

## 學校球場設置棚架式太陽光電發電設備設計原則

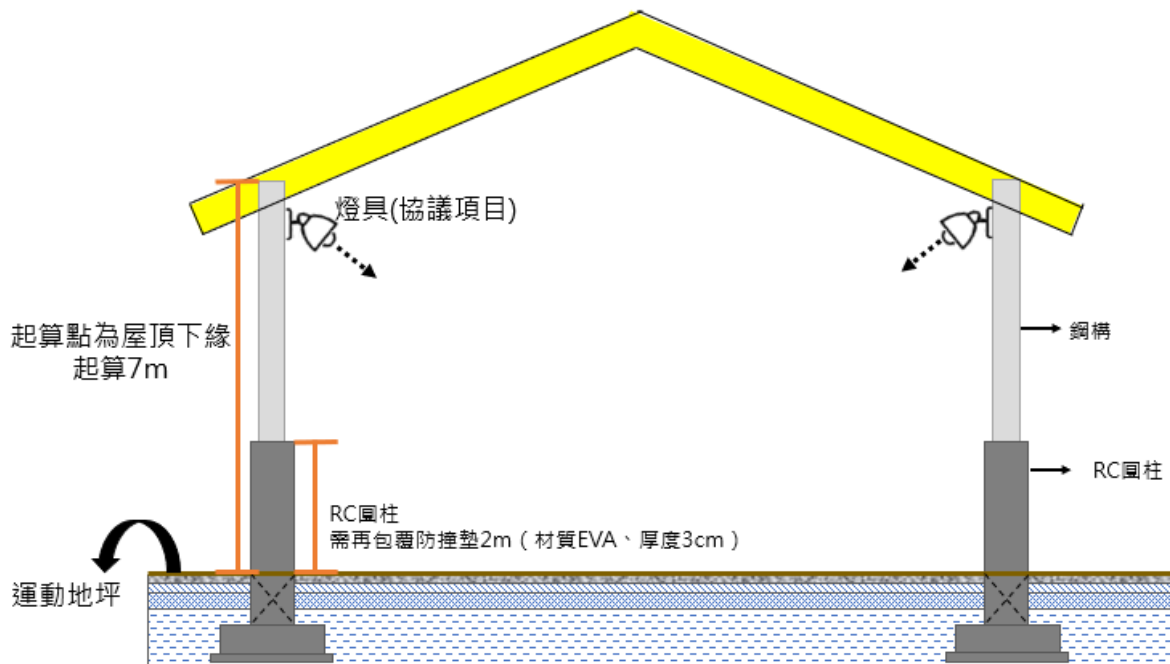


圖7-1、簡易參考圖

(圖示僅供參考，請依機關/學校個案進行調整)

1. 設置太陽能光電風雨球場，結構柱高起算點為屋頂下緣起算，不得低於7公尺，且太陽能光電發電系統須完整覆蓋整個施作標的球場。
2. 為考量屋頂洩水及太陽能光電板日照角度，建議屋頂設置斜率6~8度範圍內為佳。
3. 若空間及成本許可、結構安全許可，上層主結構屋簷應盡量向外伸展，用以遮斜陽。惟太陽能模組之鋪設及鎖固應確實注意耐風能力及施工、運維人員之作業安全。
4. 照明設備由學校自行裝設，廠商應預留管線，惟廠商有意願協助裝設，則納入契約中，並落實後續維護，照明設備規劃請詳見第八款照明設備原則。
5. 美化環境：太陽能光電球場外觀設計之美化要求，如鋼構進行彩繪或顏色變化，可與廠商就基地環境進行協商，惟廠商有意願協助美化，則納入契約中。
6. 為避免場地濕滑，整體設計應達到防漏水，防漏措施需與甲方協

商。惟雨天是否可教學、提供民眾使用需視當天狀況而定。

#### (四) 太陽能光電風雨球場-隔絕要求

1. 裝設天花隔離網，預防球直接接觸太陽能板。
2. 每個球場結構支柱需包覆由地面起算，高度達2公尺防護墊（材質:EVA、厚度:30mm）。
3. 重要機電位置加裝隔離圍欄，並設置危險告示。

#### (五) 結構系統與組件設計（置）原則

1. 球場屋架結構：採韌性抗彎矩構架系統為地上1層鋼骨構造物。
2. 風雨球場結構以鋼構為主，亦可採用RC柱結合鋼構支柱，以降低營建成本，四周可用三米高之鐵網為圍籬，並覆上紗網（鐵網圍籬部分依單位需求，並非強制裝設）。
3. 基礎型式（獨立基腳、聯合基腳、連續基腳或筏式基礎），設計時應視載重情況、地層條件及結構需求等選擇適用之基礎型式。
4. 基礎底面應先鋪設高度至少10公分的墊底混凝土 ( $f_c' \geq 140 \text{ kgf/cm}^2$ ) 後方可進行放樣及基礎版施工。
5. 工程主體結構及其他附屬結構構造之各構材強度，須能承受靜載重、活載重、風力及地震力，並使各部構材具有足夠強度、韌性、基礎穩定性、施工性及撓度控制，並能承受各種載重組合及地震力、風力之作用且需符合相關法令、規範及標準。
6. 結構物之設計須考慮各種可能之載重，包括靜載重、活載重、風力、地震力、土壓力、水壓力、施工載重、混凝土乾縮、潛變、溫度變化及基礎不均勻沉陷等所生之作用力，並考慮各種載重組合產生之最大應力。靜載重與活載重需參考建築技術規則建築構造編第一章第三節之規定。
7. 結構設計應符合「建築物耐風設計規範及解說」之規定，惟依據「國有公用不動產設置太陽光電發電設備租賃契約書」訂定基本設計風速在32.5公尺/秒以下地區者，須採用32.5公尺/秒之平均風速作為基本設計風速，另若高於32.5公尺/秒地區者，須採用各地區之平均風速作為基本設計風速，並考量陣風反應因子 (G)，由

專業技師分別提供結構計算書與各式連結(Connection)安全檢核文件。(臺灣地區各地之基本設計風速可詳見附件三)

8. 結構設計依「建築物耐風設計規範及解說」進行設計與檢核，其中用途係數(I)，採 $I=1.1$ (含)以上、陣風反應因子(G)，應先進行整體結構系統自然振動頻率分析，而決定陣風反應因子(G)值，但至少採 $G=1.88$ (含)作為設計與計算基礎。
9. 結構設計應符合「建築物耐震設計規範及解說」之規定，其中用途係數(I)，採 $I=1.25$ (含)以上作為設計與計算基礎。
10. 所有螺絲組(包含螺絲、螺帽、彈簧華司、平華司等)及扣件材質應為同一材質且必須具高抗腐蝕能力。每一構件連結螺絲組：包含抗腐蝕螺絲、至少1片彈簧華司、至少2片平板華司、至少2個抗腐蝕六角螺帽或至少1個抗腐蝕六角螺帽以及於六角螺帽上再套上1個抗腐蝕六角蓋型螺帽。所有螺栓組及扣件材質必須具抗防蝕能力，並取得耐久性防蝕之品質測試報告及保固保證。支撐架若採用鋁合金材質，螺栓、螺帽須為304或316不銹鋼材質。
11. 依ISO 9224金屬材質的腐蝕速率進行防蝕設計，惟至少應以中度腐蝕(ISO 9223-C3)等級以上的腐蝕環境進行設計，由專業機構提出說明與品質保證，若縣市/學校處於C3腐蝕環境以上之等級，可參考臺灣腐蝕環境分類資訊系統/大氣腐蝕年報表，進行防蝕評估。本縣屬於臨海縣市，廠商須採用熱浸鍍鋅鋼材。
12. 若採用鋼構基材，應為一般結構用鋼材(如ASTM A709、ASTM A36、A572等)或冷軋鋼構材外加表面防蝕處理，或耐候鋼材(如ASTM A588，CNS 4620，JIS G3114等)。鋼構基表面處理，須以設置地點符合ISO 9223之腐蝕環境分類等級，且至少以中度腐蝕(ISO 9223-C3)等級以上為處理基準，並以20年(含)以上抗腐蝕性能進行表面處理，並由專業機構提出施作說明與品質保證證明。
13. 若採用鋁合金鋁擠型基材，其鋁合金材質應為6005T5或6061T6以上之等級，並須符合結構安全要求。其表面處理方式採陽極處理

厚度14 $\mu\text{m}$ 以上及外加一層膜厚7 $\mu\text{m}$  以上之壓克力透明漆之表面防蝕處理，除鋁擠型構材外的鋁合金板、小配件等之表面處理方式可為陽極處理厚度7 $\mu\text{m}$ 以上及外加一層膜厚7 $\mu\text{m}$ 以上之壓克力透明漆，且皆需取得具有TAF認可之測試實驗室測試合格報告。

14. 所有結構支撐系統材料皆需提供材質規格及出廠證明、表面防蝕處理施作說明、材質、規格與品質保證證明。
15. 所有結構支撐系統安裝組立時，現場不得採電焊加工，全部採螺栓連結固定方式。模組鎖固螺栓須可辨識鎖固後之方向性，並於支撐架鎖固完成後，以不會褪色之油漆筆於螺栓之鎖固螺帽畫線做識別，以利日後之巡檢。

#### (六) 太陽能模組

1. 太陽能模組產品需全數符合經濟部標檢局「台灣高效能太陽能光電模組技術規範」自願性產品驗證、通過「太陽光電模組自願性產品驗證工廠檢查特定規範」。
2. 太陽能光電系統需符合「用戶用電設備裝置規則」內太陽能專章。並另提出電機工程技師簽證。
3. 加裝設漏電斷路器，且需符合「用戶用電設備裝置規則」、「電工法規」等相關規定，並於施工完成後確認漏電斷路器使用功能正常。
4. 裝設變流器（逆變器）、配電盤、監控器、斷路器等重要機電（電路通過）設置位置，須加裝隔離圍欄並設置危險告示，避免學生誤觸機組造成危險，相關線路接地標準應依「電工法規」或「用戶用電設備裝置規則」等規範施作。
5. 太陽光電模組鋁框與鋼構基材接觸位置加裝具耐久性之有效絕緣墊片以隔開二者，避免產生電位差腐蝕。
6. 螺絲組與太陽光電模組鋁框接觸處之平板華司下方應再加裝具耐久性之有效絕緣墊片以隔開螺絲組及模組鋁框。
7. 所有隔絕電位差之耐久性有效絕緣墊片皆需先提出材質規格及證明資料。

- 如太陽能光電模組距離屋頂面最高高度超過0.3公尺（含）以上之系統，單一模組與支撐架正面連結（上扣）及背部連結（下鎖）的固定組件共計需8個點以上。如太陽能光電模組距離屋頂面最高高度低於0.3公尺以下之系統，單一模組與支撐架正面連結（上扣）必須與3根支架組件（位於模組上中下側）連結固定，連結扣件共計需6組以上。

（七）工程材料設計規範

- 工程所用各項材料、設備，除有註明外，均應採全新貨品。
- 本工程各項材料、設備，應採用符合 CNS 標準之產品，並禁止使用非法進口產品。
- 需送檢驗之材料以經濟部標準檢驗局或認證實驗室受理項目為準。
- 本材料與設備規範為合約之一部分，未說明之處，乙方應於施工說明書中說明，經甲方同意方可施作。

表7-2 工程材料規格

工程項目	項目	材料	規格
結構工程	結構	混凝土	<ol style="list-style-type: none"> <li>所有水泥、粒料、水均需符合 CNS 標準。</li> <li>墊層打底混凝土強度 <math>fc' \geq 140 \text{ kgf/cm}^2</math>。</li> <li>地下層結構體強度 <math>fc' \geq 280 \text{ kgf/cm}^2</math>。</li> <li>地上層結構體強度 <math>fc' \geq 280 \text{ kgf/cm}^2</math>。</li> <li>其他部分強度 <math>fc' \geq 210 \text{ kgf/cm}^2</math>。</li> </ol>
		鋼筋	<ol style="list-style-type: none"> <li>須符合 CNS 560 A2006熱軋竹節鋼筋，不得採用熱處理鋼筋（俗稱水淬鋼筋）。</li> <li>鋼筋規格需符合 CNS560-SD420W、SD280W 或 CNS560-SD420、SD280，惟鋼筋實測降伏強度不得超出規定降伏強度 <math>f_y</math>，達1200 kgf/cm<sup>2</sup>以上；實測極限抗拉強度與降伏強度之比值不得小於1.25。</li> <li>#6號及以上為 SD420W <math>F_y \geq 4,200 \text{ kgf/cm}^2</math>。</li> <li>#5號及以下為 SD280 <math>F_y \geq 2,800 \text{ kgf/cm}^2</math>或 SD420 <math>F_y \geq 4,200 \text{ kgf/cm}^2</math>。</li> <li>若需要焊接時，鋼筋規格必須採用 SD420W，SD280W。</li> <li>須提供鋼筋無輻射污染值檢證明。</li> </ol>
		模板	<ol style="list-style-type: none"> <li>普通模板及襯夾板模板均須為新品，使用之材料不得變形。</li> <li>若使用系統模板者，得另提施工計畫，專案管理及監造單位核可後，依系統模板設計施工。</li> </ol>
		鋼結構	<ol style="list-style-type: none"> <li>"□"、"H"形鋼柱及柱內加勁板：CNS13812 G3262 SN400B 或 SN490B 以上材質。柱版厚度超過40 mm：CNS 13812 G3262</li> </ol>

			<p>SN400C 或 SN490C。柱底版及斜撐：CNS 2947 G3057 或 CNS 13812 G3262。柱內橫隔版、續接版、加勁版、連接版及封版等，須使用與柱材質相同之鋼材</p> <p>2."□"、"H"形大梁及大梁內加勁板：CNS2947 G3057 或 CNS13812 G3262（需使用 B 級以上）。梁版厚度超過 40mm：CNS 13812 G3262 SN400C 或 SN490C。其續接版、加勁版、連接版及封版等，使用相同材質之鋼材。</p> <p>3."H"形小梁及小梁內加勁板及接合板：CNS2473 G3039或 CNS 2947 G3057 或 CNS 13812 G3262、ASTM A36、ASTM A572、ASTM A992或同等品。</p> <p>4.鋼製樓梯及其支撐材：CNS 2473 G3039或 CNS 2947 G3057 或 CNS 13812 G3262、ASTM A36、ASTM A572、ASTM A992 或同等品。</p> <p>5.鍍鋅鋼承板：ASTM A653, SS Grade 40 G90 之規格，<math>F_y \geq 2800 \text{ kg/cm}^2</math>，且表面鍍鋅量為<math>275 \text{ g/m}^2</math>，或同等品。</p> <p>6.剪力釘：CNS 或 ASTM A108 或同等品。</p> <p>7.圓鋼：CNS4435,STK【 】（括號內請由廠商填寫），須符合鋼構造建築物鋼結構設計技術規範。</p> <p>8.銲接鋼線網：CNS6919 G3132,<math>F_y \geq 4080 \text{ kgf/cm}^2</math>。</p> <p>9.錨定螺栓(A.B.)：CNS4426或 ASTM A307 Gr. B 或 Gr. C 或 ASTM A449或同等品。</p> <p>10.螺帽,墊圈：ASTM A563 / ASTM F436或同等品。</p> <p>11.普通螺栓(M.B.),螺帽及墊圈：JIS B1180 4T 或同等品。</p> <p>12.高拉力螺栓，螺帽及墊圈：CNS4237、CNS12209、CNS5112、CNS 11328（F10T）或 JSS II09（S10T）或 ASTM A325、ASTM A490。高拉力螺栓一律為摩阻型（Friction Type）</p> <p>13.銲材：CNS 或 AWS【E70XX】符合 ANSI/AWS D1.1規範規定之匹配之相稱銲材或同等品</p>
裝修工程 (非必要項目)	地坪	PU(聚氨基酯)	除契約圖說另有規定外，物理性質應符合 CNS 6482規定。
		壓克力面層	<p>物理性能：</p> <p>1.耐衝擊性：除契約圖說另有規定外，應符合 CNS 10757之規定。</p> <p>2.耐磨耗性：除契約圖說另有規定外，應符合 CNS 10757之規定</p> <p>硬度：除契約圖說另有規定外，應符合 CNS 3555之規定。</p>
		基層材料	參考教育部體育署「學校運動設施設計參考手冊」。

備註：以上未明列部分均應符合內政部營建署技術規範及標準之相關規定。

(八) 照明設備原則（此項為設置協議項目，依照機關進行調整）

1. 燈具：由於球的快速移動，故空間的照度和均勻度都需要良好。燈具有可能受到球的撞擊，因此最好能裝上防護罩。利用高照度之光源時，應在燈具上附加嵌板或使用半直接式的投光照明，以

減輕眩光的影響，另也應考量投籃時之眩光，尤其是在籃板兩側方向，不能有光源照射。燈具光源、照度及位置如表7-3。

表7-3、燈具光源、照度及位置表

光源	平均照度	防水度	位置
LED	300Lux 以上/每瓦100流明以上	須達 IP65以上	安裝高度不可低於6m，固定於球場長邊線外兩側樑上最高處，以斜照對側邊交叉方式投射
每面球場設置14-16(含)盞400-420W 之 LED 燈具為建議值，設計單位可視需求增加或減少，且配置的間隔要適當。			

2. 電源：電力電源宜採1 $\psi$ 220V 設計，電氣開關箱體因設置於屋外建議採不銹鋼材質，接地電阻值需符合「用戶用電設備裝置規則」規定，可採獨立新設或銜接至既有電力系統。

(九) 球場面層設計 (此為空地新建需考量之項目，依照機關進行調整)

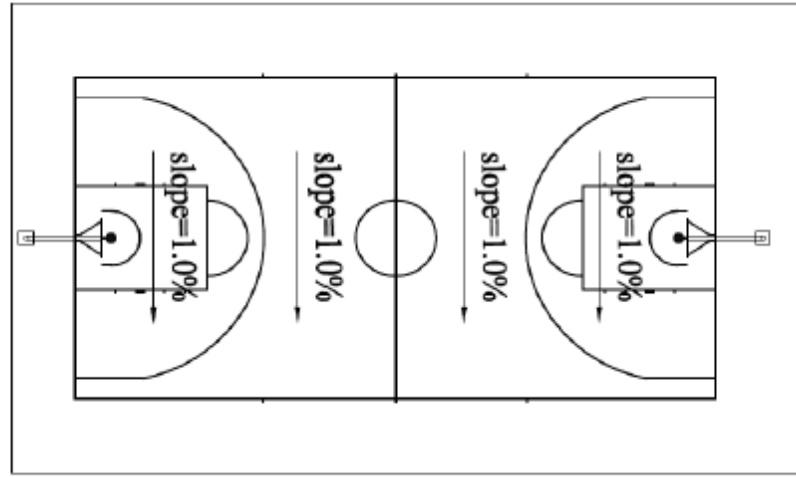
1. 面層設計原則

考量風雨球場非能完全阻擋雨水進入，故球場基礎面層建議塗佈潮濕時仍具止滑度之壓克力面材，面層設計如表7-4。

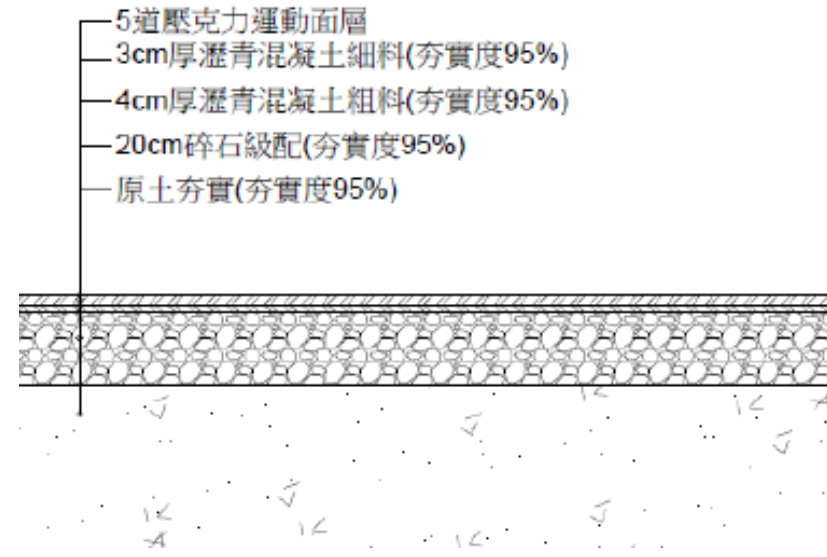
表7-4、面層設計原則表

材質	規格	說明
最底層：石土壓實(夯實度95%)		
第二層：碎石/其他-壓實度95%	30cm 厚碎石級配/基礎結構採用25公分以上厚度之級配	
第三層：瀝青混凝土(俗稱柏油或AC)-壓實度95%	4cm 厚粗級配瀝青混凝土(鋪設前先噴灑瀝青透層)	
第四層：瀝青混凝土(俗稱柏油或AC)-壓實度95%	3cm 厚密級配瀝青混凝土(鋪設前先噴灑瀝青黏層)	避免壓克力龜裂、避免壓克力面材剝落與隆起
最表層：壓克力面材/合成橡膠面材(球隊訓練需求)	5道壓克力運動面層(含複合彈性基材、壓克力基材、壓克力面材、畫線)/合成橡膠球場採用4.5mm-8mm 厚合成橡膠面層，黏著劑應採用附著力較好之產品，膠毯接合處須以重物重壓確實固結。若為室外跑道則厚度則採用12mm (助跑道厚度為20mm)。	潮濕時具止滑度，彩衣層內層可適當摻入8%之石英砂，增加摩擦力。

## 面層設計規劃示意圖



籃球場洩水坡度示意圖





## 2. 面層施工原則

- (1) 運動面材若採用壓克力、PU 或合成橡膠運動面層時其底層應採用瀝青材質以增加黏著效果，及避基礎面層受氣候影響熱脹冷縮而拉裂，若不得不採用混凝土時也應切割合適的伸縮縫，但若採用混凝土整佈粉光及切割伸縮縫時，表層不宜再塗佈壓克力。
  - (2) 運動面層材料泡水後極易損壞，規劃運動場地區域排水應充分考慮下雨後或豪雨時，不應發生積水狀況。亦應注意運動面層施作完成面與不低於排水溝高度，避免局佈積水，又運動面層洩水坡度一般設計上限為1%坡度，雖務期排水良好但不應影響運動機能。
  - (3) 基礎層應分層確實壓實，不能有波浪狀或海綿狀等。
  - (4) 新建及整修相關之規範標準及施工品管要點可參考教育部體育署「學校運動設施設計參考手冊」。
3. 球場規線與規劃，請根據教育部體育署運動設施規範及分級分類參考手冊、教育部體育署103年度運動設施參考手冊，進行規劃與設計。