

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**



**BÁO CÁO TỔNG KẾT  
ĐỀ TÀI NCKH SINH VIÊN**

**Đề tài: “Nghiên cứu sử dụng công nghệ bê tông tự  
đậm cho một số cấu kiện chịu lực trong kết cấu  
khung nhà nhiều tầng”**

**Hà Nội, tháng 5 năm 2020**

# TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

## BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI NCKH SINH VIÊN

**Đề tài: “Nghiên cứu sử dụng công nghệ bê tông tự  
đậm cho một số cấu kiện chịu lực trong kết cấu  
khung nhà nhiều tầng”**

- Trưởng nhóm nghiên cứu: Trần Trọng Phi – Lớp DCXDDC62

- Thành viên tham gia thực hiện:

Lê Thị Tuyết Mai – Lớp DCXDDC62

Nguyễn Văn Tàn – Lớp DCXDDC62

Ngô Minh Hiếu - Lớp DCXDDC62

Người hướng dẫn: PGS.TS. NGUYỄN XUÂN MÃN

**Hà Nội, Tháng 5 năm 2020**

## MỤC LỤC

<b>Chương mục</b>	<b>Trang</b>
Bảng chữ cái viết tắt	?
Danh mục bảng biểu	?
Danh mục hình vẽ	
<b>PHẦN I: MỞ ĐẦU</b>	
<b>PHẦN II: NỘI DUNG NGHIÊN CỨU</b>	
<b>Chương 1: Tổng quan về đề tài nghiên cứu.</b> 1.1. Khái niệm bê tông tự đầm. 1.2. Sơ lược lịch sử phát triển bê tông tự đầm. 1.3. Ứng dụng của bê tông tự đầm trong xây dựng dân dụng, công nghiệp và trong xây dựng nhà cao tầng trên thế giới. 1.4. Ứng dụng bê tông tự đầm trong xây dựng ở Việt Nam.	
<b>Chương 2: Đặc điểm và bản chất của bê tông tự đầm.</b> 2.1. Đặc điểm, tính năng của bê tông tự đầm 2.2. Ưu nhược điểm của bê tông tự đầm. 2.3. Vật liệu để chế tạo bê tông tự đầm. 2.4. So sánh tính hiệu quả sử dụng công nghệ giữa bê tông thường (bê tông truyền thống) với công nghệ bê tông tự đầm trong thi công.	
<b>Chương 3: Công nghệ bê tông tự đầm trong thi công nhà cao tầng tại Việt Nam.</b> 3.1. Điều kiện thi công nhà cao tầng thực tế tại Việt Nam. 3.2. Cơ sở lựa chọn ứng dụng công nghệ bê tông tự đầm trong thi công nhà cao tầng 3.3. Biện pháp thi công bê tông tự đầm trên công trường. Quy trình và thiết bị trộn	
<b>Kết luận và kiến nghị</b>	
<b>Tài liệu tham khảo</b>	

### Bảng chữ cái viết tắt

Viết tắt	Viết đầy đủ
BTCT	Bê tông cốt thép
HHVBT	Hỗn hợp vữa bê tông
TĐ	Tự đầm
BTTĐ	Bê tông tự đầm (Self - Compacting concrete (SCC))
BTTNSC	Bê tông tính năng siêu cao
BTTNSC-TĐ	Bê tông tính năng siêu cao –Tự đầm
BTCLC	Bê tông chất lượng cao
PG	Phụ gia
PGSD	Phụ gia siêu dẻo
NNT	Nhà nhiều tầng
NCT	Nhà cao tầng
HHBT	Hỗn hợp bê tông
VLTP	Vật liệu thành phần
SN	Độ sụt côn
ĐX	Độ xòe
TC	Thi công
TĐ	Tiến độ
TĐTC	Tiến độ thi công
CKD/N	Tỷ lệ chất kết dính (CKD)/Nước
N/X	Tỷ lệ nước /Xi măng

## Danh mục bảng biểu

<b>Tên bảng biểu</b>	<b>Trang</b>
Bảng 2.1. Các phương pháp thí nghiệm của hỗn hợp bê tông tự đầm	20
Bảng 2.2. Một số loại phụ gia siêu dẻo giảm nước cao hiện nay	24
Bảng 2.3. Chỉ tiêu kỹ thuật đối với vật liệu chế tạo bê tông tự đầm	25
Bảng 2.4. Các phương pháp thí nghiệm của hỗn hợp bê tông tự đầm	28
Bảng 2.5. Chi phí chế tạo $1m^3$ bê tông thường M350 (mã vữa C3326)	32
Bảng 2.6. Chi phí chế tạo $1m^3$ bê tông tự đầm M350	32
Bảng 2.7. So sánh chi phí thi công bằng bê tông thường và bê tông tự đầm.	33
Bảng 2.8. So sánh thời gian thi công bằng bê tông thường và bê tông tự đầm	33
Bảng 3.1. Chỉ tiêu kỹ thuật đối với vật liệu chế tạo bê tông tự đầm	40

## Danh mục hình vẽ, ảnh

	<b>Trang</b>
Hình 1.1. Cầu Akaghi-Kaikyo	14
Hình 1.2. Sản xuất cầu kiện đúc sẵn bằng BTTĐ	15
Hình 1.3 .Thi công tòa nhà Burj Khalifa.	16
Hình 1.4. Thi công nút liên kết dầm cột tòa nhà T34 ở Trung Hòa-Nhân Chính -Hà Nội	18
Hình 1.5. Thi công tòa nhà Keangnam-Hà Nội	18
Hình2.1. Cách xác định độ xòe	19
Hình2.2. Box test	29
Hình2.3. V- funnel	29
Hình2.4. Thí nghiệm độ chảy	30
Hình2.5. Thí nghiệm tốc độ dòng chảy	31
Hình 3.1. Chống đỡ vách phục vụ cho giải pháp bơm bê tông từ trên xuống	42
Hình 3.2. Bơm bê tông tự đầm từ dưới chân vách lên	43
Hình 3.3. Van cấp bê tông cho giải pháp bơm từ chân ván khuôn	43
Hình 3.4. Sơ đồ vị trí lắp van cung cấp bê tông	44

## PHẦN I : MỞ ĐẦU

### ❖ Lý do chọn đề tài:

Đất nước ngày càng phát triển và lớn mạnh; đời sống người dân ngày một cải thiện và nâng cao; nhu cầu hưởng thụ cũng đang dần thay đổi. Bên cạnh đó, dân số ngày càng tăng nhanh, đặc biệt là dân số đô thị, đã làm cho quỹ đất cho xây dựng nhà ở và công trình dân sinh ngày càng cạn kiệt và đắt đỏ. Từ đó việc tận dụng triệt để và sử dụng đất hiệu quả trong đô thị là điều hết sức cần thiết. Nhà nhiều tầng ra đời là một lựa chọn hữu hiệu và thích hợp đáp ứng được nhu cầu nhà ở và công trình dân sinh và là một phần tất yếu của đô thị phát triển, đáp ứng được quy mô phát triển đô thị một cách bền vững.

Tuy nhiên, nhìn vào thực trạng xây dựng các công trình nhà nhiều tầng hiện nay ở Việt Nam chúng ta thấy còn rất nhiều vấn đề bất cập cần phải giải quyết, đó là:

- Chiều cao công trình bị hạn chế do tính năng vật liệu;
- Chất lượng thi công công trình khó kiểm soát, tình trạng tai nạn lao động trong quá trình xây dựng diễn ra ngày một nhiều, phức tạp,...
- Thời gian xây dựng thường bị kéo dài;
- Chi phí đầu tư cho công trình tương đối cao, ...

Vì vậy việc nghiên cứu, lựa chọn và ứng dụng các loại vật liệu cũng như công nghệ thi công tiên tiến vào các công trình cao tầng phù hợp với điều kiện Việt Nam là hết sức cần thiết. Việc lựa chọn được vật liệu, công nghệ phù hợp phải đáp ứng được các yếu tố: đáp ứng yêu cầu kỹ thuật, đẩy nhanh được tiến độ thi công, giảm được chi phí, tăng hiệu quả đầu tư, giảm thiểu ô nhiễm môi trường,...

Trong đề tài này Nhóm tác giả đã tiến hành tìm hiểu việc nghiên cứu ứng dụng bê tông tự đầm trong xây dựng nói chung và xây dựng dân dụng - công nghiệp nói riêng. Công nghệ bê tông tự đầm trong thi công nhà và công trình dân dụng - công nghiệp có thể giải quyết được phần nào các yêu cầu đặt ra trong xây dựng nhà và công trình hiện nay ở Việt Nam.

Sử dụng công nghệ bê tông tự đầm cho phép:

- Đẩy nhanh tốc độ thi công; giảm thiểu công tác vận chuyển vữa bê tông; không cần đầm hỗn hợp bê tông khi thi công các kết cấu bê tông cốt thép toàn khối đổ tại chỗ, nhất là các kết cấu có mật độ cốt thép lớn, không gian hẹp,...

- Nâng cao chất lượng và hiệu quả của kết cấu bê tông cốt thép trong công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp.

Trên cơ sở đó Nhóm sinh viên lựa chọn đề tài : **“Nghiên cứu sử dụng công nghệ bê tông tự đầm cho một số cấu kiện chịu lực trong kết cấu khung nhà nhiều tầng”** để nghiên cứu.

❖ **Mục tiêu của đề tài:**

Tìm hiểu những nghiên cứu ứng dụng công nghệ bê tông tự đầm trong thi công một số cấu kiện chịu lực đổ tại chỗ trong kết cấu khung nhà nhiều tầng ở Việt Nam nhằm giải quyết các vấn đề về nâng cao chất lượng công trình; đẩy nhanh tiến độ thi công; giảm giá thành xây dựng; nâng cao hiệu quả đầu tư; hạn chế tối đa các rủi ro, tai nạn lao động trong quá trình thi công nhà nhiều tầng.

❖ **Phạm vi nghiên cứu:**

- Nghiên cứu tính ưu việt của bê tông tự đầm.
- Nghiên cứu công nghệ chế tạo bê tông tự đầm.
- Phạm vi áp dụng của bê tông tự đầm.
- Nghiên cứu quy trình công nghệ thi công bê tông tự đầm trong nhà nhiều tầng.

❖ **Phương pháp nghiên cứu:**

- Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với kinh nghiệm thực tế ứng dụng.
- Tiến hành phân tích các tài liệu; thống kê, tổng hợp từ lý thuyết và thực tiễn về sử dụng bê tông tự đầm trong xây dựng trên thế giới và ở Việt Nam.
- Phương pháp so sánh.

❖ **Nội dung nghiên cứu:**

Các nội dung nghiên cứu được liệt kê dưới đây:

**Nội dung 1. Tổng quan về đề tài nghiên cứu.**

- Khái niệm bê tông tự đầm.
- Sơ lược lịch sử phát triển bê tông tự đầm.



- Ứng dụng của bê tông tự đầm trong xây dựng dân dụng và công nghiệp, nhất là trong xây dựng nhà nhiều tầng trên thế giới.
- Ứng dụng bê tông tự đầm trong xây dựng ở Việt Nam.

### **Nội dung 2: Đặc điểm và bản chất của bê tông tự đầm.**

- Đặc điểm, tính chất của bê tông tự đầm.
- Ưu nhược điểm của bê tông tự đầm.
- Vật liệu để chế tạo bê tông tự đầm.
- So sánh tính hiệu quả sử dụng công nghệ giữa bê tông thường (bê tông truyền thống) với công nghệ bê tông tự đầm trong thi công.

### **Nội dung 3: Công nghệ bê tông tự đầm trong thi công nhà nhiều tầng tại Việt Nam.**

- Điều kiện thi công nhà nhiều tầng tại Việt Nam.
- Cơ sở lựa chọn việc ứng dụng công nghệ bê tông tự đầm trong thi công nhà nhiều tầng
- Biện pháp thi công bê tông tự đầm trên công trường. Quy trình và thiết bị trộn bê tông tự đầm.

## **PHẦN II: NỘI DUNG NGHIÊN CỨU**

### **CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU**

#### **1.1 Khái niệm về bê tông tự đầm.**

Bê tông tự đầm (tiếng Anh: *Self-Compacting concrete (SCC)*) là loại bê tông có cường độ nén rất cao; hỗn hợp vữa bê tông tự đầm (HHVBT - TĐ) có độ linh động lớn (độ sụt còn tiêu chuẩn đạt  $SN = 16 \div 26$  cm) và độ xòe (ĐX) lớn ( $D = 300 \div 500$ mm).

Hỗn hợp vữa bê tông tự đầm có khả năng tự chảy và lấp đầy các lỗ rỗng, nhất là tại các vị trí có khe hở nhỏ, trong kết cấu bố trí cốt thép dày (hàm lượng cốt thép lớn), tại các góc ván khuôn phù hợp với các kết cấu nhà nhiều tầng với lượng cốt thép lớn và tiến độ thi công đòi hỏi nhanh. Sau khi đổ HHBT vào ván khuôn của cấu kiện thì HHBT sẽ tự chảy và lấp đầy các lỗ rỗng với các khoảng cách nhất

định theo thiết kế mà không cần phải đầm. Nhờ tính linh động và trọng lượng bản thân của HHBT mà khi đổ không cần sự tác động cơ học nào (không cần đầm, rung,..) nhưng kết cấu bê tông cốt thép và kết cấu bê tông vẫn đạt được độ đồng nhất, đặc chắc và có cường độ cao theo yêu cầu.

Chính vì vậy mà BTTĐ được ứng dụng rất hiệu quả trong xây dựng nhà nhiều tầng (NNT) và trong xây dựng nhiều công trình khác nhau.

## **1.2 Sơ lược lịch sử phát triển bê tông tự đầm.**

Đầu những năm 70 của thế kỷ trước, bê tông với đặc tính đầm rung ít đã được sử dụng. Trong nhiều năm kể từ năm 1983, độ bền của các cấu trúc bê tông là một chủ đề lớn gây nhiều sự quan tâm chú ý tại Nhật Bản. Để có được cấu trúc bê tông có độ bền theo yêu cầu thì cần phải có nhiều công nhân lành nghề. Tuy nhiên, do số lượng công nhân có tay nghề trong ngành công nghiệp xây dựng ở Nhật Bản đang giảm dần dần đến làm giảm chất lượng của các công trình xây dựng. Một trong những giải pháp để đạt được các kết cấu bê tông có độ bền mà không phụ thuộc vào chất lượng nhân công và tay nghề của công nhân thi công công là sử dụng BTTĐ. Giáo sư Okamura (Đại học Tokyo) là người đầu tiên đề xuất về sự cần thiết của BTTĐ vào năm 1986. Ozawa và Waekawa đã tiến hành việc nghiên cứu BTTĐ cả về cơ sở và khả năng làm việc thực tế của nó.

Mẫu bê tông tự đầm đầu tiên được chế tạo vào năm 1988 bằng cách sử dụng các loại vật liệu sẵn có trên thị trường. Mẫu này với các tính chất về độ khô, độ co cứng, sự toả nhiệt của phản ứng thủy hoá, độ đầm chặt sau khi cứng và một số đặc tính khác đã làm hài lòng các nhà khoa học. Loại bê tông này được gọi là “Bê tông chất lượng cao” (BTCLC) và nó được xác định bởi ba đặc tính sau đây:

- (1) Tươi: Khả năng tự đầm.
- (2) Có tuổi sớm: nhằm tránh những ảnh hưởng ban đầu.
- (3) Cứng: chống lại sự tác động của các yếu tố bên ngoài.

Ngoài ra BTCLC còn có độ bền cao do tỉ lệ nước và xi măng (N/X) thấp. Do đó BTCLC được sử dụng như một loại bê tông có độ bền cao trên thế giới. Bởi vậy

nó đã được đổi tên thành “Bê tông tự đầm chất lượng cao” cho phù hợp với mục đích sử dụng.

Bê tông tự đầm lần đầu tiên được Ozawa giới thiệu tại Hội nghị lần thứ 2 của khu vực Đông Á Thái Bình Dương về kết cấu kỹ thuật và xây dựng vào tháng 01/1989. Việc giới thiệu BTTĐ của Ozawa tại hội nghị quốc tế CANMET & ACI (Tổ chức tại Istanbul ) tháng 5/1992 đã làm cho BTTĐ được biết đến nhiều hơn trên thế giới. Sau cuộc hội thảo ACI vào tháng 11/1994, bê tông tự đầm trở nên phổ biến đối với các nhà nghiên cứu và kỹ sư trên thế giới. Nhiều người rất quan tâm tới độ bền và các đặc điểm của bê tông tự đầm; các hoạt động nghiên cứu trên thế giới cũng được bắt đầu và phát triển mạnh. Tháng 01/1997, một uỷ ban về bê tông tự đầm của RILEM được thành lập. Tháng 8/1998, Hội thảo quốc tế quan trọng đầu tiên dành cho SCC được tổ chức tại Đại học Koichi ở Nhật Bản. Các nghiên cứu đa số tập trung sự phát triển của SCC tại các quốc gia khác nhau, bao gồm mô hình nghiên cứu và phát triển các mô hình thiết kế hỗn hợp, thành phần cốt liệu và tính lưu biến của HGBT.

Tại châu Âu, vào đầu những năm 90 của thế kỷ trước, công nghệ bê tông tự đầm đã được du nhập; nước đi đầu là Thụy Điển. Năm 1993, CBI đã tổ chức một Hội thảo dành cho nhà thầu và người sử dụng BTTĐ. Tại đây đã trình bày dự án về việc áp dụng BTTĐ vào xây dựng nhà cửa. Trong dự án này, một số lượng lớn các bức tường của các ngôi nhà được đổ bằng BTTĐ từ các vật liệu mịn khác nhau đã được giới thiệu. Dự án này đã bắt đầu năm 1997 với nhiều đối tác từ các nước châu Âu và đã hoàn thành năm 2000.

Mục tiêu của dự án này là: *Phát triển một công nghệ sản xuất mới nhằm giảm tổng chi phí xây dựng so với bê tông đúc tại chỗ.* Phần đầu tiên của Dự án tiến hành nghiên cứu BTTĐ có hoặc không có cốt thép; phần hai là xử lý kết quả thí nghiệm trên quy mô công trình thực trong dự án. Trong suốt thời gian tiến hành dự án, CBI cũng không ngừng phát triển thiết kế cấp phối bê tông và các sản phẩm. Song song với dự án này, CBI cũng liên kết với Cục Đường bộ Quốc gia Thụy Điển (SNRA) về vấn đề ứng dụng BTTĐ vào đúc cầu. Năm 1998, cây cầu

đầu tiên trong 3 cây cầu sử dụng BTTĐ đã hoàn thành và cũng là sản phẩm đầu tiên áp dụng với nguyên vật liệu không phải từ Nhật Bản.

Hội nghị Quốc tế RILEM là Hội nghị lớn đầu tiên bàn về BTTĐ được tổ chức tại Stockholm vào năm 1999, với 23 báo cáo khoa học đến từ châu Á, 38 báo cáo khoa học đến từ châu Âu, 5 từ Bắc Mỹ và 1 từ Australia. Hội nghị thu hút 340 đại biểu đến từ 35 quốc gia, thu hút sự quan tâm lớn của các chuyên gia xây dựng về BTTĐ.

Cộng đồng châu Âu (EC) đã tài trợ một dự án đa quốc gia về công nghệ BTTĐ những năm 1997 ÷ 2000 ; kể từ đó, BTTĐ được ứng dụng ngày càng nhiều tại các nước châu Âu. Năm 2002, EFNARC xuất bản cuốn sách “*Đặc điểm kỹ thuật và nguyên tắc cho bê tông tự đầm*”, cung cấp thông tin về BTTĐ cho nhà sản xuất và người tiêu dùng. Kể từ đó, nhiều thông tin kỹ thuật cho BTTĐ được công bố và xuất bản.

Hiện nay trên thế giới có rất nhiều nước, các công ty, các tổ chức đã và đang nghiên cứu về công nghệ BTTĐ, về tính chất, đặc tính và cấp phối của BTTĐ.

### **1.3 Ứng dụng của bê tông tự đầm trong xây dựng dân dụng, công nghiệp và trong xây dựng nhà cao tầng trên thế giới.**

Sau hơn 30 năm ra đời của BTTĐ trên thế giới, công nghệ bê tông tự đầm liên tục được cải tiến cả về vật liệu thành phần để chế tạo và cả về kỹ thuật thi công. Bê tông tự đầm có cường độ cao kết hợp với cốt thép cho phép tạo ra kết cấu tổ hợp bê tông – thép tối ưu về hình dáng cũng như khả năng chịu lực và đang được áp dụng rộng rãi tại nhiều nước trên thế giới.

Hiện nay các lý do chính để sử dụng BTTĐ có thể tóm tắt như sau:

- (1) Để rút ngắn thời gian xây dựng.
- (2) Để đảm bảo độ đầm chặt của kết cấu nhất là những vùng tiếp giáp nơi rất khó đầm.
- (3) Để làm giảm tiếng động và sự rung động do quá trình đầm, đặc biệt là ở những nhà máy sản xuất bê tông.

Tại các công trình quy mô xây dựng lớn người ta sử dụng BTTĐ để thi công tại chỗ các kết cấu cần thiết để có thể rút ngắn thời gian thi công và nâng cao chất lượng cho công trình.

Một kết quả điển hình của công nghệ sử dụng BTTĐ là những mấu neo của chiếc cầu treo có nhịp dài nhất thế giới ( $L=1.991$  m), đó là cầu Akashi – Kaikyo; xây dựng vào tháng Tư năm 1998 (hình 1.1). Hai mấu neo của cầu được xây dựng bằng BTCT sử dụng bê tông tự đầm. Việc xây dựng hai mấu neo này đã giới thiệu cho chúng ta một phương thức xây dựng mới, đó là phương thức xây dựng những công trình hoàn toàn sử dụng bê tông tự đầm. Theo đó, bê tông được nhào trộn ở nhà máy nằm bên cạnh khu vực xây dựng, sau đó được bơm ra khỏi nhà máy, truyền dọc theo 200 m đường ống đến khu vực đổ khuôn. Tại khu vực đổ khuôn, các đường ống này được sắp xếp lại thành từng hàng cách nhau 3 đến 5 m. Bê tông được tích đọng lại giữa các cửa van nằm cách nhau từng đoạn dài 5 m một dọc theo đường ống. Các van này tự động điều khiển sao cho các đoạn được đổ bê tông tự đầm được nối liên tục không bị gián đoạn tại các mặt lớp. Kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu thô được sử dụng trong công trình này là 40 mm. Mặc dầu khối bê tông đưa xuống khoảng 3 m và kích thước các hạt cốt liệu thô là lớn nhưng vẫn không xảy ra hiện tượng phân tách trong hỗn hợp bê tông. Theo kết quả phân tích sau cùng, việc sử dụng BTTĐ đã giảm bớt thời gian thi công mấu neo khoảng 20% (từ 2,5 năm xuống còn 2 năm).



*Hình 1.1. Cầu Akaghi-Kaikyo*

Ngành công nghiệp bê tông đúc sẵn đã áp dụng BTTĐ vào sản xuất nhiều cấu kiện BTCT khác nhau (hình 1.2). Các nhà sản xuất bê tông đúc sẵn/bê tông dự ứng lực ở Bắc Mỹ đã chuyển sang sử dụng BTTĐ nhằm đẩy nhanh tốc độ sản xuất, giảm các chi phí lao động và chế tạo được các chi tiết đúc sẵn với chất lượng cao, không có các lỗ rỗng, bê tông đặc và có chất lượng cao. Hiện nay BTTĐ chiếm tới trên 40% sản lượng bê tông đúc sẵn không thuộc diện các công trình giao thông được sản xuất ở Bắc Mỹ.

Ngoài ra, bê tông tự đầm cũng được áp dụng khi mà kết cấu của công trình có cốt thép dày đặc, để sửa chữa kết cấu bê tông cũ bị khuyết tật.

Bê tông tự đầm có thể tạo ra một cuộc cách mạng trong việc cải tiến phương thức thi công truyền thống, vốn được xây dựng dựa trên việc sử dụng bê tông thường, cần có các quá trình đầm lèn. Kiểu đầm lèn truyền thống này ngoài việc rất dễ tạo ra các sự phân tách trong bê tông còn gây cản trở cho việc hợp lý hoá quy trình xây dựng. Nếu như vượt qua được cản trở này, quá trình thi công bê tông sẽ được tối ưu hoá và kéo theo nó là sự phát triển của một hệ thống thi công mới, trong đó cả ván khuôn, hệ thống gia cố, hệ thống chống đỡ và hình dạng kết cấu đều sẽ được cải tiến. Một trong những dạng kết cấu mới xuất hiện là kết cấu dạng bánh sandwich, trong đó bê tông được điền đầy vào vỏ cốt thép. Dạng kết

cầu này đã được ứng dụng ở Kobe và chúng ta sẽ không thể tạo ra được nó nếu như không sử dụng bê tông tự đầm.



**Hình 1.2** Sản xuất cầu kiện đúc sẵn bằng BTTĐ

### ***Ứng dụng bê tông tự đầm trong xây dựng nhà cao tầng trên thế giới:***

Vào những năm 1993, công nghệ bê tông tự đầm mới được áp dụng vào xây dựng các công trình cao tầng.

Với khả năng tự lấp đầy khuôn mà không cần phụ gia, bê tông tự đầm đã giải quyết được các vấn đề thi công các cấu kiện khó của nhà cao tầng như các liên kết đầm cột, các vách có chiều dày nhỏ, các vị trí có nhiều thép gia cường...Bê tông tự đầm góp phần rút ngắn thời gian xây dựng, hạn chế sự phụ thuộc yếu tố con người trong việc đầm nén, hạn chế tai nạn lao động. Các tính toán cho thấy tổng chi phí xây dựng khi dùng BTTĐ giảm nhiều so với sử dụng bê tông thường.

Vì vậy công nghệ bê tông tự đầm đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong việc xây dựng các công trình cao tầng trên thế giới. Các công trình cao tầng sử dụng bê tông tự đầm đã được xây dựng ở nhiều nơi trên thế giới, điển hình là: tháp Macao (Trung Quốc) cao 138m, tòa nhà Taipei (Đài Loan) cao 509m, tòa nhà Burj Khalifa (Dubai-UAE) cao 828m (hình 1.3), tòa nhà Landmark Tower-Dubai cao 320m,...





*Hình 1.3 Thi công tòa nhà Burj Khalifa*

#### **1.4 Ứng dụng bê tông tự đầm trong thi công nhà nhiều tầng tại Việt Nam.**

Từ năm 1999-2001, trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh đã nghiên cứu thành công BTTĐ có sử dụng bột đá vôi. Nhưng kết quả nghiên cứu chưa được áp dụng vào thực tế xây dựng các công trình.

Năm 2008, khoa Xây dựng Cầu đường trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng đã nghiên cứu ứng dụng BTTĐ dùng cho đường sân bay. Kết quả nghiên cứu đã được áp dụng vào công trình xây dựng cảng Cái Mép Thị Vải.

Mặc dù có những tín hiệu cho thấy BTTĐ dần được chấp nhận ở Việt Nam thông qua việc sử dụng bê tông tự đầm trong một số kết cấu giới hạn như các kết cấu thành mỏng, ống thép nhồi bê tông, các vị trí dày đặc cốt thép như đầu dầm, đầu cột, đầu tháp cầu dây văng, các dầm hộp,.....



Tuy nhiên, bê tông tự đầm còn khá mới mẻ đối với các nhà thiết kế, các nhà thầu thi công cũng như các cơ quan quản lý Nhà nước về lĩnh vực xây dựng ở Việt Nam.

Các công trình cao tầng xây dựng hiện nay ở Việt Nam cơ bản chưa sử dụng bê tông tự đầm. Những năm gần đây, bê tông tự đầm đã bắt đầu được sử dụng tại một số công trình xây dựng nhà cao tầng mà phần lớn có chủ đầu tư hoặc nhà thầu là các công ty nước ngoài thi công, nhưng chỉ giải quyết tại các nút liên kết có hàm lượng cốt thép cao (công trình 34 tầng – Trung Hoà Nhân Chính, hình 1.4), tòa nhà Keangnam (hình 1.5),... Tại Thành phố Hồ Chí Minh có một số công trình đã áp dụng BTTĐ như tòa nhà Diamond Plaza, tòa nhà River Garden, tòa nhà Richland Hill, nhưng cũng chỉ hạn chế ở việc tạo lớp bảo vệ cốt cứng cho kết cấu thép chịu lực, cho đầm chuyên, và một số vị trí có hàm lượng cốt thép cao.

Một trong những nguyên nhân dẫn đến việc BTTĐ chưa được áp dụng phổ biến ở Việt Nam là phải tuân thủ thiết kế và thi công bê tông với cấp phối nghiêm ngặt, đặc biệt trong điều kiện địa phương chưa có những nghiên cứu đầy đủ và cụ thể. Một nguyên nhân khác là do hệ thống tiêu chuẩn, quy chuẩn thiết kế, thi công cho việc áp dụng vật liệu này chưa đầy đủ, rõ ràng. Mặt khác cũng chưa có nhiều công trình khoa học và ứng dụng thực tiễn trong việc ứng dụng sử dụng vật liệu sẵn có tại địa phương để chế tạo BTTĐ, mặc dù đây là loại vật liệu có nhiều tính năng tốt và nhiều ưu điểm mà bê tông truyền thống không có được.

Tuy nhiên, với xu hướng phát triển các tòa nhà cao tầng ở nước ta trong tương lai thì việc ứng dụng bê tông tự đầm là điều hoàn toàn cần thiết và khả thi. Sở dĩ phải khẳng định điều đó, một phần vì tính ưu việt của bê tông tự đầm đã được chứng minh bằng thực tế xây dựng các công trình cao tầng mà thế giới đã và đang áp dụng; đồng thời nguồn nguyên liệu để chế tạo BTTĐ ở Việt Nam khá dồi dào.



Hình 1.4 Thi công nút liên kết dầm cột tòa nhà T34  
ở Trung Hòa- Nhân Chính -Hà Nội



*Hình 1.5. Thi công tòa nhà Keangnam-Hà Nội*

## CHƯƠNG 2: ĐẶC ĐIỂM VÀ BẢN CHẤT CỦA BÊ TÔNG TỰ ĐẦM

### 2.1. Đặc điểm, tính năng của bê tông tự đầm

#### 2.1.1. Đặc điểm.

Bê tông tự đầm cũng giống như bê tông thông thường được chế tạo từ các vật liệu cấu thành như chất kết dính xi măng, cốt liệu nhỏ, cốt liệu lớn, nước và phụ gia. Sự khác nhau cơ bản trong công nghệ thi công bê tông tự đầm là không có công đoạn tạo chấn động đầm chặt bê tông. Để làm đầy cốp pha bằng trọng lượng bản thân nó, bê tông tự đầm 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 đầm 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 vận chuyển vữa bê tông theo đường ống bằng máy bơm của bê tông tự đầm 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 khắt khe hơn bê tông 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 thường.

#### 2.1.2. Tính năng của bê tông tự đầm

Bê tông tự đầm cần có các tính năng sau đây:

##### a. Khả năng tự chảy cao.

Bê tông tự đầm cần có khả năng chảy qua các thanh cốt thép có kích thước tương tự như thực tế hoặc theo 3 mức tự đầm 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).

Độ chảy ( còn gọi là độ xòe côn nhỏ) được đánh giá bằng đường kính của mẫu xòe và thường dao động trong khoảng 500-700mm. Các thông số về độ xòe cần phải xác định theo bảng 2.1

**Bảng 2.1** Các phương pháp thí nghiệm của hỗn hợp bê tông tự đầm

TT	Phương pháp thí nghiệm	Tính chất của hỗn hợp bê tông tự đầm		
		Khả năng chảy	Khả năng tự lèn	Chống phân tầng
1	Độ chảy xòe	**	—	*
2	Thời gian độ chảy xòe 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	*	**	*

Cách xác định độ xòe cho trên 2.1 dưới đây



Hình 2.1

*b..Đặc điểm về thành phần của BTTĐ như sau:*

- Tỷ lệ N/X thấp
- Cốt liệu thô có kích thước nhỏ và có thành phần hạt tối ưu
- Cần sử dụng phụ gia siêu dẻo và các phụ gia hoạt tính.

*c. Thời gian duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông tự lèn*

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

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

## **2.2. Ưu điểm và nhược điểm của bê tông tự đầm.**

### **2.2.1. Ưu điểm.**

- Bê tông tự đầm có tính năng vượt trội về độ bền, khả năng tự chảy, tự đầm chặt và khả năng chống phân tầng cực tốt so với bê tông thông thường. Bê tông tự đầm được coi là sự thay thế hoàn hảo cho các loại bê tông thông thường về các đặc tính làm việc.

- Độ linh động cao, khả năng tự làm đầy, khả năng chảy qua các vật cản và không bị phân tầng của bê tông tự đầm làm cho nó có tính ứng dụng cao trong công trình xây dựng đặc biệt là những vị trí dày đặc cốt thép, kết cấu thành mỏng, các kết cấu có điều kiện thi công khó khăn như dưới nước, ở trên cao, kết cấu dầm, cột xiên... Vì vậy mà ở Việt Nam nó thường được sử dụng để giải quyết 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.

- Tiết kiệm chi phí lao động cho thi công bê tông, giảm chi phí máy móc và rút ngắn thời gian thi công các công trình xây dựng nhờ đó làm giảm khoảng 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.

- 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.

- Nguồn nguyên liệu: xi măng, phụ gia trợ, xỉ lò cao, puzoland sẵn có ở Việt Nam.

### **2.2.2. Nhược điểm.**

- Giá thành cao hơn bê tông thường.

- Khó khăn cho việc kiểm soát chất lượng vật liệu đầu vào.



- Yêu cầu đội ngũ cán bộ kiểm tra, giám sát chất lượng bê tông trong nhà máy cũng như trên công trường phải có nhiều kinh nghiệm và trách nhiệm.
- Yêu cầu đội ngũ cán bộ công nhân thi công phải lành nghề.
- Việt Nam là nước có nguồn nhân lực lao động dồi dào, giá rẻ. Do đó, yếu tố tiết kiệm nhân lực khó thuyết phục được vấn đề hạ giá thành.
- Không thi công được cho các cấu kiện nằm nghiêng, dốc (bản thang, mái dốc...).
- Thiết bị phục vụ cho công tác chế tạo, thí nghiệm kiểm tra chất lượng và các yêu cầu của bê tông tự đầm tương đối phức tạp, đòi hỏi tính đồng bộ, hiện đại. Nhiều công đoạn nên đòi hỏi cán bộ, công nhân phải có một kiến thức nhất định.

## **2.3. Vật liệu chế tạo và kiểm soát chất lượng bê tông tự đầm.**

### **2.3.1. Vật liệu.**

Nguyên vật liệu để chế tạo bê tông tự đầm 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 đầm 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 đầm một số chỉ tiêu về vật liệu được yêu cầu ở mức cao hơn.

#### **2.3.1.1. Xi măng.**

Hiện nay, các loại xi măng thông dụng dùng trong bê tông tự đầm là xi măng poóc lăng thông thường, xi măng giàu belite (thành phần C<sub>2</sub>S = 40-70%), xi măng toả nhiệt thấp có thành phần C<sub>3</sub>A và C<sub>4</sub>AF nhỏ.

Đặc biệt việc dùng xi măng có thành phần khoáng C<sub>3</sub>A và C<sub>4</sub>AF nhỏ trong chế tạo bê tông tự đầm sẽ cho hiệu quả ảnh hưởng phân tán của phụ gia cao.

#### **2.3.1.2. Phụ gia mịn**

Trong bê tông tự đầm 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 đầm 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  $\text{CaCO}_3$ . 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/cm<sup>3</sup>, khối lượng thể tích xấp xỉ khoảng 500(1000 kg/m<sup>3</sup>.

Đối với bê tông tự đầm, tro là vật liệu mịn có tính puzolanic và được đưa thêm vào để cải thiện tính chất của bê tông.

- Xi lò cao là loại xỉ thu được khi luyện gang và được làm nguội nhanh để tạo thành dạng hạt pha thuỷ tinh. Xi lò cao nghiền mịn là chất độn mịn có tiềm năng thuỷ hoá. Xi lò cao nghiền mịn có thể thêm vào bê tông tự đầm để cải thiện tính chất lưu biến.

- Mêta cao lanh là loại phụ gia khoáng với hàm lượng  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 > 90\%$ . Meta cao lanh là sản phẩm trung gian của quá trình hình thành mulit từ kaolinít dưới tác dụng của nhiệt độ cao (700-900°C). 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  $\text{SiO}_2 > 85\%$ . 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.

### 2.3.1.3. Phụ gia siêu dẻo.

Trong chế tạo bê tông tự đầm, 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 đầm 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 đầm cao hơn so với các loại phụ gia khác.

*Bảng 2.2. Một số loại phụ gia siêu dẻo giảm nước cao hiện nay.*

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%

### 2.3.1.4. Cốt liệu nhỏ.

Cốt liệu nhỏ dùng trong bê tông tự đầm 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.



### 2.3.1.5. 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 đầm, để đảm bảo tính chất tự đầm, hàm lượng cốt liệu lớn được dùng ít hơn so với bê tông thường. Khả năng tự chảy, tự đầm của bê tông tự đầm 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 đầm, đá dăm khi sử dụng chế tạo bê tông tự đầm được giữ ở trạng thái bão hoà khô bề mặt nhằm tránh thay đổi lượng nước trộn cho bê tông.

### 2.3.2 Chế tạo bê tông tự đầm.

#### 2.3.2.1. Chuẩn bị vật liệu.

Tính chất của bê tông tự đầm 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 đầm 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 đầm. Các chỉ tiêu kỹ thuật cần khống chế cho từng loại vật liệu được trình bày cụ thể ở bảng 2.

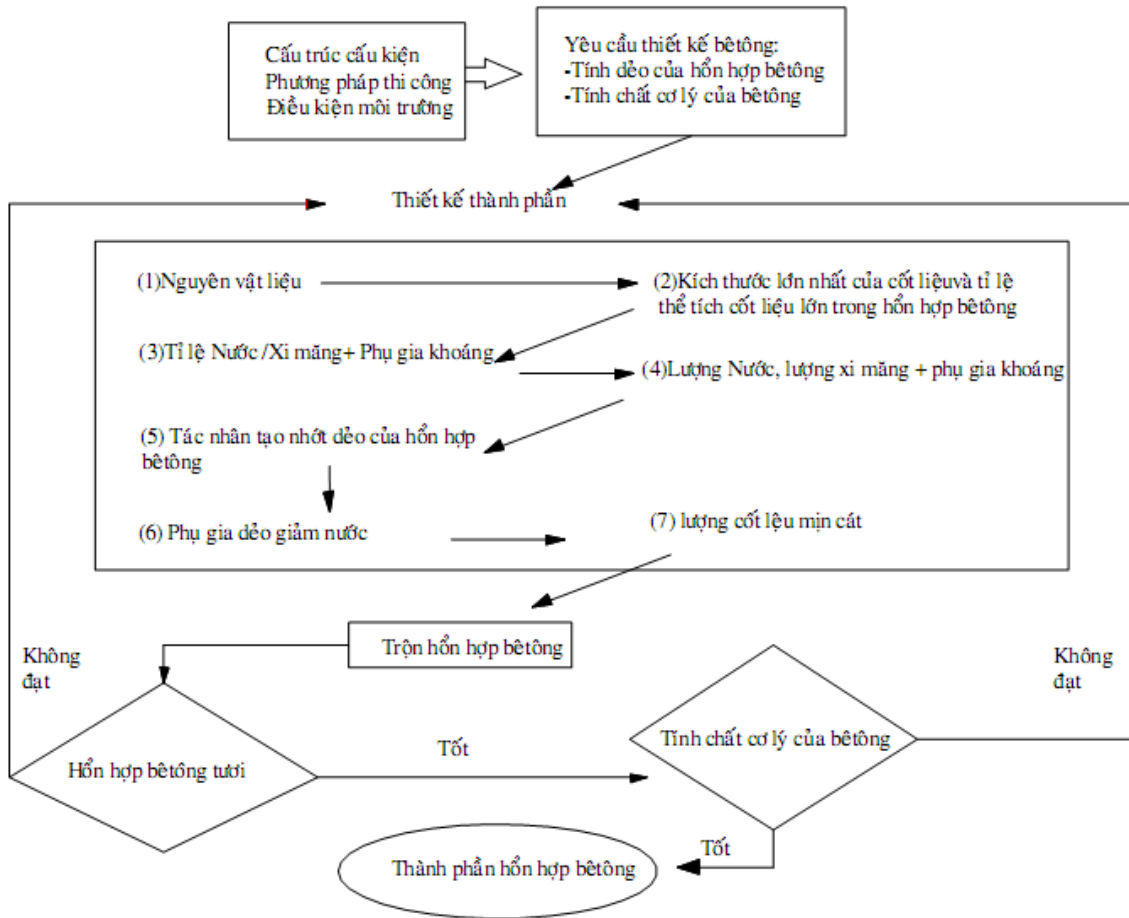
*Bảng 2.3 Chỉ tiêu kỹ thuật đối với vật liệu chế tạo bê tông tự đầm*

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, D <sub>max</sub>	< 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

### 2.3.2.2. Phương pháp thiết kế.

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

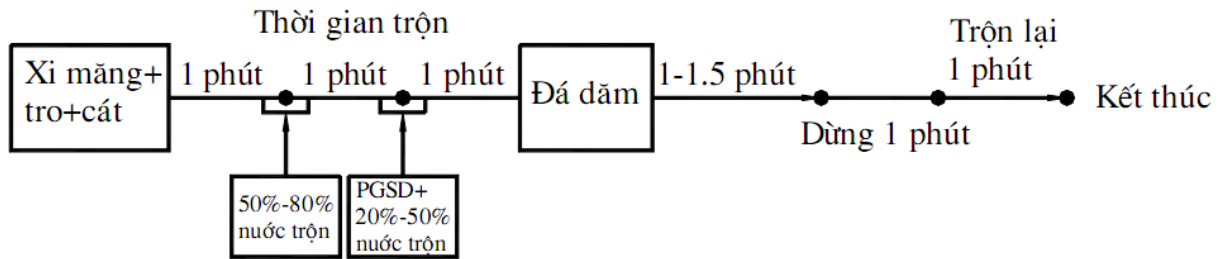
Những yêu cầu kỹ thuật của phương pháp thiết kế này là:



### 2.3.2.3. Trộn bê tông tự đầm.

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 đầm cần thiết phải xác định bởi các mẻ trộn thử và thường lớn hơn so với bê tông thường.

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



### 2.3.3. Kiểm soát chất lượng bê tông tự đầm.

Việc sản xuất bê tông tự đầm cần được kiểm tra quá trình sản xuất và tuân theo các tiêu chuẩn hiện hành về quản lý chất lượng.

#### 2.3.3.1. Yêu cầu kỹ thuật.

##### a. Yêu cầu kỹ thuật của bê tông tự đầm

Cũng như bê tông thường, các yêu cầu tối thiểu cần có với bê tông tự đầm 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

##### b. Yêu cầu kỹ thuật của hỗn hợp Bê Tông

yêu cầu kỹ thuật đối với hỗn hợp bê tông tự đầm 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 đầm: Có khả năng chảy qua các thanh cốt thép có kích thước tương tự như thực tế hoặc theo 3 mức tự đầm như sau:
  - Mức 1: khả năng tự đầm 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 đầm 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 đầm 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 đầm:

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 đầm cần được duy trì tính năng chảy cao cùng khả năng tự đầm chặt ít nhất trong 90 phút.

Ngoài ra, hỗn hợp bê tông tự đầm 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 đầm được trình bày ở bảng 3.

*Bảng 2.4. Các phương pháp thí nghiệm của hỗn hợp bê tông tự đầm*

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	*	**	*

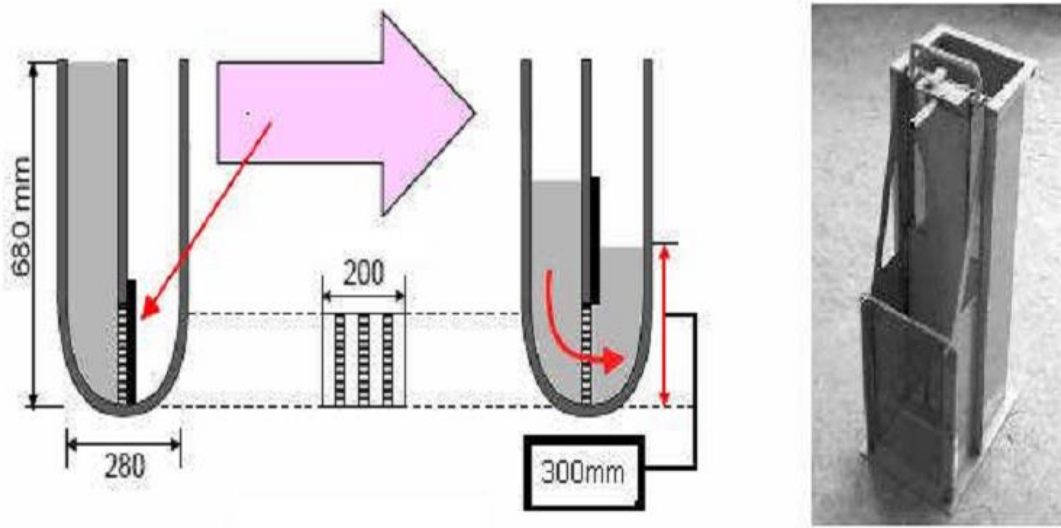
Chú thích: \*\* : Cần thiết

\* : Bổ sung

### *2.3.3.2. Thí nghiệm hỗn hợp bê tông tự đầm.*

#### *a. Thí nghiệm khả năng tự đầm*

Xác định khả năng tự đầm bằng bình chứa hình chữ U (U - flow test, hình 2.1) hoặc hình hộp đứng (Box test, hình 2.2) là một kết cấu có vật cản dòng chảy là những thanh biên 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.

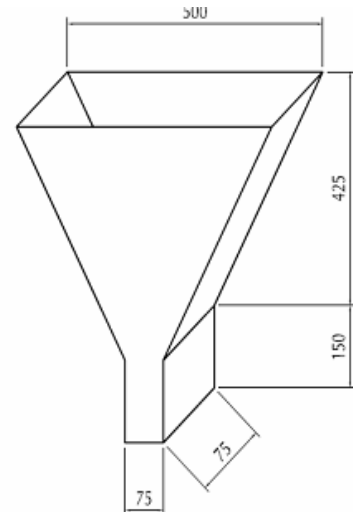


Hình 2.2. Box test

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.

Thí nghiệm thời gian chảy (V-funnel). Phương pháp này xác định tốc độ dòng chảy trung bình với bình hình nón thể tích 10 lít (hình 2.3), thời gian chảy hết hỗn hợp  $t$  (giây) đối với hỗn hợp bê tông tự đầm giá trị này trong khoảng 12-16 giây. Được xác định bằng công thức :

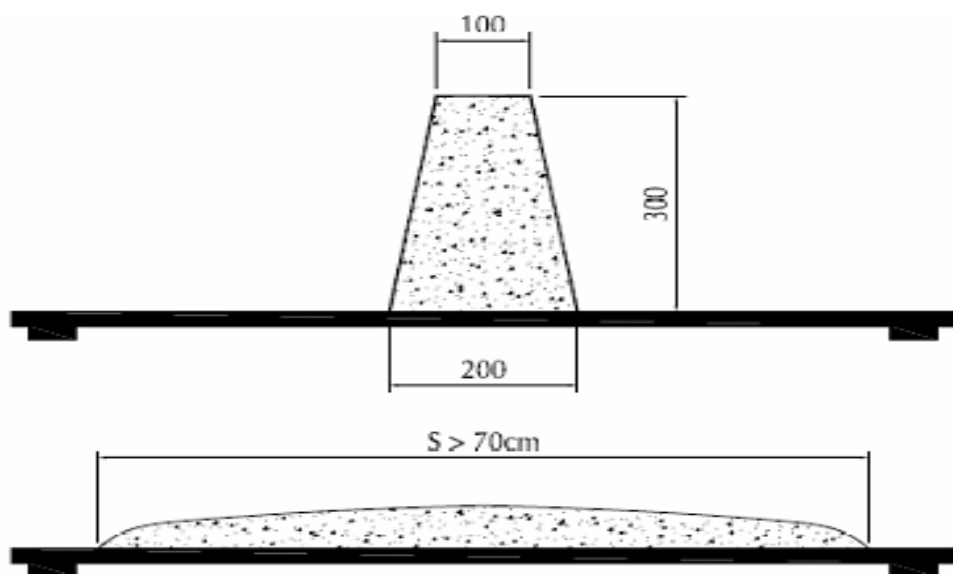
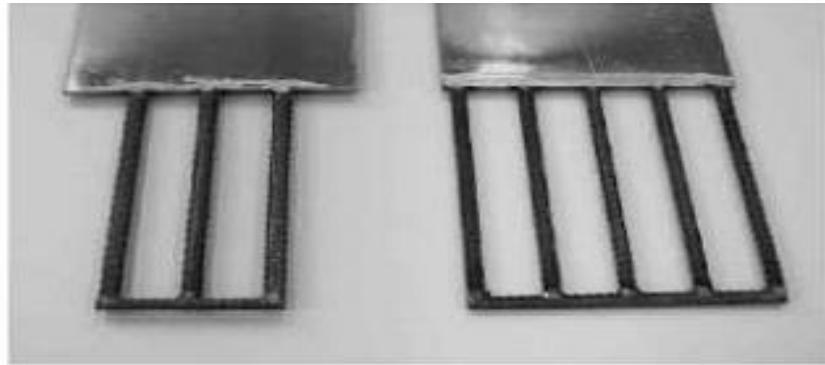
$$R_c = 10/t.$$



Hình 2.3. V- funnel

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

➤ Thiết bị thí nghiệm là hình nón cụt (hình 2.4)



Hình 2.4. Thí nghiệm độ chảy

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

- 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  $T_{50} = 2-5$  giây.

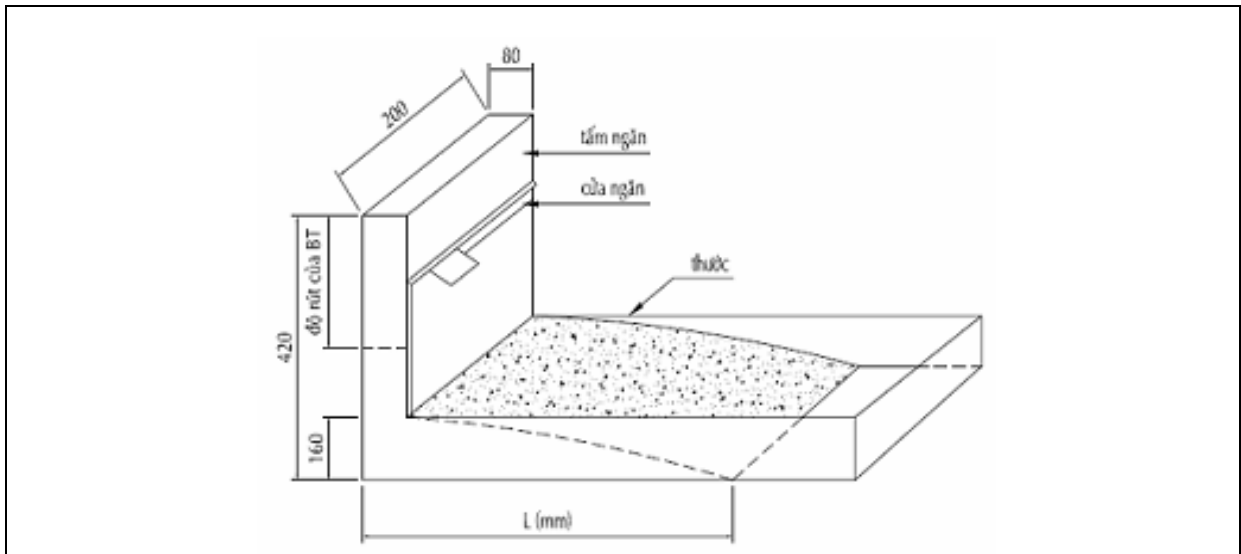
➤ *Thí nghiệm tốc độ dòng chảy không vật cản* (Hình 2.5)

Đo dòng chảy cực đại  $L$  (mm)

Đo khoảng cách  $L_i$  tại thời gian  $t_i$  (s)

Tốc độ dòng chảy trung bình của bê tông được tính theo công thức sau:

$$V_i = L_i/t_i \text{ (mm/s)}$$



*Hình 2.5. Thí nghiệm tốc độ dòng chảy*



## 2.4. So sánh tính hiệu quả giữa bê tông thường (bê tông truyền thống) với bê tông tự đầm.

Qua nghiên cứu cho thấy, bê tông tự đầm ảnh hưởng tới các chi phí đổ và hoàn thiện các kết cấu bê tông cao nhất sau đó mới đến chi phí vật liệu chế tạo bê tông. Các chi phí đổ bê tông chịu ảnh hưởng toàn diện bởi bê tông tự đầm, đổ bê tông nhanh hơn bao giờ cũng cắt giảm được vài mức chi phí (chi phí nhân công giảm được 60-70%, chi phí ca máy giảm được từ 30-40%, chi phí ván khuôn, chi phí sửa lỗi, chi phí khắc phục các khuyết tật, chi phí quản lý...)

Xét một cách tổng thể, để so sánh bê tông truyền thống với bê tông tự đầm phải dựa trên nhiều yếu tố (chi phí vật liệu chế tạo cho từng đơn vị bê tông, nhân lực thi công ván khuôn, cốt thép, bê tông, phương tiện phục vụ thi công, thời gian thi công, chi phí kiểm tra kiểm soát, chi phí bảo dưỡng của từng loại bê tông...) để từ đó tính ra tổng chi phí cần thiết để hoàn thành một dự án.

So sánh các chi phí đổ và hoàn thiện bê tông cho các công trình thi công bê tông tại chỗ với cùng điều kiện.

*Bảng 2. 5. Chi phí chế tạo 1m<sup>3</sup> bê tông thường M350 (mã vữa C3326)*

Tên vật liệu	ĐVT	Hao phí	Đơn giá (VNĐ)	Thành tiền (VNĐ)
Xi măng PC40	kg	455	1,033	470,015
Cát vàng hạt to	m <sup>3</sup>	0.448	192,800	86,374
Đá dăm 1x2	m <sup>3</sup>	0.805	218,800	176,134
Nước	lít	200	4.5	900
Phụ gia dẻo hóa Sikament R4	kg	2.275	21,000	47,775
Tổng cộng				781,198

Các bước tiến hành như sau:

Để so sánh tính hiệu quả giữa bê tông tự đầm với bê tông truyền thống, ta đi so sánh chi phí cho một đơn vị bê tông cùng mác dựa trên định mức nhân công cũng như giá thành tại Hà Nội.



Từ thành phần cấp phối của một đơn vị bê tông cùng mác, ta thấy bê tông truyền thống với bê tông tự đầm có chi phí như trong bảng 2.5

Chi phí cho một đơn vị bê tông tự đầm cao hơn bê tông thường là:

$$1,180,543 - 781,198 = 399,345 \text{ (đồng)}.$$

*Bảng 2.6 Chi phí chế tạo 1m<sup>3</sup> bê tông tự đầm M350*

Tên vật liệu	ĐVT	Hao phí	Đơn giá (VNĐ)	Thành tiền (VNĐ)
Xi măng PC40	kg	370	1,074	397,380
Cát	m <sup>3</sup>	0.63	231,000	145,530
Đá dăm	m <sup>3</sup>	0.51	275,000	140,250
Nước	lít	129.5	4.5	583
Phụ gia mịn	kg	120	300	36,000
Phụ gia siêu dẻo	lít	6.4	72,000	460,800
Tổng cộng				1,180,543

Mặt khác, qua kết quả so sánh một số dự án, một số thí nghiệm của nước ngoài, ta thấy chi phí vật liệu cho phần bê tông truyền thống thấp hơn chi phí bê tông tự đầm (vì cốt liệu được lựa chọn kỹ hơn, giá thành cao hơn, chi phí kiểm tra giám sát tăng lên, phụ gia đắt hơn). Tuy nhiên, để xác định tính hiệu quả của hai loại vật liệu cần so sánh về nhiều yếu tố, cần tính đến chi phí cho cả toàn bộ dự án khi hoàn thành.

Ví dụ: Xét chi phí công tác bê tông phần thân công trình “Trụ sở công ty và văn phòng cho thuê” – 444 Hoàng Hoa Thám – Tây Hồ - Hà Nội, khi sử dụng bê tông thường và bê tông tự đầm.

Theo dự toán, công trình cao 13 tầng sử dụng 6400 m<sup>3</sup> bê tông.

Bảng 2.7. So sánh chi phí thi công bằng bê tông thường và bê tông tự đầm.

STT	Chi phí	Bê tông thường	Bê tông tự đầm
1	Vật liệu	4,999,667,200	7,555,475,200
2	Nhân công	732,209,432	219,662,830
3	Máy thi công	531,819,635	372273744.4
4	Tổng chi phí	6,263,696,267	8,147,411,774

Về thời gian thi công:

Bảng 2.8. So sánh thời gian thi công bằng bê tông thường và bê tông tự đầm.

Bê tông thường	Bê tông tự đầm
13 ngày/sàn x 13 sàn = 169 (ngày)	9 ngày/sàn x 13 sàn = 117 (ngày)

(Do tiến độ thi công bằng bê tông tự đầm rút ngắn 20-30% so với bê tông thường)

Ta thấy, tổng chi phí khi sử dụng bê tông tự đầm cao hơn bê tông thường là :

$$8,147,411,774 - 6,263,696,267 = 1,883,715,507 \text{ (đồng)}$$

Trong khi đó, thời gian thi công được rút ngắn :  $169 - 117 = 52$  (ngày)

Như vậy, khi tính đến chi phí cho cả toàn bộ dự án khi hoàn thành, tiến độ được đẩy nhanh nên công trình sớm đưa vào khai thác sử dụng sẽ sớm hoàn vốn, chi phí nhân công nhà thầu ít đi vì rút ngắn thời gian, sử dụng ít lao động, các chi phí phát sinh khác.... cũng được giảm đi vì tiến độ thi công được rút ngắn.

Việc sử dụng bê tông tự đầm còn giảm được đáng kể sức ép vật lý đối với những người lao động, kết quả dẫn đến mỗi mét ít hơn và ít có khả năng bị tai nạn lao động hơn. Điều đó dẫn đến tăng được sản lượng đáng kể và giảm được chi phí cho lao động và thiết bị, có thể nhận thấy rõ trong hàng loạt công trình xây dựng bằng bê tông khi sử dụng bê tông tự đầm.

## 2.5. Cơ sở khoa học để ứng dụng bê tông tự đầm trong thi công nhà nhiều tầng.

Đối với dự án có khối lượng bê tông càng nhiều, thời gian thi công kéo dài, mức bê tông yêu cầu cao thì khi sử dụng bê tông tự đầm sẽ giảm được chi phí càng lớn, tính hiệu quả càng cao.

Việc thi công các công trình thấp tầng không sử dụng bê tông tự đầm vì sự tiết kiệm lao động không đủ để bù vào chi phí bổ sung cho vật liệu của bê tông tự đầm. Yếu tố an toàn lao động cũng không đáng lo ngại.

Các nhà cao tầng có nhiều đặc điểm riêng biệt: tải trọng ngang lớn, khối lượng thi công nhiều, mặt bằng thường hạn chế, thi công trên cao, nhiều người cùng tham gia... do đó ngay từ khâu thiết kế kiến trúc cho đến kết cấu móng, kết cấu phân thân, sử dụng vật liệu, hệ thống kỹ thuật cũng như công nghệ thi công và phương thức quản lý, điều hành trong quá trình triển khai xây dựng phải được quan tâm và phối hợp chặt chẽ một cách có hệ thống và tổng thể.

Việc thiết kế các công trình cao tầng đã đưa ra nhiều dạng kết cấu có mật độ cốt thép dày, dẫn đến việc đổ, đầm bê tông khi thi công rất khó hoặc không thực hiện được. Nếu bê tông không được đầm chặt sẽ dẫn tới rỗng, rỗ cấu kiện, làm cường độ bê tông thiết kế không đảm bảo và độ bền của cấu kiện bị suy giảm đáng kể.

Tại các kết cấu giao nhau giữa dầm và cột (nút đầu cột) được thiết kế với mật độ cốt thép dày đặc. Với mật độ cốt thép như trên, khả năng thi công bê tông thường bằng phương pháp bơm và đầm chặt bê tông bằng đầm dùi tại các nút giao nhau giữa dầm và cột là không thực hiện được. Với khả năng tự lèn chặt, bê tông tự đầm đặc biệt hiệu quả trong việc khắc phục khó khăn kỹ thuật nói trên.

Các công trình cao tầng xây dựng trong thời gian dài với chi phí sản xuất lớn dẫn đến tình trạng ứ đọng vốn lớn, biến động giá cả dẫn đến rủi ro cao cho các chủ đầu tư. Việc rút ngắn thời gian thi công sẽ mang lại những lợi ích đáng kể cho chủ đầu tư, cũng như các hiệu quả kinh tế-xã hội khác.

Sử dụng bê tông truyền thống (thường có cấp độ bền B25 và B35) làm cho công trình có tải trọng lớn hạn chế chiều cao, chất lượng khó kiểm soát, tăng chi phí cho phần móng và giá thành đầu tư xây dựng công trình.

Chính vì điều đó mà Nhà cao tầng hội tụ đủ các yếu tố để sử dụng bê tông tự đầm và nó được chứng minh qua các dự án đã, đang thực hiện trong thời gian gần đây trên thế giới.

## **CHƯƠNG 3: CÔNG NGHỆ BÊ TÔNG TỰ ĐẦM TRONG THI CÔNG NHÀ CAO TẦNG TẠI VIỆT NAM**

### **3.1. Điều kiện thi công thực tế tại Việt Nam.**

#### **3.1.1 Về nhân lực, trình độ thợ.**

Nhân công phục vụ cho việc xây dựng các công trình cao tầng tương đối nhiều trong khi đó trình độ, ý thức kỷ luật lao động chưa cao dẫn đến nhiều tai nạn trong lao động, nhất là thi công phần thân công trình có chiều cao lớn.

Các cán bộ kỹ thuật, công nhân chưa có nhiều kinh nghiệm trong công tác thi công và kiểm soát chất lượng bê tông tự đầm.

Tuy nhiên với nguồn lao động dồi dào, có tính cần cù, ham học hỏi và sáng tạo, việc tiếp thu và sử dụng công nghệ bê tông tự đầm sẽ không mấy khó khăn.

#### **3.1.2 Nguồn nguyên vật liệu**

Hiện nay, nguồn nguyên vật liệu để chế tạo bê tông ở nước ta rất dồi dào. Với lượng tài nguyên phong phú và khá đa dạng tạo điều kiện phát triển công nghiệp chế tạo vật liệu cho sản xuất bê tông tự đầm.

Các cốt liệu chế tạo là cát, đá, xi măng tại Việt Nam rất dồi dào. Có thể kể đến các nguồn như: Cát vàng Sông Lô, Các nhà máy sản xuất xi măng pooc lăng như Xi măng Bút Sơn, Vilcem....

Thành phần phụ gia trợ như: Bột đá, tro bay, xỉ lò cao, Meta cao lanh, Tro trấu, Silicafume ở Việt Nam có sẵn, giá thành hợp lý.

Tuy nhiên, thành phần phụ gia siêu dẻo thì ta chưa sản xuất được, chủ yếu phải nhập khẩu với giá thành cao.

#### **3.1.3 Công nghệ và thiết bị**

Công nghệ thi công nhà cao tầng tại Việt Nam không còn là điều mới mẻ nhưng chưa được hoàn thiện, chủ yếu tận dụng nguồn lao động thủ công, không có tay nghề, giá rẻ và dồi dào.

Trong gần 10 năm trở lại đây mặc dù công nghệ, kỹ thuật, thiết bị thi công đã được đầu tư cải thiện và nâng cao đáng kể nhưng vẫn chủ yếu áp dụng các phương pháp như sau:

- Thi công bán lắp ghép: Thi công trượt phân vách, lõi chịu lực trước sau đó lắp ghép các cấu kiện cột biên, dầm tại chỗ và lắp các tấm panel đúc sẵn.
- Thi công lắp dựng các công trình cốt cứng (thép hình) bọc bê tông (bê tông liên hợp).

Phương tiện phục vụ thi công không có gì đặc biệt, chủ yếu sử dụng cần trục tháp, vận thăng, bơm bê tông là chủ yếu. Bên cạnh đó, vật liệu sử dụng trong nhà cao tầng chủ yếu là bê tông truyền thống, do đó nó có rất nhiều hạn chế về kiểm soát chất lượng, tiến độ thi công bị kéo dài, chi phí cao, thời gian đưa vào khai thác chậm...

Thông thường tốc độ thi công phần thô các tòa nhà cao tầng hiện nay dao động từ 7-14 ngày/tầng, với phương tiện máy móc tương đối hiện đại và đa dạng, tuy nhiên với tốc độ thi công như hiện nay vẫn còn thua xa so với thế giới và đặc biệt là các vấn đề sử dụng vật liệu trong các công trình cao tầng cũng như kiểm soát chất lượng thi công.

Nhìn chung, ở Việt Nam hiện nay có đầy đủ các loại máy móc hiện đại, cốp pha, cây chống, đà giáo đảm bảo yêu cầu khi thi công bê tông tự đầm.

### **3.2.Cơ sở lựa chọn ứng dụng công nghệ bê tông tự đầm trong thi công nhà nhiều tầng**

Đối với dự án có khối lượng bê tông càng nhiều, thời gian thi công kéo dài, mức bê tông yêu cầu cao thì khi sử dụng bê tông tự đầm sẽ giảm được chi phí càng lớn, tính hiệu quả càng cao.

Việc thi công các công trình thấp tầng không sử dụng bê tông tự đầm vì sự tiết kiệm lao động không đủ để bù vào chi phí bổ sung cho vật liệu của bê tông tự đầm. Yếu tố an toàn lao động cũng không đáng lo ngại.

Các nhà cao tầng có nhiều đặc điểm riêng biệt: tải trọng ngang lớn, khối lượng thi công nhiều, mặt bằng thường hạn chế, thi công trên cao, nhiều người cùng tham gia... do đó ngay từ khâu thiết kế kiến trúc cho đến kết cấu móng, kết cấu phần thân, sử dụng vật liệu, hệ thống kỹ thuật cũng như công nghệ thi công và

phương thức quản lý, điều hành trong quá trình triển khai xây dựng phải được quan tâm và phối hợp chặt chẽ một cách có hệ thống và tổng thể.

Việc thiết kế các công trình cao tầng đã đưa ra nhiều dạng kết cấu có mật độ cốt thép dày, dẫn đến việc đổ, đầm bê tông khi thi công rất khó hoặc không thực hiện được. Nếu bê tông không được đầm chặt sẽ dẫn tới rỗng, rỗ cấu kiện, làm cường độ bê tông thiết kế không đảm bảo và độ bền của cấu kiện bị suy giảm đáng kể.

Tại các kết cấu giao nhau giữa dầm và cột (nút đầu cột) được thiết kế với mật độ cốt thép dày đặc. Với mật độ cốt thép như trên, khả năng thi công bê tông thường bằng phương pháp bơm và đầm chặt bê tông bằng đầm dùi tại các nút giao nhau giữa dầm và cột là không thực hiện được. Với khả năng tự lèn chặt, bê tông tự đầm đặc biệt hiệu quả trong việc khắc phục khó khăn kỹ thuật nói trên.

Các công trình cao tầng xây dựng trong thời gian dài với chi phí sản xuất lớn dẫn đến tình trạng ứ đọng vốn lớn, biến động giá cả dẫn đến rủi ro cao cho các chủ đầu tư. Việc rút ngắn thời gian thi công sẽ mang lại những lợi ích đáng kể cho chủ đầu tư, cũng như các hiệu quả kinh tế-xã hội khác.

Sử dụng bê tông truyền thống (thường có cấp độ bền B25 và B35) làm cho công trình có tải trọng lớn hạn chế chiều cao, chất lượng khó kiểm soát, tăng chi phí cho phần móng và giá thành đầu tư xây dựng công trình.

Chính vì điều đó mà Nhà cao tầng hội tụ đủ các yếu tố để sử dụng bê tông tự đầm và nó được chứng minh qua các dự án đã, đang thực hiện trong thời gian gần đây trên thế giới.

### **3.3 Biện pháp thi công bê tông tự đầm trên công trường. Quy trình và thiết bị trộn**

#### **3.3.1. Yêu cầu đối với bê tông tự đầm**

Mác bê tông (xác định theo cường độ nén), tuổi cần đạt được, mẫu chuẩn (trụ hoặc lập phương).

Các tính năng khác: Cường độ uốn, độ chống thấm, chống co ngót, ...

Tính năng chảy dẻo cao: Hỗn hợp bê tông có khả năng lấp đầy ván khuôn và các lỗ rỗng với tính linh động cao mà không bị phân tầng.

Tính năng tự lèn: Có khả năng chảy qua các khe hẹp nhỏ giữa các thanh thép (khoảng cách thông thủy giữa các thanh thép theo thực tế, thông thường lớn hơn đường kính cốt thép, và  $\geq 30\text{mm}$ ).

Thời gian duy trì tính công tác: Đảm bảo thời gian duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông trong thời gian thi công bê tông (vận chuyển, đổ và hoàn thiện) và nhiệt độ môi trường.

### **3.3.2. Các bước thi công**

Các bước cơ bản cần thiết khi sử dụng bê tông tự đầm trong thi công xây dựng công trình:

- Quy trình thiết kế cấp phối hỗn hợp vữa bê tông theo yêu cầu của công trình (khối lượng bê tông, thời gian thi công, nhiệt độ môi trường, mác bê tông,...).
- Quy trình kiểm soát vật liệu đầu vào (hàm lượng cấp phối cốt liệu thô, hàm lượng cốt liệu mịn, chất phụ gia...)
- Xác định và kiểm soát cấp phối trong nhà máy (công trường) chế tạo bê tông.
- Công tác kiểm tra các chỉ tiêu của vữa bê tông trên công trường để đảm bảo được các tính năng của bê tông theo yêu cầu.
  - Công tác vận chuyển bê tông từ nơi chế tạo bê tông đến công trình cần thi công.
  - Công tác hoàn thiện bề mặt và bảo dưỡng bê tông sau khi thi công.

#### *Thi công và kiểm soát*

Công nghệ thi công bê tông tự đầm được phân chia theo từng quy trình, giai đoạn:

- 1- Cấp phối, chế tạo vữa bê tông (theo lý thuyết thiết kế cấp phối và theo thí nghiệm hiện trường xác định các chỉ tiêu theo yêu cầu phù hợp với cấu kiện, công trình).
- 2- Vật liệu chế tạo bê tông tự đầm: các yêu cầu vật liệu, phương thức kiểm soát chất lượng vật liệu.

*cân bằng giữa độ chảy và độ phân tầng:*



Yêu cầu đặc trưng trong kiểm soát bê tông tự đầm là vấn đề cân bằng giữa độ chảy và độ phân tầng. Tính chất của bê tông tự đầm rất nhạy cảm đối với sự thay đổi vật liệu đầu vào (chất lượng vật liệu, tỷ lệ cấp phối): lượng nước trong cát hay độ ẩm của cát trong quá trình sản xuất bê tông phải được giữ ổn định. 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.

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. Các chỉ tiêu kỹ thuật cần khống chế cho từng loại vật liệu được trình bày cụ thể trong bảng 3.1.

*Bảng 3.1 – Chỉ tiêu kỹ thuật đối với vật liệu chế tạo bê tông tự đầm*

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	

### 3- Dây chuyền chế tạo bê tông.

Máy trộn bê tông không có yêu cầu đặc biệt. Tuy nhiên, thời gian trộn bê tông tự đầm cần thiết phải xác định bởi các mẻ trộn thử và thường lớn hơn so với bê tông thường.

4- Phương tiện vận chuyển bê tông tự đầm tương tự như bê tông truyền thống (xe vận chuyển chuyên dụng, bơm bê tông).

*Ưu tiên rút ngắn tối đa thời gian thi công:*

Kiểm soát duy trì tính công tác của hỗn hợp bê tông tự đầm khi vận chuyển cần đảm bảo thời gian cần thiết để đảm bảo vẫn giữ được khả năng tự đầm đến khi hoàn tất đổ bê tông. Giải pháp ưu tiên là rút ngắn tối đa thời gian thi công.

Ngược lại, bê tông tự đầm cần được duy trì tính năng chảy cao cùng khả năng tự lèn chặt ít nhất là 90 phút.

Thi công bê tông tự đầm dễ dàng hơn so với bê tông truyền thống, nguyên tắc đổ bê tông tự đầm được khuyến cáo cho việc hạn chế phân tầng:

- + Chiều cao giới hạn lên đến 5m.

- + Chiều ngang của dòng chảy được giới hạn từ nơi bắt đầu đổ đến vị trí cuối cùng là 10m.

5- Phương pháp tổ chức thi công, quản lý chất lượng bê tông trong nhà máy sản xuất và tại công trường.

Việc sản xuất bê tông tự đầm cần được kiểm tra một cách nghiêm ngặt của nhà sản xuất và tuân thủ theo cấp phối tỷ lệ của thiết kế, phải bắt đầu từ kiểm tra, thí nghiệm chất lượng vật liệu đầu vào. Trong quá trình sản xuất cần phải tiến hành thí nghiệm cấp phối thử trước khi trộn đại trà theo khối lượng yêu cầu.

Bên cạnh đó cần quan tâm đến nhiệt độ môi trường và khoảng cách vận chuyển bê tông đến vị trí cấu kiện cần thi công để đảm bảo tính công tác đạt yêu cầu.

Trước khi đổ bê tông, cần đảm bảo vị trí cốt thép và ván khuôn theo đúng thiết kế, đảm bảo độ kín khít không làm mất nước xi măng. Việc lắp đặt ván khuôn phải đảm bảo tính ổn định, phù hợp với giải pháp cung cấp bê tông.

6- Phương pháp cung cấp bê tông tới cấu kiện và hoàn thành cấu kiện

- Về vận chuyển ngoài công trường:

Để đảm bảo tính linh động của bê tông tự đầm, khi vận chuyển ngoài công trường nên dùng các loại xe có thùng trộn liên tục. Thời gian chờ không nên quá 90 phút.

- Về vận chuyển tại công trường:

Về cơ bản, công nghệ thi công bê tông tự đầm chủ yếu là máy bơm bê tông đặt từ mặt đất và bơm bê tông đến cao trình cần thi công. Tuy nhiên cũng có một số khác

biệt so với thi công bê tông truyền thống, máy bơm cần được tính toán về đường kính, bố trí và chiều dài đường ống trên cơ sở xem xét phẩm chất bê tông, kiểu máy bơm, điều kiện bơm, hiệu suất làm việc, mức độ an toàn.

Với các phương tiện vận chuyển khác tại công trường chú ý không dùng băng tải trong mọi trường hợp, tránh phân tầng do rung khi vận chuyển khoảng cách lớn.

- Về đổ bê tông

Thông thường có hai phương pháp thi công bê tông như sau:

+ Phương pháp thứ nhất, đổ bê tông vào ván khuôn có thể thực hiện bằng cách thuận tuý như bê tông truyền thống là đổ từ cao xuống thấp (đổ từ trên xuống). Phương pháp này áp dụng cho hầu hết các cấu kiện.



*Hình 3.1 Chống đỡ vách phục vụ cho giải pháp bơm bê tông từ trên xuống*

+ Phương pháp thứ hai, có thể bơm bê tông từ phía dưới đáy ván khuôn lên và lắp đầy ván khuôn theo yêu cầu. Phương pháp này chỉ áp dụng chủ yếu cho các cấu kiện thẳng đứng (cột, vách, lõi) để hạn chế lỗ rỗng khí trong bê tông khi đóng rắn.

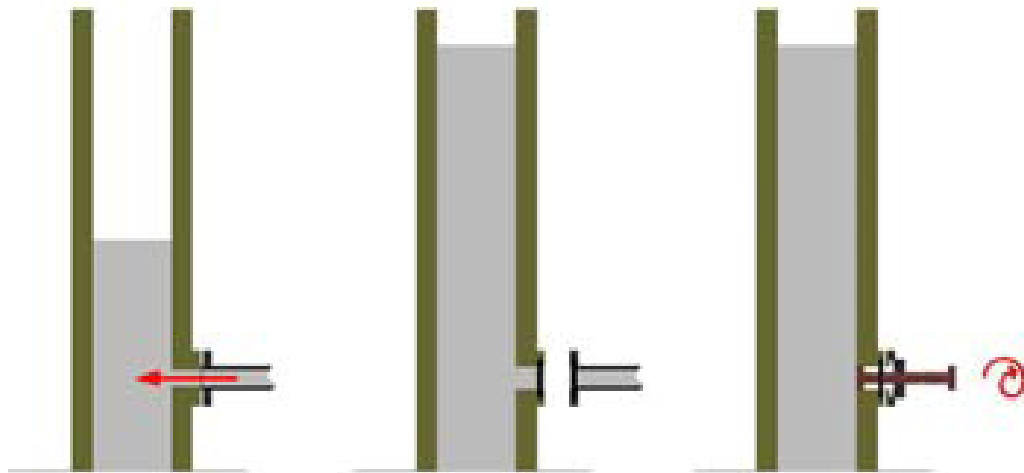
Khi thi công một vị trí (nút cột dầm) trong một cấu kiện cần đổ đồng thời với bê tông thường để tránh tổn hao bê tông tự đầm do chảy...



*Hình 3.2 Bơm bê tông tự đầm từ dưới chân vách lên*



*Hình 3.3 Van cấp bê tông cho giải pháp bơm từ chân ván khuôn*



*Hình 3.4 Sơ đồ vị trí lắp van cung cấp bê tông*

*Trong trường hợp bơm lên quá cao:*

Tùy theo độ dài của cần bơm, lắp các trạm thộn liên tiếp đưa bê tông lên cao, cần trộn lại tại các trạm để bê tông đảm bảo tính năng, tránh phân tầng và đạt chất lượng theo yêu cầu.

7- Điều kiện nhân lực tham gia thực hiện công đoạn chế tạo và thi công.

Nhân lực tham gia trong thi công bê tông tự đầm thường không nhiều. Tuy nhiên đòi hỏi nhân lực tham gia trong công đoạn này phải có một trình độ hiểu biết nhất định về những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bê tông và dự án khi sử dụng bê tông tự đầm.

Cán bộ, công nhân tham gia phải có:

- + Phải được đào tạo, có kiến thức chuyên môn về bê tông tự đầm.
- + Phải nắm vững quy trình, quy chế vận hành
- + Phương thức kiểm tra, giám sát vật liệu, quá trình chế tạo bê tông và thi công bê tông trong nhà máy và trên công trường.
- + Phải có đạo đức nghề nghiệp.

8- Bảo dưỡng bê tông

Đặc điểm của bê tông tự đầm là thi công nhanh nên áp dụng rất hiệu quả với bê tông khối lớn, cho nên việc bảo dưỡng bê tông gắn liền với bê tông khối lớn.

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

Việc bảo dưỡng bê tông ban đầu phải tuân thủ theo TCVN 391:2007 "Bê tông - yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên". Thời gian bảo dưỡng cần thiết là không dưới 7 ngày đêm, không phân biệt Vùng và Mùa khí hậu. Biện pháp tưới nước và biện pháp thoát nhiệt cho bê tông khối lớn trong giai đoạn Bảo dưỡng tiếp theo cần thực hiện theo hướng dẫn của TCXDVN 305: 2004.

9- Hệ thống văn bản pháp lý liên quan đến việc kiểm soát, chấp nhận sản phẩm trong quá trình thi công cũng như hoàn thiện dự án (Tiêu chuẩn vật liệu, tiêu chuẩn thi công, nghiệm thu...).

#### 10- Xác nhận và kiểm tra hiện trường

So với bê tông truyền thống, điểm khác biệt của bê tông tự đầm là việc chấp nhận sản phẩm hàng hoá chưa có đủ hệ thống văn bản pháp lý quy định cũng như tiêu chuẩn hoá. Do đó, bên cạnh việc kiểm tra thông thường thông qua các phiếu giao hàng, việc kiểm tra chất lượng bê tông tại công trường trước khi tiến hành thi công cần tuân thủ các yêu cầu về chất lượng, các chỉ tiêu cấp phối thiết kế của bê tông.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết luận

Bê tông tự đầm có tính năng vượt trội về độ bền, khả năng tự chảy, tự đầm chặt và khả năng chống phân tầng cực tốt so với bê tông thông thường. Bê tông tự đầm được coi là sự thay thế hoàn hảo cho các loại bê tông thông thường về các đặc tính làm việc.

Từ những ưu điểm của bê tông tự đầm, Việt Nam cũng đã nghiên cứu, chế tạo và ứng dụng thành công trong một số công trình giao thông và cho kết quả tốt. Bê tông tự đầm sẽ hiệu quả hơn với các dự án có tính phức tạp, khối lượng bê tông lớn, thời gian thi công dài như các dự án đê, đập, các công trình cao tầng.

Tuy nhiên, bê tông tự đầm chưa thực sự được quan tâm và chú trọng ứng dụng rộng rãi vào các công trình xây dựng ở Việt Nam mặc dù Việt Nam hội tụ đầy đủ các điều kiện thuận lợi cũng như đầy đủ cơ sở để ứng dụng bê tông tự đầm vào các công trình xây dựng và đặc biệt là công trình cao tầng một cách có hiệu quả:

Việt Nam đang trong quá trình xây dựng và phát triển, xu hướng xây dựng nhà nhiều tầng trong tương lai sẽ ngày càng nhiều và quy mô.

Nguồn nguyên liệu để sản xuất bê tông tự đầm ở Việt Nam tương đối dồi dào (tro nhiệt điện, xỉ măng puzealand, một số chất phụ gia...) có sẵn ở nhiều địa phương trong cả nước với trữ lượng lớn, chất lượng tốt cũng là một lợi thế để sản xuất bê tông tự đầm đạt chất lượng tốt và giá thành phù hợp.

- Quy trình công nghệ chế tạo bê tông tự đầm không thực sự phức tạp, dễ dàng kiểm soát được chất lượng mác bê tông theo thiết kế cấp phối (sản phẩm luôn đạt theo mác thiết kế).

- Nhiệt độ môi trường tương đối thuận lợi trong việc phát triển cường độ của bê tông cũng như công tác thi công bê tông.

- Có đội ngũ cán bộ, công nhân có trình độ, hiểu biết và có thể làm chủ được công nghệ chế tạo cũng như kiểm soát chất lượng bê tông.

Máy móc thiết bị phục vụ cho công tác thi công bê tông tự đầm cơ bản như bê tông truyền thống; Máy móc thiết bị tương đối nhiều, đa dạng.



## 2. Kiến nghị

Để bê tông tự đầm sớm đi vào thực tiễn trong các công trình xây dựng tại Việt Nam, cần giải quyết một số vấn đề:

- Cần có thêm nhiều hơn nữa các nghiên cứu cụ thể về điều kiện ứng dụng, chế tạo bê tông tự đầm (nhiệt độ môi trường, tính chất vật liệu, điều kiện thi công thực tế, các khó khăn thuận lợi khác...) dành riêng cho ngành xây dựng và đặc biệt chú ý đến các công trình cao tầng có các yêu cầu đặc biệt, ẩn chứa nhiều rủi ro, chi phí đầu tư cao, thời gian kéo dài để tận dụng tối đa những ưu điểm của bê tông tự đầm và khắc phục những hạn chế (nếu có) cho phù hợp với tình hình thực tế.

- Cần sớm nghiên cứu ban hành hệ thống văn bản pháp lý để tạo hành lang cho bê tông tự đầm sớm có cơ sở đi vào thực tiễn.

- Tuân thủ chặt chẽ quy trình công nghệ thi công bê tông tự đầm theo các bước đề xuất:

(1)- Quy trình thiết kế cấp phối hỗn hợp vữa bê tông theo yêu cầu của công trình (khối lượng bê tông, thời gian thi công, nhiệt độ môi trường, mác bê tông...).

(2) - Quy trình kiểm soát vật liệu đầu vào (chất lượng, hàm lượng cốt liệu thô, cốt liệu mịn, chất kết dính, phụ gia...)

(3) - Xác định và kiểm soát cấp phối, trộn bê tông trong nhà máy (công trường).

(4) - Công tác kiểm tra các chỉ tiêu của vữa bê tông trên công trường để đảm bảo được các tính năng của bê tông theo yêu cầu.

(5) - Công tác vận chuyển bê tông từ nơi chế tạo bê tông đến công trình cần thi công, công tác đổ bê tông và bố trí, cấu tạo ván khuôn phù hợp.

(6) - Công tác hoàn thiện bề mặt và bảo dưỡng bê tông sau khi thi công.

Bê tông tự đầm có thể ứng dụng cho các công trình có điều kiện thi công phức tạp, khó khăn, không có điều kiện đầm nén: cọc khoan nhồi, tường trong đất, cải tạo mở rộng kết cấu công trình cũ, các công trình đặc biệt có kết cấu mỏng khó đầm nén (mái, vỏ mỏng, vách mỏng), các công trình hầm, cầu và đặc biệt các công trình có khối lượng bê tông lớn.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Chánh, 2009. *Bê tông tự lèn sản xuất, kiểm nghiệm và thi công*. Tạp chí phát triển KH&CN, tập 12, số 18-2009.
2. Đỗ Đình Đức, 2004. *Giáo trình kỹ thuật thi công - Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội*. Nhà xuất bản Xây Dựng, Hà Nội.
3. Bùi Mạnh Hùng, 2009. *Nghiên cứu lựa chọn công nghệ thích hợp xây dựng nhà cao tầng trong điều kiện Việt Nam*. Luận án Tiến sỹ kỹ thuật, Hà Nội.
4. Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong. Bài toán vận chuyển vữa bê tông trong đường ống. Tạp chí Công Nghiệp Mỏ. Số 5/2019.
5. Trương Thị Hồng Thúy, 2004. *Nghiên cứu chế tạo bê tông tự lèn sử dụng vật liệu sẵn có tại Việt Nam*.
6. Nguyễn Ngọc Tuấn, 2011. *Nghiên cứu ứng dụng bê tông tự chèn trong kết cấu xây dựng sử dụng vật liệu địa phương*. Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Đà Nẵng.
7. Hajime Okamura and Masahiro Ouchi, 2003. *Self-Compacting Concrete*. Journal of Advanced Concrete Technology Vol 1, Japan, 2003.
8. Tiêu chuẩn Châu Âu EN 12.620 . *Yêu cầu cốt liệu chế tạo bê tông tự đầm*.
9. Định mức số 1776/BXD/VP ngày 16/8/2007 của Bộ Xây dựng.