

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

VŨ HOÀI

KHÓA 2 (2014-2016), LỚP CAO HỌC KHÓA 2

**NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP TỐI ƯU VẬN CHUYỂN VỮA BÊ
TÔNG TRONG THI CÔNG NHÀ SIÊU CAO TẦNG**

**Chuyên ngành: KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH
DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP
MÃ SỐ: 60.58.02.08**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT XÂY
DỰNG CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP**

Người hướng dẫn khoa học:

TS. Phạm Toàn Đức

Hải Phòng, tháng 5 năm 2017

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình thực hiện Luận văn này, tác giả được người hướng dẫn khoa học là Thầy giáo TS. Phạm Toàn Đức tận tình giúp đỡ, hướng dẫn cùng như tạo điều kiện thuận lợi để tác giả hoàn thành Luận văn của mình. Qua đây, tác giả xin gửi lời cảm ơn chân thành tới Thầy, và xin trân trọng cảm ơn các Thầy cô giáo, các cán bộ của Khoa xây dựng, hội đồng Khoa học - đào tạo, Ban giám hiệu trường Đại học dân lập Hải Phòng đã giúp đỡ, chỉ dẫn tác giả trong quá trình học tập và nghiên cứu.

Tác giả xin cảm ơn cơ quan nơi tác giả đang công tác, gia đình đã tạo điều kiện, động viên cho tác giả trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Cuối cùng, tác giả xin gửi lời cảm ơn chân thành đến bạn bè cùng lớp đã luôn nhiệt tình giúp đỡ để tác giả hoàn thành tốt Luận văn này. Do thời gian nghiên cứu và thực hiện đề tài không nhiều và trình độ của tác giả có hạn, mặc dù đã hết sức cố gắng nhưng trong Luận văn sẽ không tránh khỏi những sai sót, tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các Thầy cô giáo cùng các bạn cùng lớp để Luận văn hoàn thiện hơn.

Hải Phòng, ngày tháng năm

2017

Tác giả luận văn

Vũ Hoài

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Vũ Hoài

Sinh ngày: 18 tháng 10 năm 1978.

Nơi sinh: xã Tây Sơn - huyện Tiên Hải - tỉnh Thái Bình.

Nơi công tác: Công ty Cổ phần xây dựng thương mại Đông Bắc.

Tôi xin cam đoan Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành Kỹ thuật xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp với đề tài: “Nghiên cứu giải pháp tối ưu vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng” là Luận văn do cá nhân tôi thực hiện và là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả nêu trong Luận văn là trung thực và chưa từng được công bố trong bất cứ công trình nào khác.

Hải Phòng, ngày tháng năm 2017

Người cam đoan

Vũ Hoài

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	1
DANH MỤC BẢNG BIỂU	8
DANH MỤC HÌNH	9
MỞ ĐẦU.....	11
1. Sự cần thiết của đề tài	11
2. Mục đích nghiên cứu của luận văn	11
3. Phạm vi nghiên cứu của luận văn:	8
4. Phương pháp nghiên cứu của luận văn:	12
5. Những đóng góp của luận văn	12
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG TÁC LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN VẬN CHUYỂN VỮA BÊ TÔNG TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG NHÀ SIÊU CAO TẦNG.....	13
1.1. Một số khái niệm cơ bản về nhà siêu cao tầng	13
1.1.1. Khái niệm cơ bản về nhà siêu cao tầng	13
1.1.2. Tình hình xây dựng siêu cao tầng trên thế giới	14
1.1.3. Tình hình xây dựng siêu cao tầng ở Việt Nam	15
1.2. Tổng quan về thiết bị vận chuyển bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng	19
1.2.1. Cần trục tháp.....	19
1.2.1.1. Cấu tạo cần trục tháp:	19
1.2.1.2. Cần trục tháp dùng trong thi công nhà siêu cao tầng:	20
1.2.2. Máy bơm ô tô.....	20
1.2.3. Máy bơm tĩnh	23
1.2.4. Cần phân phối bê tông	25
1.5.4.1. Khái niệm:	25
1.5.4.2. Một số hình ảnh cần phân phối bê tông.....	25
1.3. Công tác vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng trên thế giới và tại Việt Nam	26
1.3.1. Bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng	26

1.3.2. Vận chuyển vữa bê tông trong giai đoạn thi công phần thân	27
1.3.3. Công tác vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng ở nước ngoài ...	28
1.3.4. Công tác vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng ở trong nước.....	30
1.3.4.1. Công trình Keangnam Hà Nội Landmark Tower: Công nghệ vận chuyển, phân phối và rót vữa bê tông	30
1.3.4.2. Tháp tài chính Bitexco	31
1.3.4.3. Trung tâm thương mại Lotte Hà Nội.....	32
1.4. Các sự cố xảy ra tại các công trình trong quá trình vận chuyển vữa bê tông và bài học khắc phục của đơn vị thi công.....	34
Tiểu kết chương 1:	34
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA VIỆC LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN VẬN CHUYỂN VỮA BÊ TÔNG TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG NHÀ SIÊU CAO TẦNG.....	35
2.1. Các yêu cầu của vữa bê tông đáp ứng quá trình vận chuyển bằng bơm bê tông	35
2.1.1. Cấu trúc của hỗn hợp vữa bê tông	35
2.1.2. Các tính chất của vữa bê tông.....	36
2.1.2.1. Tính chất lưu biến của vữa bê tông.....	36
2.1.2.2. Tính chất công nghệ của vữa bê tông	36
2.1.3. Các tiêu chí đánh giá chất lượng vữa bê tông	37
2.1.3.1. Phân loại vữa bê tông	37
2.1.3.2. Các tiêu chí đánh giá chất lượng vữa bê tông	39
2.1.4. Yêu cầu kỹ thuật của vữa bê tông đáp ứng quá trình vận chuyển bằng bơm bê tông.....	40
2.2. Nguyên lý hoạt động của máy bơm bê tông	43
2.2.1. Nguyên lý truyền động từ xe cơ sở đến máy bơm	43
2.2.2. Nguyên lý hoạt động của máy bơm bê tông	44
2.3. Cần phân phối bê tông thủy lực	46
2.3.1. Nguyên lý hoạt động.....	46

2.3.2. Đặc điểm cấu tạo chính của cần phân phối bê tông	47
2.4. Các thông số cơ bản liên quan đến đến công tác bơm bê tông	49
2.4.1. Độ dài đường ống bơm và sự tổn hao áp lực khi bơm bê tông	49
2.4.2. Tính toán, kiểm tra các thông số của máy bơm bê tông	50
2.4.2.1. Tính toán năng suất của bơm bê tông	50
2.4.2.2. Vận tốc của pittông trong bơm bê tông	50
2.4.2.3. Áp suất vận chuyển hỗn hợp bê tông.	50
2.4.2.4. Áp lực tác dụng lên pittông bơm bê tông.	52
2.4.2.5. Công suất vận chuyển của bơm bê tông	52
2.5. Nghiên cứu thực nghiệm kiểm tra áp lực bơm, công suất bơm và tầm xa vận chuyển trong thi công công trình LOTTE CENTER HANOI	52
2.5.1. Mục đích thí nghiệm	52
2.5.2. Quy trình thực hiện công việc (bảng 2.5)	54
2.5.3. Xây dựng hệ thống đo lường	55
2.5.4. Kết quả thí nghiệm	59
2.6. Cường độ vữa bê tông và sự thay đổi cường độ bê tông theo chiều cao kết cấu của nhà siêu	
Tiểu kết chương 2:	66
CHƯƠNG 3. LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN VẬN CHUYỂN VỮA BÊ TÔNG PHÙ	
HỢP TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG NHÀ SIÊU CAO TẦNG	67
3.1. Tổ chức mặt bằng thi công bơm bê tông nhà siêu cao tầng hợp lý	67
3.2. Đề xuất các tổ hợp thiết bị máy vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng	68
3.2.1. Các tổ hợp thiết bị máy và phạm vi áp dụng	68
3.2.1.1. Tổ hợp xe vận chuyển và cần trục tháp	68
3.2.1.2. Tổ hợp xe vận chuyển và xe bơm bê tông	68
3.2.1.3. Tổ hợp xe vận chuyển, máy bơm tĩnh và cần phân phối bê tông	68
3.2.2. Tổng hợp phương án lắp dựng cần phân phối vữa bê tông thủy lực	69
3.3. Tổng hợp, đề xuất phương án bơm bê tông và lựa chọn máy bơm bê tông	72
3.3.1. Qui trình tính toán thiết kế phương án bơm bê tông	72

3.3.2. Lựa chọn phương án bơm và thiết bị bơm bê tông thi công nhà siêu cao tầng ở Việt Nam.....	75
3.3.2.1. Lựa chọn ống bơm áp lực	75
3.3.2.2. Xác định độ sụt hợp lý và các đặc tính kỹ thuật của hỗn hợp vữa bê tông..	77
3.3.2.3. Xác định áp suất bơm và lượng xả bê tông (công suất bơm).....	78
3.3.2.4. Đề xuất phương án bơm bê tông nhà siêu cao tầng	82
3.3.2.5. Phương pháp lựa chọn máy bơm bê tông phù hợp với phương án bơm bê tông.....	83
3.4. Các yêu cầu về vật liệu cấp phối vữa và chất lượng vữa bê tông	84
KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ	87
1. Kết luận	87
2. Kiến nghị	88
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	90

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Đặc trưng của Lựa chọn thiết bị bơm và ưu nhược điểm.....	27
Bảng 1.2. Các thông số của xe bơm bê tông ZLJ5260THB 37X-4Z.....	21
Bảng 1.3. Các thông số của bơm bê tông tĩnh Model: HBT80.18.181RS.....	24
Bảng 1.4. Các thông số chính của cần phân phối bê tông Model Zoomlion HGS45.	25
Bảng 2.1 Mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác.....	38
Bảng 2.2 Giá trị giới hạn về độ phân tầng của hỗn hợp bê tông.....	40
Bảng 2.3. Đặc điểm cấu tạo một số bộ phận chính của cần phân phối bê tông.....	48
Bảng 2.4. Bảng tính đổi ra chiều dài nằm ngang của ống bơm.....	49
Bảng 2.5. Quy trình thực hiện công việc thí nghiệm.....	54
Bảng 2.6. Kế hoạch đo lường.....	55
Bảng 2.7. Tần số đo lường.....	55
Bảng 2.8. Nội dung đo chất lượng bê tông.....	56
Bảng 2.9. Đo các vị trí chiều dài ống bơm.....	57
Bảng 2.10. Loại vữa bê tông thực nghiệm.....	57
Bảng 2.11. Kết quả lượng xả với vữa bê tông có cường độ khác nhau.....	61
Bảng 2.12. Kết quả đo sự suy giảm độ chảy của hỗn hợp bê tông với khoảng cách bơm 336 m.....	62
Bảng 2.13. Kết quả đo sự suy giảm độ chảy của hỗn hợp bê tông với khoảng cách bơm 138 m.....	63
Bảng 2.14. Tổng hợp kết quả xác định các thông số thí nghiệm.....	64
Bảng 3.1. Lựa chọn cần phân phối bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng.....	67
Bảng 3.2. Phương án lựa chọn chủng loại ống bơm bê tông.....	76
Bảng 3.3. Đặc tính kỹ thuật bê tông thi công nhà siêu cao tầng.....	77
Bảng 3.4. Lựa chọn cường độ bê tông và độ chảy phù hợp chiều cao thi công.....	82
Bảng 3.5. Lựa chọn máy bơm và áp suất công tác phù hợp chiều cao thi công.....	83

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Top 10 tòa nhà cao nhất thế giới, tính đến tháng 4/2012.....	14
Hình 1.2. Công trình Bitexco Financial Tower.....	16
Hình 1.3. Phối cảnh công trình Keangnam Hanoi Landmark Tower	17
Hình 1.4. Phối cảnh công trình Lotte Hanoi Center.....	18
Hình 1.5. Bơm bê tông liên tục lên đến độ cao 601 m tại dự án Burj Dubai.....	29
Hình 1.6. Cần phân phối bê tông tại dự án Keangnam Landmark Tower	31
Hình 1.7. Thi công bơm bơm bê tông tầng 65 tòa nhà Bitexco	32
Hình 1.8. Cần phân phối bê tông thi công tầng 61 công trình Lotte Center Hanoi. .	33
Hình 1.9. Bơm bê tông tầng 65 tại dự án Lotte Center	33
Hình 1.10. Tầm với L và chiều cao nâng H	20
Hình 1.11. Xe bơm bê tông có tầm với cần từ 25 đến 68m	21
Hình 1.12. Vùng làm việc của cần bơm.....	23
Hình 1.13. Hình ảnh cơ bản của máy bơm tĩnh để bơm bê tông	24
Hình 1.14. Cần phân phối bê tông Zoomlion, Truemax.	25
Hình 2.1. Sơ đồ hợp thành bê tông chất lượng cao.....	42
Hình 2.2. Cấu tạo tổng thể cụm công tác của bơm	44
Hình 2.3. Bơm bê tông kiểu rôto.....	45
Hình 2.4. Sơ đồ nguyên lý làm việc của bơm bê tông kiểu tay quay tròn.	45
Hình 2.5. Mục đích và nội dung thí nghiệm xác định các thông số bơm bê tông	53
Hình 2.6. Toàn cảnh bố trí lắp đặt hệ ống bơm bê tông thí nghiệm	53
Hình 2.7. Vị trí bộ cảm biến.....	56
Hình 2.8. Phân bố cường độ bê tông lõi, khung chịu lực nhà siêu cao tầng theo dạng kết cấu và chiều cao công trình - HaNoi Landmark Tower	65
Hình 3.1. Vận chuyển vữa bê tông thi công nhà siêu cao tầng bằng tổ hợp: xe v/c bê tông + máy bơm ô tô + máy bơm tĩnh + cần phân phối vữa bê tông thủy lực theo chiều cao thi công.....	69
Hình 3.2. Phương án tổng thể (cấu tạo) lắp dựng cần phân phối bê tông thi công nhà siêu cao tầng	70

Hình 3.3. Chi tiết liên kết leo qua sàn bê tông	71
Hình 3.4. Chi tiết liên kết leo qua tường bê tông	71
Hình 3.5. Độ dày của ống theo sự thay đổi áp lực	75
Hình 3.6. Mối quan hệ giữa thiết bị bơm, khả năng bơm và hiệu suất bơm.....	79
Hình 3.7. Quan hệ giữa thiết bị bơm và đặc tính bê tông	80
Hình 3.8. Quan hệ giữa đặc tính bê tông và lượng xả bê tông (năng suất bơm)	81
Hình 3.9. Biểu đồ tính toán máy bơm ELBA-SCHEELE.....	84

MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết của đề tài

Quá trình phát triển mạnh mẽ về mọi mặt, đặc biệt là trong lĩnh vực kinh tế, thương mại, đầu tư của đất nước trong xu thế hội nhập, toàn cầu hóa dẫn đến sự hình thành các tập đoàn kinh tế đa ngành trong nước và sự đầu tư ngành càng tăng, toàn diện của các tập đoàn đa quốc gia nước ngoài. Sự phát triển trong lĩnh vực đầu tư xây dựng cơ bản cũng không nằm ngoài dòng chảy đó và tất yếu là nhu cầu về diện tích xây dựng cho mục đích ở, cho thuê, văn phòng, thương mại và dịch vụ ngày càng tăng cả về số lượng lẫn chất lượng. Kinh nghiệm xây dựng của các quốc gia trên thế giới đã chứng tỏ rằng với việc gia tăng nhanh chóng của giá trị đất xây dựng thì phương án hiệu quả nhất dưới góc độ kinh tế của đầu tư xây dựng là chiều cao công trình phải lớn hơn 30÷50 tầng. Ý tưởng xây dựng nhà siêu cao tầng xuất phát từ tư duy về một siêu đô thị phát triển với những định hướng giá trị và đẳng cấp về kiến trúc – xây dựng, trong đó có lợi ích rõ ràng của nhà đầu tư hoặc từ nguyên nhân liên quan đến giá trị quá cao của khu đất xây dựng[4].

Để phù hợp với xu thế xây dựng nhà chọc trời để giảm bớt diện tích chiếm đất xây dựng, tận dụng tối đa không gian khi mà tốc độ đô thị hóa ngày càng tăng. Đồng thời nâng cao chất lượng thi công thì nghiên cứu phương án vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng là cấp thiết, bởi nó quyết định trực tiếp đến hiệu quả và chất lượng nhà siêu cao tầng bằng bê tông cốt thép.

Vì vậy, lựa chọn đề tài: “*Nghiên cứu giải pháp tối ưu vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng*” là cần thiết và mang tính thực tiễn cao.

2. Mục đích nghiên cứu của luận văn

Trên cơ sở về lựa chọn thiết bị vận chuyển và phương pháp tính toán có thể lựa chọn phương án vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng

3. Phạm vi nghiên cứu của luận văn

Nghiên cứu phương án vận chuyển vữa bê tông trong thi công các công trình nhà cao tầng, siêu cao tầng: Vận chuyển vữa bê tông từ chân công trình tới các vị trí đổ bê tông.

Để thực hiện điều này cần thiết phải nâng cao kỹ thuật bơm lớp bê tông trên tầng cao. Sau khi chia dạng tầng đổ bê tông thành các giai đoạn vị trí tầng cao thì sẽ hình thành các phương pháp như phương pháp nâng đổ theo từng giai đoạn, phương pháp sử dụng cần cẩu nâng siêu trọng, phương pháp sử dụng ròng rọc, tuy nhiên do hạn chế về thời gian, vị trí của việc đổ bê tông lên các độ cao lớn nên có thể trở thành nguyên nhân làm giảm chất lượng bê tông. Theo đó việc bơm xả và đổ bê tông theo thời gian dự kiến là phương án tối ưu. Nhưng với việc đổ bê tông với cường độ cao dẫn đến có sự gia tăng ma sát bên trong ống dẫn bê tông làm cho quá trình bơm trở lên khó khăn.

4. Phương pháp nghiên cứu của luận văn:

Tổng hợp, phân tích các tài liệu nhà sản xuất (thế giới và trong nước) có liên quan đến các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thi công.

Tìm hiểu, đánh giá quá trình thi công trên thế giới và đã được vận dụng thực tế ở Việt Nam.

Tổng hợp, phân tích, đánh giá kết quả để đưa ra kết luận.

5. Những đóng góp của luận văn

Về mặt lý thuyết: Làm rõ việc vận chuyển vữa bê tông trong các thiết bị.

Về mặt thực tiễn: Làm tài liệu tham khảo nghiên cứu lĩnh vực này, cho các Kỹ sư xây dựng làm cơ sở xây dựng Biện pháp thi công trong thi công nhà siêu cao tầng.

CHƯƠNG 1.

TỔNG QUAN VỀ CÔNG TÁC LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN VẬN CHUYỂN VỮA BÊ TÔNG TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG NHÀ SIÊU CAO TẦNG

1.1. Một số khái niệm cơ bản về nhà siêu cao tầng

1.1.1. Khái niệm cơ bản về nhà siêu cao tầng

Hiện nay chưa có một định nghĩa hoặc một tiêu chí rõ ràng về nhà siêu cao tầng. Theo hội thảo Quốc tế lần thứ IV về nhà cao tầng của Ủy ban nhà cao tầng và môi trường đô thị (CTBUH) tổ chức tại Hồng Kông năm 1990, định nghĩa: “nhà cao tầng là một nhà mà chiều cao của nó ảnh hưởng tới ý đồ và cách thức thiết kế”[12]. Căn cứ vào chiều cao và số tầng, người ta phân nhà cao tầng ra làm 4 loại như sau:

- Nhà cao tầng loại 1: Từ 09÷16 tầng (cao nhất là 50m)
- Nhà cao tầng loại 2: Từ 17÷25 tầng (cao nhất là 75m)
- Nhà cao tầng loại 3: Từ 26÷40 tầng (cao nhất là 100m)
- Nhà cao tầng loại 4: Từ 40 tầng trở lên (cao trên 100m) gọi là nhà cực cao.

Cách phân loại này cũng hợp với quan niệm về nhà cao tầng của Việt Nam. Như vậy có thể hiểu một cách tương đối rằng ***nhà siêu cao tầng (hay nhà chọc trời) là những công trình có số tầng lớn hơn 40 tầng (chiều cao công trình lớn hơn 100m)***. Tuy nhiên cùng với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật và các công nghệ xây dựng hiện đại, nhà cao tầng ngày được xây dựng càng nhiều và chiều cao thì ngày càng lớn hơn trước kia. Theo thông cáo báo chí hằng năm của CTBUH (năm 2007) đã đưa ra khái niệm “supertall” trong nhà cao tầng. Và từ đó chỉ có những công trình có chiều cao lớn hơn 200m thì mới được coi là siêu cao tầng.

Ngoài những tính chất đặc biệt về kiến trúc, về hệ kết cấu của nhà siêu cao tầng, vấn đề công nghệ thi công còn một số nội dung cần quan tâm như:

- Nhằm đáp ứng đòi hỏi về đặc biệt về kết cấu, khả năng chịu lực và điều kiện thi công thì bê tông sử dụng trong thi công nhà siêu cao tầng phải là bê tông có chất lượng và cường độ rất cao

- Trong thi công nhà siêu cao tầng vữa bê tông phải được trộn liên tục với khối lượng lớn, vận chuyển, phân phối và đổ vào ván khuôn ở các vị trí rất cao theo phương đứng trong khi đó phải luôn đảm bảo độ linh động cao của vữa bê tông

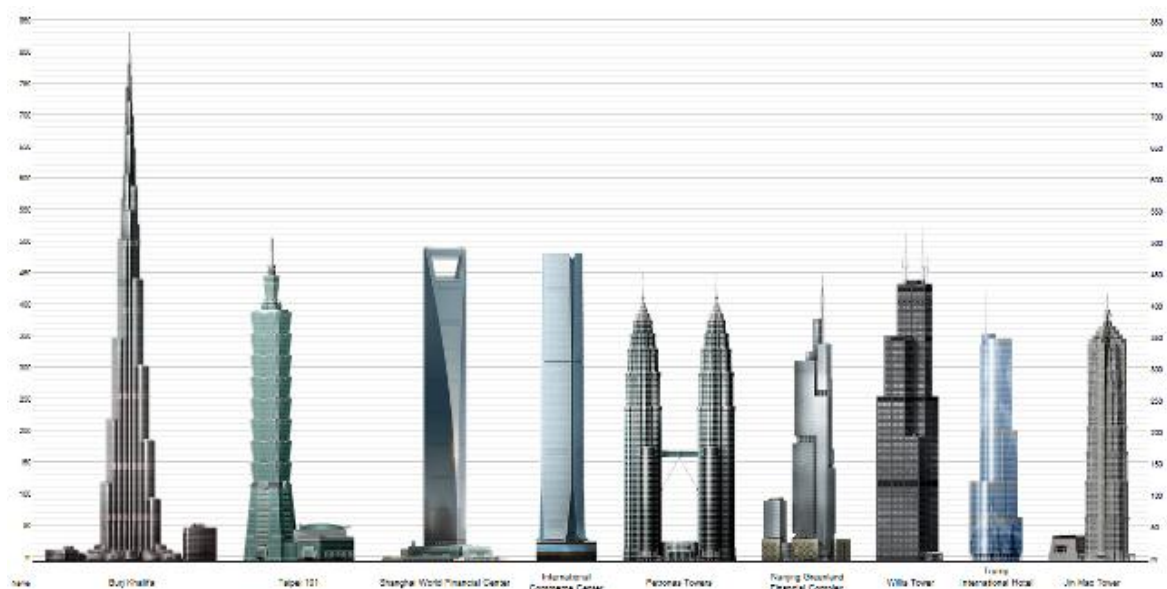
- Về kỹ thuật, thiết bị vận chuyển lên cao phù hợp nhằm đáp ứng yêu cầu về lắp dựng, khả năng vận chuyển và độ cơ động của thiết bị.

1.1.2. Tình hình xây dựng siêu cao tầng trên thế giới

Nhà cao tầng nói chung và siêu cao tầng nói riêng được xây dựng cho phép con người sử dụng quỹ đất hiệu quả hơn tạo ra nhiều tầng, nhiều không gian sử dụng và chứa được nhiều người hơn trong cùng một khu đất.

Những nhà siêu cao tầng đầu tiên trên thế giới đều xuất hiện ở các đô thị lớn như: London, New York, Chicago...và các thành phố khác của Mỹ cuối thế kỷ 19. Tuy nhiên những điều luật liên quan đến thẩm mỹ và an toàn phòng hỏa cũng làm cản trở sự phát triển của nhà siêu cao tầng bằng việc hạn chế chiều cao ở con số 40 tầng.

Theo [40] một số công trình siêu cao tầng đã xây dựng tiêu biểu thế giới (hình 1.1)



Hình 1.1. Top 10 tòa nhà cao nhất thế giới, tính đến tháng 4/2012

(Lần lượt từ trái qua phải: Buri Khalifa; Taipei 101; Shanghai Finacial Center; ICC; Petronas Towers; Nanjing Greenlad Financial Complex; Willis Tower; Trump International Hotel; Jin Mao Tower)

+) Công trình BURI KHALIFA (Tháp Khalifa) ở Dubai – Các tiểu vương quốc Ả rập Thống nhất. Khánh thành vào 04/01/2010 được xây dựng trong hơn 5 năm từ năm 2004. Hiện đây là công trình cao nhất thế giới, có chiều cao 828 m với 164 tầng. Trong quá trình xây dựng đã sử dụng hơn 330.000m³ bê tông.

+) Công trình TAIPEL 101 : ở Đài Bắc - Đài Loan. Công trình có chiều cao 509m với 101 tầng trên mặt đất và 5 tầng hầm. Công trình đã từng là công trình cao nhất thế giới từ năm 2004 đến năm 2010.

+) Công trình trung tâm tài chính thế giới Thượng Hải (SWFC TOWER): Tại Phố Đông – Thượng Hải – Trung Quốc. Công trình có chiều cao 492m với 101 tầng. Được bình chọn là tòa nhà đẹp nhất thế giới năm 2008.

+) Công trình PETRONAS TWIN TOWER: ở thủ đô Kuala Lumpur của Malaixia. Công trình có chiều cao 452m với 88 tầng và hiện là tòa tháp đôi có chiều cao lớn nhất thế giới.

+) Công trình ONE WORLD TRADE CENTER (Tháp tự do): được xây dựng trên nền khu đất của 2 tòa nhà WTC đã bị phá hỏng ngày 11/9/2001 ở New York – Mỹ. Công trình xây dựng này là tòa nhà cao nhất nước Mỹ với độ cao 541.3m và có 104 tầng.

+) Công trình KINGDOM TOWER: là công trình siêu cao tầng được cấp phép xây dựng ở Jeddah, Ả rập Xê út. Dự kiến công trình có chiều cao khoảng 1000m và sẽ là tòa nhà cao nhất thế giới khi xây dựng xong.

1.1.3. Tình hình xây dựng siêu cao tầng ở Việt Nam

Ở Việt Nam những năm gần đây cùng với sự mở cửa của nền kinh tế, nhiều khách sạn, văn phòng làm việc cao 20 – 30 tầng đã được xây dựng ở các thành phố lớn như Hà Nội, TP Hồ Chí Minh, Đà Nẵng. Các nhà cao tầng tiêu biểu cho giai đoạn này như công trình tòa tháp Hà Nội, khách sạn Melia; tòa nhà Vietcombank... ở Hà Nội và tòa nhà Saigon trade Center; ThuanKieu Plaza ở Tp. Hồ Chí Minh. Một số công trình với kiến trúc đẹp, chiều cao lớn trong giai đoạn này như: Tòa nhà M5 Tower (34 tầng); Vinaconex Tower (27 tầng); ở Hà Nội và Saigon Pearl (38 tầng); Kumho Asian Plaza (32 tầng) ở TP. Hồ Chí Minh. Cùng với sự phát triển nở

rộ của các nhà cao tầng có chiều cao từ 40 tầng trở xuống là sự xuất hiện của một số công trình nhà siêu cao tầng rất lớn ở Việt Nam.

Thực tế cho thấy một số công trình mà siêu cao tầng được xây dựng trong thời gian vừa qua đã thể hiện được tính ưu việt của nhà siêu cao tầng và mở ra xu hướng xây dựng mới trong tương lai ở Việt Nam .

+) Công trình BITEXCO FINANCIAL TOWER được xây dựng tại Trung tâm Quận 1 – TP. Hồ Chí Minh (Tháp tài chính Bitexco) (hình 1.2).



Hình 1.2. Công trình Bitexco Financial Tower

Công trình có chiều cao 262m bao gồm 68 tầng nổi 3 tầng hầm, tổng diện tích sàn là 119.000m². Hiện là tòa nhà cao thứ 2 ở Việt Nam và cao 94 trên thế giới [5].

+) Công trình KEANGNAM HANOI LANDMARK TOWER (hình 1.3): nằm trên đường Phạm Hùng – Quận Cầu Giấy – Hà Nội. Khu phức hợp gồm 1 tòa tháp chính cao nhất với 70 tầng nổi và 2 tầng hầm có chiều cao là 336m. Hiện đây là tòa nhà cao nhất Việt Nam và cao thứ 22 trên thế giới [38].



Hình 1.3. Phối cảnh công trình Keangnam Hanoi Landmark Tower

+) Công trình LOTTE CENTER HANOI (hình 4.1) ; tại góc phố Liễu Giai - Đào Tấn, Quận Ba Đình, Hà Nội. Tòa nhà có chiều cao 267m gồm 65 tầng nổi và 5 tầng hầm . Công trình xây dựng thuộc top 10 tòa nhà cao nhất Việt Nam [7].



Hình 1.4. Phối cảnh công trình Lotte Hanoi Center

Ngoài các công trình kể trên hiện nay ở Việt Nam cũng đang có rất nhiều những dự án xây dựng nhà siêu cao tầng đang được triển khai như:

- Công trình VIETINBANK TOWER: tại khu đô thị Ciputra ,quận Tây Hồ, Hà Nội. Công trình là một tổ hợp gồm 2 tòa tháp: tòa tháp trụ sở chính 68 tầng có chiều cao 363m ; tòa tháp dịch vụ ,khách sạn cao 48 tầng .

- Công trình THE ONE HOCHIMINH CITY: ở quận 1, TP.Hồ Chí Minh do Bitexco làm chủ đầu tư. Được lấy ý tưởng từ hình ảnh con rồng trong dân gian Việt Nam. Công trình gồm 2 tòa nhà cao 48 tầng và 55 tầng với chiều cao 240m.

- Công trình SAIGON CENTER: Tại quận 1, TP.Hồ Chí Minh với 1 tòa tháp cao 66 tầng có chiều cao 289m và 1 tòa tháp cao 88 tầng có chiều cao 386m.

Cũng theo xu hướng chung trên thế giới, các cuộc đua giành kỷ lục ngôi nhà cao nhất và đang diễn ra mạnh mẽ, nó không chỉ thể hiện hơn kém nhau về chiều cao mà còn thể hiện sức mạnh của mỗi công ty, mỗi tập đoàn và mỗi quốc gia. Sự xuất hiện ngày càng nhiều các tòa nhà siêu cao tầng ở Việt Nam ngày càng làm thay đổi bộ mặt của đô thị ở các thành phố lớn và là xu hướng tất yếu của tương lai. Đồng thời cũng thúc đẩy sự phát triển của công nghệ xây dựng nhằm đạt tới những đỉnh cao mới.

1.2. Tổng quan về thiết bị vận chuyển bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng

1.2.1. Cần trục tháp

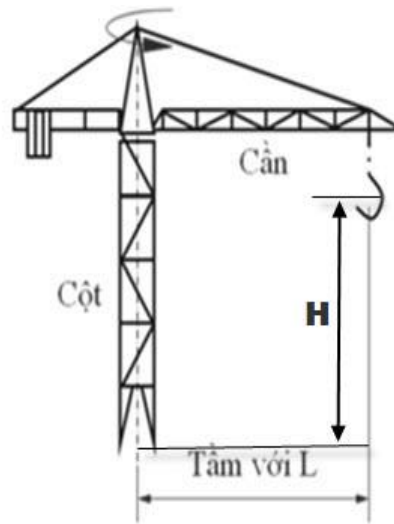
1.2.1.1. Cấu tạo cần trục tháp:

Cần trục tháp là loại cần trục tiêu biểu được sử dụng rộng rãi trong xây dựng nhà cao tầng, xây dựng công nghiệp và lắp ráp các máy móc thiết bị trên cao. Chúng có đặc điểm là cột tháp cao, đỉnh tháp lắp cần dài quay được toàn vòng, các bộ máy thường được dẫn động điện độc lập dùng mạng điện công nghiệp.

Cần trục tháp thường có đủ các bộ máy như nâng hạ hàng, thay đổi tầm với, bộ máy quay, bộ máy di chuyển vì vậy chúng có thể vận chuyển hàng hoá trong một không gian rộng lớn. Mặt khắc kết cấu của chúng hợp lý nên dễ dàng tháo lắp vận chuyển từ nơi này đến nơi khác, tính cơ động cao.

- Sức nâng (Q_{dn}): là trọng lượng lớn nhất mà thiết bị nâng có thể an toàn tại 1 vị trí nhất định.

- Tầm với: là khoảng cách 2 đường thẳng đứng đi qua tâm mooc (hay tâm xe con) và tâm cơ cấu quay.



Hình 1.10. Tầm với L và chiều cao nâng H

- Chiều cao nâng: là khoảng cách từ tâm mooc đến mặt nền
- Trọng lượng cần trục: là trọng lượng toàn máy khi không mang tải
- Tốc độ làm việc của cần trục tháp:
 - Vận tốc nâng (m/phút)
 - Vận tốc di chuyển xe con (m/phút)
 - Vận tốc quay cần (vòng/phút)

1.2.1.2. Cần trục tháp dùng trong thi công nhà siêu cao tầng:

- Cần trục tháp cố định tự: chân tháp gắn liền với nền hoặc tựa trên nền thông qua bộ đỡ hoặc các gối tựa cố định, thường dùng trên các công trường xây dựng nhà dân dụng và nhà công nghiệp

- Cần trục tháp tự nâng: có thể nằm ngoài hoặc trong công trình, tháp được tự nối dài để tăng độ cao nâng theo sự phát triển chiều cao của công trình. Khi tháp có độ cao lớn, nó được neo với công trình để tăng độ ổn định của cần trục và tăng khả năng chịu lực ngang.

1.2.2. Máy bơm ô tô

Xe bơm bê tông dùng để vận chuyển bê tông theo một đường ống dẫn bằng thép hoặc bằng một vật liệu cao su từ xe vận chuyển bê tông đến vị trí thi công.



Hình 1.11. Xe bơm bê tông có tầm với cần từ 25 đến 68m

So với phương pháp bê tông dùng bơm bằng đường ống và dùng cần trực thì vận chuyển bằng xe bơm có các công dụng sau:

- Do quá trình vận chuyển liên tục nên năng suất cao, đối với bơm bê tông thường có năng suất từ $30 \div 80 \text{ m}^3/\text{h}$.

- Do địa hình chật hẹp, xe bơm bê tông có thể đặt xa nơi đang xây dựng, các đường ống vận chuyển có thể đặt tùy ý theo địa hình.

- Vận chuyển bằng đường ống đảm bảo: phạm vi hoạt động lớn, chiều cao nâng lớn hơn so với dùng cần trực với xi-lô chứa để vận chuyển bê tông. Chiều cao nâng của cần bơm có chiều cao từ $25 \div 68 \text{ m}$. Chiều dài vận chuyển có thể lên đến hàng trăm mét.

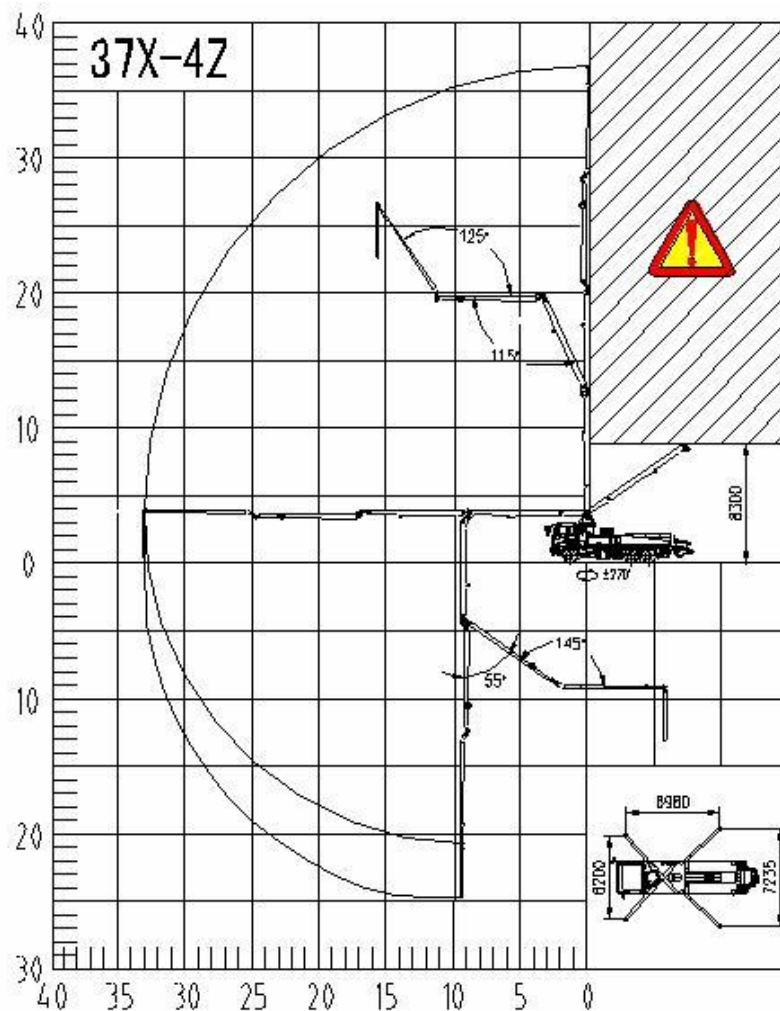
Xe bơm bê tông được sử dụng nhiều trong các công trình vận chuyển và đổ bê tông tại chỗ trong xây dựng. Tuy nhiên nhược điểm là khó khống chế số lượng bê tông trong lúc vận chuyển, thành phần bê tông bị hạn chế trong phạm vi nhất định (vật liệu và tỉ lệ trộn)...

Các thông số kỹ thuật cơ bản của xe bơm bê tông.

Bảng 1.2. Các thông số của xe bơm bê tông ZLJ5260THB 37X-4Z.

Model		Đơn vị tính	ZLJ5260THB 37X-4Z
Hệ thống bơm bê	Năng suất lớn nhất theo lý thuyết	m^3/h	120/70
	Áp suất bê tông đầu ra lớn nhất theo lý thuyết	MPa	7/11

tông	Áp suất làm việc định mức	MPa	35
	Tần số bơm	min ⁻¹	22
	Dung tích bể	L	550
	Chiều cao cấp liệu	mm	1540
	Kiểu hệ thống thủy lực		Mạch hở
	Kiểu van phân phối		Van S
	Đường kính xilanh thủy lực x hành trình	mm	Ø130×2100
	Đường kính xilanh betong x hành trình	mm	Ø 230×2100
	Làm mát dầu thủy lực	cm	Bảng gió
	Độ sụt bê tông cho phép bơm	mm	12~23
	Đường kính cốt liệu max		40
Cần phân phối	Kiểu cấu trúc		37X-4Z
	Độ cao phân phối	m	37
	Chiều ngang phân phối	m	33
	Chiều sâu phân phối	m	24.7
	Góc quay		±270°
	Số đoạn cần		4
	Chiều dài các đoạn	mm	8850/7860/7970/8320
	Góc gập các đoạn cần		90°/180°/245°/235°
	Đường kính ống	mm	Ø125
	Chiều dài ống mềm (cuối cùng)	mm	3000
	Chiều cao khi bắt đầu mở cần phân phối	mm	8300
	Độ mở chân chống (Trước×sau×bên cạnh)	mm	6200×7235×6980
	Thể tích thùng nhiên liệu	L	380
	Tiêu chuẩn khí xả		Euro. III
	Tổng trọng lượng	kg	26400
	Kích thước ngoài	mm	11760×2500×4000





Hình 1.12. Vùng làm việc của cần bơm

1.2.3. Máy bơm tĩnh

Loại bơm tĩnh, là loại máy chỉ gồm phần máy bơm chính không kèm theo hệ đường ống bơm, mà sẽ được đấu vào đường ống bơm đặt sẵn tại công trình, do đó loại máy bơm này còn gọi là máy bơm dòng hay máy bơm đường ống. Thường máy bơm tĩnh không tự di chuyển được, mà phải gắn vào xe tải như một rơ-móc, để xe tải kéo đến công trường. Tuy nhiên, cũng có loại bơm tĩnh tự hành, nhưng đến công trường nó vẫn được đặt tĩnh tại một vị trí cố định, mà có thể nối vào hệ thống ống bơm bê tông lắp sẵn cố định tại hiện trường. Tuy máy bơm tĩnh không có hệ cần để có thể vươn tới mọi vị trí đổ bê tông trong tầm hoạt động của cần như bơm động, nhưng với nhà siêu cao tầng nó lại thường được dùng để bơm chuyên lên từng đợt độ cao nhà theo từng đợt đường ống đứng. Trong trường hợp này, người ta thường

kết hợp nhiều máy bơm tĩnh để bơm vữa bê tông trung chuyển theo từng đợt chiều cao của tòa nhà siêu cao tầng.

Hình ảnh bơm bê tông tĩnh:

	
<p>a) Bơm bê tông tĩnh có định dạng xe kéo – Phổ biến</p>	<p>a) Bơm bê tông tĩnh có định dạng gắn với xe tải</p>

Hình 1.13. Hình ảnh cơ bản của máy bơm tĩnh để bơm bê tông

Thông số kỹ thuật bơm bê tông tĩnh (Ví dụ: Model HBT80.18.181RS của Mỹ - công suất bơm lớn nhất 95m³/h)

Bảng 1.3. Các thông số của bơm bê tông tĩnh Model: HBT80.18.181RS.

Stt	Thông số chính	Đơn vị	Giá trị
1	Công suất bơm lớn nhất	m ³ /h	95/43
2	Áp suất bơm	Mpa	8/18
3	Công suất động cơ (Diesel)	Kw	181
4	Trọng lượng	Kg	7300
5	Kích thước đá	Mm	Sỏi:50, đá xay 40
6	Đường kính ống bơm	M	f125; f150
7	Chiều cao bơm lớn nhất/Xa	M	250/1000
8	Đường kính cửa xả	mm	f180
9	Hệ thống thủy lực		Mạch kín
10	Kích thước phễu Thể tích x Chiều cao H	Lxmm	600x1400

1.2.4. Cần phân phối bê tông

1.5.4.1. Khái niệm:

Cần phân phối bê tông là thiết bị chuyên dùng vận chuyển bê tông lên cao và phân phối diện rộng (Chiều ngang tầm với 20-45 m), nó đáp ứng được mọi yêu cầu đòi hỏi của thi công bê tông như: khối lượng cung cấp lớn, tốc độ cung cấp bê tông rất cao, tiến độ thi công rất nhanh, chính xác, chất lượng bê tông đồng đều, chất lượng công trình cao, an toàn cho người và công trình đứng hàng đầu, sử dụng ít lao động, vệ sinh môi trường đứng số 1....

1.5.4.2. Một số hình ảnh cần phân phối bê tông



Hình 1.14. Cần phân phối bê tông Zoomlion, Truemax.

Thông số kỹ thuật cần phân phối bê tông (Ví dụ: Model Zoomlion HGS45 lắp ráp tại Trung Quốc – tầm với lớn nhất 45m)

Bảng 1.4. Các thông số chính của cần phân phối bê tông Model Zoomlion HGS45.

Stt	Thông số chính	Đơn vị	Giá trị
1	Tầm với lớn nhất	m	45
2	Chiều cao tự đứng	m	24
3	Góc quay cân	o	360
4	Tổng trọng lượng	Kg	19.000
5	Đường kính ống dẫn	mm	125mm, ống mềm 300mm
6	Kích thước trụ (m)	m	0,75 x 0,75
7	Chiều dài cần 1/ 2/ 3		10,25/ 8,1/

			7,9/7,91/8,25
8	Góc quay cần 1/ 2/ 3		-4,2 ~ +82,5/ 0~180/ 0~180
9	Cơ cấu leo		Xilanh thủy lực

1.3. Công tác vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng trên thế giới và tại Việt Nam

1.3.1. Bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng

Vật liệu cơ bản được sử dụng để xây dựng khung chịu lực của nhà siêu cao tầng là bê tông toàn khối. Cho đến nay, rất nhiều nhà chọc trời trên thế giới đã được xây dựng trên nền tảng kết cấu khung chịu lực bê tông toàn khối, trong đó có Burj-Dubai Tower (Dubai - Ả Rập, 828m, 164 tầng); Petronas Twin Tower (Malaixia, 432m, 88 tầng); Bank of China Tower (Hong Kông, 369m, 70 tầng); Jin Mao Building (Thượng Hải, 421m, 88 tầng); Texas Commerce Tower (Mỹ, 305m, 75 tầng); Federasia Tower – Moscow City (LB Nga, 506m, 94 tầng) và nhiều công trình khác.

Sản lượng bê tông toàn khối hàng năm trên thế giới sử dụng cho các kết cấu nhà và công trình vượt quá 1,5 tỷ m³, tiêu tốn hơn một nửa khối lượng xi măng được sản xuất. Ở các nước phát triển (Anh, Mỹ, Nhật, Đức...) bê tông toàn khối chiếm trên 75% khối lượng bê tông sử dụng cho xây dựng. Còn ở LB Nga bê tông toàn khối hàng năm ước khoảng trên 100 triệu m³, chiếm khoảng 35% khối lượng vật liệu xây dựng được sử dụng.

Bê tông khối lớn cho nhà siêu cao tầng thường được thiết kế với độ bền cao. Thường từ B40, tương đương M550 trở lên. Trong những năm gần đây xu hướng sử dụng bê tông với cường độ cao hơn đến B70÷B90, như lõi khung chịu lực Petronas Twin Tower, Keangnam HaNoi Landmark Tower sử dụng bê tông C70 theo tiêu chuẩn ACI, tương đương M900... Phần bê tông của công trình Lotter Center Hanoi, Keangnam Hanoi Landmark Tower đều sử dụng bê tông cường độ cao. Qua đó cho thấy rằng bê tông được sử dụng cho nhà siêu cao tầng nói chung và cho các kết cấu

khối lớn nói riêng đều phải có chất lượng rất cao với các yêu cầu nghiêm ngặt về kỹ thuật và công nghệ và được gọi là bê tông công nghệ cao.

Phương án được sử dụng là dùng bê tông tỏa nhiệt thấp, hạn chế chênh lệch nhiệt độ giữa các lớp bê tông và môi trường- với việc bổ sung vào thành phần bê tông phụ gia khoáng hoạt tính (tro bay), phụ gia siêu hóa dẻo và kéo dài thời gian ninh kết. Việc sử dụng phụ gia tro bay giảm lượng xi măng sử dụng, tăng độ bền lâu của bê tông, kéo dài thời gian ninh kết bê tông, giảm lượng nước trộn, giảm độ tổn thất độ sụt theo thời gian, tăng độ chống thấm cho bê tông, giảm tốc độ phát nhiệt thủy hóa xi măng... Tuy nhiên, do những đặc điểm riêng biệt về cấu tạo, tính chất chịu lực, cùng với yêu cầu về tính liên tục trong thi công toàn khối nên vữa bê tông sử dụng phải có độ lưu động và tính công tác cao. Bê tông sử dụng thường có độ sụt lớn đảm bảo được khả năng vận chuyển, thi công (bằng máy bơm), khả năng lấp đầy khuôn và lèn chặt trong quá trình đổ. Ngoài ra còn phải đảm bảo được khả năng giữ được độ lưu động trong thời gian dài [4].

Nhà siêu cao tầng sử dụng bê tông có cường độ cao, bê tông cường độ cao có các ưu điểm: Giảm tiết diện cấu kiện, giảm tải trọng bản thân, tạo được không gian, vượt khẩu độ lớn.

1.3.2. Vận chuyển vữa bê tông trong giai đoạn thi công phần thân

Trong công tác vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng, có thể có 2 giai đoạn cơ bản: giai đoạn thi công các tầng thấp (dưới 7-8 tầng) và các tầng cao. Một số đặc điểm cơ bản của việc lựa chọn thiết bị bơm ở hai giai đoạn thể hiện như sau:

Bảng 1.1. Đặc trưng của Lựa chọn thiết bị bơm và ưu nhược điểm

Lựa chọn thiết bị	Phần tầng thấp - Máy bơm ô tô	Phần tầng cao- Máy bơm tĩnh kết hợp cần phân phối bê tông	Ghi chú
Đặc trưng	- Rất tiện lợi cho việc hoạt động 1 cách trọn vẹn khi trang bị bơm với xe tải.	- Kết nối bơm theo hình dáng xe tải và phân chia theo hình dáng xe để kéo	- Ứng dụng sử dụng

	- Ứng dụng cho công trình có độ cao vuông góc dưới 7 tầng.	- Bơm ứng dụng bơm xả tại độ cao trên 7 tầng mà khó khăn khi dùng xe bơm (Pump Car).	bơm áp lực tầng cao khoảng 35 tầng.
Ưu điểm	- Thuận lợi cho hoạt động thi công phần tầng thấp. - Tính kinh tế vượt trội. - Thuận lợi khi vận hành	- Có khả năng đặt ống bơm xả ở phần tầng cao mà xe bơm (Pump Car) không thể hoạt động được. - Vượt trội khả năng hoạt động khi sử dụng loại bơm này và linh hoạt khi phối hợp với cần phân phối bê tông để rải theo bán kính cần bơm	
Nhược điểm	- Không có khả năng bơm xả ở phần tầng cao	- Chỉ ứng dụng khi bơm xả ở phần tầng cao	

1.3.3. Công tác vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng ở nước ngoài

Trên thế giới có nhiều nhà siêu cao tầng có chiều cao lớn hơn 250m như Tháp Petronas của Malaysia cao 452m, Taipei 101 (Đài Loan) cao 509m, Shanghai WorldFinancial Centre (Trung Quốc) cao 492m, Tháp Al Burj Dubai cao 828m.

Tòa tháp Burj Dubai được bắt đầu xây dựng từ năm 2005, ngay từ đầu, ba máy bơm bê tông hiệu suất cao, một hệ thống đường ống bơm bê tông phức tạp, bốn cần bơm cố định không lắp đối trọng với nhiều loại hỗn hợp bê tông đã được cung cấp cho công trình.

Putzmeister AG đã cung cấp và lắp đặt các máy bơm và hệ thống cần bơm bê tông Tại dự án Burj Dubai và tại dự án này có một máy bơm bê tông siêu cao áp đã đạt kỷ lục về độ cao bơm bê tông lên tới 601m (tầng 155) và độ cao cuối cùng là 611m (hình 1.5). Độ cao bơm được tính theo chiều dài của đường ống đứng lắp

trong kết cấu và đường ống bơm bê tông thẳng đứng, bao gồm cả ống trụ và cần bơm của trạm bơm cố định.

Máy bơm Putzmeister và hệ thống đường ống đã bơm bê tông lên độ cao 600m với lưu lượng 30m³/giờ.



Hình 1.5. Bơm bê tông liên tục lên đến độ cao 601m tại dự án Burj Dubai

Để đạt được độ cao bơm bê tông để phục vụ thi công cho tòa nhà, người ta tiến hành các thử nghiệm bằng một hệ thống đường ống bơm trải ngang trên mặt đất và các giả định về áp suất bơm, độ ma sát của bê tông trong đường ống bơm và kết hợp hai máy bơm siêu cao áp BSA 14000 SHP-D với một máy bơm cao áp ‘thường’ BSA 14000 HP-D đã dùng khi thử nghiệm, thành một trạm bơm.

Ban đầu các đường ống bơm được nối với cả bốn cần bơm cố định Putzmeister. Ba đường ống được nối với các cần bơm loại MX 28-4 T, chúng sẽ chuyển bê tông tới các kết cấu cánh của công trình. Cần bơm MX 28-4 T được cố định trên sàn công tác của hệ thống giàn giáo Doka với các trụ ống cao 16m. Việc đổ bê tông cho kết cấu lõi được tiến hành lên tới độ cao 585m (tầng 155) với bốn cần bơm, thậm chí lớn hơn loại MX có tầm với 32m. Các cần bơm MX 32-4 T được lắp trên các trụ ống cao 20m gắn trên sàn công tác của hệ thống giàn giáo tự leo

Doka. Tiến trình leo của hệ thống này được thực hiện bằng thiết bị thủy lực theo cách nâng dần thành nhiều bước cho mỗi tầng.

1.3.4. Công tác vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng ở trong nước

1.3.4.1. Công trình Keangnam Hà Nội Landmark Tower: Công nghệ vận chuyển, phân phối và rót vữa bê tông

Công trình KEANGNAM HANOI LANDMARK TOWER: Khu phức hợp gồm 1 tòa tháp chính cao nhất với 70 tầng nổi và 2 tầng hầm có chiều cao là 336m. Tổng diện tích sàn là 579.000m². Hiện đây là tòa nhà cao nhất Việt Nam và cao thứ 22 trên thế giới. Phần tòa tháp chính này được bố trí 02 máy bơm tĩnh nổi nhưng có 03 đường ống bơm bê tông lên các tầng cao và được rải vữa bởi 03 cần phân phối bê tông có bán kính bơm xả theo chiều ngang là 28m và bán kính hoạt động 36m (Ở đây có 01 đường ống nối với 01 cần phân phối bê tông để dự phòng). Hai tòa tháp 48 tầng, mỗi tòa tháp bố trí 01 hệ thống bơm bê tông lên các tầng cao nối với 01 cần phân phối bê tông có bán kính bơm xả chiều ngang là 32m.





Hình 1.6. Cần phân phối bê tông tại dự án Keangnam Landmark Tower

1.3.4.2. Tháp tài chính Bitexco

Tòa tháp hình búp sen 68 tầng - Bitexco Financial Tower tại TP.HCM do Tập đoàn Bitexco đầu tư là công trình thương mại hạng A+ tại TP.HCM, tháp Bitexco Financial Tower đã thiết lập những quy chuẩn mới cho ngành xây dựng của VN. Tòa tháp có chiều cao 262m (68 tầng), mang hình búp sen, có sân đỗ trực thăng ở tầng 52 đó là có sân đỗ trực thăng đầu tiên tại Việt Nam.

Phần móng với hệ đài móng bè cọc bằng bê tông cốt thép dày hơn 3m, đặt trên cọc khoan nhồi đường kính 1,5m sâu 75m.

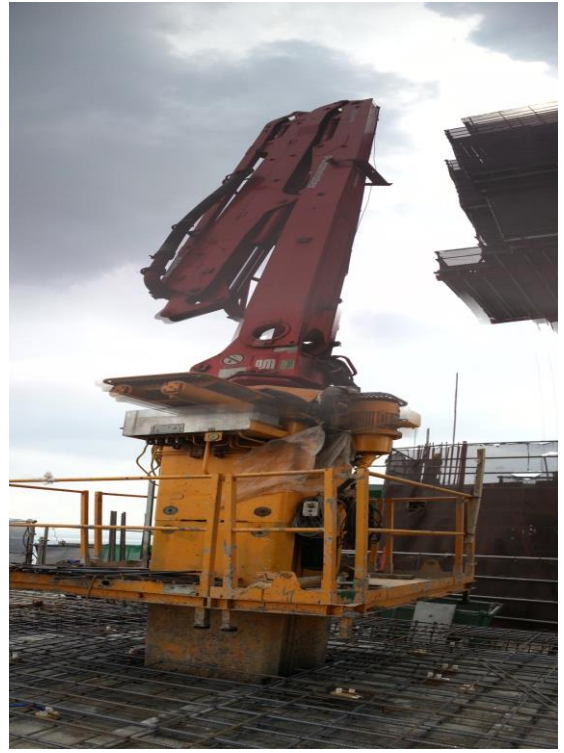
Bố trí cần phân phối bê tông để rải vữa bê tông tại tầng 65



Hình 1.7. Thi công bơm bơm bê tông tầng 65 tòa nhà Bitexco

1.3.4.3. Trung tâm thương mại Lotte Hà Nội

Phần thân công trình Lotte Center Hanoi tại tầng 61 vẫn được bố trí 03 cần phân phối bê tông (Putzmeister) để đảm bảo cho công tác thi công rót rải vữa cho toàn bộ mặt sàn.



Hình 1.8. Cẩu phân phối bê tông thi công tầng 61 công trình Lotte Center Hanoi.

Phần mái tòa nhà đã được cất nóc vào ngày 24/07/2013, tại cao độ 267m (tầng thứ 65 của công trình).



Hình 1.9. Bơm bê tông tầng 65 tại dự án Lotte Center

1.4. Các sự cố xảy ra tại các công trình trong quá trình vận chuyển vữa bê tông và bài học khắc phục của đơn vị thi công

- Mất điện, không bơm được, vữa đọng lại trong ống.
- Bê tông mất độ dẻo, độ sụt bê tông giảm (mất độ linh động), áp lực máy bơm không đủ để thắng ma sát giữa vữa bê tông và thành ống trong trường hợp bê tông mất độ linh động này. Nguyên nhân do bê tông được trộn và chờ quá lâu nên linh kết và làm giảm độ linh động. Khắc phục: Phải bổ sung thêm nước và trộn trộn làm tăng độ sụt (độ linh động của bê tông).
- Do tính toán áp lực máy bơm không chính xác.
Về nguyên tắc, khi thi công các tầng cao thì vữa bê tông yêu cầu độ sụt càng lớn, đồng thời áp lực máy bơm cũng tăng theo các tầng. Việc tính toán áp lực máy bơm không chính xác có thể dẫn đến không đủ áp lực đẩy vữa lên cao mặc dù vữa bê tông vẫn đảm bảo độ linh động khi thiết kế.
- Vỡ ống bơm ở những vị trí nối ống hay khớp nối

Tiểu kết chương 1:

Nội dung chương 1 đã tổng hợp và phân tích được tổng quan các phương pháp vận chuyển vữa bê tông trong xây dựng các công trình siêu cao tầng trên thế giới và ở Việt Nam trong thời gian gần đây. Phương tiện để vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng được lựa chọn phù hợp với yêu cầu về chiều cao cần vận chuyển. Trong các tầng thấp có thể dùng máy bơm ô tô để bơm bê tông. Các tầng trên sự lựa chọn bắt buộc là máy bơm tĩnh, áp lực bơm lớn. Quá trình bơm có thể trực tiếp hoặc có thể qua trạm trung gian.

Khi thi công các công trình nhà siêu cao tầng ở Việt Nam, phương án bơm bê tông được tính toán và thiết kế lựa chọn bởi các nhà thầu nước ngoài, đáp ứng được yêu cầu thi công của công trình. Việc nghiên cứu tổng kết đề xuất qui trình và những nguyên tắc cơ bản lựa chọn phương án vận chuyển vữa bê tông cho các công trình siêu cao tầng trong điều kiện Việt Nam để có thể áp dụng phổ biến là cần thiết.

CHƯƠNG 2.
CƠ SỞ KHOA HỌC CỦA VIỆC LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN
VẬN CHUYỂN VỮA BÊ TÔNG TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG
NHÀ SIÊU CAO TẦNG

2.1. Các yêu cầu của vữa bê tông đáp ứng quá trình vận chuyển bằng bơm bê tông

2.1.1. Cấu trúc của hỗn hợp vữa bê tông

Hỗn hợp vữa bê tông là một hệ đa phân tán nhiều thành phần phức tạp nhận được khi nhào trộn hỗn hợp xi măng với cốt liệu và nước. Do có các nội lực tác dụng giữa các pha rắn và nước hỗn hợp bê tông có được tính dẻo và các tính chất nhất định, đặc trưng cho các chất lỏng dẻo đang hình thành cấu trúc, là dạng vật chất trung gian giữa chất lỏng dẻo và các vật thể rắn. So với chất lỏng dẻo thực chúng khác nhau bởi sự hình thành cường độ cấu trúc ban đầu hoặc độ nhớt cấu trúc, xuất hiện nhờ lực ma sát dẻo; so với vật thể rắn – sự vắng mặt đàn hồi đầy đủ của hình dạng và khả năng biến dạng dẻo không hồi lại đáng kể của sự chảy ngay bởi tải trọng bản thân.

Cấu trúc của hỗn hợp bê tông có thể xem như hệ được cấu tạo từ hai thành phần: hồ xi măng và cốt liệu. Thành phần tạo thành cấu trúc chính của hỗn hợp bê tông là hồ xi măng, bao gồm xi măng, nước và phụ gia khoáng nghiền mịn (nếu có). Các phần tử xi măng có điểm khác biệt là có kích thước nhỏ và bề mặt riêng lớn, kết quả là hồ xi măng có bề mặt phân cách vật rắn – chất lỏng phát triển cao và trong chúng thể hiện mạnh hơn lực mao quản, phân tử và hấp thụ, chúng tạo cho hệ tính dẻo và độ lưu động.

Hỗn hợp bê tông chứa các hạt có kích thước rất khác nhau do đó giữa chúng thể hiện nhiều lực: lực cơ học ma sát trong, lực mao quản, lực tác dụng bề mặt sự keo tụ, lực phân tử, lực hấp thụ, ảnh hưởng khác nhau đến cấu trúc hỗn hợp. Các phần tử cực nhỏ, lắng và bám dính lên bề mặt của các hạt lớn hơn, làm giảm độ lưu động, và để tăng chúng cần thêm nước trộn, sự tăng nước trộn thúc đẩy sự tăng độ lưu động nhưng giảm liên kết của hỗn hợp bê tông. Khi thay đổi cấu trúc, tỷ lệ giữa các hạt và hàm lượng pha lỏng sẽ làm thay đổi độ lưu động và tính dẻo của hỗn hợp bê tông.

2.1.2. Các tính chất của vữa bê tông

2.1.2.1. Tính chất lưu biến của vữa bê tông

Để miêu tả trạng thái của hỗn hợp vữa bê tông ở các điều kiện khác nhau người ta sử dụng các đặc tính lưu biến của nó: ứng suất giới hạn trượt, độ nhớt và tính xúc biến. Để xác định được các tính chất ấy, sử dụng thiết bị viscodimetr chuyên dụng và các thí nghiệm được thực hiện trong phòng thí nghiệm. Trong điều kiện sản xuất, độ lưu động (độ sụt) của hỗn hợp vữa bê tông được kiểm tra bằng côn đo tiêu chuẩn.

Sự biến đổi không ngừng các tính chất của hỗn hợp bê tông từ khi chuẩn bị đến khi đóng rắn do các quá trình hóa lý phức tạp xảy ra trong bê tông dưới ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết và công nghệ là đặc điểm đặc biệt của vữa bê tông. Vì là một hệ nhiều cấu trúc phức tạp, có lực tác dụng tương hỗ giữa các hạt phân tán của pha rắn và nước, hệ thống này có tính dẻo và có thể xem như thể vật lý thống nhất với các tính chất cơ, lý, lưu biến nhất định.

Khi đưa ngoại lực (rung động) vào hỗn hợp bê tông xảy ra sự làm toi xóp cấu trúc ban đầu, làm yếu đi các liên kết giữa các hạt, tăng khả năng chảy, biến dạng và độ lưu động của chúng. Khi đạt được tốc độ giới hạn trượt, khi mà cấu trúc ban đầu của hệ ở giới hạn phá vỡ, độ nhớt và sức bền chống trượt đạt giá trị nhỏ nhất và ngay cả hỗn hợp ít lưu động cũng đạt được độ chảy nhất định. Sau khi kết thúc tác động của ngoại lực, hệ thống trở về trạng thái ban đầu, phục hồi độ bền cấu trúc, giảm độ lưu động. Khả năng của hệ cấu trúc có thể thay đổi các tính chất lưu biến dưới ảnh hưởng của tác dụng cơ học và phục hồi lại sau khi ngừng các tác dụng gọi là tính xúc biến của hỗn hợp vữa bê tông.

2.1.2.2. Tính chất công nghệ của vữa bê tông

Chất lượng vữa bê tông trên quan điểm thi công được đánh giá qua tính dễ đổ và tính công tác của hỗn hợp. Đây chính là các tính chất công nghệ của vữa bê tông, các tính chất này được đánh giá theo thông số độ lưu động hoặc độ cứng của hỗn hợp bê tông. Ở giai đoạn ban đầu của hỗn hợp bê tông (giai đoạn có thể thi công được), hỗn hợp bê tông có dạng vữa lỏng, nên rất dễ chứa đựng, vận chuyển

và bơm theo đường ống. Độ linh động của vữa lỏng đảm bảo cho việc bơm bê tông, rót bê tông vào khuôn được dễ dàng. Tính linh động của vữa bê tông được đo lường thông qua chỉ tiêu độ sụt của vữa trước khi đổ bê tông. Độ sụt của vữa bê tông đảm bảo cho vữa bê tông có thể bơm được và chảy đến mọi vị trí bên trong khuôn khi đổ bê tông. Tính công tác của vữa bê tông quyết định bởi các yếu tố: độ sụt, độ cứng và độ nhớt của hỗn hợp.

Độ sụt được xác định theo TCVN 3106-1993 hoặc ASTM C143-90A. Dụng cụ đo độ sụt là hình nón cụt của Abrams, gọi là côn Abrams, có kích thước 203x102x305 cm, đáy và miệng hở. Độ sụt được xác định bằng chênh lệch giữa độ cao côn (305 cm) và độ cao của cột bê tông sau khi đổ ra khỏi côn. Độ cứng của hỗn hợp vữa bê tông được xác định bằng thử nghiệm Vebe.

Tại Hoa Kỳ, khi kiểm tra độ sụt bê tông các kỹ sư thường sử dụng các tiêu chuẩn kỹ thuật ASTM và AASHTO làm tài liệu để kiểm tra. Các tiêu chuẩn của Hoa Kỳ thường chỉ định cụ thể nón sụt giả phải có chiều cao là 12-in (30,48 cm), có đường kính dưới cùng là 8-in (20,32 cm) và đường kính trên là 4-in (10,16 cm). Các tiêu chuẩn ASTM cũng chỉ định cụ thể quá trình tháo nón sụt, cần nâng lên theo chiều dọc, mà không được quay tròn nón sụt trong quá trình tháo bỏ khỏi khuôn. Sự kiểm tra độ sụt được xem như là "Tiêu chuẩn phương pháp thử cho việc thử độ sụt của hỗn hợp vữa xi măng và cùng với tiêu chuẩn (ASTM C 143) hay (AASHTO T 119).

Tại Anh Quốc tiêu chuẩn chỉ định nón sụt có chiều cao là 300mm, đường kính đáy dưới của nón sụt là 200mm, đường kính trên cùng là 100mm. Tiêu chuẩn Anh không yêu cầu cụ thể cách tháo bỏ nón sụt mà chỉ yêu cầu nón sụt nên lên theo chiều dọc. Công tác kiểm tra trong tiêu chuẩn Anh trước đây thường dùng BS 1881-102:1983 và hiện nay sử dụng tiêu chuẩn hiện hành của châu Âu BS EN 12350-2:2009 thay thế tiêu chuẩn cũ.

2.1.3. Các tiêu chí đánh giá chất lượng vữa bê tông

2.1.3.1. Phân loại vữa bê tông

Vữa bê tông được phân ra theo tính công tác và theo mức độ hoàn chỉnh.

a. Theo tính công tác:

Tính công tác của vữa bê tông được đo lường đánh giá qua khái niệm mác của hỗn hợp. Theo đó, hỗn hợp bê tông phân thành 3 nhóm mác: siêu cứng - SC, cứng - C và dẻo - D. Trong từng nhóm, tùy theo mức độ dễ đổ và dễ đầm, hỗn hợp bê tông được chia thành các Mác khác nhau (bảng 2.1).

Bảng 2.1 Mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác

Mác hỗn hợp bê tông theo tính công tác	Tính công tác xác định theo		
	Độ cứng, giây	Độ dẻo, mm	
		Sụt côn	Đường kính chảy xoè
Hỗn hợp bê tông siêu cứng			
SC	Lớn hơn 50	-	-
Hỗn hợp bê tông cứng			
C4	31 ÷ 50	-	-
C3	21 ÷ 30	-	-
C2	11 ÷ 20	-	-
C1	5 ÷ 10	-	-
Hỗn hợp bê tông dẻo			
D1	4 và nhỏ hơn	10 ÷ 40	-
D2	-	50 ÷ 90	-
D3	-	100 ÷ 150	-
D4	-	160 ÷ 220	260 ÷ 400

(Độ cứng vữa bê tông: Thời gian cần thiết để làm phẳng mặt một khối hỗn hợp bê tông tươi hình côn trong khuôn tiêu chuẩn dưới tác dụng của một máy đầm rung tiêu chuẩn. Ký hiệu là C, đơn vị đo độ cứng là giây. Độ cứng chỉ rõ mức độ dễ tạo hình của hỗn hợp bê tông tươi không có độ sụt.)

Hỗn hợp bê tông dẻo có thể chia làm 3 loại như sau: Loại cứng SN=1-4cm, loại dẻo SN = 5-10cm, Siêu dẻo có SN > 10cm.

Theo tiêu chuẩn của LB Nga, hỗn hợp bê tông siêu cứng chia làm 3 mác: CЖ1 (đến 50 giây), CЖ1 (50 – 100) và CЖ1 (>100); hỗn hợp bê tông dẻo có 5 mác П1 – П5, trong đó mác П5 có độ sụt từ 21 cm và độ xòe côn từ 31 cm trở lên.

b. Theo mức độ hoàn chỉnh:

Tùy theo mức độ hoàn chỉnh hỗn hợp bê tông phân ra hai loại: hỗn hợp bê tông ướt (đã trộn nước) và hỗn hợp bê tông khô (chưa trộn nước).

2.1.3.2. Các tiêu chí đánh giá chất lượng vữa bê tông

Hỗn hợp bê tông cần được sản xuất phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn và các quy trình công nghệ được phê duyệt và bảo đảm đạt các yêu cầu cơ bản của hỗn hợp bê tông, qui định bởi các tiêu chuẩn: TCVN 374:2006 Hỗn hợp bê tông trộn sẵn - Các yêu cầu cơ bản đánh giá chất lượng và nghiệm thu; TCXDVN 4453:1995 Kế cấu bê tông toàn khối – Tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu; TCXDVN 356:2005 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế.

a. Các tiêu chí kỹ thuật, công nghệ: Tính công tác, cường độ bê tông (nén, kéo...), kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu, thời gian đông kết, hàm lượng bọt khí, tính bảo toàn các tính chất của hỗn hợp bê tông theo thời gian (tính công tác, độ tách nước và tách vữa, hàm lượng bọt khí) khi có yêu cầu, khối lượng thể tích;

b. Tiêu chí về độ tách nước và độ tách vữa:

- Độ tách nước: đại lượng chỉ rõ khả năng tự giữ nước của bê tông tươi theo thời gian. Độ tách nước được đo bằng phần trăm thể tích nước tách ra khỏi bê tông trong khuôn tiêu chuẩn sau một thời gian nhất định so với thể tích khối bê tông đem thử.

Độ tách nước của hỗn hợp bê tông T_n được tính bằng phần trăm, làm tròn tới 1% theo công thức

$$T_n = \frac{V_n}{V} 100 \text{ hoặc } T_n = \frac{h_n}{h} 100$$

Trong đó:

V_n - Thể tích nước tách ra, tính bằng ml.

V - Thể tích hỗn hợp bê tông trong thùng, tính bằng ml.

h_n - Chiều cao lớp nước tách ra, tính bằng mm.

h - Chiều cao hỗn hợp bê tông trong thùng, tính bằng mm.

- Độ tách vữa: Đại lượng chỉ sự phân li vữa trong hỗn hợp bê tông tươi theo chiều cao khối bê tông. Độ tách vữa của hỗn hợp bê tông cho từng lần thử được tính bằng phần trăm, làm tròn tới 1% theo công thức: $T_v = \frac{\Delta_v}{\Sigma V} 100$

Trong đó:

Δ_v - Chênh lệch phần trăm lượng vữa trong phần hỗn hợp ở trên so với ở dưới.

ΣV - Tổng phần trăm lượng vữa ở cả 2 phần.

Với V – Phần trăm lượng vữa trong hỗn hợp ở phần trên (hoặc dưới) được tính theo công thức: $V = \frac{m - m_1}{m} 100$

Trong đó:

m - Khối lượng hỗn hợp ở phần trên (hoặc dưới), tính bằng g.

m_1 - Khối lượng cốt liệu lớn đã được sấy khô ở phần trên (hoặc dưới), tính bằng g.

Để đảm bảo mức độ phân tầng của hỗn hợp bê tông không được vượt quá các giá trị quy định trong bảng 2.2.

Bảng 2.2 Giá trị giới hạn về độ phân tầng của hỗn hợp bê tông

Mức hỗn hợp bê tông Theo tính công tác	Độ phân tầng, %, không vượt quá các giá trị	
	Độ tách nước	Độ tách vữa
SC	0,1	2
C4 ÷ C1	0,2	3
D1 và D2	0,4	3
D3 ÷ D4	0,8	4

2.1.4. Yêu cầu kỹ thuật của vữa bê tông đáp ứng quá trình vận chuyển bằng bơm bê tông

Đối với công tác bơm bê tông, trong thành phần của hỗn hợp bê tông thì nước là thành phần qua trọng nhất để có thể bơm được hỗn hợp bê tông vì nó là thành phần trung gian truyền áp suất do bơm tạo ra đến các phối liệu khác. Do vậy cần phải tạo ra

hỗn hợp thể huyền phù của nước và các phối liệu cứng mà từ hỗn hợp này nước không thể tách ra được. Trong các phối liệu tạo nên hỗn hợp bê tông đảm bảo việc giữ được nước, các vật liệu có độ hạt nhỏ hơn 0,25 mm có vai trò quan trọng vì sức căng bề mặt của chúng trong hỗn hợp là lớn nhất nên ngăn cản không cho nước chảy qua. Chất lượng và khối lượng của hỗn hợp ở thể huyền phù có ảnh đến việc tạo thành dòng bê tông trong đường ống. Nếu trong hỗn hợp bê tông, thể huyền phù xuất hiện với số lượng ít hơn so với số lượng cần thiết để điền đầy thể tích rỗng của hỗn hợp, lúc này dòng bê tông trong các đường ống không được tạo thành.

Trong vùng chưa được điền đầy, áp suất của bơm không đủ để tạo thành dòng hỗn hợp vật liệu mà chỉ chèn ép các hạt. Chính điều này làm xuất hiện hiện tượng ùn tắc trong đường ống và việc bơm hỗn hợp không thể thực hiện được.

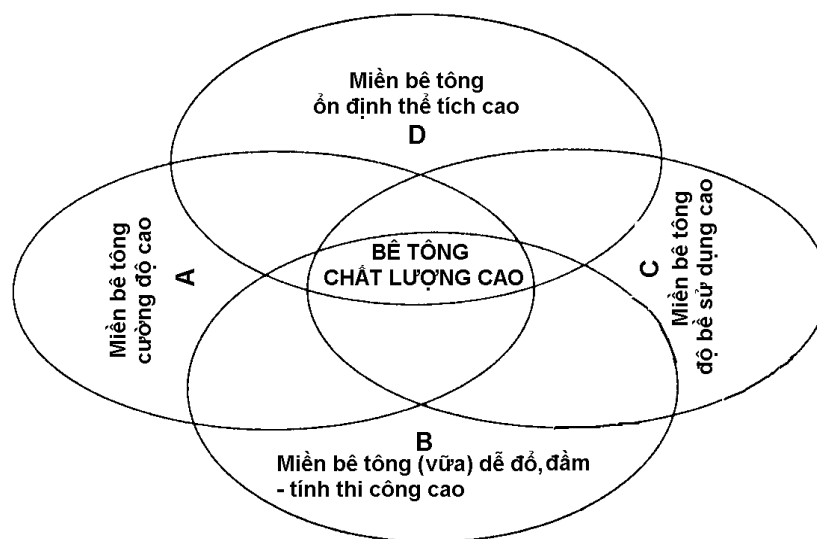
Nếu như hỗn hợp bê tông được tạo thành một dòng liên tục, không có lỗ hổng không khí (ta gọi bê tông ở thể huyền phù) thì dòng chất lỏng không chịu nén sẽ đảm bảo cho bê tông di chuyển thành dòng không bị ùn tắc. Áp suất của bơm sẽ truyền lực thủy tĩnh trực tiếp tác dụng lên hỗn hợp đã hoà trộn đều (thể huyền phù), hỗn hợp này trong lúc di chuyển thành dòng thường xuyên phủ lên bề mặt trong của đường ống tạo thành lớp bôi trơn.

Như vậy để bơm bê tông đạt năng suất cao và áp suất vận chuyển có thể nhỏ là cần phải tạo ra một hỗn hợp bê tông vận chuyển ở dạng huyền phù. Một điều cần lưu ý đối với các hỗn hợp bê tông có sử dụng các chất phụ gia như chất làm đông kết, chất làm chậm đông kết, phụ gia liên kết hoặc phụ gia làm tăng tính đàn hồi cần phải kiểm tra tại chỗ xem có ảnh hưởng đến khả năng bơm bê tông hay không.

Như vậy, để quá trình bơm được thuận lợi vữa bê tông phải có độ sụt, độ đồng nhất, độ dẻo cao và không được tách nước, phân tầng. Về nguyên tắc, vữa dùng cho bơm bê tông có độ lưu động $5 \div 12$ cm, nhưng trong thực tế độ lưu động của vữa bê tông bơm dùng cho các nhà cao tầng là 12 ± 2 cm cho $6 \div 7$ tầng dưới, và càng lên tầng cao độ sụt càng phải cao hơn, vào khoảng 15 ± 2 cm. Để có thể dùng bơm vận chuyển, hỗn hợp bê tông phải có hàm lượng cốt liệu nhỏ cao. Giới hạn cỡ hạt đá cần phải nhỏ hơn $1/3$ đường kính trong nhỏ nhất của ống bơm. Nếu độ lưu

động quá nhỏ, lực ma sát lớn, vữa khó dịch chuyển trong đường ống. Ngược lại, nếu độ lưu động cao quá giới hạn, vữa có thể bị phân tầng khi bơm, gây ra tắc ống. Sử dụng phụ gia hoá dẻo chống phân tầng và phụ gia Sika Pump cho hỗn hợp bê tông sẽ làm dễ dàng bơm theo đường ống.

Trong xây dựng nhà siêu cao tầng, để đáp ứng vai trò là kết cấu chịu lực của kết cấu, bê tông toàn khối phải đạt được các yêu cầu rất nghiêm ngặt về kỹ thuật và công nghệ, đó là bê tông chất lượng cao hay có thể gọi là bê tông công nghệ cao (High Performance Concrete, HPC). Bê tông chất lượng cao là bê tông kết hợp nhiều tính chất vượt trội: tính thi công, cường độ, độ bền sử dụng cao, chỉ số mài mòn và thấm thấu thấp, các tính chất bảo vệ an toàn đối với cốt thép, vững bền trước ăn mòn hóa học, vi sinh và ổn định về thể tích (hình 2.1).



Hình 2.1. Sơ đồ hợp thành bê tông chất lượng cao

Công nghệ bê tông chất lượng cao phải dựa trên sự điều chỉnh cấu trúc tạo thành của bê tông ở tất cả các giai đoạn của quá trình sản xuất. Phục vụ quá trình đó phải sử dụng xi măng pooc lăng cường độ cao hoặc chất kết dính hỗn hợp, tổ hợp các chất biến tính hóa học (modification) làm biến thể cấu trúc và tính chất bê tông, các thành phần và chất độn khoáng hoạt tính và các loại phụ gia. Trong quá trình sản xuất áp dụng những công nghệ tiên tiến, đảm bảo sự chính xác và khoa học công tác cấp liệu, trộn, sự đồng nhất hỗn hợp vữa, sự lèn chặt và đóng rắn bê tông.

Việc sản xuất và thi công bê tông toàn khối trong xây dựng nhà siêu cao tầng phải đặc biệt linh hoạt, phù hợp với từng kết cấu, giai đoạn thi công.

Hiện nay, khi thi công phần kết cấu chịu lực nhà siêu cao tầng, với yêu cầu về cường độ cao, thi công đổ bê tông ở độ cao lớn, cấu kiện với mật độ cốt thép dày đặc, ngoài yêu cầu về cường độ, vữa bê tông phải đảm bảo tính thi công, tự đầm và có độ chảy thích hợp (độ xòe còn trên 600mm). Để đạt được các yêu cầu trên khi chế trộn vữa bê tông phải thiết kế cấp phối sử dụng tổ hợp chất biến tính, phụ gia khoáng hoạt tính và phụ gia siêu hóa dẻo.

2.2. Nguyên lý hoạt động của máy bơm bê tông

Hiện nay, máy bơm bê tông có hai dạng: máy bơm ô tô và máy bơm tĩnh. Trong máy bơm ô tô, thiết bị bơm đặt trên xe cơ sở có thể di chuyển cơ động trong quá trình sử dụng, máy bơm được vận hành bởi động cơ của xe cơ sở.

Máy bơm bê tông tĩnh chỉ gồm phần máy bơm chính không kèm theo hệ đường ống bơm, mà sẽ được đầu vào đường ống bơm đặt sẵn tại công trình, do đó loại máy bơm này còn gọi là máy bơm dòng hay máy bơm đường ống. Máy bơm tĩnh không tự di chuyển được, mà phải gắn vào xe tải như một rơ-moóc, để xe tải kéo đến công trường. Tuy máy bơm tĩnh không có hệ cần để có thể vươn tới mọi vị trí đổ bê tông trong tầm hoạt động của cần như bơm động, nhưng với nhà siêu cao tầng nó lại thường được dùng để bơm chuyên lên từng đợt độ cao nhà theo từng đợt đường ống đứng. Trong trường hợp này, người ta thường kết hợp nhiều máy bơm tĩnh để bơm vữa bê tông trung chuyển theo từng đợt chiều cao của tòa nhà siêu cao tầng.

2.2.1. Nguyên lý truyền động từ xe cơ sở đến máy bơm

Động cơ có chức năng biến đổi năng lượng của nhiên liệu thành cơ năng. Ly hợp có nhiệm vụ đóng hoặc cắt nguồn động lực từ động cơ truyền đến bánh xe chủ động hoặc các bơm thủy lực. Hộp số chính có tác dụng làm thay đổi số vòng quay ở trục ra của động cơ từ đó làm thay đổi tốc độ di chuyển của xe hoặc làm thay đổi số vòng quay của các bơm thủy lực. Công suất động cơ truyền qua ly hợp, hộp số, trục các đăng đưa đến hộp số phụ. Hộp số phụ có hai chế độ làm việc: truyền công suất đến cầu sau (khi xe đang chuyển động) hoặc truyền công suất để dẫn động bơm chính (khi xe đang bơm bê tông).

Ban đầu cho động cơ hoạt động, sau một thời gian kiểm tra xem áp suất khí nén trong bình hơi. Khi áp suất đạt đến giá trị cho phép thì tiến hành mở ly hợp và tiến hành cài số xe thì xe sẽ bắt đầu di chuyển. Do hộp số phụ luôn luôn ở chế độ nối từ trực các đăng ra cầu sau vì vậy muốn bơm bê tông thì ta phải thực hiện quá trình chuyển chế độ làm việc của hộp số phụ ngay khi vừa mở ly hợp (việc điều khiển quá trình đóng mở ly hợp và chế độ làm việc của hộp số phụ điều dùng khí nén).

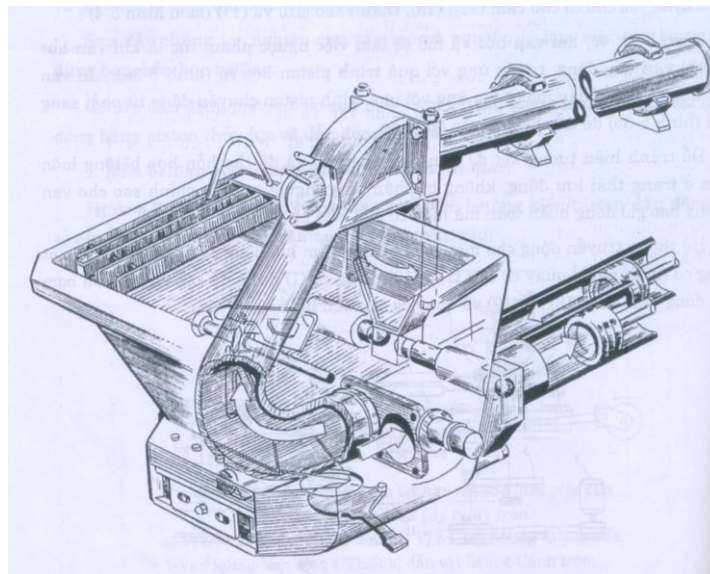
2.2.2. Nguyên lý hoạt động của máy bơm bê tông

Theo cấu tạo của bơm người ta chia làm hai loại: bơm kiểu piston, bơm kiểu rôto.

Theo cách dẫn động, chia ra làm hai loại: dẫn động thủy lực và dẫn động điện.

a) Bơm bê tông kiểu piston dẫn động bằng piston thủy lực (hình 2.2).

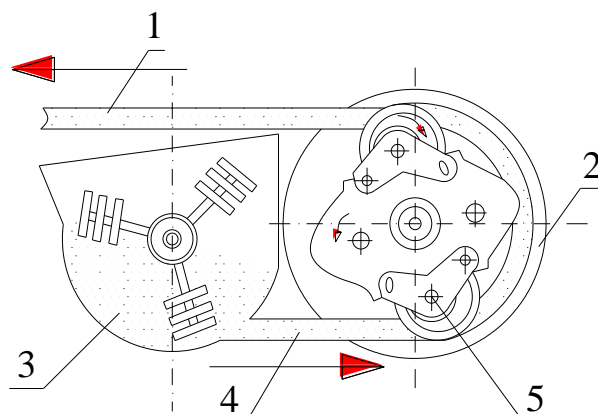
Bê tông từ các xe vận chuyển được đưa vào máng trộn, khi một piston chuyển động đi lên thì nó hút bê tông vào xi lanh của nó, piston kia sẽ đi xuống phía dưới và đẩy bê tông qua lắc hình chữ C để đưa bê tông đến ống dẫn bê tông. Sau khi bê tông đã được đẩy ra khỏi xi lanh thì miệng của quả lắc C sẽ được đưa qua miệng của xi lanh kia để tiếp tục thực hiện quá trình đưa bê tông đến ống dẫn, giúp cho bê tông được vận chuyển liên tục tròn đường ống.



Hình 2.2. Cấu tạo tổng thể cụm công tác của bơm

1-Máng trộn; 2-Quả lắc; 3-Ống dẫn bê tông; 4-Pittông bơm bê tông; 5-Xilanh bơm bê tông; 6- Xilanh điều khiển quả lắc; 7-Tấm lắc.

b) Bơm bê tông kiểu rôto (hình 2.3)



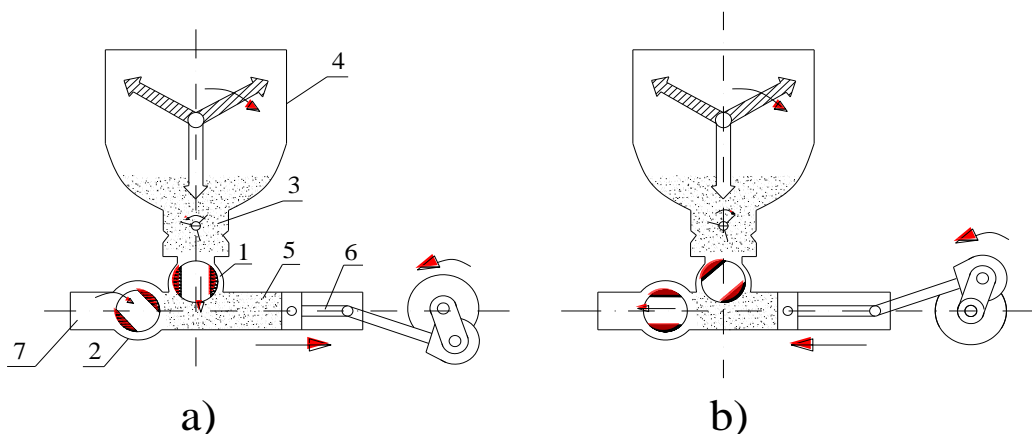
Hình 2.3. Bơm bê tông kiểu rôto

1-Ống dẫn bê tông cao áp; 2-Ống đàn hồi của bơm; 3-Thùng cấp liệu; 4-Ống dẫn bê tông từ thùng vào ống; 5-Rôto của bơm.

Khi rôto của thùng cấp liệu (3) quay, bê tông từ thùng chứa sẽ bị rôto cuốn theo và được đẩy chạy dọc theo ống đàn hồi (4). Rôto (5) của bơm sẽ quay nén bê tông từ ống (4) vào ống đàn hồi (2) và đẩy vào ống cao áp (1) để dẫn bê tông đến nơi sử dụng.

Ống dẫn bê tông của bơm rôto thường hay dùng loại ống cao su (ống mềm), chất lượng cao. Nhờ sự đàn hồi của ống mà bê tông vận chuyển trong ống được đều đặn, nên chất lượng phun bê tông khi bơm tốt hơn so với ống cứng.

c) Bơm bê tông kiểu piston dẫn động kiểu tay quay (hình 2.4)



Hình 2.4. Sơ đồ nguyên lý làm việc của bơm bê tông kiểu tay quay tròn.

Vị trí hút bê tông vào xylanh; b) Vị trí đẩy bê tông ra ống dẫn.

1-Van hút; 2-Van đẩy; 3-Thiết bị dẫn vật liệu; 4-Cánh trộn; 5-Xylanh; 6-Piston; 7-Phiếu tiếp liệu; 8-Ống dẫn; 9-Cơ cấu tay quay.

Thân bơm gồm xilanh (5) và hòn van, trong đó hòn van đặt van hút (1) và van đẩy (2). Xilanh gồm hai lớp, lớp ngoài và lớp trong gọi là xilanh và áo xilanh. Để tránh mài mòn áo xilanh được làm bằng một hợp kim rất tốt và được tôi luyện kỹ.

Bên trong xilanh đặt pittông (6) có đầu bọc cao su chống. Như vậy khi làm việc chỉ có áo xilanh tiếp xúc với bê tông nên khi bị mài mòn ta chỉ cần thay thế áo xilanh và vẫn giữ nguyên vỏ ngoài xilanh. Phiếu cấp liệu (7) có bố trí thiết bị dẫn vật liệu (3) để đưa hỗn hợp bê tông chảy từ từ và điều đặn vào trong bơm qua cửa van hút (1). Trong phiếu có cánh khuấy (4) để duy trì chất lượng bê tông và tránh hiện tượng phân tầng. Van hút và van đẩy thuộc loại van xoay để đóng mở đường dẫn bê tông vào xilanh và đẩy bê tông vào ống dẫn. Hai van làm việc nhờ cơ cấu liên động gồm vít truyền lực cho cơ cấu cam (12), (13), thanh kéo (16) và (17). Theo hình vẽ hai van hút và đẩy sẽ làm việc ngược nhau: tức là khi van hút mở thì van đẩy đóng, tương ứng với quá trình pittông kéo ra (hình 2.4.a), khi van hút đóng thì van đẩy mở tương ứng với quá trình pittông chuyển động từ phải sang trái (hình 2.4.b) để đẩy bê tông vào ống dẫn. Để tránh hiện tượng kẹt đá làm hư hỏng van và để cho hỗn hợp bê tông luôn luôn ở trạng thái lưu động, không bị phân tầng, người ta điều chỉnh sao cho van không bao giờ đóng hoàn toàn mà luôn có khe hở nhỏ.

2.3. Cần phân phối bê tông thủy lực

2.3.1. Nguyên lý hoạt động

Cần phân phối bê tông là thiết bị chuyên dùng có dạng cần trục dùng để tiếp nhận vữa bê tông từ máy bơm bê tông và phân phối rải vữa bê tông trên diện tích đổ bê tông. Cần phân phối bê tông là thiết bị không thể thiếu trong thi công bê tông các công trình siêu cao tầng.

Bê tông được phân phối bởi hệ thống cần liên kết quay quanh một trục (thân cần phân phối) và được điều khiển bởi các pittông áp lực dầu. Độ vươn của cần phân phối trong khoảng 20 – 45m. Sử dụng cần phân phối bê tông đáp ứng được mọi yêu cầu đòi hỏi của thi công bê tông như: khối lượng và tốc độ cung cấp bê tông rất cao, tiến độ thi công nhanh, an toàn cho người và công trình.






2.3.2. Đặc điểm cấu tạo chính của cần phân phối bê tông

Đặc điểm cấu tạo chính của cần phân phối bê tông thể hiện ở bảng 2.3.

Hoạt động của cần phân phối dẫn động hoàn toàn bằng thủy lực qua các khớp quay, mâm quay, khớp nối nên có độ linh hoạt và tính ổn định cao. Cần có thể sử dụng linh hoạt với 03 dạng điều khiển: bằng tay; từ xa không dây và từ xa có dây. Tổ hợp thân được chia thành thân trên và thân dưới. Sàn làm việc được cố định trên phần thân trên. Dụng cụ nâng chủ yếu được cấu tạo gồm 3 khung nâng, 2 xy lanh thủy lực và 2 chốt an toàn dài.

Tại các điểm khác nhau độ dày của ống cũng được thiết kế khác nhau, các vị trí chịu mòn, ống được làm dày hơn vì vậy tuổi thọ của ống phân phối rất cao. Các kết cấu chính của cần phân phối đều được chế tạo từ thép hợp kim đặc biệt. Bề mặt bên trong ống được tôi cao tần, cửa xả của phễu được lắp bạc hợp kim cao cấp. Toàn bộ hệ thống đều có tuổi thọ đảm bảo vận chuyển trên 30000m³ bê tông.

Bảng 2.3. Đặc điểm cấu tạo một số bộ phận chính của cần phân phối bê tông

<p>1. Bơm thủy lực, van phân phối, van cân bằng, van tràn là những bộ phận chính. Van cân bằng có tác dụng cân bằng áp suất, nâng cao độ ổn định khi xảy ra hiện tượng quá áp khi hạ cần.</p>	
<p>2. Cần phân phối được chế tạo bằng thép tấm cường độ cao, độ cứng vững và độ bền cao.</p>	
<p>3. Thùng dầu thủy lực được thiết kế ẩn bên trong có kết cấu vững chắc, đơn giản, thể tích nhỏ, làm việc linh hoạt.</p>	
<p>4. Cơ cấu leo có kết cấu hộp chữ nhật, rất vững chắc và linh hoạt, ổn định, thuận tiện cho việc tháo dỡ cần phân phối.</p>	
<p>5. Các bộ phận và linh kiện của hệ thống điện điều khiển đều là sản phẩm có độ chính xác rất cao</p>	
<p>6. Các thiết bị điều khiển từ xa, điều khiển bộ phận, điều khiển tốc độ. Trong trường hợp thiết bị điều khiển từ xa bị lỗi, còn có bảng điều khiển bằng tay để thao tác vận hành các chức năng của cần phân phối bê tông bình thường.</p>	
<p>7. Giảm tốc cơ cấu quay có khả năng chịu momen xoắn cao, hoạt động êm dịu và làm việc ổn định.</p>	

Cần phân phối và thân dạng ống đứng tự do trong giai đoạn đầu khi đổ bê tông nền và tầng tầng thấp. Cần phân phối được nâng lên sau giai đoạn đầu tiên nhờ thiết bị tự nâng qua các sàn hoặc trong hồ thang máy và được đặt tại sàn cần thi công.

2.4. Các thông số cơ bản liên quan đến đến công tác bơm bê tông

2.4.1. Độ dài đường ống bơm và sự tổn hao áp lực khi bơm bê tông

*) Trị số chiều dài nằm ngang ống bơm qui đổi

Ống bơm bê tông gồm 2 phần: ống cứng (được chế tạo bằng thép có đường kính ống từ $\varnothing = 130 \div 200$ mm, được nối lại với nhau từ nhiều đoạn ống thường có chiều dài mỗi ống 1m, 2m, 3m, 4 m và ống mềm bằng cao su dùng để rải bê tông.

Khi bơm bê tông, các yếu tố như: bơm thẳng đứng, các khúc gấp chuyển hướng ống bơm; chuyển đổi đường kính ống bơm, chuyển từ đường ống cứng sang ống mềm sẽ làm cản trở chuyển động của vữa và gây ra sự giảm áp suất bơm trong đường ống. Vì vậy, khi tính toán, lựa chọn máy bơm phải tính đến yếu tố này: Các tổn thất áp lực nói trên được qui đổi thành chiều dài nằm ngang của đường ống. Trị số chiều dài nằm ngang qui đổi có thể tham khảo ở Bảng 2.4.

Bảng 2.4. Bảng tính đổi ra chiều dài nằm ngang của ống bơm

Loại hình đường ống	Qui cách đường ống	Chiều dài nằm ngang qui đổi (m)	
		Bán kính cong R = 1 m	Bán kính cong R = 0,5 m
Ống thẳng đứng hướng lên (mỗi mét dài)	Φ 100 mm	4	
	Φ 125 mm	5	
	Φ 150 mm	10	
Ống cong (mỗi chiếc)		Bán kính cong R = 1 m	Bán kính cong R = 0,5 m
	Góc cong 90^0	9	12
	Góc cong 45^0	4,5	6
	Góc cong 30^0	3	4
	Góc cong 15^0	1,5	2
Ống hình nón (mỗi chiếc)	175 – 150 mm	4	
	150 – 125 mm	10	
	125 – 100 mm	20	
Ống mềm (chiều dài)	5 m	30	
	3 m	18	

2.4.2. Tính toán, kiểm tra các thông số của máy bơm bê tông

Các thông số kỹ thuật cho trước của máy bơm bê tông về cơ bản bao gồm: Số vòng quay (vòng/phút); áp suất bơm (MPa); số xi lanh; đường kính xilanh (cm); đường kính rôto (cm); hiệu suất bơm (%).

2.4.2.1. Tính toán năng suất của bơm bê tông

Đối với bơm bê tông kiểu pittông truyền động bằng thủy lực năng suất của bơm bê tông được tính theo công thức sau:

$$Q_a = 60 \frac{\pi \cdot d_d^2}{4} l \cdot n_l \cdot \eta_v, [m^3/h] \quad (1)$$

trong đó:

d_d, l : các kích thước của xilanh và hành trình pittông [m].

n_l : số lần bơm của hai xilanh trong 1 phút [l/ph]

η_v : hiệu suất thể tích, đặt trưng cho sự mất mát thể tích và độ điền đầy bê tông trong xilanh bơm.

2.4.2.2. Vận tốc của pittông trong bơm bê tông

$$v_a = \frac{Q_{a1}}{3600 \cdot S_a}, [m/s] \quad (2)$$

trong đó:

$Q_{a1} = Q_a/2$ năng suất của một xilanh [m^3/h]

2.4.2.3. Áp suất vận chuyển hỗn hợp bê tông.

Áp suất của hỗn hợp trong các đường ống giảm dần khi đi qua các khớp nối với bơm dọc theo đường ống và ở cuối đường ống bằng áp suất không khí bên ngoài. Áp suất cần thiết của bơm :

$$P_a = P_e + P_d + \Delta p \cdot L_v + P_r, [MPa] \quad (3)$$

trong đó:

P_e : tổn hao áp suất thủy tĩnh [MPa];

P_d : tổn hao áp suất động [MPa];

Δp : tổn hao áp suất của dòng vật liệu trên 1 m đường ống [MPa/m]

L_v : giá trị tương đương của các đường ống dẫn [m]

p_r : áp suất cần thiết của đầu phun [MPa]

Tổn thất áp suất động là do hậu quả của sự thay đổi vận tốc dòng hỗn hợp, vì vậy nó chỉ xuất hiện đối với các loại bơm hoạt động mang tính chu kỳ. Áp suất động học dọc theo dọc theo đường ống kể từ pittông trở đi giảm dần, nguyên nhân là do tác dụng đàn hồi và đập tắc dao động của vật liệu cần vận chuyển (đây cũng là lời giải thích cho cho một quy định về việc lắp đặt đường ống như sau: giữa khớp nối của bơm bê tông và đoạn đường ống đưa lên cao theo phương thẳng đứng cần phải đặt một đoạn đường ống nằm ngang có độ dài nhất định).

Theo kinh nghiệm thực tế, hệ số kể đến áp lực động được xác định theo kinh nghiệm có thể đưa vào tính toán và khi đó công thức (1) có thể được viết lại như sau:

$$p_a = p_e + \varphi_d \cdot \Delta p \cdot L_v + P_r \quad (4)$$

trong đó:

- φ_d : hệ số động phụ thuộc vào kiểu bơm.
- L_v : chiều dài tương đương của các đoạn ống dẫn bê tông, được xác định:
- Δp : tổn áp di chuyển riêng, là do ma sát trong các vận chuyển vật liệu

gây ra, trị số của nó phụ thuộc vào :

- Đặc tính của dòng vật liệu.
- Đường kính của các đường ống.
- Tốc độ của dòng hỗn hợp.
- Khối lượng của vật liệu vận chuyển.
- Trong quá trình làm việc, tổn thất do ma sát cũng thay đổi. Hỗn hợp vật liệu khi di chuyển trong các đường ống sẽ mài nhẵn bề mặt bên trong của ống do đó có thể giảm tổn áp nhưng đồng thời có thể gây ăn mòn và việc làm sạch đường ống không cẩn thận có thể tăng thêm tổn áp.

Trên cơ sở tính toán của viện nghiên cứu NIIOMSZ, ta có:

$$\Delta p = \Delta p_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Δp_0 : tổn áp phụ thuộc vào chất lượng vật liệu Δp_0 [MPa/m]

K_1 : hệ số phụ thuộc vào tốc độ của dòng vật liệu.

K_2 : hệ số phụ thuộc vào đường kính của đường ống vận chuyển.

K_3 : hệ số phụ thuộc vào vật liệu đường ống.

K_4 : hệ số phụ thuộc vào độ đặc đo bằng hình nón của bê tông.

2.4.2.4. Áp lực tác dụng lên pittông bơm bê tông.

$$P_a = p_a \cdot F_a, [MN] \quad (5)$$

p_a : áp suất vận chuyển bê tông [MPa]

F_a : diện tích mặt pittông bơm bê tông [m²]

2.4.2.5. Công suất vận chuyển của bơm bê tông.

Công suất vận chuyển được tính toán dựa trên cơ sở của lý thuyết vận chuyển đường ống.

$$P_1 = \frac{Q_a \cdot P}{3,6 \cdot \eta_{ck}}, [kW] \quad (6)$$

Trong đó:

Q_a : năng suất vận chuyển trung bình [m³/h]

P : áp suất vận chuyển hỗn hợp [MPa]

2.5. Nghiên cứu thực nghiệm kiểm tra áp lực bơm, công suất bơm và tầm xa vận chuyển trong thi công công trình LOTTE CENTER HANOI

2.5.1. Mục đích thí nghiệm

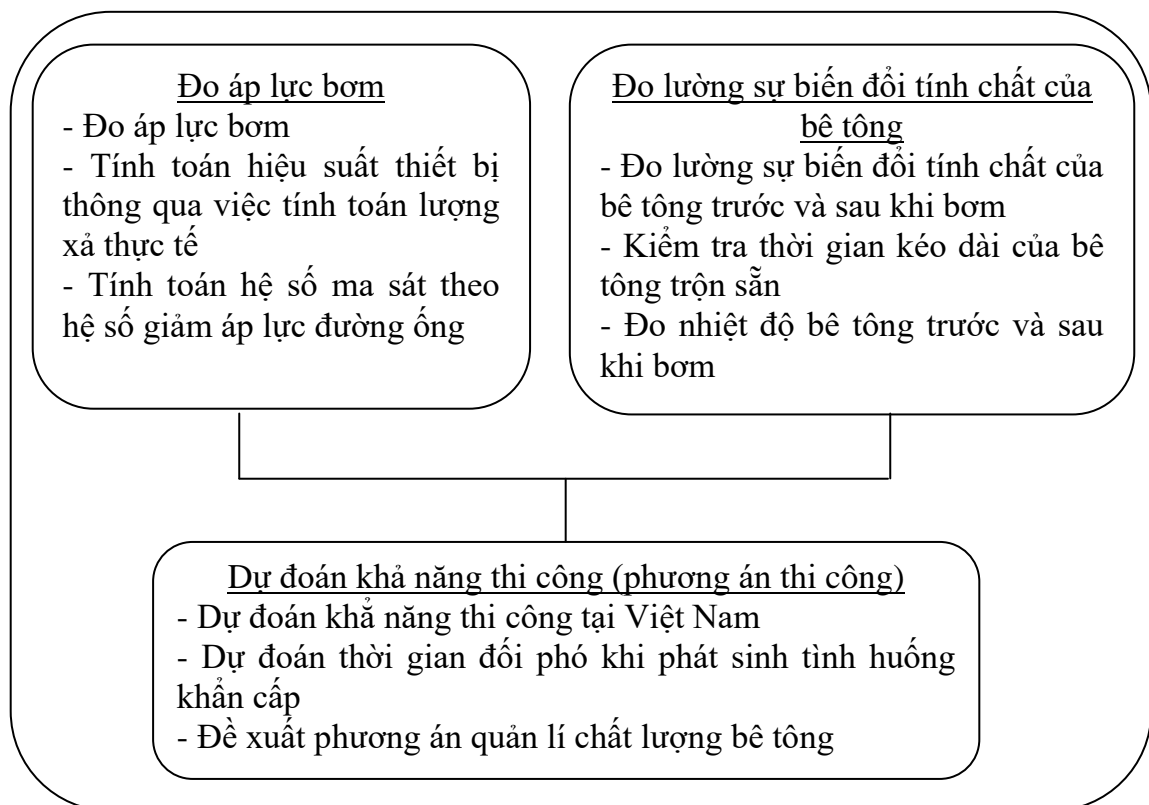
- Đo lường xác định sự giảm áp lực trong đường ống bơm và chỉ số ma sát theo từng khu vực bơm.

- Kiểm tra sự biến đổi tính chất của bê tông trước và sau khi bơm.

Từ đó quyết định tính thi công của vữa, áp lực bơm và công suất bơm cho từng tầng trong phương án thi công bê tông của công trình.

Khi tiến hành bơm bê tông lên tầng cao thông qua ống bơm cao áp dẫn truyền đến nơi cần đổ, vữa bê tông trộn sẵn sẽ bị có nguy cơ bị vón, phân tầng, tách nước, trong nhiều trường hợp hỗn hợp bê tông có chất lượng kém sẽ dẫn đến tắc đường ống hoặc sự phân tách các nguyên liệu, dẫn đến giảm chất lượng công trình và kéo dài thời gian thi công.

Việc thực hiện đo lường áp lực nằm ngang tương ứng với phương án thử nghiệm trên mô hình thực tế, tính toán hiệu suất thiết bị và hệ số ma sát theo độ giảm áp lực nằm ngang của đường ống, có thể chỉ dẫn nội dung các hạng mục cải tiến để nâng cao khả năng thi công khi bơm chiều thẳng đứng, từ đó tính toán trên lý thuyết hệ số ma sát của áp lực đường ống thẳng đứng. Nội dung thí nghiệm và các kết quả mong muốn đạt được thể hiện ở hình 2.5 sau đây:



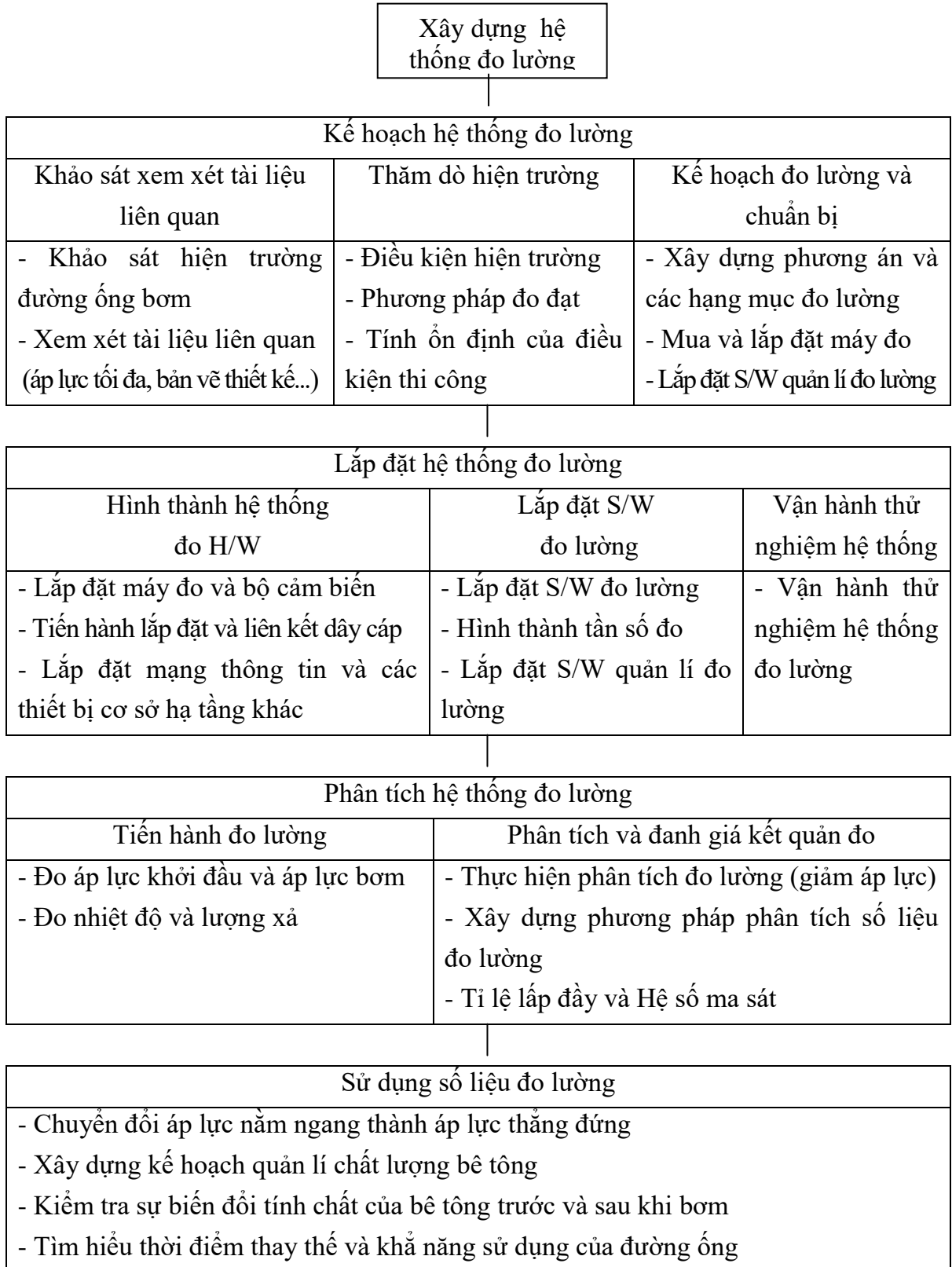
Hình 2.5. Mục đích và nội dung thí nghiệm xác định các thông số bơm bê tông



Hình 2.6. Toàn cảnh bố trí lắp đặt hệ ống bơm bê tông thí nghiệm

2.5.2. Quy trình thực hiện công việc (bảng 2.5)


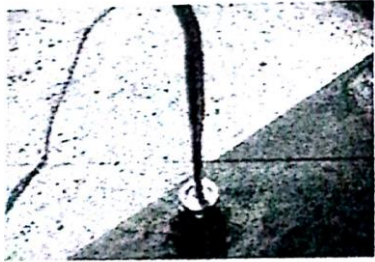
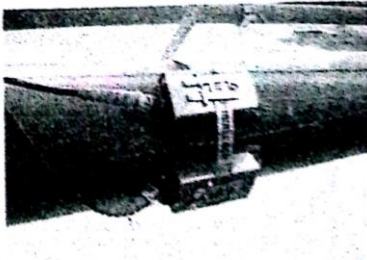
Bảng 2.5. Quy trình thực hiện công việc thí nghiệm



2.5.3. Xây dựng hệ thống đo lường

a) Thành lập kế hoạch đo lường:

Bảng 2.6. Kế hoạch đo lường

Hạng mục	Nội dung thực hiện	Ảnh
Đo áp lực	<ul style="list-style-type: none"> . Lắp đặt hệ thống đo áp lực của từng khoảng cách ống riêng . Trường hợp A: Bơm, 0,69, 138, 186, 186-R, 234, 285, 336M . Trường hợp B: Bơm, 0,69, 138, 186, 186-R, 234M . Trường hợp C: Bơm, 0,69, 138M 	
Đo nhiệt độ	<ul style="list-style-type: none"> . Cài đặt hệ thống đo nhiệt độ tại lối vào và ra của ống bơm . Trường hợp A : 0, 336M . Trường hợp B : 0, 234M . Trường hợp C : 0, 138M 	
Đo lượng xả bê tông	<ul style="list-style-type: none"> . Cài đặt bộ cảm biến siêu âm lượng xả bê tông ở lối ra ống . Trường hợp A : 336M . Trường hợp B : 234M . Trường hợp C : 138M 	

b) Tần số đo lường

Bảng 2.7. Tần số đo lường

Hạng mục	Khoảng cách thời gian đo	Ghi chú
Đo áp lực, nhiệt độ	. Áp lực trong ống và nhiệt độ bê tông : 100HZ	Đo động lực
Đo lượng xả bê tông	. Lượng xả bê tông : 1 lần/ 5 giây (Bình quân 5 giây một)	Đo động lực

c) *Đo chất lượng bê tông*

Bảng 2.8. Nội dung đo chất lượng bê tông

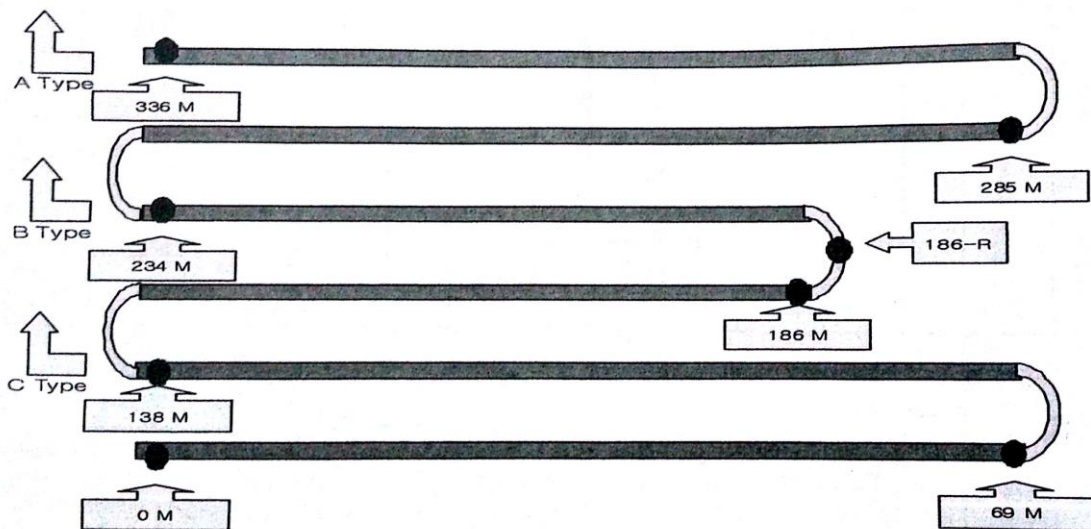
Hạng mục	Nội dung thử nghiệm	Ghi chú
Lượng không khí	. Phải đảm bảo lượng không khí thích hợp để đạt tiêu chuẩn tính linh hoạt bê tông	Đo tại công trình
Lưu lượng sụt giảm	. Xác nhận chắc chắn tính linh hoạt và lưu động bê tông	Đo tại công trình
Hộp (Box) xả bê tông	. Tính lượng xả bê tông 1 khối trong hộp lưu thông theo chuỗi thời gian	Đo tại công trình
Trọng lượng đơn vị (m ³)	. Tính trọng lượng bê tông sau khi thử nghiệm	Đo tại phòng TN

d) *Vị trí cài đặt bộ cảm biến*

Bố trí bộ cảm biến tùy theo từng hạng mục thi công công trình. Lựa chọn cửa xả của máy bơm theo tiêu chuẩn gồm 8 vị trí 0M, 69M, 138M, 186M, 186M-R, 234M, 385M, 336M, tính toán hệ số ma sát trong đường ống dựa trên số liệu giảm áp lực (hình 2.7).

Bê tông cường độ cao sẽ biến đổi độ dính, biến đổi nhiệt độ trong quá trình bơm. Như vậy cần tính toán vị trí, đồng thời lắp đặt các nhiệt độ kế đo ở các điểm bắt đầu và điểm kết thúc đường ống.

Các vị trí đo đặc biệt chú ý theo bảng 2.6.



Hình 2.7. Vị trí bộ cảm biến

Bảng 2.9. Đo các vị trí chiều dài ống bơm

Chiều dài ống	Cơ sở áp dụng	Nội dung thử nghiệm	Tiêu chuẩn mục tiêu
336M	. Độ cao tầng cao nhất	Thử nghiệm hệ số ma sát, lượng xả, thời gian chờ đợi	30, 40, 50, 60, MP3, bê tông vimeco
234M	. Độ cao tầng cao phần giữa	Xem xét đặc tính bê tông và lượng xả	30, 40, 50, 60, MP3,
138M	. Độ cao phần tầng thấp	Xem xét đặc tính bê tông và lượng xả	30, 40, 50, 60, MP3,

e) Loại vữa bê tông thử nghiệm

Lựa chọn cường độ bê tông cơ bản theo cường độ từng phần lắp đặt như tầng thấp, tầng cao, phần cơ bản, phần cột trụ, lựa chọn các loại 30MPa, 40MPa, 50Mpa, 60Mpa.

Bảng 2.10. Loại vữa bê tông thực nghiệm

Chiều dài ống	Bê tông trộn sẵn	Cường độ	Độ chảy (mm)	Sau khi cho thêm chất phụ gia	Ghi chú
A Type (336M)	S-VINA	30 Mpa	Dưới 600	–	Lượng xả
		40Mpa	–	Đợi 0 phút, 30 phút, 60 phút	Lượng xả
		50Mpa	–	–	Lượng xả
		60MPa	Dưới 600 Trên 700	–	Lượng xả
B-Type (234M)	VIMECO	30MPa	Dưới 600	–	
		40MPa			
		50 Mpa			
C- Type (138M)	S-VINA	40MPa 50 Mpa 60MPa	Dưới 600	–	

f) Nguyên lý đo và tính toán số liệu

- Đo nhiệt độ vữa: dùng nhiệt kế (RTD) đo nhiệt độ trên nguyên lý đối kháng tương tác.

- Đo lượng xả bê tông ở các vị trí: Sử dụng cảm biến lượng xả (SX30). Cảm biến hoạt động trên nguyên lý sử dụng lưu lượng kế sóng siêu âm theo phương pháp Doppler tiếp nhận sóng phản xạ từ vật chất. Tốc độ chảy được đo trong lưu lượng kế sóng siêu âm sử dụng tốc độ chảy trung bình tương ứng với đường truyền của sóng siêu âm trong phương thức vận dụng sự chênh lệch thời gian đạt đến sóng siêu âm, phương thức vận dụng hiệu quả của Doppler dùng để đo tốc độ chảy của phần sóng siêu âm được khảo sát.

- Kết quả đo được được đọc và xử lý bởi máy động lực dữ liệu logger (DS-NET).

- Xây dựng hệ số ma sát đã được tính toán thông qua đường ống ngang, tính toán hệ số ma sát trong tình trạng đường ống đứng và tiến hành sử dụng khi thi công công trình.

- 1) Do ma sát giữa chất lỏng và bề mặt bên trong ống
- 2) Do độ dính của chất lỏng
- 3) Do sự biến đổi dòng chảy
- 4) Do sự thu nhỏ và mở rộng của ống dẫn
- 5) Do khúc cong gấp của ống dẫn
- 6) Do các mối nối bằng sắt và van của ống dẫn

Ngoài ra thông qua tổn thất ma sát được tính toán liên quan đến các nguyên nhân đó thì biết được độ lớn của đường kính ống, theo đó diện tích chảy của chất lỏng được mở rộng thì lượng chảy của chất lỏng cũng tăng lên. Căn cứ theo tỉ lệ đó có thể thấy tốc độ chảy giảm đi, và do lưu lượng chảy càng tăng thì lượng chất lỏng chảy tương ứng với diện tích đó cũng tăng nên tốc độ chảy cũng nhanh hơn.

Lưu lượng càng tăng thì tùy theo độ tăng của số Reynolds phụ thuộc độ tăng lưu lượng mà hệ số ma sát ống giảm đi. Không những thế theo độ giảm của hệ số ma sát thì tổn thất áp lực bên trong ống cũng giảm. Hệ số ma sát giảm tùy theo độ

tăng của số Reynolds. Thêm vào đó thì theo độ giảm của hệ số ma sát tổn thất áp lực bên trong ống cũng giảm.

Dựa trên các dữ liệu được tiến hành thực nghiệm đo đạt áp lực bơm của máy bơm bê tông ở Hà Nội, Việt Nam, vận dụng phương trình Darcy-Weisbach và phương pháp tính hệ số ma sát của Fanning để tính hệ số ma sát. Phương trình tổn thất ban đầu liên quan đến mật độ và gia tốc trọng lực của chất lỏng chảy trong ống.

2.5.4. Kết quả thí nghiệm

Thực hiện thực nghiệm bơm đẩy lên đến độ cao 138M, 234M, 336M thông qua đường ống bơm bê tông cường độ cao để kiểm tra sự biến đổi tính chất của bê tông cường độ cao trước khi bơm và sau khi bơm, đồng thời tìm hệ số ma sát trong đường ống để xem xét khả năng sử dụng và tính ổn định của đường ống bơm trong thời điểm thi công công trình.

Thứ tự đo lường chi tiết như sau:

- 1) Bên trong lòng ống khô nên trước tiên cho phép vữa thông qua
- 2) Tiến hành thực nghiệm trong đường ống 336M lấp đầy bằng bê tông cường độ cao dưới áp lực thấp. Tính thời gian thông qua đường ống của vữa đã được phép thông qua. Sử dụng nồng độ PH hoặc sử dụng phương pháp cho phép thông qua ống .
- 3) Tiến hành thực nghiệm tính chất của bê tông cường độ cao trong bê tông trộn sẵn khi đã được đưa đến hiện trường. Đo độ sụt dòng chảy và lượng không khí, ghi lại khoảng thời gian bê tông trộn sẵn đến được hiện trường.
- 4) Chuẩn bị hộp ($1m^3$) để đo lượng xả. Ghi lại số lần thực hiện khoảng nâng và thời gian mà bê tông cường độ cao lấp đầy hộp xả trong trạng thái duy trì áp lực máy bơm theo như tính toán.
- 5) Vận dụng lượng xả trên lý thuyết và lượng xả thực tế tính tỉ lệ lấp đầy
- 6) Tiến hành kiểm tra tính chất của bê tông cường độ cao sau khi bơm. Đo áp lực tối đa bên trong ống.
- 7) Đưa áp lực máy bơm lên tối đa rồi tiến hành bơm. Đo áp lực tối đa trong đường ống.

8) Giả sử bê tông trộn sẵn bị trì hoãn trong quá trình vận chuyển đến công trường, quá trình bơm sau 60 phút kể từ khi xả vữa với áp suất bơm tiêu chuẩn.

9) Sau khi chờ 30 phút tiến hành bơm thực nghiệm. Kiểm tra thời gian mà bê tông cường độ cao có thể bị ngưng lại trong đường ống. Thực hiện các tình huống đường ống bị tắc rồi kiểm tra thời gian mà bê tông có thể bị tắc lại.

10) Sử dụng bê tông chuyên dụng dọn dẹp và xe trở nước, tiến hành vệ sinh đường ống.

Giá trị độ chảy của hỗn hợp vữa bê tông có thể đánh giá độ dính khi tính thêm năng lượng tĩnh. Tiêu chuẩn đánh giá ASTM C 124 của Hoa Kỳ sử dụng phương pháp tính toán tính bền vững của bê tông dựa vào chiều rộng chảy của vữa dưới tác động trọng trường, khi lấp đầy bê tông vào nón độ sụt.

Trường hợp chờ bơm bê tông vào máy bơm, sự giảm áp lực trong bơm của bê tông cường độ cao thường cao hơn so với bê tông thường. Điều này làm độ dẻo của bê tông cao hơn và ma sát cũng tăng lên. Tính hiệu quả của bê tông tươi sẽ giảm đi một chút so với trước khi bơm và lưu lượng không khí cũng giảm đi một chút nhưng nó không ảnh hưởng đến độ bền. Nếu người ta kéo dài thời vận chuyển và thời gian bơm bị trì hoãn sẽ làm giảm tính hiệu quả của việc bơm và chất lượng (độ bền) bê tông.

Hiệu quả của bê tông siêu bền bị giảm do nhiều yếu tố như: việc vận chuyển chậm trễ bê tông siêu bền, thời gian chờ đợi ngoài công trường, phải kiểm tra chắc chắn về khả năng của bê tông giảm các yếu tố bất lợi không cần thiết sau đó mới tiến hành đổ, ngay cả khi vận chuyển cũng có thể xảy ra việc nguyên vật liệu tách ra. Khi lượng xả bê tông ở đầu cuối ống lấp đầy lần lượt là 1/4 và 1/3 của thùng đo, khi đó sự sụt giảm độ chảy dao động ở mức 30mm. Trước khi đổ, phải sắp xếp thời gian cho hợp lý tránh trường hợp trên 3 xe phải chờ đợi khi đổ 1 xe và rút ngắn thời gian vận chuyển càng nhiều càng tốt.

- **Kết quả xác định hệ số ma sát:**

Theo kết quả đo cho thấy: cùng một độ chảy, cùng một áp suất bơm, lượng chảy cao thì hệ số ma sát nhỏ. Cùng một độ chảy, lượng chảy, nếu áp lực bơm thấp

thì hệ số ma sát tăng lên.

Để bơm bê tông 30 Mpa, 40 Mpa, 50Mpa, 60Mpa ta tiến hành thí nghiệm điều chỉnh độ chảy từ 400~700 mm với tất cả các loại bê tông siêu bền thì đều cho kết quả là tăng độ chảy thì ma sát giảm. Với trường hợp 30Mpa, bơm với áp lực là 200kg/cm³, độ chảy 550 mm thì hệ số ma sát tốt nhất có thể đạt được là 1.22.

Khi bơm bê tông 30 MPa với áp lực là 150kg/cm³, độ chảy 660 mm, ma sát tốt nhất có thể đạt được là 1.08. Với trường hợp bơm bê tông 50 Mpa, độ chảy 590 mm với áp lực bơm là 220kg/cm³ thì ma sát tốt nhất có thể đạt được là 2.68. Với trường hợp bơm bê tông 60 Mpa, Lượng chảy 710 áp lực là 230kg/cm³ thì ma sát tốt nhất có thể đạt được là 2.55. Nếu bơm bê tông 30Mpa, độ chảy 420mm, bơm xa 336M thì hệ số ma sát là 0.75. Trường hợp bê tông 43Mpa với áp lực hơn 120kg/cm³ thì ma sát là 1.18.

Kiểm tra ảnh hưởng của thời gian chờ đợi (0 phút, 30 phút, 60 phút) đến sự giảm độ chảy và hệ số ma sát: thời gian trì hoãn của vữa bê tông càng lớn thì độ chảy suy giảm càng nhiều và hệ số ma sát tăng lên (áp lực giảm) với cùng một áp suất bơm.

Với cùng một độ chảy và thời gian chờ như nhau thì hệ số ma sát đo được của vữa bê tông Vimeco thấp hơn của vữa của S-Vina.

- **Kết quả đo lượng xả thể hiện ở bảng 2.11.**

Bảng 2.11. Kết quả lượng xả với vữa bê tông có cường độ khác nhau

Cường độ (Mpa)	Áp lực bơm (Kg/cm ²)	Lượng xả lý thuyết (m ³ /h)	Lượng xả thực tế (m ³ /h)	Đồng hồ đo sóng siêu âm (m ³ /h)	Thời gian 1m ³ đi qua (phút)	Độ xa bơm (m)
30	200	75,54	64,29	65,67	56	336M
40	140	54,94	51,43	52,03	70	336M
50	140	31,30	27,91	26,14	129	336M

- **Kết quả đo tính chất vật lý vữa bê tông:**

Do độ kết dính của vữa xi măng rất cao nên sự tách rời các nguyên vật liệu

của hỗn hợp bê tông siêu bền rất thấp. Đối với bê tông cường độ siêu bền tỷ lệ N/X thấp (25%) thì sự sụt giảm độ chảy khoảng 200 - 250 mm sau 60 phút trì hoãn. Đối với bê tông có N/X ở khoảng 50 – 60% độ sụt giảm sau 60 phút khoảng 80 – 100 mm. Tuy nhiên, độ sụt giảm phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như lượng chảy, lưu lượng không khí, nhiệt độ sẽ thay đổi.

Sự sụt giảm độ chảy (tính thi công, tính linh động) sẽ ảnh hưởng đến cường độ nén của bê tông, một trong những yếu tố quan trọng nhất của bê tông siêu bền, điều này cũng ảnh hưởng nhiều tới tính linh động khi đổ bê tông và khung cố định. Lượng nước chảy đi nhiều là nguyên nhân gây ra việc giảm cường độ nén và chất lượng kết cấu sẽ ảnh hưởng. Kết quả đo độ linh động (độ chảy) của hỗn hợp bê tông khác nhau dưới sự ảnh hưởng của thời gian trì hoãn ở khoảng cách 336M như sau:

Bảng 2.12. Kết quả đo sự suy giảm độ chảy của hỗn hợp bê tông với khoảng cách bơm 336 m

Khoảng cách (M)	Cường độ (MPa)	Trước khi bơm				Sau khi bơm		Ghi chú	
		Độ chảy sau khi trộn (mm)	Thời gian chờ (phút)	Độ chảy k.tra (mm)	Lượng không khí (%)	Độ chảy (mm)	Lượng không khí (%)		
336	30	620/620	30	550/550	-	400/400	-		
		620/620	60	400/410	-	370/380	-		
		570/570	60	-	1.3	S : 200	3.9		
		600/600	60	-	1.2	S : 205	1.8		
	40			30	-	0.9	400/400	2.0	
				60	540/540	-	370/380	-	
	50			30	-	1.8	350/350	4.2	
				60	540/560	-	S : 150	-	
60			60	-	1.0	S : 215	2.0		
			60	630/680	0.7	-	1.9		
336	30	570/580	90	450/450	0.8	S : 100	3.2		
	43	480/500	100	420/420	2.5	330/350	3.5		
	50	650/650	80	550/580	1.3	-	-		

Bảng 2.13. Kết quả đo sự suy giảm độ chảy của hỗn hợp bê tông với khoảng cách bơm 138 m

Khoảng cách (M)	Cường độ (MPa)	Trước khi bơm				Sau khi bơm		Ghi chú
		Độ chảy sau khi trộn (mm)	Thời gian chờ (phút)	Độ chảy k.tra (mm)	Lượng không khí (%)	Lượng chảy	Lượng không khí (%)	
336	40	620/640	30	-	1.7	390/400	3.0	
	50	620/630	20	-	1.6	S : 190	1.9	
	60	690/690	20	-	1.2	S : 180	2.2	

Theo như thời gian chờ kết quả khi bơm 30Mpa thì có ít sự chênh lệch. Bê tông sau khi đến công trường, sau thời gian chờ khoảng 30~60 phút thì dù có thực hiện thí nghiệm bơm thì cũng không có sự chênh lệch nhiều so với bê tông không có thời gian chờ. Khi bơm với áp lực là 200kg/cm³ để bơm 30Mpa – 336M thì sẽ xuất hiện dấu hiệu tốt, áp lực bơm khi thử nghiệm với 40Mpa thấp và muốn tăng thời gian chờ thì số ma sát sẽ tăng. Để bơm bê tông 40Mpa – 336M thì thời gian chờ dưới 60 phút thì áp lực bơm là 150kg/cm³ thì sẽ cho kết quả tốt.

Thử nghiệm với 50Mpa áp lực bơm thấp và để kéo dài thời gian chờ thì ma sát tăng, nếu áp lực bơm quá thấp thì sẽ không tốt. Khi bê tông 50Mpa bơm với áp lực là 220kg/cm³ thời gian chờ là 60 phút thì sẽ cho kết quả tốt, với trường hợp của 60Mpa áp lực bơm thấp và để kéo dài thời gian chờ thì ma sát có xu hướng tăng đáng kể hoặc tương tự với trường hợp 50Mpa. Với trường hợp bơm lực 200kg/cm³ thời gian chờ là 60 phút thì cũng cho một kết quả tốt.

- Kết quả đi nhiệt độ tách riêng

Với trường hợp vữa bê tông cường độ 30 Mpa: khi tăng nhiệt độ từ 33.71 độ lên 40 độ ma sát tăng từ 1.09 lên 1.82. Với trường hợp vữa bê tông cường độ 40 Mpa: nhiệt độ tăng từ 33.16 độ lên tới 40.06 độ thì ma sát tăng từ 1.08 lên tới 1.56. Với trường hợp 50 Mpa nhiệt độ tăng từ 33.35 độ lên tới 40.07 độ thì ma sát tăng từ

3.97 lên tới 4.8. Với trường hợp 60 Mpa nhiệt độ tăng từ 33.20 độ lên tới 40.1 độ thì ma sát tăng từ 2.09 lên tới 5.6.

Nhiệt độ của ống hút có thể coi là nhiệt độ của bê tông trước khi đổ, trong quá trình bê tông di chuyển trong đường ống sẽ xuất hiện ma sát, làm tăng nhiệt độ cùng với quá trình thủy hóa tăng như là một tác nhân tác động qua lại ảnh hưởng đến quá trình tăng nhiệt độ của vữa bê tông.

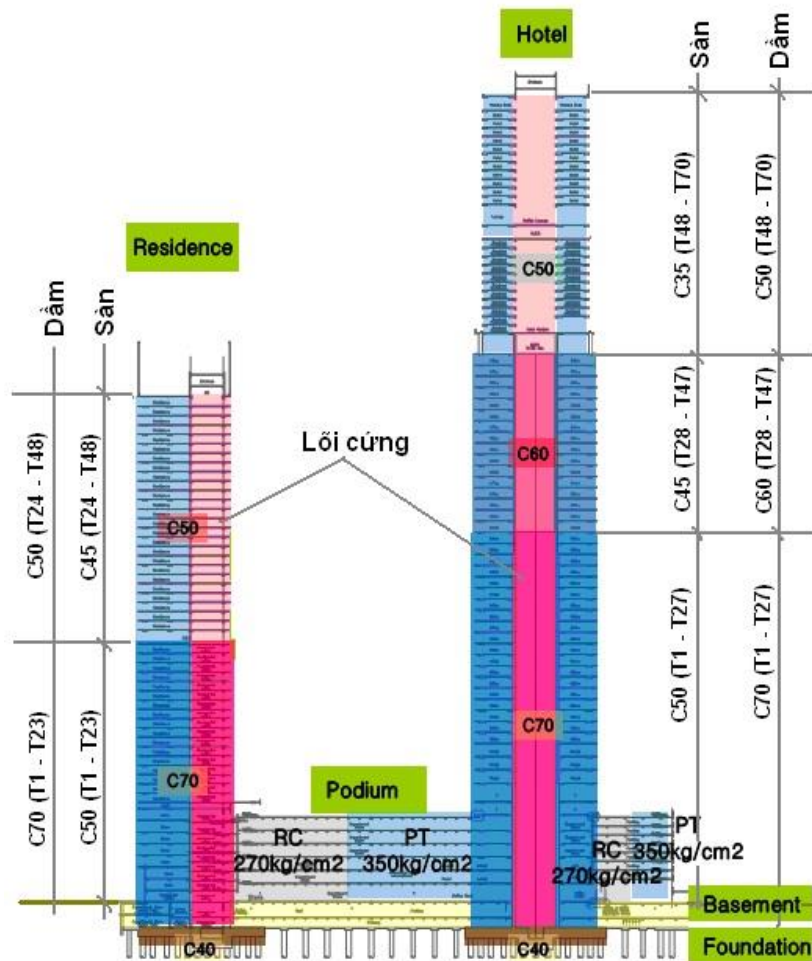
Sau khi tổng hợp các kết quả đo được ta có bảng thông số bê tông, điều kiện và thông số bơm để thiết lập khả năng và các điều kiện bơm như sau:

Bảng 2.14. Tổng hợp kết quả xác định các thông số thí nghiệm

Kết quả thử nghiệm thực tế			
Tỉ lệ	Điều kiện	Thông số bê tông	Thông số bơm
Chờ xe bê tông	▪ Bơm sau khi chờ	Thời gian chờ 0', 30', 60', 90'	▪ Lớn nhất 1 giờ
Thời gian trong ống	▪ Bơm bình thường	Thời gian còn lại 30', 40', 50'	▪ Lớn nhất 40°C. Thời gian 40 phút
Cấp phối	▪ Bơm không chờ, thời gian vận chuyển (Nhiệt độ không khí 35o C)	Thời gian chờ 0', 30', 60'	▪ Lớn nhất 40phút sau khi chèn đầy ống
Độ chảy	▪ Điều kiện tối thiểu ở tầng cao	Độ chảy 550, 650, 750mm	▪ 342m-trên 70cm
Nhiệt độ ống	▪ Nhiệt độ ống bơm	Nhiệt độ ống 65°C - 40°C	▪ Vẫn còn dưới 55°C
Cốt liệu	▪ Quyết định cốt liệu	Cỡ hạt	▪ Lớn nhất 20mm
			
Áp lực bơm	▪ Áp lực tối đa ghi được	Áp lực 200 bar thấp/cao	▪ Dưới lớn nhất 200 Bar
Nhiệt độ bê tông	▪ Điều kiện nhiệt độ không khí thi công	Nhiệt độ 26°C/ 33°C/38°C	▪ 24°C ~ 34°C
Xả bê tông	▪ Xét tốc độ của bê tông để bố trí tầng cao	Tốc độ, chiều cao	▪ 1m3 : 56-177giây

2.6. Cường độ vữa bê tông và sự thay đổi cường độ bê tông theo chiều cao kết cấu của nhà siêu cao tầng

Đáp ứng với những đòi hỏi đặc biệt về kết cấu, khả năng chịu lực và điều kiện thi công, bê tông cho xây dựng nhà cao tầng phải là bê tông chất lượng cao. Theo kinh nghiệm xây dựng thế giới, bê tông xây dựng nhà siêu cao tầng phải có cường độ theo cấp độ bền từ B40, tương đương M550. Trong những năm gần đây xu hướng sử dụng bê tông với cường độ cao hơn, đến B70÷B90, như lõi khung chịu lực Petronas Twin Tower, HaNoi Landmark Tower sử dụng bê tông C70 theo tiêu chuẩn ACI, tương đương M900; Federasia Tower – Moscow City sử dụng bê tông B80÷90, trên M1000.



Hình 2.8. Phân bố cường độ bê tông lõi, khung chịu lực nhà siêu cao tầng theo dạng kết cấu và chiều cao công trình - HaNoi Landmark Tower

Khi thiết kế và thi công phần lõi khung chịu lực của nhà siêu cao tầng, cường độ bê tông giảm dần tương ứng với chiều cao của công trình. Ví dụ công trình Jin Mao Building cường độ bê tông của các kết cấu siêu cột (megacolumn) và tường vách ở các tầng dưới tương ứng là C80 và C60, giảm đến các tầng trên cùng là C40. Công trình HaNoi Landmark Tower cường độ bê tông lõi vách cứng và cột giảm từ C70 đến C50; kết cấu sàn giảm từ C50 đến C35 theo chiều cao công trình (hình 2.8)[4].

Tiểu kết chương 2:

Nội dung chương 2 tập trung phân tích và làm rõ một số cơ sở khoa học cơ bản về vấn đề liên quan đến công tác bơm bê tông trong thi công nhà cao tầng và siêu cao tầng. Làm rõ các tính chất và yêu cầu kỹ thuật của hỗn hợp vữa bê tông đáp ứng yêu cầu để bơm bằng máy bơm bê tông. Nêu và phân tích các nguyên lý cấu tạo, hoạt động và các yếu tố công nghệ của máy bơm bê tông; cách kiểm tra và tính toán các thông số thi công của máy bơm. Mô tả và phân tích quá trình và kết quả thí nghiệm xác định các thông số thi công (thông số bơm, hệ số ma sát trong đường ống, áp lực bơm, năng suất xả vữa) phục vụ cho thi công công trình Lotte Center HaNoi. Các kết quả trên là cơ sở khoa học, cùng với nội dung phân tích ở chương 1 là căn cứ cho các đề xuất ở chương 3 của Luận văn này.

CHƯƠNG 3.

LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN VẬN CHUYỂN VỮA BÊ TÔNG PHÙ HỢP TRONG THI CÔNG XÂY DỰNG NHÀ SIÊU CAO TẦNG

3.1. Tổ chức mặt bằng thi công bơm bê tông nhà siêu cao tầng hợp lý

Trên mặt bằng các máy bơm phải được bố trí thuận tiện cho quá trình tiếp nhận vữa bê tông, phạm vi hoạt động của các máy bơm phải bao quát gần hết toàn bộ diện tích đổ bê tông. Vị trí đặt máy bơm phải lựa chọn sao cho thuận tiện khi cấp bê tông cho máy bơm và quá trình vận chuyển.

Ngoài các yêu cầu kỹ thuật về bê tông chất lượng và công nghệ cao, trong thi công nhà siêu cao tầng vữa bê tông phải được chế trộn liên tục với khối lượng lớn, vận chuyển, phân phối và đổ vào ván khuôn ở những vị trí xa theo phương ngang và rất cao theo phương đứng, trong khi đó phải giữ ổn định độ linh động của vữa. Tất cả các các qui trình công nghệ từ khi chế tạo vữa đến lúc đổ vào ván khuôn phải đặt dưới một qui trình kiểm tra chất lượng chặt chẽ. Hai sơ đồ công nghệ cung cấp vữa bê tông đến công trường thường được sử dụng là: 1) vận chuyển vữa bê tông bằng xe bồn từ các trạm trộn cố định và 2) sử dụng trạm trộn lắp đặt trong mặt bằng công trường. Phương án 2 rõ ràng là có nhiều ưu thế và hiệu quả hơn, cho phép quản lý chặt chẽ chất lượng và điều chỉnh linh hoạt cấp phối vữa, hạn chế tối đa sự sụt giảm độ linh động của vữa do rút ngắn được thời gian vận chuyển, giảm số lượng xe vận chuyển, chủ động trong khâu tổ chức, tránh được các gián đoạn thi công do điều kiện giao thông.

Cần phân phối bê tông có bán kính hoạt động từ 20- 45m do đó phương án bố trí cần phân phối như sau:

Bảng 3.1. Lựa chọn cần phân phối bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng

Bán kính mặt sàn	Cần phân phối bê tông	Ghi chú
$R \leq 40 \text{ m}$	01 Cần tầm với 44m	
$40\text{m} < R < 60\text{m}$	02 Cần tầm với 32 m	
$60\text{m} < R < 80\text{m}$	02 Cần tầm với 35-40 m	01 Cần phân phối dự phòng 35-40 m
$80\text{m} < R < 100\text{m}$	02 Cần tầm với 40 m	01 Cần phân phối dự phòng 35-40 m

3.2. Đề xuất các tổ hợp thiết bị máy vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng

3.2.1. Các tổ hợp thiết bị máy và phạm vi áp dụng

3.2.1.1. Tổ hợp xe vận chuyển và cần trục tháp

Tổ hợp bao gồm: Xe bồn vận chuyển vữa bê tông + Cần trục tháp. Cần trục tháp có thể hỗ trợ công tác vận chuyển bê tông lên cao bằng thùng đựng vữa. Tầm xa vận chuyển bê tông trong bán kính đến 40 – 50 m, thể tích thùng 1m^3 , tốc độ di chuyển khoảng 50m/phút. Phương pháp này tuy đơn giản, sử dụng tiện lợi, giá thành hạ, tuy nhiên tốc độ đổ bê tông thấp nên phải phối hợp với thiết bị đổ bê tông khác.

Phạm vi áp dụng: Kết hợp với các phương án tổ hợp khác khi thi công đổ bê tông cho phần ngầm và các tầng thấp (từ tầng 10 trở xuống) của nhà siêu cao tầng.

3.2.1.2. Tổ hợp xe vận chuyển và xe bơm bê tông

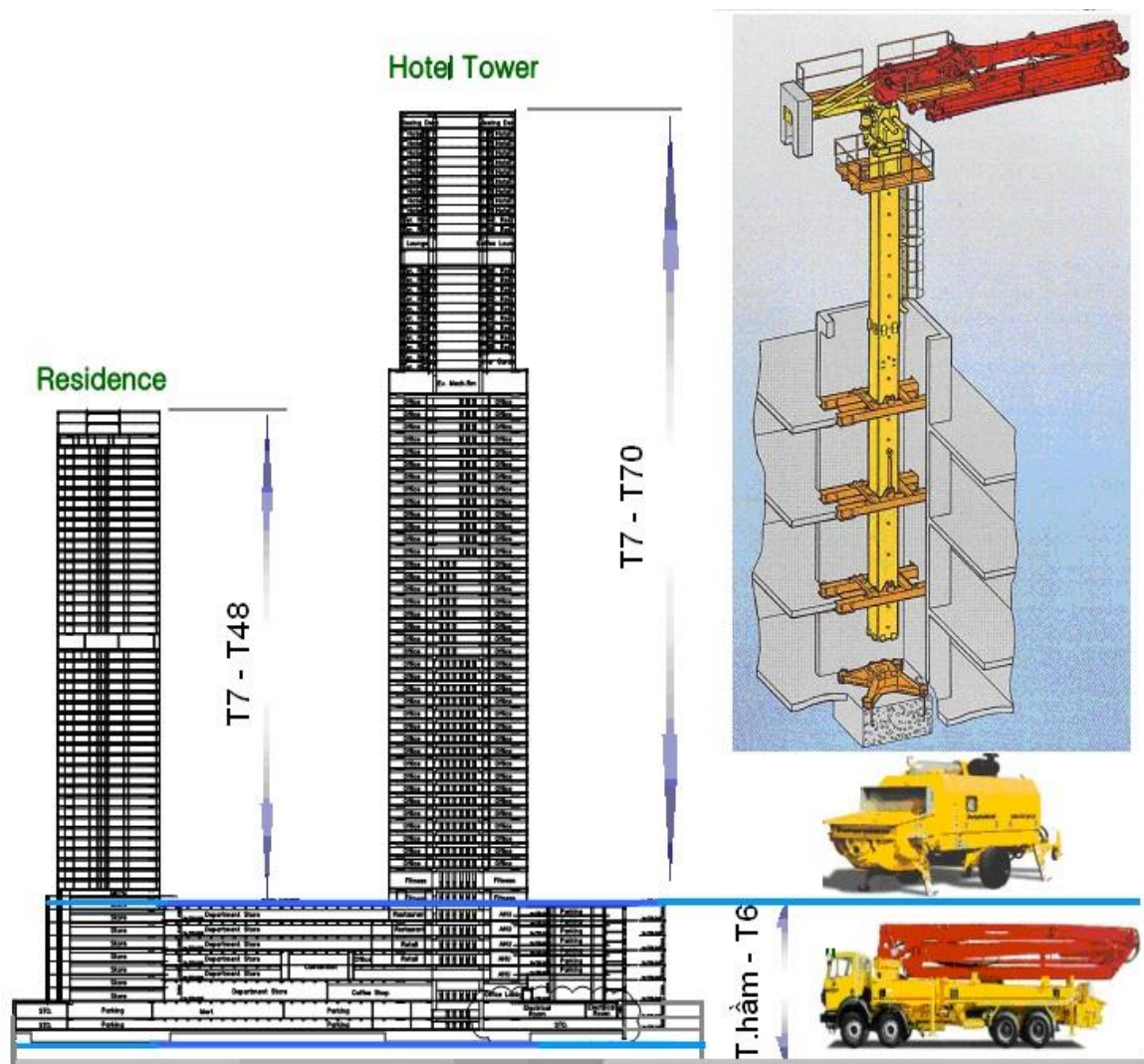
Tổ hợp bao gồm: Xe bồn vận chuyển vữa bê tông + Máy bơm bê tông ô tô (cùng với hệ thống ống phân phối điều khiển bằng thủy lực đi kèm).

Phạm vi áp dụng: Sử dụng đổ bê tông phần ngầm và các tầng dưới, chiều cao thi công phù hợp với khả năng đáp ứng về tầm bơm của máy bơm ô tô, thường dùng thi công phần móng và các tầng thấp dưới 7 tầng. Tổ hợp này có thể kết hợp với các tổ hợp xe vận chuyển và cần trục tháp.

3.2.1.3. Tổ hợp xe vận chuyển, máy bơm tĩnh và cần phân phối bê tông

Tổ hợp bao gồm: Xe bồn vận chuyển vữa bê tông + Máy bơm tĩnh + Cần phân phối bê tông thủy lực. Vữa bê tông được vận chuyển theo hệ thống ống bơm lắp đặt sẵn liên kết với các kết cấu công trình dùng chạy dọc suốt chiều cao công trình kết nối với cần phân phối bê tông. Cần phân phối vữa bê tông làm nhiệm vụ phân phối và rót vữa bê tông vào ván khuôn qua hệ thống ống phân phối di chuyển được điều khiển bằng thủy lực. Thân của cần phân phối lắp đặt trong lõi cứng hoặc sàn của công trình và dịch chuyển theo chiều cao thi công

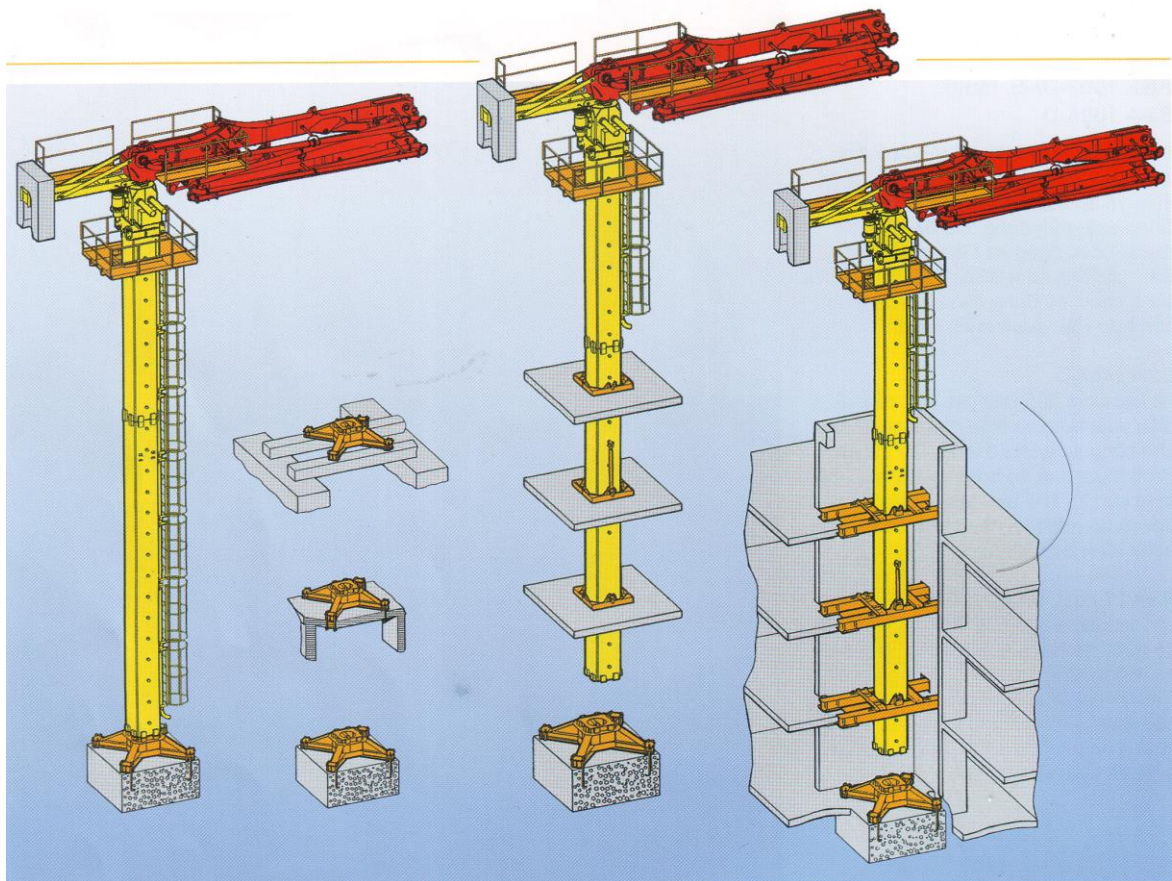
Phạm vi áp dụng: Cho tất cả các tầng của nhà siêu cao tầng. Có thể kết hợp với tổ hợp xe vận chuyển bê tông + máy bơm bê tông ô tô để thi công các kết cấu nhà siêu cao tầng (hình 3.1)



Hình 3.1. Vận chuyển vữa bê tông thi công nhà siêu cao tầng bằng tổ hợp: xe v/c bê tông + máy bơm ô tô + máy bơm tĩnh + cần phân phối vữa bê tông thủy lực theo chiều cao thi công

3.2.2. Tổng hợp phương án lắp dựng cần phân phối vữa bê tông thủy lực

Cần phân phối và thân dạng ống đứng tự do trong giai đoạn đầu khi đổ bê tông nền và các tầng thấp. Khung đế hình chữ thập được lắp đặt trên móng bê tông. Thân trên và thân dưới liên kết với nhau bằng 16 bulong M30 siết chặt với một mô-men xoắn 1400N.m, có khả năng chống gãy cao. Cần phân phối được nâng lên sau giai đoạn đầu tiên nhờ thiết bị tự nâng qua các sàn hoặc trong hố thang máy và được đặt tại sàn cần thi công (hình 3.2).

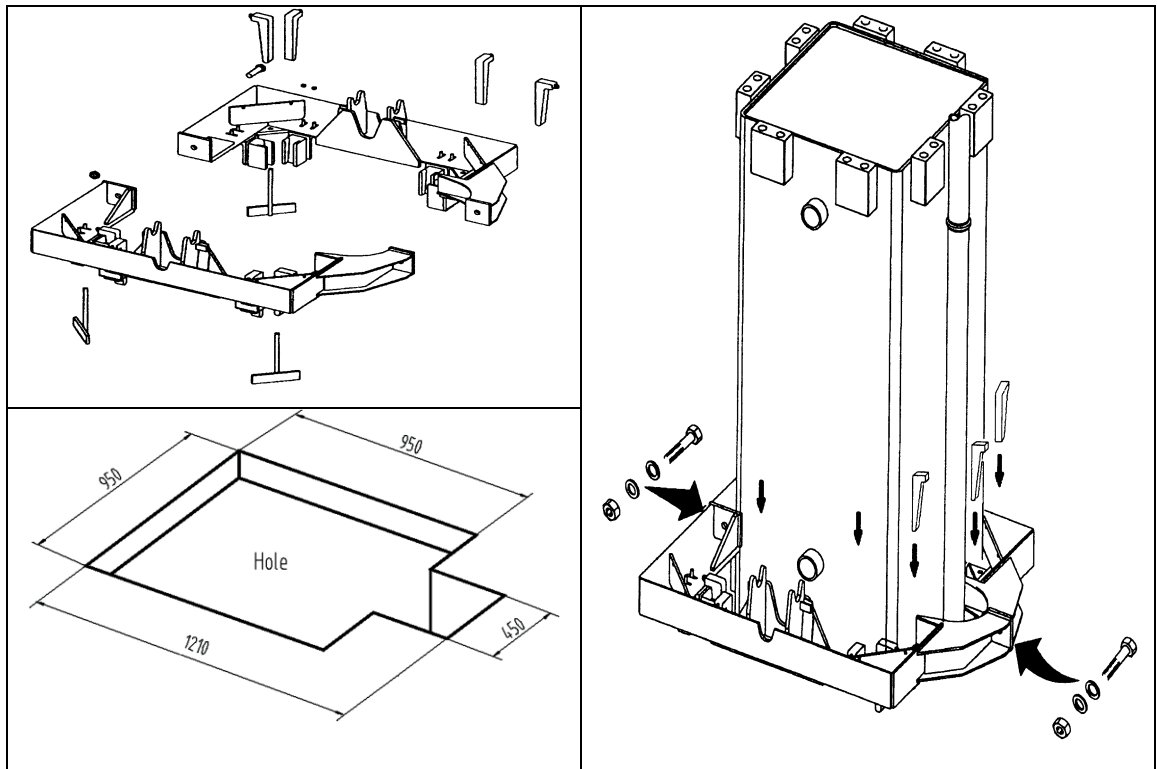


Hình 3.2. Phương án tổng thể (cấu tạo) lắp dựng cần phân phối bê tông thi công nhà siêu cao tầng

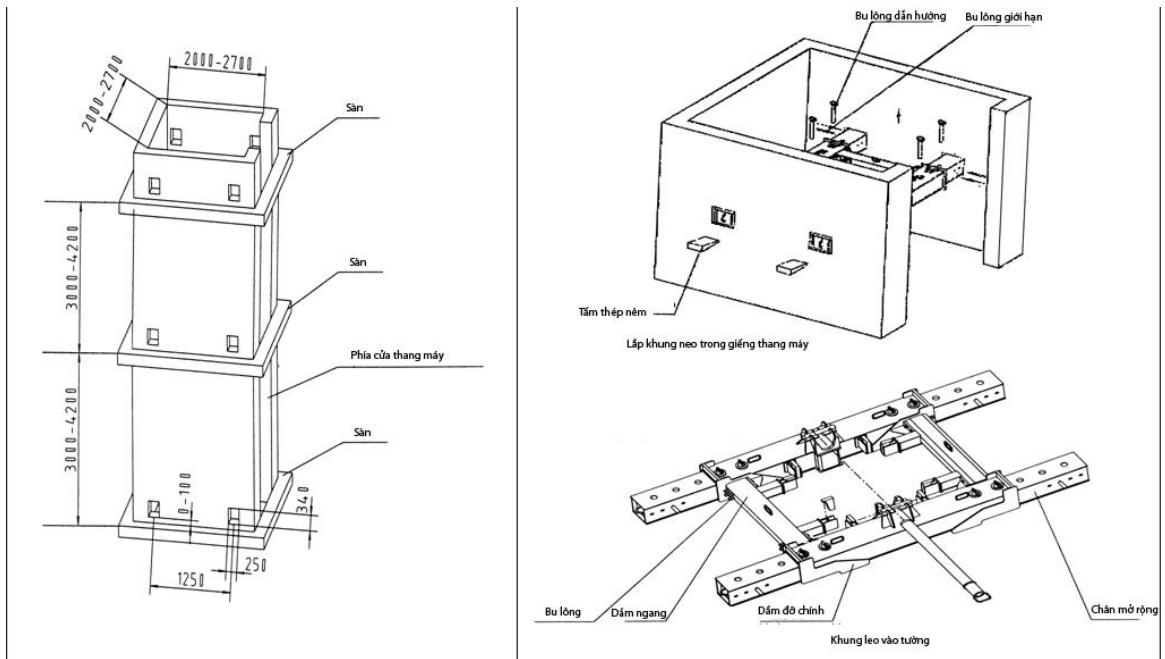
Trụ đỡ cần bơm dùng để đặt cần bơm có chiều dài 16 – 20 m (độ lệch thẳng đứng 40mm). Cần bơm và hệ thống trụ đỡ này sẽ leo cao dần qua từng tầng cùng với công trình nhờ một hệ thống thiết bị tự leo. Cơ cấu leo có kết cấu hộp chữ nhật, rất vững chắc và linh hoạt, ổn định, thuận tiện cho việc tháo dỡ cần phân phối.

Hệ thống trụ đỡ này chịu tải trọng của cần bơm và đường ống dẫn bê tông qua các lỗ vuông trên sàn và được giữ bằng bốn thanh đỡ công son ở các vị trí cách nhau một tầng. Sau khi bắt bu lông 2 thành phần của khung sàn lại với nhau. Chèn vào 8 cái nêm để cố định ống thân (hình 3.3). Các thanh dẫn có trọng lượng 35kg nên có thể vận chuyển bằng tay lên tầng tiếp theo sau khi hoàn thành mỗi quy trình leo tầng.

Chi tiết liên kết với sàn bê tông (hình 3.3) hoặc tường bê tông (hình 3.4).



Hình 3.3. Chi tiết liên kết leo qua sàn bê tông



Hình 3.4. Chi tiết liên kết leo trên tường bê tông

3.3. Tổng hợp, đề xuất phương án bơm bê tông và lựa chọn máy bơm bê tông

3.3.1. Quy trình tính toán thiết kế phương án bơm bê tông

Để xây dựng công trình tòa nhà cao tầng cần sử dụng thiết bị bơm đẩy. Để thiết lập kế hoạch thi công và kế hoạch xây dựng cần phải tìm hiểu về thiết bị, công suất, lượng xả, áp suất bơm để lựa chọn cho công trình hợp lý và hiệu quả nhất. Thiết bị máy bơm bê tông cung cấp cơ bản về công suất tối đa và lượng xả tối đa theo nhà sản xuất thiết bị. Trong điều kiện thuận lợi thì thiết bị có thể phát huy tối đa hiệu quả. Nhưng môi trường thực tế không phải lúc nào cũng thuận lợi. Đặc biệt với điều kiện môi trường ở Việt Nam với điều kiện thời tiết có nhiệt độ trung bình cao, độ ẩm lớn. Chất lượng bê tông được trộn tại các công ty bê tông trộn sẵn khác nhau. Lượng xả bê tông có thể biểu hiện như sau:

Lượng xả bê tông (m^3/h) = thể tích đẩy được bởi xy lanh (m^3) / thời gian thực hiện (h)

Lượng xả bê tông có quan hệ đến thể tích xy lanh và thời gian thực hiện. Ngoài ra nó còn có khả năng điều chỉnh việc lắp đặt động cơ máy theo áp suất cao và áp suất thấp, nếu lắp theo áp suất thấp thì thời gian thực hiện sẽ dài ra, mặt khác ống bơm dẫn và ống liên kết có lực dính giảm. Ngược lại, nếu lắp theo áp suất cao thì thời gian thực hiện rút ngắn lại còn ống bơm dẫn và ống liên kết có lực dính tăng lên.

Khi thi công bơm bê tông cường độ cao lên tầng cao để quản lý chất lượng bê tông đạt chất lượng tốt thì cần phải nhanh chóng rút ngắn thời gian bơm của bê tông được trộn trong thiết bị phối liệu để bê tông không bị cứng. Khi vận chuyển bằng xe thì có thể tạo ra khoảng thời gian chờ do các yếu tố như hiện trạng bên trong công trường hay điều kiện giao thông ở hiện trường, khoảng thời gian này kéo dài sẽ dẫn đến sự biến đổi độ dính và phân tách nguyên liệu trong bê tông làm cho chất lượng bê tông giảm xuống, và có thể làm phát sinh hiện tượng tắc đường ống và tăng tải của máy bơm. Tính toán cường độ của bê tông cường độ cao, khả năng bơm theo từng khoảng thời gian chờ và hệ số ma sát bên trong đường ống.

Việc làm tăng giá trị dòng chảy và độ sụt trong phạm vi cho phép để không gây ra sự phân tách nguyên liệu trong bê tông là một phương pháp phối hợp đúng đắn. Đối với bê tông có cường độ thông thường thì tiến hành đo thống nhất nhờ giá trị dòng chảy, lượng chảy và độ sụt, nhưng với bê tông cường độ cao được sử dụng ở các tầng cao thì phương pháp xem xét sự biến đổi nhiệt độ, độ nén hay tính chất bơm của máy bơm, và vận dụng chỉ số lưu biến học, hệ số ma sát hay độ dính là phương pháp phù hợp.

Bê tông không cứng sau khi được sản xuất ở thiết bị phối liệu, nếu thời gian vận chuyển kéo dài thì độ giảm của dòng chảy (lượng chảy) sẽ phát sinh trong quá trình vận chuyển, sự phân tách nguyên liệu giống như tách nước cũng sẽ xuất hiện, đồng thời độ sụt trong khi bơm cũng giảm gây ảnh hưởng nhiều đến khả năng thi công. Nếu phát sinh hiện tượng đường ống bị tắc thì sẽ dẫn đến tổn thất về nhân lực và thời gian do việc thay thế đường ống bị tắc, hệ quả là kéo dài thời gian thi công.

Kết quả cho thấy áp lực bơm thấp, và thời gian chờ càng dài thì hệ số ma sát càng lớn hoặc xuất hiện kết quả tương tự kết quả tiêu chuẩn của bê tông cường độ 50MPa. Khi phát sinh hiện tượng đường ống vận chuyển bị tắc thì thời gian bị kéo dài, tuy nhiên nếu bơm với áp lực 200 kg/cm² nội trong khoảng thời gian chờ 60 phút thì là điều kiện thích hợp.

Sự phát nhiệt tùy theo độ hydrat hóa của bê tông chịu ảnh hưởng của các yếu tố như chủng loại xi măng, lượng xi măng đơn vị, tỉ lệ nước và xi măng, độ lớn mặt cắt, nhiệt độ không khí. Đặc biệt với khí hậu như ở Việt Nam, so với mùa đông thì khi đổ bê tông cường độ cao mức tăng nhiệt độ sẽ lớn hơn nên cần lựa chọn các phương tiện để giảm nhiệt độ tối đa khi đổ bê tông trong thời tiết nóng. Vì khi lượng xi măng đơn vị càng tăng thì độ tăng nhiệt độ của bê tông cường độ cao cũng càng lớn so với bê tông cường độ thông thường. Để kìm hãm sự tăng nhiệt độ như thế thì sử dụng phương pháp hạn chế nhiệt hydrat hóa bằng cách sử dụng các chất phụ gia như tro bay, muối silic, hoặc sử dụng chất hãm ngưng tụ để kìm hãm sự tăng nhiệt độ ban đầu.

Hệ số biểu hiện tính chất nhiệt của bê tông gồm có hệ số dẫn nở nhiệt, nhiệt dung riêng, hệ số dẫn nhiệt và hệ số khuếch tán nhiệt, các hệ số này là các hàm số có quan hệ đến nhiệt độ. Điều kiện môi trường khí hậu ở Việt Nam có nhiệt độ và độ ẩm cao nên đo sự biến đổi nhiệt độ ở đầu vào và đầu ra máy bơm.

Nhiệt độ đầu vào đường ống gọi là nhiệt độ bê tông ngay trước khi đổ. Nhiệt độ của bê tông không cứng càng tăng thì hệ số ma sát khi đi qua ống cũng tăng. Trong đó có bộ phận mà lực ma sát phát sinh trong quá trình bê tông đi qua đường ống dẫn, và được phát đoán là tăng nhiệt hydrat hóa bắt nguồn từ phản ứng hydrat hóa xi măng trong quá trình bê tông đi qua khoảng cách 336M. Cường độ càng cao thì lượng xi măng đơn vị càng tăng, và theo đó độ dính cũng tăng, đồng thời áp lực bơm càng tăng thì khác biệt nhiệt độ đầu ra và đầu vào không quá lớn. Kết quả thực nghiệm cho thấy sự phản ứng nhạy cảm với nhiệt ma sát bên trong ống do sự giảm số lượng đơn vị bởi vì thêm chất khử hiệu suất cao.

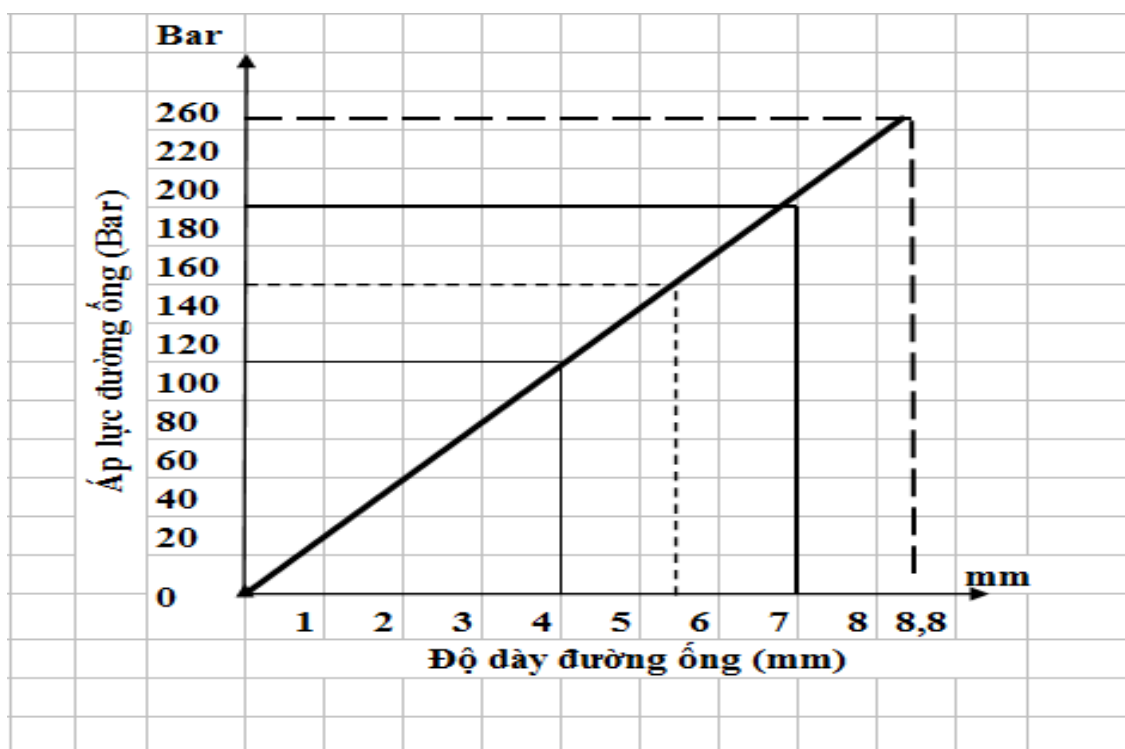
Qui trình thiết kế tính toán phương án bơm bê tông như sau:

- Lựa chọn chủng loại đường ống, xác định các thông số kỹ thuật của ống.
- Xác định tổng chiều dài đường ống qui đổi ra phương nằm ngang (tính đến sự giảm áp lực bơm khi thay đổi phương, kích thước, chủng loại đường ống bơm)
- Xác định (tính toán lý thuyết, thí nghiệm) sự sụt giảm áp suất bơm theo tầm bơm, xác định hệ số ma sát trong ống. Từ đó quyết định áp suất bơm phù hợp, tương ứng với tầm bơm cho toàn bộ công trình.
- Trên cơ sở của kết quả áp lực bơm và ma sát thành bơm, xác định giới hạn nhiệt độ của vữa, độ sụt thích hợp và lượng xả vữa (công suất bơm) phù hợp.
- Căn cứ vào các thông số trên, lựa chọn máy bơm đáp ứng được yêu cầu đặt ra của thi công.

3.3.2. Lựa chọn phương án bơm và thiết bị bơm bê tông thi công nhà siêu cao tầng ở Việt Nam

3.3.2.1. Lựa chọn ống bơm áp lực

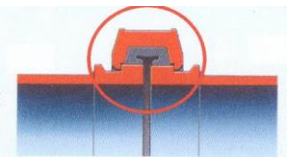
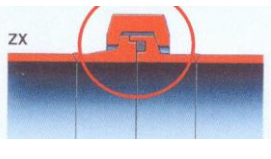
Chiều dài của ống được sản xuất theo tiêu chuẩn đơn vị dài là 1m, 2m, 3m và độ cong ống 45 độ, 90 độ. Hiện nay các công trình phổ biến sử dụng ống bơm áp lực có chiều dài 3m, đường kính 125cm, độ dày 4mm và khi bơm xả cho các công trình nhà siêu cao tầng thì chiều dày ống tăng lên từ 7,1mm đến 8,8mm. Hình 3.3 biểu thị tương quan độ dày của ống theo sự thay đổi áp lực.



Hình 3.5. Độ dày của ống theo sự thay đổi áp lực

Khi lựa chọn ống bơm, cần lưu ý sự đáp ứng của ống so với áp lực bơm, áp lực bơm phụ thuộc vào chiều cao thi công và được quyết định ở phần tính toán thông số phương án bơm đã phân tích ở các phần trên. Phương án lựa chọn chủng loại ống bơm thể hiện ở bảng 3.2.

Bảng 3.2. Phương án lựa chọn chủng loại ống bơm bê tông

Chi tiết	SCHWING	PUTZMEISTER	Ghi chú
Ống áp lực thấp	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng mối nối kiểu hình cái chén - Khả năng lựa chọn ống có độ dày 4.0mm - Khả năng sử dụng áp lực tối đa đến 100 bar 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng mối nối theo kiểu hình đòn bẩy - Khả năng lựa chọn ống có độ dày 4.0mm - Khả năng sử dụng áp lực tối đa đến 100 bar 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng cho tòa nhà có độ cao dưới 100m.
Ống áp lực cao	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng <i>mép chốt nối và lỗ khớp</i> - Lựa chọn ống có độ dày 7.1mm/ 8.8mm. - Khả năng lựa chọn ống có độ dày đến 10mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng <i>mép chốt nối và lỗ khớp</i> - Khả năng lựa chọn ống có độ dày 7.0mm/ 8.8mm. - Khả năng sử dụng áp lực tối đa đến 200 bar 	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng cho tòa nhà có độ cao trên 100m.
So sánh ống áp lực thấp / cao			
 <p>(ống sản xuất trong nước)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Không có bộ phận chốt nối và lỗ khớp : Thì khi bơm bê tông liên tục sẽ phá hỏng mối nối và đường ống - Phải hàn mối nối (Welding Type) 	 <p>(ống áp lực cao sản xuất trong ở nước ngoài)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Có bộ phận chốt nối và lỗ khớp : an toàn liên kết ống - Không có mối nối (Seamless Type)

3.3.2.2. Xác định độ sụt hợp lý và các đặc tính kỹ thuật của hỗn hợp vữa bê tông

Độ sụt lớn nhất hay nhỏ cần xem tình huống cụ thể mà định, nếu ống dễ gập khúc nhiều thì cần tăng độ sụt một cách thích đáng; khi bơm đẩy hướng thẳng đứng đề phòng áp lực đẩy xuống, độ sụt không quá lớn, tất nhiên lại còn phải xem máy móc bơm đẩy là loại gì để xác định. Đối với vữa bê tông đầm bình thường, độ sụt xác định theo công tiêu chuẩn, so với chiều cao bơm đẩy như sau: trên mặt đất từ 1 đến 18 tầng là 14 – 16 cm, từ 18 – 26 tầng là 16 – 18 cm, 28 tầng trở lên là 18 – 20 cm.

Bảng 3.3. Đặc tính kỹ thuật bê tông thi công nhà siêu cao tầng

Đặc tính kỹ thuật bê tông

		Cường độ	Độ chảy		Mô đun	Ghi chú
THÁP	CỘT VÀ LỖI	60 MPa	20-700±100mm		35GPa	B5F--34F
		50 MPa	20-700±100mm		33GPa	35F--41F
		40 MPa	20-650±50mm		30GPa	42F-RooF
	SÀN VÀ DẦM	43 MPa	20-600±100mm		30GPa	B5F-34F
		40 MPa	20-650±50mm		29GPa	35F-41F
		30 MPa	20-650±50mm		27GPa	42F-RooF
MÓNG	40 MPa	20-600±100mm	25-600±100mm	29GPa	Bê tông nền	
ĐÉ	CỘT	30 MPa	20-600±100mm	25-600±100mm	27GPa	
	SÀN VÀ DẦM	30 MPa	20-500±75mm	25-500±75mm	27GPa	
※ GHI CHÚ		Cường độ		Cường độ 7 ngày > 100% cường độ thiết kế		
		Cấu kiện phương đứng		>10 Mpa được tháo ván khuôn thẳng đứng (Sau 16 giờ)		
		Nhiệt độ bê tông		16-32°C		
		Kết cấu		Thiết kế để đạt sớm cường độ		
		Vật liệu		Bê tông ít phát nhiệt (<80 độ C)		
		Tốc độ xà		trên 40M ³ /h		
		Trữ độ sụt		Trên 3 giờ		
		Ngậm khí		<2.5 %		
		Cấp phối		Dùng Xi măng Portlan		

Trạng thái dẻo của bê tông khi ra khỏi miệng bơm đẩy cần phải không để đá lộ ra, càng không bị tan rã. Nếu phun ra mà một nửa bị rã, chứng tỏ tính mềm dẻo không bảo đảm; nếu phun ra mà cát xi măng bắn ra tung tóe thì chứng tỏ độ sụt quá lớn.

Khi sử dụng bê tông có tính thi công (độ linh động cao) – bê tông tự chảy, khi đó tính thi công của vữa bê tông được đánh giá qua chỉ số độ chảy loang của vữa bê tông. Đặc tính kỹ thuật của vữa bê tông cho nhà siêu cao tầng được tổng hợp đề xuất ở bảng 3.2.

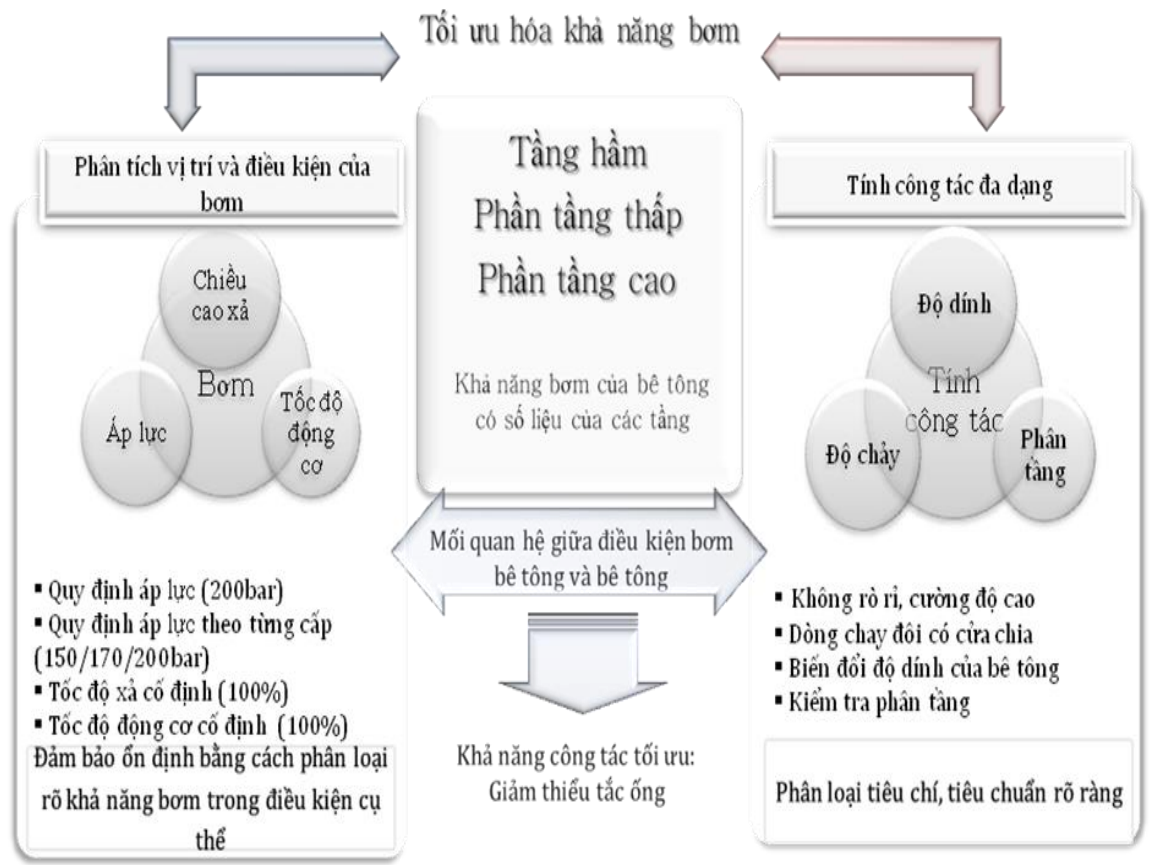
3.3.2.3. Xác định áp suất bơm và lượng xả bê tông (công suất bơm)

Trong quá trình thi công bơm bê tông nhà siêu cao tầng thì việc xác định áp suất bơm cho các tầng (cao độ) khác nhau là vô cùng quan trọng. Cần lưu ý một số cơ sở khoa học đã được đề cập và phân tích sau:

- Khi chiều cao công trình càng lên cao thì có áp suất bơm phải tăng.
- Bê tông cường độ cao có lực ma sát và độ dính tăng (do tổn hao áp suất và gia tăng lực ma sát đường ống bơm) sẽ giảm độ chảy.
- Khi áp suất tăng quá cao mà khoảng cách bơm ngắn thì dễ gây tắc ống bơm.
- Khi cường độ bê tông tăng làm cho nhiệt độ bê tông tăng lên dẫn đến ma sát cũng tăng theo và nhiệt độ ống bơm khi vận chuyển bê tông cũng tăng.
- Khi chiều cao bơm bê tông tăng lên thì tốc độ xả bê tông cũng giảm đi.
- Bơm bê tông bằng máy bơm cao áp làm tăng ma sát, tăng nhiệt, giảm độ ẩm, dẫn đến lượng chảy giảm theo. Khi bơm tầng thấp không nhất thiết phải bơm cao áp vì khi đó đường ống bơm ngắn, dễ gây tắc.
- Vì vậy khi đổ tầng thấp dưới 140m để hệ số ma sát nhỏ, lực dính nhỏ thì nên duy trì áp lực 140 bar là phù hợp nhất.

Mối quan hệ giữa thiết bị bơm, khả năng bơm và hiệu suất bơm

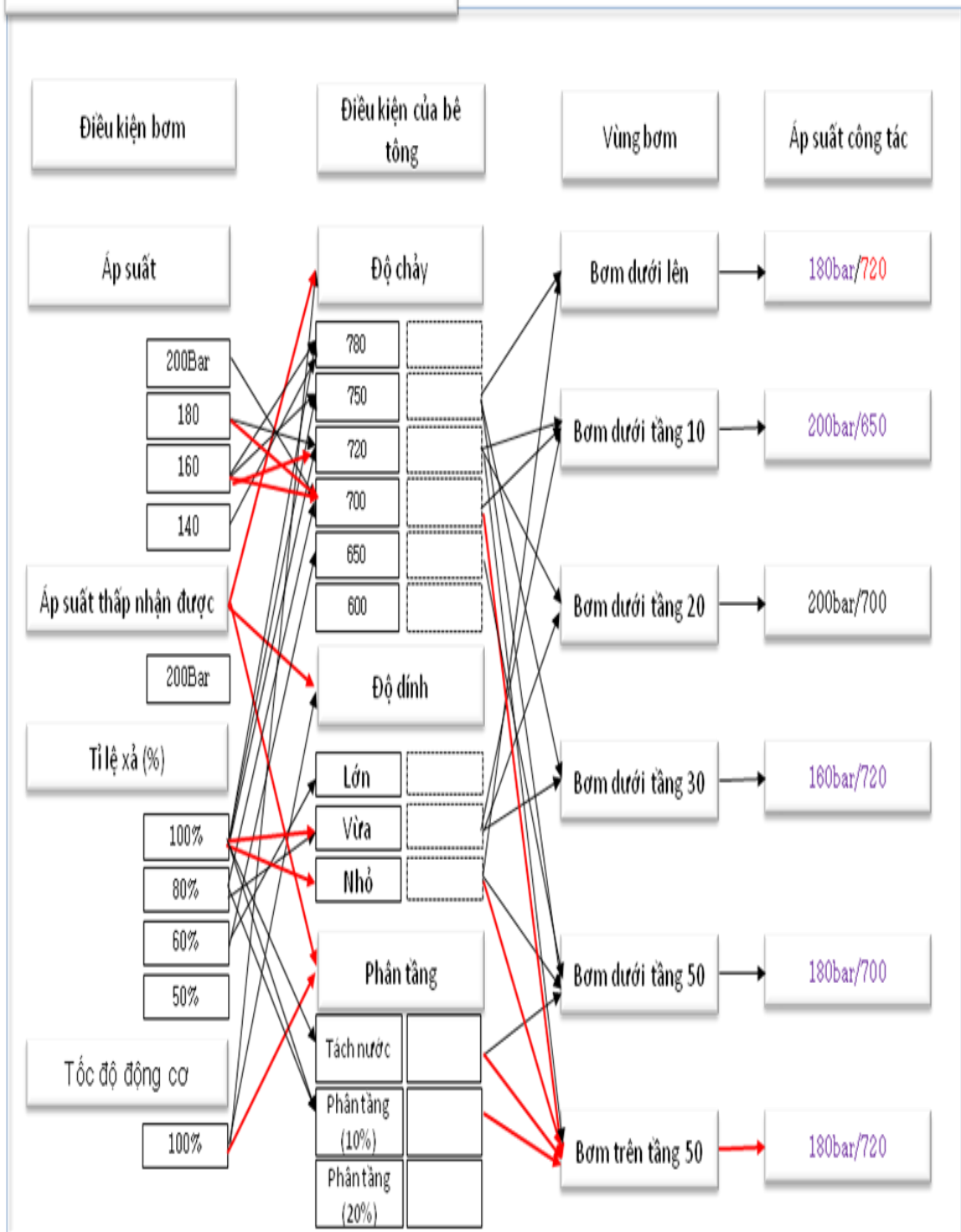
Đảm bảo tính công tác của bê tông:
 Lớn hơn 55m³/h ở thấp, lớn 40m³/h trên cao



Hình 3.6. Mối quan hệ giữa thiết bị bơm, khả năng bơm và hiệu suất bơm

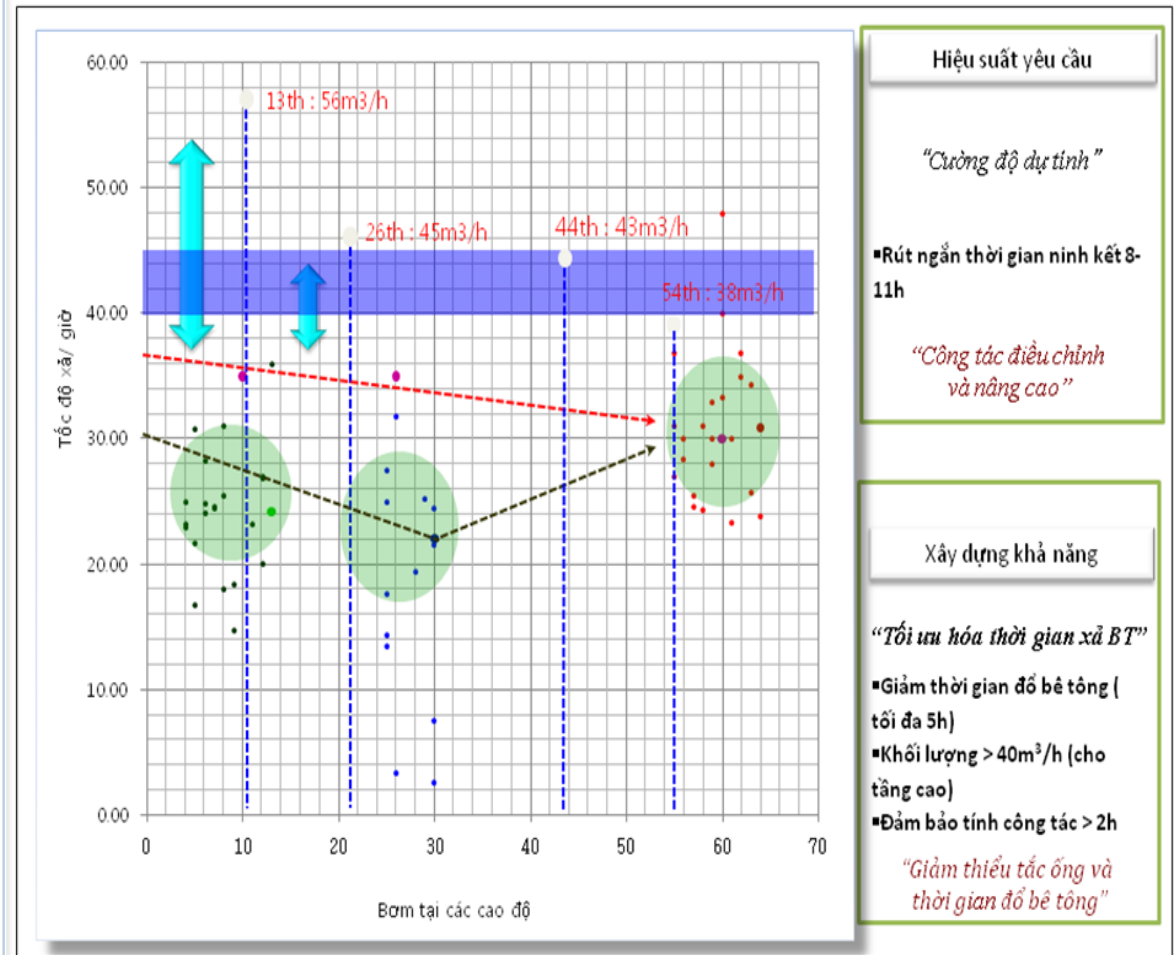
Căn cứ vào kết quả phân tích cơ sở khoa học có thể dựa vào các số liệu ở các hình 3.7, 3.8 để lựa chọn áp suất bơm, độ chảy vữa bê tông bơm hợp lý phù hợp với tầm cao bơm của công trình.

Bảng liên hệ thiết bị bơm và đặc tính bê tông



Hình 3.7. Quan hệ giữa thiết bị bơm và đặc tính bê tông

Liên hệ giữa đặc tính bê tông và khối lượng bê tông



Hình 3.8. Quan hệ giữa đặc tính bê tông và lượng xả bê tông (năng suất bơm)

Đối với các tầng cao 60 – 70 tầng, phương án bơm như sau:

Bơm bê tông 30 Mpa, Áp lực bơm 200 bar, lượng chảy 550 thì hệ số ma sát tốt nhất có thể đạt được là 1,22 -> tốt nhất (thời gian chờ cho phép đến 60 phút)

Bơm bê tông 40 Mpa, Áp lực bơm 150 bar, lượng chảy 660 thì hệ số ma sát tốt nhất có thể đạt được là 1,08 -> tốt nhất (thời gian chờ cho phép đến 60 phút)

Bơm bê tông 50 Mpa, Áp lực bơm 220 bar, lượng chảy 590 thì hệ số ma sát tốt nhất có thể đạt được là 2,68 -> tốt nhất (thời gian chờ cho phép đến 60 phút)

Bơm bê tông 60 Mpa, Áp lực bơm 230 bar, lượng chảy 710 thì hệ số ma sát tốt nhất có thể đạt được là 2,55 -> tốt nhất (thời gian chờ cho phép đến 60 phút)

Chú ý khi bơm các tầng cao mà bơm áp lực thấp thì thời gian chờ sẽ kéo dài, dẫn đến ma sát tăng do đó sẽ làm giảm lượng chảy.

Lựa chọn bê tông chất lượng cao phù hợp với chiều cao công trình đã được thiết kế đảm bảo các yêu cầu sau:

Phát triển sớm cường độ (Cường độ trên 7 ngày > 100% cường độ thiết kế)

Giảm thời gian ninh kết (tăng khả năng chờ bê tông trữ độ sụt tối đa trên 3 giờ, phát nhiệt ít, giảm tắc nghẽn đường ống)

Đảm bảo tính công tác (Độ chảy tối đa, tốc độ xả tầng cao 40 m³/giờ, giảm độ dính, tỉ lệ ngậm khí <2,5% chống phân tầng)

3.3.2.4. Đề xuất phương án bơm bê tông nhà siêu cao tầng

Qua tổng hợp, phân tích, đề xuất lựa chọn bê tông thi công cho nhà siêu cao tầng như sau:

Bảng 3.4. Lựa chọn cường độ bê tông và độ chảy phù hợp chiều cao thi công

		Tầng cao	Cường độ Mpa	Độ chảy
THÁP	Cột và lõi	Dưới 34 tầng	60	700±100mm
		Tầng 35- 41	50	700±100mm
		Tầng 42- Mái	40	650±50mm
	Sàn và dầm	Dưới 34 tầng	43	600±100mm
		Tầng 35- 41	40	650±50mm
		Tầng 42- Mái	30	650±50mm
Móng	Bê tông nền	40	600±100mm	
ĐẾ	Cột		30	600±100mm
	Sàn và dầm		30	500±75mm

Đề xuất lựa chọn thiết bị bơm bê tông và áp suất bơm phù hợp với chiều cao công trình như sau:

Bảng 3.5. Lựa chọn máy bơm và áp suất công tác phù hợp chiều cao thi công

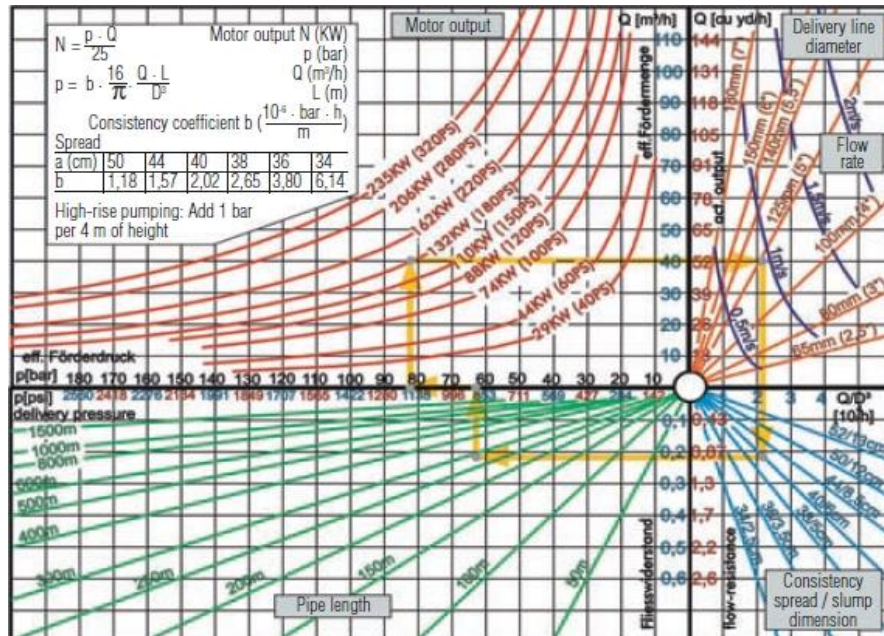
Máy bơm bê tông	Tầng cao	Áp suất công tác (Bar)	Ghi chú
Máy bơm ô tô	Tầng hầm B5 đến tầng 7 (Tính cơ động cao)	180	Có thể dùng bơm tĩnh để bơm cho phần này được
Dùng bơm tĩnh kết hợp cần phân phối bê tông	Tầng hầm B5 đến tầng 07	140	
	Tầng 07- Tầng 10	200	
	Tầng 11->Tầng 20	200	
	Tầng 21 ->Tầng 30	160	
	Tầng 31 -> Mái	180	

3.3.2.5. Phương pháp lựa chọn máy bơm bê tông phù hợp với phương án bơm bê tông

Tùy vào từng mặt bằng công trình mà ta có thể sử dụng máy bơm ô tô, máy bơm tĩnh hay kết hợp cả hai để đảm bảo công suất bơm, độ xa bơm, áp lực bơm đẩy bê tông và khoảng cách bơm.

Lựa chọn máy bơm căn cứ chủ yếu là năng lực ép đẩy. Trong bản thuyết minh kỹ thuật máy bơm nói chung đều có ghi lượng xả tối đa trong đơn vị thời gian (m³/giờ) và cự ly bơm đẩy tối đa (m) để biểu thị cho năng lực bơm. Những số liệu đó nói chung đều lấy cơ sở độ sụt bê tông 21cm, lượng dùng xi măng 300 kg/m³ làm tiêu chuẩn xác định. Nhưng lượng xả cụ thể của máy bơm lại còn liên quan đến đường kính ống, độ sụt bê tông và cự ly vận chuyển (ngang và thẳng đứng), cho nên khi lựa chọn cần xem xét các điều kiện nói trên và cụ thể vận dụng. Ta phải nắm được đường cong quan hệ giữa lượng xả, đường kính ống và cự ly bơm đẩy với điều

kiện độ sụt 20cm của xe bơm bê tông kiểu Sở thiên và biểu đồ tính toán năng lực bơm đẩy của máy bơm ELBA-SCHEELEB5516E (Hình vẽ 3.8). Dùng biểu đồ này có thể tính ra rất nhanh xem máy bơm này có thể thỏa mãn nhu cầu thi công hay không.



Hình 3.9. Biểu đồ tính toán máy bơm ELBA-SCHEELE

Với yêu cầu thiết kế, ta cần nắm được đặc tính bê tông tại các cao độ tầng cao khác nhau và các yêu cầu chung của nó.

3.4. Các yêu cầu về vật liệu cấp phối vữa và chất lượng vữa bê tông

Ở Việt Nam, về mùa hè nhiệt độ môi trường cao; độ ẩm thấp ảnh hưởng rất lớn đến công nghệ chế trộn và vận chuyển vữa bê tông. Bê tông vận chuyển đến công trường cần có biện pháp che chắn để bê tông không bị nung nóng bởi bức xạ mặt trời. Thời gian chờ bê tông không nên quá 1,5h. Vì thông thường sau khoảng 1 ÷ 1,5h, tùy theo tình hình thời tiết lúc thi công, độ sụt đã giảm đáng kể nên khó thi công san gạt. Theo [3] thì hỗn hợp bê tông có độ sụt ban đầu 16cm, sau 1,5h chờ ngoài trời nắng vào mùa hè tại Hà Nội độ sụt giảm xuống chỉ còn 2cm. Khi sử dụng phụ gia dẻo hóa cao cũng chỉ còn 5cm. Độ sụt giảm nhanh như vậy nguyên nhân chính là do tác động của nhiệt độ môi trường cao, làm đẩy nhanh quá trình thủy hóa xi măng khiến cho bê tông nhanh bị cứng. Tuy nhiên do bê tông được chứa trong thùng xe và có sự quay trộn lại hỗn hợp bê tông trước khi đổ, nên sau thời gian chờ

1,5h độ sụt bê tông vẫn được hoàn lại và mức tổn thất là không nhiều. Với bê tông khối lớn, khối lượng bê tông vận chuyển là rất lớn cùng yêu cầu cao về chất lượng và độ linh động của vữa bê tông. Chính vì vậy cần phải lựa chọn phương tiện vận chuyển phù hợp, phải có kế hoạch cung ứng vữa bê tông và công tác tổ chức thi công khoa học nhằm đảm bảo được các yêu cầu kỹ thuật của vữa bê tông khi đổ.

Khi dùng thi công bơm đẩy bê tông, yêu cầu bê tông phải có tính bơm được tức là có tính lưu động, tính mềm dẻo nhất định, ít bị mất nước, khó phân ly, nếu không trong khi bơm dễ phát sinh tắc ống. Vì thế, phẩm loại, quy cách, lượng dùng và tỷ lệ trộn vật liệu bê tông đều phải có yêu cầu nhất định.

1) Phẩm loại và lượng dùng xi măng

Nói chung xi măng giữ nước tốt, mất nước đều ít có thể dùng cho bê tông bơm đẩy. Xi măng bã quặng do tính giữ nước kém, mất nước lớn, khi sử dụng phải dùng biện pháp tương ứng như nâng cao suất cát và phụ gia tro than...

Lượng dùng xi măng cần căn cứ vào yêu cầu cường độ của thiết kế kết cấu mà quyết định. Để đảm bảo tính có thể bơm được của bê tông, bản “ Quy phạm thi công và nghiệm thu công trình bê tông cốt thép” (GBJ204-83) quy định, lượng dùng xi măng tối thiểu nên là 300 kg/m³

2) Cấp phối cốt liệu

Đường kính hạt và cấp phối cốt liệu ảnh hưởng đến tính năng bơm đẩy của bê tông rất lớn, nhất là đường kính hạt tối đa của cốt liệu, nên cần phải khống chế chặt chẽ. Yêu cầu chung là đường kính tối đa của đá dăm so với đường kính trong ống đẩy tốt nhất nhỏ hơn hay bằng 1:3; sỏi cuội thì tốt nhất nhỏ hơn hay bằng 1:2,5.

Đối với cấp phối cốt liệu hạt to ở nước ngoài đều có quy định và đều có giới hạn đường cong cấp phối. Do cấp phối của cốt liệu Trung Quốc, không hoàn toàn phù hợp đường cong cấp phối yêu cầu để bơm đẩy bê tông, cho nên khi sử dụng có thể căn cứ tình huống cung ứng đá cát do định đường cong cấp phối của chúng. Cốt liệu mịn có đường kính từ 0,135 trở xuống không nên nhỏ hơn 15%, tốt nhất có thể đạt đến 20%.

3) Tỷ suất cát

Bê tông bơm đẩy so với bê tông thường cần tăng thêm tỷ suất cát là điều tất yếu để thích hợp với việc đẩy bê tông trong đường ống. Tòa nhà kinh thành Bắc Kinh lựa chọn tỷ suất cát là 40 – 42 %. Cho nên cần căn cứ vào tình huống cụ thể với điều kiện không ảnh hưởng cường độ bê tông, lại có thể đảm bảo về nguyên tắc dễ bơm, mà lựa chọn tỷ suất cát tối ưu.

4) Chất phụ gia

a. Vật liệu trộn thêm

Chủ yếu là bột tro than đá, có thể cải thiện trạng thái chảy, tính dẻo của bê tông và lực dính kết giữa cát đá. Khi dùng xi măng bã quặng bình thường nên gia thêm 20% lượng xi măng, lấy 10% xi măng thay thế. Khi bơm đẩy cao vượt quá 100 m, có thể trộn thêm thích đáng, lượng trộn thêm phải thông qua thử nghiệm mà xác định

b. Chất phụ gia

Thi công ở nhiệt độ bình thường phải dùng sunphat canxi xenlulô, chủ yếu dùng để cải thiện mức độ công tác của bê tông. Lượng trộn thêm căn cứ vào nhiệt độ, cụ lý vận chuyển để xác định. Kinh nghiệm tòa nhà Kinh thành Bắc Kinh lượng trộn vào bằng 0,25 – 0,3 % (chất bột) lượng xi măng đem dùng, có thể nâng cao độ sụt 5 – 6 cm.

KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Quá trình nghiên cứu công tác vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng giúp nắm vững kiến thức tổng hợp và đánh giá từ cơ sở pháp lý liên quan đến thực tiễn thí nghiệm và thi công. Từ đây có thể lựa chọn phương án thi công vận chuyển vữa bê tông phù hợp tại Việt Nam cho các công trình siêu cao tầng với quy mô công trình và các chiều cao thi công khác nhau một cách hợp lý nhất. Nâng cao kiến thức khoa học để áp dụng thực tiễn nâng cao chất lượng thi công, kiểm soát những rủi ro, mang lại hiệu quả kinh tế tốt nhất.

Kiểm soát được từ thiết kế cho đến thi công và chất lượng vữa bê tông để thi công bơm cho nhà siêu cao tầng. Bê tông phải có tính lưu động tốt, tính mềm dẻo nhất định, ít bị mất nước, khó phân ly, nếu không trong khi bơm dễ phát sinh tắc ống.

Tổ chức mặt bằng thi công bơm bê tông nhà siêu cao tầng hợp lý;

Lựa chọn các thiết bị đủ điều kiện cho thi công như: Cần trục tháp, máy bơm ô tô, máy bơm tĩnh và cần phân phối bê tông sao cho đảm bảo các yếu tố như: sức nâng, tầm với, chiều cao bơm (xa), áp lực bơm đẩy, độ xả, độ chảy phù hợp bơm lên các tầng cao. Phối hợp các thiết bị vận chuyển phù hợp với từng giai đoạn thi công xây dựng

Áp suất bơm phải đảm bảo lượng xả bê tông (tầng thấp lớn hơn 55m³/giờ, tầng cao lớn hơn 40 m³/giờ và tầng cực cao 25-30 m³/giờ như tháp Buji Dubai 611m).

Khi thi công các tầng cao khác nhau (các cấu kiện có cường độ bê tông khác nhau) thì mối quan hệ giữa áp lực bơm và các đặc tính bê tông (cường độ, độ sụt, độ chảy) là yếu tố quan trọng quyết định tối ưu hóa lượng xả mang lại hiệu suất cao nhất.

2. Kiến nghị

Trên thực tế triển khai thực hiện thi công vận chuyển vữa bê tông lên các tòa nhà siêu cao tầng trong điều kiện khí hậu Việt Nam với nhiệt độ và độ ẩm cao đã vấp phải không ít khó khăn do chưa có các bộ tiêu chuẩn, qui phạm nền tảng về thiết kế và thi công, trình độ thiết kế, công nghệ và thi công còn non kém, thiếu kinh nghiệm. Khi thi công các công trình nhà siêu cao tầng ở Việt Nam, phương án bơm bê tông được tính toán và thiết kế lựa chọn bởi các nhà thầu nước ngoài, đáp ứng được yêu cầu thi công của công trình.

Trong những năm tới đây sẽ có rất nhiều các nhà siêu cao tầng được xây dựng tại Việt Nam chúng ta. Để giảm bớt các chi phí không cần thiết, đảm bảo sự lựa chọn các thiết bị vận chuyển vữa lên các tầng cao một cách phù hợp nhất.

Chiến lược phát triển khoa học và công nghệ ngành Xây dựng đến năm 2020, tầm nhìn 2030, Bộ Xây dựng đã đặt mục tiêu đến năm 2020 làm chủ công nghệ xây dựng các công trình dân dụng và công nghiệp có quy mô lớn và yêu cầu kỹ thuật phức tạp; phát triển và ứng dụng các công nghệ xây dựng phục vụ phát triển bền vững. Nền khoa học và công nghệ xây dựng hiện đại thực sự trở thành động lực then chốt thúc đẩy sự phát triển của ngành Xây dựng theo hướng tiên tiến và hiện đại, đáp ứng với tiến trình hội nhập. Luận văn kiến nghị các khoa, viện, cơ sở nghiên cứu về khoa học công nghệ xây dựng phát triển nghiên cứu, thử nghiệm với qui mô lớn hơn như sau:

- Thiết kế các tòa nhà siêu cao tầng có bề mặt sàn rộng hơn 5.000 đến 10.000 m², độ cao công trình (trên 1000m)
- Làm rõ hơn chủng loại thiết bị vận chuyển vữa bê tông và bê tông để đảm bảo thi công cho các nhà siêu cao tầng, từ đó lập ra bảng tra máy móc thiết bị chi tiết phù hợp với đặc tính bê tông theo chiều cao công trình cho công nghệ thi công xây dựng hiện đại.
- Đề xuất đơn vị chủ đạo thi công lĩnh vực vận chuyển vữa bê tông trong thi công nhà siêu cao tầng một cách chuyên nghiệp, luôn áp dụng công nghệ mới tốt hơn để khi thi công xây dựng các công trình siêu cao tầng

không còn phụ thuộc vào các Nhà thầu nước ngoài. Từ đó tiến ra làm các nước trên Thế giới với vai trò Nhà thầu thiết kế, Nhà thầu tư vấn quản lý dự án, Nhà thầu giám sát hoặc Nhà thầu thi công các dự án siêu cao tầng.

Tất cả các kiến nghị trong luận văn có lẽ chưa phải là đầy đủ nhưng cũng là một phần phù hợp với Chiến lược đặt mục tiêu trong lĩnh vực công nghệ xây dựng đến 2030 sẽ làm chủ công nghệ xây dựng nhà siêu cao của Bộ xây dựng.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Huy Chính (2012), *Máy và thiết bị nâng - chuyển*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
2. Nguyễn Tiến Đích (2010), *Công tác bê tông trong điều kiện khí hậu nóng ẩm Việt Nam*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
3. Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Văn Chánh, *Sử dụng xi măng ít tỏa nhiệt cho bê tông khối lớn tại Việt Nam*, Tài liệu báo cáo của Công ty Holcim Việt Nam.
4. Trần Hồng Hải, Hồ Ngọc Khoa (2010), *Công nghệ thi công nhà siêu cao tầng bê tông toàn khối* – Tạp chí khoa học và công nghệ Trường Đại học Xây dựng, Số III.
5. Mỹ Hòa (2010), *BFT tòa nhà cao nhất Việt Nam hiện nay* – Tạp chí kết cấu và công nghệ xây dựng, Số IV.
6. Trần Quang Hộ (2007), *Hiệu quả kinh tế của móng bè trên cọc khoan nhồi*, Tạp chí viện khoa học công nghệ Xây Dựng, Số III.
7. Xuân Hồng (2011), Công trình Lotte Center Hanoi: *Lập kỷ lục về khối lượng bê tông đài móng*, Website Cục Giám định nhà nước về chất lượng công trình xây dựng – Bộ Xây dựng.
8. JCI, VCA (2011), *Hướng dẫn kiểm soát nứt trong bê tông khối lớn* – phiên bản 2008, VCA, Hà Nội.
9. Hồ Ngọc Khoa (2010), *Lựa chọn phương pháp bảo dưỡng bê tông hiệu quả trong điều kiện khí hậu nóng ẩm*, Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
10. Hồ Ngọc Khoa (2011), *Nghiên cứu biến dạng lớp của kết cấu bê tông thi công theo phương pháp toàn khối, trong thời gian đầu đóng rắn*, Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường, Đại học Xây dựng, Hà Nội.
11. Lê Kiều, Lê Duy Ngụ, Nguyễn Đình Thám (2000), *Công tác đất và thi công bê tông toàn khối*, NXB Xây dựng, Hà Nội.

12. Ngô Thế Phong, Lý Trần Cường, Nguyễn Lê Ninh (2006), *Kết cấu bê tông cốt thép – phần kết cấu nhà cửa*, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
13. TCVN 4252:1988, Quy trình lập thiết kế tổ chức xây dựng và thiết kế thi công – Quy phạm thi công và nghiệm thu, NXB Xây dựng, Hà Nội.
14. TCVN 4453:1995, Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm thi công và nghiệm thu, NXB Xây dựng, Hà Nội.
15. TCVN 6069 :1995, Xi măng poóc lăng ít tỏa nhiệt – Yêu cầu kỹ thuật, NXB Xây dựng, Hà Nội.
16. TCVN 2682 :1999, Xi măng Pooc lăng - Yêu cầu kỹ thuật, NXB Xây dựng, Hà Nội.
17. TCXDVN 302:2004, Nước trộn bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật, NXB Xây dựng, Hà Nội.
18. TCXDVN 305:2004, Bê tông khối lớn - Quy phạm thi công và nghiệm thu, NXB Xây dựng, Hà Nội.
19. TCXDVN 311:2004, Phụ gia khoáng hoạt tính cao dùng cho bê tông và vữa: Silicafume và tro trấu nghiền mịn, NXB Xây dựng, Hà Nội.
20. TCXDVN 313:2004, Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Hướng dẫn kỹ thuật phòng chống nứt dưới tác động của khí hậu nóng ẩm, NXB Xây dựng, Hà Nội.
21. TCXDVN 325:2004, Phụ gia hóa học cho bê tông, NXB Xây dựng, Hà Nội.
22. TCXDVN 356:2005, Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế, NXB Xây dựng, Hà Nội.
23. TCVN 7570:2006, Cốt liệu cho bê tông và vữa - yêu cầu kỹ thuật, NXB Xây dựng, Hà Nội.
24. TCXDVN 391:2007, Bê tông – Yêu cầu bảo dưỡng ẩm tự nhiên, NXB Xây dựng, Hà Nội.
25. TCVN 1651:2008, Thép cốt bê tông, NXB Xây dựng, Hà Nội.

26. TCVN 8163:2009, Thép cốt bê tông – Môi nối bằng ống ren, NXB Xây dựng, Hà Nội.
27. TCVN 8262: 2009, Tro bay – Phương pháp phân tích hóa học, NXB Xây dựng, Hà Nội.
28. TCVN 8265: 2009, Xi hạt lò cao – Phương pháp phân tích hóa học, NXB Xây dựng, Hà Nội.
29. TCVN 5672:1992, Hệ thống tài liệu thiết kế xây dựng - Hồ sơ thi công - Yêu cầu chung, NXB Xây dựng, Hà Nội.
30. TCVN 5308:1991, Quy phạm kỹ thuật an toàn trong xây dựng, NXB Xây dựng, Hà Nội.
31. TCVN 5637:1991, Quản lý chất lượng xây lắp công trình xây dựng - Nguyên tắc cơ bản, NXB Xây dựng, Hà Nội.
32. TCVN 3106:1993, Hỗn hợp bê tông nặng - Phương pháp thử độ sụt, NXB Xây dựng, Hà Nội.
33. TCVN 3105: 1993, Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng- Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử, NXB Xây dựng, Hà Nội.
34. Bài báo Hướng tới làm chủ công nghệ xây nhà siêu cao, nguồn chinhphu.vn.
35. ACI 207.1R-96, Mass concrete.
36. IU. M. Bazenov, Bạch Đình Thiên, Trần Ngọc Tính (2004), *Công nghệ bê tông*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
37. Delta civil and industrial construction co., Ltd (2008), The Bitexco tower - Mass concrete plan, Hochiminh city.
38. Parsons Brinckerhoff, Keangnam Hanoi Landmark tower – project information.
39. Nathaniel Hollister (2011), CTBUH Production Coordinator and Antony Wood, CTBUH Executive Director.

40. H. G. Poulos (2001), Practical design procedures for piled raft foundations.
41. BIBM, EFCA, EFNARC (2005), The European Guidelines for Self-Compacting Concrete - Specification, Production and Use.
42. Concrete Pump High Pressure (26-08-2012), Lotte Enginining & Contruction.