

CHẾ TẠO THIẾT BỊ ĐO PIEZOMETRE VÀ PRESSUREMETRE BẰNG CẢM BIẾN PHỤC VỤ THÍ NGHIỆM MÔ HÌNH

Ngô Kiều Nhi – Phạm Tường Hội

Trường Đại học Kỹ thuật

(Bài nhận ngày 23/05/2000,

hoàn chỉnh sửa chữa ngày 29/08/2000)

TÓM TẮT : Các thiết bị Piezometre và Pressuremetre nhập từ nước ngoài rất đắt tiền và trong một số thí nghiệm đo thì không sử dụng được. Do đó, việc chế tạo các thiết bị trên cho các thí nghiệm mô hình trong phòng thí nghiệm là cần thiết. Trong điều kiện hiện nay, việc chế tạo các thiết bị đo Piezometre và Pressuremetre bằng cảm biến là có thể thực hiện được. Nó bảo đảm độ chính xác, giá thành rẻ, và thích nghi cho từng thí nghiệm.

NGUYÊN LÝ CƠ BẢN

Vật liệu dùng chế tạo cảm biến là vật liệu dẫn điện, vật liệu dẫn điện có quan hệ giữa biến dạng và điện trở biểu hiện qua tỷ số giữa biến thiên tương đối của điện trở với biến thiên tương đối của chiều dài gọi là suất biến dạng. Suất của biến dạng là một hàm của biến dạng kích thước trong giai đoạn biến dạng đàn hồi, và sự biến đổi của điện trở suất với biến dạng.

Điện trở của vật liệu dẫn điện:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} \quad (1)$$

R: điện trở.

ρ : điện trở suất.

l: chiều dài vật dẫn điện.

A: diện tích tiết diện vật dẫn điện.

Suất biến dạng (đối với cảm biến được gọi là Hệ số cảm biến) là quan hệ:

$$F = \frac{\epsilon R}{\epsilon L} \quad (2)$$

F: Suất biến dạng.

$$\epsilon R = \frac{\Delta R}{R}$$

$$\epsilon L = \frac{\Delta L}{L}$$

ΔR : Độ biến thiên điện trở.

R: Điện trở.

ΔL : Độ biến thiên chiều dài.

L: chiều dài.

Hệ số cảm biến được thiết lập từ (1) và (2) với giả thiết điện trở suất (ρ) là hằng số. Khi vật dẫn điện biến dạng đàn hồi một đoạn ΔL thì diện tích tiết diện sẽ bị giảm do ảnh hưởng Poisson làm tăng điện trở lên. Giả sử vật liệu dẫn điện có hệ số Poisson $\nu = 0.3$ thì hệ số cảm biến là 1.6, nghĩa là :

$$F = 1 + 2\nu = 1 + 2 \times 0.3 = 1.6$$

Tuy nhiên, khi vật liệu trên làm việc ngoài giới hạn đàn hồi thì hệ số Poisson $\nu = 0.5$; điện trở biến đổi chủ yếu do biến đổi kích thước và suất biến dạng $F = 1 + 2\nu$ tiến tới 2.0.

$$F = 1 + 2\nu = 1 + 2 \times 0.5 = 2.0$$

Điều đó có nghĩa là:

+ Đối với những vật liệu có suất biến dạng $F \neq 2.0$ khi làm việc trong giới hạn đàn hồi thì sẽ có suất biến dạng $F = 2.0$ khi làm việc trong giai đoạn biến dạng dẻo.

+ Đối với những vật liệu có suất biến dạng $F \cong 2.0$ ($\nu \cong 0.5$) khi làm việc trong giới hạn đàn hồi thì sẽ có suất biến dạng $F = 2.0$ khi vật liệu làm việc trong giai đoạn biến dạng dẻo.

Trong chế tạo cảm biến người ta chọn nhóm hợp kim thuộc nhóm thứ hai vì như vậy sẽ bảo đảm độ chính xác cho cả 2 giai đoạn trong và ngoài giới hạn đàn hồi.

Hệ số cảm biến của một số vật liệu:

vật liệu	tên thương mại	hệ số cảm biến
Đồng – Nicken (55-45).	Constantan	+2.1
Nicken – Crôm (80-20).	Nichrome	+2.2
Nicken – Crôm (75-20) với Sắt và Nhôm.	Karma	+2.1
Sắt – Crôm – Nhôm (70-20-10).	Armour D	+2.2
Nicken – Crôm – Sắt – Môlípden (36-8-55.5-0.5).	Isoelastic	+3.5
Platin – Tungsten (92-8).	-	+4.0
Đồng – Nicken – Măng gan (84-4-12).	Manganin	+0.6
Sắt.	-	+4.0

Ảnh hưởng của nhiệt độ:

Hệ số cảm biến K thường ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ ngoại trừ Isoelastic. Trong một ngưỡng nhiệt độ tương đối rộng : $-100^{\circ}C < T < 300^{\circ}C$ biểu thức K có dạng:

K_0 là hệ số cảm biến ở nhiệt độ chuẩn T_0 (thông thường $T_0 = 25^{\circ}C$). Do đó việc

$$K(T) = K_0 \{1 + \alpha_k (T - T_0)\}$$

sử dụng cảm biến trong thiết bị đo ở nhiệt độ thông thường là thuận lợi.

Các loại cảm biến đo biến dạng:

Có 2 loại cảm biến đo biến dạng: cảm biến dây mảnh(wire strain gauge) (hình H1a), cảm biến lá mỏng và cảm biến màng mỏng (foil strain gauge) (hình H1b). Cảm biến dây

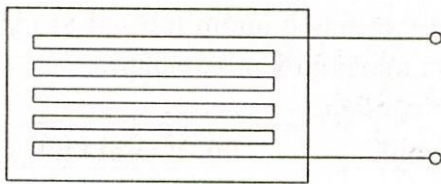
mảnh bao gồm một tấm giấy mỏng trên có dán một dây điện trở hình răng lược có đường kính từ 0.02mm - 0.03mm, hai đầu dây được hàn với lá đồng dùng để nối với mạch đo. Phía trên được dán một tấm giấy mỏng để cố định dây. Chiều dài l là chiều dài tác dụng của cảm biến. Ngày nay để giảm kích thước, tăng điện trở tác dụng cũng như có thể chế tạo những cảm biến có hình dạng phức tạp hơn, người ta chế tạo cảm biến kiểu màng mỏng và lá mỏng. Cảm biến lá mỏng được chế tạo từ một lá kim loại mỏng với chiều dày 0.004 – 0.012mm. Nhờ phương pháp quang khắc có thể tạo nên các hình dạng khác

nhau cho cảm biến loại này. Cảm biến kiểu màng mỏng được chế tạo bằng cách cho bốc hơi kim loại lên một khung với hình dáng định trước.

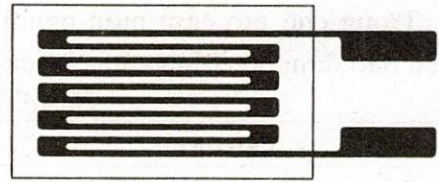
CẤU TẠO THIẾT BỊ ĐO

A./ Pressuremetre (hình H2) :

Pressuremetre dùng để đo tổng áp lực gồm áp lực của các hạt đất và áp lực nước trong lỗ rỗng tác dụng lên bề mặt cần đo. Pressuremetre được cấu tạo là một hộp kim loại rỗng hình lăng trụ dẹp, một mặt là màng mỏng làm bằng hợp kim đàn hồi là mặt đo



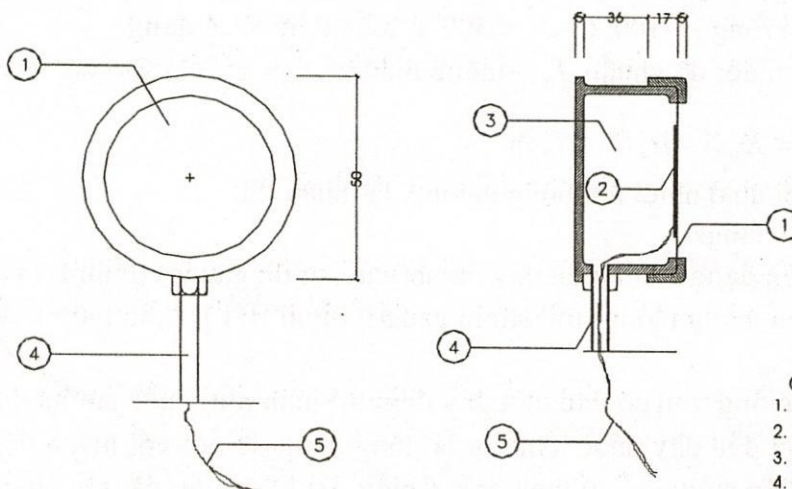
a. CẢM BIẾN DÂY MẠNH



b. CẢM BIẾN MÀNG MỎNG

H1. CÁC LOẠI CẢM BIẾN BIẾN DẠNG

áp lực, mặt trong có dán một lá cảm biến bằng keo Epoxy nối với thiết bị xử lý tín hiệu số bằng dây dẫn đặt trong ống vừa có tác dụng bảo vệ dây dẫn vừa thông hơi cho hộp kim loại (xem hình vẽ kèm theo). Thiết bị xử lý tín hiệu số SB10, P3500 hoặc thiết bị đo do Phòng Thí Nghiệm Cơ Học Ứng Dụng nghiên cứu chế tạo. Khi cố áp lực tác động, màng hợp kim biến dạng, làm điện trở của lá cảm biến thay đổi, sự biến đổi này được xử lý thành tín hiệu số hiện lên màn hình của thiết bị xử lý.

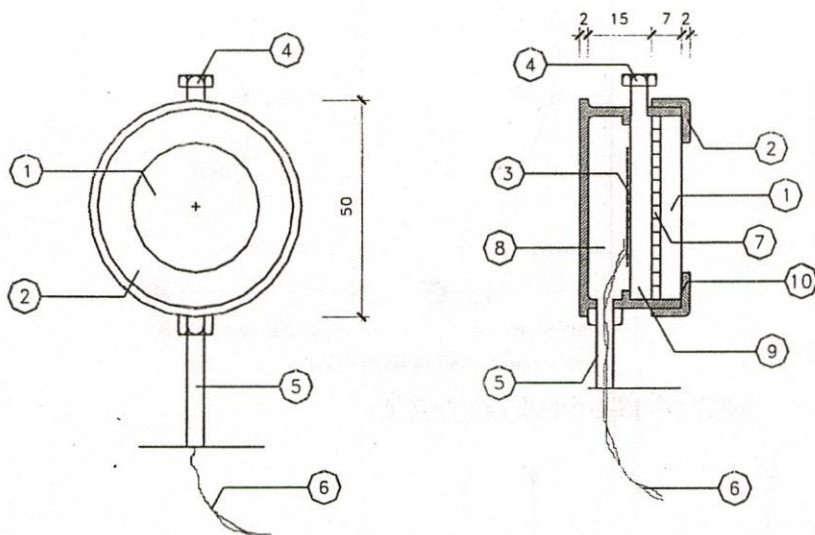


- GHI CHÚ:
1. MÀNG CẢM BIẾN.
 2. LÁ ĐIỆN TRỞ (STRAIN GAUGE).
 3. NGĂN CHỨA KHÔNG KHÍ.
 4. ỐNG BẢO VỆ DÂY DẪN VÀ THÔNG KHÍ.
 5. DÂY DẪN RA THIẾT BỊ ĐO.

H.2 : THIẾT BỊ ĐO PRESSUREMETRE

B./ Piezometre (hình H3):

Piezometre dùng để đo riêng phần áp lực nước trong lỗ rỗng. Nguyên lý hoạt động cũng giống như Pressuremetre, nhưng về cấu tạo thì Piezometre có thêm một ngăn chứa nước nằm giữa màng hợp kim và miếng sứ xốp. Cách ly giữa nước và miếng sứ là một màng cao su mỏng nhằm ngăn nước thấm ra ngoài (xem hình vẽ kèm theo). Khi đất ở trạng thái bão hoà nước thì có thể không cần màng cao su cách ly này, như thế độ chính xác của thiết bị sẽ tăng lên. Khi có áp lực tác dụng, miếng sứ ngăn tác dụng của phần hạt đồng thời cho nước thấm qua truyền áp lực lên màng cao su và phần nước trong ngăn chứa, làm màng hợp kim có biến dạng, biến dạng được xử lý thành tín hiệu số hiện lên màn hình của thiết bị.



- GHI CHÚ:**
1. ĐĨA SỨ XỐP.
 2. NẮP HỘP.
 3. MÀNG CẨM BIẾN.
 4. VAN VỎ NƯỚC.
 5. ỐNG BẢO VỆ DÂY DẪN.
 6. DÂY DẪN RA THIẾT BỊ ĐO.
 7. TẤM CHẮN GIỮ SỨ.
 8. NGĂN KHÔNG KHÍ.
 9. NGĂN CHỨA NƯỚC.
 10. JOINT CAO SU.

H3. THIẾT BỊ ĐO PIEZOMETRE

THAO TÁC ĐO

+ Đặt các đầu đo vào vị trí cần đo, xử lý phần đất tiếp xúc với bề mặt của đầu đo.

+ Nối các đầu đo với thiết bị xử lý tín hiệu số.

+ Điều chỉnh số liệu về mức 0.

+ Dưới ảnh hưởng của tác nhân gây áp lực, trị số áp lực được biểu hiện lên màn hình.

THIẾT LẬP THANG ĐO

Nhằm thiết lập mối tương quan giữa trị áp lực tác dụng lên đầu đo và các số hiển thị trên màn hình. Trị số áp lực tác dụng được sử dụng là chiều cao cột nước khi đặt đầu đo vào trong nước. Ở độ sâu h, áp lực tác dụng lên đầu đo là:

$$P_n = \gamma h$$

Trị số hiển thị lên màn hình là n.

Hệ số điều chỉnh:

$$k = \frac{P_n}{n} = \frac{\gamma \cdot h}{n}$$

Ở các độ sâu khác nhau ta có k là hằng số. Từ đó, ta có:

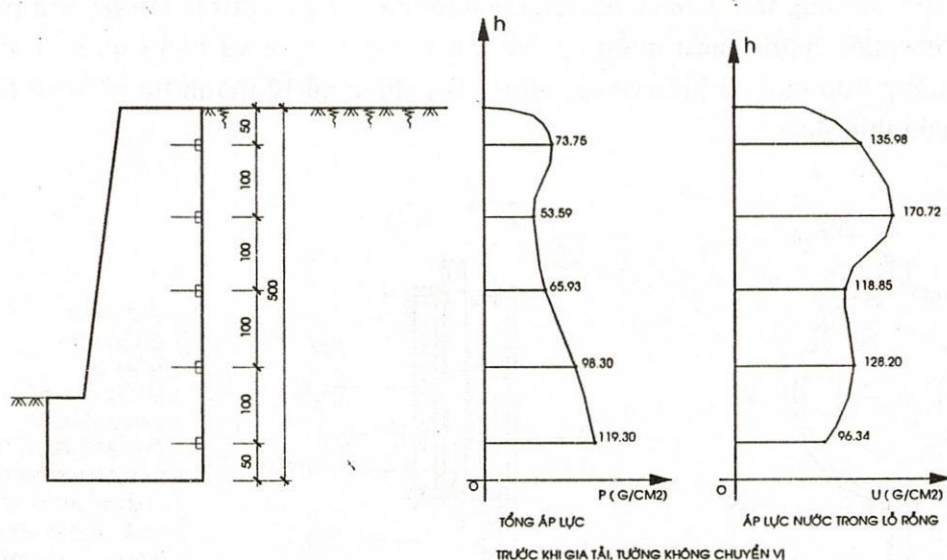
$$P = k \cdot n$$

P: áp lực tác dụng lên đầu đo.

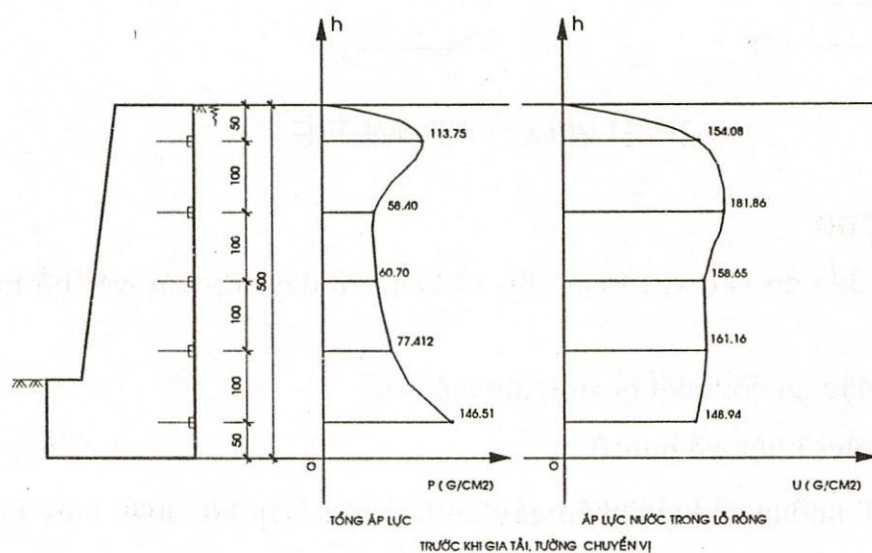
k: hệ số điều chỉnh.

n: số đọc trên thiết bị xử lý tín hiệu số.

Qua quá trình thiết lập thang đo, các đầu đo đã chế tạo đạt độ chính xác (chưa khuếch đại) là 5kg/m^2 (0.5g/cm^2). Như vậy có thể bảo đảm độ chính xác cho thí nghiệm mô hình.



MỘT SỐ KẾT QUẢ ĐO ĐƯỢC



MỘT SỐ KẾT QUẢ ĐO ĐƯỢC

KẾT LUẬN

+ Việc chế tạo các đầu đo Piezometre và Pressuremetre chỉ mới hoàn thành trong phòng thí nghiệm, nên đối với mỗi đầu đo có một hệ số điều chỉnh khác nhau.

+ Nếu được chế tạo đồng loạt thì có thể điều chỉnh cho có cùng một hệ số điều chỉnh giống nhau.

+ Tùy theo độ lớn của đại lượng cần đo mà có thể điều chỉnh độ chính xác cho phù hợp.

+ Có thể khuếch đại tín hiệu bằng vi tính để đạt độ chính xác cao hơn, đồng thời có thể sử dụng vi tính để tự động lưu giữ kết quả, xử lý số liệu một cách tự động.

THE MAKING OF PIESOMETRE AND PRESSUREMETRE BY USING OF STRAIN GAUGE FOR MODEL TESTS

Ngo Kieu Nhi – Pham Tuong Hoi

ABSTRACT : The imported Piezometre and Pressuremetre are very expensive and in some case of tests they are not appropriate. Thus, the making of these instruments for the purpose of model tests in laboratory is necessary. The making of Piezometre and Pressuremetre is executable at the present case. These instruments are ensured of accuracy, at low cost, and appropriate to respective model tests.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phan Quốc Phô – Nguyễn Đức Chiến – *Giáo trình cảm biến*. Nhà Xuất Bản Khoa Học và Kỹ Thuật. (Chương 5: 5-1, 5-2).
- [2]. Phạm Thượng Hàn – Nguyễn Trọng Quế – Nguyễn Văn Hoà – *Kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lý*. Tập 1. (Chương 7: 7-2-2).
- [3]. A. L. Window - *Strain gauge technology*. Second Edition. Nhà Xuất Bản Elsevier Science Publisher LTD. (Chapter 1, Chapter 2).