

ĐỀ NGHỊ PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ VÔNG CẦU

Ngô Kiểu Nhi

Phòng Thí nghiệm Cơ học Ứng dụng, Trường Đại Học Kỹ Thuật

(Bài nhận ngày 09/05/1998)

TÓM TẮT :

Bài báo giới thiệu một phương pháp xác định các thông số về độ vông, biến dạng, dao động trong việc thử tải cầu nhờ thiết bị đo biến dạng bằng Strain gauge nhiều kênh giao tiếp với vi tính. Bài báo cũng giải trình nguyên lý xác định đường đàn hồi dầm bằng các giá trị biến dạng đo được. Toàn bộ hệ thống giao tiếp với vi tính và các phần mềm cần thiết đã được hoàn thiện tại Phòng Thí nghiệm Cơ học Ứng dụng trường Đại học Kỹ thuật TP.HCM.

1. Đặt vấn đề:

Công việc thử cầu dưới tác dụng của tải trọng tiêu chuẩn có mục tiêu nhằm xác định 4 thông số: độ vông, biến dạng, tần số riêng, hệ số xung kích. Thông thường các công việc này được thực hiện bởi 3 nhóm khác nhau với các thiết bị khác nhau: một nhóm đo độ vông tĩnh, một nhóm đo biến dạng và một nhóm đo động. Phương pháp tiến hành cho đến nay vẫn còn hết sức thủ công: Thí nghiệm viên chép các chỉ thị số từ đồng hồ đo. Vì thời gian thử cầu chỉ tiến hành vào giữa đêm, trong một thời gian giới hạn để tránh ùn tắc giao thông, cho nên mỗi lần thử cần phải huy động một lực lượng nhân sự đông đảo hàng chục người. Hơn thế nữa các thí nghiệm viên phải ngồi dưới gầm cầu gần các thiết bị đo để đọc và ghi chép số trong quá trình cầu chịu tải, do vậy khả năng chịu rủi ro rất cao. Vì những lý do đó mà từ năm 1992 Phòng Thí nghiệm Cơ học Ứng dụng trường Đại học Kỹ thuật đã tiến hành nghiên cứu hệ thống đo tự động. Nội dung nghiên cứu gồm các vấn đề:

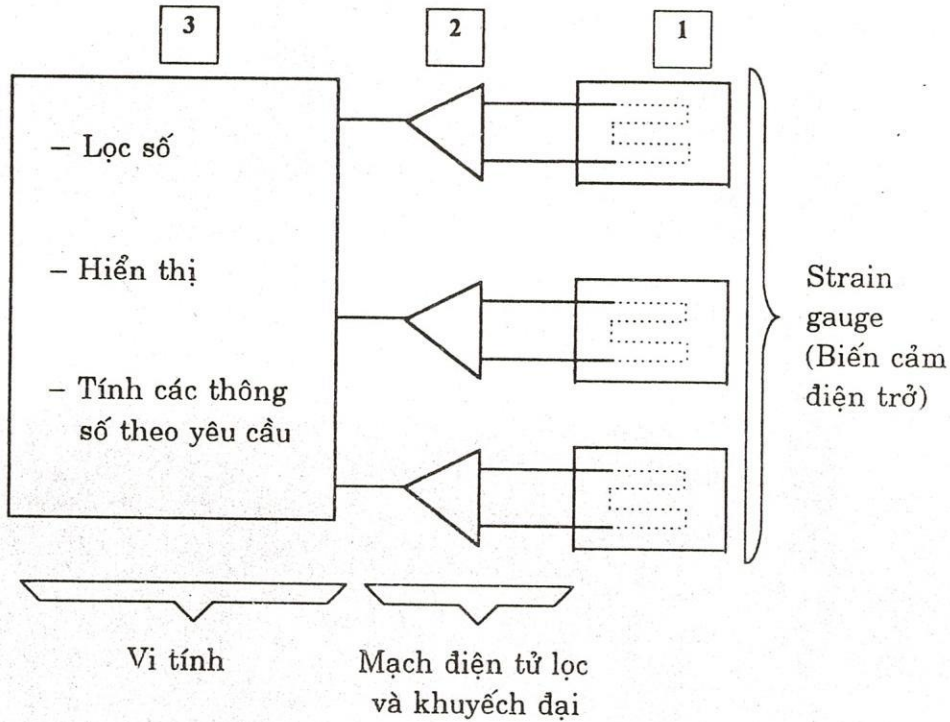
1. Chọn loại cảm biến.
2. Lập mạch giao tiếp vi tính với các phần cứng và phần mềm hỗ trợ cho việc thu nhận tín hiệu.
3. Viết các phần mềm để xử lý tín hiệu thành các thông số mong muốn.

Trong bài báo này chúng tôi trình bày một phương án đo xử dụng cảm biến điện trở dây (Strain gauge).

2. Thiết bị : Sơ đồ thiết bị đo có thể miêu tả như trên h.1

Trên hình 1 thì (1) là nhóm các Strain gauge. Số lượng các Strain gauge là số kênh truyền vào máy tính. Với tần số lấy mẫu đạt nhiều chục KHz trong khi tần số riêng của cầu khoảng ≤ 5 Hz, về nguyên tắc ta có thể thiết lập hàng nhiều

trăm kênh và các số liệu đo trong một lượt quét tất cả các kênh có thể được coi là thu nhận tức thời.

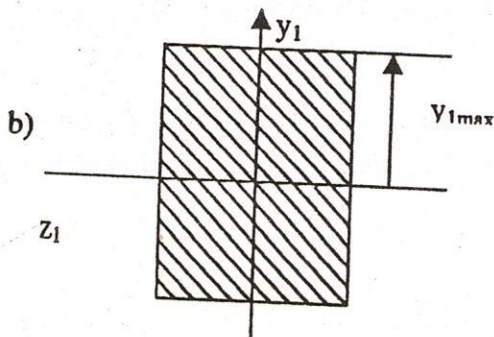
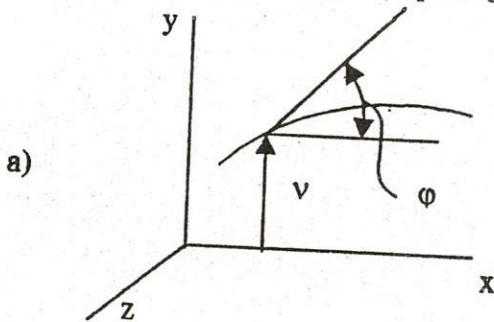


Hình 1

Các Strain gauge sẽ được dán lên bề mặt đối tượng cần đo, ví dụ bề mặt dầm cầu. Sự thay đổi điện trở của Strain gauge cho chúng ta thông tin về giá trị biến dạng dài tương đối (ϵ) tại điểm dán Strain gauge.

2. Cơ sở lý thuyết:

Xét dầm chịu uốn trong mặt phẳng $x-y$ (h.2a). Ký hiệu:



- v – Độ võng của đường trung hòa.
- φ – Góc xoay mặt cắt.
- (xyz) – Hệ trục tọa độ chung toàn dầm.
- (y_1, z_1) – Hệ trục tọa độ riêng của tiết diện.
- EJ – Độ cứng chống uốn.
- ϵ – Biến dạng dài theo phương trục thanh (trục x).
- M – Mômen uốn

Hình 2 : a- Mô hình dầm chịu uốn

b- Tiết diện dầm

Giả sử tiết diện dầm đối xứng qua trục z_1 ; ký hiệu $y_{1\max}$ là tung độ lớn nhất của tiết diện dầm (h.2b).

Ta đều biết các quan hệ sau đây [1]:

$$\frac{dv^2}{dx^2} = \frac{M}{EJ} \quad (1)$$

$$\varepsilon = -\frac{M}{EJ} y_1 \quad (2)$$

$$\varepsilon_m = -\frac{M}{EJ} y_{1\max} \quad (3)$$

Từ (1) và (3) ta có:

$$M = -\frac{EJ}{y_{1\max}} \varepsilon_m \quad (4)$$

Vậy (1) trở nên:

$$\frac{dv^2}{dx^2} = \frac{1}{y_{1\max}} \varepsilon_m \quad (5)$$

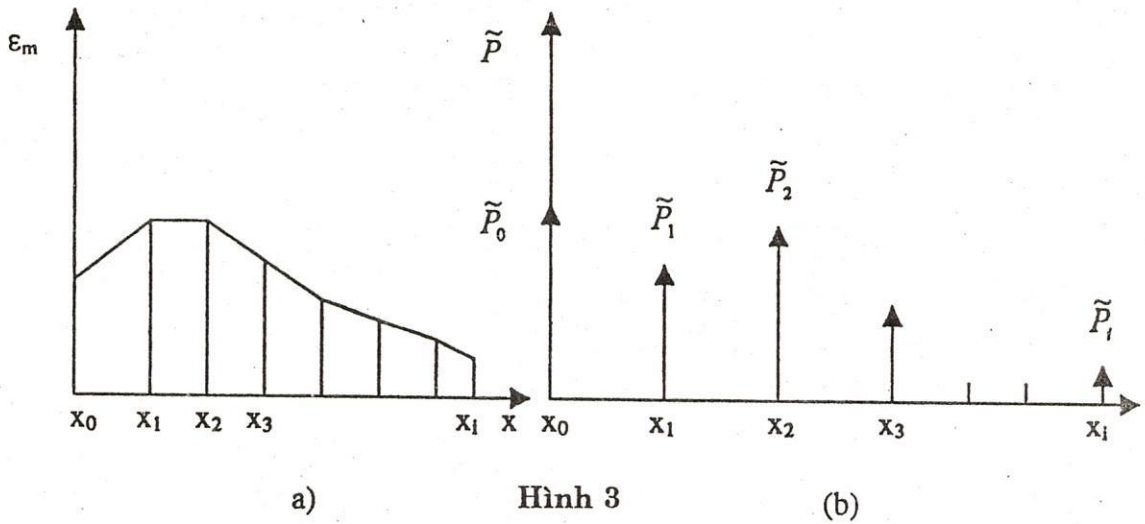
Nếu $y_{1\max} = \text{const}$ đối với mọi tiết diện và hàm $\varepsilon_m(x)$ được biết thì độ võng sẽ xác định theo công thức sau:

$$v = -\frac{1}{y_{1\max}} \left\{ \int_0^x \left[\int_0^x \varepsilon_m(x) dx \right] dx + C_1 x + C_2 \right\} \quad (6)$$

So sánh công thức (5) với công thức quan hệ (1) thì ta có thể coi biểu đồ ε_m như biểu đồ mômen giả định, và coi $\left(-\frac{1}{y_{1\max}} \right)$ là độ cứng giả định. Khi này việc tính toán độ võng sẽ có thể được thực hiện hoàn toàn theo các phương pháp nêu trong giáo trình Sức bền vật liệu. Để có thể tận dụng những phương pháp đã có ta sẽ coi biểu đồ $\varepsilon_m(x)$ như biểu đồ mômen gây bởi một hệ lực giả định \tilde{P}_i tập trung đặt tại các điểm x_i ($i = 0 \div n$). (h.3b).

3. Phương pháp gần đúng tính độ võng:

Giả sử ta đo được giá trị ε_m ở một số điểm rời rạc dọc theo dầm. Biểu đồ gần đúng của $\varepsilon_m(x)$ được coi là đường liên tục ghép bởi các đoạn thẳng nối giữa các tung độ ε_m (h.3a).



5. Các kết quả:

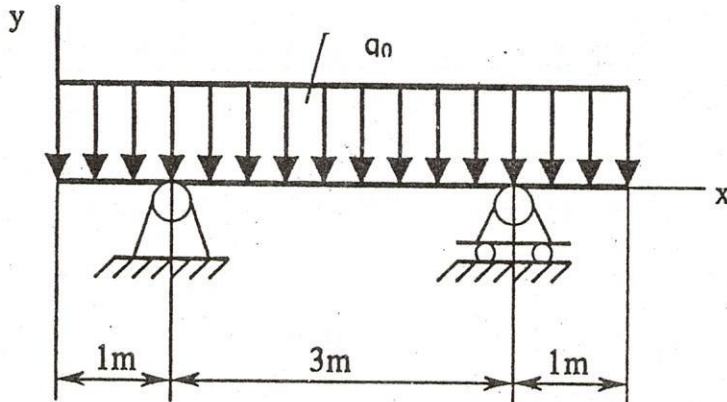
Để có cái nhìn về sai số gây ra khi chuyển từ hệ tải trọng thực sang hệ tải trọng giả định \tilde{P} chúng tôi đã dùng một số ví dụ của bài toán thuận (cho biết tải trọng thực, tìm độ võng và biến dạng ϵ_m ở một số điểm). Sau đó giải bài toán ngược tức dựa vào ϵ_m để tính lại độ võng theo phương pháp đưa ra ở mục 4, ký hiệu là \tilde{v} , rồi so sánh v và \tilde{v} để tìm sai số tương đối. Các kết quả như sau:

1. Nếu tải trọng thực là hệ các lực tập trung thì dạng biểu đồ ϵ_m và M hoàn toàn không thay đổi, do vậy kết quả v và \tilde{v} hoàn toàn trùng nhau.
2. Nếu tải trọng thực có chứa hàm phân bố thì biểu đồ M là các đoạn đường cong bậc cao hơn 1 do vậy khi chuyển sang hệ tải trọng giả định là các lực tập trung sẽ gây ra sai số. Tuy nhiên đối với các điểm càng xa với điểm đầu của phép tích phân (6) thì sai số càng ít. Để khắc phục hiện tượng sai số lớn ở đoạn đầu phép tích phân thì lập lưới điểm x tập trung dày hơn ở khu vực này. Sau đây là hai ví dụ số:

Ví dụ 1: Cho dầm chịu tải như trên h.4 với các số liệu:

$$EJ = 44,4 \times 10^5 \text{ N.m}^2; y_{1\max} = 1,62 \times 10^{-1} \text{ m}$$

$$q_0 = 40 \text{ KN/m.}$$



Hình 4

Kết quả tính cho trong bảng 1 trong đó hàng cuối cho sai số phần trăm

$$\Delta_v \% = \frac{|v_i - \tilde{v}_i|}{v_i} \times 100$$

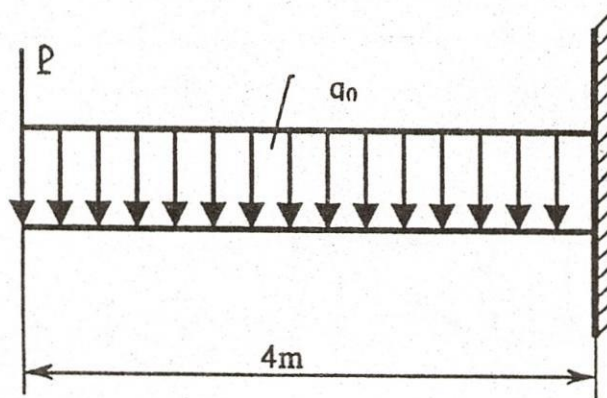
Bảng 1

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i m	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
v_i ($\times 10^{-2}$) m	0,225	0,129	0	-0,199	-0,375	-0,443	-0,375	-0,199	0	0,129	0,225
\tilde{v}_i ($\times 10^{-2}$) m	0,187	0,113	0	-0,187	-0,357	-0,422	-0,356	-0,187	0	0,113	0,187
$\Delta_v \%$	16	12,7	0	5,9	5	4,8	5	5,9	0	12,7	16

Ví dụ 2: Cho sơ đồ lực như trên h.5 với các thông số sau:

$$EJ = 44,4 \times 10^5 \text{ N.m}^2; y_{1\max} = 1,62 \times 10^{-1} \text{ m}$$

$$P = 100 \text{ KN}; q_0 = 25 \text{ KN/m}$$



Hình 5

Kết quả tính cho trong bảng 2.

Bảng 2 :

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i m	0	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
v_i ($\times 10^{-2}$) m	-66,066	-63,664	-61,264	-54,102	-42,441	-31,416	-21,396	-12,788	-6,029	-1,596	0
\tilde{v}_i ($\times 10^{-2}$) m	-66,150	-63,742	-61,338	-52,648	-42,486	-31,446	-21,416	-12,798	-6,034	-1,597	0
$\Delta, \%$	0,1	0,1	0,1	2,6	0,1	0,1	0,09	0,08	0,075	≈ 0	0

2. Kết luận:

3. Việc sử dụng biến cảm điện trở dây (Strain gauge) đo biến dạng dọc dầm cầu sẽ cho phép cùng một phép đo thu được các đại lượng mong muốn trong qui trình thử tải cầu.
4. Việc xử dụng đồng thời hệ thống đo tự động đa kênh và giải thuật tính trình bày ở mục 4 có các ưu điểm là cho phép:
 - ♣ Xây dựng tức thời và chính xác hình ảnh độ võng , biến dạng và dao động của cầu ở mọi thời điểm, góp phần nâng cao chất lượng thử nghiệm;
 - ♣ Theo dõi thường xuyên tình trạng cầu và dự báo sớm các hư hỏng, tránh các sự cố đáng tiếc;
 - ♣ Tiết kiệm rất lớn nhân lực, kinh phí mỗi đợt thử tải;
 - ♣ Thao tác nhẹ nhàng, an toàn;
5. Hệ thống đo lường bao gồm phần cứng và phần mềm đã được chuẩn bị sẵn sàng tại Phòng Thí nghiệm Cơ học Ứng dụng trường Đại học Kỹ thuật TP.HCM, mong rằng phương pháp thử cầu này sớm được kiểm nghiệm và xử dụng thực tế trong thành phố.

PROPOSAL FOR DEFINING DEFLECTION OF BRIDGES

ABSTRACT :

The article introduces a method to define the parameters of deflection, deformation, and vibration in load testing with deformation measurement equipment by strain gauge having many channels interacting with computer. The article also explains the principle to define the elastic curve for beams by the values of deformation measured. The computer communicative system and necessary software have been perfected at the Laboratory of Applied Mechanics, Ho Chi Minh City University of Technology.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. André Bazorgui, Thang Bui - Quoc, André Biron, Georges McIntyre, Charles Laberge, Résistance des Matériaux, Edition de L'Ecole Polytechnique de Montréal, 1993.
2. James W. Dally, William F.Riley, Experimental Stress Analysis, McGraw-Hill, Inc, 1991.