

出國報告（出國類別：實習）

新興電廠整體景觀規劃與營造

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：江庭瑋

派赴國家：日本

出國期間：107年10月29日至11月3日

報告日期：107年12月27日

目錄

壹、出國目的	1
貳、出國行程	3
參、工作紀要	4
一、大阪市環境局舞洲工場簡介	4
(一)舞洲人工島上的垃圾焚化廠.....	4
(二)百水先生的建築設計	6
(三)舞洲工場設備介紹	7
(四)舞洲工場的景觀設計	9
二、大阪瓦斯公司簡介	14
(一)大阪瓦斯公司(OGC)與大阪瓦斯工程顧問公司(OGE)	14
(二)OGE 公司在景觀上的作法	15
(三)OGE 公司對舞洲工場及台電公司景觀規劃的看法.....	16
肆、心得與建議	18

壹、出國目的

因為以往社會情勢以經濟發展為重，蓋電廠只注意效率與效益，忽略了對周遭環境的影響，而現在經濟發展到一定程度，生活品質提高，大家也開始注重健康、生態保育與視覺美觀等等，所以我們不希望現在蓋出來的電廠還是四四方方的工廠廠房，也不希望煙囪是很突兀的視覺障礙，台電在十年前左右開始導入設計的思維，與生態永續的理念，希望讓運轉時效約四十年的電廠，能在大家印象中留下美好而不是骯髒的回憶。

在新興電廠的規劃初期，台電公司會進行全廠的景觀規劃，使未來新電廠能以嶄新的風貌呈現。因此，新電廠的景觀規劃能力有必要汲取國外新觀念及新思維。

大阪舞洲工場是一座垃圾焚化處理廠，兼具發電功能，在 1990 年代，日本政府為了爭取 2008 年奧運主辦權，在舞洲人工島上進行大規模建設，當時特別請來奧地利的國寶級藝術家百水先生(Friedensreich Hundertwasser)，為舞洲垃圾焚化廠以及旁邊的污水汙泥處理廠做設計，在百水先生的設計理念下，創造出了彷彿童話故事般場景的一座建築，用黃色和紅色的條紋象徵著燃燒的烈焰，曲線和綠色植物的設計，減少了鋼筋水泥建築帶給人的冰冷感覺，體現了建築與自然的融合。這座大阪人引以為豪的垃圾焚燒發電廠矗立在人工島上，如今已然成為大阪市獨樹一幟的地標性建築。

這次出國計畫安排實際到舞洲工場參觀，體驗一下這座建築現場的視覺感受，並與工作人員討論關於營運方面的問題，由於工廠參觀只有日文解說，因此藉由這次機會，也與大阪瓦斯工程顧問公司聯絡，除了請對方協助舞洲工場參觀，也在天然氣接收站規劃等方面做交流。

大阪瓦斯工程顧問公司目前正在參與本公司台中新建燃氣機組新建計畫，負責天然氣接收站的技術顧問服務。該公司對於 LNG 接收站之相關規劃、設計施工營運，具有豐富經驗，這次出國行程安排至該公司總部討論對於 LNG 接收站景觀規劃之考量，並且也請對方以身為大阪市民的觀點，評論舞洲工場的景觀設計，藉由了解不同觀點所發展出的想法，採納值得學習之處，讓規劃的考量可以更完善，成果效益能更趨近完美。

本次赴大阪拜訪大阪瓦斯工程顧問公司及參訪大阪環境事業局舞洲工場，透過現場觀摩、實質討論及經驗交流回饋，汲取新興電廠景觀規劃觀念與技術，作為本公司新興火力電廠規劃及推動之參考。

貳、出國行程

時間	地點	工作概要
107.10.29	台北 → 大阪	往程
107.10.30、31	大阪	大阪瓦斯工程顧問公司總部座談
107.11.1	大阪	參訪舞洲工場
107.11.2	大阪	大阪瓦斯工程顧問公司總部總結會議
107.11.3	大阪 → 台北	返程



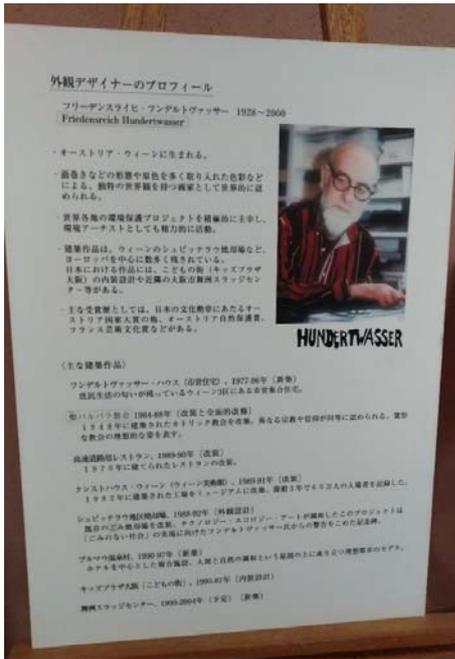
↑ 圖 2 舞洲工場的外觀，充滿童話故事般的繽紛色彩。



↑ 圖 3 電廠參觀動線的入口，彷彿公園的大門；遠方是同樣由百水先生設計的舞洲淤泥處理中心。

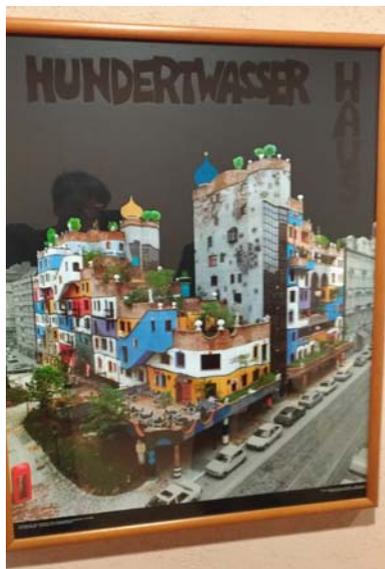
(二)百水先生的建築設計

百水先生本名 Friedensreich Hundertwasser，又譯佛登斯列·漢德瓦薩，1928 年出生於維也納，他的設計理念不喜歡直線，大部分作品都由明亮的色彩和彎曲的線條組成，他在生活中也反對刻板的標準，常常一腳皮靴一腳涼鞋，或兩只襪子顏色反差極大。



← ↑ 圖 4、5 舞洲工場走廊上掛著的海報，介紹百水先生對此工廠的設計理念及其他作品。

↓ 圖 6、7 下方兩張圖是 1980 年代所蓋的百水公寓，左邊是完工時，右邊是過了十幾年樹蔭濃密的樣子，是百水先生著名的代表作。



→圖 8 工廠內這座模型就是 1992 年建成的維也納遠程供熱中心 (The Spittelau waste incineration plant)，百水先生在維也納的其他著名建築作品還有維也納藝術館、羅格納溫泉酒店等。



(三)舞洲工場設備介紹

舞洲工場於 2001 年完工，這座廠房的整體造價為 609 億日圓，其中設計費為 6000 萬日圓，廠房為地上 7 層、部分地下 2 層的鋼筋混凝土結構，佔地面積 3.3 萬平方米，如今這座建築已成為大阪市獨樹一幟的地標性建築。

工廠裡有兩座焚燒爐，一天的垃圾處理能力最大為 900 噸。

垃圾的處理流程，從投放口投入垃圾儲池開始，工作人員在垃圾吊機操作室通過遙控將垃圾運到倉斗準備進入焚燒爐，焚燒爐內配有給塵裝置、乾燥火格子、燃燒火格子、後燃燒火格子的設備，每個火格子都由固定火格子及可做往返運動的可動火格子構成。垃圾被投入

投放倉口後，經給塵裝置被逐步送往乾燥火格子的上部，乾燥後在燃燒火格子內經過燃燒，被送至後燃燒火格子，在這裡被完全燒成灰燼。燃燒後，垃圾體積約是燃燒處理前的二十分之一。

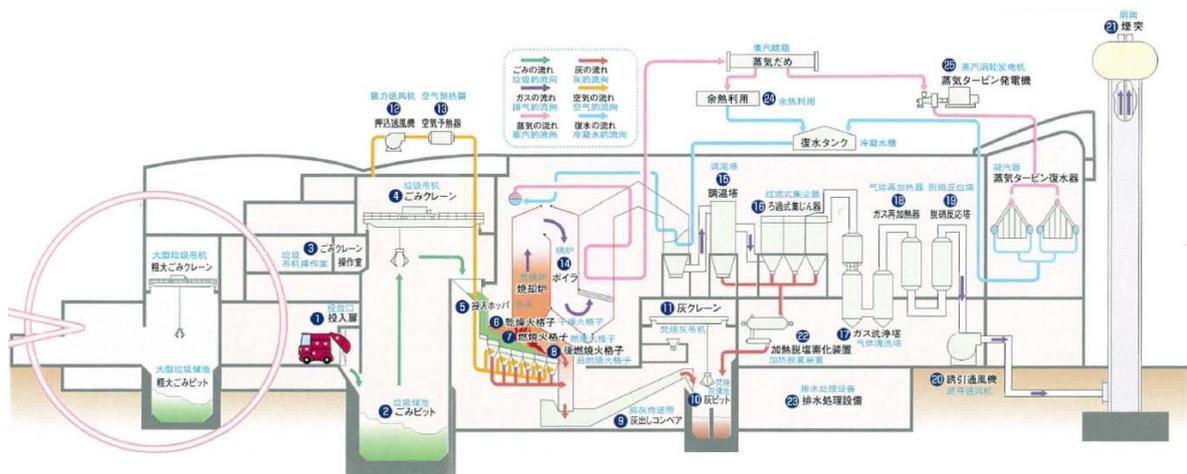


↑ 圖 9 燃燒後的垃圾體積約是燃燒處理前的二十分之一。

垃圾焚燒灰會排入用水密封的排灰傳送帶，經過冷卻後，被送往焚燒灰儲池，用焚燒灰吊機將儲池內的焚燒灰搬運道卡車上，送往垃圾填埋場。

空氣的供給用強力送風機吸收帶有垃圾儲池內的惡臭氣體成分的空气，在空氣預熱氣內經過約 180°C 高溫加熱後，作為燃燒用空氣從各火格子下部被送往焚燒爐。

燃燒氣體的溫度約在 850°C 至 950°C 左右，為此，先用鍋爐吸收熱量，使溫度降到 200°C，然後送往調溫塔繼續降溫到 150°C 左右，用過濾式集塵器將經過降溫的廢棄氣體中的灰燼吸除，然後在氣體清洗塔內除去氯化氫和硫氧化物。之後，氣體再加熱器內用 230°C 進行加熱，在脫硝反應塔內除去氮氧化物。排氣經過淨化，通過疏導通風機被送往煙囪，排放至大氣中。



↑ 圖 10 垃圾焚化處理流程圖

被過濾式集塵器除掉的灰燼在加熱脫氯裝置經過 400°C 的加熱，將灰燼中的戴奧辛類物質分解掉，再經處理後變為無害物質。處理廠內部產生的排水也經過處理設備凝聚、沈澱、過濾後排入下水道。

鍋爐內產生的蒸氣提供給舞洲淤泥處理中心，處理廠內的供暖系統、熱水以及對洗淨後的排氣進行在加熱等，提供給迴轉式粉碎機，有效利用剩餘蒸氣進行發電，全面滿足了處理廠內的用電需求，剩餘的電力還輸送給電力公司。

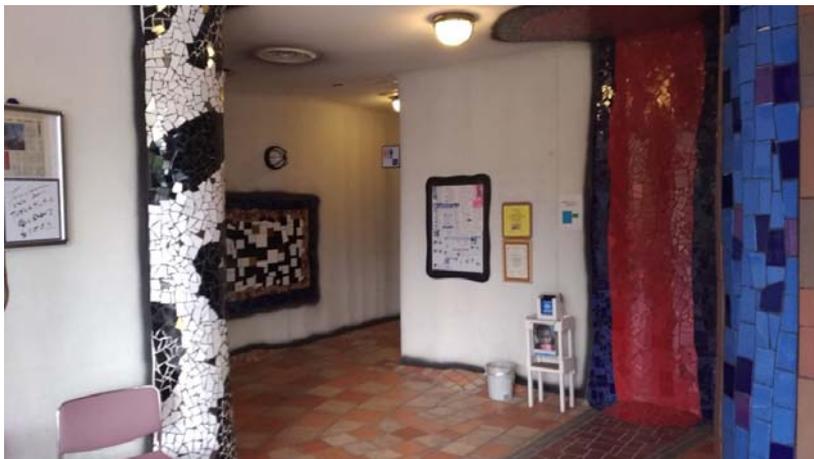
(四) 舞洲工場の景觀設計

舞洲垃圾焚化廠的外觀設計，其主題在於讓整個建築作為一個技術、生態、藝術相融合的象徵，並在社區內落戶生根。自然界中沒有筆直的線條，也沒有相同的事物出現，因此作者在設計中刻意用曲線描繪，此外，為了表現建築物與自然的和諧，設計中還採用了大量的綠色植物。建築表面的紅色與黃色的線條象徵著廠房內部燃燒的火焰。



↑ 圖 11 舞洲工場的設計圖樣

除了室外繽紛的色彩之外，參觀者從大門進入到室內，就能看到入口大廳和電梯廳的牆壁地面也都是充滿百水先生風格的活潑線條。



← 圖 12 電梯廳牆面和地面線條活潑的磁磚

→ 圖 13 入口大廳的有趣圖案



而整個參觀路線規劃成宛如博物館一樣的空間，導覽員會先帶遊客到一個房間看簡短的介绍影片，然後沿著動線是舞洲工場、維也納遠程供熱中心和舞洲工場垃圾內部設備的模型。



↑ 圖 14 舞洲工場外觀模型



↑ 圖 15 舞洲工場垃圾處理設備模型

在工廠內有許多大片的玻璃櫥窗，可以看到垃圾儲池、垃圾吊機與操控台、發電設備外觀及控制室等，沿途穿插一些展示品、告示牌以及可提供解說員與遊客互動的或休息的空間。



←圖 16 玻璃櫥窗讓遊客可看到一部分垃圾處理流程

→圖 17 童話故事風格的告示牌，十分受到前來見習的學生們喜愛



←圖 18 參觀動線間的影音展示空間，也是導覽員與遊客互動的地方

在室內的講解結束後，會從位在屋頂的戶外花園，沿著蜿蜒的斜坡路走到出口，不但讓人覺得心曠神怡且放鬆心情，也讓人在最後還可以深刻的體驗與回味百水先生熱愛自然活潑曲線與色彩的設計風格。



←圖 19 熱愛自然的百水先生，在工廠屋頂設計了一個蜿蜒的公園步道，讓遊客離開時還能慢慢回味

→圖 20 百水先生設計特色之一就是每扇窗戶都不一樣，他稱此為「窗子的權力」理念



根據廠方介紹，工廠裡全部設備都是 2001 年 4 月建成時使用的設備，迄今從未更新淘汰過，然而到現在絲毫未顯落後，走在焚燒場裡，最直觀的感覺就是聞不到臭氣、聽不到噪音。要隔離噪音不難，但要消除臭氣卻不容易，為了避免臭氣洩漏，工廠在頂部安裝了強力抽風機，把臭氣收集起來後，經過預熱程序，送往焚燒爐底部，所以舞洲工場不只是外觀上受歡迎，在營運上也十分親民，這就是一個跟附近居民、景觀與環境和諧相處的很好的典範。

二、大阪瓦斯公司簡介

(一)大阪瓦斯公司(OGC)與大阪瓦斯工程顧問公司(OGE)

本次前往位於大阪市的大阪瓦斯工程顧問公司(Osaka Gas Engineering，以下簡稱 OGE 公司)總部，與海外事業部山上俊部長及町田宇市郎擔當部長會面，介紹台電公司目前台中電廠新建燃氣機組計畫的景觀規劃，再討論大阪市與舞洲工場的景觀規劃，並聽取 OGE 公司對於景觀方面的規劃與想法。

OGE 公司成立於 1978 年，由大阪瓦斯公司(Osaka Gas Co.,LTD，以下簡稱 OGC 公司)的工程部門獨立而成。該公司有超過 30 年工程實務經驗，並有來自大阪瓦斯集團在天然氣及相關產業多年累積之知識，可提供客戶全面性的工程解決方案，主要的服務項目有下列範疇：

1. LNG 工廠技術：提供 LNG 接收站設備方案，如規劃、工程、採購施工運轉及維護。
2. 管線技術：提供尖端科技之管線維護術，如防蝕精密調查、遠端監視、統合理設管線地圖等，確保供氣安全。
3. 維修技術：如 LNG 相關設備更新、老舊管線儲氣、球槽檢查大修等。
4. 能源技術：如以天然氣或 LPG 作為原料的緊湊型氫氣發電機、瓦斯壓力回收發電、沼氣發電等。
5. 環境技術：提供環境保護技術，如廢氣處理、廢水處理、土壤改善等。

OGE 公司有相當多的海外計畫實績，在 LNG 方面的經驗豐富，如韓國 Tongyeong LNG 接收站興建、韓國 Gwangyang LNG 接收站興建、西班牙 Sagunto LNG 接收站興建、台灣中油公司台中 LNG 接收站 16 萬公秉 PC (pre-stressed concrete)儲槽興建等。

(二) OGE 公司在景觀上的作法

在談到景觀規劃這個題目時，山上俊部長很直接的表達他們公司沒有這方面的專業人力及業務，相較於外觀的美感，OGE 公司較注重的是效率與安全的考量，如天然氣儲槽周遭一定距離內不能有喬木，以免影響消防作業，或是儲槽的色彩上，選用淺色的油漆以免吸熱影響儲槽的溫度。

至於民眾觀感上的問題，OGE 公司則表示這與台灣及日本的社會民情有很大的關係，在台灣民眾運動明顯比日本更加活躍，這在某些方面來說是好事，而在日本，雖然民眾也會有抗議，但在公共事務上較願意接受政府的安排。在大阪市的都市景觀計畫內很明確的劃分出山系、歷史街道、環狀線旁道路、灣岸等區域，而 OGC 公司的天然氣儲槽及電廠都屬於灣岸的工業區，因此只以淺綠色的油漆搭配一般儲槽使用的白色油漆作為天然氣儲槽及電廠的外觀美化，其餘在外觀上就是一般的廠房結構。



↑ 圖 21 大阪瓦斯公司泉北第一接收站

值得一提的是，2007 年是 OGC 公司成立 110 週年，在官方的慶祝活動中，特別將一艘液化天然氣油輪改造成「LNG DREAM」，將裝載液化天然氣的四個球型儲槽裝飾成魚、蟹、蝦、龜主題的藝術作品，每一個作品的尺寸約高 18.4 米、寬 43.4 米，並在大阪灣和澳大利亞碼頭停泊，向公眾作一次完整的宣傳。



↑ 圖 22 為慶祝大阪瓦斯公司成立 110 週年以貼紙裝飾的液化天然氣油輪「LNG DREAM」

(三) OGC 公司對舞洲工場及台電公司景觀規劃的看法

山上俊部長說，他自己就是舞洲工場附近的居民，對於舞洲工場的設計，本來當地的想法是，那不是他們日本人自己的設計，有點感到排斥，而對於焚化廠的汙染也有疑慮，所以當時也有一些反對聲浪，不過畢竟舊有的焚化廠問題更多，且大阪市相較於京都算是日本比較開放的城市，在舉辦過幾次公開說明會後，居民的反對也漸漸減少。

至於本公司台中電廠燃氣機組及天然氣接收站的規劃，在展示 LNG 儲槽的模擬圖時，山上俊先生和町田宇市郎先生都感到十分驚豔，紛紛強調期待看到實際

完工後的模樣，雖然他們擔心是否有其他成功過的案例，不過在我提供美國波士頓的 Rainbow Swash 案例後，他們就只提醒工期的配合，希望台電公司如果有確定的規劃內容要馬上知會 OGE 公司相關部門以免耽誤相關期程。

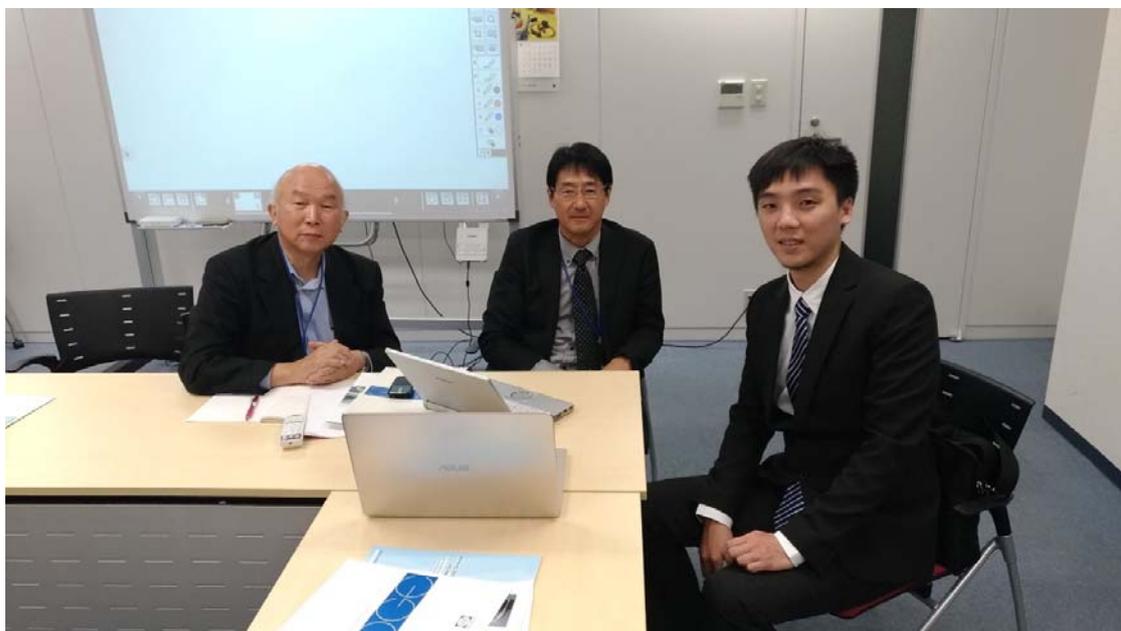


↑圖 23 1971 年建立於波士頓市區附近的 Rainbow Swash 天然氣儲槽。
(相片來源：<https://www.theboxerboston.com/blog/legend-rainbow-swash/>)

肆、心得與建議

景觀規劃，絕對不只在於外表的美觀，更重要的意義是對整體環境的調查與瞭解，配合施工的目的，研擬出最佳的設計，例如基地周遭的景色會是建築外觀色彩選擇的考慮因素，又例如濕度、風向、溫度等微氣候，會影響到建材或植栽的選擇。

在民國七零年代左右，因台灣正在從農業社會轉變為工業社會，本公司興建的大型電廠，所考慮的往往侷限在節省經費、施工效率與維護方便等方面，這些因素確實是當時最需要考量的，但隨著時代演進，這種規劃設計方式也該慢慢演變，增加不同的元素，人員日常作業的使用、對周圍生態的影響或與當地居民的互動等等，顯得越來越重要，所以近幾年的電廠在更新或新建時，都已經開始強調景觀的規劃。



↑ 拜訪大阪瓦斯工程顧問公司總部，中間為海外事業部山上俊部長，左邊為町田宇市郎擔當部長。

藉由本次至大阪拜訪大阪瓦斯工程顧問公司及參訪大阪環境事業局舞洲工場，提出以下建議事項：

- 一、除了建造經費，維護費用也是很重要的考量，在外觀規劃上，如果有採用色彩較鮮艷的圖案或顏色，按照以往用油漆的方式，難免過幾年就需要較大金額的維護費用，而舞洲工場採用陶瓷的材料，經過 17 年也不見有褪色的情況，值得本公司在設計時作為參考。
- 二、舞洲工場在規劃工廠內部時就把民眾的參觀動線考慮進去，包括大片櫥窗、人車分道、走廊廁所等牆面的裝飾還有各種利於參觀解說的設施及解說牌；近期本公司強力推廣綠色企業形象，並且許多電廠或區處本就有電力展示館等可提供環境教育的場所與設施，若在更新或新建電廠時就能將參觀動線與設施納入規劃，相信可以達到更好的效果。
- 三、舞洲工場當地人會有不希望由外國人來設計日本的電廠這種心態，台灣也該思考如何盡量保有在地特色，像台中電廠選用附近的水鳥意象作為規畫主題，就是一個不錯的方法，畢竟台灣生態的多元性也是一個國際出名的亮點，若將不同地區的電廠都以當地著名的動植物當規劃主題，串聯起來成為一個豐富的生態系，也可以當作本公司的一種特色。
- 四、由於本公司電廠新建或更新往往會因供電壓力而壓迫到施工期程，若是在外型或結構上做變化，往往會讓施工單位產生困擾，因此舞洲工場利用色彩鮮豔油漆與材質發揮藝術創意，在執行上的難度較低，對本公司施工而言可落實性較高，值得本公司參考。