

CFD模型評估都市建築稠密區對口袋公園的夏季 降溫效益

陳天佑 (Tian-Yow Chern)

中華大學土木工程學系

宋文沛(Wen-Pei Sung)

勤益科技大學景觀學系

*黃建勳(Chien-Shiun Huang)

中華大學土木工程學系

摘要

聯合國跨政府變遷氣候小組(IPCC)於 2007 年第四次評估報告中表示，過去 50 年因人類活動及大量使用化石燃料，造成二氧化碳等溫室氣體濃度增加，使全球暖化之情況逐漸加劇。近幾年各國漸漸意識到暖化情況，也提出許多減緩的對策，如 1992 年在巴西里約的 聯合國氣候變化綱要公約 或 1997 年日本的京都議定書。

台灣以西、北部為人口密度最高，且因大樓興建、交通網路的發達，導致公園綠地面積的縮減，失去自我溫度調節的功能。都市化過程中，綠地面積縮減及過度人為活動及開發，過多的硬鋪面導致城市散熱功能下降，形成熱島效應。在熱氣籠罩的環境下，對於區內生活的人造成了熱舒適度下降的問題。因此僅存的都市口袋綠地空間扮演著重要的角色，對於都市環境微氣候改善及降溫有一定的效果。

本研究選擇台北市綠地面積最低且人口密度最高之大安區為研究範圍，調查區內之口袋公園並且利用連續測量法(ASM)收集綠地及外圍之硬鋪面溫度在正常環境下的變化。然後利用三維模型導入CFD(Computational Fluid Dynamics)分析出來的數值，比對實測出來的數值，來檢測本評估方法的可靠性。

關鍵詞：口袋公園、自動連續測量法、CFD

CFD Model Evaluates Summer Cooling Benefits of Pocket Parks in Dense Areas of Urban Buildings

Abstract

In the fourth assessment report of 2007, Intergovernmental Panel on Climate

Change stated that over the past 50 years, the concentration of greenhouse gases such as carbon dioxide has increased due to human activities and the heavy use of fossil fuels, which has intensified global warming. In recent years, countries have gradually realized the warming situation and proposed many mitigation measures, such as the 1992 UN Climate Change Framework Convention in Rio Brazil or the Kyoto Protocol in Japan in 1997.

The population density is highest in the west and north of Taiwan. Due to the construction of the building and the development of the transportation network, the green area of the park has been reduced and the function of self-temperature regulation has been lost. In the process of urbanization, the green area is reduced and excessive human activities and development. Excessive hard pavement leads to a decline in urban heat dissipation and a heat island effect. Therefore, the only urban pocket green space plays an important role, which has certain effects on the improvement and cooling of the urban environment microclimate.

In this study, the Da'an District with the lowest green area and the highest population density in Taipei City was selected as the research area. The pocket parks in the survey area were used to collect the changes of the hard surface temperature of the green space and the surrounding area under normal environment by Automatic Sampling Method. Then use the 3D model to import the values analyzed by CFD (Computational Fluid Dynamics) and compare the measured values to test the reliability of the evaluation method.

Keywords : Pocket park, Automatic sampling method, CFD

一、前言

自工業革命後，全球鄉村人口逐漸向都市移動，出現都市化的情況。台灣地狹人稠，人口、產業高密度變化更加明顯。綠覆率的降低、高密度建築物形成蓄熱體使太陽熱輻射難以消散，區域內微氣候出現變化，形成都市溫度高於周邊郊區之現象。就都市計畫來看，都市區僅佔全台面積13%，卻有78%的人口居住於內。可知都市的整體環境之變化對於台灣人民的影響非常大。

台北因封閉的盆地地形，加上高度開發的都市人口及產業活動，夏季來臨時，溼熱的高溫更使人難以承受。透過ArcGIS10.1比對2006至2010年前期以及2011至2015年後期之台北市各區夏季溫度後發現，後期夏季溫度已明顯高於前期夏季之溫度[1]。在人類對都市生活需求不斷提高卻未適度保留綠地的情況下，因此產生了都市熱島效應[2]。在居住環境日益惡劣的情況下，都市內的公園綠地空間的存在對都市有著其重要性。都市公園之位置與綠化品質，擁有多面向的重要環境效益，且能形成微氣候改變[3]。透過綠色空間的植栽以及開放空間，使區域通風順暢，降低氣流產生熱島現象、冷氣空調的使用以及改善都市微氣候形成的熱舒適

度。本研究主要著重探討的是夏季中都市微型公園中調節氣候的功能。

本研究參考國內外公園綠地降溫文獻了解都市熱島評估的方法[4]、對於台北都會環境的影響[5]、都市化對溫度、雨量的影響[1]。以及都市綠地對於周邊環境的影響[3]、降溫效益[6]與如何利用CFD模擬測量植栽對微氣候的影響[7]。

二、實驗及模擬

2.1 實驗流程

本研究以現地實測的方式進行。透過調查與文獻資料來擬定測點位置以及對照組之距離，以感測儀器進行溫度實測。並利用三維模型導入CFD所得之數據與現場實測蒐集之數據進行分析與檢討，說明都市微型公園的降溫效益。

2.2 實測地點

本研究以台北市為範圍調查後得知大安區不但公園密度相對較低且範圍內缺少自然資源。反之，人口密度卻為台北市之冠。本研究選擇台北市人口住宅密集之大安區中的口袋公園 (pocket park) 為對象，見圖1。以台灣亞熱帶氣候特性為基礎，進行夏季之現地實測，並利用自動連續量測法 (Automatic Sampling Method ASM) 收集實測戶外物理環境因子。接著透過「綠建築評估手冊-社區類」之都市熱島評估指標 (EEWH-HI)，探討與分析實測基地之都市熱島環境得分[4]。

研究都市小型綠地於夏季的降溫效果，顯示主要的兩參考點為樹冠遮陰面積及參考點氣溫，且降溫效果可延伸至100公尺[6]。本研究依此理論選擇最接近中央氣象局台北測站之口袋公園，且200公尺內無其他綠地的錦安1號綠地為實測點，以其陽光曝曬之草地為一基準架設微氣象站作為實測組。

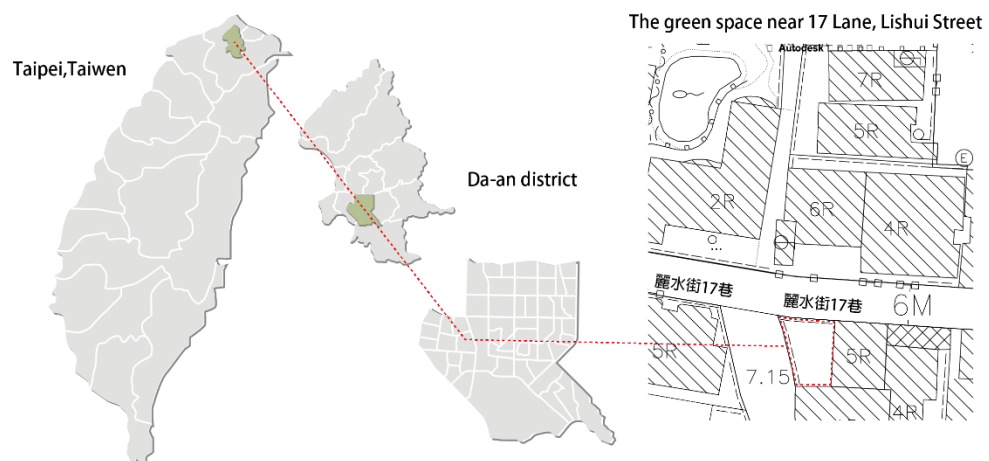


圖 1 錦安一號綠地地理位置圖









Fig.1. Green Space location

錦安1號綠地為實測組並以其為基準點，分別於半徑20公尺、60公尺、100

公尺之距離設立測點為對照組，如下表所示。

表 1 各測點之位置說明

TABLE 1 Measured Points Description

測點位置說明 Description		測點相對位置圖 measured points location	儀器架設示意圖 picture
實測組	Point A 錦安一號綠地 Green space 環境條件：無遮蔭、壤土		
對照組	Point B 距實測組 20 公尺之測點 20m measured points 環境條件：無遮蔭、水泥鋪面，兩側為建築牆面且通風良好之通道上		
	Point C 距實測組 60 公尺之測點 60m measured points 環境條件：有遮蔭、水泥鋪面，寬兩米小巷道內		
	Point D 距實測組 100 公尺之測點 100m measured points 環境條件：無遮蔭、水泥鋪面，寬八米巷道內		

2.3 實驗結果

實測時間2018年8月25日7:00至18:00。以一號綠地為基準，將20公尺測點與當日氣象局之溫度做為比較。以氣象局為基準計算當日平均溫度為29.55°C、最高溫31.6°C於12:00時。當日13:00開始降雨，14:00降雨量達到11mm。一號綠地與20公尺測點最大差距為1°C，落在13:00時。實測時間2018年8月26日7:00至18:00。以一號綠地為基準，將60公尺測點與當日氣象局之溫度做為比較。當日14:00開始降雨，15:00降雨量達到1mm。一號綠地與60公尺測點最大差距為0.6°C，落在14:00時。實測時間2018年8月27日7:00至18:00。以一號綠地為基準，將100公尺測點與當日氣象局之溫度做為比較。當日18:00開始降雨，降雨量達到1.5mm。一號綠地與100公尺測點最大差距為0.6°C，落

在18:00時。

透過實驗數據得知，實測時間中三筆數據中綠地跟移動的測點溫度最小差距的時間點皆為早上8~9點時，而最大差距皆為當天降雨的第一個小時，且溫度開始驟降。台北測站在實驗期間的均溫為29.2°C至29.8°C，實驗組的均溫為29.5°C至30.1°C。

表 2 最大溫差比較表

TABLE 2 MAX TEMPERATURE COMPARISON

台北測站與綠地最大溫差 TAIPEI observation station and green space	台北測站與各測點最大溫差 TAIPEI observation station and measured points	綠地與 20m 測點最大溫差 Green space and 20m measured points	綠地與 60m 測點最大溫差 Green space and 60m measured points	綠地與 100m 測點最大溫差 Green space and 100m measured points
-1.3°C	-1.4°C	+1°C	-0.6°C	-0.6°C

2.4 CFD模型模擬

將本區建立三維模型之後，導入CFD進行模擬，如圖2。

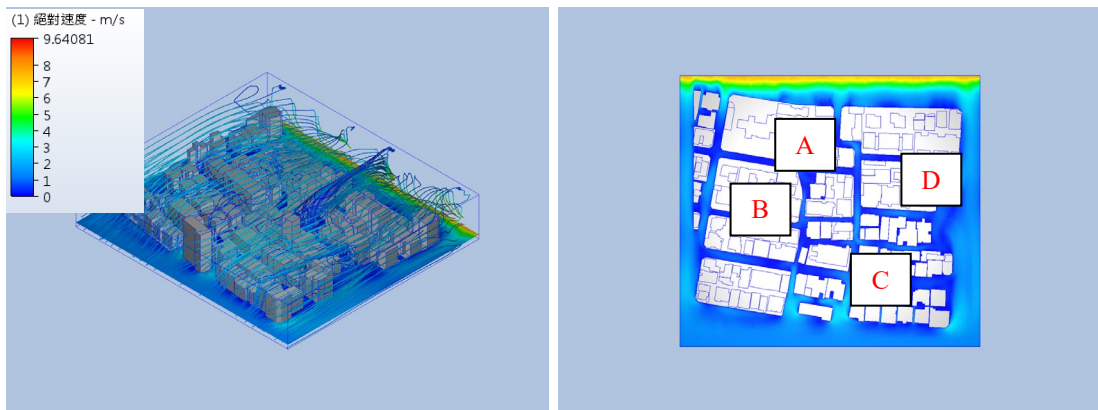


圖 2 CFD 3 維模型模擬圖

Fig.2. CFD 3D simulation

模型導入後並且在CFD中求解出風速的數值，本研究將求解出的數值比對實測得到的數據，並且分析其誤差值見表3。

表 3 最大溫差比較表

TABLE 3 MAX TEMPERATURE COMPARISON

測點	實測風速 m/s	模擬風速 m/s	誤差值%
綠地 A	1.38	1.35	2.1
測點 B	1.83	1.90	3.8
測點 C	1.42	1.45	2.1
測點 D	1.16	1.20	3.4

2.5 結論與建議

本研究針對夏季微型公園對區域降溫效益探討，進行實測組及三個不同距離的對照組實測，分別取得溫度數據並與中央氣象局台北測點數據進行交叉分析。台北測站觀測坪地勢平坦開曠，通風良好且無屏障，而本研究之實測點位於高度開發、綠地稀少且多人為硬鋪面及建物林立之地點，因此從溫度比較表來看，台北測站溫度均低於實測點溫度。

透過表4、5、6降雨前後溫度數據得知，降雨量有直接與間接影響微氣候，並在夏季能達到有效降溫，所以都市內綠地有水體系統對於熱島效應之改善有很大之幫助。由實驗數據表7得知，實測時間內台北測站與實驗組及對照組的最大溫差差異並不大，而綠地與各測點的最大溫差落在20公尺測點，綠地日均溫比20m日均溫高1°C。而60m以及100m日均溫則高於綠地日均溫0.6°C。整體來說，綠地的降溫效果並不佳。原因應該是跟鄰近綠地的建築物密度非常高導致通風效果差。另外，也沒有水體進行調節進行降溫。60m以及100m測點的通風都比20m測點佳，故綠地相對於60m以及100m測點來說，仍具有一定的降溫效果。

另外在三維模型模擬CFD的結果，誤差值在2.1%到3.8%之間，皆在5%以下。模擬結果是非常接近實測數值，以本研究的都市街廓CFD模擬規模來說具有參考價值。外來希望能擴增模擬規模並且調整CFD的參數設定，以期對更多都市空間能有更接近的模擬成果。

三、參考文獻

- 1.蘇冠臻，探討 2006-2012 年臺北都市化對溫度、雨量與 GPS 可降水量之影響，國立台北大學，2014
- 2.Gordon Manley, *Meteorological Bulletin, RMetS*, 1958。
- 3.黃皓軒，都市綠地環境效益價值-以嘉義市為例，國立成功大學，2010。
- 4.林憲德，EEWH-EC 評估手冊，台北，2011。
- 5.簡子翔，台北都會區熱環境與熱島效應解析之研究，國立政治大學，2016。
- 6.Shashua-Bar, Hoffman, Vegetation as a climatic component in the design of an urban street An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees, *Energy and Buildings 31*, pp. 221-235, 2000。
- 7.張兆睿，利用 CFD 模擬與實驗量測探討植栽對周遭環境微氣候之影響-以新生公園為例，國立台北科技大學，2104。
- 8.Sharifah Khalizah Syed Othman Thani, Nik Hanita Nik Mohamad, Sharifah Mastura Syed Abdullah, "The Influence of Urban Landscape Morphology on the Temperature Distribution of Hot-Humid Urban Centre", *Social and Behavioral Sciences*, vol.85, pp.356-367, September, 2013。