

# 高山公廁生態工法與水源維護方式之研究

主持人：陳國帝

委託單位：內政部營建署太魯閣國家公園管理處

受託單位：財團法人工業技術研究院

中華民國九十一年十一月三十日

# 目錄

1. 前言.....	1
2. 計畫目標.....	3
3. 國外高山地區人體排洩物處理方式探討.....	4
4. 合歡山地區公廁現況.....	22
5. 公廁改善規劃.....	27
6. 高山公廁設施規範.....	37
7. 建議.....	41
8. 結論.....	46
9. 參考資料.....	46

## 圖目錄

1. 圖 (3.1) 淨化槽污水處理方式.....	8
2. 圖 (3.2) 寒帶地區配管圖.....	19
3. 圖 (3.3) 寒帶配管及馬桶.....	20
4. 圖 (3.4) 存水灣附加熱器之馬桶.....	21
5. 圖 (4.1) 馬桶及存水灣.....	23
6. 圖 (5.1) 配管系統改善方式.....	28
7. 圖 (5.2) 公廁用水回收流程圖.....	29
8. 圖 (5.3) 乾式公廁施工圖.....	31
9. 圖 (5.4) 生態化乾式公廁內部-1.....	32
10. 圖 (5.5) 生態化乾式公廁內部-2.....	32
11. 圖 (5.6) 乾式公廁完工圖.....	33
12. 圖 (5.7) 遊客應用乾式公廁.....	33
13. 圖 (7.1) 合歡山莊現有公廁外觀.....	42

## 表目錄

1. 表 (3.1) 高山公廁污水處理方法及應用條件與特徵...6
2. 表 (3.2) 日本高山地區新建公廁型式.....16
3. 表 (4.1) 合歡山莊檢測結果及現行排放標準.....25
4. 表 (5.1) 合歡山地區公廁現況及改善方案設備.....27
5. 表 (5.2) 生態化公廁設施.....31
6. 表 (5.3) 乾式公廁運轉現況.....34

# 高山公廁生態工法與水源維護方式之研究

## 壹、前言

國家公園之設置，除提供國人一個良好休憩地區之外，更負有生態保育及研究之任務。而太魯閣國家公園內合歡山地區，於四季皆有不同風貌，每年吸引眾多觀光客拜訪，同時也是亞熱帶之台灣地區，最富盛名之賞雪地點，每年之雪季吸引眾多遊客。如為連續假日，更將超過 1 萬 5 千人上山賞雪，除交通問題之外，生活污水污染問題也迄待解決；因合歡山地區冬季氣溫降低，造成水管凍結而破裂，因此公廁無法沖水，同時現有馬桶存水灣，因結冰造成堵塞，糞尿無法下流至化糞池處理，造成環境髒亂。

合歡山地區公廁於冬季無法應用，主要原因在於臺灣為亞熱帶國家，以往工程施工皆以平地標準製作，對於寒帶地方冬季結冰所造成影響，未有相關經驗及施工規範，因此造成公共設施因寒害受損，維護費用大增及遊客不便；本地區同時也是大甲溪及立霧溪源頭，公廁排放污水中若處理不良，其中大腸桿菌將污染水源，其他污染物質除臭氣影響外，污水中氮、磷等營養源將影響植物及動物生態。內政部營建署

已於民國 88 年將建築技術規則已修正，以污水處理設施取代化糞池，希望以效率更佳處理方法，降低人為污染，以保護生態環境。但本地區公廁仍應用化糞池處理污水，因處理效率較差，將有污染水源之可能。

國外寒帶地區於冬季，為保護其自來水輸送管線及管件，施工時將管線埋設於地下一米以下不凍層，以防止結冰；於冬季時常將自來水龍頭保持一定開度，讓其保持流動，防止其凍結。但因生活習慣不同，國內以往教育民眾要節約用水，因此一般遊客於冬季上山賞雪，若見水龍頭滴水往往將其順手關緊，因此水源無法流動，造成管路結冰而損壞等事件，於國家公園內每年都發生，造成維護保養經費支出大增及公廁無法使用之困窘與遊客之不便。因此本計畫即針對合歡山現有公廁現況，完整調查其現況；整體性考量改善之方案，進行先導型設備測試，以驗證可行性。同時規劃未來於高山地區興建公廁應有之規範，作為未來於高山地區興建公廁之參考。

## 貳、計畫目標

臺灣地區地理位置屬於亞熱帶之氣候，因此以往所有建築及污水處理設施規範，未能考慮到高山地區之特殊地理條件，因此合歡山地區公廁每年冬季封閉除造成遊客不便，時於冬季過後往往要花費長時間及經費從事維修工作；同時自 88 年度起建築技術規擇已明定將處理效率較高之污水處理設施取代化粪池，以降低環境之污染量。為能解決合歡山地區於冬季管路凍結造成損害及規畫未來高山地區增設公廁等設施標準，因此本計畫主要目標在於解決：

### 1. 現有公廁冬季水管破裂改善方法

冬季氣溫降低管路內也因結冰而將管路破裂，因此除參考國外寒帶地區，相關設施於冬季防止管路凍結方法，同時規畫評估以改善現有設施，以生態化方法解決公廁污染及防止凍結所造成損害。

### 2.2 規畫未來高山地區新建公廁等設施之規範

蒐集及整理國外寒帶地區國家公園公共廁所之設計資料，同時依據國內現行污水排放標準，作為未來國內高山地區公共廁所設施規範，以服務國家公園眾多之遊客，同時防止國家公園生態之破壞。

## 參、國外高山地區公廁污水處理方式探討

公共廁所之興建，除提供民眾、遊客一個解決生理自然排放需求，同時將提供一個洗手及解決污染物質，避免髒亂之設施。因此公廁之興建除考慮地理位置，使用人數及美觀清潔之外，還須符合當地景觀生態等需求，主要考慮因素有下列數項：

### 3.1 .1 當地環境特殊須求

國內許多旅遊區往往位於水源水質保護區內，此區內對於放流水之要求，比其他地區要求更為高，如國內一般放流標準其 COD100mg/λ BOD30 mg/ λ SS30 mg/ λ 如位於水源水質保護區內，更要求氨氮 10 mg/λ，磷 4 mg/ λ 以下，以保護下游飲用水安全。因此須考慮當地環境須求，選擇不同處理方式。

### 3.1.2 交通

建造公廁將考慮材料運送之方便性，道路交通是否可通達，以便利施工。未來營運管理如清潔維護，污水污泥清運等方便性，須一併考慮其交通之便利性。同時停車方便性及與交通順暢等，皆為地點選擇優先考量要項。

### 3.1.3 水源、電源之供應

充分水源除供使用者沖洗衛生設備及洗手之用，照明通風，水源運送及污水處理也須用電，充份及便利之水源及電源供應，將可提供



使用者之乾淨舒適之環境。因此公廁之設立將考慮水源電源之供應。如公共建設無法達到之處如無電源之處，將考慮應用太陽能或風能等可替代能源之選用。缺水或無水源之處將以乾式公廁方式，避免污染源擴散。

#### 3.1.4 當地氣候環境之考量

公廁設立地點除排放標準須考量之外，當地氣候環境如亞熱帶、寒帶等地區，因天候因素，則污水處理方式，公廁器材之選擇等皆有不同考量。

#### 3.1.5 清潔維護人手及使用者集中因素等

公共廁所之使用，往往比私人廁所較無法維護其清潔衛生，因此清潔維護人員工作是否方便，是提供舒適環境之重要考量。公廁使用人口是否平均分散及集中等因素是考量公廁設立數量之重要考量因素之一。

高山地區公廁建設，從位置選擇，污水處理方法及外觀、動向皆考量評估，再建設一適合當地使用之公廁，常建公廁之型式及優缺點將如下表（3.1）所示：

表 3.1 高山公廁污水處理方法及應用條件與特徵

條件及特徵			設備、維護條件									特徵	
			水		電力		汲取 *1			設備面積	系統重量		
			必要性	容量	必要性	容量	必要性	容量	頻率				
處理方法			必要性	容量	必要性	容量	必要性	容量	頻率	設備面積	系統重量		
非現場處理, 由山上運至山下	非水洗式	汲取式	不要	-	不要	-	要	小	中	中	中	構造簡單、容易管理, 但必須有看得到生尿及臭氣的對應方法(亦有將 bio 藥劑投入儲槽, 達到除臭、分解效果的例子)	
		Pack 式	不要	-	要	極小	要	小	中	小	小	每次放入袋子內回收	
		凝固式	不要	-	不要	-	要	小	中	微小	微小	排入袋子內, 用凝固劑及除臭劑使之凝固。由個人或回收運送。	
	水洗集中式	簡易水洗汲取式	要	1 次少量	不要	-	要	中	中	中	中	用少量水洗淨, 汲取量變少。(看不到生尿)	
		泡泡洗淨汲取式	要	稀釋泡泡	要	極小	要	小	中	中	中	非水洗式洗淨, 泡式洗淨汲取量變少。(看不到生尿)	
		吸引汲取式	要	1 次少量	要	極小	要	小	中	中	中	用吸引方式能以少量的水運送尿。(看不到生尿)	
現場處理	化學性的處理系統	水洗循環式	常流循環式	要	初期水	要	中	要	大	小	中	大	是化學處理, 循環再利用的 type。因使洗淨水常流循環, 可避免洗淨水不足
	物理性的處理系統	水洗式	蒸發乾燥(循環式)	要	1 次少量(初期水)	要	大	不要	-	-	中	中	由於蒸發乾燥, 回收量減少, 無需汲取。但必須回收粉末物。
			焚燒(循環式)	要	初期水	要	大	要	小	小	中	中	用電力炭化, 回收量減少, 無需汲取。但必須回收炭化灰。
		非水洗式	焚燒式	不要	-	要	大	要	微小	小	中	小	用焚化方式, 回收量減少, 無需汲取。但必須回收炭化灰。
	生物性的處理系統	水洗式	淨化槽放流式	要	1 次大量	要	中	要	中	中	大	大	處理能力安定。必須做污泥處理。
			Bio + 土壤處理式	要	1 次少量	要	小	要	中	極小	大	小	尿與固體物排出時即分離, 大使用 bio, 小便利用土壤處理。原則上不必汲取, maintenance 比較簡單。
			腐敗槽 + 土壤處理式	要	1 次少量	不要	-	要	中	極小	大	大	腐敗槽兼具嫌氣處理及土壤處理之高效率處理。既是自然流出, 無須電力, maintenance 比較簡單。
		水洗循環式	淨化槽 + 土壤處理循環式	要	初期水	要	中	要	中	極小	大	大	淨化槽與土壤處理裝置組合而成的系統, 洗淨水可循環再利用。

		腐敗槽 +土壤處理循環式	要	初期水	要	中	要	中	極小	大	大	腐敗槽兼具嫌氣處理及土壤處理之高效率處理。洗淨水可循環再用。
		Bio +土壤處理循環式	要	初期水	不要	-	不要	小	極小	大	中	使用 bio 材料及土壤處理組合處理之。淨化過的洗淨水用腳踏 pump 再循環。(無須電力)
		淨化槽循環+污泥減量裝置	要	初期水	要	中	要	小	極小	大	大	在淨化槽中稀釋淨化水再循環利用。污泥在關閉時使用減量設備使之減少，當做種子污泥再利用。
		淨化循環式	要	初期水	要	中	要	小	小	中	大	使用微生物，膜使洗淨水循環再利用的 type，清除烏污泥的頻率少。有許多種類的系統正在開發中。
	非水洗式	Compost Bio 式	不要	-	要	小	不要	-	-	中	中	糞尿 compost 化，或是分化成水和二酸化碳素。
		ばっ気 +土壤處理式	不要	-	要	小	不要	-	-	大	大	糞尿添加 bio 劑，ばっ気處理之後再做土壤處理。

資料來源：上 幸雄 山岳觀光地廁所及屎尿處理介紹 水環境學會誌

### 3.2 現行公廁污水處理方法簡介

污水處理系統將人體排洩物以物理、化學或微生物等方法將之安定化及減量化，以減少後續之污染，或將之處理後將處理水回收再利用，皆為目前已實用化技術，以下將就各種處理方式之特點如下所述：

#### 3.2.1 下水道處理方法

下水道系統是將生活污水以主支幹管等各種管線，輸送至污水處理場。利用初級處理（物理方式），二級處理方法（生物處理方法）或三級處理方法（生物、物理、化學）將污水處理至符合排放標準再予以放流，是一種最有效處理方法；但以污水處理場之建造費用高，輸

送管線之建設困難，因此於大都會地區較為方便，如台北市地區目前普及率約 60 % 是全國最高地區，但仍落後日本歐美等先進國家，且建設下水道系統須長久時間及大量經費。因此公廁如位於下水道接管範圍，以下水道方式處理污水將是最經濟有效方式。

### 3.2.2 淨化槽處理方法

以下水道系統處理一般生活污水，將污水集中於污水場操作，是一種徹底解決水污染及改善生活環境最佳方法，但下水道建設須長久時間及鉅額建設經費，往往緩不濟急，為改善生活污水所造成污染，因此以淨化槽方式改善。淨化槽將污水場必須各項處理流程及設備集中及縮小於一槽體內，處理各零星地點污水，建造費用低廉，但污泥處理等後續處理較困難。主要系統如下所圖所示：

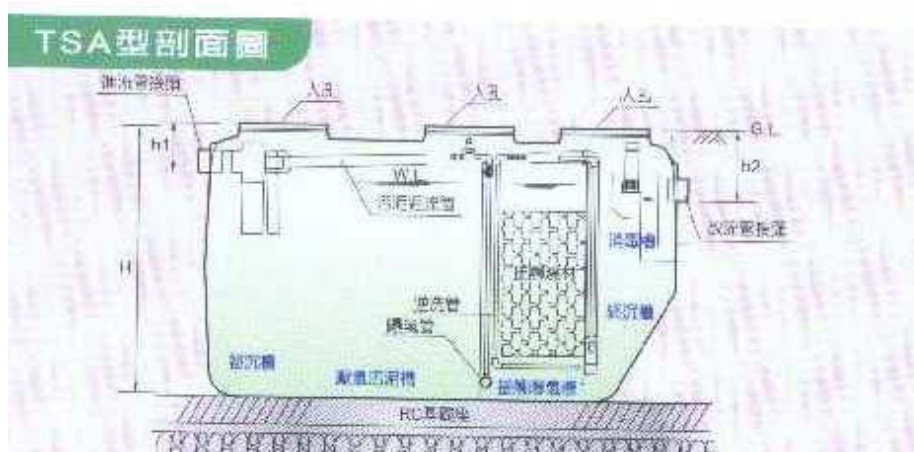
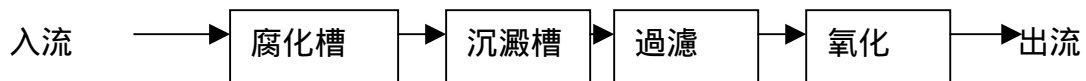


圖 3.1 淨化槽污水處理方式 (資料來源：羅布森公司型錄)

### 3.2.3化糞池處理方式

目前臺灣地區公廁處理方式仍以化糞池為主，以處理人體排洩物，其處理流程大都以簡單固液分離及厭氧處理為主，主要流程如下：



但化糞池之處理效率常因硬體設施不良，如各槽空間比例不當，通風口設置不良，水力停留時間不足等因素；使用方面不良如超量使用，異物堵塞；或定期維護作業不良如未定期清除污泥及疏通管路等方式造成化糞池處理效率差及污染周遭環境等。依淡江大學許聖哲教授等人民國77年所作台北市政府機構學校及十樓以上大型建築物化糞池污染量研究調查中指出，各機關化糞池BOD平均去除率為政府機關54.1%，小學59.7%、中學（包括國高中）54.1%，大專以上58.7%，純住宅大樓為74.5%，辦公大樓為67.8%，商業大樓為53.2%，飯店大樓為31.4%，醫院大樓為41.1%，而其他大樓為52.0%，其BOD去除效率普遍不佳；同時SS平均去除率亦僅為34.7-69.8%不等，由此可知，化糞池處理效率不佳，其排放污染極為嚴重。因化糞池處理方式無法達到排放標準，所以後續應增加處理設備以提昇整體污水處理效率。

#### 3.2.4. 就地處理設施 (on site treatment)

就地處理設施 (on site treatment) 主要建設於下水道系統無法到達之處，同時該地滲透性良好且不屬水源水質保護區，才可應用。主要設施包括腐化槽和後續之土壤滲透系統。廁所排水先進入腐化槽，將固體物沉澱同時將易分解成份經由厭氧處理或兼氣處理後放流水則經由多孔之管線使放流水能均勻滲透進入土壤中，再由土壤中微生物進行分解或進行吸附作用，將水質淨化。腐化池內沉澱污泥則定期加以清除，以維持系統之正常運作。

#### 3.2.5 生態工法處理污水之方法

因為人為活動，除掠取大自然資源外，於活動過程尚造成環境之傷害，因此將以各種方法進行彌補大自然所受傷害。除以昂貴傳統污水處理系統來處理污水外，一種以傳統方式自然淨化污水之生態工法於國外美國地區有一百多個小城鎮應用處理生活污水，國內新竹市青草湖整治計畫以生態工法處理湖水優養化，環保署也決定以生態工法處理羅東地區生活污水以保護冬山河水質之安全，為實際應用性例子。

生態工法處理生活污水以自然淨化方式處理污水，常應用物理作用、化學作用和生物作用進行。物理作用包括沉澱、過濾、曝氣、日

光照射等作用；化學作用靠氧化、還原及離子交換等作用；而生物作用是靠生物之吸收、攝食、新陳代謝與食物鍊等作用，將水質淨化。以水生植物及微生物將污水中微量污染物質以物理方法將之攔截、沉澱再加以微生物處理如轉換成二氧化碳即微生物增殖後再去除。因此需將污水以物理、化學或生物等方式，去除大部份污染物質，再應用自然之生態工法將之處理。此種以自然方式處理，將污染物質達到分解，不須外加太多能源，對自然環境造成污染最小，但須要有非常大工作面積，同時如果位於寒帶地區或冬季溫度低，動植物活動緩慢，則處理效率降低甚至完全停止，因此傳統生態工法，僅適合於溫度較高及有大面積平面土地可應用之處。

### 3.2.6 乾式處理方法

於水源缺乏地區或電力及機動車輛無法到達區域，則公廁之保養維護與污泥清除作業將較困難。因此常應用下列乾式處理方法：

#### a. 出糞式

沖水馬桶尚未普及之時或於野外交通不便之處，常於適當之處挖掘土坑，以簡單遮蔽物即成一廁所，使用期限到達後，即將此公廁清除或僅以掩埋處理，此種方式構造簡單、容易管理。但糞尿堆積所產生臭氣造成使用不愉快，或是造成地下水或土壤污染，皆必須加以克服。

台灣地區早期鄉下地區及目前中國大陸北方或西藏等地仍在應用中。糞尿及臭氣的處理方法(亦有將微生物製劑投入儲槽，達到除臭、分解效果的例子)但以已不符合現行環保處理方式。

#### b. 袋裝方式

傳統沖水式馬桶以大量清水(使用1次約12公升，省水馬桶9公升)將尿及糞便沖入化糞池或下水道系統內。同時以水封防止臭氣散布於廁所空間。但於缺水場所，每次如廁後以紙袋或生物可分解塑膠袋將排洩物放入袋子內，再將袋置於暫存槽內，再由後續之焚化、乾燥或堆肥化處理。雖無用水沖洗，但仍可保池便器清潔。於中國大陸及臺灣地區已有專利產生，國內也有廠商從事此方面研發，如花連玉里黏式所發明之免沖水馬桶，其設計以紙袋鋪設於馬桶上，當使用者從馬桶起身時，因人體排洩物所增加重量，自動滑落至底部之貯存裝置；若無法自動滑落，亦可經由手動方式，將之排入貯存裝置，馬桶底部逆止閥裝置也可將貯存箱之臭氣隔絕。此種方式不須用水沖洗，同時可保持馬桶等衛生器材之乾淨，而獲得專利及匹茲堡發明獎，但目前尚無應用實績，且馬桶及紙袋之製作仍以手工製造，於大量生產，技術瓶頸待克服。大陸地區目前也有以塑膠袋作為糞便承裝使用，但仍無法普遍應用，因為此種馬桶仍須進行後續糞尿處理項目。



### c. 攜帶式廁所

高山地區活動如建設不便或利用率不高之處，攜帶式廁所亦為選擇之一。以簡便之遮蔽物為臨時廁所，再將糞便就地掩埋或自行將之攜帶下山至污水處理場處理，此為一簡便處理方式。如高山終年積雪之處，溫度低各種廢棄物不易分解，以攜帶式廁所將糞便攜帶下山，避免污染物累積，為較佳處理方式。以攜帶方式將人體排洩物運搬，將與食物及個人物件放置背包，將產生不適感覺，因此攜帶式廁所推廣不易。

### d. 化學藥劑處理方式

傳統上移動交通工具如遊覽車、火車或飛機等或是部份公共廁所，為節省水資源，常添加次氯酸鈉以抑制臭氣產生，添加甲基藍等色料改善視覺感官，同時污水經高壓過濾循環再利用，以減輕載重量，每隔一段時間再將污水清除更換；清除之污水因含高濃度氯離子，具滅菌作用，因此須以清水稀釋 300 倍以上才可進行後續之污染物質處理，同樣造成水資源浪費及處理困難。

### e. 野外處理方式:

旅遊人數不多之地區，為作業方便，以往曾以野外處理方式，將人體排洩物於野外自然醱酵氧化最後消失於無形，但以生態旅遊為重

點之方式，以野外處理將有污染環境及破壞生態之可能，因此目前已不用此法。

#### f. 乾式公廁（微生物處理方式）

一般人體排洩物約為 400 公克，固型物含量約為 25 %，其成份包含膳食纖維、未消化食物殘渣、Ca、P 等鹽類、脫落的黏膜細胞及細菌等，水份含量為 75%，含有尿素及尿酸等成份。傳統之處理方式，以 12 公升之清水將之沖入化糞池內，再經固液分離、厭氧、好氧、污泥清除等程序，將污染物質再從污水中分離出來，達到水質淨化目的。此種方式也就是以約 30 倍之清水將之稀釋後，再以各種處理程序將污染物質再淨化處理。所以此種處理方式，對於廁所馬桶及室內環境整潔之維護較易維護，但以污水處理技術而言也是一種處理效率較差及易將污染源擴散之處理方式。

以乾式處理糞尿之方式，於國外常應用於養豬業之廄肥豬舍，將豬舍一部份地區，鋪以稻殼、木屑稻桿等含水率低之副資材，豬隻之糞尿於此區內與副資材混合，將水份吸收，同時自然醱酵，待豬隻肥育賣出再將廄肥清出，再以後續腐熟作業，即可得優良之堆肥，每頭豬約可得 100-140kg 之腐熟有機肥，同時此種豬舍無排放水無惡臭，達到節省勞力用水及飼料之功能，但台灣地區因夏季氣候炎熱，以廄

肥豬舍之飼養方式，日增重減慢及飼料採食量減少，因此應用此種方式較少，但以環保觀點仍為一極佳之選擇。

乾式公廁 (composting toilet) 之處理方式，乃是將人體排洩之糞、尿等，與木屑、菌種等混合，調整含水率與微生物充份混合後再提供適當氧氣，利用微生物將人體排洩物減量及安定化之功能。以好氧菌處理人體排洩物，將之安定化及礦化，不但無污水擴散造成二次污染，因不須用水沖洗及稀釋，須處理廢棄物量少較符合生態工法需求，同時經微生物處理後處理後還可進一步以堆肥處理，將資源再利用，是一種省能源且無二次污染之處理方式。乾式廁所於國外是一種即為普遍之設備，如北歐、蘇聯、美國、加拿大、日本等都已商業化量產，應用於一般家庭、國家公園等地。更有一些國家公園更號召義工們，至公園內建造一些乾式廁所，以維護因遊客所造成之生態破壞。

以乾式廁所因無需用水將可應用於缺水地方，不需複雜管路系統也降低設置及操作成本。但因無水封裝置以阻隔臭氣，為改善如廁環境衛生，將同時經由適當設計其通風方式，將氣流由上往下流動，避免臭氣滯留於廁所內，達到較佳之環境。

因乾式廁所不須用水，無二次污染，用電量省，且可將資源重複

再利用，因此將是高山或偏遠地區公廁之極佳選擇。但國內目前尚缺乏此方面實際應用資料，因此本計畫於合歡山武嶺地區，自 91 年 9 月起安裝乾式公廁，將經歷秋及冬天不同季節，以加測試及驗證其性能效率。

### 3.3 日本山岳地區公廁興建方式

登山、露營、森林浴及生態旅遊等已成為日本最受歡迎活動，以平成 12 年（2001）環境白皮書及載明各國家公園每年約有數百萬遊客。因此於各風景區及觀光景點，依當地環境不同，應用不同處理方式，已建造大量公廁。服務從事山岳活動遊客，依各地要求及現地條件不同，日本各地山岳地區所興件公廁型式如下表所示：

表 3.2 日本高山地區新建公廁型式

處理方法	處理設備	裝設地點
生物處理方式	淨化槽+再處理槽	八岳 夏呷礦泉 南阿山 仙仗岳避難小屋 鳥海山 潼之台公廁
	消化槽+土壤處理	大朝日岳避難小屋
	腐敗槽+土壤處理	丹呷黍殼避難小屋 奧秩父雲取山頂小屋
	厭氣濾床+土壤處理	奧多摩影信山公廁
	曝氣槽+土壤處理	北阿山 橫尾山屋
	堆肥 微生物處理	南阿山 北岳大樺呷

		富士山
	淨化循環	北阿山黑部阿曾原小屋
化學處理	常流循環式	御板三 公共廁所 長野市地藏
物理處理方式	乾燥 蒸發式	富士山 吉田下山道
	燒卻式	
簡易處理	簡易水洗+真空式	
		富士山 5 合目公廁
非水洗非處理	攜帶式廁所 (小屋內使用)	後立山 八方尾根公廁 南阿山 鹽見小屋
	攜帶式廁所 (野外使用)	下山口處理 自宅處理

資料來源：上 幸雄 山岳觀光地廁所及屎尿處理介紹 水環境學會誌

各公廁之興建除考慮遊客使用方便性之外，更考慮對環境將造成之影響，因此選用低耗能、無二次污染、對環境友善方式處理，已是目前國內外之趨勢。

### 3.4 寒帶地區配管及馬桶保護裝置

台灣地區屬亞熱帶氣候，因此對寒帶地區配管方式與公廁興建等缺乏相關經驗技術，造成高山地區公廁於冬季之無法提供服務與維護保養困難。如於室內安裝暖氣，雖可防止室內溫度降至 0 以下，但須耗費極大能源，同時現有公廁也以開放性設計，自然通風方式，防止臭氣滯留，因此改用暖氣更屬不可行。但國外寒帶地區，對於寒帶地區管路設計、寒害保護、配管方式及寒帶地區專用馬桶選用方式則可作為高山地區未來相關工程參考：

#### 3.4.1 寒帶地區配管保護

溫度降低至 0 以下水結成冰，其體積將膨脹 5 %，同時於低溫下，各種材料將變硬、變脆，強度降低，因此不管是塑膠水管或鑄鐵泵浦，結冰後都可能破裂。因此一般常用大量水流動方式防止水管凍結，但需耗費龐大水費；因此基於水資源浪費及費用，因此不建議應用此方法。寒帶地區冬季溫度低，隨著地下深度增加，溫度也較穩定，因此配管時將管線埋設於不凍帶，將可防止結冰。超出不凍帶部份將以電熱及適當保溫材料隔絕如下圖（3.3）所示，設定適當溫度將可達到防止凍結及保護管線目的。

### 凍結防止法

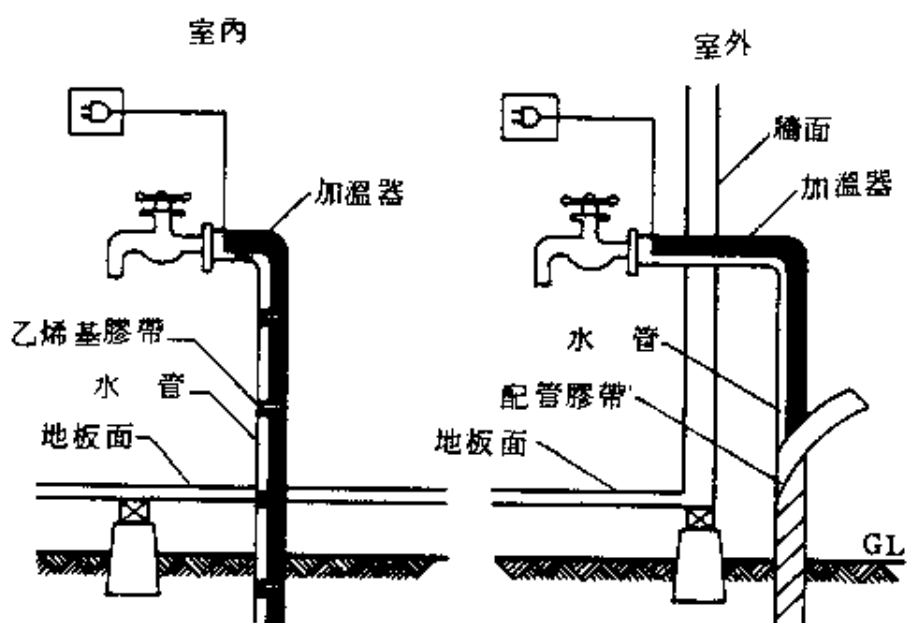
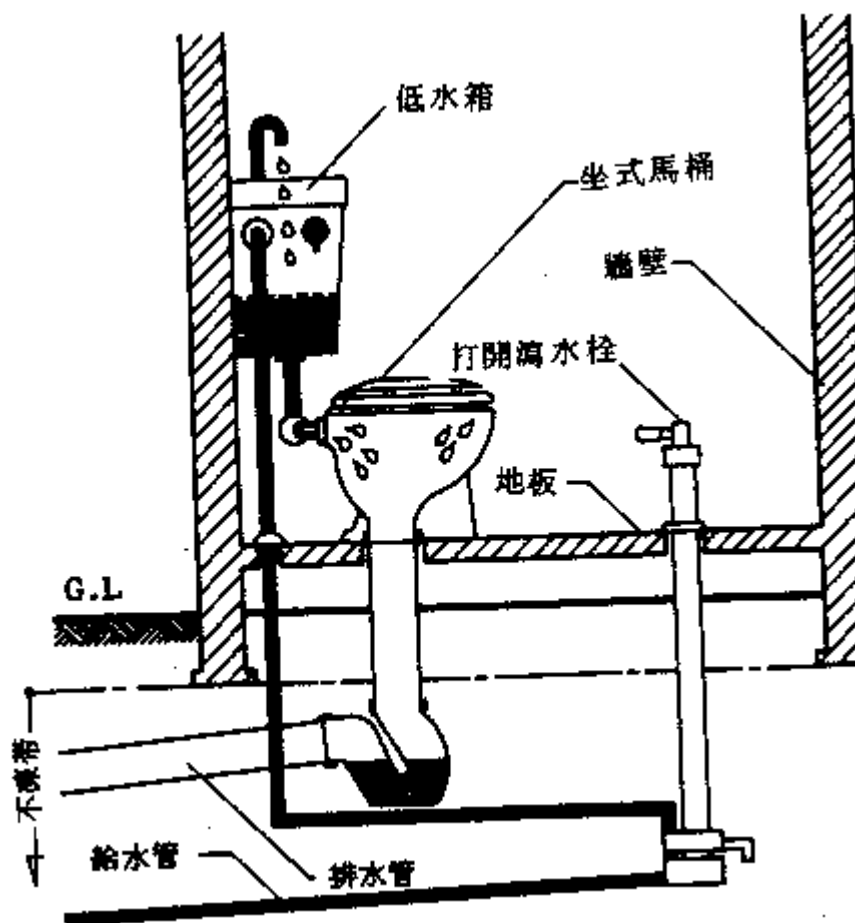


圖 3.2 寒帶地區配管圖（資料來源：營建及建築細部圖解字典 5 供排水空調工程）

#### 3.4.2 寒帶地區馬桶及給水管配置

為維護廁所內環境及防止化糞池內臭氣上昇，造成應用者不愉快。傳統馬桶裝置皆設有存水灣裝置，除可防止臭氣，更能防止排洩物黏附便器之功能。但溫度降低將存水灣凍結，將造成阻塞，糞便無法流動廁所因此無法使用。因此於國外寒帶地區，其存水灣將埋設於不凍帶如圖（3.3）所示，除防止凍結外，同時有效阻擋臭氣。也可選用附有加熱裝置之馬桶，經由電熱適當加熱防止凍結同樣達到隔絕

臭氣功效如圖（3-4）所示。仍為求低溫下仍可正常使用，水管雖可以電熱及保溫方式保護，；另外將水管埋設於不凍帶，沖水前再將水灌至水箱，至一定水位後、將進水閥關閉，在進行馬桶沖水。進水閥關閉之同時，也將管路中殘存水排空，因此將不會有凍結及結冰現象產生。



圖（3.3）寒帶配管及馬桶（資料來源：營建及建築細部圖解字典 5 供排水空調工程）



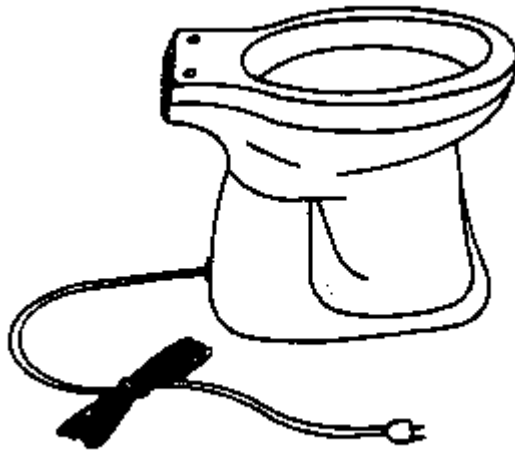


圖 (3.4) 存水灣附加熱器之馬桶 (資料來源：營建及建築細部圖解字典 5 供排水空調工程)

## 肆、合歡山地區公廁現況

合歡山地區是台灣地區多條重要河川之發源地如石門山地區是合歡溪（大甲溪）及塔次基里溪（立霧溪）分水嶺，另濁水溪與木瓜溪也發源與此區域。本區位於 3000 公尺高山上，年平均溫度約五度，一、二月間，大都在零度以下，全年皆可能發生霜降天形成積雪，高山區霧氣凝重，風力較強，不管冬夏，均有凍寒可能。雨量亦多，但山頂公廁或一般用水皆從溪谷中，以泵浦抽至儲水槽應用，用水取得不易。

合歡山地區不但是國內著名風區，同時也是交通要道，從台中、南投通往花蓮，武陵農場等地之遊覽車，大、小貨車，轎車等絡繹不絕，每日均在千部以上，同時因交通便利，所以是絕佳賞雪地點。於冬季雪季，每日將有超過 1 萬 5 千人上山賞雪，不但造成大塞車交通擁塞，同時因公廁關閉造成民眾不便，苦不堪言。本區內公廁沿著台 14 甲公路，短短二十公里範圍內已有已有管制站、鳶峰、昆陽、武嶺、合歡山莊、大禹嶺、關原等地，其密度極高，在春、夏、秋季節可符合一般狀況下遊客所須。但在冬季因溫度下降，廁所無法提供服務必須關閉，引起民眾及遊客許多不便；經研究及分析造成合歡山上，公廁於冬季無法使用主要原因如下：

### (1) 亞熱帶之設計無法符合冬季氣候

台灣原是亞熱帶國家，因此本區廁所之設計也以一般山下之標準設計。室內以開放式自然通風方式，乾燥及通風；但於冬季（10月至次年3月）因溫度下降，室內室外同樣達到冰點以下，因此馬桶及小便斗內存水灣，水封因結冰造成所有排洩物無法清除而造成髒亂。

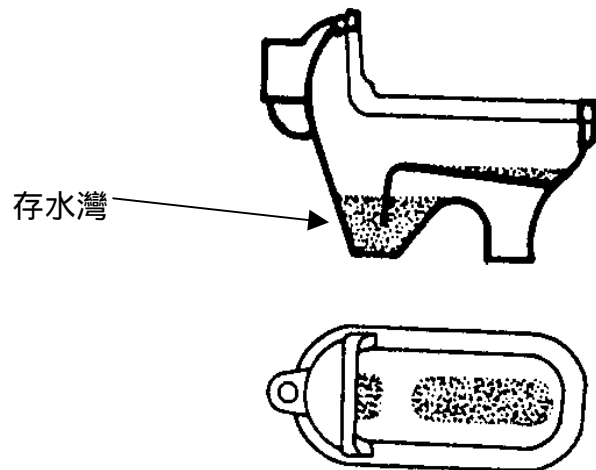


圖 4-1 馬桶及存水灣

### (2) 配管及器材不當

合歡山地區因屬寒帶高冷地區，冬季氣溫降低水結成冰，體積將增加 5%，管線內水因結冰體積膨脹，造成管路脹裂，輸水用之鐵製泵浦，同樣因無法耐寒，造成破裂。同時為施工方便及節省經費，

於公廁附近管線也以露天狀態呈現，冬季結冰後，管路脹裂，造成每年必須重新配管之狀況出現。

### (3) 污水處理效率不佳

本區公廁處理系統，以往以舊規範化糞池方式設計，處理污水，已不符合現行排放標準，同時放流污水未經再次處理，不但浪費水資源，也污染當地環境，各地公廁現況如下：

#### a. 昆陽公廁

目前此處公廁水源由警察局樓頂，輸送至公廁內加壓使用，同時裝設有回流系統可將水源回流至屋頂水塔，目前水源足夠使用，但馬桶內存水灣積水若凍結，則無法使用。

#### b. 武嶺公廁

此處公廁蓋好將近兩年，但因為冬季缺水，無法沖洗小便斗及馬桶，造成髒亂，衛生器材選用存水灣方式避免化糞池臭氣上衝，但冬季卻因結凍而污水無法流出而積存造成髒亂及臭氣。目前由林管處加裝鐵捲門於冬季缺水期將公廁封閉，但遊客或附近攤販仍於公廁周邊應急，造成嚴重髒亂現象。此公廁之給水管路原設計有回流系統避免管路凍結，但無水可用，循環泵浦因水凍結而脹破損壞。目前於停車場處設有簡易公廁，採用儲糞坑方式讓污物自然分解，底部則讓其污水溢散，但此地為多條河川上游，污

水未處理，將有污染當地水質之可能。

### c. 合歡山莊公廁

此公廁同時兼觀景台之用，其結構頂層為觀景台，二樓部份則為男女公廁，一樓部份為化糞池及水池空間。此山莊用水從合歡溪內以泵浦送至儲水槽，再引進公廁使用內，同時有回流裝置，將多餘用水返送回儲水槽，同時防止凍結。但此山莊目前衛生器材選用，仍以一般傳統器材，蹲式馬桶與小便斗底部水封於冬季結冰引起堵塞；為避免污水溢流，管理人員往往將水源關閉，造成髒亂。此公廁目前居交通要道，來往車量人員眾多，因此須將衛生器材更換，才可維持冬季正常使用。本公廁目前以化糞池方式處理污水，經取樣分析排放水質如下表（4.1）所示，僅以簡單化糞池處理，各項指標均不符合現行排放標準，因此有改善必要。

表 4.1 合歡山莊公廁檢測結果及現行排放標準

	BOD mg/λ	COD mg/λ	SS mg/λ	N mg/λ	P mg/λ
檢測結果	160	210	370	35	18
排放標準	30	100	33	10	4

#### 4.合歡山管理站

小風口地區合歡山管理站已於 91 年 11 月底開放，採用淨化槽處理方式，其處理後排放水質將較化糞池較佳，同時將有人員駐守，於冬季讓水流保持暢通，但冬季水源之供應及衛生器材之選用是否可於冬季使用有待考驗。

#### e.大禹嶺公廁

大禹嶺地處台 14 甲線與台 8 線交會之處，往梨山、花蓮或埔里交通再此交會，每日交通流量及遊客在此暫停眾多。此處公廁興建年代已久，以化糞池方式處理。目前雖水源充足，但衛生器材以傳統設備；同時以自然通風方式，改善室內空氣。目前所有配水管路以塑膠材料，經過多次整修後，以明管方式配管，未加保溫冬季溫度降低水源凍結將造成管路破裂。小便斗及蹲式馬桶底部水封裝置，溫度降低將有結冰之隅可能，造成污水無法排放。馬桶沖水水箱，同樣無加熱裝置，溫度降低將有結冰之可能，造成無水可沖洗馬桶之窘局。

## 伍、改善規畫

為改善本區公共廁所現況，將之改善為全年度皆可使用，且處理效率良好，則應從設備更新，污染考量及後續處理等整體性加以考量，經評估擬進行改善方案如下：

### 改善方案（一）現有系統改善

本區公廁如氣溫降低將造成管路凍結而脹破，小便斗及馬桶因水封凍結後污水無法進入化糞池積存於馬桶及小便斗內造成髒亂；水箱也因凍結而無水可沖洗。因此為改善低溫造成損害，擬增設自動加熱系統於低溫情況自動啟動小型加熱器，將管線自動加熱防止凍結，同時增設保溫系統防止熱量散失；將男用小便斗改以無水封型式以防止堵塞。

表（5.1）合歡山地區公廁現況及改善方案設備

設備	現況	改善方案
馬桶	水封冬季凍結阻塞	改用寒帶設備
小便斗	水封冬季凍結阻塞	改用寒帶設備
配管系統	冬季結冰破裂	1. 保溫加電熱 2. 埋設地下一米以下
化糞池	處理效率不佳	增設高級處理設備
供水系統	冬季缺水	1. 增設水回收系統 2. 配管應用中水道系統

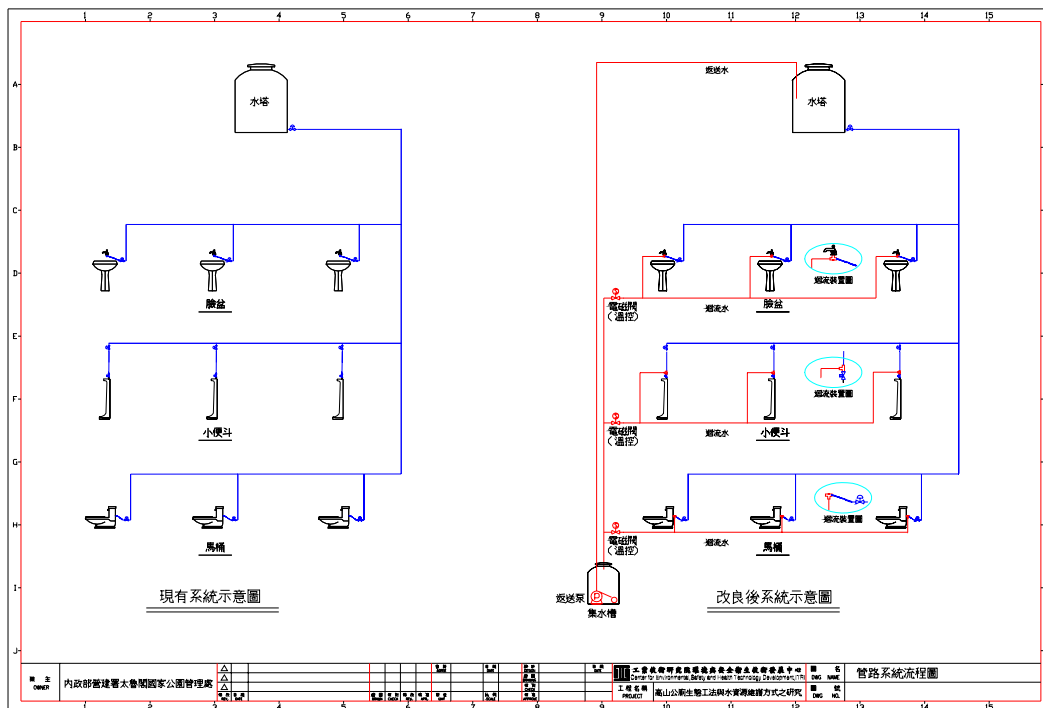


圖 (5.1) 配管系統改善方式

此種改善方式將增加工作項目如下：

1. 將配水管路改成鍍鋅鐵管，熱傳導性能較佳且強度較高，於適當距離安裝小型加熱器，當氣溫低於 4 即自動啟動電熱器，當水管溫度高於 10 即關閉加熱器防止管路凍結。
2. 將配水管路以絕熱材包複，防止熱量散失，降低操作費用。
3. 男用小便斗更換為無水封型式，以防止水封凍結，無法排水。
4. 現有馬桶改裝為寒帶地區型式避免水封凍結



5. 水箱設備則加裝一組小型加熱器，配合溫度控制自動啟閉系統以防止凍結。

6. 但部份地區如武嶺地區，因冬季水源凍結，無水可用，則須另設水回收再利用系統，將排放水經生物活性碳等高級處理方式，將回收水另配一中水道系統，專用於馬桶及小便斗清洗用水，此系統水源將避免與人體接觸。

目前處理設施於冬季將有缺水現象，可將污水經初級處理（化糞池）放流水，再經二級生物處理去除大部份污染物，最後經生物活性碳將污染物質去除之三級處理，去除色度及臭味等，最後經加氯消毒，則可達到水回收再利用目的，以現有污水處理技術，均可達成。不但達到回收水再利用，同時也無污水排放污染問題。其放流水回收再應用處理程序如下所述：

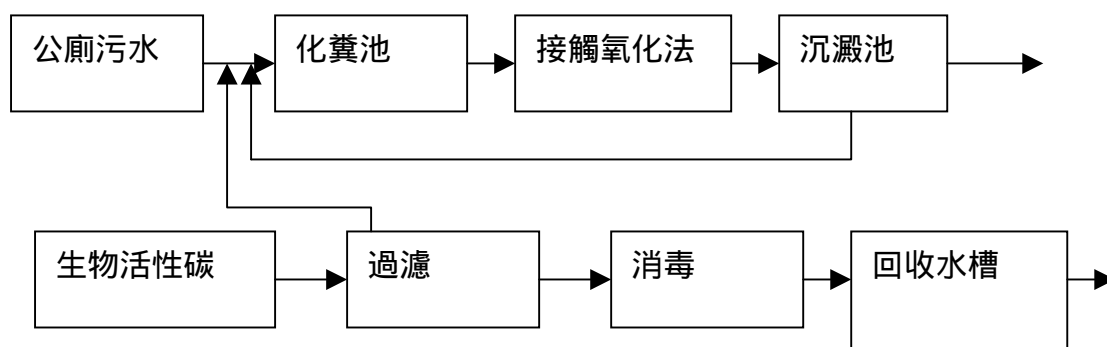


圖 5.2 公廁用水回收流程圖

本區公廁原始設計未能考慮高山地區特有低溫狀況，因此於冬季凍結或缺水則無法可用，同時污水處理以化糞池方式設計，處理性能效率

差已不符合現行排放標準，須增設二級處理系統及高級處理系統，才可能將水處理至現行水源區之排放標準或回收再利用。但以本案改善方式，將耗費金額較高，且缺乏處理設施場所。其困難度較高，改善費用將比重新建造更龐大，因此以重新設計建造更為經濟。

## 改善方案（二）乾式公廁應用實驗

國家公園成立目的除了提供國人遊憩目的之外，更富有研究及教育等功能。因此至國家公園進行生態旅遊，也不存有美食享受或 5 星級服務之要求，因為此種服務相對耗費大量能源資源及產生大量污染。於推廣生態旅遊之同時，一種符合生態之人體排洩物處理系統，除服務遊客之外也可達到教育及保育功能。

乾式公廁應用微生物將有機污染物質分解，達到減量及安定化目的，因此須提供微生物最佳生長環境，快速繁殖、增長及新陳代謝，將有機物減量及安定化。因此微生物最佳生存環境之含水率為 60%，水份過高氧氣傳遞不易將形成厭氧反應，含水率過低將抑至微生物成長。但人體排洩物中水份含量 90% 以上，同時氮、磷等營養源含量也很高，因此將以添加木屑及稻殼等以調整含水率及碳氮比等，以創造微生物最佳生長環境。乾式公廁主要設施及功能如下表所示：

表 5.2 生態化乾式公廁設施

主要機構及材料	設施名稱	功能
填充材	木屑 稻殼 腐熟堆肥	水份調整 微生物添加
攪拌裝置	馬達、減速機、攪拌軸	混合 通氣
溫控裝置	電熱、溫控裝置、保溫材	固定溫度利於微生物成長
污防設施	排風扇	改善室內空氣 提供微生物氧氣
安全裝置	電燈開關 攪辦機停止裝置 自動計數裝置	提供照明 使用中自動停止 人數統計
維護保養	堆肥清除	過量堆肥清除再利用

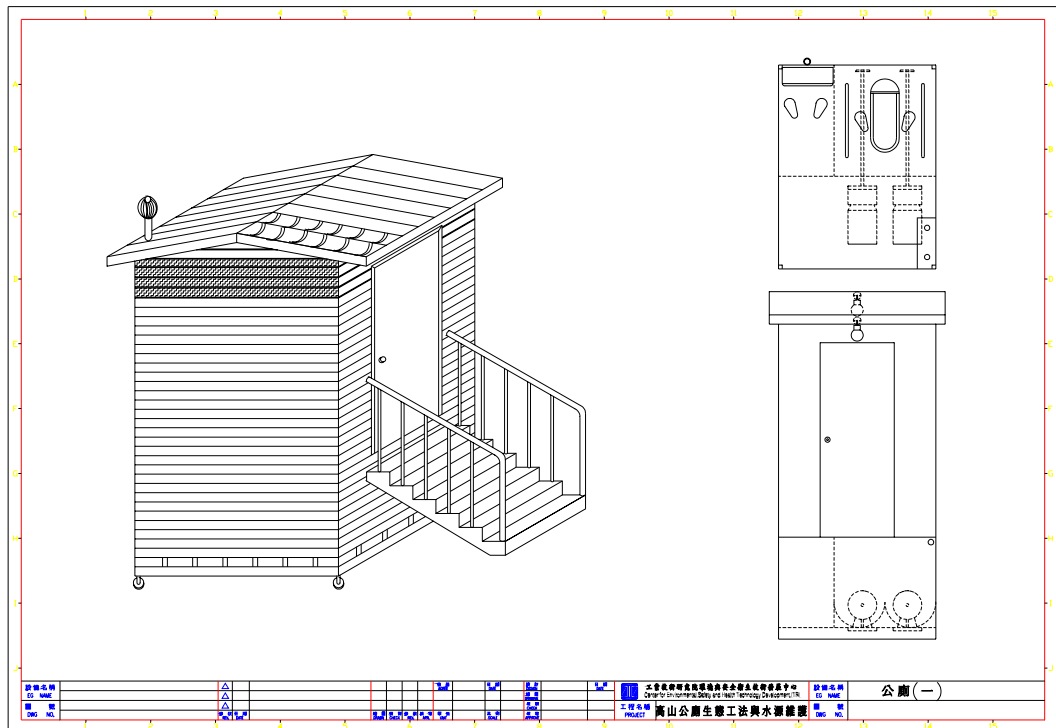


圖 (5.3) 乾式公廁施工圖



圖 (5.4) 生態化乾式公廁內部-1



圖 (5.5) 生態化乾式公廁內部-2



圖 (5.6) 乾式公廁完工圖



圖 (5.7) 遊客使用乾式公廁

生態化乾式公廁應用機械化之補助，讓微生物於最佳生長環境下，應用微生物將人體排洩物將之分解消化及安定化，於微生物作用同時產生熱能，將水份蒸發，達到減量及安定化功能。本機構主要功能及結構如下：

a. 污染防製設備

乾式廁所因無水封裝置，為避免醱酵區內氣體滯留於如廁空間，將以排風機將氣體排至室外，新鮮空氣將經由馬桶及小便斗再向下進入處理區，改善如廁空間空氣同時也提供微生物生長所須氧氣。

b. 自動攪拌裝置

微生物成長時含水率 60 % 左右，將是最佳作用狀況，因此應用自動攪拌裝置，將人體排洩物與木屑菌種等攪拌均勻，調整水份及與空氣均勻接觸，以加速反應速率。

c. 自動溫控裝置

合歡山地區於冬季溫度降至零度以下，乾式公廁雖有保溫裝置，但為維持微生物最佳生長狀況，因此適當加熱將有維持系統穩定運轉之功能，因此設計有自動加熱系統，維持適當溫度。

#### d. 自動計錄裝置

風景區旅遊人口受天候及季節影響非常大，公共廁所服務人數其尖離峰人數差異非常大，本次實驗將裝設一套自動計錄裝置以計錄每日使用人數及累計全程使用人數。

### 5.2 實驗進行結果

本實驗型生態化乾式公廁，於 8 月底運至武嶺地區，9 月初安裝完成開始進行試用及測試，至 12 月中已有依自動計數裝置統計已近有 7000 人次使用本廁所，不定時同仁前往查看，確定各項設備運轉維持良好狀況同時委由新竹林管處合歡山莊派員，維護設備之整潔，以方便遊客使用。但本設備於 12 月底曾遭人為破壞，將底板敲破、將通風管及門鎖等破壞，造成使用人數無法確認，但已修復繼續提供服務。

本實驗型生態化乾式公廁將以微生物將有機廢棄物減量及安定化，達到處理功效。因此由微生物活動狀態所顯現狀態以評估其活動狀態是否良好。微生物進行活動將因新陳代謝等，提昇其溫度，因此以溫度為最簡便量測方法。同時分析水份及有機質以判定為生物生存環境是否適合，因此進行操作狀況量測，以了解

其運轉狀況，經由不定期至現場量測，其操作狀況如下表。

表 ( 5.3 ) 乾式公廁運轉現況

時間	外界溫度	槽內溫度	水份 %	有機質 %	使用累計
91.09.05	13	35	40	90	啟用
91.10.17	12	53	44.6	88.2	550 人
91.11.12	13	36	68.7	87.4	1010 人
91.11.28	4	35	65.4	85	1920 人
91.12.29	0	35	63	85	6753 ( 門鎖破壞無法統計 )

經 4 個月之運轉，已有進 7000 以上人次使用，由以上分析數據顯示，槽內微生物作用正常。槽內外溫度差可達 40 以上，顯示微生物作用良好，本套系統雖有設定保溫系統為 35 ，但槽內溫度維持於設定溫度，因此正常運轉狀況下。微生物活動最佳狀況為含水率 60-30 % 之間，在此範圍外不利微生物生長，運轉 3 個月，目前水份雖偏高，但已作適當調整通風量以降低水份，但 12 月接連 3 波冷氣團帶來瑞雪，造成合歡山人滿為患，因武嶺公廁封閉所有遊客使用本實驗公廁，因處理量暴增無法即時完成消化，因此服務品質降低，仍可應付雪季之環境。



## 六、高山地區公廁設施規範

臺灣雖處亞熱帶地區，但於高山地區，冬季仍下雪，因此其高山地區公廁設備之設計及興建，其規範將與平地將有所不同，同時為維護水源區之水質及避免二次污染，符合法令之要求，因此舊有之化糞池規範以不符合現行法規需求，不得再延用。因此於高山地區之公廁應有其特殊之規範以符合當地特殊需求。

1. 適用地區：本規範適用地區為冬季有下雪或氣溫降至 0 以下，將有結冰現象之區域。
2. 目的：本規範之目的在於規定於高山地區公廁處理人體糞便之方式，各項設施應有設備標準及施工方式。
3. 處理設施：為達到現行排放標準應以現行建築技術規則生活污水處理設施標準，作為處理設施設計依據。或採用乾式廁所等無污水排放設施，禁止使用化糞池之設計或設施。
4. 高山公廁興建，應考慮冬季結冰地面濕滑現象，樓梯踏板等人行步道，應以格柵板等設施，防止積水結冰。
5. 各項輔助設施應考慮低溫寒害造成人體接觸不適，如樓梯扶手應以木質材料或適當保護設施，避免人體直接與鋼鐵接觸。
6. 高山公廁之興建，外觀應經適當規畫設計與當地景觀協調，不得有突兀現象產生。

## 6.1 高山公廁應用污水處理設施處理

處理原理：將人體排洩物經由沖洗用水自便器上沖洗至處理設施，再應用物理、生物等方法，將污水達到淨化，符合標準後再排放，同時污泥須經適當處理自污水中分離後須經適當處理。應用污水處理設施應位於水源充足區域，如有缺水可能則不適用此種設施。

1. 採用生活污水處理設施，其處理程序、各項設備及容積計算需符合建築技術規則生活污水處理設施相關規定。
2. 生活污水處理設施排放水質標準應符合現行法令標準，如公廁位於水源水質保護區，其排放水質氨氮須低於  $10\text{mg}/\lambda$ ，正磷酸鹽須低於  $4\text{mg}/\lambda$ 。
3. 於冬季管路有凍結之處，所有管線應埋設於不凍層以下。延伸至地面之管線應以電熱防止凍結，同時加以保溫防止熱量散失。泵浦、閘類等設備，除保溫外應加以適當熱源如電熱絲或暖氣等設備，維持一定溫度。
4. 高山公廁衛生器材應選用寒帶設施標準，馬桶存水灣應位於地底不凍帶，防止凍結造成阻塞；或將存水灣以電熱裝置設施防止凍結。
5. 高山公廁沖水管線應埋設於不凍帶或加以保溫，水箱僅於沖水前

灌注沖洗用水，用後將積水排空防止凍結。將水箱進水閥關閉，應同時將管線中殘餘水放空裝置，避免殘餘水將管線阻塞。

6. 應用污水處理設施處理污水，應具有定期將污泥抽除之設施及設計定期清運之時程。

## 6.2 生態化乾式公廁選用設計規範

生態化乾式公廁應用固態醱酵原理，將人體排洩物經由填充材及堆肥等經由適當攪拌及通風設計，應用微生物將人體排洩物有機成份分解為水份及二氧化碳排放，達到減量及安定化功能，此種處理程序不須用水沖洗及不排放污水，因此可應用於水源保護區及缺水地區全年皆可應用。

1. 應用生態化乾式公廁，應有室內空氣循環裝置，以排風管將空氣從室內向下經由醱酵槽再由通風管排出，維持室內空氣新鮮及提供微生物生存所須氧氣。
2. 生態化乾式公廁應有攪拌裝置，提供糞便、副資材、及堆肥充份混合，以調整其水份及促進醱酵。
3. 生態化公廁應有適當能源供應，應用於照明、通風、攪拌或保溫應用，能源供應以現場狀況決定使用台電電力、風力或太陽能。

4. 生態化乾式公廁醱酵槽最少應有 10 公分厚之保溫材料，防止熱量散失，保溫材可選用矽酸鈣、玻璃棉等絕熱良好材質。
5. 乾式公廁所應規畫定期取出內部堆肥，應以實際狀況決定清運頻率，但清除頻率不低於 6 個月 1 次，。取出之堆肥應加以二次醱酵之作用，經 60 以上高溫至少 3 天以上，以確認作為堆肥使用安全，產生堆肥應以景觀綠化應用為限。

## 柒、建議

合歡山地區是國內多條重要河川發源地，因此公共廁所污水若處理不當，將直接影響至下游河川之飲用、遊憩及觀光之功能。經由此次乾式公廁之實驗證明，以無污水排放之乾式廁所是一種可行方式，因本次實驗時間較短，僅遇到短暫雪季，因此實驗所得數據尚無法十分整，但在實驗過程中也有些建議供管理單位參考。

### 1. 電源供應問題

本次計畫地點為武嶺地區舊公廁旁，因乾式公廁須要有通風、照明及翻堆之功能，以促進排洩物發酵及防止臭氣之產生，但實驗地點並無 220 伏特電源，因此本次實驗只好自行距將進 1 公里外之抽水站將電源接至實驗地點。除增加線路、增壓器、變壓器之費用外，受限於經費因素，無法將電源線標準化妥善處理，同時本區電力不穩定，停電機率高，影響公廁之服務品質。未來於高山或偏遠地區，將可考慮以風力或太陽能作為未來動力來源，將可得到穩定能源供系統操作，同時以綠色能源之使用，作為國家維護生態之表徵。

### 2. 公廁改善事宜

合歡山地區屬太魯閣國家範圍內，因此園區內之建設均須特別慎重考慮，以免破壞當地之景觀與生態，因此合歡山地區目前雖有公廁急待改善之壓力，但新建公廁則考慮因素較多可能無法短期內改

進。經評估合歡山地區各公廁，以合歡山莊公廁為 2 層樓之結構，頂樓為觀景台，2 樓為男女廁所及洗手台，底層一樓為水槽及化糞池。本計畫曾分析本公廁之排放水質，不符合現行排放標準，超過甚多。同時位於合歡山溪及立霧溪上遊水源地，已有污染之可能。同時本公廁其馬桶及小便斗於冬季因結冰，造成堵塞，整間廁所無法使用，造成遊客不便及合歡山莊之困擾。但如將本公廁更改為乾式公廁，僅須將第 1 層之儲水槽及化糞池清除，更改為醱酵槽，第二層所有馬桶及小便斗更改無水封裝置，加強通風設計，因此無須更動主體結構及外觀，即可改善為乾式公廁，應可避免景觀破壞而達到改善環境衛生及保護水源之功效。



圖 7.1 合歡山莊現有公廁外觀

### 3. 水源保護應整體考量

合歡山地區已有眾多建設，如合歡山莊、松雪樓及寒訓中心，每年都有為數眾多遊客及眾多工作人員於此地活動，因此將公廁改善可達到減低部份污染之功能，但水污染源還包括廚房、浴室等皆為嚴重水污染源，但要達到水源區整體改善功能，應將本區內所有活動場所將產生之污染合併處理至符合排放標準，再放流以達到整體改善之功能。

### 4. 生態旅遊推廣

合歡山地區雖四季各有不同風貌，整年度皆有遊客上山旅遊，但仍以冬季下雪最為吸引眾多旅客，雪季當天將可擁入 1 萬 5 千多人，除造成交通阻塞，因遊客眾多，公共設施不足造成服務品質降低，也為當地生態環保，造成一定程度傷害。合歡山區屬於國家公園範圍內，因此不適用於遊樂園區大拜拜、走馬看花觀光方式，應以生態旅遊規畫，提供認識動植物、生態等方式，供遊客知性之旅。如能擴大生態旅遊活動，降低雪季尖峰遊客人數將可提高公園內旅遊品質。

### 5. 生態化乾式公廁應用

91 年底接連幾道冷風，讓合歡山連續飄上幾場瑞雪，如往年一樣大批遊客上山，因武嶺地區公廁結冰封閉後，所有遊客只能應用實

驗性之高山公廁，因原始設計處理容量一天約 200 人使用，但雪季時僅有此公廁可應用，每日使用者不斷，造成廁所過載使用，因此降低服務品質，同時此公廁位於武嶺地區，平日入夜後人員稀少，，地板及通風管等因此遭人為破壞，造成服務品質不良。因此以實驗性設備作為尖峰時刻處理設施，原已超過其原始設計容量及功能，無法與正式設備作同樣比較。



## 八、結論

生態化乾式公廁於國外已應用極為普遍，如日本富士山及美國多處國家公園，都採用此種設施以保護生態環境，不但有保護水源及教育民眾生態環保觀念，更具有永續發展教育之功能。但在台灣地區此為第一套系統，初步驗證為可行方案，因此日後如能應用於高山地區如合歡山、雪霸、或玉山及重要水源保護區如翡翠水庫、石門水庫、寶山水庫等地區之公廁，將可達到改善水源區污染及冬季高山公廁結冰無法使用之問題。但生態化乾式公廁不使用清水沖洗，因此對於便器之清潔維護作業較困難，使用環境將有

國家公園主要目的再於研究及保育，因此要具有生態及永續發展概念，因此教育民眾以生態旅遊觀點來接近大自然，不應以傳統觀光心態至合歡山旅遊，應以生態旅遊或深度旅遊方式，進行與大自然接觸及學習，因此未來相關設施興建除要有生態保育作法，如何導正國人以往旅遊習慣，將是未來努力宣導重點。

## 九、參考資料：

1. 謝衣鵠、吳星瑩、林慶福，「微生物再生法處理車量廁所之研究」，微生物與生物技術及農業生產 P333-347，楊盛行編 中華民國微生物協會 1988
2. 溫清光、李志賢、蘇煌池、吳世榮，「污水下水道普及前減輕河川污染負荷之應急措施-自然淨化之應用與強化」，P89-99 下水道工程研討會（1995）
3. 太魯閣國家公園管理站網頁資料
4. <http://www.taroko.gov.tw/FEAST/geography.html>
5. 歐陽嶠暉、王鯤生、韓光榮、洪嘉謨、李亮三，廢棄物能源利用規劃報告，經濟部能源委員會研究報告，（1999）
6. 蔡宜峰、黃祥慶，不同有機資材及通風量對堆肥中營養要素之影響，台中區農業改良場研究彙報，第 43 期，（1994）
7. 楊秋忠、蘇秋華，有機質分解產物對土壤養份與作物生長之研究，堆肥技術及其利用研討會，（1994）
8. 張思凡，「都市生活污水處理廠污泥資源化再利用之回顧與展望」，中華民國環境工程學會會刊，第 11 卷，第 2 期，59~80，（2000）。
9. 張小道、陳國帝、鄭維薇、陳榮耀、陳文卿，本土型軌道式污泥穩定系統研究，第十三屆廢棄物處理技術研討會，（1998）
10. 楊盛行、鍾仁賜、魏嘉碧，臺灣省北部農家禽畜廢棄物堆肥化之性質探討，中華生質能源學會會誌，第十八卷，第一、二期，（1999）