

CHƯƠNG 2 CÁC PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT VÀ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VẬT LIỆU

1. Các nguyên tắc chung :

Khi nghiên cứu trạng thái làm việc, khả năng chịu lực, tuổi thọ của các đối tượng cho thấy yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đầu tiên là **chất lượng của vật liệu**. Chất lượng đó được thể hiện qua các loại cường độ, tính chất và số lượng các khuyết tật đã tồn tại hoặc xuất hiện mới trong quá trình đối tượng làm việc.

Hiện nay, việc khảo sát và xác định các đặc trưng cơ bản của VL bằng thực nghiệm thường được thực hiện theo 2 phương pháp cơ bản:

1.1. Phương pháp phá hoại mẫu và lập biểu đồ đặc trưng VL:

Hình dạng và kích thước mẫu thử xác định tùy: cấu tạo VL, mục đích nghiên cứu, tiêu chuẩn qui phạm nhà nước.

Các mẫu được thí nghiệm tương ứng với trạng thái làm việc của VL (kéo, nén, uốn, xoắn) tăng dần tải trọng từng cấp cho đến khi phá hoại. Ứng với các cấp tải p_i ta thu được ε_i , σ_i và vẽ được đường cong biểu diễn quan hệ σ - ε và được gọi là **biểu đồ đặc trưng** của VL, bởi vì qua đó này có thể xác định các đặc trưng cơ lý của VL.

Phương pháp phá hoại mẫu chịu ảnh hưởng trực tiếp các yếu tố:

1. *Tốc độ gia tải*
2. *Nhiệt độ môi trường*
3. *Trạng thái ứng suất tác dụng*

1.2. Phương pháp không phá hoại và lập biểu đồ chuyển đổi chuẩn của VL

Phương pháp này thường giải quyết hai nhiệm vụ :

1/ Xác định cường độ tại nhiều vị trí khác nhau, qua đó đánh giá được mức độ đồng nhất của VL.

2/ Phát hiện các khuyết tật tồn tại bên trong môi trường VL do quá trình chế tạo, do ảnh hưởng các tác động bên ngoài, hoặc do tải trọng.

2. Phương pháp khảo sát thực nghiệm VL bê tông

2.1 Xác định các đặc trưng cơ-lý của BT bằng phương pháp phá hoại mẫu

1/ **Thí nghiệm xác định cường độ giới hạn chịu nén :**

a/ Mẫu thử :

Khối lập phương hoặc lăng trụ được chế tạo đồng thời với quá trình thi công bê tông. Kích thước mẫu, phương pháp chế tạo, bảo dưỡng theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3105 - 1993.

b/ Tiến hành thí nghiệm :

Thí nghiệm nén phá hoại mẫu chuẩn 150 x 150 x 150 mm

Cường độ : $R = P_{ph}/F$ (kg/m²)

1/ Nguyên tắc chung của phương pháp :

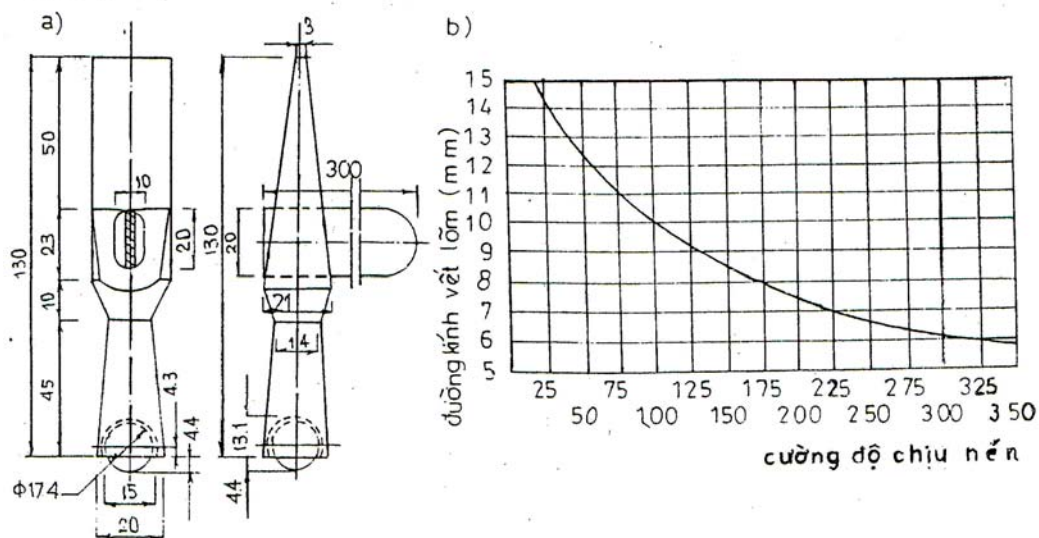
Dùng các thiết bị cơ học tạo nên những va chạm trực tiếp lên bề mặt của vật liệu.

Khi khảo sát chất lượng và cường độ của BT phải chú ý đến các yếu tố thuộc **bản chất** của VL làm ảnh hưởng đến kết quả như :

- ♦ Tính không đồng nhất về cấu trúc và cường độ của BT
- ♦ Do khả năng carbon hóa lớp vật liệu ngoài theo thời gian

2/ Đánh giá chất lượng bê tông bằng dụng cụ búa bi (h. 2.2)

Làm sạch bề mặt vùng thử có kích thước 100 x 100mm. Dùng búa có trọng lượng 300 -400g, đập thẳng góc xuống bề mặt cấu kiện, viên bi sẽ để lại trên bề mặt bê tông một vết lõm. Quan sát vết lõm và so sánh với biểu đồ chuẩn có thể đưa ra kết luận định tính về chất lượng và cường độ của bê tông.



Hình 2.2. Búa bi

a. Cấu tạo; b. Biểu đồ quan hệ chuẩn giữa đường kính vết lõm và cường độ bê tông

3/ Xác định cường độ của BT bằng búa bi có thanh chuẩn (h-2.3)

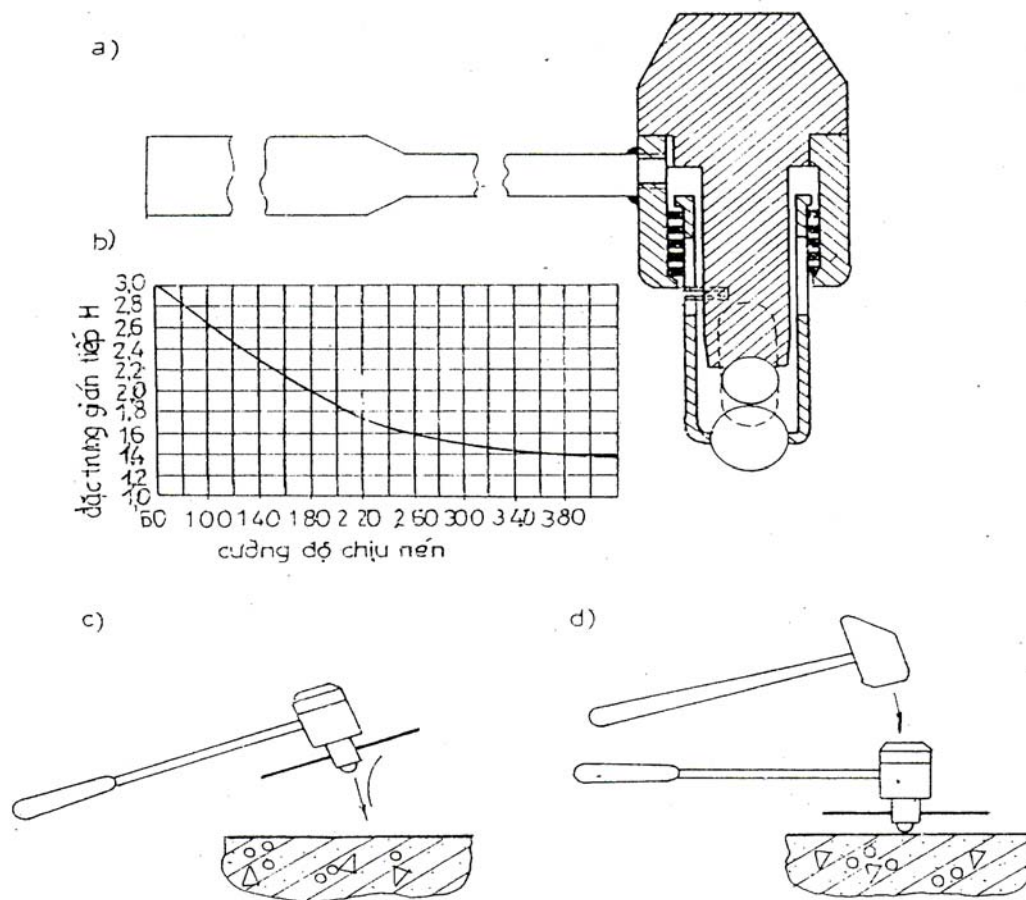
Số lượng điểm thử trên mỗi vùng của cấu kiện không ít hơn 5 điểm., khoảng cách giữa các điểm thử trong vùng đó là 30 mm trên bề mặt vật liệu và 10 mm trên thanh chuẩn.

Đại lượng đặc trưng gián tiếp H của cường độ BT trong vùng thử được xác định theo tỷ số sau :

$$H = \frac{\sum d_b}{\sum d_c}$$

$\sum d_b$: tổng đường kính của các vết lõm trên bề mặt bê tông, [mm]

$\sum d_c$: tổng đường kính các vết lõm tương ứng trên thanh chuẩn, [mm]

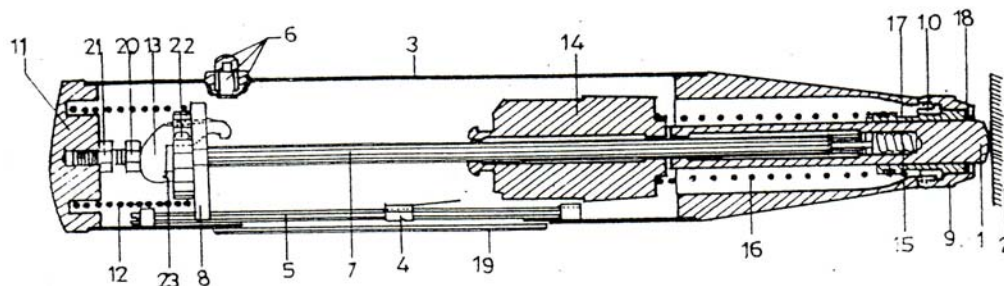


Hình 2.3. Búa bi của thanh chuẩn

- a. Cấu tạo; b. Biểu đồ quan hệ chuẩn giữa đặc trưng H và cường độ bê tông
c. Thử đập trực tiếp trên bề mặt bê tông; d. Thử đập nhờ búa

4/ Đánh giá cường độ bê tông bằng thiết bị nẩy va chạm

a. Sơ đồ cấu tạo và vận hành súng thử loại N (h 2.4)



Hình 2.4. Sơ đồ cấu tạo súng thử chất lượng bê tông

- 1- pittông truyền va chạm, 2- bề mặt bê tông, 3- vỏ súng, 4- kim chỉ thị, 5- thanh dẫn kim, 6- nút hãm, 7- trục dẫn quả búa, 8- đĩa cứng, 9- nắp giữ ổ dầu, 10- vòng cố định, 11- nắp sau, 12- lò xo nén, 13- cò súng, 14- quả búa, 15- lò xo giảm chấn, 16- lò xo kéo đập, 17- ống định hướng, 18- đệm chắn bụi, 19- bảng chia vạch, 20- vít bật cò, 21- êcu hãm, 22- chốt cò, 23- lò xo đẩy cò

b. Phương pháp xác định cường độ bê tông bằng súng thử Schmidt

- ◆ Quá trình xác định cường độ của bê tông trên công trình bằng súng nảy va chạm được tiến hành theo các quy định trong tiêu ngành 20 TCN 85 - 03.

2.3. Khảo sát vật liệu BT bằng pp thí nghiệm không phá hoại:

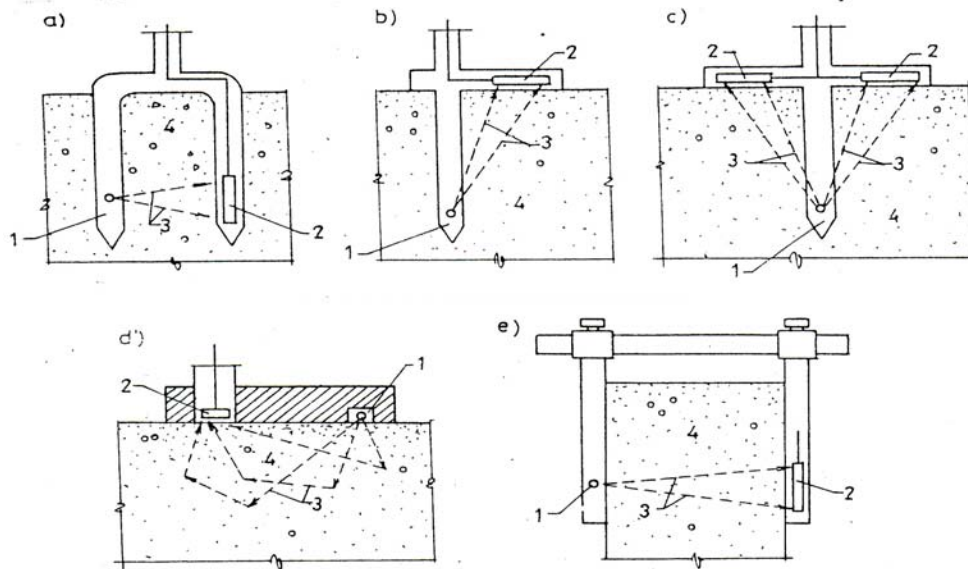
Các phương pháp thử không phá hoại vật liệu được dùng rộng rãi để đánh giá chất lượng của bê tông khi khảo sát kết cấu công trình xây dựng. Theo các nguyên lý vật lý, các phương pháp nghiên cứu không phá hoại được chia thành hai nhóm cơ bản.

1. Nhóm thử nhất

Nhóm này bao gồm các phương pháp đo mà kết quả cho ngay giá trị của tham số khảo sát, không phải qua quá trình tính toán trung gian hoặc so sánh chuyển đổi chuẩn. Tham số đo cơ bản ở đây là khối lượng thể tích (độ đặc chắc) của vật liệu.

Phương pháp tiêu biểu để khảo sát chất lượng BT thuộc nhóm này cơ bản dựa trên hiệu ứng của các tia phóng xạ rơngơn và gamma.

Nội dung của phương pháp thử : Trong nghiên cứu vật liệu bằng tia phóng xạ, đại lượng đặc trưng cho độ chặt của môi trường vật liệu là mức độ giảm yếu hay độ phân tán cường độ năng lượng của chùm tia phóng xạ gamma rơi qua môi trường vật liệu đó.



Hình 2.5. Xác định độ chặt bê tông bằng phương pháp rọi tia

a- đo độ chặt từng lớp, b, c- đo độ chặt trung bình các lớp, d- đo khi cấu kiện dày hơn 500mm hoặc chỉ có một mặt tự do, e- đo độ chặt và chiều dày cấu kiện
1-nguồn phát, 2-nguồn thu năng lượng phóng xạ, 3- hướng rọi, 4- vật liệu

Khi khảo sát một hỗn hợp BT được đầm chặt hay BT trong các cấu kiện đúc sẵn hay trên KCCT, cần phải đặt trong môi trường BT đó một đầu phát trong đó có chứa chất phóng xạ và một đầu thu năng lượng đặt trên bề mặt của môi trường vật liệu. Sự chênh lệch cường độ năng lượng đó cho phép suy ra độ chặt của môi trường vật liệu

nhờ mối liên hệ sau đây :
$$I = I_0 \cdot e^{-\mu_0 p r} \rightarrow p = \frac{\ln I_0 - \ln I}{\mu_0 r}$$

Trong đó :
 I_0 - Cường độ phát xạ ban đầu;
 I - Cường độ phát xạ sau lúc truyền qua môi trường;
 p - Độ chặt của môi trường vật liệu ;
 r - Khoảng cách giữa nguồn phát và đầu thu;
 μ_0 - Hệ số hấp thụ khối lượng của chất phóng xạ.

Khi biết độ chặt của BT trong kết cấu , bằng một phép đo phóng xạ theo sơ đồ (h 2.5e), có thể xác định được kích thước của kết cấu đo.

$$r = \frac{\ln I_0 - \ln I}{\mu_0 \rho}$$

2. Nhóm thử hai: Là các phương pháp thí nghiệm mà số đo không chỉ thị trực tiếp giá trị của tham số khảo sát, muốn có được kết quả thường phải qua quan hệ chuẩn giữa tham số khảo sát và số đọc trên thiết bị đo. Nhóm này gồm các phương pháp thí nghiệm theo nguyên lý truyền sóng âm thanh qua môi trường nhằm mục đích kích thích các hạt vật chất trong môi trường dao động. Theo các thông số của hiện tượng dao động này và sự lan truyền của dao động trong môi trường có thể đánh giá các đặc trưng cơ - lý và trạng thái của vật liệu khảo sát. tiêu biểu là phương pháp truyền sóng siêu âm qua môi trường vật liệu khảo sát.

a. Khái niệm về phương pháp siêu âm

Siêu âm là những dao động cơ học đàn hồi truyền đi trong môi trường vật chất với tần số dao động từ 20kHz trở lên.

Do tần số dao động cao, bước sóng ngắn nên siêu âm có hai đặc điểm cơ bản khi được khai thác sử dụng trong kỹ thuật:

- Sự phát và truyền sóng qua các môi trường vật chất tuân theo các quy luật quang hình học, do đó có thể lợi dụng các hiện tượng phản xạ, khúc xạ, nhiễu xạ ... để tập trung năng lượng của sóng siêu âm vào một phạm vi nhỏ hẹp.
- Do tập trung được năng lượng tối đa, nên có thể tạo ra một hiệu ứng mới là dao động của các hạt trong môi trường có sóng siêu âm truyền qua sẽ có biên độ dao động lớn.

Khi việc nghiên cứu tiến hành trên cơ sở số đo của các tham số :

- ◆ Tốc độ (hay thời gian) truyền sóng;
- ◆ Mức khuếch tán năng lượng siêu âm trong môi trường ;
- ◆ Độ tập trung sóng khi ra khỏi môi trường ;

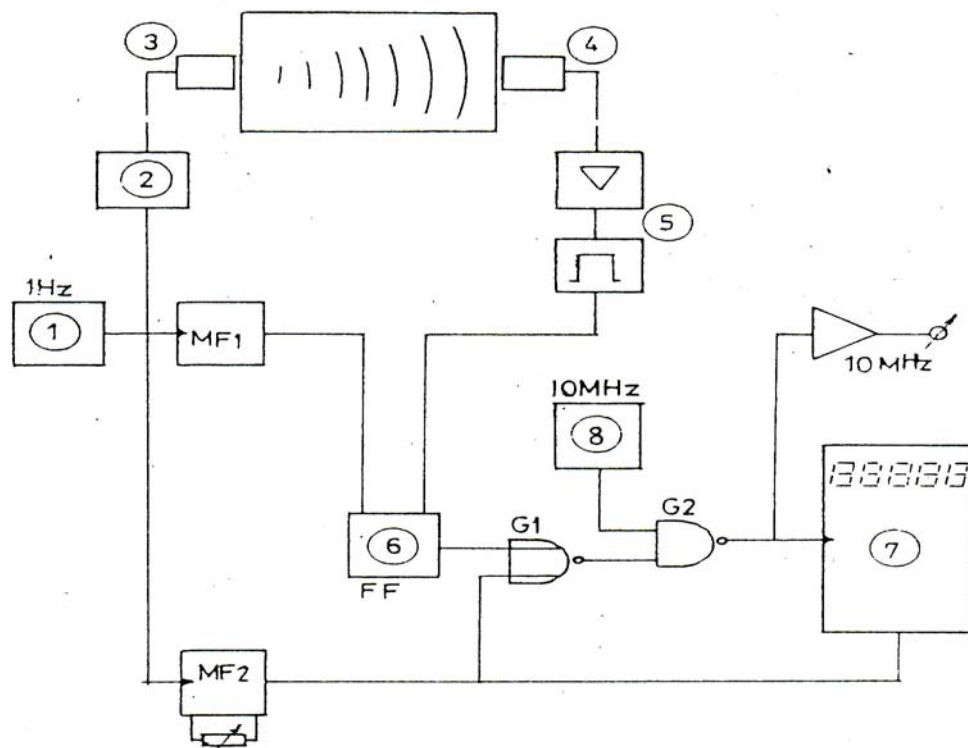
Thì sẽ có được các kết luận về chất lượng và giá trị của cường độ BT hoàn toàn chính xác. Nhưng cùng một lúc xác định cả ba tham số trên đây là không thể thực hiện được. Thực tế cho thấy, khi chỉ nghiên cứu một yếu tố cơ bản về tốc độ (thời gian)

truyền âm cũng có thể nhận được những kết quả đánh giá đủ độ chính xác cần thiết.

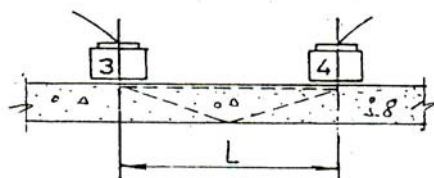
b. Sơ đồ cấu tạo máy đo siêu âm qua môi trường bê tông

Nguyên lý cơ bản của máy đo siêu âm bê tông được mô tả trên sơ đồ khối trong hình 2.6a.

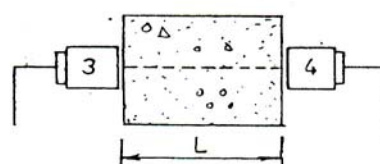
a)



b)



c)



Hình 2.6. Sơ đồ nguyên lý của máy siêu âm và kỹ thuật đo

a- sơ đồ khối máy siêu âm, b- phương pháp đo mặt, c- phương pháp đo xuyên

Chu trình đo được bắt đầu bằng những xung phát ra từ máy dao động tần số 1 Hz (1). Những xung ban đầu này làm hoạt động mạch phát (2) để cung cấp những xung điện áp cao hàng nghìn vôn đến đầu phát xung siêu âm (3). Xung điện áp cao kích thích các tấm piezo trong đầu phát và tạo ra những sóng dao động đàn hồi (xung siêu âm) có cùng tần số dao động cộng hưởng với các tinh thể trong tấm vật liệu piezo; vì thế, tần số dao động của sóng siêu âm phát ra phụ thuộc tần số riêng của tinh thể piezo. Các dao động đàn hồi trong đầu phát sẽ qua mặt tiếp xúc và truyền vào môi trường vật liệu bê tông. Mặt khác, một bộ phận xung phát ra từ máy (1) qua bộ phận chờ MF2; ở đây, xung bị làm chậm một thời gian từ 3 - 12 μ s [khoảng thời gian đủ để xung điện

truyền từ máy dao động (1) qua mạch phát (2) và đến đầu phát xung siêu âm] để sau đó đến bộ phận đếm (7) và bắt đầu tính thời gian truyền siêu âm phát vào môi trường. Sau khi các dao động đàn hồi qua khỏi môi trường và đi vào gặp các tấm piezo trong đầu thu siêu âm (4), năng lượng cơ học của siêu âm được biến thành tín hiệu điện. Bộ khuếch đại (5) sẽ khuếch đại các tín hiệu điện đó, truyền đến báo cho bộ dẫn tín hiệu FF (6) thời điểm siêu âm đã qua khỏi môi trường để ngừng bộ phận đếm thời gian (7). Trong suốt thời gian siêu âm lan truyền qua môi trường bê tông, nhờ máy dao động tần số 10 MHz (8) bộ đếm hoạt động liên tục cho đến khi có tín hiệu "ngừng" báo về bộ dẫn (6). Chỉ số xuất hiện trên bộ đèn 5 số trên máy đếm thời gian (7) chỉ thị thời gian truyền của siêu âm qua môi trường bê tông khảo sát tính bằng micro -giây. Ngoài ra, bộ phận giữ MF1 dùng để ngăn cản việc tắt máy đếm thời gian trong vòng $20\mu s$ đầu tiên kể từ lúc mở máy vì đây là khoảng thời gian có thể xuất hiện các tín hiệu điện trên bộ dẫn FF (6) do hiện tượng nhiễu khi mở máy.

c. Kỹ thuật đo :

1/ Chọn đầu phát và đầu thu siêu âm :

- ◇ Để có được hiệu ứng lan truyền sóng siêu âm tốt nhất trong môi trường vật liệu bê tông thì chiều dài của bước sóng cần phải tương đương với kích thước hạt của vật liệu độn. Cho nên, với bê tông có đường kính hạt của vật liệu độn đến 30 mm thì tần số xung tốt nhất là 150 kHz. Điều đó cho phép xác định phạm vi tần số dao động riêng của đầu dò khi thí nghiệm vật liệu bê tông là trong giới hạn từ 25 đến 200kHz;
- ◇ Khi đo với những khoảng cách ngắn (chuẩn đo < 300 mm) tốt nhất dùng loại đầu dò có tần số >100 kHz;
- ◇ Khi đo với những khoảng cách trung bình (chuẩn đo từ 300 đến 2000 mm) nên dùng những loại đầu dò có tần số 60 - 100 kHz;
- ◇ Khi thử với những khoảng cách lớn từ 2000 - 5000 mm hoặc lớn hơn thường dùng loại đầu dò tần số thấp 25 kHz.

2. Cách phân bố đầu dò :

Khi thí nghiệm bê tông bằng phương pháp siêu âm, các đầu phát và thu siêu âm có thể phân bố theo hai cách :

- ◇ Phân bố đầu phát và đầu thu siêu âm trên cùng một mặt ngoài của môi trường vật liệu, được gọi là phép đo mặt (h.2.10b).
- ◇ Phân bố đầu phát và đầu thu siêu âm đối diện nhau trên hai mặt song song của môi trường vật liệu hay kết cấu, được gọi là phép đo xuyên (h.2.10c).

3. Kết quả phép đo.

Khi khảo sát đòi hỏi phải thực hiện hai phép đo :

- ◇ Chiều dài chuẩn đo hay khoảng cách truyền âm L (m);

◇ Thời gian truyền xung siêu âm qua môi trường vật liệu t (μs)

Tốc độ truyền siêu âm qua vật liệu V (m/s) : $V = \frac{L}{t} 10^6$

Tốc độ lan truyền siêu âm trong bê tông sử dụng trong công trình thường khoảng từ 4000 đến 4800m/s.

d. Xác định cường độ chịu nén của bê tông trên cơ sở tốc độ truyền âm.

Xác định cường độ chịu nén của bê tông bằng phương pháp siêu âm được xây dựng trên cơ sở mối liên hệ giữa cường độ chịu nén R với tốc độ truyền xung siêu âm V (hoặc thời gian truyền âm t).

$$R = f(V)$$

Quan hệ giữa tốc độ truyền sóng siêu âm và cường độ của bê tông chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như :

- ◇ Chủng loại và số lượng xi măng dùng trong cấp phối bê tông ;
- ◇ Dạng, thành phần và kích thước lớn nhất của hạt trong cốt liệu Chất phụ gia sử dụng và độ ẩm trong hỗn hợp bê tông ...

Vì thế, để chuyển từ tốc độ truyền âm qua cường độ của bê tông cần thiết phải xây dựng biểu đồ chuẩn ($R - V$) bằng thực nghiệm hoặc bằng giải tích.

e. Phương pháp tìm kiếm và xác định khuyết tật của BT trong công trình.

1. Phát hiện và đo các bọt rỗng tồn tại trong kết cấu bê tông.

Để phát hiện các khuyết tật đó, trong khi tiến hành các phép đo siêu âm cần sử dụng loại đầu dò có tần số riêng cao để cho góc mở bé và có độ tập trung năng lượng siêu âm lớn. Việc xác định các bọt rỗng sẽ thuận lợi khi tiến hành trên những phần tử kết cấu có hai mặt tự do, lúc này các phép đo siêu âm đều phải thực hiện trên cả hai mặt của kết cấu. Kích thước ngang tối thiểu của bọt rỗng nằm theo hướng vuông góc với phương truyền sóng và được xác định như sau :

$$d = D + L \sqrt{\left(\frac{t_d}{t_m}\right)^2 - 1}$$

d - Đường kính bọt rỗng;

D - Đường kính đầu phát siêu âm ;

L - Chiều dài chuẩn đo;

t_m - Thời gian truyền siêu âm qua vùng BT không có khuyết tật ;

t_d - Thời gian truyền siêu âm qua trục bọt rỗng.

2. Xác định độ sâu của vết nứt

Để có thể xác định được độ sâu của các vết nứt xuất hiện trong môi trường bê tông bằng phương pháp xung siêu âm ; đòi hỏi vết nứt phải thỏa mãn các điều kiện sau :

- Vết nứt phải mở và liên tục, không ngắt quãng;

- Đầu đỉnh các vết nứt phải hoàn toàn khô ráo.

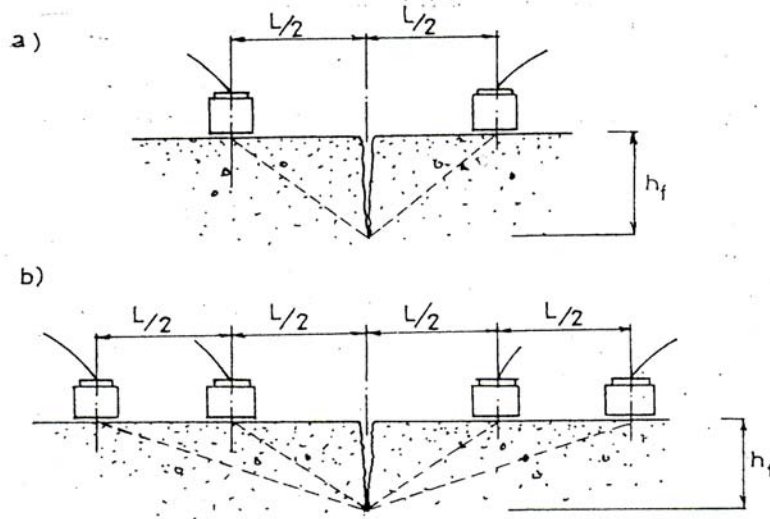
Phương pháp I : (h.2.7a) : Từ kết quả đo thời gian truyền âm của hai phép đo đó có thể tính độ sâu của vết nứt theo quan hệ sau đây:

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

L - Chiều dài chuẩn đo (khoảng cách giữa 2 đầu dò)

t_f - Thời gian truyền siêu âm qua vùng có vết nứt;

t_m - Thời gian truyền siêu âm qua vùng BT không có khuyết tật.



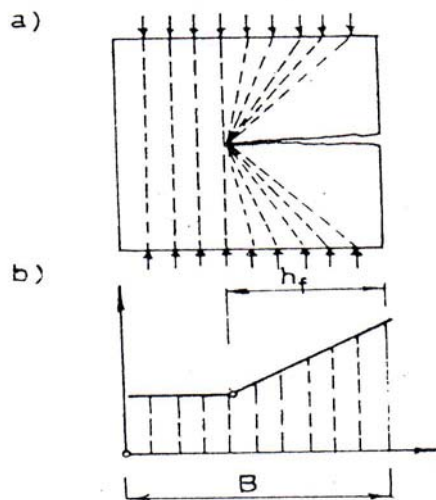
Hình 2.7. Đo chiều sâu vết nứt bằng kiểu đo mặt

Phương pháp II : (h.2.7b) : Khi thực hiện phép đo có chiều dài chuẩn là L sẽ nhận được thời gian truyền siêu âm t_1 khi thực hiện phép đo thứ hai với chiều dài chuẩn 2L sẽ có thời gian t_2 . Từ hai số đo đó, xác định độ sâu của vết nứt như sau :

$$h_f = \frac{L}{2} \sqrt{\frac{4t_2^2 - t_1^2}{t_2^2 - t_1^2}}$$

Phương pháp III : (h.2.8) : Áp dụng trên những kết cấu bê tông có hai mặt tự do đối diện và nằm song song với chiều dài vết nứt.

Tại một tiết diện ngang của kết cấu cắt qua vết nứt, trên hai cạnh song song với vết nứt của tiết diện đó, cùng dịch chuyển các đầu dò trên các vị trí tương ứng khác nhau, kết quả nhận được là thời gian truyền siêu âm sẽ như nhau trong vùng không có vết nứt còn những điểm đo trong phạm vi vết nứt sẽ cho thời gian truyền lớn dần khi dịch chuyển các đầu dò đến các điểm ở xa dần đỉnh vết nứt. Dựng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc giữa thời gian truyền siêu âm với tọa độ của các điểm đo sẽ xác định được vị trí đỉnh của vết nứt cần khảo sát (h.2.8).



Hình 2.8. Đo chiều sâu vết nứt theo phương pháp đo xuyên
a- vị trí các đầu đo
b- đồ thị xác định độ sâu vết nứt

3. Phương pháp khảo sát chất lượng vật liệu kim loại:

Thép và hợp kim là loại VL có cấu trúc tinh thể, được chế tạo đúc luyện theo công nghệ chặt chẽ nên có chất lượng và độ đồng nhất rất cao. Các đặc trưng cơ - lý của mỗi chủng loại thép và hợp kim có tính ổn định cao trong điều kiện làm việc bình thường. Vì thế trong quá trình khảo sát và xây dựng kết cấu công trình, việc thí nghiệm bằng các phương pháp phá hoại mẫu thử để đánh giá chất lượng của thép và hợp kim qua các đặc trưng cơ - lý của chúng chỉ nhằm mục đích :

* Nhận dạng và kiểm tra chủng loại vật liệu cụ thể để sử dụng vào công trình cho phù hợp với yêu cầu của thiết kế và cấu tạo;

* Xác định các chỉ tiêu cơ - lý của thép và hợp kim khi không nắm được nguồn gốc hoặc đã bị biến chất do ảnh hưởng của các yếu tố môi trường, điều kiện làm việc và thời gian khai thác sử dụng để cung cấp cho việc tính toán thiết kế cải tạo và khảo sát kiểm định kết cấu công trình.

Ngoài ra, việc xây dựng kết cấu công trình bằng kim loại là một quá trình chế tạo, lắp nối, liên kết các phần tử và chi tiết kết cấu tại hiện trường bằng các biện pháp cắt, khoan, hàn, tán ... những công việc này thường làm xuất hiện trong kết cấu thép và hợp kim những khuyết tật như : nứt nẻ, rỗ, bọt rỗng, phân tầng, biến chất ..., ảnh hưởng đến chất lượng của công trình.

Như vậy, muốn đánh giá đầy đủ chất lượng vật liệu trong các công trình thép và hợp kim cần tiến hành đồng thời cả hai phương pháp khảo sát : phương pháp phá hoại mẫu vật liệu thử và phương pháp thử không phá hoại vật liệu.

3.1. Phương pháp phá hoại mẫu vật liệu thử

Do đặc điểm cấu tạo và công nghệ sản xuất đã tạo cho kim loại có những tính chất rất ổn định, nên công việc thí nghiệm để xác định các đặc trưng cơ - lý của chúng đã được quy định chặt chẽ và cụ thể trong tiêu chuẩn và quy phạm Nhà nước *TCVN* -

197-66 và 198-66, từ việc chọn lấy mẫu, hình dạng và kích thước hình học mẫu thử, phương pháp tiến hành thí nghiệm và cách xử lý kết quả.

1/ Thí nghiệm kéo đứt

* Mục đích thí nghiệm:

Xác định các đặc trưng cơ học : Giới hạn chảy σ_c , giới hạn bền σ_b , ứng suất kéo đứt σ_d , độ giãn dài tương đối δ , độ thắt tương đối ψ .

* Phương pháp thí nghiệm:

Mẫu thử : Khi thí nghiệm kéo đứt cần chế tạo ít nhất ba mẫu vật liệu thử có tiết diện ngang hình tròn hoặc hình chữ nhật (dẹt). Các mẫu tiết diện tròn có đường kính d và chiều dài phần khảo sát của mẫu l_0 bằng năm hoặc mười lần đường kính mẫu tùy thuộc điều kiện thí nghiệm. Mẫu dẹt thường có chiều rộng b bằng hai lần chiều dày h của mẫu (thường là chiều dày của tấm vật liệu) và chiều dài khảo sát l_0 của mẫu dẹt cũng như quy định của mẫu tiết diện tròn.

Mẫu được thử kéo đứt trên các máy thí nghiệm có công suất chọn lớn hơn khả năng chịu tải của mẫu từ 1,2 đến 1,4 lần. Lực kéo mẫu được chia thành nhiều cấp, giá trị mỗi cấp khoảng $(1/10 \div 1/15)$ tải trọng phá hoại mẫu và cần khống chế tốc độ tăng tải trung bình khi thí nghiệm từ 1 đến 2 kg/cm²/s. Tương ứng với mỗi cấp tải tiến hành đo độ giãn dài Δl của chuẩn đo l_0 . Với quá trình tiến hành thí nghiệm này hoàn toàn có thể quan sát được sự diễn biến về mối quan hệ giữa lực tác dụng và biến dạng tương đối của vật liệu trong mẫu thử.

Xác định được mức tải trọng thí nghiệm qua các giai đoạn làm việc khác nhau của vật liệu, trong đó có :

- ◇ Tải trọng gây chảy (P_c), tương ứng với lúc giá trị lực tác dụng không thay đổi, nhưng biến dạng dẻo phát triển nhanh.
- ◇ Tải trọng cực đại (P_{max}), tương ứng với giá trị lực tác dụng lớn nhất mà mẫu chịu được.
- ◇ Tải trọng phá hoại (P_{ph}), tương ứng với giá trị lực tác dụng lúc mẫu đứt.

Từ các số đo lực và độ giãn dài có được trong thí nghiệm kéo đứt mẫu cho phép xác định các chỉ tiêu sau đây của vật liệu khảo sát :

- Giới hạn chảy σ_c : $\sigma_c = \frac{P_c}{F_o} [kg / cm^2]$
- Giới hạn bền σ_b : $\sigma_b = \frac{P_{max}}{F_o}$
- Ứng suất kéo đứt σ_{ph} : $\sigma_{ph} = \frac{P_{ph}}{F_{eo}}$

- Độ giãn tương đối δ : $\delta = \frac{l_k - l_o}{l_o} 100 \%$
- Độ thắt tương đối ψ : $\psi = \frac{F_k - F_o}{F_o} 100 \%$

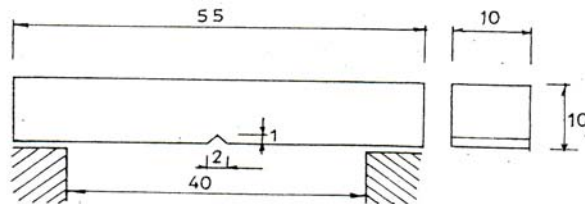
Trong đó : l_k : chiều dài khảo sát khi mẫu đứt
 l_o : chiều dài khảo sát ban đầu của mẫu
 F_k : diện tích tiết diện eo thắt của mẫu khi đứt
 F_o : diện tích tiết diện ngang ban đầu của mẫu.

2/ Thí nghiệm độ dai va đập :

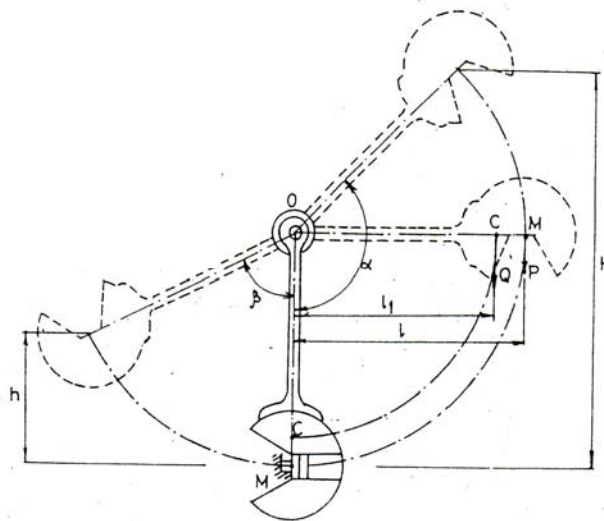
UU* Mục đích thí nghiệm

Thử độ dai va đập nhằm xác định cường độ chịu va chạm và khuynh hướng phá hoại dòn của vật liệu. Thép và hợp kim chịu tác dụng của lực xung kích ở nhiệt độ thấp thường bị phá hoại dòn. Độ dai va đập của thép và hợp kim thể hiện qua hệ số dai xung kích a :

Hình 2.9. Hình dạng và kích thước mẫu thử



Hình 2.10. Sơ đồ thí nghiệm va đập



$$a = \frac{A}{F} [\text{kg} \cdot \text{m} / \text{cm}^2]$$

Trong đó : A : công cần để phá hoại mẫu [kg.m]
 F : diện tích tiết diện mẫu tại vị trí phá hoại [cm²]

* Phương pháp thí nghiệm

Mẫu thử : cần chế tạo các mẫu vật liệu hình lăng trụ có kích thước 10 x 10 x 55mm ở chính giữa tạo một rãnh ngang hình chữ V có độ sâu 1mm và rộng 2mm (h.2.9).

Trên hình 2.10 giới thiệu sơ đồ làm việc của thiết bị. Mẫu thử được gá lắp trên hai gối của thiết bị cách nhau 40mm và cách tâm quay một đoạn l. Quả búa nâng lên ở độ cao H, khi được giải phóng, búa rơi tự do quanh tâm quay; trên đường rơi búa gặp phải mẫu thử, đập gãy mẫu thử và tiếp tục văng lên độ cao h.

Năng lượng tiêu thụ hay công phá hoại mẫu A khi trọng tâm C của búa trùng với điểm va chạm M của búa được tính bằng :

$$A = P (H - h)$$

H : độ cao xuất phát của quả búa :

$$H = l (1 - \cos \alpha)$$

h : độ cao cuối cùng của quả búa sau khi phá hoại mẫu

$$h = l (1 - \cos \beta) \quad ; \quad \alpha : \text{góc nâng quả búa,}$$

β : góc văng của quả búa

$$A = Pl (\cos \beta - \cos \alpha)$$

với trường hợp trọng tâm C trùng với điểm va chạm M :

$$A = Ql_1 (\cos \beta - \cos \alpha)$$

3/ Thí nghiệm mỗi của vật liệu :

* Mục đích thí nghiệm

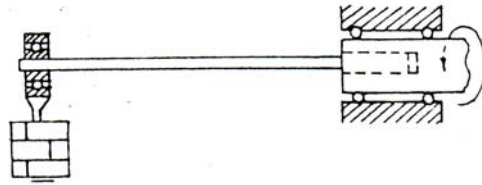
Thử mỗi nhằm xác định độ bền mỗi của thép và hợp kim. Độ mỗi của thép và hợp kim là quá trình phá hoại dần vật liệu dưới tác dụng của ứng suất thay đổi theo chu kỳ. *Ứng suất lớn nhất mà mẫu chịu được không bị phá hoại sau một số chu kỳ xác định là tiêu chuẩn để đánh giá giới hạn bền mỗi của kim loại.* Độ bền mỗi của vật liệu phụ thuộc vào độ không đối xứng của chu kỳ ứng suất thay đổi ($r = p_{\min} / p_{\max}$) và trạng thái ứng suất tác dụng.

* Phương pháp thí nghiệm :

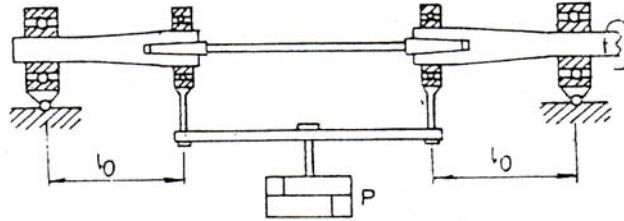
Để xác định độ bền mỗi của một loại thép hoặc hợp kim cần tiến hành thí nghiệm phá hoại ít nhất là sáu mẫu thử vật liệu. Mẫu thử hình trụ chiều dài 250 mm, $d = 8 \div 12$ mm, tròn , nhẵn bóng. Thí nghiệm độ bền mỗi của vật liệu được tiến hành với trạng thái ứng suất đơn từ sơ đồ gia tải kéo - nén, uốn, xoắn. Đơn giản nhất thường là tạo trạng thái ứng suất thay đổi có chu kỳ đối xứng ($r = - 1$) như (h.2.11) (h.2.12).

Trong thí nghiệm mỗi cần xác định hai tham số là giá trị ứng suất cực đại p_{\max} tác dụng vào mẫu và số chu kỳ thay đổi dấu của ứng suất cho đến lúc phá hoại mẫu.

Hình 2.11. Sơ đồ thí nghiệm
mỏi theo sơ đồ côngxôn



Hình 2.12 Sơ đồ thí nghiệm
mỏi uốn theo sơ đồ dầm

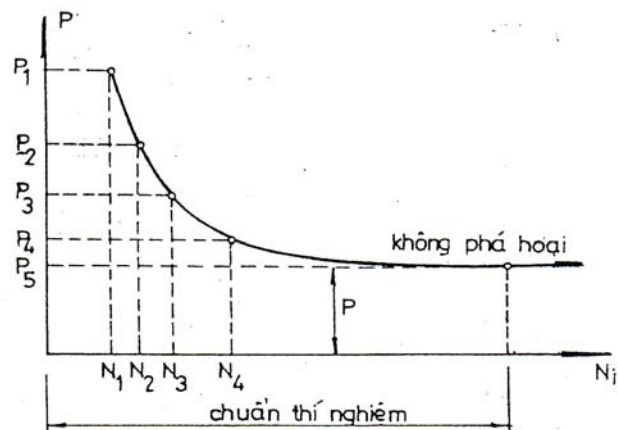


Hai tham số này có quan hệ mật thiết với nhau đối với từng loại vật liệu, cho nên trong thí nghiệm, cần chọn trước một tham số để xác định tham số kia, thường chọn trước giá trị ứng suất p_{\max} tác dụng vào mẫu để xác định số chu kỳ quay N (đối với thép $p_{\max} \approx 0,6 \sigma_b$, kim loại màu và hợp kim nhẹ $p_{\max} \approx 0,4 \sigma_b$)

Quá trình thí nghiệm điều chỉnh p_{\max}, N sao cho trong mẫu thử cuối cùng đảm bảo được giá trị ứng suất p_{\max} không nhỏ thua 200 kg/cm^2 .

Số chu kỳ phá hoại giới hạn N đối với thép xác định trong khoảng $5 \cdot 10^6$; với kim loại màu $20 \cdot 10^6$ và với hợp kim nhẹ $2 \cdot 10^6$.

Từ những cặp số liệu nhận được sẽ xây dựng được đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa giá trị ứng suất cực đại p_{\max} và số chu kỳ phá hoại mẫu tương ứng N_i . Đó là đường cong mỏi Weler của vật liệu (h.2.13).



Hình 2.13. Đường cong mỏi
của vật liệu

3.2 Kiểm tra chất lượng kim loại bằng PP thử không phá hoại VL:

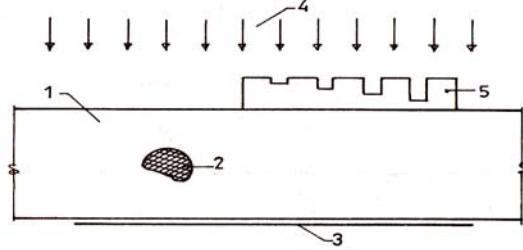
Phương pháp thí nghiệm không phá hoại được dùng phổ biến để kiểm tra chất lượng và phát hiện các khuyết tật phát sinh trong quá trình sản xuất vật liệu, chế tạo kết cấu và khai thác sử dụng công trình. Các phương pháp thí nghiệm không phá hoại được phân thành các nhóm khảo sát khác nhau tùy thuộc cơ sở vật lý của phương pháp:

- * Nhóm ứng dụng tia phóng xạ rơngren, gamma;
- * Nhóm ứng dụng sóng âm thanh, siêu âm;
- * Nhóm ứng dụng từ trường và điện từ.

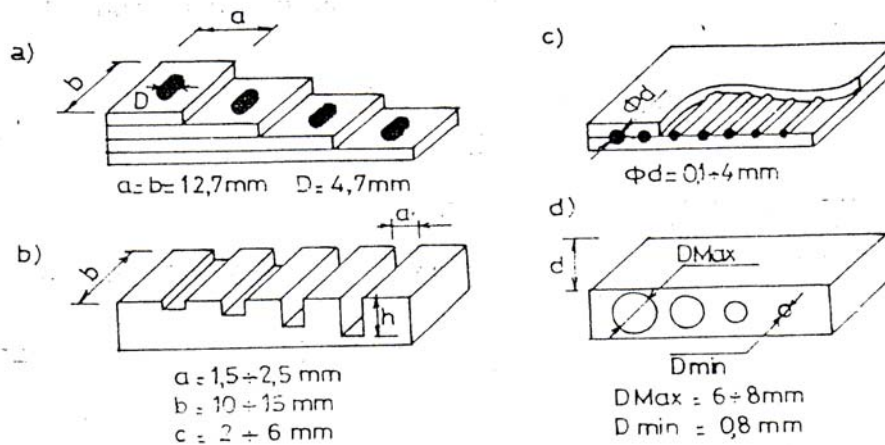
1/ Ứng dụng sự chiếu xạ rơngren - gamma để quan sát KC kim loại

Khi thăm dò và phát hiện các khuyết tật trong KC kim loại, đặc biệt trong mối hàn có thể dùng phương pháp chiếu chụp tia rơngren hoặc gamma.

Muốn phát hiện, xác định vị trí và kích thước của một khuyết tật nằm trong kết cấu cần phải tiến hành một hoặc hai phép chụp tia gamma.(h. 2.14).



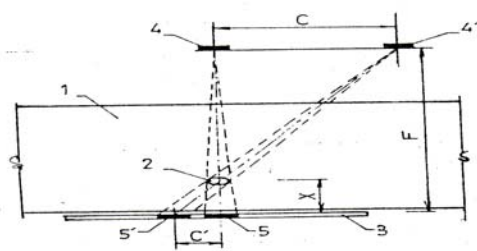
Hình 2.14. Sơ đồ chụp tia gamma để dò khuyết tật
1- vật liệu, 2- khuyết tật, 3- bản phim, 4- chùm tia, 5- thanh chuẩn



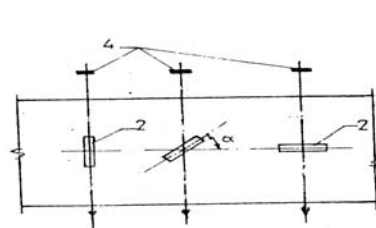
Hình 2.15. Các loại thanh khuyết tật chuẩn
a- thanh chuẩn quốc tế, b- thanh chuẩn Nga,
c- thanh chuẩn Anh, Pháp, Nhật, d- thanh chuẩn Mỹ

Kích thước của khuyết tật theo phương rọi được xác định bằng cách so sánh cường độ tối của khuyết tật với các ảnh khác khi rọi tia qua các lỗ chuẩn (có kích thước xác định khác nhau) trên một thanh vật liệu cùng loại đặt ngay trên kết cấu.

Để xác định độ sâu của khuyết tật trong kết cấu cần tiến hành hai phép chụp trên cùng một tấm phim từ hai vị trí rọi chùm tia cách nhau một đoạn c và cùng cách tấm phim một khoảng F (h. 2.16)



Hình 2.16. Sơ đồ xác định các đặc trưng khuyết tật



Hình 2.17. Vị trí khuyết tật

$$x = \frac{c F}{c + c'}$$

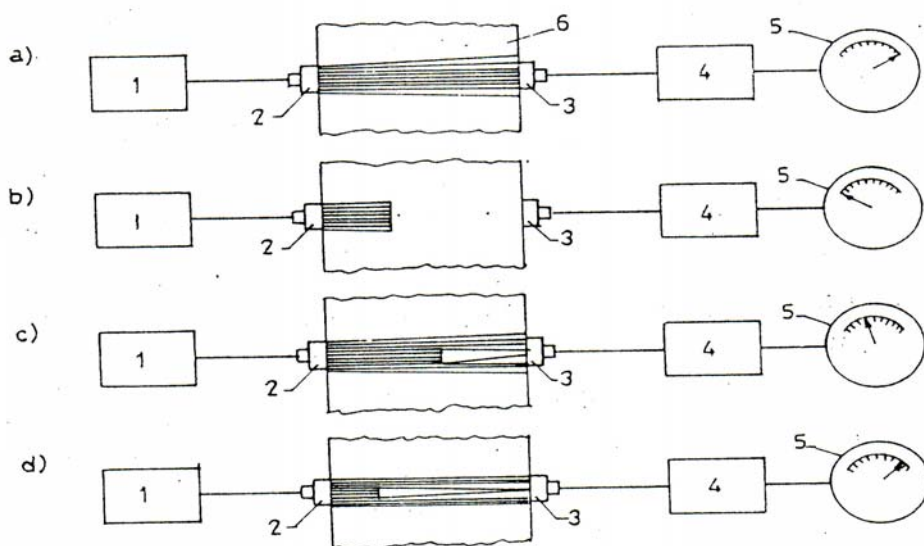
Khi các khuyết tật trong kết cấu có kích thước như nhau, nhưng hình ảnh của chúng nhận được trên phim có thể có kích thước và cường độ tối khác nhau tùy thuộc góc lệch giữa hướng khuyết tật với hướng chùm tia rơi (h. 2.17). Trong trường hợp này, để xác định chính xác các đặc trưng hình học của khuyết tật trong thực tế cần phải thực hiện hai phép rọi chụp chùm tia phóng xạ theo hai hướng khác nhau.

2/ Phương pháp siêu âm trong kim loại :

Phương pháp kiểm tra chất lượng kim loại bằng sóng siêu âm dựa trên cơ sở nghiên cứu quá trình lan truyền sóng dao động đàn hồi có tần số từ 0,5 đến 25 MHz trong môi trường vật liệu của kết cấu. Quá trình thực hiện các phép kiểm tra có thể theo nhiều nguyên lý khác nhau như : bóng tắt, xung dội, cộng hưởng, tổng trở và dao động tự do; trong đó dùng phổ biến và có hiệu quả nhất là phương pháp dò bóng tắt và phương pháp xung ngắt quãng.

a. Phương pháp dò bóng tắt (h. 2.18)

Hình 2.18.
Phương pháp dò bóng tắt

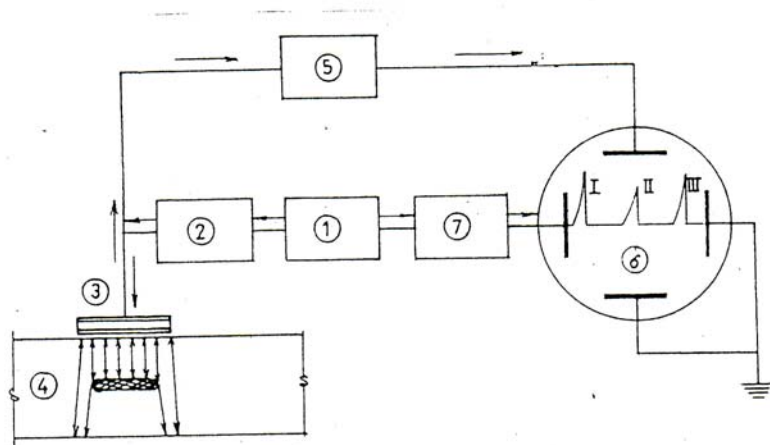


Từ máy phát cao tần (1) tạo một điện trường thay đổi truyền đến các tấm áp điện

(piezo) trong đầu phát (2) sẽ tạo ra chùm siêu âm. Khi chùm siêu âm đó truyền qua sản phẩm hay kết cấu khảo sát (6), kết quả sẽ nhận được một trong những trường hợp sau :

- Nếu trên đường dao động không gặp phải các khuyết tật thì các sóng dao động đàn hồi sẽ truyền thẳng đến đầu thu (3). Cường độ siêu âm nhận được ở đầu thu (3) giảm thua cường độ của chùm siêu âm phát ra từ đầu phát (2). Điều này cho thấy, trong quá trình lan truyền có sự mất mát năng lượng do hiện tượng phản xạ, suy giảm và sự sai lệch hình học. Trường hợp kết cấu khảo sát có chiều dày không thay đổi, hai mặt đối phẳng và song song với nhau, vật liệu hoàn toàn đồng nhất, đầu thu siêu âm (3) được gắn chặt vào bề mặt kết cấu và đồng trục với đầu phát (2) thì cường độ siêu âm thu được sau khi qua khỏi môi trường ở đầu (3) hầu như không bị suy giảm; kim đồng hồ chỉ thị (6) chỉ dao động quanh giá trị cường độ phát ban đầu (h.2.18a)
- Nếu trên đường truyền sóng dao động gặp phải khuyết tật thì tùy thuộc vào diện tích tiết diện của chùm tia siêu âm, diện tích bề mặt phản chiếu của khuyết tật và khoảng cách từ khuyết tật đến mặt sau của kết cấu sẽ xảy ra ba khả năng như (h.2.18b), (h.2.18c), (h.2.18d).

b. Phương pháp xung ngắt quãng để dò khuyết tật:



Hình 2.19. Sơ đồ máy dò khuyết tật bằng xung siêu âm ngắt quãng

Máy dò khuyết tật bằng xung siêu âm được dùng rất rộng rãi trong nghiên cứu khảo sát và kiểm định các kết cấu kim loại. Trên hình 2.19 trình bày sơ đồ nguyên lý cấu tạo của các máy siêu âm dò khuyết tật trong kim loại gồm : bộ phận phát sóng cao tần (1) truyền đến bộ phận tạo xung lượng ngắt quãng (2), từ đây phát ra những xung điện trong thời gian 1 - 5 micro -giây, rồi ngừng phát vài chục micro-giây và lại phát. Xung điện được phát ra sau khi qua tấm áp điện trong đầu dò (3) biến thành sóng siêu âm cao tần truyền vào môi trường vật liệu của kết cấu (4); một phần nhỏ sóng siêu âm không truyền qua được mặt tiếp xúc với môi trường vật liệu đã quay trở về tấm áp điện trong thời gian ngừng phát xung, để được biến thành điện năng truyền đến bộ khuếch đại tín hiệu (5) và được chỉ thị trên màn hình (6) bằng một tín hiệu xung (1). Sóng siêu

âm truyền vào kết cấu đến gặp khuyết tật bên trong vật liệu, phần sóng chạm phải bề mặt của khuyết tật sẽ phản xạ trở lại các tấm áp điện trong đầu dò (3) và cho tín hiệu xung khuyết tật (II) trên màn hình. Phần sóng không bị khuyết tật chắn sẽ được truyền thẳng qua suốt chiều dày của môi trường vật liệu, rồi quay trở lại và được chỉ thị ở vị trí (III) trên màn hình. Trường hợp trong kết cấu không có khuyết tật, trên màn hình chỉ tồn tại xung (I) và (III); khoảng cách của hai xung này chính là đoạn đường đi của siêu âm trong môi trường vật liệu và vì thế, trong thực tế thiết bị còn được dùng để xác định chiều dày của kết cấu kim loại.

4. Khảo sát chất lượng kết cấu bê tông cốt thép

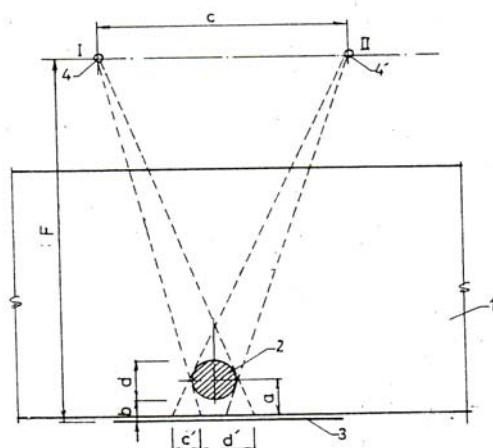
Khi đánh giá chất lượng của công trình BTCT, trước tiên cần tiến hành khảo sát riêng lẻ chất lượng của từng loại vật liệu cấu thành. Đó là bê tông và cốt thép. Tuy nhiên, đối với công trình BTCT, chất lượng còn có thể bị ảnh hưởng tùy thuộc vào một số các đặc trưng cấu tạo cốt thép trong tiết diện của kết cấu như:

- ◇ Kích thước, đường kính thanh cốt thép;
- ◇ Số lượng thanh cốt thép;
- ◇ Vị trí cốt thép trong tiết diện và chiều dày của lớp BT bảo vệ.

Để phát hiện sự có mặt của cốt thép và xác định các đặc trưng hình học của nó trong kết cấu BTCT có thể dùng các phương pháp chụp tia rơngơn, gamma ... hoặc dùng những thiết bị đo chuyên dùng như máy dò cốt thép IC-2, máy Profometer - 3 ...

4.1. Phương pháp chụp ảnh bằng các tia phóng xạ

Vị trí, khoảng cách, kích thước đường kính và chiều dày của lớp bê tông bảo vệ trong tiết diện có thể xác định bằng phương pháp chụp tia rơngơn hoặc gamma theo sơ đồ trình bày trên hình 2.20.



Hình 2.20. Sơ đồ đo để xác định các đặc trưng cốt thép trong kết cấu bê tông cốt thép

Với các phép chụp hình trên, ta có được các kích thước sau:

- c - Khoảng cách dịch chuyển của nguồn phát xạ;
- F - Khoảng cách từ nguồn phát xạ đến tấm phim;

c' - Đoạn dịch chuyển của ảnh cốt thép trên phim khi nguồn phát chuyển vị trí;
 d' - Kích thước hình ảnh cốt thép trên phim.

Từ đó, có thể tính toán kích thước đường kính d của cốt thép nằm trong kết cấu theo công thức:

$$d = d' \frac{c}{c + c'}$$

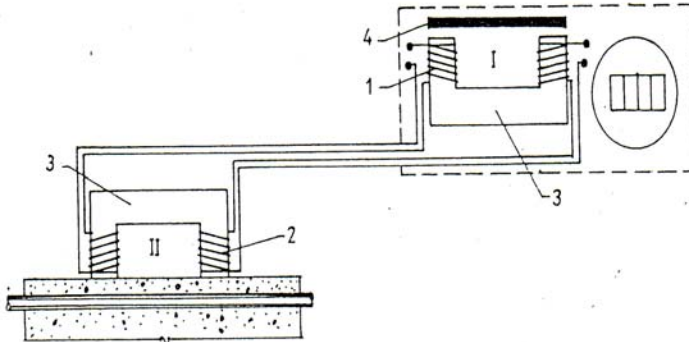
Và chiều dày của lớp bê tông bảo vệ :

$$b = F \frac{c}{c + c'} - \frac{d}{2}$$

4.2. Thiết bị chuyên dùng để xác định các đặc trưng của CT trong BT:

Các thiết bị dùng để xác định những đặc trưng của cốt thép nằm trong BT (đường kính, vị trí của cốt thép và chiều dày lớp bê tông bảo vệ) được chế tạo dựa trên hiệu ứng của hiện tượng cảm ứng điện từ (hình 2.21).

Cấu tạo cơ bản của các thiết bị này (máy IC-2, Profometer-3,...) là bộ chuyển đổi cảm ứng kiểu biến áp. Bộ chuyển đổi gồm hai phần tử cảm biến (I) và (II), chúng có cấu tạo hoàn toàn giống nhau. Mỗi phần tử có hai cuộn dây (1) và (2) bao quanh hai nhánh của một lõi sắt biến thể (3) chữ U. Khi các cuộn sơ cấp trên hai phần tử là đồng nhất và được mắc tương phản với nhau thì điện áp ra trên bộ chuyển đổi sẽ bằng không.



Hình 2.21. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị xác định các đặc trưng của cốt thép

Trong phần tử cảm biến (I) đặt bên trong máy có bộ phận cấu tạo để có thể làm thay đổi được sức kháng từ bằng cách dịch chuyển vị trí của một vít sắt từ (4) đến gần cuộn cảm trên phần tử cảm biến. Vị trí tương ứng của vít sắt từ với cuộn cảm sẽ xác định mức độ mất cân bằng của bộ chuyển đổi, tức là đại lượng của sức điện động trong cuộn thứ cấp.

Khi thiết bị đã được hiệu chỉnh cân bằng, nếu dịch chuyển phần tử cảm biến đầu đo (II) đến gần một thanh cốt thép nằm trong bê tông thì trạng thái cân bằng sẽ bị phá và giá trị của nó có xu hướng giảm thấp, tùy thuộc vào kích thước đường kính của thanh cốt thép và khoảng cách tương ứng giữa đầu đo (II) với thanh cốt thép này.

Các thiết bị đo được chế tạo theo nguyên lý này thường đơn giản và thuận tiện cho việc sử dụng trong thực tế.