

## **ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐO CAO HÌNH HỌC TRONG QUAN TRẮC ĐỘ VÔNG CỦA HỆ DẦM THÉP KHẨU ĐỘ LỚN**

**KS. NGUYỄN VĂN XUÂN**

**ThS. LÊ VĂN HÙNG**

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Dự án 239/05 - Bộ Công an được xây dựng trên diện tích 5,8ha là tổ hợp đa chức năng với tính kỹ thuật, mỹ thuật rất cao, nhà thiết kế đã đưa ra giải pháp thiết kế hệ dầm thép với khẩu độ nhịp là 43m, cao 8m và được lắp đặt ở độ cao 31m so với chân công trình. Hệ dầm gồm 4 dầm thép được đặt lên 4 vách bê tông cốt thép dày 1.4m. Do phải đỡ tải trọng của 10 tầng nên hệ dầm thép bị võng, các nhà thiết kế đã tính toán giá trị độ võng dự kiến của hệ dầm thép. Để theo dõi và đưa ra giá trị độ võng thực tế của hệ dầm thép trong quá trình chất tải, Trung tâm Tư vấn Trắc địa và Xây dựng đã được giao nhiệm vụ quan trắc độ võng của hệ dầm thép này. Căn cứ vào những yêu cầu khắt khe về kỹ thuật và trang thiết bị cùng với đặc điểm kết cấu của hệ dầm thép, Trung tâm Tư vấn Trắc địa và Xây dựng đã lựa chọn phương pháp đo cao hình học để quan trắc độ võng hệ dầm thép trên. Bài báo này nêu chi tiết phương pháp quan trắc hệ dầm thép bằng phương pháp đo cao hình học.

### **1. Mô tả kết cấu**

Hệ dầm thép được thiết kế nằm trong hệ kết cấu của nhà A thuộc công trình trụ sở Bộ Công an. Hệ dầm gồm 4 dầm thép được đặt lên 4 vách bê tông cốt thép dày 1.4m, mỗi dầm có khẩu độ nhịp là 43m, cao 8m và được lắp đặt ở độ cao 31m so với chân công trình, hệ dầm phải đỡ tải trọng của 10 tầng phía trên.



**Hình 1. Hệ dầm thép**

Với dạng kết cấu dầm thép, việc xác định giá trị độ võng của dầm được áp dụng theo tiêu chuẩn TCXDVN 338:2005 Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế.

### **2. Áp dụng phương pháp đo cao hình học xác định độ võng hệ dầm thép khẩu độ lớn**

#### **2.1. Phương pháp đo cao hình học**

Phương pháp đo chênh cao giữa 2 điểm bằng một tia ngắm nằm ngang của máy thủy chuẩn. Giả sử có 2 điểm A, B trên thực địa. Đặt mia trên các điểm A, B, tại vị trí có thể ngắm tới 2 điểm A, B đặt máy thủy chuẩn. Hiệu độ cao  $h = H_A - H_B$  là chênh cao của điểm B so với điểm A, là hiệu các số đọc

## THI CÔNG XÂY LẬP – KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG

trên mia đặt tại A và tại B qua máy thủy chuẩn. Nếu 2 điểm A, B ở cách xa nhau, tại một trạm máy không thể ngắm tới cả 2 điểm A và B ta vẫn có thể đo được chênh cao giữa 2 điểm này bằng cách đo chênh cao liên tiếp từng cặp điểm gần nhau. Điểm trước của cặp điểm này là điểm sau của cặp điểm nối tiếp tạo thành một tuyến đo liên tiếp. Khi đó  $h = H_A - H_B = \sum s - \sum Tr$ ;  $\sum s$  là tổng các số đọc mia sau  $\sum Tr$  là tổng các số đọc mia trước. Đo cao hình học được tiến hành theo từng tuyến. Nhiều tuyến nối với nhau tạo thành một lưới độ cao. Khi trong lưới có ít nhất 1 điểm đã biết độ cao, tiến hành tính toán bình sai lưới độ cao đo được sẽ được độ cao của các điểm còn lại trong lưới.

Từ mục 1 ta thấy để xác định giá trị độ võng hệ dầm thép ta cần xác định giá trị độ cao của 2 điểm đầu dầm và các điểm cần xác định giá trị độ võng trên dầm thép. Khi đó ta cần đo nối các điểm quan trắc độ võng dầm thành các vòng độ cao khép kín và nối các vòng khép kín độ cao khép kín này với các mốc độ cao cơ sở.

### 2.2. Lựa chọn cấp độ chính xác đo cao hình học và thiết bị sử dụng

#### a. Lựa chọn cấp độ chính xác đo cao hình học

Theo tính toán của thiết kế giá trị biến dạng võng nhỏ nhất của hệ dầm là 1.9mm, do vậy sai số quan trắc của kết cấu không vượt quá  $\pm 1$  mm. Với độ chính xác như vậy chúng tôi lựa chọn cấp độ đo cao hình học có độ chính xác tương đương lưới độ cao hạng II.

#### b. Thiết bị sử dụng

Việc quan trắc độ võng hệ dầm thép được thực hiện bằng máy thủy bình độ chính xác cao NA2. (hình 2: Máy thủy chuẩn LEICA NA2 do Thụy Sĩ sản xuất).



Hình 2. Máy Thủy chuẩn LEICA NA2

Bảng 1. Một số tính năng kỹ thuật của máy NA2

Tên máy	Nước SX và hãng	Ống kính		Giá trị phân khoảng bọt thủy		SSTP đo chênh cao 1km đi và về (mm)	Ghi chú
		Độ phóng đại	Khoảng cách ngắn nhất	Bọt thủy dài	Bọt thủy tròn		
NA2	Thụy sĩ Leica	40x	0.9 m	Tự động	8'/2 mm	Sử dụng Micrometer: $\pm 0.3$	

### 2.3. Giải pháp thiết kế mốc độ cao cơ sở và mốc quan trắc độ võng dầm

#### a. Bố trí, khoan gắn hệ thống mốc độ cao cơ sở

Hai đầu hệ dầm thép khẩu độ lớn được gổ lên 4 vách bê tông rộng 1.4m trên tầng 9 của 2 khối nhà hai bên. Để có cơ sở chuyển độ cao vào các mốc quan trắc độ võng của hệ dầm chúng tôi xây

## THI CÔNG XÂY LẬP – KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG

dựng hệ thống 3 mốc chuẩn quan trắc được khoan sâu xuống tầng cuội sỏi, 3 mốc chuẩn được giả định độ cao và đo nối với nhau tạo thành vòng khép kín. Tại 2 khối nhà hai bên đầu hệ dầm chúng tôi khoan gắn hệ mốc lún vào các cột chịu lực tại tầng 1 và tầng 9 (vị trí các mốc lún tại tầng 1 và tầng 9 tương ứng với nhau theo từng cột). Từ cao độ của các hệ 3 mốc chuẩn quan trắc chuyển độ cao vào các mốc lún tại hai khối nhà đầu dầm ở tầng 1 sau đó từ cao độ của các mốc lún ở tầng 1 chuyển cao độ lên các điểm lún tại tầng 9. Tại mỗi chu kỳ đo chọn ra mốc lún ổn định nhất. Từ mốc lún ổn định nhất chuyển cao độ vào các điểm đo võng của hệ dầm.

*b. Giải pháp thiết kế mốc quan trắc độ võng dầm thép khẩu độ lớn*

\* Đặc điểm:

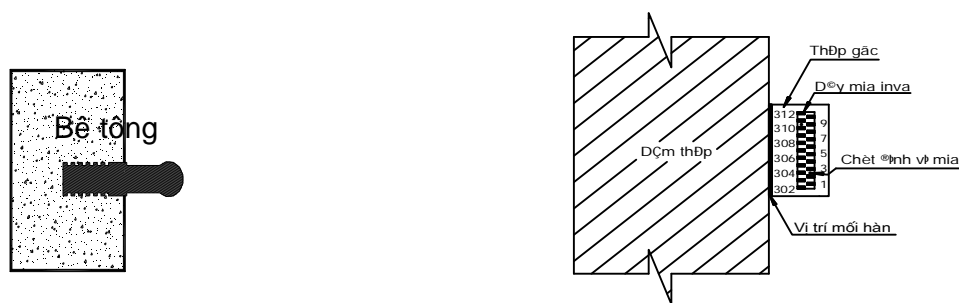
Hệ dầm thép khẩu độ lớn là kết cấu dạng đặc biệt, dầm được cấu tạo từ những tấm thép khổ lớn, được liên kết với nhau bởi các mối hàn đặc biệt. Khi thi công xong dầm được đưa lên trên độ cao 31m, sau đó sơn chống gỉ và sơn chống cháy. Không giống như các công trình khác là có thể đặt trực tiếp mia lên các đối tượng quan trắc. Hệ dầm thép thi công xong sẽ không đặt mia được tại vị trí cần quan trắc. Vì vậy tại các vị trí gắn mốc quan trắc độ võng trên dầm thép phải là loại mốc có sẵn mia trên đó. Đây là loại mốc rất đặc biệt, từ trước đến nay chưa từng có công trình nào sử dụng và không có bán trên thị trường.

\* Yêu cầu của mốc:

- Thép chế tạo mốc có tính chất giống thép của dầm;
- Sau khi hàn gắn mốc vào dầm thép, các mối hàn và sơn chống gỉ và sơn chống cháy;
- Thước chia vạch của mốc không được co giãn theo thời gian;
- Các ký hiệu trên mia phải rõ;
- Theo tính toán của thiết kế tại các điểm đáy của hệ dầm đều có giá trị độ võng cụ thể, vì thế để theo dõi giá trị độ võng tại các vị trí này cần gắn các mốc quan trắc võng tại khối thép đáy hệ dầm theo đúng vị trí thiết kế (hình 4).

\* Thiết kế, chế tạo mốc:

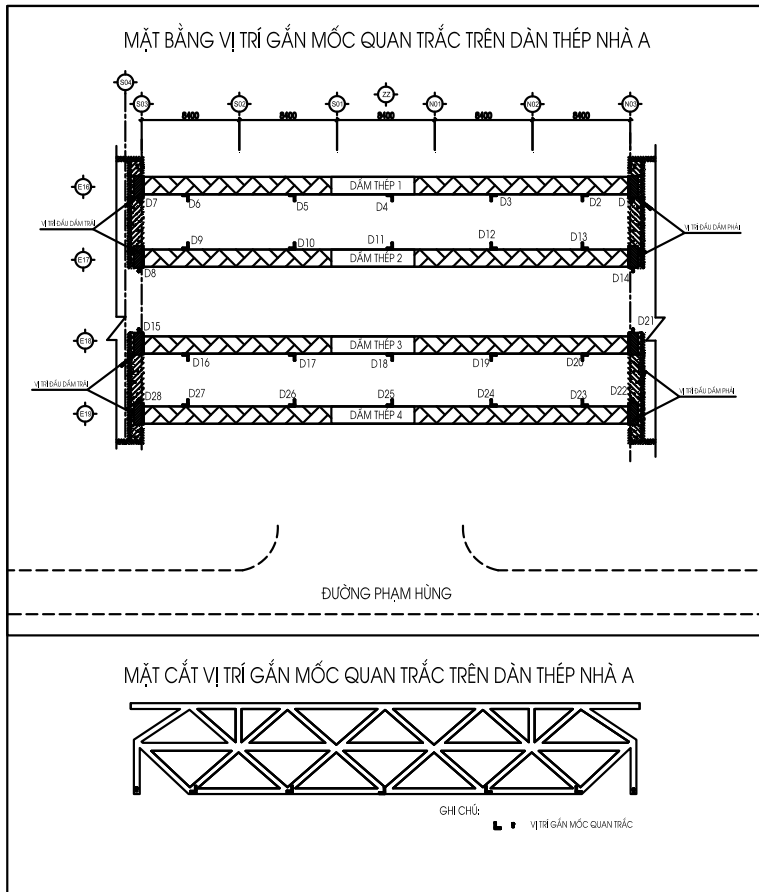
Từ những đặc điểm và yêu cầu của mốc. Các cán bộ kỹ thuật của Trung tâm Tư vấn trắc địa và xây dựng đã tìm hiểu, nghiên cứu và chế tạo ra loại mốc đáp ứng được các yêu cầu khắt khe kể trên (hình 3b).



a. Cấu tạo mốc chuẩn quan trắc

b. Cấu tạo mốc gắn trên hệ dầm thép

**Hình 3. Cấu tạo mốc quan trắc**



**Hình 4. Sơ đồ bố trí mốc quan trắc độ võng theo yêu cầu của thiết kế**

**2.4. Phương pháp quan trắc**

Phương pháp đo được sử dụng để xác định độ võng của công trình là phương pháp đo cao hình học cấp II.

Việc đo độ võng được thực hiện qua hai bước:

**Bước 1. Đo lưới chuẩn**

Lưới chuẩn là lưới giả định độ cao của một mốc chuẩn và đo nối các mốc chuẩn với nhau. Mục đích của việc đo lưới chuẩn là kiểm tra độ ổn định của các mốc chuẩn. Việc đo lưới chuẩn được đo bằng phương pháp đo cao hình học chính xác tạo thành các vòng khép kín.

**Bước 2. Dẫn độ cao từ các mốc chuẩn vào các mốc đo lún**

Mục đích của việc dẫn độ cao vào các mốc đo lún là để xác định độ cao thực tế của các mốc trong chu kỳ hiện tại. Việc dẫn độ cao vào các mốc đo lún được thực hiện bằng phương pháp đo cao hình học chính xác theo một hướng. Khi đo phải tạo thành các vòng khép kín và tuân thủ các hạn sai theo quy phạm hiện hành.

**2.5. Xử lý kết quả đo**

Sau khi đo, kết quả được xử lý tính toán bằng các phần mềm chuyên dùng trên máy tính. Lưới độ cao đo võng được bình sai chặt chẽ theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất. Trong đó lưới chuẩn được bình sai riêng để chọn ra mốc chuẩn ổn định nhất và dựa vào đó để bình sai tiếp lưới đo lún công trình. Được kết quả là độ cao của các điểm mốc quan trắc độ võng đảm áp dụng theo tiêu chuẩn TCXDVN 338:2005 để tính độ võng của hệ dầm thép.

## THI CÔNG XÂY LẬP – KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG

### 3. Kết quả đo đạc tính toán thực nghiệm

Hiện tại, Trung tâm Tư vấn trắc địa và Xây dựng - Viện KHCN Xây dựng đã quan trắc độ võng của hệ dầm thép khẩu độ lớn được 11 chu kỳ. Dưới đây là kết quả tính toán bình sai của chu kỳ 1 và chu kỳ 11.

#### Kết quả tính toán độ võng

##### Chu Kỳ 1 (ngày 10/1/2010)

STT	Tên điểm	Khoảng cách tới đầu dầm phải (m)	Dầm	Độ cao (m)	Chênh cao TB so với 2 điểm đầu dầm (m)	Độ võng so với chu kỳ trước (mm)	Độ võng so với chu kỳ gốc (mm)
a	b	c	d	e	f	g	h
1	D 1		Dầm thép 1	38.34540			
2	D 2	4.55		38.25443	-0.10897		
3	D 3	12.95		38.24457	-0.15205		
4	D 4	21.35		38.24904	-0.18081		
5	D 5	29.75		38.21354	-0.24953		
6	D 6	38.15		38.22548	-0.27081		
7	D 7			38.51429			
8	D 14		Dầm thép 2	38.58544			
9	D 13	4.55		38.24372	-0.33898		
10	D 12	12.95		38.24225	-0.33538		
11	D 11	21.35		38.24287	-0.32969		
12	D 10	29.75		38.21307	-0.35442		
13	D 9	38.15		38.21637	-0.34605		
14	D 8			38.55968			
15	D 15		Dầm thép 3	38.58520			
16	D 16	4.55		38.26148	-0.31185		
17	D 17	12.95		38.25901	-0.29242		
18	D 18	21.35		38.26460	-0.26492		
19	D 19	29.75		38.25053	-0.25709		
20	D 20	38.15		38.25099	-0.23473		
21	D 21			38.47385			
22	D 28		Dầm thép 4	38.32510			
23	D 27	4.55		38.26302	-0.07897		
24	D 26	12.95		38.25791	-0.11525		
25	D 25	21.35		38.25032	-0.15401		
26	D 24	29.75		38.24791	-0.18759		
27	D 23	38.15		38.25133	-0.21534		
28	D 22			38.48356			

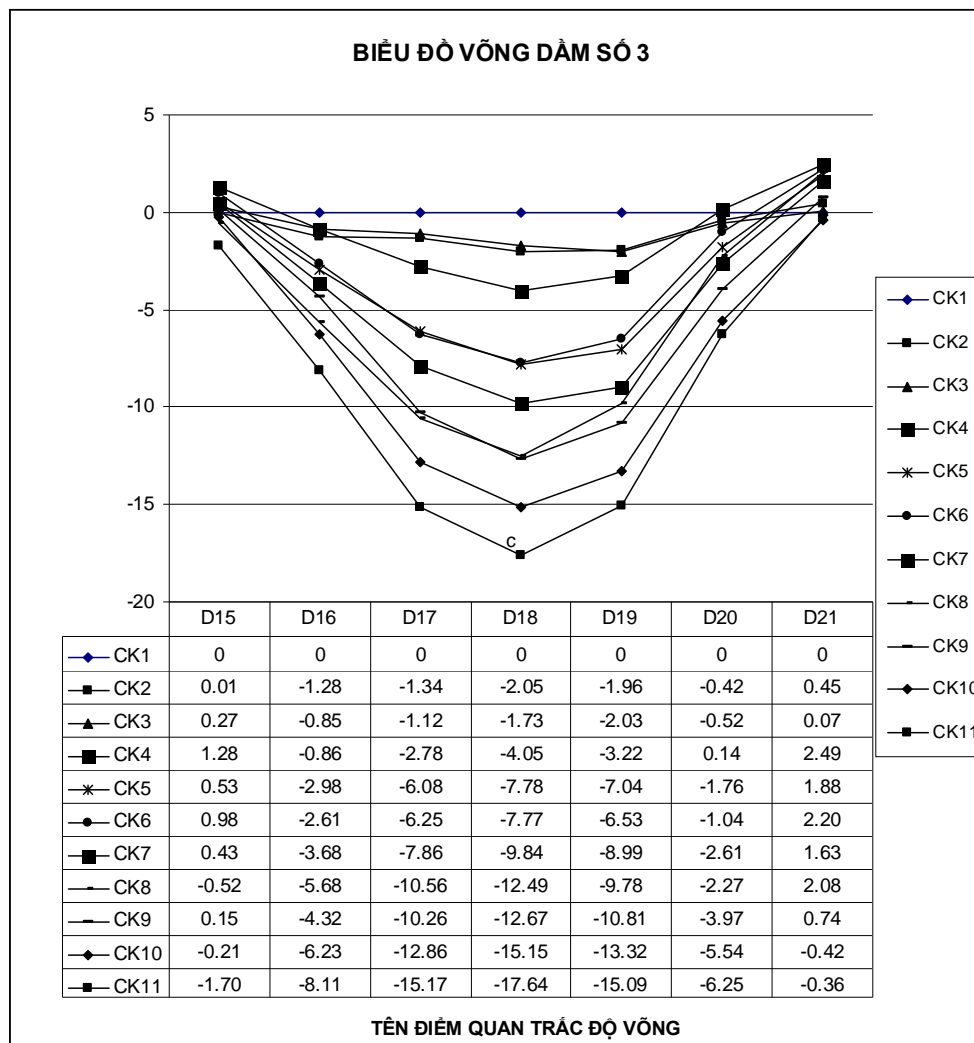
##### Chu Kỳ 11 (ngày 07/09/2010)

STT	Tên điểm	Khoảng cách tới đầu dầm phải (m)	Dầm	Độ cao (m)	Chênh cao TB so với 2 điểm đầu dầm (m)	Độ võng so với chu kỳ trước (mm)	Độ võng so với chu kỳ gốc (mm)
a	b	c	d	e	f	g	h
1	D 1		Dầm thép 1	38.34459			
2	D 2	4.55		38.24783	-0.11480	-0.69	-5.84

## THI CÔNG XÂY LẬP – KIỂM ĐỊNH CHẤT LƯỢNG

3	D 3	12.95		38.23267	-0.16327	-1.19	-11.22
4	D 4	21.35		38.23636	-0.19289	-1.49	-12.08
5	D 5	29.75		38.20302	-0.25954	-0.97	-10.01
6	D 6	38.15		38.22068	-0.27519	-0.13	-4.37
7	D 7			38.51391			
8	D 14			38.58350			
9	D 13	4.55		38.23570	-0.34515	0.14	-6.17
10	D 12	12.95	Dầm thép 2	38.22673	-0.34922	-0.63	-13.85
11	D 11	21.35		38.22525	-0.34581	-1.21	-16.12
12	D 10	29.75		38.20152	-0.36465	-1.17	-10.22
13	D 9	38.15		38.20953	-0.35174	-0.38	-5.69
14	D 8			38.55862			
15	D 15			38.58350			
16	D 16	4.55		38.25337	-0.31841	-0.56	-6.55
17	D 17	12.95	Dầm thép 3	38.24384	-0.30630	-1.29	-13.88
18	D 18	21.35		38.24696	-0.28153	-1.78	-16.61
19	D 19	29.75		38.23544	-0.27141	-1.36	-14.32
20	D 20	38.15		38.24474	-0.24047	-0.60	-5.75
21	D 21			38.47349			
22	D 28			38.32339			
23	D 27	4.55		38.25595	-0.08446	-0.83	-5.50
24	D 26	12.95	Dầm thép 4	38.24415	-0.12769	-1.97	-12.45
25	D 25	21.35		38.23586	-0.16741	-2.21	-13.40
26	D 24	29.75		38.23314	-0.20157	-2.27	-13.97
27	D 23	38.15		38.24447	-0.22167	-1.13	-6.32
28	D 22			38.48316			

**Biểu độ võng của dầm thép số 3:**



**3. Kết luận**

- Quan trắc độ võng của hệ dầm thực chất là quan trắc độ cao của các điểm đầu hệ dầm và các điểm cần quan trắc độ võng của hệ dầm;
- Do có cấu tạo và vị trí đặc biệt nên các mốc quan trắc độ võng dầm cần được thiết kế đặc biệt như nêu ở trên;
- Từ những số liệu quan trắc và kết quả tính toán cho thấy: giá trị độ võng của hệ dầm thép thể hiện đúng quy luật biến dạng võng của hệ dầm thép và đều nằm trong giới hạn tính toán của thiết kế;
- Như vậy phương pháp đo cao hình học độ chính xác cao hoàn toàn đáp ứng được công tác quan trắc độ võng của hệ dầm và các yêu cầu về độ chính xác của thiết kế;
- Có thể sử dụng phương pháp đo cao hình học độ chính xác cao để quan trắc độ võng của các hạng mục) công trình tương tự.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. NGUYỄN TRỌNG SAN, ĐÀO QUANG HIẾU, ĐINH CÔNG HÒA, “Trắc địa cơ sở - tập 1”;
2. PHẠM VĂN HỘI, NGUYỄN QUANG VIÊN, “Kết cấu thép - Công trình dân dụng và công nghiệp”.
3. Bộ Xây dựng, TCXDVN 338:2005 “Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế”.
4. Bộ Xây dựng, TCXDVN 271:2002 “Quan trắc độ lún các công trình dân dụng và công nghiệp bằng phương pháp thủy chuẩn hình học”.
5. Bộ Xây dựng, TCXDVN 309:2004 “Công tác trắc địa trong xây dựng - Yêu cầu chung”.
6. Trung tâm Tư vấn Trắc địa và Xây dựng – Viện KHCN Xây dựng, “Đề cương Quan trắc chuyển vị và biến dạng hệ dầm thép khẩu độ lớn”.