

天然運動草坪養護與管理之分析-以高雄國家體育場為例

鄭峰茂¹、許龍池²、藍偉仁^{3*}

摘要

天然運動草坪養護與管理已成為國際運動組職辦理草坪類運動競賽所關注重要議題之一，主要為順應賽事轉播整體美感並使運動員於快速變奏跑動下，得以在安全、舒適、公平環境中充分表現並間接回饋給運動觀賞者。在養護管理上不論是基礎結構或例行作業工序及管理規範擬定上均扮演重要角色。因此在天然運動草坪養護與管理上，如何制定規範與知識轉移為重要賽會資產之一。

本文主要是參考相關文獻及實際督管經驗加以論述與分析，並以高雄國家體育場天然草坪養護與管理為實例對象。在管理上運動草坪養護優劣（包含草坪平整、彈性、排水、及選殖草種、色澤、密度、根系等）將直接影響競賽選手技能體現與安全，每一場大型活動或運動賽事必然會對天然草坪造成一定程度損害。如何確實有效降低損害及縮短復原期（如活動前預防、活動間斷中緊急修補及活動後復原等）將是複雜的工序（如病蟲害抑制、除雜草、施肥管理等），並依現況調整作業差異（如季節、氣候、日照、雨量、賽後損害等），本文完整涵蓋天然運動草坪養護管理作業過程與重要說明。

因此，本文透過實際經驗與難題提出具體養護管理需求與經驗傳承參考，未來可針對業管單位天然運動草坪養護與管理實務督管作法與研究提出建議。

關鍵字：運動設施、運動草坪、養護與管理、運動觀賞者、知識轉移

¹ 國立屏東科技大學 休閒運動健康系 講師

² 樹德科技大學 休閒運動健康系 副教授

³ 樹德科技大學 休閒運動健康系 助理教授（通訊作者:e660224@gmail.com）

壹、緒論

高雄國家體育場（世運主場館）於 2006 年 11 月 22 日動工，2009 年 1 月完工，然而榮耀之後場館後續營運管理及維護更顯重要。為了能有效利用與營運管理，高雄市政府於 2011 年 6 月 1 日起正式接管國家體育場（原行政院體育委員會於 2009 年 6 月 4 日負責管理）。

高雄國家體育場為爭取主辦國際綜合運動賽會籌建而成，至今乃 Taiwan 最具規模的多功能體育場（兼具綠能）並符合國際田徑總會(IAAF) 及國際足球總會(FIFA) 一級建造標準，更是 2009 年世界運動會開幕、閉幕儀式及橄欖球、飛盤項目主賽場地（超過 90 個國家，4,500 名選手參與），確實增加國際能見度成功行銷 Kaohsiung City。

高雄國家體育場內部田徑場擁有 7,719m² 之天然運動草坪，近年來大型活動申辦頻繁（如競技類：足球、橄欖球、木球、田徑賽等），更是中華民國足球協會辦理國際單項運動指定場地，如 2015 年 3 月 12 日，2018 年世界盃資格賽亞洲區第一輪中華 VS 汶萊第一回合；2015 年 3 月 27 至 31 日，2016 年亞足聯 U23 錦標賽資格賽；2015 年 11 月 17 日，2018 年世界盃資格賽亞洲區第二輪中華 VS 伊拉克第二回合，廣被譽為台灣目前最好的天然足球場地之一，其周邊硬體及附屬設施無庸置於為全台之最。

有介於此運動草坪維護管理優劣將直接影響參賽選手技能呈現，另順應賽事轉播整體草坪演色性與美感其扮演成敗關鍵要素，因此唯有透過好良好的草坪養護與管理規範並徹底業務執行得維持國際一級競賽場地，並使優秀選手可在安全、舒適、公平環境下充分激發潛能回饋觀賞球迷。

將透過高雄國家體育場運動草坪養護與管理實例針對運動草坪之重要性與功能、及運動草坪養護管理之重要內涵說明、並透過個案摘要介紹及探討目的，提出具體維護管理需求與規範之擬定，提供未來運動草坪維護管理之經驗傳承與參考。

貳、文獻回顧

草坪維護管理依據功能設定、用途目的、建置經費，及後續養護經費，督導單位人員專業度而有差異，然而在近年實際業務管理上，發現維護廠商專業度及友善度決定運動草皮的優劣。尤其運動模式的差異與競賽規範不同，而有所異同，一般養護商對運動草坪的概念是陌生的其與一般園藝、景館植栽養護有一定程度上差異性。

本個案高雄國家體育場為一座開放式運動場(亦是少數開口式屋頂體育場)，建地面積占地約 19hm²，固定座位達 40,350 席座位(可增加臨時座位至 55,000 席)，並符合國際田徑總會(IAAF)及國際足球總會(FIFA)，外觀螺旋設計氣勢磅礴是國內第一座具節能減碳運動場館建築，其馬鞍型太陽能造型屋頂(具 1MPW 百萬瓦發電容量)，更是國內第一座符合 9 項綠建築指標的公共建築。周圍更是生態公園環抱(約 14hm²)並具有滯洪與調解功能，不僅是國家級運動園區，也兼具休閒養生的友善都市公園，是高雄市民驕傲的地景建築。

高雄國家體育場對台灣承辦或申辦國際大型賽事中扮演重要角色，不論在硬體設施與周邊交通運輸便利性上均符合申辦國際賽會要求，尤其是場館內田徑場草坪範圍內約 7,719m²草皮維護工作更顯重要，唯有透過好良好的草坪養護與管理規範並徹底要求與執行，才能維持具國際一流的競賽場地(草坪)，並使競賽選手可在舒適、安全、公平的環境下充分激發潛能正向回饋運動觀賞球迷。

本章節旨在說明草坪建置步驟與規範以及後續養護與維護實證作業細則，如下所示：

一、**硬體結構與級配層建置分析**(王裕文，2003、宋桂龍，2009、互助營造股份有限公司，2009)如圖 1-圖 4 說明。

早期運動草坪多採用推土法將果嶺區域推高，但無法有效避免土壤密實問題。於是美國高爾夫球協會(USGA, United State Golf Association)經多年試驗研究後，推出 USGA 的建造規格，詳細制定規範如土壤質地、給配與排水規格。

(一) 基地面積結構

1. 基地面積：中央草坪 7,719m²(足球場 105m*68m)、級配層深度：至

少 100cm (含基礎層 205-360mm、排水層 150mm、生長層 300mm)。

2. 排水與排氣設施：透水濾石；砂層。

須符合雨停後 20 分鐘，地面上不得出現積水要求，需在草坪基層規劃設置格網狀透氣網管，以利快速排水。並配合各地特性略有修改，如圖 1、圖 2 所示。



圖 1 足球場排水底層施作圖

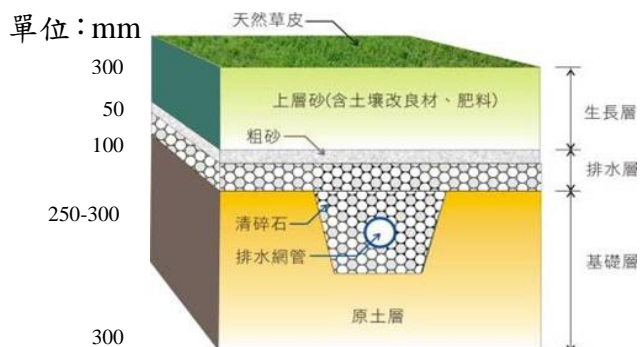


圖 2 草坪剖面圖

3. 級配層分配

(1) 河砂 (片狀) 40%；現場砂石壤土混改良材 60%。

除兼顧排水功能外，其生長層經混和後進行回填鋪設，建議以砂砂 1mm*2mm (石英砂) 粒狀滲透性為優，如圖 3 所示。



圖 3 足球場用砂現場拌合圖

(二) 噴管系統

提供田徑草坪日常灑水、及定期與不定期之合成橡膠跑道鋪面清洗功用，規劃自動供水系統，及田徑草坪日常灑水之定時與定期自動控制功能，本場地除設置前述進口德製 PERROT (固定式) 自動升降灑水器、同時特為進口該品牌之精密自動灑水控制器與電磁閥組，以提供自動化之草皮給水管理模式；此外，藉由雨水處理機房內設置之恆壓變頻馬達設備組，可同時經由不同運轉控制壓力設定、達到本田徑場地內不同用水目地之相對給水，如圖 4 所示。

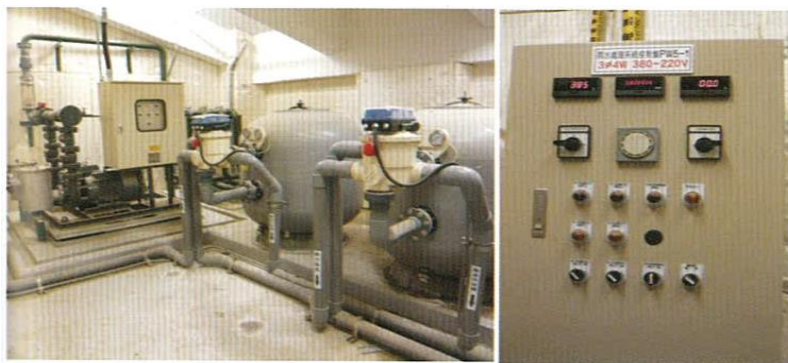


圖 4 足球場噴管系統圖

(三) 水資源回收：觀眾席上方屋頂與田徑場草地作雨水收集，筏基水箱內設有雨水儲存槽供綠化澆灌使用，如圖 5 所示。

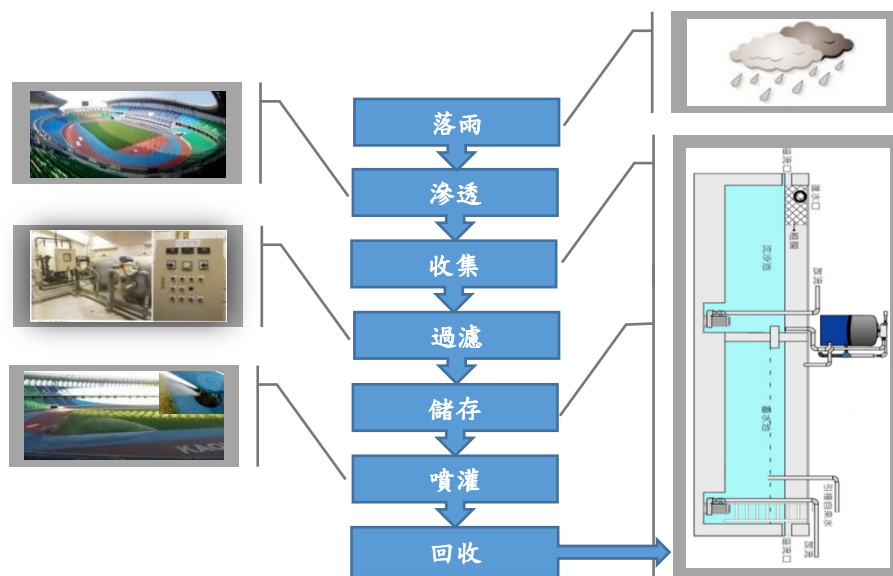


圖 5 雨水回收循環利用圖

(四) 植被層選擇與差異分析

百慕達草(Cynodon L. C. Rich) 為一種生長快速、莖葉密集、匍匐性的草種，適合應用在牧草、公園、休閒地綠化以及運動草坪，以及庭院使用。百慕達草英名 Bermudagrass，中文俗稱狗牙根、鐵線草、鐵線藤、絆根草，國外也有地區稱作 coachgrass，原產於熱帶非洲，為禾本科之 Eragrostoideae 亞科，此亞科包含 8 族，作為草坪的有 Chlorideae 族與 Zoysieae 族，其中在 Chlorideae 族以 Cynodon 屬為主要草坪用草，而 Cynodon 屬內作為主要草坪用草有 5 種，普通百慕達草(C. dactylon)、Bradley 百慕達草(C. bradleyi; C.incompletus var. hirsutus、Magennis) 百慕達草(C. magennisii)、African 百慕達草(C. transvaalensis) 與 Pilger 百慕達草(C. plectostachyum) (黃文達、張新軒，2000)。

一般常見的百慕達草多屬於普通百慕達草，或稱為在來種百慕達草，遺傳質屬於 4 倍體，可用種子繁殖，專業的高爾夫球場則多使用 C. dactylon 與 C. transvaalensis 的種間雜交種 C. magennisii，如 TifDwarf；TifGreen328；Tifway419 等，因為 3 倍體，無法正常產生種子，故多使用無性繁殖為主 (吳建銘，2010)。

百慕達草(Tifron 419) 為 1960 年美國植物遺傳學家格林.鮑頓，經過幾百次雜交培育而出的，該草暗綠色，中等質地，葉片堅硬，植株密度中等，生長較為低矮，生長速度快，易形成蕪枝層，耐低溫性較好。具有耐低割且細緻一般適用於用於高爾夫球場球道區和發球區和足球場，不適用於綠化草坪區。

高雄國家體育場在運動草坪草種選擇上則採用百慕達草(Tifway419) 單一草種為主，說明如下。

1. 百慕達草(Cynodon L. C. Rich)

多年生禾草：株高約 2~15cm，匍匐莖具較長之節間，蔓延甚快；葉寬 0.2~0.3cm，葉色深綠，質感細緻；每年 3~10 月抽穗開花，杆長約 10~15cm。

學名：百慕達草、科屬：禾本科、別名：狗牙根、鐵線草、雜交天堂草、特性：多年生禾草、原產地：雜交種；百慕達草特性：萌芽能力強、蔓延速度快，可預防某些雜草；質地細緻；不易感染病蟲害；對乾旱、高溫、磨損、修剪及鹽份有很強的忍耐力。不耐寒霜，在10°C 以下即呈休眠、葉色褐化；喜強日照，不適合陰幽場所。能適應各種土壤，但在中性、肥沃的土壤中有最好的生長勢，適宜的土壤酸鹼pH 值為5.2~7.0。下圖為百慕達草 419 夏季實際草坪現況與演色性（詳如圖 6 所示）。



圖 6 高雄國家體育場百慕達草（Tifway419）草種

(五) 小結：運動草坪維護管理優劣首要條件必須先天體質良好，如基礎硬體結構（含基地面積結構、雨水回收噴管系統、植被層選擇與差異分析）。

1. 基地面積結構：一般地區或學校田徑場多忽略排水與排氣管線設備埋設、以及土壤層改良，造成土壤易踐踏夯實硬化以及草根向下發展不易。
2. 噴管系統：易採環場式自動噴灌設計，避免於草坪內置放噴罐頭，以免造成選手高速跑動下因草坪內硬度不同而損傷腳踝。

備註：設計噴灌系統需考量雨水回收及蓄水槽規模，以有效提升噴灌壓力閥穩定性。

3. 植被層選擇與差異分析：百慕達草為一種生長快速、莖葉密集、匍匐性的草種，屬熱帶性草種為台灣近年來普遍使用草種，惟不耐陰。百慕達

419 草為雜交培育而成（無性生殖）屬矮伏型，生長速度快，耐低溫性較好，具有耐低割特性。高冷地區建議可採冬季小黑麥草交播方式。

二、草坪養護程序與作業工項

草坪的品質取決於功能與外觀性，如為運動競技場地則須加入比賽性 (playability)，因此運動草坪管理目標則需配合草坪的使用目的及管理單位配合經費限制，設定差異性草坪管理策略。

高雄國家體育場每年編列委外養護管理經費約新臺幣 180 萬元，並依管理單位制定運動草坪管理養護需求書，協力廠商依合約精神進行履約業務執行，詳如下說明。

(一) 例行性養護程序

1. 基本養護工法（劉樹華等，2009）

- (1) 灑水作業：每次灑水上午、下午各進行一次（雨季時依落雨量調整之），每次灑水噴灑量大於 $10L/m^2$ ；視草皮土壤溼度現況，調整噴灌作業次數及時間（如雨季及豪大雨、颱風等或冬、夏季之分）；田徑場草皮中央自動噴灌無法噴灑區域及設備故障、歲修替代設備遇噴灌系統故障維修時，需維持每日至少一次全面灑水作業；溢流水漬需以手推式吸水機處理乾淨；配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。
- (2) 割刈作業（王軍，2007）：夏季每週至少割草 2 次（冬季 1 次）含跑道邊緣修邊 1 次、及草屑等周邊環境清潔整理；需使用三刀式（五刀式尤佳）滾刀式割草機；每次割刈長度，不可超過草長之 $1/3$ ；每週執行定狀割刈後草皮餘留高度約 2.5~3cm（配合國際足球賽事必要時須降至 2cm）；刀葉須鋒利，以免割刈時造成莖葉傷口感染；割草完後，於當日完成草屑清理及運離；草紋修剪方向每次須一致，以場館東西向穿叉方向，建議間隔為 5m，若最邊緣不足 5m 則不在此限；刀葉每 3 個月至少須磨刀一次（須提供保修紀錄）

以確保刀鋒銳利度，避免因銳利度不足造成草根撕裂傷害（易感染疾病）；配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。

- (3) 打孔（洞）作業：具有增加土壤排水與透氣效果（深度需達 7cm 以上），另可避免土壤硬化及促進草根生長；每 3 個月進行打孔作業至少 1 次（惟尚需斟酌實際狀況者，需徵得場館同意後調整之），必要時增加施作次數；大型活動後實施打孔作業可改善土壤夯實現象，並改善排水及排氣效能；打孔作業須先行送陳管理單位審核，並於月計畫書中（預期作業）逐條說明；配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。
- (4) 拖墊（網）作業：具有草坪土壤整平效果；於打孔或鋪砂作業後，進行平整度修整（惟尚需斟酌實際狀況者調整）；拖墊（網）作業須先行送陳管理單位審核，並於月計畫書中（預期作業）逐條說明；配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。
- (5) 鋪沙作業：草皮傷損後局部修補，促進新芽生長；全面性鋪沙作業（亦指田徑場草皮範圍內約 7,719 平方公尺）每年至少二次。須先行送陳管理單位審核，並於月計畫書中（預期作業）逐條說明；局部鋪沙則為活動結束後，視草皮地坪平整度及傷害程度需要施作；草皮表面整體覆砂所用材料需為洗淨後之中細砂，其最大粒徑不得超過 2mm，且 0.1~1mm 粒徑分佈含量、須達 70% 以上，草皮表面每次覆砂厚度，不得超過 3mm；必要時配合土壤（沙）層過剩時予於汰換沙粒；配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。
- (6) 滾壓作業：具有草坪土壤整平效果與硬度控制；全面性滾壓（亦指田徑場草皮範圍內約 7,719 平方公尺）每年至少二次，須先行送陳管理單位審核，並於月計畫書中（預期作業）逐條說明；載具重量 400-1000KG 尤佳，具有草坪整平、抑制、紋路之作用；配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。

- (7) 疏根作業：促進新芽生長，避免草莖過長影響運動表現；草皮生長密度過高時進行之，每年施作 2 次（春、秋兩季各施作乙次）；每次以東西向及南北向各施作一次；有效清除枯草層，降低草坪密度，減輕剪草機負荷，改善草坪通氣性，增強草坪得抗病能力，保證草皮健康度；配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。
- (8) 切(斷)根作業：促進草坪新增；防止根系老化，縮短草坪壽命；配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。
- (9) 補播或移植作業：草皮因遭過於踐踏或其他原因造成大面積磨損、壞死，無法於短時間內復原者；立即進行補播或草皮移植，唯需採用本場館田徑草坪原割草後（精選草根）加以培育為佳；不得直接引進其他場地培育之草坪作為移植之用；配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。

2. 土壤改良：

- (1) 預防病菌感染。
- (2) 土壤酸鹼值宜介於 PH5.7~7.0 之間。
- (3) 視草皮狀況做相關土質改善作業（如疏根、打洞、抽砂及換砂）。
- (4) 有機肥混合攪拌。

3. 草坪整備

- (1) 配合場館舉行之活動需要，維持草皮高度一致性、密度及平坦度，及草皮生長狀況，進行活動使用前場地整備（如割草或滾壓）。
- (2) 賽事或活動前之草皮記錄資料須點交予舉辦賽事或活動之借用單位，並由甲方簽認點交。乙方於賽事結束或活動後 2 天內，須協助甲方就草皮使用情形提出修繕書面評估，並提交甲方。
- (3) 活動日結束後草皮破損產生缺洞時修復、以及撤場後完整恢復作業（如局部鋪砂或草皮移植等）。
- (4) 每月草皮生長狀況檢視作業及相對應執行改善作業（如土壤改良、施肥、除草、及病蟲害防治等）。

(二) 病蟲害管理(劉崑恩, 1987、1991; 劉樹華、康茹、周冬柏、張豔紅, 2009)。

4. 定期於蟲害盛行時期前進行蟲害預先防治並針對已發生之蟲害進行偵查及施藥(短效性低毒性)防治。

(1) 噴灑藥劑前, 藥用成分、用量、說明須先行送陳管理單位審核, 並於月計畫書中(預期作業)逐條說明。

(2) 噴灑藥劑後, 須於草皮四周置放警示標語告示牌公告, 以維安全。

a. 草坪因管理不善造成大面積壞死、枯黃, 無法於短時間內復原, 需立即進行移植。

b. 病蟲害區域, 應立即控制避免疫情擴散, 需以動力噴霧機或手壓噴霧機作業。

c. 配合場館舉行活動之需要, 調整本項作業時間。

d. 一般常見病蟲害預防與處置:

(a) 蟲害盛行時期應進行預防性用藥並針對已發生之蟲害進行偵查及施藥(短效性低毒性)防治。

(b) 鏈胞菌侵襲可採鐵甲砷酸碲依比例均勻混合噴灑。

甲、斜紋夜盜蛾

學名: *Spodoptera litura*、科名: 夜蛾科、英名: Tobacco cutworm、別名: 行軍蟲、黑蟲、黑土蟲、黑肚蟲、巢蟲、蓮紋夜盜、地蠶。

分布: 台灣常見物種, 幼蟲食量極大, 會大量啃食植株心梢及葉片, 嚴重時常導致全園廢耕。

用藥: 蘇綠菌(生物農藥)、加保利、三氯松, 比例: 1:1000mL/hm²。斜紋夜盜蛾之幼蟲晝伏夜出, 傍晚噴藥始可確保藥效。

誘殺燈之利用: 夜蛾類因成蟲夜行性, 可利用燈光誘集成蟲, 以減少其交尾繁殖。

性費洛蒙之利用：以已開發之費洛蒙配合燈光之誘集，可大量降低其族群之成長。

乙、東方螻蛄

學名：Gryllotalpa orientalis Burmeister、科名：螻蛄科、英名：Oriental mole cricket、別名：拉拉蛄、土狗子、地狗子、分布：台灣常見物種。

用藥：免敵克、大利松、陶斯松，比例：1:1000mL/hm²。

黃斑黑蟋蟀：

學名：Gryllus bimaculatus De Geer、科名：蟋蟀科 Gryllidae、英名：Gryllus、別名：促織、蚰蚰兒、蟋蟀欵、蟀子、蜻蛚。

分布：台灣常見物種，分布於平地或低海拔山區，成蟲春至秋季出現，夜晚出沒。

用藥：免敵克、大利松、陶斯松，比例：1:1000。比例：1:1000mL/hm²。

丙、仙女環

學名：fairy ring disease、科名：Agaricaceae 傘菌科、英名：fairy ring、別名：擔子菌類。

分布：北美、歐洲、亞洲。

特徵：圓形或弧形之蕈類生長或死亡或綠色圓形草坪，白色菌絲可由草盤中或土壤中發現。

用藥，溴化甲烷、望佳多，比例：1:1000mL/hm²。

(三) 雜草管理 (黃文達、陳宏銘、王裕文，2014)

1. 高雄國家體育場田徑草皮為單一草種(百慕達419)其餘均為外來雜草，依規定雜草率應保持低於3株/m²。

(1) 人工除草：以手拔除或小型手工具如小鏟、手耙、鐮刀挖掘割除雜草，對以種子繁殖之幼株雜草效果佳；對已成長之雜草，特別

是具有地下繁殖器官及匍匐性之多年生草則效果有限；一般粗放管理的草坪少有人工除草，在小面積之草坪管理，如景觀裝飾草坪、家庭式庭園、高爾夫球場之果嶺、雜草密度低之區域，或發生以機械、化學藥劑無法防除之問題雜草時，須以人工拔草之方式清除，人工除草雖然耗時、費工、效率低，但不影響環境安全，也不會有草坪藥害的情形發生；拔除後所造成草皮坑洞需以洗淨後之中細砂鋪補填平，可有效遮蔽紫外線照射避免葉病害。

(2) 化學藥劑除草(大面積時施予作為):化學藥劑防治法雖然有省工、省時、效率高的優點，但需同時考慮對環境安全的評估及對草坪本草的傷害；在草坪上登記除草劑有滅落脫(napropamide)50% 水分散粒劑、汰硫草(dithiopyr)32% 乳劑、百速隆(pyrazosulfuron)10% 可濕性粉劑、伏速隆(flazasulfuron)10% 可濕性粉劑、快克草(quinclorac)50% 可濕性粉劑和甲基磷酸鈉(MSMA)45% 溶液，因經登記可合法使用之除草劑相當少，目前無法滿足實際之需求。

(3) 一般常見雜草預防與處置：(徐玲明、卓俊銘，2010)

a. 香附子

學名：Cyperus rotundus L.、科名：莎草科 Cyperaceae、英名：Nutgrass flatsedge、別名：土香、香附、莎草。

分布：溫帶、亞熱帶及熱帶；臺灣低海拔各地。

特徵：多年生草本，約 10~40cm 高。單葉基生；3~6 個傘狀花序，每個花序 3~10 小穗，小穗線形，1~3cm 長；花柱長；瘦果褐色。

用藥：50%撲多草乳劑(Metobromuron + Metolachlor) (田間立即混合)，比例：1:100mL/hm²。

b. 短葉水蜈蚣

學名：Kyllinga brevifolia Rottb、科名：莎草科(Cyperaceae) 水蜈蚣屬(Kyllinga)、英名：Water centiped、別名：水蜈蚣、三英

草、無頭香附，水香附。分布：熱帶、亞熱帶的潮濕地及靠海岸處，台灣全島原野、路旁、市街荒廢地、水溝邊、陰濕地、沼澤地、田畦等，極為常見。

特徵：多年生草本，具有細長褐色鱗片的地下莖，稈直立柔軟，高 10~30cm，葉根生，葉片狹線形，葉鞘膜質，根基葉片，常只具葉鞘，花序無梗，為頂生之圓頭狀花序，生在莖頂，由多數密生淡綠色小穗組成，小穗寬披針形，長 3~3.5mm，每一小穗只有一花，苞葉 3~4 片不等長，瘦果倒卵形，長約 1.5mm。用藥：50% 施圃草脫淨可濕性粉劑(Pendimehtalin+Atrazine)，比例：1:200mL/hm²。

c. 牛筋草

學名：Eleusine indica (L.) Gaertn.、科名：禾本科

(Gramineae) 稈子屬(Eleusine)、英名：Goosegrass、別名：蟋蟀草、魚鰵草、牛頓草。

分布：熱帶及亞熱帶地區，台灣平地路旁及田埂上。

特徵：一年生草本，根部強壯，莖叢生，莖基鮮白色，無毛。株高 20~50cm，葉鞘平滑，兩側扁平，葉片平滑，無茸毛，葉由摺疊狀展開，長 5~50cm，鮮綠色，葉舌短，薄膜。4~6 列穗狀花序，呈指狀排列，散生。種子橢圓形，黃褐色。

用藥：10% 快伏草乳劑(Quizalofop-ethy)，比例：1:3mL/hm²。

d. 小飛揚草

學名：Chamaesyce thymifolia (L.) Millsp.、科名：大戟科 (Euphorbiaceae) 地錦草屬 (Chamaesyce)、英名：Common Milkweed, Red Caustic Creeper, Thyme-leaved Spurge.、別名：千根草、紅乳草、乳草、乳仔草、篇蓄草 (台灣)。分布：台灣平地及澎湖，田邊、路旁或農田或山坡地濕潤處都很常見。

特徵：年生草本，全草具毛，有白色乳汁，葉對生，長橢圓形或披針形。花腋生或頂生，聚繖花序，排列成頭狀，花密而小，為紅紫色苞片所包圍，雌雄同株異花。蒴果上具粗毛，有三稜。種子光滑或有皺紋。

用藥，巴拉刈比例：1:1000mL/hm²（以上農藥使用仍需依行政院農業委員會最新規範開放用藥之規範。）

(四) 施肥管理（營養）

1. Tifton419 草皮、較適於在溫熱型氣候環境下正常生長，當氣溫低於 15°C 時、其生長速度可能較為遲緩；針對氣溫較低之秋、冬季節，及轉為緩和復甦期而言，請注意下列事項：

- (1) 須定期檢視依據草皮現況給予速效性及緩效性肥料施放。
- (2) 施肥前，藥用成分、用量、說明需先行送陳管理單位審核，並於每月月計畫書中（預期作業）逐條說明。
- (3) 秋、冬季宜施以緩性效追肥，其 N-P-K 為 20-0-10 之比例、0.25kg-N/100m²；每月施肥二次，維持草色、並提升耐寒性。
- (4) 冬季期間寒流驟降之低溫褪去、氣溫（日溫及夜溫）上升時，可間歇性補充液肥、以促進草皮生長並提升草坪密度。一般氮肥提供可選用硫酸銨、尿素等肥料。
- (5) 春、夏季時、當夜溫平均高於 15°C 後、宜進行施肥、割刈及澆灌之密集性維護管理，每週進行 2 次，其 N-P-K 比例為 1-0.1-0.5、0.1kgN/100c m²；草坪割刈高度 2~3cm、施肥後應隨即補充足夠之水份。
- (6) 短期追肥施灑避免局部濃度過高。
 - a. 需以肩背式噴灑機或推（拖）式噴灑機作業。
 - b. 施灑之肥料散落於 PU 表層時，須於當日清除。
 - c. 配合場館舉行活動之需要，調整本項作業時間。
 - d. 農友牌台肥硝磷基特 1 號（有機質複合肥）

(五) 基本專業器具

1. 田徑場草皮自動噴灌設備（廠牌 PERROT 德製）
 - (1) 日常保養維護、吸入口雜物清潔、噴灌作業系統設定及操作。
 - (2) 嚴禁使用外力方式改變噴灌機具噴灑頭既有之設定。
 - (3) 每月巡查田徑場集水陰井雜物清除。
 - (4) 發佈颱風警報或豪（大）雨預報時，須事先全面檢視清除雜物，以預防排水不良。
2. 手動噴灌設備，自備手動噴灌基本作業設備，作為田徑場草皮中央自動噴灌無法噴灑區域及設備故障、歲修替代設備，水源甲方提供。
3. 手推式吸水機，灑水系統噴灑後造成跑道產生溢流水（漬）需以手推式吸水機處理乾淨。
4. 滾刀式割草機，拖曳式滾壓機（或自走式）滾刀式割草機，三刀式（五刀式尤佳）、寬輪型、可調整草皮割刈高度，且附集草箱、以便直接機械回收割下之草皮莖葉，割草機進行不得傷害到田徑場鋪面、緣石與草皮表土層。
5. 打孔機，拖曳式滾壓機（或自走式），打孔機，打洞深度可達至少 7cm 以上，直徑 1.5cm 以上。
6. 網狀拖墊，拖曳式滾壓機（或自走式）網狀拖墊，金屬網狀至少寬 2m、長 3m。
7. 滾壓機，拖曳式滾壓機（或自走式），滾輪重量 400kg -1000kg。
8. 鋪沙機，拖曳式滾壓機（或自走式），鋪沙機，最大容量（載砂量）不超過 0.5m³，以減少草皮之機械壓實量而維持草坪之適當彈性，並以滾式毛刷器、進行面砂散佈；機具本身淨重、須小於 500kg。
9. 疏草切根機，拖曳式滾壓機（或自走式），工作幅寬 480mm、切根深度 30mm、外形尺寸 1150*800*800mm、整機質量 70kg。
10. 噴藥機，噴藥機，需附草皮專用輪胎、其載藥後滿重不得超過 1,000kg，以噴霧方式均勻噴藥。

11. 施肥機，施肥機，使用背式噴灑機具或拖式噴灑機具。
12. 肩背式噴灑機或推（拖）式噴灑機，視區域面積及生長狀況作業。
13. 其他，修剪工具、推車、草耙、除草器、圓鋤、鋤頭等細項工具。
14. 養護機具設備注意事項：
 - (1) 為避免病蟲害、病菌之感染及雜草種子之傳播，於養護合約期間廠商所屬養護之相關設備機具需固定置放於本處所指定之固定位置。
 - (2) 草皮區域上不允許草皮養護機具以外之其他任何機具（含草皮養護機具總載重超過 1400kg 以上、輪寬 26cm 以上、輪數少於 3 輪）使用，
 - (3) 如需有覆蓋物置於草皮上，則覆蓋物須經草皮養護單位及本處認可後，方可施作覆蓋，覆蓋時間不得超過 48 小時。
 - (4) 機具行經田徑場橡膠跑道內前，必須做必要之防護措施（鋪設塑膠墊及保護墊不得少於 3cm），並經甲方認可其防護措施後，始得進入施作草皮養護作業，以避免污損場內鋪面。
 - (5) 如因養護施作過程造成跑道污穢或橡膠表層損傷者，由乙方負責清潔、恢復原狀，未能恢復者，則依法求償。

(六) 小結：

運動草坪養護是一連串循環養護程序與作業工項【包含灑水、割刈、打孔（洞）、拖墊（網）鋪沙、滾壓、疏根、切（斷）根、補播或移植、土壤改良、草皮整備等作業工項】以及病蟲害管理、雜草管理、施肥管理（營養）等擬定與控管，另備齊相關專業大型器具並定期維護（如滾輪式割草機、打孔機、鋪砂機、噴藥機等）匯集成功要素缺一不可。

1. 基本養護工法

(1) 例行性養護程序

- a. 灑水作業，建議以落地雨水回收再利用為佳，惟需留意蓄水槽蓄水量枯水期必要時以自來水補給需先經過 24 小時水平衡（氣氣

揮發)後再使用。如噴灌水霧柱無法重疊交灑處，需採淹灌方式補給供水。

- b. 割刈作業，非賽期平日需維持 2~2.5cm 草莖長度並採東西向及南北向交替作業（避免單一倒向並增加光照）。賽期前仍依不同運動項目對草皮的需求長度略有所差異（依目前世界盃足球賽要求草皮高度為 2cm）少部分草坪項目則要求草莖長度應較長些以增球體磨擦力以增加難度及桿數（如木球、槌球），橄欖球及飛盤爭奪賽並無特別規定。
- c. 打孔作業，在運動賽前實施可改善或控制土壤硬度（彈性）避免選手在高速跑動後膝蓋負擔及衝撞後跌倒摩擦造成挫傷加劇。活動後實施可改善土壤夯實現象，並提升排水及排氣效能。
- d. 拖墊作業，一般於實施打孔或鋪砂作業後，進行均勻度調整與平整度修整。
- e. 鋪沙作業，於高張力競賽後如造成局部草坪剷除或滅失可進行局部鋪沙（淹蓋）避免紫外線直接照射受損草皮造成病害感染。搭配草徑矮化後實施全面鋪沙可促進新芽生長（惟萌芽期需達 21~28 天）。
- f. 滾壓作業，控制運動場土壤區域平整度及硬度，可避免選手在高速跑動後膝蓋負擔及腳踝損傷。
- g. 疏根作業，有效清除枯草層，清除枯草層改善草坪通氣性，增強草坪抗病能力。
- h. 切（斷）根作業，促進草根新增防止根系老化（惟萌芽期需達 21~28 天）。避免草莖過長影響運動高速跑動及細微腳踝技術活動表現。
- i. 補播或移植作業，草坪因遭踐踏（重擊）或其他因素造成局部挫傷或滅失時實施修復。如因病害造成大面積草坪枯死，無法於短時間內復原者須立即進行補播或草皮移植，惟需採用本場館田徑

草坪原割草後（精選草根）加以培育為佳，避免直接外來移植以免土壤（草坪）細菌感染。

(2) 土壤改良，一般用於蟲害後草屑層過厚，土壤層優化處理（有機肥），可增加移植草皮附著度與萌芽率。

(3) 草坪整備，配合場館舉行之活動需要，維持草皮高度一致性、密度及平坦度，及草皮生長狀況，進行活動使用前場地整備（如割草或滾壓）。活動結束後草皮破損產生缺洞即時修復、以及撤場後完整恢復作業（如局部鋪砂或草皮移植等）。依草皮生長狀況執行改善作業（如土壤改良、施肥、除草、及病蟲害防治等）。

2. 病蟲害管理

(1) 季節性蟲害好發期應預先防治用藥並針對已發生之蟲害進行偵查及施藥（短效性低毒性）防治。

(2) 藥用對象、成分、用量需充足避免產生抗藥性。

(3) 部分趨光特性害蟲，應實施誘捕盡可能避免用藥。

3. 雜草管理

(1) 季節性雜草好發期應預先防治用藥並針對已萌芽雜草進行偵查及施藥（短效性低毒性）防治。

(2) 藥用對象、成分、用量需充足避免產生抗藥性。

(3) 大面積雜草須用藥抑制並挖除，如挖除面積過大則需立即施以補植作業。

4. 施肥管理（營養），依季節性（雨量、日照時間、氣溫等）以及目的需要，宜施以緩性效追肥（如一般氮肥、液態肥、固態肥等），短期追肥施灑避免局部濃度過高。

5. 基本專業器具，所謂工欲善其事，必先利其器。養護過程中所需大型器具（如滾輪式割草機、打孔機、鋪砂機、噴藥機等）動輒百萬元一般中小企業多難以負荷，因此在履約金無法提升狀態下建議由業管單位自行編列預算購置以降低廠商支出成本及提高潛在優質廠商領標意願。

三、植被層保護程序與建置

賽事或活動前場館承辦人需提出草坪現況記錄資料交予借用單位（簽署點交）。並於賽事結束或活動後 48 小時內進行交付作業，如有損害情形需另提出修繕書面評估（求償），待修復後方可完成交付作業，如下說明。

(一) 搭設流程

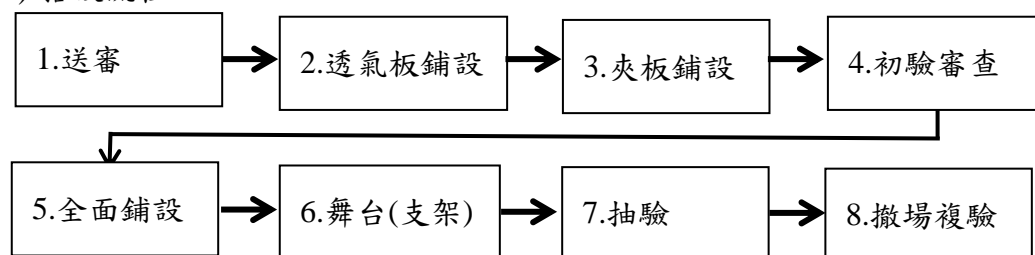


圖 1 搭設流程圖

(二) 搭設流程說明

1. 送審：

- (1) 28 天前將舞台搭設圖（含面積、材質、承載重量、工法等）送至本場館業務承辦人審查。
- (2) 提供活動規劃進行審查（不得有危害場館與安全疑慮之規劃）。
- (3) 退回，二審。
- (4) 通過後，依規範施工。

2. 透氣板鋪設（13~50mm）依承載重量而定

- (1) 鋪設面積：受力點外緣外推 10~15 cm。
- (2) 工區動線亦同。
- (3) 大型活動使用區域（含場佈器材放置區域）應全面鋪設透氣板需潔淨，新品尤佳。
- (4) 覆蓋時間不超過 48 小時（含活動與撤場），應自草皮區域移除，並至少透氣 6 小時。
- (5) 備註：管理單位如認為有必要者，得要求擴大鋪設面積。

3. 夾板鋪設（12~18 mm 厚、4~6 分足板）依承載重量而定

- (1) 鋪設面積：受力點外緣在外推 5cm。
- (2) 工區動線亦同。
- (3) 夾板需潔淨（不得帶入任何泥塊、油汙、尖銳物等），新品尤佳。
- (4) 覆蓋時間以不超過 36 小時。

備註：

- A. 管理單位認為有必要或施工人員違規，應要求擴大鋪設面積。
- B. 施工機具與車輛進場前輪胎須潔淨。

4. 初驗審查

- (1) 通過：繼續施作。
- (2) 未通過：停工，待改善後方可施作。

5. 全面鋪設

- (1) 依審查通過後工法、材料施作。
- (2) 工區動線亦同。

6. 舞台與其他設施

- (1) 大型舞台依承載重量、面積與高度而定。
- (2) 蓋板與排水溝上方禁止架設舞台支撐點及停放機具。
- (3) 小型帳棚如於場內搭設，下方需鋪設保護層；否則，須於車道區搭設完成後，再移至定位點。

7. 抽驗

- (1) 通過：繼續施作。
- (2) 未通過：停工，待改善後方可施作。嚴重違規者，全面停工並要求主辦單位派代表至現場督促改善。如因停工影響施工期間，主辦單位應自行負責。

8. 撤場複驗

- (1) 撤場須由上至下依序拆除撤離，保護層須最後撤離。如有違規情形，停工，待改善後方可施作。

- (2) 因違規停工影響撤場期限，主辦單位應自行負責，如需支付場地費用者，亦同。
- (3) 場地複驗通過：場地設施設備無毀損情形時，無息退還保證金。
- (4) 場地複驗未通過：場地設施設備造成毀損時，主辦單位應負復原之責。逾期未處理者，管理單位得逕自保證金撥付修復費用，剩餘保證金無息退還主辦單位；保證金不足時，其相關費用得向主辦單位追償。

9. 其他注意事項

- (1) 詳如世運主場館田徑場保護須知。
- (2) 橄欖球賽因架設球門柱，如需切割草皮必須採用鋒利切割（圓滾刀、香蕉刀等....），不得直接使用圓鋤強行切割。
- (3) 需使用水性天然塗料畫線，嚴禁使用油性漆料畫線或標記。

參、研究方法

本文採用質化研究文獻蒐集、實際參與觀察，並以督管經驗加以論述與實證分析，並以高雄國家體育場天然草坪養護與管理為實例對象。

在管理上運動草坪養護優劣（包含草坪平整、彈性、排水、及選殖草種、色澤、密度、根系等）將直接影響競賽選手技能體現與安全，每一場大型活動或運動賽事必然會對天然草坪造成一定程度損害。

如何降低損害及縮短復原期（如活動前預防、活動間斷中緊急修補及活動後復原等）將是複雜的作業工項（如病蟲害抑制、除雜草、施肥管理等），並依實際現況調整作業差異（如季節、氣候、日照、雨量、賽後損害等），本文完整涵蓋天然運動草坪養護管理作業過程與重要說明。

肆、結論與建議

一、結果

高雄國家體育場對台灣承辦或申辦國際大型賽事中扮演重要角色，不論在硬體設施與周邊交通運輸便利性上均符合申辦國際賽會要求，尤其是場館內田徑場草坪範圍內約 7,719m² 運動草皮維護工作更顯重要，唯有透過良好的草坪養護與管理規範並徹底要求與執行，才能持續維持具備國際一流競賽場地（草坪）規範，並使所有競賽選手可在舒適、安全、公平的環境下充分激發潛能正向回饋運動觀賞球迷。

然而，目前台灣在爭辦國際足球賽事或國外優質團隊移地訓練時最為普遍遭遇到的問題為副場地（或暖身場地）不足，因此本研究對於如何提升業管單位對未來田徑場天然運動草坪專業養護及管理職能上提供完善說明與介紹。台灣全年日照、溫度適當加上雨水量充足是非常適合栽種天然運動草坪的國家，應該善用先天環境優勢，提高天然運動草坪使用率創造友善運動場地保護使用者安全。

二、給管理單位的建議

草坪養護品質取決於功能與外觀性，運動競技場地則須加入比賽性 (playability)，因此運動草坪管理目標則需配合草坪的使用目的及管理單位經費限制，設定差異性草坪管理策略。

- (一) 建立完善作業規範擬定，可有效規束廠商履行作業工項與履約進度。
- (二) 適切採購方式修擬，在預算不變下以資格標（複數約）方式降低支出成本提高優質潛力廠商誘因。
- (三) 大型器具（如滾輪式割草機、打孔機、鋪砂機、噴藥機等）應由業管單位應自行編列預算購置以降低廠商支出成本及提高潛在優質廠商投標意願。
- (四) 如何招募優質及負責任廠商進駐將已決定未來場館運動草皮養護管理之成敗。
- (五) 提升承辦人員專業度，業管單位應自行編列預算作為人員培訓教育之轉款專用，以提升業管單位督察能力。

三、一般地區或學校草坪養護建議

礙於經費限制，可優先加強

- (一)硬體建置：一般區域或學校田徑草坪普遍維護管理經費不足，建議優先逐步改善：1.土壤結構層、2.排水（排氣）管理設、3.噴灌系統。
- (二)工程經費編列：田徑場新（整）修工程經費編列分配模式（主體硬體建置 80%、草皮建置 10%、其他 10%），應修正為（主體硬體建置 60%、草皮建置 20%、養護管理 20%），過往忽略草坪建置及後續養護管理重要性。

參考文獻

- 互助營造股份有限公司 (2009)。2009 高雄世運主場館施工全紀錄。互助營造 (ISBN:978-986-85670-0-9)。
- 黃文達、張新軒(2000)。百慕達草之特性與利用。中華民國雜草學會會刊，21(1)，p.31-40。
- 徐玲明、蔣慕琰 (2009)。台灣草坪雜草圖鑑。貓頭鷹出版社編印，台中市，p.138-139。
- 吳建銘(2010)。果園草生地被植物介紹-百慕達草。臺南區農業改良場技術專刊，149，p.33-36。
- 王裕文 (2003)。草坪與高爾夫球場果嶺管理。台北縣板橋市公所-公園綠美化專業訓練研習參考資料。
- 王裕文 (2000)。草坪草之生態、分布與利用。中華民國雜草學會會刊 21 (1)，p.1-15。
- 許建昌 (1975)。台灣的禾草。台灣省教育會。台北市，p.454。
- 劉嵒恩 (1991)。台灣草皮病害及其防治。中華民國雜草學會會刊，12(1)。
- 劉嵒恩 (1987)。臺灣草皮病害調查。中國園藝，33(3)，p. 201-207。
- 劉樹華、康茹、周冬柏、張豔紅 (2009)。運動草坪養護與管理。天津農業科學。15(4)，p.70-72。
- 宋桂龍 (2009)。運動場草坪根系層土壤特點及配比選擇的研究進展。草園與草坪(1)，p.98-102。
- 王軍 (2007)。草坪的養護與管理。河北農業科學。11(4)，p.51-52。
- 黃文達、陳宏銘、王裕文 (2014)。草坪管理實務。中華民國雜草學會：休憩綠地草坪管理與農藥安全使用研習會專刊，p105-137。
- 黃文達 (2011)。雜草管理之昆蟲調控。台中市：中華民國雜草學會。
- 蔣慕琰 (1982)。台灣雜草名彙。雜草學會會刊，3(2)，p.130-187。
- 徐玲明、蔣慕琰 (1993)。台灣草坪雜草之種類調查及植群分析。中華民國雜草學會會刊 14(2)，p.79-92。

徐玲明、卓俊銘 (2010)。休閒農牧及運動草地之雜草生態。休閒農牧及運動草地雜草識別與除草劑安全使用研習專刊，p.95-110。

台灣大學草地研究室網站, <http://grassland.agron.ntu.edu.tw/>

Altieri, M. A. (2004). Biodiversity and pest management in agroecosystems. p.47-68.

Food Productions Press, InC. (黃文達譯)

Beard, J. B. (1973). Turfgrass: Science and culture. Prentice Hall, Inc.

Englewood Cliffs, N.J. Beard, J. B. (1988). How to have a beautiful lawn.

Beard B., College S., Texas. C.N. (1998). Fundamentals of turfgrass management.

Chelsae, M. Duble, R. L. (1996). Turfgrasses: their management and use in the southern zone. 2nd edition. Texas A&M University Press, College Station, Texas.

Mac Caskey, M. (1982). Lawns and ground covers. HPBooks. LA. California.

Turgeon, A. J. Turfgrass management. 5th edition. Prentice Hall, Inc.

Upper Saddle River, N.J. USDA. 1995. Grass varieties in the United States. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL.

Patrick, G. (2012). Alleviate difficulties in the process of drilling ventilation. Green Section Record, 50 (24).

Management and Maintenance of Natural Turf- A Case Study of the Kaohsiung World Games Stadium

Feng-Mao Cheng¹, Lung-Chih Hsu², Wei-Jen Lan^{3*}

Abstract

The purpose of the study was to analyze management and maintenance of natural turf based on actual site experiences at the Kaohsiung World Games Stadium. The condition of sports turf has a directly impact on athletes' performance and safety, and each large-scale activity or sports event will cause certain level of damage to the turf. It is a complicated process to effectively reduce damage and recovery period, and required operational adjustment according to current condition. Therefore, the study provided specific maintenance and management requirement as a suggestion to the authority of large sport facility.

Keywords: sports facilities, sport turf, conservation and management, sport spectator, explicit knowledge.

¹ National Pingtung University of Science and Technology Department of Recreational Sport and Health Promotion, Lecture

² Shude University of Science and Technology, Associate Professor of Leisure Sports and Health

³ Shude University of Science and Technology,,Department Recreation&SportManagement ,Assistant Professor(Corresponding Author Email:e660224@gmail.com)