

### 6.3 風洞試驗應遵守之模擬要求

採用風洞試驗測算建築物設計風力、風力效應、或建築物對其附近風場環境造成之影響時，應遵守下列風洞試驗模擬要求：

- (1) 風洞試驗之設計應依照試驗項目性質，合宜的遵守建築結構與流場的各項模型縮尺。
- (2) 風洞試驗應適當模擬建築物位址所在之大氣邊界層流特性，包括邊界層高度、平均風速剖面以及紊流強度、紊流長度尺度等大氣紊流特性。
- (3) 風洞試驗時，對於建築物可能造成影響的鄰近地貌、地物，應作適當的模擬。
- (4) 風洞試驗時，建築物及鄰近地貌、地物模型超過風洞斷面積的 8%(阻塞比)時，應採取合理的方法修正阻隔效應。
- (5) 風洞試驗時應妥善考慮雷諾數效應。
- (6) 風洞試驗時應考慮不同風向的影響，並根據各風向試驗的數據，以合宜的方法組成數個對結構最不利的風力載重。

#### 【解說】

執行風洞試驗時，需妥善考慮縮尺模型與原型(proto-type)結構之間的模擬相似律(modeling similitude)，如此風洞縮尺試驗結果才能正確的應用於原型結構。設計高層建築風洞試驗時，需要滿足流場的模擬相似性以及結構空氣動力(或是結構空氣彈力)之模擬相似性。

建築風工程探討的是建築物在強風作用下的結構反應，所需考量的風場屬於小範圍的中性邊界層流，以風洞進行縮尺模擬時，需要正確模擬下列幾項自然風場特性：

- (1) 逼近流在不同高度上的平均風速分布，如 2.2 節所述；
- (2) 逼近流在不同高度上的擾動風速(紊流強度)分布，如 2.3 節所述；
- (3) 逼近流擾動風速之頻率分布特性，如 2.3 節所述；
- (4) 標的建築物與鄰近建築物之模擬。

正確模擬高層建築之空氣彈力特性時，則需滿足下列模擬相似律：

- (1) 慣性力比： $\frac{\text{結構慣性力}}{\text{流體慣性力}}$
- (2) 彈性力比： $\frac{\text{結構彈性力}}{\text{流體慣性力}}$
- (3) 阻尼比( $\xi$ )：結構振動之能量耗損率
- (4) 雷諾數( $R_e$ )： $\frac{\text{流體慣性力}}{\text{流體黏滯力}}$
- (5) 風場與高層建築應有相同之模型幾何縮尺。

此外，結構主要振態之頻率比以及振態函數都是重要的模擬參數。對於大多數的高層建築，空氣彈力現象並不顯著，結構空氣動力模型試驗便能提供足夠的抗風設計相關資料，此時前述有關結構動力相關的模擬相似律便可忽略。

風洞中的自然風場的模擬可區分為遠場與近場模擬等兩項。遠場模擬的是逼近紊流邊界層的特性。風洞試驗常以錐形擾流板、粗糙元素、阻牆等邊界層元素的組合，模擬各種大氣邊界層流場。所謂近場模擬指的是標的建築物與鄰近建築物之模擬，藉由近場模擬可以得到標的建築物鄰近的地形與建築物對於風場的影響。一般而言，建築物對於下游的影響範圍，大約是尾跡寬度的 6~8 倍。因此合宜的模擬範圍是以基地主建築物為中心，半徑大於鄰近高度超過 60 公尺之建築物最大寬度的 8 倍，或者 300 公尺之較大者。在此半徑內之鄰近建築物全依縮尺比例製成模型置於風洞試驗段之轉盤上。

風洞試驗時，使用之建築物及鄰近地貌、地物模型過大時，會造成風洞內流場明顯的加速現象，進而造成實驗量測的誤差，稱之為阻隔效應(blockage effect)。因此，當風洞試驗使用之建築物及鄰近地貌、地物模型超過風洞斷面積的 8%時，應採取合理的方法修正阻隔效應，使量測試驗段之縱向壓力維持為一定

值。

風洞模擬使用縮尺模型，一般多在經過適當縮尺的較低風速來進行試驗，縮尺模型試驗的雷諾數通常比實體結構物小 2~3 個量級( $10^2 \sim 10^3$ )。進行風洞試驗時應使得縮尺模型與原型之間具有雷諾數相似性 (Reynold's Number similarity)。一般而言，對於紊流邊界場的模擬，適當的風洞雷諾數為  $10^5$  以上；具有銳角的建築物縮尺模型，適當的雷諾數為  $10^4$  以上；具有曲面的建築物則需採取適當的方式考量雷諾數的影響。

風洞試驗時建築物受到鄰近地形地物的影響，正向來風未必是最不利狀況，應考慮不同風向的影響。根據各風向試驗的數據，以合宜的方法組成數個對結構最不利的風力載重。