

Chương 2

HỖN HỢP BÊ TÔNG XI MĂNG

2.1. TÍNH CHẤT CƠ LÝ, ĐẶC TRƯNG LƯU BIẾN HỖN HỢP BÊ TÔNG.

2.1.1. Hai yêu cầu của hỗn hợp bê tông.

Bê tông tươi cần thoả mãn hai yêu cầu sau:

- Tính đồng nhất của hỗn hợp bê tông có được khi nhào trộn phải được duy trì trong quá trình vận chuyển, bơm, đổ khuôn và đầm chặt, và không bị phân tầng, tách nước.
- Tính công tác tốt (hay tính dễ đổ khuôn) phù hợp với phương pháp và điều kiện tạo hình sản phẩm. Nếu tính công tác tốt hỗn hợp bê tông sẽ dễ dàng và nhanh chóng lấp đầy khuôn, giữ được tính liên kết toàn khối và sự đồng nhất. Tính công tác được đặc trưng bằng khả năng lưu động (chảy) và mức độ dẽo của hỗn hợp.

2.1.2. Thành phần và nội lực tương tác.

- Thành phần

Hỗn hợp bê tông tươi là một hệ phân tán (nước và vật chất rắn gồm: xi măng, cốt liệu, trong đó có phản ứng hoá học giữa nước và xi măng) nên hệ có nhiều thành phần phức tạp khác nhau về kích thước, hình dạng và tính chất:

- Những hạt phân tán của chất kết dính.
- Những hạt cốt liệu.
- Nước.
- Phụ gia.
- Không khí.

- Nội lực

Giữa chúng tồn tại những nội lực: lực dính phân tử, sức căng bề mặt của nước trong mao quản, lực ma sát nhớt (độ nhớt), ma sát khô. Và chúng không ngừng biến đổi kết cấu nội bộ, ví dụ : Do quá trình thủy hóa xi măng tạo ra dạng hạt keo, sau đó các hạt keo này keo tụ lại tạo nên những mầm kết tinh và làm hỗn hợp rắn chắc. Quá trình này làm thay đổi không ngừng tính chất và đặc trưng lưu biến của hỗn hợp bê tông.

2.1.3. Sự hình thành độ nhớt kết cấu và tính xúc biến của hỗn hợp bê tông.

Hồ xi măng là thành phần cơ bản tạo nên cấu trúc trong hỗn hợp bê tông. Hồ xi măng cũng là hệ phân tán. Chính sự phát triển của quá trình hydrat hóa

các khoáng hoá xi măng làm bề mặt phân chia pha phát triển nhanh, sẽ sinh ra một số lượng lớn những hợp chất mới làm tăng độ phân tán của các hạt của pha rắn trong hồ xi măng. Điều này dẫn đến sự tăng lượng nước hấp phụ trong hệ, tăng lực dính phân tử giữa các hạt xi măng làm tăng năng lực dính kết và tính dẻo của hồ xi măng. Mặt khác, do tác dụng của lực dính phân tử giữa những hạt được màng nước bao bọc tạo nên kết cấu không gian liên tục tạo cho hồ xi măng có một kết cấu ban đầu và được gọi là độ nhớt kết cấu.

Lượng xi măng, thời gian nhào trộn xi măng với nước, nhiệt độ môi trường có ảnh hưởng nhiều đến cường độ kết cấu ban đầu. Trong hỗn hợp bê tông với một lượng hồ xi măng đủ để tạo nên một môi trường liên tục, khi đó các hạt cốt liệu nhỏ và lớn được phân bố sao cho chúng không tiếp xúc nhau sẽ có được những tính chất của thể nhớt, dẻo và những đặc trưng lưu biến như hồ xi măng.

Độ nhớt kết cấu khác với độ nhớt thực của thể lỏng vì:

- Độ nhớt kết cấu thay đổi phụ thuộc vào ứng suất cắt tác dụng lên hệ và vận tốc biến dạng cắt.

- Độ nhớt của thể lỏng không thay đổi theo thời gian và không phụ thuộc vào trị số ứng suất cắt hay áp lực tác dụng lên nó (chỉ có thể thay đổi khi thay đổi nhiệt độ).

Khi vận tốc cắt tiến đến một giá trị tới hạn, kết cấu ban đầu của hệ bị phá hoại, độ nhớt và sức chống cắt có thể tiến đến một giá trị rất bé, kết quả là hỗn hợp lưu động trở nên có tính chảy. Chỉ khi nào sự rung động hoặc dao động kích thích cưỡng bức dừng lại, hỗn hợp mới trở về trạng thái ban đầu, trở nên ít lưu động và phục hồi cường độ ban đầu của kết cấu.

Khả năng của hệ có thể thay đổi đặc trưng lưu biến dưới ảnh hưởng của tác dụng cơ học và phục hồi lại sau khi ngừng tác dụng được gọi là tính xúc biến.

Trong thực tế, tính xúc biến này được lợi dụng để làm hóa lỏng hỗn hợp bê tông ít lưu động hoặc cứng ở các giai đoạn công nghệ (nhào trộn, vận chuyển, đổ khuôn, đầm chặt). Cho đến nay, người ta cũng chưa giải thích được bản chất của hiện tượng xúc biến, có giả thiết cho rằng *bản chất của xúc biến là chuyển động nhiệt của các hạt dạng keo*.

Sự biến đổi độ nhớt kết cấu của hệ thống hay vận tốc biến dạng cắt phụ thuộc vào ứng suất cắt có thể biểu diễn bằng đường cong biến thiên ứng suất - biến dạng.

Trên trục hoành có thể chia làm 3 khu vực ứng với những giá trị ứng suất cắt tới hạn.

$$dv/dx = f(t)$$

η_0 : Độ nhớt kết cấu ban đầu.

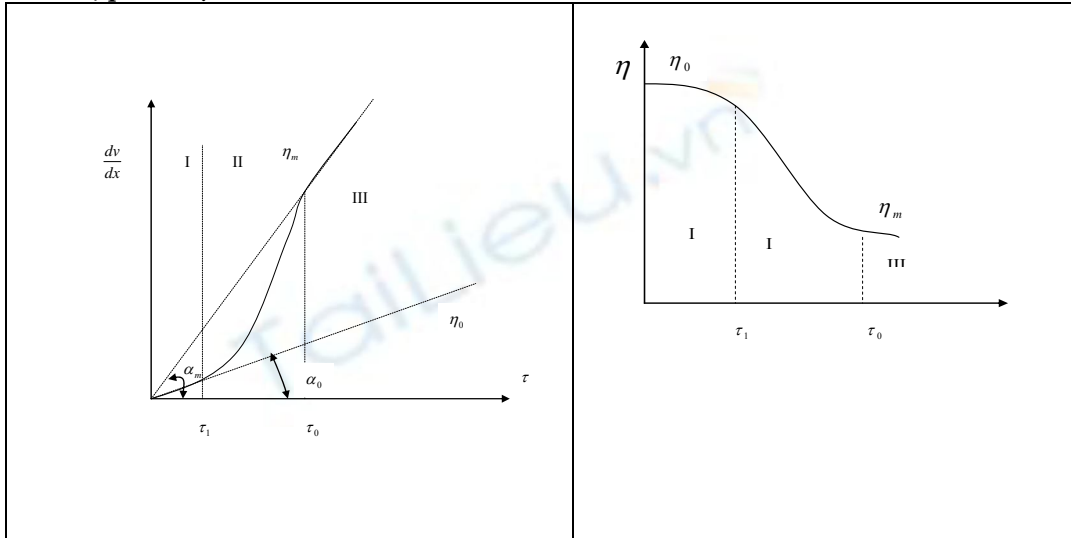
η_m : Độ nhớt dẻo khi kết cấu của hệ bị phá hoại.

α_0, α_m Góc đặc trưng cho giá trị hệ số nhớt của hệ thống.

τ : Ứng suất cắt.

dv/dx : Gradient vận tốc biến dạng cắt

- **Khu vực 1:** Kết cấu của hệ chưa phá hoại, độ nhớt kết cấu ban đầu có giá trị cực đại η_0 , ứng với lúc đặt tải trọng và cùng với sự tăng ứng suất cắt, hỗn hợp bị biến dạng với một giá trị vận tốc tỉ lệ với sự tăng ứng suất, nhưng giá trị độ nhớt không thay đổi, kết cấu chưa phá hoại. Ứng suất tối hạn của khu vực này τ_1 tương ứng với giới hạn chảy của hệ. Đạt đến giá trị ứng suất này kết cấu bắt đầu bị phá hoại.



- **Khu vực 2:** Cùng với sự tăng của ứng suất, kết cấu ban đầu của hệ bị phá hoại và cho đến khi ứng suất đạt đến giá trị τ_0 thì kết cấu bị phá hoại hoàn toàn. Độ nhớt kết cấu trong khu vực này được gọi là độ nhớt hữu ích. Nó giảm rất nhanh cùng với sự tăng ứng suất và tương ứng với sự phát triển của gradient vận tốc (dv/dx).

- **Khu vực 3:** Cấu trúc ban đầu của hệ bị phá hoại hoàn toàn. Độ nhớt đạt đến giá trị cực tiểu và được gọi là độ nhớt dẻo. Độ nhớt này tương tự độ nhớt thực tế của thể lỏng và không biến đổi, không phụ thuộc vào trị số ứng suất tác dụng lên hệ. Nó có thể được xem như là hệ số tỉ lệ giữa ứng suất cắt và vận tốc chảy của hỗn hợp. Mô hình lưu biến của hệ ở trạng thái chảy ổn định tuân theo phương trình:

$$\tau = \tau_0 + \eta_m \cdot \frac{dv}{dx}$$

Trong đó: τ - ứng suất cắt (daN/cm^2).

τ_0 - ứng suất cắt tối hạn (daN/cm^2).

η_m - độ nhớt dẻo của hệ với kết cấu đã bị phá hoại tính bằng poado

$$\left(\frac{1}{10} \frac{N.s}{m^2}\right).$$

$\frac{dv}{dx}$ - gradien vận tốc biến dạng cắt.

Trong hỗn hợp bê tông với một hàm lượng lớn cốt liệu thô, bên cạnh ma sát nhớt, còn xuất hiện ma sát khô giữa các hạt cốt liệu tiếp xúc nhau và trạng thái lưu biến của hỗn hợp có thể biểu diễn theo phương trình Culông:

$$\tau = \sigma \cdot \text{tg}\varphi + C$$

Trong đó:

- σ - ứng suất trong hỗn hợp (daN/ cm²) ;
- φ - Góc nội ma sát khô ;
- C - Độ nhớt kết cấu của hệ ;

Ứng dụng hóa lỏng xúc biến có thể dùng biện pháp chấn động với cường độ thích hợp cho từng loại hỗn hợp bê tông nhằm phá hoại hoàn toàn kết cấu ban đầu của hệ, đồng thời làm giảm nội ma sát đến giá trị cực tiểu để hỗn hợp bê tông ít lưu động trở nên trạng thái chảy nhớt với độ nhớt dẻo có giá trị không đổi. Ở trạng thái này, tính chất lưu biến của hỗn hợp bê tông tuân theo phương trình lưu biến của Niuton:

$$\tau = \eta_m \frac{dv}{dx}$$

Tóm lại: Hỗn hợp bê tông được đánh giá qua những chỉ tiêu tính chất cơ lý và những đặc trưng lưu biến.

- Cường độ kết cấu ban đầu được đo bằng giá trị của ứng suất cắt tới hạn τ_0 (daN/cm²). Đạt đến giá trị này, kết cấu hoàn toàn bị phá hoại và hỗn hợp mang tính chất của một thể lỏng nhớt.
- Độ nhớt dẻo đo bằng poado: đặc trưng cho tính chất chảy nhớt của hỗn hợp khi kết cấu hoàn toàn bị phá hoại.
- Mô đun đàn hồi tức thời (daN/cm²) cho phép đánh giá tính chất đàn hồi của hỗn hợp bê tông khi chịu tác dụng ngoại lực.

2.2. CÁC LOẠI HỖN HỢP BÊ TÔNG

2.2.1. Hai loại hỗn hợp bê tông

Dựa vào tính dẻo của bê tông tươi có thể chia hỗn hợp bê tông thành 2 loại sau:

- Hỗn hợp bê tông dẻo (lưu động).
- Hỗn hợp bê tông cứng.

Hỗn hợp bê tông dẻo là một hỗn hợp dẻo có đặc tính liên tục về cấu tạo, cốt liệu trong hỗn hợp ở trạng thái lơ lửng trong môi trường liên tục của hồ xi măng, bảo đảm tính dính kết, không bị phân tầng và hỗn hợp bê tông có tính

lưu động cao. Do đó hỗn hợp bê tông dẻo tương đối dễ nhào trộn, dễ tạo hình chủ yếu dựa vào tác dụng trọng lượng của bản thân hay dùng ngoại lực tác dụng thêm nhưng không lớn lắm.

Hỗn hợp bê tông cứng là hỗn hợp xốp rời (tính liên tục kém) gồm các thành phần rời rạc của hạt cốt liệu được gắn với nhau bằng keo xi măng đặc, nội lực ma sát khô lớn, nên khi đổ khuôn và lèn chặt yêu cầu nhất thiết phải dùng ngoại lực tác dụng mạnh.

So với hỗn hợp bê tông dẻo, hỗn hợp bê tông cứng có ưu điểm sau:

Do tỉ lệ N/X trong hỗn hợp bê tông cứng nhỏ hơn so với tỉ lệ N/X trong hỗn hợp bê tông dẻo khi thi công với điều kiện lèn chặt tốt sẽ có những ưu điểm:

- Khi dùng lượng xi măng như nhau thì cường độ của bê tông khi dùng hỗn hợp bê tông cứng sẽ cao hơn. Còn nếu giữ nguyên cường độ bê tông yêu cầu có thể giảm lượng dùng xi măng.
- Sẽ nâng cao độ đặc, tăng khả năng chống thấm.
- Hỗn hợp của bê tông cứng rắn chắc nhanh, nhất là ở thời kì đầu, cho phép rút ngắn thời gian dưỡng hộ 4-5 lần khi dưỡng hộ tự nhiên so với hỗn hợp bê tông dẻo. Do đó cho phép rút ngắn thời gian sản xuất, tăng nhanh chu kỳ luân chuyển ván khuôn.

Song việc sử dụng bê tông cứng cũng có nhược điểm là yêu cầu về trang thiết bị nhào trộn, đầm chặt phải có tác dụng cưỡng bức, thời gian trộn lớn và khi lèn chặt phải tác động lực lớn. Nhưng hiện nay việc sử dụng phổ biến phụ gia hoá dẻo và siêu hoá dẻo sẽ khắc phục mặt hạn chế của hỗn hợp bê tông cứng.

Chú ý khi lựa chọn loại hỗn hợp bê tông trong sản xuất cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn, cần phải căn cứ vào điều kiện cụ thể của việc nhào trộn hỗn hợp, phương thức tạo hình, kích thước, tiết diện cấu kiện, tính chất và mật độ phân bố cốt thép trong sản phẩm để quyết định.

Loại hỗn hợp bê tông	SN (cm)	ĐC (s)	Loại hỗn hợp bê tông	SN (cm)	ĐC (s)
Đặc biệt cứng		> 300	Ít dẻo	1-4	20-15
Cứng cao		150-200	Dẻo	5-8	10-0
Cứng		60-100	Rất dẻo	10-12	
Cứng vừa		30-45	Chảy	15-18	

2.2.2. Cách xác định tính công tác.

- Chỉ tiêu tính công tác của hỗn hợp bê tông dẻo được xác định bằng độ sụt SN(cm) (xem TCVN 3106 - 1993).
- Chỉ tiêu tính công tác của hỗn hợp bê tông cứng được gọi là độ cứng ĐC (S), xác định bằng nhót kế kĩ thuật Vebe. (Xem TCVN 3107 - 1993).

Độ cứng của hỗn hợp bê tông còn có thể xác định bằng phương pháp Skramtaev là thời gian tính bằng giây để khối bê tông hình nón cụt tiêu chuẩn chảy dần bằng trong khuôn hình lập phương ($20 \times 20 \times 20$) cm dưới tác dụng của bàn chấn động. (Xem phụ lục TCVN 3107 - 1993).

2.3. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÍNH CHẤT HỖN HỢP BÊ TÔNG

Tính chất của hỗn hợp bê tông chịu ảnh hưởng của các yếu tố sau:

- Hàm lượng nước ban đầu của hỗn hợp.
- Lượng xi măng và tính chất xi măng.
- Cấp phối hạt của hỗn hợp cốt liệu và tính chất cốt liệu.
- Bản chất phụ gia hoạt tính bề mặt.
- Tác dụng của gia công chấn động.

2.3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng nước ban đầu.

Lượng nước dùng để nhào trộn trong hỗn hợp bê tông bao gồm:

- Nước để thủy hoá các khoáng hoá xi măng, để hồ xi măng dẻo và linh động.
- Nước để bôi trơn cốt liệu và nước tự do.

Nếu lượng nước ban đầu trong hỗn hợp bê tông bé, nước chỉ đủ bao bọc mặt ngoài hạt xi măng và tạo nên màng nước hấp phụ. Màng nước này liên kết rất chắc chắn với hạt xi măng, cốt liệu bằng lực hút phân tử nên hỗn hợp bê tông chưa có độ dẻo.

Nếu tiếp tục tăng lượng nước sẽ hình thành nước tự do thì lượng nước này phân bố vào các ống mao quản thông nhau, cũng như các hốc rỗng giữa các vật liệu và làm màng nước hấp phụ trên bề mặt hạt vật liệu dày thêm. Do đó tạo điều kiện thuận lợi cho các hạt vật liệu dịch chuyển, khi đó lực nội ma sát giảm xuống, độ dẻo hỗn hợp tăng lên.

Đối với mỗi hỗn hợp bê tông tồn tại 1 giới hạn trên của lượng nước tự do mà với giới hạn đó, mỗi liên kết trong hỗn hợp không bị phá hoại, hỗn hợp không bị phân tầng, tách nước có những tính chất của thể dẻo. ***Giới hạn đó được gọi là khả năng giữ nước của hỗn hợp bê tông.*** Nó phụ thuộc vào khả năng giữ nước của chất kết dính và các thành phần, hàm lượng phụ gia, độ mịn của chúng có trong chất kết dính. Theo số liệu của I. N. Nakhovédrop thì khả năng giữ nước của xi măng poóc-lăng không vượt quá 1,65 lượng nước tiêu chuẩn.

Khilượng nước tự do vượt quá khả năng giữ nước của hỗn hợp sẽ xảy ra hiện tượng phân tầng và tách ra lượng nước thừa. Theo định luật Stok, vận tốc lắng xuống của hạt phụ thuộc vào kích thước vật rắn và khối lượng riêng của chúng.

2.3.2. Ảnh hưởng của loại, lượng dùng và tính chất của ximăng.

Loại và lượng xi măng ảnh hưởng đến độ dẻo của hỗn hợp bê tông, cụ thể:

- **Loại xi măng** thể hiện ở độ dẻo tiêu chuẩn (lượng nước tiêu chuẩn) của ximăng. Khi ximăng có lượng nước tiêu chuẩn lớn thì với một lượng nước nhào trộn nhất định, độ nhớt của hồ ximăng sẽ tăng và độ lưu động của bê tông sẽ kém. Lượng nước tiêu chuẩn phụ thuộc vào độ mịn và thành phần khoáng hoá của ximăng (thể hiện qua khối lượng riêng của xi măng).

Vào độ mịn

Giả thiết hạt xi măng có dạng hình cầu thể tích: $\frac{\pi}{6} \Delta^3$, khối lượng mỗi hạt

$$m = \frac{\pi}{6} \Delta^3 \cdot \rho, \quad \Delta: \text{đường kính}, \rho: \text{khối lượng riêng.}$$

Số hạt xi măng trong 1 đơn vị khối lượng:

$$N = \frac{1}{\frac{\pi}{6} \Delta^3 \cdot \rho} = \frac{6}{\pi \Delta^3 \cdot \rho}$$

Diện tích xung quanh của toàn bộ hạt xi măng trong 1 đơn vị khối lượng:

$$S_{xq} = \pi \Delta^2 \cdot N = \frac{6}{\Delta \cdot \rho}$$

Khi:

ρ tăng thì S_{xq} giảm nên lượng nước tiêu chuẩn giảm.

Δ giảm: độ mịn tăng thì S_{xq} tăng nên lượng nước tiêu chuẩn tăng, cho nên với một lượng nước nhào trộn nhất định làm độ nhớt của hồ và hỗn hợp bê tông sẽ tăng lên (tính lưu động hỗn hợp bê tông kém).

Vào thành phần khoáng hoá

Ví dụ: So với hồ ximăng poóclăng thì hồ ximăng poóclăng pudolan và hồ poóclăng xỉ có độ nhớt lớn hơn, nên để hỗn hợp bê tông có cùng một độ lưu động khi dùng PC_{puz} , PC xỉ phải dùng nhiều nước hơn.

- **Lượng xi măng** Mặt khác, với cùng một lượng nước nhào trộn, người ta thấy với lượng dùng ximăng thay đổi trong phạm vi từ (250 -400) kg/m³ hỗn hợp bê tông, tính công tác của bê tông không bị ảnh hưởng đáng kể và khi tăng lượng dùng ximăng quá 400 kg/m³ độ nhớt của hồ ximăng tăng, tính lưu động của hỗn hợp bê tông hạ thấp do tăng nồng độ hạt xi măng trong hồ xi măng và khi đó muốn giữ cho tính lưu động không đổi phải tăng lượng dùng nước.

2.3.3. Ảnh hưởng hàm lượng cốt liệu và tính chất cốt liệu.