

# NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỘT TRỤ DÂY CO VÀ ỨNG DỤNG TRONG TÍNH TOÁN THIẾT KẾ, PHÂN TÍCH ĐỘ ỔN ĐỊNH CÔNG TRÌNH CỘT LẮP MÁY GIÓ

Nguyễn Việt Hùng<sup>1</sup>, Dương Quốc Hùng<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Trong nghiên cứu này, sau khi phân tích nguyên lý làm việc của cột trụ có dây co khi chịu tác động của tải trọng gió và khi không chịu tác động của tải trọng gió, tác giả thực hiện ứng dụng tính toán thiết kế và phân tích độ ổn định của công trình cột lắp máy gió, có các kích thước và thông số của các công trình điển hình hiện nay. Từ đó có các đánh giá về những lựa chọn trong thiết kế trước đó và đưa ra những đề xuất mới hợp lý hơn, tiết kiệm hơn cho các công trình cột lắp máy gió đảm bảo được độ ổn định, độ bền cũng như đáp ứng đầy đủ những yêu cầu để có được một bộ số liệu chính xác, tin cậy về gió.

**Từ khóa:** Cột lắp máy gió, cột trụ dây co, tải trọng gió.

Ban Biên tập nhận bài: 20/12/2017 Ngày phản biện xong: 15/01/2018 Ngày đăng bài: 25/02/2018

## 1. Mở đầu

Công trình cột gió được xây dựng và lắp đặt hiện nay ở các trạm khí tượng trên toàn quốc có 2 dạng: (1) hình trụ tròn làm bằng một ống thép có đế lắp trên nền móng bê tông và có hệ thống cáp néo giúp cột đứng thẳng và chắc chắn, trên đỉnh cột là máy đo gió và kim thu sét, (2) hình trụ tam giác làm bằng các ống kẽm không gỉ lắp trên trụ móng bê tông và có hệ thống cáp néo, loại cột tam giác này ngoài lắp mắt gió còn có thể lắp các thiết bị quan trắc khác như thùng đo mưa tự động, nhiệt ẩm tự động, pin mặt trời, và các thiết bị quan trắc môi trường khác, hiện nay trên toàn mạng lưới loại cột tam giác là phổ biến nhất, ngoài ra còn một số công trình tháp đo gió dạng cột trụ hình vuông bằng thép chữ V từ thời Pháp, hoặc dạng trụ cột như hệ thống cột gió của CAE trong dự án ODA Ý, là kiểu dạng cột rất chắc chắn có cấu tạo bằng ống kẽm lớn, cột được thiết kế có thể hạ gập xuống chỉ với một người rất thuận tiện cho công tác lau chùi, bảo dưỡng thiết bị đặc biệt là lau chùi hệ thống pin mặt trời.

Cột gió (ngoài cột dạng trụ của CAE) hiện nay hoàn toàn được gia công chế tạo trong nước,

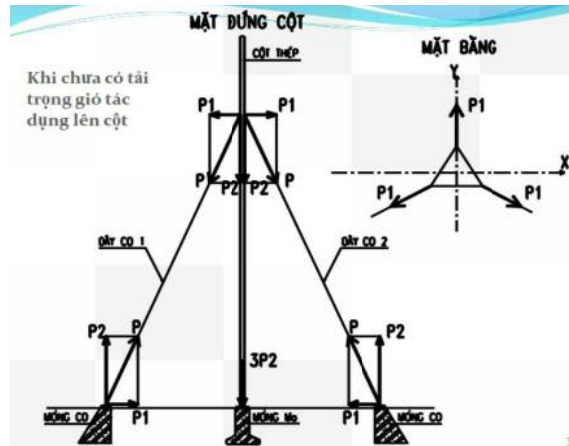
<sup>1</sup> Ban Quản lý Dự án đầu tư xây dựng Bộ Tài nguyên và Môi trường

<sup>2</sup> Ban Quản lý các dự án khí tượng thủy văn  
Email: hungtaulc@gmail.com

bởi kết cấu cơ khí và vật liệu đơn giản, cột được lắp theo tiêu chuẩn của WMO với độ cao từ 10 đến 12 m tùy điều kiện khu vực, công trình cột gió được lắp đặt hầu hết trong vườn khí tượng trên nền móng bê tông chắc chắn, hệ thống cáp néo và mỏ néo được bố trí cân đối, giúp cho cột vững chắc và thẳng, các thiết bị lắp trên cột gió đều được ghá trên các cánh tay đòn cân đối. Cột gió luôn được cán bộ quan trắc viên tại trạm duy tu bảo dưỡng thường xuyên như: sơn cột gió định kỳ, tra dầu mỡ lên hệ thống cáp néo chống ăn mòn định kỳ, kiểm tra các bulong đai ốc thường xuyên, kiểm tra hệ thống tiếp đất, đo điện trở đất định kỳ..., vì vậy công trình cột đo gió được xem là công trình bền vững và có độ ổn định tốt, tuy nhiên do không có những tính toán chi tiết, lường trước những kích bản tác động như tải trọng gió, động đất nên kích thước các công trình cột lắp máy gió hiện nay, một số thì quá to, thừa dẫn đến lãng phí, nhiều trường hợp cột gió ở những khu vực chịu tải trọng gió lớn như ở biển lại bị đổ do bão như trạm Khí tượng hải văn Bạch Long Vỹ (năm 2015), trạm Côn Đảo (2008).

## 2. Nguyên lý làm việc, tính toán cột trụ dây co

### 2.1. Khi chưa có tải trọng gió tác dụng lên cột



Hình 1. Sơ đồ làm việc của cột trụ dây co khi chưa có tải trọng gió tác dụng

Tải trọng chính gây nguy hiểm cho cột là tải trọng gây ra bởi gió bão, khi chưa có gió bão thì các cấu kiện làm việc được thể hiện như trên hình 1.

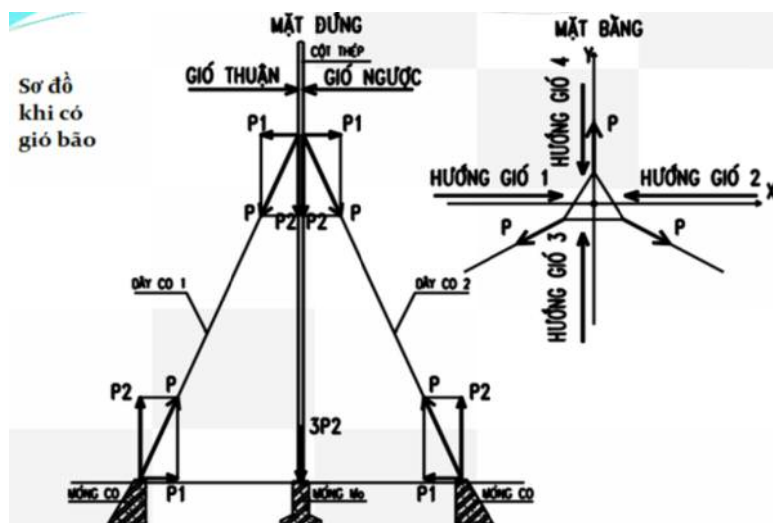
- Dây co: Chịu lực căng trước  $P$ ;
- Cột thép: Lực căng  $P$  từ dây co tác dụng lên cột theo 2 xu hướng (lực  $P$  được phân thành 2 thành phần  $P_1$  và  $P_2$ ); Xu hướng  $P_1$  kéo đổ cột; Xu hướng  $P_2$  nén cột.
- Móng M0: Chịu lực nén do các tải trọng sau: Trọng lượng bản thân cột và trọng lượng anten treo lên cột; Tải trọng nén do thành phần  $P_2$  của lực căng trước dây co.
- Móc neo: Làm nhiệm vụ liên kết và truyền lực giữa dây co với móng co nên móc neo luôn luôn chịu kéo.

- Móng co: Chịu lực căng trước của dây co  $P$  hướng lên trên thông qua móc neo nên móng co có 3 xu hướng mất ổn định ( $P$  được phân thành 2 thành phần  $P_1, P_2$ ); Xu hướng  $P_1$  kéo trượt móng co về phía chân cột.

## 2.2. Sơ đồ khi có gió bão

Gió tác dụng lên toàn bộ thân cột và thiết bị đo gió được thổi theo nhiều chiều khác nhau, gió thổi trên cùng một phương theo chiều thuận hoặc theo chiều nghịch (gió thuận, gió ngược)

Gió thổi trên cột anghen được quy thành các lực tập trung tác dụng ở các đốt cột và các vị trí treo thiết bị đo gió và tính gió thổi theo hai phương chính (phương  $X$  và phương  $Y$ ) như hình vẽ 2.



Hình 2. Sơ đồ làm việc của cột trụ dây co khi có tải trọng gió tác dụng

Để đảm bảo cột anghen không bị đổ gãy thì cột anten, dây co, bu lông, móc neo, móng, đất nền phải chịu được lực lớn nhất gây ra do gió bão.

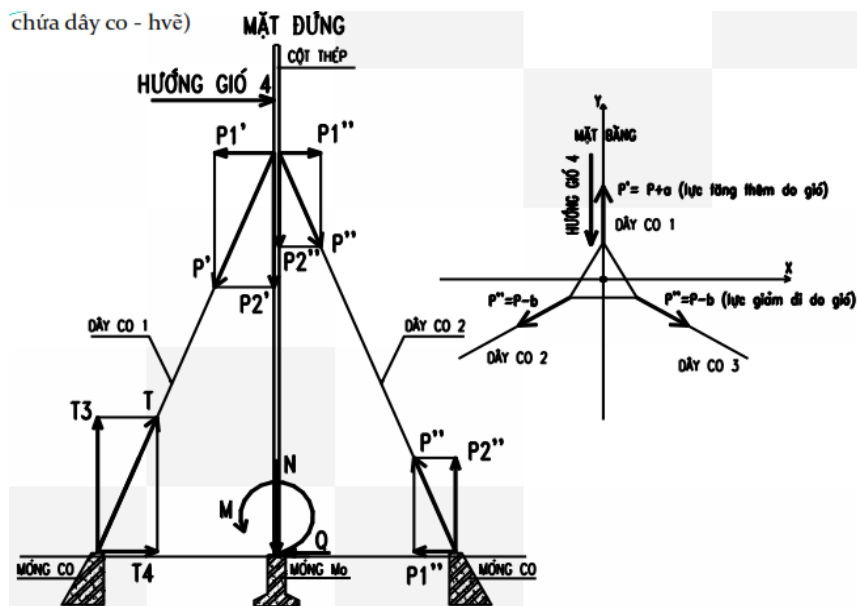
Xét trường hợp gió thổi theo hướng 4 (Hướng gió thổi trùng với một mặt phẳng chứa dây co).

Khi gió thổi theo hướng gió 4 thì các lực trong các cấu kiện cột anten thay đổi như sau:

Dây co: Trường hợp gió thổi theo hướng 4 sẽ làm cho dây co 1 có xu hướng căng thêm ( $P' = P + a$ ) và dây co 2, 3 có xu hướng trùng xuống ( $P'' = P - b$ ), lực căng  $P' > P$  và  $P'' < P$  do đó để đảm bảo dây co không đứt thì ta phải chọn dây co có lực kéo đứt ( $F_c$ ) phải lớn hơn lực căng lớn nhất trong dây co do gió gây ra tức là  $F_c > 1.2P'$  (1.2 là hệ số an toàn).

Cột thép: Cột chịu lực nén  $P_2', P_2''$  Chịu lực kéo ngang không đều  $P_1'$  và  $P_1''$ .

Do đó khi tính toán phải đảm bảo thân cột phải chịu được các lực nén và các bulong nối giữa các đốt cột phải chịu được các lực kéo ngang không đều.



Hình 3. Phân lực gối của các phần tử và các liên kết của cột trụ dây co

Móng  $M_0$ :

- Móng  $M_0$  giữ cho cột thẳng đứng nên móng  $M_0$  chịu các thành phần lực truyền xuống từ cột.

- Lực nén ( $N$ ) là tổng hợp của các lực  $P_2'$  và  $P_2''$  rồi truyền xuống nền đất dưới đáy móng.

- Lực cắt chân cột ( $Q$ ) do lực kéo ngang không đều giữa  $P_1'$  và  $P_1''$  truyền xuống có xu hướng gây trượt, lật cho móng  $M_0$ .

- Mô men uốn ( $M$ ) tại chân cột gây ra do lực kéo ngang không đều  $P_1'$  và  $P_1''$  có xu hướng gây lật móng  $M_0$ .

- Do đó móng  $M_0$  phải thiết kế để đảm bảo đủ cường độ để chịu được lực nén  $N$ , Cường độ của đất nền phải chịu được lực nén do móng truyền xuống, không bị lật do tác dụng của mômen  $M$

và  $Q$ , không bị trượt do tác dụng của lực  $Q$ .

Móng co:

- Móc neo: Chịu một lực căng lớn nhất là  $T$  do đó khi tính toán yêu cầu cường độ kéo đứt cho phép của móc neo ( $R$ ) phải lớn hơn  $(1,2-1,5)T$ .

- Để móng không chịu nhỏ và lật bởi lực  $T_3, T_4$  thì trọng lượng móng và đất trên hố móng phải lớn hơn lực nhỏ  $T_3$  và lực gây lật  $T_4$ , để móng co không bị trượt bởi lực  $T_4$  thì lực ma sát dưới đáy móng và áp lực đất phía cánh móng phải lớn hơn lực kéo trượt  $T_4$ .

### 3. Áp dụng tính toán, phân tích cột lắp máy đo gió dạng giàn tam giác

#### 3.1. Thông số cột lắp máy đo gió

Loại cấu trúc cột lắp máy đo gió	Tam giác	
Chiều cao cột lắp máy đo gió	12	(m)
Cao độ tự nhiên	0	(m)

Bảng 1. Thông số các cấu kiện của cột lắp máy đo gió

Cấu kiện	Kích thước	Vật liệu	Sức kháng chảy	Sức kháng kéo
			$F_y$ (Mpa)	$F_u$ (Mpa)
Cấu kiện chính	P49x3.2	Thép	245	400
Thanh giằng	D14	Thép	235	400
Cáp	D10	Thép		

Bảng 2. Thông số cáp neo

Số	Lớp cáp	Đường kính (mm)	Cao độ tại neo (m)	Cao độ tại neo (m)	Lực ban đầu (kN)	Khung chống xoay
1	L1	11.11	0	11.6	6	

### 3.2. Tiêu chuẩn

Tiêu chuẩn thiết kế: (1) ANSI/TIA/EIA-222-G2-2008: Tiêu chuẩn Kết cấu ăng ten tháp và Cấu trúc hỗ trợ ăng ten; (2) AISC-LRFD-99: Đặc điểm kỹ thuật cho xây dựng kết cấu thép - Thiết kế ứng suất cho phép.

Tiêu chuẩn tham khảo: (1) QCVN 02-2009/BXD: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia - điều

kiện số liệu quốc gia về xây dựng; (2) TCVN 2737 - 1995: Tải trọng và hiệu ứng - Tiêu chuẩn thiết kế; (3) TCVN 5575-2012: Kết cấu thép - Tiêu chuẩn Thiết kế; (4) TCVN 1651 -1- 2008: Thép dùng cho gia cố bê tông.

### 3.3. Các trường hợp tải trọng

Tải trọng: Có 3 tải trọng: Tĩnh tải, Lực gió và lực căng cáp như bảng 3.

Bảng 3. Tĩnh tải, lực gió và lực căng cáp

Tải trọng	Mô tả
<b>Tĩnh tải</b>	
DEADT	Trọng lượng của cấu trúc Tháp bao gồm dây cáp và khối lượng khung, khung lắp anten
	Trọng lượng phụ kiện, tấm nối, bu lông ... sẽ được coi là 15% DEADT
DEADA	Trọng lượng thiết bị đo gió
CABTEN	Lực căng cáp ban đầu
<b>Lực gió</b>	
WT_Di	Lực gió lên trụ tháp với Hướng i
WF_Di	Lực gió lên các phụ kiện với Hướng i
WA_Di	Lực gió lên thiết bị đo gió với Hướng i
WG_Di	Lực gió lên cáp với Hướng i

a. Lực gió tác dụng lên khung giàn cột lắp máy đo gió

WT\_Di là lực gió theo phương ngang (F) tác dụng lên từng mặt cắt cấu trúc (i là số liệu 1, 2,

3 trong đương hướng 1, 2, 3).

$$F_{ST} = q_z \cdot G_H \cdot (EAP)_S + q_z \cdot G_H \cdot (EAP)_A \quad (1)$$

Trong đó:  $q_z$  là áp suất vận tốc (TIA-222-G)

$$q_z = 0.613 k_z k_{z1} k_d V^2 \text{ (N/m}^2\text{)} \text{ với } V \text{ tính bằng m/s} \quad (2)$$

Trong đó:  $k_z$  là hệ số áp suất gió;  $k_{z1}$  là hệ số địa hình.

$$k_z = 2.01 [z/274]^{2/9.5} \text{ với } z \text{ tính bằng m, } 0.85 = k_{\min} \leq k_z \leq 2.01 \quad (3)$$

$G_H$  là hệ số đáp ứng gió (cột có mái che);  $(EAP)_S$  là diện tích hữu hiệu của công trình.

$$(EAP)_S = C_f (D_f \cdot \Sigma A_f + D_r (A_r \cdot R_r)) \quad (4)$$

Hệ số lực cấu trúc được tính theo công thức sau:

$$C_f = 4.0e^2 - 5.9e + 4 \text{ với } e = (A_f + A_r)/A_G \quad (5)$$

Trong đó:  $A_f$  là diện tích dự kiến ( $m^2$ ) của các thành phần kết cấu phẳng ở một mặt của mặt cắt;  $A_r$  là diện tích dự kiến ( $m^2$ ) của các bộ phận cấu trúc tròn ở một mặt của mặt cắt;  $A_G$  là tổng diện tích của một mặt tháp nếu bề mặt là rắn;  $D_f$  là hệ số hướng gió cho các thành phần kết cấu phẳng từ Bảng 2-6 trong TIA-222-G;  $D_r$  là hệ số hướng gió đối với các cấu trúc tròn trong TIA-222-G;  $R_r$

là hệ số giảm đối với các cấu kiện kết cấu tròn.

$$R_r = 0.57 - 0.14e + 0.86e^2 - 0.24e^3 \leq 1.0 \text{ khi } C < 4.4 \quad (6)$$

$$R_r = 0.36 + 0.26e + 0.97e^2 - 0.63e^3 \text{ khi } C > 8.7 \quad (7)$$

khi  $4.4 < C < 8.7$  nội suy tuyến tính

$$C = (I \cdot k_z \cdot k_{z1})^{1/2} \cdot D^* \cdot V \quad (8)$$

Trong đó:  $D$  là đường kính ngoài của bộ phận trong cấu trúc;  $(EAP)_A$  Diện tích dự kiến hữu hiệu.

$$(EAP)_A = K_a \{ (EAP)_N \cos^2(\Theta) + (EAP)_T \sin^2(\Theta) \} \quad (9)$$

Trong đó:  $K_a = 1$ , có thể sử dụng cho các cấu kiện phụ và giá trị của  $k_a$  là không đổi đối với mọi hướng gió;  $\Theta$  là góc tương đối giữa góc phương vị liên quan đến mặt bình thường của thiết bị phụ và hướng gió;  $(EAP)_N$  là diện tích dự kiến hữu hiệu liên quan đến mặt gió đối mặt bình thường với góc phương vị của cấu kiện phụ;  $(EAP)_T$  là diện tích dự kiến hữu hiệu liên quan đến mặt bên gió đối mặt với góc phương vị của cấu kiện phụ.

Bảng 4. Tổng lực gió tác dụng lên cột trụ

Trụ tháp	Hướng gió =0 độ			Hướng gió =45 độ			Hướng gió =90 độ			Hướng gió =135 độ		
	F <sub>S</sub> (kN)	F <sub>A</sub> (kN)	F (kN)	F <sub>S</sub> (kN)	F <sub>A</sub> (kN)	F (kN)	F <sub>S</sub> (kN)	F <sub>A</sub> (kN)	F (kN)	F <sub>S</sub> (kN)	F <sub>A</sub> (kN)	F (kN)
S01	0.990	0.621	1.611	1.188	0.290	1.477	0.990	0.621	1.611	1.188	0.290	1.477
S02	1.140	0.716	1.856	1.368	0.334	1.702	1.140	0.716	1.856	1.368	0.334	1.702

Trụ tháp	Hướng gió =180 độ			Hướng gió =225 độ			Hướng gió =270 độ			Hướng gió =315 độ		
	F <sub>S</sub> (kN)	F <sub>A</sub> (kN)	F (kN)	F <sub>S</sub> (kN)	F <sub>A</sub> (kN)	F (kN)	F <sub>S</sub> (kN)	F <sub>A</sub> (kN)	F (kN)	F <sub>S</sub> (kN)	F <sub>A</sub> (kN)	F (kN)
S01	0.990	0.621	1.611	1.188	0.290	1.477	0.990	0.621	1.611	1.188	0.290	1.477
S02	1.140	0.716	1.856	1.368	0.334	1.702	1.140	0.716	1.856	1.368	0.334	1.702

b. Lực gió tác dụng lên dây cáp

Lực gió thiết kế trên dây cáp  $F_G$  được xác định theo phương trình sau:

$$F_G = C_d d L_G G_H q_z \sin^2 \Theta_g \quad (10)$$

Trong đó:  $C_d$  là hệ số kéo cho dây,  $C_d = 1.2$ ;  $D$  là đường kính dây;  $L_G$  là chiều dài dây;  $G_H$  là hệ số đáp ứng gió,  $G_H = 0.85$ ;  $q_z$  là áp suất vận tốc tại giữa dây;  $\Theta_g$  là góc thật của tỷ lệ gió tới dây neo.

Bảng 5. Các thông số tính toán lực gió tác dụng lên dây cáp

Lớp	Neo	ELV <sub>B</sub> (m)	ELV <sub>T</sub> (m)	B <sub>B</sub> (m)	L <sub>G</sub> (m)	d (m)	G <sub>H</sub>	Cd	K <sub>Z</sub>	Kd	Kt	q <sub>z</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
Dây1	1	0	11.6	12.00	16.69	0.01	0.850	1.200	0.89	0.85	1.00	0.808

Trong đó: ELV<sub>B</sub> là mức dưới cùng của phân đoạn; ELV<sub>T</sub> là mức trên cùng của phân đoạn; B<sub>B</sub> là chiều dài ngang dây; L<sub>G</sub> là chiều dài dây; d là đường kính dây; H là chiều cao đoạn đang xét;

K<sub>Z</sub> là hệ số phơi; q<sub>z</sub> là áp suất gió; G<sub>H</sub> là hệ số đáp ứng gió.

Lực gió tác dụng lên các dây cáp là như nhau. Kết quả tính toán tám loại hướng gió được thể hiện trong bảng 6.

Bảng 6. Lực gió tác dụng lên dây cáp

Hướng gió		Hướng gió F = 0 độ			Hướng gió F = 45 độ			Hướng gió F = 90 độ			Hướng gió F = 135 độ		
Đoạn	neo số	Θ <sub>g</sub> (độ)	sin <sup>2</sup> Θ <sub>g</sub>	F <sub>G</sub> (kN)	Θ <sub>g</sub>	sin <sup>2</sup> Θ <sub>g</sub>	F <sub>G</sub> (kN)	Θ <sub>g</sub>	sin <sup>2</sup> Θ <sub>g</sub>	F <sub>G</sub> (kN)	Θ <sub>g</sub>	sin <sup>2</sup> Θ <sub>g</sub>	F <sub>G</sub> (kN)
Dây1	1	59.47	0.74	0.113	44.03	0.48	0.074	59.47	0.74	0.113	90.00	1.00	0.153

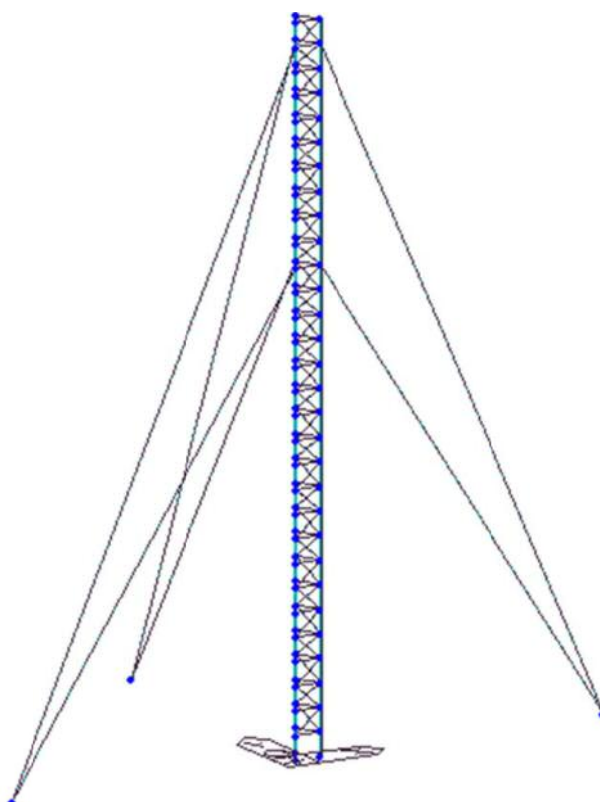
  

Hướng gió		Hướng gió F = 180 độ			Hướng gió F = 225 độ			Hướng gió F = 270 độ			Hướng gió F = 315 độ		
Đoạn	neo số	Θ <sub>g</sub> (độ)	sin <sup>2</sup> Θ <sub>g</sub>	F <sub>G</sub> (kN)	Θ <sub>g</sub>	sin <sup>2</sup> Θ <sub>g</sub>	F <sub>G</sub> (kN)	Θ <sub>g</sub>	sin <sup>2</sup> Θ <sub>g</sub>	F <sub>G</sub> (kN)	Θ <sub>g</sub>	sin <sup>2</sup> Θ <sub>g</sub>	F <sub>G</sub> (kN)
Dây1	1	59.47	0.74	0.113	44.03	0.48	0.074	59.47	0.74	0.113	90.00	1.00	0.153

c. Phân tích kết cấu

Sử dụng phần mềm Midas Civil 2011 để phân tích, tính toán nội lực của các phần tử thanh trong khung giàn và biến dạng của cấu trúc cột tháp lắp máy đo gió.

Các thanh trong khung giàn cột lắp máy đo gió được khai báo là phần tử “TRUSS”, cáp neo được khai báo là phần tử “CABLE”, liên kết cột lắp máy đo gió và dây neo với đất nền là liên kết ngàm cứng (Hình 4).



Hình 4. Mô hình hóa kết cấu cột trụ lắp máy đo gió

**3.4. Kết quả tính toán**

Giá trị phản lực gối tại Móng M<sub>0</sub> và Móng co (Móng 1, 2, 3) lớn nhất (ở đây ta chỉ xét đến

phần lực thẳng đứng), ứng với các trường hợp tải trọng.

Bảng 7. Giá trị phản lực gối

Nút	Trường hợp đầu ra	Loại tổ hợp	Loại bước	F1	F2	F3	M1	M2	M3	Chú thích
				KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
1	GIÓ180_US	Không tĩnh	Max	0.432	-0.71	71.063	0.0212	0.1347	0.0109	Móng M <sub>0</sub>
148	GIÓ45_US	Không tĩnh	Max	-35.449	35.642	-126.903	0	0	0	Móng co 1

**3.5. Kiểm toán ứng suất**

a. Thanh chịu kéo và nén

- Đối với ống thép:

$$\text{Khi } D/t < 0.114 \frac{E}{F_y} \rightarrow F'_y = F_y \tag{11}$$

$$0.114 \frac{E}{F_y} < D/t < 0.448 \frac{E}{F_y} \rightarrow F'_y = \left( \frac{[0.0379E]}{(D/t)F_y} + \frac{2}{3} \right) F_y \tag{12}$$

$$0.448 \frac{E}{F_y} < D/t < 400 \rightarrow F'_y = \left( \frac{0.337E}{(D/t)} \right) \tag{13}$$

- Đối với thanh thép tròn đặc:

$$w/t < 0.47 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow F'_y = F_y \tag{14}$$

$$0.47 \sqrt{\frac{E}{F_y}} < w/t < 0.85 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow F'_y = [1.677 - 0.677 \left( \frac{w/t}{0.47 \sqrt{E/F_y}} \right)] \tag{15}$$

$$0.85 \sqrt{\frac{E}{F_y}} < w/t < 25 \rightarrow F'_y = 0.0332 \pi^2 E / (w/t)^2 \tag{16}$$

Ứng suất cho phép của thép

- Ứng suất cho phép của thép:

$$[P]_{\max} = 0.9 * F'_y * A_g \tag{17}$$

- Ứng suất cho phép nén:

$$\text{Ti lệ cột mảnh } \lambda_c = \frac{KL}{R\pi} \sqrt{\frac{F'_y}{E}} \tag{18}$$

$$\text{cho } \lambda \leq 1.5 \rightarrow F_{cr} = 0.658^{\lambda_c^2} * F'_y; \tag{19}$$

$$\text{cho } \lambda > 1.5 \rightarrow F_{cr} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} * F'_y; \tag{20}$$

$$[P]_{\max} = 0.85 * F_{cr} * A_g \tag{21}$$

Trong đó: E là mô đun đàn hồi cho thép;  $F_y$  là giới hạn chảy nhỏ nhất được xác định; r là bán kính quán tính; L là chiều dài chịu nén thực tế; K

là hệ số chiều dài hữu hiệu; w là độ rộng thanh; t là chiều dày thanh; D là đường kính thanh.

Kết quả kiểm toán:

Bảng 8. Lực dọc trục và tính chất mặt cắt các thanh trong khung

Cấu kiện	Lực dọc trục			Tính chất mặt cắt khung					
	$P_{max}$ (kN)	$P_{min}$ (kN)	A (m <sup>2</sup> )	L (m)	I (m <sup>4</sup> )	r (m)	K	KL/r	$\lambda_c$
Ống D49x3.2	15.38	-84.47	0.000704	0.440	2.77E-07	0.020	1.00	22.2	0.247
Thanh giằng D14	6.17	-7.20	0.000254	0.666	5.15E-09	0.005	0.70	103.6	1.130

Bảng 9. Kiểm toán kéo, nén các thanh trong khung

Cấu kiện	Kéo		Nén		OK
	$F_y$ Mpa	$[P]_{max}$ kN	$F_{cr}$ kPa	$[P]_{max}$ kN	
Ống D49x3.2	245	155	239	142,8	59,13%
Thanh giằng D14	235	54	138	29,8	24,19%

b) Kiểm toán dây cáp

Lực căng lớn nhất của dây cáp  $V_{max} = 2,07\text{kN}$

Lực kéo đứt nhỏ nhất của dây cáp  $[V] = 4,15\text{kN}$

Hệ số an toàn  $\eta = \frac{V_{max}}{[V]} = 2.01 > 1,67$

→ Đảm bảo an toàn

3.6. Kiểm toán móng

Ở đây, trong phạm vi bài báo này, tác giả không thực hiện tính toán kiểm toán chi tiết móng co và móng  $M_0$  do chịu sự ảnh hưởng, thay đổi số liệu của địa chất. Đối với móng  $M_0$ , cần kiểm toán khả năng chịu lực của đất nền do chịu tải trọng thẳng đứng là chủ yếu. Đối với móng co, do còn phải chịu một lực đẩy ngang lớn từ dây cáp truyền xuống nên ngoài kiểm toán khả năng chịu lực của đất nền, còn cần phải kiểm toán sức kháng trượt và sức kháng lật của móng.

4. Kết luận và kiến nghị

Sau quá trình phân tích nguyên lí làm việc

của kết cấu cột trụ dây co, có thể đưa ra một số nhận xét như sau:

- Cột trụ chịu tác động, ảnh hưởng lớn nhất bởi lực gió.

- Để cột đứng vững không bị đổ thì các lực tác dụng lên cột, móng  $M_0$ , Móng co phải cân bằng nhau.

- Móng  $M_0$  chủ yếu chịu lực nén, ngoài ra còn có lực gây trượt, gây lật khi cột trụ chịu tác động bởi gió.

- Móng co chủ yếu chịu lực nhỏ và lực gây trượt từ dây cáp truyền xuống khi chịu tác động bởi gió.

Từ đó, tác giả tiến hành áp dụng tính toán với một trường hợp cột trụ lắp máy đo gió thực tế với các kích thước được đề xuất thỏa mãn các yêu cầu chịu lực, độ ổn định, nhằm có được một số liệu thiết kế có tính kinh tế nhất mà vẫn đảm bảo an toàn trong quá trình khai thác

Tài liệu tham khảo

1. ANSI/TIA/EIA-222-G2-2008: Tiêu chuẩn kết cấu ăng ten tháp và cấu trúc hỗ trợ ăng ten.
2. AISC-LRFD-99: Đặc điểm kỹ thuật cho xây dựng kết cấu thép - Thiết kế ứng suất cho phép.
3. TCVN 2737-1995: Tải trọng và hiệu ứng - Tiêu chuẩn thiết kế.
4. TCVN 5575-2012: Kết cấu thép - Tiêu chuẩn Thiết kế.



**BEHAVIOR PRINCIPALES OF ANCHORED CABLE COLUMNS WITH  
APPLICATION IN THE DESIGN AND STABILITY ANALYSIS OF WIND MEASURE  
DEVICE INSTALLED - COLUMNS**

**Nguyen Viet Hung<sup>1</sup>, Duong Quoc Hung<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Management Board of Investment Projects to build the Ministry of  
Natural Resources and Environment

<sup>2</sup>Management Board of Hydro-Meteorological Projects

***Abstract:** In the research, after analyzing the behavior principles of anchored cable columns with and without the effects of wind load, the author comes up with the design and stability analysis of wind measure device installed-columns, which possesses size and specification of a typical work. Accordingly, previous designs of the wind measure device installed-columns are re-evaluated and new designs are created that are more suitable and cost-effective but still guarantee the stability, durability as well as the requirements of producing precise and reliable data of wind measure results.*

***Keywords:** Wind machine tower, guyed mast tower, wind load.*