

HƯỚNG DẪN THỰC NGHIỆM

MÔN HỌC

THÍ NGHIỆM CÔNG TRÌNH

CHUYÊN NGÀNH: XÂY DỰNG DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP

BIÊN SOẠN: BÙI THIÊN LAM
NGUYỄN PHAN PHÚ

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- Hướng dẫn thực nghiệm môn học Thí nghiệm Công trình - Trường Đại học Xây dựng.
- TCVN 225-1998, TCVN 162-1987

LỜI GIỚI THIỆU.

Môn học **Thí Nghiệm Công Trình** là môn học chuyên ngành, giới thiệu cho sinh viên ngành xây dựng làm quen với các máy móc, thiết bị dùng trong nghiên cứu thực nghiệm, giúp sinh viên nắm được cơ sở thí nghiệm thực hành trong lĩnh vực xây dựng cơ bản. củng cố và phát triển thêm những môn học cơ sở như Sức Bền Vật Liệu, Cơ Học Kết Cấu và những môn học chuyên ngành như Kết Cấu Bê tông, Bê tông Cốt Thép, Kết Cấu Gạch Đá, Kết Cấu Thép Và Kết Cấu Gỗ. Đồng thời giúp sinh viên nắm được những phương pháp thực nghiệm để giải quyết những bài toán mà lý thuyết không thể xác định được.

Sau khi học môn **Thí Nghiệm Công Trình** sinh viên phải làm được những thí nghiệm đơn giản để xác định ứng suất, biến dạng và những trạng thái chịu tải vật liệu, của kết cấu chịu lực chính như cột nén đúng tâm, cột nén lệch tâm, dầm và dầm. Từ những cơ sở cơ bản đó tạo cho sinh viên có thể thực hiện những thí nghiệm phức tạp hơn trong phòng thí nghiệm cũng như trên hiện trường.

Phương pháp thí nghiệm công trình rất đa dạng nhưng trong giáo trình này chỉ giới thiệu 5 bài thí nghiệm cơ bản gồm : 1 bài thí nghiệm không phá hoại, 3 bài thí nghiệm tĩnh và 1 bài thí nghiệm động.

BỘ MÔN KẾT CẤU CÔNG TRÌNH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA ĐÀ NẴNG.

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ 1 :

PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM KHÔNG PHÁ HOẠI.

Trong bài thí nghiệm này, sinh viên làm quen với một số phương pháp không phá hoại thường được áp dụng trong đánh giá chất lượng bê tông trên công trình, bao gồm :

1. Phương pháp sử dụng súng bật nảy kiểm tra cường độ bê tông.
2. Phương pháp siêu âm kiểm tra cường độ, khuyết tật cấu kiện bê tông.

1. XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG BẰNG SÚNG BẬT NẢY (TCXD 162-1987):

1.1. Tóm lược nội dung phương pháp :

Đây là một trong những phương pháp xác định cường độ bê tông theo độ cứng bề mặt vật liệu. Quan hệ thực nghiệm **R-n** được thể hiện ở dạng bảng số hay biểu đồ chuẩn. Dựa vào đó, nếu có trị trung bình độ nảy n^{TB} đo được trên mỗi vùng của mẫu thử, tra bảng hay trên biểu đồ lập sẵn đối với bê tông cùng loại, ta sẽ xác định được cường độ bê tông trên vùng tương ứng **R**.

1.2. Thiết bị thí nghiệm :

Súng bật nảy : **SCHMIDT**, trên vỏ súng đã có sẵn biểu đồ R-n.

1.3. Tiến hành thí nghiệm :

Dùng súng bắn theo phương ngang trên 3 vùng của mẫu thử, mỗi vùng lấy 10 trị số bật nảy n_i . Ghi kết quả vào bảng.

Các điểm bắn cách nhau ít nhất 30mm và cách mép mẫu thử ít nhất 5mm (đối với cấu kiện con số này là 50mm).

1.4. Tính toán, xử lý kết quả thí nghiệm :

Xác định cường độ bê tông R theo phương pháp thử súng : căn cứ vào trị số bật nảy trung bình của từng vùng n^{TB} , tra biểu đồ có cường độ bê tông của mỗi vùng R. Cường độ bê tông của mẫu thử R^{TB} bằng trung bình cộng của 3 vùng kiểm tra.

Tên cấu kiện	STT vùng thử	Trị số bật nảy n_i (vạch)	n^{TB} (vạch)	R (KG/cm ²)	R^{TB} (KG/cm ²)
	1				
	2				
	3				

Kiểm tra sai lệch giữa kết quả cường độ chịu nén thực tế và kết quả cường độ thí nghiệm bằng thí nghiệm súng bật nảy :

$$\Delta = \frac{R^{TB} - R_n}{R_n} \cdot 100 \quad (\%).$$

Trong đó : R_n : cường độ chịu nén của mẫu thử, có được từ thí nghiệm phá hoại mẫu.

2. XÁC ĐỊNH CHẤT LƯỢNG VẬT LIỆU BÊTÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP SIÊU ÂM (TCXD 225-1998) :

2.1. Xác định cường độ chịu nén :

a) Tóm tắt nội dung phương pháp :

Việc xác định cường độ bê tông bằng phương pháp siêu âm chủ yếu dựa trên mối quan hệ thực nghiệm giữa cường độ chịu nén R (Kg/cm^2) với tốc độ truyền sóng siêu âm V (Km/s). Quan hệ này có thể được biểu diễn chuẩn dưới dạng đồ thị hoặc có thể biểu thị gần đúng thông qua hàm quan hệ : $R = a.V^4$. Trong đó a là hệ số thực nghiệm (được xác định thông qua hệ mẫu chuẩn đi kèm theo).

b) Tiến hành thí nghiệm :

- Thực hiện siêu âm theo phương pháp đo xuyên trên 2 vùng của **cấu kiện** (thường là 2 mặt bên), mỗi vùng lấy 5 trị số thời gian truyền sóng t_i .

- Tương tự đo **thời gian truyền sóng qua mẫu lập phương** ($150 \times 150 \times 150 \text{mm}$) t_i^{lp}

- **Nén phá hoại hoàn toàn mẫu** để có giá trị cường độ chịu nén R_{lp} .

c) Tính toán kết quả thí nghiệm :

- Vận tốc truyền sóng V được tính theo công thức : $V = \frac{L}{t}$ (Km/s).

Trong đó : L : khoảng cách 2 đầu dò (mm).

t : thời gian truyền sóng đo được (μs).

- Xác định hệ số thực nghiệm a : $a = \frac{R_{lp}}{(V_{lp})^4}$

Trong đó : R_{lp} : cường độ chịu nén của mẫu chuẩn (Kg/cm^2)

V_{lp} : vận tốc truyền sóng trung bình trên mẫu chuẩn (Km/s).

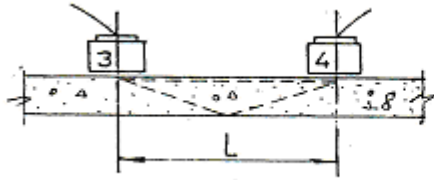
$V_{lp} = 150/t_{TB}^{lp}$

- Kết quả tính toán ghi vào bảng sau :

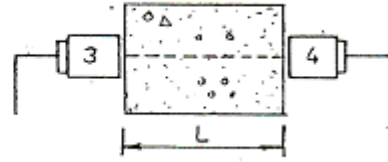
Tên cấu kiện	Vùng thí nghiệm	Thời gian truyền sóng t_i (μs)	t_{TB} (μs)	L (mm)	V (Km/s)	V_{TB} (Km/s)	R (Kg/cm^2)
	1,,,,					
	2,,,,					

2.2. Xác định độ sâu vết nứt trên cấu kiện :

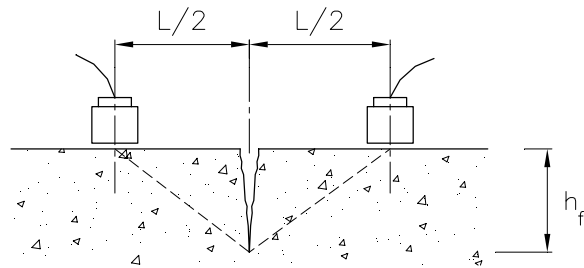
- Thực hiện siêu âm theo phương pháp đo mặt trên 2 vùng bê tông của cấu kiện với cùng chiều dài chuẩn đo (khoảng cách 2 đầu dò) như nhau : vùng không có khuyết tật và vùng có vết nứt. Đo thời gian truyền sóng siêu âm trên 2 vùng đó.



Phương pháp đo mặt



Phương pháp đo xuyên



- Độ sâu vết nứt h_f được xác định theo công thức :

$$h_f = \frac{L}{2} \sqrt{\left(\frac{t_f}{t}\right)^2 - 1}$$

Trong đó : L : khoảng cách 2 đầu dò.

t_f : thời gian truyền siêu âm qua vùng có vết nứt.

t : thời gian truyền siêu âm qua vùng không có khuyết tật.

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ 2 : THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH DÀN THÉP.

Trong các công trình dân dụng và công nghiệp, dạng kết cấu hệ thanh chịu lực được sử dụng rất phổ biến. Một trong những kết cấu thường gặp là dàn thép được cấu tạo bằng thép hình. Trong bài thí nghiệm này, sẽ khảo sát sự làm việc của mô hình dàn đơn giản có hai cánh song song.

1. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM :

- Nghiên cứu quy luật phân bố nội lực trong giới hạn đàn hồi của mô hình dàn thép chịu tác dụng của tải trọng tĩnh tập trung tại các mắt dàn.
- Xác định các giá trị chuyển vị của các mắt dàn và biểu đồ độ võng tổng thể của dàn tương ứng với các cấp tải trọng tác dụng.
- Làm quen với phương pháp thí nghiệm một kết cấu hệ thanh, biết cách sử dụng các thiết bị đo để xác định các giá trị biến dạng, ứng suất và chuyển vị bằng phương pháp thực nghiệm.

2. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM :

2.1. Kích thước hình học và sơ đồ làm việc :

Mô hình dàn thép thí nghiệm có nhịp làm việc $l = 3\text{m}$, chiều cao $h = 0,4\text{m}$ có hai cánh song song. Tất cả các thanh dàn được chế tạo bằng hai thép góc L $32 \times 32 \times 3$. Kích thước hình học và sơ đồ làm việc của dàn thép thể hiện trên hình 1.

Chiều dài hình học của các thanh dàn như sau :

$$AC = LF = MH = OJ = BD = 40\text{cm}.$$

$$AL = LM = MC = OB = 75\text{cm}.$$

$$AE = EL = LG = GM = \dots = 54,8\text{cm}.$$

Diện tích tiết diện mỗi thanh dàn 2L $32 \times 32 \times 3$:

$$F = 2 \times 1,86 = 3,72\text{cm}^2.$$

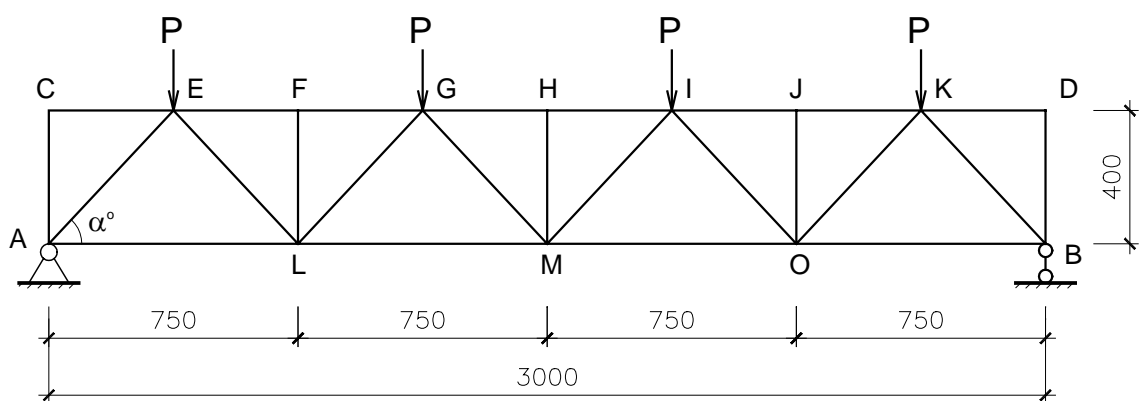
Mác thép CT3 có các đặc trưng cường độ sau :

- Cường độ tính toán : $R = 2100 \text{ Kg/cm}^2$.
- Môđun đàn hồi : $E = 2,1.10^6 \text{ Kg/cm}^2$.

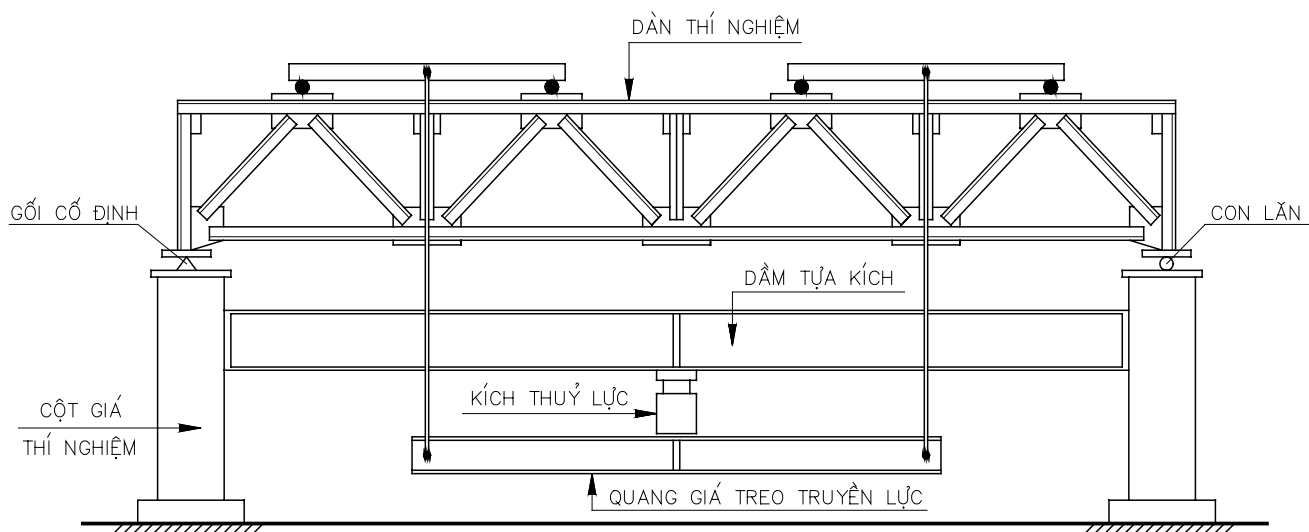
2.2. Xác định nội lực trong thanh dàn theo lý thuyết :

Trong tính toán thiết kế, ta coi dàn thép như một hệ thanh với liên kết tại các nút là hoàn toàn khớp. Bằng các phương pháp tính toán đơn giản như tách mắt, mặt cắt hay biểu đồ Crêmona để xác định nội lực trong các thanh dàn.

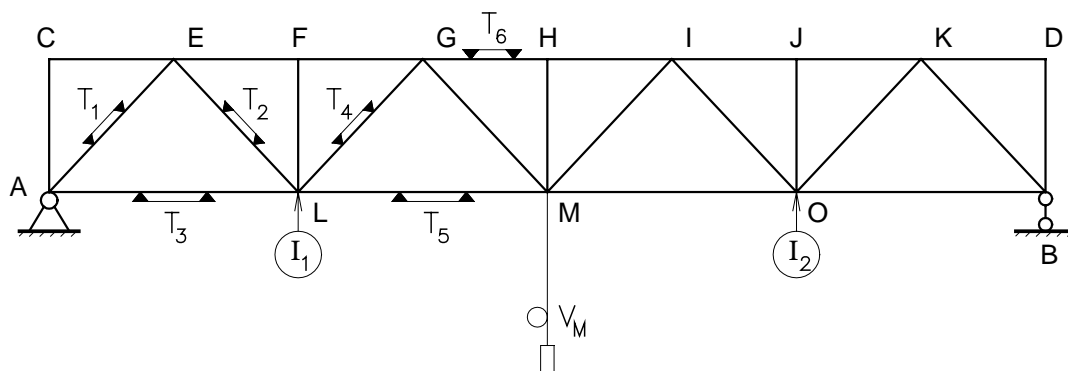
Kết quả tính toán theo sơ đồ làm việc với tải trọng P tác dụng tại các nút trên thanh cánh thượng được ghi trong bảng 1. Lợi dụng tính đối xứng hình học và lực tác dụng ta chỉ cần biết các trị số nội lực trên nửa dàn.



HÌNH 1 : DẠNG HÌNH HỌC VÀ SƠ ĐỒ TẢI TRỌNG.



HÌNH 2 : HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH DÀN.



HÌNH 3 : SƠ ĐỒ BỐ TRÍ DỤNG CỤ ĐO.

Bảng 1 : Nội lực trong thanh dàn tính theo lý thuyết.

Tải trọng	Cánh thượng			Cánh hạ		Thanh xiên			
	CE	EL = FG	GH	AL	LM	AE	EL	LG	GM
P	0	$-3P.\cot\alpha$	$-4P.\cot\alpha$	$2P.\cot\alpha$	$4P.\cot\alpha$	$\frac{-2P}{\sin\alpha}$	$\frac{P}{\sin\alpha}$	$\frac{-P}{\sin\alpha}$	0

Theo sơ đồ tải trọng như hình 1, nội lực trong các thanh đứng của dàn đều bằng 0.

2.3. Bố trí thiết bị gia tải và dụng cụ đo :

Để tạo các lực tập trung tác dụng lên các mắt dàn thuộc thanh cánh thượng ta dùng kích thủy lực cùng với hệ đòn phân lực như hình 2. Giá trị lực do kích truyền lên kết cấu được xác định bằng đồng hồ đo áp lực gắn trên hệ thống bơm thủy lực.

Dụng cụ đo dùng trong thí nghiệm dàn gồm ba loại chủ yếu: vòng kế, Indicato, Tenzomet. Sơ đồ bố trí thiết bị đo thể hiện trên hình 3.

3. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM :

3.1. Xác định tải trọng thí nghiệm :

Dựa vào kết quả tính toán lý thuyết ta rút ra khả năng chịu lực của dàn ứng với giá trị nội lực lớn nhất trong các thanh dàn :

$$\frac{N_{\max}}{F} \leq R \Rightarrow N_{\max} \leq R.F \Rightarrow 4P.\cot\alpha \leq R.F \Rightarrow P \leq \frac{R.F}{4 \cot\alpha} = \frac{2100.3,72}{4 \cdot \frac{3,75}{4}} = 2083 \text{ Kg.}$$

Để đảm bảo lấy số liệu đo đạc trong phạm vi giới hạn đàn hồi ta chỉ gia tải với $P_{\text{tn}} = P_{\text{tt}} / 2 = 1000 \text{ Kg.}$

3.2. Xác định cấp gia tải :

Trong thí nghiệm, ta sử dụng Tenzomet tròn để đo biến dạng của các thanh dàn với chuẩn đo $L = 100 \text{ mm}$. Cần xác định giá trị cấp tải theo biến dạng tương ứng với 1 vạch trên dụng cụ đo. Để tiện theo dõi thí nghiệm ta chọn thanh dàn có giá trị nội lực trung bình để tính.

Ứng suất trong thanh dàn khi kim của Tenzomet chạy được 1 vạch :

$$\sigma_1 = E \cdot \frac{1}{K.L} = 2,1.10^6 \cdot \frac{1}{1000.100} = 21 \text{ Kg/cm}^2$$

Trong đó :

$E = 2,1.10^6 \text{ Kg/cm}^2$: mô đun đàn hồi của thép.

$K = 1000$: hệ số phóng đại của tenzomet tròn.

$L = 100\text{mm}$: chuẩn đo của tenzomet.

Lấy thanh có nội lực trung bình là $AL = 2P.\cot\alpha$ để tính :

$$N_{AL} = 21.3,72 = 2P.\cot\alpha.$$

$$P_i = 21.3,72.0,5.\text{tg}\alpha = 21.3,72.0,5.4/3,75 = 41,6 \text{ Kg.}$$

Khả năng chịu lực của dàn thép tính toán theo lý thuyết $P = 2083 \text{ Kg}$. Như vậy số vạch Tenzomet đo trên thanh AL sẽ là :

$$n = \frac{2083}{41,6} = 50 \text{ vạch}$$

Trong thí nghiệm, để đảm bảo sự làm việc của vật liệu trong giới hạn đàn hồi, ta chỉ nên thí nghiệm với tải trọng bằng nửa tải trọng tính toán. Để thuận lợi theo dõi, ta lấy giá trị mỗi cấp gia tải là $P_i = 200 \text{ Kg}$.

3.3. Trình tự thí nghiệm :

Gia tải thử với tải trọng ở cấp thứ nhất quan sát sự làm việc của dụng cụ đo và toàn bộ mô hình thí nghiệm. Nếu phát hiện sự cố, cần điều chỉnh lại. Nếu chúng làm việc bình thường thì hạ tải về không. Đọc các số liệu ban đầu (tương ứng với $P = 0$) ở các dụng cụ đo.

Tiến hành tác dụng tải trọng theo từng cấp. Sau khi bơm kích thuỷ lực đạt trị số lực cần thiết phải dừng lại 5-7 phút rồi ghi số liệu trên các dụng cụ đo.

Sau khi đọc số liệu trên các dụng cụ đo ứng với cấp tải trọng cuối cùng thì tiến hành hạ tải về không. Quá trình giảm tải phải thực hiện từ từ, từng cấp ngược với quá trình tăng tải và cũng ghi số liệu tương ứng để có những nhận xét về quá trình làm việc thuận nghịch.

4. TÍNH TOÁN KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM :

4.1. Số liệu thí nghiệm :

Tất cả số liệu thí nghiệm được ghi vào bảng 2 sau đây :

Cấp tải	P (Kg)	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	I ₁	I ₂	V	Ghi chú
0	0										
1	200										
2	400										
3	600										
4	800										
5	1000										
6	600										
7	0										

Trong đó : T_1, \dots, T_6 : trị số đọc trên các tenzomet 1, ..., 6.

I_1, I_2 : trị số đọc trên các indicatơ 1, 2.

V : trị số đọc trên võng kế.

4.2. Xác định nội lực trong các thanh dầm theo từng cấp tải trọng :

Giá trị nội lực trong các thanh dầm ứng với cấp tải trọng thứ i được tính theo công thức :

$$N = \varepsilon.E.F = \frac{(c_i - c_o)}{K.L} E.F \quad [\text{Kg}].$$

Trong đó : $(c_i - c_o)$: hiệu số số đọc trên Tenzomet giữa cấp tải thứ i và số đọc ban đầu.

$E = 2,1.10^6 \text{ Kg/cm}^2$: môđun đàn hồi của thép.

$F = 3,72 \text{ cm}^2$: diện tích tiết diện của thanh dãn.

$K = 1000$: hệ số phóng đại của tenzomet tròn, $L = 100\text{mm}$: chuẩn đo của Tenzomet.

4.3. So sánh kết quả nội lực xác định theo lý thuyết và thực nghiệm :

Độ sai lệch giữa lý thuyết và thực nghiệm được xác định như sau :

$$S = \frac{N_{TN} - N_{LT}}{N_{LT}} \times 100\%$$

Kết quả tính ghi vào bảng 3 sau đây :

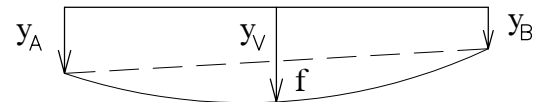
Cấp tải	P (Kg)	Thanh AE	Thanh EL	Thanh AL	Thanh LG	Thanh LM	Thanh GH
1	200						
2	400						
3	600						
4	800						
5	1000						

4.4. Xây dựng đường chuyển vị và xác định độ võng cực đại của dãn :

Dùng các số liệu đo được trên các đồng hồ đo chuyển vị tại các mắt dãn và các số đo độ lún tại 2 gối đầu dãn để xây dựng biểu đồ chuyển vị của dãn qua 5 cấp tải trọng thí nghiệm. Biểu đồ chuyển vị có dạng như trên hình 4. Trong đó :

Độ võng tại giữa nhịp được xác định theo công thức :

$$f_{\max} = y_v - \frac{y_a + y_b}{2}$$



5. NHẬN XÉT KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM :

Nhận xét về quy luật phân bố nội lực trong các thanh của mô hình dãn. Đối chiếu sơ đồ tính với sơ đồ thí nghiệm.

Đánh giá sự sai lệch giữa lý thuyết và thực nghiệm, trình bày một số nguyên nhân dẫn đến sự sai lệch đó.

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ 3 :

THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH CỘT BÊTÔNG CỐT THÉP

CHỊU NÉN LỆCH TÂM LỚN.

Cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm lớn thường gặp trong các công trình dân dụng và công nghiệp, đó là các cột khung trong nhà nhiều tầng, các cột đỡ dầm cầu trục trong nhà công nghiệp ... Trong bài thí nghiệm này tải trọng sẽ tác dụng cho đến khi mẫu bị phá hoại hoàn toàn.

1. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM :

- Nghiên cứu sự phân bố ứng suất trong tiết diện cột bê tông cốt thép khi chịu tác dụng của lực với độ lệch tâm lớn.
- Nghiên cứu quá trình hình thành và mở rộng vết nứt trong bê tông của cột, trạng thái phá hoại của cột.

2. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM :

Mô hình thí nghiệm cột chịu nén lệch tâm trình bày trên hình 1, được thiết kế và chế tạo với các đặc trưng hình học sau đây :

Đặc trưng hình học của cột : cột có tiết diện chữ nhật, hai đầu cột có cấu tạo vai mở rộng để đỡ lực tác dụng, trong đó có đặt thêm các cốt thép tăng cường để tránh sự phá hoại cục bộ.

- Chiều dài cột : $L = 1000\text{mm}$.
- Tiết diện làm việc : $b \times h = 120 \times 200\text{mm}$.
- Độ lệch tâm : $e = 130\text{mm}$.

Đặc trưng vật liệu :

- Bê tông mác M200# có cường độ nén : $R_n = 90 \text{ Kg/cm}^2$.
- Mô đun đàn hồi của bê tông : $E_b = 2,65.10^5 \text{ Kg/cm}^2$.
- Cường độ chịu kéo của thép AI : $R_a = 2100 \text{ Kg/cm}^2$.
- Mô đun đàn hồi của thép : $E_a = 2,1.10^6 \text{ Kg/cm}^2$.

Cốt thép làm việc trong tiết diện gồm :

- 2 ϕ 12 trong vùng chịu kéo có $F_a = 2,26\text{cm}^2$.
- 2 ϕ 10 trong vùng chịu nén có $F_a' = 1,57\text{cm}^2$.
- Cốt đai $\phi 6$.

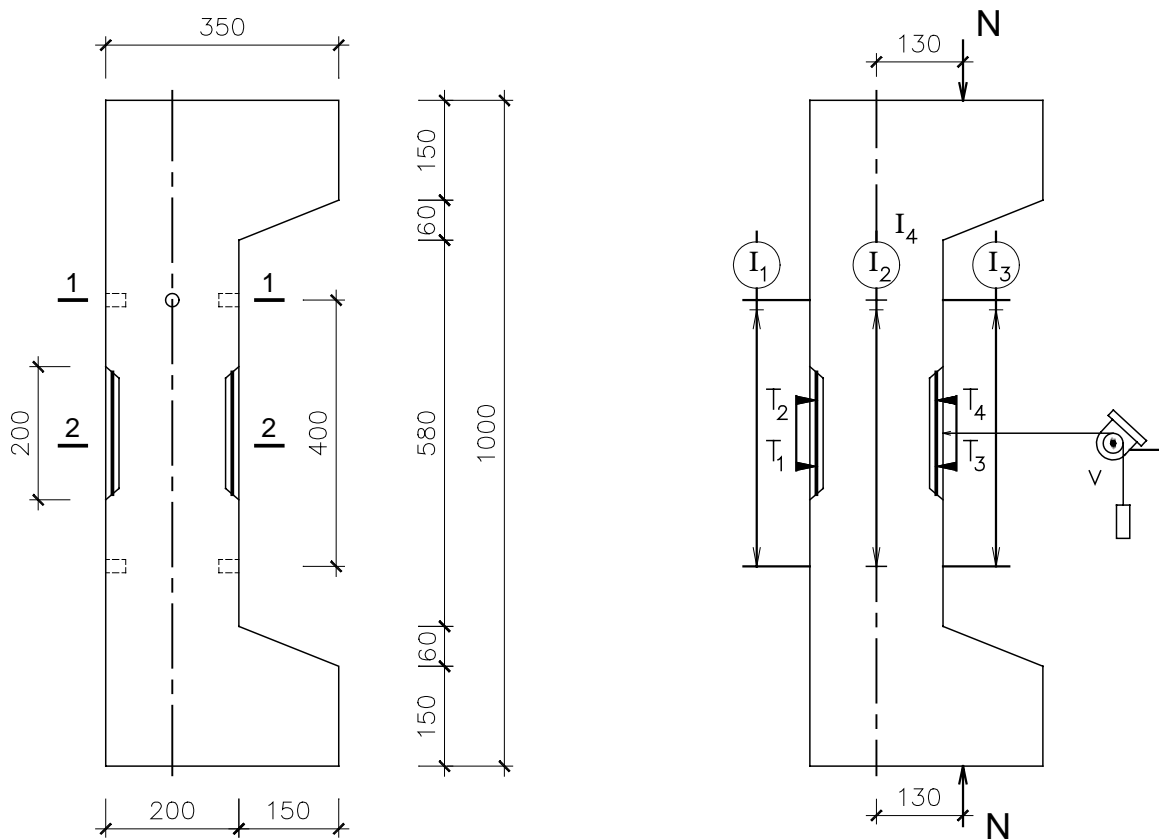
3. TÍNH KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA CỘT THEO LÝ THUYẾT :

Tải trọng P tác dụng lên cột với độ lệch tâm e tạo nên mômen $M = P.e$

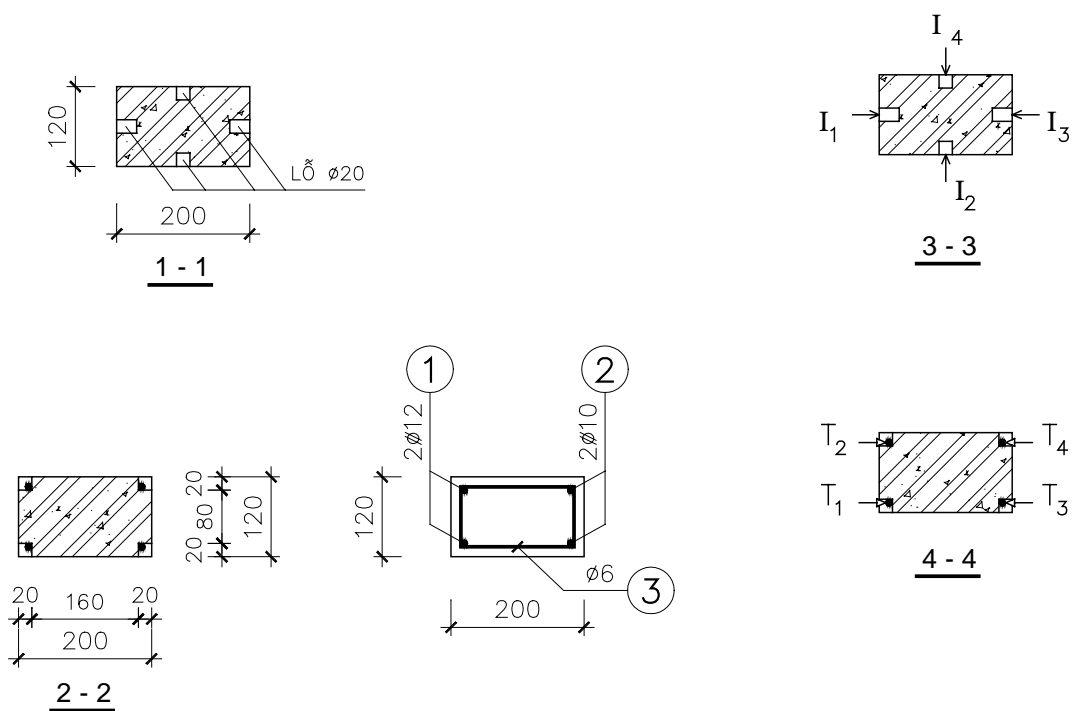
Dựa vào biểu thức cân bằng nội lực, ta có :

$$M = P.e = R_n.b.h_o^2.A_o + R_a.F_a'(h_o - a')$$

Trị số của A_o được xác định qua tra bảng nhờ hệ số α . Hệ số α được xác định bằng :



HÌNH 1 : SƠ ĐỒ CẤU TẠO CỘT VÀ BỐ TRÍ DỤNG CỤ ĐO.



$$\alpha = \frac{R_a.F_a - R_a.F_a'}{R_n.b.h_o} = \frac{2100.(2,26 - 1,57)}{90.12.16} = 0,08 \Rightarrow A = 0,077.$$

Khả năng chịu lực bằng :

$$P = \frac{1}{e} [R_n.b.h_o^2.A + R_a.F_a'(h_o - a')] = \frac{1}{13} [90.12.16^2.0,077 + 2100.1,57.(16 - 4)] = 4681$$

Kg.

Tải trọng phá hoại : $P_{ph} = 2.P = 2.4681 = 9362$ Kg (lấy tròn 9 tấn).

Tải trọng gây nứt với độ mở rộng mắt thường quan sát được :

$$P_{nứt} = 1,4.P = 1,4.4681 = 7021,5 \text{ (lấy tròn 7 tấn).}$$

4. BỐ TRÍ THÍ NGHIỆM :

Mô hình thí nghiệm được dựng lắp trên hệ thống thiết bị nén cột chuyên dụng. Lực tác dụng vào cột truyền qua 2 con lăn nằm song song với trục của cột và cách trục cột một khoảng bằng độ lệch tâm $e = 13\text{cm}$ (hình 2).

Trong thí nghiệm này, ta đo ứng suất trong bê tông bằng indicatơ có chuẩn đo $L = 400\text{mm}$ (lắp trên mỗi mặt của thân cột). Đo ứng suất trong cốt thép bằng tenzomet đồn có chuẩn đo 20mm . Theo dõi độ cong bằng võng kế.

5. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM :

Sinh viên thực hiện thí nghiệm theo trình tự các bước sau :

Bước 1 : gia tải thử với 2 cấp đầu tiên, kiểm tra sự làm việc của dụng cụ đo và hệ thống thí nghiệm.

Bước 2 : thí nghiệm lấy số liệu đo.

Trình tự gia tải theo các cấp như đối với thí nghiệm dàn. Cần lưu ý ở các giá trị $P = 6000 \div 7000$ Kg, sau mỗi cấp cần dừng $10 \div 15$ phút để quan sát phát hiện vết nứt đầu tiên và sau đó theo dõi sự phát triển các vết nứt cũ và hình thành các vết nứt mới (đánh dấu bằng bút chì trên bề mặt bê tông song song với đường nứt).

Để đảm bảo an toàn cho dụng cụ đo, chúng cần được tháo dỡ ngay khi xuất hiện vết nứt đầu tiên. Riêng với võng kế có thể giữ lại để tiếp tục theo dõi độ cong cho đến khi cột bị phá hoại.

6. TÍNH TOÁN KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM :

Sinh viên cần tính toán những nội dung sau :

- Xác định ứng suất phân bố trong tiết diện bê tông cột. Xác định vị trí trục trung hòa.
- Xác định ứng suất trong cốt thép.
- Vẽ biểu đồ phân bố nội lực trong tiết diện cột (ở cấp trước khi nứt).
- Vẽ biểu đồ quan hệ giữa tải trọng tác dụng và độ cong của cột.
- Vẽ sơ đồ phá hoại cột.

7. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN :

- Về khả năng chịu lực của cột.
- Về hình ảnh và trạng thái phá hoại cột.

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ 4 : THÍ NGHIỆM DẦM BÊTÔNG CỐT THÉP CHỊU UỐN.

Dầm chịu uốn loại kết cấu thường gặp nhất trong các công trình xây dựng. Qua thí nghiệm này, chúng ta được quan sát sự làm việc của các vùng bê tông trong tiết diện, quá trình biến dạng, hình thành vết nứt, khớp dẻo và mất ổn định tiến tới phá hoại.

1. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM :

- Xác định sự phân ứng suất trong tiết diện bê tông cốt thép chịu uốn thuần túy trong giai đoạn chưa hình thành vết nứt.
- Xác định các giai đoạn làm việc của dầm và giá trị tải trọng tương ứng.
- Xác định hệ số an toàn của dầm tương ứng với các trạng thái giới hạn.

2. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM :

2.1. Mô hình dầm bê tông cốt thép :

Dầm bê tông cốt thép chịu uốn với nhịp $l = 2,6\text{m}$ chịu tác dụng của hai lực tập trung cách gối $0,8\text{m}$ (hình 1).

Dầm có tiết diện chữ nhật $b \times h = 10 \times 16\text{cm}$. Cốt thép làm việc trong tiết diện gồm 2 $\phi 8$ trong vùng nén và 2 $\phi 10$ trong vùng kéo. Bê tông mác M200#, cốt thép AI.

2.2. Tính toán khả năng chịu lực của dầm :

Bỏ qua cốt thép vùng nén ta có :

$$R_a.F_a = \alpha.R_n.b.h_o \Rightarrow \alpha = \frac{R_a.F_a}{R_n.b.h_o} = \frac{2100.1,57}{90.10.14} = 0,26$$

Tra bảng với $\alpha = 0,26$ có $A = 0,226$

$$\Rightarrow M = A.R_n.b.h_o^2 = 0,226.90.10.14^2 = 39866 \text{ Kg.cm}$$

Theo sơ đồ làm việc của dầm ta có mômen do tác dụng của ngoại lực P là :

$$M = P.l_1 \Rightarrow P = \frac{M}{l_1} = \frac{39866}{80} = 498 \text{ Kg.}$$

Lực phá hoại : $P_{\text{phá hoại}} = 2.P = 2.498 = 996 \text{ Kg}$ (lấy tròn 1000 Kg).

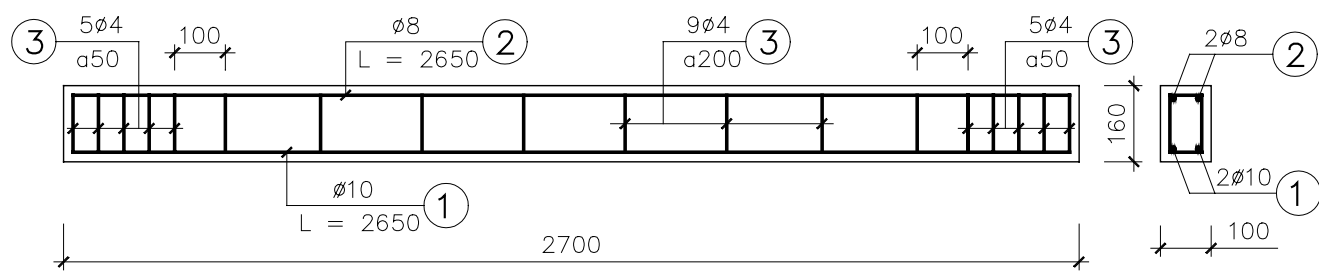
3. BỐ TRÍ THÍ NGHIỆM :

Để phù hợp với sơ đồ làm việc như hình 1 ta bố trí hệ gia tải dầm theo sơ đồ hình 3.

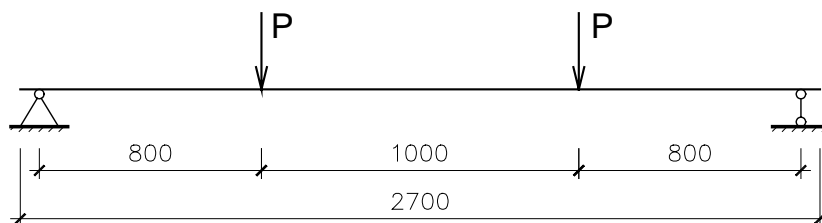
Trong thí nghiệm này dùng kích thủy lực 5 tấn, đồng hồ Kg/cm². Giá trị mỗi vạch đồng hồ tương ứng với 5 Kg trên kích.

Đo ứng suất trong bê tông tại tiết diện giữa nhịp bằng tenzomet tròn có chuẩn đo $L = 10\text{cm}$

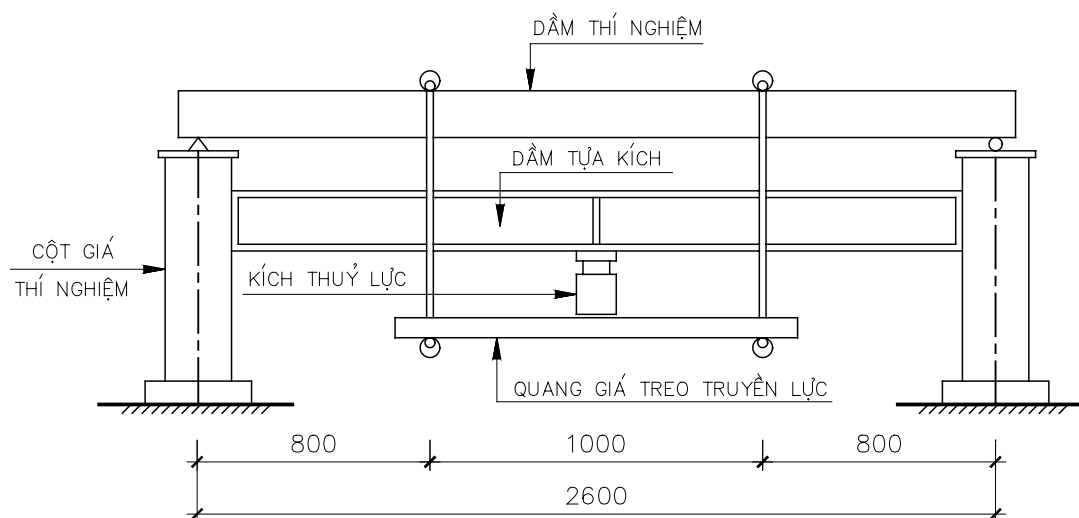
Đo độ võng dầm bằng võng kế và indicatơ theo hình 4.



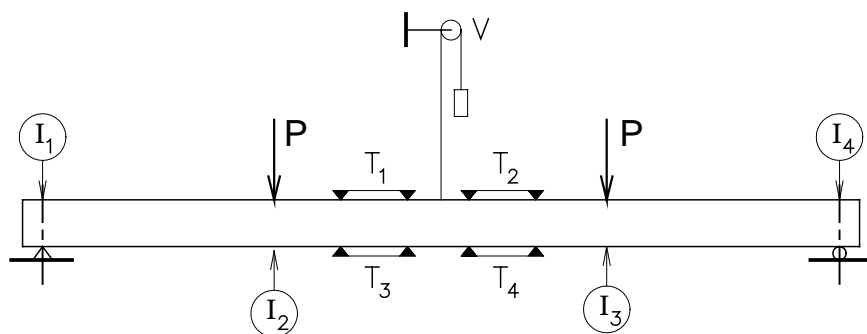
HÌNH 1 : CẤU TẠO DẪM.



HÌNH 2 : SƠ ĐỒ TẢI TRỌNG.



HÌNH 3 : SƠ ĐỒ BỐ TRÍ THIẾT BỊ GIA TẢI DẪM.



HÌNH 4 : SƠ ĐỒ BỐ TRÍ THIẾT ĐO.

4. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM :

Cấp tải trọng lấy bằng 1/10 giá trị tải trọng phá hoại dầm, tức là 100 Kg/cấp.

Trước khi thí nghiệm lấy kết quả đo cần gia tải thử kiểm tra với 3 cấp đầu tiên, sau đó hạ tải về không ($P = 0$). Đọc các số liệu ban đầu (tương ứng với $P = 0$) ở các dụng cụ đo.

Tiếp tục tiến hành thí nghiệm với từng cấp tải trọng qui định.

Sau mỗi cấp tải cần giữ nguyên giá trị tải trọng từ 3 ÷ 5 phút rồi tiến hành đọc số liệu trên các dụng cụ đo.

Kết quả đo được ghi vào bảng tương tự bài thí nghiệm số 1.

5. TÍNH TOÁN KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM :

5.1. Xác định ứng suất trong bê tông :

$$\sigma_b = \varepsilon . E = \frac{(c_{iT} - c_{oT})}{K_T . L_T} E_b .$$

Trong đó :

$(c_{iT} - c_{oT})$: hiệu số số đọc trên tenzomet giữa cấp tải thứ i và số đọc ban đầu.

E_b : môđun biến dạng của bê tông.

$K_T = 1000$: hệ số phóng đại của tenzomet đòn.

$L_T = 100\text{mm}$: chuẩn đo của tenzomet.

5.2. Xác định độ võng :

$$f = \frac{m_i - m_o}{K} .$$

Kết quả tính toán ghi vào bảng như bài thí nghiệm số 1.

Trên cơ sở tính toán ứng suất và độ võng, vẽ biểu đồ thể hiện mối quan hệ $P - \sigma$ và biểu đồ $P - f$ tại giữa nhịp.

6. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN :

- Về trạng thái ứng suất biến dạng của dầm bê tông cốt thép chịu uốn.
- Về các giai đoạn làm việc của dầm, hình ảnh, diễn biến, quá trình phá hoại, sự hình thành khớp dẻo.
- Về khả năng chịu lực và hệ số an toàn của dầm.

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ 5 : THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH CẦU DÂY VẼNG CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG.

Các công trình cầu giao thông, cầu thang băng truyền tải, kết cấu dầm, cầu trục ... chịu tác dụng lực chủ yếu là tải trọng động. Trong thực tế, các lực động tác dụng lên kết cấu rất phức tạp. Để nghiên cứu sự làm việc của nó thường đề cập đến việc xác định biểu đồ giao động của công trình. Sau đây ta sẽ làm quen với thí nghiệm mô hình cầu dây văng dưới tác dụng của tải trọng động theo phương thẳng đứng.

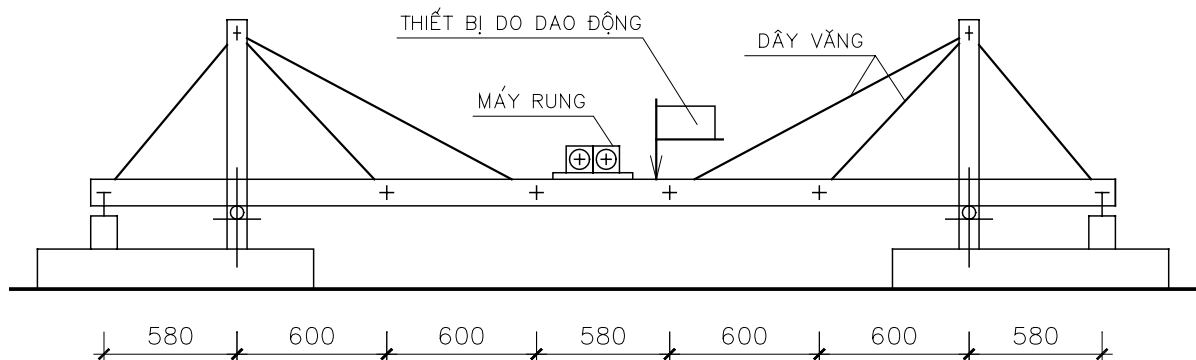
3. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM :

- Vẽ biểu đồ dao động của tiết diện vùng giữa nhịp cầu với lực tác dụng của máy rung và lực xung kích.
- Xác định các giá trị đặc trưng của dao động bản thân mô hình ứng với thời điểm xuất hiện dao động cộng hưởng.

4. MÔ HÌNH CẦU DÂY VẼNG VÀ BỐ TRÍ THÍ NGHIỆM :

Kết cấu cầu dây văng là một dạng kết cấu nhẹ, hỗn hợp bao gồm hệ dầm liên tục và dây văng treo trên các gối trụ. Dạng loại kết cấu này có thể thiết kế nhịp cầu dài hàng trăm mét.

Trên mô hình thí nghiệm (hình 1) dầm cầu có tiết diện hộp được ghép từ 2 thép góc L32×32×3 treo trên hệ dây cáp $\phi 4$ tập trung tại nút đỉnh hai trụ A và B. Hai đầu dầm tựa trên hai gối phụ C, D. Tải trọng tác dụng tại giữa nhịp cầu là máy rung. Theo cấu tạo nó chỉ gây nên tải trọng thay đổi theo phương thẳng đứng với quy luật hình sin (hình 2). Biểu đồ dao động được ghi bằng dao động kế cầm tay, trên đó có đánh dấu vạch chỉ thời gian. Độ lớn của biên độ vẽ theo tỉ lệ 1 : 1 hay 1 : 5 tùy thuộc vào việc đo trực tiếp hay qua đầu gá.



5. TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM :

Biểu đồ dao động cần được ghi nhận trong hai trường hợp sau đây :

- Dưới tác dụng của lực xung kích : dùng búa gõ lên dầm, ngay lúc đó cho dao động kế làm việc. Ta ghi được biểu đồ dao động tự do của cầu có dạng tắt dần.
- Dưới tác dụng của máy rung : điều khiển tốc độ dao động của máy rung, quan sát thời điểm cộng hưởng. Sau đó lặp lại thí nghiệm cho dao động kế ghi nhận biểu đồ quá trình cộng hưởng (kể cả trước và sau cộng hưởng).

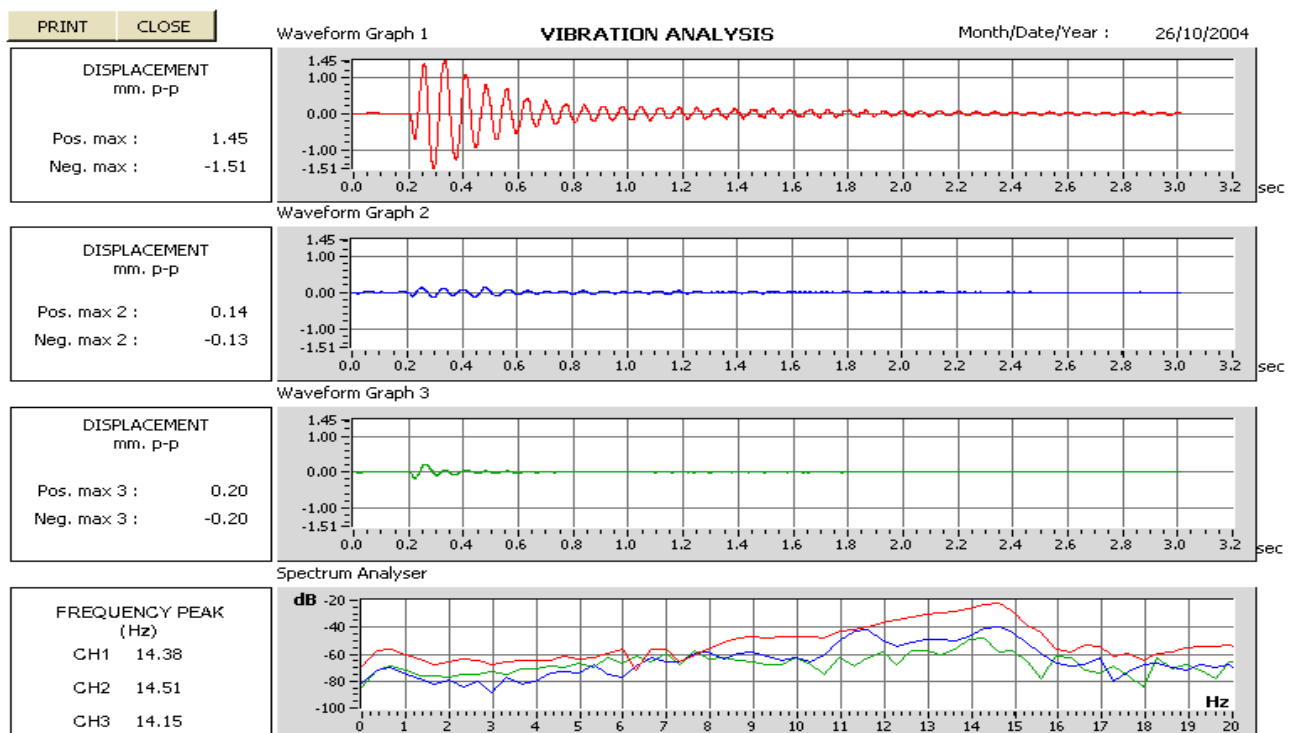
6. TÍNH TOÁN KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM :

Quan sát bằng giấy ghi biểu đồ dao động thu được bằng dao động kế, ta chọn 2 hình biểu đồ cho dạng dao động đặc trưng quá trình dao động tắt dần và dao động cộng hưởng. Vẽ lại các biểu đồ theo tỉ lệ và tính các đại lượng đặc trưng của dao động gồm : biên độ A, tần số f và chu kỳ T.

Đơn vị đo : thời gian tính bằng giây (độ chính xác tới 1/10 giây). Độ dài tính bằng mm (độ chính xác tới 1/10mm).

7. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN :

- Về dạng dao động của mô hình.
- Về vai trò của hiện tượng cộng hưởng đối với công trình chịu tải trọng động.



Biểu đồ dao động cộng hưởng do máy đo dao động kỹ thuật số ghi.