

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH TẢI TRỌNG GIÓ LÊN CÁC TẦM CHE NẮNG CÓ CÁC ĐỘ RỠNG KHÁC NHAU BẰNG ỚNG THỔI KHÍ ĐỘNG

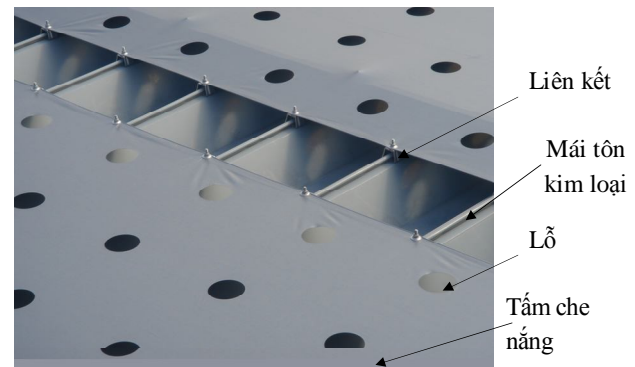
ThS. **VŨ THÀNH TRUNG**, GS. **YUKIO TAMURA** và PGS. **AKIHITO YOSHIDA**
Đại học Bách Khoa Tôkyô, Nhật Bản

1. Giới thiệu

Chống nóng cho mái nhà luôn là một vấn đề, đặc biệt cho các mái tôn kim loại. Các biện pháp chống nóng sẽ giảm các yêu cầu cho các về việc làm mát bên trong nhà. Hiện tại có nhiều giải pháp cách nhiệt cho mái nhà như hệ thống gạch chống nóng, ngói chống nóng.... Nhưng giá thành của các giải pháp vẫn còn đắt hoặc khó lắp đặt. Các tấm che nắng bằng vật liệu tổng hợp được phủ trên các mái tôn kim loại là một giải mới được áp dụng gần đây tại Nhật Bản. Giải pháp này có một số lợi ích như giá thành rẻ, dễ dàng lắp đặt và có thể áp dụng cho cả mái nhà xây mới hoặc hiện có. Các tấm che nắng được lắp đặt trên các mái tôn kim loại để chống lại nắng tiếp xúc với mái nhà do đó sẽ làm giảm nhiệt trên mái tôn kim loại. Một số hình ảnh về việc áp dụng giải pháp này được thể hiện ở hình 1. Đối với kết cấu này, tải trọng gió là tải trọng chính và phụ thuộc vào sự khác nhau của áp lực gió ở mặt trên và mặt dưới của tấm chắn nắng. Với các hệ thống mái rỗng đã có một số ít nghiên cứu bằng thực nghiệm [1, 2] được tiến hành để xác định tải trọng gió. Bài báo này trình bày một nghiên cứu mới về tải trọng gió với tấm chắn nắng với các độ rỗng (tỉ lệ giữa tổng diện tích các lỗ và diện tích toàn bộ của tấm) khác nhau.



(a) Các tấm che nắng được lắp đặt trên mái của một công trình



(b) Cận cảnh tấm che nắng

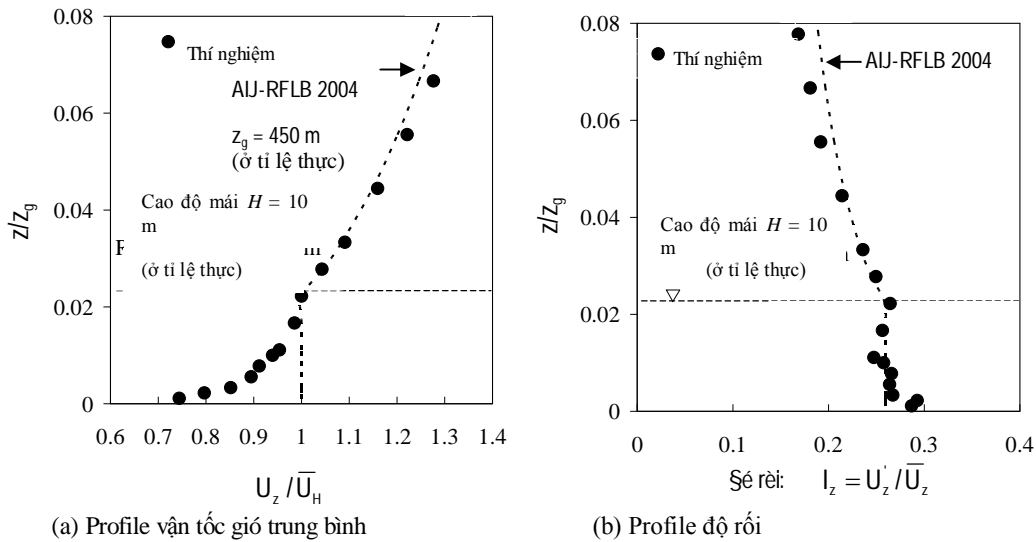
Hình 1. Hình ảnh ứng dụng của các tấm che nắng

2. Thí nghiệm ống thổi khí động

Một mô hình nhà thấp tầng (200 mm cao (H) \times 470 mm rộng (B) \times 710 mm dài (D)) với mái có các tấm che nắng rỗng được thí nghiệm tại ống thổi khí động (có kích thước mặt cắt ngang 2.2 m rộng \times 1.8 m cao) ở trường đại học Bách khoa Tôkyô, Nhật Bản. Tỉ lệ mô hình và vận tốc gió tương ứng là 1/50 and 1/4. Địa hình dạng III (với chỉ số mũ của đường profile vận tốc trung bình là 0.2 - tương đương với dạng địa hình B của TCVN 2737-1995) của AIJ-RFLB (2004)[3] được dùng cho các thí nghiệm này. Độ rối tại độ cao 200 mm (tương đương 10 m trong thực tế) là 0.26 và vận tốc gió trung bình là 7 m/s. Ba trường hợp thí nghiệm với các tấm che nắng có các độ rỗng khác nhau (0%, 5% và 10%) được sử dụng để xác định sự ảnh hưởng của độ rỗng đến tải trọng gió cho 41 hướng gió khác nhau (từ 0° đến 360° với 10° cho từng bước và 4 hướng gió: 45°, 135°, 225° và 315°).

Hình 2 thể hiện các profile vận tốc gió trung bình và độ rối.

Mô hình thí nghiệm có 16 tấm che nắng ở trên mái với mỗi tấm có 128 lỗ, trong đó có 4 tấm (A, B, C và D) được bố trí các đầu đo áp lực (xem Hình 3). Các tấm che nắng của mô hình 1 (độ rỗng 0%) không có lỗ, mô hình 2 (độ rỗng 5%) và mô hình 3 (độ rỗng 10%) với các lỗ có đường kính tương ứng là 2.8 mm và 4 mm. Khoảng cách giữa các tấm che nắng và đỉnh của mái tôn là 1mm (xem hình 3d).



Hình 2. Các profile được mô phỏng trong ống thổi khí động

Hình 4 thể hiện một số hình ảnh về mô hình thí nghiệm: mô hình thí nghiệm trong ống thổi khí động và cận cảnh mô hình tấm che nắng.

3. Kết quả và bình luận

3.1. Hệ số lực khí động cục bộ

Hệ số lực khí động cục bộ trên tấm do hiệu ứng kết hợp giữa áp lực của mặt trên và mặt dưới của tấm được tính theo công thức sau:

$$C_n(i, t) = C_{pu}(i, t) - C_{pl}(i, t) \quad (1)$$

Ở đây $C_{pu}(i, t)$ và $C_{pl}(i, t)$ là các hệ số khí động được đo tại đầu đo áp lực i và tại thời gian t của mặt trên và mặt dưới của tấm; $C_n(i, t)$ là hệ số lực khí động cục bộ tại đầu đo áp lực i và tại thời gian t .

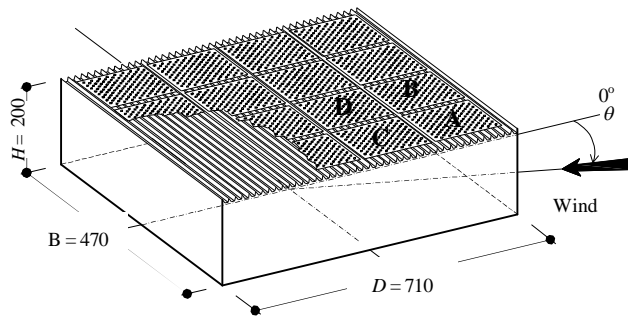
Các hệ số lực khí động cục bộ được định nghĩa là dương khi có chiều hướng xuống phía dưới.

Các phân bố của các hệ số lực khí động cục bộ trung bình và lệch chuẩn (\bar{C}_n và C'_n) trên các tấm A, B, C và D được thể hiện trong Hình 5 cho các độ rỗng $\phi = 0\%$, 5% và 10% tại hướng gió $\theta = 45^\circ$.

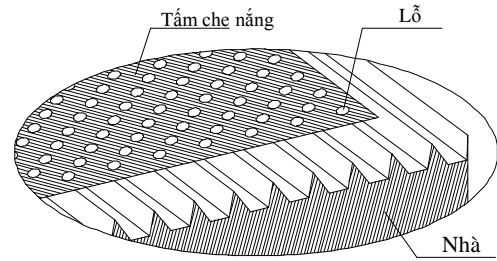
Nói chung, các hệ số lực khí động cục bộ trung bình và lệch chuẩn giảm khi độ rỗng tăng lên.

Đối với \bar{C}_n , trong khi các hệ số khí động của mặt trên trung bình luôn luôn dương, các hệ số lực khí động cục bộ có thể có âm hoặc dương. Ngoài ra, trong khi các hệ số khí động của mặt trên có giá trị lớn nhất tại các biên của các tấm thì \bar{C}_n không có giá trị lớn nhất tại các cạnh biên này. Các giá trị của chúng tại đây rất nhỏ. Các giá trị của \bar{C}_n của tấm A lớn hơn các giá trị của \bar{C}_n của các tấm B, C và D là do các xoáy gió ở góc mái tại hướng gió này. Các giá trị của \bar{C}_n của các tấm B và C là tương đương nhau và các giá trị của \bar{C}_n của tấm D là rất nhỏ (gần bằng 0). Các giá trị lớn nhất của \bar{C}_n bằng 0.6, 0.3, 0.2 tương ứng cho các độ rỗng $\phi = 0\%$, 5% và 10% . Tại hướng gió này, hệ số lực khí động cục bộ có giá trị dương (tức hướng xuống dưới) được thấy trên toàn bộ bề mặt của các tấm A, B, C và D. Điều này có nghĩa là hệ số khí động của mặt dưới trung bình \bar{C}_{pl} , ở giá trị tuyệt đối, lớn hơn hệ số khí động của mặt trên trung bình \bar{C}_{pu} .

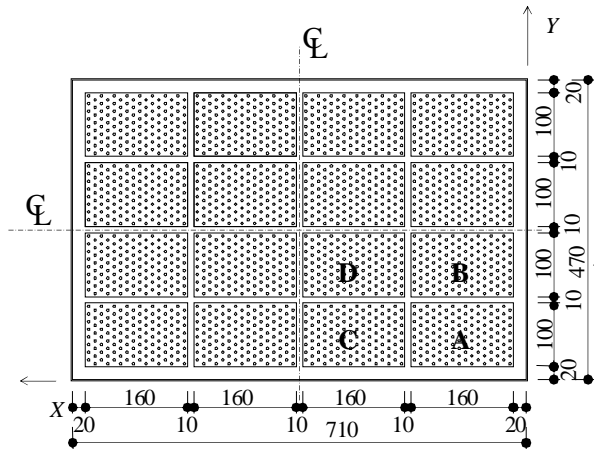
Đối với C'_n , các hệ số lực khí động cục bộ lệch chuẩn của tấm A là lớn nhất tại góc nhưng với giá trị nhỏ hơn hệ số khí động cục bộ lệch chuẩn của mặt trên. Các giá trị lớn nhất của các hệ số lực khí động cục bộ được quan sát thấy tại khu vực giữa của các tấm B, C và D. Các giá trị lớn nhất của C'_n bằng 0.5, 0.32 và 0.26 tương ứng cho các độ rỗng $\phi = 0\%$, 5% và 10% tại cạnh biên của tấm A, do hiện tượng tách dòng tại đây.



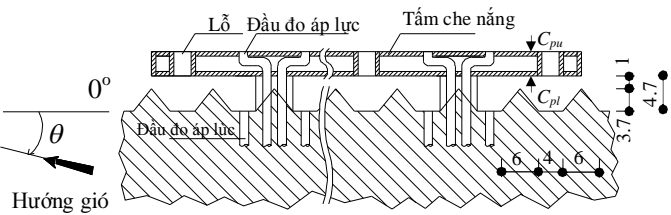
(a) Kích thước hình học của mô hình thí nghiệm



(b) Cận cảnh một mô hình tấm che nắng



(c) Mặt bằng bố trí của các tấm che nắng

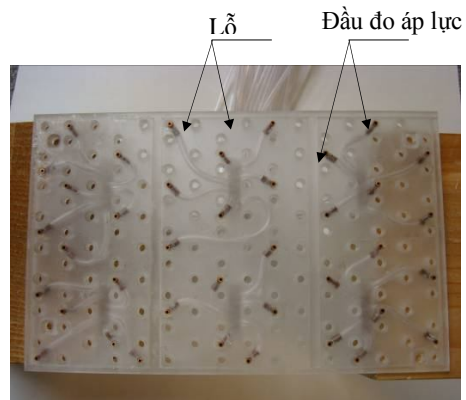


(d) Cấu tạo chi tiết mặt cắt ngang mái

Hình 3. Mô hình thí nghiệm (các kích thước ở đơn vị mm)



(a) Mô hình thí nghiệm trong ống thổi khí động



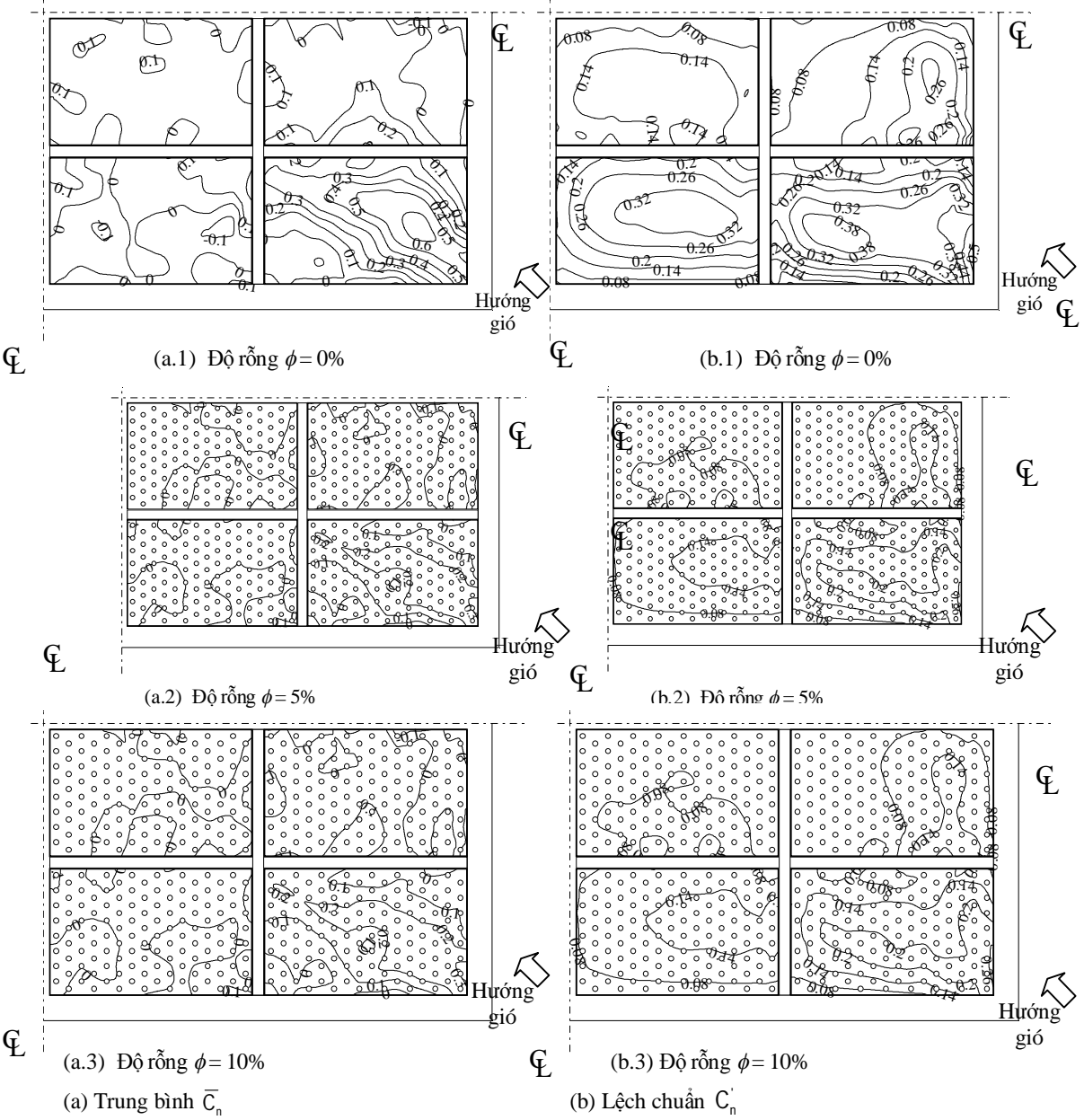
(b) Cận cảnh mô hình tấm che nắng

Hình 4. Một số hình ảnh của mô hình thí nghiệm

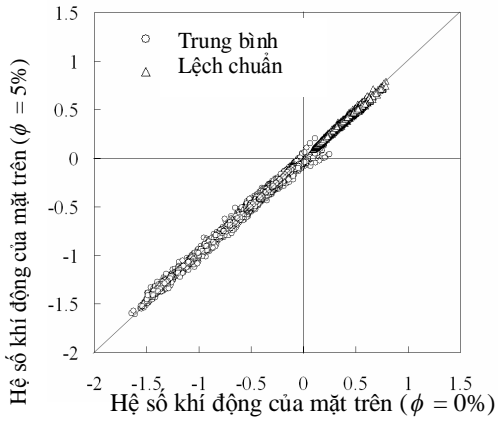
Để thấy rõ sự tương quan giữa các hệ số khí động mặt trên và dưới của các tấm cho các độ rỗng $\phi = 0\%$, 5% và 10% , các tác giả đưa ra một so sánh đơn giản cho các hệ số khí động của mặt trên trung bình, lệch chuẩn, lớn nhất và nhỏ nhất (\bar{C}_{pu} , C'_{pu} , \hat{C}_{pu} và \check{C}_{pu}) trên cơ sở so sánh từng cặp giá trị có cùng vị trí đầu đo áp lực và cùng hướng gió. Hình 6 thể hiện các so sánh này.

Hình 6 cho thấy rằng các giá trị của \bar{C}_{pu} , C'_{pu} , \hat{C}_{pu} và \check{C}_{pu} của các tấm có độ rỗng $\phi = 0\%$ có tính tương quan rất cao với các tấm có độ rỗng $\phi = 5\%$ và 10% , và sự tương quan này cao hơn cho các giá trị trung bình và lệch chuẩn. Dựa trên các quan sát này có thể kết luận rằng các áp lực gió của mặt trên

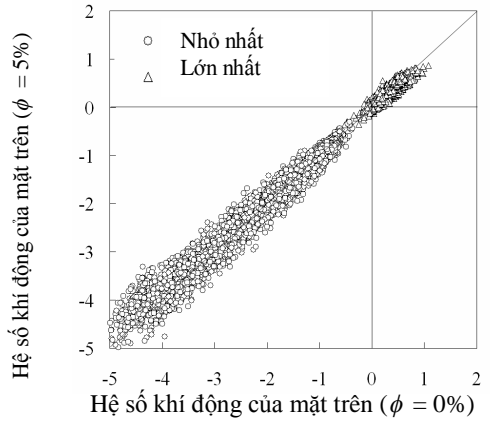
chỉ phụ thuộc vào dòng gió tới chứ không phụ thuộc vào độ rỗng của các tấm. Kết quả này trùng với nghiên cứu của [2] cho tải trọng gió lên mái rỗng. Các áp lực gió của mặt dưới tầng với độ rỗng (các kết quả không được thể hiện ở đây).



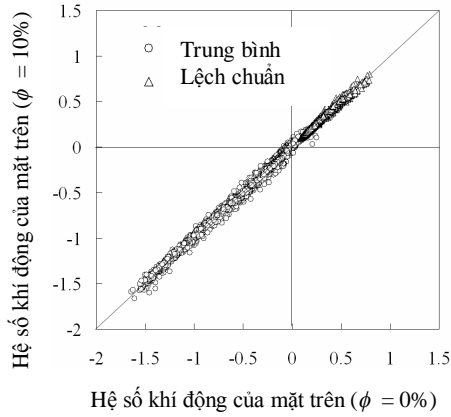
Hình 5. Sự phân bố các hệ số lực khí động cục bộ trên bề mặt các tấm A, B, C và D với các độ rỗng ϕ khác nhau và tại hướng gió $\theta = 45^\circ$



(a.1) $\phi = 0\%$ và $\phi = 5\%$

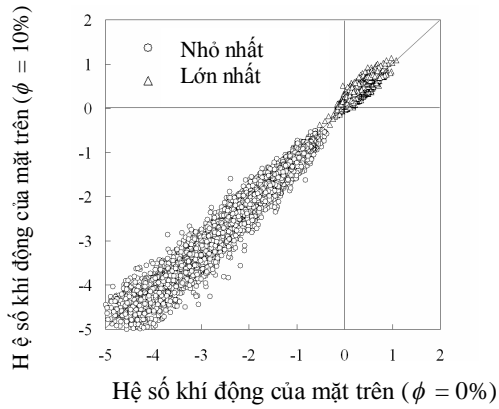


(b.1) $\phi = 0\%$ và $\phi = 5\%$



(a.2) $\phi = 0\%$ và $\phi = 10\%$

(a) Giá trị trung bình và lệch chuẩn



(b.2) $\phi = 0\%$ và $\phi = 10\%$

(b) Giá trị lớn nhất và nhỏ nhất

Hình 6. So sánh các hệ số khí động của mặt trên của tấm có độ rỗng $\phi = 0\%$ với tấm có độ rỗng $\phi = 5\%$ (độ rỗng $\phi = 10\%$) cho tất cả các hướng gió

3.2. Hệ số lực khí động toàn tấm

Các hàm của các hệ số khí động tấm của mặt trên và mặt dưới của một tấm theo thời gian là $C_{UP}(t)$ và $C_{LP}(t)$ và được tính toán theo công thức sau:

$$C_{UP}(t) = \sum_{i=1}^N (C_{pu}(i,t) \cdot A_i) / A \quad (2)$$

$$C_{LP}(t) = \sum_{i=1}^N (C_{pl}(i,t) \cdot A_i) / A \quad (3)$$

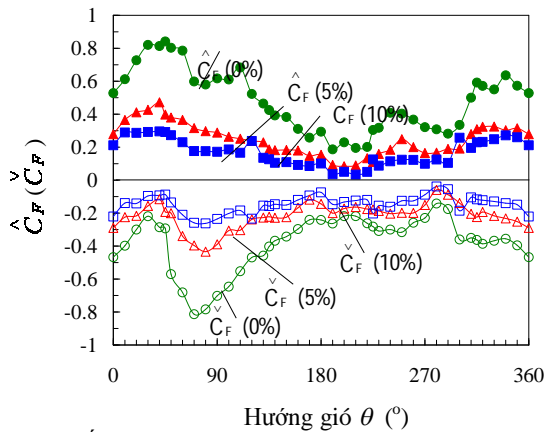
Ở đây $C_{pu}(i,t)$ và $C_{pl}(i,t)$ là các hệ số khí động được đo tại đầu đo áp lực i và tại thời gian t của mặt trên và mặt dưới của tấm; A_i là diện tích hiệu dụng xung quanh đầu đo áp lực i ; N là tổng số các đầu đo áp lực trên một tấm; và A diện tích của tấm.

Hàm của hệ số lực khí động toàn tấm theo thời gian được xác định theo công thức sau:

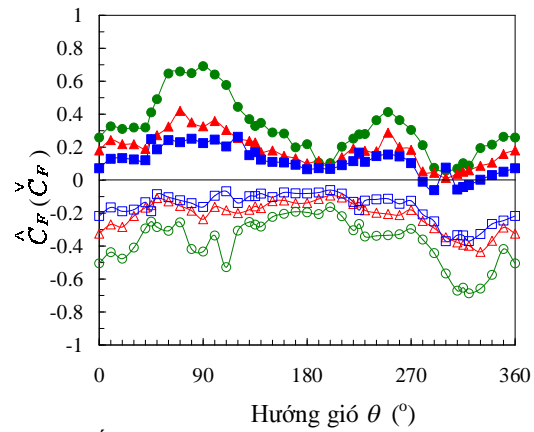
$$C_F(t) = C_{UP}(t) - C_{LP}(t) \quad (4)$$

Ở đây, hệ số lực khí động toàn tấm được qui định có dấu dương khi có chiều hướng xuống phía dưới.

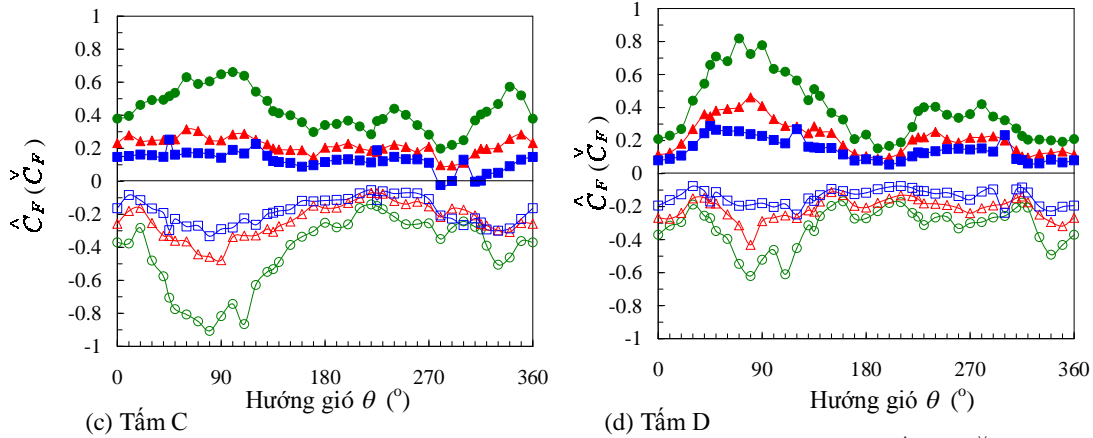
Hình 7 thể hiện sự thay đổi của các hệ số lực khí động toàn tấm lớn nhất và nhỏ nhất (\hat{C}_F và \check{C}_F) cho các tấm A, B, C và D theo các hướng gió khác nhau.



(a) Tấm A



(b) Tấm B



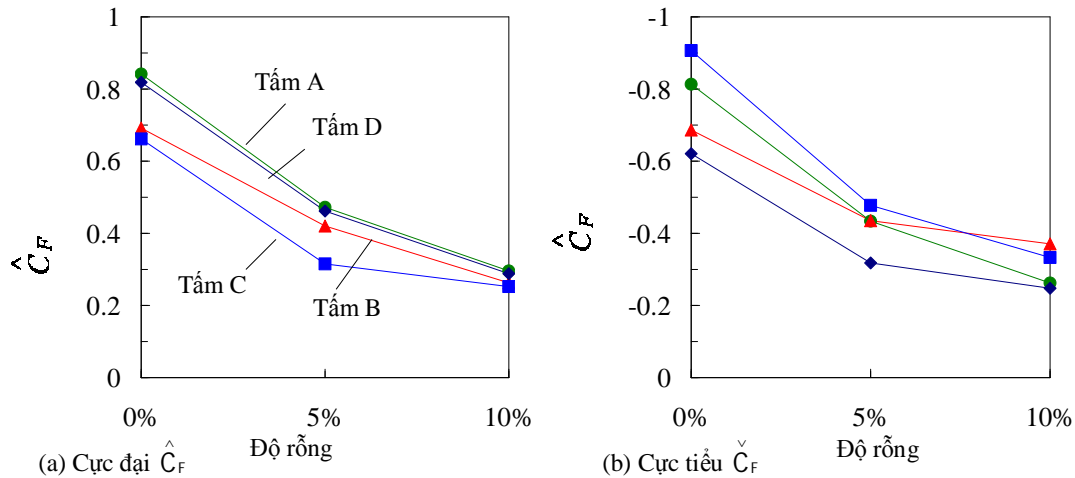
Hình 7. Sự thay đổi của hệ số lực khí động toàn tấm lớn nhất và nhỏ nhất (\hat{C}_F and \check{C}_F) cho các tấm A, B, C và D theo các độ rỗng f khác nhau cho tất cả các hướng gió

Tại đa số các hướng gió, các hệ số lực khí động toàn tấm giảm khi độ rỗng tăng. Trong đó, giá trị tuyệt đối của các hệ số lực khí động toàn tấm của tấm có độ rỗng 0% có giá trị lớn nhất còn tấm có độ rỗng 10% thì có giá trị nhỏ nhất.

Đối với \hat{C}_F , các giá trị của \hat{C}_F phụ thuộc vào hướng gió, đặc biệt khi hướng gió thay đổi từ 0° đến 180° . Các giá trị của \hat{C}_F của các tấm có độ rỗng $\phi = 5\%$ và 10% ít thay đổi với hướng gió hơn. Tấm A có giá trị lớn nhất của \hat{C}_F tại hướng gió θ khoảng 45° . Đối với các tấm khác (B, C và D), hướng gió θ khoảng 90° gây ra giá trị lớn nhất của \hat{C}_F . Các tấm có giá trị nhỏ nhất của \hat{C}_F tại hướng gió θ khoảng 200° cho các độ rỗng.

Đối với \check{C}_F , các giá trị của \check{C}_F cho các tấm độ rỗng $\phi = 0\%$ thay đổi nhanh tại hướng gió θ từ 0° đến 180° cho các tấm A, C và D và từ 270° đến 360° (0°) cho tấm B. Các tấm A, C và D có giá trị tuyệt đối lớn nhất của \check{C}_F tại hướng gió θ khoảng 90° ; còn tấm B thì là hướng gió θ khoảng 320° cho tất cả các độ rỗng. Tương tự như các giá trị nhỏ nhất của \hat{C}_F , các tấm cũng có giá trị tuyệt đối nhỏ nhất của \check{C}_F tại hướng gió θ khoảng 200° cho tất cả các độ rỗng.

Hình 8 trình bày các sự thay đổi của các giá trị cực đại của các hệ số lực khí động toàn tấm \hat{C}_F (giá trị lớn nhất được chọn từ các giá trị của \hat{C}_F cho tất cả các hướng gió) và các giá trị cực tiểu của các hệ số lực khí động toàn tấm \check{C}_F (giá trị nhỏ nhất được chọn từ các giá trị của \check{C}_F cho tất cả các hướng gió) cho các tấm A, B, C và D với các độ rỗng khác. Nhìn chung, các giá trị cực đại của \hat{C}_F và cực tiểu \check{C}_F giảm cùng với độ rỗng. Sự khác nhau giữa các giá trị cực đại của \hat{C}_F cho các tấm A và D; và giữa tấm B và C tại các độ rỗng $f = 0\%$ và 10% rất nhỏ. Tương tự cho các giá trị cực tiểu của \check{C}_F cho độ rỗng $f = 10\%$. Các giá trị cực đại của \hat{C}_F của độ rỗng $\phi = 0\%$ và 5% lớn hơn các giá trị của độ rỗng 10% tương ứng 204% và 70%. Đối với \check{C}_F , các giá trị này là 212% và 65%. Từ kết quả này, ta có thể thấy tác dụng của độ rỗng trong việc giảm giá trị cực đại của \hat{C}_F và giá trị cực tiểu của \check{C}_F là tương đương nhau.



Hình 8. Sự thay đổi của các giá trị cực đại \hat{C}_F và cực tiểu \check{C}_F theo các độ rỗng f khác nhau

4. Kết luận

Một khảo sát bằng thực nghiệm đã được tiến hành để xác định ảnh hưởng của độ rỗng đối với tải trọng gió lên các tấm che nắng được gắn trên mái của một nhà thấp tầng. Sự phân bố áp lực gió trên các tấm che nắng rỗng được đo cho nhiều hướng gió khác nhau và cho nhiều độ rỗng khác nhau. Các tấm che nắng rỗng có tải trọng gió lớn tại các hướng gió trong khoảng từ 0° đến 180° . Các kết quả phân tích từ các thí nghiệm cho thấy rằng tải trọng gió trên các tấm che nắng có độ rỗng 0% cao hơn các tấm có độ rỗng 5% và 10%. Độ rỗng của các tấm che nắng rất hiệu quả làm giảm tải trọng gió lên chúng.

Lời cảm ơn

Các tác giả cảm ơn Bộ Giáo dục, Văn hóa, Thể thao, Khoa học và Công nghệ Nhật Bản thông qua chương trình Global Center of Excellence, 2008-2013, đã cấp kinh phí cho nghiên cứu này. Các tác giả cũng cảm ơn sự giúp đỡ của công ty SAWAYA Nhật Bản trong quá trình làm thí nghiệm. Xin chân thành cảm ơn Viện KHCN Xây dựng - Bộ Xây dựng - Việt Nam đã tạo điều kiện cho tác giả Vũ Thành Trung được tham gia nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GERHARDT, H.J., and KRAMER, C. "Wind loads on wind-permeable building facades", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 11, 1-20, 1983.
2. CHEUNG, J.C.K., and MELBOURNE, W.H. "Wind loading on a porous roof", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 29, 19-28, 1988.
3. AIJ-RFLB. "AIJ Recommendations for Loads on Buildings", *Architectural Institute of Japan*, 2004.