

中央大學風洞實驗室介紹

朱佳仁 教授

國立中央大學土木工程系

桃園中壢市中大路 300 號

E-mail: crchu@cc.ncu.edu.tw

1.設備介紹

中央大學的風洞實驗室成立於民國 83 年，位於中央大學校園內，佔地 600 m²。現在共有大型、中型、小型三個風洞，以下分別介紹之：

- (1) 大型風洞是接收中央研究院物理研究所的大型邊界層風洞的風扇、馬達及入口的收縮段，在中央大學重新組裝合成。此風洞屬於開放、吸入式風洞，風洞全長 30 m，試驗段長 18.5 m，寬 3.05 m，高 2.1 m。風扇直徑為 1.8 m，一共有 16 片扇葉，風扇葉片的角度可調整以微調風速。風扇由一個 200 馬力之馬達驅動，馬達最大轉速 1800 rpm，最高風速可達 20 m/s，圖 1 為該風洞之影像圖。風洞試驗段中有兩個轉盤(直徑分別為 2.0 m、2.8 m)，可轉動轉盤模擬在不同風向角下模型的風場狀況，風洞各部分的名稱與尺寸可參看圖 2 與圖 3。



圖 1. 中央大學大型風洞的全貌照片

No. 說明	No. 說明
1. 保護網	7. 試驗轉盤
2. 蜂巢管	8. 可調式屋頂
3. 整流網	9. 安全網
4. 整流收縮段	10. 收縮段
5. 收縮段	11. 軸流風扇
6. 試驗段	12. 擴散管

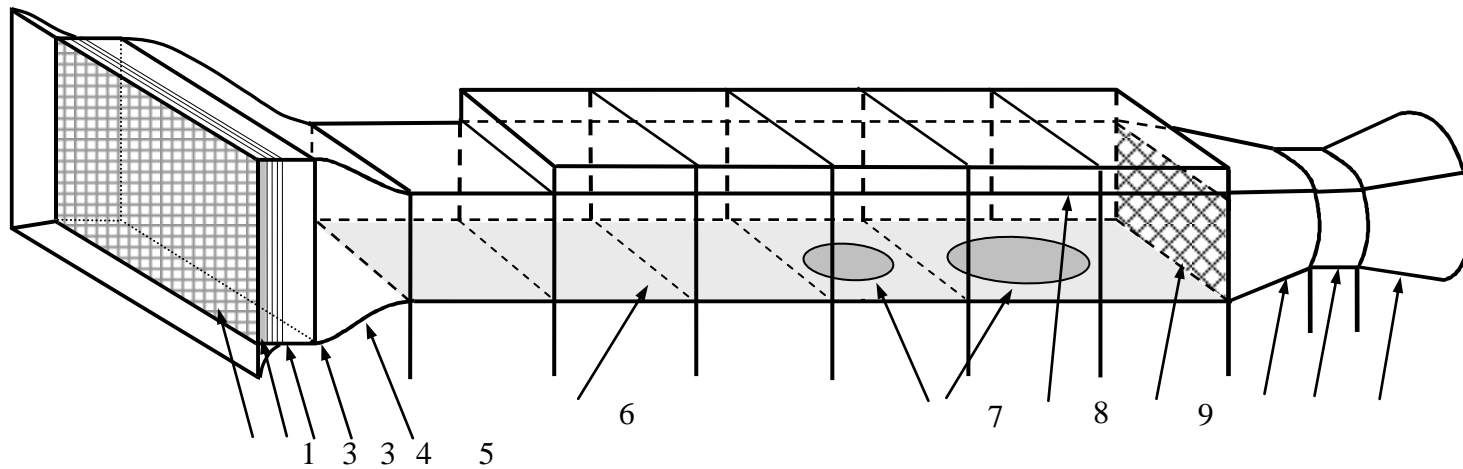
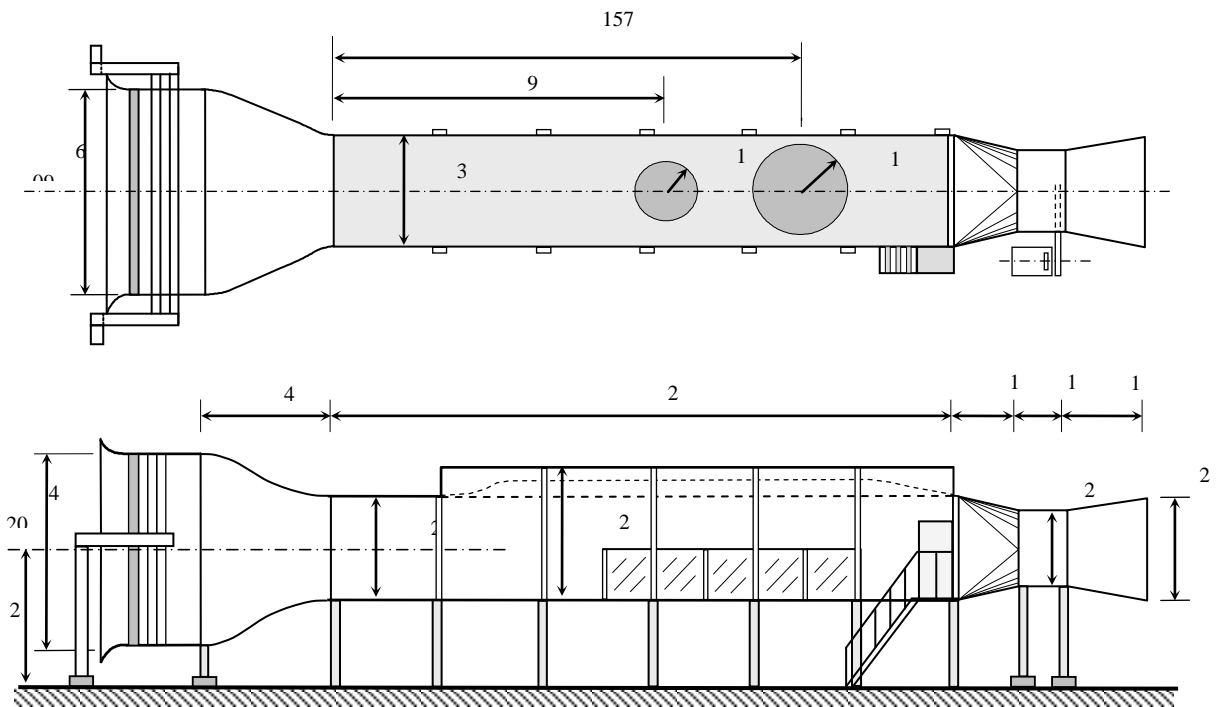


圖2. 開放、吸入式風洞之立體構造



單位：

圖3. 大型風洞之上視圖及側視圖

一般的風洞可用於研究建築物在穩態(steady)風場中的問題，但此風洞具有一個特色，此風洞有一個陣風產生器(Gust generator)，如圖 4 所示。此陣風產生器可產生類似正弦波形週期性變化的風速，可用以研究非穩態(unsteady)風速下的風場現象，譬如結構物在陣風中的振動、風力發電機、音波風速計的反應時間等。圖 5 為陣風產生器運轉下的風洞內風速的變化圖，風速在 5.0 ~ 8.8 m/s 之間變化，平均風速約為 7.0 m/s。

(2) 中型風洞屬於開放、吹出式風洞，風洞全長 8.3 m，試驗段出口寬度 1.20 m，高 0.8 m。風洞動力段為一個功率為 100 馬力之變頻馬達，用以驅動一個直徑 1.25 m 之風扇，最高風速可達 56 m/s，相當於十六級強風，圖 6 為該風洞之影像圖。此風洞可測試實際物體是否可耐強烈颱風等級的強風吹襲而不損壞，譬如交通號誌、LED 燈、屋瓦、招牌、天線、植栽綠牆等，圖 7 為雨傘耐風強度之照片。



圖 4. 大型風洞陣風產生器的照片

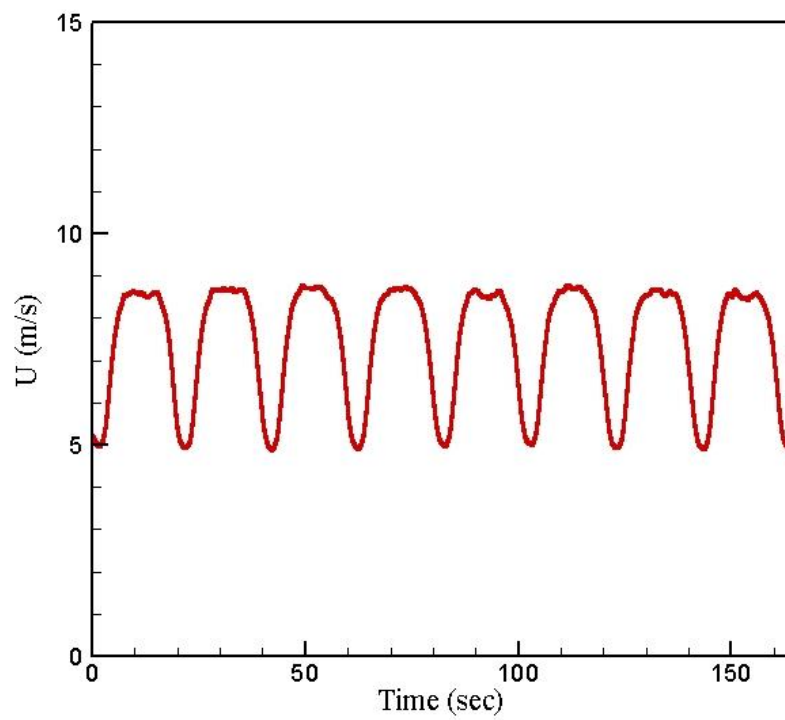


圖 5. 陣風產生器所產生的風速變化



圖 6. 中央大學中型風洞的照片



圖 7. 中型風洞測試雨傘耐風強度之照片

(3) 小風洞：為一個開放、吸入式風洞，風洞全長 3.5 m，試驗段長 1.5 m，寬 0.2 m，高 0.2 m。風洞進口段內包括蜂巢管與四層整流細網的整流裝置，可使得試驗段內為低紊流強度之流況。風洞之收縮段為兩個三次曲線相接而成，收縮比為 1:4。風扇馬達功率為 5.0 馬力，最高風速可達 20 m/s，圖 8 為該風洞之影像圖。左右側壁皆以透明壓克力製成，可用來觀測風洞中流況。試驗段底部設有探針口，可調整探針量測的位置。為了避免馬達及風扇轉動而引致的振動會影響試驗品質，動力段與試驗段接縫處為一軟性帆布相連，且動力段具有一獨立基座，以防止振動傳遞到試驗段。該風洞可用以校正熱線風速計、壓力計，或從事小比例模型之研究。



圖 8. 中央大學小型風洞的照片

2.研究題目

中央大學的風洞實驗室曾進行過許多不同的風洞實驗，譬如結構物的風力負載及振動(Liu et al., 2008)、建築物的風壓通風(Chu et al., 2009; 2010; 2011)、行人風場實驗、水平軸風力發電機的尾流等實驗。除此之外，中央大學的風洞實驗室也進行過一些”非典型”的風洞實驗，譬如：

- (1) 防風林對風砂運動之防治
- (2) 風吹落物軌跡之研究
- (3) 研究蒸發皿蒸發公式中的風速函數(Chu et al., 2010)
- (4) 蒸發皿中水被風濺出之研究(Chu et al., 2012)
- (5) 研究風速對植物樹液流速的影響(Chu et al., 2009)
- (6) 強風造成水稻倒伏的研究



圖 9. 柵網紊流對水平軸式風機影響之風洞實驗



圖 10. 建築物表面風壓實驗之照片

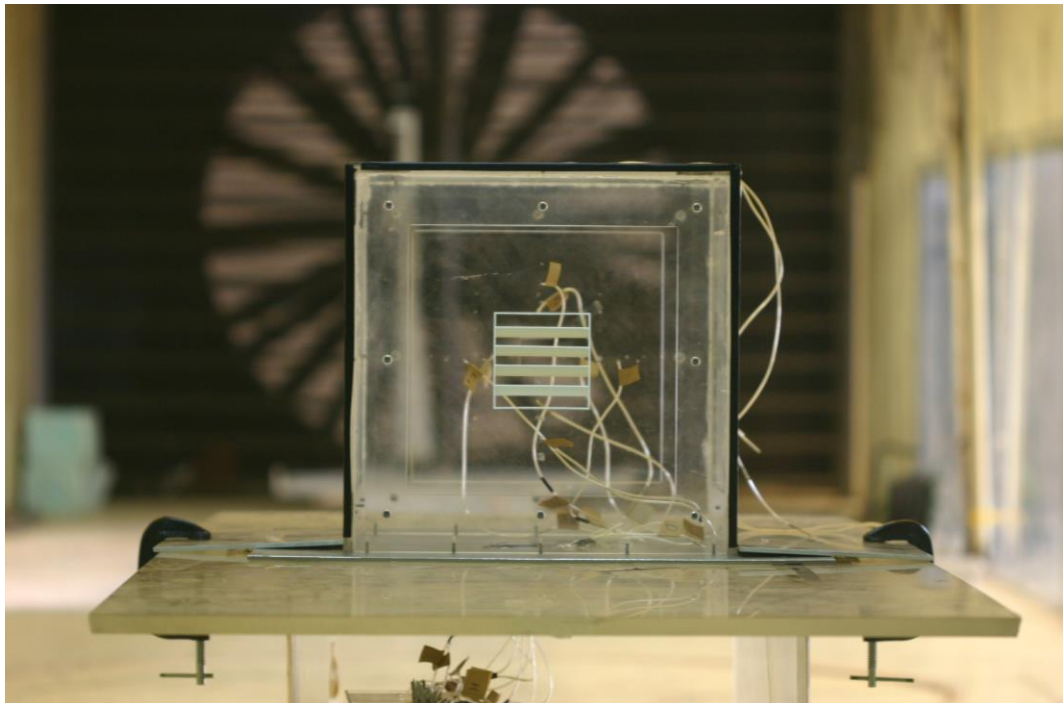


圖 11. 建築物自然通風實驗之照片

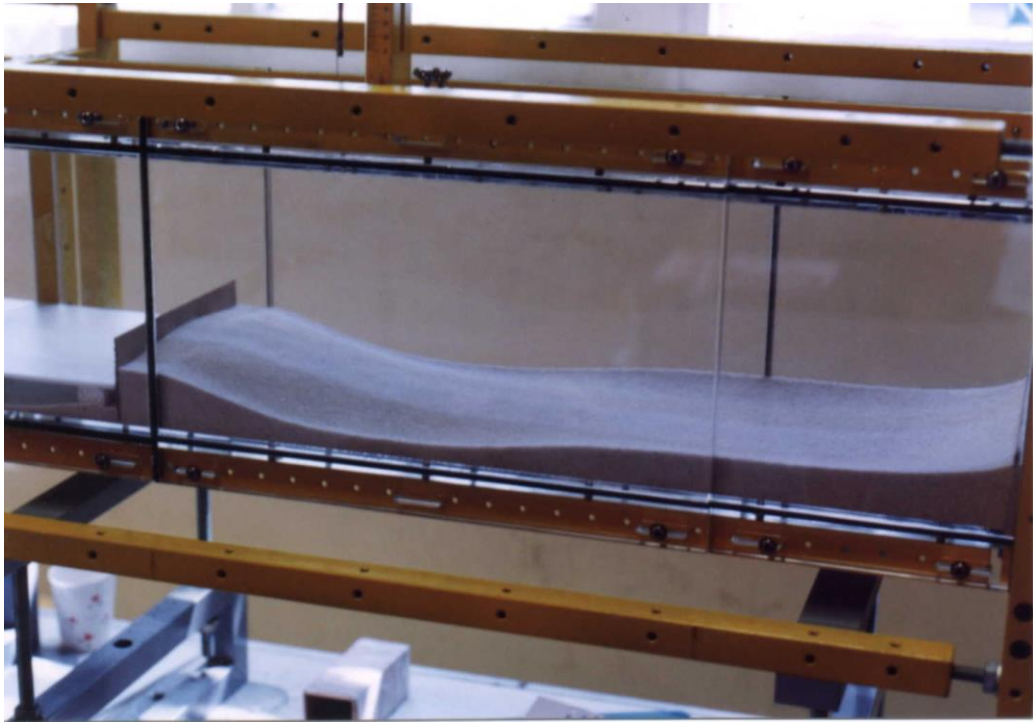


圖 12. 不透風式防風牆之風砂實驗照片



圖 13. 防風林之風砂實驗照片

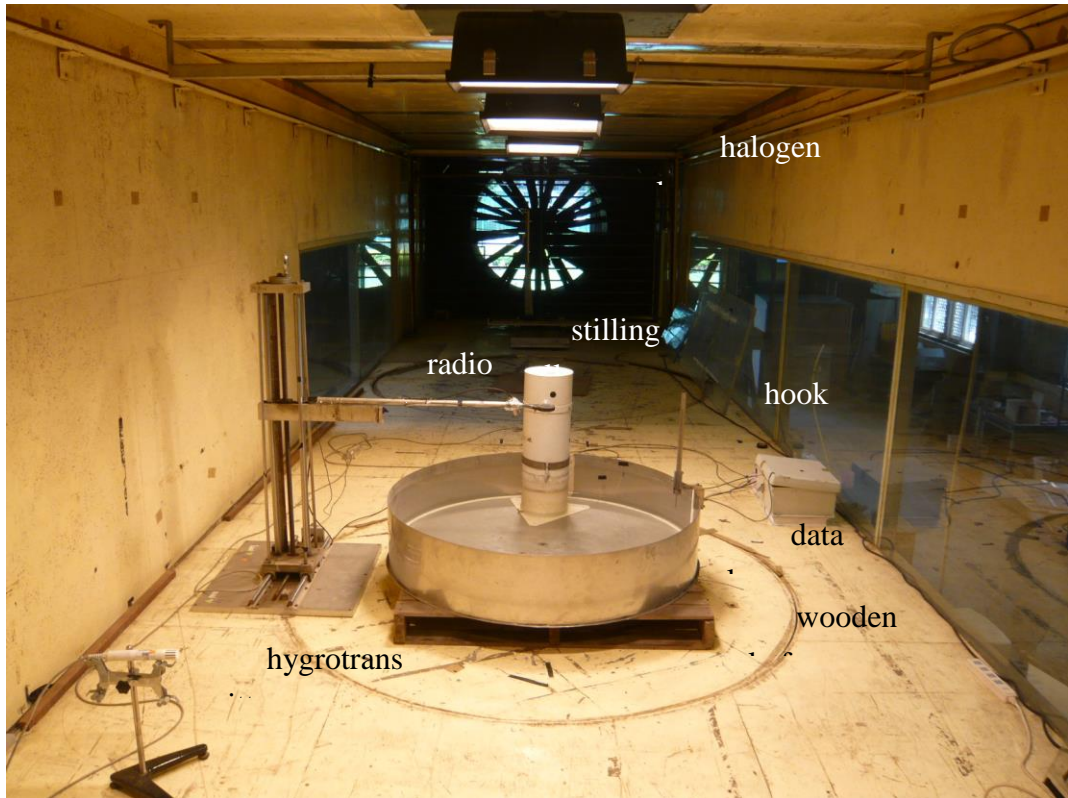


圖 14. 蒸發皿風洞實驗之照片



圖 15. 植物樹液流速實驗之照片



圖 16. 水稻受強風倒伏之實驗照片



圖 17. 風吹落物落下軌跡之照片

3. 未來展望

近年來，中央大學的風洞實驗室結合計算流體力學模式與風洞實驗研究許多風工程的問題。未來將嘗試更多不同的風洞實驗，以拓展風工程的領域，成為本校的研究特色之一。

4. 參考文獻

1. Chu, C.-R., M.-H. Li, Y.-F. Chang, T.-C. Liu, and Yi-Ying Chen (2012) Wind-induced splash in class A evaporation pan. *Journal of Geophysical Research, Atmosphere* 117, D11101.
2. Chu, C.R., Chen, R.-H. and Chen, J.-W. (2011) A laboratory experiment of shear-induced ventilation. *Energy and Buildings*. 43 (10), pp.2631-2637.
3. Chu, C.R., and Wang, Y.-W. (2010) The loss factors of building openings for wind-driven ventilation. *Building and Environment* 45 (10), pp.2273-2279.
4. Chu, C.R., Chiu, Y.-H. and Wang, Y.-W. (2010) An experimental study of wind-driven cross ventilation in partitioned buildings. *Energy and Buildings*, 42 (5), pp.667-673.
5. Chu, C.R., Li, M.-H. Chen, Y.-Y. and Kuo, Y.-H. (2010) A wind tunnel experiment on the evaporation rate of Class A evaporation pan. *Journal of Hydrology*, 381 (3-4), pp.221-224.
6. Chu, C.R., Chiu, Y.-H. Chen, Y.-J. Wang, Y.-W. and Chou, C.P. (2009) Turbulence effects on the discharge coefficient and mean flow rate of wind-driven cross ventilation. *Building and Environment*, 44 (10), pp.2064-2072.
7. Chu, C.R., Hsieh, C.-I. Wu, S.-Y. and Phillips, N.G. (2009) Transient response of sap flow to wind speed. *Journal of Experimental Botany*, Vol.60, No.1, pp.249-255.
8. Liu, M.Y. Chiang, W.L. Hwang, J.H. and Chu, C.R. (2008) Wind-induced vibration of high-rise building with tuned mass damper including soil–structure interaction, *Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics*, Vol. 96, No.6-7, pp.1092-1102.
9. 朱佳仁, 邱英浩, 陳彥志, 王宇文 (2009) 建築物開口對風壓通風影響之研究, *建築學報*, 第69期, 2009年9月, 17~33頁
10. 朱佳仁 (2006) *風工程概論*, 科技圖書公司