 日常管理維護查核表

附錄二 土地登記謄本及地籍圖謄本

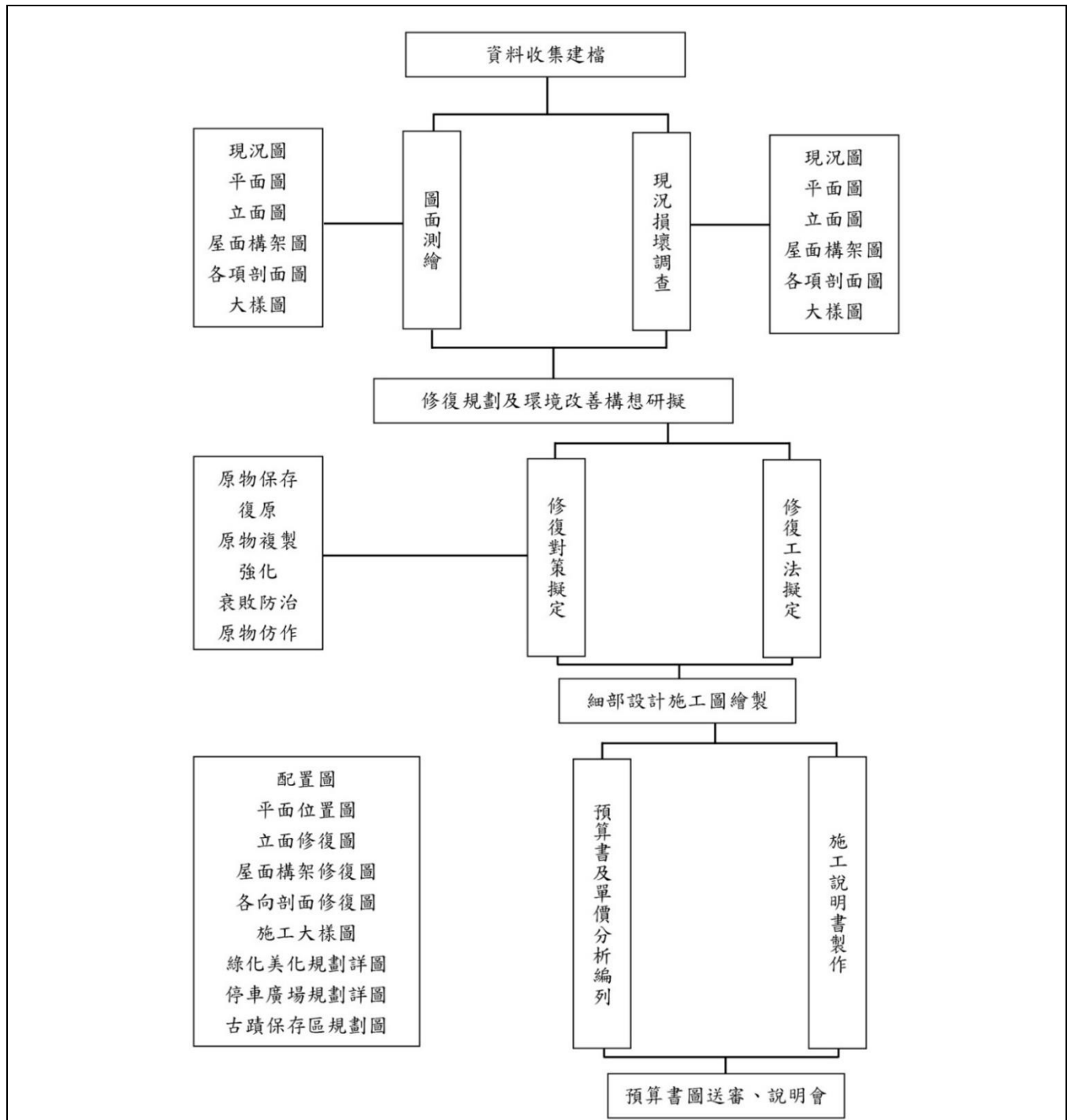
附錄三 結構安全評估

附錄四 因應計畫圖說

第三章 修復及再利用規劃設計

第一節 工作計畫流程

本案延續「縣定古蹟金門雙乳山坑道修復及再利用計畫」(簡稱：修復及再利用計畫)針對建築的構造現況與結構安全、空間格局特色等進行修復及再利用規劃設計。為使本案如期完成，訂定修復及再利用規畫設計工作計畫流程，如下圖：



【圖 9】修復設計工作流程圖

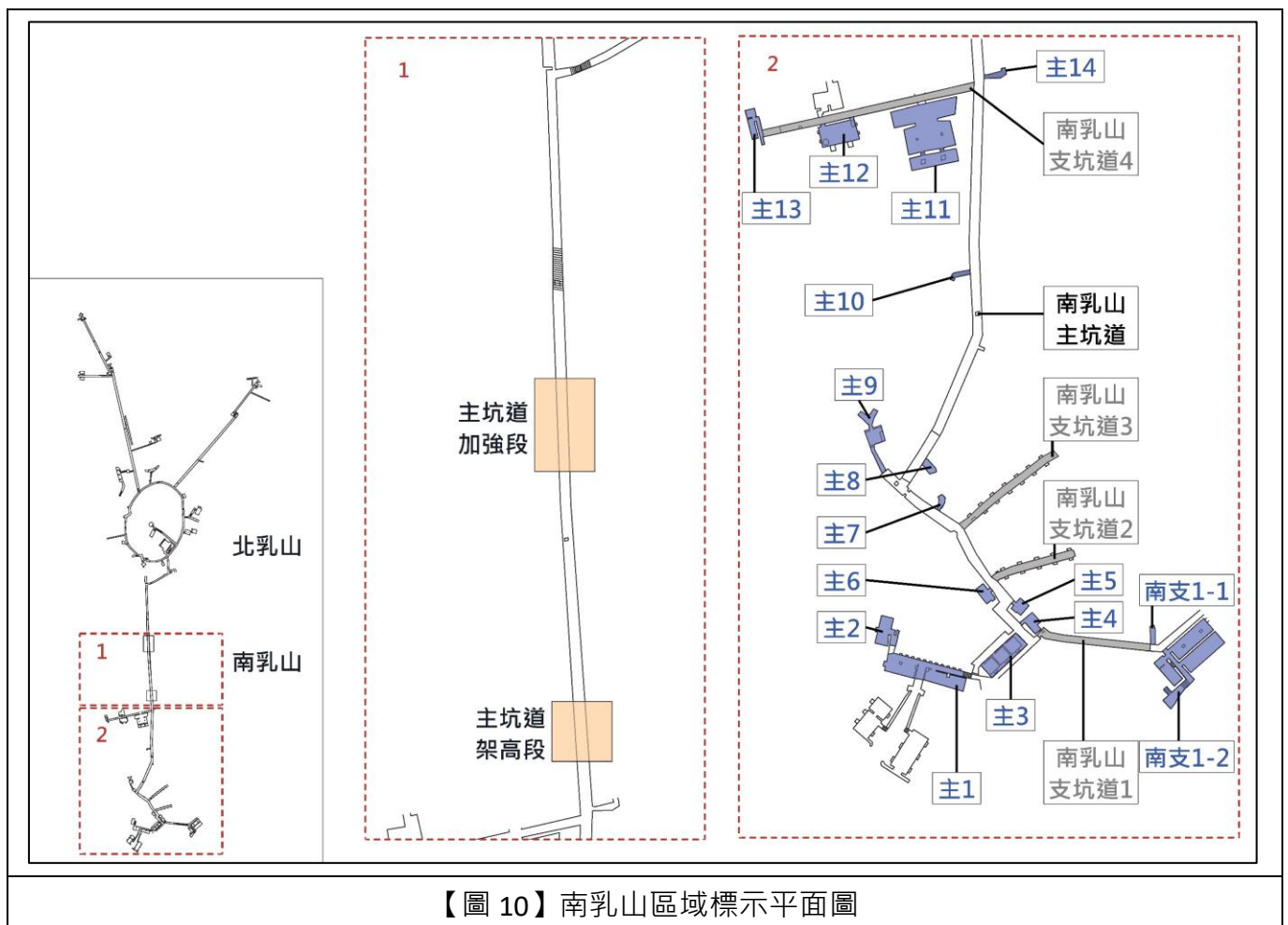
第二節 設施損壞調查及修復綜理

依據《縣定古蹟金門雙乳山坑道修復及再利用計畫》內文指出，坑道現為閒置狀態，坑道頗具規模且有完整特色。

因駐紮雙乳山部隊於 2000 年左右解編後，坑道便不再使用，其中空間便漸漸損壞。主要損壞情況為：鋼筋生鏽及粉刷層剝落；坑道壁體、地坪或空間連接轉角處開裂；不同構造之交界處有介面縫；並有少部分空間坍塌的問題。本案修復再利用設計簽約後，將委請結構學專家進行坑道結構之檢測、評估調查。另外，坑道有 16 幅泥塑標語（其中 2 幅內容相同），加上碑文共 18 幅，有部分已然破損或汙損；亦將於後標示各標語位置。

一、坑道空間及軍事標語位置標示

(一)南乳山區域





【圖 11】主空間 1 現況圖



【圖 12】主空間 11 現況圖

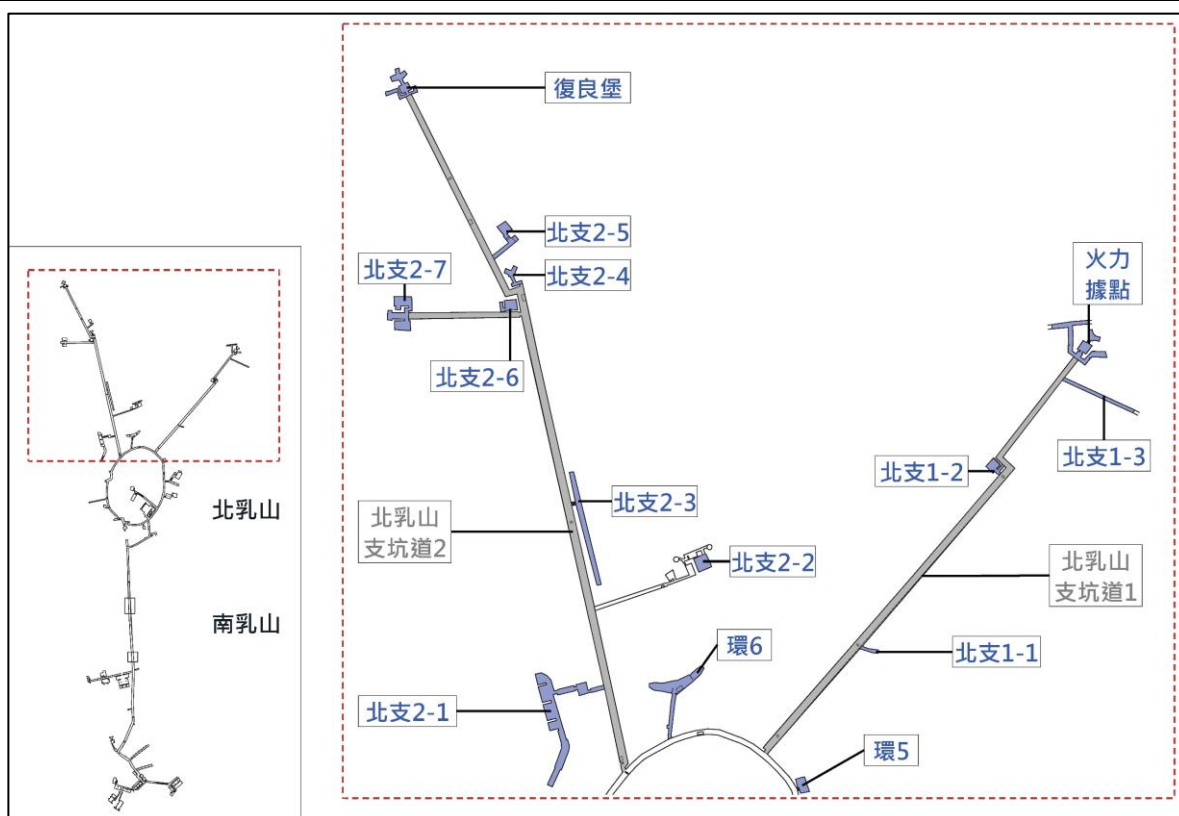


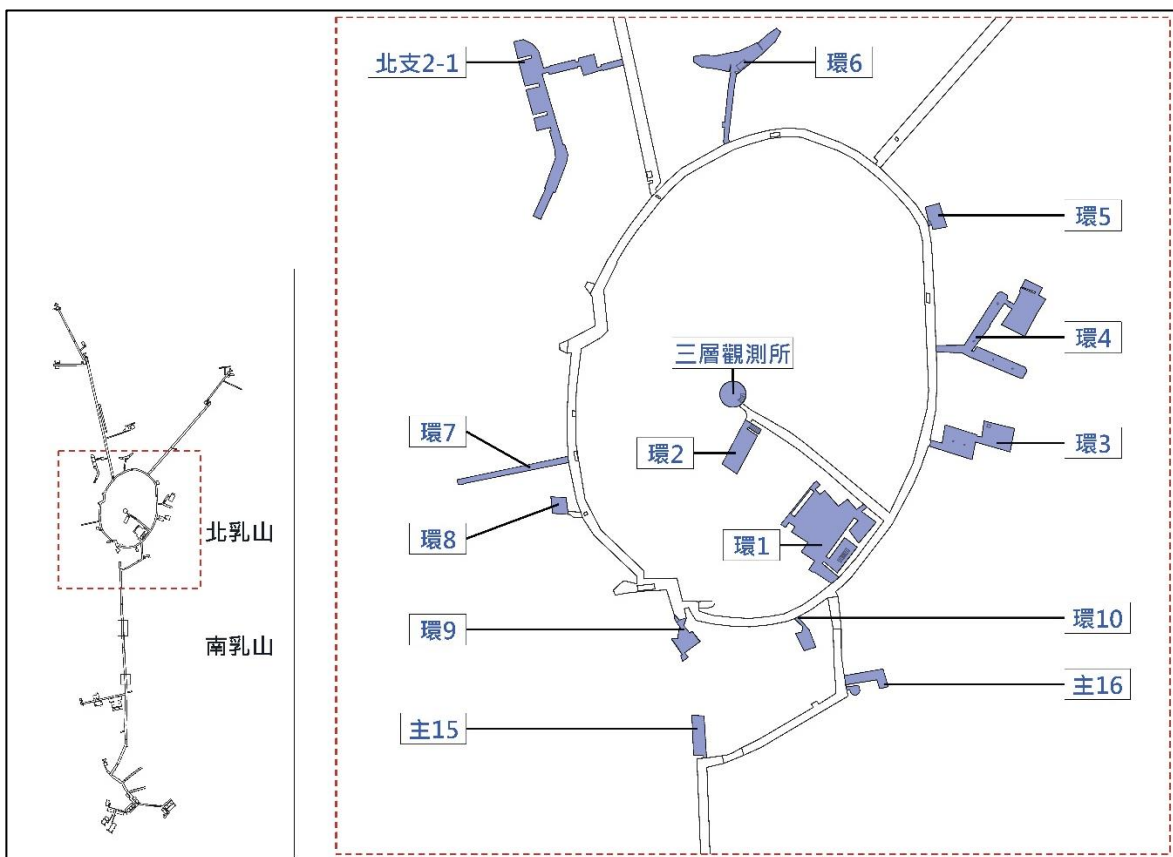
【圖 13】主空間 3 外坑道現況



【圖 14】南支道空間 1-2 營舍現況圖

(二)北乳山區域





【圖 15】北乳山區域位置標示平面圖



【圖 16】三層觀測所現況



【圖 17】環形坑道空間 1 現況

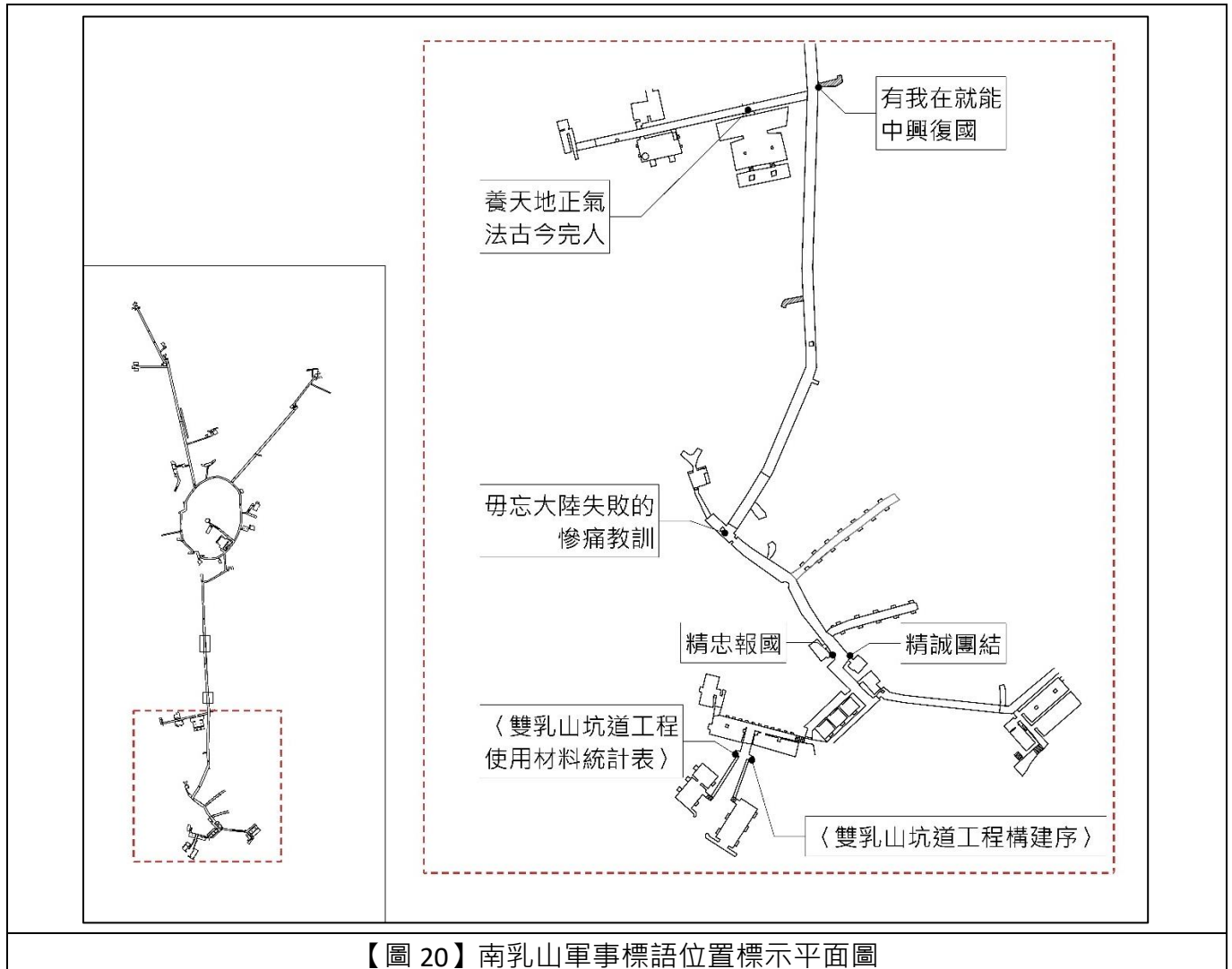


【圖 18】環形坑道地坪現況

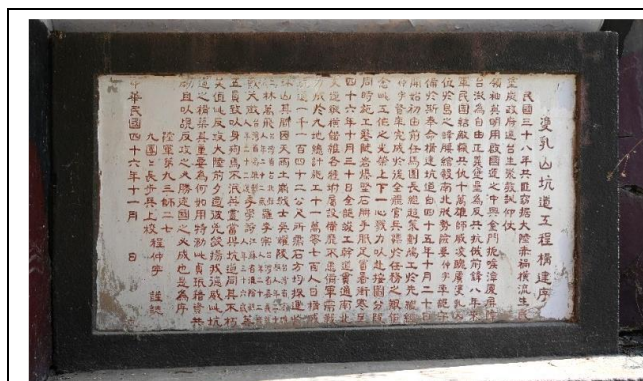


【圖 19】北支道空間 1-1 現況

(三)南乳山軍事標語



【圖 20】南乳山軍事標語位置標示平面圖



【圖 21】〈雙乳山坑道工程構建序〉碑現況¹

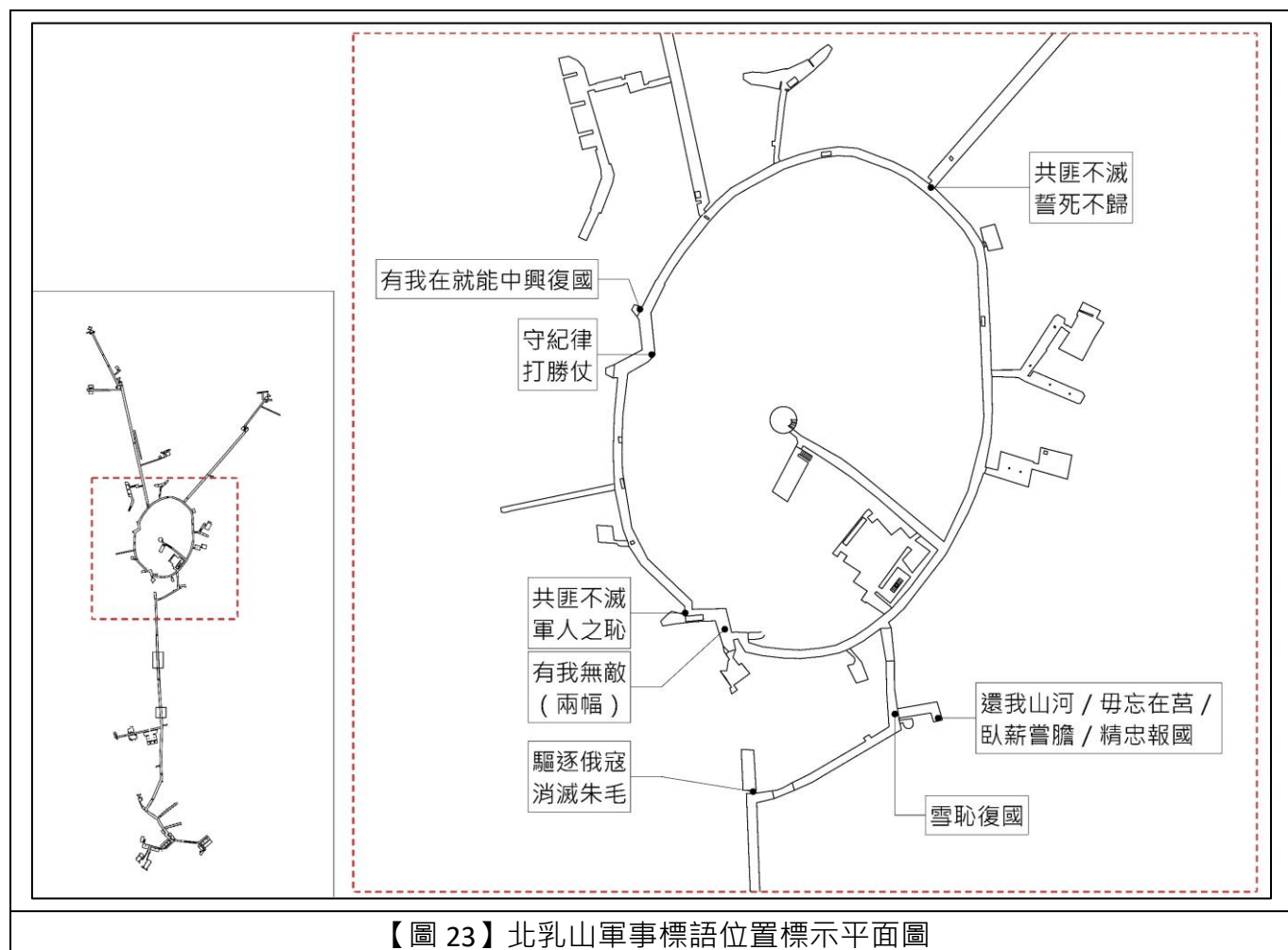


【圖 22】「精忠報國」標語現況²

¹ 國立金門大學戰地史蹟與閩南建築研究中心《縣定古蹟金門雙乳山坑道修復及再利用計畫》照片 5-4-1，頁 215。

² 國立金門大學戰地史蹟與閩南建築研究中心《縣定古蹟金門雙乳山坑道修復及再利用計畫》照片 5-4-4，頁 216。

(四)北乳山軍事標語



【圖 24】「臥薪嘗膽」標語及圖畫現況³



【圖 25】「毋忘在莒」標語現況

³ 國立金門大學戰地史蹟與閩南建築研究中心《縣定古蹟金門雙乳山坑道修復及再利用計畫》，照片 4-1-78，頁 93。

二、修復綜理表

【表 3】修復綜理表

空間部位	材料	損壞情形	修復方法
天花、柱、梁、牆體	RC	RC 混凝土開裂、鋼筋裸露鏽蝕	1.嚴重鏽蝕處的樓板與梁需支撐加固。 2.敲除鬆動混凝土至堅實面，將完整鋼筋鑿出至少 30cm (無法搭接處以植筋處理)。 3.鋼筋鋼刷除鏽，塗刷鏽轉化劑；鏽蝕嚴重處去除。 4.可焊鋼筋綁紮與固定，必要時以鋼釘假固定，並與鋼筋點焊或鋼絲固定。 5.樓板底側樹脂砂漿鋪設底板後澆置樹脂砂漿。 7.以 1:2 水泥砂漿粉刷整平。 8.該區域低壓灌注樹脂，每 25cm 一劑，針劑施作範圍須比修補範圍再往外擴大 60cm。完成後卸除針筒後以水泥砂漿填補。不上漆。 9.飾面造型原樣仿作，不上漆。
天花、柱、梁、牆體	RC	滲水處、青苔及水漬	1.地坪、牆面、天花板白華、青苔附著、既有油漆剝離，以刮刀刮除，表面可殘存舊漆料，維持其斑駁感 (清除之目的為去除鬆動處，以確保不傷及既有粉刷層)。 2.該區域低壓灌注樹脂，每 25cm 一劑。完成後卸除針筒後以水泥砂漿填補。
天花、柱、梁、牆體	RC	表層油漆剝離	刮刀除油漆面鬆動浮起處，表面可殘存舊漆料，維持其斑駁感。
天花、柱、梁、牆體	RC	裂縫 a 級 ≤3mm	a 級裂縫以止水粉修補。
天花、柱、梁、牆體	RC	裂縫 b 級 3~9mm c 級 ≥9mm	b、c 級之裂縫，先將結構體與裝修層之膨鼓處鑿除。 鑿除處以樹脂沙漿填塞。 裂縫表面以止水粉填補，外溢處需清潔整平。 裝修層不須仿作，呈現結構體即可。
牆體	漿砌塊石 1:3 水泥砂漿溝縫	髒污、油漆剝離	白華、青苔附著、既有油漆剝離，以刮刀刮除，表面可殘存舊漆料，維持其斑駁感 (清除之目的為去除鬆動處，以確保不傷及既有粉刷層)。

空間部位	材料	損壞情形	修復方法
牆體	漿砌塊石 1:3 水泥砂漿溝縫	表面裂縫	止水粉修補裂縫。
牆體	漿砌塊石 1:3 水泥砂漿溝縫	造型邊崩裂、鬆動	鬆動處鑿除。 1:3 水泥砂漿塑形仿作。不上漆。
牆體	空心磚	髒污、油漆剝離	白華、青苔附著、既有油漆剝離，以刮刀刮除，表面可殘存舊漆料，維持其斑駁感（清除之目的為去除鬆動處，以確保不傷及既有粉刷層）。
牆體	空心磚	表面裂縫	止水粉修補裂縫。
牆體	空心磚	空心磚破損或斷裂	卸除抽換。
牆體	空心磚+1:3 水泥砂漿 粉刷	空心磚破損或斷裂	卸除抽換。 1:3 水泥砂漿打底粉光。不上漆。
住宿區室內牆體			住宿區室內的軍事標語以其修復方式處理後保存，不重新上漆，須另行保護。 住宿區內牆重新粉刷。
牆體	土塊牆	表層剝落	現況保留。
牆體、地面	磁磚	表面髒污	視再利用機能清除或局部保留。
地面	混凝土	水漬、青苔、髒汙	清潔。
地面	混凝土	裂縫	止水粉修補，外溢處需清潔整平。
地面	水泥鋪底 格紋（壓花）紋樣、斜坡止滑墩、側排水溝	剝落/膨拱	鬆動處敲除。 1:3 水泥砂漿勾縫仿作。
住宿區室內地坪			硬化地坪。
坑道與建築體		白蟻蟻道	蟻道清理方式： 1.清除白蟻蟻道。 2.表面噴塗蟲蟻藥劑。

空間部位	材料	損壞情形	修復方法
坑道與建築體		枯枝或植物輕微的細枝竄根	1.乾枯根系拔除。 2.活體植物根系注射藥劑後，待根系枯死後去除。 3.低壓灌注樹脂，填補串根入室的孔洞，每 25cm 一劑。完成後卸除針筒後以水泥砂漿修補。
坑道與建築體		植物嚴重竄根	1.乾枯根系拔除。 2.地面上喬木去除，坑道內根系去除乾淨。 3.低壓灌注樹脂，填補串根入室的孔洞，每 25cm 一劑。完成後卸除針筒後以水泥砂漿修補。
軍事防爆門及遺構	金屬+油漆	表面髒污、銹蝕、油漆剝落	除鏽： 1.使用風槍、軟刷清除浮鏽，將鬆動鏽斑移除至堅實面。 2.鏽蝕處以鏽轉化劑去漆。 3.不須恢復至金屬原色，呈現出處理後的斑駁感。關節不須恢復活動。
門、窗			1.封閉的窗口重新打開。 2.依新設計製作，不須仿作。
射口			清潔、修復仿作，恢復射口功能。
牆上畫作、鋁罐燈			畫作清潔後保留。 鋁罐燈清潔後保留。
標語/印記/噴字/書寫等	油漆	表層油漆剝落	1.以風槍清除灰塵並以軟毛刷清除汙濁，避免用刮刀刮除。 2.完成面須維持歷史風貌，不須重新上色。
立體精神標語	泥塑+油漆	表層油漆剝落及字體斷裂脫落	表面清汙： 1.以風槍清除灰塵並以軟毛刷清除汙濁。 2.裂縫以止水粉填補修復。 3.字體脫落及鬆動處去除，重新仿作。 4.依鄰近完好處之顏色填補上色。
	泥塑+洗石子	表面髒污	表面清汙： 1.以風槍清除灰塵並以軟毛刷清除汙濁。 2.完成面須維持歷史風貌。

第三節 坑道結構系統分析

雙乳山坑道構造本體包含坑道與外部營舍、觀測塔，坑道構造主要乃在既有土層中挖空而構築坑道壁體，在外部營舍、碉堡、觀測塔空間使用鋼筋混凝土結構。雙乳山坑道為地下結構物，

其結構系統屬於隧道結構，依據現場之構造形式，隧道類型甚多，包括：1.無襯砌之自然開鑿坑道；2.具有兩側直牆，頂部為鋼筋混凝土拱形襯砌坑道；以及 3.鋼筋混凝土牆體與平頂構成坑道。對於隧道結構而言，主要之受力在於上方與側向之土壓力與水壓力，以及是否經過地質破裂帶而易受地震影響，此部分因金門非屬地震頻繁區域，而較無影響。另一方面，在隧道結構出口，則需考量地形與地質狀況、邊坡穩定性。

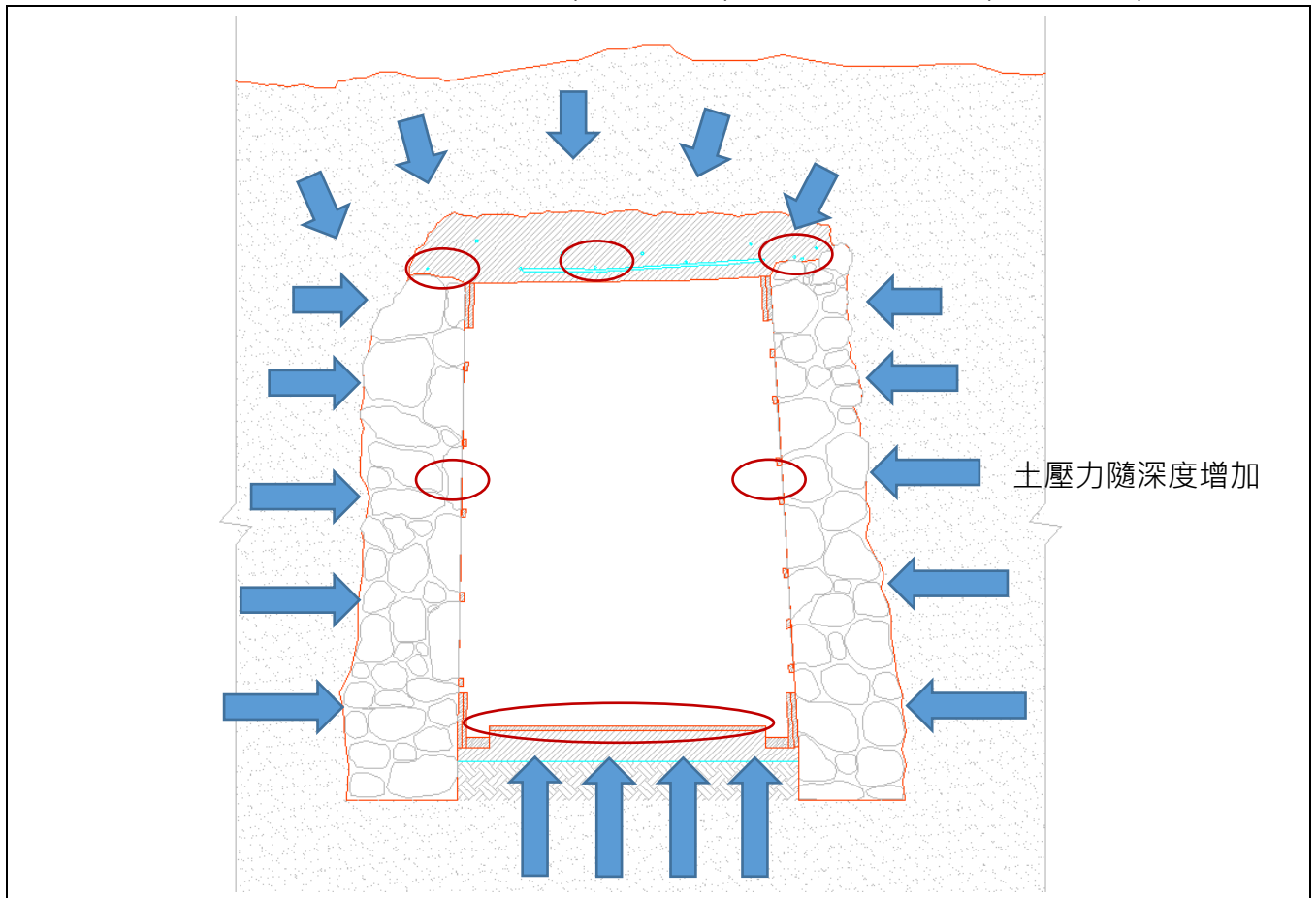
(一)坑道結構之力學行為

乳山坑道所在區域主要之地質為紅土區，坑道乃在土層底質中挖築構成。在挖築過程，由於土壤層之坑道區域遭到移除，因此形成一長條狀空洞區域，此時地層會有向坑道內部崩塌之趨勢，若地下水位高於坑道地面或者上方有地表向下滲流之地下水，則會造成向坑道內部滲水之情形。就力學上而言，土壓力或水壓力主要乃與坑道面垂直作用，土壓力之大小以上方土層深度有直接關係。在地震力方面，由於本地區並非位於地震帶上，大部分坑道尺度較小且距離地表較深，因此地震力之影響相對性較小。

現況坑道之形貌主要為側壁為垂直，頂部採用穹窿形式或平頂式兩種，對於這樣的坑道結構，結構行為可以就各部位之受力行為以及整體坑道之配置進行說明。

1.坑道頂部

如圖 26 示，頂部主要負責承擔上方垂直載重之下壓力作用，由於下壓力傳遞至兩端側壁時，會產生撓曲應力，因此坑道頂部多會採用拱型穹窿形式，採用平頂會有較高之撓曲應力。本案在人工鑿構坑道（末端小段區域）或具有鋼筋混凝土襯砌之坑道主要皆採用拱形結構，其在受到上部垂直載重作用下，拱頂內部主要以壓應力之方式傳遞載重，當拱形結構與水平角度越陡時，坑道內部壓應力越大。雖然載重傳遞過程會產生撓曲應力，當坑道寬度較窄時，垂直載重傳遞造成之撓曲應力較小，穹窿內部壓應力抵銷撓曲造成之拉應力，斷面應可維持較低之拉應力或全斷面為壓應力，具有較高之安全性。當坑道橫向寬度較寬時、拱形結構曲率越緩、或者是採用平屋頂之坑道，坑道因垂直載重傳遞造成之撓曲拉應力過大，則有機會造成撓曲破壞，而撓曲破壞之地點主要會以坑道中央之縱向裂縫為主，此為坑道頂部常見之破壞模式。



【圖 26】坑道受土壓力作用之示意圖

2.坑道側壁

坑道側壁方面主要受到水平土壓力作用，由坑道深度之差異，越往下方側向推力越明顯。在水平土壓力作用下，壁體上方變形受到頂部束制，下方變形則是受到坑道地板面底層束制，由於坑道長度相較於高度差距甚大，因此坑道側壁行為上可視為上、下受到束制，受到面外力作用之壁體行為。對於此類束制條件與受力條件之壁體，主要受到面外撓曲作用，撓曲應力最大之地方應該是位於壁體一半高度、以及壁體頂部與底部，當壁體之高度越高面外撓曲應力也越明顯。在壁體一半高度處，撓曲拉應力位於坑道內面，因此會有水平向之撓曲裂縫破壞風險，此破壞一般會發生於坑道內側。在壁體之頂部與端部，撓曲拉應力位於側壁與背部土壤相接處，對於自然鑿構之坑道，因為壁體為岩層一部分，因此較無此類破壞風險。

3.坑道底部

坑道底部之受力為來自於地層向上之作用力，作用力形成之原因主要有坑道自重向下作用於下方土層時，土層施予之反作用力。另一方面，側牆處之外部地層向下擠壓時，因坑道處屬於挖空狀態，側壁外部土壤向下產生之下壓力導致底層土層橫向推擠，坑道底部土層受到推擠而向坑道內部隆起之上升力。

(二)坑道地質與構造對結構之影響

坑道主要之受力來源為土壓力與水壓力等外部應力，以及因內在使用條件、設計、構造等之內部影響因素。以下針對本基地之坑道地質條件與構造條件進行討論。

1.地質影響

地質對坑道之影響包含地質本身之強度、孔隙率、是否經過地震破裂帶等諸多條件。本基地所在地質主要以紅土地質為主，並未深達金門常見之花崗岩層。紅土層雖也具有一定之抗壓強度，但因為岩層具有明顯之孔隙以及較岩石層鬆軟，就坑道開築而言，若無襯砌幫助，坑道自身之安全性較為不足。依據現場之坑道狀況與尺度，坑道使用這麼多年並無明顯之承载力破壞，顯示原有坑道結構應具有一定之安全性。對於可能之地質影響主要有：

1. 坑道周邊地層因為長期加載或因環境因素弱化，造成側向或底部土層結構強度衰減或者不均勻沉陷，造成作用在襯砌承受額外位移，或額外增加之土壓力。當襯砌構造強度不足以抵抗時，則容易產生前述弱點之破壞，例如襯砌挫曲、剪力裂縫、側壁膨鼓擠出或底部裂縫。

雙乳山坑道由於坑道長度甚長，下方支撐土壤之並非為岩盤，因此在長期加載下，非常容易產生不均勻沉陷。不均勻沉陷產生的破壞模式主要呈現坑道短剖向之環狀破壞，此部分裂縫在現地均有觀察到地坪有短向裂縫，即甚有可能為長期加載不均勻沉陷造成之破壞。由於現場此類裂縫觀察並非新生裂縫，應不至於影響整體坑道結構。

2. 坑道周邊地層長年因侵蝕或地下水沖蝕形成空洞，因而造成地盤鬆動而造成坑道周邊哥區域土壓力出現明顯差距，此會造成坑道四周受力無法相互平衡，此土壓應力之差距則會由坑道主體承擔，容易超過襯砌壁體之強度而破壞。鬆動區域若作用於坑到頂部，則容易產生坑道頂部之縱深向裂縫，若鬆動區域集中於局部區域，則會造成局部集中應力，產生局部膨起或放射狀裂縫，甚至局部崩落。

依據坑道坐落區域地質，上方地面之雨水向下滲流之可能性甚大，造成基地受地下水侵蝕產生掏空之風險是存在的，此部分由本次調查部分區域有滲水痕跡即可發現。

3. 坑道周邊地質具有明顯解理面或坑道垂直向具有明顯斜率，當解理面或土層坡向與坑道

走向相近時，依據應力分布，坑道自重並非直接垂直於壁（亦即為坑道短軸向），會有沿著坑道與地盤介面的分量（坑道長軸向），下方地質承受坑道載重作用易產生沿著節理解理面或者坑道坡向破壞。當坑道走向與解理面或土層坡向相交時，會導致坑道在坡地滑移受到明顯之側向土壓力作用，而會造成某側產生剪力破壞或撓曲破壞。

第三種之坑道破壞行為在本次調查最為明顯，由於坑道坐落範圍有明顯之高程變化，部分區域之高程變化斜率偏陡，因此在基地部分支坑道均有發現嚴重之坑道因坡地向下滑移而造成之破壞，坑道亦有明顯隨坡地下滑而被拉扯之現況。另一方面，本坑道上方配置有多處之通氣或向上通道，這些通道面對土坡側向滑移之狀態下，現況有發現其呈現明顯傾斜、高度上多段裂隙與斷裂狀況，影響之後使用之結構安全。

2.構造影響

本次之坑道主要以具有石砌或鋼筋混凝土側壁，配合鋼筋混凝土頂板之坑道類型為主體，另外在部分端部尚有少部分自然鑿構而無襯砌區域。自然鑿構之坑道主要與前述周邊地質有關，而具有襯砌之坑道則襯砌之安全性則為結構安全重點。

本次襯砌在南坑道採用穹頂鋼筋混凝土襯砌有利於承載上方載重，環形坑道內部主要採用平頂之方式構築，對於坑道內部之坑道大部分寬度較小，用平頂方式之採鋼筋混凝土之襯砌因應各種應力亦應屬合理。對於坑道內之中山室空間，由於此區域往往具有較大之空間需求，鋼筋混凝土平頂對於較大之跨度往往會需要具有較高之抗撓曲強度，對於面臨前述周邊地質因為地下水滲流，或者土層長期潛變造成土壓增加，均會增加其強度負擔。理論上利用拱形結構可提高頂部之安全性，因此在坑道內之中山室屋頂採此作法，在配合鋼筋混凝土梁以及柱來達到結構承載需求。當年設計之考量現在已難以考證，若就使用行為來說，中山室為相對較寬廣空間，採用拱形結構除力學考量外，也具有提高屋頂高度、降低使用壓迫感之優點。另一方面由現場破壞之混凝土觀察，中山室屋頂之鋼筋鏽蝕嚴重，且原有之鋼筋混凝土配筋較寬，現況尚呈現良好之承載能力，顯示原有結構在現況垂直載重之作用下，是具有一定安全性。



【圖 27】平頂之襯砌(左)、中山室之穹頂形式之襯砌(右)

(三)現況結構破壞

雙乳山坑道建造至今，已使用數十年。坑道結構大致尚屬良好，但仍有少部分支坑道呈現嚴重破壞。以下列舉結構劣化的成因，並提出安全性討論與修復策略。修復策略以損壞部位修復、屏除致災風險為主，嚴重區域再施作補強。

1. 支坑道滑移破壞

在主環坑道向外延伸之坑道有 3 處明顯滑移（環 15、環 60-環 65 之間），支坑道與主坑道之介面處破壞嚴重。此狀況肇因於坑道非水平，由主坑道往支坑道多為高程向下，現況北段坑道以中央觀測所高程最高，高程逐漸向周邊下降，在各段支坑道高程變化明顯。當坑道高程呈現明顯斜率時，其配置於土層上時，因自身重力與土層呈現小於 90 度之夾角，自身重力即會在土層斜面產生一向下滑移之作用力，若支坑道尾端已經接近地表出口，則端部不會有土層施以反作用力，此滑移作用力必須依靠主坑道與支坑道之連結抵抗。

此向下滑移之作用力即會造成坑道本體受到明顯拉應力作用，雖然坑道與土層之摩擦力可以降低下滑力之作用，或在坑道建造時在坑道與土層介面施作具錨定作用之楔墩或樁，可大幅提高坑道抵抗滑移之問題。另一方面若坑道下方土層因地下水位高漲或者滲水掏空，則會大幅降低坑道與土層之摩擦力，導致坑道受力增加。現況坑道與土層之介面間有無加強錨定作法尚無法調查。

對應策略：

1. 現況修復裂縫、主坑道與支坑道介面處補強改善：詳下【表 4】。
2. 改善下方土壤之安全性與錨定強度：支坑道下方進行低壓灌漿改善地質，由支坑道地坪向下埋入錨定地栓。
3. 建立監測機構：在主坑道與支坑道介面埋設位移計，長期監控此區域之位移量。

2. 下方地盤承載力問題

地盤承載力問題主要反應在地坪，如基地土壤流失之問題主要反應在坑道地坪掏空下陷、北坑道觀測所地基土壤、環 60 區域支坑道末端塌陷等狀況。在這幾處中，坑道地坪掏空因位於鋼筋混凝土地坪下，僅能由現況觀察到因混凝土承載強度不足而破壞區域。對於北坑道之觀測所下方土壤，因觀測所主結構向下延伸至坑道，因此土壤流失時，下方上有足夠支撐力。在環 60 區域坑道有下滑破壞，端部區域也是有明顯崩塌，屬於相對性危險區域。整體修復策略如下：

1. 地坪修復：由於現況地坪裂縫並無近期顯著惡化情形，規劃地坪進行填縫修復，建議採用環氧樹脂類。
2. 建立監測機構：將既有地坪裂縫區域納入管理維護內容。
3. 環 60 區域支坑道有明顯承載力不足與滑移問題，以前述第一項第二點採用低壓灌漿改善地質。

3.鋼筋混凝土劣化

鋼筋混凝土劣化在坑道主體並無顯著，但在坑道之外空間如中山室、集合場等均相對嚴重。現況主要包括鋼筋生鏽以及混凝土劣化、因鋼筋生鏽膨脹造成混凝土剝落，現場也多可以觀察到歷年修補痕跡。鋼筋生鏽會降低鋼筋混凝土之強度，尤其是撓曲強度，對於結構承載力有一定影響。對策如下：

1. 鋼筋混凝土全面檢修，包括劣化混凝土敲除修補，鋼筋除鏽與填補鋼筋等修復。
2. 樓板與鋼筋混凝土樓板進行補強，採用增厚樓板與鋼筋混凝土樑修復過程增加鋼筋量。

4.坑道結構受力破壞

襯砌裂縫經前述之結構系統受力行為討論，主要包含因土壓力造成之坑道頂部縱向裂縫、側壁水平裂縫、局部應力造成之膨鼓或放射狀裂縫。坑道經過多年使用，現在會出現問題主要是襯砌後方土層自身強度衰減或者是背後孔洞區域太大，土層並無法有效提供強度，造成襯砌所受壓應力增加。由於這兩點問題除坑道現況本身問題外，更是與背部土層狀態有關，可能之土層強度衰減原因主要為前述之植物根系或者是滲流水掏空。整體修復策略如下：

1. 裂縫修復：詳下【表 4】
2. 坑道襯砌破壞處，採用破壞與鬆動區域解體重新仿作。
3. 結構裂縫出現縱向屬結構裂縫處，採用裂縫兩邊內嵌不鏽鋼條加固。
4. 結構裂縫納入管理維護監測項目。

5.植物根系侵入

植物根系侵入所造成問題包括原本主體結構裂隙因根系長大被撐大，更使水分更易侵入坑道周邊土體。這些植物往往是位於上方地表面之大型樹木，另一部分植物乃是通過坑道內向上之通道侵入，現況大多有造成這些垂直向上之通道構造損壞。修復策略如下：

1. 移除上方樹木根系。
2. 根系造成坑道構造裂隙進行填補，由於根系造成裂縫一般較大，採用無收縮水泥沙漿填補。

6. 轉角處應力集中

本次調查在多處主坑道與支坑道的交會處，發現嚴重程度不一之垂直或斜向裂縫。這些裂縫主要成因為轉折處之軸向改變，造成應力集中。坑道有其主要軸向，當載重作用時坑道之主要軸向。坑道襯砌除前述第一點所提之滑移破壞外，坑道所受到多為襯砌面內向之作用力。然在坑道轉折處，由於坑道之軸向差異，相同受力在不同軸向坑道所反應之變形與襯砌應力均有差異。此襯砌之差異及造成在轉軸介面與其周邊產生破壞。這類型之破壞一般不會造成立即結構安全疑慮，

[大山開發建築師事務所]

尤其在金門這低地震風險之區域，但是裂縫會造成滲水之風險，並進一步導致坑道外部土層之掏空，進而產生前述討論坑道地質影響之破壞模式。修復策略如下：

1. 裂縫進行止水修復，灌注裂縫止水材料，降低滲水風險。
2. 裂縫同時進行填縫修復，建議在止水處理後採用環氧樹脂類修復。
3. 裂縫納入管理維護年度檢修項目。

7.擋土牆破壞

本次調查在南坑道之入口營舍或支空間上方之擋土牆、坑道入口兩側牆體、室內與土層相接之壁體，有發現壁體傾斜，乃至壁體局部傾倒之狀況。此部分皆為壁體受到背側之主動土壓力造成之側推力，產生面外向之破壞。修復策略如下：

1. 嚴重破壞區域建議解體修復。
2. 解體過程針對後方填土進行填補夯實。
3. 建立監測機構：既有傾斜區域，建立傾斜監測。

第四節 修復建議

一、結構補強與修復建議

從《縣定古蹟金門雙乳山坑道修復及再利用計畫》以及前一節中可以得知，本案坑道大致結構尚屬良好，但部分支坑道呈嚴重破壞情形，主要為：滑移破壞、土壤流失造成損壞、鋼筋混凝土劣化、坑道結構受力破壞、植物根系侵入、轉角處應力集中及擋土牆破壞等情形。以下根據本案情況，進行初步之修復建議。

(一)現況損壞層次

1.管理維護問題

針對原因日常使用過程造成的折舊損壞，只要透過良好之管理維護與簡易修繕，即可維持其現況與使用機能。此類損壞在修復後應納入管理維護計畫內容，作為後續日常管理、維護之基本項目。

2.外力作用造成之結構損壞問題

建物構造受到地震力、生物危害或不當使用與修復造成之材料、構造、結構問題，甚或影響使用機能；此類損壞除針對損壞部分進行修復外，應於修復設計階段另有設計手法進行預防。

3.支撐與補強

現況損壞嚴重、已有立即結構安全危害；可能因持續惡化造成結構安全危害；或結構評估有安全疑慮者，皆須進行加固、嚴重惡化改善及結構補強等。

(二)修復建議

以雙乳山坑道而言，漿砌塊石為牆體主結構材料，頂板為鋼筋混凝土構造。基坪以混凝土為主要材料。由本案現況調查中發現，雙乳山坑道建築本體部分，其牆體及頂板結構已有局部結構性損壞，主要因滲水問題及混凝土中性化，連帶引發鋼筋鏽蝕、膨脹，進而造成混凝土保護層及粉刷層膨脹剝落，或產生裂隙；基坪則多處有破損、塌陷，其主因為下方土層流失、淘空，導致基坪結構損壞。其次，牆體裂隙處之植生，根系若持續生長，則可能導致牆體水分滲入問題加劇，造成漿砌塊石及鋼筋混凝土構造損壞之惡性循環。

本次修復工法包含下列兩部分，其一為劣化混凝土修復，並針對鋼筋鏽蝕進行處理與降低後續原有構造氯離子之影響。另一部分為針對損壞嚴重處，視需要進行局部加固，提高混凝土修復時之結構可靠性。以下分別說明：

1.鋼筋混凝土構造修復

- (1) 混凝土鬆動：對於局部鬆動之混凝土進行敲除至堅實面，若鬆動區域內主筋已經生鏽，則敲除範圍必須至主筋往內再 3cm 深度以上，以利主筋除鏽與施作新保護砂漿。敲除之混凝土以環氧樹脂砂漿填補。
- (2) 鋼筋鏽蝕：鋼筋鏽蝕輕微者，除鏽後塗刷鏽轉換劑後，再進行混凝土修復。若鋼筋嚴重鏽蝕者，則予以抽換、重新植筋後，再進行混凝土修復。
- (3) 裂縫：混凝土敲除後內部有裂縫者，採用環氧樹脂灌注修復裂縫。

2.粉刷層開裂以及混凝土鬆動修復處加固

- (1) 對於現況之介面裂縫，以及混凝土鬆動區域於修復主體結構混凝土後之粉刷層加固，規劃在施作粉刷時，在粉刷層底塗施作局部區域鋼絲網補強，提高表面開裂之強度，降低日後因裂縫造成水氣深入之問題。

3.漿砌塊石與鋼筋混凝土整體保存修復建議

- (1) 依實際再利用之需求與因應周邊可能活化開發方案，進行詳實之結構分析與結構安全因應對策。相關安全補強措施可依文資法 24 條，採現代科技與工法，增加其抗震、防災、防潮等機能及存續年限。

- (2) 坑道牆體、天花、基坪裂隙之修復，應考量必要補強工法，以維繫坑道建築體之安全結構。
- (3) 規劃設計及施工階段，考量各修復段範圍所承受之土壓力、水壓力等外部因素。
- (4) 針對牆體植生裂隙問題，以不侵害強體之方式清除植生後，填補裂隙或進一步補強。
- (5) 坑道基坪掏空處回填加固，並選用防土質流失或局部地質改良工法，最後以原坑道相同材料重新敷設基坪。

【表 4】修復策略建議綜整表

項目	修復標的	修復策略建議
補強綱要	坑道構造	坑道天花板有鋼筋生鏽裸露及牆體或基坪開裂空間：環形坑道、北乳山支坑道 2、北乳山支坑道空間 2-7、環形坑道空間 1、環形坑道空間 2；南乳山支道空間 1-2、主坑道空間 11、主坑道空間 12、主坑道空間 13、主坑道空間 16，以 Epoxy 灌注，視裂縫寬度採嵌入鋼條或以帶狀鋼板加固。
修復內容 綱要	坑道構造	粉刷層剝脫、空鼓敲除不另重作。
		漿砌塊石灰縫修補。
		裂縫修補 (Epoxy 或無收縮水泥灌注)。
		基坪掏空處回填加固。
		鋼筋裸露處除鏽、粉刷層重作。
		通氣孔檢修與防護。
		植生清除，並做裂縫修補。
		坑道排水溝清淤。
	坑道入口	南乳山坑道鋼製防火防毒門為原物，頗具特色，可適度進行除鏽檢修。北乳山坑道已掉落之混凝土門板按其樣式仿作。混凝土門板及防火防毒門過於厚重，皆不適合做為開放參觀後之門禁管制，因此需另新設門扇。
	坑道標語	僅需進行表面汙損等清潔工作。泥塑標語視損毀情況進行適當仿作或補強。
	地表環境	鋪面檢修 (含通往觀測所之路徑)。
		植生整理、環境美化。
	光華堡	粉刷層剝脫敲除，其餘起翹漆料手動刮除後 (非完全去漆)，維持歷史風貌。
		橋梁結構進行適當補強。
		擋土牆崩塌處塊石卸除重作。
	三層觀測所	粉刷層剝脫敲除重作。
		基坪掏空處回填加固。
再利用必要 設施綱要	必要展示 設施	指示標誌、解說牌。
		考量坑道潮濕環境之管理維護，展示方式以燈箱、展板為主。

項目	修復標的	修復策略建議
	坑道進出管制	可依活化需求，新作坑道入口門扇，然其外觀樣式、材質等設計，須考量應與古蹟構成視覺協調，但能明顯區別新舊。

第五節 研擬之再利用規劃與上位計劃之對比

根據《縣定古蹟雙乳山坑道修復及再利用計畫》之建議，本案古蹟多是以坑道參觀或藝文陳列為主。惟考量到經濟效益及吸引人潮停留等因素，本所針對部份空間進行其他規劃，以下以表格陳列。

【表 5】再利用規劃比較表

區段	空間名稱	調研再利用建議	本所設計之再利用機能
北乳山	環 1	1.靜態展：如戰地文化故事館 2.動態展：藝文表演	地下坑道之空間皆作為展示參觀使用。與坑道相連且具獨立出入口之地面營舍作為住宿使用。北乳集合場地面營舍為主要住宿、商業出租空間及本區之遊客服務中心。
北乳山	環 2、環 9	出入口（管制）	
北乳山	環 3、環 4	展示或服務空間	
北乳山	環 6	射口體驗	
北乳山	北支 2-1	靜態展	

第六節 再利用規劃

區段	空間名稱	再利用機能
北乳山	環 1	1.靜態常設展：戰爭記憶博物館。 2. 短期特展、活動。靜態展：電影放映、演講。動態展：藝文表演。
北乳山	環 2、北支 2-1、北支 2-2	出入口（管制）。
北乳山	環 3、環 4、環 9	體驗住宿 VILLA。
北乳山	環 6	射口體驗。
北乳山	集合場地表營舍	住宿、賣店、餐飲、服務空間。
北乳山	其餘空間	未來擴充：圖像、陳列。
南乳山	入口地表營舍	靜態常設展。
南乳山	主 1、主 2、主 3、主 5、主 6、主 12	靜態常設展。
南乳山	主 9	靜態常設展、射口體驗。
南乳山	主 11	1.靜態常設展。 2.短期特展、活動。（靜態展：電影放映、演講；動態展：藝文表演）。
南乳山	其餘空間	未來擴充：圖像、陳列。

圖說部分見設計圖說。

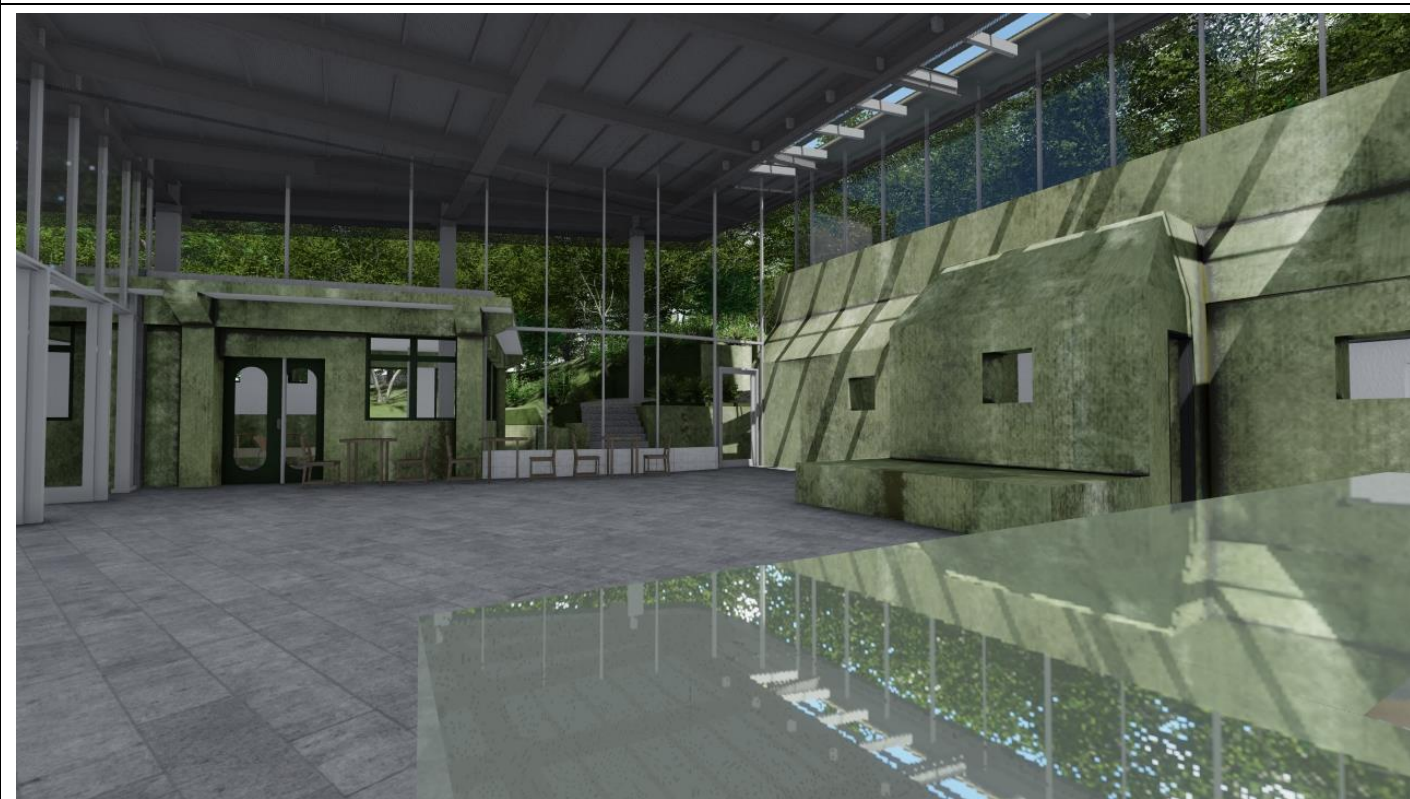
第七節 3 D 渲染模擬圖



大廳戶外廣場



大廳鳥瞰



大廳室內



火力據點出入口(司法大道旁)



環 3 外出入口及伙房-VILLA



房間室內圖



南乳山坑道出入口



光華堡橋梁欄杆踏階改善



環 4 外-VILLA



環 9 外-VILLA



主 13 出入口



環 2 出入口

第八節 管理維護構想

配合上述之再利用規劃，本所將北乳山部分規劃為住宿空間，南乳山部分則以坑道博物館參觀體驗為主。以下同樣分為兩個區域做管理維護初步構想之說明。

北乳山部份，因以招租方式讓民間進駐經營。因此其營業使用範圍之管理維護可以使進駐單位負責實施，並每三個月至半年一次，向古蹟管理機關提送維護報告，確保古蹟不受損壞。而因房間數量不多，因此每組住客入住時皆應提醒維護古蹟之注意事項；且於退房時，須由經營管理單位檢查房間情況，若有損壞情事，應立即通報相關執法單位協助處理。

此外，機關可以以北乳山之招租收入，作為招標南乳山維護管理及導覽之經費。而南乳山作為深入坑道參觀的主幹，需在每日夜間非開放時段時，進行整體坑道之檢查，以確認古蹟當日情況。另外，本所亦建議每個月選出兩到三天進行古蹟管制，停止對外開放，而管理單位可用此時段進行古蹟情況的全面清查。

而不論是北乳山之旅店經營或南乳山之坑道參觀，皆須每半年進行全面保養、維護，並完整記錄予相關單位存用備查；另關於日常使用至少皆需明文告示規定如下，確保基本之古蹟安全：

- 一、不可隨意張貼海報或告示等。
- 二、坑道內僅能使用電氣化燈具照明，避免火災風險。
- 三、古蹟範圍皆不可吐痰、嚼食檳榔、抽菸及亂丟菸蒂、塗鴉刻字等。
- 四、易遭破壞之部份設立警語標示，提醒遊客愛護古蹟。
- 五、如有破壞古蹟之情事，應制止其行為並依法處理。

第九節 細部設計準則之研擬

一、細部設計準則

1. 修復方式需明確詳列材料、規格、尺寸、工法，並彙整成表格或明確標註尺寸可供後續施作廠商計算數量、估價。
2. 結構補強合宜原則：符合相關工程規範，由結構技師提出經濟合理之結構分析。
3. 污排水改善設計準則：依照建築法規及環保法規等相關規定設置污水處理設施。且選用之機水電設備，須符合相關安全規範，並以能省電、省水為原則。

(一)細部設計圖文資料

1. 建築工程圖文資料。歷史建築本體修復工程之繪製設計詳圖及其他必需之細部大樣，包括平面詳圖、立面詳圖、剖面詳圖、施工細部設計圖、勞工安全必須之支撐及防墜設施圖，其內容應能使投標廠商得以估價，按圖施工。
2. 再利用設計詳圖。整體歷史場域再利用及環境景觀之設計詳圖及其他必要之再利用設計圖，包括平面詳圖、必要之再利用細部大樣圖。
3. 結構圖文資料。如結構詳圖、結構計算等。
4. 設備圖文資料。如水、電、空調、消防、電信、機械、儀控等設備詳圖、計算書、規範等。
5. 安全衛生圖文資料 (含分析工程潛在危險，並據以分析具體防止對策及相關因應之設施配置圖說規範與注意事項等)。

(二)施工或材料規範之編擬。

(三)工程或材料數量之估算及編製。

(四)成本分析及估算。

(五)施工計畫及交通維持計畫之擬訂。

(六)分標計畫及施工進度之擬訂及整合。

(七)發包預算及招標文件之編擬。