

CÔNG NGHỆ BÊ TÔNG TỰ LÈN

Phòng Bê tông nặng

Viện Chuyên ngành Bê tông - Viện KHCN Xây dựng (ICT/IBST)

Tel: 04 8360248 E-mail: pbtvkhcnxd@hn.vnn.vn

1. Khái niệm bê tông tự lèn

Bê tông tự lèn là bê tông có khả năng chảy dưới trọng lượng bản thân và làm đầy hoàn toàn cốp pha thậm chí trong cả những nơi dày đặc cốt thép mà không cần bất cứ tác động cơ học nào mà vẫn đảm bảo tính đồng nhất. Nói một cách khác, bê tông tự lèn là bê tông có khả năng tự lèn chặt.

Khả năng tự lèn chặt là năng lực tiềm tàng của bê tông có liên quan đến khả năng đổ. Với khả năng này, bê tông có thể làm đầy và lèn chặt mọi góc cạnh của cốp pha bằng trọng lượng bản thân nó mà không cần đầm trong quá trình đổ bê tông.

2. Đặc điểm của bê tông tự lèn

Bê tông tự lèn cũng giống như bê tông thông thường được chế tạo từ các vật liệu cấu thành như chất kết dính xi măng, cốt liệu, nước và phụ gia.

Sự khác nhau cơ bản trong công nghệ thi công bê tông tự lèn là không có công đoạn tạo chấn động lèn chặt bê tông. Để làm đầy cốp pha bằng trọng lượng bản thân nó, bê tông tự lèn cần đạt khả năng chảy cao đồng thời không bị phân tầng. Vì vậy đặc trưng cơ bản của loại bê tông này là sự cân bằng giữa độ chảy và sự không phân tầng của hỗn hợp bê tông. Đạt được điều này, bê tông tự lèn cần có các yêu cầu sau:

- Sử dụng phụ gia siêu dẻo để đạt khả năng chảy dẻo cao của hỗn hợp bê tông;
- Sử dụng hàm lượng lớn phụ gia mịn để tăng độ linh động của vữa xi măng;
- Hàm lượng cốt liệu lớn trong bê tông ít hơn so với bê tông thông thường.

Ngoài các đặc tính cơ bản nói trên, đặc tính chế tạo và thi công của bê tông tự lèn cũng khác so với bê tông thông thường như sau:

- Sự bắt đầu và kết thúc ninh kết của bê tông tự lèn có khuynh hướng chậm hơn so với bê tông thông thường.
- Khả năng bơm của bê tông tự lèn cao hơn so với bê tông thông thường.
- Do sự nhạy cảm lớn dẫn đến dao động chất lượng và sự cố trong khi trộn của vật liệu nên bê tông tự lèn có yêu cầu về kiểm tra chất lượng, kiểm tra sản xuất và kiểm tra thi công khắt khe hơn bê tông thông thường.
- Do không thực hiện việc rung động làm chặt, yêu cầu quan tâm đến thời gian duy trì chất lượng cũng như độ chảy lớn hơn bê tông thông thường.

3. Vật liệu chế tạo

Nguyên vật liệu để chế tạo bê tông tự lèn gồm xi măng, phụ gia mịn làm đầy, cốt liệu nhỏ, cốt liệu lớn và phụ gia siêu dẻo. Chất lượng của bê tông tự lèn phụ thuộc vào chất lượng của các nguyên vật liệu thành phần. Hiện nay, nguồn nguyên liệu để chế tạo bê tông ở nước ta rất phong phú. Để sử dụng chúng một cách hiệu quả, vật liệu trước khi sử dụng cần được lựa chọn và kiểm tra chất lượng. Ngoài yêu cầu chất lượng của vật liệu sử dụng cho bê tông thông thường, trong chế tạo bê tông tự lèn một số chỉ tiêu về vật liệu được yêu cầu ở mức cao hơn.

Xi măng

Hiện nay, các loại xi măng thông dụng dùng trong bê tông tự lèn là xi măng poóc lăng thông thường, xi măng giàu belite (thành phần $C_2S = 40-70\%$), xi măng toả nhiệt thấp có thành phần C_3A và C_4AF nhỏ. Đặc biệt việc dùng xi măng có thành phần khoáng C_3A và C_4AF nhỏ trong chế tạo bê tông tự lèn sẽ cho hiệu quả ảnh hưởng phân tán của phụ gia cao.

Phụ gia mịn

Trong bê tông tự lèn việc sử dụng phụ gia khoáng có hàm lượng hạt mịn (bột) lớn làm tăng độ nhớt dẻo của vữa xi măng.

Phụ gia khoáng mịn sử dụng trong chế tạo bê tông tự lèn có nhiều chủng loại như silicafume, tro nhiệt điện, xỉ lò cao, bột đá vôi, tro trấu ...

- Bột đá vôi: bột của đá vôi nghiền mịn, thành phần chủ yếu là $CaCO_3$. Bột đá vôi có rất ít hoạt tính trong vai trò chất kết dính. Vì vậy nó cũng có thể được xem là phụ gia trợ hay là thành phần mịn trong bê tông.
- Tro nhiệt điện là sản phẩm phụ được thu gom lại thành hỗn hợp vật liệu sau khi đốt than ăngtraxit và than đá tại các nhà máy điện. Chúng ở dạng bột có kích thước nhỏ hơn 0,3 mm với khối lượng riêng dao động từ 2,2 (2,8 g/cm³, khối lượng thể tích xấp xỉ khoảng 500(1000 kg/m³). Đối với bê tông tự lèn, tro là vật liệu mịn có tính puzolanic và được đưa thêm vào để cải thiện tính chất của bê tông.
- Xỉ lò cao là loại xỉ thu được khi luyện gang và được làm nguội nhanh để tạo thành dạng hạt pha thủy tinh. Xỉ lò cao nghiền mịn là chất độn mịn có tiềm năng thủy hoá. Xỉ lò cao nghiền mịn có thể thêm vào bê tông tự lèn để cải thiện tính chất lưu biến.
- Mêta cao lanh là loại phụ gia khoáng với hàm lượng $SiO_2 + Al_2O_3 > 90\%$. Meta cao lanh là sản phẩm trung gian của quá trình hình thành mulit từ kaolinit dưới tác dụng của nhiệt độ cao (700-900oC). Sau khi gia công nghiền mịn, có thể sử dụng làm phụ gia khoáng hoạt tính cho bê tông nhằm cải thiện tính công tác của hỗn hợp bê tông cũng như làm tăng độ đặc chắc cho bê tông đã đóng rắn.
- Tro trấu: là sản phẩm thu được từ quá trình đốt cháy trấu. Tro trấu có hàm lượng $SiO_2 > 85\%$. Sau khi nghiền mịn, cũng như mêta cao lanh, tro trấu có thể sử dụng làm phụ gia cho bê tông. Tro trấu cải thiện tính chất của bê tông theo 2 cách: phản ứng với hydroxyt can xi trong bê tông làm tăng số lượng thành phần gel hydrosilicat canxi và lấp đầy khoảng trống giữa các hạt xi măng. Độ đặc chắc của bê tông được nâng cao.
- Silicafume là vật liệu rất mịn, chứa oxit silic vô định hình (85-98%), thu được của quá trình sản xuất xilic và hợp kim silic bằng hồ quang. Do có bề mặt hấp phụ lớn nên silicafume có khả năng giữ nước tốt trong hỗn hợp bê tông, cải thiện tính công tác của hỗn hợp bê tông. Ngoài ra, silicafume còn tham gia phản ứng với các sản phẩm thủy hoá của xi măng cùng với thành phần hạt siêu mịn sẽ lấp đầy các lỗ rỗng giữa thành phần xi măng làm tăng cường độ, tăng độ đặc chắc cho đá xi măng.

Phụ gia siêu dẻo

Trong chế tạo bê tông tự lèn, người ta thường sử dụng hai loại phụ gia siêu dẻo: Phụ gia siêu dẻo giảm nước mức độ cao (30-40% nước trộn) và phụ gia siêu dẻo giảm nước mức độ cao cuốn khí. Yêu cầu đối với phụ gia siêu dẻo dùng cho bê tông tự lèn ngoài việc tăng độ chảy của hỗn hợp bê tông còn phải có khả năng duy trì tính công tác theo thời gian. Hiện nay, phụ gia siêu dẻo gốc polycarboxylate cho khả năng duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông tự lèn cao hơn so với các loại phụ gia khác.

Một số loại phụ gia siêu dẻo giảm nước cao có mặt hiện nay được đưa ra ở bảng 1.

Bảng 1 Một số loại phụ gia siêu dẻo giảm nước mức độ cao trên thị trường xây dựng Việt nam

Tên phụ gia	Hãng cung cấp	Gốc phụ gia	Hiệu quả giảm nước
Glenium SP 51	MBT	Polycarboxylate	30-40%
Glenium SP 8	MBT	Polycarboxylate	30-40%
Viscocre 3400	Sika	Co-polyme	30-40%
ADVS Cast 508	Grace	Polyme tổng hợp	30-40%
Selfill-2010	IMAG	Cao phân tử Acrylic	35-40%
Dynamon SP 1	Mapei	Poly me Acrylic	30-40%
Darex Super 20	Grace	Naphthalene sulfonate	15-20%
Mighty 150	KAO	Naphthalene sulfonate	15-20%
Conplast SP 337	Fosroc	Naphthalene sulfonate	15-20%
COSU	IBST	Naphthalene sulfonate	15-25%

Cốt liệu nhỏ

Cốt liệu nhỏ dùng trong bê tông tự lèn là các loại cát thạch anh dùng cho bê tông thông thường với mô đun độ lớn 2,6 - 3,3.

Bất kỳ một sự thay đổi lượng nước nào cũng ảnh hưởng đến khả năng phân tầng hay tách nước. Vì vậy lượng nước trong cát hay độ ẩm của cát trong quá trình sản xuất phải được giữ ổn định. Độ ẩm của cát sử dụng tương tự như khi thí nghiệm.

Cốt liệu lớn

Trong bê tông thường cốt liệu lớn chiếm tỷ lệ 0,37-0,47% thể tích và đóng một vai trò quan trọng đối với chất lượng của bê tông. Tuy nhiên trong bê tông tự lèn, để đảm bảo tính chất tự lèn, hàm lượng cốt liệu lớn được dùng ít hơn so với bê tông thường. Khả năng tự chảy, tự lèn của bê tông tự lèn phụ thuộc vào kích thước và hàm lượng cốt liệu lớn trong thành phần bê tông. Hình 3 minh họa sự ảnh hưởng của kích thước lớn nhất của cốt liệu tới khả năng chảy qua các thanh cốt thép của hỗn hợp bê tông. Khả năng chảy sẽ không đạt được khi kích thước hạt lớn nhất tăng lên quá mức cho phép.

Cũng giống như cát dùng cho bê tông tự lèn, đá dăm khi sử dụng chế tạo bê tông tự lèn được giữ ở trạng thái bão hoà khô bề mặt nhằm tránh thay đổi lượng nước trộn cho bê tông.

4. Yêu cầu kỹ thuật

Yêu cầu kỹ thuật của bê tông tự lèn

Cũng như bê tông thường, các yêu cầu tối thiểu cần có với bê tông tự lèn là:

- Mác (theo cường độ nén), tuổi cần đạt, mẫu chuẩn (trụ hoặc lập phương)
- Các tính năng khác: cường độ uốn, độ chống thấm, chống co... vvv

Yêu cầu kỹ thuật của hỗn hợp bê tông

Yêu cầu kỹ thuật đối với hỗn hợp bê tông tự lèn phụ thuộc vào điều kiện thi công và được đưa ra như sau:

1. Tính năng chảy dẻo cao: Hỗn hợp bê tông có khả năng làm đầy với tính chảy dẻo cao và không bị phân tầng.

2. Tính năng tự lèn: Có khả năng chảy qua các thanh cốt thép có kích thước tương tự như thực tế hoặc theo 3 mức tự lèn như sau:

- Mức 1: khả năng tự lèn của hỗn hợp bê tông tại các vùng có mật độ cốt thép cao (khoảng cách thông thủy giữa các thanh cốt thép là 35÷60 mm);

- Mức 2: khả năng tự lèn của hỗn hợp bê tông tại các vùng có mật độ cốt thép trung bình (khoảng cách thông thủy giữa các thanh cốt thép là 60(200 mm);
- Mức 3: khả năng tự lèn của hỗn hợp bê tông tại các vùng có mật độ cốt thép thấp (khoảng cách thông thủy giữa các thanh cốt thép là >200 mm);

3 Thời gian duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông tự lèn:

Đảm bảo thời gian duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông trong thời gian thi công (vận chuyển, bơm...) bê tông và nhiệt độ môi trường. Thông thường, bê tông tự lèn cần được duy trì tính năng chảy cao cùng khả năng tự lèn chặt ít nhất trong 90 phút.

Ngoài ra, hỗn hợp bê tông tự lèn cũng cần đảm bảo những yêu cầu bổ sung khác về hỗn hợp bê tông hoặc về bê tông do thiết kế yêu cầu.

Các phương pháp thí nghiệm đại diện cho các tính chất cơ bản của hỗn hợp bê tông tự lèn được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2 Các phương pháp thí nghiệm của hỗn hợp bê tông tự lèn

STT	Phương pháp thí nghiệm	Tính chất của hỗn hợp bê tông tự lèn		
		Khả năng chảy	Khả năng tự lèn	Chống phân tầng
1	Độ chảy xoè	**	-	*
2	Thời gian độ chảy xoè đạt 50cm	**	-	*
3	Thí nghiệm chảy phễu V	*	*	**
4	Thí nghiệm chảy phễu V sau 5 phút	**	*	**
5	Khả năng chảy qua các thanh cốt thép	*	**	*

Chú thích: ** : Cần thiết
* : Bổ sung

5. Công nghệ thi công

Việc chế tạo bê tông tự lèn cần được tiến hành tại trạm trộn, nơi có thiết bị vận hành và vật liệu đã được kiểm tra chất lượng.

5.1 Chuẩn bị vật liệu

Tính chất của bê tông tự lèn là rất nhạy cảm đối với sự thay đổi vật liệu đầu vào. Khi chất lượng vật liệu đầu vào không ổn định, khả năng tự lèn của hỗn hợp bê tông có thể bị thay đổi hoàn toàn. Vì vậy khi có bất cứ sự thay đổi nào về vật liệu đầu vào, cần thực hiện thí nghiệm kiểm tra lại thành phần bê tông tự lèn. Các chỉ tiêu kỹ thuật cần khống chế cho từng loại vật liệu được trình bày cụ thể ở bảng 3.

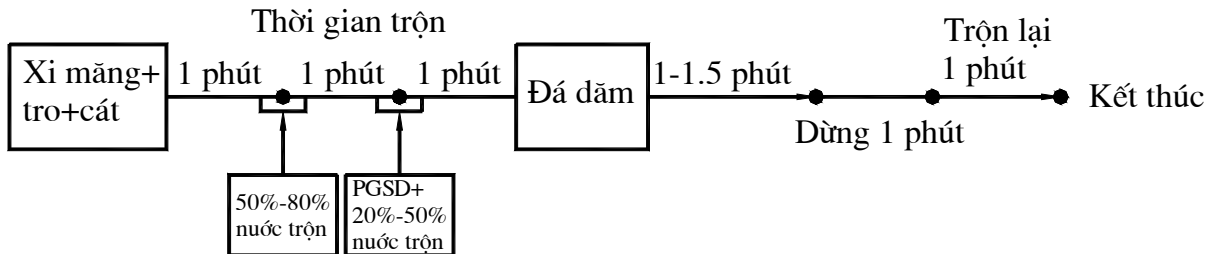
Bảng 3 Chỉ tiêu kỹ thuật đối với vật liệu chế tạo bê tông tự lèn

TT	Tên vật liệu	Chỉ tiêu kỹ thuật khống chế	Yêu cầu
1	Xi măng	Lô sản phẩm	Cùng lô
2	Phụ gia mịn	Lô sản phẩm	Cùng lô
3	Cốt liệu nhỏ	- Nguồn gốc	Cùng nguồn
		- Mô đun độ lớn	2,6 ÷ 3,3
		- Độ ẩm bề mặt	± 0,5%
4	Cốt liệu lớn	- Nguồn gốc	Cùng nguồn
		- Thành phần hạt, Dmax	< 20mm
		- Độ ẩm bề mặt	± 0,5%
5	Phụ gia siêu dẻo	Chủng loại, lô	Không sai số
6	Nước trộn	Nguồn gốc	Cùng nguồn

5.2 Trộn

Không có yêu cầu về bất cứ loại máy trộn đặc biệt. Có thể dùng máy trộn cưỡng bức, máy trộn rơi tự do. Thời gian trộn bê tông tự lên cần thiết phải xác định bởi các mẻ trộn thử và thường lớn hơn so với bê tông thường.

Qui trình và thời gian trộn bê tông tự lên cho máy trộn cưỡng bức có thể tham khảo như sau :



Qui trình và thời gian trộn bê tông tự lên

5.3 Phân phối và vận chuyển

Phương thức phân phối và vận chuyển bê tông tự lên phụ thuộc vào kích thước của kết cấu bê tông được đổ, khoảng cách từ trạm trộn đến nơi thi công. Cần tính toán thời gian duy trì tính công tác (tổng thất độ chảy xòe) cho bê tông tự lên ngay trong khi thiết kế thành phần bê tông. Thời gian duy trì tính năng chảy cao cùng khả năng tự lên chặt ít nhất là 90 phút.

Các thiết bị vận chuyển và phân phối bê tông tự lên tương tự như đối với bê tông thi công bằng công nghệ bơm.

5.4 Quá trình đổ

- Trước khi đổ bê tông tự lên, cần đảm bảo vị trí cốt thép và ván khuôn. Việc lắp đặt ván khuôn đảm bảo ngăn chặn sự mất vữa khi thi công.
- Công nghệ bơm tiên tiến từ dưới đáy ván khuôn được khuyến cáo sử dụng.
- Việc đổ bê tông tự lên dễ hơn so với bê tông thường, nguyên tắc đổ được khuyến cáo cho việc phân tầng nhỏ nhất là:
 - Giới hạn chiều cao đến 5m;
 - Giới hạn chiều ngang của dòng chảy từ nơi bắt đầu đổ là 10m.

Các khoảng cách đổ lớn hơn vẫn được chấp nhận khi đảm bảo tính năng của bê tông tự lên.

5.5 Bảo dưỡng

Do bê tông tự lên có hàm lượng hạt mịn cao nên dễ hạn chế co ngót và nứt, việc bảo dưỡng ban đầu cho bê tông được thực hiện càng sớm càng tốt.

Việc bảo dưỡng bê tông phải tuân theo TCVN 3105:1993 và TCVN 5592: 1991 □ Bê tông nặng □ Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên□.

5.6 Kiểm tra quá trình sản xuất

Việc sản xuất bê tông tự lên cần được kiểm tra quá trình sản xuất dưới sự giám sát của nhà sản xuất và tuân theo các tiêu chuẩn hiện hành về quản lý chất lượng.

5.7 Chấp nhận tại hiện trường

So với bê tông thường, điểm khác biệt của bê tông tự lên là việc chấp nhận sản phẩm hàng hoá chưa được tiêu chuẩn hóa. Do vậy, bên cạnh việc kiểm tra thông thường thông qua các phiếu giao hàng, việc kiểm tra kiểm tra chất lượng tại công trường cần tuân theo các yêu cầu của mục 4.

Người sản xuất và sử dụng cần đảm bảo tất cả việc kiểm tra chấp thuận tại công trường được tiến hành bởi người (cơ quan) có đủ thẩm quyền và kinh nghiệm về bê tông tự lên.

6. Phạm vi ứng dụng bê tông tự lèn

Lĩnh vực sử dụng của bê tông tự lèn có thể bao gồm: các kết cấu đỡ tại chỗ; các bộ phận của đường hầm; trụ cầu; các cấu kiện đúc sẵn; cột; tường; bê tông bên ngoài; thi công bê tông khối lượng lớn; vị trí cốt thép dày đặc, vị trí góc cạnh của công trình...

Hiện nay, tốc độ xây dựng Việt nam đang phát triển mạnh mẽ. Các ngành xây dựng dân dụng, công nghiệp, thủy lợi, cầu đường ... được mở rộng cùng với sự thiết kế đa dạng, phong phú trong đó có nhiều dạng kết cấu mà ở đó việc đầm bê tông rất khó thực hiện. Có thể kể tới như cọc khoan nhồi, cấu kiện có chiều cao lớn, cấu kiện có mật độ cốt thép dày, cấu kiện có hình dạng phức tạp nhiều góc cạnh... Việc sử dụng loại bê tông với đặc tính tự lèn chặt trong các trường hợp này cho hiệu quả đặc biệt cao. Ngoài ra, khi bê tông tự lèn được sử dụng trong thi công các công trình trong các khu đô thị hoặc các nơi sản xuất cấu kiện đúc sẵn cũng cho hiệu quả kinh tế - xã hội cao.

7. Hiệu quả kỹ thuật - kinh tế - xã hội

Hiệu quả kỹ thuật

- Việc sử dụng bê tông tự lèn sẽ làm tăng độ bền của các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép dùng trong xây dựng.
- Giải quyết được các giải pháp thi công bê tông trong các điều kiện bê tông thường không thể sử dụng được mà vẫn đảm bảo chất lượng công trình.

Hiệu quả kinh tế

- Giá thành 1m^3 bê tông tự lèn lớn gấp 1,2-1,5 lần so với bê tông thường nhưng tiết kiệm 60-70% chi phí lao động cho thi công bê tông, giảm chi phí máy móc và rút ngắn 1,2-1,5 lần thời gian thi công các công trình xây dựng nhờ đó làm giảm khoảng 8-10% tổng giá thành các công trình xây dựng, góp phần tiết kiệm ngân sách nhà nước cũng như nâng cao lợi nhuận của các nhà đầu tư.

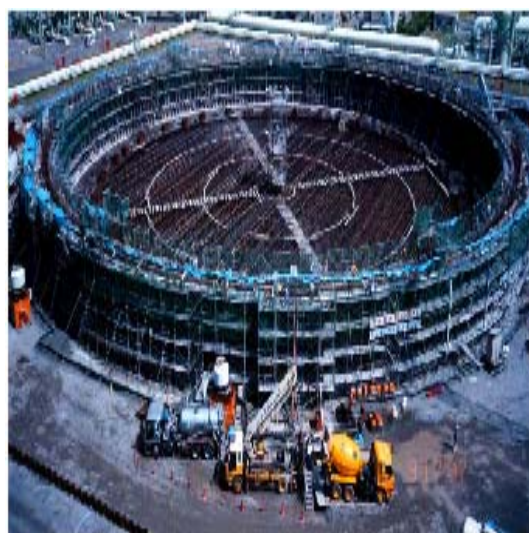
Hiệu quả xã hội

- Nâng cao mức an toàn lao động cho con người trong xây dựng nhờ việc giảm chi phí nhân công;
- Hạn chế đáng kể độ ồn khi thi công xây dựng do không phải sử dụng các thiết bị đầm chặt cho bê tông, nhờ đó giảm ô nhiễm môi trường;

Một số hình ảnh thi công bê tông tự lèn



Hình 1 Thi công bê tông tự lèn xây dựng cầu Akagashi - Nhật bản



Hình 2 BTTL trong thi công kết cấu ứng suất trước của bể chứa ga tại Osaka



Hình 3 Kết cấu thép dầm - cột nhà 34 tầng – T34 Dự án Trung hoà (VINACONEX)



Hình 4 Thi công BTTL tại nút dầm - cột nhà 34 tầng - T34 Dự án Trung hoà (VINACONEX)