

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 12632 : 2020**

Xuất bản lần 1

**BÊ TÔNG TỰ LÈN - THI CÔNG VÀ NGHIỆM THU**

*Self – compacting concrete - Construction and acceptance*

**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     |
| 4 Ký hiệu và chữ viết tắt .....   | 6     |
| 5 Yêu cầu về kỹ thuật thi công bê tông tự lèn .....   | 6     |
| 5.1 Sản xuất bê tông tự lèn trong trạm trộn sẵn và trộn tại công trường .....   | 6     |
| 5.2 Yêu cầu về sản xuất bê tông tự lèn tại nhà máy .....  | 15    |
| 6 Kiểm tra và nghiệm thu các kết cấu bê tông tự lèn .....   | 15    |
| 6.1 Yêu cầu trong kiểm tra .....  | 15    |
| 6.2 Nội dung kiểm tra .....   | 15    |
| 6.3 Kiểm tra chất lượng bê tông tự lèn .....  | 16    |
| 6.4 Nghiệm thu các kết cấu bê tông tự lèn .....   | 18    |
| Phụ lục A (tham khảo) Các dạng khuyết tật trên bề mặt kết cấu bê tông tự lèn và biện pháp ngăn chặn và sửa chữa ..... | 19    |
| Thư mục tài liệu tham khảo .....  | 27    |

## Lời nói đầu

TCVN12362 : 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 - Thi công và nghiệm thu**

*Self – compacting concrete - Construction and acceptance*

### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu thi công và nghiệm thu đối với bê tông tự lèn.

### **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 4453, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối – Quy phạm thi công và nghiệm thu;*

TCVN 4506, *Nước trộn bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật;*

TCVN 8828, *Bê tông nặng – Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên;*

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

TCVN 10303, *Bê tông – Kiểm tra và đánh giá cường độ chịu nén;*

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

#### **3.1**

##### **Bê tông tự lèn (self-compacting concrete)**

Loại bê tông mà ở trạng thái hỗn hợp có thể tự chảy và tự lèn chặt do khối lượng bản thân, có khả năng điền đầy khuôn kể cả khi có cốt thép dày đặc, nhưng vẫn duy trì được độ đồng nhất.

**3.2**

**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  $N_1$  theo TCVN 3106.

**3.3**

**Thời gian chảy loang (Slump-flow time)**

Thời gian của hỗn hợp bê tông tự lèn chảy loang đạt tới đường kính 500 mm khi thử bằng côn đo độ sụt bê tông  $N_1$  theo TCVN 3106.

**3.4**

**Thời gian chảy qua phễu V (V-funnel flow time)**

Thời gian để một khối lượng nhất định hỗn hợp bê tông tự lèn chảy hết qua đáy của phễu V.

**4 Ký hiệu và chữ viết tắt**

VMA : Phụ gia biến tính độ nhớt (Viscosity modifying admixtures)

**5 Yêu cầu về kỹ thuật thi công bê tông tự lèn**

**5.1 Sản xuất bê tông tự lèn trong trạm trộn sẵn và trộn tại công trường**

**5.1.1 Yêu cầu chung**

So với bê tông truyền thống có độ sụt thấp hơn, bê tông tự lèn dễ bị ảnh hưởng bởi những thay đổi về đặc điểm của vật liệu và phương pháp trộn. Do vậy, quá trình sản xuất và thi công cần được giám sát cẩn thận.

Đối với bê tông tự lèn được sản xuất tại nhà máy, hoạt động và vật liệu cần được kiểm soát phù hợp theo chương trình đảm bảo chất lượng. Hỗn hợp bê tông tự lèn phải phù hợp tiêu chuẩn công bố và các quy định đối với sản phẩm, hàng hóa.

**5.1.2 Yêu cầu chuẩn bị vật liệu**

Yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu để sản xuất bê tông tự lèn như: Xi măng, cốt liệu nhỏ, cốt liệu lớn ( $D_{max} \leq 20$  mm), phụ gia khoáng, phụ gia hóa học, nước phải phù hợp quy định tại TCVN 12209.

Khối lượng đối với vật liệu để sản xuất bê tông tự lèn phải được đảm bảo để không xảy ra tình trạng cấp bê tông bị gián đoạn.

**5.1.3 Yêu cầu thiết bị trộn và mẻ trộn thử**

Bê tông tự lèn có thể trộn bằng bất kỳ máy trộn nào miễn là đạt hiệu quả trộn tốt, nhưng tốt nhất là dùng máy trộn cưỡng bức. Hỗn hợp bê tông tự lèn phải được trộn một cách đồng nhất và tách rời, làm cho phụ gia siêu dẻo phân tán đồng đều trong hỗn hợp bê tông.

Trước khi cung cấp bê tông tự lèn, phải có mẻ trộn thử để đảm bảo tất cả các tỷ lệ thành phần và cấp phối phối trộn luôn hằng định đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của hỗn hợp bê tông tự lèn chảy dẻo và bê tông tự lèn đông cứng. Mẻ trộn thử phải tuân thủ quy trình trộn, thứ tự nạp vật liệu để kiểm tra thời gian duy trì độ linh động của hỗn hợp bê tông tự lèn từ đó tính toán thời gian vận chuyển từ nơi sản xuất đến công trường thi công. Ngoài ra, việc trộn thử còn để đúc mẫu kiểm tra cường độ ở các tuổi 3, 7, 14 và 28 ngày phục vụ cho việc quyết định tháo dỡ ván khuôn sau khi thi công bê tông.

#### 5.1.4 Quy trình trộn tại trạm

Bê tông tự lèn có hàm lượng chất kết dính và tính chảy cao do đó quá trình trộn để đạt được một hỗn hợp bê tông tự lèn có tính đồng nhất là rất khó. Nếu trộn không đúng quy trình thì trong thùng trộn sẽ tạo thành các "quả bóng" của các vật liệu thành phần không được trộn đều, khi đã hình thành thì các "quả bóng" này rất khó bị phá vỡ nhất là khi trộn bằng máy trộn rơi tự do và máy trộn đặt trên xe chuyển trộn.

Trộn hỗn hợp bê tông tự lèn là phải trộn sao cho hỗn hợp bê tông có độ linh động dần từ thấp đến cao, trước tiên là trộn cốt liệu với chất kết dính, bột mịn và bổ sung thêm nước với phụ gia siêu dẻo. Khi sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt (VMA) thì phụ gia này được cho vào sau cùng của mẻ trộn.

##### 5.1.4.1 Trạm trộn rơi tự do và máy trộn gắn trên xe chuyển trộn

Đối với máy trộn rơi tự do, khoảng hai phần ba nước trộn được cho vào máy trộn. Tiếp theo là cốt liệu và xi măng. Khi thu được hỗn hợp đồng nhất, nước trộn còn lại và chất siêu dẻo được thêm vào. Khi sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt (VMA), phụ gia này được cho vào sau cùng sau khi đã cho nước, phụ gia siêu dẻo.

Khi sử dụng máy trộn gắn trên xe chuyển trộn thì thời gian trộn yêu cầu dài hơn thời gian trộn của máy trên trạm trộn vì hiệu quả của nó kém hơn. Tình trạng của bom chuyển trộn và lưỡi trộn là đặc biệt quan trọng đối với bê tông tự lèn và cần được kiểm tra thường xuyên. Tốc độ quay của bom trong chu kỳ trộn phải tuân theo khuyến nghị của nhà sản xuất, tốc độ trộn cho bê tông tự lèn thường sẽ nằm trong khoảng  $(10 + 15) \text{ r / min}$ .

##### 5.1.4.2 Máy trộn cưỡng bức

Đối với máy trộn cưỡng bức, cốt liệu thường được cho vào máy trộn trước, cùng với xi măng và bột mịn. Ngay sau đó nước trộn chính và phụ gia siêu dẻo được bổ sung vào thùng trộn. Khi sử dụng, phụ gia biến tính độ nhớt (VMA) thì phụ gia này được thêm vào với nước cuối cùng. Máy trộn cưỡng bức có khả năng trộn đều cao giúp cải thiện tính lưu động của hỗn hợp bê tông tự lèn và có thể giảm được lượng dùng của phụ gia siêu dẻo so với máy trộn rơi tự do.

Có thể có nhiều quy trình trộn khác nhau, quy trình trộn chính xác để tiến hành trộn phải được xác định bằng các thử nghiệm trước khi bắt đầu sản xuất.

### **5.1.5 Kiểm soát sản xuất**

#### **5.1.5.1 Thành phần kiểm soát**

So với bê tông truyền thống, bê tông tự lèn nhạy cảm hơn nhất là sự biến đổi về tính chất cơ lý của vật liệu thành phần, đặc biệt là sự thay đổi của cốt liệu như độ ẩm, thành phần hạt, vì vậy tần suất kiểm tra trong sản xuất yêu cầu thường xuyên hơn.

Trước khi tiến hành trộn, yêu cầu đánh giá lại chất lượng cốt liệu; và sau đó bằng mắt thường kiểm tra trên mỗi lô cốt liệu nhập về, bất kỳ thay đổi nào phải được đánh giá cẩn thận trước khi đồng ý nhận hay không nhận lô cốt liệu đó. Độ ẩm của cốt liệu chế tạo bê tông tự lèn phải được theo dõi liên tục và khi có sự thay đổi cần được tính toán và điều chỉnh cấp phối trộn kịp thời.

Khi sử dụng các lô xi măng, chất độn mịn, phụ gia mới thì phải có những thí nghiệm bổ xung để kiểm tra theo dõi những thay đổi đột biến hoặc sự tương tác giữa các thành phần.

#### **5.1.5.2 Sản xuất bê tông tự lèn**

Hỗn hợp bê tông tự lèn sau khi trộn phải thỏa mãn các đặc trưng như sau:

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

Trình tự nạp vật liệu vào máy trộn phụ thuộc vào từng loại máy trộn.

Có thể tham khảo các bước như sau:

- Làm ẩm thùng trộn;
- Cho 70 % lượng nước trộn vào thùng trộn;
- Cho xi măng, phụ gia khoáng, cốt liệu vào máy trộn đều (lưu ý không để nước chảy qua cửa xả bê tông của máy);
- Cho phụ gia siêu dẻo vào thùng trộn;
- Cuối cùng cho dần 30 % lượng nước còn lại vào máy trộn đều cho đến khi đạt độ linh động theo yêu cầu.
- Nếu sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt VMA thì phụ gia này được cho vào sau cùng và trộn đều đến khi hỗn hợp bê tông tự lèn đạt được các tính chất yêu cầu.
- Nên xem xét điều chỉnh kéo dài thời gian trộn khi cần so với bê tông truyền thống để đạt độ đồng nhất yêu cầu của bê tông tự lèn.

Hỗn hợp bê tông chỉ được gọi là hỗn hợp bê tông tự lèn khi đáp ứng đầy đủ 03 đặc trưng kỹ thuật nêu trên

#### **5.1.5.3 Vận chuyển và cung cấp**

Một trong những lợi thế chính của bê tông tự lèn là tăng tốc độ thi công. Tuy nhiên, điều này phụ thuộc vào năng lực sản xuất của nhà máy, thời gian vận chuyển đến công trường và khả năng thi công phải

được tính toán để đảm bảo thi công bê tông không bị gián đoạn. Việc cung cấp bê tông gián đoạn có thể dẫn đến việc bê tông đã được thi công khô cứng lại ảnh hưởng đến khả năng lấp đầy của hỗn hợp bê tông tự lèn khi khởi động thi công lại hoặc dẫn đến ngăn cản hỗn hợp bê tông không tiếp tục dâng lên theo chiều thẳng đứng (biện pháp thi công bê tông bơm từ dưới lên).

Khi vận chuyển hỗn hợp bê tông tự lèn từ trạm trộn đến công trình nên dùng xe trộn tự hành. Đưa hỗn hợp bê tông tự lèn vào khối đổ, tùy từng trường hợp có thể dùng bơm, cầu móc thùng đựng hỗn hợp bê tông và phễu có vòi voi, máng. Trong tất cả mọi trường hợp chiều cao từ miệng ra của hỗn hợp bê tông tự lèn đến mặt bê tông đang đổ không vượt quá 0,5m. Cần đảm bảo thời gian vận chuyển và thi công bê tông tự lèn không vượt quá thời gian mà hỗn hợp vẫn đảm bảo được khả năng tự điền đầy khuôn và độ đồng nhất.

### **5.1.6 Yêu cầu chuẩn bị trên công trường**

#### **5.1.6.1 Yêu cầu chung**

Để thi công bê tông tự lèn, phải đảm bảo rằng việc chuẩn bị mặt bằng thích hợp đã được thực hiện; bao gồm:

- Xác nhận rằng hỗn hợp bê tông tự lèn được cấp là phù hợp cho công trình;
- Công trường xác nhận có thể thi công bê tông theo tiến độ cấp bê tông đã thỏa thuận;
- Các thí nghiệm kiểm tra bê tông tự lèn tại công trường đã được đồng ý và sẽ ghi lại kết quả;
- Công nhân của công trường được đào tạo về các yêu cầu cụ thể để thi công bê tông tự lèn;
- Ván khuôn tại công trường đã được chuẩn bị phù hợp để thi công bê tông tự lèn.

#### **5.1.6.2 Kiểm tra tại công trường**

Tại công trường thi công bê tông tự lèn yêu cầu phải có một quy trình kiểm soát chất lượng thi công bê tông cùng sổ theo dõi và nhật ký thi công được quy định thống nhất. Tất cả mọi xe chở hỗn hợp bê tông tự lèn đến công trường trước khi đổ vào khối đổ cần được kiểm tra độ sụt. Ngoài ra nếu có trường hợp yêu cầu phải kiểm tra những tính năng khác như khả năng tự điền đầy, khả năng chảy qua thì cũng được kiểm tra bổ sung.

Khi chất lượng hỗn hợp bê tông tự lèn do nhà cung cấp đã ổn định thì không nhất thiết phải kiểm tra 100% độ sụt của toàn bộ các xe chuyển cấp bê tông, chỉ khi nào thấy nghi ngờ thì có thể kiểm tra đột suất.

#### **5.1.6.3 Điều chỉnh thành phần cấp phối**

Điều chỉnh thành phần cấp phối bê tông tự lèn trên công trường chỉ phải tiến hành trong trường hợp:

- Cần phải bổ sung các phụ gia để kiểm soát độ đông cứng của bê tông tự lèn;
- Hỗn hợp bê tông tự lèn được phát hiện có độ sụt giảm hoặc không đáp ứng các yêu cầu đối với hỗn hợp bê tông tự lèn (Khả năng tự điền đầy; Khả năng chảy qua các khe cốt thép; Khả năng chống phân tầng).



#### **5.1.6.4 Giám sát và kỹ năng giám sát**

Điều cần thiết là công nhân công trường thi công bê tông tự lèn phải được đào tạo hoặc hướng dẫn trong các yêu cầu cụ thể đối với việc thi công loại bê tông tự lèn.

Công nhân trên công trường thi công bê tông tự lèn cần được biết:

- Ảnh hưởng của đầm rung đến sự ổn định hỗn hợp bê tông tự lèn;
- Tốc độ thi công;
- Ảnh hưởng của sự ngắt/dừng trong khi thi công;
- Cách xử lý được thực hiện nếu xảy ra sự cố hoặc dừng;
- Phát hiện tắc nghẽn, phân tầng hoặc giải phóng không khí trong khi bơm bê tông tự lèn;
- Các yêu cầu trong khi thi công bê tông tự lèn bằng bơm, hoặc máng tự chảy;
- Các yêu cầu hoàn thiện bề mặt trên cùng và bảo dưỡng.

#### **5.1.6.5 Áp lực ván khuôn**

Khi thi công bê tông tự lèn cần phải tính toán đầy đủ áp lực của hỗn hợp bê tông lên ván khuôn để trong quá trình thi công không xảy ra sự cố vỡ ván khuôn. Áp lực tác dụng lên ván khuôn phụ thuộc vào khả năng chảy và sự gắn kết, tốc độ nâng độ cao thẳng đứng và phương pháp thi công (từ đỉnh / từ đáy) của bê tông tự lèn. Thông thường nên dự tính áp suất tác dụng lên ván khuôn ít nhất bằng với áp suất thủy tĩnh của hỗn hợp bê tông tự lèn. Nếu bê tông tự lèn đang được bơm từ đáy thì cục bộ, áp suất có thể cao hơn áp lực thủy tĩnh ở gần với điểm vào của bơm;

Trong trường hợp thi công từ trên đỉnh xuống, với mức độ nâng độ cao thích hợp, áp lực lên ván khuôn có thể chỉ đạt tới dưới áp suất thủy tĩnh của hỗn hợp bê tông tự lèn.

#### **5.1.6.6 Thiết kế ván khuôn**

Bê tông tự lèn là loại bê tông khi thi công không cần đến tác dụng bên ngoài của đầm rung, vì vậy có thể cho phép thiết kế ván khuôn với nhiều chi tiết tạo ra sản phẩm với bề mặt phức tạp, hình dạng bất thường.

Thiết kế ván khuôn cho thi công bê tông tự lèn phải đảm bảo tuyệt đối kín khít, bề mặt phẳng nhẵn và đặc biệt phải chịu được áp lực thủy tĩnh của hỗn hợp bê tông và áp lực đẩy của bơm khi thi công theo kiểu bơm từ dưới lên.

Khi thiết kế ván khuôn cho thi công bê tông tự lèn phải tính toán đầy đủ áp lực bê tông thủy tĩnh, cần đặc biệt chú ý đến cả các giá đỡ bên ngoài và hệ thống thanh giằng và khoảng cách để đảm bảo rằng ván khuôn không thể biến dạng trong quá trình thi công bê tông.

Cần chú ý đặc biệt đến việc thiết kế lắp dựng và cố định ván khuôn đảm bảo luôn luôn vững chắc tránh trường hợp nổi ván khuôn do tác động của độ linh động cao đối với ván khuôn có thể nổi.

Thiết kế ván khuôn phải thỏa mãn các yêu cầu:

- + Đảm bảo đúng hình dạng và kích thước của kết cấu như thiết kế;

+ Phải đảm bảo độ ổn định, áp lực lên ván khuôn, mức độ chuyển vị, biến dạng cho phép khi thi công bê tông tự lèn. Cần lưu ý ván khuôn để đổ bê tông tự lèn phải đảm bảo vững chắc đủ khả năng chống lại áp lực thủy tĩnh do hỗn hợp bê tông tự lèn tác dụng lên.

+ Phải đảm bảo kín khít tuyệt đối, không cho vữa bê tông tự lèn chảy ra ngoài;

+ Mặt ván khuôn tiếp xúc với hỗn hợp bê tông tự lèn phải nhẵn phẳng không để lại các khuyết tật trên bề mặt như đã được nêu trong Phụ lục A.1;

+ Phải phù hợp và thống nhất với biện pháp thi công đổ bê tông tự lèn.

Thiết kế ván khuôn tiến hành theo Điều 3.4 của TCVN 4453 . Lưu ý độ kín khít của ván khuôn đảm bảo không bị mất hồ xi măng trong quá trình đổ bê tông và tác động va đập thủy lực trong quá trình đổ lên kết cấu ván khuôn do bê tông tự lèn có độ linh động lớn, khả năng chảy dẻo cao hơn nhiều so với bê tông truyền thống.

#### **5.1.6.7 Chuẩn bị ván khuôn:**

Khi thi công bê tông tự lèn việc chuẩn bị ván khuôn tốt sẽ tạo ra sản phẩm bê tông tự lèn đông cứng có bề mặt chất lượng cao, bề mặt ván khuôn chính là bề mặt của sản phẩm bê tông sau này. Điều này mang lại cơ hội cho thiết kế nâng cao chất lượng sản phẩm bê tông nhưng ngược lại, bê tông tự lèn sẽ hiển thị bất kỳ thiếu sót nào trong vật liệu ván khuôn, chất hoàn thiện hoặc chất giải phóng ra từ ván khuôn sẽ làm xấu đi vẻ ngoài của bề mặt khối bê tông.

Chuẩn bị ván khuôn càng tốt thì bề mặt hoàn thiện của bê tông tự lèn càng được tối ưu hóa và tránh được những khuyết tật nêu trong phụ lục A.

#### **5.1.6.8 Ván khuôn để bơm từ dưới lên**

Bê tông tự lèn cho phép sử dụng các phương pháp mới để thi công bê tông bao gồm cả việc bơm đẩy từ dưới lên. Trong trường hợp này, bơm được kết nối thông qua một đầu nối đặc biệt với các van trượt vào ván khuôn. Thiết kế ván khuôn phải được tính toán để chống lại ít nhất là áp suất thủy tĩnh của bê tông .

Trong trường hợp bơm từ dưới lên, điểm bơm phải ở giữa tường, từ đó giảm thiểu chiều dài dòng chảy ngang. Khoảng cách ngang của các điểm bơm sẽ phụ thuộc vào cốt thép và khả năng chảy của bê tông tự lèn.

Khoảng cách dọc của điểm lắp bơm phụ thuộc vào áp lực tối đa mà ván khuôn có thể chịu. Sau khi bơm đầy, van được đóng và khóa.

### **5.1.7 Thi công và hoàn thiện trên công trường**

#### **5.1.7.1 Yêu cầu chung**

Bê tông tự lèn được thiết kế để có độ linh động rất cao với các đặc tính gắn kết, đảm bảo rằng cốt liệu được phân bố đều và không phân tầng tách lớp. Việc sử dụng máy đầm rung sẽ ảnh hưởng đến sự cân bằng này và thường sẽ dẫn đến sự phân tầng đáng kể. Vì lý do này, không nên sử dụng thiết bị

đảm rung với bê tông tự lèn trừ trường hợp đặc biệt. Cần chú ý đến các nguồn rung bên ngoài có thể ảnh hưởng, ví dụ, ảnh hưởng thiết bị gần đó.

Trong quá trình thi công, bê tông phải được kiểm tra thường xuyên để đảm bảo rằng cốt liệu thô vẫn còn ở hoặc rất gần bề mặt và không có dấu hiệu của sự phân tầng hoặc lắng đọng. Bê tông phải tạo thành một mặt trước tiến đều đặn ở một góc nông và được quan sát để chảy vòng và bao kín hoàn toàn các thanh cốt thép mà không tạo thành các túi rỗng. Không nên để không khí bị cuốn vào bê tông trong quá trình thi công. Kiểm tra ván khuôn xem có dấu hiệu rò rỉ không.

Điều cần thiết là công nhân được phân công để thi công bê tông tự lèn phải được đào tạo / hướng dẫn trong các yêu cầu cụ thể để thi công loại bê tông này.

Cần phải đảm bảo trong khi thi công, hỗn hợp bê tông tự lèn không bị phân tầng, tách nước, ảnh hưởng đến tính tự lèn của hỗn hợp.

Trước khi thi công bê tông tự lèn cần kiểm tra lại độ ổn định và độ kín khít của ván khuôn, làm sạch nước đọng trong ván khuôn .

Khi thi công bê tông tự lèn theo phương pháp đúc ngược (invert casting) hỗn hợp bê tông tự lèn tự dâng đến độ cao cần thiết, tận dụng tốt khả năng tự lèn của bê tông cho những trường hợp không cho phép có mạch dừng và mối nối. Những khối đổ có ván khuôn mặt cần bố trí lỗ thoát khí để hỗn hợp bê tông tự lèn điền đầy ván khuôn, hoàn chỉnh khối đổ.

Khi đổ bê tông bê tông tự lèn theo hướng từ trên xuống có thể thi công bằng cách bơm hoặc máng đổ từ trên xuống, khoảng cách tự chảy của hỗn hợp được giới hạn trong khoảng chiều cao 5m, theo chiều nằm ngang tính từ điểm đổ thì khoảng cách tự chảy là 10 m. Khoảng cách từ đầu ra của hỗn hợp bê tông đến bề mặt bê tông đang đổ không lớn hơn 50 cm.

Hoàn thiện bề mặt bê tông tự lèn tiến hành tương tự như bê tông truyền thống và tuân thủ Điều 6.11 của TCVN 4453.

#### **5.1.7.2 Xả bê tông tự lèn**

Việc xả bê tông tự lèn không nên diễn ra trước khi quá trình kiểm tra kiểm soát hỗn hợp bê tông tại hiện trường quá lâu.

Bê tông tự lèn có thể được thi công bằng cách xả trực tiếp từ xe chuyển trộn chuyên dụng qua máng trượt. Ngoài ra, đầu tiên có thể bê tông được xả thẳng vào máy bơm. Một phễu tiếp nhận với máy khuấy có thể được sử dụng nếu cần thiết, khi bê tông tự lèn còn được lưu lại tại công trường một khoảng thời gian sau đó mới thi công.

#### **5.1.7.3 Thi công bằng bơm.**

Bơm là phương pháp phổ biến nhất để thi công bê tông tự lèn và do đó, đây là phương pháp mà đã thu được nhiều kinh nghiệm thi công nhất.

Trước khi bơm, máy bơm phải được tráng bằng vữa xi măng, phần đầu tiên khoảng (100 L + 150 L) hỗn hợp bê tông nên được chạy qua máy bơm và quay trở lại vào xe chuyển trộn. Điều này bôi trơn các ống bơm, trong khi cốt liệu thô còn lại được trộn lại vào phần lớn của hỗn hợp bê tông tự lèn.

Bê tông tự lèn rất phù hợp để bơm qua một van từ đáy ván khuôn với điều kiện hỗn hợp bê tông có khả năng chống phân tầng tốt.

Bơm từ dưới cùng của ván khuôn thông qua một van thường mang lại bề mặt tốt nhất cho bất kỳ kết cấu thẳng đứng nào. Nó cuốn ít không khí vào bê tông và cho phép tốc độ đúc nhanh hơn so với bơm từ đỉnh. Phễu và đường ống bơm phải được giữ đầy hoàn toàn bằng bê tông để đảm bảo không khí không bị cuốn vào phía dưới. Lưu ý, khi khởi động lại sau khi dừng bơm có thể dẫn đến sự gia tăng áp lực trên ván khuôn.

Sau khi bơm từ đáy xong, van được đóng và khóa lại. Bê tông thừa nhô ra có thể được gỡ bỏ sau khi tháo ván khuôn.

Khi bơm từ trên xuống và khi hoàn thiện bề mặt cần chú ý không để cho không khí cuốn vào. Thi công nên bắt đầu ở phần thấp nhất của cấu kiện, vòi bơm nên được đưa vào bê tông. Sự kết thúc của vòi bơm, nên được duy trì bên dưới bề mặt bê tông mọi lúc, kể cả khi thay đổi vị trí của nó để không khí không bao giờ được phép cuốn vào vòi bơm.

Việc bơm phải được kiểm soát để tạo ra tốc độ tăng liên tục và đồng đều của bê tông trong ván khuôn, với càng ít lần ngắt quãng càng tốt.

#### 5.1.7.4 Thi công bằng máng hoặc thùng đổ

Thi công bê tông tự lèn có thể dùng bằng bơm, thùng đổ với cần cẩu và cả máng bê tông. Khi xả bằng máng nên được hướng vào đầu xa nhất của vật đúc và rút lại dần khi tiến hành đúc.

Khi đúc bê tông tự lèn từ cần trục và thùng đổ cần lưu ý:

- Phương pháp đổ bằng thùng đổ thường chỉ hữu ích cho các kết cấu tương đối nhỏ hoặc khả năng thi công chỉ đạt thường là (10 ÷ 20) m<sup>3</sup>/h, nhưng còn phụ thuộc vào kích thước của thùng bê tông và khả năng cơ động của cần trục.
- Việc đổ bằng thùng sử dụng cần phải được kiểm soát "chặt chẽ" để tránh mất vữa hoặc hồ trong quá trình vận chuyển
- Việc đổ bằng thùng không được rung động hoặc rung lắc mạnh để tránh sự phân tách của bê tông.
- Nếu để lưu hỗn hợp bê tông tự lèn lâu trong thùng có thể gây ra đông cứng bê tông sẽ không tự chảy từ thùng khi mở ra để xả một cách tự nhiên và trơn tru được.
- Tốc độ cấp bê tông chậm có thể gây ra một thời nghỉ kéo dài ở dạng dẫn đến lớp vỏ bề mặt cứng lại và điều này có thể dẫn đến dấu vết nằm ngang có thể nhìn thấy giữa các lớp.
- Khi đúc tường cao hoặc mỏng, việc đúc phải dùng ống mềm thả từ thùng (vòi vòi). Việc sử dụng ống vòi vòi mềm giúp ngăn không khí bị cuốn vào bê tông, điều này đặc biệt quan trọng nếu bề mặt hoàn thiện cần phải được phẳng nhẵn. Nếu sử dụng ống cứng, đầu cuối phải được giữ bên dưới bề mặt bê tông và cần hết sức cẩn thận để đảm bảo không khí không bị cuốn vào bê tông.

#### **5.1.7.5 Đầm rung**

Thi công bê tông tự lèn thông thường không dùng đầm rung, tuy nhiên trong một vài trường hợp, các kết cấu quá phức tạp, nhiều cốt thép thì có thể dùng đầm rung nhẹ.

Một số trường hợp có thể sử dụng thiết bị rung nhẹ:

- Trong một số cấu trúc, hình dạng ván khuôn có thể khiến không khí bị kẹt ở một vị trí nhất định. Điều này thường có thể được loại bỏ bằng cách gõ nhẹ hoặc chọc bằng que sắt nhỏ ở khu vực xa.
- Kết cấu đặc biệt đúc từ bê tông tự lèn có độ chảy loang thấp hơn có thể cần đầm bằng một thanh thép chọc rất nhẹ nhàng rung để có thể làm cho hỗn hợp bê tông tự lèn linh động hơn và làm điền đầy các lỗ hổng của ván khuôn..
- Sau khi nghỉ ngắt quãng trong việc đổ bê tông, nếu bề mặt bê tông mới bị vỡ hoặc cứng đến mức mà khe lạnh hoặc khuyết tật bề mặt có thể hình thành.

#### **5.1.7.6 Hoàn thiện bề mặt**

Các kết cấu tấm thường yêu cầu loại bê tông tự lèn có độ chảy loang thấp hơn cho tường và cột. Bê tông tự lèn loại này ít linh động hơn để đông cứng hơn chính và khó thi công hơn. Việc hoàn thiện ban đầu cần được tiến hành càng sớm càng tốt, trước khi quá trình đông cứng bắt đầu và trước khi xảy ra hiện tượng khô bề mặt (lớp vỏ).

Nếu bề mặt của các kết cấu tấm có độ dốc đến 2% hoặc 3% có thể cần dùng thiết bị đầm rung nhẹ, tuy nhiên cần lưu ý việc đầm rung có thể gây ra trượt ngang của hỗn hợp bê tông tự lèn. Việc hoàn thiện bề mặt tấm có thể dùng các tấm kim loại phẳng để xoa mặt, việc xoa mặt phải làm trước khi bê tông có hiện tượng đông cứng.

- Hoàn thiện bề mặt bê tông tự lèn tiến hành tương tự như bê tông truyền thống và phải phù hợp với Điều 6.11 trong TCVN 4453.

#### **5.1.7.7 Bảo dưỡng**

Bảo dưỡng rất quan trọng đối với tất cả các loại bê tông nhưng đặc biệt là đối với bề mặt trên cùng của các kết cấu được chế tạo bằng bê tông tự lèn. Những kết cấu này có thể khô nhanh vì số lượng hồ tăng lên, tỷ lệ nước thấp và thiếu nước. Do đó, bảo dưỡng ban đầu nên bắt đầu càng sớm càng tốt sau khi đổ và hoàn thiện để giảm thiểu nguy cơ lớp vỏ bề mặt khô cứng sớm và gây ra các vết nứt do co ngót vì bề mặt bị bốc hơi ẩm sớm.

- Những yêu cầu về bảo dưỡng ẩm tự nhiên và các bước bảo dưỡng bê tông tự lèn phải phù hợp với các yêu cầu của TCVN 5592;

- Nước để bảo dưỡng ẩm cho bê tông tự lèn phải phù hợp với các yêu cầu của TCVN 4506.



## 5.2 Yêu cầu về sản xuất bê tông tự lèn tại nhà máy

### 5.2.1 Yêu cầu chung

Sản phẩm bê tông tự lèn do nhà máy cung cấp có chất lượng tương đương các sản phẩm bê tông đông cứng được lắp đặt trên công trường và có thể, tùy thuộc vào thiết kế cấu trúc, được kết hợp với bê tông đổ tại công trường. Sản phẩm này phải đảm bảo đáp ứng tất cả các chỉ tiêu kỹ thuật do thiết kế công trình đề ra như: Cường độ ở tuổi thiết kế yêu cầu, hình dạng phù hợp, kích thước sản phẩm, độ sai lệch cho phép và độ nhẵn phẳng của bề mặt sản phẩm. Quá trình bắt đầu khi khách hàng chỉ định yêu cầu cần thiết của sản phẩm bê tông mà trạm trộn của nhà máy phải đáp ứng.

### 5.2.2 Đặc điểm kỹ thuật của sản phẩm bê tông tự lèn tại nhà máy

Các tính chất của bê tông tươi được xác định bởi nhà sản xuất, tùy thuộc vào yêu cầu của sản phẩm và vào các đặc tính của quá trình sản xuất.

Các yêu cầu kỹ thuật của bê tông tự lèn tại nhà máy phải phù hợp với các yêu cầu trong TCVN 12209.

### 5.2.3 Yêu cầu đối với thiết kế thành phần:

Yêu cầu đối với việc thiết kế thành phần là thiết kế ra loại bê tông tự lèn trong nhà máy đáp ứng cường độ nén đặc trưng tại 28 ngày. Tuy nhiên, đối khách hàng, yêu cầu phát triển cường độ ở độ tuổi sớm có thể trở thành yêu cầu quan trọng, để cho phép tháo dỡ khuôn, giải quyết hoặc việc quay vòng ván khuôn của khách hàng.

Thiết kế thành phần hỗn hợp phải đáp ứng các yêu cầu được xác định trước đó đối với bê tông tự lèn đông cứng, kết hợp với các đặc tính cần thiết cho bê tông tự lèn ở trạng thái tươi như tính lưu động, độ nhớt và độ ổn định, tùy thuộc vào điều kiện sử dụng, thi công và hoàn thiện.

Với mục tiêu giảm thời gian cần thiết cho việc vận chuyển đúc, thường không quá 30 min, có nghĩa là không cần duy trì sự linh động lâu dài, cho phép sử dụng bê tông tự lèn có khả năng duy trì độ linh động ngắn, đông cứng nhanh và phát triển cường độ sớm. Sự bắt đầu đông cứng nhanh hơn có lợi cho cường độ phát triển ở giai đoạn đầu, thường là vào lúc  $(14 \pm 2)$  h, để duy trì chu kỳ sản xuất.

Nhà máy bê tông cần có một bộ thiết kế hỗn hợp tiêu chuẩn để đáp ứng yêu cầu chung cho các loại sản phẩm. Những hỗn hợp tiêu chuẩn này sau đó có thể được sửa đổi theo từng yêu cầu cụ thể.

## 6 Kiểm tra và nghiệm thu các kết cấu bê tông tự lèn

### 6.1 Yêu cầu trong kiểm tra

- Kiểm tra trước khi thi công;
- Kiểm tra quá trình thi công;
- Kiểm tra công đoạn thi công;
- Kiểm tra sau khi thi công và hoàn thiện.

### 6.2 Nội dung kiểm tra

#### 6.2.1 Kiểm tra, nghiệm thu ván khuôn

Việc kiểm tra và nghiệm thu lắp dựng ván khuôn theo quy định tại Điều 7.1; 7.2 của TCVN 4453. Lưu ý

## **TCVN 12632 : 2020**

trong thi công bê tông tự lèn, khác với các loại bê tông khác, ván khuôn phải đảm bảo kín khít, mặt ván khuôn yêu cầu phẳng nhẵn như yêu cầu độ nhẵn phẳng của bề mặt kết cấu bê tông tự lèn theo thiết kế.

Yêu cầu kiểm tra lại độ cứng và áp lực tác dụng lên ván khuôn

### **6.2.2 Kiểm tra, nghiệm thu cốt thép**

Kiểm tra và nghiệm thu công tác cốt thép được tiến hành theo quy định tại Điều 7.1.3 và các yêu cầu nêu tại Bảng 10 của TCVN 4453.

### **6.2.3 Kiểm tra chất lượng vật liệu**

Vật liệu chế tạo bê tông tự lèn phù hợp với các yêu cầu của TCVN 12209;

## **6.3 Kiểm tra chất lượng bê tông tự lèn**

### **6.3.1 Yêu cầu kiểm tra**

- + Kiểm tra trong khi chế tạo hỗn hợp bê tông tự lèn;
- + Kiểm tra trong quá trình thi công kết cấu bê tông tự lèn;
- + Kiểm tra sản phẩm bê tông tự lèn đã đông cứng.

### **6.3.2 Nội dung kiểm tra**

#### **6.3.2.1 Kiểm tra chất lượng hỗn hợp bê tông tự lèn**

Hỗn hợp bê tông tự lèn phải được kiểm tra đảm bảo các khả năng:

- Khả năng tự điền đầy ván khuôn, kiểm tra bằng côn rút độ sụt riêu chuẩn, đường kính lan tỏa của hỗn hợp bê tông tự lèn phải đạt trong khoảng Min. 550 mm, Max. 850 mm;
- Khả năng chảy qua các khe kẽ giữa các thanh cốt thép và giữa cốt thép và ván khuôn, kiểm tra bằng thí nghiệm trong khuôn L – box, tỷ lệ chảy qua hộp L, phù hợp với Điều 6.4.4 của TCVN 12209; ( $PL = \frac{H_2}{H_1}$  phải đạt  $0,8 \div 1,0$ ; PL – Tỷ lệ chảy qua hộp L, không thứ nguyên;  $H_1$  – Chiều dày bê tông ở phần đứng của khuôn, mm;  $H_2$  – Chiều dày bê tông ở phần ngang của khuôn, mm.);
- Khả năng giữ sự đồng nhất và chống phân tầng tách nước, kiểm tra bằng thí nghiệm cho hỗn hợp chảy qua khuôn chữ V (V-funnel). Xác định thời gian T của hỗn hợp bê tông tự lèn chảy qua khuôn chữ V so sánh với ngưỡng thời gian 5 min. Thời gian T chỉ được nằm trong khoảng  $(0 \div 3)$  s.

#### **6.3.2.2 Kiểm tra chất lượng hỗn hợp bê tông tự lèn trong quá trình thi công**

Có rất nhiều phương pháp thí nghiệm dùng để kiểm tra chất lượng hỗn hợp bê tông tự lèn được sử dụng, theo TCVN 12209 các phương pháp thí nghiệm kiểm tra hỗn hợp bê tông tự lèn được trình bày tại Bảng 1 :

Bảng 1 - Kết quả thí nghiệm hỗn hợp bê tông tự lèn cần đạt

| Phương pháp thí nghiệm   | Đơn vị | Kết quả trong khoảng |          | Đặc tính kỹ thuật              |
|--|--------|----------------------|----------|--------------------------------|
|  |        | Nhỏ nhất             | Lớn nhất |                                |
| Côn tiêu chuẩn đo đường kính chảy của hỗn hợp bê tông tự lèn   | mm     | 550                  | 850      | Khả năng tự điền đầy           |
| T <sub>500</sub> Slumflow, thời gian đạt đường kính chảy xòe của hỗn hợp 500 mm                                      | s      | 2                    | 5        | Khả năng tự điền đầy           |
| J-ring, đo độ chênh lệch chiều cao của hỗn hợp bê tông tự lèn trong và ngoài vòng thép                               | mm     | 0                    | 10       | Khả năng chảy qua khe cốt thép |
| V-funnel, Xác định thời gian chảy qua khuôn của hỗn hợp bê tông tự lèn.  | s      | 6                    | 12       | Khả năng tự điền đầy           |
| V-funnel at T <sub>5min+</sub> , Xác định thời gian chảy của hỗn hợp bê tông tự lèn vượt quá 5 phút                  | s      | 0                    | +3       | Khả năng chống phân tầng       |
| L- box, Xác định tỷ lệ chiều cao của hỗn hợp bê tông tự lèn ở đầu và cuối khuôn, H <sub>2</sub> /H <sub>1</sub> (mm) |        | 0,8                  | 1.0      | Khả năng chảy qua khe cốt thép |

- Trong quá trình thi công các kết cấu bê tông tự lèn, mỗi mẻ đổ hỗn hợp đều phải kiểm tra khả năng tự điền đầy ván khuôn, bằng côn rút độ sụt tiêu chuẩn, đường kính lan tỏa của hỗn hợp bê tông tự lèn phải đạt trong khoảng Min. 550 mm, Max. 850 mm.

- Cứ 300 m<sup>3</sup> bê tông tự lèn phải kiểm tra 1 lần cả 3 chỉ tiêu, nhưng nếu khối đổ có thể tích nhỏ hơn thì mỗi khối đổ đều phải kiểm tra ít nhất một lần:

- + Khả năng tự điền đầy ván khuôn;
- + Khả năng chảy qua các khe kẽ giữa các thanh cốt thép và giữa cốt thép và ván khuôn;
- + Khả năng giữ sự đồng nhất và chống phân tầng tách nước.

### 6.3.2.3 Kiểm tra chất lượng bê tông tự lèn đã đông cứng

- Trước hết kiểm tra kích thước của kết cấu bê tông tự lèn bằng thước đo so với kích thước của thiết kế đề ra.

- Kiểm tra độ phẳng nhẵn và lồi lõm của bề mặt kết cấu bê tông tự lèn được đo bằng thước và các sai lệch cho phép được quy định tại điểm 2 của Bảng 20 trong TCVN 4453.

- Kiểm tra xác định cường độ kháng nén của bê tông theo các tuổi do thiết kế quy định trên mẫu hình vuông hoặc hình trụ; Nếu thấy cần thiết có thể dùng phương pháp khoan mẫu trực tiếp trên kết cấu để đánh giá chất lượng thi công kết cấu bê tông theo TCVN 13030.

- Kiểm tra xác định độ chống thấm nước của mẫu bê tông ở tuổi thiết kế theo TCVN 3116;



**6.4 Nghiệm thu các kết cấu bê tông tự lèn**

Nghiệm thu các kết cấu thi công bằng bê tông tự lèn giống như đối với bê tông truyền thống phù hợp với quy định tại Điều 7.2 của TCVN 4453.

**Phụ lục A**

(Tham khảo)

**Các dạng khuyết tật bề mặt kết cấu bê tông tự lèn và Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa**

Trong bảng dưới đây là một số các dạng khuyết tật chính thường xuất hiện khi thi công các kết cấu bê tông tự lèn. Một số các khuyết tật xuất hiện giống như các khuyết tật trong quá trình thi công bê tông truyền thống. Trong khi đó, một số khuyết tật có thể tránh khỏi một cách dễ dàng khi sử dụng bê tông tự lèn. Một số khuyết tật trên bề mặt như lỗ rỗng bong bóng trên bề mặt, rỗng kiểu tổ ong, lớp tiếp giáp giữa hai mẻ đổ hoặc nứt mặt.

**Bảng A.1 - Khuyết tật trên bề mặt của khối bê tông tự lèn**

| Loại khuyết tật               | Nguyên nhân chính       | Lý do thực tế                                      | Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa  |
|-------------------------------|-------------------------|--|--|
| Rỗ tròn bong bóng trên bề mặt | Bong bóng không khí     | • Nhiều hạt quá mịn                                | • Giảm lượng bột mịn   |
|                               |                         | • Dùng dầu bôi khuôn đặc hoặc không đồng đều       | • Giảm tỷ lệ dầu áp dụng và đồng đều   |
|                               |                         | • Bề mặt ván khuôn không nhẵn phẳng                | • Đảm bảo mặt ván khuôn nhẵn phẳng và sạch<br>• Dùng vải địa kỹ thuật dạng dệt có khả năng thu khí   |
|                               | Bong bóng nước          | • Đổ bê tông qua nhanh                             | • Đảm bảo hình thức xả bê tông tự lèn vào ván khuôn ổn định  |
|                               |                         | • Khoảng cách chảy lớn                             | • Hạ khoảng cách chảy xuống 5 m  |
|                               | Bong bóng dầu bôi khuôn | • Khoảng cách chảy quá ngắn                        | • Mở rộng khoảng cách chảy thêm 1m   |
|                               |                         | • Khoảng cách chảy tự do quá cao                   | • Cho khoảng cách chảy tự do của hỗn hợp nhỏ hơn 1m<br>• Dùng tường chắn mềm ở những chỗ độ cao lớn<br>• Bơm hỗn hợp từ dưới lên để đẩy bọt khí ra ngoài |
|                               |                         | • Năng lực đổ bê tông quá chậm                     | • Phải có kế hoạch cung cấp bê tông tự lèn một cách liên tục   |
|                               |                         | • Nhiệt độ hỗn hợp bê tông tự lèn quá cao          | • Tìm cách hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông tự lèn dưới 25°C  |
|                               |                         | • Các thành phần trong phụ gia siêu dẻo và tạo bọt | • Nhà cung cấp bê tông phải cải thiện lưu trữ và sử dụng đúng chỉ dẫn lưu trữ phụ gia  |

**Bảng A.1 – (Kết thúc)**

| Loại khuyết tật   | Nguyên nhân chính | Lý do thực tế  | Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa  |
|---|-------------------|--|--|
|   |                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Độ nhớt hỗn hợp quá cao.</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Giảm lượng dùng phụ gia biến tính độ nhớt;</li> <li>Kiểm tra lại cấp phối bê tông tự lèn.</li> </ul>  |
|   |                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thành phần hạt cốt liệu chưa phù hợp.</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt hoặc phụ gia cuốn khí.</li> </ul>                                   |
|   |                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thời gian trộn quá dài gây cuốn khí vào hỗn hợp bê tông.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kiểm tra lại thời gian trộn hỗn hợp bê tông tự lèn.</li> </ul>  |
|   |                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Phụ gia / tương tác giữa xi măng và phụ gia</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Đánh giá khả năng tương tác của phụ gia, xi măng trước khi sản xuất hỗn hợp bê tông tự lèn</li> </ul> |
| <p>Nguyên nhân cơ lý: Khả năng điền đầy kém;<br/>         Khả năng chảy qua khe kẽ kém;<br/>         Độ nhớt cao; Độ chảy thấp;<br/>         Sự suy giảm độ chảy xòe nhanh.</p> |                   |  |  |

**Bảng A.2 - Khuyết tật của khối bê tông tự lèn do mất nước**

| Loại khuyết tật   | Nguyên nhân chính                 | Lý do thực tế  | Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa  |
|---|-----------------------------------|--|--|
| Sọc dọc theo chiều cao do mất nước, hoặc vết nước chảy từ hỗn hợp bê tông tự lèn ra ngoài | Mất nước xi măng và chất kết dính | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tỷ lệ nước / bột quá cao</li> <li>Độ nhớt của hỗn hợp thấp</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dùng phụ gia biến tính độ nhớt (VMA)</li> <li>Nâng cao độ nhớt của hỗn hợp bằng cách tăng thêm hàm lượng bột mịn</li> <li>Sử dụng phụ gia cuốn khí để khắc phục sự phân bố hạt mịn không đều</li> </ul> |
| <p>Nguyên nhân cơ lý: Độ ổn định thấp</p>   |                                   |  |  |

Bảng A.3 - Khuyết tật tạo màu loang lổ trên bề mặt khối bê tông tự lèn

| Loại khuyết tật  | Nguyên nhân chính                               | Lý do thực tế   | Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa   |
|--|---|---|---|
| Mặt bê tông bị đổi màu   | Cùng một bề mặt mà dùng nhiều mẻ trộn khác nhau | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nhiệt độ quá thấp khi đổ bê tông</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dưỡng hộ khí ẩm trong khuôn khi đổ bê tông tự lèn mùa lạnh</li> </ul>  |
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Độ chảy của hỗn hợp quá cao, độ nhớt quá thấp</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nâng cao độ nhớt của hỗn hợp bằng cách tăng hàm lượng mịn hoặc sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt (VMA).</li> </ul> |
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Có thể là do ảnh hưởng của phụ gia chậm đông kết</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Chú ý trong việc lựa chọn phụ gia</li> </ul>   |
|  |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Giảm tỷ lệ Nước/Chất kết dính (N/CKD) hoặc giảm phụ gia hóa dẻo</li> </ul>   |
|  |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Xem xét sử dụng loại phụ gia đông kết nhanh yếu</li> </ul>   |
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sử dụng vải địa kỹ thuật dạng dệt để lót trong ván khuôn</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Đổ bê tông một cách liên tục</li> </ul>  |
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thay đổi cường độ đổ bê tông</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Đảm bảo tiếp xúc tốt</li> </ul>  |
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Màng bảo dưỡng polymer không tiếp xúc đều với bề mặt của bê tông tự lèn</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Làm ẩm bề mặt ván khuôn gỗ</li> <li>Tốt nhất là sử dụng ván khuôn được phủ bột trên bề mặt</li> </ul>              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Bề mặt ván khuôn gỗ bị khô</li> </ul> |   |   |   |

Nguyên nhân cơ lý: Hiệu ứng làm chậm đông kết của phụ gia làm cho bê tông được nhuộm màu của dầu, màu của phụ gia v.v...

Bảng A.4 - Bề mặt khối đổ không đồng đều

| Loại khuyết tật  | Nguyên nhân chính   | Lý do thực tế   | Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa  |
|--|---|---|--|
| Bề mặt của kết cấu bê tông tự lèn không đồng đều, các dấu hiệu thể hiện trên bề mặt    | Biến dạng của khuôn<br><br>Các vết in từ khuôn vào trên bề mặt bê tông tự lèn | <ul style="list-style-type: none"> <li>Đổ bê tông quá nhanh trong khi ván khuôn yếu</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Giảm cường độ đổ để giảm áp lực thủy tĩnh</li> <li>Sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt (VMA) để tăng độ nhớt hỗn hợp</li> <li>Thiết kế lại ván khuôn</li> </ul> |
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bề mặt ván khuôn bị bào mòn, mủn ra</li> <li>Bê tông cũ còn dính trên mặt ván khuôn</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thay ván khuôn mới</li> <li>Làm sạch bề mặt ván khuôn trước khi đổ bê tông tự lèn</li> </ul>  |
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Phương pháp và thời điểm tháo ván khuôn chưa phù hợp</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thực nghiệm và nghiên cứu chính xác thời điểm tháo ván khuôn</li> <li>Áp dụng chính xác thiết bị và áp lực bơm bê tông tự lèn</li> </ul>                      |
|  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tỷ lệ nước/bột quá cao</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tăng thêm lượng dùng phụ gia siêu dẻo để giảm nước hoặc sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt.</li> </ul>   |
| <p>Nguyên nhân cơ lý: Áp suất lên ván khuôn cao;<br/>Độ nhớt dẻo của hỗn hợp thấp.</p> |   |   |  |

Bảng A.5 - Khuyết tật rỗ tổ ong

| Loại khuyết tật  | Nguyên nhân chính                                       | Lý do thực tế  | Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa   |
|--|---|--|---|
| Rỗ tổ ong  | Không đủ hồ hoặc bột mịn                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Không đủ hồ chất kết dính, nghèo hồ</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tăng hàm lượng bột mịn, ít nhất 450 kg bột mịn /m<sup>3</sup>.</li> <li>Sử dụng thêm phụ gia cuốn khí</li> </ul> |
|  | Hỗn hợp bê tông tự lèn bị phân tầng do độ nhớt dẻo thấp | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cấp phối hạt chưa hợp lý</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Điều chỉnh cấp phối hạt hợp lý</li> </ul>  |
|  | Hỗn hợp bê tông tự lèn                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>D<sub>max</sub> của hạt cốt liệu quá lớn so với khe hở</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hạ D<sub>max</sub> của cốt liệu</li> </ul>   |
|  | không có đủ khả năng điền đầy phần của ván khuôn        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ván khuôn hở, bị chảy nước</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kiểm tra độ kín khít của ván khuôn</li> </ul>  |
| <p>Nguyên nhân cơ lý: Chưa đạt khả năng tự điền đầy;</p> <p>Chưa đạt khả năng chảy qua các khe kẽ;</p> <p>Chưa đạt khả năng ổn định;</p> <p>Độ linh động chưa đạt yêu cầu;</p> <p>Phân tầng bởi tác động của tỷ lệ cốt liệu/ hồ chất kết dính.</p> |   |  |   |

Bảng A.6 - Bề mặt khối bê tông tự lèn bị xốp, bong tróc

| Loại khuyết tật   | Nguyên nhân chính   | Lý do thực tế  | Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa  |
|---|---|--|--|
| Bề mặt bê tông tự lèn bị hiện tượng tơi xốp, bong tróc.<br>(Scaling)  | Lớp bề mặt chỉ bao gồm toàn vật liệu mịn và đông cứng qua nhanh | <ul style="list-style-type: none"> <li>Không bảo dưỡng hoặc bảo dưỡng không đủ</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Đảm bảo bảo dưỡng đúng theo điều kiện môi trường xung quanh</li> </ul>  |
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Phân tầng và /hoặc mất nước bởi lượng chất kết dính quá thấp</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nâng cao hàm lượng chất kết dính</li> <li>Sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt (VMA)</li> <li>Sử dụng thêm phụ gia cuốn khí</li> </ul> |
| <p>Nguyên nhân cơ lý: Không đủ ổn định, độ ổn định thấp;</p> <p>Phân tầng và tách nước;</p> <p>Khô quá nhanh.</p> |   |  |  |

Bảng A.7 - Khuyết tật là các khe lạnh trong khối bê tông tự lèn

| Loại khuyết tật   | Nguyên nhân chính   | Lý do thực tế   | Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa   |
|---|---|---|---|
| Các khe lạnh nhìn thấy giữa các mẻ trộn hỗn hợp bê tông tự lèn (thường thấy các mối nối lạnh)   | Hình thành lớp vỏ bề mặt ngăn cách với lớp đổ bê tông tiếp theo | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cấp bê tông không liên tục, bị gián đoạn</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cấp hỗn hợp bê tông liên tục, không gián đoạn</li> </ul>             |
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bê tông bị đông rắn nhanh</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kiểm tra trước: không để bê tông bị đông cứng nhanh</li> </ul>       |
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nhiệt độ trong bê tông hoặc không khí cao</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Làm giảm nhiệt độ của bê tông thấp hơn 25°C</li> </ul>               |
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cốt liệu lớn trong bê tông bị phân tầng</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Xem lại sự kết hợp của cấp phối hạt</li> <li>Giảm độ chảy</li> </ul> |
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Độ mịn của thành phần hạt mịn cao</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Giảm tỷ lệ hạt quá mịn/ bột</li> </ul>                               |
| <p>Nguyên nhân cơ lý: Khả năng điền đầy thấp;</p> <p>Đông cứng dưới ảnh hưởng của khí hậu nóng ẩm;</p> <p>Mất độ linh động quá nhanh;</p> <p>Độ nhớt quá cao;</p> <p>Phụ gia tương tác với xi măng cao.</p> |   |   |   |



**Bảng A.8 - Khuyết tật do co ngót (nứt khối bê tông tự lèn trong thời kỳ đầu đông cứng)**

| Loại khuyết tật   | Nguyên nhân chính  | Lý do thực tế  | Biện pháp ngăn chặn và sửa chữa  |
|---|--|--|--|
| <p>Xuất hiện nứt do co ngót</p>                               | <p>Khô quá nhanh;<br/>Hỗn hợp bê tông bị lắng;<br/>Vị trí của cốt thép đến bề mặt;</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thời gian bảo dưỡng ban đầu quá ngắn</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bắt đầu bảo dưỡng ngay sau khi kết thúc đổ bê tông</li> <li>Dưỡng hộ phù hợp với điều kiện môi trường xung quanh</li> </ul>   |
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Phân tầng và tách nước</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sửa chữa ngay vết nứt do co khô trước khi bê tông đông cứng</li> <li>Nâng cao hàm lượng bột mịn</li> <li>Sử dụng phụ gia biến tính độ nhớt (VMA)</li> <li>Sử dụng phụ gia cuốn khí</li> </ul> |
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Điều kiện cục đoạn của môi trường xung quanh (nhiệt độ, nắng, gió)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Áp dụng phương pháp hoàn thiện bề mặt theo các điều kiện quy định hiện hành</li> </ul>  |
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Khoảng cách của cốt thép thanh quá gần bề mặt</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thiết kế lại cốt thép trong bê tông</li> </ul>  |
| <p>Nguyên nhân cơ lý: Nứt do co khô;<br/>Độ ổn định thấp.</p> |  |  |  |