

山屋規劃設計監造施工經驗分享— 以能高越嶺國家步道天池山莊新建工程為例

黃瑞明*

摘 要

天池山莊位於能高越嶺國家步道西段標高 2860M，由登山口南投仁愛鄉屯原停車場海拔 2000M 起，步行 13.1KM 抵達天池山莊，15.75KM 處是與跨越中央山脈北三段陵線鞍部，南投縣與花蓮縣交界之光被八表碑。1917 年日據時期開闢完成能高越嶺道，沿途深谷吊橋、高山森林交錯、自然景觀優美、生態豐富，是日據時期最熱門的高山健行路線。橫越中央山脈東部與西部高壓輸電線路，又成為現成的保線路；充滿傳奇的古道故事，國內最熱門的越嶺登山路線。山友成群結伴同行，享受沐浴山林的樂趣，是國家重要環境資產。

天池山莊新建工程監造建築師，於 2008 年 8 月進行能高越嶺國家步道與舊天池山莊調查，提出建築材料機具搬運計畫考量之設計變更建議方案，直至 2013 年 4 月天池山莊新建築部分完竣，2014 年能高越嶺國家步道整修完竣為期 6 年。此期間因應山屋特性，建議變更修建築結構設計、調整設備內容、搬運便道開拓、吊橋棧道補強建議、索道設置調查設計、鋼構工程設計之平地假安裝山上組裝、山崩坍塌調查、搬運步道搶修、棧橋架設、人員安全講習、勞工安全衛生及工作人員山林守護觀念宣導，為期六年經驗累積，提供日後建築師山莊設計、監造參考，並有益主管機關執行山屋建築新建、整修、維護之參考。

關鍵字

山屋、規劃設計監造、天池山莊、能高越嶺國家步道

*黃瑞明建築師事務所主持建築師、天池山莊新建工程監造建築師

山屋規劃設計監造施工經驗分享一

以能高越嶺國家步道天池山莊新建工程為例

黃瑞明

前言

山林是國有土地，屬於公共財，只要不開發，保育管理山林，了解生態環境，讓國人走入山林才能更愛森林，享受沐浴山林的樂趣，山屋建築是必要的。近年國內新建完工之山屋建築，以能高越嶺國家步道的「天池山莊」及玉山步道「排雲山莊」，因施工艱鉅困難，無論公私部門都關注。

一、山屋設置必要性

政府應於國家公園及林班地內，應廣設山屋，以維護、保育、管理山林。

山屋用途：森林管理及通訊據點、山區緊急避難所、急難救援中心、生態環境調查觀測站、國民登山健行營宿基地、基本維生補給站、自然環境森林宣導教育站、氣象觀測站…等類似用途。

二、山屋分布密度及數量建議

山屋建築應均勻分布於山區或各登山步道，不致會影響生態，台灣森林面積約 2 萬平方公里，如設置 100 座 200 平方公尺的山屋，其總建蔽率僅有森林面積的百萬分之一，猶如 10 公分的小盒子可管理整個大操場，不影響整體生態。以密度範圍建議每 100-200 平方公里一座山屋或以登山步道長度，平均步行 10-15 公里一座山屋。

三、建築師之遴選

山屋設計監造有專業特殊、工期長、風險高、設計監造費低。公部門應主動邀請熱誠、體力佳、有登山經驗合適建築師參與徵圖遴選。有經驗與熱誠能常進山區，做最好技術服務，避免工程策略誤判，產生工程爭議。

四、建議中央主管機關訂定「山屋建築特別條例」

不同於平地建築，山屋建築物特殊性。應按實際情理設計，不應受限於平地建築法令規範。諸如，用地取得方式、基地範圍定義、建築用途分區、汗水處理計算、地質鑽探規定、高山是否仍有無障礙法規限制、綠建築檢討、建築技術規則停車位、建築設備、消防法規、工程查核制度…等，多項不合宜的建築法規規定。中央主管建築機關，內政部營建署應訂定特「山屋建築特別條例」，做為國家公園範圍、林務局所轄林班地範圍、國家森林遊樂區範圍內，國家公園管理處、林務局、各縣市政府之山屋建築設計及建築許可依據。

五、山屋基地選址地勢因素參考

1. 避風：建議稜線下 50-100 公尺處。
2. 水源取得：山坳必有山溝水路（步道內凹處），建築基地應位於山坳附近且避開豪雨山溝水路及山崩土石攻擊。依據調查台灣地區 0.5 每平方公里集水面積即有穩定山溝水源，能高

越嶺道西段沿路 15.75 公里，約有 10 處穩定山溝水源，在國內各步道亦類似情況。

3. 安全視野因素：山屋基地選址應平坦微坡的小台地，山的支脈較緩坡的小台地是分水嶺不易水淹水。日據時期興建富士駐在所、雲海保線所、松原駐在所、天池山莊均為類似地形。
4. 坍塌區：邊坡坍塌是由下往上，故軟弱地質坍塌區上方及下方，均不宜為山屋建築用地。

六、材料設備搬運方式及計價

材料搬運方式有 4 種方式：人工搬運、農用小運搬車、索道吊運、直升機吊運。

1. 人工搬運：每日趟數可揹重量及食宿費做單價分析，運費每公斤/元。
2. 農用小運搬車：每日趟數可載重量、搬運步道開闢整理、雨後坍塌清理、食宿費做單價分析，運費每公斤/元，依天池山莊運費為例，每公斤 25 元。
3. 索道吊運：索道吊運操作為小組作業 3-5 人，須有除機械操作手外，吊運兩端均須有人，按每日每組人可吊運總重計價，運費單位每公斤/元，另外索道設施設備之架設應另行計價。
4. 直升機吊運：路途較遠、坡度過陡峭、搬運費高於人工搬運時，則使用直升機吊運，避免搬運工班影響生態環境，如中央山脈能高安東軍沿線、雪山聖陵線、玉山北峰圓峰、八通關各山屋…等。

七、天池山莊材料設備搬運

工程造价取決於材料搬運方式，甚至佔工程總經費約 50% 以上。設計時應統計整棟建築材料重量，以最大及最重的物件設備為基準，作為搬運路徑之吊橋、棧道、轉彎半徑…等設施補強參考。

天池山莊興建前，建材設備逐一列表統計總重為 1164 噸，如含工程機具及工地生活物資、食物…等，總搬運重量為 1650 噸。最重為鋼構柱 560 公斤、體積最大為污水處理設備槽，直徑 120 公分長度 350 公分。採用農用小運搬車組成 10 台左右之車隊，沿路各駕駛互相支援。山崩坍塌期間，使用索道跨越坍塌區，架設索道於 5.4K-6.1K 及 9.6K-10.1K 兩處，吊運長度約 600 及 500 公尺。

八、直升機吊運內容舉例說明

直升機吊運須審選起吊基地。如玉山群峰選擇塔塔加為起飛基地，能高安東軍各山屋，選擇奧萬大為起飛基地。吊運期間起點基地即為停機坪，周邊應備有油罐車停車位、物料堆放區、並提供機組人員食宿。

直升機每趟可吊運重量，按直升機機種，視其飛行距離、其爬升高度、空氣氣溫低則密度高可吊載較重物資，海拔越高空氣越稀薄，可載運較輕少。故吊運起飛總重量，按其天氣條件，扣除飛機自重，油料重才，剩餘才是可吊運物資重量。

以「排雲醫療站與圓峰山屋整建工程」為例，說明之

1. 預定載重統計：統計表（略）

圓峰山屋：上運 3400KG 下運：400KG 合計：3800KG（4 噸含機具）

排雲山莊：上運 8700KG 下運：2800KG 合計：11500KG（12 噸含機具）

2. 總運費概估：（實際運費分配於各項單價內）

圓峰山屋：上運 3400kgx200 元+下運 400kgx120 元 合計：728,000 元

排雲山莊：上運 8700kgx165 元+下運 2800kgx100 元 合計：1,715,500KG

3. 標高：塔塔加 2,610M=8,563 呎、排雲山莊 3,405M=11,171 呎、圓峰山屋 3,670M=12,147 呎

4. 運能溫度設定（設清晨 7 度 C 環境）：

台北松山至塔塔加 80 分鐘/單趟（來回程 160 分）

塔塔加--排雲山莊 15 分鐘一趟（每小時 4 趟）。每趟約 200KG

塔塔加--圓峰山屋 20 分鐘一趟（每小時 3 趟）。每趟約 150KG

九、山屋建築材料選擇

1. 建材應輕量化、標準化、維修容易、組裝容易、如標準型鋼、實木木材…等基本建材為主，施工時不產生大量營建廢棄物。嚴禁使用：塑化木、花崗石、特殊規格材料，避免日後維護困擾。
2. 建築混凝土應減少使用，混凝土每立方公尺 2300KG，運費高、且需有模板、鋼筋才能完成結構體、冬天低溫不利凝結、攪拌不易、紙袋水泥不易維持乾燥易變質、水泥砂漿須作配比設計，砂、石、水泥比例不易穩定控制。
3. 如以中央山脈山屋建築運費計價為例：混凝土平地每立方公尺 2300 元、以直升機吊運海拔 3000 公尺，飛行 10 公里，每公斤約 180 元，則每立方公尺 414,000 元，加上模板運費，約為 200 倍之平地造價。
4. 又以 50 公斤袋裝水泥為例，每包 150 元，但直升機運費每公斤 180 元，則運費 9000 元為材料費 150 元的 60 倍。

十、山屋構造建議

1. 結構構造：鋼構桁架或木構桁架斜屋頂，屋頂避免積雪坡度 1:3 斜率以上。
2. 基礎構造：應節省材料使用及安全並顧，應採深挖的小型基礎，取代淺挖的大基礎（如電線桿埋深無基礎之概念）。
3. 平地假安裝山上組裝：所有結構架構應於平地安裝後，拆除運至山上再組裝。所有設備平地組裝測試：太陽能系統、發電機、汙水設備…應於平地測試完成，再運至山上。
4. 鋼構設計原則：樑柱接頭應採不必現場銲接的抗彎接頭，樑柱為螺栓接，以避免施工及品管不易、需大型柴油發電機運至山上問題；另銲道檢測之規範、檢測方法及不合格品的需於平地工廠檢測及改善完畢。
5. 室內壁板：避免產生結露，不宜使用磁磚、金屬板，應以實木木材為宜。
6. 外牆構造由外向內依序為：防風雨外牆面、防水毯層、空氣層、保溫層、內壁板…

十一、結論

山屋無論是規劃、設計、監造、施工都需要有周延的計畫，搬運費昂貴、山屋維護不易，如設計施工不合乎使用，將造成莫大的損失。規劃設計時，就應預判施工程序及要領，可減少誤判。

山屋選址、構造方式、材料選用、重量計算、搬運工具、聯絡便道維護、低溫施工、法令限制、施工程序、結構方法、構架假安裝、設備測試、工安管理…等，均列入工程檢核項目。

將經驗傳承分享討論，讓山屋建築林更美麗，國人更健康的戶外休閒環境。