

出國報告(出國類別：考察及國際會議)

考察香港赤鱗角國際機場跑道 FOD 偵測系統、柔性跑道轉彎處之鋪面處理及電動車充電設備

服務機關：桃園國際機場公司

姓名職稱：但昭璧 副總經理

蘇崇義 處長

孫宏斌 處長

林文楨 處長

張丕盛 資深業務員

張維庭 工程師

陳軒豪 助理工程師

出國期間：104/11/11-104/11/11

報告日期：105/1/22

摘要

本次公務出差行程旨在考察「香港赤鱗角國際機場跑道 FOD 偵測系統、柔性跑道轉彎處之鋪面處理及電動車充電設備」情形，包含香港赤鱗角國際機場跑道 FOD 偵測系統建置及評估、柔性跑道轉彎處之鋪面處理做法，以做為本公司處理 104 年 10 月 29 日鋪面異常損壞事件之後續改善作為，並借此機會與香港赤鱗角國際機場代表就柔性鋪面跑、滑行道維護作為做經驗交流，以提供未來本公司長期柔性鋪面維護參考。考察並包含香港赤鱗角國際機場之電動車推動歷程及電動車充電設施之實施情形，以作為本公司未來推動使用電動車時之後續參考。

目次

摘要.....	2
壹、 目的.....	4
貳、 行程.....	5
參、 跑道異物自動偵測系統.....	6
肆、 柔性跑道轉彎處之鋪面處理.....	10
伍、 電動車充電設備.....	16
陸、 心得與建議....	19



壹、目的

香港國際機場 (Hong Kong International Airport, HKIA, IATA 代碼: HKG; ICAO 代碼: VHHH), 亦稱赤鱗角國際機場, 係香港現在唯一的民用航空機場, 位於新界大嶼山赤鱗角, 具兩條跑道及 173 個停機坪, 現由香港機場公司管理。香港國際機場同時也是世界最大的機場之一, 被 Skytrax 評為五星級機場, 於 2001 年至 2012 年排名皆前三名, 其中 8 度被評為「全球最佳機場」。

因該機場預備裝設全自動化的跑道 FOD 偵測系統, 爰藉由本次考察了解該系統建置及評估過程, 作為本機場未來規劃之方針, 俾機場航機起降及跑道安全。桃園機場公司於 2014-2015 年將跑道由剛性鋪面整建為柔性鋪面, 為桃園國際機場自民國 68 年開航 30 餘年以來首次操作柔性鋪面跑、滑行道, 亟待建立相關知識並累積經驗, 復以桃園國際機場南跑道於 2015 年肩負不減班單跑道營運作業近十個月後, 靠近 S10 滑行道進入轉彎處於 10 月 29 日發生鋪面異常損壞事件, 故為儘速汲取鄰近標竿機場對柔性鋪面跑、滑行道維護作業經驗, 以作為桃園國際機場空側工程維護單位借鏡, 特辦理本次「香港赤鱗角國際機場跑道 FOD 偵測系統、柔性跑道轉彎處之鋪面處理及電動車充電設備考察」。並為將桃園機場打造成台灣首座環保機場, 汲取香港機場電動車推展及設置作業經驗, 作為本公司後續於機場作業區內推行電動車使用及與機場各運營單位(如地勤業者及航空公司業者)交流時, 宣達如何共同攜手合作並配合政府推展節能減碳綠能政策。

貳、行程

2015 年 11 月 11 日(三) 地點：香港赤鱗角國際機場	
時間	議程
10:30-10:50	報到
10:50-11:00	致詞 主持人：林翠屏 經理
11:00-11:40	主題分享 1 - 電動車&電動地勤設備之實施
11:40-12:20	主題分享 2 - Automated Foreign Object Debris (FOD) Detection System
	中午休息
13:50-14:00	致詞 主持人：黃少銓 高級經理
14:00-15:10	主題分享 3 - 香港機場柔性跑道之鋪面處理
	結束

參、 跑道異物(Foreign Object Debris, FOD)自動偵測系統

3.1 香港機場的系統建置採購

由香港機管局招標的兩個關於旨揭系統的採購案，於2015年2月決標，係由新加坡的Stratech與大昌行及港龍航空GSE地服（DAS）共同承攬得標。第一個採購合約範圍係涵蓋設計，供應及安裝iFerret固定式光電偵測系統，造價約港幣2.79 億元，自2015年2月28日起，工期為850個日曆天，整體系統建置預計於2017年竣工。第二個採購合約係為期五年再加兩年的維護合約，決標金額約港幣7933萬元。

固定式光電系統 Electro-Optical	
	
<u>安裝實績</u> • 新加坡-樟宜機場 Singapore – Changi • 杜拜機場 Dubai (installation in progress replacing Radar system)	

圖3.1 i-Ferret固定式光電系統

3.2 香港機場的系統建置時程

本次考察香港機場的系統尚未進入施工安裝階段，預計於 2016 年第二季季末完成南邊跑道 10 座偵測塔安裝，北邊跑道偵測塔安裝建置時程分為兩階段如下圖例，預計於 2017 年第一季季末完成北邊跑道 11 座偵測塔安裝，整體建置工期為 850 個日曆天。

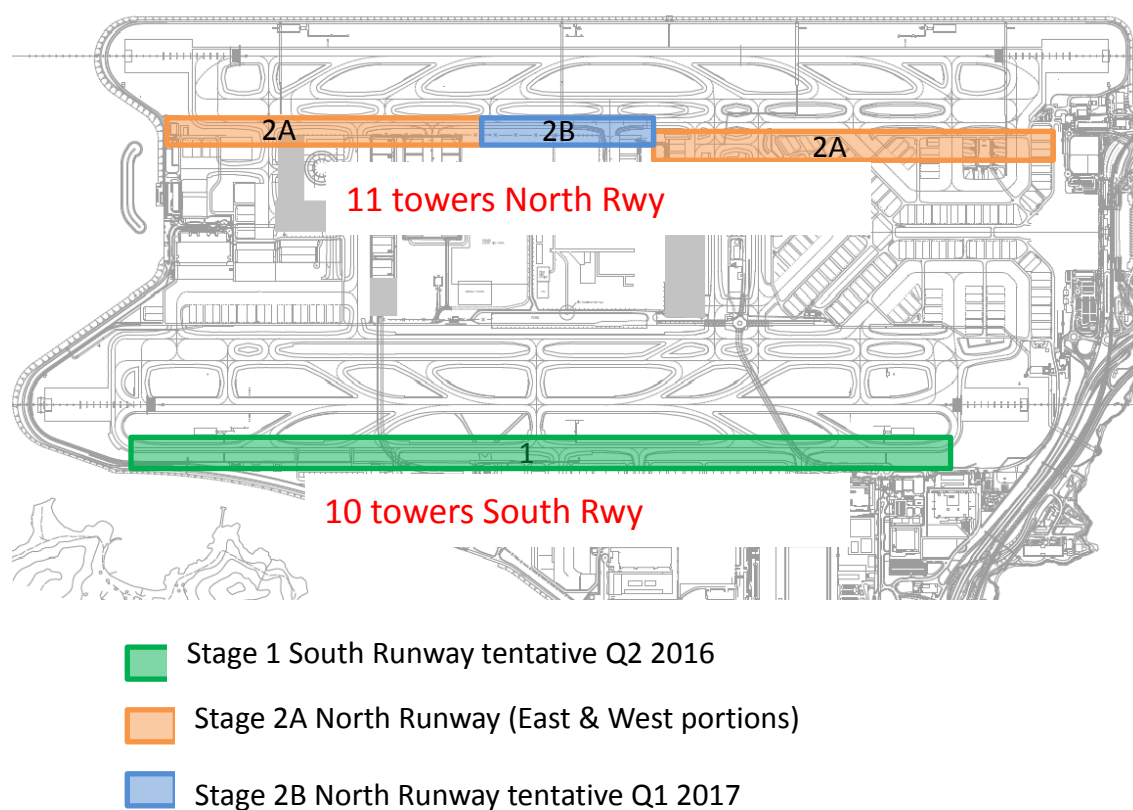


圖3.2 香港機場的系統建置時程圖(香港機場提供)

3.3 香港機場的系統評選標準

經訪察，香港機場的系統整體評選權重比例為：技術占40%，價格占60%。其中技術標準之評分總分須達60分，否則淘汰，並且技術上必須完全滿足美國聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, FAA)及香港通訊事務管理局(Office of the Communications Authority, OFCA)對於商用頻譜的管制規定。另外，所有技術性的議題必須在安全計畫中被核准。以下是香港機場在技術上的評選標準以及相關配分比例。

Item	Description	Weighting	General Scoring guide
1	Company background (Proposed staff organization plan)	5%	Score “3” if the tenderer has submitted three (3) similar capacity projects during last five years and to submit staff organization plan showing experience of the mg’t and supervision staff
2	Company experienced	5%	Score “3” if the proposed system has 1 airport adopted on Runways for full operations
3	Proposed method statement	30%	Score “3” if the tenderer can propose installation in specified sequence and in response to other construction happened in Airfield
4	Proposed material schedule	5%	Score “3” if the tenderer supplied full details including equipment brochure, technical specification
5	Proposed equipment performance	15%	Score “3” if the tenderer proposed equipment fits FAA AC no. 150/5220-24. A higher score may be considered for better performance in response to HKIA specific objects and weather conditions
6	Proposed subcontractor	10%	Score “3” if the tenderer submitted sub-contractor plan and required labor statements. A higher score may be considered for deployment of experienced sub-contractor and labor statement with no conviction
7	Proposed programme of works	20%	Score “3” if the tenderer submitted the required programme indicating achievement of relevant key dates
8	Quality Plan	5%	Score “3” if tenderer submitted quality policy and manual
9	Safety Plan	5%	Score “3” if tenderer submitted outline safety plan

圖3.3 香港機場的系統技術評選標準及配分(香港機場提供)

3.4 香港機場的系統建置推動歷程

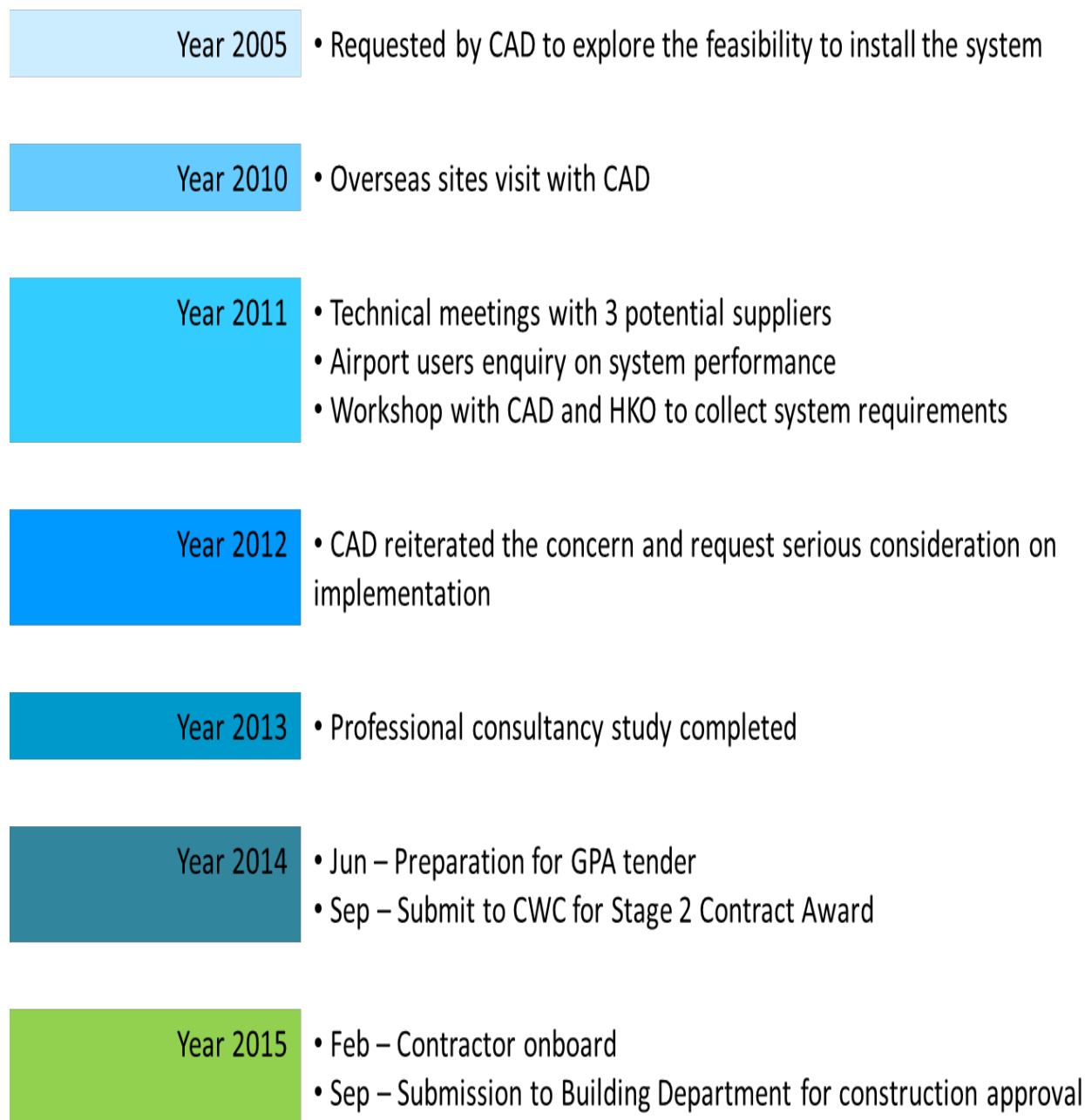


圖3.4 香港機場的系統建置推動歷程圖(香港機場提供)

肆、柔性跑道轉彎處之鋪面處理

針對「柔性跑道轉彎處之鋪面處理」議題，配合香港機場管理局安排，104 年 11 月 11 日由香港機場管理局「土木工程及公用設施(Civil & Utilities Section)」部門黃少銓高級經理進行簡報，並與本公司人員展開相關討論，由於本次考察行程緊湊，僅能有下午約 1 小時時間進行交流討論，其中並包含黃少銓高級經理之簡報時間，故能提問討論之時間甚少。故於香港機場管理局簡報後，本公司直接針對重要議題亦是本次考查之主要目的提問討論如後。

4.1 柔性跑道轉彎處如何處理？

一般普遍認知交通工具於轉彎時，其輪胎對於鋪面具有一定的扭轉作用，且應與其接地單位壓力成正比，故理論上載重較一般車輛更大的航空器於轉彎時對於鋪面的施力應更為巨大，故桃園機場公司(下稱本公司)對於香港赤鱗角國際機場針對柔性跑道於航空器有轉彎運行處之鋪面是否有特殊之處理方式(如材質、厚度、維護頻率等)具有相當興趣。

針對此問題黃少銓高級經理表示，香港赤鱗角國際機場針對柔性跑、滑行道道面於航空器有轉彎運行處並無任何特殊處理方式，僅依一般正常程序巡檢維護。

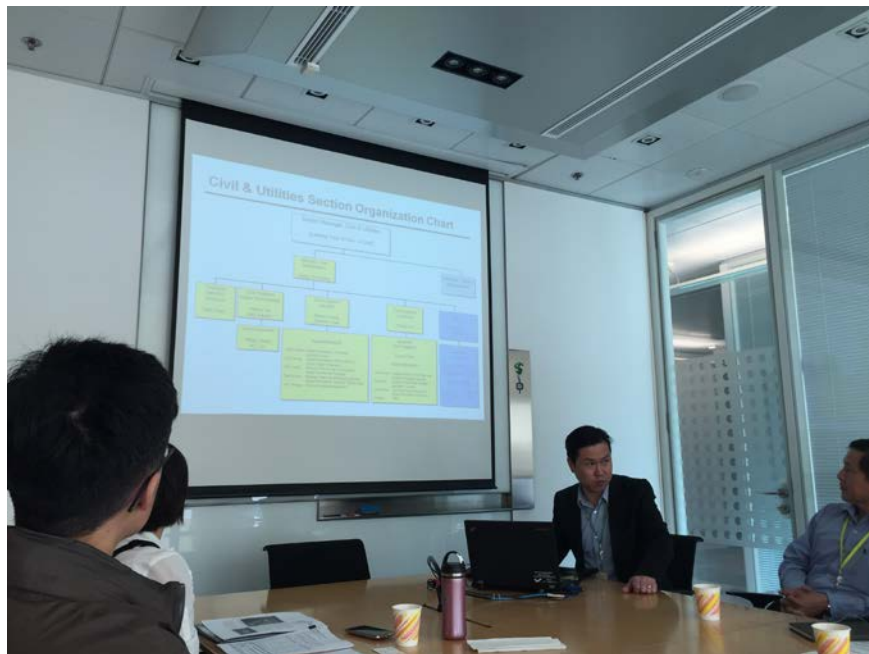


圖 4.1、黃少銓高級經理進行簡報

4.2 柔性跑道是否有不一樣的配比(材料)？

柔性鋪面即為瀝青混凝土鋪面，依種類且常見使用於機場跑、滑行道道面者，可概分為一般密級配瀝青混凝土(DGAC)、改質密級配瀝青混凝土(DGAC PMA)及石膠泥瀝青混凝土(SMA)，臺灣桃園國際機場北跑道為三層 DGAC PMA，南跑道則面(頂)層為 SMA，下方 2 層為 DGAC PMA，而無論 DGAC PMA 或 SMA，其所使用之瀝青材料皆為符合 CNS 改質 III 型標準。本公司此次考察另一重要議題即為香港赤鱗角國際機場於柔性跑道是否有使用特殊之瀝青/瀝青混凝土之配比(材料)。

針對此問題黃少銓高級經理表示，目前香港赤鱗角國際機場採用符合 PG76 等級之 DGAC PMA，未使用特殊配比或特殊材質之瀝青混凝土。

4.3 小結

對於黃少銓高級經理之簡報以及重要議題提問討論以外之經驗交流綜整如下：

香港赤鱗角國際機場在鋪面材料選擇上，主要考量該機場係建立於填海造陸而形成的土地上，而會有不均勻沉陷情形產生，此外，考量瀝青鋪面對油類侵蝕(燃油、機油、液壓油等)抵抗力不佳，綜合考量土壤不均勻沉陷(填海造陸)及鋪面抗油性需求，將該機場之鋪面形式分為以下 3 種：

- 1.剛性鋪面：使用 6m*6m 之混凝土版塊，用於非填海區(原本高程即已在海平面上)及已確認穩定區不再沉陷之機坪鋪面。
- 2.柔性鋪面：使用 DGAC PMA，用於跑、滑行道鋪面，使用柔性鋪面可以得到較佳的運行品質(Ride Quality)，即舒適度較佳。
- 3.連鎖磚鋪面：因剛性鋪面面臨不均勻沉陷情形亦產生斷裂，而柔性鋪面因抗油性差不適宜用於機坪，故使用 20cm*10cm 之高壓連鎖磚，用於尚未穩定區之機坪鋪面。

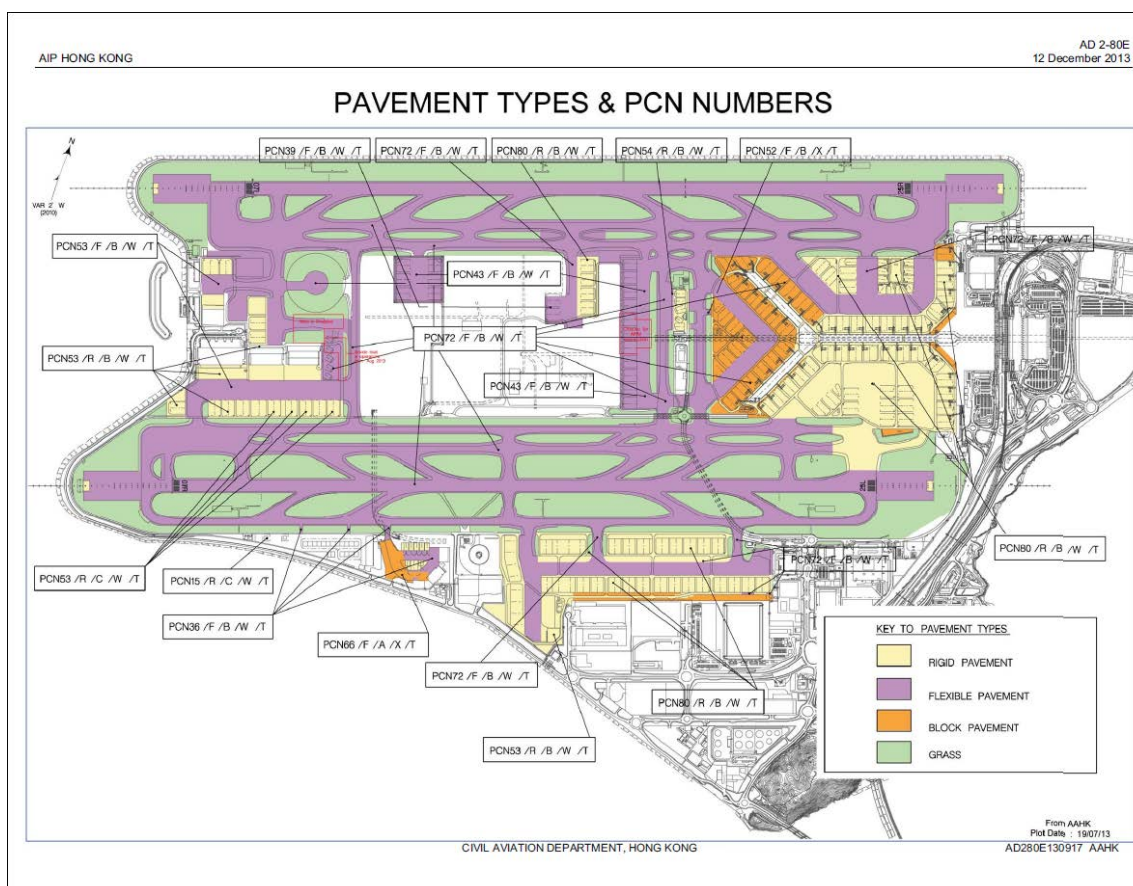


圖 4.2、香港赤鱗角國際機場鋪面形式圖(香港機場提供)

機場跑道採取剛性鋪面或柔性鋪面均有相當數量之案例，故本公司提問香港赤鱗角國際機場如何決定採用柔性鋪面，黃少銓高級經理回答表示，香港赤鱗角國際機場曾經分析剛、柔性跑道 44 年生命週期成本，發現剛性道面成本較低，但考量香港赤鱗角國際機場不均勻沉陷問題，不適合採用剛性版塊作為跑道鋪面材料，因此最後仍決定採用柔性道面。

關於跑、滑行道抗油性問題，一般大多僅考慮停機坪之抗油性係由於航空器於跑、滑行道停留時間短暫，較不亦發生大量油污累積情形，但瀝青混凝土抗油性不佳係事實，故航空器於跑、滑行道偶發性大量漏油及日常少量油污仍應予以重視，故本公司亦針對此議題請教黃少銓高級經理，黃少銓高級經理表示確實一

般僅考慮停機坪之抗油性，但是跑、滑行道偶發性大量漏油或例行巡檢發現少量油污仍應儘速予以清洗處理，若以產生侵蝕情形則應予以刨除重鋪處理，若放任不處理必然會造成鋪面受損。

此外，本公司亦利用此一難得機會向黃少銓高級經理請教香港赤鱗角國際機場對於跑、滑行道及空側設施之維護經驗，包含「鋪面狀況所做例行調查/測試」、「跑道鋸槽(Grooving)」、「其他維護作為」等，並綜合黃少銓高級經理先前簡報內容與臺灣桃園國際機場現形狀況做成各項比較表如下：

表 4.1、針對鋪面狀況所做例行調查/測試比較

	HKIA		TTIA	
調查/測試項目	測試頻率	辦理方式	測試頻率	辦理方式
目視道面調查	跑滑行道每週 機坪每 2 週	自辦	無	無
跑道摩擦係數檢測	每 10 天	自辦	每週	委外
平整度檢測	每年	自辦	無	無
透地雷達檢測(GPR)	需要時	自辦	需要時	委外
鋪面狀況指標(PCI)	每年	委外	無	無
落重撓度檢測(HWD)	每 2 年	委外	完工時	委外

表 4.2、跑道鋸槽(Grooving)比較

	HKIA	TTIA
面層材料	DGAC(PMA)	DGAC(PMA)
最大粒徑	14mm	20mm
鋸槽寬度	6mm	6mm
鋸槽深度	6mm	6mm
鋸槽間距	32mm	38mm(FAA)
鋸槽時機(鋪設 完成後)	42 天	30 天(FAA)

表 4.3、其他維護作為差異

	HKIA	TTIA
瀝青混凝土拌 合廠供 料	於維護合約內由廠商於機場 內設置拌合廠，合約期滿後由 機場購回，交次一維護合約廠 商營運維護。	由維護合約廠商向合格瀝青 混凝土廠購買。
	與維護廠商或供料廠商簽訂 保證供料契約，無論需求數量 大小皆需供料，額增成本由機 場負擔。	無保證供料契約，材料取得受 供料廠商影響。
改質瀝 青 (PMA) 材料	PG-76 等級 指定使用殼牌(Shell)	CNS 改質Ⅲ型 依政府採購法不得指定廠牌。

伍、電動車充電設備

5.1 香港機場電動車推動歷程

該機場於 1998 年起經香港政府當局依法令強制規定，凡設置於密閉工作場所則一律須採用電動車，以減少空氣污染，並自 2009 年起香港機場局已將空側飛行區之運營車輛，逐步用電動車輛替代，目標在 2017 年年底前，將機場管制區內所有車輛更換為電動車並且建置充電設備。



圖 5.1 充電設備



圖 5.2 電動車

5.2 電動車推動之標竿做法

本次主要參訪項目為香港機場電動車推動歷程及地勤充電設備之實施，值得本公司推動機場電動車學習參考的經驗如下：

1. 結合機場各運營單位成立環保樹概念：香港國際機場致力實踐環保，不僅全面推動使用電動車輛外，還包括減少污染、有效使用能源及其他資源、盡可能循環再造和廢物利用，以及不斷提升環保表現。



圖 5.3 環保樹的概念(香港機場提供)

2. 採用網絡應用程式建製停車充電監控系統：香港國際機場於空側停機坪內及停車場、作業處內外共設置各型電動車地面充電 337 座，為有效掌控各電動車充電車位搜尋、逾期泊車、事件警報等情況，成立電動車監控平台及數據庫，透過手機及網路應用程式，控管各電動車使用情況與動態。

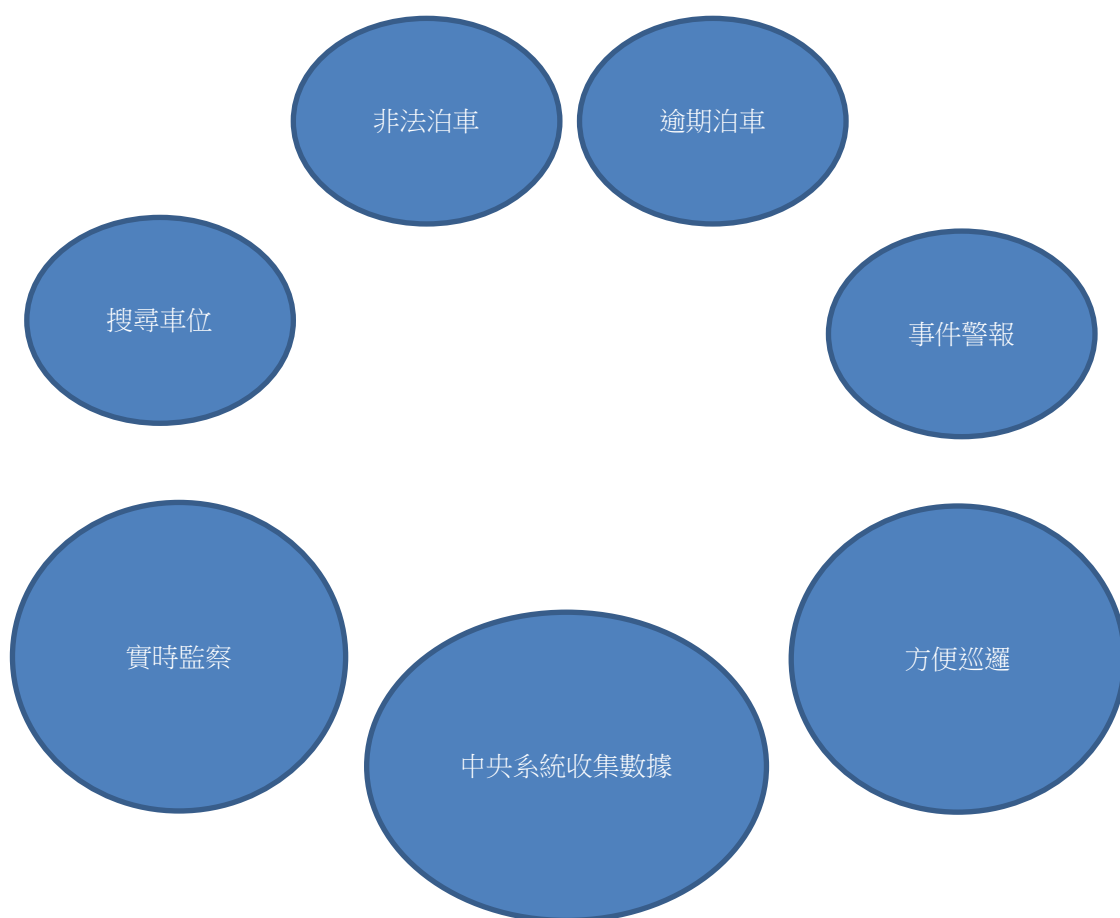


圖 5.4 監控平台及數據(香港機場提供)

陸、心得與建議

6.1 跑道異物自動偵測系統

桃園國際機場跑道異物偵測系統建置計畫係師法香港機場模式，擬採用固定式偵測系統，以全天候偵測跑道 FOD 狀況，提升飛航安全。本公司目前推動情形如下：

1. To see is to believe, 眼見為實。持續找出標竿機場 FOD 建置成功案例。
2. 機場公司航務處及工程處將持續邀集民用航空局、飛航服務總臺、各地航空站、各航空公司、國家通訊傳播委員會(NCC)及系統供應廠商等內外相關單位開會交換意見，以評估與溝通對於FOD系統之桃園機場需求、規範、營運及安全等議題。
3. 師法香港機場經驗，持續與香港機場相關單位保持聯繫。必要時，邀請香港機場派員至桃園機場經驗分享，加速後續作業。

有關計畫建置預計時程如下：

1. 105 年辦理桃園機場空側現況踏勘調查、研究工址相關範圍既有地形圖、土壤、水文氣象、材料等資料蒐集、系統營運管理方式、風險及營運衝擊評估之委外作業。
2. 106 年委託廠商辦理規劃監造，包含規劃圖說、相關計劃書、發包經費概算分析、採購策略及招標文件之編擬及公開招、決標等作業。
3. 107 年辦理設計、審查、施工及監造等作業。
4. 108 年賡續施工、監造及驗收點交等作業。

6.2 柔性跑道轉彎處之鋪面處理

首先本次考查較為倉促，但仍蒙香港機場管理局全力支持並配合議題派出相關高階人員即實際承辦人員簡報並與本公司交流討論，毫無保留地分享香港機場經驗，借由交流過程並可明顯感受香港機場管理局之熱誠，此次香港機場管理局亦提出相當多香港赤鱗角國際機場柔性鋪面失敗案例與本公司分享，其中包含類似 104 年 10 月 29 日事件情形及鋸槽(Grooving)失敗情形之案例與照片，惟囿於事涉敏感故無法將相關資料給予本公司，因此本公司實應持續保持與香港機場管理局之良好關係，並持續互相交流以達互相學習成長之目的。

針對重要議題部分，香港赤鱗角國際機場柔性跑道於航空器轉彎處亦無特殊處理方式，且無其他特殊配比及材質，本公司面對類似 104 年 10 月 29 日事件僅能以加強巡檢頻率應對，尚無其他材料上之改善方法。其他議題及經驗交流分享部分，鋪面材料選擇上臺灣桃園國際機場雖非位於填海造陸區上，然而所處位置係屬埤塘密集區域，復以三十餘年前機場建設期間航空器之數量及重量均較為小，故對既有埤塘之回填要求較低，此點於 103 年間臺灣桃園國際機場南側跑、滑行道整建仍可見到下方黑色有機沉積土可知，復以現今航班數量大增、航機亦較大較重，故早年為埤塘所在地之區域先前即經常產生剛性版塊破碎斷裂，往後仍有微幅沉陷之可能，宜持續監測觀察。

對於長期維護而言，本公司除應繼續汲取其他標竿機場經驗外，對於鋪面狀況例行調查/測試、航空器漏油處理等實應參考香港經驗儘速訂定目標、建立標準處理作業程序，並配合目標與程序迅速辦理相關發包作業，以維護機場服務品質與飛航安全。至於於機場內專設瀝青混凝土拌合廠供料及指定改質瀝青材料方面，

固於國內環保與採購法令，恐無法適用於國內，然而瀝青材料之供料順遂與材料品質良窳確實影響機場服務品質與飛航安全，目前機場日常維護所需供料數量不高，瀝青混凝土拌合場業者考量成本，不願意專為機場需求開爐生產，故目前較可能之解決方法為參考香港赤鱗角國際機場早期做法，與鄰近瀝青混凝土拌合場業者簽訂基本供料契約，無論本公司需求供料多寡業者均須依本公司需求時間供料，而因供料數量少衍生之額增成本由本公司吸收，方能解決瀝青供料問題。

本次考察香港機場管理局提供之鋪面相關失敗情形之案例與照片

，可以看出香港赤鱗角國際機場亦是於失敗與錯誤中不斷嘗試、不斷改善，一路從筆路藍縷中走來，相信藉由更密集的互相交流可以使本公司少走許多冤枉路，參訪期間印象最深之處在於本公司見到失敗案例後問到後續處理方式，香港機場管理局表示處理方式即是將失敗區域換其他方式再重做過，重做失敗就再換第三種方式。香港不斷在嘗試在改進，所以香港不斷在進步，相同情況若發生在國內，恐怕只會有追究責任了。

6.3 電動車充電設備

由於香港國際機場在香港政府當局法令規定制度下，實施減碳綠能政策以減少空氣污染，推行機場全面使用電動車方案至今已近 17 年，因此無論在電動車市場價格及車型與充電設備之設置亦相對穩定與成熟，且在機場各運營公司全力配合下，預計在 2017 年年底前，將機場禁區內所有房車更換為電動車，香港國際機場在推行使用電動車及宣導機場各運營公司全力配合及實施政策上可做為本公司學習之參考。

反觀國內目前並無法規強制設置使用電動車，因此國內研發電動車市場並不普及故無論在購車選擇上及成本價格上都相對昂貴，且政府預算編列科目及車輛採購系統亦無電動車型可供選購，致政府公務機關使用電動車意願不高。

雖然本機場推動使用電動車整整晚香港機場 17 年，為了全球整體環保概念，本公司仍須著手開始實行推動使用電動車方案，初期推動較為困難故建議先行於機場第一、二航廈地下行李處理區推行試辦，另有關充電站之配置點、數量、規格，建議暫依試辦地點設置，以減少一次性投入龐大經費，為讓機場各運營公司全力配合，在電費計價收費上應給予適當之減免。