

與會報導 地工技術分享餐會

近年地工先進陸續結束公職或任職，期望藉由「地工技術分享餐會」，讓地工先進累積的寶貴工程技術與研究成果得以分享，並透過聯誼交流達到經驗之傳承

主題 1：簡介熱蘭遮城及烏山頭水庫的興建工法(李德河教授)

主題 2：海外 EPC 統包工程經驗分享～以印度為例(陳福成總經理)

劉曉樺¹ 邱雅筑² 整理

地工技術分享餐會為國內大地工程界技術傳承與世代展望的經典系列活動，為持續推動地工技術及經驗傳承，值此歲末冬初之際，特別邀請李德河教授與陳福成總經理分別針對「簡介熱蘭遮城及烏山頭水庫的興建工法」及「海外 EPC 統包工程經驗分享～以印度為例」課題，為我們進行一場薪傳與蛻變的饗宴。

主題1：簡介熱蘭遮城及烏山頭水庫的興建工法

李德河 教授(成功大學土木系)

各位地工界的先進大家好，歡迎到臺南來，今天很榮幸來跟各位介紹在臺南附近和地工有關的古代構造物，一個是熱蘭遮城(安平古堡)，一個是烏山頭水庫。

圖一是荷蘭人畫的海圖，海圖是給航海人用的，地圖則是給陸地上走路的人用的。

在講熱蘭遮城前，我們先講一下荷蘭的歷史，荷蘭在1581年(明萬曆九年)宣布從西班牙獨立，荷蘭獨立後西班牙就不給他用里斯本的港口做貿易，荷蘭為了要創造海外貿易的團隊，於是在1602年合組聯合東印度公司。在1621年(明天啟元年)設西印度公司，與東印度公司差別即在西半球的時候用西印度公司，在東半球的時候用東印度公司；有趣的是，1624年東印度公司在臺南蓋了熱蘭遮城，同樣一年，在紐約蓋了紐約城，過了幾百年以後，那邊是世界貿易中心，我們這個地方是一個安平古堡，差這麼多！也就是說如果我們這個地方發展順利的話，應該會像紐約是一個世界的貿易中心。

荷蘭人想去拓展與中國的生意，就要在中國附近拿到一個根據地，當時最先想到澳門，但因為澳門是葡萄牙的，要從葡萄牙人的手中把澳門搶過來，可是怎麼搶都搶不到，最後就



照片一 李德河教授分享熱蘭遮城及烏山頭水庫的興建工法(臺南總理餐廳，2019.12.27)

離開了。1609年荷蘭人在日本的平戶建立據點，跟日本做貿易，但也比以往更渴望進入中國做貿易，1613年日本平戶商館長Hendrick Brouwer建議在臺灣設立基地。1621年在馬尼拉的西班牙人向國王建議應該佔領臺灣，1622年荷蘭東印度公司的艦隊司令Cornelis Reijersz又一次企圖佔領澳門失敗，然後就跑到澎湖，想在澎湖蓋基地跟中國做生意，但福建的中國官員告訴荷蘭，這個澎湖是我們的土地，你佔領了澎湖想跟我們做生意，這說不過去，所以你最好離開，他本來不想離開，後來福建的官員派了1萬名士兵，150艘船，去包圍澎湖，荷蘭人一看，他們只有1千多人，外面有這麼多的兵和船，怎麼打都打不過，所以只好離開，當時福建的官員告訴他說，你不要在澎湖，你到對面去，那個地方不是我們的土地，你去那邊我們不管你，所以荷蘭人就跑到臺灣來。

¹聯合大地工程顧問股份有限公司 ²中興大學水土保持學系

荷蘭人到臺灣繞了一大圈後，發現在臺江內海的外圍砂洲－臺窩灣島(或稱大員島，現在的安平)(圖一)，好像是一個不錯的地方，所以就選擇在大員島的端部蓋城堡－熱蘭遮城(Fort Zeelandia)(圖二)。大員以前名稱叫做Tayouan，也是臺灣名稱的由來。

臺窩灣島是一個長條形的濱海砂洲，再由風的作用在砂洲上形成一系列南北延伸的砂丘群(圖二)，熱蘭遮城便是蓋在這砂丘上最高的地方(圖三)，一開始的時候是一座具四個稜堡的一層樓構造物(圖四)。由1635年的熱蘭遮城鳥瞰圖(圖五)，顯示除了原具有四個稜堡的內城外，新建了一長條形建築。到1644年時，原來在砂丘頂具四個稜堡的內層已經變成具有三層構造物的頂層，外面還有增建(圖六)。

熱蘭遮城本來是蓋在沙洲的頂部，是一層樓，怎麼變成三層樓？因為他是向下挖，先蓋三樓，再蓋二樓然後一樓，現在我們蓋房屋是一樓二樓三樓蓋上去，他是三樓二樓一樓蓋下來，顯示當時荷蘭的土木工程技術還是不錯的。

接著來看熱蘭遮城的築城工程難題，蓋這個工程的時候，有什麼難題。荷蘭人在築城初期及擴建內外城時，所面臨的工程難題至少有2個：1. 在砂丘上蓋城堡？感覺好像不太對勁，如何選擇砂丘上城牆基礎的型式；2. 由上而下擴建，比我們現在還厲害，應該有開挖與

支撐的問題。

1. 在砂丘上磚牆基礎型式的選擇

熱蘭遮城最先興建的第一內城是蓋在砂丘的頂部，此處之土層必然是由均勻細砂所堆積而成，在地表附近的砂層必然是堆積較為疏鬆。

因第一內城是磚構造，具有四個稜堡及其間的城牆，紅磚牆厚約6英尺(1.8m)，除去胸牆高約12英尺(3.6m)，外城牆殘牆厚約1.3m，內側高6.6m，外側(含胸牆)高約7.4m，在均勻的疏鬆細砂地盤上要構築如此龐大的條形構造物，必然會面臨基礎乘載力的問題，甚至是不均勻沉陷的問題。所以在這個地方要蓋這麼重的構造，有什麼特殊的地方呢？

熱蘭遮城本來是圖三這樣子；到十九世紀的末期(圖七)，已經壞掉了，但一層樓的地方還在；到現在(圖八)，剩下來的這個是最完整的部分。

荷蘭人如何解決城牆基礎的問題並無史料詳加記載，現今第一內城也完全被毀，已無法由現地挖掘來觀察第一內城的基礎型式。

由1635年熱蘭遮城與長官官邸鳥瞰圖(圖五)，看Vlissingen稜堡下面(圖九)，牆壁應該是白色的，可是下方看起來是有黑色的塊石堆疊上來。接著到現在安平古堡的庭院看看(圖十)，可以看到很多上有殘留一些膠結物並且用過的六角形石頭(圖十)，這是來自澎湖的玄



圖一 福爾摩沙島及澎湖島海圖
(冉與江, 1997)



圖二 手繪大員設計圖
(冉與江, 1997)



圖三 热蘭遮城港口



圖四 热蘭遮城(版畫, 1635)



圖五 热蘭遮城與長官官邸鳥瞰圖
(約翰·芬伯翁, 1635)



圖六 1644年热蘭遮城細分圖
(作者不詳)

武岩，當年荷蘭人從澎湖撤退到臺灣時，也順便把一些石頭搬過來，拿過來再利用。

可以推想17世紀荷蘭人在第一內城的城牆底部甚至是基礎部分應是採用玄武岩巨石為主要材料，施工方法可能是先挖掘較城牆為寬的深溝，再對溝底土層加以夯實後排置玄武岩巨石，以灰漿澆置巨石間之孔隙形成基礎構造，而後在此巨石基礎上方砌疊磚牆。

至於第二內城及外城城牆之基礎型式又如何？藉由第二內城北側半圓形砲臺之基礎試掘(曾國恩，1999)及2003年中央研究院對外城城牆基礎之試掘(圖十一)，發現基礎並非使用玄武岩巨石，而是採用磚塊做為擴座基腳的方式為之。

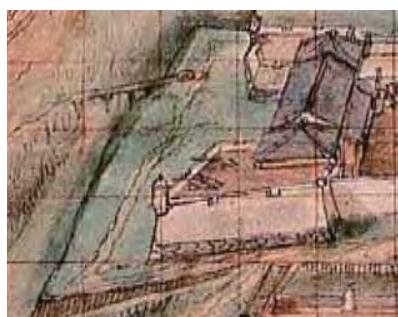
回頭看為何第一內城是用玄武岩巨石為基礎，而不是使用木樁為基礎最底層，且不是使用磚造擴座基腳，推估原因：1.建城初期木材大多由外地運入，不能大量使用；2.荷人剛從澎湖轉進臺窩灣，帶來許多澎湖城的拆除物料，包括玄武岩巨石；3.城牆建在砂丘上，會有立即沉陷的難題，但無長期沉陷及乘載力極端不足的問題(由附近之N值可知)。



圖七 1871年熱蘭遮城舊照
(約翰·湯姆森 攝)



圖八 热蘭遮城外城城牆殘蹟



圖九 Vlissingen稜堡放大圖



圖十 當今遺留在安平古堡內的古建材



圖十一 外城城牆基礎之試掘成果

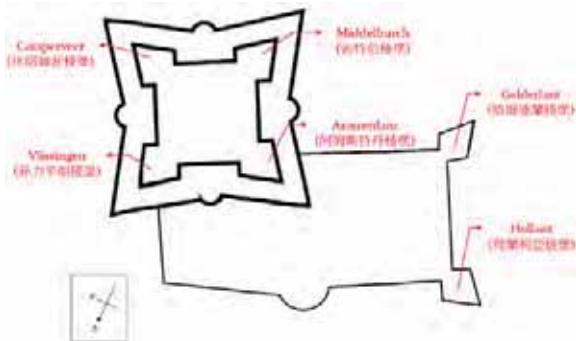
2. 由上而下築城時之開挖及支撐問題

在1633年時，位於砂丘頂部的第一內城已構築完畢，而後1633年到1640年底，則由砂丘頂部向下增建第二內城及最下方的外城(角城)。在興建第二內城時，勢必在第一內城的基礎外側不遠處向下開挖，挖到適當的深度(應大於12英尺)後再由底部向上構築第二內城的城牆。同樣地，在完成第二內城後，在適當的距離之外還須向下挖掘以建造外城(角城)。因此，我們可以想像，熱蘭遮城堡與原有砂丘之相對關係應如圖十二所示。

在第一內城的基礎外側不遠處向下開挖築牆，會遭遇何種難題？在「熱蘭遮城日誌(第一冊)」中有記載：1. 1637年10月3日「從上個月10日開始在這熱蘭遮城堡的斜牆的牆腳挖地，準備要把那斜牆砌成磚牆，用以防衛所有敵人的攻擊以後，……」；2. 1637年11月28日「在熱蘭遮城堡的Middelburch稜堡(圖十三)下面建造一個新的圓堡(rondel)時，該稜堡西牆雖然用一根堅固的桅杆支撐著，還是向外垮下來，壓在上述新造的工程上面，因此那些砌磚被壓倒很多……」。

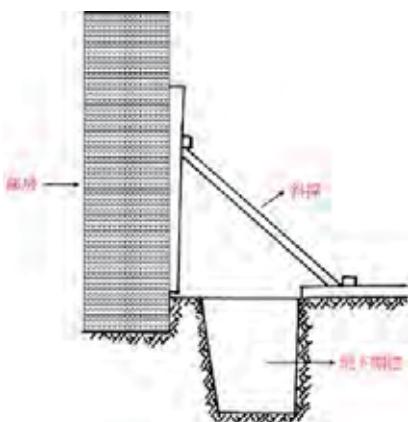


圖十二 热蘭遮城堡與原有砂丘之相對關係想像圖
(修改自阿爾布烈·赫波特, 1662)



圖十三 1639年熱蘭遮城內、外城平面示意圖

由此可見荷蘭人在建設第二內城時，是採用類似當今進行地下開挖時對鄰房牆壁用斜撐加以穩定的方法(圖十四)，惟亦有失敗倒塌損鄰的事件發生。



圖十四 鄰屋防護斜撐示意圖

接下來講烏山頭水庫(圖十五)，蓋的人是八田與一，他是日本人，1886年出生於日本石川縣金澤市，1910年畢業於東京帝國大學土木系，畢業後就直接到臺灣，在總督府裡面擔任土木科的技術人員。他曾參與嘉義、臺南、高雄等地上下水道工程與桃園大圳等工程，後來被任命到臺南，負責規劃設計供給嘉南平原的灌溉系統，灌溉範圍以北至濁水溪，南至曾文溪，灌溉面積約為15萬公頃。

臺灣的南部在旱季和雨季區別很明顯，如果那年雨季的雨下得少，隔一年大概沒有東西可以吃，所以要解決這個問題就必須要有一個蓄水庫提供水源來灌溉農田。

經過調查後，八田與一認為官田溪上游具有建造蓄水庫的可能性，可以同時解決嘉義跟臺南農地的灌溉來源問題。此外，因為西南部海岸都是近代沉積的，含鹽度很高不能利用，透過這個系統，灌溉後剩餘的水，也可以順便沖到海裡面，把這邊的土地洗一洗。

一個偉大的工程師，一定要有偉大的上司，工程師的能力很厲害，但是上面的人天天給你拐腳的話，你也做不了事情；反之，若上面的人全力支持，你可能就做了偉大的事情出來，所以不能只看八田與一很偉大，他的上司－山形要助也要給他拍拍手，因為好的上司才會支持你去爭取這麼大的經費做工程。

於是，八田與一在1919年向日本國會提出興建烏山頭水庫的計畫，國庫補助經費50%，剩下的50%，自己去喬，去借錢。在1920年開始施工，可是1923年日本發生關東大地震，地震後國庫就沒錢了，沒有錢的話水庫興建只好暫時停下來，停了幾年才又恢復，到1930年蓋好完工。後來，第2次世界大戰爆發，1942年日本政府想在菲律賓種棉花，所以派八田與一去調查，但那時戰事已經非常激烈，他坐的船才剛離開日本九州，就被美國潛水艦的水雷攻擊炸掉了，死掉時56歲。

到了1945年日本戰敗，美國投了原子彈，日本投降，八田與一的兒子也隨軍隊解散後在8月31日回到家中與家人團聚，隔天八田與一的妻子趁家人熟睡之際，跳入烏山頭水庫的出水口自殺身亡，那一天剛好是烏山頭水庫開工的25周年紀念，以上是八田與一的故事。



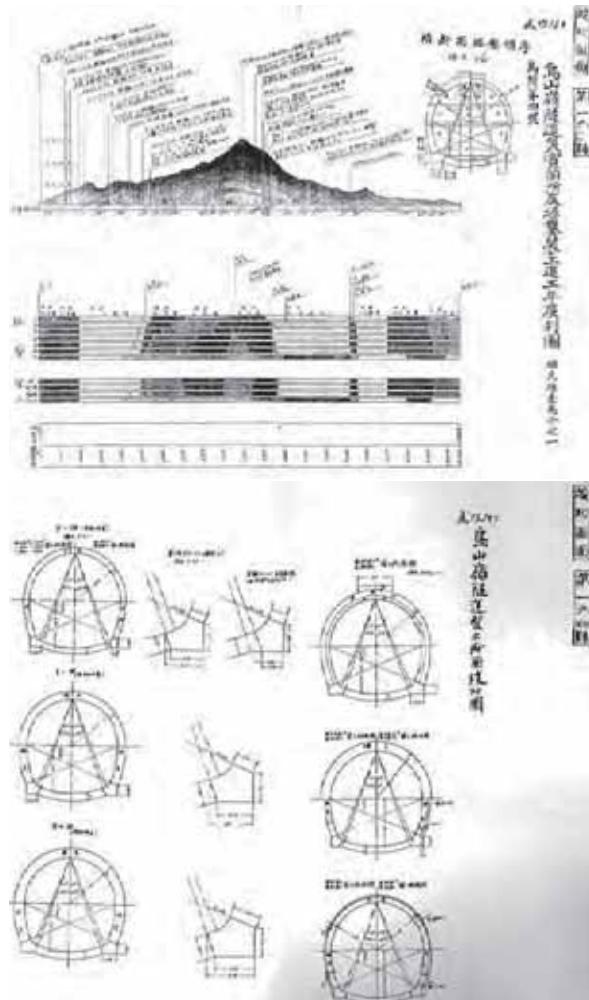
圖十五 烏山頭水庫位置圖

講完八田與一再來講烏山頭水庫的工程概要，烏山頭水庫係屬嘉南大圳水利工程之一。嘉南大圳主要工程有3個部分，包含水庫工程灌溉系統、引水隧道以及壩體等，可供給嘉南平原上15萬公頃農地的灌溉用水，其中在挖烏山嶺引水隧道的工程最困難，這個隧道在

施工過程會碰到天然氣，因為天然氣引爆，死了很多。烏山嶺隧道長度3,107公尺，高寬皆為5.46公尺的馬蹄形斷面，縱坡1/1,200，設計流量每秒50立方公尺，圖十六是隧道的剖面及斷面示意圖。圖十七是西出口施工的狀況，你看日本的工程師，監造時的穿著，戴帽子、拿拐杖、穿西裝跟高筒靴。圖十八是烏山頭水庫堰堤設計的剖面圖，從空中俯瞰烏山頭水庫(圖十九)的樣子就像珊瑚一樣，所以當時的民政長官就把這個水庫叫珊瑚潭。

嘉南大圳灌溉的水路有10,000公里，另外用來處理鹽害的排水路有6,000公里，全部加起來大概是1萬6000公里的一個灌溉系統，從曾文溪到濁水溪，從圖二十顯示是密密麻麻的。

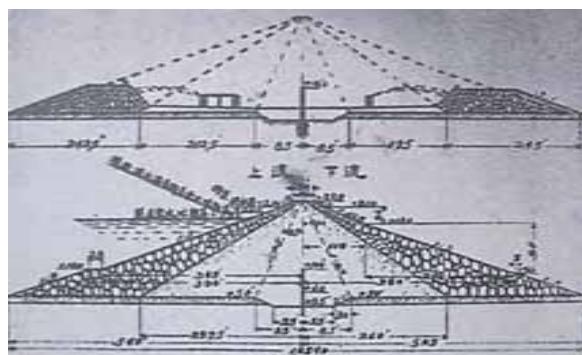
接下來跟大家介紹半水力回填工法(Semi-Hydraulic Fill Method)，因為烏山頭水庫旁邊有斷層經過，需要蓋的是一個柔性的壩，所以選擇土石壩，那就要用天然的石頭、礫石、



圖十六 烏山嶺隧道剖面及斷面示意圖



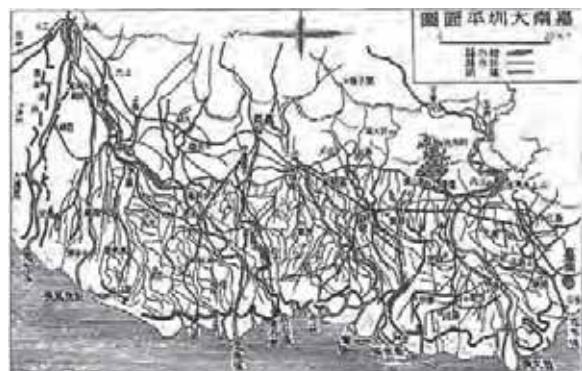
圖十七 烏山嶺隧道施工狀況



圖十八 烏山頭水庫堰堤建造標準圖



圖十九 烏山頭水庫圖俯瞰圖



圖二十 嘉南大圳平面圖

砂還有一些黏土來做，土方來源在曾文溪上游的大內附近(圖二十一)，利用小火車把土石載到現地，但是你看圖二十二，裡面大大小小的顆粒都有，不能直接就全部倒下來，倒成一堆，這樣不能用。

土石材料總共需要540萬立方公尺，如果要做篩分析，這也是一個很大的工程，所以八田與一就想到用半水力回填工法，怎麼做呢？來看圖二十三，利用火車把現地挖出來的礫料在水壩的兩側堆高，接著用從美國買的強力水槍去沖，細顆粒材料沖至壩心形成不透水層，粗顆粒則形成外部保護層。



圖二十一 烏山頭附近地圖



圖二十二 土砂採取場作業情況

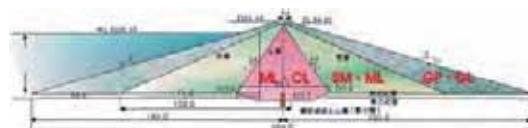


圖二十三 嘉南大圳堰堤下流側盛土及射水作業

圖二十四是一個理想大壩的設計圖，大壩完工後也做了鑽探，去看這個礫石分布的情形，結果如圖二十五，顯示邊界是彎彎曲曲的，不是一條線，所以邊界如果不是平面，是亂七八糟跑來跑去，可能反而會增加壩的強度，從1930年完工以來，到現在已經歷很多的颱風、豪雨、地震，還有1999年芮氏規模7.3的集集大地震，都沒有壞。圖二十六是在進行嘉南大圳堰堤中心的鋼筋混凝土止水牆作業。

圖二十七是烏山頭水庫跟其他壩的比較，顯示烏山頭水庫殼層和心層的透水性都比其他的壩高，因為它並沒有經過很仔細的篩選，是用自然篩選的方式來完成。

以上介紹，謝謝！



圖二十四 大壩標準剖面圖



圖二十五 大壩標準剖面圖分布橫斷面圖



圖二十六 嘉南大圳堰堤中心水泥灌漿作業

圖二十七 烏山頭水庫與其他水庫之壩體材料透水係數比較

水 庫	完工年代	施工方法	透水係數(cm/sec)	
			殼層	心層
烏山頭 水庫	民國19年 (1930年)	半水力淤填式土壩	2.2×10^{-4}	5.6×10^{-6}
南化水庫	民國82年 (1993年)	中央直立心層分區型 滾壓式土石壩	2.6×10^{-5}	1.7×10^{-7}
尖山埤 水庫	民國27年 (1938年)	滾壓式土壩	1.0×10^{-7}	2.5×10^{-8}
鹽水埤	民國44年 (1955年)	滾壓式土壩	5.7×10^{-8}	1.6×10^{-9}
虎頭埤	清道光年初 (1846年)	滾壓式土壩	2.84×10^{-7}	

主題2：海外EPC統包工程經驗分享～以印度為例

陳福成 總經理(萬鼎工程服務股份有限公司)

各位先進，各位好朋友，大家好！今天這裡有我的老師－李德河老師，有我的老師的老師－胡邵敏老師，有我的學生，都成大的，四代同堂，非常高興。

今天主要跟各位分享，我在海外的經驗，我在印度待了5年從2009年到2014年，2014年以後又到北京待了3年半，這2個國家人口都是超過13億。分享的內容是EPC統包工程概念，以及2個在印度的案子，Petronet LNG Regas Project和CSCI ACL Project。

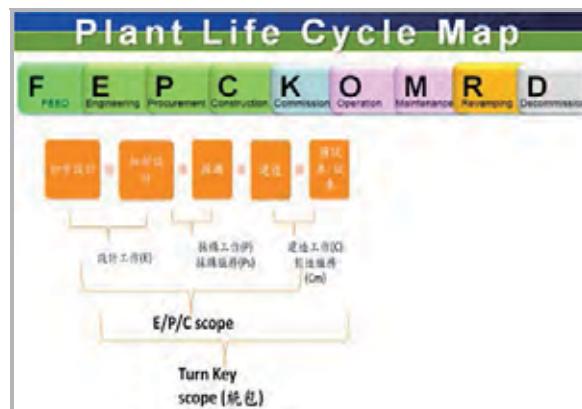
首先，從我們中鼎的余俊彥總裁在今年(2019)初接受天下雜誌的說法來切入主題，總裁說，在一年裡，如果要投標800億的工程，他要投入4億來備標。總裁也講，不去國際市場發展不行，壓力真的很大，所以在30年前成立了泰國分公司，所謂的小中鼎。接著下一步就是要發展iEPC，EPC (Engineering, Procurement & Construction)即統包，前面加一個i就是用智能的統包來差異化別的公司。中鼎在2017年營業額約在700多億，而這700多億大概有一半在海外。海外的秘密武器是什麼，就是要成立小中鼎，1989年成立了泰鼎，泰鼎到現在已經30年，一開始要去新領域，要付學費，你要到印度，也要付學費，今天就來分享這些經驗，希望能夠讓大家少走彎路。

所謂EPC，就是設計(E)工作、採購(P)工作和建造(C)工作，如果不含試車，叫EPC總承包；含試車，叫做統包工程，就是所謂的Turn Key(圖一)，意思就是把鑰匙交給業主，業主鑰匙一開產品就出來了，一條龍的服務。

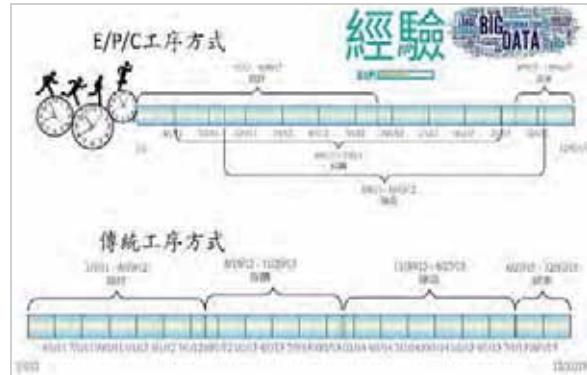
圖二介紹EPC總承包跟一般工序的差別，EPC要overlap，要深入交叉重疊，例如設計到1/3時，就要開始採購，採購還沒到一半的時候，就開始施工，但這個需要有很好的經驗，有很大的Big data你才敢這樣做；傳統的工序是設計完才開始採購，採購完建造，再來試車，這樣的時程會非常長。總裁在接受天下雜誌的時候也說，「EPC看似很簡單，但是統包工作，得標後3個月，長交貨期設備就要下單，設計到一半，75%的材料就要下單，不然工期來不及」、



照片一 陳福成總經理分享海外EPC統包工程經驗
(臺南總理餐廳，2019.12.27)



圖一 EPC總承包及統包工程



圖二 EPC工程(上)與傳統工序(下)的差別

「你想看，設計還沒有完成，你就要下單，你下得準嗎？」、「所以，它是一個E跟P跟C高度重疊的統籌，整合管理必須非常細膩」。

再來講什麼是專案管理，專案管理(圖三)就是專案團隊(Project team)在組織預設的限制條件下，利用有效的管理方法(SOP)和工具(EPCHub)，以有限的資源在限期內達成專案目標。專案團隊的組織表(圖四)是一個大型的EPCK，就是EPC加上試車的專案組織，一般來說，專案督導PD下面有專案經理PM，專案

經理下面有4個主要的組織群，專案設計經理PEM、專案採購經理PPM、專案工地經理PSM，以及專案試車經理PKM。此外，最重要的是什麼呢？是專案控制經理PCM，他需要管時程跟成本。

在執行案子的時候，必須用到剛剛講的EPC要Overlap，把人力動員按照時程排出來（圖五），你要算出成本，到底這樣排、這樣放，賺不賺錢？時程縮短會有競爭力，可是如果把人員排得太多，人員費用也是很高，所以這個要做一個權衡。

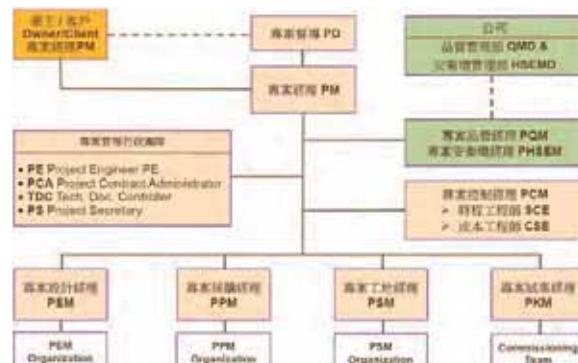
接下來談人，我們這個工作要做得成功，除了要有SOP、要有工具之外，人也很重要，這個人到底是“當責”還是“負責”？這個工程師是不是很負責任的人？你說很負責任就很好嗎？不見得！“負責”在我們想法是，他完成了程序，但是不見得會有結果；“當責”就不一樣，當責是對成果要負責，另外一個重要的是，要承諾（Commitment），所以是負責（Responsibility）加承諾（Commitment）再加成果（Results）（圖六）。我們要到海外去，你要如何挑出這個人，就像伯樂，要把這千里馬挑出來，然後你才放心放他到國外去，這樣你的工作就會比較輕鬆。

我們接下來講2個在印度的案子，一個在南印度柯欽（Kochi），是液化天然氣氣化工程（PLL Kochi LNG Regas Project, Kerala）。另外一個在西北印度達黑（Dahej），就在孟買北邊400公里的地方，是中鋼在印度投資的電磁鋼片廠建廠工程（CSCI Dahej ACL Project, Gujarat），透過中鼎集團印度公司—印鼎（CINDA），和在臺灣的中鼎（CTCI），聯合承攬（Consortium），所以我們叫CCC（CTCI CINDA Consortium）。在臺灣的中鼎負責境外的採購和設計，印鼎（CINDA）在印度做細部設計、施工以及當地的採購。

大家會好奇Consortium到底是什麼一回事，我用圖七舉例來講JV跟Consortium的差別，JV是合資，你出多少錢，我出多少錢，大家合組一個JV的公司來做工作，要共同分攤風險、分攤利益；Consortium則是2家公司，各自執行工作，各自承擔風險，各人造業各人擔，各人虧錢也各人擔，差別在這裡。



圖三 專案管理



圖四 大型EPCK專案組織



圖五 EPC工程專案人力動員

當責(Accountability)	負責(Responsibility)
成果責任(Results)	執行責任(Response)
不管怎麼做，有責任在成果上達成目標	有責任確實執行被交付的任務
=Responsibility + Commitment + Results	=Response+ ability

“當責”意味著承諾為結果全力以赴，且達標致果！

圖六 當責和負責的差別

在很多國家裡面，JV不需要真的組一個公司，只要去登記稅籍，你就可以去做，譬如在臺灣、泰國和印度，我們叫UJV（Unincorporated JV）；真正要有一個公司的叫做IJV（Incorporated JV），譬如在馬來西亞，就非得組一個公司不可，這給各位參考。

接下來介紹印度，在2019年的資料顯示，印度的國土地面積約320萬平方公里，人口數約13億，人口密度是427p/km²（平均每一平方

	Joint Venture	Consortium
特點：		
契約風險	共同執行工作，共同承擔風險	各自執行工作，各自承擔風險
利潤/損失分配	全案依JV議定比例共享	享有各自合約金額執行所產生之利潤
登記與否：(依各國規定)		
Unincorporated JV (UJV)	不登記僅記帳或登記稅籍及記帳	無
Incorporated JV (IJV)	登記註冊JV公司	
稅務：		
UJV	利潤按JV比例計算分配予成員，由成員繳稅	Consortium成員各自繳稅
IJV	公司為納稅主體，稅後利潤按出資比例分配股東	
雙方是否欲共同合作、承擔風險及利潤共享。		
技術合作、經驗交流、成本考量及提升競爭力。		
是否為業主及ITB規範可接受之承攬模式。		
當地法規對JV形態之限制(UJV或IJV)。		

註：多數國家之JV可僅辦理JV稅籍登記(UJV)，如臺灣、泰國、印度。而馬來西亞則需設立JV公司(IJV)

摘自：顏建隆(2014)中工高雄會刊，第21卷第3期

圖七 JV(合資承攬)與Consortium(聯合承攬)比較

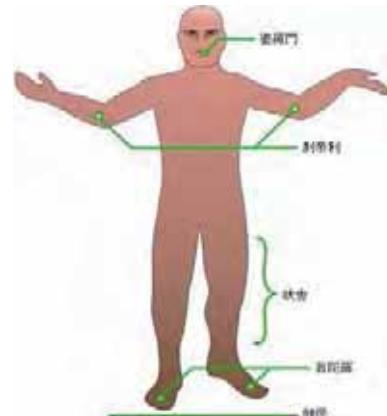
公里之人口數)。此外，大陸的人口密度是145p/km²，泰國是134p/km²，臺灣是655p/km²。

印度英文是INDIA，有人說INDIA的定義叫做「I never do it again.」，很多同事去印度第一年，真的是「I never do it again.」，都水土都不服，但只要撐過一年，你可能變成「I normally do it again.」，像我待了5年，就變成「I naturally do it again.」。

印度約有82%的人信仰印度教(Hindu)，回教(Islam)12%，基督教(Christian)2.3%，錫克教(Sikh)1.9%，佛教(Buddhism)只剩下0.8%，但這也有1千多萬人。

印度有種姓制度(Caste System)(圖八)：第一種姓是婆羅門(Brahman)－祭司、教師、學者；第二種姓是剎帝利(Kshatriya)－國王、軍事、行政貴族；第三是吠舍(Vaisya)－農民、商人、工匠；第四是首陀羅(Sudra)－勞務者(奴隸)；比首陀羅還更低，不在種姓之內是賤民(Untouchable)，叫碰不得的，這些人很可憐，他可能是做很污穢的工作。甘地在1947年印度獨立後，覺得要廢除種姓，現在在憲法上已經沒有種姓，可是這個種姓制度已經存在超過1,000多年，民間還是去除不了，所以甘地改稱他們叫Harijan，意思是上帝的子民。

第一種姓在印度人來講，他就像人的頭，是負責腦部運作的種姓，第二種姓剎帝利像手，第三種姓吠舍就是腿，第四種姓首陀羅是腳板，而賤民在腳板之下。



圖八 種姓制度(Caste System)

那麼在印度要怎麼去選員工？這個種姓制度在工地裡面很明顯，我們是統包，如果我選的員工(監工)是第三種姓或是第四種姓，而下包商的員工是第一種姓，這樣子你是叫不動他的，所以我們在印度找員工的時候，只有一個原則，找第一種姓跟第二種姓，這樣子你才有掌控權，在現場能夠大聲講話。

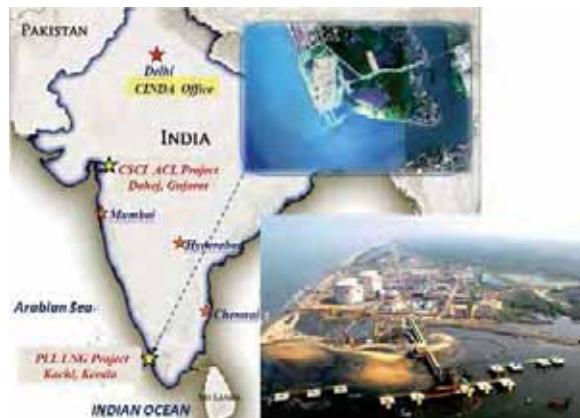
接下來分享二個在印度的案子：

1. PLL LNG Regas Project, Kochi, Kerala (柯欽－液化天然氣氣化工程，喀拉拉邦)

第一個工地位在Kerala的Kochi(圖九)，中鼎主要負責氣化設施的部分。這裡我內人只來過一次，初期她擔心我去那邊不知道安不安全，所以就過來看，只待了二個禮拜，之後不來了，沒有再來過；印度結束後我接著到北京，她來二次，每次一個月，北京“太危險”了！

圖十(a)是我們臺灣的團隊(2013)，但是很多到最後都換過一輪，很多都“I never do it again.”。開工之前要拜拜(Pooja ceremony)

(圖十(b))，Pooja的過程由第一種姓婆羅門的Poojari(祭司)帶領，聽Poojari口中念念有詞，最後在你的額頭點上一點，表示你今天已經註冊了，已經安全了。



圖九 Kochi LNG Terminal位置與鳥瞰圖



圖十 Kochi 工地日常

我們是第一次到印度，也從以前的經驗學習，希望維持團隊的良好紀律，所以早上要求所有的臺幹出來做體操(圖十(c))，並把印度人也帶上。這個工地在最高峰時有2,000多個工人，圖十(d)是每個月擴大工安的工具箱會議和頒獎獎勵，可以看到一片都戴黃帽子，然後黑壓壓的，穿紅色反光背心是我們的監工。圖十(e)是我們北印度的工程師到南印度做Field Engineer，他們在北印度做設計，然後等到真正施工的時候，就要他們去工地，很多人可能

一輩子都沒有機會到南印度，因為太遠了，從Delhi到Kochi工地要2,700公里，這些工程師平均年齡25歲，我也是25歲，再乘以2，這些人現在還留在我們印度公司的，只剩下2個，其他都跳槽了，印度人很愛跳槽，因為他只要一跳槽，他就可以在他的履歷寫上一筆，我曾經在CINDA待過什麼什麼，寫得非常厲害，到另外一家公司後，就可以談要求加薪10%、20%，一直加上去，一直要求加薪加薪。

接著來講，Kochi LNG Project關鍵的困難問題：

(1) 天不時、地不利、人不和－“天不時”即每年雨季(Monsoon)長達5~6個月，“地不利”是地下有35m厚Marine clay(N值不到2)，所有的主要設備都要on piles，“人不和”則是四大工會要求卸貨與人力供應，印度在Kerala邦是共產黨執政，共產黨要求要給人民工作權，所以你東西來了，就會被要求要用工會的工人幫你卸貨，你要100個人力，可能有70人要是工會的工人，可是這些工會的人都不是技術人員，可能是漁夫、農夫等等，這個問題很大，所以我們就透過大包去運作，然後也要去找四大工會的頭，一個一個去拜託，當然還要請甘地出面，甘地的權威重大。

(2) 傳統三腳架鑽掘樁(Tripod Bored Pile)－在我去之前，印度沒有PC樁，雖然這種鑽掘樁所有的工會工人都會做，但是只要下雨他們就不出來，所以你就被他綁住。

(3) 工會經常性啟動罷工(06:00~18:00)－只要汽油漲價、米漲價，這些工會就啟動罷工，早上6點到下午6點不准上工，常常罷工你工地就沒辦法動。

(4) 專業承包商的管理(資源限制)－這個案子有發二個大包，一個是土木大包，一個是機械大包，土木大包自己會設混凝土拌合廠，但是罷工的時候工人就不出來，你要罰他，他不供你料怎麼辦？生命都掌握在他手上，你在外面買不到混凝土的，沒有商用混凝土，這很要命，所以我在北印度的案子就不發大包，改用自帶工，自己設拌合廠，自己設鋼筋加工場，自己買模板，自己來弄。

圖十一就是三角架基樁的施工，非常的泥濘，品質很難掌控，而且你看他們樁頭處理是

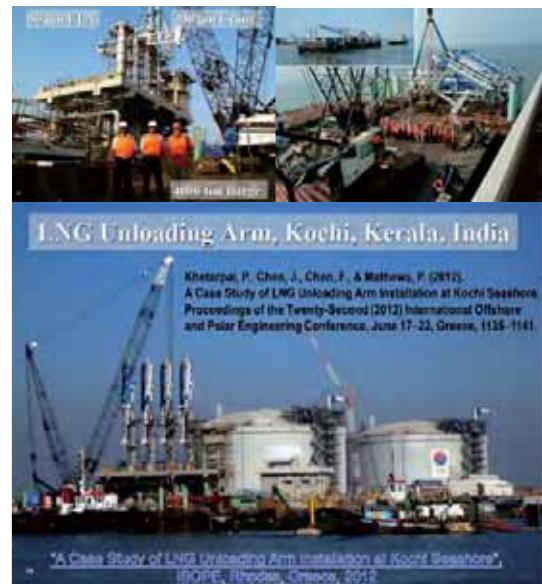
一個工人站在樁上面，另一個工人拿鑿子，用鐵絲綁出來，然後用打的，每一下都很準，我們是非常害怕，我問包商老闆說，你不怕工人跌下來或打到眼睛嗎？為什麼不用破碎機呢？老闆回答，因為我當初報價就是用這個方式報的，你要用破碎機可以，追加喔！

圖十二是LNG unloading arm的安裝，當時我們從泰國租了一艘有吊車的船，結果船抵達時已經快到Monsoon，吊起來後風雨大作，只好停下來，後來我找了當地一家運輸公司，透過一些技術與設備解決海上晃動的問題，這是一個很長的故事，詳細的過程已發表至ISOPe。

各位看一下圖十三(a)是我們的業主，這個像誰啊？像不像我們國父！我覺得非常像，相似度大概90%，我跟他說，Mr. K，你長得很像我們的National Father。圖十三(b)是我們Kochi office的秘書跟行政人員，圖十三(c)是在北印度Delhi office的同仁，因為人種不同而有所差異。圖十三(d)是南印度過年時的儀式(Onam Rituals)，這個圖騰(Pookalam)是工程師自己畫，把花放進去，然後開始點燈。圖十三(e)是芭蕉葉的印度餐，而且要用右手吃飯，不能用左手，因為左手是不潔的，那這些到底是吃了什麼？我做了研究，裡面有酸、甜、苦、辣、鹹和香，意思就是說，這一年裡面你要嘗盡各種味道，要有這種心理素質。圖十三(f)在南印度很有名叫Chinese Fishing Net，就是中國漁網，據說是鄭和下西洋時，教給當地漁民的捕魚技術，用很簡單的槓桿原理，這臺灣早期也有。圖十三(g)是印度的吹蛇人，有一天我們6個臺灣人去逛，看到擺了4個竹籠在那邊，我知道一定是蛇，我們就問他看一次多少錢，他看我們6個人，說一個人\$200盧比，我就派出採購代表去跟他討價還價，我們6個人全部\$200盧比要不要，他說不行，那不行我們就走，然後他就說：「好！好！好！回來！回來！」，最後談好就是6個人\$200盧比(約\$100臺幣)，接著吹蛇人就開始表演，結果一表演好多人圍過來看，然後看完以後，他就跟其他觀眾收錢，一個人20塊、20塊、20塊。我在南印度練習打高爾夫球，圖十三(h)是我的2個Caddie，一次



圖十一 傳統三腳架鑽掘樁



圖十二 LNG unloading arm的安裝



圖十三 日常分享

給他\$100盧比，他就會跟著你跑一整場，他們現在都已經很大了，我跟他們唯一一樣的就是牙齒很白。

2. CSCI ACL Project, Dahej, Gujarat (達黑－電磁鋼片廠建工程，古吉拉特邦)

第二個工地是中鋼的電磁鋼片廠，位在Gujarat的Dahej(圖十四)。

圖十五是專案經驗的應用給各位參考，我們從在南印度Kochi的經驗，應用到北印度Dahej的情況與對策。在南印度的施工機械非常少，你要找一輛山貓，可能都找不到，鋼版樁也沒有，工會介入也很嚴重。在北印度時我就把臺灣的PC樁引進去，鋼筋混凝土由我們掌控，自己做拌合場。

圖十六是北印度的團隊，我那時是專案督導，專案經理是印度人，皮膚比較白的就是臺灣人，皮膚比較黑的就是印度人。

這個工地我們不發大包，每一個工種，譬如100%的土建中有60~70%是自帶工(圖十七)，找人力仲介去跟他談一個技術工多少錢，你人給我，我的監工自己來帶，每天給他分配工作，而且每天早上要簽到。有一年在趕工，中鋼鄒若齊董事長到印度來看，跟我說，雖然前面有很多困難，但是“後牆不倒”，什麼叫後牆不倒？就是後面的完成時間還是要趕上啊！當時剛好碰上印度過年，怎麼辦？這些自帶工大概6~700人，如果都回去過年的話，你就倒了，後牆一定倒！所以我就找人力提供的老闆，問他，我要留你的工人在工地趕工，我要怎麼鼓勵他們？我給他們一個人多一天的工資(一天技術工工資約\$700盧比)好不好？老闆說，不要給他錢，你給他們一個人一張毛毯！因為印度在冬天非常冷，你給他們錢花完就沒有了，你給他毛毯(約600盧比)，他永遠會記得你，最後我就真的買了毛毯，告訴這些工人，如果你這段時間沒有回去，留在工地趕工，每天早上簽到、下午簽退，都有到我就把毛毯給你，結果真的很有效，有95%以上的工人都留下來，也真的把工趕起來，後牆沒有倒！

再來講PC樁，我需要PC樁，但是印度沒有PC樁怎麼辦，從臺灣運過來？運送時間太長而且稅也很高，所以我就在印度找，找到一家



圖十四 Dahej工地位置

	Kochi 經驗(南印)	Dahej情況與對策(北印)
營建管理	綜合性大包，利益導向，信用差	中型專業廠商 / 自帶工
工人特性	農業州，效率低	工業州，效率高
機械施工	少，人力為主	多，機械為主
建廠資源與效率	欠缺，貨料常延遲	較多，送貨效率高
工會介入	嚴重	無
基樁	鑽掘樁，人工操作且受天候影響品質與工期不易控制	引入打入式PC樁技術，以達本案品質與工期要求
地質條件	不利，水位高 (GL. - 1m)	有利，水位低 (GL. - 7m)
Monsoon (雨季)	雨季六個月(6月~11月)	雨季三個月(7月~9月)
混凝土/鋼筋	由大包採購掌控	由CINDA直接掌控
鋼構	鋼構現場預製，品質與進度不易控制	在鋼構廠預製，檢驗合格後，現場安裝

圖十五 專案經驗應用



圖十六 北印度管理團隊



圖十七 工具箱會議與自帶工

在Hyderabad做電線桿的，大家不要害怕，不是用電線桿來打，他有基樁模具是以前大陸曾經去協助過留下來的，所以他有PC樁的模具和設備，只是沒有工作可以做，那我就協助他，也真的做起來，但是他沒有抗彎設備，沒辦法檢驗bending moment會不會過，所以我把CNS code這套教給他，就這樣做出第一批在印度的打入式PC樁(圖十八)。

這個工地一片都是草原(圖十九(a))，辦公室設在貨櫃裡面(圖十九(b))，窗外可以看到很

多動物。這邊的工人都會攜家帶眷，把老婆、小孩通通帶來工地，所以我們也要發揮社會責任，給工人的老婆一些工作做，幫忙清掃等等，她們的安全帽上面是平的，因為要放臉盆，可以裝磚塊等等(圖十九(c))。圖十九(d)是我在辦公室弄了一個照片牆，每個月有4張照片，上面放主要的工作項目，業主來的時候可以跟他解釋，每個月做了什麼東西很清楚，很容易去介紹。開工前一樣要拜拜(圖十九(e))，大家額頭上面都被點了紅色一點，拜拜結束後，再來就要拿椰子要敲石頭(圖十九(f))，你要一次就把椰子敲碎，這樣表示工程會很順利，他們也會在椰子上做一些手腳，先割一割。

圖二十(a)打完第一支試樁，非常高興，各位看後面的打樁機，不是我們平常在用的，每次移動還會晃，非常克難。圖二十(b)是真正要施工，要打正式基樁，我們找了印度的L & T(Larsen & Toubro Ltd)，他們公司有很多的打樁機，但是也沒有打過PC樁，我跟他們公司的一個博士講要把這個引進來，他非常有興趣，也很配合我，然後我們就成功把樁打下去。圖二十(c)是現場情況，非常乾淨，不會泥濘，我們也自己設拌合場。這個樁要日夜打，我就把圖二十(d)印出來，送給中鋼的業主，給他看看我們在這邊多麼辛苦。

各位猜圖二十一在幹什麼？要來試樁，你在那裡要找配重塊？沒有！就只有人跟沙跟沙袋，一根樁如果要試160噸，假設一個沙袋20公斤，就要8,000包沙袋，裝沙袋大概要裝3天，工人晚上睡覺的時候，因為怕被蛇咬，都爬到上面去睡。圖二十一是樁載重試驗和平板載重試驗的現場狀況。

圖二十二(a)是我去打球，在北印度打球跟南印度不一樣，這裡是以前王爺的皇宮，改造成高爾夫球場，裡面可能會看到孔雀、猴子、白鷺鷥等等，非常漂亮，打一場球只要\$1,400盧比(約\$700臺幣)。圖二十二(b)是在北印度Adalaj的Stepwell(階梯井)，早期為了蓄水或是避暑的作用，很漂亮的砂岩雕刻，階梯式結構方便取水。圖二十二(c)在賣檸檬汁，千萬不要喝，喝了你就拉肚子，我在印度5年都沒有拉過肚子，訣竅就是不要在路邊吃東西，喝水要買瓶裝水，但瓶裝水也要看看品種。印度是一個多宗教的地方，圖二十二(d)



圖十八 PC樁生產情形



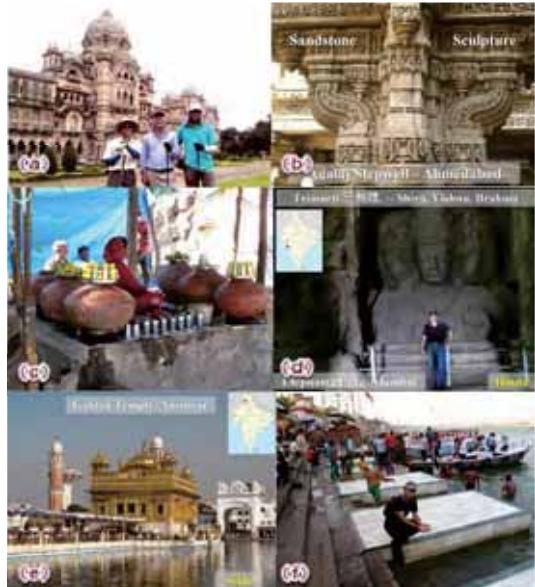
圖十九 Dahej工地日常



圖二十 基樁施工情形



圖二十一 樁載重試驗(左)與平鉗載重試驗(右)



圖二十二 印度遊

是孟買附近的象島，到孟買一定要去這個地方，沒有去過就沒是有去過孟買，來這裡看 Trimurti(三相體)，濕婆神(左)、毗濕奴(中)跟梵天神(右)。圖二十二(e)是錫克教的聖地黃金廟，很多信徒到這邊，舀了池水就喝，傳說這樣回去百病都沒了。圖二十二(f)是印度教的聖城 varanasi，聽說喝了恆河的水，你就～去掉你的罪惡(你就～拉肚子)，我把水撈起來用舌頭一舔，嚐看看到底是鹹的還是淡的，沒有味道，

傳說在河中沐浴就能洗掉身上所有的罪惡。

最後總結在印度的經驗：

1. 執行專案

- (1) 語言一定要通，聽、說、讀、寫
- (2) 人的管理與信任度，他講的你不能全相信，有句話在美軍裡叫SNAFU (Situation Normal : All Fucked Up)，意思就是狀況都很正常，可是最後都搞砸了，因為他都騙你；還有SUSFU (Situation Unchanged : Still Fucked Up)，對印度人一定要再次確認與跟催，你問他明天要做什麼知道嗎？他搖頭，搖頭不是Yes也不是No，只是我收到訊號了。

- (3) 機具物料取得與品質(工程資源缺乏)
- (4) 工程環境(天候、地理概念)的認知
- (5) 業主與客戶關係的維持
- (6) 下包商掌控加入自帶工，有自己的部隊

2. 長住

食 – 不吃生食、不在路邊吃東西、喝 bottled water或RO煮沸、僱廚師或自己開伙

衣 – 深色布料易褪色，Fabindia質量較好

住 – 電力不穩，容易跳電，自備發電機

行 – 右駕、交通較亂、小心別撞到聖牛

娛樂 – 健身器材、旅遊、Golfing

3. 旅遊

- (1) 先做功課
- (2) 放開心胸，清空腦袋
- (3) 用欣賞的角度接受所見所聞
- (4) 享受古文明的洗禮

「因為你的驚奇，是他們的生活！」

「Your surprise, their lives!」



地工技術分享餐會(李德河教授與陳福成總經理)會後合照 (2019.12.27，臺南總理餐廳)