

NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA GIÓ LÊN MÁI CÔNG TRÌNH THẤP TẦNG BẰNG THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH TRONG ỐNG THỜI KHÍ ĐỘNG

PGS. TS. **NGUYỄN VÕ THÔNG**

Viện KHCN Xây dựng

ThS. **NGUYỄN HOÀI NAM**

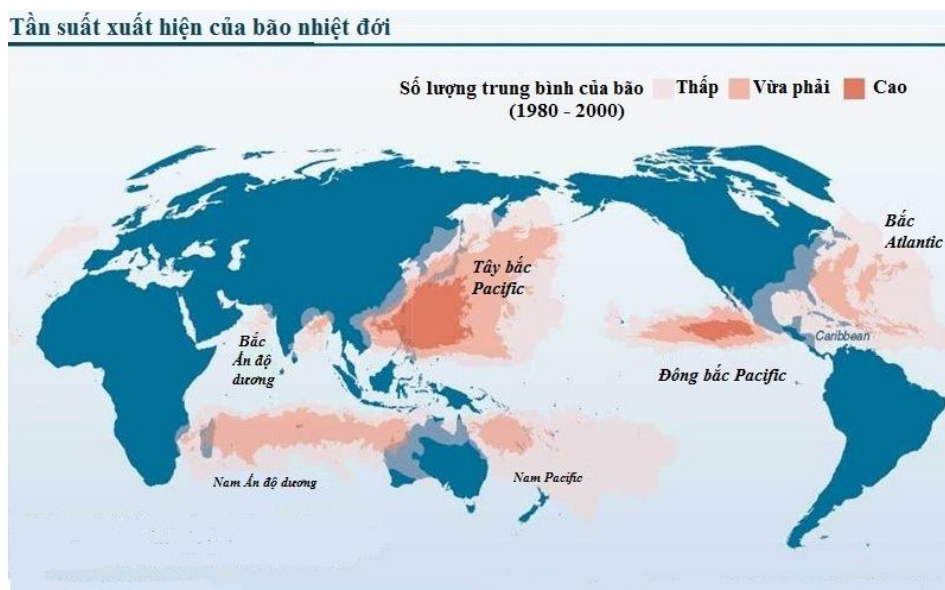
Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội

Tóm tắt: Gió bão thường gây hư hỏng rất lớn đến kết cấu bao che của các công trình thấp tầng đặc biệt là kết cấu mái (đối với các công trình sử dụng mái mềm), do đó cần có những biện pháp kỹ thuật nhằm hạn chế các hư hại này cho công trình. Để có được các giải pháp hữu hiệu nhất nhằm giảm thiểu các tác hại đó chúng ta cần phải tìm hiểu cơ chế tác động của gió lên các công trình dạng này là như thế nào. Cách tốt nhất có thể giúp chúng ta hiểu được điều này là làm các mô hình nhà tương tự để thí nghiệm trong ống thổi khí động. Các thí nghiệm này giúp ta có thể xác định được các vị trí của công trình chịu ảnh hưởng nhiều nhất do tác dụng của gió từ đó thiết kế và có giải pháp làm giảm thiệt hại do gió gây ra cho công trình.

1. Đặt vấn đề

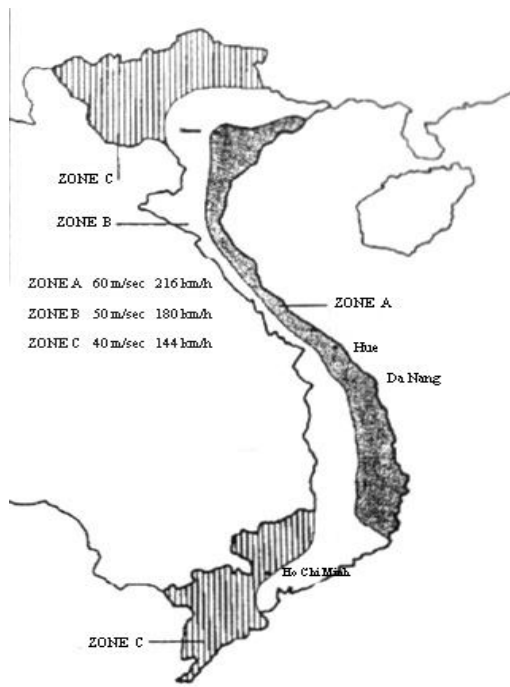
Thiệt hại do gió mạnh, gồm bão, tố, lốc là thiệt hại lớn nhất trong các loại thiên tai. Do tần suất xuất hiện lớn, tác hại gián tiếp nhiều, phạm vi ảnh hưởng rộng nên gió mạnh thường gây ra các tổn thất to lớn về kinh tế cũng như tính mạng con người. Hiện nay mặc dù công tác dự báo bão đã có nhiều tiến bộ, nhưng thiệt hại do bão gây ra vẫn vô cùng lớn.

Về mặt địa lý, nước ta nằm trong khu vực Tây bắc Thái Bình Dương, là vùng cận nhiệt đới, với địa hình nhiều đồi núi và đường bờ biển dài trên 2000 km, thuộc vùng có tần suất xuất hiện của bão nhiệt đới lớn nhất trên thế giới [2].



Hình 1. Tần suất xuất hiện của bão biển trên thế giới từ năm 1980 đến 2000 [2]

Theo bản đồ phân vùng áp lực gió trên lãnh thổ Việt Nam [4] thì các tỉnh ven biển phía Bắc đến Nam Trung Bộ (từ Quảng Ninh đến Khánh Hòa), hàng năm đều chịu ảnh hưởng mạnh của bão. Ngoài ra, do đặc điểm địa hình và vị trí vĩ độ đã hình thành các vùng và tiểu vùng với khí hậu đa dạng, nên phần lãnh thổ phía Nam, khu vực miền núi phía Bắc ở giai đoạn chuyển mùa hay xảy ra tố lốc do nguyên nhân mất ổn định của lớp khí quyển gần mặt đất. Tuy loại gió này thường gây ảnh hưởng trên phạm vi nhỏ (vài chục km² đến vài trăm km²) nhưng tần suất xuất hiện lớn nên tổng thiệt hại gây ra là khá đáng kể.



Bản đồ tốc độ gió trên lãnh thổ Việt Nam



Khu vực thường xuyên có gió bão trên lãnh thổ Việt Nam

Hình 2. Bản đồ và khu vực gió bão của Việt Nam

Mặt khác, do điều kiện kinh tế của đa số người dân nông thôn khu vực này còn nghèo, nên phần lớn các công trình thường xây dựng theo phương pháp truyền thống, vật liệu xây dựng là vật liệu sẵn có của địa phương như gỗ, tre, nứa, gạch, đá thông thường,... chất lượng xây dựng không cao. Theo các thống kê thiệt hại do bão gây ra cho ta thấy, phần lớn các thiệt hại, sự cố sập đổ chủ yếu tập trung vào các loại công trình do dân tự xây dựng [1,3,5].

Để giảm thiểu thiệt hại do bão gây ra, nghiên cứu về chống gió cho công trình là công việc có ý nghĩa, cần được thực hiện. Đối với thực tiễn tại nước ta khi mà hầu hết các dạng nhà ở dân dụng thấp tầng được tự làm trên cơ sở kinh nghiệm (không tuân thủ hoặc chưa tuân thủ các quy định của tiêu chuẩn) thì việc nghiên cứu và đưa các giải pháp kỹ thuật làm giảm thiệt hại do gió gây ra hoặc các giải pháp cơ bản nhằm tăng cường khả năng chịu gió bão cho các nhà dân, xây dựng trong vùng chịu ảnh hưởng mạnh của bão có ý nghĩa xã hội rất quan trọng.

Vấn đề đặt ra là cần có các giải pháp kỹ thuật phù hợp để có thể giảm tác động của gió bão, hạn chế thấp nhất thiệt hại do bão gây ra.



a)



b)



c)



d)

Hình 3. Một số hình ảnh về các công trình bị hư hỏng sau các cơn bão
a) Cơ sở 2 trường Tiểu học Phong Mỹ; b) Nhà sàn trong "làng học sinh" Mường Lát (Thanh Hóa);
c) Nhà kho tổng hợp - Quảng Ngãi; d) Nhà công nghiệp - Quảng Ngãi

2. Các tác động của gió đối với nhà thấp tầng

Điều tra sau bão cho thấy sự phá hoại đối với nhà thấp tầng thường xảy ra ở hệ kết cấu bao che, đặc biệt là kết cấu mái. Do độ cứng của nhà thấp tầng (được xây dựng bằng vật liệu thông thường như gạch, đá, bê tông cốt thép) thường được xem là khá lớn nên phản ứng động lực của công trình do tác dụng của gió là không đáng kể (ngoại trừ đối với nhà thấp tầng nhíp lớn hoặc đối với kết cấu mái nhẹ như các sân vận động, nhà thi đấu), do đó trong thiết kế chống gió độ cứng của kết cấu công trình không phải là vấn đề được quan tâm chủ yếu. Điều này rất có ý nghĩa trong việc điều chỉnh hình dạng bên ngoài của công trình để làm giảm tải trọng gió, đặc biệt là tải trọng gió tác dụng lên mái. Đây là giải pháp hữu hiệu nhằm giải quyết vấn đề thiết kế chống gió đối với nhà thấp tầng. Để đạt được điều này, trước tiên phải nắm bắt đặc trưng của tải trọng gió tác dụng lên công trình. Tác dụng của tải trọng gió lên công trình có đặc trưng rất phức tạp, bản thân nó chứa các đặc trưng ngẫu nhiên và thay đổi theo thời gian, không gian. Tải trọng gió chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố: Vị trí, địa hình, độ cao, hướng gió, hình dạng công trình,... nên việc tính toán gặp nhiều khó khăn.

Thông thường, tác động của gió lên công trình là sự tổ hợp của nhiều hình thức tác động như: Áp lực tĩnh, áp lực động và tương tác giữa luồng không khí với nhà. Tùy vào hình dạng và kết cấu mà tác động của gió bão lên nhà sẽ khác nhau về hình thức tác động và giá trị tải trọng.

Trong lớp biên khí quyển (Atmospheric Boundary Layer-ABL), về thực tế, dòng gió có tính chất nhiễu loạn/rối (turbulent) và biến động (fluctuating). Khi gió thổi vào khu vực biên (góc tường/mái nhà) xung quanh các vật thể như tòa nhà, thì dòng gió ở các khu vực này bị tách dòng nhưng cũng có lúc lại đập lại vào bề mặt vật thể mà gây ra sự biến động khá nhiều về áp lực/lực gió (trên các bề mặt). Các nguồn gây ra sự biến động của áp lực/lực gió bao gồm:

- Do bản chất của gió tự nhiên. Khi kích thước vật thể là khá nhỏ so với các thang chiều dài rối (turbulence length scales) thì sự thay đổi của áp lực/lực gió có xu hướng tuân theo quy luật thay đổi của vận tốc gió. Trong trường hợp này, giả thiết "gần đều" (quasi-steady assumption) thường được chấp nhận áp dụng một cách đầy đủ cho nhà thấp tầng và đã được sử dụng trong các tiêu chuẩn tải trọng gió của các nước (ví dụ [9, 10, 11,]);

- Dòng không ổn định do bản thân các vật thể gây ra kèm theo các hiện tượng như tách dòng, dòng đập lại vào bề mặt vật thể, hay do sự hình thành các dòng xoáy (vortex shedding);

- Các lực biến động do sự dịch chuyển của bản thân công trình (aero-dynamic damping). Các nghiên cứu chỉ ra là ảnh hưởng của dịch chuyển công trình đến áp lực gió chủ yếu ứng với các công trình rất mềm, nhạy cảm với dao động.

Như vậy trong nghiên cứu về nhà thấp tầng và sự phân bố áp lực gió lên trên các mặt công trình, ngoài áp lực trung bình (theo thời gian) thì thành phần áp lực biến đổi (do nguồn 1 hoặc 2 nêu ở trên) theo thời gian hoặc theo không gian của áp lực gió lớn nhất (peak pressure) cần được quan tâm nghiên cứu đặc biệt.

Một đặc điểm khác cũng cần chú ý là trong trường hợp kết cấu bao che nhà không được kín do các kẽ hở giữa mái và tường, do cửa sổ, cửa đi không được đóng kín,... thì dưới tác dụng của gió, áp lực lên các kết cấu bên trong nhà sẽ tăng, dẫn đến nhà dễ bị tốc mái hay sập tường.

Từ những thiệt hại do gió bão gây nên, từ những phân tích ảnh hưởng của gió đối với công trình thấp tầng ở trên, vấn đề đặt ra là cần phải có những biện pháp kỹ thuật để giảm thiểu thiệt hại do gió bão gây ra cho công trình thấp tầng. Có rất nhiều biện pháp đã được đưa ra để giải quyết vấn đề này nhưng có thể chia làm hai nhóm giải pháp chính đó là:

- Nhóm sử dụng các giải pháp nhằm chủ động làm giảm áp lực gió lên các kết cấu công trình (Lựa chọn địa điểm xây dựng hợp lý, chọn giải pháp kiến trúc của nhà, chọn giải pháp kết cấu hợp lý);

- Nhóm sử dụng các giải pháp mang tính chất gia cường nhằm hạn chế khả năng hư hỏng của công trình (Xây hàng gạch trên mái ngói, dùng dây neo mái xuống đất hoặc xà gồ bên dưới, chất bao tải cát lên mái tôn hoặc mái fibroximang).

Trên thực tế áp lực gió tác động lên kết cấu bao che có thể sẽ tạo ra những vị trí cục bộ có giá trị tải trọng lớn hơn hoặc nhỏ hơn nhiều so với tải trọng gió được tính toán theo tiêu chuẩn. Đây chính là một trong những nguyên nhân gây nên sự hư hỏng cho các kết cấu này, trong khi đó các biện pháp chống tốc mái theo kinh nghiệm dân gian chỉ là những biện pháp thụ động không giải quyết được vấn đề trên đôi khi còn sinh ra tải trọng khác ảnh hưởng đến kết cấu toàn công trình (Ví dụ: Khi chất bao tải cát lên mái có thể làm tăng tải trọng trên mái hay giữ nước tại vị trí có tải cát gây thấm, dột,...). Do đó vấn đề đặt ra cần phải nghiên cứu các giải pháp nhằm chủ động giảm áp lực của gió tác động lên mái của công trình. Để giải quyết vấn đề này ta có thể sử dụng các phương pháp nghiên cứu thực nghiệm để tìm ra những khu vực, vị trí của công trình chịu ảnh hưởng nhiều nhất áp lực gió, từ đó có thể đưa ra những biện pháp làm giảm áp lực này tránh gây hư hại cho công trình. Phương pháp thực nghiệm được sử dụng hiện nay:

- Thí nghiệm bằng công trình thực ngoài hiện trường (Nghiên cứu trên mô hình thực);

- Thí nghiệm bằng mô hình trong ống thổi khí động (Nghiên cứu mô phỏng trong hầm gió -Wind tunnel).

Đối với phương pháp nghiên cứu thí nghiệm trên công trình thực tại hiện trường có nhiều nhược điểm là phải xây dựng công trình theo đúng quy mô thiết kế, mất nhiều thời gian, tốn kém về kinh phí,...

Đối với phương pháp nghiên cứu thí nghiệm trên mô hình trong ống thổi khí động có nhiều ưu điểm như có thể chủ động trong quá trình nghiên cứu, chi phí chế tạo mô hình sẽ ít hơn, thời gian tiến hành thí nghiệm nhanh hơn, có thể tiến hành thí nghiệm bất kỳ lúc nào, có thể nghiên cứu được nhiều vấn đề cùng một lần làm thí nghiệm,...

Từ những nhược điểm và ưu điểm của hai phương pháp trên, ta có thể thấy phương pháp nghiên cứu thí nghiệm bằng mô hình trong ống thổi khí động giúp chúng ta chủ động trong việc nghiên cứu tác động gió lên công trình.

3. Những vấn đề nghiên cứu mô hình nhà thấp tầng trong ống thổi khí động

a) Sự phân bố áp lực gió lên các dạng mái khác nhau

Điều tra sau bão cho thấy kích thước hình học của nhà thấp tầng và dạng kết cấu mái có ảnh hưởng rất lớn đến tải trọng gió tác dụng lên công trình [7, 8]. Các nhân tố này chủ yếu bao gồm tỷ lệ giữa chiều cao và chiều rộng, kích thước chiều ngang của nhà, lỗ mở trên tường, góc nghiêng của mái, dạng kết cấu mái (mái bằng, mái nghiêng 1 bên, nghiêng 2 bên, nghiêng 4 bên, mái dạng răng cưa, mái vòm,...).

b) Đánh giá ảnh hưởng của cấu tạo mái và vật liệu mái đến sự phân bố áp lực

Cấu tạo của mái (diềm mái, tường xây trên mái) và vật liệu mái (ngói; tôn; lớp bảo ôn, cách nhiệt) đều ảnh hưởng đến sự phân bố của áp lực gió lên mái. Các tài liệu [7, 8] trình bày các nghiên cứu thí nghiệm

trong ống thổi khí động đối với nhà mái dốc 2 bên có diềm mái nhô ra ngoài, kết quả nghiên cứu cho thấy hệ số khí động và áp lực cực đại tại mặt trên và mặt dưới vùng xung quanh diềm mái tăng, biên độ tăng phụ thuộc vào độ dốc và chiều cao của mái.

Tài liệu [6] tiến hành so sánh sự phân bố áp lực tại vùng biên và vùng góc của nhà mái bằng. Ngoài ra, còn rất nhiều nghiên cứu khác liên quan đến phạm vi này.

Các khảo sát sự hư hỏng mái do gió gây nên đều cho thấy phần lớn hư hỏng là do gió gây bốc mái hoặc do các vật thể bay theo luồng gió (wind born debris) va vào mái. Trong trường hợp do gió bốc mái, nếu các tấm mái được thiết kế không đảm bảo để chống lại áp lực hút này (do bản thân tấm mái hoặc liên kết của tấm mái cấu kiện khác) thì có thể dẫn đến phá hoại của mái hoặc thậm chí của tổng thể ngôi nhà. Do đó việc nghiên cứu sự phân bố áp lực gió tác động lên các loại vật liệu lợp mái cũng rất quan trọng.

Các tài liệu [7, 8] đã tiến hành rất nhiều nghiên cứu về lĩnh vực này, kết luận quan trọng thu được là nếu đặt một lớp trung gian (nhưng không ngăn cản sự lưu thông của luồng khí) giữa lớp vật liệu lợp và phần kết cấu mái thì có thể làm giảm khá nhiều lực hút của gió lên mái, làm giảm thiệt hại do gió gây ra.



a)



b)



c)



d)

Hình 4. Hư hỏng mái ngói

a) Bay tấm lợp mái, b) Bay ngói đầu hồi, c) Bay ngói tại góc, d) Bay ngói gần diềm mái

c) Đánh giá ảnh hưởng giữa các công trình

Phần lớn các nghiên cứu thí nghiệm về đặc trưng áp lực của tải trọng gió lên mái nhà thấp tầng tiến hành trong ống thổi khí động đều chỉ xét đến duy nhất một công trình. Nguyên nhân chủ yếu là do các yếu tố ảnh hưởng đến đặc tính của gió quá phức tạp. Ngoài ra, như đã trình bày ở trên, do sự tương quan về tỷ lệ của mô hình nên khó có thể tiến hành thí nghiệm mô hình trong hầm gió để xét đến ảnh hưởng lẫn nhau giữa các công trình xung quanh. Trên thực tế, các nhà thấp tầng đều có hình dạng không giống nhau, bố trí cũng không theo một quy luật nào, vì vậy sự ảnh hưởng của dòng gió là không thể bỏ qua. Do đó việc nghiên cứu ảnh hưởng lẫn nhau giữa các công trình thấp tầng trong hầm gió cũng là một vấn đề cần được xem xét.

d) Đánh giá áp lực lớn nhất lên mái và sự biến thiên của áp lực này

Kết quả thực nghiệm cho thấy giá trị áp lực đo được ở vùng góc mái, vùng biên, vùng đỉnh mái lớn hơn rất nhiều so với áp lực trung bình của cả mái [7], trong cơn bão các vị trí này chính là nơi xảy ra phá hoại đầu tiên. Sự hình thành áp lực lớn nhất có liên quan đến sự tách của dòng khí, mặt khác cũng do sự tách của dòng khí gây ra các vòng xoáy và sự biến thiên của áp lực. Do đó, việc nghiên cứu nắm bắt quy luật sự phân bố và biến thiên của áp lực gió lớn nhất cũng rất quan trọng.

4. Kết luận

Gió bão gây ảnh hưởng lớn đến kết cấu bao che công trình của nhà thấp tầng được xây dựng không theo tiêu chuẩn hoặc bằng các vật liệu địa phương, đặc biệt là kết cấu mái của các công trình có mái dạng mái mềm (không phải bằng bê tông cốt thép).

Có nhiều biện pháp giúp làm giảm các thiệt hại này như lựa chọn địa điểm xây dựng, chọn giải pháp kiến trúc, giải pháp kết cấu, chất bao tải cát, xây bờ kè,... nhưng đây chỉ là những biện pháp thụ động phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau.

Thí nghiệm mô hình nhà thấp tầng trong ống thổi khí động giúp ta có thể xác định được những vị trí bị ảnh hưởng nhiều nhất của áp lực gió (những vị trí bị hư hại trước kéo theo sự hư hại cho kết cấu hoặc công trình) từ đó có biện pháp chủ động làm giảm áp lực tại những vị trí này, giảm hư hỏng do gió gây ra cho công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật phòng chống bão lụt cho nhà ở và công trình xây dựng. *Báo cáo đề tài, Viện KHCN Xây dựng, 1991.*
2. K. J. MACKS. Hướng dẫn kỹ thuật xây dựng nhà vùng bão lũ. *NXB Xây dựng, Hà Nội, 1997.*
3. NGUYỄN VÕ THÔNG - Một số giải pháp kỹ thuật phòng chống bão cho nhà dân và các công trình phúc lợi tuyến xã huyện ở các vùng bão thuộc các tỉnh miền Trung. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Kết cấu Công nghệ Xây dựng, Hà Nội, 12/2000.*
4. TCVN 2737 : 1995. Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế. *NXB Xây dựng, 2002.*
5. Xác định hệ số khí động cho một số dạng nhà công nghiệp thấp tầng bằng thí nghiệm trong ống thổi khí động, *Viện KHCN Xây dựng, 2008.*
6. H.W TIELEMAN, M.R. HAJJ. T.A. REINHOLD. Wind tunnel simulation requirements to assess wind loads on low-rise buildings. *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn 74-76 (1998) 675-685.*
7. A.G. DAVENPORT, D. SURRY, T. STATHOPOULOS. Wind loads on low-rise building: Final report, Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory – The Faculty of Engineering Science. *August 1977.*
8. Ted Stathopoulos, Turbulent wind action on low-rise buildings, Ph.D. thesis, *The University of Western Ontario, London, Ontario, Canada, 1979.*
9. GB 50009-2001, Load code for design of building structures, *China, 2002.*
10. Eurocode 1, Part 1-4: General actions- Wind actions, EN 1991-1-4: 2005, *British Standard, 2005.*
11. ASCE/SEI 7-05, Chapter 6: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, Chapter 6, 6C: *Wind loads, ASCE Standard, 2006.*