

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày quy tắc lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thí nghiệm;
2. Trình bày các phương pháp thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của bitum dầu mỏ.

Chương 5 THÍ NGHIỆM BÊ TÔNG ÁT PHAN

1. Các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông át phan

Bê tông át phan là vật liệu đá nhân tạo, nhận được bằng cách làm rắn chắc hỗn hợp hợp lý của đá dăm, cát, bột khoáng và bitum.

Căn cứ vào phương pháp thi công, có thể chia thành bê tông át phan rải nóng, rải ấm và rải nguội. Theo độ rỗng còn dư, chia thành bê tông át phan chặt ($r = 3 - 6\%$), bê tông át phan rỗng ($r > 6\%$). Tùy theo chất lượng vật liệu khoáng để chế tạo hỗn hợp, bê tông át phan có thể được phân ra hai loại: loại I và loại II.

Bê tông át phan loại II chỉ được dùng cho lớp mặt của đường cấp IV trở xuống hoặc dùng các lớp dưới của mặt đường bê tông 2 lớp hoặc dùng cho phần đường dành cho xe đạp, xe máy, xe thô sơ.

Các chỉ tiêu cơ lý của bê tông át phan rải nóng phải thỏa mãn các yêu cầu qui định trong bảng 5.1 và 5.2.

Bảng 5.1. Yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý của bê tông át phan chặt

TT	Các chỉ tiêu	Yêu cầu đối với bê tông át phan loại		Phương pháp thí nghiệm
		I	II	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
a) Thí nghiệm theo mẫu nên hình trụ				
1	Độ rỗng cốt liệu khoáng chất, % thể tích	15-19	15-21	Quy trình thí nghiệm bê tông át phan 22TCN 62-84
2	Độ rỗng còn dư, % theo thể tích	3-6	3-6	
3	Độ ngậm nước, % theo thể tích	1,5-3,5	1,5-4,5	
4	Độ nở, % theo thể tích, không lớn hơn	0,5	1	
5	Cường độ chịu nén, daN/cm ² ở nhiệt độ			
	+ 20 ⁰ C không nhỏ hơn	35	25	
	+ 50 ⁰ C không nhỏ hơn	14	12	
6	Hệ số ổn định nước, không nhỏ hơn	0,90	0,85	

7	Hệ số ổn định nước, khi cho ngậm nước trong 15 ngày đêm, không nhỏ hơn	0,85	0,75	
8	Độ nở, % thể tích khi cho ngậm nước trong 15 ngày đêm, không lớn hơn	1,5	1,8	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
b) Thí nghiệm theo phương pháp Mác san (mẫu đầm 75 cú mỗi mặt)				
1	Độ ổn định ở 60 ⁰ C, kN, không nhỏ hơn	8,00	7,50	AASHTO T245 hoặc ASTM D1 559
2	Chỉ số dẻo quy ước ứng với S = 8kN.mm nhỏ hơn hay bằng	4,0	4,0	
3	Thương số Mác san $\frac{\text{Độ ổn định}}{\text{Chỉ số dẻo quy ước}} \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	min 2,0 max 5,0	min 1,8 max 5,0	
4	Độ ổn định còn lại sau khi ngậm mẫu ở 60 ⁰ C, 24h so với độ ổn định ban đầu, % lớn hơn	75	75	
5	Độ rỗng bê tông át phan	3-6	3-6	
6	Độ rỗng cốt liệu	14-18	14-20	
c) Chỉ tiêu khác				
1	Độ dính bám của bitum đối với đá	khá	đạt yêu cầu	QT 22TCN 62- 84

Ghi chú: có thể sử dụng một trong hai phương pháp thí nghiệm a hoặc b

Bảng 5.2. Yêu cầu về các chỉ tiêu cơ lý của bê tông át phan rỗng

TT	Các chỉ tiêu	Trị số quy định	Phương pháp thí nghiệm
1	Độ rỗng của cốt liệu khoáng, % thể tích không lớn hơn	24	Quy trình thí nghiệm bê tông át phan 22TCN 62-84
2	Độ rỗng còn dư, % thể tích	> 6-10	
3	Độ ngậm nước, % thể tích	3-9	
4	Độ nở, % thể tích không lớn hơn	1,5	
5	Hệ số ổn định nước, không nhỏ hơn	0,70	
6	Hệ số ổn định nước, khi cho ngậm nước trong 15 ngày đêm, không nhỏ hơn	0,60	

2. Phương pháp thí nghiệm các chỉ tiêu của bê tông át phan theo 22TCN62-84 (tiêu chuẩn ngành của Bộ GTVT)

2.1 Phương pháp chế tạo mẫu thử

2.1.1 Phương pháp trộn hoặc lấy mẫu hỗn hợp bê tông át phan

a) Phương pháp trộn hỗn hợp bê tông át phan trong phòng thí nghiệm

Sấy khô đá, cát, bột khoáng và khử hết nước còn lẫn trong bitum rồi cân từng thành phần theo đúng liều lượng đã qui định. Đựng các cốt liệu vào một cái chậu hay khay men và đựng bitum vào một cái bát riêng rồi sấy hay đốt nóng từng loại đến nhiệt độ qui định.

Dùng bay trộn tất cả các cốt liệu với bitum. Sau đó đổ hỗn hợp vào máy trộn và trộn cho đến khi hỗn hợp thật đồng đều. Thời gian cần thiết để trộn được xác định thông qua thí nghiệm thực tế thường khoảng từ 3 – 6 phút. Đối với mỗi loại hỗn hợp cân giữ cho thời gian trộn không thay đổi để tiện so sánh đối chiếu kết quả thí nghiệm sau này. Quá trình trộn kết thúc khi tất cả các hạt cốt liệu đều được bao phủ bằng một lớp bitum và không còn hiện tượng bitum vón cục. Trong trường hợp không có máy thì trộn bằng tay đến khi hỗn hợp đạt được độ đồng nhất như trên.

Hỗn hợp chỉ được dùng để chế tạo mẫu thí nghiệm cần thiết sau khi trộn xong không quá 2 giờ.

b) Phương pháp lấy mẫu hỗn hợp bê tông đã trộn sẵn

Nếu mẫu bê tông át phan được trộn bằng máy trộn kiểu cưỡng bức trong xưởng thì phải lấy mẫu trong lúc xúc hỗn hợp từ máy trộn vào ô tô hay các phương tiện vận chuyển khác. Thành phần của mỗi mẫu bê tông át phan gồm các phần riêng biệt của hỗn hợp lấy từ 3-4 mẻ trộn sẵn. Trước khi chế tạo mẫu thí nghiệm, phải trộn đều các phần riêng biệt với nhau để thu được một mẫu có tính đại diện trung bình cho các mẻ.

Nếu bê tông át phan được trộn trong thiết bị làm việc theo nguyên tắc trộn tự do thì thành phần mẫu bê tông át phan gồm các phần riêng biệt lấy ở các thời điểm đầu, giữa và cuối của mẻ trộn.

Nếu hỗn hợp bê tông át phan ở dạng nóng và ẩm thì sau khi đổ hỗn hợp vào cối kim loại phải đốt nóng trên bếp cát hoặc trong tủ sấy đến nhiệt độ qui định từ 80 – 160⁰C tùy theo mác bitum để chế tạo mẫu thí nghiệm. Nếu hỗn hợp bê tông át phan ở dạng nguội thì nhiệt độ của hỗn hợp phải không chế ở 20 ± 2⁰C trước khi đem chế tạo mẫu.

Hỗn hợp chỉ được dùng để chế tạo mẫu thí nghiệm sau khi lấy ra khỏi thiết bị trộn bê tông không quá 2 giờ.

Khối lượng hỗn hợp cần dùng để thí nghiệm phụ thuộc vào kích thước của cốt liệu được qui định như bảng 5.3

Bảng 5.3. Khối lượng bê tông át phan cần lấy từ thiết bị trộn để thí nghiệm

Kích thước lớn nhất của cốt liệu, mm	Khối lượng bê tông át phan cần lấy, kg
40, 25	6 – 7
10, 15, 20	5 – 10
5	2 – 5

c) Phương pháp khoan lấy mẫu trên mặt đường nhựa

Dùng búa và đục để đào lấy mẫu có dạng hình vuông hay chữ nhật tại mặt đường hay dùng khoan để lấy các mẫu có dạng hình lăng trụ. Các mẫu đào hay

khoan phải xuyên suốt chiều dày mặt đường (cả lớp trên và lớp dưới) và phân chia theo từng lớp để thí nghiệm. Kích thước và số lượng mẫu cần cho thí nghiệm.

Đường kính lỗ khoan:

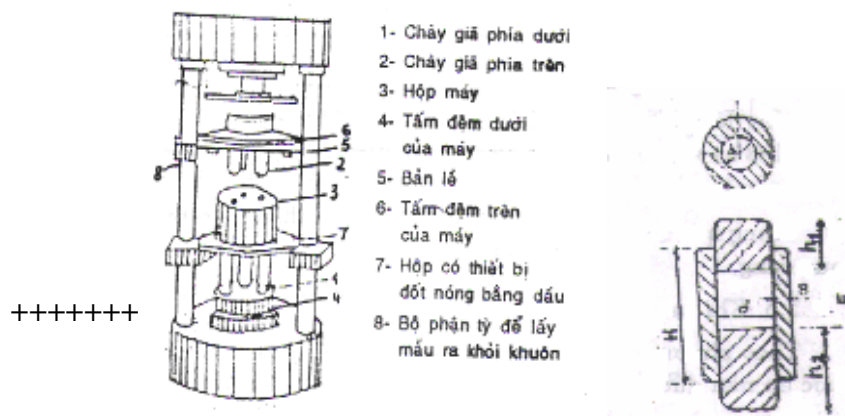
- không nhỏ hơn 50mm đối với loại bê tông át phan dùng cát.
- không nhỏ hơn 70mm đối với loại bê tông át phan hạt nhỏ và trung.
- không nhỏ hơn 100mm đối với loại bê tông át phan hạt lớn.

Trước khi khoan cần ghi rõ vị trí lấy mẫu. Trong khi khoan phải tưới nước thường xuyên vào lỗ khoan để làm nguội mũi khoan và để cho mũi khoan dễ ấn sâu vào các lớp mặt đường. Khi khoan xong dùng kim chuyên dùng để lấy lõi khoan ra khỏi ra khỏi mặt đường.

2.1.2 Chế tạo mẫu trong phòng thí nghiệm

a) Máy nén (thủy lực hoặc cơ học) để nén chặt mẫu bê tông có cơ cấu như sau

Hộp máy có 3 khuôn hình trụ để có thể tạo đồng thời 3 mẫu thí nghiệm được liên kết cố định trên máy. Các chày giã phía dưới tựa bằng khớp lên tấm đệm dưới của máy và được đặt sâu vào trong khuôn khoảng 2 – 3cm. Các chày giã phía trên liên kết với tấm đệm trên của máy bằng các bản lề đặc biệt. Ở phía dưới hộp máy có bố trí thiết bị đốt nóng bằng dầu để giữ cho thành khuôn có nhiệt độ không đổi từ 80 – 100⁰C trong quá trình thí nghiệm với hỗn hợp bê tông át phan nóng hay ẩm. Khi tạo mẫu bằng bê tông át phan nguội thì không được đốt nóng hộp và khuôn. Bộ phận tỳ chuyên dùng dùng để tháo mẫu ra khỏi khuôn cũng được liên kết với tấm đệm trên của máy bằng bản lề.



Hình 5.1 Máy nén thủy lực và khuôn mẫu

Khi máy hoạt động để nén chặt mẫu bê tông át phan cần đảm bảo cho áp lực tác động lên mẫu là 400 daN/cm².

Nếu công suất của máy không đủ để nén đồng thời 3 mẫu thì máy cũng được dùng để nén 1 mẫu theo cách tương tự. Khuôn trong hộp máy dùng để tạo mẫu có

đường kính là 71,4mm. Còn khi cần tạo mẫu thí nghiệm có đường kính 50,5mm thì đặt thêm các tấm đệm phụ hình trụ và giữ chúng cố định trong khuôn chính.

Trong trường hợp không có máy nén, thì phải chế tạo mẫu thí nghiệm trong các khuôn đơn có kích thước như bảng 5.4

Bảng 5.4. Các loại khuôn thí nghiệm

Cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu trong bê tông át phan, mm	Đường kính khuôn, mm	Diện tích mẫu thử, cm²
5 (3)	50,5	20
20, 25, 10	71,4	40
40, 25	101,0	80

b) Trình tự tạo mẫu bằng máy nén

Cho thiết bị đốt nóng hoạt động và tăng dần nhiệt độ trong thiết bị đến 90 – 100⁰C đồng thời điều khiển để đưa các chày giã phía trên vào trong khuôn (khi chế tạo mẫu bê tông át phan nguội thì không dùng đến thiết bị đốt nóng). Sau đó điều khiển để đưa các chày giã phía trên ra khỏi khuôn và dùng vải thấm dầu hỏa lau sạch mặt trong của khuôn và các chày giã. Đổ hỗn hợp bê tông át phan đã cân sẵn và đã đun nóng đến nhiệt độ qui định vào trong khuôn qua một cái phễu kim loại rồi dùng dao thí nghiệm hay bay trộn xọc và san đều hỗn hợp trong khuôn. Lại đưa các chày giã phía trên vào trong khuôn và hạ chúng xuống cho đến khi tiếp xúc với hỗn hợp. Sau đó, đóng động cơ chính của máy và nâng dần tải trọng tác dụng lên mẫu đến 400 daN/cm². Duy trì tải trọng này trong 3 phút rồi dỡ tải và điều khiển để đưa bộ phận tỳ đến giữ hộp máy để đùn mẫu ra khỏi khuôn.

c) Trình tự tạo mẫu bằng khuôn đơn

Đốt nóng khuôn và chày giã đến nhiệt độ 90 – 100⁰C khi hỗn hợp bê tông thuộc dạng nóng hay ấm và lau nhẹ bằng giẻ ẩm thấm dầu hỏa (trong trường hợp tạo mẫu bê tông át phan nguội thì không cần đốt nóng khuôn và chày). Dùng một phễu kim loại đổ đầy hỗn hợp bê tông đã cân trước vào khuôn có lắp sẵn tấm đệm dưới nhô ra khỏi đáy khuôn từ 1,5 – 2cm. Dùng bay hay dao thí nghiệm xọc và san đều hỗn hợp trong khuôn. Đặt tấm đệm trên vào khuôn và đặt toàn bộ khuôn mẫu lên tấm ép dưới của máy. Điều khiển cho tấm ép trên của máy tiếp xúc với tấm đệm trên của khuôn và cho chạy động cơ điện của bơm dầu máy nén để tăng dần áp lực nén vào hỗn hợp cho đến 400 daN/cm². Giữ nguyên vị trí số áp lực này đối với hỗn hợp trong 3 phút rồi dỡ tải và dùng một thiết bị nén chuyên dùng để tháo mẫu ra khỏi khuôn.

Trong quá trình tạo mẫu phải loại bỏ những mẫu bị nứt ở mép hoặc có 2 mặt đáy không song song.

d) Trình tự tạo mẫu theo phương pháp hỗn hợp

Hỗn hợp bê tông được làm chặt bằng máy rung và sau đó được ép nén dưới áp lực 260 daN/cm² bằng máy nén.

Mẫu thí nghiệm được chế tạo trong khuôn đơn (mục c). Sau khi đốt nóng khuôn đến nhiệt độ 90 – 100⁰C và lắp tấm đệm dưới vào khuôn sao cho nó nhô ra

ngoài đáy khuôn từ 2 – 2,5cm thì đổ đầy hỗn hợp vào khuôn và đặt nó lên bàn rung. Khuôn được giữ chặt trên máy rung bằng một thiết bị chuyên dụng. Mở máy nổ rung hỗn hợp bê tông trong khuôn trong 3 phút với tần số dao động 3000 vòng/phút, biên độ rung là 0,35 – 0,4mm và với áp lực phụ là 0,3 daN/cm². Dao động rung được truyền đến hỗn hợp qua tấm đệm còn tải trọng để tạo nên áp lực 0,3 daN/cm² thì tác động vào hỗn hợp theo nén ép tự do. Sau khi kết thúc quá trình rung đặt khuôn mẫu lên bệ máy nén để nén mẫu dưới áp lực 250 daN/cm². Giữ nguyên áp lực này trong 3 phút rồi dỡ tải và dùng thiết bị nén chuyên dụng để tháo ra khỏi khuôn.

e) Trình tự tạo mẫu theo phương pháp giã với thiết bị đầm nén bằng quả nặng rơi

Thiết bị đầm nén bao gồm: một khung có tấm tựa bằng thép liên kết chặt trên một tấm gỗ, 1 tấm đế bằng thép đặt ở dưới khuôn, 1 khuôn để đựng mẫu có lắp thêm ống nối ở phía trên và 1 tấm ép có cần (thanh dẫn) và quả nặng (tải trọng).

Trước hết phải cố định khung thiết bị với tấm gỗ đặt trên nền nhà bằng bê tông xm và đảm bảo cho khung vào tấm gỗ có vị trí thẳng đứng, còn tấm tựa bằng thép có vị trí nằm ngang.

Trước khi tạo mẫu, đốt nóng tấm đế khuôn và ống nối ở trên đến nhiệt độ 90 – 100⁰C. Dùng vít bắt chặt đế khuôn vào tấm nhựa bằng thép rồi đặt khuôn có lắp sẵn phần ống nối lên trên. Khi đặt khuôn, cần luồn hai cái mẫu ở ống nối vào 2 bulông gắn ở sẵn đế khuôn và dùng đai ốc để định vị khuôn.

Trong mỗi một khuôn, đặt 1 miếng giấy thấm hình tròn có đường kính 10cm rồi đổ hỗn hợp bê tông át phan đã đốt nóng và cân sẵn vào và dùng dao xọc và san đều hỗn hợp sao cho hỗn hợp hơi lồi ra ngoài khuôn. Đặt tấm ép có lắp thanh dẫn và quả nặng đã được đốt nóng lên trên mặt khuôn rồi đầm hỗn hợp với 50 lần giã để cho quả nặng (khối lượng 4,55kg) rơi từ độ cao 46cm xuống mặt bàn (tốc độ giã gần đạt 1 lần trong mỗi giây). Sau đó lật ngược khuôn lại và giã tiếp 50 lần lên mặt còn lại. Cuối cùng, lấy ống thép có đường kính trong 105mm chụp lên khuôn mẫu và dùng bàn ép đẩy nhẹ nhàng mẫu ra khỏi khuôn.

2.2 Xác định khối lượng thể tích trung bình của bê tông át phan

2.2.1 Thiết bị thử

Cân kỹ thuật có độ chính xác đến 0,01g kèm theo các phụ kiện để cân trong nước;

Chậu men hay thủy tinh có dung tích 1- 3 lít.

2.2.2 Tiến hành thử

Các mẫu chế tạo xong phải lưu ở nhiệt độ 20 ± 2⁰C, rồi lau hết những hạt cát, sạn còn bám vào mẫu.

Cân mẫu trong không khí với độ chính xác đến 0,01g rồi nhúng mẫu vào trong cốc nước có nhiệt độ 20 ± 2⁰C trong 30 phút. Lấy mẫu ra khỏi chậu nước, lau khô rồi cân trong không khí. Sau đó, đem cân tiếp mẫu trong nước có nhiệt độ 20 ± 2⁰C.

2.2.3 Tính kết quả

Khối lượng thể tích bê tông át phan tính chính xác đến $0,01 \text{ g/cm}^3$, được xác định theo:

$$\gamma_{BT} = \frac{G_0 \gamma_n}{G_1 - G_2}, \text{ g/cm}^3$$

Trong đó:

G_0 - Khối lượng mẫu cân được trong không khí, g;

G_1 - Khối lượng mẫu cân trong không khí sau khi nhúng mẫu vào nước 30 phút, g;

G_2 - Khối lượng mẫu cân trong nước sau khi nhúng mẫu vào nước 30 phút, g;

γ_n - Khối lượng riêng của nước, lấy bằng 1 g/cm^3 .

Kết quả thí nghiệm là trị số trung bình của các kết quả trong 3 lần thí nghiệm đối với cùng một loại mẫu thử. Độ chênh lệch giữa các kết quả trong 3 lần thí nghiệm không được vượt quá $0,02 \text{ g/cm}^3$.

2.3 Xác định khối lượng thể tích và khối lượng riêng trung bình của vật liệu khoáng trong bê tông át phan

Khối lượng thể tích trung bình của phần vật liệu khoáng của bê tông át phan được xác định trên cơ sở khối lượng thể tích của bê tông át phan và tỷ lệ về khối lượng của vật liệu khoáng chất và bitum trong hỗn hợp bê tông át phan. Khối lượng thể tích của phần cốt liệu tính chính xác đến $0,01 \text{ g/cm}^3$ được xác định theo công thức:

$$\gamma_k = \frac{\gamma \cdot q_k}{q_k + q_b}, \text{ g/cm}^3$$

Trong đó:

γ - Khối lượng thể tích của bê tông át phan, g/cm^3 ;

q_k - Hàm lượng vật liệu khoáng trong bê tông át phan (không kể bitum), % theo khối lượng hỗn hợp, (lấy bằng 100%);

q_b - Hàm lượng bitum trong hỗn hợp, % theo khối lượng vật liệu khoáng.

Khối lượng riêng trung bình của vật liệu khoáng trong bê tông át phan, tính chính xác đến $0,01 \text{ g/cm}^3$, được xác định theo công thức:

$$\rho_k = \frac{100}{\frac{q_1}{\rho_1} + \frac{q_2}{\rho_2} + \dots + \frac{q_n}{\rho_n}}, \text{ g/cm}^3$$

Trong đó:

$r_1, r_2 \dots r_n$ - Khối lượng riêng của từng thành phần cốt liệu (đá, cát và bột khoáng), trong bê tông át phan, g/cm^3 ;

$q_1, q_2 \dots q_n$ - Hàm lượng của từng thành phần cốt liệu trong hỗn hợp bê tông át phan, % khối lượng hỗn hợp.

2.4 Xác định khối lượng riêng của bê tông át phan bằng phương pháp tỷ trọng kế và bằng phương pháp tính toán theo tiêu chuẩn Nga

2.4.1 Thiết bị thử

Bình tỷ trọng (bình khối lượng riêng có dung tích 250 hay 500cm³);

Cân kỹ thuật có độ chính xác đến 0,01g;

Máy hút chân không;

Nhiệt kế thủy ngân bằng thủy tinh có chia độ đến 1⁰C;

Chậu để rửa;

Ống nhỏ giọt;

Nước cất;

Dung dịch có phụ gia thấm ướt.

2.4.2 Tiến hành thử

Đập nhỏ các mẫu bê tông át phan (lấy từ mặt đường, từ máy trộn hay phòng thí nghiệm khi cần xác định thành phần phối hợp hợp lý của vật liệu) cho đến kích cỡ không lớn hơn 10cm rồi cân hai mẫu thí nghiệm từ 50 đến 200g (tùy theo kích cỡ lớn nhất của vật liệu khoáng) với độ chính xác đến 0,01g được G₀. Trước khi cân cũng phải đập nhỏ các hạt lớn của mẫu đến kích cỡ giới hạn như trên.

Đổ nước cất có hoà thêm chất phụ gia thấm ướt vào bình đo đã được làm sạch và khô đến vạch ngăn ở cổ bình và giữ bình ở nhiệt độ 20 ± 2⁰C trong 30 phút. Sau đó nếu mức nước trong bình thay đổi thì điều chỉnh mức nước trong bình cho đến vạch ngăn và cân lại lần thứ hai khối lượng bình đó có chứa nước được G₁.

Bỏ mẫu hỗn hợp bê tông át phan vào bình đo đã được lau sạch và sấy khô rồi cho vào bình 0,4g (30 giọt) dung dịch chất phụ gia thấm ướt có nồng độ 50%. Sau đó đổ nước cất có hoà thêm chất thấm ướt (15g dung dịch 50% cho 1 lít nước) đến 1/3 dung tích bình đã chứa mẫu. Lắc nhẹ bình đo rồi đặt vào trong máy hút chân không có áp suất còn lại là 10mm Hg trong một giờ. Lấy bình đo ra đổ thêm nước cất và hoà chất thấm ướt cho đến vạch ngăn ở cổ bình và giữ nhiệt độ 20 ± 2⁰C trong thời gian 30 phút rồi đem cân lại khối lượng bình đo có chứa mẫu và nước được G₂.

2.4.3 Tính kết quả

Khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông át phan, xác định bằng phương pháp tỷ trọng kế chính xác đến 0,01g/cm³ như sau:

$$\rho_{BT} = \frac{G_0 \cdot \rho_n}{G_0 + G_1 - G_2}, g/cm^3$$

Trong đó:

G₀- Khối lượng mẫu thử (đã đập nhỏ), g

G₁- Khối lượng bình có chứa nước đến vạch ngăn ở cổ, g

G₂- Khối lượng bình có chứa mẫu và nước đến vạch ngăn ở cổ, g

ρ_n - Khối lượng riêng của nước, lấy bằng 1g/cm^3

Kết quả thí nghiệm là trị số trung bình của các kết quả của hai mẫu thử, độ chênh lệch giữa hai kết quả này không được vượt quá $0,01\text{ g/cm}^3$, nếu vượt quá giới hạn này thì phải làm lại thí nghiệm,

Chú ý:

Khi xác định khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông át phan theo phương pháp tỷ trọng kế cần dùng nước cất có chứa chất phụ gia thấm ướt là một chất có hoạt tính bề mặt nhằm cải thiện tính thấm ướt trên bề mặt của vật liệu khoáng. Chất phụ gia thấm ướt được pha chế với nước cất với tỷ lệ 1/1.

Khi cần xác định khối lượng riêng của bê tông át phan lấy từ mặt đường hay máy trộn mang về chỉ được phép thí nghiệm theo phương pháp tỷ trọng kế. Còn khi cần xác định khối lượng riêng của bê tông át phan chế thử trong phòng thí nghiệm nhằm lựa chọn được thành phần phối hợp lý của vật liệu thì có thể dùng theo phương pháp tỷ trọng hay tính toán.

Phương pháp tính toán trên cơ sở biết khối lượng riêng của các cốt liệu trong bê tông át phan khối lượng riêng của bitum và hàm lượng các vật liệu thành phần trong hỗn hợp. Khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông át phan tính chính xác đến $0,01\text{g/cm}^3$.

$$\rho_{BT} = \frac{q_k + q_b}{\frac{q_k}{\rho_k} + \frac{q_b}{\rho_b}}, \text{ g/cm}^3$$

Trong đó:

ρ_k - Khối lượng riêng trung bình của các cốt liệu trong hỗn hợp bê tông át phan, g/cm^3 ;

ρ_b - Khối lượng riêng của bitum, g/cm^3 (có thể lấy bằng 1);

q_k - Hàm lượng vật liệu khoáng trong hỗn hợp bê tông át phan, % theo khối lượng hỗn hợp (lấy bằng 100%);

q_b - Hàm lượng bitum trong hỗn hợp bê tông át phan, % theo khối lượng vật liệu khoáng.

2.5 Xác định độ rỗng vật liệu khoáng và độ rỗng còn lại của hỗn hợp bê tông át phan ở trạng thái đầm chặt

Độ rỗng của cốt liệu trong bê tông át phan, tính chính xác đến 0,1% thể tích, được xác định bằng tính toán theo:

$$r_k = \left[1 - \frac{\gamma_k}{\rho_k} \right] \times 100, \%$$

Trong đó:

γ_k - Khối lượng thể tích của hỗn hợp vật liệu khoáng, g/cm^3

ρ_k - Khối lượng riêng trung bình của các vật liệu khoáng trong bê tông át phan, g/cm³

Độ rỗng dư r_{BT} của bê tông át phan, tính chính xác đến 0,1% thể tích, được xác định bằng công thức sau:

$$r_{BT} = \left[1 - \frac{\gamma_{BT}}{\rho_{BT}} \right] \times 100, \%$$

Trong đó:

γ_{BT} - Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông át phan, g/cm³

ρ_{BT} - Khối lượng riêng của hỗn hợp bê tông át phan, g/cm³

2.6 Xác định độ bão hoà nước của bê tông át phan

2.6.1 Thiết bị thử

Cân kỹ thuật có độ chính xác đến 0,1g kèm theo các phụ kiện để cân trong nước;

Máy hút chân không;

Nhiệt kế thuỷ ngân bằng thuỷ tinh có chia độ đến 1⁰C;

Chậu nước có dung tích từ 2,5 - 3 lít.

2.6.2 Tiến hành thử

Dùng tiếp các mẫu và các kết quả đã thí nghiệm về khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông át phan để thực hiện thí nghiệm này ngâm mẫu vào trong chậu nước có nhiệt độ 20 ± 2^0C mức nước trong chậu phải cao hơn mặt mẫu quá 3cm.

Đặt chậu có mẫu ngâm dưới nắp thuỷ tinh của máy hút chân không rồi dùng bơm hút không khí trong bình cho đến áp lực còn lại trong bình bằng 10 – 15 mmHg và giữ nguyên trị số áp lực này trong 1 giờ 30 phút nếu mẫu thí nghiệm thuộc loại bê tông át phan nóng và ẩm hay trong 30 phút nếu mẫu thuộc loại bê tông át phan nguội. Sau đó cho áp lực tăng trở lại mức bình thường và lưu mẫu tiếp ở trong chậu đựng nước có nhiệt độ 20 ± 2^0C trong thời gian 1 giờ nếu mẫu là loại bê tông át phan nóng và ẩm, trong 30 phút nếu mẫu là loại bê tông át phan nguội.

Sau đó lấy mẫu ra khỏi nước dùng giẻ mềm lau khô và cân mẫu trong không khí rồi cân trong nước với mức chính xác đến 0,01g. Việc cân mẫu bão hoà nước trong nước sẽ cho phép xác định thể tích mẫu bão hoà và tính được hệ số trương nở sau này.

Các mẫu cân sau khi bão hoà nước trong chân không lại được ngâm vào nước có nhiệt độ 20 ± 2^0C trong 10 - 15 phút sau đó tiến hành thí nghiệm về cường độ chịu nén của mẫu.

2.6.3 Tính kết quả

Độ bão hoà nước của bê tông át phan tỷ lệ giữa thể tích nước do mẫu hấp thụ thêm ở chế độ bão hoà nước quy định như trên so với thể tích của mẫu ban đầu, được xác định chính xác đến 0,1% theo công thức sau đây:

$$H_v = \frac{G_3 - G_0}{G_1 - G_2} \times 100(\%)$$

Trong đó:

G_0 - Khối lượng mẫu khô (không bão hoà nước) cân trong không khí, g;

G_1 - Khối lượng mẫu cân trong không khí sau khi ngâm mẫu vào nước 30 phút, g;

G_2 - Khối lượng mẫu cân trong nước sau khi ngâm mẫu vào nước 30 phút như trên, g;

G_3 - Khối lượng mẫu cân trong không khí sau khi ngâm mẫu bão hoà nước trong chân không, g.

Kết quả thí nghiệm là trị số trung bình của các kết quả của 3 lần thí nghiệm theo cùng một mẫu thử. Trị số lớn nhất và bé nhất của 3 kết quả không được chênh lệch nhau quá 0,5%.

2.7 Xác định hệ số nở của bê tông át phan khi bão hoà nước

Hệ số nở của bê tông át phan là tỷ lệ tăng thể tích của mẫu khi bão hoà so với thể tích ban đầu của mẫu, được xác định bằng tính toán thông qua các kết quả thí nghiệm về khối lượng thể tích và độ bão hoà nước của bê tông át phan và thông qua việc tiếp tục cân trong nước mẫu thử để bão hoà nước trong chân không.

Hệ số nở của bê tông át phan tính chính xác đến 0,1% được xây dựng theo:

$$H = \frac{(G_3 - G_4) - (G_1 - G_2)}{G_1 - G_2} \times 100, \%$$

Trong đó:

G_1, G_2, G_3 - Có ý nghĩa như đã nêu ở mục 2.6.3 trên đây;

G_4 : Khối lượng mẫu cân trong nước sau khi đã ngâm bão hoà.

Kết quả thí nghiệm là trị số trung bình của các kết quả đối với 3 mẫu thí nghiệm cùng loại, độ chênh lệch giữa các kết quả cao nhất và thấp nhất không được vượt quá 0,2%.

2.8 Xác định cường độ chịu nén tới hạn của bê tông át phan

2.8.1 Thiết bị thử

Máy nén truyền động cơ học có công suất 5 - 10T;

Nhiệt kế có độ chia đến 1⁰C;

Bình ổn định nhiệt khi lưu mẫu có dung tích 3 – 5 lít hoặc trên 5 lít;

Chậu đựng nước có dung tích 3 – 8 lít;

Nước đá để điều chỉnh nhiệt độ.

2.8.2 Tiến hành thử

Chế tạo mẫu và bảo dưỡng mẫu thí nghiệm: theo một trong các phương pháp đã nêu ở mục 2.1.

Thông thường, khi thí nghiệm về cường độ chịu nén, cần đúc sẵn 9 viên mẫu: 1 tổ gồm 3 mẫu để thí nghiệm nén mẫu khô ở nhiệt độ $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 1 tổ gồm 3 mẫu để thí nghiệm nén mẫu sau khi ngâm bão hòa nước để khỏi phải đúc 3 mẫu sau cùng kể trên.

Trước khi thí nghiệm cần lưu mẫu ở nhiệt độ qui định ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hoặc $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$) tùy theo yêu cầu thí nghiệm, lưu mẫu trong chậu nước có dung tích 3 - 8 lít (tùy theo số lượng và kích thước mẫu) trong 1 giờ nếu mẫu thuộc loại bê tông át phan nóng và ẩm hay lưu mẫu trong bình để ổn định nhiệt bằng không khí có dung tích 3 - 8 lít trong 2 giờ nếu mẫu thuộc loại bê tông át phan nguội.

Khi không có bình để ổn định nhiệt chuyên dụng thì đặt mẫu vào trong một bình bằng gỗ hay sứ đặt trong lòng một bình khác có kích thước lớn hơn rồi đổ nước có nhiệt độ $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hoặc $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ vào giữa thành của hai bình này để lưu mẫu.

Khi thí nghiệm về cường độ chịu nén tới hạn sau khi bão hòa nước thì tiếp tục đặt các mẫu đã cân trong không khí và cân trong nước vào trong nước có nhiệt độ $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hoặc $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ trong vòng 10 - 15 phút và dùng vải mềm hoặc giấy thấm lau khô mẫu trước khi đưa lên máy.

Khi dùng máy nén truyền động cơ học với tốc độ biến dạng của mẫu là $3 \pm 0,5\text{mm/phút}$ để ép mẫu, cần điều chỉnh cho tốc độ biến dạng của mẫu là $3 \pm 0,5\text{mm/phút}$ để ép mẫu, cần điều chỉnh cho tốc độ di động của tấm kẹp dưới đáy của máy là 3mm/phút và cần trang bị cho máy loại lực kế có thể xác định chính xác tải trọng phá hoại đến $0,5 \text{ daN/cm}^2$ đối với mẫu có cường độ giới hạn nhỏ hơn 15 daN/cm^2 và đến 1 daN/cm^2 với mẫu có cường độ giới hạn lớn hơn 15 daN/cm^2 .

2.8.3 Tính kết quả

Cường độ chịu nén tới hạn của bê tông át phan chính xác đến $0,1 \text{ daN/cm}^2$ được tính như sau:

$$R_a = \frac{P}{F}, \text{ daN/cm}^2$$

Trong đó:

P- Tải trọng phá hoại mẫu, daN;

F- Diện tích mặt cắt ngang của mẫu, cm^2 .

Với mỗi loại bê tông át phan chế tạo chế tạo 3 mẫu thử, Nên cường độ từng mẫu không sai lệch quá 10% thì cường độ trung bình sẽ là trị số trung bình của 3 lần thử.

2.9 Xác định hệ số ổn định nước của bê tông át phan

Hệ số ổn định nước của bê tông át phan, chính xác đến 0,01 như sau:

$$K_n = \frac{R_{20}^{bh}}{R_{20}^k}$$

Trong đó:

R_{20}^{bh} - Cường độ chịu nén giới hạn mẫu khi ngâm bão hoà nước trong chân không ở 20⁰C, daN/cm²;

R_{20}^k - Cường độ chịu nén giới hạn mẫu khô ở 20⁰ C, daN/cm².

2.10 Xác định độ bền nước của bê tông át phan khi bão hoà nước lâu

Sau khi đã cân mẫu khô trong không khí và trong nước để xác định khối lượng thể tích và sau khi đã ngâm mẫu bão hòa nước trong máy hút chân không để xác định độ bão hòa nước, chuyển mẫu sang 1 chậu đựng nước có nhiệt độ khống chế trong khoảng 20 ± 2⁰C trong 15 ngày đêm. Sau đó đem thí nghiệm nén để xác định cường độ chịu nén và hệ số ổn định nước.

Hệ số ổn định nước khi bão hoà nước lâu, được tính chính xác đến 0,01 theo:

$$K_{BL} = \frac{R_{BL}}{R_{20}^k}$$

Trong đó:

R_{BL} - Cường độ giới hạn của mẫu khi bão hoà nước lâu, daN/cm².

R_{20}^k - Cường độ chịu nén giới hạn mẫu khô ở 20⁰C, daN/cm².

3. Thí nghiệm các chỉ tiêu của bê tông át phan theo phương pháp Mác san (AASHTO T245 - ASTM D1 559)

3.1 Xác định độ bền và độ dẻo của bê tông át phan

3.1.1 Thiết bị thử

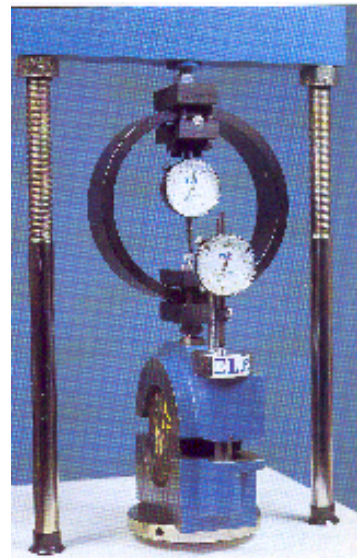
Máy nén chuyên dụng kiểu Mác san;

Khuôn gá mẫu theo Mác san có kèm đồng hồ đo độ dẻo;

Chậu đáy bằng có dung tích 8 ÷ 10 lít, cao 150mm;

Nhiệt kế 100⁰C có độ chính xác đến 0,1⁰C;

Nước sôi và nước lạnh để khống chế nhiệt độ.



Thiết bị Mác san và khuôn mẫu

3.1.2 Tiến hành thử

Chuẩn bị 3 mẫu thử có $d = 101\text{mm}$, $h = 63,5\text{mm}$ đã được làm đặc. Trước đó các mẫu thử đã được xác định độ đặc, độ rỗng phần cốt liệu và độ rỗng dư.

Đặt mẫu Mác san đã chuẩn bị vào chậu nước có nhiệt độ $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$ đối với bê tông át phan dùng bitum đặc và $40 \pm 1^{\circ}\text{C}$ đối với bê tông át phan dùng bitum lỏng sao cho mẫu ngập hoàn toàn trong nước và cách mặt nước cũng như thành, đáy ít nhất là 30mm, giữ mẫu như vậy trong 60 ± 5 phút, sau đó lấy mẫu ra dùng giẻ mềm lau nhẹ cho khô nước cho mẫu.

Vệ sinh khuôn gá bằng dầu hỏa, bôi nhẹ dầu nhờn vào 2 trục dẫn để tăng độ linh động của khuôn gá. Lắp đồng hồ đo độ dẽo. Đặt khuôn gá lên máy ép, sau đó đặt mẫu đã xử lý vào khuôn sao cho mẫu tiếp xúc đều với cả hai mặt khuôn. Điều chỉnh kim đồng hồ đo biến dạng (độ dẽo) về 0.

Đặt máy nén ở tốc độ 50 mm/phút. Mở máy nén và theo dõi đồng hồ đo lực của máy và đồng hồ đo độ dẽo của khuôn gá. Ghi độ lớn của lực và độ chảy của mẫu khi mẫu bị phá hoại.

Quá trình thí nghiệm phải kết thúc trong vòng 90 giây kể từ lúc lấy mẫu ra khỏi chậu dưỡng hộ.

3.1.3 Tính kết quả

Độ bền theo Mác san là độ lớn của lực khi phá hoại mẫu có kích thước tiêu chuẩn (daN).

Độ dẽo Mác san, tính theo đơn vị 0,1 mm là độ biến dạng của mẫu bị phá hoại, đọc trực tiếp trên đồng hồ đo biến dạng ở thời điểm mẫu bị phá hoại.

Độ cứng quy ước được tính theo công thức:

$$A = \frac{10P}{L}$$

Trong đó:

P- Độ bền Mác san (tải trọng phá hoại), daN;

L- Độ dẽo, 0,1mm.

Nếu mẫu có chiều cao khác 65,3mm, thì phải nhân độ bền đo được với hệ số điều chỉnh K theo bảng sau.

Bảng 5.5. Hệ số hiệu chỉnh K

Thể tích mẫu, cm^3	Chiều cao mẫu, mm	K
406 – 420	50,8	1,47
421 – 431	52,4	1,39
432 – 443	54,0	1,32
444 – 456	55,6	1,25
457 – 470	57,2	1,19

471 – 482	58,7	1,14
483 – 495	60,3	1,09
496 – 508	61,9	1,04
509 – 522	63,5 (chuẩn)	1,00
523 – 535	65,1	0,96
536 – 546	66,7	0,93
547 – 559	68,3	0,89
560 – 573	69,8	0,86
574 – 585	71,4	0,83
586 – 598	73,0	0,81
599 – 610	74,6	0,78
611 – 625	76,2	0,76

Độ bền và độ dẻo Mác san phải xác định theo kết quả trung bình của 3 lần thí nghiệm đối với các mẫu cùng loại. Độ sai lệch giữa các lần thí nghiệm không được vượt quá 10%.

Trị số độ bền được làm tròn đến 10 daN khi độ bền nhỏ hơn 500daN, làm tròn đến 20daN khi độ bền từ 500 - 1000daN; và làm tròn đến 50daN khi độ bền lớn hơn 1000daN.

4. Xác định thành phần hỗn hợp bê tông át phan

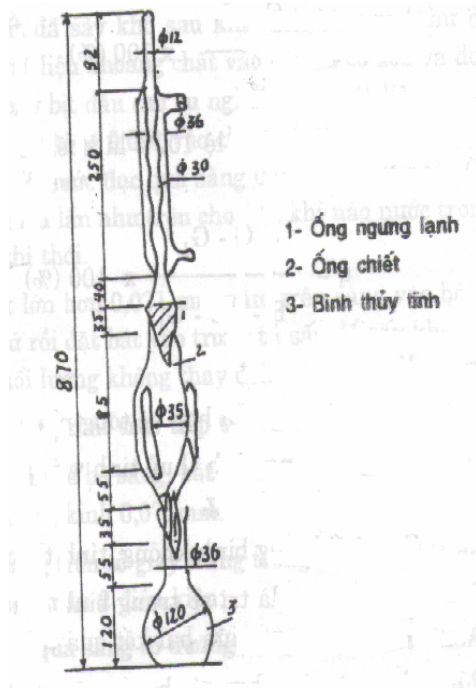
4.1 Xác định hàm lượng bitum trong hỗn hợp bê tông át phan lấy từ mặt đường bằng phương pháp chiết

4.1.1 Thiết bị thử

- Dụng cụ Xóc lét;
- Ống ngưng lạnh;
- Bếp cát;
- Bếp thủy chung;
- Chén sứ;
- Giấy lọc;
- Bông nỡ;

Dung môi: Clorophoóc, rượu Clorophoóc, rượu benzen (20% rượu), clorua êtylen.

4.1.2 Tiến hành thử



Hình 5.3. Dụng cụ Xóc lét

a) Chuẩn bị mẫu như sau

Cân lượng mẫu thử theo quy định. Làm một vỏ bao hình trụ làm bằng 2 - 3 lớp giấy lọc. Sấy khô và cân (kể cả lượng bông nòn dùng trong thí nghiệm) với độ chính xác đến 0,01g được G. Đổ mẫu vào bao giấy và phủ bông nòn lên mặt hỗn hợp rồi cân lại toàn bộ với độ chính xác 0,01g được G_1 và đặt vào dụng cụ Xôclét. Đổ dung môi vào bình thuỷ tinh của dụng cụ Xôclét.

Đặt bao đựng hỗn hợp thí nghiệm vào trong ống chiết ở mức cao hơn miệng ống xi phông của ống chiết 1cm. Nối phần trên của ống chiết với ống ngưng lạnh nghịch và nối phần dưới với bình thuỷ tinh có chứa dung môi.

Đốt nóng bình đựng dung môi trên bếp cắt cho đến nhiệt độ sôi của dung môi. Hơi dung môi ngưng tụ trong ống ngưng lạnh chảy liên tục vào hỗn hợp bê tông át phan, để hoà tan bitum và tách bitum ra khỏi hỗn hợp, sau khi chảy đầy ống chiết, dung môi sẽ chảy theo ống xiphông xuống bình thuỷ tinh.

Quá trình tách bitum kéo dài cho đến khi dung môi tích tụ trong ống chiết đã biến màu.

Lấy phần bao giấy và lõi ra khỏi ống chiết rồi đem sấy khô trong tủ ổn định nhiệt ở nhiệt độ 50 - 60°C cho đến khi khối lượng không thay đổi được G_2 .

Sau khi ngưng chiết, đem chưng cất dung dịch hoà tan bitum trên bếp thuỷ chung và sấy phần còn lại trong tủ ổn định nhiệt độ 50 - 60°C hay trong tủ ổn định chân không ở nhiệt độ 35 - 40°C cho đến khi khối lượng không đổi.

4.1.3 Tính kết quả

Khối lượng bitum chính xác đến 0,1% theo tổng khối lượng của hỗn hợp bê tông át phan được tính như sau:

$$q_{ba} = \frac{(G_1 - G) - (G_2 - G)}{G_1 - G} \times 100$$

Khối lượng bitum, chính xác đến 0,1% theo quy ước phần khoáng chiếm 100% được tính như sau:

$$q_{bk} = \frac{q_{Ba}}{100 - q_{Ba}} \times 100$$

Hàm lượng bitum là trị số trung bình của các kết quả 2 lần thí nghiệm đồng thời với cùng một mẫu thử. Sai số giữa 2 kết quả thí nghiệm không được vượt quá 0,2%.

4.2 Xác định thành phần hạt cốt liệu của hỗn hợp bê tông át phan sau khi chiết

4.2.1 Thiết bị thử

Bộ sàng tiêu chuẩn;

Cân kỹ thuật;

Bát sứ có đường kính 15 – 25 cm.;

Chày bịt đầu cao su;

Tủ sấy;

Chậu có dung tích 6 – 10 lít.

4.2.2 Tiến hành thử

Cân khối lượng mẫu thử ở phần còn lại sau khi đã thử nghiệm bitum theo quy định ở mục 4.1 với độ chính xác đến 0,1g. Đổ mẫu vật liệu khoáng vào bát sứ có xoa vadolin ở đáy. Đổ một ít nước vào bát và dùng chày bịt đầu cao su nghiền nhỏ vật liệu trong 2 – 3 phút. Đổ nước trong bát có lẫn hạt lơ lửng qua sàng 0,071mm vào chậu, sau đó lại đổ nước sạch vào bát để nghiền vật liệu khoáng và đổ nước đục qua sàng 0,071mm xuống chậu. Cứ thế tiếp tục lặp lại quá trình rửa sạch vật liệu nhiều lần như trên cho đến khi nào nước trong bát sau khi đã nghiền vật liệu vẫn trong suốt thì thôi.

Rửa xong chuyên các hạt khoáng lớn hơn 0,071mm nằm trên sàng vào bát sứ có cạnh. Chắt bỏ phần nước còn lại trong bát sứ rồi đặt bát vào trong tủ sấy để sấy khô khoáng vật ở nhiệt độ 105 - 110⁰C cho đến khi khối lượng không thay đổi.

Không được rửa và nghiền vật liệu khoáng trực tiếp trên sàng 0,071mm.

Sau đó sàng mẫu vật liệu đã sấy khô qua cả bộ sàng, bắt đầu từ sàng có đường kính lỗ sàng lớn nhất cho đến sàng 0,071mm. Trước khi ngừng sàng, lắc mạnh mỗi sàng trên tờ giấy trắng trong vòng 1 phút để kiểm tra lại. Động tác sàng được kết thúc khi thoả mãn 2 điều kiện:

- Nếu trên tờ giấy không có các hạt lọt qua sàng có đường kính 2,5mm và lớn hơn
- Nếu khối lượng các hạt lọt qua sàng có đường kính 1,25 và 0,63mm không vượt quá 0,05g và lọt qua sàng 0,315 và 0,071mm không vượt quá 0,02g.

Cuối cùng cân phần còn lại trên mỗi sàng để tính kết quả.

4.2.3 Tính kết quả

Hàm lượng mỗi thành phần hạt được tính theo tỉ lệ % giữa khối lượng loại hạt đó so với khối lượng mẫu thí nghiệm với độ chính xác đến 0,1%.

Hàm lượng các hạt nhỏ hơn 0,071mm được xác định bằng cách lấy 100% trừ đi tổng số phần trăm của các hạt còn lại trên các mặt sàng.

Kết quả thí nghiệm được lấy theo trị số trung bình của 2 lần thí nghiệm liên tiếp đối với cùng loại mẫu thử. Sai số về hàm lượng mỗi thành phần hạt của 2 lần thí nghiệm không được vượt quá 2% (so với khối lượng chung của mẫu thử) và sự hao hụt về khối lượng của toàn bộ vật liệu khi sàng cũng không được vượt quá 2%.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông asphalt;
2. Trình bày các thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông asphalt theo TCN;

3. Trình bày các thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của bê tông asphalt theo ASTM;
4. Trình bày các thí nghiệm thành phần của hỗn hợp bê tông asphalt.

Chương 6

THÍ NGHIỆM THÉP XÂY DỰNG

1. Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu của thép theo TCVN

1.1 Các chỉ tiêu kỹ thuật của thép xây dựng theo TCVN

1.1.1 Dây thép vuốt để làm cốt bê tông và sản xuất lưới thép hàn làm cốt TCVN 6288:1997

a) Kích thước, khối lượng và dung sai

Đường kính danh nghĩa của dây phải nằm trong khoảng từ 4mm đến 16mm. Đường kính danh nghĩa nên dùng, d , được nêu trong bảng 6.1.

Đối với các đường kính không ghi trong bảng thì khối lượng chia cho chiều dài phải bằng $7850 \text{ kg/m}^3 \times$ diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa.

Dung sai đối với các kích thước trung gian không được vượt quá dung sai của kích thước cao hơn liền kề nó trong bảng 6.1. Đối với các dây có đường kính danh nghĩa từ 12mm đến 16mm thì dung sai phải bằng $\pm 5\%$.

Bảng 6.1. Đường kính nên dùng và khối lượng yêu cầu

Đường kính danh nghĩa, mm	Diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa, mm^2	Khối lượng theo chiều dài	
		Yêu cầu, kg/m	Dung sai ⁽¹⁾ , %

5	19,6	0,154	± 9
6	28,3	0,222	± 8
7	38,5	0,302	± 8
8	50,3	0,395	± 8
9	63,6	0,499	± 5
10	78,5	0,617	± 5
12	113,1	0,888	± 5

(1) Áp dụng cho dây đơn

b) Thành phần hóa học

Thép không được chứa các nguyên tố với hàm lượng cao hơn các giá trị qui định trong bảng 6.2.

Đương lượng cacbon, C_{dl} được tính theo công thức:

$$C_{dl} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + V + Mo)}{5} + \frac{(Cu + Ni)}{15}$$

Trong đó: C, Mn, Cr, V, Mo, Cu và Ni là hàm lượng các nguyên tố tương ứng trong thép tính bằng phần trăm khối lượng

Bảng 6.2. Thành phần hóa học giá trị lớn nhất tính bằng phần trăm khối lượng

C	Si	Mn	P	S	N ⁽¹⁾	C _{dl}
0,22	0,60	1,60	0,050	0,050	0,012	0,50
0,24 ⁽²⁾	(0,65)	(1,70)	(0,050)	(0,050)	(0,013)	(0,52)

(1) Có thể dùng hàm lượng nitơ cao hơn nếu như có đủ hàm lượng các nguyên tố liên kết với nitơ

(2) Các giá trị trong ngoặc áp dụng cho phân tích sản phẩm.

c) Tính chất cơ học

Phép thử phải được tiến hành trên các dây đã được làm thẳng. Mẫu thử có thể được nung nóng đến 100⁰C rồi để nguội tự do trong không khí đến nhiệt độ thử. Các tính chất thử kéo yêu cầu được qui định trong bảng sau.

Bảng 6.3. Các giá trị đặc tính của giới hạn chảy tại độ giãn dài không tỉ lệ 0,2%, giới hạn bền kéo và độ giãn dài sau đứt trên độ dài tính toán gấp 5 lần đường kính danh nghĩa

Giới hạn chảy $R_{p0,2}$, N/mm ²	Giới hạn bền kéo R_m , N/mm ²	Độ giãn dài $A_{5,65}$, %
500	550	12

Mẫu thử phải được uốn đến một góc từ 160⁰ đến 180⁰ trên một gó uôn với đường kính được qui định trong bảng 6.4. Sau khi thử uốn, các mẫu thử không được gãy hoặc có vết nứt nhìn thấy được bằng mắt thường.

Bảng 6.4. Đường kính gó uôn dùng để thử uốn

Đường kính danh nghĩa của dây, d	(4)	5	6	7	8	9	10	12	(14)	(16)
Đường kính gó uôn, D	(12)	16	20	20	25	32	32	40	(50)	(63)

1.1.2 Thép cốt bê tông - thép thanh vằn TCVN 6285:1997

a) Kích thước, khối lượng và dung sai

Kích thước, khối lượng và dung sai được nêu trong bảng sau.

Bảng 6.5. Kích thước, khối lượng và dung sai

Đường kính danh nghĩa, mm	Diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa, mm	Khối lượng theo chiều dài	
		Yêu cầu, kg/m	Dung sai ⁽¹⁾ , %
(1)	(2)	(3)	(4)
6	28,3	0,222	± 8
8	50,3	0,395	± 8
10	78,3	0,617	± 5
12	113	0,888	± 5
(1)	(2)	(3)	(4)
16	201	1,58	± 5
20	314	2,47	± 5
25	491	3,85	± 4
32	804	6,31	± 4
40	1256	9,86	± 4

b) Kích thước hình học của gân

Các thanh thép vằn phải có các gân ngang. Các gân dọc là không bắt buộc. Kích thước hình học của các gân phải đảm bảo các thanh thép có các tính chất bám dính tốt để thỏa mãn chức năng của chúng trong kết cấu bê tông. Các tính chất bám dính được thỏa mãn nếu có ít nhất hai hàng gân ngang phân bố đều đặn chung quanh chu vi. Các gân ngang trong hàng phải được phân bố đều đặn trên toàn bộ chiều dài của thanh trừ vùng ghi mác.

c) Thành phần hóa học

Hàm lượng các nguyên tố không được lớn hơn giá trị nêu trong bảng sau.

Bảng 6.6. Thành phần hóa học - giá trị lớn nhất tính bằng phần trăm khối lượng

Mác thép	C ⁽¹⁾	Si	Mn	P	S	N ⁽²⁾	C _{dl} ⁽¹⁾
RB 300							
RB 400	-	-	-	0,060	-		-
RB 500				(0,070)			
RB 400W	0,22	0,60	1,60	0,050	0,050	0,012	0,50
RB 500W	(024) ⁽³⁾	(0,65)	(1,70)	(0,055)	(0,055)	(0,013)	(0,52)

(1) Đối với các mác thép RB 400W và RB 500W với đường kính lớn hơn 32mm thì hàm lượng cacbon lớn nhất (C) là 0,25% (0,27%) và đương lượng cacbon lớn nhất là (C_{dl}) là 0,55% (0,57%).

(2) Hàm lượng nitơ có thể cao hơn nếu trong thép có đủ các nguyên tố liên kết với nitơ.

(3) Các giá trị trong dấu ngoặc đơn dùng cho phân tích sản phẩm.

Đương lượng cacbon C_{dl} được tính bằng công thức

$$C_{dl} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + V + Mo)}{5} + \frac{(Cu + Ni)}{15}$$

Trong đó: C, Mn, Cr, V, Mo, Cu và Ni là hàm lượng các nguyên tố tương ứng trong thép tính bằng phần trăm khối lượng

d) Tính chất cơ học

Các tính chất cơ học thử kéo yêu cầu cho các loại thép được nêu ra trong bảng sau.

Bảng 6.7. Các giá trị đặc trưng của giới hạn chảy trên, giới hạn bền kéo và độ giãn dài sau đứt

Mác thép	Giới hạn chảy R _{eH} , N/mm ²	Giới hạn bền kéo R _m , N/mm ²	Độ giãn dài A _{5,65} , %
RB 300	300	330	16
RB 400	400	440	14
RB 400 W			
RB 500	500	550	14
R500 W			

Để xác định độ giãn dài sau đứt, chiều dài ban đầu của mẫu phải bằng 5 lần đường kính danh nghĩa.

Mẫu thử phải được uốn một góc từ 160⁰ đến 180⁰ trên một gối uốn có đường kính được qui định trong bảng sau. Phải dùng diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa để tính các tính chất cơ học.

Bảng 6.8. Đường kính gối uốn dùng để thử uốn

Đường kính danh nghĩa của thanh ⁽¹⁾	6	8	10	12	16	20	25	32	40
Loại thép									
RB 300	12,5	16	20	32	50	63	100	125	160
RB 400 RB 400 W	16	20	25	40	63	80	125	160	200
RB 500 RB 500 W	20	25	32	50	80	100	160	200	250

(1) Đối với các thanh có đường kính lớn hơn 40mm thì đường kính gối uốn được thoả thuận giữa người sản xuất và khách hàng.

Sau khi thử các mẫu không được gãy hoặc rạn nứt có thể nhìn thấy bằng mắt thường.

1.1.3 Thép cốt bê tông dự ứng lực - dây kéo nguội TCVN 6284:1997

a) Yêu cầu chung

Tiêu chuẩn này qui định các yêu cầu đối với dây thép tròn có độ bền cao, kéo nguội. Dây được cung cấp không có mối hàn hay chỗ nối. Dây có bề mặt trơn hay có một số kiểu hình dạng bề mặt (vằn, vết ấn, lượn sóng) với mục đích để cải thiện các đặc tính dính bám giữa dây và bê tông.

b) Kích thước và tính chất của dây cuộn bằng máy

Bảng 6.9. Kích thước, khối lượng và tính chất thử kéo của dây

Đường kính danh nghĩa, mm	Giới hạn bền kéo danh nghĩa ⁽¹⁾, N/mm²	Diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa, mm²	Khối lượng của một đơn vị dài		Giá trị		Bán kính uốn, mm
			Danh nghĩa ⁽²⁾, g/m	Sai lệch cho phép, g/m	Lực lớn nhất, kN	Lực chảy 0,1%kN	
8	1470	50,3	395	± 5,9	73,9	59,1	20

8	1570	50,3	395	± 5,9	79,0	63,2	20
7	1570	38,5	302	± 4,3	60,4	48,3	20
7	1670	38,5	302	± 4,3	64,3	51,4	20
6	1670	28,3	222	± 3,7	47,3	37,8	15
6	1770	28,3	222	± 3,7	50,1	40,1	15
5	1670	19,6	154	± 3,1	32,7	26,2	15
5	1770	19,6	154	± 3,1	34,7	27,8	15
4	1670	12,6	98,9	± 2,0	21,0	16,8	10
4	1770	12,6	98,9	± 2,0	22,3	17,8	10
3	1770	7,07	55,5	± 1,5	12,5	10,0	7,5
3	1860	7,07	55,5	± 1,5	13,1	10,5	7,5
2,5	1860	4,91	38,5	± 1,25	9,13	7,3	7,5
2,5	1960	4,91	38,5	± 1,25	9,62	7,7	7,5

(1) Giới hạn bền kéo danh nghĩa được tính từ diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa và lực lớn nhất và được làm tròn đến $10N/mm^2$.

(2) Khối lượng của một đơn vị chiều dài được tính với khối lượng riêng của thép là $7,85kg/dm^3$.

Độ giãn dài tính bằng phần trăm ứng với lực lớn nhất được đo trên chiều dài 200mm không được nhỏ hơn 1,5%. Tất cả các dây phải có cơ chế phá hủy dẻo khi quan sát bằng mắt thường.

Tất cả các dây phải chịu được khi thử uốn gấp xung quanh bán kính uốn được nêu trong cột cuối cùng của bảng trên. Số lần gấp ít nhất là bốn đối với dây tròn trơn và ba đối với dây có vết ấn hay vân.

c) Kích thước và tính chất của dây được khử ứng suất

Bảng 6.10. Kích thước, khối lượng và tính chất thử kéo của dây đã được khử ứng suất

Đường kính danh nghĩa, mm	Giới hạn bền kéo danh nghĩa, N/mm^2	Diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa, mm^2	Khối lượng của một đơn vị dài		Giá trị			Bán kính uốn, mm
			Danh nghĩa, g/m	Sai lệch cho phép, g/m	Lực lớn nhất, kN	Lực ứng với giới hạn chảy		
						0,1 % kN	0,2 % kN	
12,2	1470	117	918	± 10,5	115	138	141	30
12,2	1570	117	918	± 10,5	123	147	151	30
10	1470	78,5	617	± 8,6	93,5	92,3	94,3	25

10	1570	78,5	617	± 8,6	79,0	98,6	101	25
9	1470	63,6	499	± 7,2	84,0	74,8	76,7	25
8	1570	50,3	395	± 5,9	60,4	65,6	67,1	20
8	1670	50,3	395	± 5,9	64,3	69,7	71,4	20
7	1570	38,5	302	± 4,3	47,3	50,1	51,3	20
7	1670	38,5	302	± 4,3	50,1	53,4	54,7	20
6	1670	28,3	222	± 3,7	32,7	39,3	40,2	15
6	1770	28,3	222	± 3,7	34,7	41,6	42,6	15
5	1670	19,6	154	± 3,1	21,0	27,2	27,8	15
5	1770	19,6	154	± 3,1	22,3	28,8	29,5	15
4	1670	12,6	98,9	± 2,0	22,3	17,5	17,9	10
4	1770	12,6	98,8	± 2,0	22,3	18,5	19,0	10

Môđun đàn hồi có thể lấy bằng $205kN/mm^2 \pm 10kN/mm^2$

Độ giãn dài tương đối ứng với lực lớn nhất được đo trên chiều dài 200mm không được nhỏ hơn 3,5%. Tất cả các dây phải có cơ chế phá hủy dẻo khi quan sát bằng mắt thường.

Tất cả các dây phải chịu được khi thử uốn gập trong cột cuối cùng của bảng trên. Số lần uốn ít nhất là bốn đối với dây tròn trơn và ba đối với dây có vết ấn hay dây vằn.

1.1.4 Thép cốt bê tông dự ứng lực - dây tô và ram TCVN 6284:1997

a) Yêu cầu chung

Tiêu chuẩn này qui định các yêu cầu đối với dây thép tròn được chế tạo từ thép tô và ram có độ bền cao, có bề mặt trơn, vằn, có rãnh khía hoặc có vết ấn. Dây thép phải được sản xuất từ thép có giới hạn bền cao. Thép được cung cấp ở dạng không có mối hàn và chỗ nối. Bề mặt của dây có thể ở dạng trơn, vằn, rãnh khía hoặc có vết ấn. Mục đích của bề mặt có gân hoặc có vết ấn là để làm tăng độ bám giữa dây thép và bê tông.

b) Kích thước, khối lượng và độ bền

Bảng 6.11. Kích thước, khối lượng và tính chất thử kéo của dây thép tô và ram

Dạng bề mặt	Đường kính danh nghĩa, mm	Giới hạn bền kéo danh nghĩa, N/mm ²	Diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa, mm ²	Khối lượng của một đơn vị dài		Giá trị		
				Nhỏ nhất, g/m	Lớn nhất, g/m	Giới hạn bền kéo, N/mm ²	Giới hạn chảy 2%, N/mm ²	Giới hạn chảy 1%, N/mm ²
Tròn	6,0	1570	28,3	210	228	đối với mọi kích thước	1420	1380
	7,0		38,5	285	310			
	8,0		50,3	373	404			
	10,0		78,5	582	631			
	12,2		117	867	941			
	14,0		154	1143	1239			
	16,0		201	1491	1617			
Gân	6,2	1570	30,2	224	243	đối với mọi kích thước	1420	1380
	7,2		40,7	301	327			
	8,0		50,3	373	404			
	10,0		78,5	582	631			
	12,0		113	838	909			
	14,0		154	1143	1239			
	16,0		201	1491	1617			
Có rãnh khía hoặc vết ấn	7,1	1420	40	310	327	đối với mọi kích thước	1275	1250
	9,0		64	482	522			
	10,7		90	679	735			
	12,6		125	942	1020			

Độ giãn dài tương đối ứng với lực lớn nhất, A_{gt} , không được nhỏ hơn qui định trong bảng sau.

Bảng 6.12. Độ giãn dài qui định

Cấp độ dẻo	Độ giãn dài, A_{gt} , %
Dẻo 35	3,5

Đèo 25	2,5
--------	-----

Tất cả các loại dây phải có cơ chế phá hủy đèo với sự co thắt có thể nhìn thấy bằng mắt thường.

Các loại dây có đường kính danh nghĩa đến 10mm phải chịu được bốn lần thử uốn gấp mà không được có bất kì một vết rạn nứt nào nhìn thấy được. Những loại dây lớn hơn 10mm phải chịu được một lần thử uốn từ 160⁰ đến 180⁰ mà không được có bất kì một vết rạn nứt nào có thể nhìn thấy được. Đường kính của gối uốn bằng 10 lần đường kính danh nghĩa của dây.

1.1.5 Thép cốt bê tông dự ứng lực - thép thanh cán nóng có hoặc không xử lý tiếp TCVN 6284:1997

a) Yêu cầu chung

Tiêu chuẩn này qui định các yêu cầu đối với thép thanh tròn có độ bền cao. Các thanh này được cung cấp ở trạng thái cán nóng hoặc ở trạng thái sau đó có xử lí (gia công). Bề mặt của thanh có thể là trơn hoặc vằn. Các thanh được cung cấp ở dạng thẳng.

Hình dạng bề mặt có thể là trơn hay có gân. Trong trường hợp thanh vằn, có gân phải nằm ngang với khoảng cách giữa các gân tương đối đều đặn không được lớn hơn 0,8 x đường kính danh nghĩa của thanh.

b) Kích thước, khối lượng và độ bền

c)

Bảng 6.13. Kích thước, khối lượng và tính chất thử kéo của thép thanh cán nóng

Đường kính danh nghĩa, mm	Giới hạn bền kéo danh nghĩa, N/mm ²	Ứng suất chảy 0,1% danh nghĩa, N/mm ²	Diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa, mm ²	Khối lượng của một đơn vị dài		Giá trị	
				Tham khảo, kg/m	Sai lệch cho phép, %	Lực lớn nhất, kN	Lực chảy 0,1% kN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
15	1030	835	176,7	1,39	+ 4 - 4	185	145
17			227,0	1,78		235	190
20			314,0	2,47		325	260
23			415,5	3,26		430	340
26			530,9	4,17		545	445
32			804,2	6,31		830	670
36			1018,0	7,99		1050	850
40			1257,0	9,86		1295	1050
15			176,7	1,39		190	165

17			227,0	1,78		245	210
20			314,0	2,47		340	290
23			415,5	3,26	+ 4	450	385
26	1080	930	530,9	4,17	- 4	575	495
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
32			804,2	6,31		870	750
36			1018,0	7,99		1100	945
40			1257,0	9,86		1360	1170
15			176,7	1,39		210	165
17			227,0	1,78		270	210
20			314,0	2,47		370	290
23	1180	930	415,5	3,26	+ 4	490	385
26			530,9	4,17	- 4	625	495
32			804,2	6,31		950	750
36			1018,0	7,99		1200	945
40			1257,0	9,86		1485	1170
15			176,7	1,39		215	190
17			227,0	1,78		280	245
20			314,0	2,47		385	340
23	1230	1080	415,5	3,26	+ 4	510	450
26			530,9	4,17	- 4	655	575
32			804,2	6,31		990	870
36			1018,0	7,99		1250	1100
40			1257,0	9,86		1545	1360

Độ giãn dài tương đối ứng với điểm lực lớn nhất, A_{gt} không được nhỏ hơn 3,5%. Nếu cần, các thanh có thể được thử uốn và không bị gãy hay rạn nứt nhìn thấy bằng mắt thường.

1.2 Phương pháp thử kéo thép TCVN 197-1985

Tiêu chuẩn áp dụng cho việc thử kéo tĩnh các mẫu thép ở nhiệt độ $20 \pm 15^{\circ}\text{C}$ để xác định các đặc trưng cơ học (trừ các thép tấm có chiều dày nhỏ hơn 0,5mm và các thép có đường kính nhỏ hơn 3mm):

- Giới hạn tỉ lệ (quy ước);
- Giới hạn chảy (vật lý);
- Giới hạn chảy (quy ước);
- Giới hạn bền trước khi đứt;

- Giới hạn bền thực sau khi đứt;
- Độ giãn dài tương đối sau khi đứt;
- Độ thắt tương đối sau khi đứt;

1.2.1 Thuật ngữ, kí hiệu và định nghĩa

Bảng 6.14

<i>Thuật ngữ</i>	Kí hiệu quy ước	Đơn vị	Định nghĩa
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Chiều dài phần làm việc ban đầu của mẫu	L	mm	Chiều dài phần mẫu có diện tích mặt cắt ngang không đổi
2. Chiều dài tính toán ban đầu của mẫu	L_0	mm	Chiều dài phần mẫu để tính độ giãn dài
3. Chiều dài tính toán sau khi đứt của mẫu	L_1	mm	Chiều dài phần mẫu để tính độ giãn dài sau khi đứt
(1)	(2)	(3)	(4)
4. Đường kính ban đầu phần làm việc của mẫu	d_0	mm	
5. Đường kính nhỏ nhất của mẫu sau khi đứt	d_1	mm	
6. Chiều rộng ban đầu phần làm việc của mẫu có mặt cắt ngang hình chữ nhật	a_0	mm	
7. Chiều rộng ban đầu phần làm việc của mẫu có mặt cắt ngang hình chữ nhật	b_0	mm	
8. Diện tích mặt cắt ngang ban đầu phần làm việc của mẫu	F_0	mm^2	
9. Diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất của mẫu sau khi đứt	F_1	mm^2	
10. Chiều dài ban đầu	L_0	mm	Chiều dài có mặt cắt ngang không đổi

của mẫu có mặt cắt ngang hình chữ nhật			
11. Biến dạng dài tuyệt đối của mẫu sau khi đứt	ΔL	mm	Giá trị hiệu số giữa L_1 và L_0
12. Lực kéo dọc trục	P	N	Lực kép theo phương trùng với trục của mẫu
13. Ứng suất pháp tuyến quy ước	σ_z	N/mm ²	Giá trị của tỉ số giữa lực P và diện tích F
(1)	(2)	(3)	(4)
14. Ứng suất pháp tuyến thực tại một thời điểm xác định	σ_t	N/mm ²	Giá trị của tỉ số giữa lực P và diện tích mặt cắt ngang tại thời điểm xác định đó
15. Giới hạn tỉ lệ quy ước	σ_{tl}	N/mm ²	Giá trị ứng suất tương ứng với điểm có lực kéo P_{tl} tại đó tang của góc tạo bởi tiếp tuyến của đồ thị P-DL với trục lực kéo tăng lên 50% so với tang của góc đó tại phần đàn hồi
16. Giới hạn chảy vật lý	σ_{ch}	N/mm ²	Giá trị ứng suất trong mẫu tương ứng với thời điểm của biến dạng dẻo trong đó không có sự tăng hay giảm tải trọng rõ rệt
17. Giới hạn chảy trên	σ_{ch}^{tr}	N/mm ²	Giá trị ứng khi suất hiện sự chảy đầu tiên của mẫu
18. Giới hạn chảy dưới	σ_{ch}^d	N/mm ²	Giá trị ứng suất tương đối ứng với tải trọng ở giai đoạn mà sự chảy của mẫu không tăng hay giảm rõ rệt
19. Giới hạn chảy quy ước với giả thiết theo đại lượng biến dạng dẻo khi tăng tải	σ_{ch}^t	N/mm ²	Giá trị ứng suất trong đó biến dạng dẻo đạt đại lượng cho trước biểu thị bằng % đối với chiều dài tính toán ban đầu của mẫu hoặc chiều dài tính toán của ten-sơ-mét. Đại lượng cho trước phải đưa vào chỉ số kí hiệu, vd: $\sigma_{0,2}$
20. Giới hạn chảy quy ước theo giả thiết của đại lượng biến dạng dư khi hạ tải	σ_{ch}^h	N/mm ²	Giá trị ứng suất tương ứng để sau khi hạ tải mẫu còn giữ lại độ giãn dài còn dư cho trước biểu thị theo % đối với chiều dài tính toán ban đầu của ten-sơ-mét
22. Giá trị độ bền tức thời	σ_b	N/mm ²	Giá trị ứng suất tương ứng với lực kéo lớn nhất trước khi mẫu đứt (P_{max}/F_0)
23. Giới hạn độ bền khi		N/mm ²	Giá trị ứng suất được xác định bằng tỉ

đứt			số giữa lực kéo phá hỏng và diện tích mặt cắt ngang nhỏ nhất của mẫu sau khi đứt
24. Độ giãn tương đối sau khi mẫu đứt	δ_b^d		Tỉ số giữa độ giãn dài tuyệt đối của mẫu sau khi đứt với chiều dài tính toán ban đầu
25. Độ thắt tương đối sau khi đứt	$\Psi\%$		Tỉ số giữa độ thắt tuyệt đối của mẫu sau khi đứt với diện tích mặt cắt ngang ban đầu

1.2.2 Chuẩn bị mẫu thử

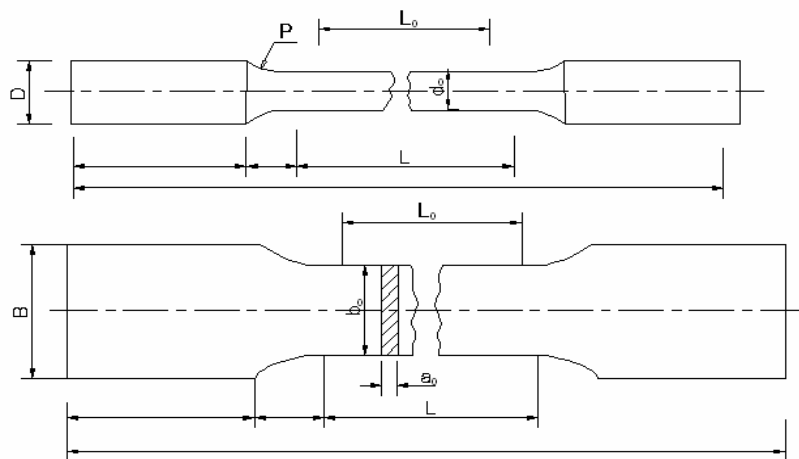
Mẫu thử có thể có mặt cắt ngang tròn, vuông chữ nhật, ví dụ hình dạng như trên hình 6.3 .

Chiều dài tính toán ban đầu của mẫu có thể là: $L_0 = 5,65\sqrt{F_0}$ hoặc $L_0 = 11,3\sqrt{F_0}$

Mẫu được cắt từ tấm kim loại có chiều dày từ 0,5 đến 3mm, kích thước của mẫu được quy định trong bảng sau.

Bảng 6.15

Chiều dày mẫu (mm)	Chiều rộng mẫu (mm)	Chiều dài tính toán (mm)
Từ 0,5 đến 2	12,5	50
Lớn hơn 2 đến 3	20,0	80



Hình 6.1. Mẫu kim loại

1. Tiết diện tròn; 2. Tiết diện vuông

Đối với mẫu hình trụ, đường kính danh nghĩa phần làm việc của mẫu có giá trị từ 3 – 30mm, sai lệch giới hạn cho phép bằng từ 0,1 ÷ 0,25 mm. Đối với các mẫu

mặt cắt ngang chữ nhật, sai lệch giới hạn về chiều rộng danh nghĩa phần làm việc của mẫu qui định từ $0,2 \pm 0,5\text{mm}$.

Tỉ số giữa chiều rộng và chiều dày của mẫu có mặt ngang hình chữ nhật tỉ lệ theo kích thước của mẫu. Nếu chiều dày lớn hơn 3mm thì tỉ lệ này sẽ là 8 : 1.

Hình dáng kích thước các đầu cuối mẫu cũng như hình dạng kích thước của phần kẹp vào máy thử cần phù hợp với tiêu chuẩn các ngành cấp máy thử. Phải có góc lượn đều tại chỗ chuyển tiếp giữa phần làm việc và phần kẹp vào ngàm cấp.

Chiều dài làm việc mẫu phải nằm trong giới hạn:

- Đối với mẫu hình trụ từ $L_0 + 0,5d_0$ đến $L_0 + 2d_0$.
- Đối với mẫu có mặt cắt hình chữ nhật có chiều dày lớn hơn 3mm thì từ $L_0 + 1,5\sqrt{F_0}$ đến $L_0 + 2,5\sqrt{F_0}$.
- Đối với mẫu có mặt cắt ngang hình chữ nhật có chiều dày nhỏ hơn 5mm thì từ $L_0 + 0,5b$ đến $L_0 + 2b_0$.

Khi thử trọng tải, chiều dài làm việc của các mẫu phẳng có chiều dày nhỏ hơn 3mm và các mẫu hình trụ chọn giới hạn lớn nhất, còn đối với các mẫu phẳng có chiều dày lớn hơn 3mm là $L_0 + 2\sqrt{F_0}$.

Mẫu thử được gia công trên các máy cắt kim loại. Nhám bề mặt phần làm việc của các mẫu hình trụ phải $Ra \leq 0,63\mu\text{m}$, các mẫu phẳng $Ra \leq 2,5\mu\text{m}$ theo TCVN 2511-1978.

Mẫu thử phẳng từ kim loại cán, đúc và các phôi loại khác có thể có bề mặt ban đầu của phôi, phải dũa các cạnh bằng dũa mịn.

Chiều dài tính toán ban đầu của mẫu được giới hạn bằng hai vạch với độ chính xác đến 1%. Để tính toán độ dài cần vạch trên phần làm việc của mẫu những khoảng 5mm hay 10mm bằng cách vạch nông hay bút chì.

Chiều dài tính toán ban đầu và su khi đứt của mẫu được đo với độ sai lệch đến 0,1mm.

Đo các kích thước mẫu sau khi đứt phải đạt độ chính xác đến 0,1mm.

Đo kích thước mẫu trước khi thử cần thực hiện ở 3 vị trí, mỗi vị trí ít nhất là 3 lần. Kích thước mặt cắt ngang được lấy là giá trị trung bình cộng của trị số đo tại vị trí ở giữa và hai đầu phần làm việc của mẫu.

1.2.3 Thiết bị thử

Thử kéo được tiến hành trên các máy vạn năng hay chuyên dùng có độ chính xác tương ứng với các tài liệu của nó.

Máy cần đảm bảo đúng tâm tin cậy khi cấp mẫu. Lực kẹp phải được tăng đều. Tốc độ kéo phải ở trong giới hạn cho phép của điều kiện thử, khi giảm tải phải từ từ.

Hệ số máy – mẫu phải có độ đặc trưng đàn hồi K, khi chọn tốc độ đặt tải phải kể đến đặc trưng K hoặc các tiêu chuẩn đối với sản phẩm kim loại đã có chỉ dẫn riêng.

1.2.4 Tiến hành thử và xử lý kết quả

Giới hạn chảy σ_{ch} được xác định qua kim chỉ lực trên máy trong quá trình thử hoặc bằng đồ thị kéo nhận được khi thử.

Giới hạn chảy trên σ_{ch}^r và dưới σ_{ch}^d được xác định bằng đồ thị kéo nhận được khi thử với điều kiện nếu tỉ lệ của biểu đồ đảm bảo 1mm trên trục tung tương ứng với ứng suất của mẫu không vượt quá 10N/mm^2 . Các giá trị này tương ứng với điểm chảy cao nhất ban đầu và thấp nhất trong giai đoạn chảy mà lực không tăng hay giảm rõ rệt được thể hiện trên đồ thị.

Các giá trị này cũng có thể xác định trực tiếp theo kim chỉ thị của bộ phân đo lực, tương ứng điểm dừng đầu tiên của kim chỉ lực và điểm dừng thấp hơn trước đó trong giai đoạn chảy mà lực không tăng hay giảm rõ rệt.

Khi xác định các giới hạn chảy σ_{ch} , σ_{ch}^r , σ_{ch}^d thì tốc độ biến dạng tương đối phải phù hợp với các đặc trưng đàn hồi K của hệ máy - mẫu trong các giới hạn từ 0,0025 đến 0,0025 1/giây hoặc phù hợp với tiêu chuẩn đối với tiêu chuẩn đối với sản phẩm kim loại hay văn bản kỹ thuật tương tự.

Nếu tốc độ biến dạng tương đối trong miền chảy không xác định được bằng cách trực tiếp thì điều chỉnh máy thử để có thể chính tốc độ đạt tải cho đến đầu giai đoạn chảy. Tốc độ đó phải ở trong khoảng 3 đến 30N/mm^2 giây. Tốc độ phải có tính đến đặc trưng K.

Giới hạn chảy qui ước σ_{ch}^t xác định bằng phương pháp hoạ đồ theo đồ thị dẻo hoặc nhờ ten-sơ-met trong quá trình tăng tải.

- Khi xác định bằng phương pháp hoạ đồ, việc tăng giá trị biến dạng dẻo xuất phát từ chiều dài phần làm việc của mẫu. Sau khi phóng đại một cách tỉ lệ giá trị tìm được của tỉ lệ xích đồ thị, đặt đoạn dài nhận được lên trục hoành về phía điểm O, rồi vạch một đường thẳng song song với OA. Tung độ giao điểm C của đường thẳng song song này với đường thẳng cong sẽ là giới hạn chảy qui ước theo giả thiết của đại lượng biến dạng dư.
- Khi sử dụng ten-sơ-met thì sai số của ten-sơ-met không được vượt quá 5% giá trị biến dạng dài được đo.
- Khi xác định giá trị σ_{ch}^t tỉ lệ xích của trục biến dạng không được nhỏ hơn 10:1 trong thử trọng tải của nó không nhỏ hơn 50:1.

Giới hạn chảy qui ước σ_{ch}^t được xác định bằng phương pháp đặt tải và bỏ tải liên tiếp, sau khi đặt mẫu vào ngàm máy, tăng lực để mẫu chịu ứng suất σ_o không quá 10% giới hạn chảy σ_{ch}^h (xác định bằng ten-sơ-met), sau đó mẫu chịu tải cho đến khi $\sigma_z = 2$. Giữ lực từ 5 giây đến 7 giây rồi hạ tải cho đến ứng suất σ_o mẫu lại chịu tải tiếp theo.

Trong quá trình tăng tải và bỏ tải, còn phải tiến hành đo để xác định biến dạng dư cho đến khi hạ tải đến ứng suất σ_o .

Thử được dừng lại khi biến dạng dư đã bắt đầu vượt của đại lượng đo tải trọng tương ứng với giới hạn chảy gây nên.

Nếu cần phải làm sáng tỏ hơn giá trị tính toán đã được xác định của đặc trưng thì cho phép sử dụng phương pháp tuyến tính hoá đường hyperbon.

Giới hạn chảy dưới tác dụng của tải trọng với giả thiết theo đại lượng biến dạng phần khi tăng tải được xác định bằng phương pháp đồ thị theo sơ đồ kéo hay nhờ ten-sơ-met trong quá trình chịu lực. Khi xác định bằng phương pháp đồ thị, đại lượng này đã được tính toán theo giá trị biến dạng toàn phần, xuất phát từ chiều dài làm việc của mẫu, tăng một cách tỉ lệ giá trị tìm được của đồ thị và từ điểm tương ứng đó của trục hoành tiến hành vẽ một đường thẳng song song với trục tung. Tung độ giao điểm của đường này với đường cong là tải trọng tương ứng với giá trị giới hạn chảy phải tìm.

Khi xác định các giới hạn chảy σ_{ch}^r và σ_{ch}^d tốc độ đặt tải phải ở trong giới hạn từ 5-30N/mm² giây hoặc theo các tiêu chuẩn đối với các sản phẩm kim loại khác.

Khi xác định giá trị độ bền tức thời σ_b tải trọng được tăng từ từ cho đến khi mẫu đứt. Giá trị tải trọng trước khi mẫu đứt tương ứng với độ bền tức thời của mẫu. Tốc độ biến dạng tương đối ngoài giới hạn chảy không được quá $(2\delta \pm 10)$ phần trăm chiều dài tính toán của mẫu trong một phút, nếu như trong các tiêu chuẩn về các kim loại không có các chỉ tiêu khác.

Để tính chiều dài tính toán của mẫu sau khi đứt L_1 , ghép chặt hai phần bị đứt sao cho trục của chúng nằm trên một đường thẳng. Nếu chỗ đứt có khe hở do kim loại bị vỡ hay nguyên nhân khác thì phải tính các khe hở đó.

Chiều dài tính toán của mẫu sau khi được tính toán như sau:

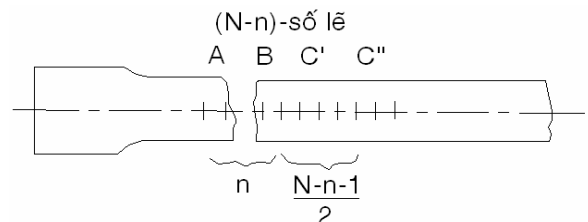
Trong trường hợp nếu khoảng cách từ chỗ đứt để vạch giới hạn chiều dài tính toán gần nhất không bé hơn $1/3 L_0$ thì tính L_1 bằng cách đo khoảng cách giữa hai vạch giới hạn của chiều dài tính toán.

Trường hợp không đúng như trên (khoảng cách đó bằng hay bé hơn $1/3 b_0$) thì phải chuyển chỗ đứt về giữa mẫu.

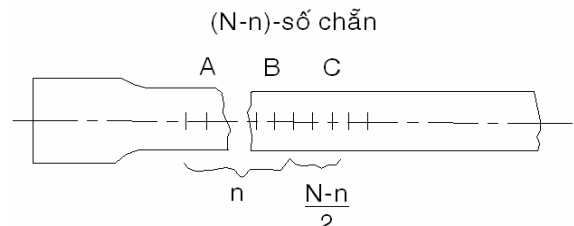
- Gọi N là số khoảng chia trong chiều dài tính toán L_0 (trước khi thử)
- Sau khi thử, đánh dấu A tại vạch cuối cùng trên phần ngắn của mẫu thử là đứt, ở phần dài bên kia của mẫu thử đã đứt. Đánh dấu B tại vạch sao cho các khoảng cách từ B đến chỗ đứt gần bằng và nhỏ hơn một vạch khoảng cách từ A đến chỗ đứt.
- Gọi n là số khoảng chia từ A đến B, chiều dài tính toán sau khi đứt L_1 được tính như sau:

a) Nếu $(N-n)$ là một số chẵn, đo khoảng cách giữa A và B, và từ B đến vạch C là vạch ở cách B một đoạn bằng $\frac{N-n}{2}$ khoảng chia.

$$\text{Ta có } L_1 = AB + 2BC$$



Hình 6.2. Cách tính L_1 (sau khi đứt)



Hình 6.3. Cách tính L_1 (sau khi đứt)

b) Nếu (N-n) là một số lẻ, đo khoảng cách giữa điểm A và điểm B, và từ B đến vạch C' và C'' sao cho:

$$BC'' = \frac{N-n-1}{2} \text{ khoảng chia:}$$

$$BC' = \frac{N-n+1}{2} \text{ khoảng chia:}$$

Ta có: $L_1 = AB + BC'' + BC'$

Trong trường hợp, nếu chỗ đứt ở giữa của 1/3 chiều dài đo của mẫu và tính toán không cho độ giãn tương đối nhỏ nhất cần thiết thì thử lại.

Mẫu đứt ngoài giới hạn, chiều dài tính toán thì phải làm lại phép thử khác.

Để tính độ thắt tương đối sau khi đứt của mẫu mặt cắt ngang tròn, cần đo đường kính nhỏ nhất ở chỗ đứt d_1 theo hai phương vuông góc với nhau. Tính diện tích mặt cắt ngang F_1 theo giá trị trung bình của số liệu đo được.

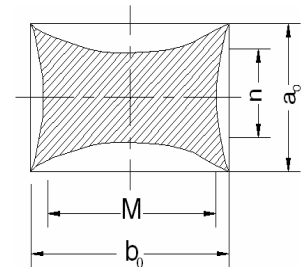
Tính diện tích F_1 của mặt cắt ngang ở chỗ đứt với mẫu dẹt (hình 10) theo công thức sau:

$$F_1 = 0,25 (n + a_0) (m + b_0).$$

Trong đó m và n là chiều rộng và chiều dài của mặt cắt ngang tại chỗ đứt.

Mẫu đứt ngoài giới hạn của hai đầu cuối mẫu thì việc tính độ thắt tương đối không được thực hiện, phải làm lại phép thử khác.

Làm tròn số nguyên kết quả tính toán theo bảng sau.



Hình 6.4

Bảng 6.16

Đặc trưng cơ học	Đơn vị đo	Giới hạn của giá trị	Làm tròn số nguyên đến
$\sigma_z, \sigma_n, \sigma_{ch}, \sigma_{ch}^d, \sigma_{ch}^{tr}, \sigma_{ch}^l, \sigma_z, \sigma_{ch}^h, \sigma_z, \sigma_{ch}^{tp}$	N/mm ²	đến 1000 lớn hơn 1000	đến 1,0 đến 10,0
δ, ψ	%	không giới hạn	đến 1,0

1.3 Phương pháp thử uốn thép theo TCVN 198-1985

Tiến chuẩn này qui định phương pháp xác định khả năng chịu biến dạng dẻo của thép được biểu thị bằng góc uốn ở nhiệt độ $20 \pm 15^{\circ}\text{C}$.

Mẫu thử có mặt cắt ngang hình tròn, hình vuông, hình chữ nhật, đa giác không đều, được đem biến dạng dẻo bằng cách uốn xung quanh một gối uốn có đường kính xác định, đến một góc uốn xác định hoặc đến khi xuất hiện vết nứt nhờ tác dụng của một ngoại lực có hướng không đổi.

Tiêu chuẩn này không áp dụng để thử ống, dây kim loại và mối hàn.

1.3.1 Kí hiệu

Ký hiệu, qui ước các thông số cho mẫu thử, gôi uốn, gôi đỡ và các đặc trưng xác định khi thử được nêu trên hình 6.6, 6.7 và bảng sau:

Bảng 6.17

Ký ước và qui ước	Tên gọi
a	Chiều dày hay đường kính mẫu thử, mm
b	Chiều rộng mẫu thử, mm
L	Chiều dài mẫu thử, mm
l	Khoảng cách giữa các gôi tựa hay chiều rộng của khuôn Tạo nên độ uốn với rãnh chữ U hay chữ V, mm
R	Bán kính gôi đỡ, mm
D	Đường kính gôi uốn giữa, mm
α	Góc uốn, độ

1.3.2 Mẫu thử

a) Qui tắc lấy mẫu

Khi gia công mẫu bằng cưa, phay, bào, tiện ở nhiệt độ môi trường, hướng gia công phải song song với trục mẫu thử. Có thể dùng mỏ hàn hơi để cắt, khi đó vết cắt phải cách mép của mẫu thử một khoảng lớn hơn chiều dày ban đầu của vật liệu thử, nhưng không được bé hơn 20mm. Trong phạm vi 1/3 chiều dày mẫu thử ở đoạn giữa, không được có vết gia công do chạm, chòong, đục và vết lõm do búa tạo nên. Nếu mẫu bị cong, phải nắn thẳng ở nhiệt độ môi trường, lực tác dụng khi nắn là lực tĩnh.

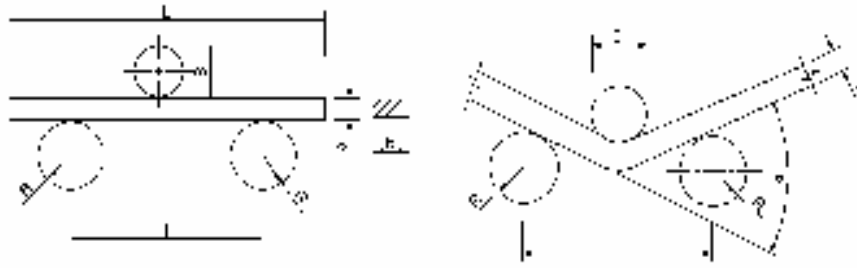
b) Hình dạng và kích thước mẫu

Mẫu thử là các mẫu có mặt cắt ngang tròn, vuông, chữ nhật, đa giác không đều. Mẫu hình vuông và chữ nhật cần làm lượn tròn mép bán kính lượn không được vượt quá 1/10 chiều dày mẫu thử.

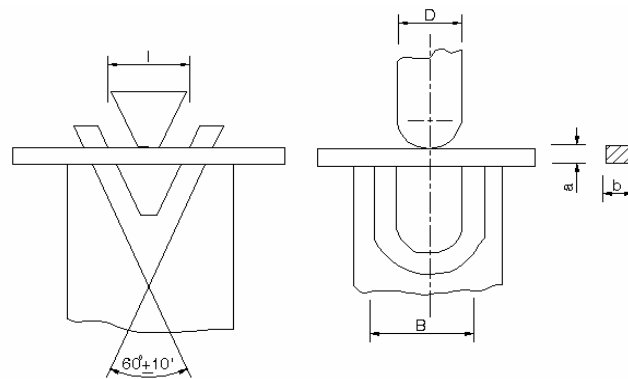
Đối với vật liệu có chiều rộng đến 20 mm, chiều rộng mẫu thử lấy bằng chiều rộng ban đầu vật liệu thử. Nếu chiều rộng vật liệu thử lớn hơn 20mm cần cắt ra để lấy chiều mẫu thử từ 20 - 50mm với độ sai lệch ± 5 mm sao cho chiều rộng bằng hai chiều dày mẫu thử. Đối với vật liệu thử có chiều dày dưới 3mm chiều rộng mẫu thử không vượt quá 20 ± 5 mm.

Chiều dày mẫu thử bằng chiều dày ban đầu vật liệu thử. Nếu chiều dày vật liệu thử vượt quá 25mm thì chiều dày mẫu thử được giảm đi bằng cách gia công một mặt đến 25mm, khi uốn mặt không gia công đặt về phần bị kéo.

Trừ phương pháp thử trọng tải, có thể dùng mẫu thử có bề dày và bề rộng lớn



Hình 6.5



hơn.

Đường kính mẫu thử có mặt cắt ngang tròn hay đường kính vòng ngoại tiếp của mẫu thử có mặt cắt ngang đa giác lấy bằng đường kính ban đầu (mặt cắt ngang tròn) hay đường kính ban đầu vòng tròn ngoại tiếp (mặt cắt ngang đa giác) của vật liệu thử. Nếu đường kính ban đầu vật liệu thử vượt quá 50mm thì gia công làm giảm đến 20 - 50mm. Có thể giảm đường kính mẫu thử đến 20 - 30mm từ vật liệu có đường kính ban đầu lớn hơn 30mm. Những mẫu từ bán thành phẩm hay mẫu rèm nếu không có qui định riêng, bề dày lấy bằng 20 ± 5 mm.

Chiều dài mẫu thử chọn phụ thuộc chiều dày mẫu thử và điều kiện tiến hành thử.

1.3.3 Thiết bị thử

Thử uốn có thể tiến hành trên các máy thử vạn năng, máy nén, máy uốn sắt, êtô. Tùy phương pháp thử uốn, sử dụng các đồ gá thích hợp như các gối đỡ, rãnh chữ U hay V.

Chiều rộng các gối đỡ, gối uốn cần phải lớn hơn chiều rộng mẫu thử. Đường kính gối uốn, bán kính gối đỡ chọn theo các qui định riêng.

Khoảng cách giữa các gối đỡ lấy bằng $D + (2,5 - 3)a$.

Máy thử phải đảm bảo tầm quan sát phần kéo của mẫu thử trong suốt quá trình thử cho tới khi đạt góc uốn cho trước hoặc xuất hiện vết nứt.

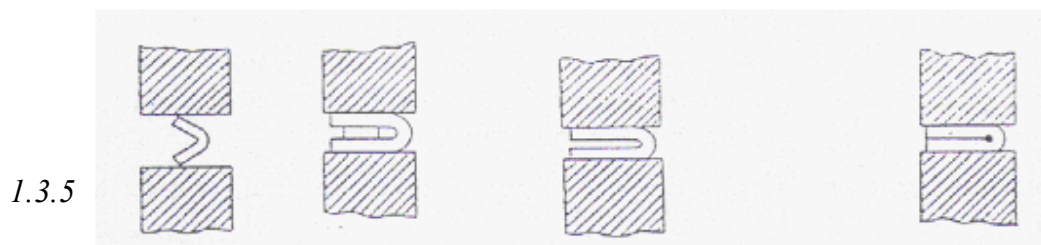
Góc giữa các mặt nghiêng của rãnh uốn cần phải phù hợp với hình 6.6. Lỗ hở của rãnh không được nhỏ hơn 125mm. Mép lỗ rãnh cần được làm lượn tròn.

1.3.4 Tiến hành thử

Thử uốn có thể tiến hành theo một trong các phương pháp sau phụ thuộc yêu cầu sản phẩm thử.

- Uốn đến khi đạt được góc uốn cho trước (hình 6.5, 6.6). Uốn đạt đến góc uốn cho trước tiến hành bằng cách đặt lực tăng từ từ, qua gối uốn đặt ở giữa các gối đỡ. Nếu không đạt được góc uốn bằng phương pháp trên có thể đặt lực trực tiếp vào các đầu mẫu thử.
- Uốn đến khi xuất hiện vết nứt đầu tiên trong miền bị kéo ứng với góc uốn cho trước, cũng tiến hành như phương pháp trên.
- Uốn đến khi hai cạnh của mẫu thử song song với nhau (hình 6.6), đầu tiên tiến hành như trên. Sau đó đưa mẫu thử vào giữa hai tấm phẳng song song của máy, cho lực tăng từ từ khi đạt được các cạnh của mẫu song song. Thử gá đệm hay không có gá đệm. Chiều rộng gá đệm phải bằng đường kính gối uốn.
- Uốn đến khi hai cạnh của mẫu tiếp xúc với nhau. Đầu tiên uốn sơ bộ, sau đó đưa mẫu vào hai tấm phẳng song song của máy thử, lực tăng từ từ đến khi hai cạnh của mẫu tiếp xúc với nhau.

Tải trọng tác dụng lên mẫu chậm và đều để đảm bảo biến dạng dẻo phát sinh tự do.



Hình 6.7

1.3.5

n
h

giá kết quả

Xem xét kỹ các mép bên, mặt bên ngoài phần cong của mẫu thử sau khi uốn. Đánh giá kết quả thử theo tiêu chuẩn về sản phẩm kim loại đã được qui định.

2.Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ học của thép theo AASHTO T244 (ASTM A370)

2.1 Thí nghiệm kéo

2.1.1 Thiết bị thử và vận hành

Hệ thống gia tải: nhìn chung có hai loại hệ thống gia tải, cơ học hay thủy lực, khác nhau chủ yếu ở sự biến thiên của tốc độ gia tải.

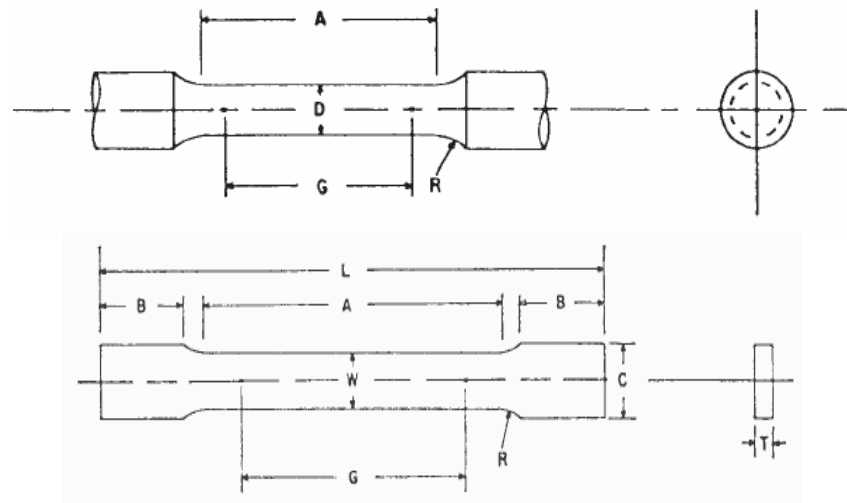
Gia tải: chức năng của thiết bị kẹp hoặc giữ của máy thí nghiệm là truyền tải trọng hai đầu của máy tới mẫu cần thí nghiệm. Yêu cầu cơ bản là tải trọng phải truyền theo hướng trục. Điều này đòi hỏi tâm hoạt động của các đầu gá kẹp phải nằm trên đường thẳng trùng với trục của mẫu ban đầu và trong quá trình thí nghiệm, lực uốn hoặc xoắn được giữ ở mức tối thiểu.

Tốc độ thí nghiệm: cần đảm bảo có thể đọc tải trọng và biến dạng một cách chính xác. Khi thí nghiệm trong sản xuất, tốc độ thí nghiệm thường thể hiện qua:

- Tốc độ của con trượt chạy tự do
- Tốc độ riêng biệt của hai đầu của máy thí nghiệm khi có tải
- Tốc độ tạo ứng suất trong mẫu

Tốc độ thí nghiệm cũng có thể biểu diễn theo tốc độ biến dạng của mẫu.

2.1.2 Mẫu thử



Hình 6.8 Mẫu kim loại

1. Tiết diện tròn; 2. Tiết diện chữ nhật

Lựa chọn mẫu thép tấm phù hợp với các đặc tính qui định cho sản phẩm. Trừ một số trường hợp đặc biệt, thép rèn thường được thí nghiệm theo hướng dọc. Các mẫu thí nghiệm phải có toàn bộ chiều dày hoặc tiết diện của vật liệu ở trạng thái sau khi cán hoặc phải được gia công cơ khí theo như hình dạng và kích thước trên hình 6.8. Các thời mẫu lấy nguyên từ một đoạn vật liệu sẽ được thí nghiệm với chiều dài 200mm nếu không có qui định khác.

Chuẩn bị mẫu thí nghiệm: mẫu được cắt bằng kéo, đột, cưa, khoan hoặc cắt bằng máy hàn khí oxy từ các đoạn vật liệu. Mẫu thường được gia công cơ khí (cắt gọt) để có tiết diện thu gọn ở phần giữa mẫu, nhằm mục đích phân đều ứng suất ở các tiết diện và để định vị vùng phá hủy của mẫu. Khi thí nghiệm mẫu được cắt, đột, cưa hoặc bằng oxy cần chú ý loại bỏ các chỗ biến dạng, biến cứng hoặc bị nhiệt độ tác động vào các vùng của lát cắt dùng để xử lý mẫu thí nghiệm.

Sự lão hóa mẫu thí nghiệm: trừ các qui định khác đi, cho phép làm lão hóa mẫu thí nghiệm kéo. Có thể gia nhiệt theo chu kỳ thời gian sao cho không ảnh hưởng tới quá trình gia công trước đó, không làm biến đổi vật liệu. Quá trình lão hóa có thể được tiến hành ở nhiệt độ phòng với thời gian từ 24 đến 48 giờ hoặc ở thời gian ngắn hơn với nhiệt độ cao hơn một chút bằng cách đun trong nước sôi hoặc nung trong dầu hoặc trong lò.

Mẫu thử phải có kích thước hoặc được gia công như qui định. Mẫu thí nghiệm được chuẩn bị không hợp cách thường gây ra kết quả thí nghiệm không thoả mãn. Do đó, cần chú ý khi chuẩn bị mẫu, đặc biệt khi gia công cơ khí phải đảm bảo tay nghề tốt. Diện tích tiết diện ngang của mẫu cần nhỏ nhất ở giữa của chiều dài mẫu để đảm bảo phá huỷ xảy ra trong đoạn này. Điều này được đảm bảo bằng cách vuốt thon đoạn chiều dài mẫu cho phép đối với mỗi mẫu được mô tả ở các phần dưới đây. Với vật liệu giòn, cần có đường lượn có bán kính lớn ở các đầu của chiều dài mẫu.

Bảng 6.18. Mẫu thí nghiệm tiết diện chữ nhật

	Mẫu thí nghiệm tiêu chuẩn		Mẫu thí nghiệm loại nhỏ rộng 6mm
	Loại tấm dày 38mm	Loại tấm mỏng rộng 12mm	
	mm		
G- Chiều dài mẫu	200 ± 0,25	50 ± 0,1	25 ± 0,08
W- Chiều rộng mẫu	40 + 3 – 6	12,5 ± 0,25	6,25 ± 0,05
R- Bán kính góc lượn, min	13	13	6
L- Chiều dài toàn bộ, min	450	200	100
A- Chiều dài đoạn hẹp, min	225	60	32
B- Chiều dài đoạn hẹp, min	75	50	32
C- Chiều rộng đoạn hẹp gần đúng	50	20	10

Bảng 6.19. Mẫu thí nghiệm tiết diện tròn

	Mẫu tiêu chuẩn	Mẫu kích thước nhỏ tỷ lệ với mẫu tiêu chuẩn			
	mm				
	Đường kính danh nghĩa	12,5	8,75	6,25	4,00

G- Chiều dài mẫu	50,0±0,10	35,0±0,10	25±0,10	16,0±0,10	10,0±0,10
D- Đường kính mẫu	12,5±0,25	8,75±0,18	6,25±0,12	4,00±0,08	2,50±0,05
B- Bán kính góc lượn, min	10	6	5	4	2
A- Chiều dài đoạn hẹp, min	60	45	32	20	16

2.1.3 Xác định các tính chất khi kéo

a) Giới hạn chảy - là ứng suất đầu tiên xuất hiện trong vật liệu, nhỏ hơn ứng suất tối đa, mà tại đó sự gia tăng biến dạng không kèm với sự gia tăng ứng suất. Đồ thị biến dạng – ứng suất được đặc trưng bởi một sự lên xuống rõ ràng hay một sự không liên tục. Giới hạn chảy có thể được xác định bằng một trong các phương pháp sau:

Phương pháp “điểm rơi tay đòn hay điểm dừng” - Đặt tải trọng tăng dần lên mẫu với tốc độ không đổi. Khi dùng máy có đòn cân bằng, giữ cho đòn cân bằng bằng cách cho đối trọng chạy ra với tốc độ gần như cố định. Khi đạt tới giới hạn chảy, ngừng tăng tải trọng, chạy đối trọng ra sau vị trí cân bằng một chút và tay đòn của máy sẽ rơi xuống trong một khoảng thời gian ngắn. Khi máy thí nghiệm được trang bị đầu ghi chỉ số tải trọng, ta sẽ thấy một đoạn lên xuống liên tục hoặc dừng lại của đầu bút ghi ứng với sự rơi của tay đòn.

Chú thích: tải trọng tại điểm rơi tay đòn cho phép tính được giới hạn chảy.

Phương pháp đồ thị tự ghi - Khi đạt được đồ thị có đoạn ứng suất lên xuống liên tục bằng phương pháp có sử dụng thiết bị ghi tự động này, hãy lấy ứng suất tương ứng với đỉnh của đoạn lên xuống hay ứng suất tại vị trí mà đường cong hạ xuống là giới hạn chảy.

Phương pháp kéo toàn phần dưới tác dụng của tải trọng - Khi vật liệu thí nghiệm để xác định giới hạn chảy và mẫu thí nghiệm không thể biểu thị được biến dạng phi tuyến đặc trưng cho giới hạn chảy như ở các phương pháp trên, có thể lấy một giá trị tương đương với giới hạn chảy thực tế bằng phương pháp sau: Dùng một thiết bị kéo giãn tốt hơn. Khi tải trọng tạo được độ giãn dài danh nghĩa, ứng suất tương ứng với tải trọng này được xem là giới hạn chảy.

Chú thích: Các thiết bị tự động xác định tải trọng tạo độ giãn dài cụ thể mà không ghi lại đường cong ứng suất biến dạng có thể được sử dụng. Với thép có giới hạn chảy không lớn hơn 550MPa, giá trị gần đúng là 0,127cm chiều dài thân mẫu, nhưng với giá trị lớn hơn 550MPa thì không được dùng phương pháp này chỉ trừ khi giới hạn bền tăng lên.

b) Giới hạn chảy quy ước – là ứng suất khi vật liệu có độ lệch nhất định khỏi vùng tỉ lệ ứng suất – biến dạng. Độ lệch này được biểu diễn qua biến dạng dư, tính bằng % biến dạng tổng dưới tác dụng của tải trọng. Giới hạn chảy quy ước có thể được xác định bằng một trong những phương pháp sau:

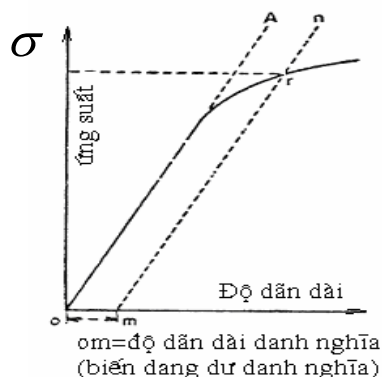
Phương pháp biến dạng dư - Theo phương pháp này, cần có số liệu (đồ thị tự ghi hay bằng số) để có thể vẽ đồ thị ứng suất – biến dạng. Vẽ một đoạn Om bằng giá trị biến dạng dư cụ thể (thường là 0.2%), vẽ đường mn song song OA và định vị

điểm r tại chỗ mn giao nhau với đường cong ứng suất – biến dạng, ứng suất R là ứng suất tại giới hạn chảy quy ước. Khi nêu giá trị ứng suất biến dạng theo phương pháp này, nên lấy cả giá trị biến dạng dư cụ thể, ở trong ngoặc hay ngay sau chữ giới hạn chảy quy ước. Ví dụ:

Giới hạn chảy quy ước (0,2% biến dạng dư) = 360MPa.

Khi dùng phương pháp này phải có bộ đo giãn có độ phóng đại tối thiểu 250:1.

Phương pháp đo độ giãn dài khi có tải – Dùng cho các thí nghiệm nhằm xác định việc chấp nhận hay loại bỏ vật liệu có đặc trưng ứng suất – biến dạng biết trước từ các thí nghiệm đã có của vật liệu tương tự, mà theo đó đã vẽ được đồ thị ứng suất – biến dạng, biến dạng toàn phần ứng với ứng suất mà tại đó đạt được biến dạng dư danh nghĩa phải thoả mãn giới hạn. Ứng suất trên mẫu khi biến dạng toàn phần đạt tới là giá trị giới hạn chảy quy ước. Khi ghi lại giá trị giới hạn chảy quy ước nhận được bằng phương pháp này, giá trị của “độ giãn dài” danh nghĩa hay thường dùng sẽ được đặt trong ngoặc sau giới hạn chảy quy ước, ví dụ:



Hình 6.10

Giới hạn chảy (0,5% độ giãn dài khi có tải) = 360MPa.

Ghi chú:

Các thiết bị tự động chỉ xác định giới hạn chảy quy ước mà không vẽ được đường cong ứng suất biến dạng có thể dùng được khi chứng tỏ được độ chính xác của chúng.

Biểu đồ độ giãn dài khi có tải sẽ biến đổi rõ nét trong khoảng độ bền của thép khi thí nghiệm. Nhìn chung giá trị độ giãn dài khi có tải dùng cho thép có độ bền bất kỳ có thể được xác định từ tổng của biến dạng tỉ lệ và biến dạng dẻo đạt được ở giới hạn chảy danh nghĩa, tính bằng công thức sau:

$$\text{Độ giãn dài khi có tải (mm/mm)} = (YS/E) + r$$

Trong đó:

YS- Giới hạn chảy quy ước, MPa

E- Môđun đàn hồi, MPa

r- Biến dạng chảy giới hạn, mm/mm

c) Giới hạn bền– Tính giới hạn bền bằng cách chia tải trọng lớn nhất mà mẫu chịu khi thí nghiệm kéo cho tiết diện ngang ban đầu của mẫu.

d) Độ giãn dài – Thận trọng ghép hai miếng gãy của mẫu vừa thí nghiệm xong vào cho khớp nhau ở chỗ gãy và đo khoảng cách giữa các vạch trên thân mẫu, với độ chính xác 0,25mm cho mẫu có thân dài 50mm và nhỏ hơn, với độ chính xác tới 0,5% chiều dài thân mẫu trên 50mm. Có thể dùng thang phân trăm có độ chính xác

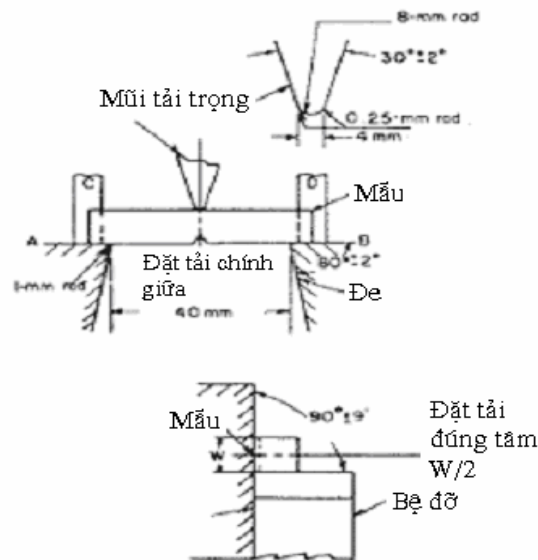
0,5%. Độ giãn dài là sự gia tăng chiều dài của thân mẫu thí nghiệm, biểu thị bằng tỉ lệ phần trăm so với chiều dài ban đầu của thân mẫu thí nghiệm.

Nếu mẫu gãy ở bất kỳ chỗ nào ngoài vùng giữa chiếm 1/2 chiều dài của thân mẫu hoặc ở chỗ đục dầu hoặc vạch dầu trong đoạn hẹp, giá trị độ giãn dài đạt được có thể không có tính chất đại diện cho vật liệu. Nếu độ giãn dài đo được như vậy thoả mãn các yêu cầu cụ thể tối thiểu không cần tiếp tục thí nghiệm nhưng nếu độ giãn dài ít hơn các yêu cầu thí nghiệm, hãy loại bỏ thí nghiệm này và thí nghiệm lại lần nữa.

e) Độ thắt (độ co ngang) – Ghép hai miếng gãy của mẫu vừa thí nghiệm xong vào cho khớp nhau và đo đường kính trung bình hay là chiều rộng và chiều dày ở chỗ có tiết diện nhỏ nhất, với độ chính xác như với kích thước ban đầu. Hiệu số giữa diện tích đo được và diện tích tiết diện ban đầu là độ thắt (độ co ngang).

2.2 Thí nghiệm uốn

Thí nghiệm uốn là một phương pháp đánh giá tính giãn dài nhưng không thể xem là phương tiện định lượng để dự báo đặc tính làm việc khi bị uốn trong quá trình sử dụng vật liệu. Tính khắc khe của thí nghiệm uốn thể hiện trước hết ở hàm số của góc uốn và đường kính trong của mẫu ở vị trí uốn và của tiết diện ngang của mẫu. Các điều kiện này biến đổi theo vị trí, hướng của mẫu thí nghiệm và thành phần hóa học, đặc tính kéo, độ cứng, loại và chất lượng của thép thí nghiệm. thí nghiệm uốn có thể tiến hành theo ASTM E290.



Hình 6.9

2.3 Thí nghiệm độ cứng

Thí nghiệm độ cứng là phương pháp xác định khả năng chống đâm xuyên và thường được dùng để đánh giá gần đúng giới hạn bền.

2.3.1 Thí nghiệm Brinell

Một tải trọng xác định được đặt lên bề mặt phẳng của mẫu cần thí nghiệm qua một viên bi cứng có đường kính biết trước. Đường kính trung bình của vết lõm được dùng như cơ sở để tính độ cứng Brinell. Thương số của tải trọng trên diện tích bề mặt vết lõm, xem là hình chỏm cầu, được gọi là độ cứng Brinell:

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Trong đó:

HB- Độ cứng Brinell

P- Tải trọng tác dụng, kg lực

D- Đường kính viên bi thép, mm

d- Đường kính trung bình của vết lõm, mm.

Thí nghiệm Brinell tiêu chuẩn dùng viên bi 10mm và tải trọng 3000kg cho vật liệu cứng và 1500kg cho các tiết diện mỏng hoặc vật liệu mềm.

a) Thiết bị thử

Máy thí nghiệm độ cứng Brinell có thiết bị đo tải trọng độ chính xác tới 3%.

Kính hiển vi Micromet hoặc thiết bị tương đương sao cho trong suốt dải đo sai số khi đọc không vượt quá 0,02mm.

Bi tiêu chuẩn có đường kính 10mm với sai số đường kính không quá 0,01mm. Viên bi thích hợp để đường kính không bị thay đổi khi ấn bằng một lực 3000kg lực lên mẫu thí nghiệm.

b) Mẫu thử

Thí nghiệm được tiến hành trên một diện tích đủ để loại bỏ chỗ có bề mặt bị khử cacbon và không đồng đều. Chiều dày của vật cần thí nghiệm phải sao tải trọng không gây ảnh hưởng bằng cách để lại dấu vết hay chỗ phồng ra tại bề mặt đối diện của mẫu.

c) Tiến hành thử

Cần chỉ rõ các chi tiết trên mẫu vị trí ấn khi thí nghiệm độ cứng Brinell và số vết ấn cần thiết. Khoảng cách từ tâm vết lõm tới cạnh của mẫu hoặc cạnh của vết lõm khác phải ít nhất bằng 3 lần đường kính vết lõm.

Gia tải ít nhất trong khoảng thời gian 10 giây. Đo hai đường kính của vết lõm ở hai chỗ vuông góc với nhau với độ chính xác 0,1mm và ước lượng tới độ chính xác 0,05mm. Nếu hai đường kính đó khác nhau nhiều hơn 0,1mm thì hãy loại bỏ kết quả đọc được và tiến hành ấn một chỗ khác.

Không được dùng viên bi thép cho mẫu thép có độ cứng trên 444HB và không dùng viên bi cacbit cho độ cứng trên 627HB. Thí nghiệm Brinell không nên dùng cho vật liệu có độ cứng trên 627HB.

2.3.2 Thí nghiệm Rockwell

Độ cứng được xác định qua chiều sâu của vết lõm của đầu nhọn kim cương hoặc của viên bi thép vào vật liệu trong điều kiện cố định cho trước. Trước tiên gia

tải, tải trọng phụ 10kg lực để tạo vết lõm ban đầu và đưa đầu đo lên vật liệu và giữ nó vào vị trí. Tải trọng chính phụ thuộc vào thang đo được sử dụng và được gia tải làm tăng chiều sâu vết lõm. Sau đó bỏ tải trọng chính nhưng vẫn duy trì tải trọng phụ, đọc trực tiếp bảng đo giá trị của số đo Rockwell, số này tỉ lệ với hiệu số của chiều sâu đo tải trọng chính và tải trọng phụ tạo nên. Đây là một số bất kỳ và tăng khi độ cứng tăng. Thang đo dùng nhiều nhất ghi trên bảng “thang đo I”.

Bảng 6.21. Thang đo I

Kí hiệu thang đo	Đầu đo	Tải trọng chính, kg lực	Tải trọng phụ, kg lực
B	Bi thép 1,6mm	100	10
C	Đầu kim cương	150	10

Máy đo độ cứng Rockwell trên mặt dùng để thí nghiệm thép rất mỏng hoặc các lớp bề mặt mỏng. Các tải trọng 15, 30 hoặc 45 kg lực được dùng thông qua bi thép hoặc đầu kim cương để bao gồm cả khoảng giá trị độ cứng giống đối với các tải trọng lớn hơn. Thang đo độ cứng trên mặt trình bày trong bảng “thang đo II”.

Bảng 6.22. Thang đo II

Kí hiệu thang đo	Đầu đo	Tải trọng chính, kg lực	Tải trọng phụ, kg lực
15T	Bi thép 1,6mm	15	3
30T	Bi thép 1,6mm	30	3
45T	Bi thép 1,6mm	45	3
15N	Đầu kim cương	15	3
30N	Đầu kim cương	30	3
45N	Đầu kim cương	45	3

2.4 Thí nghiệm độ va đập Charpy

Thí nghiệm độ va đập Charpy là thí nghiệm động lực trong đó mẫu được chọn đã qua gia công cơ khí hoặc mài bề mặt và tạo rãnh, được đập vỡ bằng một cú đập trên một máy thí nghiệm được thiết kế đặc biệt. Các giá trị đo được có thể là năng lượng hấp thụ, tỉ lệ phần trăm gãy, độ nở ngang hay tổ hợp các giá trị đó.

2.4.1 Thiết bị và điều kiện thử

Máy thí nghiệm độ va đập Charpy là loại máy đập gãy mẫu bằng một lần đập của quả lắc tự do. Quả lắc tự do được thả từ một độ cao cố định sao cho năng lượng của lần đập là cố định và biết trước. Chiều cao mà quả lắc đạt tới sau khi làm gãy mẫu sẽ được đo và dùng để xác định năng lượng dư của quả lắc. Mẫu được tựa theo phương nằm ngang như một dầm đơn có trục của vết cắt theo chiều thẳng đứng. Nó được đập tại phần giữa của mặt đối diện với vết cắt. Máy thí nghiệm Charpy thường

đập mẫu bằng năng lượng từ 298 tới 359J và tốc độ tại điểm va đập là 4,88 – 5,80 m/s.

Thí nghiệm thường được tiến hành ở nhiệt độ thấp. Có thể đạt được nhiệt độ thấp một cách dễ dàng bằng cách dùng các chất lỏng lạnh trong phòng thí nghiệm như nước, nước đá, nước đá pha dung môi hữu cơ, nitơ lỏng. Các mẫu dùng cho thí nghiệm ở nhiệt độ thấp phải giữ ở nhiệt độ cụ thể trong ít nhất 5 phút trong chất lỏng làm lạnh và 60 phút trong không khí.

Với các thí nghiệm ở nhiệt độ cao, mẫu phải được ngâm trong dầu được khuấy hoặc trong bể dung dịch thích hợp khác và giữ ở nhiệt độ ít nhất 10 phút nếu các mẫu đó được sấy nung trong lò thì chúng phải được giữ tại đó ít nhất 60 phút.

Khi không thí nghiệm ở nhiệt độ phòng, mẫu phải được đặt vào máy và đập gãy trong 5 giây để giảm thiểu sự biến đổi nhiệt độ trước khi gãy.

2.4.2 Mẫu thử

Mẫu dọc có cắt lát vuông góc với bề mặt của vật đem thí nghiệm. Thí nghiệm độ va đập bao gồm 3 mẫu lấy từ một vật mẫu hoặc vị trí thí nghiệm.

Kích thước của mẫu cần được xác định cụ thể. Với vật liệu mỏng hơn 11mm phải dùng các cỡ nhỏ. Mẫu được chế tạo theo các kích thước và dung sai sau: 10 x 7,5 mm, 10 x 6,7 mm, 10 x 5 mm, 10 x 3,5 mm và 10 x 2,5 mm. Đáy vết cắt phải nằm vuông góc với bề mặt có cạnh rộng 10mm.

Phải đặc biệt chú ý khi gia công cơ khí vết cắt dạng chữ V vì chỉ những sai lệch nhỏ về bán kính đầu vết cắt cũng làm sai lệch rất nhiều số liệu thí nghiệm.

2.4.3 Xử lý kết quả

Lấy trung bình nhỏ nhất của ba mẫu thử. Không được có nhiều hơn một mẫu có giá trị nhỏ hơn giá trị trung bình. Không có giá trị đơn nào nhỏ hơn 2/3 giá trị trung bình nhỏ nhất.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các chỉ tiêu kỹ thuật của thép xây dựng;
2. Trình bày các thí nghiệm xác định các chỉ tiêu kỹ thuật của thép theo tiêu chuẩn TCVN và ASTM.

Chương 7

THIẾT KẾ THÀNH PHẦN VẬT LIỆU XÂY DỰNG

1. Tính toán các đặc trưng vật lý và cơ học

1.1. Một mẫu đá không có dạng hình học nhất định, cân trong không khí nặng 80 gam. Sau khi bọc parafin và cân trong nước nặng 40 gam. Lượng parafin dùng để bọc mẫu là 0,85 g. Biết khối lượng riêng của parafin là $0,9 \text{ g/cm}^3$.

Tính khối lượng thể tích của mẫu đá đó.

Bài giải

Thể tích parafin bọc đá:

$$0,85 : 0,9 = 0,944 \text{ cm}^3$$

$$\text{Thể tích của mẫu: } V = \frac{(80 + 0,85) - 40}{1} - 0,944 = 39,906 \text{ cm}^3$$

Khối lượng đơn vị của mẫu đá:

$$\gamma = 80 : 39,906 = 2,004 \text{ g/cm}^3$$

1.2. Một mẫu đất hình trụ đường kính 5cm và chiều cao 5cm. Cân trong điều kiện khô nặng 245 gam, sau khi bão hoà nước cân nặng 249 gam. Tính khối lượng thể tích và độ hút nước của mẫu đất.

Bài giải

Thể tích của mẫu:

$$V = \Pi d^2 . h = 3,14 . 2,5^2 . 5 = 98,125 \text{ cm}^3$$

khối lượng đơn vị $\gamma=245\text{g}: 98.125\text{cm}^3=2.5\text{g}/\text{cm}^3$

Độ hút nước theo trọng lượng là:

$$H = \frac{249 - 245}{245} \times 100 = 1.63\%$$

Độ hút nước theo thể tích là

$$B = \gamma \times H = 2.5 \times 1.63 = 4.1\%$$

1.3. Một mẫu đá tự nhiên nặng 77 gam. Sau khi bão hoà nước nặng 79 gam. Biết khối lượng riêng của mẫu $p=2,67 \text{ g}/\text{cm}^3$ và độ bão hoà nước theo thể tích 4,38%.

Bài giải

Độ hút nước theo trọng lượng là:

$$H = \frac{79 - 77}{77} \cdot 100\% = 2.6\%$$

Khối lượng đơn vị của mẫu đá:

$$\gamma = B.H = 4.28 \times 2.6 = 1.645 \text{ g}/\text{cm}^3$$

$$\text{Độ rỗng của mẫu: } r = (1 - \gamma/\rho) \times 100\% = (1 - 1.645/2.67) \times 100\% = 38.4\%$$

Độ đặc của mẫu:

$$d = 100 - 38.4 = 61.6\%$$

1.4. Một vật liệu ở trạng thái tự nhiên có khối lượng thể tích là $1400 \text{ kg}/\text{m}^3$, độ ẩm là 3% theo thể tích. Sau khi bão hoà nước dưới áp lực, khối lượng thể tích tăng lên tới $1700 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Xác định độ rỗng của vật liệu.

Bài giải

Lượng nước chứa trong 1 m^3 vật liệu

$$1 \text{ kg} \times 3\% \times 1000 = 30 \text{ kg.}$$

Khối lượng khô là:

$$1400 - 30 = 1370 \text{ kg}$$

Thể tích nước có trong mẫu là:

$$1700 - 1370 = 330 \text{ kg} = 330 \text{ dm}^3$$

Độ bão hoà nước chính bằng thể tích lỗ rỗng của mẫu ($C_{bh}=1$)

$$r = 33\%$$

1.5. Một mẫu đá granit có khối lượng thể tích là $2,7 \text{ g}/\text{cm}^3$. Khi cho mẫu hút nước dưới áp lực thì mẫu có độ hút nước theo khối lượng là 3,71%.

Biết $C_{bh}=0,8$; $p_n=1,0\text{g}/\text{cm}^3$.

Hãy xác định khối lượng riêng của mẫu đá.

Bài giải

$$\text{Từ công thức: } r = \frac{H_v^{bh}}{C_{bh}} = \frac{\gamma \cdot H_p^{bh}}{C_{bh}} = \frac{2.7 \cdot 3.7}{0.8} = 12.51\%$$

$$\text{mặt khác: } r = \left(1 - \frac{\gamma}{\rho}\right) \cdot 100$$

Ta suy ra khối lượng riêng của mẫu đá
 $\rho = 3,08 \text{g/cm}^3$.

1.6. Thiết lập công thức tính khối lượng riêng của một vật liệu hỗn hợp gồm 3 vật liệu thành phần. Biết khối lượng riêng của từng vật liệu thành phần và tỷ lệ phối hợp của chúng trong vật liệu hỗn hợp.

Bài giải

Gọi tỷ lệ phối hợp theo khối lượng của các vật liệu thành phần là.

$$G_1 : G_2 : G_3 = 1 : x : y$$

$$\text{Ta có: } G_2 = x \cdot G_1$$

$$G_3 = y \cdot G_1$$

$$\text{Từ công thức định nghĩa: } \rho = \frac{G}{V_a}$$

Ta

có:

$$\rho = \frac{G}{V_a} = \frac{G_1 + G_2 + G_3}{V_{a1} + V_{a2} + V_{a3}} = \frac{G_1 + G_2 + G_3}{\frac{G_1}{P_1} + \frac{G_2}{P_2} + \frac{G_3}{P_3}} = \frac{(1+x+y) \cdot G_1}{\left(\frac{1}{P_1} + \frac{x}{P_2} + \frac{y}{P_3}\right) \cdot G_1} = \frac{1+x+y}{\frac{1}{P_1} + \frac{x}{P_2} + \frac{y}{P_3}}$$

1.7. Thiết lập công thức tính khối lượng của một vật liệu ở trạng thái khô khi biết khối lượng thể tích ở trạng thái ẩm và độ ẩm của nó. Giả thiết khi thay đổi độ ẩm thì thể tích của vật liệu không thay đổi.

Áp dụng công thức mới thiết lập để tính toán với loại vật liệu có $\gamma^w = 2,640 \text{g/cm}^3$ và độ ẩm $w = 5\%$.

Bài giải

Từ công thức xác định độ ẩm của vật liệu

$$W = \frac{G_w - G_k}{G_k} \cdot 100\%$$

Chia cả tử và mẫu số cho V_0 (với giả thiết khi hút ẩm thể tích của vật liệu không

$$\text{thay đổi). Ta có: } w = \frac{\gamma^w - \gamma^k}{\gamma^k} \cdot 100\%$$

từ đó suy ra: $\gamma^k = \frac{\gamma^w}{1+0.01w}$

Trong đó:

Độ ẩm W tính bằng %.

áp dụng trong trường hợp vật liệu có:

$$\gamma^k = 2.65.g/cm^3$$

và độ ẩm w= 5%.

Ta có: $\gamma^k = \frac{2.650}{1+0.015} = 2.524$

1.8. Khi thí nghiệm ép một mẫu đá hình lập phương có cạnh a = 10cm. Áp lực lớn nhất lên mặt pitông là p = 100at. Đường kính mặt pitông là 39.9 mm. Tính lực phá hoại và cường độ giới hạn của mẫu khi có lực phá hoại đó.

Trong tính toán phần lực mất mát khi pitông có tải là 20p và khi không có tải là 600daN.

Bài giải

Lực phá hoại mẫu thử P:

$$P = \frac{p \cdot \pi \cdot d^2}{4} - p_1 - p_2 = \frac{100 \times 3.14 \times 39.9^2}{4} - 2000 - 600 = 122372 daN .$$

Cường độ phá hoại mẫu thử:

$$R = 122372 / 10 \times 10 = 1224 daN/cm^2$$

1.9. Một máy ép thủy lực có các mức thang 1500; 3000; 5000 KN. Phải nhắc thang đó đến mức thang nào để ép mẫu bê tông hình lập phương có cạnh a = 15cm, tuổi 28 ngày cường độ thiết kế của bê tông là 40 MPa; mẫu bê tông hình trụ, cường độ nén là 60MPa.

Bài giải

Khi cường độ bê tông là 40MPa, mẫu hình lập phương, tải trọng phá hoại là: 400 x 15 x 15 = 90.000 daN. Khi đó đặt thang 1500KN (150tấn)

Khi cường độ bê tông là 60MPa, mẫu hình trụ, tải trọng phá hoại là: 800 x 3.14 x 15 x 15 / 4 = 164850 daN. Khi đó đặt thang 3000KN (300tấn)

1.10. Kéo căng một trục thép có chiều dài l=100mm, tiết diện ngang F = 200mm² bằng một lực P = 500daN. Độ kéo dài tuyệt đối Δl = 0,0125mm.

Xác định độ kéo dài tương đối, ứng suất và modun đàn hồi của thép.

Bài giải

$$\varepsilon = \Delta l / l = 0.0125 / 100 = 0.000125$$

$$\delta = P / F = 500 / 0.2 = 2500 daN/cm^2$$

$$E = \delta/\varepsilon = 2500/0.000125 = 2.10^6 \text{ daN/cm}^2$$

1.11. Một trục thép có chiều dài $l = 1,2\text{m}$. đường kính của nó phải như thế nào để có thể giữ được một vật nặng 4000daN .

Tính độ giãn dài tuyệt đối của trục, nếu $[\sigma] = 1600 \text{ daN/cm}^2$ và môđun đàn hồi của thép $E = 2.16^6 \text{ daN/cm}^2$

Bài giải

$$F = 4000/1600 = 2.5 \text{ cm}^2$$

$$Cl = P.l/E \quad F = 4000 \times 120/2.10^6 \times 2.5 = 0.096 \text{ cm}$$

1.12. Một tấm bản bê tông có cường độ khi ép tĩnh là 600 daN/cm^2 . Khi thí nghiệm động, thời gian đặt tải của các mẫu đến lúc phá hoại là:

1/ $0,01$ séc

2/ $0,02$ séc.

Trong các trường hợp đó, cường độ động sẽ lớn hơn bao nhiêu lần?

Bài giải

Quan hệ giữa cường độ động và cường độ tĩnh theo công thức.

$$K_d = \frac{R_d}{R_t}$$

Trong đó hệ số K_d được qui định theo thực nghiệm như sau:

Đối với $t = 0.1$ séc $\rightarrow K_d = 1.38$

Đối với $t = 0.02$ séc $\rightarrow K_d = 1.56$

Khi $t = 0.1$ séc $\rightarrow R_d = 1.38 \times 600 = 828 \text{ daN/cm}^2$

Khi $t = 0.02$ séc $\rightarrow R_d = 1.56 \times 600 = 936 \text{ daN/cm}^2$

Cường độ động lớn hơn cường độ tĩnh là:

Trường hợp 1: $828 - 600 = 228 \text{ daN/cm}^2$

Trường hợp 2: $936 - 600 = 336 \text{ daN/cm}^2$

1.13. Tính toán và so sánh giữa các hệ số phẩm chất xây dựng của CBAM, sợi thủy tinh, gỗ mỏng và thép.

Cường độ giới hạn và khối lượng thể tích cho theo bảng sau:

Tên vật liệu	Khối lượng thể tích kg/m^3	Cường độ giới hạn khi kéo daN/cm^2 .
CBAM	1900	9.500
Sợi thủy tinh	1430	2.800
Gỗ mỏng	1050	1.100
Thép CT ₃	7850	4.150

Bài giải

Hệ số phẩm chất của các vật liệu lần lượt là

CBAM=5

Sợi thủy tinh=1.96

Gỗ mỏng= 1.05

Thép CT₃= 0.53

1.14. Một mẫu granit có thành phần như sau: 32% thạch anh; 58% ôctôcla; 10% mica.

Tính hàm lượng % của SiO₂ và Al₂O₃ có trong thành phần của granit, nếu trong mica có 50% là SiO₂ và 30% là Al₂O₃.

Bài giải

Phân tử lượng của ôctôcla (K₂O. Al₂O₃.6 SiO₂)

$$94+102+6.60=556$$

Tỷ lệ SiO₂ có trong thành phần của Octocla tham gia vào thành phần của đá Granit

$$58 \cdot \frac{360}{556} = 37.5(\%)$$

Tỷ lệ Al₂O₃ có trong thành phần của Octocla tham gia vào thành phần của đá Granit.

$$58 \cdot \frac{120}{556} = 10.6(\%)$$

Tỷ lệ SiO₂ có trong mica tham gia vào thành phần của đá Granit.

$$10 \times 0.5 = 5(\%)$$

Tỷ lệ Al₂O₃ có trong mica tham gia vào thành phần của đá Granit

$$10 \times 3 = 30(\%)$$

Vậy:

- Tổng lượng SiO₂ có trong đá granit là:

$$32+37.5+5=74.5(\%)$$

- Tổng lượng Al₂O₃ có trong đá Granit là

$$10.6+3= 13.9 (\%)$$

1.15. Một mẫu đá thiên nhiên, qua phân tích có thành phần như sau:

CaO: 0,7% SiO₂: 71,97%

Al₂O₃: 16,46% Na₂O: 2,95%

K₂O: 5,54% H₂O: 2,42%

Các khoáng vật phụ thêm vào thành phần của đá là: thạch anh, mica, ôctôcla, anbit, a-nooc tit.

Xác định hàm lượng % của từng khoáng vật.

Bài giải

- Đá thạch anh: 31.87%

- Octocla: 21.16%

- Muut skobit: 17%

- Aubit: 24.97%
- A- nooctít: 3.47%
- Tạp chất và nước: 1.53%

2. Chất kết dính vô cơ

2.1. Tính khối lượng thể tích và độ rỗng của đá thạch cao để trát với độ ẩm sau khi sấy là 12% (theo khối lượng của vật liệu khô).

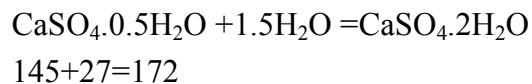
Khi đông cứng thể tích thạch cao tăng lên 1%.

Khối lượng riêng của thạch cao theo khối nửa nước ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) là $2,6 \text{ g/cm}^3$, còn của thạch cao đông cứng là $2,3 \text{ g/cm}^3$.

Thành phần của vữa thạch cao theo khối lượng là: thạch cao /nước = 1/0,5.

Bài giải

Quá trình đông cứng của đá thạch cao theo công thức sau:



Tỷ lệ H_2O là: 0.186

Thể tích đặc của vữa thạch cao là: $V = 1/2,6 + 0,5 = 0,884$

Thể tích tuyệt đối của đá thạch cao là: $V = (1 + 0,186)/2,3 = 0,517$

Độ đặc của đá thạch cao là: $0,517/0,884 \times 0,101 = 0,57$

Độ rỗng : $1 - 0,57 = 0,43$

khối lượng đơn vị là: $(1 + 0,186) \times 1,12/0,884 \times 1,01 = 1,48 \text{ g/cm}^3$

2.2. Trong 1 m^3 vôi nhuyễn chứa bao nhiêu vôi và nước, nếu khối lượng thể tích của nó bằng 1400 kg/cm^3

Bài giải

Gọi khối lượng của vôi là V

$$V/\rho_v + 1400 - V = 1000 \text{ dm}^3$$

Vậy $V = 781 \text{ kg}$ chiếm 55%, nước 45%

2.3. Tìm khối lượng thể tích của vôi nhuyễn nếu nước trong nó chiếm 50% theo khối lượng riêng của vôi là $2,05 \text{ g/cm}^3$.

Bài giải

Khối lượng thể tích của vôi nhuyễn là

$$1000/(500/2,05 + 500) = 1,430 \text{ g/cm}^3$$

2.4. Xác định độ rỗng trong đá xi măng đông cứng chế tạo từ xi măng póc lăng.

Biết:

- Vữa xi măng khi đông cứng chứa 28% nước. Lượng nước kết hợp là 20% theo khối lượng xi măng.

- Khối lượng riêng của xi măng poóc lăng là $3,1\text{g/cm}^3$.

Bài giải

Thể tích đặc của vữa xi măng:

$$V = \frac{1}{3.1} + 0.28 = 0.6$$

Thể tích đặc của đá: $0.2 + 1/3.1 = 0.52$

Độ đặc: $0.52/0.6 = 0.86$

2.5. Để chế tạo xi măng poóc lăng, người ta dùng đá vôi và đất sét cho trong bảng dưới:

Tỷ lệ giữa đá vôi và đất sét phải như thế nào để có thể nhận được xi măng poóc lăng có hệ số bão hoà $K_{bh} = 0,9$.

Thành phần hoá học Tên	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₃	Ghi chú
Đá vôi	48	5	8	1	0,7	
Đất sét	6	1	55	10	6	

Bài giải

Quan hệ của đất sét và đá vôi là 1/X khi đó ta có:

$$K_{TH} = \frac{CO - 1.65AL_2O_3 - 0.35Fe_2O_3}{2.8SiO_2} = 0.9$$

$$K_{BH} = \frac{6 + 48X - 1.65(10 + X) - 0.35(6 + 0.7X)}{2.8(55 + 8X)} = 0.9$$

Giải ra ta có $X = 2.3$

Vậy quan hệ giữa đất sét và đá vôi là : 1/2.3

2.6. Khả năng hoạt tính của clinke xi măng phải như thế nào để có thể nhận được xi măng poóc lăng puzolan mác 500 (mà xi măng đó có 25% chất độn trêpen).

Giả thiết rằng chất độn không tham gia vào sự đông cứng của xi măng trước 28 ngày.

Bài giải

Để nhận được xi măng Pooclăng puzolan với cường độ 500 daN/cm², cần thiết có xi măng pooclăng mác R₂₈; cường độ này xác định bằng phương trình sau:

$$0.75.R_{28} = 500$$

$$R_{28} = 500/0.75 = 660 \text{ daN/cm}^2$$

2.7. Có một số mẫu đầm chế từ xi măng có kích thước (4x4x16) cm. Người ta thực hiện thí nghiệm ép và uốn ở giữa đầm, kết quả như sau:

- Khi uốn: 46,8; 51 và 52 daN/cm².
- Khi ép: Tải trọng phá hoại là: 8000 và 7900 daN.

Xác định mác của xi măng?

Bài giải

Mác của xi măng có thể tích xác định theo TCVN khi ép tải trọng qua những tấm thép có kích thước 4 x 6.25 cm².

Vậy diện tích ép là: 25 cm²

Khi thí nghiệm uốn có kết quả: 46.8; 51 và 52 daN.cm². Có thể lấy trung bình cộng của mẫu có kết quả lớn tức là: 51.5 daN/cm²

Khi thí nghiệm nén có kết quả trung bình của 4 mẫu lớn hơn là:

$$\frac{1}{4} \left(\frac{8000}{25} + \frac{8200}{25} + \frac{8100}{25} + \frac{8000}{25} \right) = 323 \text{ daN/cm}^2$$

Tính theo TCVN mác của xi măng là 30 (PC30).

2.8. Xác định độ rỗng của đá xi măng, nếu lượng nước trong vữa xi măng là 50% theo khối lượng xi măng và lượng nước kết hợp là 22% theo khối lượng xi măng khi vữa xi măng rắn chắc. Khối lượng riêng của xi măng là 3.1g/cm³.

Bài giải

Thể tích tự nhiên của vữa xi măng là: $\frac{1}{3.1} + 0.5 = 0.82$

Thể tích đặc của đá xi măng là: $\frac{1}{3.1} + 0.22 = 0.54$

độ rỗng của đá xi măng là: $1 - \frac{0.54}{0.82} = 0.34(34\%)$

3. Bê tông xi măng

3.1. Hãy thiết lập công thức xác định môđun độ lớn M_{dt} của cát theo lượng sót riêng biệt a_1 của sàng tiêu chuẩn và qua đó nhận xét về ý nghĩa của môđun độ lớn.

Bài giải

Lượng sót riêng biệt trên các sàng tính theo công thức:

$$a_i = \frac{G_i}{G} \cdot 100$$

Ở đây: a_i - lượng cát sót trên sàng có kích thước lỗ sàng d_i

G- trọng lượng cát khô thí nghiệm (1000 gam)

Lượng sót tích lũy A_i trên các sàng có kích thước lỗ sàng a_i là tổng các lượng sót riêng biệt của các sàng có kích thước lỗ sàng lớn hơn nó cộng với lượng sót riêng biệt của nó. Tức là:

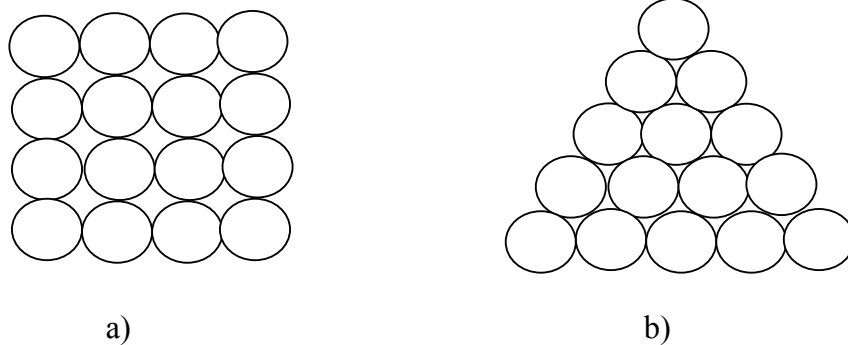
$$A_{2,5}=a_{2,5}; A_{1,25}=a_{2,5}+a_{1,25}; \text{ v.v...}$$

Thay thế lượng sót tích lũy bằng lượng sót riêng biệt vào công thức từ mô đun độ nhỏ ta có:

$$M_{dl} = \frac{5.a_{2,5} + 4.a_{1,25} + 3.a_{0,63} + 2.a_{0,315} + a_{0,14}}{100}$$

Chỉ số “a” 2.5; 1.25; 0.63; 0.315; 0.14 ký hiệu kích thước lỗ sàng

3.2. Hãy xác định độ rỗng của cốt liệu và so sánh hiệu quả khi làm thay đổi cách sắp xếp của các hạt cốt liệu (giả thiết tất cả là hình cầu đường kính đồng nhất) theo mô hình (A) và B (b) dưới đây (hình 7.1). Hãy chứng minh rằng độ rỗng của hỗn hợp cốt liệu của một cấp hạt thì không phụ thuộc vào giá trị đường kính hạt mà chỉ phụ thuộc vào các sắp xếp các hạt khi đả m chặt.



Hình 7.1

Bài giải

Trường hợp a)

Giả thiết trong mỗi hạt cốt liệu không có lỗ rỗng. Gọi đường kính hạt là D
Xét một khối lập phương mỗi cạnh là 1 đơn vị chiều dài. Như vậy số hạt trên 1 cạnh

là 1/D; trong một đơn vị thể tích có chứa 1 số hạt là: $\left(\frac{1}{D}\right)^3 = \frac{1}{D^3} = n$

Thể tích tự nhiên: $V_0=1$ đơn vị thể tích

Thể tích đặc: $V_a = n \frac{\pi D^3}{6} = \frac{1}{D^3} \times \frac{\pi D^3}{6} = \frac{\pi}{6} = 0.52$

Độ đặc: $d = \frac{V_a}{V_0} = \frac{0.52}{1} = 0.52\%$

Độ rỗng: $r=1-d=1-0.52=0.48\%$

Trường hợp b)

Nối các hình cầu đường kính D, cứ 4 hạt liên tiếp trong không gian đường nối tâm của chúng sẽ tạo thành 1 hình chóp tam giác đều cạnh là D, đường cao là $\frac{D\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$.

Hình chóp tam giác đều có chứa 4 mảnh hình cầu bằng nhau, mỗi mảnh có thể tích bằng 1/26 thể tích hình cầu đường kính D (tính gần đúng)

Thể tích tự nhiên V_0 là thể tích hình chóp tam giác

$$V_0 = \frac{1}{3} F \cdot h = \frac{1}{3} \frac{D^2 \sqrt{3}}{4} \times \frac{D\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 0.12D^3$$

Thể tích đặc là tổng thể tích của 4 mảnh hình cầu

$$V_a = 4 \times \frac{1}{26} \times \frac{3}{4} \pi \left(\frac{D}{2}\right)^3 = 0.08D^3$$

$$\text{Độ đặc: } d = \frac{V_a}{V_0} = \frac{0.08D^3}{0.12D^3} = 0.67 = 67\%$$

$$\text{Độ rỗng: } r = 1 - d = 1 - 0.67 = 0.33 = 33\%$$

Các công thức tính độ đặc và độ rỗng trong cả hai trường hợp đều không phụ thuộc vào giá trị của D. độ rỗng là một hằng số: Mô hình a có độ rỗng là 48%

Mô hình b có độ rỗng là 33%

So sánh hai mô hình sắp xếp cốt liệu thì mô hình b so với mô hình a có hai điểm mạnh:

- Độ rỗng của toàn hệ nhỏ hơn rất nhiều
- Các hạt đạt trạng thái cân bằng ổn định không còn khả năng chuyển vị, do đó toàn hệ là một khối cứng rắn tạo khả năng chịu lực cao cho bê tông.

3.3 Kết quả sàng phân tích hai loại hỗn hợp đá dăm ở bảng sau:

Bảng 7.1

Lượng hỗn hợp đá dăm	Lượng sót riêng biệt % trên các sàng có kích thước lỗ sàng(mm)			
	40	20	10	5
No1	5	45	45	5
No 2	0	4	92	4

Hãy xét chúng có phù hợp với quy định TCVN không?

Bài giải

D_{max} là kích thước lỗ sàng mà lượng sót tích lũy bé hoặc bằng 5% và gần 55 nhất.

$$D_{max}'' = 20mm$$

D_{min} là kích thước lỗ sàng mà lượng sót qua sàng < 5 ở đây

$$D_{min}' = 5mm; D_{max}'' = 5mm$$

$$\frac{1}{2}(D_{max}' + D_{min}'') \text{ của đá dăm } N_01=20mm$$

Cửa đá dăm $N_02=10\text{mm}$

Để xét 2 loại đá dăm N_01 và N_02 ta phải đổi ra lượng sót tích lũy:

Loại đá dăm	Lượng sót tích lũy % trên các sàng kích thước (mm)			
	40	20	10	5
N_01	5,0	50	95	100
N_02	0	4	96	100

Vẽ đường biểu diễn thành phần hạt của 2 loại đá dăm lên quy phạm ta thấy N_01 thỏa mãn còn N_02 có nhiều nhóm hạt trung gian quá không đạt yêu cầu.

3.4. Ba loại cát có lượng sót riêng biệt trên các sàng 5; 2,5; 0,63; 0,315; 0,14 mm như trong bảng 7.2. Xác định cấp phối, môđun độ lớn, tỉ diện tích và độ rỗng của ba loại cát đó.

Bảng 7.2

STT	Lượng sót riêng biệt trên từng sàng (% khối lượng cát) có kích thước lỗ sàng (mm)						Lượng lọt qua sàng 0,14mm(%)	Khối lượng riêng (kg/m ³)	Khối lượng thể tích (kg/m ³)
	5	2,5	1,25	0,63	3,315	0,14			
1	0	5,4	14,6	22,0	44,0	12,6	1,4	2630	1630
2	9	5,5	15,5	42,0	15,0	8,0	5,0	2645	1560
3	0	2,3	3,5	10,0	33,0	30,0	27,2	2620	1400

Bài giải

Vẽ đường thành phần hạt của 3 loại cát trên biểu đồ so với biểu đồ tiêu chuẩn. Kết quả loại cát 1 là phù hợp. $Mk_1=2.52$; $Mk_2=3.07$; $Mk_3=-1.4$. Như vậy loại cát 1 là cát trung bình, cát 2 là lớn và cát 3 là nhỏ. Diện tích bề mặt riêng của cát được tính theo công thức A.C Ladinxki:

$$S = \frac{6.35 \times K}{1000} (0.5a_5 + a_{2.5} + 2a_{1.25} + 4a_{0.63} + 8a_{0.3} + 16a_{0.14})$$

trong đó hệ số $k=1.3 - 1.65$

Cát loại 1: $S=75.8\text{cm}^2/\text{kg}$; Cát 2: $S=76.4\text{cm}^2/\text{kg}$; Cát 3: $S=137.5\text{cm}^2/\text{kg}$.

độ rỗng $r_1=38\%$; $r_2=41\%$; $r_3=46\%$

3.5. Tính toán thành phần bê tông nặng với yêu cầu cường độ nén là 30MPa mẫu hình lập phương, xi măng PC40; $\rho_x=3.1$, $\gamma_x=1.3$, cát lớn có độ ẩm là 7%, khối lượng riêng là 2.63, khối lượng đơn vị là 1.48 đá dăm có đường kính lớn nhất là 40mm, khối lượng riêng là 2.63, khối lượng đơn vị là 1.48. Độ sụt 2cm.

Bài giải

Tỷ lệ N/X tính ra từ công thức thực nghiệm:

$$R_b = A.R_x \left(\frac{N}{X} - 0.5 \right) \quad (1) \text{ hay } R_b = A_1.R_x \left(\frac{X}{N} + 0.5 \right) \quad (2)$$

Giá trị của A và A1 lấy theo bảng sau:

Đặc tính cốt liệu của bê tông	A	A1
Cốt liệu chất lượng cao	0.65	0.43
Cốt liệu bình thường	0.60	0.40
Cốt liệu chất lượng thấp	0.55	0.37

Đối với bê tông có tỷ lệ $\frac{N}{X} \geq 0.4$ thì dùng công thức (1)

Đối với bê tông có tỷ lệ $\frac{N}{X} < 0.4$ thì dùng công thức (2)

$$\frac{N}{X} = \frac{0.6R_x}{R_b + 0.5 \times 0.6R_x}$$

$$\frac{N}{X} = \frac{0.6 \cdot 400}{300 + 0.5 \times 0.6 \cdot 400} = 0.57$$

Lượng nước tra theo bảng 5.14- Giáo trình VLXD với độ sụt bằng 2cm, D=40mm, N=175lít. lượng xi măng X=175/0.57=310kg. Độ rỗng của đá: 0.43.

$$D = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r \cdot d}{\gamma_D} + \frac{1}{\rho_D}} = 1280 \text{ kg}$$

$$\text{Lượng cát: } C = \left(1000 - \frac{310}{3.1} - 175 - \frac{1280}{2.6} \right) \cdot 2.63 = 600 \text{ kg}$$

Khối lượng của bê tông tươi: 2365kg/m³

3.6. Có hai loại cát A và B. Thành phần hạt của chúng ghi trong bảng 7.3.

Bảng 7.3

Loại cát	Lượng sót tích lũy (%) trên các sàng có kích thước lỗ sàng (mm)					
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Cát A	0	7	12	40	65	100
Cát B	0	30	50	75	90	100

Đánh giá cấp phối của hai loại cát đó. Nếu cấp của hai loại cát đó đều không đạt, thì phối hợp chúng theo phương pháp biểu đồ chữ nhật. Xác định tỷ lệ phối hợp hai loại cát để được cát hỗn hợp có cấp phối đạt yêu cầu.

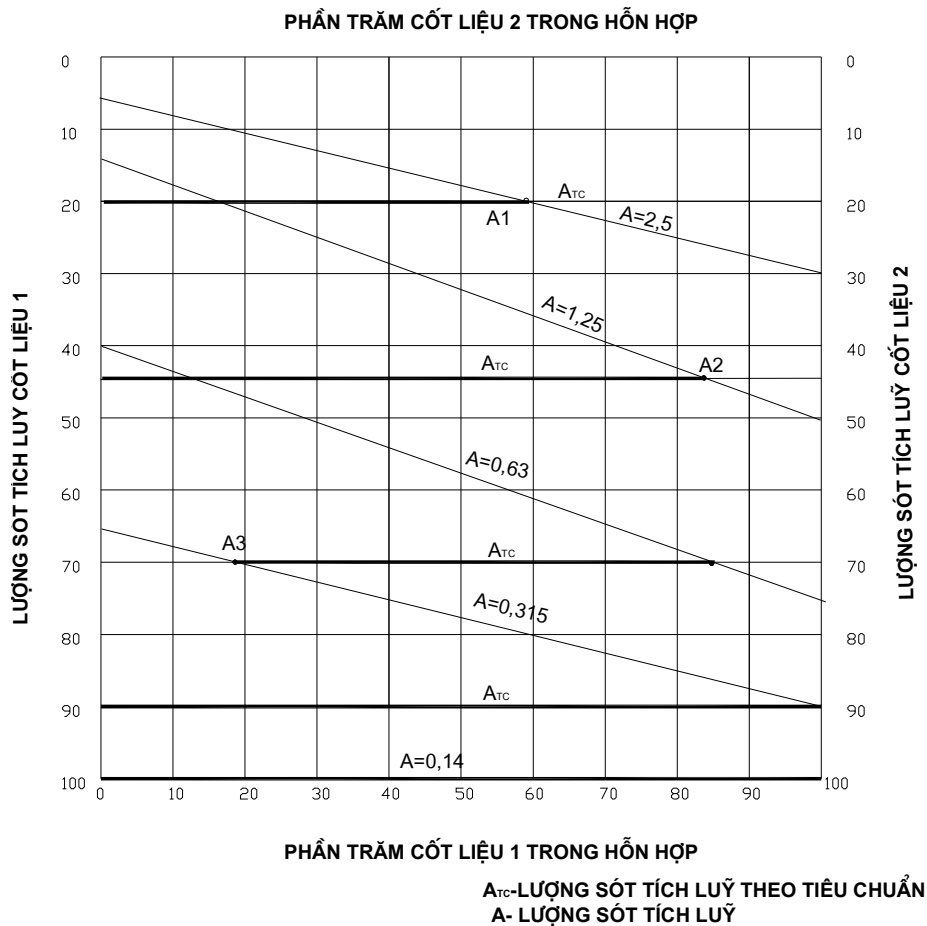
Bài giải

Vẽ đường cấp phối hạt cát A, B trên biểu đồ cát tiêu chuẩn. Kết quả cả hai loại cát đều không đạt yêu cầu. Phối hợp theo biểu đồ hình chữ nhật (xem hình 7.2)

Phương pháp tọa độ hình chữ nhật là phương pháp phối hợp hai loại cốt liệu không hợp tiêu chuẩn thành một hỗn hợp có thành phần hạt hợp tiêu chuẩn. Phương pháp

này cho phép tìm được tỷ lệ phối hợp hai loại cốt liệu ở từng đường kính hạt khác nhau. Tỷ lệ phối hợp của hai loại cốt liệu là tỷ lệ thoả mãn ở tất cả các đường kính hạt.

Lập biểu đồ hình chữ nhật với trục thẳng đứng là lượng sót tích lũy của cốt liệu 1,2 Trục nằm ngang là tỷ lệ của cốt liệu 1,2 trong hỗn hợp (chia từ 0-100% và ngược lại). Vẽ đường biểu diễn lượng sót tích lũy của các hỗn hợp tại từng đường kính. So sánh với tiêu chuẩn để xác định các vùng phù hợp cục bộ. Tổng hợp để xác định vùng phù hợp chung. Xác định tỷ lệ phối hợp cát A và B là 50/50%.



Hình.7.2. Phối hợp 2 loại cát theo biểu đồ hình chữ nhật

3.8. Hai loại cát có thành phần hạt cho ở bảng 7.4. Với mỗi loại cát hãy xác định lượng sót tích lũy trên mỗi cỡ sàng tiêu chuẩn, kiểm tra thành phần hạt theo yêu cầu của cấp phối liên tục tiêu chuẩn và điều chỉnh theo yêu cầu đó nếu cần để có loại cát dùng được cho bê tông.

Bảng 7.4

Loại cát	Lượng sót riêng biệt (%) trên sàng (mm)					
	5	2,6	1,25	0,63	0,315	0,14
1	0	16	24	30	18	10

2	9	30	31	16	8	5
---	---	----	----	----	---	---

Bài giải

Theo đường lối của bài trên

3.8. Phối hợp hai loại cát sau bằng phương pháp khối lượng thể tích lớn nhất và độ rỗng nhỏ nhất. Kết quả thí nghiệm khối lượng thể tích của các hỗn hợp với tỷ lệ khác nhau ghi trong bảng 7.5. Khối lượng riêng của cát A và B là 2,67 và 2,63 kg/cm³.

Bảng 7.5

Tỷ lệ phối hợp cát A và B	Khối lượng thể tích xốp của hỗn hợp	Tỷ lệ phối hợp cát A và B	Khối lượng thể tích xốp của hỗn hợp
0/100	1,42	60/40	1,50
10/90	1,45	70/30	1,45
20/80	1,47	80/20	1,42
30/70	1,50	90/10	1,42
40/60	1,52	100/0	1,40
50/50	1,53		

Bài giải

Tỷ lệ phối hợp của cát A và cát B là từ 40-50%

3.9. Tính toán định mức bê tông nặng dùng cho kết cấu bê tông cốt thép với các yêu cầu sau:

- Bê tông M40, mẫu hình trụ, độ sụt 7cm

- Vật liệu:

Xi măng poóc lăng PC40:

$$\rho_{ax} = 3,1 \text{ g/cm}^3.$$

Cát trung bình có độ ẩm $w = 7\%$

$$\rho_{ac} = 2,65 \text{ g/cm}^3.$$

Đá dăm granit có $D_{max} = 20\text{mm}$;

$$\rho_{aĐ} = 2,7 \text{ g/cm}^3.$$

Cốt liệu có chất lượng trung bình.

$$\gamma_{0Đ} = 1,5 \text{ g/cm}^3.$$

Bài giải

Tỷ lệ N/X tính ra từ công thức thực nghiệm:

$$R_b = A.R_x \left(\frac{N}{X} - 0.5 \right) \quad (1) \text{ hay } R_b = A_1.R_x \left(\frac{X}{N} + 0.5 \right) \quad (2)$$

Giá trị của A và A1 lấy theo bảng sau:

Đặc tính cốt liệu của bê tông	A	A1
Cốt liệu chất lượng cao	0.65	0.43
Cốt liệu bình thường	0.60	0.40

Cốt liệu chất lượng thấp

0.55

0.37

Đối với bê tông có tỷ lệ $\frac{N}{X} \geq 0.4$ thì dùng công thức (1)

Đối với bê tông có tỷ lệ $\frac{N}{X} < 0.4$ thì dùng công thức (2)

Cường độ chịu nén bê tông (theo mẫu lập phương): $\rho_b = 40 \times 1,2 = 48 \text{ MPa}$

Cường độ bê tông thiết kế có dự trữ 11% là: $48 \times 1,1 = 53 \text{ MPa}$

$$\frac{N}{X} = \frac{0,6R_x}{R_b + 0,5 \times 0,6R_x}$$

$$\frac{N}{X} = \frac{0,6 \cdot 400}{530 + 0,5 \times 0,6 \times 400} = 0,36$$

Lượng nước tra theo bảng 5.14- Giáo trình VLXD với độ sụt bằng 2cm, $D = 40 \text{ mm}$, $N = 175 \text{ lít}$. lượng xi măng $X = 175 / 0,36 = 486 \text{ kg}$. Độ rỗng của đá: 0.43.

$$D = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r \cdot d}{\gamma_D} + \frac{1}{\rho_D}} = 1280 \text{ kg}$$

$$\text{Lượng cát: } C = \left(1000 - \frac{486}{3,1} - 175 - \frac{1280}{2,6}\right) \cdot 2,63 = 463 \text{ kg}$$

Khối lượng của bê tông tươi: 2404 kg/m^3

Tỷ lệ $X/C/D/N = 1/0,95/2,63/0,36$

3.10. Tính toán lượng vật liệu cho một máy trộn bê tông có dung tích thùng trộn là $V = 1200 \text{ lít}$. Biết khối lượng vật liệu dùng cho 1 m^3 bê tông là:

$$X = 312 \text{ kg}; \quad \gamma_{oX} = 1,3 \text{ g/cm}^3.$$

$$N = 166 \text{ kg};$$

$$C = 512 \text{ kg}; \quad \gamma_{oC} = 1,6 \text{ g/cm}^3.$$

$$Đ = 1296 \text{ kg}; \quad \gamma_{oĐ} = 1,52 \text{ g/cm}^3.$$

Bài giải

Tính hệ số sản lượng:

$$\beta = \frac{1000}{V_0 b}$$

$$V_0 b = \frac{1296}{1,52} + \frac{512}{1,6} + \frac{166}{1} + \frac{312}{1,3} = 1578,6;$$

$$\beta = \frac{1000}{1578,6} = 0,63$$

Tính hệ số máy trộn: $K_m = 0,63 \times 1,2 = 0,756$

$$X_m = 0,756 \times 312 = 235,8 \text{ kg}$$

$$C_m = 0,756 \times 512 = 387 \text{ kg}$$

$$Đm=0.756*1296=979.7\text{kg}$$

$$Nm=0.756*166=125.5\text{kg}$$

3.11. Tính toán lượng vật liệu cho 1m^3 bê tông biết tỷ lệ tính toán theo khối lượng của xi măng; cát đá dăm như sau:

1: x: y = 1: 2: 3,5 (xi măng : cát, đá dăm)

và: $\gamma_{\text{OBT}} = 2,4 \text{ g/cm}^3$; và tỷ lệ $N/X = 0,5$

Bài giải

$$\gamma = X + C + D + N = X\left(1 + x + y + \frac{N}{x}\right)$$

$$\text{Từ đó ta có: } X = \frac{\gamma}{\left(1 + x + y + \frac{N}{x}\right)} = \frac{2400}{1 + 2 + 3,5 + 0,5}$$

$$N=X.N/X; C=x.X; D=y.X$$

Giải phương trình này ta có:

$$X=340 \text{ kg}, N=170 \text{ lít}, C=620 \text{ kg}, D=1070 \text{ kg}$$

3.12. Tính toán thành phần bê tông cường độ cao mác 50 Mpa theo TCVN. Yêu cầu độ sụt của bê tông $SN = 10 - 15\text{cm}$.

Vật liệu dùng:

Xi măng poóclăng mác 40MPa; $\rho_X = 3,1 \text{ g/cm}^3$.

Đá dăm granit: $D_{\text{max}} = 40 \text{ mm}$; $\gamma_D = 1,50 \text{ g/cm}^3$. $D=20\text{mm}$, $\rho_D=2.75$

- Cát lớn có $\rho_C = 2,7 \text{ g/cm}^3$; $\gamma_{\text{OC}} = 1,52 \text{ g/cm}^3$; $w = 7\%$.

Bài giải

Giả thiết tỷ lệ $N/X < 0.4$ nên hệ số A1 lấy bằng 0.4

$$\frac{X}{N} = \frac{R_b}{0.4 \times R_x} - 0.5 = \frac{500}{0.4 \times 400} - 0.5 = 2.625$$

Tỷ lệ $X/N=1/2.625=0.38$

Lượng nước dùng tra theo bảng 5-14 ứng với độ sụt là 2-2.5; $N=190\text{lít}$

Lượng dùng xi măng: $X=190/0.38=500 \text{ kg/m}^3$

Bê tông mác cao dùng cho công trình khối lớn yêu cầu lượng dùng xi măng không vượt được quá 500 kg/m^3 nếu là xi măng pooclăng thường.

$$\text{Lượng đá dăm: } D = \frac{1000}{0.45 \times \frac{1.6}{1.5} + \frac{1}{2.75}} = 1185 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Lượng cát: } C = \left[1000 - \left(\frac{500}{3.1} + 190 + \frac{1185}{2.75} \right) \right] \times 2.7 = 588 \text{ kg/m}^3$$

Khối lượng đơn vị của bê tông tươi:

$$\gamma = 500 + 190 + 588 + 1185 = 2463 \text{ kg/m}^3.$$

$$\text{Tỷ lệ } \mathbb{D}/X = 1185/500 = 2.37; C/X = 588/500 = 1.176; N/X = 0.38. \mathbb{D}/C = 1185/588 = 2.01$$

3.13. Xác định thành phần của bê tông dùng làm mặt đường có $R_u = 45 \text{ daN/cm}^2$.

Độ sụt SN = 1-2 cm. D=20mm

Vật liệu dùng: Xi măng poócăng hoạt tính: $R_x = 400 \text{ daN/cm}^2$, $\rho_x = 3,1 \text{ kg/dm}^3$,

Cát trung bình: $\rho_C = 2,63 \text{ g/cm}^3$. $\gamma_D = 1,54 \text{ kg/dm}^3$; $\rho_D = 2.7$

Bài giải

Cường độ của bê tông khi chịu uốn R_u xác định từ cường độ chịu nén

$$R_u = 0.08 \times R_n^b + 11$$

Vậy $R_b = (R_u - 11)/0.08 = (45 - 11)/0.08 = 425 \text{ daN/cm}^2$ (theo công thức của Nga)

$$R_n = \frac{R_k - 0.6}{0.06} = \frac{0.58 \times 45 - 0.6}{0.06} = 425 \text{ daN/cm}^2 \text{ (theo công thức của Pháp)}$$

Tỷ lệ $X/N = (425/0.6 \times 400) + 0.5 = 2.27$.

Lượng nước $N = 185$

Lượng xi măng: $X = 185 \times 2.27 = 420 \text{ kg}$

$$\text{Lượng đá dăm: } X = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot r_D}{\gamma \cdot D} + \frac{1}{\gamma \cdot D}} = 1298 \text{ kg}$$

Hệ số α tra bảng : $\alpha = 1.5$

$$r_D = (1 - \gamma_{CD}/\gamma_{aD}) = 0.42$$

$$C = \left[1000 - \left(\frac{420}{3.1} + 185 + \frac{1298}{2.70} \right) \right] \times 2.65 = 527 \text{ kg}$$

3.14. Tính toán lượng vật liệu cho 1 m^3 bê tông theo khối lượng của các vật liệu thành phần:

$$X/C/\mathbb{D} = 1/1,5/3,0$$

Biết: $\gamma_{\text{obt}} = 2350 \text{ g/cm}^3$; $N/X = 0,5$; Độ sụt SN = 4cm; $R_x = 50 \text{ MPa}$.

Khi dùng phụ gia siêu dẻo 1,2% so với lượng xi măng, tăng được độ sụt lên 4 lần và giảm được tỷ lệ N/X đến 20%. Cường độ bê tông tăng bao nhiêu? Và tiết kiệm được bao nhiêu xi măng nếu không tăng cường độ.

Bài giải

Lượng xi măng cần dùng là: $2350/6.0 = 390 \text{ kg}$

Lượng đá: $\mathbb{D} = 390 \times 3 = 1170 \text{ kg}$, $C = 390 \times 1.5 = 585 \text{ kg}$

$$N=390 \times 0.5=195\text{kg}$$

$$\text{Cường độ bê tông ban đầu: } R_{b1}=0.6 \times 50 \times 1.5=45 \text{ Mpa}$$

$$\text{Cường độ bê tông khi dùng phụ gia: } R_{b2}=0.6 \times 50 \times (2.5-0.5)=60 \text{ Mpa}$$

$$\text{Khi dùng phụ gia thì bớt nước 20\% vậy lượng nước sẽ là: } 195 \times 0.8=156\text{kg}$$

$$\text{Lượng xi măng: } 156 \times 2=312 \text{ kg.}$$

$$\text{Lượng xi măng tiết kiệm được là: } 390-312=78 \text{ kg}$$

3.15. Xác định thành phần bê tông theo phương pháp ACI cho cho bê tông cường độ nén tối thiểu là 50 MPa; $S_n = 14\text{cm}$, thi công thủ công và dùng phụ gia siêu dẻo R4 với liều lượng 1,2l/100kgXM. Độ giảm nước đến 10%.

Vật liệu sử dụng:

- Xi măng póc lãng PC40 $\gamma_{ox}=3,1 \text{ kg/dm}^3$
- Đá dăm $D_{max}=20\text{mm}$; $\rho_d=2,7$; $\gamma_d=1,5$
- Cát trung bình $\rho_c=2,63 \text{ kg/dm}^3$
- $M_k=2,6$
- Khối lượng thể tích là 1,45

Bài giải

$$\text{Cường độ yêu cầu } R_{yc}=R_b+9.66\text{Mpa}=40+9.66=49.66\text{Mpa}$$

$$\text{Cường độ yêu cầu tại công trường: } R_{ycc}=49.66 \times 0.9=44.7\text{Mpa}$$

Xác định lượng nước: với $D=20\text{mm}$, độ sụt góc: 2.5-5mm, lượng nước bằng 175lít, tỷ lệ N/X ứng với $R_{ycc}=44.7$ là: 0.42. Lượng xi măng: $1.75/0.42=416\text{kg}$.

Lượng đá: thể tích của cốt liệu thô ứng với mô đun độ lớn $=2.6$ và $D=20\text{mm}$ là 0.64m^3

$$D=0.64 \times 1.605=1027\text{kg.}$$

Lượng cát: ứng với khối lượng bê tông 2350 kg cho 1 m^3 bê tông tươi là:

$$2350-1027-416-175=732\text{kg}$$

$$\text{Tỷ lệ } X/C/D/N=1/1.77/2.47/0.42, \text{ tỷ lệ } D/C=1.40$$

3.16. Tính toán lượng dùng vật liệu thực tế cho 1 mẻ trộn của máy trộn bê tông $V_m=425$ lít, nếu lượng dùng vật liệu khô cho 1m^3 bê tông theo thiết kế là $X=321\text{kg}$; $N=128 \text{ l}$; $C=612\text{kg}$; $D=1296\text{kg}$. Tại hiện trường vật liệu có độ ẩm $W_c=2\%$; $W_d=0.5\%$. Hệ số sản lượng β theo thí nghiệm xác định được là 0.70.

Bài giải

Áp dụng công thức: $x = \frac{XV_m}{1000} \beta$ ta có lượng vật liệu dùng cho 1 mẻ trộn của máy

425 lít là:

$$x=92.82 \text{ kg}$$

$$n=54.23 \text{ l}$$

$$c=182\text{kg}$$

$$\bar{d}=386\text{kg}$$

Khi vật liệu có độ ẩm $W_c=2\%$, $W_{\bar{d}}=0.5\%$ thì:

$$x'=x=92.82\text{kg}$$

$$n'=n-(cW_c+\bar{d}W_{\bar{d}})=48.66 \text{ l}$$

$$c'=c(1+W_c)=185.64\text{kg}$$

$$\bar{d}'=\bar{d}(1+W_{\bar{d}})=387.93\text{kg}$$

3.17 Hỗn hợp bê tông thực tế sau khi đầm chặt dùng lượng vật liệu như sau: $X_M=300\text{kg}$; $C=685\text{kg}$; $\bar{D}=1200\text{kg}$ và $N=165 \text{ l}$. Khối lượng riêng của chúng như sau: $\rho_x=3.1\text{kg/l}$; $\gamma_c=2.65\text{kg/l}$; $\gamma_{\bar{d}}=2.61\text{kg/l}$. Tính hệ số lèn chặt của hỗn hợp bê tông.

$$K_{l\acute{e}n} = \frac{\gamma_{b\text{thực tế}}}{\gamma_{b\text{tính toán}}}$$

Bài giải

$$\gamma_{b\text{ thực tế}}=300+685+1200+165=2350\text{kg/m}^3$$

$$\gamma_{b\text{ tính toán}} = \frac{X + N + C + D}{\frac{X}{\gamma_x} + \frac{N}{\gamma_n} + \frac{C}{\gamma_c} + \frac{D}{\gamma_D}} = 2390\text{kg/m}^3$$

$$K_{l\acute{e}n}=2350/2390=0.98$$

3.18. Tính lượng vật tư cần thiết đổ 4 dầm bê tông kích thước $200 \times 400 \times 3500\text{mm}$ nếu theo thiết kế kỹ thuật cấp phối bê tông là: $1:x:y=1:2.1:3.5$; tỷ lệ $N/X=0.50$; hỗn hợp bê tông sau khi đầm có $\gamma_b=2400\text{kg/m}^3$.

Bài giải

$$\text{Thể tích bê tông cần cho 4 dầm là: } 4 \times 200 \times 400 \times 3500 = 1.12\text{m}^3$$

Theo thiết kế lượng dùng vật liệu cho 1m^3 bê tông là:

$$X = \frac{2400}{1 + 2.1 + 3.5 + 0.5} = \frac{2400}{7.1} = 340 \text{ kg}$$

$$C=2.1X=714\text{kg}$$

$$\bar{D}=3.5X=1190\text{kg}$$

$$N=0.5X=170 \text{ l}$$

3.19. Một loại bê tông nặng theo thiết kế có lượng dùng vật liệu cho 1m^3 hỗn hợp bê tông là: $X_M=300\text{kg}$; $C=685\text{kg}$; $\bar{D}=1200\text{kg}$ và $N=185 \text{ l}$. Vật liệu dùng chế tạo có các chỉ tiêu:

$$\text{xi măng } \gamma_x=1,3\text{g/cm}^3$$

$$\rho_x=3,1\text{g/cm}^3$$

$$\text{cát: } \gamma_{0c}=1,60\text{g/cm}^3$$

$$\rho_c=2,65\text{g/cm}^3$$

$$\text{đá: } \gamma_{0d}=1,56\text{g/cm}^3$$

$$\rho_d=2,61\text{g/cm}^3$$

Khi thi công người ta đúc 3 mẫu thử 20x20x20cm và xác định được các số liệu:

$$\Sigma G_{\text{khuôn}}=18\text{kg}$$

$$\Sigma G_{\text{khuôn+mẫu}}=72,9\text{kg}$$

Bài giải

Hệ số sản lượng:

$$\beta = \frac{V_{0bthucte}}{\sum V_{0vatlieu}}$$

$$V_{0bthucte} = \frac{G_b}{\gamma_{0bthucte}} = \frac{X+N+C+D}{\gamma_{0bthucte}}$$

$$= \frac{300+185+685+1200}{72,9-18} = \frac{2370}{2280} = 1,08\text{m}^3$$

$$3 \times 0,2 \times 0,2 \times 0,2$$

$$\sum V_{0vatlieu} = \frac{X}{\gamma_{0x}} + \frac{C}{\gamma_{0c}} + \frac{D}{\gamma_{0d}}$$

$$= \frac{300}{1,3} + \frac{685}{1,6} + \frac{1200}{1,56} = 1428\text{lit} = 1,428\text{m}^3$$

$$\beta = 1,08/1,428 = 0,756$$

3.20. Xác định tỷ lệ N/X, với xi măng PC40, cường độ bê tông tối thiểu là 40MPa.

Khi dùng xi măng PC50, PC60 Lượng xi măng dùng thay đổi như thế nào nếu không thay đổi và độ sụt và cường độ nén bê tông?

+ Khả năng tăng cường độ bê tông khi giữa nguyên độ sụt?

Bài giải

Áp dụng công thức khi $X/N \leq 2,5$

$$R_b = A * R_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right)$$

$$\frac{X}{N} = \frac{40}{0,6 \times 40} + 0,5 = 2,17$$

$$\frac{X}{N} = 0,46$$

Với SN=4cm, D đá dăm = 20mm thì: N= 195 lít, Lượng xi măng $X_1 = 2,17.195 = 423\text{kg}$

$X_{\min} = 300 \text{ kg}$, $X > X_{\min}$

Khi dùng xi măng PC50

Theo công thức (1) có:

$$\frac{X}{N} = \frac{40}{0,6.50} + 0,5 = 1,83$$

Do SN không đổi nên N= 195 lít

$$X_2 = 1,83.195 = 356,8 \text{ kg}$$

$$\text{Khi } R_x=60 \text{ thì } \frac{X}{N} = \frac{40}{0,6.60} + 0,5 = 1,61, X = 1,61*195 = 314 \text{ kg}$$

Vậy khi thay xi măng PC 40 bằng PC 50 thì lượng xi măng giảm 66kg

Vậy khi thay xi măng PC 40 bằng PC60 thì lượng xi măng giảm 109 kg

Cường độ của bê tông khi dùng xi măng PC50

$$R_b = A.R_x \left(\frac{X}{N} - 0,5 \right) = 0,6*50(2,17-0,5) = 50 \text{ MPa}$$

$$\text{Khi dùng xi măng PC60 thì: } R_b = 0,6.60(2,17-0,5) = 60 \text{ MPa}$$

3.21. Biết lượng vật liệu dùng cho 1m^3 bê tông có độ sụt là 2cm, D_{\max} của đá dăm = 20 mm;

$$R_x = 40 \text{ MPa}$$

$$X = 350\text{kg}$$

$$N = 180\text{l}$$

Khi dùng phụ gia hoá dẻo 1,2% so với lượng xi măng thì có thể giảm được lượng nước 30%.

- Tính khả năng tăng cường độ khi giữa nguyên lượng xi măng.

- Nếu giữ nguyên cường độ thì có thể tiết kiệm được bao nhiêu xi măng?

Bài giải

$$R_{b1} = 0,6*40*((350/180)-0,5) = 34,66 \text{ MPa}$$

$$R_{b2} = 0,6*40*((350/180*0,7)-0,5) = 54,66 \text{ MPa}$$

$$\text{Tỷ lệ } N/X = 350/126 = 2,77$$

$$\text{Lượng xi măng tiết kiệm: } 350 - 127*1,94 = 103,6\text{kg}$$

3.22. Bê tông có tỷ lệ thành phần tính theo khối lượng như sau:

1:x:y = 1:2:3 (xi măng : cát : đá dăm) và lượng dùng xi măng là 400kg/m^3 . Nếu thêm chất phụ gia (0,9% theo khối lượng xi măng) thì tỷ số $\frac{N}{X}$ giảm được 10%; γ_0

của hỗn hợp bê tông cũng giảm xuống 5%. Tỷ lệ N/X ban đầu là 0.45.

Xác định lượng vật liệu dùng cho 1m^3 bê tông và khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông đó do ảnh hưởng của chất phụ gia.

Bài giải

$$\text{Lượng nước ban đầu là: } 300*0,45 = 180 \text{ lít}$$

γ_b^{bd} của bê tông ban đầu là:

$$\gamma_b^{bd} = 400 + 800 + 1200 + 180 = 2580 \text{ kg/m}^3$$

γ_b^{pg} của chất phụ gia

$$\gamma_b^{pg} = (1 - 0.05)\gamma_b^{bd} = (1 - 0.05) \times 2580 = 2451 \text{ kg/m}^3$$

Lượng vật liệu cho 1 m^3 bê tông có thêm chất phụ gia

$$\frac{N}{X} = (1 - 0.05)0.45 = 0.405$$

$$X_1 = \frac{\gamma_b^{pg}}{1 + x + y + \frac{N}{X}} = \frac{2451}{7.405} = 330 \text{ kg/m}^3$$

$$C_1 = x \cdot X_1 = 2 \times 330 = 660 \text{ kg/m}^3$$

$$Đ_1 = y \cdot X_1 = 3 \times 330 = 990 \text{ kg/m}^3$$

$$N_1 = x \cdot \frac{N}{X} = 330 \times 0.405 = 133.65 \text{ l/m}^3$$

3.23. Hỗn hợp bê tông có $\gamma_0 = 2,42 \text{ kg/dm}^3$, tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,5$; tỷ lệ thành phần theo khối

lượng như sau:

1: x:y=1:2:4 (xi măng/cát/sỏi).

$$\gamma_{0x} = 1,3 \text{ kg/dm}^3, \gamma_{0c} = 1,56 \text{ kg/dm}^3, \gamma_{0Đ} = 1,50 \text{ kg/dm}^3$$

$$\gamma_{ax} = 3 \text{ m, } 1 \text{ kg/dm}^3; \gamma_{ac} = 2,65 \text{ kg/dm}^3; \gamma_{aĐ} = 2,60 \text{ kg/dm}^3.$$

Tính hệ số khoảng cách hạt (hệ số trượt) α của vôi vữa sỏi, xi măng, cát.

Bài giải

Hệ số α là tỷ số giữa thể tích tuyệt đối của vữa cát xi măng nước trong bê tông (Vap) với thể tích lỗ rỗng của cốt liệu lớn (Vb). Thể tích tuyệt đối của vữa cát xi măng: $V_{av} = V_{ax} + V_{ac} + N$

Lượng dùng xi măng:

$$X = \frac{\gamma_b}{1 + \frac{C}{X} + \frac{Đ}{X} + \frac{N}{X}} = \frac{2420}{1 + 2 + 3.5 + 0.5} = 345.7 \text{ kg}$$

$$\text{Lượng nước: } N = 0.5 \times 345.7 = 172.85$$

$$\text{Lượng cát: } C = 2 \times 345.7 = 691.4$$

$$\text{Lượng đá dăm: } Đ = 3.5 \times 345.7 = 1210$$

$$V_v^a = \frac{X}{\gamma_x} + \frac{C}{\gamma_c} + N = \frac{345.7}{111.5} + \frac{691.4}{260.9} + 172.8 = 545.2$$

Độ rỗng của cốt liệu lớn

$$r = \frac{\rho_d - \gamma_d}{\gamma_d} = \frac{2.65 - 1.5}{2.65} = 0.43$$

Thể tích lỗ rỗng V_r của cốt liệu lớn (sỏi)

$$V_r = r \cdot \frac{S}{\gamma_{o\bar{a}}} = 0.43 \cdot \frac{1210}{1.5} = 346.8$$

Hệ số của các hạt α :

$$\alpha = \frac{V_p}{V_r} = \frac{545.2}{346.8} = 1.57$$

3.24. Xác định thời gian tối ưu để chấn động đầm chặt 1 hỗn hợp bê tông có độ cứng $t = 70s$ bằng máy đầm rung có tần số dao động 28001/phút và biên độ dao động 0,35 mm. Nếu thay đổi biên độ dao động của máy thành 0,5mm mà vẫn giữ tần số như cũ thì thời gian chấn động là bao nhiêu?

Bài giải

Căn cứ vào kết quả thực nghiệm thì độ cứng của hỗn hợp là 70s và biên độ $a = 0.35mm$ thời gian tối ưu để đầm chặt bê tông là 100s. nếu tăng biên độ rung lên 0.50 mm thì thời gian chấn động giảm xuống còn 80s

3.27. Với bê tông nặng dùng cốt liệu chất lượng cao và xi măng poóc-lăng PC50 (phương pháp mềm) thì cường độ bê tông sẽ bằng bao nhiêu khi tỉ lệ $\frac{N}{X}$ lần lượt bằng 0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50. Vẽ đồ thị quan hệ giữa cường độ nén R_b^{28} với tỷ lệ $\frac{N}{X}$ khi $R_x = \text{const}$ và nhận xét?

Bài giải

$$R_b = AR_x (X/N \pm 0.5)$$

$$\text{Khi } X/N \leq 2.5 \text{ thì } A = 0.43; R_x = 500 \text{ daN/cm}^2$$

$$N/X = 0.3; R_1 = 0.43 \times 500 \times (3.33 + 0.5) = 823.45 \text{ daN/cm}^2$$

$$N/X = 0.35; R_2 = 0.43 \times 500 \times (1/0.35 + 0.5) = 721.78 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Khi } N/X = 0.4; R_3 = 0.63 \times 500 \times (2.5 - 0.5) = 630 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Với } N/X = 0.45; R_4 = 0.65 \times 500 \times (1/0.45 - 0.5) = 560 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Với } N/X = 0.5; R_5 = 0.65 \times 500 \times (2 - 0.5) = 487.5 \text{ daN/cm}^2$$

Khi N/X tăng từ 0.3-0.5 thì cường độ bê tông giảm từ 82 xuống 48 MPa

3.25. Một loại bê tông $R_{3 \text{ ngày}} = 160 \text{ daN/cm}^2$. Khi cho thêm vào bê tông 1% phụ gia CaCl_2 , cường độ chịu nén 3 ngày của bê tông tăng gấp 2 lần so với khi chưa có phụ gia, $R_{7 \text{ ngày}}$ tăng thêm 50% và $R_{14 \text{ ngày}}$ tăng thêm 15% so với khi chưa có phụ gia. Hãy so sánh R_b phát triển theo thời gian trong trường hợp có và không có chất phụ gia CaCl_2 .

Bài giải

$$\ln m = \ln 28 \cdot R_m / R_{28}$$

$$R_3 = 160; R_{28} = R_3 \cdot \lg 28 / \lg 3 = 1.44 \times 160 / 0.477 = 485 \text{ daN/cm}^2$$

$$R_7 = 160 \times \lg 7 / \lg 3 = 160 \times 0.845 / 0.477 = 249.8 \text{ daN/cm}^2$$

$$R_{14} = 160 \times \lg 14 / \lg 3 = 160 \times 1.146 / 0.477 = 384.4 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Khi có 1\% CaCl}_2, R_3 = 160 \times 2 = 320, R_7 = 1.5 \times 249.8 = 374.7 \text{ daN/cm}^2$$

$$R_{14} = 1.15 \times 384.4 = 442 \text{ daN/cm}^2$$

3.26. Một công trình xây dựng có lượng bê tông tổng cộng là 50.000 m^3 . Sẽ tiết kiệm được bao nhiêu xi măng nếu dùng thêm phụ gia siêu dẻo cho bê tông? Biết rằng khi có thêm loại phụ gia này trong thành phần bê tông, lượng nước nhào trộn mỗi mét khối bê tông giảm được 30 lít so với thiết kế ban đầu. Đặc trưng kỹ thuật của bê tông và vật liệu dùng để chế tạo bê tông là:

- Mác bê tông thiết kế $R_b = 400 \text{ daN/cm}^2$
- Độ dẻo yêu cầu $S_n = 5 \text{ cm}$ khi không có phụ gia và $S_n = 12 \text{ cm}$ khi có phụ gia
- Xi măng poóc-lăng PC40.
- Cốt liệu chất lượng trung bình.
- Đá dăm $D_{\max} = 20 \text{ mm}$, cát vàng $N_{yc} = 7\%$.

Bài giải

Lượng nước yêu cầu với độ dẻo 5cm và $D_{\max} = 20 \text{ mm}$ là 200 l/m^3 bê tông

Tỷ lệ $X/N = (400 / 0.6 \times 400) + 0.5 = 2.16$. $X = 2.16 \times 200 = 432 \text{ kg}$.

Khi bớt nước 30 lít thì $X = 170 \times 2.16 = 367 \text{ kg}$

Lượng xi măng tiết kiệm được : $50000 \times (432 - 367) = 3520 \text{ tấn}$

3.27. Một loại bê tông nặng cấp phối thiết kế ban đầu theo tỷ lệ: $1:x:y = 1:2:3.5$ (xi măng/ cát/ sỏi), tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,5$. Hỗn hợp có $\gamma_0 = 2500 \text{ kg/m}^3$. Tính lượng vật liệu cho

1 m^3 bê tông. Khi cho thêm vào hỗn hợp bê tông 1 lượng phụ gia R_4 thì bớt được 10% nước. Tính cường độ bê tông khi đó.

Biết rằng bê tông dùng xi măng PC40 và vật liệu sử dụng có chất lượng trung bình.

Bài giải

$$X = 2500 / 7 = 357 \text{ kg}$$

$$C = 714$$

$$D = 1249.5$$

$$N = 178.5 \text{ lít}$$

$$\text{Khi dùng phụ gia } X/N = 0.5 \cdot 0.9 = 0.45. R_b = 0.6 \times 400 \times (2.22 - 0.5) = 412.8 \text{ daN/cm}^2$$

3.28. Một tấm bản bê tông cốt thép có chiều dày $h = 0,25 \text{ m}$ được chế tạo bàn chân động có biên độ dao động $n = 300 \text{ vòng/phút}$. Xác định trị số áp lực lớn nhất P_{\max}

phát sinh trong tấm panen khi bị lèn chặt với tải trọng tải đều $q=100 \text{ g/cm}^2$. Biết $\gamma_{bt}=0,23\text{g/cm}^3$.

Bài giải

Trị số áp lực lớn nhất $P_{\max}=0.23*25+100+25*23*0.01*0.05*300^2/891=383\text{g/cm}^2$.

3.29. Xác định tỷ lệ $\frac{N}{X}$ của bê tông lấp ghép cho hỗn hợp chế tạo bê tông nặng. Chất lượng cốt liệu cao, xi măng PC40, sau 3 ngày đêm dưỡng hộ trong môi trường tiêu chuẩn thì cường độ chịu nén đạt 150 da n/cm^2 .

Bài giải

$$R_{b28} = R_{b3} \frac{\lg.28}{\lg 3} = 150 \frac{1,447}{0.487} = 454 \text{ kg / cm}^2$$

$$\frac{N}{X} = \frac{0.65xR_x}{R_{b28} + 0.65x0.5R_x} = \frac{0.65x500}{454 + 0.325x500} = 0.52$$

3.30. Sau khi sưởi ẩm ở 30^0C , dưỡng hộ và làm nguội đến 0^0C trong 10 ngày đêm, cường độ của bê tông sẽ là bao nhiêu, nếu dùng xi măng poóc lăng mác 40MPa và cường độ tính toán của bê tông $R_{23}= 300 \text{ daN/cm}^2$.

Bài giải

Nhiệt độ đông kết trung bình của bê tông là trung bình cộng của nhiệt độ ban đầu và nhiệt độ ban đầu và nhiệt độ cuối

$$t_{tb} = \frac{30 + 0}{2} = 15^0 \text{ C}$$

Theo bảng 4-7

Xi măng của bê tông (ngày đêm)	Thời hạn rắn chắc	Cường độ của bê tông theo % R_{28} , đông cứng trong điều kiện bình thường và xi măng hoạt tính 300,400,500				
		Nhiệt độ của bê tông (^0C)				
		1	3	10	15	20
Xi măng	3	12,14,17,	17,21,22	24,25,29	35,37,34	40,46,48
Pooclăng	7	27,27,35,	35,37,43	42,47,52	52,55,61	59,64,68
	10	37,36,46,	45,47,55	53,57,65	64,67,75	72,75,82
	28	65,70,75	78,80,86	90,91,95	100,100,100	- - -
Xi măng	3	3,5,8	7,10,11	13,14,15	20,20,20	35,25,26
và xi	7	12,15,12	19,23,25	27,32,34	35,41,43	45,50,47

măng	10	17,32,25	26,32,35	36,44,45	47,54,65	56,68,60
pooclăng	28	40,46,50	58,68,70	78,86,90	100,100,100	- - -
Puzolan						

Chúng ta tìm được R_b theo % R_{28} khi đông cứng ở điều kiện bình thường với nhiệt độ 15°C . Đối với bê tông dùng xi măng pooclăng M400 sau 10 ngày đem cứng rắn nó đạt 67% tức là $300 \times 0.67 = 201 \text{ daN/cm}^2$.

3.31. Vữa bê tông có thành phần như sau:

$X = 320 \text{ kg}$, $C = 640 \text{ kg}$. $D = 1280 \text{ kg}$. $N = 160 \text{ lít}$. Để chế tạo hỗn hợp, người ta sử dụng nước có nhiệt độ $t_n = 1^{\circ}\text{C}$; cát có $t_c = 40^{\circ}\text{C}$ và xi măng có $t_x = 80^{\circ}\text{C}$.

Xác định nhiệt độ của vữa bê tông mà nhiệt độ có giảm mất $2,5^{\circ}\text{C}$ do sự tổn thất nhiệt lượng khi nhào trộn.

Biết tỷ nhiệt của xi măng, đá dăm tương ứng là $C_x = C_c = C_d = 0,2$ tỷ nhiệt của vữa bê tông $C_b = 0,253$.

Bài giải

Phương trình cân bằng nhiệt lượng trong bê tông.

$$\gamma_{0BT} \cdot C_b \cdot t_B = X \cdot C_x \cdot t_x + C \cdot C_c \cdot t_c + D \cdot C_d \cdot t_d + X \cdot \frac{N}{X} \cdot t_n \cdot C_n$$

$$\rightarrow t_B = \frac{0,2(X \cdot t_x + C \cdot t_c + D \cdot t_d + X \cdot \frac{N}{X} \cdot t_n \cdot C_n)}{(X + C + D) \cdot 0,253}$$

Từ đó ta có nhiệt độ lý thuyết của bê tông đông cứng.

$$t_B = 29,5^{\circ}\text{C} - 2,5^{\circ}\text{C} = 27^{\circ}\text{C}$$

3.32. Xác định thời gian làm nguội đến nhiệt độ $t^{\circ}\text{C} = 18^{\circ}\text{C}$ của cột chống bê tông làm bằng khung bê tông cốt thép lấy ra từ buồng xử lý nhiệt có nhiệt độ $t_b^{\circ}\text{C} = 70^{\circ}\text{C}$.

Tiết diện ngang của cột chống là $30 \times 40 \text{ cm}$, chiều dài cột $2,4 \text{ m}$, $\gamma_{0bt} = 2,3 \text{ g/cm}^3$. Lượng dùng xi măng poóc lăng M400 là 320 kg/m^3 . Nhiệt độ không khí ngoài trời là 5°C .

Bài giải

Thời gian làm nguội bê tông đến nhiệt độ $t_c = 18^{\circ}\text{C}$ tính theo công thức:

$$T = \frac{C_b \cdot \gamma_{ob} (t_d - t_c) + X \cdot \Delta E}{K \cdot M \cdot (t_{tb} - t_c)}$$

trong đó:

C_b - Tỷ nhiệt của bê tông: $C_b = 0,25 \text{ Kcal/kg}^{\circ}\text{C}$

γ_b - trọng lượng đơn vị của bê tông kg/m^3

ΔE - Nhiệt lượng toả ra trong thời gian làm nguội Kcal/kg

K- Hệ số truyền nhiệt phụ thuộc vào gió, độ ẩm, thiết bị cách nhiệt thường thì $K=1,15-2,5$

Nhiệt toả ra có thể xác định theo phụ lục 23

M- Mô đun bề mặt của kết cấu

$$M = \frac{F}{V}$$

trong đó:

Diện tích bề mặt tiếp xúc của kết cấu (m^2)

V- Thể tích kết cấu (m^3)

$$F=0.3 \times 0.4 \times 2 + 0.3 \times 2.4 \times 2 + 0.4 \times 2 \times 2.4 = 3.6 m^2$$

$$V=0.3 \times 0.4 \times 2.4 = 0.288 m^3$$

$$M = \frac{F}{V} = \frac{3.6}{0.288} = 12.5$$

t_{tb} - nhiệt độ trung bình suốt thời gian làm nguội kết cấu và nhiệt độ để phụ thuộc vào các thành phần bê tông

$$\text{khi: } M < 3 \quad t_{tb} = t_b \cdot 5/2$$

$$M = 3-8 \quad t_{tb} = t_b/2$$

$$M = 8-12 \quad t_{tb} = t_b/3$$

$$M > 12 \quad t_{tb} = t_b/4$$

$$\text{Trường hợp bài toán này: } t_{btb} = \frac{70}{3} = 17.5^\circ C$$

$$\text{Vậy: } T = \frac{0.25 \times 2300(70 - 18) + 320 \times 45}{1.15 \times 12.5(17.5 + 5)} = 13.7 \text{ giờ}$$

3.33. Mác bê tông sẽ là bao nhiêu khi sử dụng các loại xi măng poóc lăng có mác thay đổi PC 30; 40 ; 50 ; 60 với lượng dùng 300 kg/m^3 và yêu cầu tính công tác của bê tông là 4cm. Cốt liệu chế tạo bê tông là cốt liệu thiên nhiên có $D_{\max} = 40 \text{ mm}$.

Vẽ biểu đồ quan hệ giữa R_b và R_x .

Bài giải

Theo biểu đồ H-4-2 lượng nước $N=150 \text{ l/m}^3$

$$N/X = -150:300 = -0.5 \rightarrow X/N = 2$$

Từ điều kiện bài toán, ta xác định R_b theo công thức:

$$R_b = 0.6 \cdot R_x (X/N - 0.5)$$

$$\text{Với: } R_x = 300 \text{ kg/cm}^2 \quad R_b = 270 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_x = 400 \text{ kg/cm}^2 \quad R_b = 360 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_x = 500 \text{ kg/cm}^2 \quad R_b = 450 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_x = 600 \text{ kg/cm}^2 \quad R_b = 540 \text{ kg/cm}^2$$

Biểu đồ cho thấy khi R_x tăng thì R_b tăng

3.34. Chọn mác xi măng poóc lăng để chế tạo bê tông nặng mác 40 Mpa với cốt liệu thiên nhiên. Chỉ số công tác 6 cm, $D_{\max} = 20\text{mm}$, lượng dùng xi măng 300kg/m^3 .

Bài giải

Đáp số: $R_x = 500 \text{ daN/cm}^2$

Theo biểu đồ 4-2 lượng dùng nước của vữa bê tông là 153 l/m^3

$$\frac{N}{X} = \frac{153}{300} = 0.51$$

$$R_x = R_b / 0.6(X/N - 0.5) = 400 / 0.6(1/0.51 - 0.5) = 457 \text{ kg/m}^2$$

Theo quy trình ГОСТ 10178-62 xi măng M450 không có nên phải dùng xi măng Pooc lăng M500

3.35. Bê tông loại N^0-1 chế tạo bằng xi măng có mác 55 và cốt liệu nguyên khai. Sau 3 ngày đêm dưỡng hộ ở môi trường tiêu chuẩn thì đạt $R_3 = 100 \text{ daN/cm}^2$.

Bê tông loại N^0-2 thành phần cũng như trên nhưng có thêm chất phụ gia CaCl_2 , cũng sau thời gian dưỡng hộ như vậy thì đạt cường độ gấp 2 lần.

Hãy tính lượng dùng xi măng tối đa cho 1m^3 bê tông loại N^0-1 để nó đạt cường độ 200 daN/cm^2 mà không có thêm chất phụ gia CaCl_2 trong điều kiện lượng nước giữ nguyên.

Bài giải

Đáp số: Lượng dùng xi măng tăng 1,65 lần.

Cường độ mác của bê tông N_01 là:

$$R_{b28}^I = R_{b3}^I x \frac{\lg 28}{\lg 3} = 100 x \frac{1.44706}{0.47712} = 303 \text{ kg/cm}^2$$

Cường độ mác của bê tông N_0III (loại bê tông có sự tăng lượng dùng xi măng) cũng theo công thức tính

$$R_{b28}^{III} = 606 \text{ kg/cm}^2$$

Tỷ lệ N/X xác định theo công thức: $\frac{X}{N} = \frac{R_{b28} + 0.3R_x}{0.6R_x}$

$$\text{Với bê tông } N_01: \quad \frac{X}{N} = \frac{606 + 0.3x550}{0.6x550} = 2.33$$

$$N_0III: \quad \frac{X}{N} = \frac{303 + 0.3x550}{0.6x550} = 1.415$$

Ta có X/N gấp 1.65 lần

Khi lượng nước vẫn giữ nguyên thì lượng xi măng tăng 65%

3.36. Bê tông M400 có thành phần theo khối lượng như sau:

1:x:y=1:2,1:4,3 (xi măng : cát: đá) và tỷ lệ $\frac{N}{X} = 0,5$; $\gamma_{0bt} = 2,5 \text{ g/cm}^3$

Hãy tính lượng xi măng tiết kiệm được của 1m^3 bê tông nếu như khi bàn giao công trình sử dụng, để đạt được cường độ 400 daN/cm^2 ở tuổi 70 ngày đêm.

Bài giải

Xác định lượng xi măng, nước và lượng xi măng có ích cho 1m^3 bê tông M400

$$X_1 = \frac{V_b}{1 + x + y + \frac{N}{X}} = \frac{2500}{1 + 2.1 + 4.3 + 0.5} = 316.4 \text{ kg}$$

Suy ra: $N_1 = X_1(N_1/X_1) = 316.4 \times 0.5 = 158$

$$R_x = \frac{R_b}{0.6 \cdot \left(\frac{X_1}{N_1} - 0.5\right)} = \frac{400}{0.6(2 - 0.5)} = 444 \text{ kg/cm}^2$$

Đối với bê tông cường độ 400 kg/cm^2 sau 70 ngày đêm cứng rắn cường độ bê tông sẽ là:

$$R_{28}'' = 400 \frac{\lg 28}{\lg 70} = 400 \times \frac{1.44746}{1.84510} = 314 \text{ kg/cm}^2$$

Sự giảm cường độ sẽ kéo theo sự giảm lượng xi măng khi tỷ lệ N/X được nâng cao

Đối với bê tông mới:

$$\frac{N_1}{X_2} = \frac{0.6 R_x}{R_{28}'' + 0.3 R_x} = \frac{0.6 \times 444}{314 + 0.3 \times 444} = 0.596$$

$$X_2 = \frac{N_1}{\left(\frac{N_1}{X_2}\right)} = 158.2 : 0.596 = 265 \text{ kg/m}^3$$

Lượng xi măng tiết kiệm được

$$\Delta X = 316.4 - 265 = 51.4 \text{ kg hay là } 19.4\%$$

3.37. Lượng dùng xi măng poóc lăng 40 Mpa trong 1 m^3 bê tông mác 30 Mpa thay đổi như thế nào nếu bê tông được chế tạo từ cốt liệu có chất lượng khác nhau. Độ cứng của bê tông là 50 séc.

Tính toán cho các trường hợp : cốt liệu chất lượng cao, chất lượng trung bình, chất lượng thấp, cho kích thước D_{\max} của đá dăm là 10mm.

Bài giải

Khi cốt liệu chất lượng cao: $X = 290 \text{ kg}$

Khi cốt liệu chất lượng trung bình: $X = 305 \text{ kg}$

Khi cốt liệu chất lượng thấp: $X=324\text{kg}$

3.38. Tính toán thành phần bê tông tự đầm kiểu hỗn hợp với yêu cầu cường độ chịu nén của bê tông tuổi 28 ngày là 40MPa. Yêu cầu độ tự đầm $D=75\text{mm}$. Vật liệu đá có khối lượng riêng 2.7, $D_{\text{max}}=12,5\text{cm}$. Cát có khối lượng riêng 2,65, $M_k=2,8$. Chất siêu dẻo Polycarbon silate. Bột đá vôi có khối lượng riêng là $2,5\text{g/cm}^3$.

Bài giải

Theo phương pháp của tiêu chuẩn Nhật Bản.

Chọn tỷ lệ N/X theo cường độ yêu cầu $R_y=40*1,25=50\text{MPa}$. Tỷ lệ $N/X=0,4$.

Lượng nước 170lít (theo hướng dẫn của tiêu chuẩn Nhật Bản). $X=170/0,4=425\text{kg}$.

Lượng đá (theo hướng dẫn của tiêu chuẩn Nhật Bản): $D=0,35*2800=980\text{kg}$

Hàm lượng bột: $B=0,19*3100=589\text{kg}$. Lượng bột đá bằng: $589-425=164\text{kg}$

Thể tích đá: $V_d=980/2,8=350\text{dm}^3$; thể tích của bột đá: $V_B=164/2,5=65,6\text{dm}^3$. Thể tích của xi măng: $425/3,1=137\text{dm}^3$. Thể tích đặc của cát: $V_c=1000-350-65,6-137-170=277,4\text{dm}^3$. Lượng cát: $C=277,4*2,65=735,11\text{kg}$. Chất siêu dẻo 3010SCC: 1%

so với lượng xi măng: 4,25lít

Thành phần bê tông tự đầm: Xi măng poocland PC40: 425kg

Đá: $D=5-20\text{mm}$: 980kg

Cát: 735kg

Bột đá vôi: 164kg

Nước: 170 lít

Chất siêu dẻo: 4.25lít

Tỷ lệ $N/X=0,4$

Độ dẻo: $D=700\text{mm}$

4. Bê tông áp phan

4.1. Xét chất lượng của loại cát sau:

Cát sông có $M_k=2,2$; $A_{0,63}=40\%$, lượng SO_3 : 0,2%. Màu của hợp chất hữu cơ vàng nhạt, màu tiêu chuẩn vàng. Lượng bụi sét trong cát là 1,2%. Cấp phối hạt tốt.

Loại cát này có sử dụng làm vật liệu chế tạo bê tông áp phan được không?

Bài giải

Cát sông sạch, độ lớn trung bình sử dụng tốt

4.2. Có 3 loại cát sau (a, b, c). Tính M_k và xác định độ lớn của cát, xét cấp phối cát, chọn loại cát để chế tạo bê tông áp phan rải nóng, cấp I.

Cấp phối các loại hạt cát sau:

Loại cát	Lượng sót riêng biệt trên sàng %(mm)						
	5.0	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071

a	1,0	4,4	14,6	21,0	45,1	12,5	1,4
b	8,0	4,5	15,2	42,3	15,1	7,9	5,0
c	0	2,3	3,2	10,3	33,0	20,8	30

Bài giải

Dùng biểu đồ quy phạm - chọn loại cát a

4.3. Xét các loại đá có đặc trưng cơ học và vật lý như sau:

$D_{\max} = 40\text{mm}$, lượng hạt bụi, sét = 2%. Lượng hạt già yếu = 8%.

Đá gốc trầm tích Cacbônát có $R_n = 1000\text{daN/cm}^2$, cấp phối hạt tốt.

Đánh giá khả năng sử dụng đá trên cho bê tông áphan rải nóng.

Bài giải

Loại đá đã cho có thể dùng làm cốt liệu cho hỗn hợp bê tông áphan loại A cấp II

4.4. Để làm lớp phủ mặt đường bằng bê tông áphan rải nóng cấp I, hàm lượng đá dăm trung bình, ta xét hai loại vật liệu đá sau:

a, Đá Granit có $R_n = 800\text{ daN/cm}^2$ lượng bụi + sét chiếm 4% theo khối lượng đá. Cấp phối hạt tốt.

b, Đá dăm Cacbônát có $R_n = 1200\text{ daN/cm}^2$ lượng bụi + sét chiếm 2,8% theo khối lượng đá, cấp phối hạt tốt.

Chọn một loại đá dăm để sử dụng cho bê tông áphan nói trên.

Bài giải

Hai loại đá dăm có cấp phối tốt, sạch. Nhưng chỉ có đá loại b đạt yêu cầu về cường độ. Ta dùng loại đó

4.5. Tính toán lượng bitum dầu lửa dùng cho bê tông áphan rải nóng, biết vật liệu sử dụng gồm: Bitum mác 60/90. Khối lượng riêng $\rho = 1,05\text{ /cm}^3$. Hỗn hợp vật liệu khoáng có tỷ lệ $D=0,6$, $C=0,3$, Bột đá=0,1. Khối lượng riêng của đá và cát là: $2,7\text{g/cm}^3$, khối lượng riêng của bột là: $2,3\text{g/cm}^3$. Độ rỗng của hỗn hợp bằng 18% theo thể tích.

Độ rỗng theo thể tích của bê tông áphan bằng 4,0%.

Bài giải

Khối lượng riêng của vật liệu khoáng trong bê tông áphan là:

$$\rho_K = 100 / (V_{ad} + V_{ac} + V_{abot}) = 100 / (90/2,7 + 10/2,3) = 2,65\text{ g/cm}^3$$

$$\text{Lượng bitum theo khối lượng của vật liệu khoáng: } B = (18 - 4) * 1,05 / 2,65 = 5,5\%$$

$$\text{Lượng bitum theo khối lượng của bê tông áphan: } B = 5,5 / (100 + 5,5) = 5,2\%$$

4.6. Có hai loại bột đá có cấp phối hạt như sau:

Vật liệu bột đá	Lượng sót riêng biệt trên sàng % (mm)			
	0,315	0,14	0,071	<0,071
Loại 1, đá granit	1,0	28,5	10,5	60,0
Loại 2, đá vôi	0,5	0,9	8,6	90,0

Hỗn hợp bột đá loại 1 có $R_n = 320 \text{ daN/cm}^2$.

Hỗn hợp bột đá loại 2 có $R_n = 500 \text{ daN/cm}^2$

Hãy chọn loại bột đá làm bằng bê tông áphan cấp I, thi công rải nóng.

Bài giải

Bột loại 1 đạt yêu cầu về cường độ đá gốc, không đạt yêu cầu về nguồn gốc và lượng lọt sàng 0.071mm. Không sử dụng.

Bột loại 2 đạt yêu cầu về cường độ và đá gốc đạt yêu cầu về lượng lọt sàng 0.071mm. Sử dụng

4.7. Xác định hàm lượng bitum dầu lửa dùng cho bê tông áphan cấp II, loại nhiều đá dăm, rải nóng. Hỗn hợp vật liệu khoáng có $\gamma = 2,65 \text{ g/cm}^3$, khối lượng đơn vị đã lèn chặt là 2.2 g/cm^3 . Bitum loại 60/90 có $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$. Bê tông áphan có yêu cầu có độ rỗng còn lại là 3,0% theo thể tích vật liệu khoáng.

Bài giải

Lượng Bitum được tính theo công thức:

$$B = \frac{V_k - V_d}{\rho_b} \cdot \rho_B$$

Trong đó:

- Thể tích lỗ rỗng của hỗn hợp cốt liệu $V_k = 1 - 2.2 / 2.65 = 17\%$

V_d - Thể tích lỗ rỗng của bê tông asphan.

$$B = \frac{17 - 3}{2,65} \times 1,0 = 5,28\%$$

4.8. Tính toán thành phần bê tông áphan theo khối lượng và thành phần bitum dầu lửa tối ưu (% theo khối lượng vật liệu khoáng). Hỗn hợp vật liệu khoáng gồm 40% cát và 60% đá dăm. Khối lượng thể tích của hỗn hợp vật liệu khoáng $\gamma = 1,85 \text{ g/cm}^3$, khối lượng riêng $\rho = 2,6 \text{ g/cm}^3$. Chất liên kết: matit áphan (gồm bitum + bột đá) trong đó bitum chiếm 16% (theo khối lượng). Khối lượng riêng của matit áphan : $2,1 \text{ g/cm}^3$. Để có độ đặc của bê tông áphan cao, thể tích matit tăng 25% so với thể tích lỗ rỗng của hỗn hợp cốt liệu khoáng chất.

Bài giải

Độ rỗng của hỗn hợp theo thể tích.

$$V_r = \frac{2.6 - 1.85}{2.6} = 0,29$$

Thể tích của matit atphan bằng 1,25 thể tích rỗng của hỗn hợp V_k khoáng.

$$V_m = 0.29 \times 1.25 = 0.36 (m^3)$$

Thể tích của hỗn hợp bê tông átphan là tổng tích tính V_m và thể tích đặc của vật liệu khoáng.

$$0.36 + \frac{1.85}{2.6} = 0,36 + 0,71 = 1,07$$

Trong $1m^3$ hỗn hợp bê tông átphan, thành phần các loại vật liệu như sau (theo thể tích đặc):

- Matit atphan: $0.36/1.07=0.34 (m^3)$

hay: $0.34 m^3 \times 2.1 = 714 (kg)$

- Thể tích hỗn hợp cốt liệu : $0,71/1.07= 0.63m^3$

Khối lượng: $0.63 m^3 \times 2,6 = 1638 kg$

+ Lượng đá dăm : $1638 \times 0.6 = 983 (kg)$

+ Lượng cát: $1683 \times 0.4 = 655kg$

+ Lượng bitum: $714 \times 0.16 = 114 kg$

Lượng bột khoáng và cát trong matit là: $714 - 114 = 600 kg$

Khối lượng của hỗn hợp không có bitum là: $600 + 1683 = 2238 (kg)$

Thành phần Bitum

$$B = \frac{114}{2238} \cdot 100 = 5\%$$

4.9. Tính toán khối lượng riêng của bê tông átphan, thể tích của bitum, thể tích bột khoáng, thể tích lỗ rỗng của vật liệu khoáng với thành phần bê tông asphan gồm: bitum, bột đá, cát, đá dăm. Khối lượng riêng của đá dăm là $2,7 g/cm^3$. cát $2,65 g/cm^3$. Khối lượng riêng của bitum: $1,0g/cm^3$. Khối lượng riêng của bột khoáng là $2.25g/cm^3$, bitum là 1.05

Thành phần bê tông dự định là đá: 0,5, cát: 0,4, bột khoáng là 0,1. Bitum là 5.5%. khi cân ở trong không khí thì khối lượng mẫu thử là 1238g, trong không khí là 705.5g

Bài giải

Khối lượng riêng của vật liệu khoáng là: $\rho_k = \frac{100}{\frac{50}{2.7} + \frac{40}{2.65} + \frac{10}{2.25}} = 2.63$

Thể tích đặc của mẫu thử bê tông átphan là: $(1239 - 705.5)/1 = 533.5$

Khối lượng riêng của bê tông átphan là: $\rho_a = \frac{1239}{533.5} = 2.316 g/cm^3$

Thể tích của bitum trong bê tông átphan: $B = 5.5 \cdot 0.945 \cdot 2.316 / 1.05 = 11.46\%$

Thể tích đặc của vật liệu khoáng: $V_{ak}=(100-(5.5*0.945))*2.316/2.63=83.5\%$

Độ rỗng của vật liệu khoáng: $100-83.5=16.5\%$

Thể tích của không khí: $16.5-11.46=5.04\%$

4.10. Bê tông át phan có lượng bitum là 5% chế tạo 3 mẫu thử khi cân ở trong không khí là 1238g, 1240g, 1249g. Khi cân ở trong nước là 705.5g, 706.5g, 711.5g. Hãy tính khối lượng của bê tông át phan. Khi thử độ ổn định đạt 15.6, 15.7, 16.2 kN, độ dẻo là 3.2, 3.3, 3.1mm. Tính toán độ ổn định và độ dẻo Mashall, đánh giá chất lượng của các loại bê tông này theo tiêu chuẩn Mashall. Bê tông này dùng cho loại đường nhiều xe chạy.

Bài giải

Khối lượng trung bình của các mẫu thử là: $G_a = (1238 + 1240 + 1249) / 3 = 1242$

Thể tích trung bình: $(1238-705.5+1240-706.5+1249-711.5)/3=534.5$

Khối lượng riêng của bê tông át phan: $1242/534.5=2.32g/cm^3$

Độ ổn định Mashall: $(15.6+15.7+16.2)/3=15.8kN$ lớn hơn 8 kN

Độ dẻo: $(3.2+3.3+3.1)/3=3.2$ nhỏ hơn 3.5mm

Như vậy bê tông này đủ điều kiện làm mặt đường bê tông át phan nhiều xe chạy

4.11. Tính toán thành phần bê tông asphan rải nóng cỡ hạt trung bình làm lớp trên của kết cấu mặt đường ô tô vùng nhiệt đới. Mác hỗn hợp loại A cấp I.

Vật liệu gồm: cát chất lượng tốt. Bột đá vôi có độ bền chịu nén $R_n= 800 daN/cm^2$.

Đá dăm có kích thước 5-20mm. Chất liên kết hữu cơ dùng loại bitum mác 60/90.

Cấp phối hạt của các loại vật liệu xem ở bảng sau:

Vật liệu	Lượng sót riêng biệt trên các cỡ sàng % (mm)									
	20	10	5	3	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Đá dăm	1,0	15	80	0	0					
Cát	-	-	-	15	40	21	15	9		
bột đá	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0	81,0
T/C	15/100	70/100	45/65	24/38	17/30	12/20	9/15	8/14	6/12	

Bài giải

Lượng đá dăm (tính toán với $d=5mm$); $D=45/96=0.47$ (47%)

Lượng bột đá: $B_d=9/81=0.11$ (11%)

Lượng cát: $C=100-11-47=42\%$

4.12. Tính toán thành phần bê tông asphan cỡ hạt nhỏ thi công rải nguội.

Vật liệu: Bitum lỏng mác 70/130. Đá dăm cỡ hạt 5-10mm, cát trung bình, bột đá vôi chất lượng cấp phối hạt vật liệu khoáng xem ở bảng sau:

Vật liệu	Lượng sót riêng biệt trên các cỡ sàng % (mm)								
	10	5	3	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Đá dăm	40	50	0	0					
Cát	-	-	35	25	20	15	5		
Bột đá	-					4	6	10	80

Hỗn hợp vật liệu có độ rỗng 3% theo thể tích.

Bài giải

Lượng đá dăm: $D=45/90=50\%$

Lượng bột đá: $B_d=9/80=9\%$

Lượng cát: $C=100-50-9=41\%$

4.13. Tính toán cấp phối mặt đường bê tông asphan cho loại mặt đường cấp cao, yêu cầu hỗn hợp mặt đường cấp I, bê tông cỡ hạt nhỏ, lượng đá dăm trung bình.

Vật liệu:

Chất liên kết hữu cơ: Bitum 60/90.

Đá dăm: cacbonnát đường kính lớn nhất 5-10mm.

Bột đá vôi- lượng hạt nhỏ hơn 0,071 chiếm 83,3%.

Cát trung bình, cấp phối tốt.

Thành phần hạt của vật liệu khoáng chất xem ở bảng sau.

Vật liệu	Lượng lọt qua sàng % (mm)								
	10	5	3	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Đá dăm	100	10	0	0	0				
Cát	-	100	90	80	60	40	10	5	0
Bột đá	-	-	-	-	100	90	92	85	-
Lượng lọt qua sàng theo tiêu chuẩn	99-100	63-77	40-60	53-30	22-45	15-35	12-30	8-15	

Bài giải

Lượng đá: $D=30/90=33\%$

Lượng bột đá: $B_d=11.5/85=13.5\%$

Lượng cát: $100-33-13.5=53.5\%$

4.14. Tính toán thành phần vật liệu khoáng cho bê tông asphan, biết kết quả sàng thí nghiệm vật liệu như sau:

Vật liệu	Lượng sót riêng biệt trên các cỡ sàng % (mm)									
	25	15	10	5	3	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071

Đá dăm	100	90	76	8						
Cát	-	-	-	100	50	30	10	10		
Bột đá	-	-	-	-	-	-	100	90	85	75
Lượng lọt qua sàng theo tiêu chuẩn	95-100	80-100	70-100	45-65	24-38	17-30	12-20	9-15	8-14	6-12

Bài giải

Lượng đá dăm: $D=45/92=49\%$

Lượng bột đá: $B_d=9/75=12\%$

Lượng cát: $C=100-49-12=39\%$

4.15. Tính toán thành phần vật liệu khoáng cho bê tông asphan, biết kết quả sàng thí nghiệm vật liệu như sau:

Vật liệu	Lượng lọt trên các cỡ sàng % (mm)									
	20	15	10	5	3	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Đá dăm	100	100	80	15						
Đá mịn				100	50	30	10	10		
Cát	-	-	-	100	40	20	10			
Bột đá	-	-	-	-	-	-	-	-	100	80
Lượng lọt qua sàng theo T/C	100	95-100	70-100	45-65	24-38	17-30	12-20	9-15	6-14	4-10

Bài giải

Lượng đá dăm: $D=45/85=53\%$

Lượng bột đá: $B_d=7/80=8.7\%$

Lượng cát+ đá mịn: $C+M=100-53-8.7=38.3\%$ (1)

Tại mắt sàng 1.25mm ta có: $M*0.30+C*0.20+0.07=0.383$ (2)

Giải hệ 1 và 2 ta có: $M=23.6\%$

$C=14.7\%$

4.16. Tính toán thành phần vật liệu khoáng cho bê tông asphan, biết kết quả sàng thí nghiệm vật liệu như sau:

Vật liệu	Lượng lọt trên các cỡ sàng % (mm)									
	20	15	10	5	3	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Đá dăm	100	90	75	10						

Đá mặt				100	80	40	20	10	5	
Cát	-	-	-	100	80	45	20	10	5	
Bột đá	-	-	-	-	-	100	100	95	92	85
Lượng lọt qua sàng theo T/C	95-100	88-100	80-100	65-80	52-66	39-53	29-40	15-28	12-20	8-14

Bài giải

Lượng đá mặt: $D=27.5/90=30\%$

Lượng bột đá: $B_d=11/85=13\%$

$M+C=100-30-13=57\%$

$D=1.25\text{mm}$ có: $C*0.45+M*0.4+0.13=0.46$

Giải 1 và 2 ta được $C=20\%$

$M=37\%$

4.17. Với vật liệu khoáng có thành phần hạt như sau:

Vật liệu	Lượng lọt trên các cỡ sàng % (mm)									
	20	15	10	5	2.5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Đá dăm	100	75	60	10						
Cát	100	100	100	100	80	50	30	20	5	0
Bột đá	100	100	100	100	100	100	100	100	90	80
Lượng lọt qua sàng theo T/C	95-100	81-89	67-75	43-57	31-44	22-33	16-24	12-18	8-13	5-10

Và thành phần hỗn hợp khoáng theo tính toán sơ bộ là:

$D=50\%$; $C=40\%$; $B=10\%$

Hãy kiểm tra thành phần cấp phối của hỗn hợp vật liệu khoáng

Bài giải

Lượng hạt tại mắt sàng X được tính như sau:

$L_X=D_X*D+C_X*C+M_X*M+B_{DX}*B_D$. Điều kiện phù hợp là $L_{max} \geq L_X \geq L_{min}$.

L_{max} và L_{min} là lượng lọt sàng lớn nhất và nhỏ nhất theo tiêu chuẩn. Kết quả tính toán L_X như sau: 100, 87.5, 80, 55, 42, 30, 22, 18, 11, 8.

Kết luận hỗn hợp đã chọn phù hợp với tiêu chuẩn về thành phần hạt

4.18. Với vật liệu khoáng có thành phần hạt như sau:

Vật liệu	Lượng lọt trên các cỡ sàng % (mm)									
	20	15	10	5	2.5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Đá dăm	100	75	60	10						
Đá mặt	100	100	100	100	75	38	24	15	5	0
Cát	100	100	100	100	90	65	47	20	10	0

Bột đá	100	100	100	100	100	100	100	100	90	80
Lượng lọt qua sàng theo T/C	95-100	81-89	67-75	43-57	31-44	22-33	16-24	12-18	8-13	5-10

Và thành phần hỗn hợp khoáng theo tính toán sơ bộ là:

$D=52\%$; $M=25\%$; $C=13\%$; $B=10\%$

Hãy kiểm tra thành phần cấp phối của hỗn hợp vật liệu khoáng

Bài giải

Tính lượng lọt qua sàng của hỗn hợp vật liệu khoáng tại $X=20\text{mm}$ đến $X=0.071\text{mm}$

Ví dụ: $L_{20}=0.52*100+0.25*100+0.13*100+0.1*100=100$

$L_{0.071}=0.52*0+0.25*0+0.13*0+0.1*80=8$

Thành phần hạt của hỗn hợp vật liệu khoáng theo các đường kính tương đương như sau: 100, 87.5, 80, 55, 40.4, 28, 22.1, 14, 10.25, 8

Hỗn hợp đã lựa chọn có thành phần hạt phù hợp với tiêu chuẩn.

4.19. Kết quả thí nghiệm hỗn hợp bê tông át phan cho kết quả như sau: Hỗn hợp vật liệu khoáng có tỷ lệ $D/C/Bđ=0.55/0.4/0.5$, khối lượng riêng 2,65. Bitum loại 60/70 có khối lượng riêng 1,028. Khi lượng bitum thay đổi theo 5 cấp: 4; 4,5; 5; 5,5; 6 thì khối lượng riêng của bê tông át phan là: 2,31; 2,30; 2,32; 2,31 và 2,315. Thể tích của bitum là: 8,68; 9,77; 10,96; 12,08 và 13,20. Thể tích vật liệu khoáng là: 83,7; 83,0; 83,1; 82,5 và 82,0. độ rỗng của vật liệu khoáng: 16,3; 17,0; 16,9; 17,5 và 18. Độ ổn định Mashall là: 15,8; 16,8; 15,8; 14,1 và 13,1. Độ dẻo Mashall: 2,78; 3,80; 3,2; 3,5 và 4,1. Hãy lựa chọn lượng bitum tối ưu với yêu cầu khối lượng riêng của bê tông là: 2,32. Độ ổn định Mashall là: 15. Độ dẻo là: 3,3. Độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng: 17,2.

Bài giải

Lập 4 biểu đồ quan hệ giữa lượng bitum và khối lượng riêng, độ ổn định, độ dẻo của bê tông át phan và độ rỗng của hỗn hợp vật liệu khoáng. Có $B1=B2=5,2$; $B3=B4=5,3$. Vậy $B=(5,2+5,3)/2=5,25$

Hàm lượng bitum tối ưu thỏa mãn yêu cầu của phương pháp Mashall là: 5,25% so với khối lượng vật liệu khoáng.

5. Vật liệu thép

5.1. Thí nghiệm kéo mẫu thép có đường kính $\phi_0=15\text{ mm}$ và chiều dài tính toán là 150 mm, nó bị phá hoại ở tải trọng $P_B=12000\text{ daN}$, mẫu bị chảy ở tải trọng $P_1=6000\text{ daN}$, độ dài phân công tác của mẫu sau thí nghiệm là $L_1=191\text{ mm}$ và đường kính là $\phi_1=9,75\text{ mm}$. Xác định mác của thép.

Bài giải

Diện tích của mẫu $F=3.14. (1.5)^2/4=1.766\text{cm}^2$

Giới hạn chảy $\sigma_c = \frac{6000}{1.766} = 3397 daN / cm^2$

Cường độ giới hạn: $\sigma_{gh} = \frac{12000}{1.766} = 6795 daN / cm^2$

Độ kéo dài tương đối: $\delta = 27.4\%$

Độ thắt hẹp tương đối: $\psi = 57\%$

Tra bảng mác thép theo TCVN ta có loại thép thí nghiệm có mác CT₆₁.

5.2. Mẫu cốt thép đem thí nghiệm kéo có đường kính $\phi_0 = 12\text{mm}$, chiều dài $L_0 = 100\text{mm}$. Thí nghiệm tải trọng theo ASTM có lực kéo chảy $P_1 = 7300 daN$, tải trọng phá hoại $P_B = 10200 daN$, độ dài của mẫu tại giới hạn chảy $L_1 = 105 mm$ và sau khi thí nghiệm $L_B = 6,7\text{mm}$.

Xác định giới hạn chảy, cường độ giới hạn khi kéo đứt và mác của thép.

Bài giải

Diện tích: $F = 3.14 \cdot (1,2)^2 / 4 = 1.1304\text{cm}^2$

Giới hạn chảy $\sigma_c = \frac{7300}{1.1304} = 6458 daN / cm^2 = 645.8\text{MPa}$

Giới hạn phá hoại: $\sigma_{ph} = \frac{10200}{1.13} = 9020 daN / cm^2 = 902\text{MPa}$

Độ kéo dài tương đối: $\delta = 15\%$

Tra bảng mác thép theo ASTM ta có loại thép thí nghiệm có mác A615 cấp độ 60.

5.3. Thép CT₃, CT₅ và thép Crôm có cường độ giới hạn khi kéo là $76 daN/mm^2$. Xét xem chúng có độ cứng theo Brinen là bao nhiêu?

Bài giải

Theo bảng 7.1 xét thép CT₃ có giới hạn chịu kéo là $49 daN/mm^2$ và thép CT₅ là $64 daN/mm^2$. Theo thực nghiệm $\delta B = 0.36\text{HB}$. Độ cứng của thép CT₃ là $126 daN/mm^2$, thép CT₅ là $161 daN/mm^2$ và thép Crôm là $230 daN/mm^2$

5.4. Dùng máy ép Brinen để thí nghiệm theo độ cứng của thép. Đường kính hòn bi $D = 10\text{mm}$, với tải trọng $300 daN$ ta nhận được 3 vết trên thép với các đường kính sau: $5,0; 5,15; 5,12\text{mm}$. Xác định cường độ giới hạn của thép, mác của thép.

Bài giải

$D_{TB} = 5.12\text{mm}$, diện tích của vết $F = 22\text{mm}^2$, độ cứng $\text{HB} = 136 daN/mm^2$, cường độ của thép $= 0.36 * 136 = 48 daN/mm^2$. Theo bảng 7.1 mác của thép là CT38.

5.5. Để phá hoại một mẫu thép tiêu chuẩn có tiết diện $1 \times 1 \text{ cm}$ và chiều dài $5,5 \text{ cm}$ phải mất một công $A = 12,21 daN.m$ (thực hiện trên giá con lắc).

Khi thí nghiệm đập vào vết trên mẫu và chiều sâu của vết là $0,2\text{cm}$.

Xác định khả năng chịu và đập của thép.

Bài giải

Khả năng chịu va đập $a_n = 12.21 / 0.8 * 1 = 15.2 \text{ daN.m/cm}^2$

5.6. Để kéo sơ bộ cốt thép CT₅ người ta đốt nóng lên bằng dòng điện. Xác định độ kéo dài cần thiết của cốt thép đến khi tạo nên ở trong cốt thép đó một cường độ có trị số bằng 85% giới hạn chảy. Cho độ dài ban đầu $L_0 = 2,5\text{m}$.

Bài giải

Độ kéo dài tính theo công thức: $\Delta l = \sigma_0 * l_0 / E = 0.85 * 2500 * 250 / 2100000 = 0.26\text{cm}$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Tính toán các đặc trưng vật lý và cơ học của vật liệu;
2. Tính toán các đặc trưng vật lý của các chất kết dính vô cơ;
3. Tính toán các đặc trưng vật lý và cơ học của bê tông xi măng;
4. Tính toán các đặc trưng vật lý và cơ học của bê tông asphalt;
5. Tính toán các đặc trưng cơ học của vật liệu thép xây dựng.

Chương 8

THÍ NGHIỆM CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

1. Đánh giá mức độ phù hợp của bê tông trong thi công cầu đường

1.1. Chuẩn bị mẫu:

Số lượng mẫu thí nghiệm lấy theo khối lượng bê tông thi công.

Đối với mẻ trộn nhỏ hơn 1m^3 : 3 mẫu thử

Đối với mẻ trộn nhỏ hơn 20m^3 : 6 mẫu thử lấy ở hai thời điểm khác nhau

Đối với mẻ trộn nhỏ hơn 100m^3 : 9 mẫu thử từ 3 vị trí khác nhau ngẫu nhiên.

Đối với mẻ trộn lớn hơn 100m^3 : Cần lấy ít nhất là 8 mẫu thử trong một ngày thi công

1.2. Yêu cầu về thử nghiệm

Bê tông sản xuất hàng ngày đều phải thử nghiệm về cường độ và độ sụt ở mọi bộ phận của kết cấu theo yêu cầu của dự án. Nhà thầu có nhiệm vụ thực hiện các thí nghiệm và bảo quản nếu cần.

1.3. Yêu cầu về cường độ

Cường độ chịu nén giới hạn của bê tông được xác định dựa trên các mẫu thử và quy định thí nghiệm theo tiêu chuẩn AASHTO T141 (ASTM C172) và AASHTO T23 (ASTM C31). Các mẫu thử hình trụ trong phòng thí nghiệm tuân theo tiêu chuẩn AASHTO T126 (ASTM C39).

Thí nghiệm é n mẫu hình trụ được thực hiện theo các yêu cầu kỹ thuật của AASHTO T22 (ASTM C39)

*** Cường độ chịu nén và chịu uốn**

Giá trị cường độ tại hiện trường là trung bình của 4 kết quả liên tiếp lấy từ thí nghiệm cường độ bê tông tuổi 28 ngày, trong đó không có kết quả nào thấp hơn cường độ tối thiểu quy định trong mục 1.1.2. Trong trường hợp không phù hợp với yêu cầu này thì tất cả các lượt trộn được đại diện bởi các mẫu này được xem như không đạt cường độ yêu cầu.

Nếu vào bất cứ thời gian nào, giá trị trung bình của 4 kết quả bất kỳ liên tiếp lấy từ thí nghiệm cường độ bê tông 7 ngày mà dưới 70% giá trị tối thiểu đã quy định cho tuổi 28 ngày đối với cường độ chịu nén và dưới 80% đối với cường độ chịu uốn thì hàm lượng xi măng phải tăng ít nhất 20 kg cho 1m^3 bê tông mà không được thanh toán thêm cho đến khi những điều chỉnh cần thiết về thành phần bê tông được chấp nhận sau khi đã kiểm tra cường độ tuổi 28 ngày.

*** Cường độ đặc trưng**

Cường độ đặc trưng của loại bê tông được xác định ngay sau khi có 30 kết quả thí nghiệm đầu tiên của mỗi loại bê tông.

Cường độ đặc trưng được tính theo công thức sau:

$$X_0 = \bar{X} - k.S$$

Trong đó: X_0 – cường độ đặc trưng.

\bar{X} - Giá trị trung bình hoặc mức trung bình của hàng loạt các kết quả

k – hệ số, phụ thuộc vào tỷ lệ % các kết quả đạt được dưới cường độ đặc trưng.

S – hệ số độ lệch tiêu chuẩn tính theo phương trình sau:

$$S = \left[\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

X_i – kết quả cá biệt

N – số kết quả.

Các kết quả của hệ số k là:

Tỷ lệ % các kết quả đạt dưới giá trị tối thiểu	Giá trị của hệ số k
0.1	3.09
0.6	2.50
1.0	2.33
2.5	1.96
5.0	1.64

Nếu cường độ đặc trưng đã được xác định thấp hơn cường độ chịu lực tối thiểu tại công trường, Nhà thầu phải tăng ít nhất 20 kg xi măng cho 1m³ bê tông mà không được thanh toán thêm cho đến khi đã tiến hành các điều chỉnh về các tỷ lệ trộn hoặc tiến hành các biện pháp nâng cao kiểm tra chất lượng để làm tăng cường độ trung bình hoặc giảm sự thay đổi để đạt yêu cầu của Tư vấn.

Trong trường hợp các kết quả về cường độ chịu nén không đạt các yêu cầu hoặc trong trường hợp có kết quả nghi ngờ, Kỹ sư phải tiến hành kiểm tra cường độ chịu nén của mẫu bằng các thí nghiệm nén mẫu đã tiến hành trên

các mẫu thí nghiệm được lấy bằng cách khoan lõi ở những điểm phù hợp do Kỹ sư chỉ định trên kết cấu đã thi công.

Các thí nghiệm này phải được một cơ quan có đủ năng lực thực hiện. Nếu các thí nghiệm đó cho thấy cường độ phù hợp với các yêu cầu quy định thì bê tông được xem là thích hợp. Nếu các thí nghiệm đó cho kết quả không đạt yêu cầu, Kỹ sư có thể yêu cầu Nhà thầu loại bỏ và sửa lại các lõi đó bằng chi phí của Nhà thầu.

- Bảo quản các mẫu thí nghiệm

Chi phí lấy mẫu thí nghiệm và thực hiện các thí nghiệm gồm chi phí đóng kiện, chi phí vận chuyển từ công trường đến phòng thí nghiệm là một phần trong giá dự thầu. Nhà thầu phải chịu trách nhiệm phòng tránh các hư hỏng mẫu thí nghiệm trong quá trình bốc xếp và vận chuyển.

- Ghi chép: Các ghi chép kết quả thí nghiệm phải được Kỹ sư lưu giữ nhưng Nhà thầu có thể yêu cầu cho biết kết quả đó vào bất kỳ thời điểm nào. Nhà thầu chịu trách nhiệm thực hiện các điều chỉnh cần thiết để tạo ra bê tông đáp ứng tiêu chuẩn kỹ thuật và kết quả thí nghiệm phải chứng minh bê tông có thể đáp ứng hoặc không đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật.

2. Phương pháp siêu âm xác định tính đồng nhất của bê tông trong cọc khoan nhồi

2.1. Phạm vi áp dụng

Phương pháp này áp dụng cho việc kiểm tra chất lượng bê tông cọc khoan nhồi bằng phương pháp xung siêu âm, áp dụng cho các móng bê tông khác có đặt sẵn các ống đo siêu âm như: Giếng chìm, tường trong đất, cọc ba-ret và các móng khối bê tông chôn trong đất.

Kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi bằng phương pháp xung siêu âm là phương pháp kiểm tra không phá hủy cho phép xác định tính đồng nhất và khuyết tật của bê tông trong phạm vi từ điểm phát đến đầu thu siêu âm.

Trong mọi trường hợp khuyết tật của bê tông cọc khoan nhồi hoặc cấu kiện móng được phát hiện bằng phương pháp xung siêu âm cần được hiểu đây là sự cảnh báo hoặc sự xác định khuyết tật trong bê tông. Để khẳng định và đánh giá đặc điểm khuyết tật cần kết hợp thực hiện thêm các phương pháp khác như: khoan lấy mẫu ở lõi bê tông, thí nghiệm nén mẫu bê tông.

2.2. Phương pháp chung

Thí nghiệm kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi bằng phương pháp xung siêu âm có thể được thí nghiệm ở 2 giai đoạn: Thi công cọc thử, thi công cọc đại trà

Thí nghiệm kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi bằng phương pháp xung siêu âm ở giai đoạn thi công cọc thử được tiến hành trước khi thi công đại trà. Kết quả thí nghiệm là một trong những cơ sở để lựa chọn thiết bị và công nghệ thi công cọc.

Thí nghiệm kiểm tra chất lượng cọc khoan nhồi bằng phương pháp xung siêu âm ở giai đoạn thi công cọc đại trà được tiến hành trong thời gian thi công công trình hoặc sau khi thi công xong cọc. Kết quả thí nghiệm là một trong những cơ sở cần thiết để đánh giá tổng thể về chất lượng thi công cọc.

Số lượng cọc cần tiến hành kiểm tra bằng phương pháp xung siêu âm được lựa chọn tùy theo từng giai đoạn. Trong giai đoạn thi công cọc thử số lượng cọc được kiểm tra là tất cả các cọc có thực hiện các phương pháp kiểm tra sức chịu tải của cọc bằng tải trọng tĩnh hoặc tải trọng động. Trong giai đoạn thi công cọc đại trà số lượng cọc có đặt ống siêu âm được quy định tối thiểu bằng 50% tổng số lượng cọc có trong công trình, trong đó số lượng cọc cần tiến hành kiểm tra được xác định một cách ngẫu nhiên và lấy ít nhất bằng 25% tổng số lượng cọc có trong công trình.

Thời gian bắt đầu thí nghiệm phương pháp xung siêu âm trên một cọc khoan nhồi hoặc một cấu kiện móng chỉ có thể thực hiện được tối thiểu sau 7 ngày tính từ khi kết thúc đổ bê tông ở cọc hoặc cấu kiện móng đó.

Thiết bị thí nghiệm phải được kiểm tra và hiệu chuẩn định kỳ theo quy định của cơ quan có thẩm quyền cấp phép.

Người thực hiện thí nghiệm phải được đào tạo về phương pháp thí nghiệm và được cơ quan có thẩm quyền cấp phép chứng chỉ xác nhận.

2.3. Thuật ngữ

Tính đồng nhất của bê tông “Là đặc tính của vùng bê tông đặc chắc có chất lượng đồng đều. Trong phương pháp xung siêu âm tính đồng nhất của bê tông thể hiện ở sự ổn định và đồng đều của vận tốc truyền xung qua bê tông được kiểm tra theo phương dọc trục và phương ngang trục”.

Khuyết tật của bê tông “Là vùng bê tông không đặc chắc hoặc có chất lượng thay đổi lớn theo chiều giảm. Trong phương pháp xung siêu âm

khuyết tật của bê tông thể hiện ở vùng vận tốc truyền xung qua bê tông bị giảm đột ngột (thường giảm hơn 20%)”.

Mặt cắt thí nghiệm “Là tập hợp các giá trị đo được về thời gian, biên độ và tần số của xung siêu âm truyền qua bê tông giữa một điểm phát và một điểm thu tại các độ sâu khác nhau dọc theo chiều dài thân cọc.

2.4. Thiết bị thí nghiệm

Đầu đo: Đầu phát có khả năng biến đổi những dao động điện thành các dao động cơ học với đầu số cao.

Đầu thu có chức năng biến đổi những dao động cơ học do đầu phát phát ra thành những tín hiệu điện.

Các đầu phát và đầu thu có yêu cầu như nhau về kích thước (đường kính của đầu đo từ 25-30mm) về khả năng chống thấm và tần số dao động. Thông thường tần số xung của đầu đo nằm trong phạm vi từ 20kHz đến 100kHz.

Bộ phận đo chiều dài: Bánh xe tốc độ kéo có chức năng đo chiều dài của đầu mỗi mặt cắt thí nghiệm theo nguyên lý cảm ứng từ hoặc hiệu ứng quang điện. Khi thí nghiệm tốc độ kéo của đầu đo được quy định phù hợp theo khả năng của mỗi loại máy khác nhau. Sai số cho phép của phép đo độ sâu được chọn lấy giá trị nào lớn hơn trong hai giá trị sau: 1/500 chiều sâu ống đo hoặc 5cm.

Hai cuộn dây cáp tín hiệu nối với đầu phát và đầu thu để truyền tín hiệu từ đầu đo lên khối máy tính chính trên suốt chiều dài mặt cắt thí nghiệm. Các cuộn dây cáp điện và cáp tín hiệu còn lại nối bộ phận đo tốc độ kéo với khối máy tính.

Bộ phận lưu trữ và biểu thị số liệu: Khối máy tính là một máy tính gồm có: Màn hình hiển thị số liệu, các đĩa cứng chứa chương trình điều khiển và lưu trữ số liệu thí nghiệm, các nút điều khiển và bàn phím thao tác.

Yêu cầu về dung lượng và bộ nhớ của máy phải đủ lớn, số liệu thí nghiệm phải được tự động cập nhật và truyền tải từ máy tính để xử lý và lưu trữ lâu dài. Các thông tin thu được ngay trong quá trình thí nghiệm phải được hiển thị dưới dạng biểu bảng hoặc đồ thị.

2.5. Yêu cầu về lắp đặt ống siêu âm

Ống siêu âm để thả đầu đo được làm bằng thép hoặc nhựa có đường kính phù hợp với kích thước của đầu đo, ống được chôn sẵn trong bê tông. Đường kính mỗi ống thí nghiệm được chọn nằm trong phạm vi từ 50mm đến 60mm,

chiều dày của thành ống chọn từ 2mm đến 6mm và phải tính toán đảm bảo khả năng chịu áp lực (cả áp lực thẳng và áp lực ngang). Đầu dưới của ống được bịt kín, đầu trên có nắp đậy.

Các đoạn ống đo siêu âm có thể hàn hoặc buộc chặt vào phía trong của lồng cốt thép, khoảng cách giữa các mối hàn hoặc buộc phải đảm bảo ổn định trong quá trình đổ bê tông. Các ống này được đặt song song dọc theo suốt chiều dài thân cọc, đáy của các ống đo được đặt ở cùng một cao độ và sát đáy hố khoan. Việc liên kết giữa các đoạn ống phải đảm bảo kín khít không cho nước bắn hoặc các tạp chất lọt vào trong ống.

Phía trong các ống dùng đo siêu âm phải được kiểm tra thông suốt và đổ đầy nước sạch khi tiến hành đổ bê tông.

Số lượng các ống đo được quy định tùy thuộc và kích thước cấu kiện móng cần thí nghiệm. Đối với mọi cấu kiện móng khoảng cách giữa tâm hai ống kế tiếp nhau để thả đầu đo nên bố trí trong khoảng từ 0.3m đến 1.5m.

Đặt cọc khoan nhồi có đường kính cọc là (Φ) thì số lượng ống đo dự tính cho một cọc như sau:

- a. 2 ống khi $\Phi \leq 60\text{cm}$ (góc giữa các ống là 180^0)
- b. 3 ống khi $60 < \Phi \leq 100\text{cm}$ (góc giữa các ống là 120^0)
- c. ≥ 4 ống khi $\Phi > 100\text{cm}$ (góc giữa các ống là 90^0)

Có thể tham khảo các sơ đồ bố trí ống đo siêu âm đối với các cấu kiện móng khác nhau trong phụ lục A

2.6. Thí nghiệm tại hiện trường

Công tác chuẩn bị thí nghiệm: Trước khi thí nghiệm cần thu thập các thông tin liên quan đến cọc hoặc các cấu kiện móng thí nghiệm như sau:

- a. Tên công trình, hạng mục
- b. Vị trí cọc hoặc cấu kiện móng trên bản vẽ thi công
- c. Cao độ đáy cọc hoặc cấu kiện móng
- d. Diện tích mặt cắt ngang của cọc hoặc cấu kiện móng
- e. Ngày đổ bê tông
- f. Số lượng ống đo siêu âm được đặt trong một cọc hoặc cấu kiện móng
- g. Các sự cố trong quá trình đổ bê tông (nếu có)

ống được cắt hở ra, đầu ống phía trên phải cao hơn mặt bê tông ít nhất là 0.2m. Cần kiểm tra độ thông suốt của các ống đo trước khi tiến hành thí nghiệm. Xác định cao độ mép trên của các ống và khoảng cách giữa tâm các

ống theo tổ hợp các mặt cắt cần tiến hành thí nghiệm. Trong trường hợp không thể đo được trực tiếp khoảng cách giữa tâm các ống thì cho phép xác định theo bản vẽ thiết kế. Vị trí của các ống phải được thể hiện trên bản vẽ có đánh số thứ tự theo chiều kim đồng hồ và hướng Bắc Nam

Tiến hành thí nghiệm

a. Lắp đặt và kết nối thiết bị cho thí nghiệm. Sau khi việc kết nối hoàn thành kiểm tra nguồn điện và khởi động máy

b. Hiệu chỉnh tín hiệu thu phát khi bắt đầu thí nghiệm được đảm bảo hai điều kiện sau: Đầu thu và đầu phát được thả vào trong lòng ống đo, tại một độ sâu dự định để điều chỉnh tín hiệu các đầu đo này phải đặt luôn cùng một cao độ: Tín hiệu được điều chỉnh sao cho thời gian xung siêu âm từ điểm phát đến điểm thu là tối thiểu và biên độ thu được của tín hiệu là lớn nhất

c. Trong quá trình thí nghiệm đầu đo dịch chuyển từ đáy lên đỉnh cọc. Cả đầu thu và đầu phát cùng được kéo lên với một vận tốc tính trước phù hợp với chiều dài cọc và khả năng của thiết bị, các ống đo phải đảm bảo luôn đầy nước, tín hiệu xung siêu âm được hiển thị trên màn hình theo chiều dài của mỗi mặt cắt thí nghiệm và được ghi lại thành tệp số liệu. Kết quả thí nghiệm thu được thông thường bao gồm các số liệu cơ bản sau: Thời gian truyền xung, tần số, biên độ xung tại các độ sâu thí nghiệm từ điểm phát đến điểm thu; Chiều dài của mỗi mặt cắt thí nghiệm.

2.7. Đánh giá kết quả thí nghiệm

Trên cơ sở các kết quả đo khoảng cách giữa tâm hai đầu đo và thời gian truyền xung giữa hai đầu đo đó, vận tốc truyền xung siêu âm trong bê tông tại một độ sâu thí nghiệm được tính theo công thức:

$$V = \frac{L}{T}$$

trong đó: V- Vận tốc truyền xung siêu âm, m/s

L- khoảng cách giữa tâm hai đầu đo, m

T- Thời gian truyền xung siêu âm qua chiều dài L, s

Ghi chú: Trong trường hợp khoảng cách giữa tâm hai đầu đo $\leq 30\text{cm}$, cần chú ý đến giá trị vận tốc truyền xung trong bê tông có thể bị ảnh hưởng đáng kể do sai số khi xung siêu âm phải truyền qua môi trường nước và vật liệu làm ống siêu âm.

Sai số về thời gian truyền xung thu được theo các độ sâu khác nhau sau khi đã hiệu chỉnh không vượt quá 1%, sai số biên độ xung không vượt quá 5%. Phần mềm để xử lý kết quả phải có khả năng loại bỏ nhiễu trong kết quả thí nghiệm (Phụ lục C).

Tại hiện trường có thể sơ bộ đánh giá kết quả đo về tính đồng nhất của bê tông cọc dựa theo biểu đồ tín hiệu thời gian hoặc vận tốc truyền xung siêu âm thu được theo suốt chiều dài mặt cắt thí nghiệm. Khi có sự giảm vận tốc truyền xung (giảm $\geq 20\%$) hoặc tăng thời gian truyền xung (tăng $\geq 20\%$), thì phải thí nghiệm lại ở cao độ của vị trí đó để khẳng định khuyết tật.

Để đánh giá tính đồng nhất mà vị trí khuyết tật của bê tông cọc khoan nhồi hoặc cấu kiện móng thí nghiệm nên kết hợp các đặc trưng của xung siêu âm ghi nhận như: Vận tốc, năng lượng, thời gian truyền xung siêu âm. Phương pháp đánh giá được tham khảo trong phụ lục C.

2.8. Báo cáo kết quả thí nghiệm

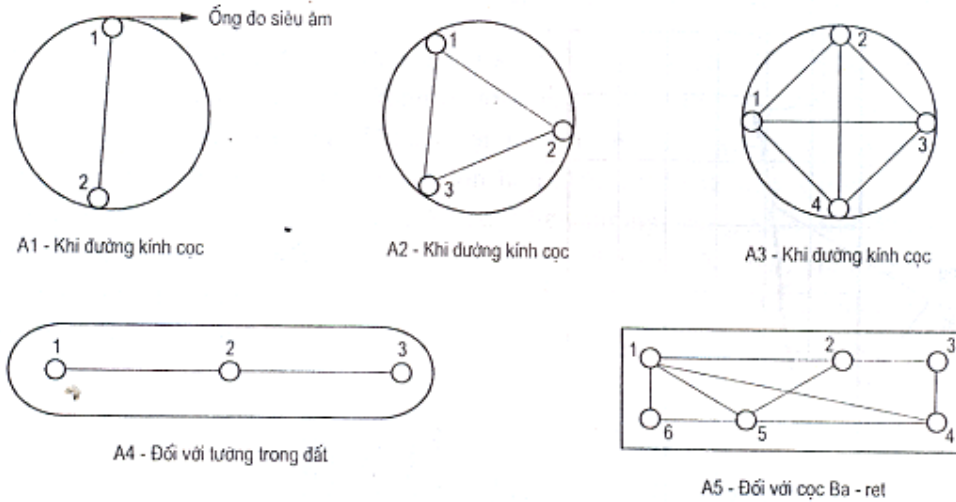
Báo cáo kết quả thí nghiệm nêu được các nội dung chính sau đây:

- a. Mở đầu
- b. Phương pháp thí nghiệm
- c. Thiết bị thí nghiệm (tính năng thiết bị, phạm vi hoạt động, hãng chế tạo, thời hạn kiểm định hiệu chuẩn cho phép sử dụng)
- d. Đánh giá kết quả thí nghiệm (tính đồng nhất của bê tông dọc theo chiều dài cọc, phạm vi nghi ngờ khuyết tật nếu có...)
- e. Kết luận và kiến nghị

Phụ lục (các biểu đồ vận tốc truyền xung siêu âm theo các mặt cắt thí nghiệm đo được, xem phụ lục B)

Phụ lục A

Vị trí ống đo siêu âm đối với cấu kiện móng khác nhau

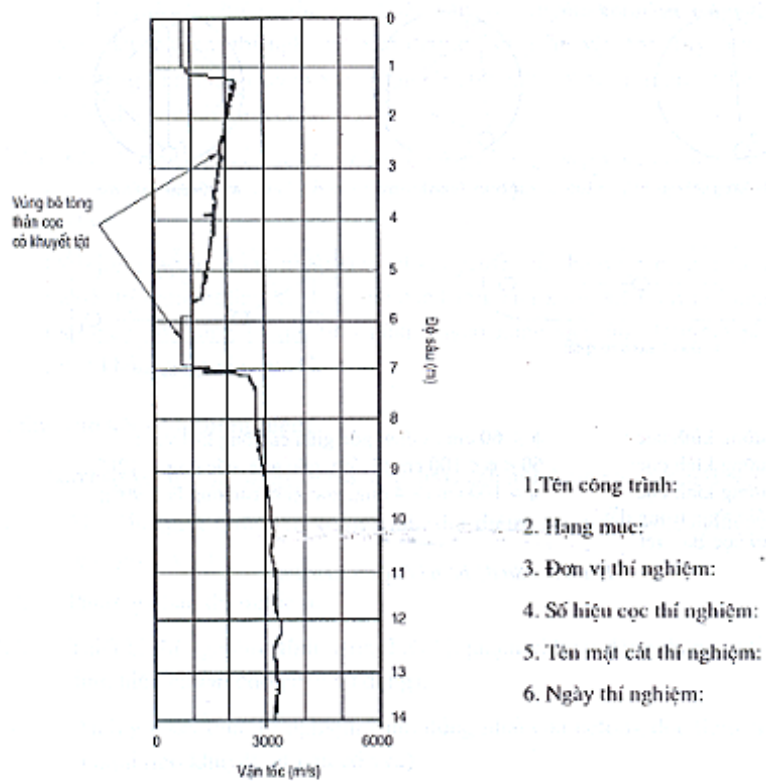


- A1 - Khi đường kính cọc : $\phi \leq 60$ cm (2 ống, góc giữa các ống là 180°);
 A2 - Khi đường kính cọc: $60 < \phi \leq 100$ cm (3 ống, góc giữa các ống là 120°);
 A3 - Khi đường kính cọc: $\phi > 100$ cm (≥ 4 ống, góc giữa các ống là $\leq 90^\circ$);
 A4 - Đối với tường trong đất
 A5 - Đối với cọc Ba - ret.

Hình A - Sơ đồ bố trí ống đo siêu âm.

Phụ lục B

Biểu đồ vận tốc truyền xung siêu âm

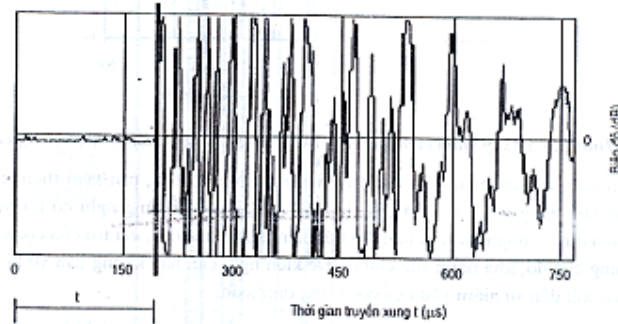


Hình B - Biểu đồ vận tốc truyền xung siêu âm.

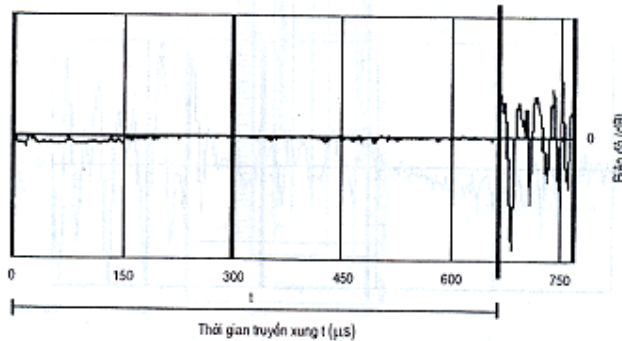
Phụ lục C

Xác định tính đồng nhất và khuyết tật của bê tông

Xác định tính đồng nhất và khuyết tật của bê tông theo các đặc trưng của xung siêu âm



Hình C1- Biểu đồ xung siêu âm truyền qua vùng bê tông không có khuyết tật.



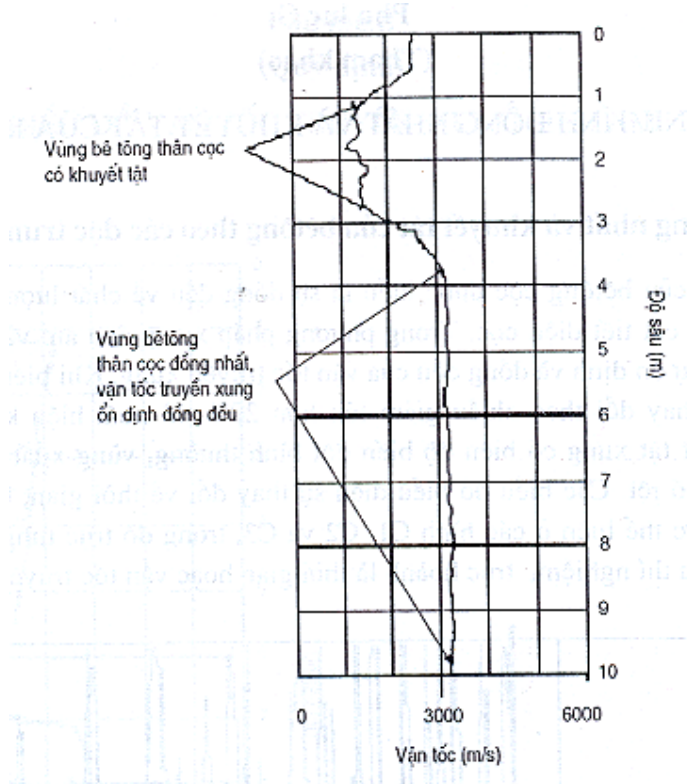
Hình C2- Biểu đồ xung siêu âm đi qua vùng bê tông có khuyết tật, biên độ giảm thời gian truyền xung tăng mạnh.

Tính đồng nhất của bê tông cọc được hiểu là sự đồng đều về chất lượng bê tông theo chiều dài thân cọc và mặt cắt tiết diện cọc. trong phương pháp xung siêu âm vùng bê tông có tính đồng nhất thể hiện ở sự ổn định và đồng đều của vận tốc truyền xung. Khi biểu đồ vận tốc truyền xung siêu âm có sự thay đổi theo chiều giảm lớn hơn 20% thì xuất hiện khuyết tật. Vùng bê tông không có khuyết tật xung có biên độ biến đổi bình thường, vùng xuất hiện khuyết tật biên độ xung suy giảm rõ rệt. Các biểu đồ biểu diễn sự thay đổi về thời gian, biên độ xung và vận tốc truyền xung được thể hiện ở các hình C1, C2 và C3, trong đó trục tung của biểu

đồ là biên độ xung hoặc độ sâu thí nghiệm, trục hoành là thời gian hoặc vận tốc truyền xung.

Hình C1: Biểu đồ xung siêu âm truyền qua vùng bê tông không có khuyết tật

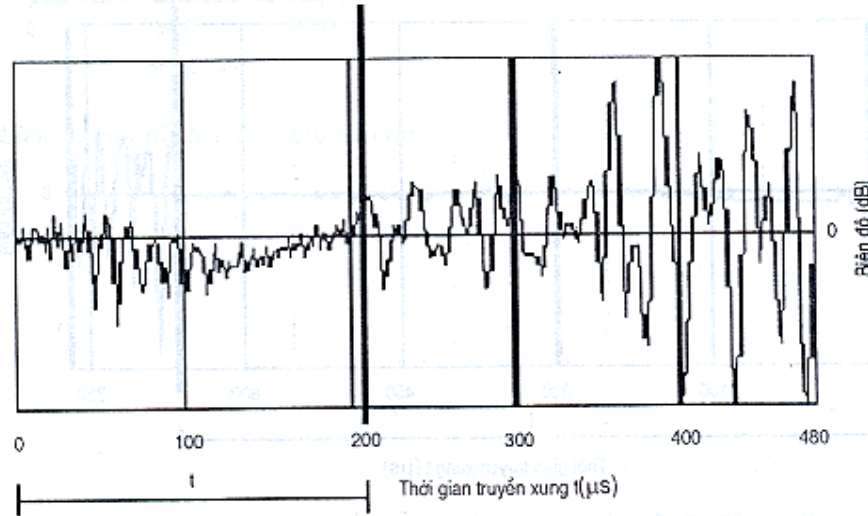
Hình C2: Biểu đồ xung siêu âm truyền qua vùng bê tông có khuyết tật, biên độ giảm thời gian truyền xung tăng mạnh.



Hình C3: Suy giảm của vận tốc truyền xung siêu âm trong vùng bê tông có khuyết tật

Khi mức độ suy giảm vận tốc truyền xung lớn hơn 20%, cần xem thêm các nguyên nhân khác như khả năng và điều kiện chịu lực của cọc, phạm vi vùng nghi có khuyết tật của cọc cả theo chiều đứng cũng như trên toàn bộ tiết diện ngang của cọc, vai trò của cọc có khuyết tật và của cả móng cọc đó, khả năng chữa... Để kiến nghị cần hay không cần xử lý và phương pháp xử lý hoặc xét đến sự giảm yếu của cọc trong tính toán.

Trong quá trình sử lý kết quả thí nghiệm cần phân biệt để sử lý hoặc loại bỏ các xung bị ảnh hưởng do nhiễu (hình C4)

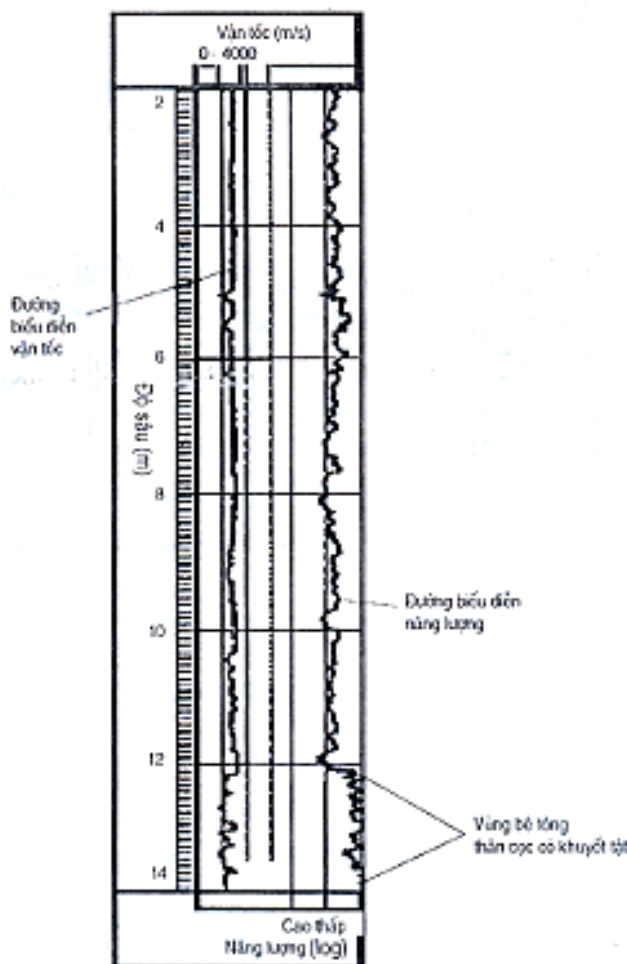


Hình C4 - Biểu đồ xung siêu âm bị ảnh hưởng do nhiễu.

Kết hợp giữa năng lượng và vận tốc truyền xung sẽ cho phép người thí nghiệm đánh giá một cách có hiệu quả về khả năng xuất hiện khuyết tật trên thân cọc khoan nhồi cũng như các cấu kiện móng bê tông khác

Năng lượng truyền xung siêu âm là một giá trị do sự vận động của môi trường mà xung truyền qua. Năng lượng truyền xung được tính bằng tích phân các số liệu thu được trong một khoảng sử dụng mà nó chỉ ra trong bộ đếm dữ liệu. Năng lượng truyền xung được tính bằng Volt-giây, nhưng trong thực tế giá trị thực bị bỏ qua. Năng lượng thực tế được truyền và nhận bởi phần cứng của thiết bị rất khó để đánh giá một cách định lượng, vì vậy nó chỉ được đánh giá một cách định tính hoặc tương đối. Thông thường giá trị năng lượng được biểu thị theo biểu đồ logarit.

Từ biểu đồ biến thiên năng lượng truyền xung siêu âm tại các độ sâu thí nghiệm (hình C5), sự xuất hiện khuyết tật trong bê tông được đánh giá tương ứng với độ giảm 50% năng lượng.



Hình C5- Biểu đồ vận tốc và năng lượng truyền xung siêu âm.

3. Phương pháp kiểm tra khuyết tật cọc bằng phương pháp động biến dạng nhỏ

Khi thí nghiệm động biến dạng nhỏ, xung lực do búa đập lên đầu cọc tạo ra sóng ứng suất lan truyền theo thân cọc xuống phía mũi cọc với vận tốc truyền sóng c , trong đó $c^2 = E/\rho$ là hàm số của mô-đun đàn hồi cọc, E , và tỷ trọng của vật liệu cọc, ρ . Trong quá trình lan truyền xuống phía mũi cọc, sự thay đổi của kháng trở trên thân cọc là một trong những nguyên nhân chính làm sóng ứng suất phản xạ trở lại đầu cọc. Vì sự biến động của kháng trở là do những biến động của diện tích tiết diện hoặc biến động của tính chất vật liệu cọc gây ra nên sóng phản hồi ghi nhận được trong quá trình thí nghiệm biến dạng nhỏ mang thông tin về những biến động nêu trên. Như vậy nguyên lý của phương pháp thí nghiệm động biến dạng nhỏ là sử dụng lý thuyết

truyền sóng ứng suất để phân tích sóng phản xạ đo được khi thí nghiệm, qua đó xác định độ sâu và dự báo mức độ khuyết tật của cọc.

3.1. Phạm vi áp dụng

Phương pháp này được áp dụng cho cọc móng của công trình xây dựng.

Phương pháp động biến dạng nhỏ được áp dụng để phát hiện khuyết tật trên cọc đơn chế tạo bằng bê tông cốt thép hoặc bằng thép, hạ theo phương thẳng đứng hoặc xiên.

Không nên sử dụng phương pháp thí nghiệm này cho cừ ván thép và cho cọc có trên 1 mỗi nối và cọc có đường kính tiết diện lớn hơn 1,5 m.

Không sử dụng phương pháp thí nghiệm này để đánh giá sức chịu tải của cọc.

Ghi chú:

1) Độ sâu thí nghiệm kiểm tra trong điều kiện thông thường khoảng 30 lần đường kính cọc. Trong trường hợp một phần thân cọc nằm trong nước hoặc trong đất rất yếu, có thể kiểm tra đến độ sâu lớn hơn.

2) Khi có đủ căn cứ, phương pháp này có khả năng xác định chiều dài cọc và cường độ bê tông thân cọc.

3.2. Quy định chung

Đề cương thí nghiệm phải được lập và được phê duyệt trước khi bắt đầu thí nghiệm.

Người thực hiện thí nghiệm phải có chứng chỉ xác nhận năng lực chuyên môn về thí nghiệm động biến dạng nhỏ do cơ quan có thẩm quyền cấp.

Thiết bị thí nghiệm phải là loại chuyên dùng cho công tác kiểm tra cọc bằng phương pháp động biến dạng nhỏ. Thiết bị thí nghiệm phải có chứng chỉ hiệu chuẩn định kỳ 2 năm/lần (nếu nhà cung cấp thiết bị không yêu cầu thời gian hiệu chuẩn ngắn hơn).

Cần kết hợp thí nghiệm biến dạng nhỏ với một số phương pháp thí nghiệm khác khi kiểm tra khuyết tật của cọc.

3.3. Tiêu chuẩn viện dẫn

TCXDVN 326 : 2004 "Cọc khoan nhồi - Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu "

3.4. Thuật ngữ

Khuyết tật của cọc (defect): Biến động của kích thước hình học hoặc của mật độ vật liệu cọc.

Vận tốc truyền sóng c (wave speed): Vận tốc sóng ứng suất lan truyền dọc trục cọc phụ thuộc vào tính chất của vật liệu cọc, m/s .

Kháng trở của cọc Z (impedance): Là đại lượng xác định theo công thức $Z = \frac{AE}{c}$, $kN.s/m$, trong đó:

E là mô đun đàn hồi của vật liệu cọc, kN/m^2 ;

A là diện tích tiết diện ngang của cọc, m^2 ;

c là vận tốc truyền sóng ứng suất dọc trục cọc, m/s .

Vận tốc đầu cọc (pile head velocity): Vận tốc theo phương dọc trục cọc đo được tại đầu cọc khi thí nghiệm biến dạng nhỏ, trong phần tiếp theo của tiêu chuẩn này được gọi tắt là vận tốc.

Phương pháp phản xạ xung (pulse echo method): Phương pháp phân tích trong đó số liệu đo vận tốc được phân tích dưới dạng hàm số của thời gian.

Phương pháp ứng xử nhanh (transient response method): Phương pháp phân tích trong đó vận tốc và xung lực của búa được phân tích dưới dạng hàm số của tần số.

Phương pháp tín hiệu phù hợp (signal matching method): Phương pháp phân tích mức độ khuyết tật của cọc trong đó độ chính xác của kết quả được đánh giá theo sự phù hợp của vận tốc đầu cọc tính toán với vận tốc đo được tại hiện trường.

3.5. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm gồm 3 bộ phận chính:

- a) Thiết bị tạo xung lực;
- b) Các đầu đo vận tốc và lực (nếu có);
- c) Thiết bị thu và hiển thị tín hiệu.

Ghi chú:

Một số thiết bị thí nghiệm thường dùng ở Việt Nam được giới thiệu trong phụ lục D.

Thiết bị tạo xung lực (va đập): Xung lực có thể được tạo bởi các dụng cụ như búa cầm tay hoặc quả nặng. Dụng cụ phải tạo xung lực theo phương dọc trục

cọc với thời gian tác động nhỏ hơn 1 ms và không gây hư hỏng cục bộ trên đầu cọc.

Ghi chú:

Nên sử dụng búa cầm tay có phần đầu búa bằng chất dẻo với trọng lượng búa khoảng 0,5÷5 kg.

Các đầu đo: Gồm 1 hoặc nhiều đầu đo vận tốc và đầu đo xung lực (không bắt buộc). Trường hợp kiểm tra cọc dưới đài cọc đã thi công cần sử dụng ít nhất 2 đầu đo vận tốc.

Đầu đo vận tốc : Vận tốc có thể được xác định bằng đầu đo gia tốc, đầu đo vận tốc hoặc đầu đo chuyển vị. Nếu sử dụng đầu đo gia tốc thì cần tích phân tín hiệu để xác định vận tốc. Nếu sử dụng đầu đo chuyển vị thì vận tốc được xác định bằng cách vi phân tín hiệu đo.

Đầu đo lực (không bắt buộc): Đầu đo lực gắn trên dụng cụ tạo xung phải có khả năng đo xung lực thay đổi theo thời gian.

Tín hiệu đo vận tốc và lực được chuyển về thiết bị thu và hiển thị tín hiệu bằng dây dẫn tín hiệu có khả năng chống nhiễu.

5.4. Thiết bị thu và hiển thị tín hiệu:

Là thiết bị nhận tín hiệu từ các đầu đo, thực hiện một số xử lý ban đầu và hiển thị tín hiệu trên màn hình.

Tín hiệu tương tự (analog signal) từ các đầu đo được chuyển đổi sang tín hiệu số. Tần số lấy mẫu khi chuyển đổi không nhỏ hơn 30000 Hz. Tín hiệu ứng với mỗi nhát búa cần được lưu giữ cùng với mã số tín hiệu, thông tin về cây cọc, hệ số khuếch đại, thời gian thí nghiệm.

Trường hợp các đầu đo gia tốc được sử dụng trong thí nghiệm, tín hiệu cần được hiệu chuẩn và tích phân để xác định vận tốc. Bộ phận thu số liệu cũng phải có khả năng chỉnh cho vận tốc về 0 trong khoảng thời gian giữa các nhát búa.

Nếu sử dụng đầu đo xung lực, bộ phận thu số liệu phải có khả năng cân bằng về 0 trong khoảng thời gian giữa các nhát búa, hiệu chuẩn và khuếch đại số liệu đo lực.

Bộ phận xử lý ban đầu phải thực hiện chuẩn hoá tín hiệu lực và vận tốc theo cùng đường cong ứng xử tần số để tránh sự lệch pha tương đối và sự chênh lệch về biên độ.

Các tín hiệu đo vận tốc và lực (nếu có) được hiển thị dưới dạng biểu đồ vận tốc - thời gian và lực - thời gian. Cần đảm bảo là thiết bị có khả năng hiển thị tín hiệu ứng với nhát búa được lựa chọn trong thời gian không ít hơn 30 giây.

3.6. Xác định số lượng và vị trí cọc thí nghiệm

Số lượng cọc được kiểm tra bằng phương pháp động biến dạng nhỏ được xác định theo yêu cầu của TCXDVN 326:2004. Trường hợp phát hiện tỷ lệ cọc có khuyết tật vượt quá 30% số cọc đã kiểm tra thì tăng thêm 50% số cọc thí nghiệm và nếu tỷ lệ cọc có khuyết tật vẫn vượt quá 30% số cọc đó thì tiến hành kiểm tra toàn bộ các cọc của công trình.

Tất cả các cọc thuộc móng có 1 cọc phải được kiểm tra bằng phương pháp động biến dạng nhỏ nếu chưa được kiểm tra bằng phương pháp khác. Đối với móng có từ 2 đến 3 cọc, nếu thí nghiệm phát hiện một cọc có khuyết tật thì kiểm tra các cọc còn lại.

Đối với các móng có nhiều cọc, vị trí cọc được thí nghiệm nên được xác định theo tầm quan trọng của cây cọc, tình hình thực tế thi công cọc hoặc lựa chọn một cách ngẫu nhiên.

3.7. Thí nghiệm ở hiện trường

Chuẩn bị thí nghiệm

Đối với cọc nhồi hoặc cọc ống có đổ bê tông lấp lòng cọc thì thời gian bắt đầu công tác thí nghiệm lấy bằng giá trị lớn hơn của:

- a) Ngày, kể từ khi kết thúc đổ bê tông;
- b) Thời gian để cường độ bê tông đạt 75% giá trị thiết kế.

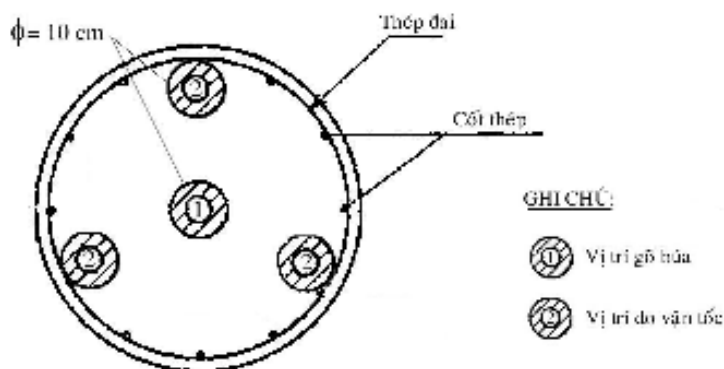
Đầu cọc phải dễ tiếp cận, không được ngập nước, phần bê tông chất lượng thấp trên đầu cọc phải được loại bỏ cho tới lớp bê tông tốt, đất và các phế thải xây dựng trên bề mặt đầu cọc phải được tẩy sạch.

Số lượng tối thiểu các điểm thí nghiệm trên bề mặt đầu cọc là:

- a) 1 điểm đối với cọc $D \leq 0,60$ m
- b) 3 điểm đối với cọc $D > 0,60$ m (hình 1)

Trên bề mặt đầu cọc cần mài phẳng các vị trí dự kiến đặt đầu đo vận tốc và các vị trí tạo xung lực (gõ búa).

Ghi chú: Nên dùng dụng cụ cầm tay để mài phẳng các vị trí đo, phạm vi mài phẳng quanh mỗi vị trí đo có đường kính khoảng 10 đến 15 cm.



Hình 1 - Sơ đồ bố trí các điểm đo

Lắp đặt thiết bị đo

Việc lắp đặt đầu đo vận tốc trên đầu cọc phải đảm bảo cho trục của đầu đo song song với trục của cọc. Nên sử dụng vật liệu đệm như sáp, va-dơ-lin, v.v., để đảm bảo sự tiếp xúc giữa đầu đo và bề mặt đầu cọc. Bề dày của lớp vật liệu đệm càng mỏng càng tốt.

Sau khi nối các đầu đo vào bộ phận ghi tín hiệu cần kiểm tra hoạt động của thiết bị. Nếu phát hiện thiết bị hoạt động không bình thường thì phải dừng thí nghiệm.

3.8. Đo sóng

Xác định các tham số làm việc cho thiết bị trên cơ sở các đặc tính của cây cọc thí nghiệm. Có thể đo thử một vài nhát búa để điều chỉnh các tham số.

Lần lượt tiến hành gõ và đo sóng tại các điểm đã định trên bề mặt đầu cọc. Búa phải được gõ để tạo ra xung lực theo phương dọc trục cọc. Tại mỗi điểm cần thực hiện phép đo cho ít nhất 3 nhát búa.

Trước khi thí nghiệm mỗi cây cọc nên sơ bộ kiểm tra chất lượng tín hiệu. Biểu đồ vận tốc thu được tại mỗi điểm trên bề mặt đầu cọc phải có dạng tương tự. Những biến đổi bất thường của dạng biểu đồ tín hiệu có thể do hoạt

động không bình thường của thiết bị đo, hư hỏng cục bộ gần bề mặt cọc hoặc sai sót trong thao tác của người thí nghiệm.

Cùng với việc đo sóng cần thu thập các số liệu hiện trường có liên quan đến cọc thí nghiệm, cụ thể là:

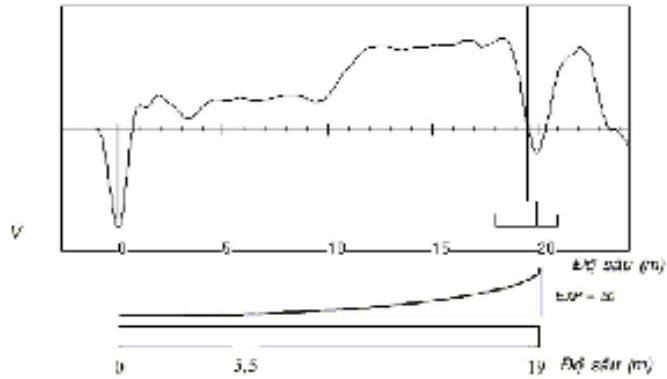
- a) Số hiệu cây cọc thí nghiệm;
- b) Đường kính và chiều dài của cọc theo thiết kế và hoàn công;
- c) Điều kiện đất nền;
- d) Đường kính và chiều dài ống chống (casing), ống chống tạm hay để lại vĩnh viễn;
- e) Ngày đổ bê tông, biểu đồ khối lượng đổ bê tông theo độ sâu, phương pháp đổ bê tông;
- f) Vị trí tạo xung và vị trí đặt đầu đo vận tốc;
- g) Cao độ đầu cọc tại thời điểm thí nghiệm;
- h) Các biên bản hiện trường theo dõi quá trình thi công cọc.

3.9. Phân tích tín hiệu

Mục đích của phân tích tín hiệu là phát hiện dấu hiệu của khuyết tật, xác định vị trí và dự báo mức độ của khuyết tật. Việc phân tích có thể được thực hiện theo phương pháp phản xạ xung, phương pháp ứng xử nhanh hoặc phương pháp "tín hiệu phù hợp".

Phân tích theo phương pháp phản xạ xung: Phương pháp này xác định độ sâu có thay đổi kháng trở trên cơ sở số liệu đo vận tốc ở đầu cọc. Thông thường trong thí nghiệm xung biến dạng nhỏ chỉ cần phân tích theo phương pháp này là đủ. Việc phân tích được thực hiện theo các bước sau:

Số liệu đo được biểu diễn dưới dạng biểu đồ vận tốc - thời gian (hình 2), trong đó trục tung của biểu đồ là biên độ sóng và trục hoành là trục của thời gian hoặc độ sâu. Khuyếch đại tín hiệu sao cho biên độ sóng phản xạ từ mũi cọc được hiển thị với biên độ tương đương biên độ sóng ban đầu. Nên áp dụng hệ số khuyếch đại dạng hàm số mũ với trị tăng theo thời gian.



Hình 2 - Biểu đồ vận tốc

Biểu đồ sóng đặc trưng được xác định từ kết quả thí nghiệm các cọc có cùng đường kính, chiều dài, vật liệu và được hạ trong cùng điều kiện đất nền. Xác định biểu đồ sóng đặc trưng theo trình tự sau:

- a) Quan sát tất cả các biểu đồ thí nghiệm của các cây cọc đã thí nghiệm, sơ bộ nhận dạng các đặc tính chung của biểu đồ sóng. Tham khảo kết quả khảo sát địa chất công trình để đánh giá ảnh hưởng của điều kiện đất nền đối với ứng xử của các cọc thí nghiệm;
- b) Loại bỏ các cây cọc có dạng sóng đột biến;
- c) Lấy giá trị trung bình của số liệu đo của các cây cọc có biểu đồ sóng tương tự. Biểu đồ sóng trung bình được lấy làm biểu đồ đặc trưng của các cây cọc thí nghiệm.

Việc phân tích số liệu đo được thực hiện cho từng cây cọc thí nghiệm theo trình tự sau:

- a) So sánh dạng của biểu đồ sóng vận tốc của mỗi cây cọc với biểu đồ sóng đặc trưng, từ đó xác định các cây cọc nghi ngờ có khuyết tật thể hiện bởi sóng phản xạ cùng hướng với sóng ban đầu trong khoảng độ sâu từ đầu cọc tới mũi cọc;
- b) Xác định dấu hiệu của phản xạ từ mũi cọc;
- c) Có thể đánh giá cọc không có khuyết tật khi đáp ứng các điều kiện:

Không xảy ra thay đổi đột ngột của biên độ sóng cùng hướng với sóng ban đầu từ các độ sâu nhỏ hơn độ sâu mũi cọc;

Sóng phản xạ từ mũn cợc đợc quan sát rờ.

d) Trường hợp quan sát thấy sóng phản xạ từ các độ sấu nhỏ hơn chiều dài cợc theo cùng hướng với sóng ban đầu và phản xạ từ mũn cợc không quan sát đợc thì cây cợc có khả năng có khuyết tật ở độ sấu:

$$x = \frac{c\Delta t}{2} \quad (1)$$

trong đó:

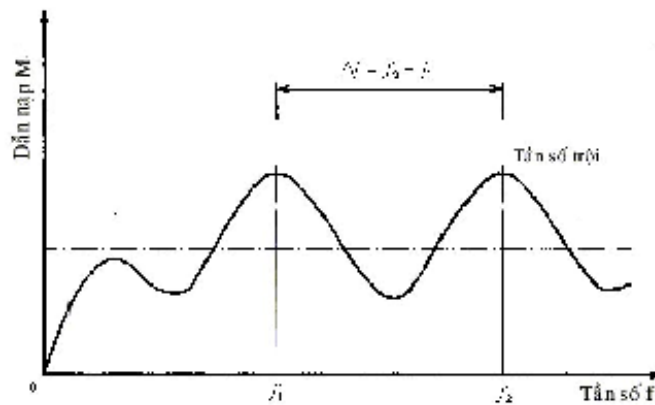
x là khoảng cách từ đầu cợc đến độ sấu phát sinh phản xạ cùng hướng với sóng vận tốc ban đầu, m;

Δt là khoảng thời gian kể từ khi xung tác động vào đầu cợc đến khi sóng phản xạ trở lại đầu cợc, s;

c là vận tốc truyền sóng trong cợc, m/s, xác định theo phương pháp trình bày trong phụ lục B.

Phân tích theo phương pháp ứng xử nhanh: Phương pháp này phân tích số liệu đo vận tốc và xung lực theo tần số (xem phụ lục A).

Kết quả đo đợc thể hiện dưới dạng biểu đồ quan hệ giữa độ dẫn nạp, M , và tần số dao động (Hình 3).



Hình 3 - Biểu đồ độ dẫn nạp của cợc

Việc phân tích số liệu đo đợc thực hiện cho từng cây cợc thí nghiệm theo trình tự sau:

- a) Quan sát biểu đồ độ dẫn nạp của cợc, xác định các tần số trội cách đều;

- b) Xác định các tần số ứng với các cực trị nêu trên và ;
- e) Tính toán độ sâu phát sinh sóng phản xạ theo công thức:

trong đó:

Δf là chênh lệch về tần số giữa 2 tần số trội liên tiếp, Hz;

c và x có ý nghĩa như trong công thức (1).

Phân tích theo phương pháp "tín hiệu phù hợp": Số liệu đo có thể được phân tích bằng phần mềm theo thuật toán tín hiệu phù hợp để định lượng mức độ khuyết tật của cọc (xem phụ lục A). Cần kết hợp kết quả phân tích bằng phương pháp này với các thông tin về thiết kế và thi công cọc và điều kiện đất nền để đánh giá mức độ nguyên vẹn của cọc.

3.10. Báo cáo kết quả thí nghiệm

Báo cáo kết quả thí nghiệm cần cung cấp thông tin liên quan đến công trình xây dựng, phương pháp thí nghiệm, các đặc điểm của cọc thí nghiệm, số liệu đo, đánh giá độ nguyên vẹn của cọc và các kiến nghị (nếu có).

Các thông tin vắn tắt về công trình xây dựng, bao gồm tên của công trình, địa điểm xây dựng, qui mô công trình, giải pháp nền móng, điều kiện địa chất công trình, v.v.

Các thông tin vắn tắt về thí nghiệm động biến dạng nhỏ, bao gồm nguyên lý của phương pháp, thiết bị thí nghiệm, qui trình thí nghiệm và phương pháp đánh giá số liệu.

Các thông tin về cọc thí nghiệm gồm:

- a) Số hiệu cọc thí nghiệm và vị trí cọc trên mặt bằng công trình;
- b) Đường kính tiết diện và chiều dài cọc thí nghiệm, cấu tạo cọc, vị trí các mối nối trong trường hợp thí nghiệm cọc chế tạo sẵn;
- c) Công nghệ thi công cọc;
- d) Thời gian thi công cọc: Ngày đổ bê tông (đối với cọc nhồi), ngày hạ cọc (đối với cọc chế tạo sẵn);
- e) Quá trình thi công cọc, các dấu hiệu bất thường phát hiện được trong quá trình thi công cọc;

f) Thời gian thí nghiệm kiểm tra cọc bằng phương pháp động biến dạng nhỏ;

g) Kết quả thí nghiệm kiểm tra cọc bằng các phương pháp khác (nếu có).

Số liệu đo cần được thể hiện dưới dạng biểu đồ vận tốc tại đầu cọc và biểu đồ xung lực (nếu có).

Kết quả phân tích nên được thể hiện dưới dạng biểu đồ. Nếu phân tích theo tần số nên thể hiện biểu đồ độ dẫn nạp còn khi phân tích theo phương pháp tín hiệu phù hợp nên trình bày biểu đồ của kháng trở của cọc.

Kết luận về tình trạng khuyết tật của cọc thí nghiệm cần nêu rõ độ sâu nghi ngờ có khuyết tật, nhận xét về mức độ khuyết tật và các kiến nghị (nếu có).

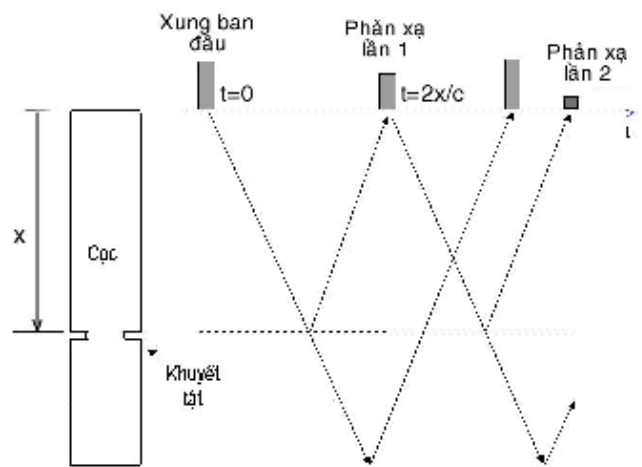
Phụ lục A

(Tham khảo)

A.1 Xác định độ sâu và dự báo mức độ khuyết tật

A.1.1 Nội dung của phương pháp phân tích phản hồi xung

Hình A.1 mô tả quá trình truyền sóng trong cây cọc có khuyết tật. Khoảng thời gian kể từ khi búa đập vào đầu cọc tới khi sóng phản xạ trở lại đầu cọc phụ thuộc vào tốc độ truyền sóng, c , và độ sâu gập biến động của kháng trở, x , xác định theo quan hệ $t = \frac{2x}{c}$.



Hình A.1 - Quá trình truyền sóng trong cọc

Trên biểu đồ vận tốc tại đầu cọc có thể xác định được thời gian, t , trong khi vận tốc truyền sóng trong cọc, c , có thể xác định theo phương pháp của phụ lục B. Từ đó có thể xác định độ sâu gặp khuyết tật của cọc theo công thức:

$$x = \frac{ct}{2} \quad (\text{A.1})$$

Trong phương pháp phản hồi xung, mức độ khuyết tật của cọc chỉ có thể được đánh giá định tính trên cơ sở quan sát biên độ sóng phản xạ. Có thể tham khảo các biểu đồ thể hiện dạng đặc trưng của vận tốc tại đầu cọc tương ứng với một số điều kiện khác nhau của đất nền và cây cọc để nhận dạng khuyết tật (xem phụ lục C).

A.1.2 Nội dung của phương pháp phân tích ứng xử nhanh

Để thực hiện phân tích theo phương pháp ứng xử nhanh cần đồng thời đo xung lực và vận tốc tại đầu cọc. Độ dẫn nạp $M(f)$ xác định bằng tỷ số giữa biên độ vận tốc và lực theo tần số.

Đối với các cây cọc có khuyết tật, trên biểu đồ dẫn nạp quan sát được các cực trị cách đều. Độ sâu gặp khuyết tật xác định theo điều 8.3 của tiêu chuẩn.

Phương pháp phân tích ứng xử nhanh không cho phép dự báo định lượng mức độ khuyết tật của cọc.

A.1.3 Nội dung của phương pháp tín hiệu phù hợp

Việc định lượng mức độ khuyết tật của cọc có thể được thực hiện theo phương pháp "tín hiệu phù hợp". Đây là phương pháp số, trong đó ban đầu lực tác dụng lên đầu cọc cùng với một tập hợp của thông số về nền đất được sử dụng để tính toán biểu đồ vận tốc tại đầu cọc. Sau khi so sánh biểu đồ vận tốc tính toán với biểu đồ vận tốc đo được tại đầu cọc, có thể xác định những điều chỉnh cần thiết đối với mô hình cọc và nền đã giả định ban đầu để áp dụng trong lần tính toán tiếp theo. Quá trình điều chỉnh mô hình và tính toán được lặp lại cho tới khi biểu đồ vận tốc tính toán phù hợp với biểu đồ vận tốc đo được. Đánh giá mức độ khuyết tật được thực hiện trên cơ sở mô hình cọc

và nền tạo ra biểu đồ vận tốc tính toán thoả mãn điều kiện nêu trên. Việc tính toán được thực hiện bằng một số phần mềm như PIWAP, TNOWAVE, PITBP, v.v. Kết quả phân tích có thể biểu diễn dưới dạng tỷ số $\beta = \frac{Z_2}{Z_1}$, trong đó Z_1 và Z_2 lần lượt là kháng trở của tiết diện cọc bình thường và của tiết diện có khuyết tật. Có thể tham khảo chỉ tiêu phân loại mức độ hư hỏng của cọc trình bày trong bảng A.1.

Bảng A.1 - Đánh giá mức độ hư hỏng của cọc theo hệ số β

Hệ số β	Mức độ khuyết tật
1,0	Cọc nguyên vẹn
0,8÷1,0	Hư hỏng nhẹ
0,6÷0,8	Hư hỏng
<0,6	Đứt gãy

Khi sử dụng phương pháp "tín hiệu phù hợp" để dự báo mức độ khuyết tật cần lưu ý là độ tin cậy của kết quả phân tích còn thấp do phương pháp này còn nhiều hạn chế về thiết bị thí nghiệm, phương pháp đo và thuật toán. *Chỉ nên coi dự báo mức độ khuyết tật như một trong những thông tin để tham khảo khi xem xét đánh giá mức độ khuyết tật của cọc.* Đối với trường hợp cọc có đường kính tiết diện lớn cần lưu ý bố trí đầu đo như yêu cầu trong điều 7.1.4 của tiêu chuẩn này để đảm bảo độ tin cậy của kết quả tính toán.

Phụ lục B

(Tham khảo)

Xác định vận tốc truyền sóng

B.1 Vận tốc truyền sóng dọc trục cọc phụ thuộc và tính chất cơ học của vật liệu cọc. Có thể xác định vận tốc truyền sóng từ thực nghiệm hoặc theo lý thuyết.

B.2 Trường hợp biết chiều dài cọc và xác định được sóng phản xạ từ mũi cọc, vận tốc truyền sóng xác định theo công thức:

$$c = \frac{2L_p}{\Delta t_p} \quad (\text{B.1})$$

trong đó:

L_p là chiều dài cọc, m;

Δt_p là khoảng thời gian kể từ khi xung tác động vào đầu cọc đến khi sóng phản xạ từ mũi trở lại đầu cọc, s;

Ghi chú:

Đối với đoạn cọc chế tạo sẵn với chiều dài L_p , có thể xác định vận tốc truyền sóng trước khi hạ cọc bằng cách tạo xung lực dọc trục để xác định thời gian Δt_p , từ đó tính toán c theo công thức B.1.

B.3 Nếu xác định được mô đun đàn hồi, E , và dung trọng, ρ , của vật liệu cọc thì có thể tính toán theo công thức $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$;

B.4 Nếu không đủ điều kiện xác định vận tốc truyền sóng theo phương pháp trình bày ở B.2 và B.3, có thể lấy gần đúng $c \approx (3800 \div 4000) \text{ m/s}$ đối với cọc bê tông cốt thép và $c \approx 5000 \text{ m/s}$ đối với cọc thép.

Phụ lục C

(Tham khảo)

Một số dạng điển hình biểu đồ vận tốc

Dạng của biểu đồ vận tốc phụ thuộc vào sức kháng của đất nền và sự thay đổi của kháng trở dọc theo thân cọc. Trong phụ lục này trình bày một số dạng biểu đồ vận tốc tiêu biểu ứng với các trường hợp cây cọc như sau:

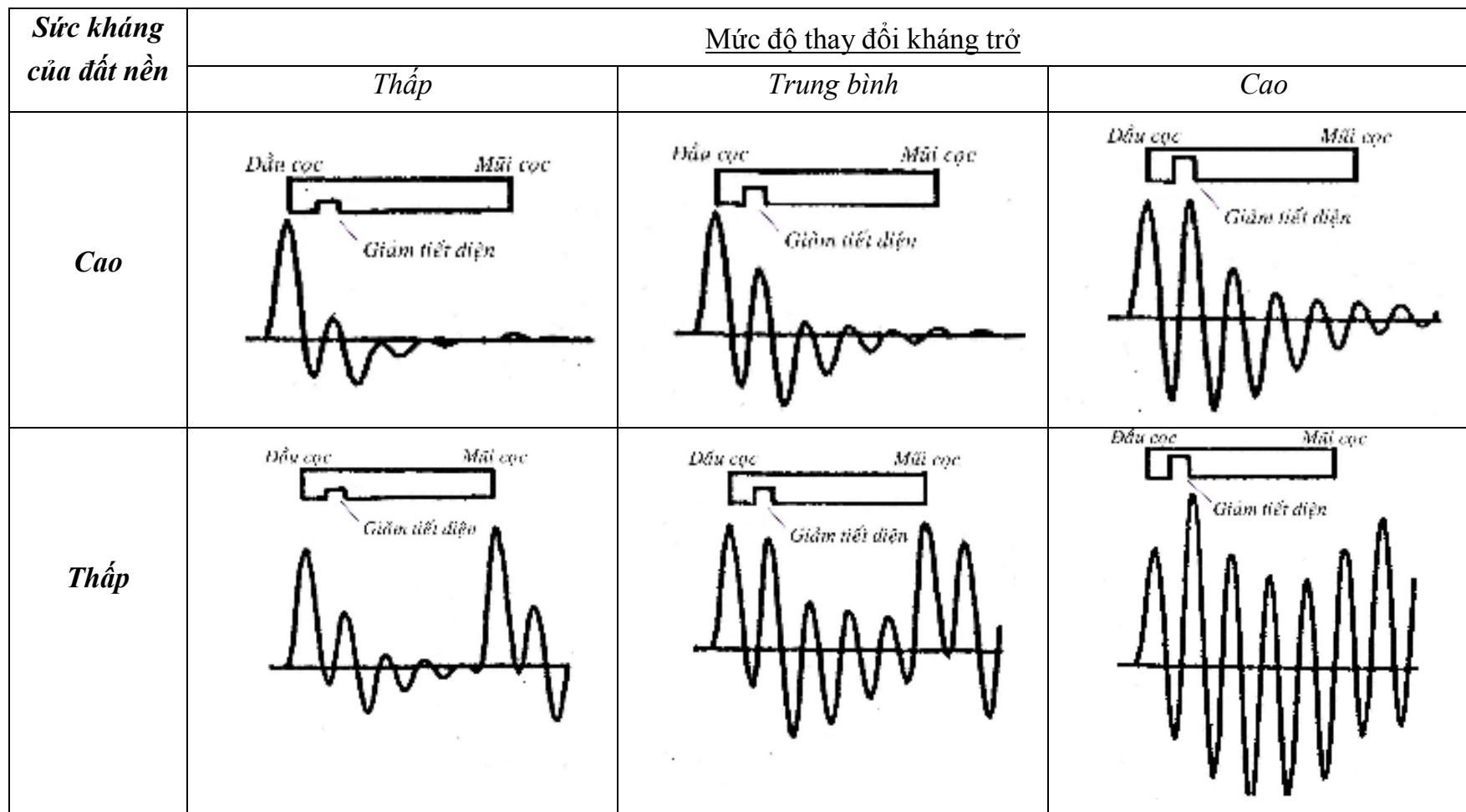
1. Cọc không có khuyết tật (hình C.1);
2. Cọc có kháng trở đột ngột giảm gần đầu cọc (hình C.2);
3. Cọc có kháng trở đột ngột giảm dưới sâu (hình C.3);
4. Cọc có kháng trở đột ngột tăng dưới sâu (hình C.4).

Trong mỗi trường hợp của cọc, mức độ biến động của kháng trở cũng như sức kháng của đất nền được tăng dần từ mức độ thấp đến mức độ cao. ảnh hưởng của mức độ biến động kháng trở và sức kháng của đất nền đối với biểu đồ vận tốc như sau:

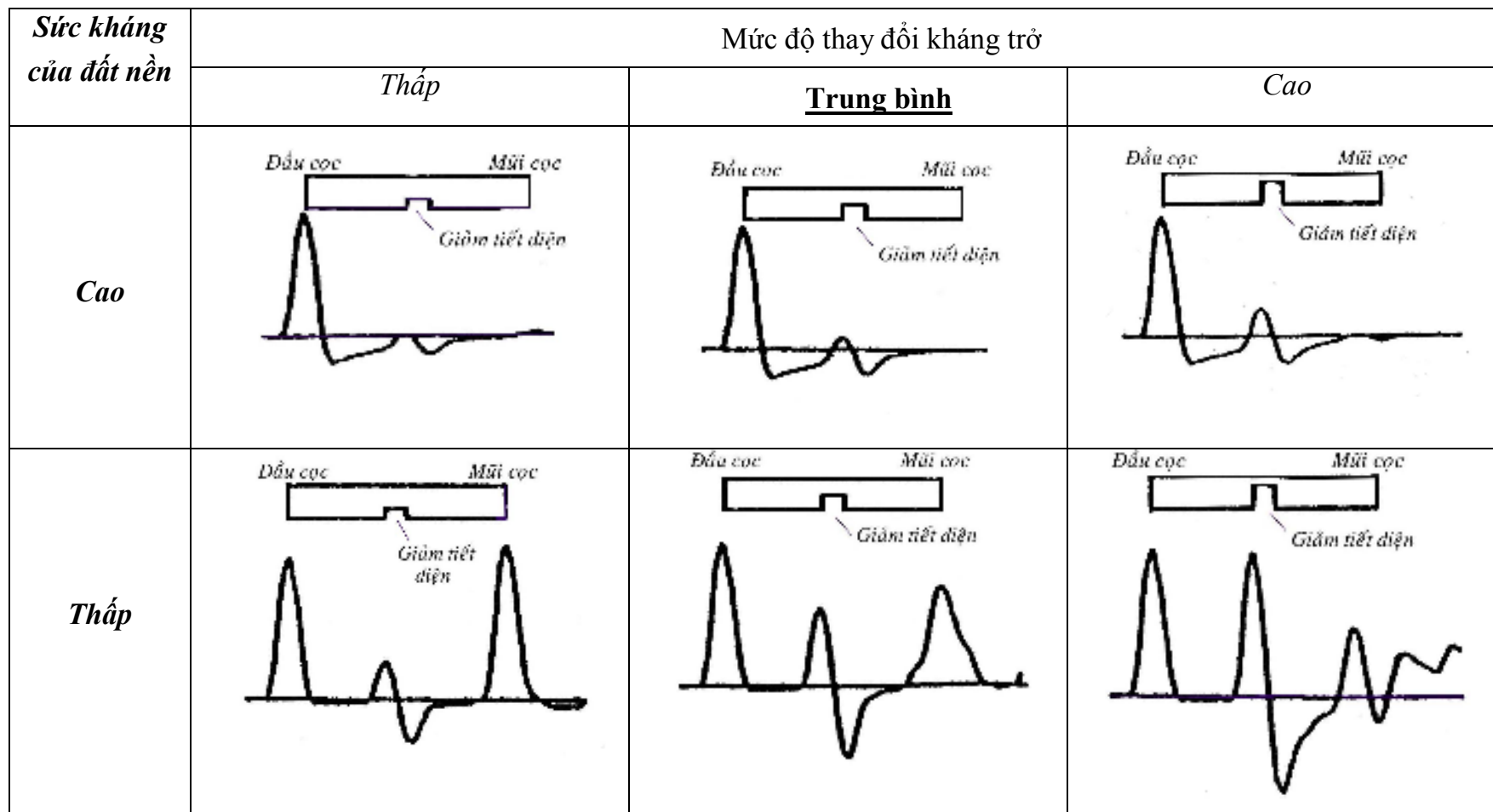
1. Trong cùng điều kiện về đất nền, mức độ biến động của kháng trở trong cọc càng cao thì biên độ của sóng phản xạ càng lớn;
2. Trong cùng điều kiện về mức độ biến động của kháng trở, sức kháng của đất nền càng cao thì biên độ của sóng phản xạ càng nhỏ.
- 3.

<i>Sức kháng của đất nền</i>	<i>Mũi cọc</i>	
	<i>Tự do</i>	<i>Ngàm</i>
<i>Cao</i>		
<i>Thấp</i>		

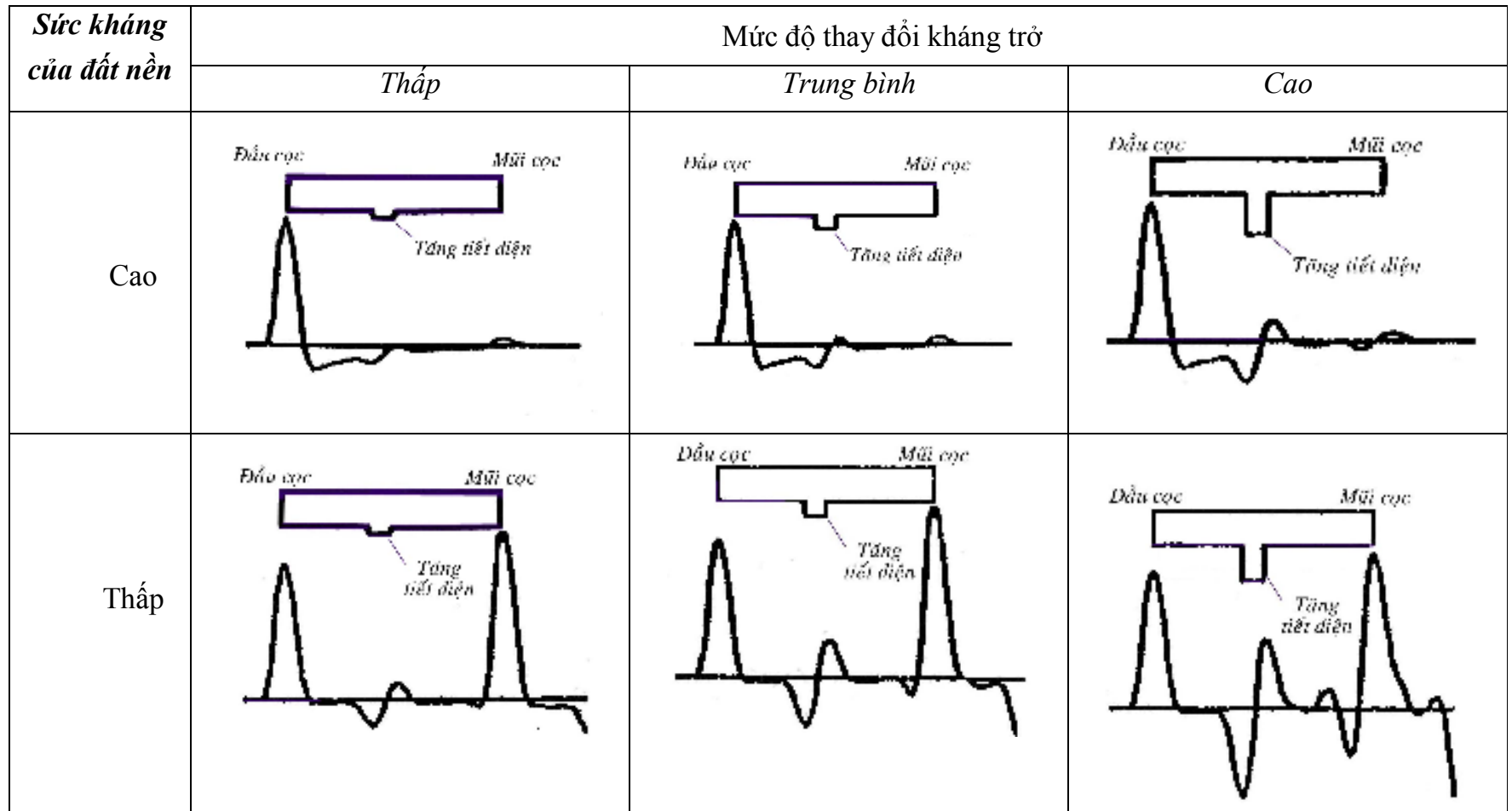
Hình C.1 - Biểu đồ vận tốc của cọc không có khuyết tật



Hình C.2 - Biểu đồ vận tốc của cọc có kháng trở giảm đột ngột gần đầu cọc



Hình C.3 - Biểu đồ vận tốc của cọc có kháng trở giảm đột ngột dưới sâu



Hình C.4 - Biểu đồ vận tốc của cọc có kháng trở tăng đột ngột dưới sâu

Phụ lục D

(Tham khảo)

Một số thiết bị thí nghiệm động biến dạng nhỏ

hiện nay đang sử dụng ở Việt Nam

Tính năng của một số thiết bị chuyên dùng cho thí nghiệm kiểm tra khuyết tật của cọc bằng phương pháp động biến dạng nhỏ hiện nay đang được sử dụng ở Việt Nam được tóm tắt trong bảng D.1.

Bảng D.1 Một số thiết bị thí nghiệm chuyên dùng hiện đang được sử dụng ở Việt Nam

TT	Tên thiết bị	Xuất xứ	Tính năng kỹ thuật chính
1	IFCO IT-System	IFCO, Hà Lan	- Sử dụng 2 đầu đo gia tốc Bruel & Kjaer - Có khả năng lưu giữ số liệu đo 10000 cọc - Có thể thí nghiệm cọc dưới công trình đã thi công
2	PDI PIT Collector	PDI, Mỹ	- Sử dụng 1 đầu đo gia tốc - Búa có hoặc không gắn đầu đo lực (tùy chọn)
	SE/IR-1	OLSON, Mỹ	- Sử dụng 1 đầu đo gia tốc hoặc 1 đầu đo vận tốc - Búa có gắn đầu đo lực
4	MIM P15	Pháp	- Sử dụng 1 đầu đo vận tốc - Búa có gắn đầu đo lực

4. Phương pháp thí nghiệm gia tải để đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt của cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép đúc sẵn.

4.1. Phạm vi áp dụng

Phương pháp thí nghiệm gia tải tĩnh được áp dụng để đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt cho các loại cấu kiện đúc sẵn bằng bê tông và bê tông

cốt thép thường, bê tông cốt thép ứng suất trước cùng các cấu kiện hỗn hợp, không áp dụng cho các cấu kiện bê tông, bê tông cốt thép chịu tải trọng nhiệt.

Phương pháp này áp dụng cho các cấu kiện thiết kế chịu tải trọng tĩnh hoặc chịu tải trọng tạm thời lặp lại nhiều lần (như dầm cầu trục, các tấm mái có treo các thiết bị di động để vận chuyển...) trong phòng hoặc hiện trường nếu đáp ứng được các điều kiện kỹ thuật

4.2. Tiêu chuẩn trích dẫn

- TCVN 5574:91. “Kết cấu bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế”
- TCVN 5440:91. “Bê tông – Kiểm tra và đánh giá độ bền – Quy định chung”
- TCVN 1651:85. “Thép cốt bê tông cán nóng”
- TCVN 3101:79. “Dây thép các bon thấp kéo nguội dùng làm cốt thép bê tông”

4.3. Thuật ngữ và định nghĩa

Thí nghiệm gia tải tĩnh là thí nghiệm bằng cách chất tải từ từ lên cấu kiện nhằm xác định sự tương quan giữa các giá trị thực tế và thiết kế của độ bền, độ cứng, khả năng chống nứt.

Tải trọng kiểm tra là giá trị tải trọng dùng để đánh giá khả năng làm việc của cấu kiện theo kết quả thí nghiệm bằng gia tải tĩnh.

Tải trọng kiểm tra được phân ra:

Tải trọng kiểm tra độ bền (kí hiệu là P_{ctr}^b) – là tải trọng ứng với khi cấu kiện bị phá huỷ nghĩa là khi cấu kiện mất khả năng chịu lực (được xác định theo mục 4.10).

Tải trọng kiểm tra độ cứng (kí hiệu là P_{ctr}^c) – là tải trọng ứng với độ võng đã định trước (được xác định theo mục 4.10).

Tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt (kí hiệu là P_{ctr}^n) – là tải trọng ứng với sự hình thành vết nứt đầu tiên trong bê tông.

Tải trọng kiểm tra mở rộng vết nứt (kí hiệu là P_{ctr}^a) – là tải trọng ứng với sự bề rộng vết nứt đã định trước.

Tải trọng phá huỷ thực tế (kí hiệu là $P_{\text{tté}}^p$) – là giá trị tải trọng thí nghiệm làm cấu kiện thí nghiệm bị phá huỷ (biểu hiện như mục 4.8).

Hệ số an toàn C – là hệ số xác định mức độ tăng của giá trị tải trọng kiểm tra so với tải trọng tương ứng với khả năng chịu lực của nó.

Độ võng kiểm tra (kí hiệu là f_{ctr}) là giá trị độ võng được dùng để so sánh với độ võng thực tế của cấu kiện dưới tác động của tải trọng kiểm tra độ cứng qua đó

đánh giá khả năng làm việc của cấu kiện về độ cứng, độ võng kiểm tra theo mục 4.10

Bề rộng vết nứt kiểm tra (Kí hiệu là a_{kt}) là giá trị bề rộng vết nứt được dùng để so sánh với bề rộng của vết nứt thực tế dưới tác động của tải kiểm tra mở rộng tải trọng vết nứt, qua đó đánh giá khả năng làm việc của cấu kiện về khả năng chống nứt.

4.4. Quy định chung.

Thực hiện thí nghiệm gia tải tĩnh nhằm kiểm tra tổng thể các chỉ số về độ bền, độ cứng, khả năng chống nứt của các cấu kiện được chế tạo theo thiết kế.

Việc thí nghiệm gia tải tĩnh phải xác định được các giá trị thực của tải trọng phá huỷ theo cường độ (trạng thái giới hạn thứ nhất), các giá trị độ võng và bề rộng vết nứt thực tế dưới tác động của tải trọng kiểm tra (trạng thái giới hạn thứ hai).

Việc thí nghiệm gia tải tĩnh cũng có thể chỉ nhằm xác định một trong những giá trị thực tế vừa nêu trên tùy yêu cầu của khách hàng.

Đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt của cấu kiện được thực hiện trên cơ sở so sánh các giá trị thực tế của tải trọng phá huỷ, độ võng và bề rộng vết nứt với các giá trị tương ứng của hồ sơ thiết kế.

Việc thí nghiệm kiểm tra bằng gia tải tĩnh được thực hiện theo sơ đồ quy định trong hồ sơ thiết kế tại các thời điểm:

- Trước khi tiến hành sản xuất hàng loạt
- Thay đổi kết cấu, cấu tạo cấu kiện
- Thay đổi công nghệ sản xuất
- Thay đổi loại và chất lượng vật liệu
- Kiểm tra định kì
- Khi có sự cố hoặc nghi ngờ chất lượng sản phẩm.

Việc thí nghiệm kiểm tra này không thay thế cho việc kiểm tra và nghiệm thu sản phẩm theo yêu cầu kĩ thuật của các tiêu chuẩn mà hồ sơ thiết kế quy định đối với cơ sở sản xuất chế tạo.

Thí nghiệm được tiến hành trong điều kiện nhiệt độ dương và cường độ bê tông phải đạt yêu cầu theo thiết kế (xem TCVN 5540:91).

Danh mục các yêu cầu kĩ thuật mà hồ sơ thiết kế cần nêu rõ được cho trong phụ lục A.

Việc thí nghiệm gia tải tĩnh cần do cơ quan có tư cách pháp nhân, các kỹ sư, kỹ thuật viên được đào tạo chuyên sâu và có kinh nghiệm về lĩnh vực này tổ chức thực hiện.

4.5. Lấy mẫu thí nghiệm.

Số lượng cầu kiện thí nghiệm được lấy theo quy định của tiêu chuẩn hoặc yêu cầu thiết kế cho từng loại sản phẩm, tương ứng với các trường hợp sau:

- Kiểm tra định kì: lấy theo bảng

Số lượng cầu kiện thí nghiệm

Số cầu kiện được chế tạo giữa các đợt thí nghiệm	Số cầu kiện thí nghiệm không nhỏ hơn (cầu kiện)
Dưới 250	2
Từ 251 đến 1000	3
Từ 1001 đến 3000	4
Lớn hơn 3001	5

+Ghi chú: Giai đoạn giữa các đợt thí nghiệm lấy theo quy định của tiêu chuẩn hoặc yêu cầu thiết kế.

Khi thay đổi cấu tạo, công nghệ chế tạo cầu kiện, trước lúc sản xuất đại trà, khi số sự cố hoặc nghi ngờ chất lượng sản phẩm: không ít hơn 2 cầu kiện.

Có thể lấy số lượng cầu kiện thí nghiệm nhiều hay ít hơn so với bảng tùy theo mục đích yêu cầu thí nghiệm của khách hàng.

Mẫu thí nghiệm phải cùng loại, cùng mã số và theo quy định của thiết kế. Mẫu thí nghiệm được lấy bất kỳ trong lô sản phẩm.

4.6. Thiết bị và phương tiện thí nghiệm

Các thiết bị gia tải cần đảm bảo khả năng truyền tải lên cầu kiện theo sơ đồ đã định với sai số nhỏ hơn 65% giá trị tải trọng kiểm tra. Có thể gia tải bằng máy ép thủy lực, kích thủy lực, hệ thống đòn bẩy hoặc đặt tải trực tiếp lên cầu kiện bằng các vật nặng, bao cát, bao(thùng) nước hay các vật liệu rời khác.

Đo lực bằng áp lực kế (đồng hồ áo lực), lực kế(lực kế cơ học hay điện tử)

Độ võng, chuyển vị bằng các thiết bị đo cơ học có giá trị vạch chia không lớn hơn 0,01mm, các đầu đo điện tử(sensor) hoặc máy thủy chuẩn, độ chính xác 0,1mm (có thể ước đọc được 0,01mm)

cần chọn tính năng kỹ thuật của thiết bị phù hợp với giá trị đo độ võng, chuyển vị cần đo.

Đo bề rộng vết nứt bằng kính phóng đại có giá trị vạch chia không lớn hơn 0,05mm hoặc các dụng cụ có tính năng tương đương.

Danh mục thiết bị , phương tiện thí nghiệm có thể tham khảo ở phụ lục C.

4.7. Chuẩn bị thí nghiệm

Sơ đồ gối tựa và gia tải

Sơ đồ gối tựa và gia tải cần tuân thủ theo tiêu chuẩn, hồ sơ thiết kế và cần lựa chọn sao cho phù hợp với sơ đồ làm việc thực tế của cấu kiện và để khi thí nghiệm, cấu kiện đạt được các trạng thái giới hạn cần kiểm tra.

Nếu thí nghiệm theo một sơ đồ mà không đạt được tất cả các trạng thái giới hạn cần kiểm tra thì chọn các sơ đồ thí nghiệm khác nhau để đạt được mục đích trên.

Khi được thiết kế chấp nhận, có thể:

Dùng sơ đồ gối tựa và gia tải khác so với sơ đồ trong hồ sơ thiết kế nhưng vẫn đảm bảo nội lực trong các tiết diện kiểm tra tương đương với nội lực trong tính toán thiết kế.

Khi hồ sơ thiết kế có 2 sơ đồ thí nghiệm để kiểm tra hai trạng thái giới hạn khác nhau, cho phép thực hiện các thí nghiệm trên một cấu kiện song phải tiến hành gia cố cho các vị trí bị hư hỏng sau khi hoàn thành thí nghiệm theo sơ đồ thứ nhất.

Trong trường hợp do điều kiện thí nghiệm không phản ánh đúng trạng thái làm việc thực của cấu kiện, nếu được sự đồng ý của thiết kế, có thể thí nghiệm cấu kiện ở trạng thái khác với một góc 90^0 hoặc 180^0 nhưng cấu kiện không được có vết nứt trước khi gia tải và cần thay đổi hướng gia tải và phải tính đến ảnh hưởng của trọng lượng bản thân cùng các phương tiện thí nghiệm.

Đối với dầm, vì kèo, tấm...một nhịp, chịu uốn, làm việc theo một phương, gối tự do thì khi thí nghiệm phải tạo hai gối tự do ở hai đầu cấu kiện, một gối cố định,

một gối di động. Đối với cầu kiện là con sơn hoặc ngàm hai đầu thì phải thí nghiệm theo sơ đồ ngàm một hoặc hai đầu theo yêu cầu thiết kế.

Đối với tấm kê tự do ở bốn góc, làm việc theo hai phương, phải tạo bốn gối ở bốn góc; hai gối đối xứng theo một đường chéo là gối cầu, trong đó một gối di động và một gối cố định, hai gối còn lại là gối con lăn di động

Đối với tấm kê tự do 4 cạnh, làm việc theo hai phương, bố trí gối tựa như sau: các khớp gối di động đặt theo chu vi tấm và ở giữa ba cạnh bố trí ba con lăn

Đối với tấm kê tự do 3 cạnh, gối cầu và gối con lăn được bố trí tương tự như tấm kê tự do 4 cạnh

Đối với các tấm có sườn kê bốn góc, làm việc theo phương dọc tấm thì gối tựa được bố trí sao cho vừa bảo đảm cấu kiện xoay được ở các gối và chuyển vị dọc tấm vừa ngăn chặn được chuyển vị của sườn tấm theo phương ngang

Trường hợp các thiết bị gia tải ngăn cản chuyển vị theo phương dọc của cấu kiện thì phải dùng các gối tựa di động.

Khi tiến hành thí nghiệm cấu kiện chịu lực tác dụng theo phương ngang, cần bố trí các gối cầu di động đủ số lượng để loại trừ độ võng trong mặt phẳng đứng do tải trọng bản thân gây ra.

Nên sử dụng viên bi (cầu) và con lăn bằng thép đặt bản đệm thép để làm gối cầu và con lăn. Đối với gối cố định cũng có thể sử dụng các loại trên nhưng có biện pháp ngăn chặn chuyển vị tự do bằng các chi tiết thép hình hoặc dùng trực tiếp thép hình hàn cố định trên bản đệm.

Việc bố trí gối và kích thước gối cần tuân thủ theo thiết kế hoặc xác định theo các số liệu khi tính toán thiết kế

Giữa các cấu kiện thí nghiệm và gối tựa cần có bản đệm thép.

Diện tích bản đệm thép lấy bằng diện tích tối thiểu của gối tựa theo thiết kế quy định. Kích thước của bản đệm thép theo phương khẩu độ của cấu kiện lấy bằng kích thước tối thiểu của gối tựa, chiều dày bản đệm không nhỏ hơn 1/6 kích thước nói trên.

Trước khi đặt cấu kiện thí nghiệm cần trải một lớp vữa xi măng cường độ cao lên mặt bản đệm thép để tạo phẳng và đủ sức chịu tải thí nghiệm.

Vị trí đặt tải cần được chỉ rõ bằng sơ đồ trên bề mặt cầu kiện thí nghiệm.

Tải trọng tập trung được tạo bằng kích hoặc các quả nặng truyền lên cầu kiện thí nghiệm bằng hệ thống đòn bẩy và các dầm phân bố tải.

Để dễ nhận biết thời điểm xuất hiện vết nứt trong bê tông, trước khi thí nghiệm nên quét vôi hoặc thạch cao loãng lên bề mặt cần theo dõi của cầu kiện.

Với các thiết bị gia tải, đo chuyển vị, độ võng... bằng điện tử, cần xây dựng quy trình gia tải, đo đạc thích hợp với nội dung thí nghiệm và phải nắm vững hướng dẫn sử dụng thiết bị để thực hiện chính xác quá trình gia tải và đo đạc.

Các thiết bị gia tải, dụng cụ đo chuyển vị và các phần mềm điều khiển... cần được bảo dưỡng, hiệu chuẩn định kỳ theo thuyết minh sử dụng. Trước khi thí nghiệm nên kiểm tra sự làm việc bình thường của chúng,

Việc gá lắp thiết bị đo chuyển vị, độ võng phải đảm bảo là chúng đã tiếp xúc với bề mặt cầu kiện (Trị số đọc ban đầu phải khác 0), trục của chúng phải trùng với phương chuyển vị cần đo của cầu kiện tại vị trí đo.

Đo độ tụt của thép bằng đồng hồ đo chuyển vị. Thân đồng hồ được gá chặt vào đầu cầu kiện còn đầu đo được tì lên cốt thép hoặc ngược lại.

Trước khi thí nghiệm cần ghi chép hiện trạng thực tế của cầu kiện: kích thước, các vết nứt, rỗ, khuyết tật khác...

Khi chuẩn bị thí nghiệm, cần tuân thủ các yêu cầu đảm bảo an toàn cho người, thiết bị thí nghiệm.

4.8. Tiên hành thí nghiệm

Gia tải cho cầu kiện thí nghiệm theo sơ đồ thí nghiệm được nêu trong tiêu chuẩn hoặc theo quyết định của thiết kế đưa ra. Khi có sự thoả thuận của cơ quan thiết kế, được phép thay thế tải phân bố đều bằng tải trọng tập trung tương đương.

Giá trị tải trọng trong quá trình thí nghiệm được ghi nhận bằng các thiết bị hoặc bằng khối lượng tải đã chất lên cầu kiện thí nghiệm.

Khi gia tải bằng vật nặng cần chú ý tuân thủ:

Đối với cầu kiện dạng dầm, chiều dài của mỗi hàng tải theo phương khâu độ không được vượt quá $l/6$ (l - chiều dài của dầm)

Việc gia tải được thực hiện từ gối đến giữa dầm một cách đối xứng và nhẹ nhàng.

Khoảng cách giữa các chồng tải theo chiều cao không được nhỏ hơn 50 mm.

Khi gia tải bằng vật liệu rời đổ vào các thùng (hộp không có đáy) thì số lượng thùng không được ít hơn 2 nếu thí nghiệm cấu kiện dạng dầm, và không được ít hơn 4 nếu thí nghiệm cấu kiện làm việc theo hai phương. Khoảng cách giữa các thùng theo chiều cao không được nhỏ hơn 0.1l và không được nhỏ hơn 250 mm.

Việc gia tải phải tuân theo chỉ dẫn của thiết kế. Trong trường hợp không có chỉ dẫn thì tiến hành như sau:

- a. Xác định trọng lượng bản thân cấu kiện thí nghiệm (bằng tính toán hoặc bằng cân)
- b. Gia tải theo cấp, mỗi cấp không quá 10% tải trọng kiểm tra độ bền và không quá 20% tải trọng kiểm tra độ cứng.
- c. Với loại cấu kiện không cho phép nứt trong quá trình sử dụng thì sau khi đã gia tải đến 90% tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt, mỗi cấp tải tiếp theo không được vượt quá 5 % tải trọng đã nêu.
- d. Tải trọng của mỗi cấp cần đồng đều và đặt đúng vị trí theo sơ đồ thí nghiệm.
- e. Khi tiến hành thí nghiệm có cả tải ngang và tải đứng, trước tiên phải tạo tải ngang theo mối tương quan với trọng lượng bản thân của cấu kiện.
- f. Cần gia tải thử một, hai cấp để kiểm tra sự làm việc của các thiết bị gia tải các thiết bị đo.

Thời gian giữ tải mỗi cấp không dưới 10 phút.

Ở cấp tải kiểm tra độ cứng, thời gian giữ không ít hơn 30 phút.

Ở cấp tải kiểm tra hình thành vết nứt, thời gian giữ tải là 30 phút
Ở những cấp tải cuối cùng, phải chờ cho độ võng ổn định mới chất tiếp cấp tải sau

Trong quá trình thí nghiệm cần ghi chép:

- + Giá trị tải trọng và độ võng tương ứng của từng cấp tải
- + Giá trị tải trọng khi xuất hiện vết nứt đầu tiên theo phương vuông góc, khi xuất hiện vết nứt xiên trên cấu kiện và bề rộng của chúng
- + Giá trị tải trọng, độ võng và bề rộng vết nứt khi cấu kiện bị phá huỷ cùng những đặc tính phá huỷ

+ Giá trị độ võng và bề rộng vết nứt ở cấp tải kiểm tra độ cứng được đọc tại thời điểm vừa chát tải xong và sau khi giữ tải.

Trong thời gian giữ tải cần quan sát cẩn thận cấu kiện thí nghiệm: Bề mặt cấu kiện, sự xuất hiện và phát triển vết nứt, tốc độ tăng độ võng, lún gối tựa, sự tụt cốt thép

Phải tính và vẽ ngay biểu đồ quan hệ giữa độ võng và tải trọng của từng cấp để kịp thời:

Phát hiện thời điểm hình thành vết nứt.

Phát hiện những sự cố bất thường xảy ra trong lúc thí nghiệm

Phát hiện những dấu hiệu mất khả năng chịu lực của cấu kiện thí nghiệm

Cách đánh dấu sự phát triển vết nứt: Dùng bút vẽ một đường song song với vết nứt, đến cuối vết nứt, vạch ngang một nét và ghi cấp tải tương ứng trong một vòng tròn

Đối với cấu kiện chịu uốn, bề rộng vết nứt vuông góc với trục dọc cấu kiện được đo ở hàng cốt thép dọc dưới cùng của vùng chịu kéo, bề rộng vết nứt xiên được đo ở hàng cốt thép dọc dưới cùng nơi vết nứt xiên cắt cốt đai và cốt xiên

Đối với cấu kiện chịu nén lệch tâm, bề rộng vết nứt được đo ở hàng cốt thép chịu kéo nhiều nhất. Việc đo bề rộng vết nứt được tiến hành đồng thời với việc đo độ võng, độ lún gối tựa

Đối với cấu kiện chịu uốn mà gối hai đầu thì độ võng được đo ở giữa nhịp, ở các vị trí $1/3$ và đo lún gối tựa, với cấu kiện con sơn độ võng được đo ở đầu tự do và đo độ lún, góc xoay ở gối

Giá trị độ võng của cấu kiện chịu uốn gối hai đầu sẽ là hiệu số của độ võng giữa nhịp và độ lún gối tựa (lấy giá trị trung bình của hai gối), độ võng của cấu kiện con sơn là hiệu số độ võng ở hai đầu tự do và độ lún gối góc xoay gối tựa.

Đối với tấm phẳng gối hai cạnh, độ võng được đo ở tiết diện giữa nhịp và $1/3$ nhịp tại vị trí giữa bề rộng tấm và hai mép tấm. Giá trị độ võng của tấm là trị số trung bình của ba số đo giữa nhịp

Đối với tấm có sườn, độ võng được đo ở các sườn dọc tại tiết diện giữa tấm và 1/3 nhịp, lấy giá trị trung bình số học đo được ở tiết diện giữa nhịp làm độ võng của tấm.

Đối với tấm kê bốn cạnh hay bốn góc, độ võng được đo giữa tấm, đối với tấm gối ba cạnh, độ võng được đo ở điểm giữa cạnh tự do.

Việc đo độ tụt cốt thép ở đầu cấu kiện được tiến hành đối với cấu kiện ứng suất trước có cốt thép tự neo (không có neo ở đầu cấu kiện)

Việc đo độ tụt cốt thép được thực hiện cho ít nhất là 10% số cốt thép nhưng không ít hơn 2 cốt thép đối với mỗi cấu kiện

Việc gia tải được thực hiện cho đến khi cấu kiện xuất hiện dấu hiệu bị phá huỷ (mất khả năng chịu lực) thể hiện ở các đặc trưng sau: độ võng tăng liên tục, vết nứt phát triển liên tục khi giữ nguyên tải trọng, cốt thép bị chảy dẻo trước khi bê tông vùng nén bị phá vỡ hoặc bê tông vùng nén bị phá vỡ và cốt thép vùng kéo bị đứt.

Trong trường hợp đã thu thập đủ số liệu cần thiết cho việc đánh giá kết quả thí nghiệm theo mục đích đề ra, có thể ngừng gia tải ở cấp tải trọng thích hợp.

Việc tiến hành thí nghiệm cần tuân thủ các yêu cầu đảm bảo an toàn.

4.9. Tính toán các giá trị kiểm tra: tải trọng, độ võng và bề rộng vết nứt.

Tải trọng kiểm tra độ bền (P_{ktr}^b) được xác định bằng cách nhân hệ số an toàn C với tải trọng xác định khả năng chịu lực của cấu kiện được tính toán theo mục 3 tiêu chuẩn TCVN 5574:1991. Hệ số an toàn C được lấy như sau:

Đối với cấu kiện chịu uốn và chịu kéo nén lệch tâm, trong trường hợp phá huỷ thứ nhất, giá trị của hệ số C xác định theo bảng

Bảng 9.1 Hệ số an toàn C cho trường hợp phá huỷ thứ nhất

Loại cốt thép	Hệ số C
C-I, C-II	1,25
C-III, C-III kéo nguội có không chế ứng suet và độ dẫn dài, thép cốt sợi từ các bon thấp (B_p -I)	1,30
C-IV, C-V, C-III kéo nguội chỉ không chế độ dẫn dài	1,35

Dây kéo nguội (BII)	1,40
---------------------	------

Về đặc tính của các loại cốt thép CI,CII...BII xem TCVN 1651:8 5 và TCVN 3101:79.

Đối với trường hợp phá huỷ thứ hai, hệ số C được lấy theo bảng sau:

Bảng 9.2 Hệ số an toàn C cho trường hợp phá huỷ thứ hai

Loại bê tông	Hệ số C
Bê tông nặng, nhẹ, cốt liệu nhỏ, silicat	1,60
Bê tông xốp	1,90

Trường hợp phá huỷ nói ở điểm 9.1 được hiểu như sau:

- Trường hợp thứ nhất- phá huỷ do ứng suất trong cốt thép chịu lực ở tiết diện thẳng góc hay tiết diện xiên đạt đến ứng suất tương đương giới hạn chảy của thép trước khi bê tông vùng nén bị phá huỷ.
- Trường hợp thứ hai- Phá huỷ do bê tông vùng nén bị phá huỷ trước khi cốt thép chịu kéo đạt giới hạn chảy (phá huỷ giòn).

Đối với cấu kiện sử dụng nhiều loại cốt thép, hệ số an toàn C được xác định theo công thức:

$$C = \frac{C_1 A_{S1} + C_2 A_{S2} + \dots + C_n A_{Sn}}{A_{S1} + A_{S2} + A_{S3}}$$

Trong đó:

$C_i (i=1,2,3 \dots n)$ là hệ số an toàn C xác định theo bảng ứng với thép nhóm 1

$A_{Si} (i=1,2,3 \dots n)$ là diện tích tiết diện cốt thép nhóm i.

Khi quy định tải trọng kiểm tra độ bền, cần tính đến khả năng phá huỷ theo cả hai trường hợp, nghĩa là thiết kế cần quy định hai giá trị tải trọng ứng với C theo cả 2 bảng

Khi đánh giá độ bền của cầu kiện theo kết quả thí nghiệm, phải chọn giá trị tải trọng kiểm tra độ bền tương ứng với tính chất phá huỷ thực tế của cầu kiện.

Tính chất phá huỷ thực tế được đánh giá bằng cách so sánh giá trị độ võng và bề rộng vết nứt thực tế với giá trị giới hạn tương ứng. Khi đó:

Để đánh giá độ bền cầu kiện theo tiết diện thẳng góc, dùng giá trị độ võng ở tải trọng phá huỷ thực tế.

Để đánh giá độ bền theo tiết diện nghiêng, dùng bề rộng vết nứt ở tải trọng phá huỷ thực tế.

Độ võng giới hạn được tính theo công thức sau:

a. Trường hợp phá huỷ thứ nhất:

$$f_{gh} = f_{kt} \times \frac{P_{tt}^p}{P_{ktr}^c} \text{ nhân với } 2,5 \text{ khi dùng thép C-III hoặc thấp hơn;} \quad (1)$$

2 khi dùng thép C-IV, C-III kéo nguội và cao hơn

b. Trường hợp phá huỷ thứ hai:

$$f_{gh} = f_{kt} \times \frac{P_{tt}^p}{P_{ktr}^c} \times 1,15 \quad (2)$$

Bề rộng vết nứt giới hạn được tính theo công thức sau:

a. Trường hợp phá huỷ thứ nhất:

$$a_{gh} = a_{kt} \times \frac{P_{tt}^p}{P_{ktr}^c} \text{ nhân với } 2,5 \text{ khi dùng thép C-III hoặc thấp hơn;} \quad (3)$$

2 khi dùng thép C-IV, C-III kéo nguội và cao hơn

b. Trường hợp phá huỷ thứ hai:

$$a_{gh} = a_{kt} \times \frac{P_{tt}^p}{P_{ktr}^c} \times 1,15 \quad (4)$$

Trong các công thức (1),(2) (3), và (4):

- f_{gh} là độ võng giới hạn;
- f_{kt} là độ võng kiểm tra;
- a_{gh} là bề rộng vết nứt giới hạn;
- a_{kt} là bề rộng vết nứt kiểm tra
- P_{tt}^p là tải trọng thực tế khi cầu kiện bị phá huỷ;
- P_{ktr}^c là tải trọng kiểm tra độ cứng;
- P_{ktr}^a là tải trọng kiểm tra bề rộng vết nứt.

Nếu độ võng thực tế hay bề rộng vết nứt thực tế đo được ở tải trọng phá huỷ bằng hay lớn hơn giá trị giới hạn theo trường hợp phá huỷ thứ nhất, thì để đánh giá độ bền của cầu kiện, phải so sánh tải trọng phá huỷ thực tế với tải trọng kiểm tra độ bền lấy cho trường hợp phá huỷ này (nghĩa là dùng hệ số an toàn C theo bảng 9.1)

Nếu độ võng thực tế hay bề rộng vết nứt thực tế đo được ở tải trọng phá huỷ bằng hay nhỏ hơn giá trị giới hạn theo trường hợp phá huỷ thứ hai, tải trọng phá huỷ thực tế cần so với tải trọng kiểm tra lấy cho trường hợp phá huỷ này (nghĩa là dùng hệ số an toàn C theo bảng 9.2)

Với các giá trị trung gian về độ võng và bề rộng vết nứt, tải trọng kiểm tra độ bền nếu trong hồ sơ thiết kế cho phép được tính lại với hệ số an toàn C lấy theo cách nội suy tuyến tính nhưng không nhỏ hơn 1,4

Tải trọng kiểm tra độ cứng (P_{ktr}^c) được xác định theo tổ hợp bất lợi nhất của tải trọng tiêu chuẩn (hệ số $C=1$) (trích dẫn từ điều 4.1 của TCVN 5574:1991)

Độ võng kiểm tra (f_{ktr}) được xác định bằng tính toán, dùng tải trọng kiểm tra độ cứng (lấy tác dụng ngắn hạn) để tính

Độ võng kiểm tra của cầu kiện ứng suất trước f_{kt} xác định theo công thức:

$$f_{kt} = f_1 + f_2$$

Trong đó:

f_1 - độ võng toàn phần do tải trọng kiểm tra (tải chất thêm và khi cần thiết cả tải trọng bản thân cầu kiện nữa) và do lực nén trước.

f_2 - độ võng (lấy dấu cộng) hay độ võng (lấy dấu trừ) do tải trọng bản thân và do lực nén trước; đồng thời nếu mặt trên cầu kiện có sự hình thành các vết nứt thì giá trị f_2 xác định như đối với cầu kiện có vết nứt ở mặt trên

Hệ số an toàn C dùng để xác định tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt (P_{ktr}^n) được lấy như sau: đối với cầu kiện có yêu cầu chống nứt cấp I, dùng hệ số C bằng 1,4 cho bê tông tổ ong và bằng 1,3 cho các loại bê tông khác.

Để tính bề rộng vết nứt kiểm tra (a_{ktr}), dùng hệ số an toàn $C=0,7$.

Trong cầu kiện chịu uốn mà chiều dày lớp bê tông bảo vệ theo thiết kế vượt trị số tiêu chuẩn $a_{tc} = 25\text{mm}$ thì cho phép tăng bề rộng vết nứt kiểm tra đối với các vết

nứt vuông góc với trục dọc của cầu kiện bằng cách chia nó cho hệ số q cho ở bảng 9.3

Bảng 9.3 Hệ số q

a_{tc}/a_{tk}	0,8	0,6	[0,5
q	0,95	0,85	0,75

Ghi chú: a_{tc} – chiều dày lớp bê tông bảo vệ lấy bằng 25mm

a_{tk} – chiều dày lớp bê tông bảo vệ theo thiết kế

4.10. Đánh giá kết quả thí nghiệm

Đánh giá độ bền: Độ bền của cầu kiện thí nghiệm được đánh giá theo giá trị tải trọng lớn nhất tại thời điểm cầu kiện xuất hiện dấu hiệu mất khả năng chịu lực (tải trọng phá huỷ thực), thể hiện ở các đặc trưng sau: độ võng tăng liên tục, vết nứt phát triển liên tục khi giữ nguyên tải trọng, cốt thép bị đứt, bê tông vùng nén bị vỡ.

Đánh giá độ bền được thực hiện bằng cách so sánh tải trọng phá huỷ thực tế với tải trọng kiểm tra độ bền được quy định trong tiêu chuẩn hoặc trong tài liệu thiết kế

Tải trọng kiểm tra độ bền được xác định theo những quy định ở điều 9.1

Cầu kiện được xem là đạt độ bền nếu thoả mãn các điều kiện sau:

Khi thí nghiệm hai cầu kiện, tải trọng phá huỷ thực tế không nhỏ hơn 95% tải trọng kiểm tra độ bền, nếu thí nghiệm từ 3 cầu kiện trở lên thì không nhỏ hơn 90% tải trọng kiểm tra độ bền.

Muốn đánh giá độ bền cầu kiện thí nghiệm một cách chính xác hơn thì dùng các đặc trưng cơ lí thực tế của bê tông, cốt thép và kích thước thực tế của cầu kiện để xác định khả năng chịu lực của nó. Các đặc trưng cơ lí này do cơ sở sản xuất cung cấp hoặc lấy từ số liệu thí nghiệm mẫu thép và bê tông do họ cung cấp.

Đối với cầu kiện ứng suất trước có cốt thép tự neo(không có neo ở đầu), cầu kiện được coi là đảm bảo độ bền nếu thoả mãn thêm các điều kiện sau:

Khi thí nghiệm từ 2 cầu kiện trở lên, tại tải trọng kiểm tra độ bền, độ tụt của thép so với bề mặt bê tông ở đầu cầu kiện không vượt quá 0,2mm.

Đánh giá độ cứng: Độ cứng của cầu kiện được đánh giá bằng cách so sánh độ võng thực tế dưới tải trọng kiểm tra với độ võng kiểm tra. Tải trọng kiểm tra và độ võng kiểm tra lấy theo mục 9.8 và 9.9

Độ võng thực tế được xác định sau khi giữ cầu kiện thí nghiệm dưới tải trọng kiểm tra độ cứng theo mục 8.6

Tải trọng kiểm tra là tổng tải trọng thực tế mà cầu kiện thí nghiệm phải chịu, bao gồm trọng lượng bản thân cầu kiện, trọng lượng các thiết bị gia tải, trọng lượng phân tải chất thêm...

Khi thí nghiệm cầu kiện được đặt dưới một góc 90^0 hoặc 180^0 so với trạng thái làm việc thì cần tính đến ảnh hưởng của trọng lượng bản thân và phụ kiện thiết bị đến giá trị độ võng kiểm tra. Trong trường hợp này cần thống nhất với thiết kế về giá trị phụ tải và độ võng kiểm tra.

Cầu kiện được xem là đạt yêu cầu về độ cứng:

Khi thí nghiệm hai cầu kiện mà độ võng thực tế không quá 115% độ võng kiểm tra

Khi thí nghiệm từ 3 cầu kiện trở lên mà độ võng thực tế không quá 120% độ võng kiểm tra

Đánh giá khả năng chống nứt: Khả năng chống nứt của cầu kiện được đánh giá theo tải trọng hình thành vết nứt đầu tiên trong bê tông và theo bề rộng vết nứt. Tải trọng thực tế hình thành vết nứt được so với tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt, bề rộng vết nứt được so với bề rộng vết nứt kiểm tra. Tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt và bề rộng vết nứt kiểm tra lấy theo điều 4.10 và 4.11

Khi tiến hành thí nghiệm và đánh giá bề rộng vết nứt cần xem xét sơ đồ thí nghiệm đã nêu trong điều 4.9

Cầu kiện có yêu cầu chống nứt cấp I phải thỏa mãn điều kiện sau:

Khi thí nghiệm hai cầu kiện, tải trọng thực tế hình thành vết nứt không nhỏ hơn 90% tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt.

Khi thí nghiệm từ 3 cầu kiện trở lên, tải trọng thực tế hình thành vết nứt không nhỏ hơn 85% tải trọng kiểm tra hình thành vết nứt.

Cầu kiện hoặc là bộ phận cầu kiện có yêu cầu chống nứt cấp II và III được gọi là đạt yêu cầu khi thí nghiệm 2 và từ 3 cầu kiện trở lên, bề rộng vết nứt lớn nhất

không vượt quá bề rộng vết nứt kiểm tra nhân với hệ số tương ứng là 1,10 và 1,15 ngoài ra cũng không được vượt quá giá trị bề rộng vết nứt cho phép cho ở tiêu chuẩn thiết kế.

Đánh giá tổng hợp kết quả thí nghiệm

Cấu kiện thí nghiệm được xem là đạt yêu cầu về độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt, nếu chúng đáp ứng được tất cả các yêu cầu đã nêu trong mục 4.

Báo cáo kết quả thí nghiệm.

Kết quả thí nghiệm được lập thành văn bản và lưu ở phòng thí nghiệm, ở phòng quản lý kỹ thuật hoặc phòng kiểm tra chất lượng sản phẩm.

Hồ sơ thí nghiệm gồm các nội dung sau:

- Ngày thí nghiệm.
- Danh sách những người tham gia thí nghiệm và trình độ kỹ thuật.
- Tên gọi và mã số của các cấu kiện thí nghiệm.
- Ngày sản xuất cấu kiện, số hiệu lô sản phẩm.
- Điều kiện bảo quản cấu kiện trước khi thí nghiệm.
- Loại hay mác bê tông theo cường độ nén.
- Các đặc tính về cường độ thực tế của bê tông ở ngày thí nghiệm.
- Dạng, loại cốt thép chịu lực.
- Các đặc tính về cường độ thực tế của cốt thép theo chứng chỉ của nhà máy sản xuất hoặc theo kết quả thí nghiệm mẫu thép.
- Cấp chống nứt do thiết kế quy định.
- Sơ đồ thí nghiệm: sơ đồ gối tựa, gá lắp thiết bị đo, vị trí chất tải.
- Trọng lượng cấu kiện (bằng tính toán hoặc bằng cân đo)
- Trọng lượng phân tải trọng chất thêm.
- Giá trị tải trọng kiểm tra:
 - + Theo độ bền (ở trường hợp phá huỷ thứ nhất và thứ hai).
 - + Theo độ cứng.
 - + Theo sự hình thành vết nứt.
 - + Theo mở rộng vết nứt
- Độ võng kiểm tra có tính đến đặc tính cơ lý thực tế của thép và bê tông khi chúng khác với giá trị thiết kế.
- Kết quả thí nghiệm:

- + Tải trọng phá huỷ và đặc điểm phá huỷ.
- + Tải trọng hình thành vết nứt và tính chất của các vết nứt.
- + Độ võng ở tải trọng kiểm tra.
- + Bề rộng vết nứt ở tải trọng kiểm tra.
- + Độ tụt đầu cốt thép trong bê tông.
- + ảnh mô tả quá trình thí nghiệm và đặc tả hiện tượng phá huỷ, tình trạng nứt...

Khi thí nghiệm từ 2 cấu kiện trở lên thì những vấn đề chung được đưa vào một văn bản song các số liệu cụ thể của từng cấu kiện thì phải ghi riêng. Kết quả đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt được lập thành văn bản trong đó có ghi rõ sai lệch lớn nhất về số liệu thí nghiệm so với các giá trị quy định theo tiêu chuẩn, ghi rõ kết luận đánh giá về độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt theo tiêu chuẩn thí nghiệm. Các văn bản này phải được người tiến hành thí nghiệm, trưởng phòng thí nghiệm, trưởng phòng kiểm tra chất lượng và cán bộ lãnh đạo đơn vị cùng đại diện thiết kế xác nhận.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Đánh giá mức độ phù hợp của bê tông trong thi công cầu đường;
2. Phương pháp siêu âm xác định tính đồng nhất của bê tông trong cọc khoan nhồi;
3. Phương pháp kiểm tra khuyết tật cọc bằng phương pháp động biến dạng nhỏ;
4. Phương pháp thí nghiệm gia tải để đánh giá độ bền, độ cứng và khả năng chống nứt của cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép đúc sẵn.

Phụ lục 1 **Tính chất cơ học của thép hợp kim**

Mác	của	Kích	Giới hạn	Giới hạn	Biến
-----	-----	------	----------	----------	------

thép	thước, mm	bền, daN/mm ²	chảy, daN/mm ²	dạng đổi, %	tương
15GC	4-20	48	34	18	
18G2C	6-80	50	40	14	
25G2C	6-40	60	40	14	
10G2CD	4-32	50	33	18	
14XGC	4-20	50	34	18	
30G2C	10-32	90	60	6	
14XGCH	4-10	50	37	18	
10XG2CH	4-40	50	37	18	
15CHD	4-32	52	35	18	
12XG	8-20	46	33	15	
12XG	8-20	46	33	15	
14G	4-10	46	29	18	
24G	4-20	47	30	18	
10GHD	4-20	50	38	15	

Phụ lục 2
Bảng chuyển đổi các đơn vị liên quan

Chuyển từ hệ inch- pound	Sang hệ SI (hệ mét)	Hệ số chuyển đổi
inch(in .)	mm	25,4
inch(in .)	m	0,0254
foot (ft)	m	0,3048
square inch(sq.in.)	mm ²	645,2
square inch(sq.in.)	m ²	0,0006452
square foot (sq.ft.)	m ²	0,0929
kip	N	4448,0
kip	kgf	453,6
pound (lb)	N	4,448
pound(lb)	kgf	0,4536
	288	

kip/ square inch(ksi)	MPa	6,895
pound/ square foot (psf)	kPa	0,04788
pound/ square inch(psi)	kPa	6,895
pound	kg	0,4536
ton(200lb)	kg	907,2
tonne(t)	kg	1.000
kip/ linear foot(klf)	kg/m	1488
pound/ linear foot(plf)	kg/m	1,488
pound/ linear foot(plf)	N/m	14,593
inch – pound (in.-lb)	N.m	0,1130
foot-pound(ft.-lb)	N.m	1,356
foot – kip (ft.- k)	N.m	1356
degree(deg F)	Celsius (C)	$t_c=(t_F - 32)/1,8$
Section modulus(in. ³)	mm ³	16.387
Moment of inertia(in. ⁴)	mm ⁴	416.231
Modulus of elasticity (psi)	MPa	0,006895

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phùng Văn Lự - Phạm Duy Hữu - Phan Khắc Trí - Vật liệu xây dựng- NXB Giáo dục -1977.
2. Phạm Duy Hữu - Ngô Xuân Quảng -Vật liệu xây dựng- NXB GTVT 2006
3. Phạm Duy Hữu - V.I. XALOMATOB - Biện pháp tăng cường tuổi thọ và độ tin cậy BTCT bằng con đường sử dụng vật liệu Polyme (tiếng Nga) - MIIT Maxcova-1989.
4. Phạm Duy Hữu - Lựa chọn phương pháp thiết kế cấu trúc hợp lý bê tông asphan (B95-17-60)- Hà Nội-1995
5. Phạm Duy Hữu – Vật liệu xây dựng mới – NXB GTVT 2004
6. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam -1999
7. Tiêu chuẩn ACI, ASTM, ASSHTO (Mỹ), DOE (Anh)
8. A.M. NEVILL – Propertmes of concrete – London - 1991.
9. Asphalt institute - Mix design methods for asphalt concrete - 1994

10. Viện asphalnt Mỹ - Tính toán bề dày mặt đường asphan - 1991
11. The SHELL BITUM – London - 1991
12. Quy phạm BS8110-77- Anh Quốc- Bê tông và bê tông cốt thép
13. H.B. Gorelur sep- Bê tông át phan và các vật liệu khoáng bitum- Maxcova- 1995
14. Kzumaxa Ozawa- Self- Compacting Concrete-TOKYO-2001

Chịu trách nhiệm xuất bản: Lê Tử Giang

Biên tập Lê Thúy Hồng

Nhà xuất bản GTVT

Quyết định xuất bản số: 146/163-2007/CXB/172-312-05/GTVT

ngày 2/3/2007

In xong và nộp lưu chiểu quý 4/2007