

建築物受風災損壞原因實際案例調查研究

張景鐘

國立台灣海洋大學河海工程學系教授

摘要

臺灣為海島型國家，位處於環太平洋西岸颱風盛行區域，位於西太平洋颱風經常侵襲路徑上，臺灣每年約受到四至五個颱風侵襲。有時建築構造物的倒塌破壞，發生在風速低於設計值的情況下，為有效評估建築物受風災損壞之實際原因，透過建立風災調查流程與風災調查表，以蒐集更多有關建築物受風災損壞的案例，並由此進而評估建築物損壞之實際原因，藉此確定是為設計規範上的不良或是施工營造上的疏失。

關鍵字：風災調查、颱風、實際案例、風災流程

Case Study of Building Damaged by Typhoon

Jang, Jing-Jong

Professor, Dept. of Harbor and River Engineering, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan

ABSTRACT

Taiwan is an island nation and located in the west Pacific Rim, where is a typhoon prevalent area. Taiwan often on the typhoon invasion path and about four to five typhoons landed every year, causing severe casualties and destruction of houses, bridges, road damage, land slide and power interruption of communications systems, which shows that the typhoon hazards should not be overlooked. The collapse or destruction of the building structures during typhoon sometimes occurs in the case of the wind speed below the design value. This project is aim to find out the cause of the building structures collapsed or destroyed reason. Up to today, we are still unable to determine whether the reason is the negligence on design specification or construction management deficit. By typhoon damage to the actual reason for the effective assessment of buildings, through the establishment of the typhoon investigation process with typhoon questionnaire to gather more information about the buildings damaged by the typhoon cases, the competent authorities exchange information with each other, and thus in order to assess the actual reason of building damage is the negligence on the design specification or construction

create.

Keywords: Investigation of wind-induced damage, Typhoon, Wind-induced damaged cases, Investigation procedure.

一、緒論

臺灣每年約受到四至五個颱風侵襲，造成全臺各地常有人員傷亡、房屋破壞、橋梁路面損壞、電力通訊系統中斷，這證明了颱風所帶來的風災危害不可小覷。而在風災發生之後，由於臺灣目前並沒有相當完善的建築構造物風災調查機制，導致建築物災情資訊不易掌握，當有關人員到達時卻因救災而破壞了原本損壞的情況。有時建築構造物的倒塌破壞，發生在風速低於設計值的情況下，造成這些建築構造物之倒塌破壞的原因，無法確定是設計規範上的不良或是施工營造上的疏失。

且近幾年建築物趨於高層化，所以風工程之相關研究也趨於重要，而引起臺灣風災最主要的原因就是颱風，但是以往都著重於氣象方面的研究；如颱風的路徑、發生時間、強度等的預測，對於建築物受損的詳細探討並不多。國外在這方面的研究資料較多，不過國外的資料並不一定適用於臺灣，因為國外的絕大多數建築高度普遍低於臺灣，因此開始對於臺灣風災有初步的調查等相關研究。但是颱風是多變性的，加上臺灣中央山脈的阻擋，使得颱風對臺灣造成的影響很明顯有區域性的不同。

風災調查與風害模式之探討中，可知當颱風來臨時，建築物的本體不易受到損壞，反而是一些在建築物上的非結構構件、附屬設施、臨時設施，因此我們也會對其加以探討。

二、建築物風災損害案例調查流程

颱風災害於臺灣年年都在發生，雖然近年來有相關的研究對此進行研究，不過卻沒有一套對於風災損壞調查的相關流程。風災發生時，風災現場必處於極為混亂的情況，現場可能有需多不同單位的救災人員，且風災產生的破壞可能持續的發生，如果調查人員於此時進入風災現場進行風災損壞調查時，不僅會對現場救災人員造成困擾，也可能於調查過程當中，因持續發生的破壞而發生意外，不但對調查進度的進行沒有幫助，於調查過程當中亦對調查人員造成生命危害，還會造成相關救災單位的困擾。

因此所訂定的建築物風災損壞案例的調查流程，主要的調查的時間點當災害發生後，相關救災人員在安全無虞及現場環境已經穩定的考量下，盡快抵達現場進行調查，此時不但對調查人員的生命安全有保障，亦不會造成調查的不便及相關單位的困擾，以預防已發生災害牽連導致更大災害發生的可能性。

建築物受風災損壞案例調查流程的作業處理流程，依照進行的先後順序分為以下五大項目：(1)風災災害發生後、(2)填寫風災調查表、(3)災情彙整、(4)索取建築物之設計圖說與材料，以及(5)災後檢討與報告。表 1 為風災調查流程之表單。

表 1 風災調查流程表

| 程序說明 | 應辦理事項 |
|--------------|--|
| 風災災害發生後 | 風災調查小組於風災發生後抵達現場。 與受災單位確認受災情況。 了解災情狀況後，調查建築物損壞情況。 現場實地拍照、攝影與紀錄。 |
| 填寫風災調查表 | 將建築物受損情形，一一仔細的填寫於風災調查表中。 向受災單位的地方政府單位、消防單位與救災單位洽詢災情，並持續進行災情統計及資料更新。 根據現場情形做災害簡述。 |
| 災情彙整 | 根據調查表內容彙整其建築物損壞程度。 調查受災地區地方政府的建管單位有關受損建物之損害情形。 持續由救災人員回報最新災情。 |
| 索取建物之設計圖說與材料 | 向建管單位申請該建築物設計圖說與建造材料詳細資料。 與主管機關(營建署)聯繫回報受災建築物毀損數量。 |
| 災後檢討與報告 | 後續請地方政府之救災單位提供該災害之相關報告。 探討該建築物受風災之發生原因。 |

如果建築物受損情況有受到非天然災害因素所影響，則應更詳細分析與探究其發生原因，並予以完善記錄，進而對受風災的建築物進行檢討與報告。

三、建築物受風災損壞案例調查表

調查表透過參考風災調查與風害模式之探討與各類災害調查表與調查報告之相關文獻來建立調查表，並構想風災調查表各項調查之項目，以確定調查表之訂定的方向。

將調查表中主要分為四大類：

(1) 基本資料

建立建築物的基本資料，並且依照風災發生的時間以及建築物損壞地點之行政區來界定。在建立建築物基本資料，主要為兩個大項目，第一項為受風災建築物所屬的相關資料，第二項則為受風災建築物本身的基本資料。第一項為受風災建築物所屬的相關資料分別為所有人(單位)、聯絡人(單位)、建築物名稱、屋齡、所受風災的類型、風災的名稱以及當時的最大瞬間風速；第二項為受風災建築物本身的基本資料分別為地況分類、

地形分類，建築面積與高度、建築物的結構型式以及該建築物的用途。

(2) 災損情形評估

災損情形評估分為六個項目：主體結構、非主體結構物件(外部)、非主體結構物件(內部)、附屬設施、臨時設施與其他。並依照各個項目做調查項目的細分，其中結構主體於調查項目的細項分別在做損壞情況的描述與分類，並將損壞情形界定在無(輕微)與有(中度、嚴重)，並於調查細項後面增加說明與備註。災損情形評估的六個項目與其細項於表 2 中列出。

(3) 災害簡述、建議與補充說明與(4)現場照片

由於調查表中的建築物的基本資料與災損情形評估並不能完整表達出災害現場所發生的情形，需要透過文字說明、照片與影像的輔助，方能更清楚的描述災害現場之情況、欲特別描述之情形及調查表中沒有載明之災害項目，可供未來調查表的修正時予以參考，並且對於調查單位於災後的資料彙整，進而對受風災的建築物進行檢討與報告提供更多的資訊，以供日後相關之災損調查與救災計畫的建立。

上述之四個項目，其詳細內容皆列於附錄 1。

四、建築物受風災損害案例調查之探討

4.1 建築物風災損壞案例調查

(1) 花蓮美侖大飯店

海棠颱風在 2005 年 7 月 18 日上午 9 點至 11 點左右在花蓮秀姑巒溪口附近登陸(宜蘭東澳附近)，7 級風暴風半徑 280 公里，10 級風暴風半徑 120 公里，以每小時 17 轉 12 公里速度，向西北西進行。近中心最大風速每秒 55 公尺 (約每小時 191 公里)，相當於 16 級風，瞬間最大陣風每秒 65 公尺 (約每小時 234 公里)，相當於 17 級風以上，在面對如此高的風速時，對於建築物是很大的威脅，在這次颱風中，美侖大飯店受到颱風侵襲導致整片玻璃帷幕牆破壞。

根據飯店的說法在 2005 年 7 月 18 日的凌晨 6 點 13 分的時候，聽到一聲巨響，玻璃帷幕牆從右邊開始破，然後便產生連鎖反應，全部的玻璃應聲而破，在玻璃破後，由於沒有玻璃遮擋，於是風便在玻璃帷幕牆破後吹入，飯店的大門因此無法承受也被吹壞

美侖飯店的玻璃帷幕牆所採用的結構玻璃系統為玻璃背擋結構玻璃；而所謂的背擋結構玻璃，就是在整片玻璃的後方，加上一片與之呈現垂直角度擺設的玻璃，以之頂住玻璃的後側，利用玻璃在側邊較為堅固的特性，來接收整片玻璃所承受的各種壓力，如圖 1 所示。

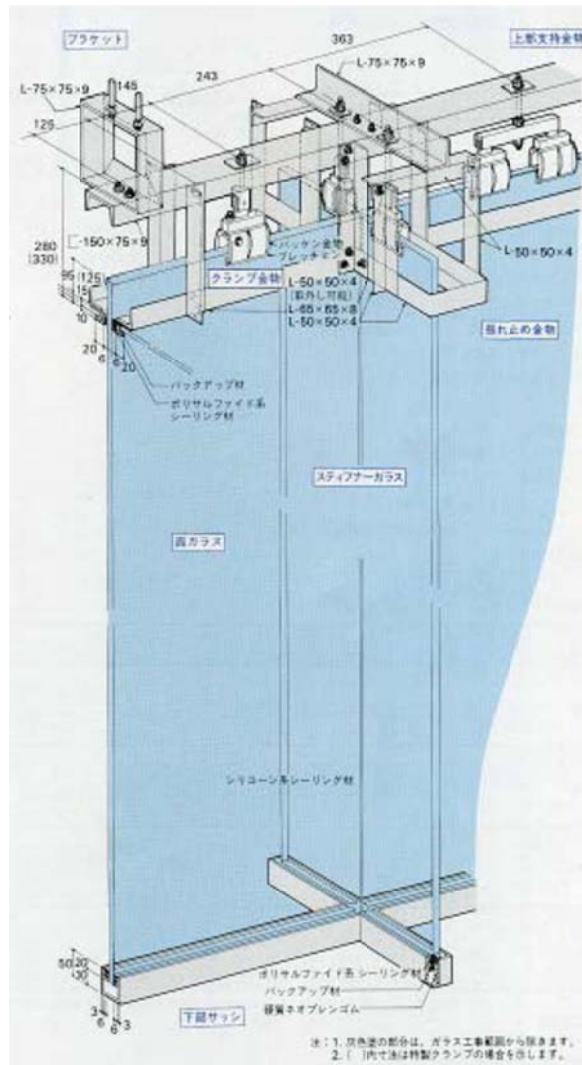


圖 1 背擋結構玻璃示意圖

從玻璃世界 167 期的期刊中，負責維修美侖飯店的肯望科技股份有限公司，針對受風災後，對於其損壞有其見解；在圖 2 與圖 3 表示花蓮美侖飯店，原有挑高 10.5 M 的 19 mm 的大片透明玻璃，在海棠颱風的威力下，由於圖 2 所示後部結構支持有瑕疵，而遭致一連串的挫傷使其全面破損的狀況。此外可由圖 1、圖 2 及 3，發現懸吊支架的型式由原本固定的正四邊形變成了平行四邊形，這表示當初結構設計時應有斜撐支持，亦或在螺絲固定後須有段焊的固定加持，不致令後部結構產生鬆動變形而影響面玻璃的支持強度，這是系統出現的疏忽，而非初始設計玻璃強度不足所致。



圖 2 玻璃懸吊支架 1



圖 3 玻璃懸吊支架 2

美侖飯店餐廳的玻璃帷幕牆，懸吊玻璃帷幕的懸吊支架，從原本固定的正四邊形變成了平行四邊形，表示初結構設計時應有斜撐支持，亦或在螺絲固定後須有段焊的固定加持，不致令後部結構產生鬆動變形而影響面玻璃的支持強度；也有可能是工人在施工的時候，因作業上的疏忽大意，並未確實在螺絲固定後於螺絲固定處上焊，而非初始設計玻璃強度不足所致；如此龐大的玻璃帷幕牆，應於每年有固定的維護檢查，檢查時，維護人員亦可能未完整的對玻璃帷幕牆的結構系統做詳細檢查與維護，而導致玻璃結構的設計強度衰減大於預期之速度，在此次颱風造成玻璃帷幕牆整體結構之崩壞。

(2) 花蓮和平電廠煤倉

花蓮和平電廠，其座落於花蓮縣秀林鄉和平村和平工業區內，擁有一座大型儲煤倉庫 Dome，其屋頂直徑皆超過 140 公尺，儲煤倉庫屋頂為採用進口鋁合金浪板特殊的材料設計，因成本偏高，在前後兩次的颱風侵襲下，受到非常大的損失。受風災破壞前的和平電廠煤倉 Dome，屋頂外層是由金屬桿件所支撐，內層則是由國外進口的鋁合金浪板所包覆組成，如圖 4。



圖 4 花蓮和平電廠煤倉 Dome 受風災損壞前

納坦颱風(中度颱風)，七級風暴風半徑為 250 公里，十級風暴風半徑為 100 公里，其近中心最大風速為每秒 43.0 公尺(約每小時 154.8 公里)，相當於 14 級風；其最大瞬間風速每秒 53 公尺(約 190 公里)，相當於 16 級風；花蓮和平電廠因受到納坦颱風侵襲導致煤倉 Dome B 屋頂的上半部結構崩壞。圖 5 所示受到破壞的為 Dome B，右上方為 Dome A，左上方為 Dome C。



圖 5 花蓮和平電廠煤倉 Dome B 受納坦颱風破壞後之空照圖

於納坦颱風後，和平電廠委託杜風工程顧問有限公司的評估報告中提及，原設計單位認定 Dome B 為「封閉式建築」，且其原設計提出的災害評估報告，認為造成 Dome B 倒塌的原因為有異物撞擊 Dome B 使其破損後，導致 Dome B 上半部崩塌。由於原設計採用「封閉式建築物」之內風壓係數，遠小於「部份封閉式建築物」之內風壓係數。原設計並無設想到當 Dome B 發生破洞時之內風壓係數遠大於「封閉式建築物」之內風壓係數，導致原設計之設計風壓為不保守。

於 2004 年納坦颱風後，相隔不到一年的時間，和平電廠在 2005 年 7 月 18 日再次遭受到海棠颱風(強烈颱風)的侵襲，其七級暴風半徑為 280 公里，十級暴風半徑為 120 公里，近中心最大風速為每秒 55 公尺(約為每小時 198 公里)，相當於 16 級風；最大瞬間風速為每秒 68 公尺(約 245 公里)，相當於十七級風以上；此次海棠颱風帶來比納坦颱風更驚人的風速，對和平電廠的煤倉 Dome A 跟煤倉 Dome C 的屋頂的上半部結構造成嚴重破壞。

根據內部人員說法，由於 2004 年 10 月受到納坦颱風侵襲造成嚴重的損失，於海棠颱風來襲時，有人建議將部份的門開起讓風可以流通，以避免造成像去年一樣的災情，

因為此提議使得煤倉 Dome 處於「部份封閉式」，而帶來更嚴重的損失。遠處左側為煤倉 Dome A 在此次風災受嚴重損壞，近處右側則為煤倉 Dome B 在 2004 年 10 月份受到納坦颱風破壞尚未修復完成，如圖 6。



圖 6 和平電廠煤倉受海棠颱風破壞後之側面圖

經過前兩次的風災，為此和平電廠對於即將重新新建的煤倉 Dome A 與煤倉 Dome B 委外進行風洞試驗報告，主要試驗的項目包括評估煤倉披覆物設計風壓，及主要抗風結構系統之設計風載重。由風洞試驗報告得知煤倉 Dome 本身並非是完全封閉的建築物，且煤倉 Dome 的內部是完全沒有隔間的空間，如果有外物撞擊造成外部披覆物有破損，則外部的壓力可以傳遞到內部的各個區域，因此不可將煤倉 Dome 是為「封閉式建築物」。

上述之評估報告與試驗報告，皆認定煤倉的結構型式應為「部分封閉式建築物」，而非煤倉之原設計廠商當初所認定的「封閉式建築物」，由於原設計廠商對於結構型式的錯誤判定，使得原本對於煤倉的設計風壓強度過於不保守，導致煤倉於前後兩次的風災接受到嚴重的損毀。且如果原設計廠商認定其為「封閉式建築物」，亦應該考慮到如有外物撞擊煤倉造成有破損時，此時之結構型式則由「封閉式建築物」轉為「部分封閉式建築物」時，煤倉對於設計風壓強度之需求。因此當煤倉 Dome 處於「部份封閉型式」的條件下，才會造成嚴重的破壞。

(3) 宜蘭利澤垃圾焚化廠

宜蘭縣利澤垃圾焚化廠(以下簡稱焚化廠)，於 2008 年 9 月 28 日受到薔蜜颱風(強烈颱風)侵襲。七級風暴風半徑為 280 公里，十級風暴風半徑為 100 公里，其近中心最大風速為每秒 53.0 公尺(約每小時 190.8 公里)，相當於 16 級風；其最大瞬間風速每秒 63.0 公尺(約 226.8 公里)，相當於 17 級風以上。

受損主要以外牆輕質預鑄式水泥板（萊特板）及鐵皮屋頂受損為主，且因外牆預鑄水泥板遭吹落砸損後導致其他建築物外觀、內部裝潢隔間以及焚化設備、電力系統等受損，甚至導致焚化廠全系統跳機以及貴府環境保護局(以下簡稱環保局)行政大樓之玻璃窗遭外牆預鑄水泥版砸毀後，造成五樓屋頂掀頂及整棟行政大樓漏水並嚴重損毀辦公設施及環保局檢驗室相關設備進而影響公務之運作。



圖 7 廠房外牆水泥板毀損



圖 8 廠內混凝土牆隔板損毀情形

圖 7 及圖 8 所示，廠房鋼構部份並無損壞，顯示主要結構組合體足以承受強烈颱風風力，而破壞處為外部披覆物，即牆面之預鑄合成「輕質混凝土板」，該項材料為預鑄輕質骨材水泥製品，係由樹脂砂漿及擴張性聚苯乙烯發泡珠混合物，內襯雙層點焊鋼絲網預鑄一體成型之輕質水泥板，由破壞現場檢視，固定外部披覆物輕質水泥板之自攻螺絲仍遺留在型鋼上，而輕質水泥板卻已遭風力吹落破裂成多片，顯示輕質水泥板無法抵抗風力而破壞，其破壞屬於穿孔剪應力破壞。而外牆之輕質混凝土板只設於單側，在封閉式建築物因某處外部披覆物破壞而遭強風灌入後，即變成部份封閉式建築物，部份封閉式建築物之內風壓對於輕質混凝土板原本承受壓力可能轉成拉力，當內部風壓大於外部風壓時，對輕質混凝土板而言，即產生拉力，且輕質混凝土板承受壓力時，其支撐點為輕型支撐架，但當承受拉力時，輕質混凝土板只要支撐來源為自攻螺絲之鎖緊力，而輕質混凝土板因材質特殊，本身之抗剪力又極微小，導致穿孔剪力破壞，另部份外部披覆物固定於支撐輕型鋼桿件之錨固螺絲，少部分施工不確實，無法將外部披覆物有效錨固於支撐輕型鋼桿件，亦為外部披覆物遭強風吹襲而破壞之原因。



圖 9 廠房機具出入口不鏽鋼捲門變形破壞

圖 9 所示，廠房不鏽鋼捲門門片變形破壞，門片導槽輕微變形，其破壞模式為不鏽鋼捲門寬度過大，門片受強風吹襲而強度不足導致門片變形破壞而脫離導槽，該不鏽鋼捲門經結構理論分析結果，門片強度不足，無法抵抗強大之風力而破壞。並且依照結構理論分析，不鏽鋼捲門部份，因門片本身強度不足，變形後撓曲量超過國家標準(CNS)之 1/200，不鏽鋼捲門設計時之寬度大於門片容許最大寬度，風力加於其上時，門片撓曲變形，當撓曲變形後門片受力方向縮短量大於門片與導槽間之重疊量時，門片即脫落破壞。

該廠多處為開放建物外牆，僅單面包覆外牆水泥板，直接承受背面風壓，而由於薔蜜颱風登陸即為該廠所在地，因此登陸前後相對該廠建物而言，風向其實多變，而該廠含有許多開放式建物，如洗車場、空氣冷卻(冷凝)區(上部簾空)等，其牆面亦使用輕質混凝土板，僅單面包覆，當風向轉變為其背面受風時，該混凝土板螺絲固鎖處即因此承受過大剪應力而斷裂破壞，如圖 10 所示。

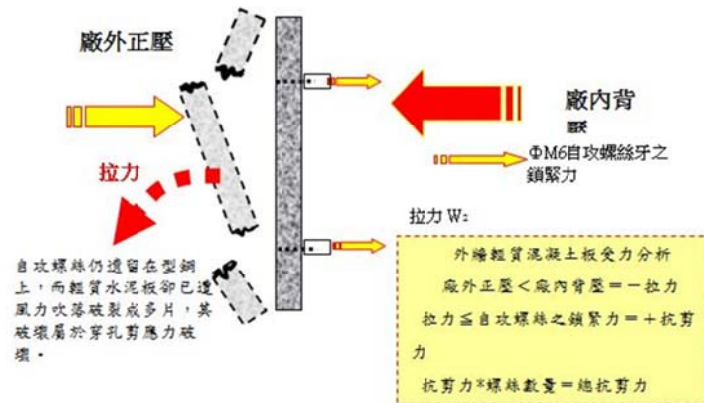


圖 10 外牆輕質混凝土板受力示意圖

而為求外型美觀，該廠廠房屋頂浪板係採用壓扣式 U 型支架(鍍鋅鋅鋼板)扣環與鋼構固定，並非一般固鎖螺絲固定。此次風災後發現，其 U 型支架已有腐蝕現象，且其剛性較低又因僅單向扣住浪板(圖 11 屋頂浪板固定示意圖所示)，又在強風單向吹襲下(或自下方往上)，一旦有一片脫落即造成連鎖效應，整片掀起。

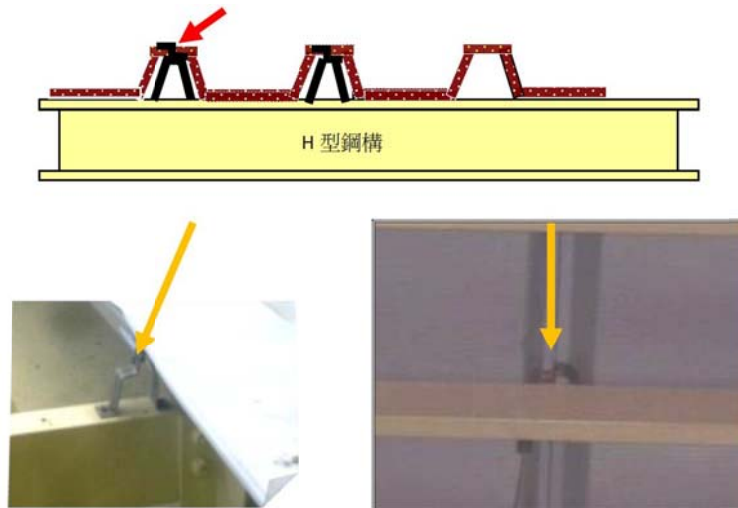


圖 11 屋頂浪板固定示意圖所示

當屋頂浪板及外牆混凝土板因強風吹襲破裂掀起，又隨強風飛散亂竄，撞擊鄰近甚至離數十公尺遠之建物設施，其後續連鎖性破壞非常大，破壞範圍更是無可預期。從多處風災事故現場圖片所示，均遭到數十公尺遠之墜落物撞擊，如圖 12 所示。



圖 12 墜落物撞擊示意圖

利澤焚化廠地處位置的關係，風向時常得在做轉變，以至於廠外部分開放式建築物的外牆，因受到多個方向而來之風吹襲，而由弱處崩壞；而外部披覆材料，輕質混凝土坂由於材料本身之抗風強度不足，以致於被吹毀，使得結構體外部披覆部分出現破洞，風由破壞處直接灌入廠內，使得廠內多處較無抗風強度之構件受損；部分廠房屋頂浪板為求外型之美觀，忽略了結構之型式要求並且有多處受到腐蝕之現象，使得強度的不足發生破壞；利澤焚化廠設計時採用之建築技術規則建築構造編第三十三條，係為最小風壓力，對於焚化廠所處之位址，應對當地環境另予分析考量，以確保構件安全，故亦應重視其地理環境位置因素。

4.2 建築物受風災損壞原因

透過所蒐集到之案例，藉案例中所提到的損壞之評估與原因，將各個案例之損壞原因做進一步的原因歸納，並由上述之案例的損壞原因與結果，將其主要損壞原因分為以下四項：

(1) 設計規範之過時：

於民國 96 年以前，建築物之風力規範乃參考「建築技術規則」，於民國 96 年之後，才使用目前最新的建築技術規則建築構造篇風力條文暨「建築物耐風設計規範」，因此年分於民國 96 年以前之建築構造物之設計規範，有可能都是過時的。

(2) 初始之設計不良：

現在多數建築會以結構之輕質化方面去考慮，而使用一些較為輕質之材料，而這些

材料有可能本身並不符合該建築應有之強度設計。

(3) 施工之品質不佳：

建商或是營造廠商，由於契約書上的完工時程之將近，於現場施工作業時，並未按照原有的施工圖說進行施工；亦可能因為工程的趕工，而增加工人投入施工，而這些工人並非該項工程的專業人員，於施工技術上的不純熟，而使品質下降。

(4) 定期維護未確實：

於較大型或重要之建築結構物，往往每年都會有固定次數之檢查與維修，維護人員進行前往檢查與維修時，不一定每次都會有該維護公司的重要人員前往，因此維護人員可能於維護並沒有按照標準之程序進行檢查，使得定期維護之效用形同虛設。

五、結論

本研究為建築物受風災損壞原因實際案例調查研究，於風災調查方面，主要為建立風災調查流程與風災調查表，以有效掌握強風對於建築結構物受損之損壞程度；而風災損壞原因方面，為了能夠從風災案例得知建築結構物損壞之原因。

於風災損壞調查的項目內容，以結構物主體、非主體結構物件(外部)、非主體結構物件(內部)、附屬設施、臨時設施來進行探討，而後建立風災損壞調查表及風災調查流程。並藉由國內外風災損壞案例調查報告文獻，進行風災損壞調查原因之研究。

建立之風災損壞調查表，以建築結構物之建築主體、非結構構件、附屬設施與臨時設施災損為調查項目之依據，而由於目前臺灣的結構物大都是採用鋼筋混凝土及鋼骨構造，建築物的本體並不容易受到風的侵襲，也因此損壞的部分絕大多數都是非主體的部分。

風災調查流程之建立，可提供第一線救災人員做相關災損調查以及救災的參考；風災調查表的部分，可以提供相關人員進行災損調查，並且對於調查單位於災後的資料彙整，進而對受風災的建築物進行檢討與報告提供更多的資訊，以供日後相關之災損調查與救災計畫的建立。

由蒐集的國內外風災損壞案例調查報告與文獻，進而研究建築物受風災損壞的原因，本研究將損壞之原因主要歸納為四個項目，(1)設計規範之過時，(2)初始之設計不良，(3)施工之品質不佳，(4)定期維護未確實，提供於日後相關單位於建築設計、施工規範及建築物耐風設計規範之參考與修訂。

附錄

附錄一

建築物風災損壞基本資料蒐集調查表

| | |
|------|-------|
| 紀錄編號 | |
| 勘災單位 | |
| 勘災人員 | |
| 勘災日期 | 年 月 日 |

一.基本資料

| | | | |
|---------|---|----------|--|
| 行政區域 | 縣(市) | 鄉(鎮/市/區) | 村(里) |
| 地址 | | | |
| 災害發生時間 | 民國 年 月 日 時 | | |
| 所有人(單位) | | 建築物名稱 | |
| 聯絡人(單位) | | 連絡電話 | |
| 屋齡(年) | | 風災類型 | |
| 風災名稱 | | 最大瞬間風速 | |
| 地況分類 | <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 地形分類 | <input type="checkbox"/> 山坡地 <input type="checkbox"/> 平地 <input type="checkbox"/> 其他 |
| 建築面積高度 | 地上__層；地下__層，底層大小約__M* __M 高__M | | |
| 結構型式 | <input type="checkbox"/> 鋼筋混凝土 <input type="checkbox"/> 鋼骨造 <input type="checkbox"/> 鋼鐵造 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> 加強磚造 <input type="checkbox"/> 木造 <input type="checkbox"/> 其他(_____) | | |
| | <input type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 商店 <input type="checkbox"/> 公寓 <input type="checkbox"/> 學校 <input type="checkbox"/> 大樓 <input type="checkbox"/> 醫院 <input type="checkbox"/> 政府機關 <input type="checkbox"/> 公共設施 <input type="checkbox"/> 廠房 <input type="checkbox"/> 施工用地 <input type="checkbox"/> 其他 | | |

附註：地況種類 A (大城市市中心)、地況種類 B (大城市市郊或小市鎮)、地況種類 C (平原、草原、海岸、湖岸)

二. 災損情形評估(以打勾表示)

| 調查項目 | 損壞情況 | 損壞程度 | | 說明/備註 |
|------|------|--------------|--------------|-------|
| | | 無 (輕微) | 有 (中度、嚴重) | |
| 主體結構 | 柱 | 傾斜 | | |
| | | 裂痕 | | |
| | | 變形 | | |
| | | 混凝土剝落 | | |
| | 梁 | 裂痕 | | |
| | | 變形 | | |
| | | 混凝土剝落 | | |
| | 結構牆 | 傾斜 | | |
| | | 龜裂 | | |
| | | 變形 | | |
| | | 混凝土剝落 | | |
| | 屋其他 | 混凝土樓地板 破裂 | | |
| | | | | |

| 調查項目 | 損壞程度 | 說明/備註 |
|-------------|-------|-------|
| | | |
| 非主體結構物件(外部) | 門 | |
| | 窗戶 | |
| | 玻璃窗戶 | |
| | 玻璃帷幕牆 | |
| | 鐵捲門 | |
| | 外牆磁磚 | |
| | 屋頂瓦片 | |
| | 屋頂鐵皮 | |
| | 其他 | |
| | | |

| 調查項目 | | 損壞程度 | | 說明/備註 |
|-------------|-------|---------------|------------------|-------|
| | | 無 (輕 微) | 有 (中度、嚴 重) | |
| 非主體結構物件(內部) | 天花板 | | | |
| | 空調管線 | | | |
| | 隔間牆 | | | |
| | 燈具 | | | |
| | 門 | | | |
| | 其他 | | | |
| | | | | |
| 調查項目 | | 損壞情形 | | 說明/備註 |
| | | 無 (輕 微) | 有 (中度、嚴 重) | |
| 附屬設施 | 水塔 | | | |
| | 空調冷卻塔 | | | |
| | 屋頂廣告塔 | | | |
| | 太陽能板 | | | |
| | 天線 | | | |
| | 招牌 | | | |
| | 植栽 | | | |
| | 冷氣機 | | | |
| | 陽台欄杆 | | | |
| | 其他 | | | |
| 調查項目 | | 損壞情形 | | 說明/備註 |
| | | 無 (輕 微) | 有 (中度、嚴 重) | |
| 臨時設施 | 施工圍籬 | | | |
| | 施工鷹架 | | | |
| | 塔式起重機 | | | |
| | 其他 | | | |
| | | | | |

| 調查項目 | 損壞情形 | | 說明/備註 |
|------|---------------|------------------|-------|
| | 無 (輕 微) | 有 (中度、嚴 重) | |
| 其他 | | | |
| | | | |
| | | | |

三.災害簡述、建議與補充說明

四.現場照片資料

| | |
|------------------|--|
| | |
| 照片編號 1 | |
| 內容說明 1 (包含地點) | |
| | |
| 照片編號 2 | |
| 內容說明 2 (包含地點) | |

參考文獻

- [1] 中央氣象局，<http://www.cwb.gov.tw>
- [2] 內政部消防署，<http://www.nfa.gov.tw>
- [3] 行政院災害防救委員會，<http://www.ndppc.nat.gov.tw>
- [4] 國家災害防救科技中心，<http://www.ncdr.nat.gov.tw/>
- [5] 行政院災害防救委員會，”風災災害防救業務計畫”。
- [6] 防災國家型科技計畫辦公室（2001），象神颱風災害綜合評估檢討報告，防災國家型科技計畫辦公室，NAPHM 89-10。
- [7] 池内淳子(2006)，「2004 年台風 0416 号・0418 号による大型放射光施設 (SPring-8) の屋根被害」。
- [8] 杜風工程顧問有限公司(2005)，「花蓮和平電廠 Dome B 之風力設計評估報告」。
- [9] 李清勝、周仲島、吳俊傑，「台灣地區之氣象災害」，土木技術第一卷第二期，p47~p66。
- [10] 宜蘭縣環保局，「宜蘭利澤垃圾焚化廠-蕃密颱風風災復建實錄報告」。
- [11] 陳正政，「台灣地區颱風災情的實測性評估」，中央氣象局研究報告第 CW88-1A-02 號，台北（1999）。
- [12] 國家災害防救中心研究員，「卡崔娜颶風影響及衝擊分析專論」，土木水利第 32 卷第 5 期。
- [13] 張景鐘、王人牧(2006)，「風災調查與風害模式之探討」，內政部建築研究所。
- [14] 莊月璇，「台灣地區風速機率分佈之研究」，國立中央大學土木工程研究所。
- [15] 許銘熙，「洪災之危害削減與防救措施」，土木技術第一卷第二期。
- [16] 許吉祥、林士秀(2008)，「板玻璃的支持形式與條件」，GLASS WORD 167 期。
- [17] 游繁結、段錦浩、陳樹群、林昭遠、連惠邦、張曉康(1996)，「南投縣陳有蘭溪沿岸賀伯颱風災害初步調查報告」，行政院農委會及台灣省水土保持局。
- [18] 馮利華(1993)，「災害損失的定量計算」，災害學，第八卷第二期。
- [19] 傅仲麟、蔡明樹、鄭啟明(2006)，「和平電廠 F06N201 Coal Dome A&B 頂蓋重建工程風洞試驗報告」。
- [20] 楊志賢(1999)，「台灣地區颱風災害之潛勢分析」。
- [21] 鄭思蘋(2003)，「都會區颱風洪災害損失之分析與評估」。
- [22] 歷史建築保存維護再利用執行手冊。
- [23] 魏慶朝、張慶珩(1996)，「災害損失及災害等級劃分」，災害學，第十一卷第一期。
- [24] Central United States Earthquake Consortium. <http://www.cusec.org/>
- [25] ESRI. <http://www.esri.com/index.html>
- [26] Federal Emergency Management Agency. <http://www.fema.gov/index.shtm>
- [27] HAZards United States . <http://www.hazus.org/>
- [28] Jabatan Meteorologi Malaysia. <http://www.met.gov.my/>
- [29] National Institute of Building Sciences. <http://www.nibs.org/>

- [30] NIBS. <http://www.nibs.org/hazusweb/>
- [31] The Collapse Stadium Roof. <http://ktsadium.wordpress.com/>
- [32] [Wikipedia](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page) the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
- [33] The Institute for Building Technology and Safety Herndon,VA(2005). Report:An assessment of damage to manufactured homes caused by Hurricane Charley.
- [34] By Joseph W. Lstiburek(2009), Insight Uplifting Moments—Roof Failures.