

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 12631:2020**

Xuất bản lần 1

**BÊ TÔNG TỰ LÈN – THIẾT KẾ THÀNH PHẦN**

*Self-compacting concrete - Mix design*

**HÀ NỘI - 2020**

## Mục lục

|                                                                                                                        | Trang |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Lời nói đầu .....                                                                                                      | 4     |
| 1. Phạm vi áp dụng .....                                                                                               | 5     |
| 2. Tài liệu viện dẫn .....                                                                                             | 5     |
| 3. Thuật ngữ và định nghĩa .....                                                                                       | 5     |
| 3.1 Chất độn mịn (Smooth filler).....                                                                                  | 5     |
| 3.2 Phụ gia (Admixture).....                                                                                           | 6     |
| 3.3 Chất kết dính (Binder) .....                                                                                       | 6     |
| 3.4 Tính công tác (Workability).....                                                                                   | 6     |
| 3.5 Tính dễ chảy (Flowability).....                                                                                    | 6     |
| 3.6 Độ chảy loang (Slump-flow) .....                                                                                   | 6     |
| 3.7 Hồ (Paste).....                                                                                                    | 6     |
| 3.8 Vữa (Mortar).....                                                                                                  | 6     |
| 4. Ký hiệu và chữ viết tắt .....                                                                                       | 6     |
| 5. Yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu chế tạo bê tông tự lèn .....                                                      | 7     |
| 6. Nguyên tắc cơ bản về thiết kế thành phần bê tông tự lèn.....                                                        | 8     |
| 6.1 Nguyên tắc chung .....                                                                                             | 8     |
| 6.2 Các nguyên tắc cơ bản .....                                                                                        | 8     |
| 6.3 Độ ổn định của trạng thái dẻo .....                                                                                | 9     |
| 6.4 Thiết kế thành phần.....                                                                                           | 10    |
| 6.5 Các bước cơ bản thiết kế thành phần bê tông tự lèn .....                                                           | 10    |
| Phụ lục A (tham khảo) Quy trình thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông tự lèn theo Hiệp hội bê tông châu Âu (EFNARC)..... | 15    |
| Thư mục tài liệu tham khảo .....                                                                                       | 16    |

**Lời nói đầu**

TCVN12361 : 2020 do Viện Thủy công - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## Bê tông tự lèn – Thiết kế thành phần

*Self-compacting concrete – Mix design*

### 1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các nguyên tắc cơ bản trong thiết kế thành phần bê tông tự lèn dùng để chế tạo các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép liền khối hoặc đúc sẵn.

### 2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 3106, *Hỗn hợp bê tông nặng – Phương pháp thử độ sụt*;

TCVN 3116, *Bê tông nặng – Phương pháp xác định độ chống thấm nước*;

TCVN 3118, *Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén*;

TCVN 4032, *Xi măng – Phương pháp xác định giới hạn bền nén và uốn*;

TCVN 6016, *Xi măng – Phương pháp thử - Xác định cường độ*;

TCVN 7570, *Cốt liệu cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật*;

TCVN 7572, *Cốt liệu cho bê tông và vữa – Phương pháp thử*;

TCVN 12209, *Bê tông tự lèn – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử*.

### 3. Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này ngoài việc sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa đã được nêu trong TCVN 12209 còn sử dụng một số thuật ngữ và định nghĩa như sau:

#### 3.1

##### **Chất độn mịn (Smooth filler)**

Bột khoáng vô cơ cho thêm vào bê tông để cải thiện hoặc để đạt được một số tính chất đặc biệt.

### 3.2

#### Phụ gia (Admixture)

Vật liệu cho thêm vào trong quá trình trộn hỗn hợp bê tông với khối lượng phần trăm nhỏ so với xi măng nhằm làm thay đổi tính chất của hỗn hợp bê tông tươi hoặc sản phẩm bê tông sau khi đông cứng.

### 3.3

#### Chất kết dính (Binder)

Hỗn hợp xi măng và bột khoáng mịn hoạt tính trong bê tông tự lèn.

### 3.4

#### Tính công tác (Workability)

Giới hạn biểu thị tính dễ đổ và dễ lèn chặt của mỗi hỗn hợp bê tông tươi, bao gồm tổ hợp các tính chất của hỗn hợp bê tông đó là: tính lưu động, tính cố kết và tính dính.

### 3.5

#### Tính dễ chảy (Flowability)

Sự dễ chảy của hỗn hợp bê tông tươi khi không bị hạn chế bởi ván khuôn hoặc cốt thép.

### 3.6

#### Độ chảy loang (Slump-flow)

Đường kính trung bình của hỗn hợp bê tông tự lèn khi chảy loang từ côn đo độ sụt bê tông N1 theo TCVN 3106.

### 3.7

#### Hồ (Paste)

Thành phần của hỗn hợp bê tông bao gồm bột mịn, nước và bọt khí, phụ gia.

### 3.8

#### Vữa (Mortar)

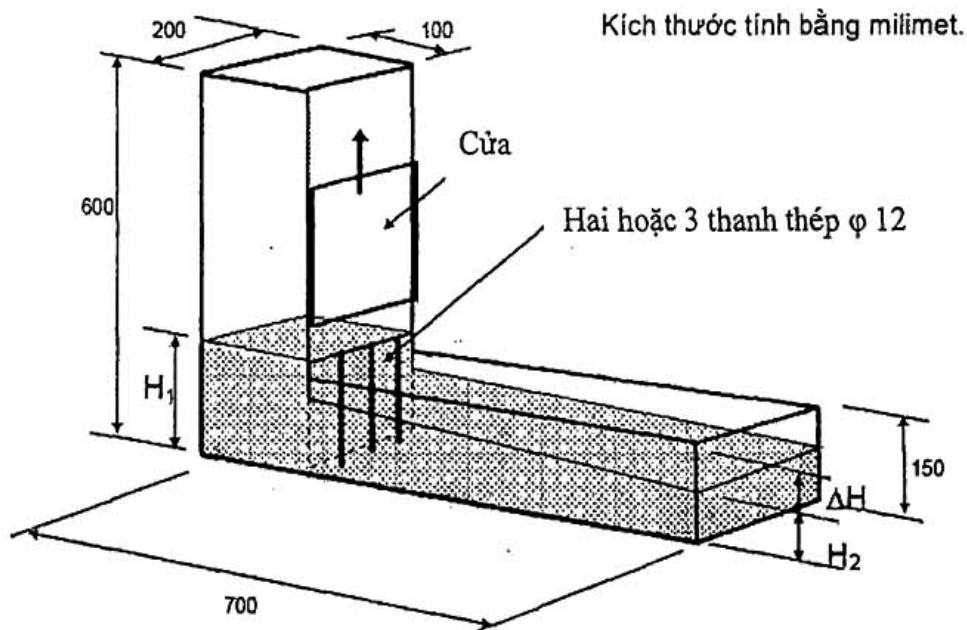
Thành phần của hỗn hợp bê tông bao gồm hồ và phần cốt liệu có đường kính nhỏ hơn 5 mm.

## 4. Ký hiệu và chữ viết tắt

- CKD: Chất kết dính;
- N: Nước;
- B: Bột;
- C: Cốt liệu nhỏ (Cát);

- Đ: Cốt liệu lớn (Đá);
- X: Xi măng;
- $H_1$ : Chiều cao trung bình vữa bê tông ở phần đứng của khuôn hộp L thử khả năng chảy qua của bê tông tự lèn, mm;
- $H_2$ : Chiều cao trung bình vữa bê tông ở phần ngang của khuôn hộp L thử khả năng chảy qua của bê tông tự lèn, mm;
- $\Delta H$ : Chênh cao trung bình vữa bê tông ở khuôn hộp L thử.  $\Delta H = H_1 - H_2$ , mm;
- PL: Tỷ lệ chảy qua khuôn hộp L. Theo TCVN 12209,  $PL = \frac{H_2}{H_1}$  không có thứ nguyên;
- $\frac{X}{B}$ : tỷ lệ xi măng và bột mịn;
- $\frac{N}{B}$ : tỷ lệ nước và bột mịn.
- $D_{max}$ : Kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu, theo TCVN 7572-2,  $D_{max}$  kích thước danh nghĩa tính theo kích thước mắt sàng nhỏ nhất mà không ít hơn 90% khối lượng hạt cốt liệu lọt qua;
- VMA: Phụ gia biến tính độ nhớt (Viscosity modifying admixtures).

Chi tiết các ký hiệu xem tại Hình 1 (Theo TCVN 12209).



Hình 1 – Sơ đồ thử khả năng chảy qua khuôn hộp L của hỗn hợp bê tông tự lèn

### 5. Yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu chế tạo bê tông tự lèn

Vật liệu để chế tạo bê tông tự lèn (Xi măng, cốt liệu, nước trộn, phụ gia hóa học, phụ gia khoáng) phải phù hợp với Điều 5.1 của TCVN 12209.

## 6. Nguyên tắc cơ bản về thiết kế thành phần bê tông tự lèn

### 6.1 Nguyên tắc chung

Hỗn hợp bê tông chỉ được gọi là hỗn hợp bê tông tự lèn khi đáp ứng đầy đủ 3 đặc trưng kỹ thuật sau:

- Khả năng tự điền đầy;
- Khả năng chảy qua các khe cốt thép;
- Khả năng chống phân tầng.

### 6.2 Các nguyên tắc cơ bản

Để đạt được các đặc tính cần có của bê tông tự lèn, việc thiết kế thành phần cần tuân theo các nguyên tắc sau:

a) Độ chảy và độ nhớt của hồ được điều chỉnh và cân đối bằng cách lựa chọn và xác định lượng xi măng và bột mịn một cách cẩn thận, bằng cách giới hạn tỷ lệ  $\frac{N}{B}$  và sau đó thêm phụ gia siêu dẻo và có thể thêm cả phụ gia biến tính độ nhớt nếu thấy cần thiết;

b) Để khống chế mức tăng nhiệt và những vết nứt do co ngót về nhiệt cũng như để đảm bảo cường độ bê tông, hàm lượng bột mịn có thể chứa một lượng đáng kể phụ gia khoáng trơ và phụ gia hoạt tính để giữ cho hàm lượng xi măng ở mức chấp nhận được;

c) Thể tích của hồ phải lớn hơn thể tích lỗ rỗng của cốt liệu sao cho tất cả các hạt cốt liệu đều được bao bọc và bôi trơn bởi lớp hồ. Như vậy sẽ làm tăng độ chảy của bê tông tự lèn và giảm ma sát giữa các hạt cốt liệu:

- Tỷ lệ giữa cốt liệu lớn và cốt liệu nhỏ trong bê tông tự lèn so với bê tông truyền thống giảm xuống để đảm bảo những hạt cốt liệu lớn được bao quanh một lớp vữa. Điều này làm giảm đi sự liên kết chông chéo giữa các hạt khi bê tông tự lèn đổ qua những khe hở hoặc những khoảng trống giữa những thanh thép có kích thước hẹp đồng thời làm tăng thêm khả năng chảy lan của bê tông tự lèn.

Những nguyên tắc thiết kế thành phần như trên sẽ tạo ra loại bê tông tự lèn, nếu so sánh với bê tông truyền thống cùng mác sẽ có những điểm khác như sau:

- Hàm lượng theo thể tích rắn của cốt liệu lớn ( $D_{max}$  không lớn hơn 20mm) thấp hơn;

- Thể tích hồ chất kết dính lớn hơn;

- Hàm lượng bột mịn lớn hơn;

- Tỷ lệ  $\frac{N}{B}$  theo khối lượng nhỏ hơn;

- Lượng dùng phụ gia siêu dẻo lớn hơn;

- Có thể sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt VMA khi cần thiết.

### 6.3 Độ ổn định của trạng thái dẻo

a) Thiết kế thành phần bê tông tự lèn nhằm đạt được sự cân bằng giữa các đặc tính của trạng thái bê tông tự lèn dẻo (bê tông tươi). Bất kỳ sự thay đổi nào đối với sự đồng nhất của các thành phần có thể làm đảo lộn sự cân bằng này, dẫn đến việc giảm khả năng điền đầy, chảy qua hay làm tăng nguy cơ phân tầng của bê tông tự lèn. Hầu hết sự thay đổi các thành phần có thể được xem như tương đương với việc thay đổi lượng nước, lý do là sự thay đổi độ ẩm của vật liệu, hoặc thay đổi thành phần hạt, thay đổi bề mặt riêng, tất cả các điều này đều làm thay đổi lượng nước yêu cầu.

b) Thiết kế thành phần bê tông tự lèn tốt mang lại kết quả là những đại lượng thường có sự dao động về giá trị hàng ngày sẽ có sai số nhỏ chấp nhận được, giảm áp lực trong việc kiểm soát thí nghiệm, sản xuất và giảm khả năng phát sinh các vấn đề ở ngoài hiện trường. Những sai số này thường được gọi là "sự ổn định – sự chắc chắn" và được kiểm soát bởi việc kiểm tra từ khâu khai thác nguồn nguyên liệu, lưu giữ và thao tác sử dụng một cách cẩn thận đối với các thành phần cơ bản và bằng việc sử dụng lượng bột mịn thích hợp hoặc bằng việc sử dụng phụ gia tăng độ nhớt.

c) Thành phần bê tông tự lèn được thiết kế tốt và ổn định có thể chấp nhận một lượng nước thay đổi trong khoảng 5 L/m<sup>3</sup> đến 10 L/m<sup>3</sup> mà không bị thay đổi các đặc tính của bê tông tự lèn dưới dạng dẻo vượt quá giới hạn cho phép. Khi thiết kế thành phần bê tông tự lèn, việc thí nghiệm với lượng nước tăng, giảm 5 L đến 10 L so với lượng nước tính toán, sau đó xác định sự thay đổi các đặc tính của bê tông tự lèn tươi là cần thiết. Điều này sẽ chắc chắn có được sự ổn định của hỗn hợp bê tông tự lèn hoặc chỉ ra rằng việc điều chỉnh thêm khi thiết kế thành phần là cần thiết.

Khoảng tỷ lệ vật liệu để thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông tự lèn cơ bản quy định tại Bảng 1:

**Bảng 1 - Loại cấp phối bê tông tự lèn điển hình**

| Vật liệu sử dụng                      | Lượng dùng theo khối lượng,<br>kg/m <sup>3</sup>                                              | Lượng dùng theo thể tích,<br>L/m <sup>3</sup> |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Bột mịn                               | Từ 380 đến 650                                                                                |                                               |
| Hàm lượng hồ                          | -                                                                                             | Từ 300 đến 380                                |
| Nước                                  | Từ 150 đến 210                                                                                | Từ 150 đến 210                                |
| Cốt liệu lớn                          | Từ 750 đến 1000                                                                               | Từ 280 đến 370                                |
| Cốt liệu nhỏ (cát)                    | Thường chiếm từ 48 % đến 55% tổng hàm lượng cốt liệu theo khối lượng<br>(C = 48 + 55 % (C+Đ)) |                                               |
| Tỷ lệ $\frac{N}{B}$ theo thể tích đặc |                                                                                               | Từ 0,85 đến 1,10                              |



#### 6.4 Thiết kế thành phần

- Thiết kế thành phần thường sử dụng thể tích là tham số cơ bản bởi tầm quan trọng của việc làm đầy các lỗ rỗng giữa các hạt cốt liệu. Một vài phương pháp thử điều chỉnh thành phần có sẵn để đạt đến mức đường bao của cấp phối tối ưu. Một phương pháp khác dùng để đánh giá tối ưu hóa độ chảy, độ ổn định trước tiên là của phần hồ sau đến phần vữa trước khi thêm cốt liệu thô và sau đó toàn bộ hỗn hợp bê tông tự lèn mới tiến hành thí nghiệm.

#### 6.5 Các bước cơ bản thiết kế thành phần bê tông tự lèn

Các thí nghiệm trong phòng cần được tiến hành để kiểm tra lại các tính chất của thành phần bê tông tự lèn so với những đặc tính đã định sẵn theo thiết kế. Nếu cần thiết, việc điều chỉnh thành phần bê tông tự lèn cần được tiến hành. Khi các yêu cầu đã được đáp ứng thì bê tông tự lèn cần được thử nghiệm với đầy đủ các chỉ tiêu cấp độ tại trạm trộn và nếu cần có thể cả ở hiện trường để kiểm tra lại cả đặc tính của bê tông tự lèn. Việc thiết kế thành phần bê tông tự lèn theo các bước cơ bản như sau:

**Bước 1:** Xác định hàm lượng cốt liệu lớn (Đ)

Thể tích tuyệt đối của đá dùng cho bê tông tự lèn:  $V_D = (0,28 + 0,36) \text{ m}^3/\text{m}^3$  bê tông (Phụ lục A);

$$\text{Đ} = V_D \cdot \rho_D^{\text{bh}}$$

Trong đó:

Đ: khối lượng cốt liệu lớn trong  $1 \text{ m}^3$  bê tông, kg;

$V_D$ : thể tích đá trong  $1 \text{ m}^3$  bê tông,  $\text{m}^3$ ;

$\rho_D^{\text{bh}}$ : khối lượng thể tích (bão hòa nước) của đá,  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

- Giá trị của Đ thường lấy từ  $750 \text{ kg}/\text{m}^3$  đến  $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ ;

**Bước 2:** Xác định hàm lượng nước (N); Hàm lượng nước lấy từ 155 L đến 210 L;

**Bước 3:** Xác định tỷ lệ  $\frac{N}{B}$ ; Thường  $\frac{N}{B}$  lấy từ 28% đến 37%;

**Bước 4:** Tính hàm lượng bột mịn (B) (xi măng + Bột khoáng mịn);

$$B = \frac{N}{\frac{N}{B}}$$

Trong đó B: khối lượng bột mịn trong  $1 \text{ m}^3$  bê tông, kg. Khối lượng bột mịn trong  $1 \text{ m}^3$  bê tông thường chiếm từ  $0,16 \text{ m}^3/\text{m}^3$  đến  $0,19 \text{ m}^3/\text{m}^3$  bê tông.

$\frac{N}{B}$  thường trong khoảng  $(380 + 650) \text{ kg}/\text{m}^3$ .

**Bước 5:** Xác định tỷ lệ  $\frac{N}{X}$ , giống như bê tông thường,

Dùng công thức Bôlômay:  $R_{bt}^{28} = A.R_x^{28} \left( \frac{X}{N} - 0,5 \right)$ , suy ra  $\frac{N}{X}$

Trong đó:  $R_{bt}^{28}$ : cường độ nén của bê tông thiết kế ở ngày tuổi 28,

-  $R_x^{28}$ : cường độ nén của xi măng ở ngày tuổi 28,

- A: hệ số chất lượng vật liệu tra trong Bảng 2. Khi  $\frac{N}{X} \leq 2,5$  thì dùng hệ số A; khi  $\frac{N}{X} >$

2,5 thì dùng hệ số  $A_1$ .

**Bảng 2 - Hệ số chất lượng vật liệu A và  $A_1$  ứng với xi măng thử cường độ theo TCVN 6016**

| Chất lượng vật liệu                                                                                                | Chỉ tiêu đánh giá                                                                                                                                          | A    | $A_1$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| Tốt                                                                                                                | - Xi măng hoạt tính cao, không trộn phụ gia thủy.<br>- Đá sạch, cường độ cao, cấp phối hạt tốt.<br>- Cát sạch, $M_{d1} = 2,4 + 2,7$                        | 0,54 | 0,34  |
| Trung bình                                                                                                         | - Xi măng hoạt tính trung bình, poóc lăng hỗn hợp<br>- Đá chất lượng phù hợp với TCVN 7570<br>- Cát chất lượng phù hợp với TCVN 7570<br>$M_{d1} = 2,0 + 3$ | 0,50 | 0,32  |
| Kém                                                                                                                | - Xi măng hoạt tính thấp, Poóc lăng hỗn hợp chứa trên 15% phụ gia thủy.<br>- Đá có 1 chỉ tiêu chưa phù hợp TCVN 7572<br>- Cát mịn, $M_{d1} < 2,0$          | 0,45 | 0,29  |
| CHÚ THÍCH: $M_{d1}$ : Mô đun độ lớn của cốt liệu nhỏ theo TCVN 7572-2 : 2006, không thử nguyên, chính xác đến 0,1. |                                                                                                                                                            |      |       |

**Bước 6:** Tính hàm lượng xi măng:  $X = \frac{N}{\frac{N}{X}}$

Trong đó:

- X: khối lượng xi măng trong 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg.
- $\frac{N}{X}$ : tỷ lệ nước/xi măng;

**Bước 7:** Tính hàm lượng phụ gia bột khoáng mịn (tro bay):  $T = B - X$ .

Trong đó:

- T: khối lượng tro bay trong 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg.
- B: khối lượng bột trong 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg.
- X: khối lượng xi măng trong 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg.

**Bước 8:** Tính hàm lượng cốt liệu nhỏ (cát) C

## TCVN 12631 : 2020

$$C = \left( 1000 - \left( \frac{X}{\rho_x} + \frac{T}{\rho_T} + \frac{Đ}{\rho_Đ} + N + A \right) \right) \rho_c^{bh}$$

Trong đó:

- X, T, C, Đ, N, A: theo thứ tự là khối lượng xi măng, tro bay (phụ gia mịn), cát, đá, nước và thể tích khí trong 1 m<sup>3</sup> bê tông, kg.
- $\rho_x, \rho_T, \rho_Đ$ : khối lượng riêng của xi măng, tro bay và đá, kg/m<sup>3</sup>.
- $\rho_c^{bh}$ : khối lượng thể tích (bão hòa nước) của cát, kg/m<sup>3</sup>.

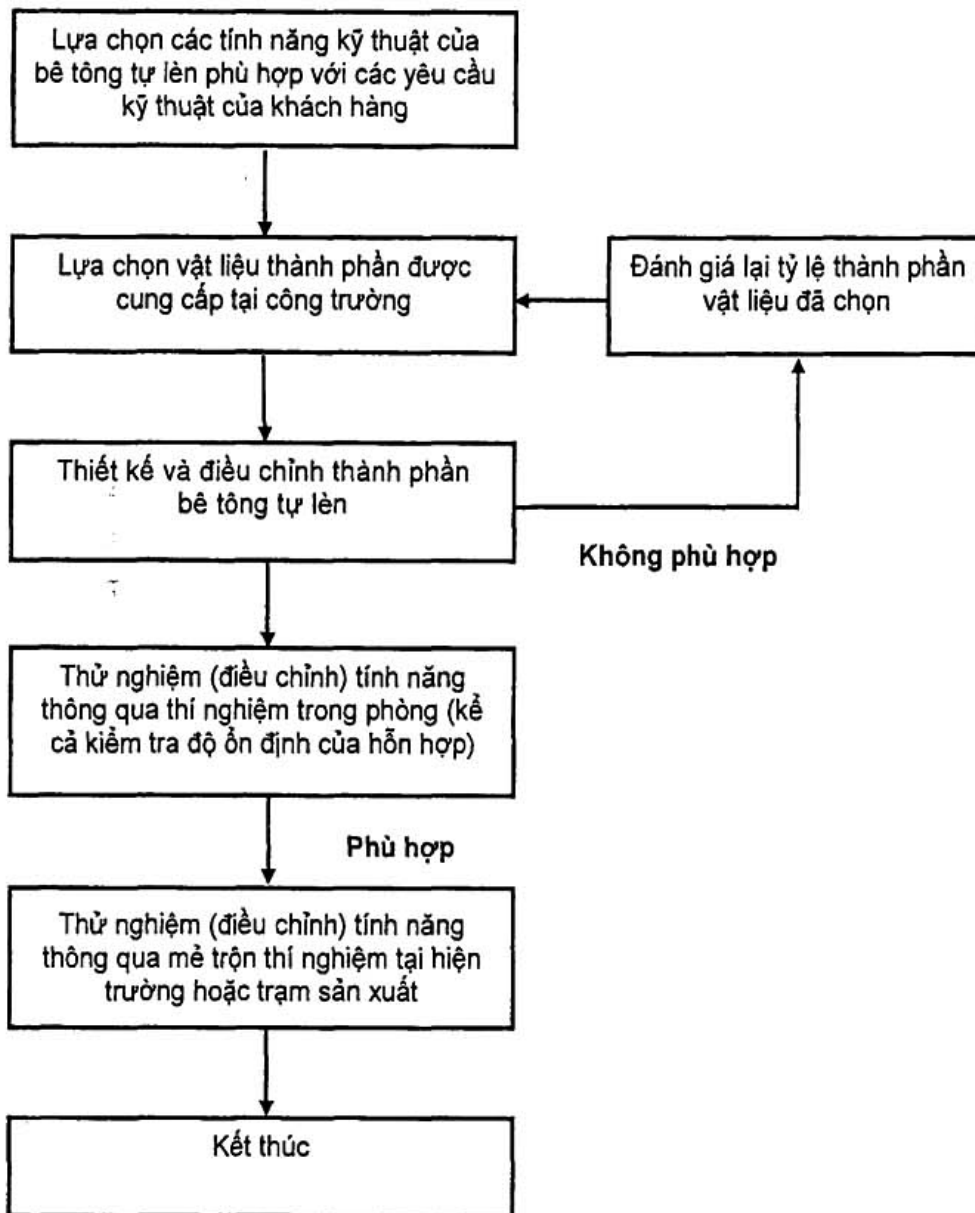
- Hàm lượng cát C thường chiếm từ 48% đến 55 % tổng hàm lượng cốt liệu (C + Đ);

**Bước 9:** Điều chỉnh thành phần bê tông cho phù hợp với yêu cầu thực tế:

Điều chỉnh thành phần bê tông theo yêu cầu dựa trên các nguyên tắc sau: Điều chỉnh lượng nước; Lựa chọn loại phụ gia siêu dẻo phù hợp với vật liệu và điều chỉnh hàm lượng của phụ gia siêu dẻo; Điều chỉnh hàm lượng phụ gia mịn; Điều chỉnh tỷ lệ cát hoặc cốt liệu lớn.

- Sản xuất thử bê tông tự lèn tại trạm trộn thử nghiệm, tiến hành thí nghiệm theo yêu cầu;
- Thí nghiệm các chỉ tiêu của bê tông tự lèn đã đông cứng, xác định cường độ nén của bê tông tự lèn theo TCVN 3118, xác định độ chống thấm theo TCVN 3116.
- Sản xuất bê tông tự lèn thử ở trạm trộn;

Quá trình thiết kế bê tông tự lèn được mô phỏng trong sơ đồ Hình 2:



Hình 2 - Sơ đồ các bước cơ bản thiết kế thành phần bê tông tự lèn

Trong trường hợp các yêu cầu kỹ thuật không được đáp ứng nên xem xét lại việc thiết kế thành phần cơ bản. Tùy thuộc vào các kết quả thí nghiệm, những công việc cần được xem xét tiến hành:

- Điều chỉnh tỷ lệ  $\frac{N}{B}$ , tỷ lệ  $\frac{N}{B}$ , thí nghiệm độ chảy và các đặc tính khác của hồ;
- Thử các loại chất độn mịn khác (nếu có);
- Điều chỉnh lượng cốt liệu mịn và lượng phụ gia siêu dẻo;
- Xem xét việc sử dụng loại phụ gia biến tính độ nhớt có ảnh hưởng đến sự biến động các tính chất của bê tông tự lèn;
- Điều chỉnh thành phần cốt liệu lớn.

**TCVN 12631 : 2020**

- Điều chỉnh thành phần bê tông tự lèn cho phù hợp với các chỉ tiêu kỹ thuật. Chi tiết xem tại Bảng 3

**Bảng 3 – Phương pháp điều chỉnh thành phần bê tông tự lèn**

| <b>Phương pháp điều chỉnh</b>                                           | <b>Cơ chế điều chỉnh</b>                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Điều chỉnh thông qua thay đổi hàm lượng bột mịn                         | Sử dụng hàm lượng bột mịn cao (550 kg/m <sup>3</sup> đến 650 kg/m <sup>3</sup> ), để điều chỉnh sự cân bằng giữa độ chảy loang của hỗn hợp bê tông tự lèn và khả năng chống phân tầng của nó.                                            |
| Điều chỉnh thông qua thay đổi giới hạn chảy (ứng suất cắt tới hạn)      | Sử dụng hàm lượng bột mịn thấp (từ 350 kg/m <sup>3</sup> đến 450 kg/m <sup>3</sup> ), dùng phụ gia siêu dẻo để điều chỉnh sự cân bằng giữa độ chảy loang của hỗn hợp bê tông tự lèn và khả năng chống phân tầng của nó.                  |
| Điều chỉnh thông qua kết hợp thay đổi cả hàm lượng bột và giới hạn chảy | Sử dụng hàm lượng bột mịn trung bình (từ 450 kg/m <sup>3</sup> đến 550 kg/m <sup>3</sup> ), kết hợp sử dụng phụ gia siêu dẻo để điều chỉnh sự cân bằng giữa độ chảy loang của hỗn hợp bê tông tự lèn và khả năng chống phân tầng của nó. |

- Điều chỉnh nước và phụ gia siêu dẻo để đường kính chảy xòe của hỗn hợp bê tông tự lèn đạt từ 550 mm đến 850 mm;

- Tỷ lệ chảy qua khuôn hộp của hỗn hợp bê tông tự lèn  $PL = \frac{H_2}{H_1} \geq 0,8$  thí nghiệm trong khuôn hộp

L ;

- Hỗn hợp bê tông tự lèn không có hiện tượng phân tầng tách nước

Việc điều chỉnh cường độ kháng nén của bê tông tự lèn được tiến hành bằng thực nghiệm trên cơ

sở tỷ lệ:  $\frac{N}{CKD}; \frac{X}{CKD}$

**Phụ lục A**  
(Tham khảo)

**Quy trình thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông tự lèn theo Hiệp hội bê tông châu Âu (EFNARC)**

Lượng cốt liệu lớn cho  $1\text{m}^3$  bê tông tự lèn  
 Thể tích tuyệt đối của CLL: Từ  $0,28\text{ m}^3$  đến  $0,36\text{ m}^3$   
 Đường kính hạt lớn nhất của CLL  $D_{\text{max}}$  không lớn hơn  $20\text{mm}$



Hàm lượng nước: Từ 150 lit đến 210 lit



Tỷ lệ N/B: Từ 28 % đến 37% theo khối lượng  
 Từ 0,85 đến 1,10 theo thể tích



Hàm lượng bột: Từ  $0,16 - 0,19\text{ m}^3/\text{m}^3$  bê tông ( từ  $380\text{ kg}/\text{m}^3$  đến  $600\text{ kg}/\text{m}^3$ )



Hàm lượng khí: 4,5%



Hàm lượng cốt liệu nhỏ (cát)  $C = 48 + 55 (C+D)$



Hàm lượng phụ gia siêu dẻo

**Thư mục tài liệu tham khảo**

1. Chỉ dẫn Kỹ thuật chọn thành phần bê tông các loại – Bộ Xây dựng
  2. The European Guidelines for Self-Compacting Concrete. Specification, Production and Use, May 2005.
-