

BÊ TÔNG TỰ LÈN SẢN XUẤT KIỂM NGHIỆM VÀ THI CÔNG

Nguyễn Văn Chánh

Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 06 tháng 10 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 15 tháng 04 năm 2009)

TÓM TẮT: Thi công bê tông cho các công trình thường phải đầm nén, rung để tăng tính đồng nhất và độ đặc sít của cấu trúc bê tông nhằm nâng cao chất lượng. Đối với những cấu kiện phức tạp, có mật độ cốt thép dày đặc hoặc ở những điều kiện thi công không thể đưa thiết bị để đầm rung được phải cần một loại bê tông có tính chảy dẻo cao nhưng không bị phân tầng và tự lèn chặt do trọng lượng bản thân mà không cần đến năng lượng đầm rung. Bê tông tự lèn là loại bê tông có khả năng đáp ứng các yêu cầu trên. Những tính chất đặc biệt khác như cường độ cao về chịu kéo và chịu nén, độ chống thấm cao, tuổi thọ cao, ... càng khiến cho lĩnh vực áp dụng loại bê tông tự lèn ngày càng mở rộng.

1. ĐẶC ĐIỂM CỦA BÊ TÔNG TỰ LÈN

Để đạt được khả năng tự lèn của hỗn hợp bê tông không chỉ dựa vào tính chảy dẻo của vữa xi măng mà còn phải có tính chống sự phân tầng giữa cốt liệu lớn và vữa xi măng.

Nguyên tắc để đạt được khả năng tự lèn là tăng lượng chất kết dính trong vữa xi măng và giảm lượng cốt liệu lớn trong thành phần của bê tông. Mặc khác cần tạo tính dẻo cao cho hỗn hợp bê tông nhưng lượng nước yêu cầu thấp so với bê tông thường để bê tông tự lèn đạt được độ bền và cường độ cao.

Việc gia công chấn động sẽ góp phần làm cho hỗn hợp bê tông trở nên dẻo và chảy. Do khi tần số dao động đạt đến một giá trị năng lượng nào đó thì nội ma sát của các cốt liệu lớn giảm đến mức nhỏ nhất. Chính sự giảm hàm lượng cốt liệu lớn, năng lượng đầm nén cần thiết để hỗn hợp bê tông trở thành chảy dẻo sẽ giảm đi.

Để tăng tính dẻo của vữa xi măng ta có thể sử dụng phụ gia siêu dẻo, tác nhân tạo nhớt và một lượng bột khoáng với tỷ lệ nước và xi măng hợp lý.

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 Copp 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 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 thường.

- Khả năng bơm của bê tông tự lèn cao hơn so với bê tông 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 chặt chẽ hơn bê tông thường.

- Do không thực hiện việc rung động làm chặt, yêu cầu quan tâm đến thời gian duy trì độ dẻo lớn hơn bê tông thường.

2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÊ TÔNG TỰ LÈN

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 thường, trong chế tạo bê tông tự lèn một số chỉ tiêu về vật liệu được yêu cầu ở mức cao hơn.

2.1.Ximăng

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, giảm nhiệt toả ra trong quá trình thủy hoá mà không cần phải giảm hàm lượng chất bột.

2.2.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: 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 vật liệu mịn được đưa thêm vào để cải thiện tính chất của bê tông.

- Xi lò cao là chất độn mịn có tiềm năng thủy hoá. Xi 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 $SiO_2 + Al_2O_3 > 90\%$ 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: có hàm lượng $SiO_2 > 85\%$. Tro trấu giúp 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%). 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.

2.3.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 tạo nhót. 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.

Bảng 1. Một số loại phụ gia siêu dẻo giảm nước mức độ cao trên thị trường

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	Polyme 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%

2.4.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 - 3,0.

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.

2.5.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. 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.

3. THIẾT KẾ CẤP PHỐI BÊ TÔNG TỰ LÊN

Thiết kế cấp phối bê tông tự lèn cần đảm bảo những yêu cầu kỹ thuật về khả năng tự lèn, độ chảy dẻo, cường độ và khả năng bền vững. Phương pháp thiết kế cấp phối cho bê tông tự lèn gồm thiết kế cấp phối dựa trên lý thuyết và hoàn thiện cấp phối sau khi kết hợp thực nghiệm.

Những yêu cầu kỹ thuật của phương pháp thiết kế này là:

Lượng cốt liệu lớn cho 1m³ bê tông

Thể tích đặc tuyệt đối của cốt liệu lớn: 0,30 – 0,3 m ³
Đường kính lớn nhất của cỡ hạt là: 20 – 25 mm

Lượng nước cho 1m³ bê tông

≤ 180 lit/m ³	155-175 lit/m ³
Xác định tùy theo sự thay đổi thành phần của phụ gia tạo nhớt	

Tỉ số Nước / vật liệu bột

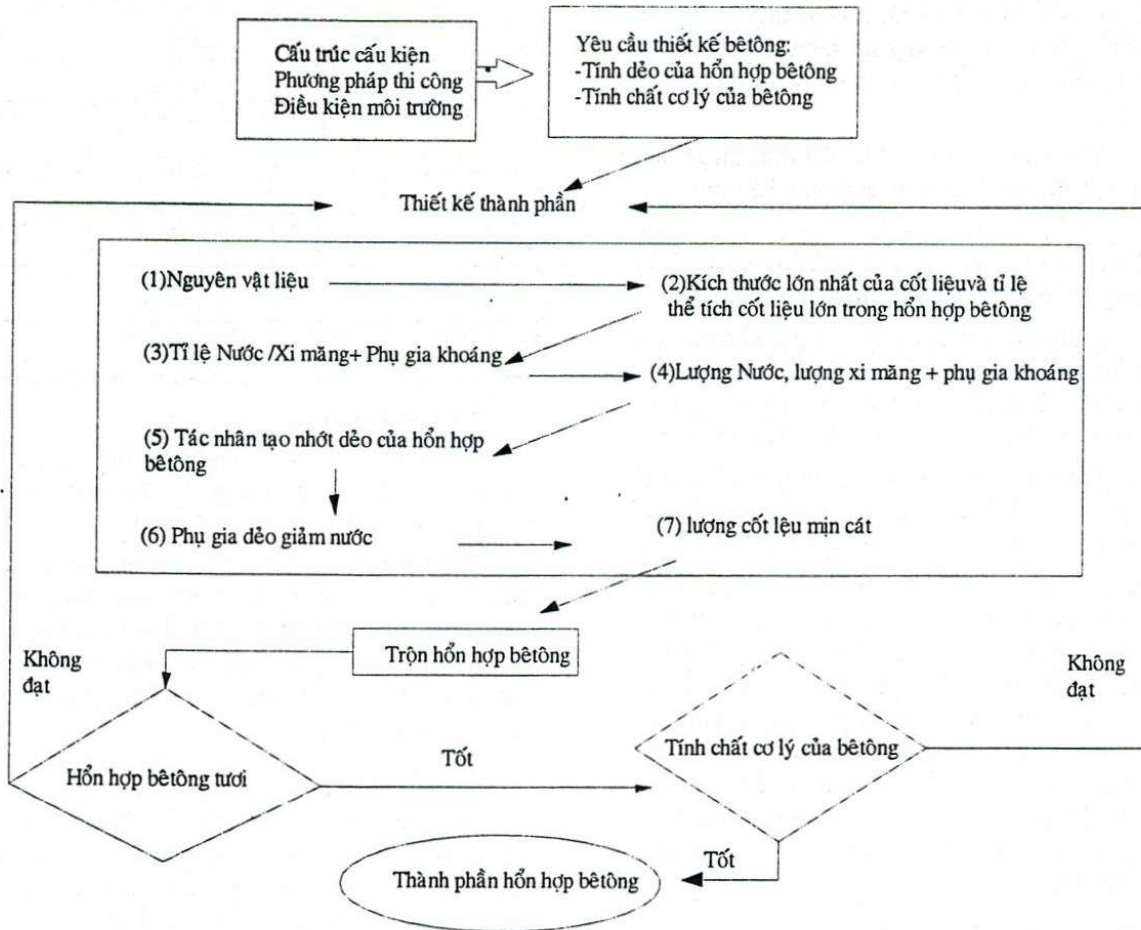
Xác định tùy theo sự thay đổi thành phần của phụ gia tạo nhớt	Tỉ số Nước / vật liệu bột (xi măng và bột khoáng) 28 – 37 %
---	---

Lượng vật liệu bột (xi măng và phụ gia bột khoáng)

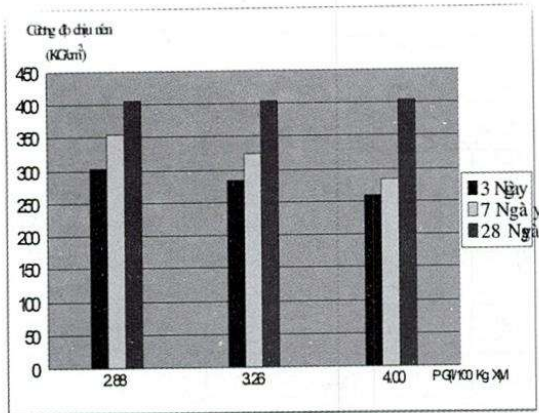
Xác định tùy theo sự thay đổi thành phần của phụ gia tạo nhớt	Lượng vật liệu bột 0,16 – 0,19 m ³
---	---

Lượng cốt liệu nhỏ cho 1 m³ bê tông tự lèn

Hàm lượng của phụ gia hóa học



Hình 1. Phương pháp thiết kế thành phần của hỗn hợp bê tông tự lèn



Hình 2. Ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia dẻo đến sự phát triển cường độ của bê tông tự lên

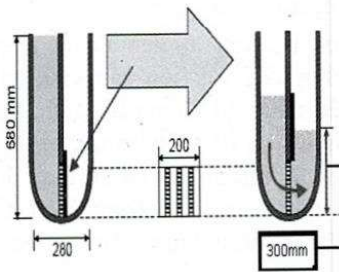
4. THÍ NGHIỆM HỖN HỢP BÊ TÔNG TỰ LÊN

4.1. Thí nghiệm khả năng tự đầm

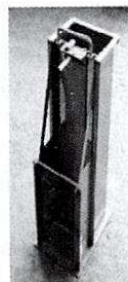
Xác định khả năng tự đầm bằng bình chứa hình chữ U (U-flow test, hình 3) hoặc hình hộp đứng (Box test, hình 4) là một kết cấu có vật cản dòng chảy là những thanh biến dạng được bố trí theo phương đứng.

Kết cấu bình có khoang A và B tách rời nhau bằng một cái đĩa ngăn cách với một vật cản ở đáy và cửa trượt chạy dọc theo rãnh ở tâm.

Hỗn hợp bê tông được đổ vào ngăn cao của dụng cụ, sau đó kéo cửa chắn để hỗn hợp bê tông chảy qua ngăn bên kia. Nếu chiều cao chảy đầy >300mm thì hỗn hợp có khả năng tự đầm.



Hình 3. U-flow test

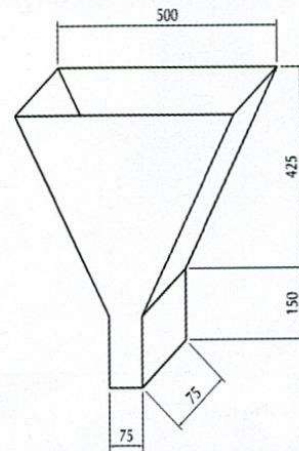


Hình 4. Box test

4.2. Thí nghiệm thời gian chảy (V-funnel)

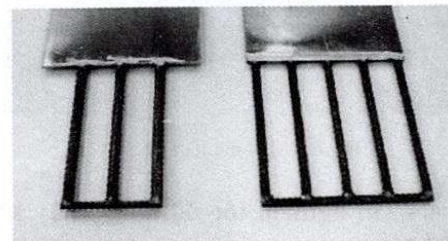
Phương pháp này xác định tốc độ dòng chảy trung bình với bình hình nón thể tích 10lít (hình 5), thời gian chảy hết hỗn hợp t (giây)

đối với hỗn hợp bê tông tự lên giá trị này trong khoảng 12-16 giây. Được xác định bằng công thức $R_c = 10/t$.



Hình 5. V-funnel

4.3. Thí nghiệm độ chảy của hỗn hợp bê tông tự lên (Flow-Test)

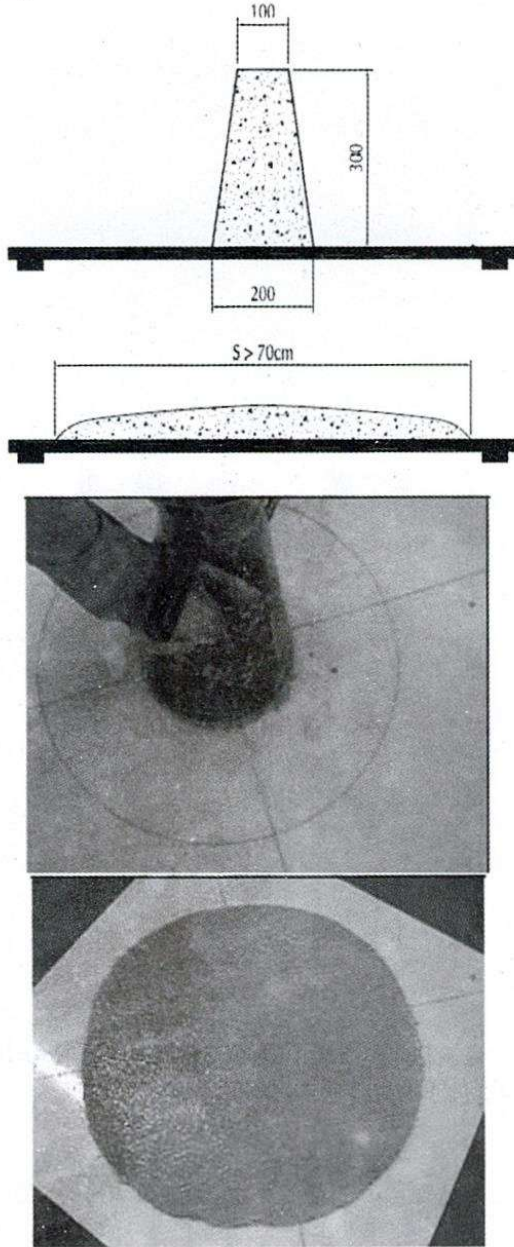


- Thiết bị thí nghiệm là hình nón cụt (hình 6)

- Đối với độ chảy sụt đo 2 đường kính vuông góc với nhau sau đó lấy giá trị trung bình và thường vào khoảng 700 ± 50 mm.

- Song song với thí nghiệm trên còn xác định tốc độ chảy, đó là thời gian để đạt được

đường kính 500mm và vào khoảng T50=2-5 giây.



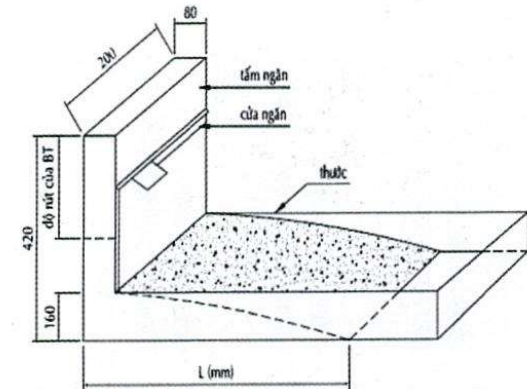
Hình 5. Thí nghiệm độ chảy

4.4. Thí nghiệm tốc độ dòng chảy không vật cản

Đo dòng chảy cực đại L (mm)

Đo khoảng cách Li tại thời gian ti (s)

Tốc độ dòng chảy trung bình của bê tông được tính theo công thức sau: $V_i = L_i/t_i$ (mm/s)



Hình 6. Thí nghiệm tốc độ dòng chảy

5. SẢN XUẤT VÀ THI CÔNG BÊ TÔNG TỰ LÈN

Việc sản xuất bê tông tự lèn phải được tiến hành trong các nhà máy nơi mà trang thiết bị, quá trình vận hành và nguyên vật liệu được kiểm soát chặt chẽ. Sự dao động về phân loại cốt liệu và độ ẩm của cốt liệu sẽ ảnh hưởng đến chất lượng của bê tông tự lèn.

5.1. Chuẩn bị mẻ trộn

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.

Bảng 2. Chi tiêu kỹ thuật đối với vật liệu chế tạo bê tông tự lèn

TT	Tên vật liệu	Chi tiêu kỹ thuật không 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	$2,6 \div 3,3$
		- Độ ẩm bề mặt	$\pm 0,5\%$
4	Cốt liệu lớn	- Nguồn gốc	Cùng nguồn
		- Thành phần hạt, D_{max}	$< 20mm$
		- Độ ẩm bề mặt	$\pm 0,5\%$
5	Phụ gia siêu dẻo	Chủng loại, lô	Không sai số
6	Nước trộn	Nguồn gốc	Cùng nguồn

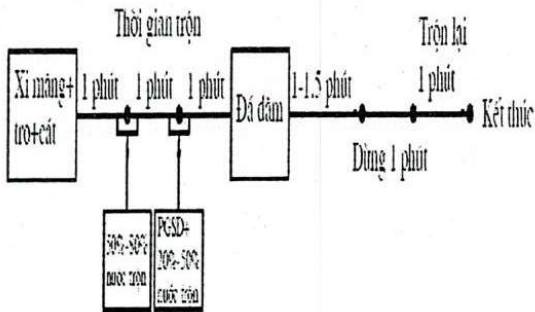
5.2. Trộn bê tông

Phương pháp trộn bê tông tự đầm phải được thiết kế phù hợp trên cơ sở kinh nghiệm thực tế hoặc qua thí nghiệm

Không có yêu cầu về bất cứ loại máy trộn đặc biệt. Có thể dùng máy trộn cưỡng bức, máy trộn rơi tự do. Tuy nhiên phải tuân theo nguyên tắc chỉ khai thác tối đa từ 80 – 90% công suất máy trộn.

Thời gian trộn bê tông tự lèn 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 lèn cho máy trộn cưỡng bức có thể tham khảo như sau:



Hình 7. Quy trình trộn bê tông

5.3. Đổ bê tông

Trước khi đổ bê tông tự lèn, cần đảm bảo vị trí cốt thép và ván khuôn. Việc lắp đặt ván

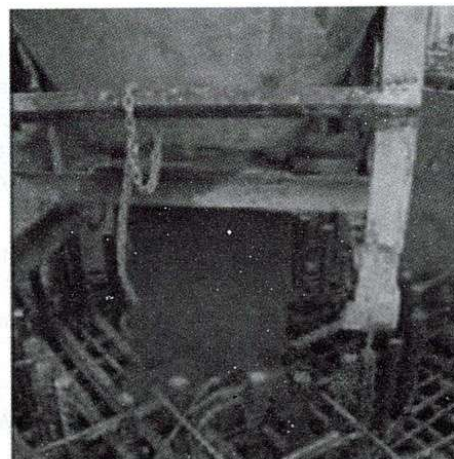
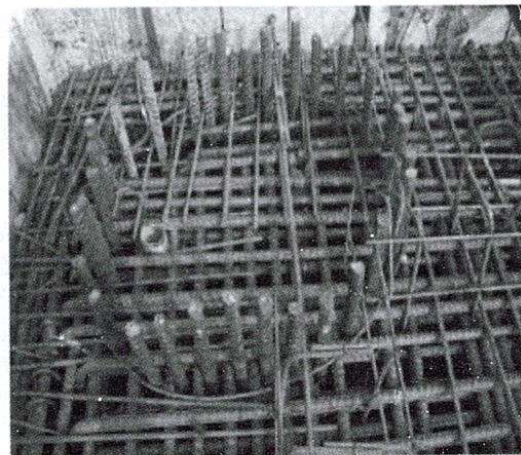
khuôn đảm bảo ngăn chặn sự mất vữa khi thi công.

Công nghệ bơm tiên tiến từ dưới đáy ván khuôn được khuyến cáo sử dụng.

Việc đổ bê tông tự lèn 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 lèn.



Hình 8. Ứng dụng bê tông tự lèn

5.4. Bảo dưỡng bê tông

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

6.KẾT LUẬN

Việc sử dụng bê tông tự lèn sẽ làm tăng độ đồng nhất và 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.

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 tăng lợi nhuận của các nhà đầu tư. Nâng cao mức

an toàn lao động cho con người trong xây dựng, 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.

RATIONAL PRODUCTION AND TESTING METHOD THROUGH USING SELF COMPACTING CONCRETE

Nguyen Van Chanh

University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT: *The development of modern concretes to avoid vibration need. These are very fluid concretes called self compacting concrete(SCC). The result from the work show that it is possible to produce a self compacting concrete. Study of the influence of materials on the rheological properties of concrete. Definition of a mix design process of SCC. Development of tests for laboratory and construction site. Promote the development of a more rational concrete production method.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hajime Okamura and Masahiro Ouchi, *Self Compacting Concrete*, Journal of Advanced Concrete Technology Vol.1. No 1,5-15, April (2003)
- [2]. Masahiro Ouchi, Kochi University of Technology, Japan. *Applications of Self Compacting Concrete in Japan, Europe and the United States*
- [3]. Bùi Văn Bội, *Bê tông Tự Đầm Nguyên Lý và Khả Năng Ứng Dụng ở Việt Nam*. Đặc san Công nghiệp Bê Tông Việt Nam (2005)
- [4]. Nguyễn Văn Chnh, *Bê tông tự lèn*. Tạp chí Phát triển khoa học công nghệ ĐHQG Tp HCM (2000)
- [5]. Nguyễn Văn Chánh, *Self Compacting Concrete – A Rheological Approach*. Proceedings of ICCMC/IBST 2001 International Conference on Advanced Technologies in Design, Construction and Maintenance of Concrete Structures, Hanoi, Vietnam (2001)