

研析捷運三鶯線 高架車站防風雨規 劃、設計與驗證

關鍵詞(Key Words)：捷運 (MRT)、高架 (Elevated)、防風雨 (Weatherproof)、規劃設計 (Planning and Design)、驗證 (Verification)

新北市政府捷運工程局／局長／李政安 (Li, Zheng An) ①

新北市政府捷運工程局／副總工程司／林逸羣 (Lin, Yi-chun) ②

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運工程部／計畫工程師／洪熙佳 (Hung, Hsi-Chia) ③

摘要

本文以捷運高架車站之防風雨規劃、設計與驗證作探討，並提出高架車站防風雨應有的設計考量以及量化的檢核方式建議。目前國內各捷運系統設計規範，因為大多僅以規定頂蓋的遮蔽長度以及地坪洩水或截水溝、排水設施等作為要求重點，而較少針對各別站區之不同氣候影響作深入探討，所以往往導致實際防護效果不彰。另外各單位規劃設計時，對於如何審查防風雨設計及驗證其效果，也無可量化的標準與共識。此在興建中之捷運三鶯線統包工程，即產生許多執行上的疑義與爭議，故為利後續執行，三鶯線專管顧問特針對此議題進行相關研析，並提出建議。本文即是此些研析經驗的彙整，希望可供未來各捷運系統規劃時作為參考。



Study and analysis of weatherproof planning, design and verification of elevated stations on MRT Sanying Line

Abstract

This article discusses the planning, design, and verification of weather protection for MRT elevated stations, and puts forward design considerations and quantitative inspection methods for elevated stations. Because most of the current domestic MRT system design specifications only focus on specifying the length of the roof cover and the floor drainage or interception ditch, drainage facilities, etc., and less in-depth discussion of the different climate effects of each station area, so it often results in poor actual protection. In addition, there is no consistent and quantifiable standards and consensus on how to verify or review the weatherproof effect of the design during the planning and design of the units. The construction of the MRT San-ying Line turnkey project under construction has caused many doubts in implementation and controversy. Therefore, in order to facilitate the follow-up implementation, the PCM of the San-ying Line analyzed and made recommendations on these issues. This article summarizes the experience of this research and analysis, and hopes it can also be used as a reference for future MRT system planning.

3

專題報導

壹、前言

捷運三鶯線計畫(後續簡稱為本計畫)路線全長約14.29公里，共設置12座高架式車站(土城2站、三峽5站、鶯歌5站)及1座機廠。規劃路線自土城線頂埔站(LB01站)起，經三峽，續行西跨高速公路及大漢溪進入鶯歌，並沿鶯歌溪跨文化路及縱貫鐵路，經三號公園後，續沿鶯歌溪側向北，轉中山路北側跨中山高架橋及縱貫鐵路後經鶯桃路，再於鳳鳴國中轉福德一路設置端點站(LB12站)(如附圖1)。

本計畫12座高架車站中，島式月台車站(如附圖2)，共計有LB04站、LB08、LB09及LB10站等4座車站，其餘則皆為側式月台車站(如附圖3)。

高架車站之特性不同於空間隱蔽於地下之車站，其旅客進出車站時可與外界接觸，對於空間環境的自然舒適與視野要求，自不同於地下車站。在這樣的環境特性下，通常設計者或建築師，基於通風、採光、自然排煙等綠建築以及配合都市景觀等因素考量，車站造型設計大都是以輕、簡、通、透為主要設計理念。

但由於三鶯線各車站之站體大都位於都市郊區，類似目前已完工通車之機場捷運高架車站，其周邊通常較為空曠且無阻擋之建築物，導致這樣的設計理念，常無法兼顧車站區微氣候變化時產生的瞬時風雨侵入，而造成旅客進出及候車時的不便，甚至常常因為站區瞬間大量的雨水入侵或伴隨強風、陣風吹襲，導致地板濕滑或物件飛落，而產生安全虞慮。



圖1 三鶯線整體路網路線示意圖

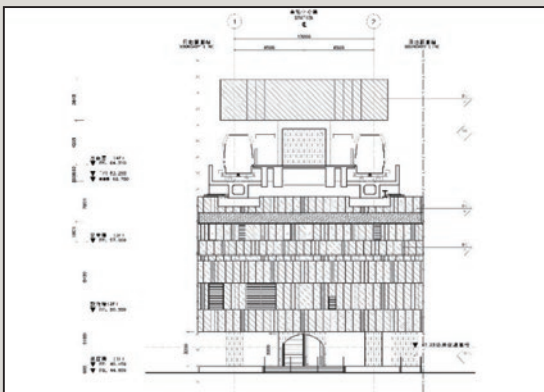


圖2 島式月台高架車站示意圖

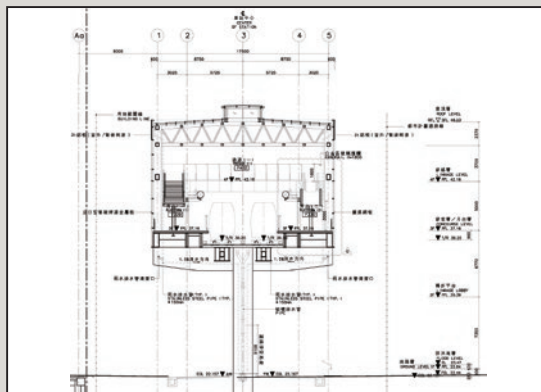


圖3 側式月台高架車站示意圖

此外，台灣夏季常有暴雨或颱風來襲，如果高架車站在設計時未能考量此等極端氣候的防範，常會導致車站構造、設備及機房功能等的損壞，甚至造成車站停用及系統停駛狀況。例如機場捷運車站於104年蘇迪勒颱風侵襲時，曾造成多數車站屋頂砸落並嚴重積水事件，並且於106年2月試營運期間，亦復相繼發生多起車站漏水事件而無法開放使用之狀況，在當時也大大影響了民眾安全與政府的形象。

上述事件，後續依監察院106年12月對其之調查報告，其中有述及到其主要原因，例如：“…雖高架開放式車站採綠建築設計之立意尚佳，惟不應因此忽略基本的風雨防護及導排水設施，而導致滲漏水、積水，影響旅客安全，甚至造成設備損壞，…捷運車站相關設計規範確有不周，未來應引以為鑑。…”。

此調查報告中亦有進一步闡述，如談到：“…高鐵局表示車站為綠建築設計，考量通風及採光，減少燈具、空調等用電消耗，故有部分飄雨屬正常現象，但車站綠建築設計似乎並未考量配合車站選址之周邊環境(部分車站位屬尚待開發區域，周邊空曠建物較少)，使車站遭受側風影響甚鉅，故高鐵局於後續辦理工程檢查時，增加全線車站防飄雨改善工程，重新檢視各車站受飄雨影響區域，並加設防飄雨設施、排(導)水溝、落水頭、封閉部分帷幕開口、補強填縫材料、設置隔板牆、增設雨庇及門檻，以減少積水情形發生。…”。

另外，調查報告中也談到：『經查，高鐵局「高架車站風雨防護設施」設計規範雖規定「高架車站應設置風雨防護設施」，惟僅簡要說明「沿月台全長之上方均應有屋面之遮蓋，屋面應自月台兩側出挑至道床上方，出挑之距離應超越軌道中心線以外500mm處」，對於站體挑高高度與屋面出挑距離之比率(飄雨阻擋率)、基地環境分析(空曠、風力、降雨)等等

均未有規範，致站體挑高後之屋面出挑距離不足，無法有效防止飄雨；又，設計規範對於「坡度與排水」亦僅說明「島式月台沿月台中央、側式月台沿側牆每隔約15m設置落水頭1處及排水系統，以利排水」，欠缺「洩水坡度」等導水規範；且對於「車站雨水排水」僅規定「應於上、下行月台末端下地面層各設置一集水坑收集車站內雨排水」，並未規範車站其他空間(如月台層、穿堂層、連通層)之排水設施、機電機房之阻水、排水設施。導致飄雨因「排水管路」不足及「洩水坡度」不良等因素造成積水，並從月台層、穿堂層、連通層等，沿樓梯、電扶梯、電梯等開口部往下流竄，不僅影響旅客安全，甚至漫流進入機房，損壞設備。…」。

而該調查報告最後亦提出總結：「綜上，高架開放式車站本就易發生「飄雨」情形，輕微飄雨現象尚不致影響車站使用，其採綠建築設計立意雖佳，惟不應因此而忽略基本的風雨防護及導排水設施，而導致滲漏水、積水，影響旅客安全，甚至造成設備損壞，機場捷運車站相關設計規範確有不周，高鐵局自應引為殷鑑，避免類此情形再次發生。」。

由上可知，目前各捷運系統設計規範對於高架車站防風雨設計之考量並不周延，而規範訂定亦十分籠統，尤其許多防風雨設計與綠建築或自然通風、排煙等設計，在設計概念上彼此方向是抵觸不一致的，導致常為了這些綠建築設計，而犧牲或忽略了這些基本的風雨防護措施。另外，規範通常僅有概念性之要求，但卻無更進一步在實務上如何驗證之準則，導致產生許多疑義及爭議，也成為後續執行及設計時無所依循、難以落實之共通性困境。

而興建中之捷運三鶯線計畫統包工程，在細部設計階段初期，也同樣面臨了上述問題。為此，捷運三鶯線在業主新北市政府捷運工程

局的指示下，要求專管顧問針對此等防風雨規劃、設計與驗證等相關議題，先行未雨綢繆進行研析，提出其驗證與執行原則建議，以期望能使本工程順利執行，並避免後續車站完工後，避免因為設計不周導致面臨風雨入侵時造成危害狀況。

在此目標下，專管顧問陸續多次與業主、統包商等單位召開會議討論研析後，達成了相當多共識，並據以制定相關審查執行原則後，核頒各單位執行。而本文目的即是分享上述研析之經驗與成果，希望可作為未來各高架捷運規劃時的參考。

貳、捷運高架車站防風雨之合約相關設計規範簡介

捷運三鶯線計畫統包工程之車站防風雨相關設計規範，乃綜合該線之特性，並參考交通部「捷運系統建設技術標準規範」以及目前國內各高架捷運系統，如台北捷運、機場捷運、台中捷運等捷運系統之防風雨規範條文與精神，據以訂定。

有關防風雨的設計，通常為考量兼具視野開放、穿透及自然通風、採光等建築造型與節能要求，同時達成免於風雨吹襲、遮陽等旅客安全與舒適度目標，一般都優先針對如月台、通廊及出入口等旅客通行或聚集處，規定需採立面實體阻隔或加長挑簷遮蔽等方式設計，以防止雨水入侵。另外，次要空間處所雖無要求完全阻隔雨水進入，但通常仍然會規範需再搭配落水樓、截水溝、地坪排水等設施並搭配相關防滑設計，以進一步確保旅客安全。

以下，列舉捷運三鶯線規範相關條文，說明上述理念，例如5.1.3.3”車站結構型式”該節有述明：「個別的高架車站之造型設計應配合當

地周遭環境特色，提供包含外牆、吸/隔音牆、雨遮、鋪面和植栽在內的獨特景觀特質。高架車站應盡可能採取開放式與具穿透性之設計，特別是位於擁擠的市區。這種作法將可減輕車站之量體感，且便於乘客於所在環境中，能迅速地判斷方向。月臺雨遮之型式應盡可能提供最大的頂蓋、遮蔭。雨遮應涵蓋月臺之全長，且於旅客聚集處適當地點設置防風雨設施，以保護乘客免於風雨吹襲，但不得過度減少自然通風」。

另外，又如”5.3.2.3節高架車站設計概念4.月臺頂棚／風雨遮蔽設施”該節亦有規定：「(1)所有高架車站均應設置頂棚，以遮蔽日晒及風雨。(2)頂棚應儘可能採用斜面或特殊造型，以提供最大之遮蔽風雨、遮陽、自然採光及自然通風效果。頂棚之覆蓋範圍應涵蓋月臺之全長，並考慮於適當位置裝設隔屏以阻擋風雨，惟不得過度減少自然通風。」，而「5.2.6.11高架車站風雨防護設施”該節則規定：”高架車站應設置風雨防護設施。沿月臺全長之上方均應有屋面之遮蓋，且屋面應自月臺兩側出挑至道床上方；出挑之距離應達軌道中心線以外200mm處。並應有飄雨線30度以上之考量或檢核，以避免月臺飄雨。」。

上述規範與國內其它系統之規範其實大同小異，比較不同處在於三鶯線多了一條「飄雨線30度以上之考量或檢核」規定，這是三鶯線於原規範訂定時，考量到雨水入射角度與風速、雨量間存在著相互影響關係，通常風速越大狀況下，受重力垂直落下之雨水通常會被吹襲成越大角度，而基於經驗所建議之數值則為30度。

在下方，另綜整捷運三鶯線與其他國內主要捷運系統相關防風雨設計規範作成比較表說明，如表1：

表1 國內各主要捷運系統防風雨設計規範之綜整比較表

<p>捷運三鶯線業 主需求書(四) 土木工程及其他 機電設施設計 規範</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 高架車站應盡可能採取開放式與具穿透性之設計，特別是位於擁擠的市區。這種作法將可減輕車站之量體感，且便於乘客於所在環境中，能迅速地判斷方向。 ● 月臺雨遮之型式應盡可能提供最大的頂蓋、遮蔭。雨遮應涵蓋月臺之全長，且於旅客聚集處適當地點設置防風雨設施，以保護乘客免於風雨吹襲，但不得過度減少自然通風。 ● 所有高架車站均應設置頂棚，以遮蔽日晒及風雨。 ● 頂棚應儘可能採用斜面或特殊造型，以提供最大之遮蔽風雨、遮陽、自然採光及自然通風效果。頂棚之覆蓋範圍應涵蓋月臺之全長，並考慮於適當位置裝設隔屏以阻擋風雨，惟不得過度減少自然通風。 ● 高架車站應設置風雨防護設施。沿月臺全長之上方均應有屋面之遮蓋，且屋面應自月臺兩側出挑至道床上方；出挑之距離應達軌道中心線以外200mm處。並應有飄雨線30度以上之考量或檢核，以避免月臺飄雨。 ● 穿堂層之公共區內原則上不須設置洩水坡度；若出入口之風雨遮蔽設施無法完全避免飄雨進入車站內，則應於穿堂層設置洩水坡度及地板排水口。環控系統機房內亦應設置洩水坡度及地板排水口。且消防栓箱前需設置落水口。 ● 島式月臺中央沿月臺中央區平台處，側式月臺沿側牆平台處，每隔15m應設置不銹鋼落水頭一處及排水系統，以利排水。並自軌道側方向往外，須有1%之洩水坡度，向月臺中央區傾斜，該範圍須確保月臺門之緊急門往月臺側方向開啟不會卡住。
<p>機場捷運-土 建、車站及其 它機電設備設 計規範</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 高架車站應設置風雨防護設施。沿月台全長之上方均應有屋面之遮蓋，且屋面應自月台兩側出挑至道床上方，出挑之距離應超越軌道中心線500mm處。 ● 高架車站應盡可能採用透空之建築設計及結構造型，降低站體之龐大量體感，並使旅客能迅速辨認方位。 ● 所有高架車站均應設置頂棚，以遮蔽日晒及風雨。 ● 頂棚應儘可能採用斜面或特殊造型，以提供最大之遮蔽風雨、遮陽、自然採光及自然通風效果。頂棚之覆蓋範圍應涵蓋月臺之全長，並考慮於適當位置裝設隔屏以阻擋風雨，惟不得過度減少自然通風。
<p>臺北都會區大 眾捷運系統中 運量系統土建 水環固定設施 規劃手冊</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 高架車站造型及量體之設計原則，除有特殊需求外，應予以輕量化並具視覺穿透性，以採自然通風換氣為原則。 ● 月台雨遮之設置在型式上盡可能提供最大的頂蓋、遮蔭、自然光線與通風。雨遮需涵蓋月台全長，且於乘客候車區適當地點設置隔屏，以保護乘客免於風雨吹襲，但又不致過度減少自然通風。 ● 月台須設橫向坡度，以策安全並利於排水。 ● 高架站及地面站須提供遮風避雨設施。頂蓋架構長度須包括全部月台，且頂蓋架構須挑出月台邊緣、側邊端點至少1,700mm。 ● 車站出入口之設計應包含防風雨之設施，以減少雨水侵入，並適度考量維持自然通風。出入口應附設遮棚區域以供乘客避雨之用。
<p>捷運系統建設 技術標準規範</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 高架及地面車站應設置風雨防護設施。沿月台全長之上方均應有屋簷之遮蓋，且屋簷應自月台延伸至道床上方，以避免列車停靠時雨水回流。 ● 月台須設1%之橫向洩水坡度，以策安全並利於排水。

參、國內捷運高架車站防風雨設計案例探討

台北捷運為國內最早期興建之捷運系統，國內目前各捷運系統設計規範主要也是參考台北捷運之規範而來。台北捷運系統除早期木柵線與文湖線外，目前剛完工通車之環狀線，車站大部份位於台北市之外圍城郊，類似於三鶯線。而本公司捷運工程，有幸參與捷運環狀線DF112標及文湖線部分標段之細部設計工作，故以下特別以台北捷運環狀線DF112標以及文湖線DB145標相關車站防風雨的設計案例，在實際興建時所發現的問題作綜合探討，期望能作為後續規劃時之借鏡。

本公司捷運工程參與之台北捷運環狀線DF112設計標，為中和段Y8站～板橋段Y14站，共計有7個站。其車站站體形式依據環境區位條件則衍生為側式月台和疊式月台兩種型式(如附圖4)。

其中側式月台車站主要防風雨設計理念，包括：1. 除了電梯及月台穿越天橋部分量體必需拉高外，其餘皆壓低，以達減量通透、滿足機能需求之極小化設計。(如附圖5)。2. 側立面視需求採用透空或是上掀窗處理，以達通風換氣之功用(如附圖6~8)。此外，依規範於月台屋頂設計超出月台邊緣1700mm以預防雨水灑入，避免濕滑影響旅客。

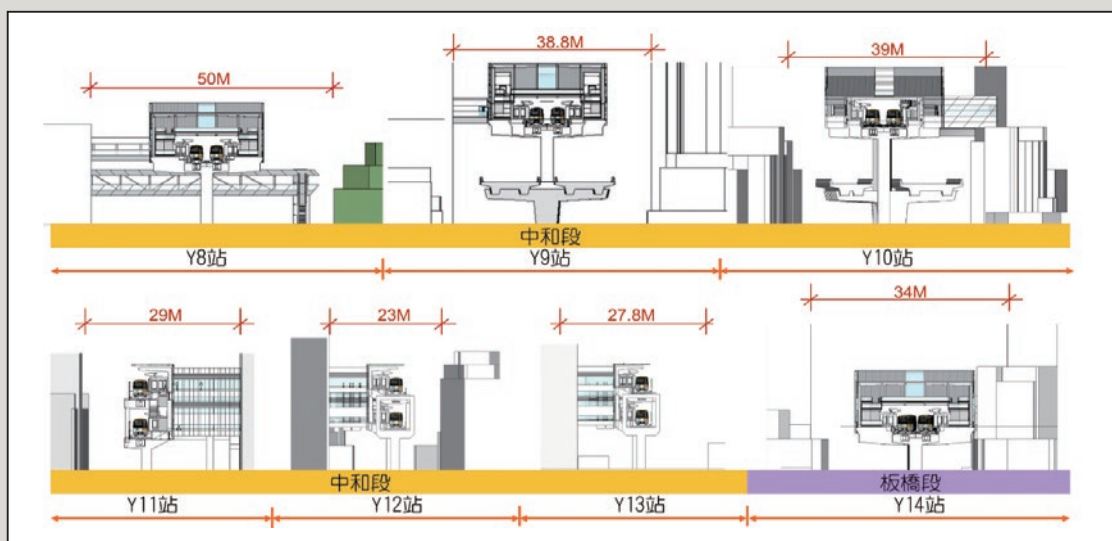


圖4 捷運環狀線DF112設計標車站型式示意圖

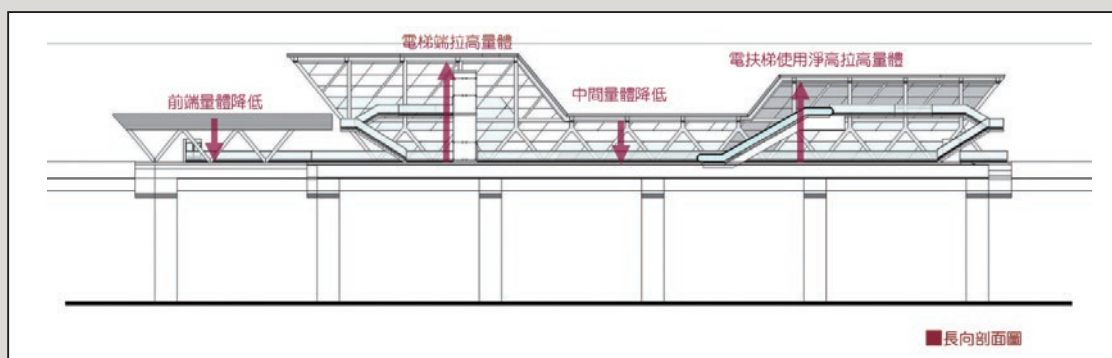


圖5 捷運環狀線DF112標側式車站剖面示意圖

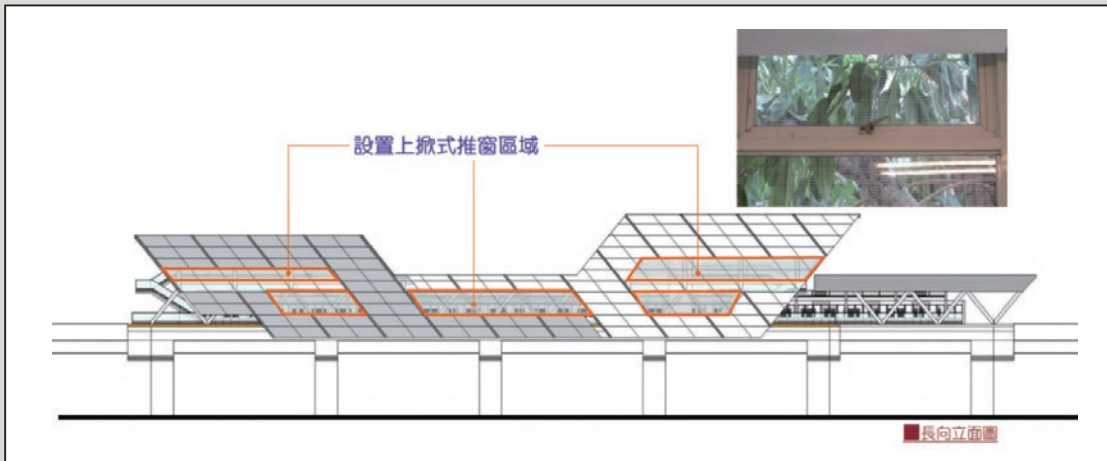


圖6 捷運環狀線DF112標側式車站立面示意圖

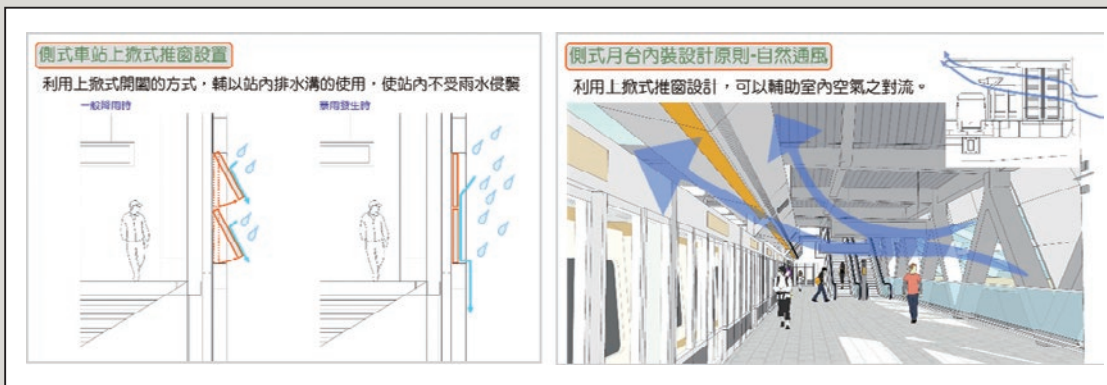


圖7 捷運環狀線DF112標上掀式窗防潑雨及自然通風設計概念示意圖

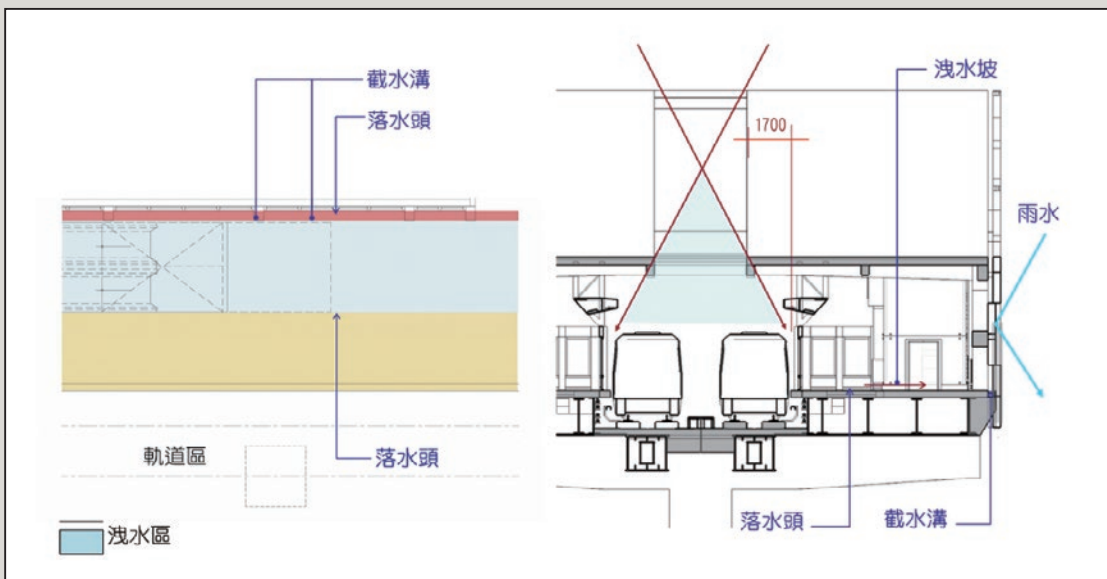


圖8 捷運環狀線側式月台車站屋頂及側立面設計概念示意圖

至於疊式月台車站，因電扶梯及電梯置於站體之外，僅需考量月台上下層連結樓梯及其他等候空間之遮雨，因此採用大量的通風玻璃百葉做處理。(如附圖9)。並以屋頂過半以預防雨水灑入，避免濕滑危安因素。側立面則採玻璃百葉設計，以兼顧自然通風及遮雨功能(如附圖10)。總結來說，DF112標原構想設置于道路上方之高架疊式車站，主站體僅為候車功能之月台，故其透過屋頂過半等設計手法應已能

提供良好風雨遮蔽功能。而側式車站為服務旅客，月台須提供穿越到達對側月台之通道，且為了有良好的通風環境、降低空調耗能，需考量通透性，故立面造型設計，是以將兩側之屋頂提高為主要手法。另外考量車站通風設計時亦須達遮雨效果，故挑高部分之屋頂皆採大挑簷設計，以便於常態性降雨時能遮蔽雨水飄入，並使跨月台行人能有舒適之通行動線(如附圖11)。

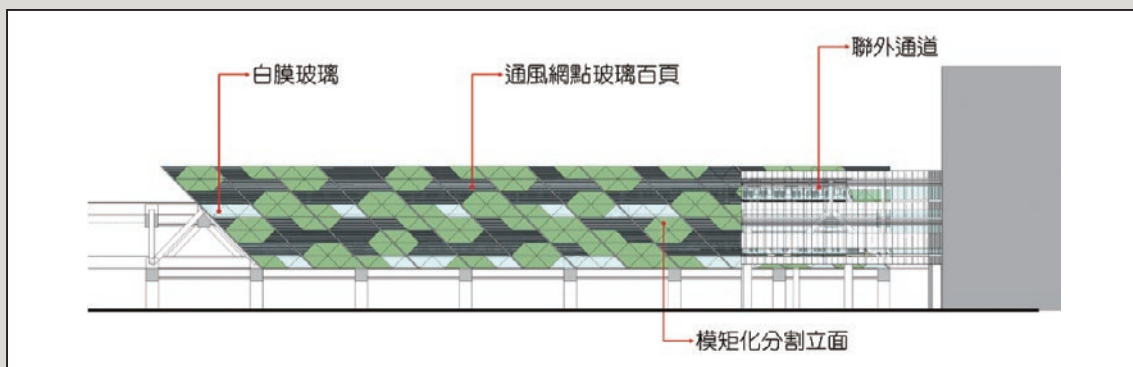


圖9 疊式月台車站立面型式示意圖

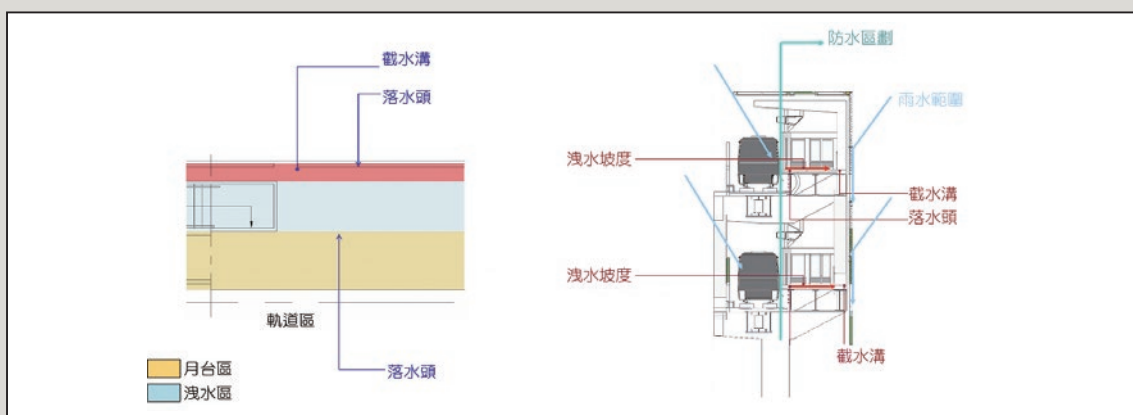


圖10 疊式月台車站防潑雨設計理念示意圖

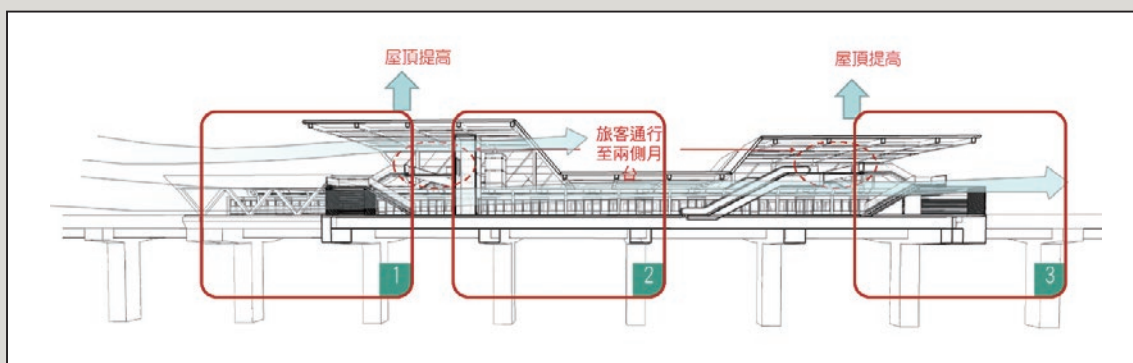


圖11 疊式月台車站防潑雨設計理念示意圖

但在後期實際發包施工時，卻發現上面設計理念，面臨許多以前細設階段所未能考量的狀況，包括 1.施工現場反映出都市環境瞬時微氣候及由於部分站體屋簷高度過高，以及立面高處封閉性不足或挑簷過短等問題，造成雨水飄入2.在鄰近月台門候車區及連通兩側月台之樓電扶梯及穿越層跨月台空橋及尾端平台等旅客聚集處，造成雨淋及地面濕滑，間接影響人行舒適度及安全(如附圖12)……等等狀況。

為此，後續捷運環狀線在施工期間，捷運局亦辦理了多次設計變更，以圖改善此等狀況。其主要因應改善對策，綜整起來不外乎是以增加立面垂直向遮蔽，或是水平向之頂棚延伸、加大挑簷深度……等來補強其遮蔽效果。例如，以增加樓梯平台遮蔽、增加屋頂採光天窗之方式或是以延長頂棚增加月台候車區遮蔽、或在跨月台天橋等透空區域增設玻璃頂棚……等等手法，以降低風雨發生時對於人行安全之影響(如附圖13)。

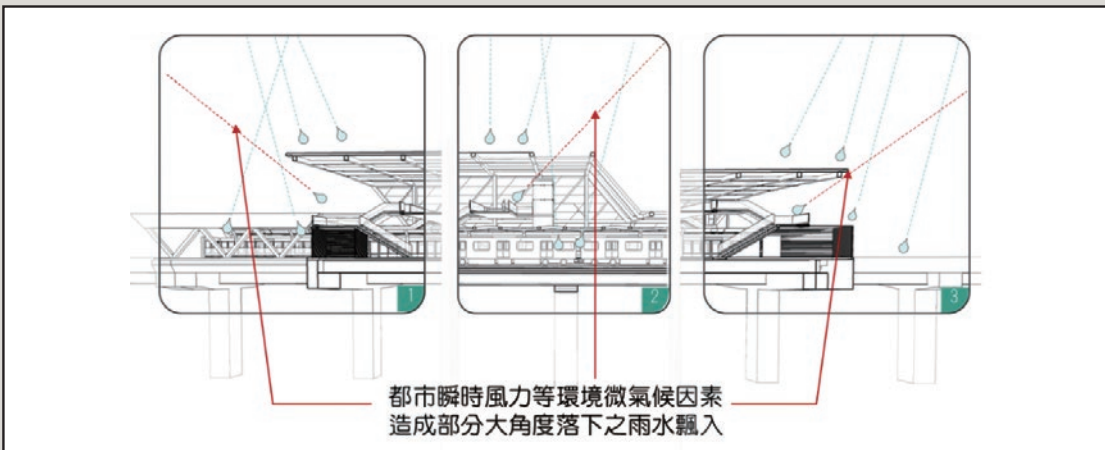


圖12 捷運環狀線於施工期間發現之相關防與水入侵等設計問題示意圖

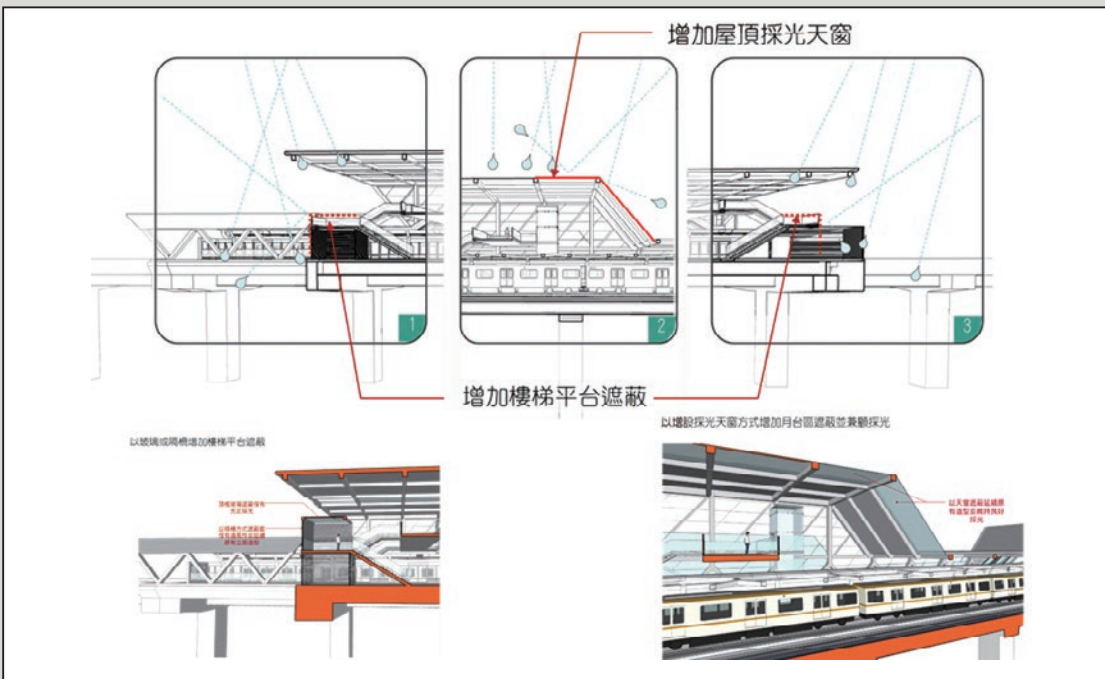


圖13 側式車站施工中變更設計之防潑雨對策示意圖

此等改善方式，在另外的台北捷運文湖線亦多處可見。以下列舉幾處為案例，例如文湖線劍南路站，由於原設計外牆立面高處之透空面積過大，造成常有雨水飄入影響人行，故後來決定以立面高處增補遮蔽高度作為改善對策

(如附圖14 & 15。而文湖線大湖公園站，則是外牆面屋簷出挑距離不足，造成雨水飄入影響人行，故以增加外牆面屋簷出挑距離之方法為改善對策(如附圖16)。

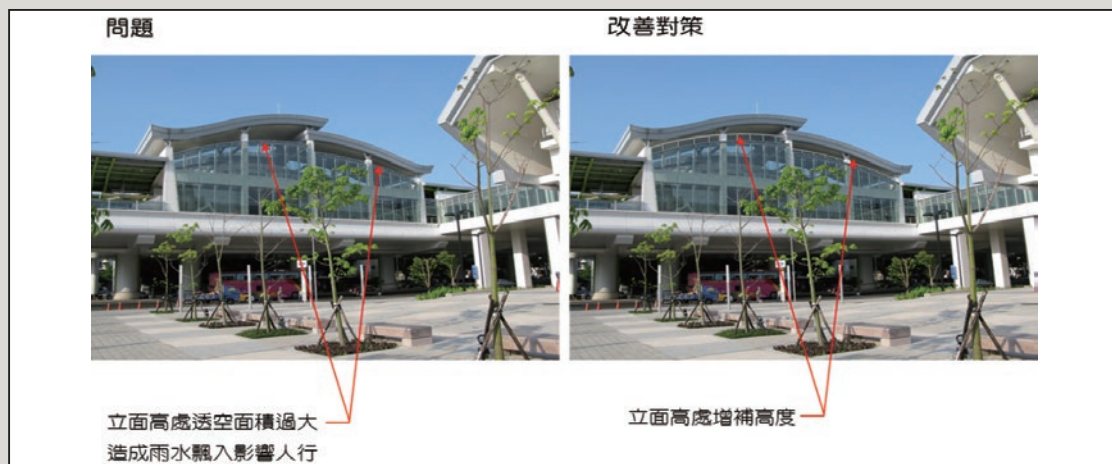


圖14 文湖線劍南路站防潑雨改善對策示意圖(一)



圖15 文湖線劍南路站防潑雨改善對策示意圖(二)



圖16 文湖線大湖公園站防潑雨改善對策示意圖

肆、捷運三鶯線高架車站防風雨 規劃之設計考量與對策研析

一、捷運三鶯線全線車站風貌初期規畫構想

三鶯線於進行部設計之初期階段，統包商建築師提出其全線造型理念，主要是以極簡交通機能的盒子，並以站體輕量化、降低高架車站在城市上空的量體感等，作為設計理念之主軸。其中側式月台車站配合沿線不同都市區域之風貌特性，皆有不同表層之外觀變化設計。此等方盒子量體型式車站，包括LB01站~LB03站、LB05站~LB07站及LB12站...等車站。於此，特舉土城段LB01車站為例，該站為與台北捷運“頂埔站”交會之轉乘站，並為三鶯的起始站，故建築師規劃以簡潔的BOX呼應全線整體風貌；並以土城區域科技主題，結合綠建築意象成為科技溫室的概念(如附圖17 & 18)。

LB01車站外觀立面大量使用擴張網作為表層型式，建築師構想透過擴張網半通透特性與不同透光率之應用，達到兼顧車站通風、採光之功能。希望能讓車站量體在都市中成為一個輕量流動的存在，讓人的活動、車的流動與綠化植栽能與外界環境對話(如附圖19)。

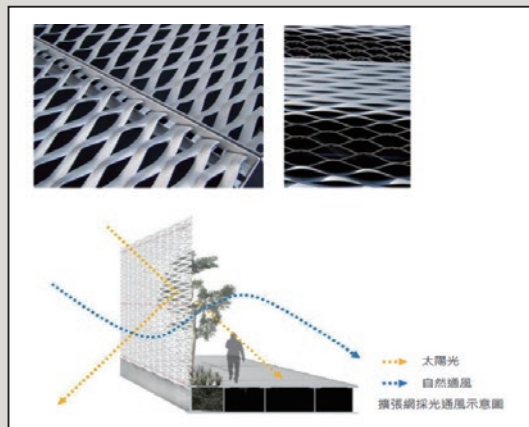


圖19 擴張網及其通風採光功能示意圖

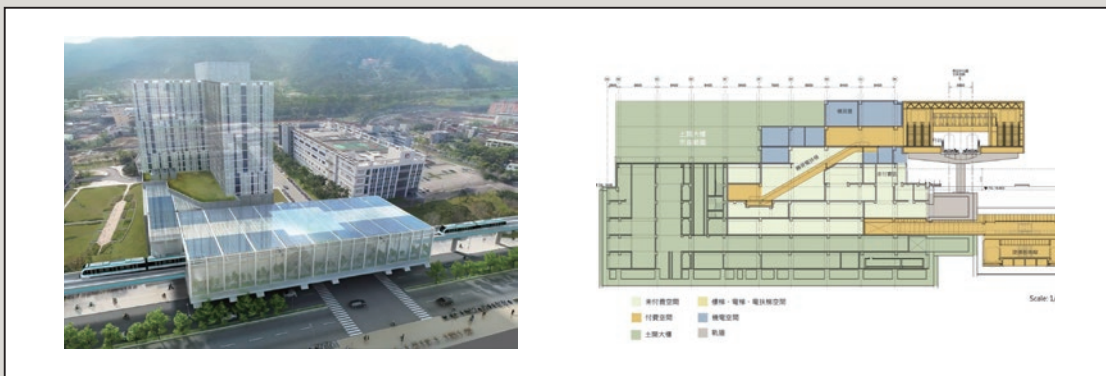


圖17 LB01車站外觀透視及剖面示意圖

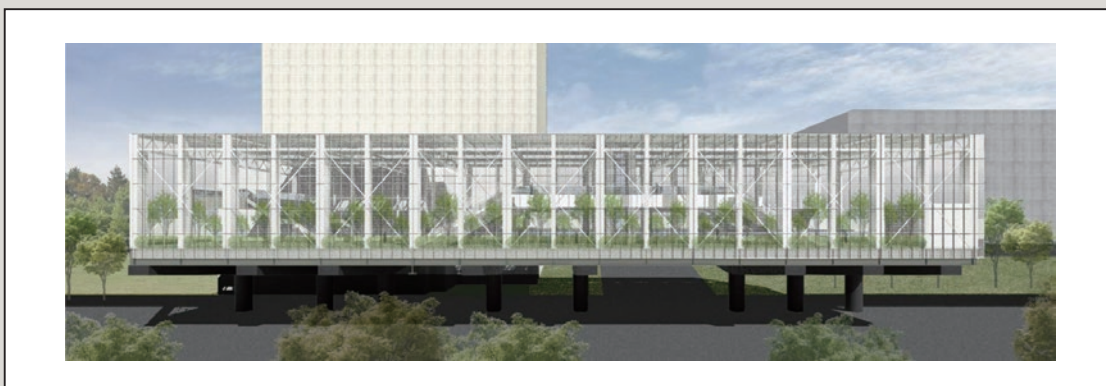


圖18 LB01車站立面示意圖

類似上述LB01外觀主要為擴張網型式之車站，尚包括LB06車站。而建築師設計的另外一種外觀表層主要型式則為烤漆鋁板，例如LB05車站，配合其板面的開孔或加上透空隔柵，營造同於擴張網之半通透視覺感受與通風、採光

功能。此外，有部份車站，則是以金屬屋頂板或帷幕牆板加上局部擴張網為外觀表現型式，例如LB02、LB03、LB07、LB12等車站(以上如附圖20~21)。

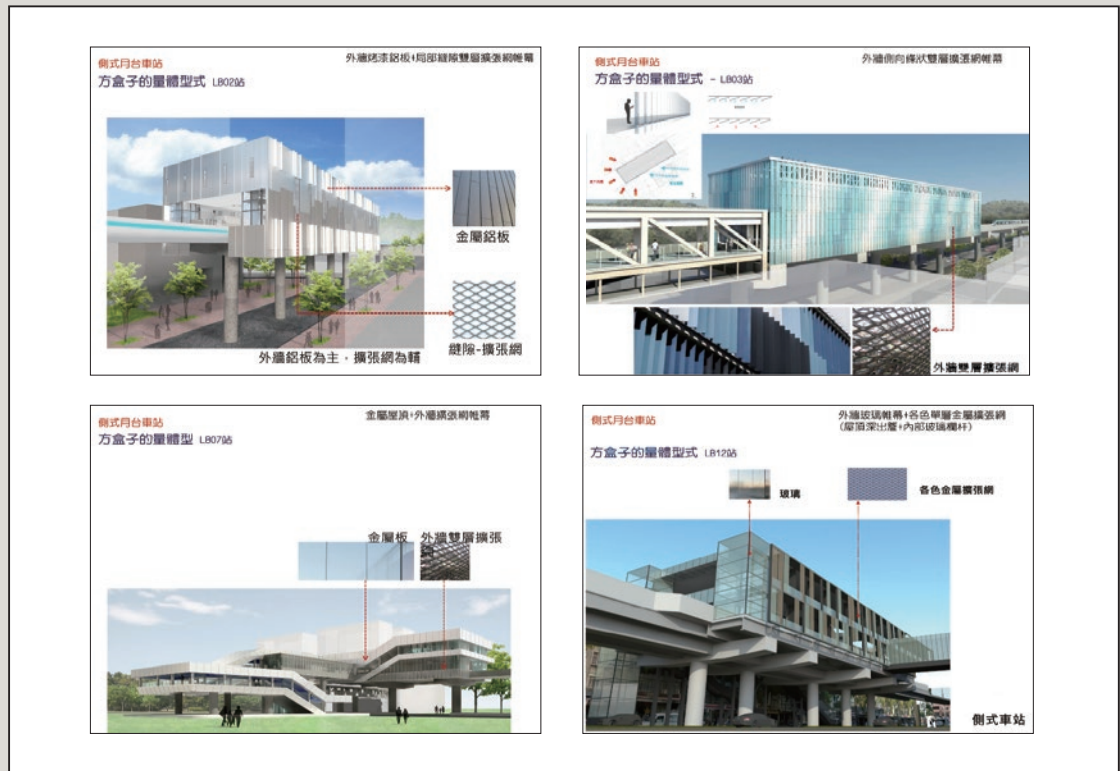
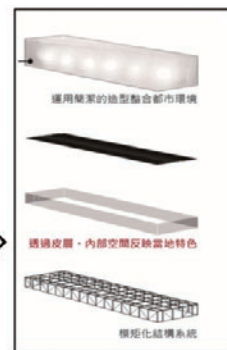


圖20 LB02、LB03、LB07、LB12車站外觀透視示意圖

側式月台車站

造型型式(1)-方盒子的量體型式

- 外牆雙層擴張網全帷幕 - LB01站 (亮點站)
- 外牆烤漆鋁板+局部縫隙雙層擴張網帷幕- LB02站
- 外牆側向條狀雙層擴張網帷幕 - LB03站
- 外牆烤漆沖孔鋁板+透空縫隙花格柵- LB05站 典型之近半透空外牆站
- 外牆雙層擴張網全帷幕 - LB06站
- 金屬屋頂+外牆擴張網帷幕 - LB07站 (亮點站)
- 外牆玻璃帷幕+各色單層金屬擴張網開口- LB12站



造型型式(2)-特殊型式

- 屋頂頂棚+金屬玻璃帷幕 - LB11站 (路外基地車站)



圖21 三鶯線側式車站主要造型型式綜整示意圖

另外，本三鶯線除上述高架側式月台車站外，尚包含LB04、LB08、LB09、LB10等4座高架島式月台車站(如附圖22)。三鶯線4座高架島式月台車站之特性除了站體下方皆為出入口之路外車站基地以外，其配置上穿堂層及機房層通常位於月台層下方(如附圖23)。

這樣的配置型式，導致其月台候車區位於站體上方中央部，而兩側邊則為透空之軌道區，故其優點是月台頂棚出簷通常挑出深度較大遮蔽性較佳，且自然通風效果也佳。但站體高度則相對側式車站較高且基地周邊空曠，故需注意微氣候環境產生瞬時穿堂風之吹襲。

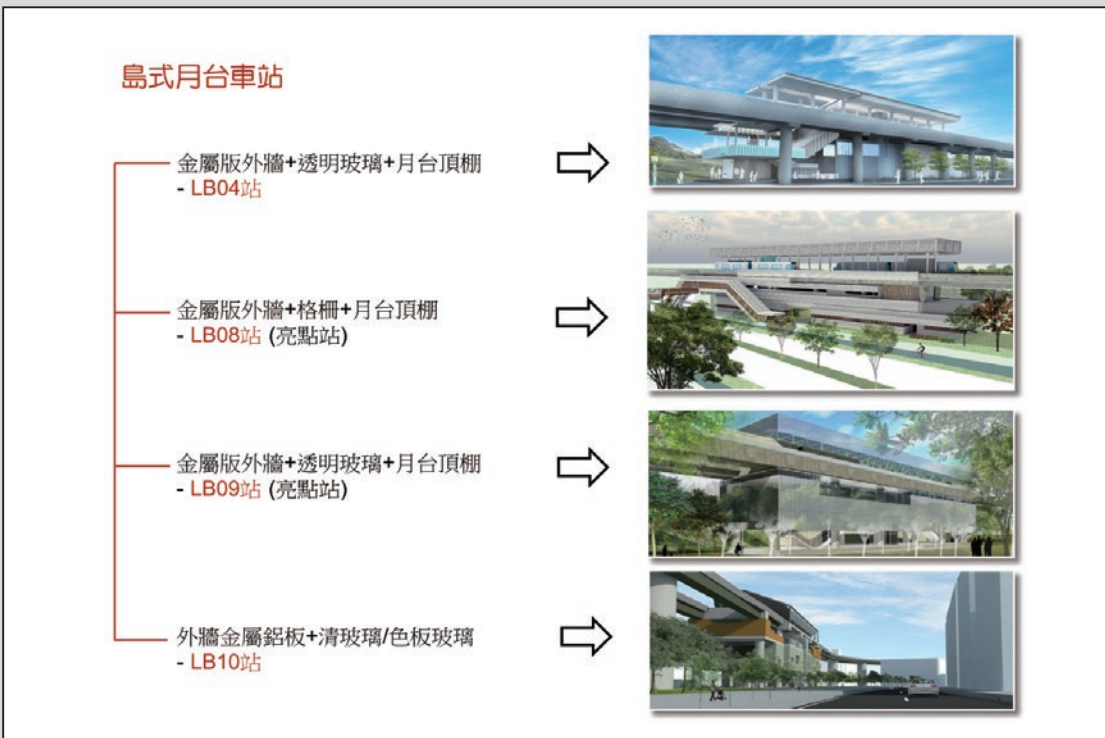


圖22 三鶯線島式車站主要造型型式示意圖

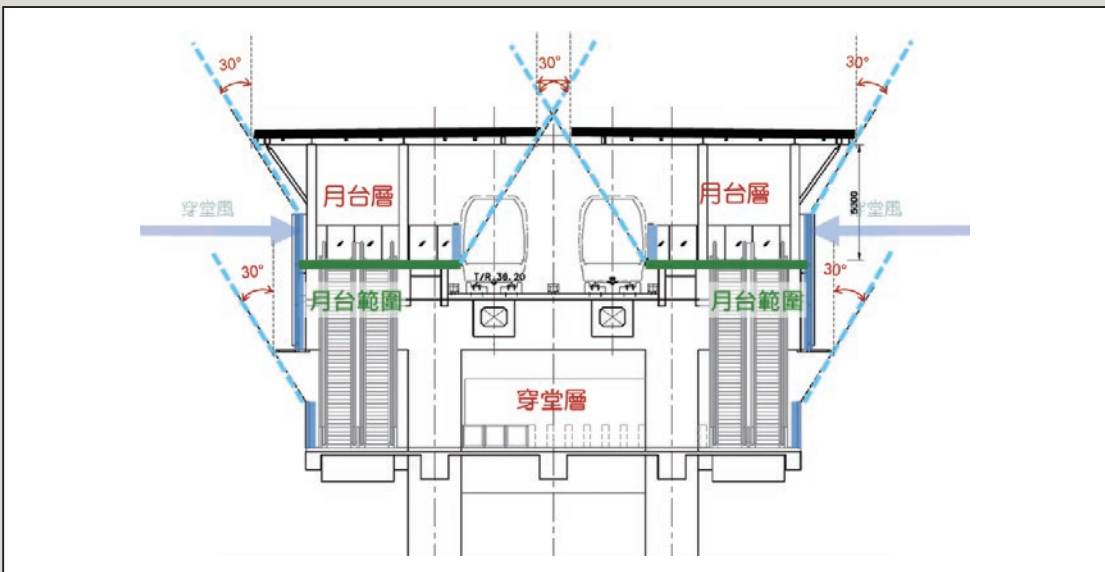


圖23 三鶯線島式車站(LB10車站)剖面示意圖

二、捷運三鶯線高架車站防雨水入侵設計相關審查執行面之爭議與議題探討

目前三鶯線捷運高架車站，大都以盡可能開放、具穿透性之設計理念為方向，朝減輕車站之量體感，並方便乘客能迅速判別所在環境為原則。此等設計之優點，不僅能顧及旅客之視覺感受，並兼顧自然通風、排煙等之綠建築省能目標。但缺點則是過多的開放、穿透性設計，將造成雨水入侵，尤其車站區遇極端氣候狀況時，如無適當封閉之外牆設計，更將造成車站設備損失。而上述兩者之設計方向，則是存在結構性之矛盾，該如何取得兩者間之平衡，實為設計實務上之難題。

首先，三鶯線規範中僅概略以30度檢討線作為審查時可量化檢討之依據，但前提是僅假設為實牆有阻擋與透空無阻擋兩種狀況，但如三鶯線統包商建築師提出之極簡盒子造型其立面大多採用全面之擴張金屬網或沖孔烤漆鋁版包覆，這

些材料雖具一定程度穿透性、通風性能佳，但相對而言，擴張金屬網或沖孔烤漆鋁版並無法達到實牆之完全阻絕雨水效果，不過理論上又一定是比完全透空之阻絕效果為佳，所以如果以該等材料作30度防風雨線檢討時，該如何認定其穿透後之折減角度？這些必需要有公正之驗證數據，才能據以作量化檢核與判斷。

另外，此等方盒子車站造型與擴張金屬網立面，防風雨設計上亦有一些結構性的弱點，例如因造型考量為方盒子，站體中央處形成大尺度挑空空間，然而中央處外牆立面高處遮蔽性不足，且無挑簷遮蔽，導致雨水穿透飄入的距離將大增，甚至可能將直至月台中央深處，且鄰外牆穿越兩側月台動線處之遮蔽性也不足，雨水很容易穿透飄入造成濕滑，恐將對旅客的舒適性及安全性造成威脅(如附圖24)。

而三鶯線設計規範中對於車站防雨水入侵之設計考量，總括來說，包含兩處重點位置：

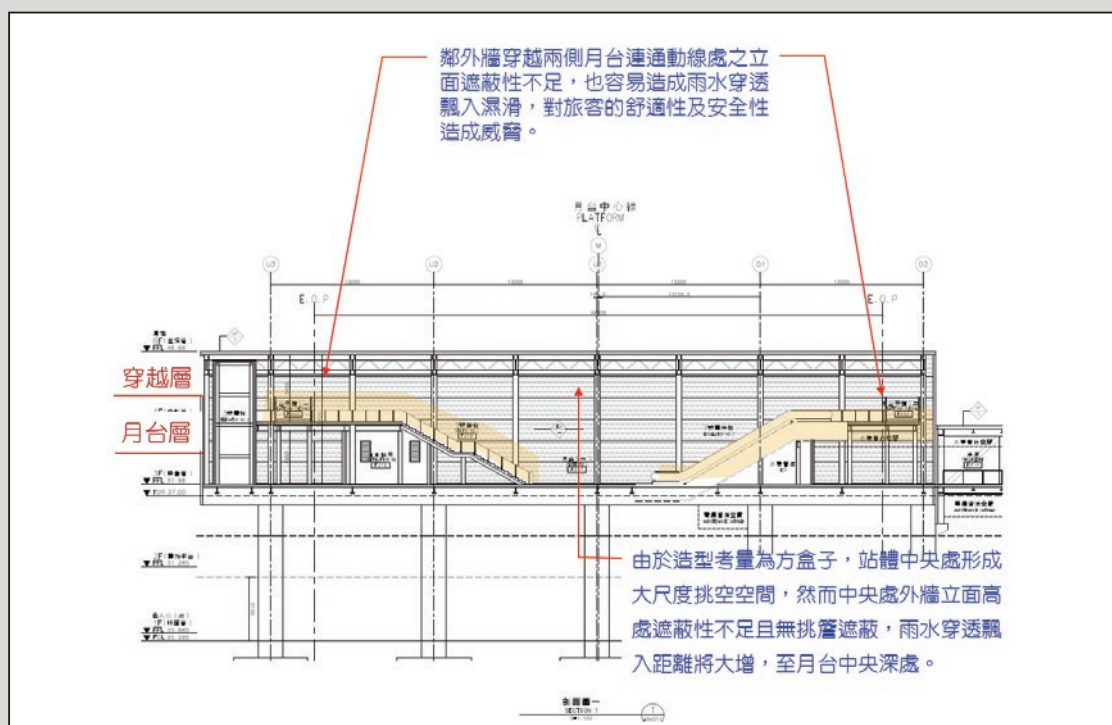


圖24 三鶯線側式車站長向剖面示意圖

1、旅客聚集處適當地點2、月台全長/臨軌道側(候車區)。然而上述規範，在審查執行面上，卻存在著兩項疑義。第一，是旅客聚集處適當地點與臨軌道側(候車區)之範圍定義未能明確。第二，則是因雨水入射角度變化與風速實際上有關，尤其台灣地區位處颱風帶，有各種極端氣候，故應在何種氣候條件標準下執行才為合理？以及防雨水入侵重點區域之遮蔽率如何訂定？上述這些疑問，後來也成為實際統包設計工作執行上有困難及爭議之處。

另外規範中，對於防風雨議題的主要設計對策有二，例如“設置頂棚，頂棚儘可能採用斜面或特殊造型，頂棚之覆蓋範圍涵蓋月臺之全長。屋面自月臺兩側出挑至道床上方；出挑之距離應達軌道中心線外200mm處及飄雨線30度以上之檢核”以及“適當地點/適當位置裝設隔屏”。

但在審查執行上，由於上述條文僅針對月台頂棚規範屋面出挑之距離需達軌道中心線外200mm處以及用飄雨線30度以上來檢核，但30度防風雨線該訂定之角度是否合理？且是否符合實際需求？以上這些疑點，亦有作進一步探討之必要。

總之，以上種種規範條文檢核重點如30度飄雨線，實際上是否可確保達到保護乘客免於風雨吹襲並達到遮陽、視野通透及適度自然採光通風效果，仍然缺乏論理分析，且建築師擬採用的擴張網或沖孔版等材料，是否具隔屏之遮蔽效果仍具爭議，若該等材料具半遮蔽效果，其可折減雨水入射角度或比例為多少？有無實測之數據？以上這些，都是在審查執行面上可再作精進並進一步具體化落實之處。

而以下也整理了上述規範之議題及審查執行面上需精進處，如表2：

表2 三鶯線防風雨設計規範審查執行面可精進處之綜整建議表

<p>● 規範防雨水入侵之重點考量位置:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 旅客聚集處適當地點 2. 月台全長/臨軌道側(候車區) 	<p>● 審查執行面上需再精進處:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 旅客聚集處適當地點與臨軌道側(候車區)之範圍定義未明? 2. 雨水入射角度變化與風速實際上有關，尤其台灣地區位處颱風帶有各種極端氣候狀況，故應在何種氣候條件標準下執行才為合理及防雨水入侵之重點區域之遮蔽率如何訂定，為實際執行面上應考量之處
<p>● 規範主要設計對策:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 設置頂棚，頂棚儘可能採用斜面或特殊造型，頂棚之覆蓋範圍涵蓋月臺之全長。屋面自月臺兩側出挑至道床上方；出挑之距離應達軌道中心線外200mm處及飄雨線30度以上之檢核 2. 適當地點/適當位置裝設隔屏 	<p>● 審查執行面上需再精進處:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 上述僅針對月台頂棚規範，屋面出挑之距離達軌道中心線外200mm處及飄雨線30度以上之檢核，實際上是否可確保達到保護乘客免於風雨吹襲並達到遮陽、視野通透及適度自然採光通風效果? 2. 擴張網或沖孔版等材料是否具隔屏之遮蔽效果?若具半遮蔽效果，其可折減雨水入射角度或比例為多少?無實際驗證或實測之數據或論理說明

三、捷運三鶯線三鶯線高架車站相關審查執行原則之建議

由上節可知，由於規範對於某些條文定義及檢核驗證的方式並未具體明確，導致在實際審查執行上產生諸多疑義與爭議。故為解決上述條文窒礙難行之困境，後續我們也逐一針對了上述規範不明確處，訂定出了審查執行原則之建議。

(一) 旅客聚集處適當地點與臨軌道側(候車區)之範圍之定義建議：

旅客聚集處適當地點依捷運站使用功能特性，主要分為排隊等候空間及樓/電扶梯以及主要動線(定義為2M寬)；另外除了規範要求之臨軌道側(候車區)處外，重要車站設備/設施，亦建議為防風雨設計防護之重點區域。上述等區域之位置及範圍示意範例，請詳如附圖25~27。

(二) 30度飄雨線及風速與降雨角度之影響探討：

三鶯線規範不同於其他系統之規範，有所謂30度飄雨線之檢討，但此30度飄雨線檢討之訂定，似未依地區氣候條件作完整分析，尤其雨水入射角依論理應是與風速有絕對關係，但如僅以30度角作為唯一檢核依據，則又似乎未能完全反映實際之站區風雨狀況。故後來經討論，決議仍應以實際本三鶯線區域之氣象風雨資料作深入分析，以訂出合理檢核方式與角度。在這樣共識下，經後續再蒐集中央氣象局相關氣候資料，以作為研判各級防護標準與風速、雨量與角度測量間關係之依據。例如以臺北地區105年氣候資料年報，作為研判各狀況下之防護標準，故以當年最大陣風及單日降水量發生於9月27日，當時

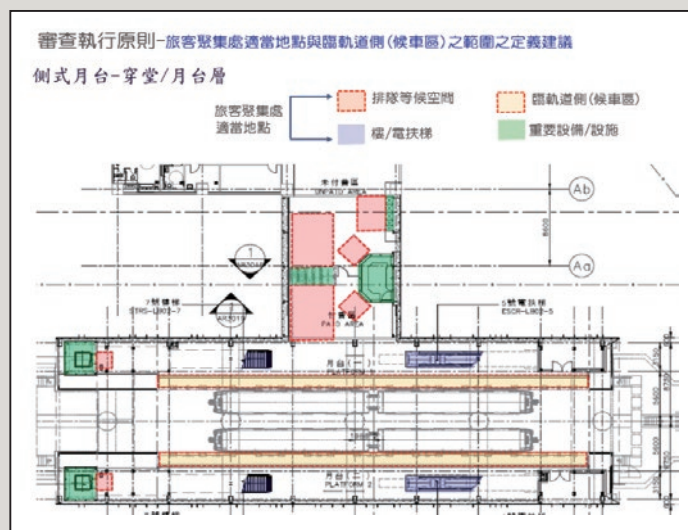


圖25 示意範例圖(一)

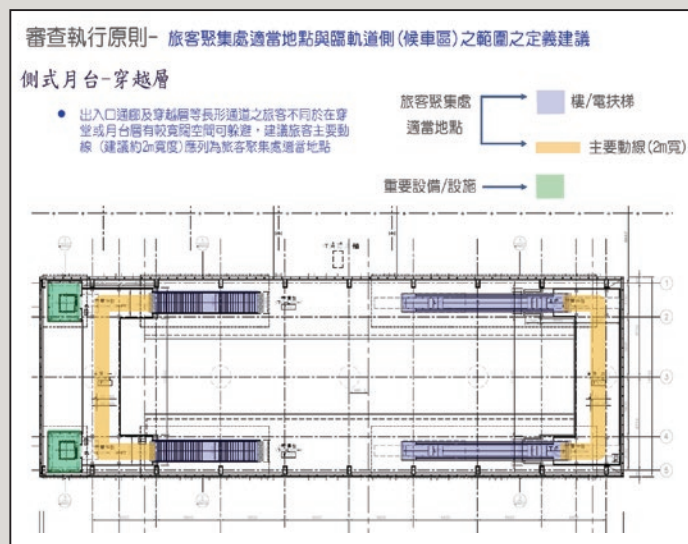


圖26 示意範例圖(二)

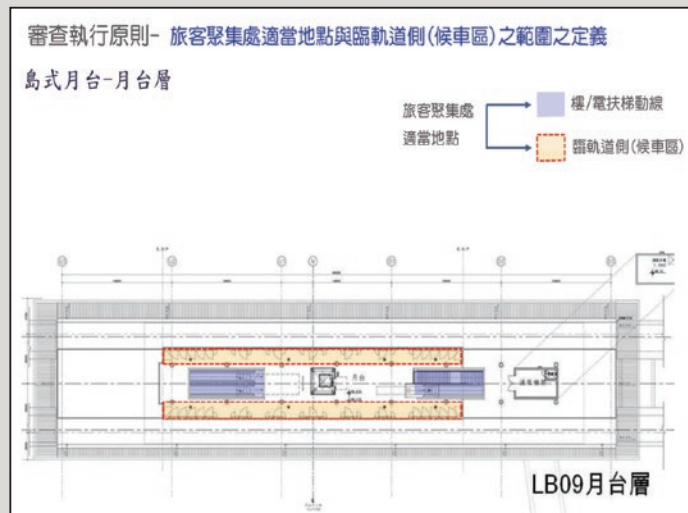


圖27 示意範例圖(三)

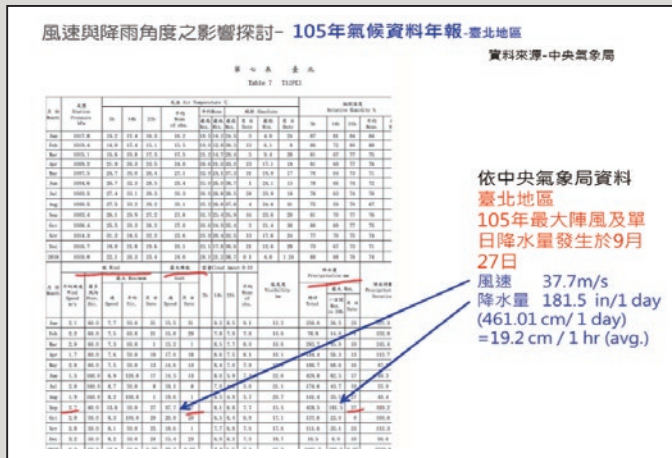


圖28 風速與降雨角度之影響探討示意圖(一)

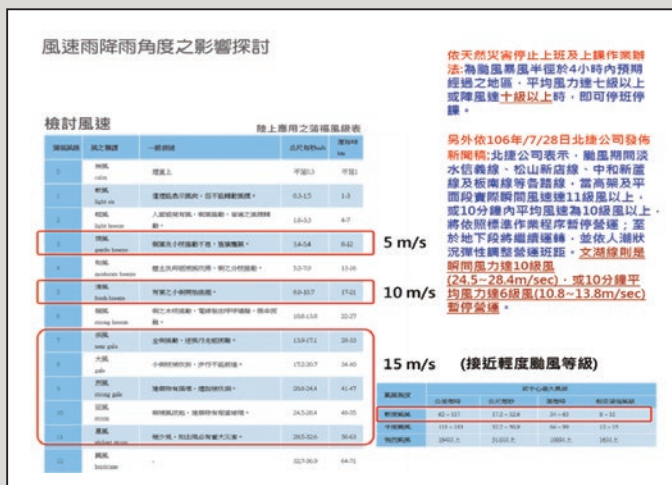


圖29 風速與降雨角度之影響探討示意圖(二)

風速達37.7m/s，降水量則為181.5 in/1 day (461.01 cm/1 day)=19.2 cm / 1 hr (avg.) (如附圖28)，作為一般檢核之標準。此外也考量到，如遇強烈颱風等極端氣候至一定等級時，列車將停駛車站也將封閉停止營運(註：例如依天然災害停止上班及上課作業辦法為颱風暴風半徑於4小時內預期經過之地區平均風力達七級以上或陣風達十級以上時，即可停班停課。另外依106年7月28日北捷公司發佈之新聞稿：北捷公司表示，颱風期間淡水信義線、松山新店線、中和新蘆線及板南線等各路線，當高架及平面段實際瞬間風速達11級風以上，或10分鐘內平均風速為10級風以上，將依照標準作業

程序暫停營運；至於地下段將繼續運轉，並依人潮狀況彈性調整營運班距。文湖線則是瞬間風力達10級風(24.5-28.4m/sec)，或10分鐘平均風力達6級風(10.8~13.8m/sec暫停營運)如附圖29。故此種狀況時，因車站已停止營運，防護重點不在是提供旅客遮蔽或防護雨水入侵，而是應考量在難以避免的雨水入侵狀況下，對於車站重要設備、設施之損壞如何降低作對策制定。

基於上述的觀念，並參考相關風速與降雨角度論文等文獻(註1)我們也訂出了在各種級距風速下之降雨，其雨水可能入射角度關係(如附圖30)。

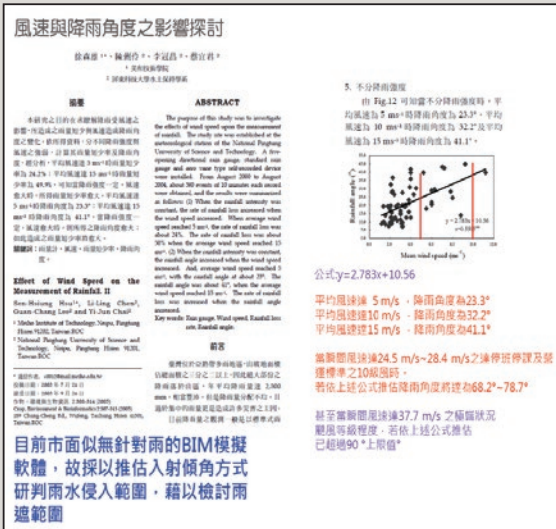


圖30 風速與降雨角度之影響探討示意圖(三)

綜合以上(一)、(二)兩點研析結果，並依實際合理營運有乘客使用之狀況評估後，建議如出入口旅客聚集處適當地點(樓/電扶梯、通道主動線區域(2M淨寬))及設備機房/重要設施(PAO、ATIM、收費閘門...等)之範圍，應以對應至達停班停課標準之平均風速七級風(10M/S)下之飄雨線(約30度)作檢核模擬，並且該等地點模擬後應保持100%遮蔽率。而在平均風速達15M/S(飄雨線約41度)以上之颱風等級時，此時防護重點應為電扶梯/電梯、機房及重要設備/設施，我們建

議此時此等重要設備/設施檢核模擬結果，仍應保持100%遮蔽率。其餘區域則仍應保持50%以上之遮蔽率。而上述遮蔽率定義則建議為：(區域面積-雨水侵入範圍面積)/區域面積。

綜整以上這些需檢討防護區域定義以及驗證方法後，我們後續亦提出了三鶯線高架車站審查時之執行原則主要建議重點，歸納如表3。

根據以上這些審查執行原則建議重點，專管顧問後續也提出了有關三鶯線高架車站防風雨設計之自主檢查表，頒佈予統包商於設計時作自主檢查，以免疏漏。其中包括一般性以及車站各層(包含出入口)之檢核重點，如附表4~5。

表3 三鶯線高架車站相關防風雨審查執行原則之綜整建議表

三鶯線高架車站相關防風雨審查執行原則之建議	
1	有關擴張網或沖孔版等材料是否具隔屏之遮蔽效果或其遮擋率、雨水入射折減角度等，需經公正單位實際驗證(如風雨試驗)，並以測得之數據模擬驗證各站之設計成果。
2	除依規範30度飄雨線檢討，另外請統包商採風速15m/s之狀況41度飄雨線進行模擬檢討。模擬風速逼近相當於七級風時之瞬間最大陣風狀況。
3	旅客聚集處適當地點與臨軌道側(候車區)範圍，建議在30度飄雨線檢討下，應保持100%遮蔽率。
4	在風速15m/s 飄雨線41度下模擬檢討，電扶梯/電梯、機房及重要設備/設施則應仍可保持100%遮蔽率。其餘區域則仍應保持50%以上之遮蔽率。(備註:遮蔽率定義 > 區域面積-雨水侵入範圍面積/區域面積)。
5	參考監察院106年桃園機場捷運車站調查報告之實例所見缺失，建議在超過前述中央氣象局105年台北地區氣象資料所測最大風速37.7m/s 降水量 181.5 in/1 day 狀況條件下，檢討車站相關導水、排水及屋頂外牆等固定結構細部設計，以確保機房及重要設備區於營運時無阻水、積水、漏水及溢流滴水…等現象。

表4 車站通風及防雨水入侵設計審查查核表(穿堂層+機房層+出入口)

項次	說明	符合		附註
		是	否	
	一般			
1	有關擴張網或沖孔版等半透空材料之雨水遮擋率、雨水入射折減角度等，統包商是否已提出經公正單位實際驗證(如風雨試驗)測得之數據或理論說明，並提出各站模擬結果?			
	穿堂層			
1	穿堂層旅客聚集處適當地點(排隊等候空間、樓/電扶梯、通道主動線區域(2M淨寬))與臨軌道側(候車區)及設備機房/重要設施(PAO、ATIM、收費閘門…)之範圍在規範飄雨線30度條件下，其模擬後是否可保持100%遮蔽率?			
2	上述設備機房/重要設施(PAO、ATIM、收費閘門…)之範圍，在飄雨線41度條件下，其模擬後是否仍可保持100%遮蔽率?而上述地區以外之該樓層其餘地區遮蔽率是否有達50%以上?			
3	上述遮蔽設施是否影響自然通風及排煙?			
4	上述遮蔽設施若影響自然排煙是否增設機械排煙系統?			
5	上述遮蔽設施若形成封閉狀況時，是否增設機械通風?			
6	上述遮蔽設施若採百葉型式，是否已考量其維護性?			
7	位於空曠地區站體之透空處是否已考量避免強風吹襲造成雨水飄入之影響?			
8	若出入口或上述遮蔽設施尚無法完全避免飄雨進入車站內，是否已考量穿堂層設置洩水坡度及地板排水口?			設計規範 5.2.7.5
9	公共區各排水設施，廠商依歷史氣象資料最大降水量181.5 mm/1 day之假設條件，並經其遮蔽設施折減後之降水量做模擬計算，其排水容量、速度…等設計是否足夠而不導致漫流或積水等現象?			
10	各排水管路接頭，廠商之設計是否確依相關規範或無鬆脫虞慮?			

項次	說明	符合		附註
		是	否	
11	易遭受雨水侵入之裝修填縫處，廠商是否確依相關規範設計？			
12	廠商是否已針對穿堂層鄰外牆側之機房百葉其型式及構造阻擋雨水侵入之性能提出相關驗證或說明？			
13	上述，若無法阻擋雨水侵入則該百葉上方是否有加設或加長雨遮？			
14	廠商是否已針對穿堂層鄰走道側之機房阻擋雨水漫流侵入之可能性提出相關說明？			
15	上述，若無法阻擋則該機房門縫下方是否有加設阻水設施或設置擋水板、門檻…等設施？			
	機房層			
1	機房層外牆側是否有考量以減少開口部面積或加長出簷深度防止雨水入侵？或內部以實牆或百葉等設計封閉？			
2	上述設計以飄雨線41度檢討後其雨水侵入範圍是否仍影響內部之機房設施？			
3	上述遮蔽設施若採百葉型式，是否已考量其維護性？			
4	各排水管路接頭，廠商之設計是否確依相關規範或無鬆脫虞慮？			
5	易遭受雨水侵入之裝修填縫處，廠商是否確依相關規範設計？			
6	廠商是否已針對機房層鄰外牆側之機房百葉其型式及構造阻擋雨水侵入之性能提出相關驗證或說明？			
7	上述，若無法阻擋雨水侵入則該百葉上方是否有加設或加長雨遮？			
8	廠商是否已針對機房層鄰走道側之機房阻擋雨水漫流侵入之可能性提出相關說明？			
9	上述，若無法阻擋則該機房門縫下方是否有加設阻水設施或設置擋水板、門檻…等設施？			
	出入口			
1	出入口旅客聚集處適當地點(樓/電扶梯、通道主動線區域(2M淨寬))及設備機房/重要設施(PAO、ATIM、收費閘門…等)之範圍在規範飄雨線30度條件下，其模擬後是否可保持100%遮蔽率？			
2	上述設備機房/重要設施(PAO、ATIM、收費閘門…等)之範圍，在飄雨線41度條件下，其模擬後是否仍可保持100%遮蔽率？而上述地區以外之該樓層其餘地區遮蔽率是否有達50%以上？			

表5 車站通風及防雨水入侵設計審查查核表(月台層+穿越層)

項次	說明	符合		附註
		是	否	
	月台層&穿越層			
1	月臺雨遮之型式是否已儘可能提供最大的頂蓋、遮蔭？			設計規範 5.1.3.3 1(1) 車站
2	是否已設置頂棚，以遮蔽日晒及風雨？月臺頂棚之覆蓋範圍是否已涵蓋月臺全長，並考慮於適當位置裝設隔屏以阻擋風雨，惟不得過度減少自然通風？			設計規範 5.1.3.3 1(1) & 5.3.2.3 (2)
3	沿月臺全長之上方是否已均有屋面之遮蓋，且屋面應自月臺兩側出挑至道床上方，且出挑之距離是否有達軌道中心線以外200mm處，並有飄雨線30度以上？			設計規範 5.2.6.11
4	月台層軌道上方中央之屋頂或頂棚除滿足上述檢討外，是否有考量不得影響自然排煙及通風之效果？			
5	月台層&穿越層外牆側相關設計，是否有考量以加深屋頂厚度或加長頂棚之出簷深度防止雨水入侵？			
6	月台層&穿越層外牆側高處之裝修或開窗是否考量維護及清潔性？			
7	月台層&穿越層旅客聚集處適當地點(排隊等候空間、樓/電扶梯、通道主動線區域(2M淨寬))與臨軌道側(候車區)及設備機房/重要設施(PAO、ATIM、收費閘門…等)之範圍在規範飄雨線30度條件下，其模擬後是否可保持100%遮蔽率？			

項次	說明	符合		附註
		是	否	
8	上述設備機房/重要設施 (PAO、ATIM、收費閘門…等)之範圍，在飄雨線41度條件下，其模擬後是否仍可保持100%遮蔽率?而上述地區以外之該樓層其餘地區遮蔽率是否有達50%以上?			
10	上述遮蔽設施是否影響自然通風及採光等性能?			
11	位於空曠地區站體之透空處是否已考量避免瞬時強風吹襲造成雨水飄入之影響?			
12	側式月臺沿側牆平台處、島式沿月臺中央區平台處，是否每隔15m內設置不銹鋼落水頭一處及排水系統?			設計規範 5.2.6.10
13	月臺自軌道側方向往外，是否有1%之洩水坡度，向月臺中央區傾斜?			設計規範 5.2.6.10
14	上述範圍是否已確保月臺門之緊急門往月臺側方向開啟不會卡住?			設計規範 5.2.6.10
15	軌道道床之排水以包覆於主要支撐柱邊之落水管排放至雨水排水系統之出水口處；落水管間之中心距應為25m左右。頂棚、月臺及車站屋面等部位之雨水亦應排放至雨水排水系統?			設計規範 5.3.2.3 (3)
16	月台層&穿越層之電扶梯及電梯前是否加設載水溝?			
17	前述各排水設施，廠商依歷史氣象資料最大降水量181.5 mm/1 day之假設條件，並經其遮蔽設施折減後之降水量做模擬計算，其排水容量、速度…等設計是否足夠而不導致漫流或積水等現象?			
18	各排水管路接頭，廠商之設計是否確依相關規範或無鬆脫虞慮?			
19	易遭受雨水侵入之裝修填縫處，廠商是否確依相關規範設計?			
20	廠商是否已針對鄰外牆側之機房百葉其型式及構造阻擋雨水侵入之性能提出相關驗證或說明?			
21	上述，若無法阻擋雨水侵入則該百葉上方是否有加設或加長雨遮?			
22	廠商是否已針對鄰走道側之機房阻擋雨水漫流侵入之可能性提出相關說明?			
23	上述，若無法阻擋則該機房門縫下方是否有加設阻水設施或設置擋水板、門檻…等設施?			
24	廠商依最大瞬間風速達強烈颱風51m/s及符合合約規範或相關建技法規規定之條件下，外牆及屋頂等等構造之固定之防颱設計經結構計算後是否符合要求?			

伍、捷運三鶯線高架車站防風雨設計後續審查與驗證執行之應用

一、多孔隙牆板風雨試驗：

目前參照上述表4-2之建議及依據查核表一般性之要求，三鶯線統包商已提送類似門窗測試之多孔隙牆板風雨試驗，並由國內知名之漢宗實驗室進行公正之測試取得數據資料，並據以推算外牆設計之防風雨效果。

所謂多孔隙牆板設計並非完全封閉的構造斷面，比較類似百葉窗或隔柵構造，例如三

鶯線統包商建築師採用之金屬擴張網或沖孔鋁板…等材料。因車站外牆採用上述材料時，雖可通過靜態圖面檢討的「風雨防護要求之30度角飄雨線」，但考量自然環境之風壓、雨滴傾斜角度等因素，此等材料並非完全封閉的牆板構造，實際上仍有穿透機會，造成風雨侵入之狀況。

然而，目前因為國內CNS等標準規範並未規範「多孔隙牆板、百葉窗」之阻雨、通風率測試，導致如欲使用此等材料時，並無法判斷及得知在特定風速與雨量條件下，雨水之穿透程度多寡。故經各方討論後，決定參考國內、外相關研究，研擬此風雨試驗計劃，以利取得公

正驗證數據，供後續審查作為執行依據。

而多孔隙牆板規格，三鶯線統包商提出以下三種數值做為實驗控制條件1. A-孔隙尺寸 LW*SW*W*T或B-孔隙尺寸 + 沖孔率2.防護角度3.透空率。依其構想，多孔隙牆板試體，採用框架尺寸2000mm × 2000mm。另外，假設之降雨強度與雨滴平均直徑則參考「美國空氣流動協會 AMCA-Standard 500-L Tests」，雨量模擬

器則依「降雨強度」、「雨滴平均直徑」數值做為設定。依此設定，使用造風設備產生風速10m/s、15m/s及相當120mm/h噴水之作用，於試體前製造模擬之動態風雨，並觀察一定時間後試體背面潑水之情形，取得距離數據並作成紀錄。以上，相關多孔隙牆板風雨試驗之概念示意圖，如附圖31、32。

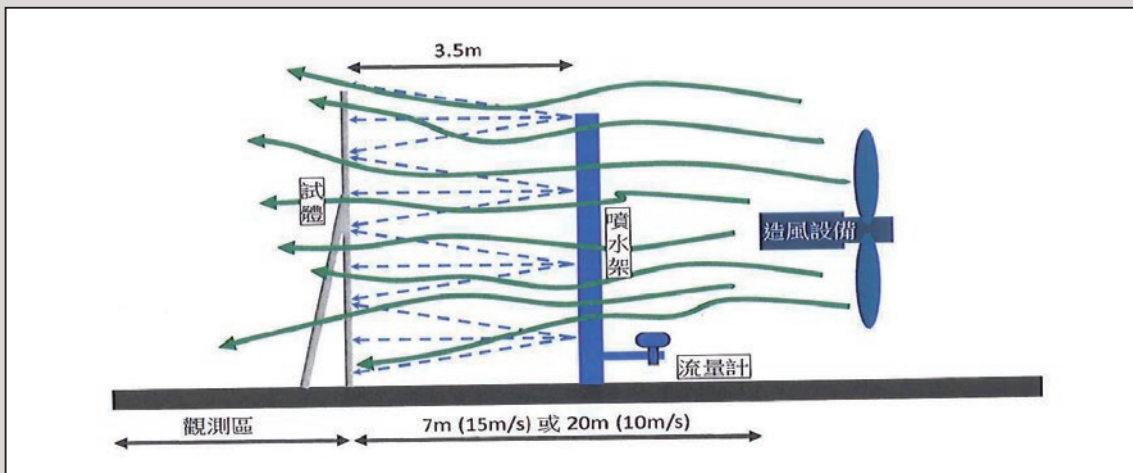


圖31 多孔隙牆板風雨試驗之概念示意圖



圖32 多孔隙牆板風雨試驗之現場場景照片

二、多孔隙牆板風雨試驗後續之檢核應用

在取得各立面使用材料之多孔隙牆板風雨試驗數據後，統包商建築師目前檢核其設計之方法則是採用反推法。其主要概念乃是採用車站各處依檢核原則所訂之允許雨水潑入範圍之距離，代入各種透空率材料經試驗得知之各材料在各風速與雨量下之侵入角度數據（內側潑雨最遠距離與入射高度比值），如附圖33。

初步得知此等角度數據後，再來依平面之配置佈設檢討出各雨水允許侵入範圍(或不允許侵入範圍)。此處舉LB01站為例，北側外牆界面處之相同潑雨允許範圍為2.65M，如附圖34，建築師以此相同潑雨允許範圍為2.65M，反推出在該等允許距離下於立面上該材料可設置之最大高度分佈範圍，並作為其外牆立面材料使用計畫之依據，如附圖35。

試驗結果整合表：

多孔隙牆板(單層/雙層)	試體尺寸	降雨強度	測試時間	透空率	紗網孔目
詳下表	7000 mm*6000 mm	120 mm/hr	10 分鐘	詳下表	24 目以上

實驗設定值(組)			實驗結果	
試體	組別	設定風速 m/s	透空率%	內側潑雨最遠距離 m
雙層擴張網 (32目紗網)	組別 1	10	7.4	0.3
			14.7	1.5
			11.8	1.5
	組別 2	15	7.4	2
			14.7	3
			11.8	3
單層擴張網 (32目紗網)	組別 4	10	20.33	2
			39.68	3.5
			31.26	3.5
	組別 3	15	20.33	4
			39.68	5
			31.26	4
沖孔鋁板 (32目紗網)	組別 5	10	13	1
	組別 6	15	13	1.5

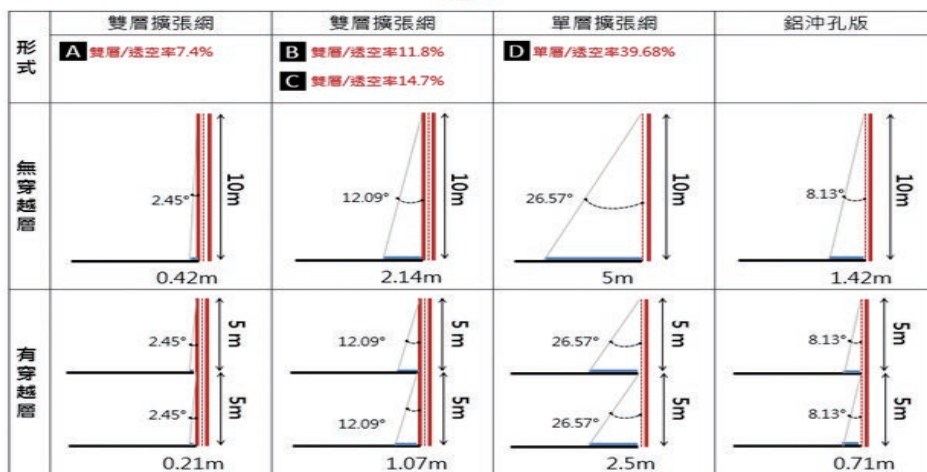


圖33 多孔隙牆板之初步檢核概念示意圖

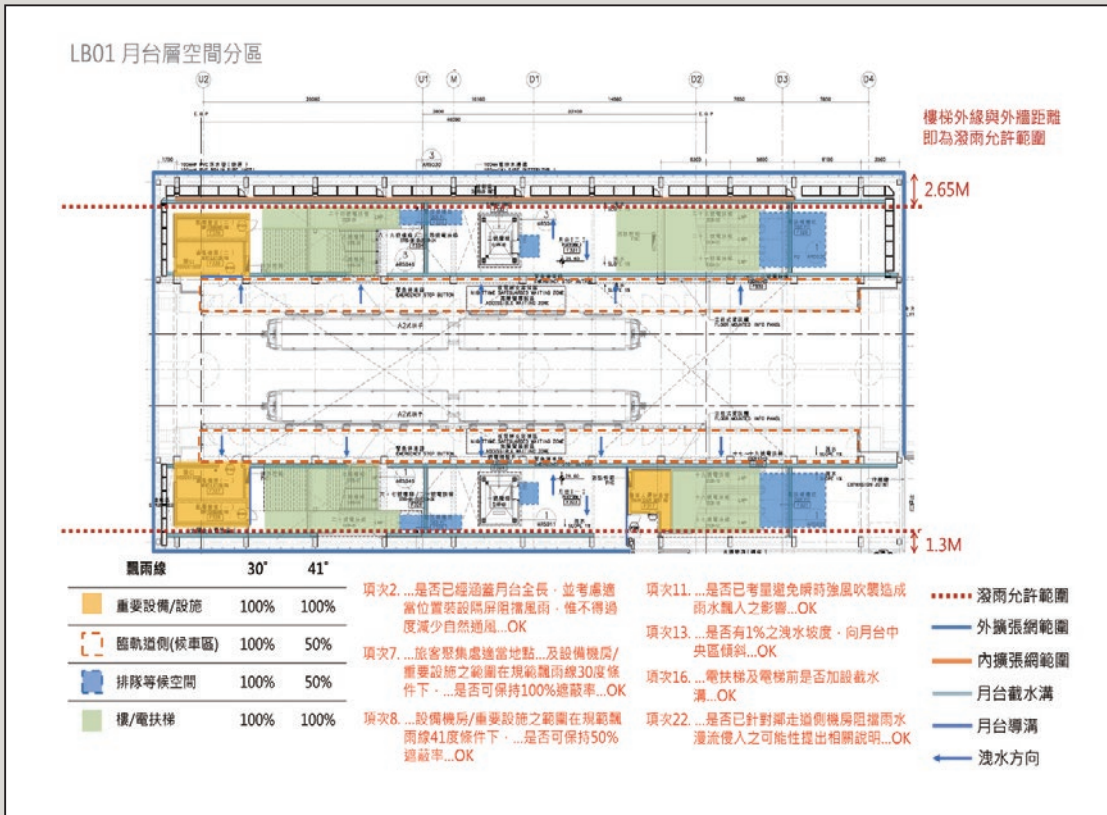


圖34 LB01站之平面檢核應用概念示意圖

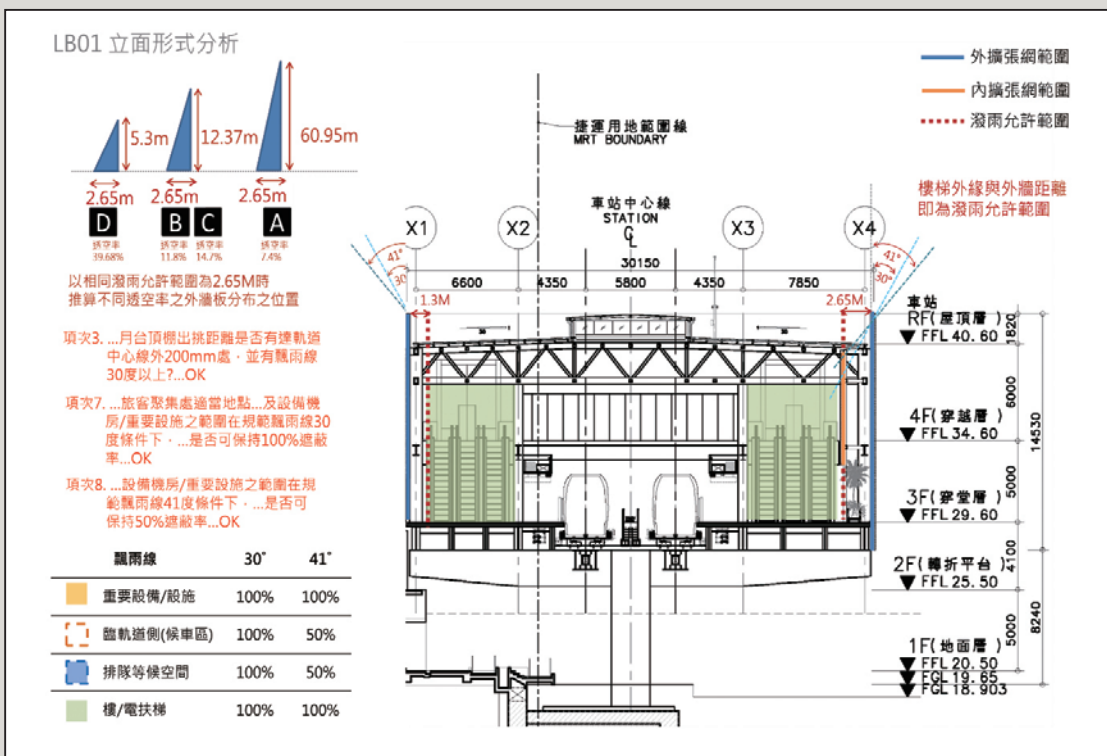


圖35 LB01站之剖面檢核應用概念示意圖

立面形式分析

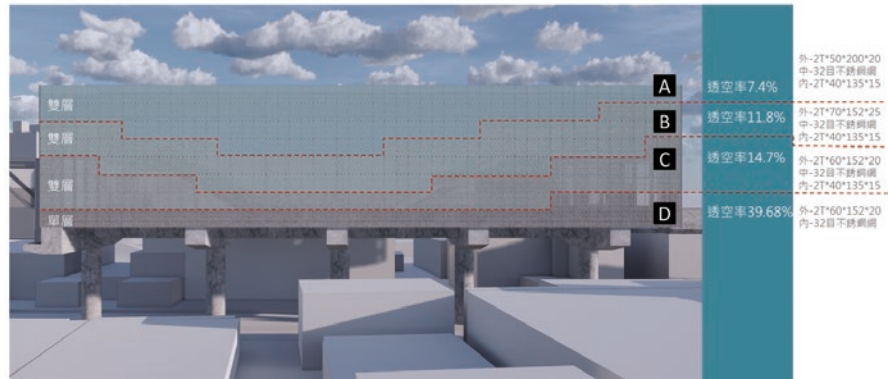


圖36 立面檢核應用概念示意圖

而透過這樣的推算，我們也可得知在立面越高處，其所使用材料之透空率則需要越小，意即在立面越高處，越需要封閉性較佳之材料。例如附圖36，整個方盒子造型車站之外牆立面，經由平面各允許潑雨範圍之反推結果，可訂出分別由A、B、C、D從高至低四種不同透空率材料組成的立面計畫，並反映於實際之設計圖面，完成實質之立面細部設計。

三、高架車站其它飄雨滴水問題之檢核重點與對策

於一般狀況下，三鶯線透過以上車站防風雨設計之自主檢查表以及試驗成果數據之應用，對於高架車站防雨水入侵功能應考量重點之檢核，在實務執行面上已能有十分完整且精進可行的作法。然而，在後續統包商設計送審階段，由於其它在建中的捷運工程，例如安坑輕軌的設計經驗回饋，發現車站在遭受風雨侵襲時，除了上述在風力作用下動態入射飄進的雨水防範，需要列為重點以外，另外他們也建議需再考量到目前一般車站站體之構造皆為鋼構等金屬表面外露材料構造，在許多狀況下如站體之屋簷等構造雖已延伸長度或外牆上方開口加大遮蔽後，理論上已可擋住雨水入射。但由於如水滴之流體有離開本來的流動方向改為

隨著凸出的物體表面流動的傾向之康達效應 (Coanda Effect) 此等特殊的物理性質，以及本來就具有的受重力往下流的特性，導致車站挑簷或外牆界面處，雖在一般狀況下已經具有防止風雨直接入射的效果，但許多時候飄下的雨水卻常會附著在外露的結構或簷口處，順著這些地方的材料表面，漫流而進入車站站體內部。

此時若車站沒有完善考量到這些構造細部的設計（如滴水線等設計），恐將使得外部的雨滴，沿著這些構造侵入車站，並在風力吹襲下散落內部，形成防護的破口，並使車站防風雨設計的效果大打折扣。故針對上述的幾種常見問題，列舉以下的檢核重點與對策範例，也希望能提供其它捷運系統未來參考。

(一) 月台門上方雨遮內凹之問題與對策探討：

如部份三鶯線高架側式月台車站，由於其月台層之中央軌道區上方，是以大片外挑屋頂棚方式形成風雨遮蔽之功能。但在統包商原始設計中，該屋頂棚並非水平，而是有點斜度並向月台內部向下傾斜之型式(如附圖37)。而此種方式由於水流重力方向是往月台區內部，恐將產生該頂棚

區雨水滯留、積水現象以及導致月台區滴水等虞慮。

故後續，經請統包商再行考量這些設計虞慮後，統包商已提出相關對策，並將

車站該雨遮改為全平面單斜方式構造，目前並將斜度改為設置2%洩水坡度，往軌道中間方向洩水，以期避免產生上述虞慮狀況（如附圖38）。

(二) 天窗開口處會不會沿結構滴水之問題與對策探討：

另有部分三鶯線高架式月台車站(例如LB12站)，其月台層之中央軌道區上方(含延伸至穿越層)之屋頂是以如天窗構造之太子樓型式為設計。而此種太子樓構造位於站體最上方處，可兼顧自然浮力通風與自然排煙之效果，但此種型式之構造，卻存在著側面開口處對於雨水如何防止滲入以及雨水會不會沿結構滴水進入車站的設計隱憂(如附圖39)。

對於這些設計隱憂，後續我們也提出請統包商設計單位再行考量及研析。目前統包商亦已提出相關對策，並說明車站太子樓外側將設置防

颱型百葉，且該百葉有2段式截水機制，另於屋頂及百葉窗框上緣亦均有設計結構滴水線，下方設止水墩，應不會產生雨水滯留積水或沿結構進入車站等之問題（如附圖40）。

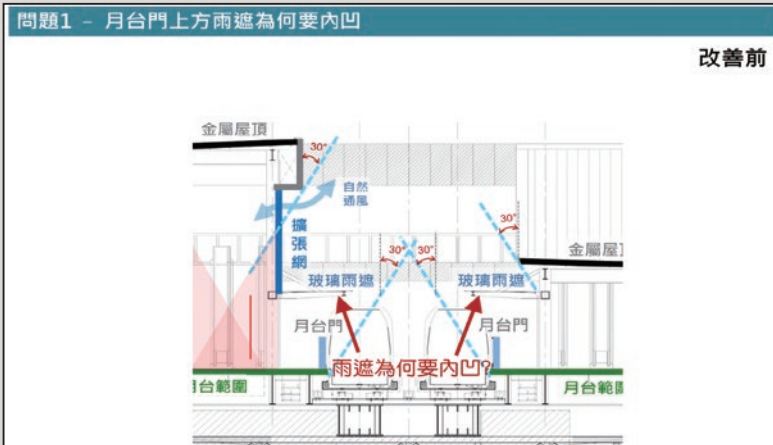


圖37 問題1改善前示意圖

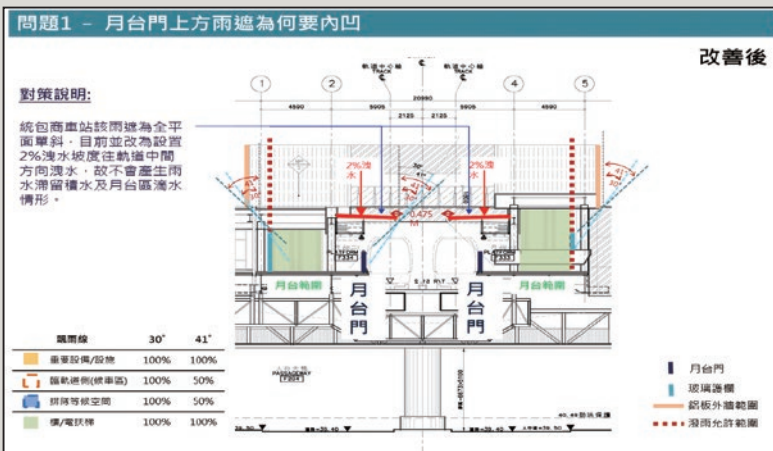


圖38 問題1改善後示意圖

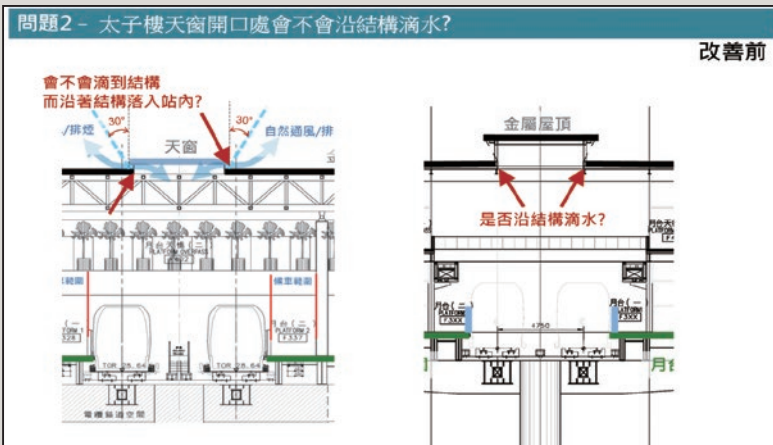


圖39 問題2改善前示意圖

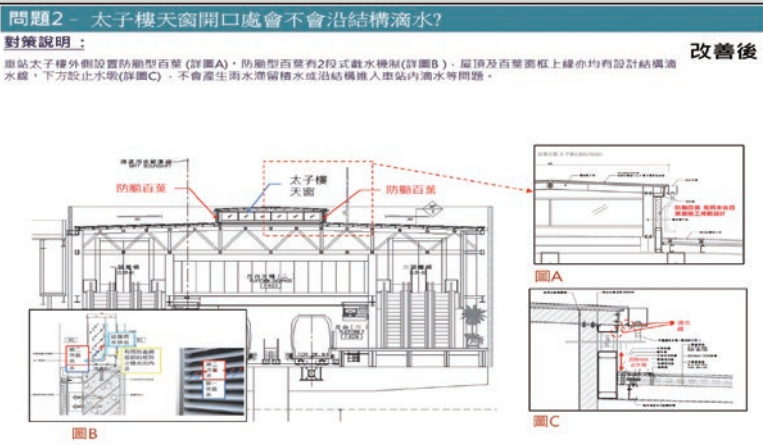


圖40 問題2改善後示意圖

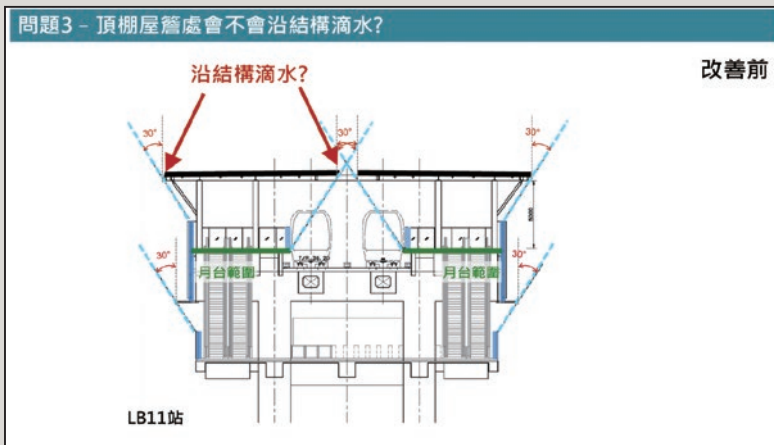


圖41 問題3改善前示意圖

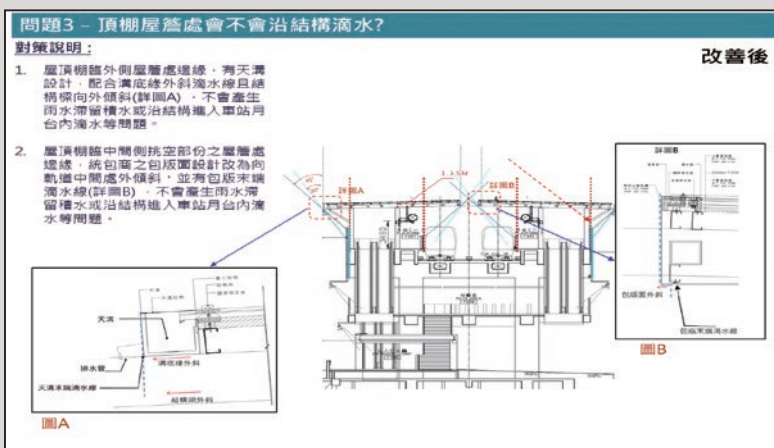


圖42 問題3改善後示意圖

(三) 透空頂棚屋簷處雨水會不會沿結構滴水之問題與對策探討:

三鶯線高架側式月台車站,另有一

些路外基地車站(例如LB11站),站體直下方為出入口及穿堂層,其月台層則位於站體最上方,中央軌道區上方則是以中央部部分透空之大屋頂頂棚為屋頂設計。此種大頂棚構造型式防飄雨線雖可符合檢核,但若其頂棚簷口處之滴水收頭細部設計不夠確實及理想的話,仍將有雨水水滴會沿其結構進入車站的設計疑慮(如附圖41)。

同樣的,後續此等設計疑慮,也是敦請統包商設計單位再行考量及研析。而以下如附圖42所示,則是統包商目前提出之相關對策與說明。

陸、結論與建議

在目前綠建築設計日益受重視的情況下,設計者對於車站造型與立面大都以輕、簡、通、透為主要理念,但卻也因為欲達成此目標之故,設計者往往相對的在防風雨設計上較為忽略或無法兼顧。尤其,在設計規範條文內容制訂考量不足或定義不明確下,業主、專管顧問與統包商三者之間的認知與期望,往往並不相同,

並缺乏量化的檢核過程。故如何整合並制定出一套較嚴謹、周延之執行原則,並兼顧合情、合理與其它各種設計目標,對後續車站的設計與工程品質影響巨大。

而透過以上針對各捷運系統防風雨設計規範探討以及參考目前各實際完工營運系統高架車站的缺失與經驗，三鶯線後續在業主新北市政府捷運局的要求下，已先行針對本三鶯線規範中未盡周延或規則定義不甚明確之處，作出相關合理之審查執行原則。並且，在後續與統包商討論時，也因為有先行的雙向溝通，導致在建築師於綠建築及造型風貌設計的理念堅持下，仍能達成與防風雨設計，兩者間之平衡。

同時透過上面的研析與探討，我們也歸納了以下一些重點結論與建議：1.規範之檢核條件制定，應基於實際區域氣候環境狀況，並對於檢核條件之訂定，應有更嚴謹論理或實測數據支持。2.對於車站各區域空間之遮蔽率，應基於營運之合理使用狀況，對於最重要防護區域及次要區域，作出嚴謹定義及量化可量測之標準。3.對於高架車站而言，在如颱風侵襲等極端氣候下要求完全遮蔽使強風及雨水無法入侵是不切實際的想法，但此時應將重點放在各種排水、落水配合措施之完善度提高，而透過各種事先可預想之設計檢核重點查核表，例如洩水坡度、防滑措施、截水、漏水頭…等之檢核，將可使各種疏漏狀況減少到最小狀況。

以上，也希望這些結論與建議的經驗分享，能使後續各捷運系統高架車站設計者或審查者當面臨這些議題時，有一個定性及定量的參考。

參考文獻

1. 監察院(中華民國106年12月) 機場捷運高架車站漏水事件調查報告。
2. 臺北市政府捷運工程局(中華民國103年12月18日) 臺北都會區大眾捷運系統土建水環固定設施需求規劃設計手冊(中文版第01版)。
3. 臺北市政府捷運工程局(中華民國107年6月14日) 臺北都會區大眾捷運系統中運量系統土建水環固定設施規劃手冊。
4. 交通部高速鐵路工程局(中華民國99年3月11日)「桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫第三期總顧問服務」土建、車站及其它機電設備設計準則(0B版)。
5. 徐森雄、陳俐伶、李冠昌、蔡宜君(2005年) 風速對雨量量測之影響(二)。
6. 新北市政府捷運工程局(中華民國109年2月19日)安坑輕軌運輸系統計畫土建統包工程-高架候車站及機廠漏水疑義研討設計說明簡報。
7. 新北市政府捷運工程局(中華民國107年4月9日)三鶯線高架車站通風及防雨水入侵設計審查原則簡報
8. 亞新工程顧問股份有限公司/九典聯合建築師事務所/美國AYD建築設計事務所/陳昆豐建築師事務所/張樞建築師事務所(中華民國109年1月16日)三鶯線捷運系統計畫統包工程車站通風及防雨水入侵設計原則簡報&都市設計審議報告書(土城區車站中華民國106年5月12日送件版)
9. 榮工工程股份有限公司(中華民國107年11月20日)「三鶯線捷運系統計畫統包工程」多孔隙板牆風雨試驗報告書