

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ MẶT DỰNG TƯỜNG KÍNH CỦA NHÀ CAO TẦNG

TS. VŨ THÀNH TRUNG

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, hệ thống mặt dựng tường kính ngày càng được sử dụng nhiều cho các nhà cao tầng tại Việt Nam. Hệ thống mặt dựng là một trong những bộ phận đắt tiền của nhà cao tầng và giá thành của hệ thống mặt dựng có thể lên tới 20 % tổng giá thành xây dựng của một công trình cao tầng. Do đó, công tác thiết kế và kiểm tra chất lượng cho hệ thống mặt dựng tường kính rất được coi trọng. Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về mặt dựng tường kính của nhà cao tầng.

Từ khóa: Mặt dựng tường kính, nhà cao tầng

1. Đặt vấn đề

Trong vòng hai mươi năm trở lại đây, hệ thống mặt dựng tường kính trong các dự án nhà cao tầng trở nên phổ biến tại Việt Nam (hình 1). Hệ thống mặt dựng là một trong những bộ phận quan trọng nhất của nhà cao tầng và ngày càng quan trọng hơn xét trên các mặt như: công năng, thẩm mỹ, giá thành. Riêng về mặt kinh tế, giá thành của hệ thống mặt dựng có thể lên tới 20 % tổng giá thành xây dựng của một công trình cao tầng. Ngoài ra, mặt dựng tường kính là hệ chịu tải trọng gió đầu tiên của nhà cao tầng và từ đó truyền đến hệ thống chịu tải trọng ngang của nhà (cột, vách, lõi,...) do đó thiết kế hệ thống mặt dựng nhôm kính chịu tải trọng gió cũng là một yêu cầu bắt buộc.



Hình 1. Mặt dựng tường kính cho một công trình nhà cao tầng

2. Các hệ mặt dựng tường kính

2.1 Mặt dựng tường kính hệ Stick

Mặt dựng tường kính hệ Stick (hình 2(a)) được sản xuất và gia công các thanh nhôm, kính và một số chi tiết khác tại nhà máy, toàn bộ công việc liên kết, lắp dựng và hoàn thiện được thực hiện tại công trường. Mặt dựng

nhôm kính lớn hệ Stick có thể sử dụng cho mọi loại bề mặt bên ngoài của toà nhà, đặc biệt phù hợp với bề mặt toà nhà có kiến trúc phức tạp hoặc có nhiều điểm nổi.

Hệ thống mặt dựng Stick được triển khai lắp đặt từng chi tiết cấu thành nên mặt dựng ở ngay tại công trình, theo tiến độ xây dựng hoàn thiện phần thô của công trình.

Việc thi công Stick được triển khai theo từng bước cụ thể:

- Các thanh đỡ đứng (đỡ dọc) được lắp trước tiên và được lắp nối tiếp từng nhịp với nhau;
- Các thanh đỡ ngang được lắp liên kết với thanh đỡ đứng khi các thanh đỡ đứng đã hoàn chỉnh;
- Công đoạn cuối cùng là lắp các tấm kính, tấm nhôm và bơm keo hoàn thiện.

** Ưu điểm:*

- Có kết cấu an toàn và chống thấm tốt;
- Ưu điểm lớn nhất của phương pháp thiết kế và thi công mặt dựng nhôm kính lớn hệ Stick chính là sự linh hoạt trong quá trình vận chuyển, thi công và lắp đặt;
- Cho phép thi công các công trình có độ phức tạp cao như bề mặt góc cạnh, không đồng nhất.

** Nhược điểm:*

- Việc kiểm soát chất lượng sản phẩm tại công trình sẽ khó khăn hơn so với thi công hệ Unitized, đòi hỏi trình độ tay nghề của công nhân thi công phải cao và sự có mặt của nhiều kỹ sư chuyên môn ngay tại công trình;
- Thời gian thi công lâu hơn, đòi hỏi nhiều công đoạn thi công ngay tại công trường;
- Việc triển khai thi công được thực hiện phần lớn từ phía bên ngoài tòa nhà: phải chuẩn bị nhiều thiết bị nâng, đu dây cho công nhân làm việc;
- Đòi hỏi có mặt bằng kho tại công trình rộng rãi để lưu trữ vật tư, thời gian lưu trữ, quản lý vật tư kéo dài trong suốt quá trình thi công.

2.2 Mặt dựng tường kính hệ Unitized

Mặt dựng tường kính hệ Unitized (hình 2(b)) là hệ thống vách nhôm kính lớn được sản xuất, gia công và hoàn thiện thành các tấm panel ngay từ trong nhà máy, sau đó được chuyển đến công trình để lắp dựng và hoàn thiện tổng thể. Mặt dựng tường kính lớn hệ Unitized sử dụng tốt nhất cho công trình có mặt ngoài đồng nhất và các tầng có chiều cao như nhau.

Đặc điểm của phương án lắp dựng kính theo hệ Unitized là các tấm khung nhôm kính được sản xuất và lắp ghép hoàn thiện sẵn tại nhà máy, bao gồm hoàn thiện toàn bộ cấu thành của mỗi tấm khung nhôm kính – gọi là các modul.

Sau đó, các modul hoàn thiện này được vận chuyển từ nhà máy đến công trình và được sử dụng các thiết bị cầu nâng chuyên dụng để đưa lên các vị trí lắp ghép đã chuẩn bị sẵn. Các vị trí lắp ghép này đã được đặt sẵn các bảng mã ngay từ thời điểm đổ bê tông sàn và dầm cột dưới sự giám sát của đội ngũ kỹ sư và các thiết bị trắc đạc tọa độ.

** Ưu điểm:*

- Bề mặt của mặt dựng tường kính lớn hệ Unitized đồng nhất nên đảm bảo các tiêu chí về mặt mỹ thuật;
- Thi công dễ dàng, thời gian thi công nhanh đáp ứng được yêu cầu của các công trình đòi hỏi tiến độ gấp;
- Kiểm soát được chặt chẽ chất lượng sản phẩm ngay tại nhà máy;
- Hệ thống vững chắc, khả năng bám chịu đặc biệt tốt, thích nghi được với những tác động dịch chuyển của tòa nhà;
- Kết cấu kín khít, đảm bảo độ cách âm, cách nhiệt và chống thấm cho công trình;
- Không chiếm nhiều không gian và diện tích thi công tại công trường;
- Mặt dựng và khung bao lớn, đảm bảo tầm nhìn và thẩm mỹ cho mọi công trình.

** Nhược điểm:*

- Đòi hỏi công nhân lắp đặt có trình độ tay nghề cao;
- Giá thành cao hơn mặt dựng tường kính hệ Stick;
- Việc vận chuyển các tấm panel ra công trường phức tạp hơn.

2.3 Mặt dựng tường kính hệ Spider

Mặt dựng tường kính hệ Spider (hình 2(c)) là một trong những phương pháp hệ thống tường kính không khung, chủ yếu chỉ dùng các chốt giữ kính để tạo thành các điểm liên kết và kết nối các tấm kính lại với nhau.



(a) Mặt dựng tường kính hệ Stick



(b) Mặt dựng tường kính hệ Unitized



(c) Mặt dựng tường kính hệ Spider

Hình 2. Các loại mặt dựng tường kính

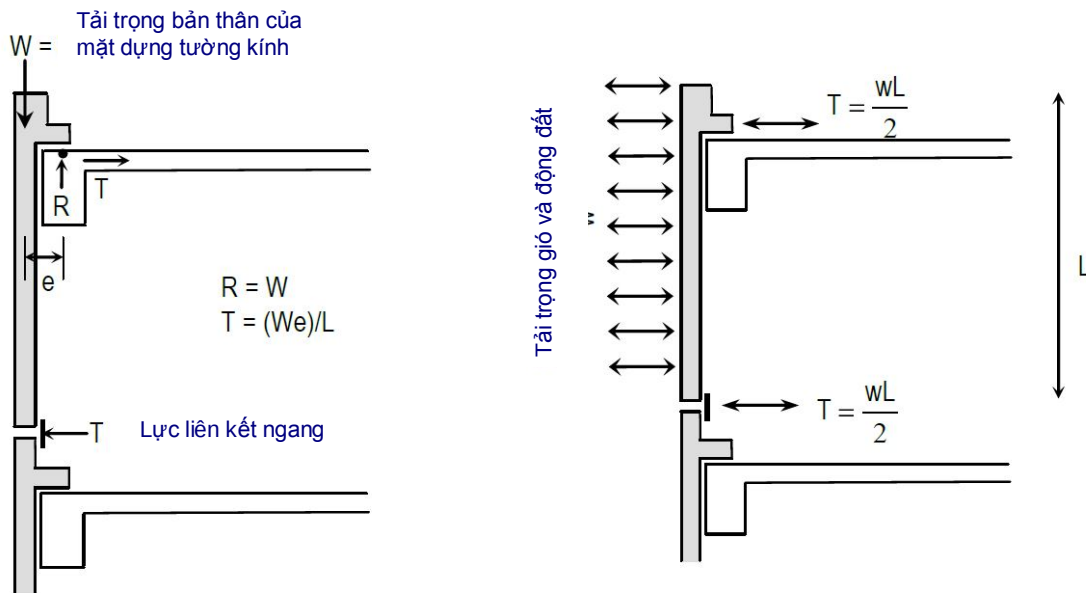
3. Các loại tải trọng tác dụng lên mặt dựng tường kính

3.1 Các loại tải trọng

Các loại tải trọng tác dụng lên mặt dựng tường kính (hình 3) bao gồm:

- Tĩnh tải;
- Tải trọng gió;
- Tải trọng động đất;
- Tải trọng nhiệt;
- Tải trọng nổ;

Trong đó, tải trọng gió là loại tải trọng chủ yếu và quan trọng nhất (đặc biệt là tại vùng động đất yếu như Việt Nam).



Hình 3. Sơ đồ tải trọng tác dụng lên mặt dựng tường kính

3.2 Tải trọng gió lên mặt dựng tường kính

Rất ít công trình cao tầng bị sụp đổ do gió nhưng sự phá hoại hệ thống bao che đối với nhà cao tầng thường hay xảy ra (hình 4). Kích cỡ của các tấm cửa ngày càng lớn do đó yêu cầu thiết kế các mặt dựng tường kính chịu nhiều tổ hợp lực khác nhau do gió, các hiệu ứng về nhiệt gây ra. Mặt dựng tường kính không những được thiết kế chịu được tải trọng lớn mà còn phải chịu được sự xoắn vặn của công trình gây ra. Sự phá hoại của mặt dựng tường kính sẽ gây ra hư hại cho nội thất của công trình (do mưa và gió gây ra), các công trình và người đi bộ xung quanh.

Thiết kế mặt dựng tường kính chịu tải trọng ngang (tải trọng gió) là sự quan tâm chính của các kỹ sư thiết kế. Mặc dù sự hư hỏng của mặt dựng tường kính do kính vỡ có thể ít nghiêm trọng hơn sự sụp đổ kết cấu thì chi phí cho việc thay thế và đền bù cho việc gây thương tích cho người đi bộ cần được đặc biệt quan tâm. Sự phá hoại kết cấu mặt dựng do gió bão gây ra là một hiện tượng hay xảy ra. Khả năng chịu lực của kính chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố như bức xạ mặt trời, chi tiết các ô cửa và keo dán, loại kính (kính cường lực hay không cường lực, kính dán hay kính hộp).



(a) Mặt dựng tường kính của một nhà cao tầng tại Mỹ bị phá hoại



(b) Mặt dựng tường kính của một nhà cao tầng tại Hồng Kông bị phá hoại



(c) Kính bị phá hoại dưới tác dụng của vật thể bay trong cơn bão



(d) Nội thất của một nhà cao tầng bị hư hỏng sau khi mặt dựng tường kính bị phá hoại

Hình 4. Hình ảnh hư hỏng của mặt dựng tường kính dưới tác dụng của tải trọng gió

Không có phương pháp tính toán chuẩn cho thiết kế của mọi mặt dựng tường kính với kích thước và hình dáng khác nhau. Mặc dù tất cả các tiêu chuẩn tải trọng và tác động trên thế giới đã thể hiện các vùng có áp lực gió cao tại các góc của công trình. Đặc biệt là các công trình hiện đại có xu hướng không đều đặn và có hình dáng phức tạp và được xây dựng trong vùng có ảnh hưởng mạnh của địa hình và các công trình xung quanh (trung tâm các đô thị lớn) vì vậy thí nghiệm ống thổi khí động để xác định tải trọng gió lên hệ thống bao che là cần thiết (hình 5).

Tải trọng gió tác dụng lên công trình gồm có hai loại:

- Tải trọng gió toàn bộ;
- Tải trọng gió cục bộ.

Tải trọng gió cục bộ là tải trọng gió tác động lên một khu vực cụ thể của công trình và quan trọng nhất đối với mặt dựng tường kính. Tải trọng gió cục bộ được dùng để phục vụ cho công tác thiết kế mặt dựng tường kính bao che. Tải trọng gió cục bộ có áp lực âm hoặc dương.

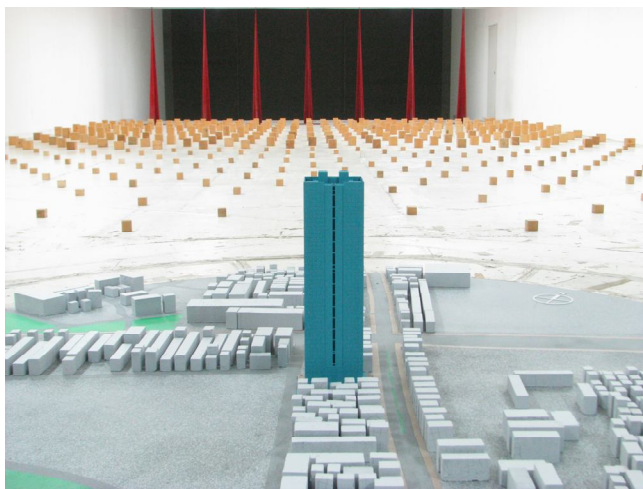
Hai loại tải trọng gió này có một số đặc điểm khác nhau:

- Tải trọng gió cục bộ bị ảnh hưởng rất nhiều bởi hình dạng của công trình hơn là tải trọng gió toàn bộ lên toàn bộ công trình;
- Tải trọng gió cục bộ lớn nhất có thể xảy ra tại bất kỳ vị trí nào trên công trình, trong khi đó tải trọng tổng thể là tổng của các áp lực dương và âm, và xảy ra đồng thời trên toàn bộ bề mặt công trình;
- Trong khi cường độ và đặc tính tải trọng gió cục bộ của từng bề mặt công trình là rất khác nhau cho từng hướng gió và vận tốc gió còn tải trọng gió toàn bộ chủ yếu khác nhau theo từng hướng gió cụ thể;
- Tải trọng gió cục bộ nhạy cảm với sự tức thời của gió và thường được xác định vận tốc gió giật 3 giây hoặc 1 giây;
- Các áp lực gió trong gây ra bởi sự lọt khí qua hệ thống bao che có tác động nhiều đối với các tải trọng gió cục bộ lên hệ thống bao che nhưng không ảnh hưởng nhiều đến tải trọng gió toàn bộ.

Sự xác định áp lực gió hút và đẩy lên một bề mặt cụ thể của công trình theo các hướng gió và vận tốc gió khác nhau là một vấn đề phức tạp. Địa hình và các công trình xung quanh cũng như hình dạng của công trình ảnh hưởng rất nhiều đến tác động của gió lên mặt dựng nhôm kính. Cần có nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của các cấu tạo kiến trúc đến tác động của gió lên công trình và hệ thống bao che như hệ mái công xon, hệ thống cửa nhô ra, thụt vào,.... Vì vậy, việc sử dụng thí nghiệm ống thổi khí động để xác định tải trọng gió lên công trình là cần thiết.

Trong nhiều trường hợp, áp lực gió hút tác dụng lên các bề mặt của hệ bao che lớn hơn các giá trị được tính toán từ các tiêu chuẩn. Các áp lực gió cục bộ hút nhiều khí lớn hơn hai lần tải trọng gió cục bộ đẩy. Trong đa số các trường hợp phá hoại cục bộ của hệ thống bao che, các tấm kính bị thổi bay khỏi mặt dựng tường kính và đa số các phá hoại này xảy ra tại các góc của công trình. Vì vậy, hệ thống neo cần được thiết kế để đảm bảo khả năng chịu được các lực gió hút, đặc biệt là tại các vị trí góc.

Kết quả từ các thí nghiệm gió cho thấy rằng tải trọng gió, hút và đẩy không phải lúc nào cũng tăng dần với độ cao và áp lực gió hút lên mặt bao che thường lớn hơn áp lực gió đẩy. Áp lực gió tác động lên các mặt của công trình cũng khác nhau và thay đổi tùy theo vị trí. Áp lực gió tại nhiều vị trí ở các tầng dưới là khá lớn và có giá trị gần bằng các vị trí tại góc trên đỉnh. Các kết quả từ thí nghiệm ống thổi khí động sẽ giúp rất nhiều cho công tác thiết kế mặt dựng tường kính cho công trình cũng như thí nghiệm khả năng chịu lực của mặt dựng tường kính trên mô hình thực (mock up test).



Hình 5. Thí nghiệm ống thổi khí động

4. Thí nghiệm mặt dựng tường kính

Thí nghiệm đánh giá chất lượng của mặt dựng tường kính (mock up test) đã được sử dụng rất phổ biến trên thế giới. Đây là loại thí nghiệm rất cần thiết và giúp rất nhiều cho công tác kiểm tra chất lượng của mặt dựng tường kính như khả năng chịu lực dưới tác động của áp lực gió, độ kín khí, độ kín nước, khả năng chịu tải trọng động đất, khả năng chịu va đập, cách âm, cách nhiệt,... Nhiều công trình tại Việt Nam đã tiến hành thí nghiệm kiểm tra chất lượng của mặt dựng tường kính trước khi đưa vào lắp đặt như: tòa nhà tài chính Bitexco (Hồ Chí Minh), tổ hợp công trình Keangnam (Hà Nội), tòa nhà PV GAS (Hồ Chí Minh), tòa nhà Petroland (Hồ Chí Minh)...

Gần đây, Phòng Nghiên cứu Thí nghiệm Gió - Viện KHCN xây dựng đã tiến hành đầu tư hệ thống thiết bị để phục vụ công tác thí nghiệm đánh giá chất lượng của mặt dựng tường kính. Đơn vị đã tiến hành nhiều thí nghiệm để kiểm tra chất lượng của mặt dựng tường kính cho nhiều công trình tại Việt Nam (hình 6): tòa nhà PV GAS (Hồ Chí Minh), tòa nhà Petroland (Hồ Chí Minh), tòa nhà Trụ sở Hải quan (Hà Nội), nhà ga hành khách quốc tế sân bay Đà Nẵng,...



a) Thí nghiệm mặt dựng tường kính của công trình tòa nhà PV GAS (Hồ Chí Minh)



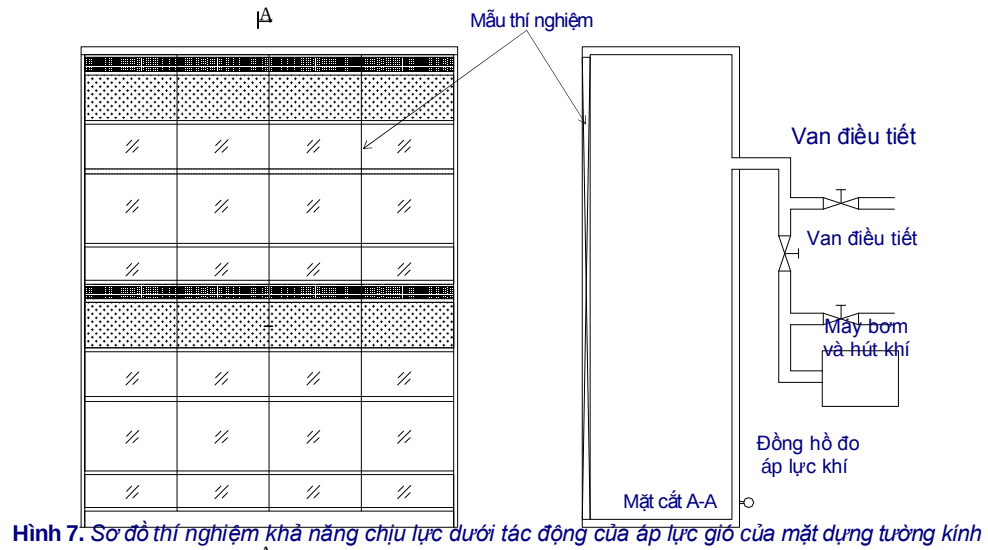
b) Thí nghiệm mặt dựng tường kính của công trình tòa nhà Petroland (Hồ Chí Minh)



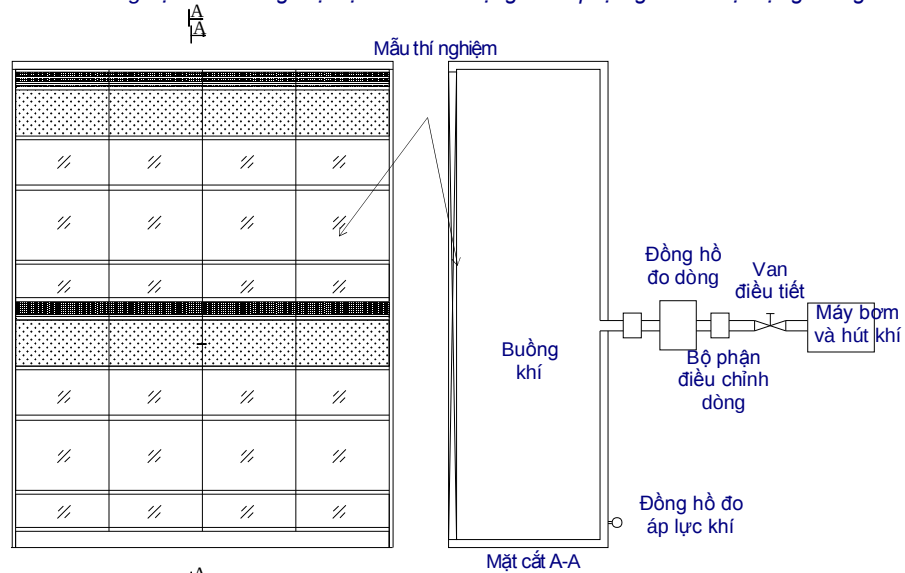
c) Thí nghiệm mặt dựng tường kính của công trình tòa nhà trụ sở hải quan (Hà Nội)

Hình 6. Hình ảnh thí nghiệm mặt dựng tường kính cho một số công trình tại Phòng Nghiên cứu Thí nghiệm Gió - Viện KHCN Xây dựng

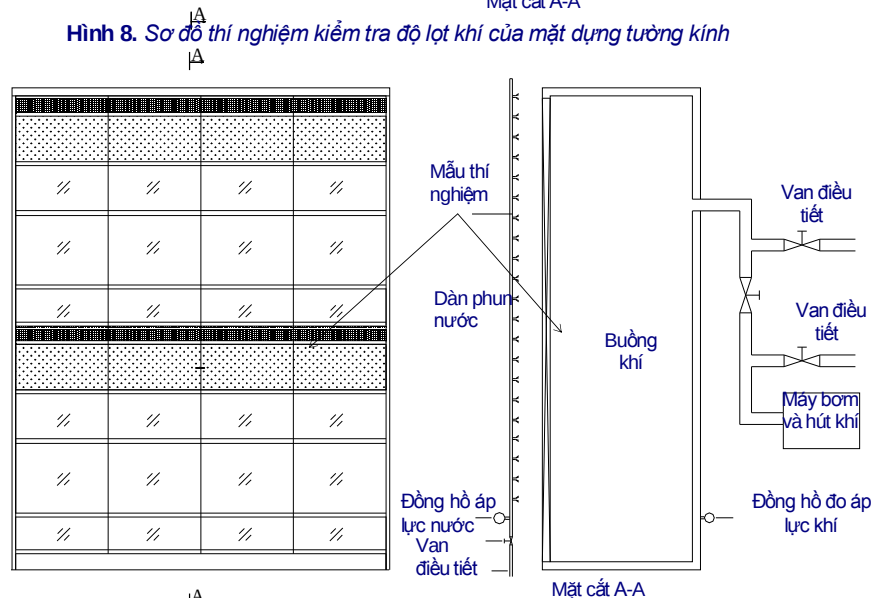
Sơ đồ thí nghiệm khả năng chịu lực dưới tác động của áp lực gió, độ lọt khí, độ kín nước của mặt dựng tường kính



Hình 7. Sơ đồ thí nghiệm khả năng chịu lực dưới tác động của áp lực gió của mặt dựng tường kính



Hình 8. Sơ đồ thí nghiệm kiểm tra độ lọt khí của mặt dựng tường kính



Hình 9. Sơ đồ thí nghiệm kiểm tra độ kín nước của mặt dựng tường kính

Áp lực gió thí nghiệm lớn nhất cho mặt dựng tường kính của một số công trình được thể hiện trong bảng 1. Từ bảng 1 cho thấy áp lực gió dùng để thí nghiệm là rất lớn đặt tới áp lực gió tương đương với thang bão Beaufort cấp 17.

Bảng 1. *Áp lực gió thí nghiệm cho một số công trình*

STT	Tên công trình	Áp lực gió thí nghiệm lớn nhất (Pa)	Vận tốc gió tương đương (m/s)	Thang bão Beaufort tương đương
1	Tổ hợp công trình Keangnam (Hà Nội)	6000	98	17
2	Tòa nhà PV GAS (Hồ Chí Minh)	2700	66	17
3	Tòa nhà Petroland (Hồ Chí Minh)	2400	62	17
4	Tòa nhà trụ sở hải quan (Hà Nội)	1200	44	13

Các mẫu thí nghiệm này đã được tiến hành theo các hệ thống tiêu chuẩn thí nghiệm của Mỹ (ASTM, AAMA), Úc (AS) và đảm bảo các yêu cầu của qui định kỹ thuật thiết kế.

Các thí nghiệm này đã giúp rất nhiều cho các nhà thầu thi công khắc phục các khiếm khuyết (cấu tạo các liên kết giữa mặt dựng nhôm kính và công trình, độ kín của mặt dựng...) của mặt dựng tường kính trước khi đưa vào lắp đặt tại công trình.

5. Kết luận

Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về mặt dựng tường kính của nhà cao tầng. Hệ mặt dựng tường kính gồm nhiều loại và chịu nhiều tải trọng khác nhau (trong đó tải trọng gió là quan trọng nhất), do đó cần có phương pháp thiết kế phù hợp để đảm bảo khả năng chịu lực và các yêu cầu chất lượng khác. Công tác kiểm tra chất lượng của mặt dựng tường kính bằng thí nghiệm trên mô hình thực là cần thiết và cần được áp dụng rộng rãi cho các công trình xây dựng tại Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. AHSAN KAREEM and RACHEL BASHOR, "Performance of Glass/Cladding of High-Rise Buildings in Hurricane Katrina", *NatHaz Modeling Laboratory, University of Notre Dame, 2007*.
2. AHSAN KAREEM, "Saga of Glass Damage in Urban Environments Continues:Consequences of Aerodynamics and Debris Impact During Hurricane Ike", *NatHaz Modeling Laboratory, University of Notre Dame, 2008*.
3. VŨ THÀNH TRUNG. "Báo cáo kết quả thí nghiệm hệ thống mặt dựng của công trình tòa nhà PV GAS (Hồ Chí Minh)", *Phòng Nghiên cứu Thí nghiệm Gió - Viện KHCN xây dựng, tháng 1 năm 2011*.
4. VŨ THÀNH TRUNG. "Báo cáo kết quả thí nghiệm hệ thống mặt dựng hệ Unitized và Stick của công trình tòa nhà Petroland (Hồ Chí Minh)", *Phòng Nghiên cứu Thí nghiệm Gió - Viện KHCN xây dựng, tháng 6 năm 2011*.
5. VŨ THÀNH TRUNG. "Báo cáo kết quả thí nghiệm hệ thống mặt dựng tòa nhà Trụ sở Hải Quan (Hà Nội)", *Phòng Nghiên cứu Thí nghiệm Gió - Viện KHCN xây dựng, tháng 9 năm 2011*.
6. Report on the Wind Tunnel Test for VINAFOR Tower, *Hanoi, Vietnam, August 2011*.