



PHƯƠNG ÁN TỔ CHỨC THI CÔNG KẾT CẤU VÁCH LỖI, KHUNG DẦM SÀN NHÀ SIÊU CAO TẦNG TẠI VIỆT NAM

Hồ Ngọc Khoa¹, Lê Đình Tiến²

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến phương án tổ chức thi công kết cấu vách lõi, khung dầm sàn nhà siêu cao tầng (sơ đồ bố trí không gian mặt bằng, công nghệ thi công, nhân lực thi công); kết quả nghiên cứu thực tế phương án tổ chức thi công vách lõi, khung dầm sàn công trình Keangnam Landmark Tower và Lotte Center Hanoi. Từ đó đưa ra một số yếu tố công nghệ - tổ chức cần lưu ý và đề xuất quy trình lập phương án tổ chức thi công hệ vách lõi, khung dầm sàn nhà siêu cao tầng tại Việt Nam.

Từ khóa: Nhà siêu cao tầng; phương án tổ chức thi công; phân đoạn; kết cấu vách lõi; khung dầm sàn.

Summary: This paper demonstrates the analysis of factors impacting to the construction organization of structural framing system (core/shear walls, beams, slabs) of super high rise buildings (plan layouts, construction technologies, man power, etc.) and practical studies resulted from the construction organization of the core/shear walls, beams and slabs of Keangnam Landmark Tower and Lotte Center Hanoi. This paper also points out some important technological and organizational factors that should be considered and proposes a procedure of setting up the construction organization of the structural framing system (core walls, beams, slabs) of super high rise buildings in Vietnam.

Key words: Super high - rise building; construction organizational method; segment; framing system; core wall; beams; slabs.

Nhận ngày 02/3/2015, chỉnh sửa ngày 18/3/2015, chấp nhận đăng 31/3/2015



1. Mở đầu

Việc xây dựng thành công các công trình siêu cao tầng ở Việt Nam trong thời gian gần đây như Keangnam Hanoi Landmark Tower, Bitexco Financial Tower, Lotte Center Hanoi... đem lại cho ngành xây dựng Việt Nam nhiều kinh nghiệm quý báu trong công nghệ thi công, quản lý dự án và đặc biệt là phương án tổ chức thi công đảm bảo an toàn, chất lượng công trình và tiến độ xây dựng.

Thực tế cho thấy, phương án tổ chức thi công ở mỗi công trình là rất khác nhau, tuy nhiên về tiến độ đều đạt 4-5 ngày/1 sàn tầng. Kết quả phân tích về mặt lý thuyết những yếu tố ảnh hưởng đến phương án tổ chức thi công kết hợp với kết quả phân tích thực tế thi công một số công trình siêu cao tầng tiêu biểu ở Việt Nam sẽ giúp làm rõ hơn cách thức tổ chức lao động, phân chia không gian, xác định thời gian thi công và là cơ sở để đề xuất quy trình lập phương án tổ chức thi công vách lõi, khung dầm sàn nhà siêu cao tầng ở nước ta.



2. Các phương pháp tổ chức thi công kết cấu khung chịu lực nhà cao tầng

Khung chịu lực của nhà cao tầng bê tông cốt thép thi công theo phương pháp toàn khối là hệ vách lõi kết hợp với khung dầm sàn, trong nhà siêu cao tầng bố trí thêm 2 hoặc nhiều hơn các hệ giằng được cấu tạo dưới dạng các tầng cứng. Hướng phát triển thi công kết cấu khung chịu lực vừa theo phương ngang ở mặt bằng vừa đòi hỏi sự phát triển ổn định theo chiều cao trong suốt quá trình xây dựng. Phương pháp tổ chức thi công kết cấu khung chịu lực nhà cao tầng hiện nay có thể áp dụng là phương pháp tuần tự hoặc tuần tự kết hợp với dây chuyền và chia ra các đợt thi công theo chiều đứng.

¹TS, Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: hnnkhoa@yahoo.com.

²KS, Khoa Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp. Trường Đại học Xây dựng.

Mục đích của việc lựa chọn phương án tổ chức xây dựng nhằm: xây dựng đúng thời hạn, đảm bảo chất lượng công trình, năng suất lao động và hiệu quả kinh tế cao, đạt được các mục đích trên thì phương án có tính cạnh tranh. Phương pháp dây chuyền là phương pháp tổ chức xây dựng tiên tiến, nếu áp dụng được, dù chỉ từng phần hay từng giai đoạn thi công thì vẫn đạt hiệu quả nhất định. Một trong những hướng phát triển cơ bản của dây chuyền trong thi công phần thô nhà cao tầng là hướng ngang từ dưới lên [1]. Việc áp dụng phương pháp tuần tự, dây chuyền hay kết hợp để thi công phần thô nhà cao tầng về cơ bản phụ thuộc bởi yếu tố diện tích mặt bằng và khối lượng thi công.

Tùy theo diện tích sàn xây dựng, số lượng và khối lượng thi công từng phân đoạn, tác giả Võ Quốc Bảo [2] đã đề xuất 8 mô hình tổ chức thi công hệ kết cấu chịu lực nhà cao tầng bê tông cốt thép toàn khối ở Việt Nam. Sự khác nhau giữa các mô hình ở giải pháp công nghệ ván khuôn (định hình hay tấm lớn) và biện pháp vận chuyển bê tông lên cao (cần trục tháp hay máy bơm). Có thể nhận thấy rằng với sự phát triển đa dạng của công nghệ ván khuôn và kỹ thuật vận chuyển, phân phối vữa bê tông, nhiều mô hình đề xuất tỏ ra hình thức và chưa hợp lý, ví dụ đối với sàn có diện tích $>2000\text{m}^2$, 6 phân đoạn thi công, mô hình đề xuất là sử dụng ván khuôn tấm lớn và vận chuyển bê tông bằng cần trục tháp. Thực tế thi công hiện nay, các công trình cao tầng thường có diện tích mặt bằng thi công một sàn tương đối lớn ($>1000\text{m}^2$) nên tổ chức thi công phần thô theo phương pháp dây chuyền được nhiều nhà thầu lựa chọn với công nghệ ván khuôn và bê tông hiện đại.

3. Những yếu tố ảnh hưởng đến phương án tổ chức thi công vách lõi, khung chịu lực nhà siêu cao tầng

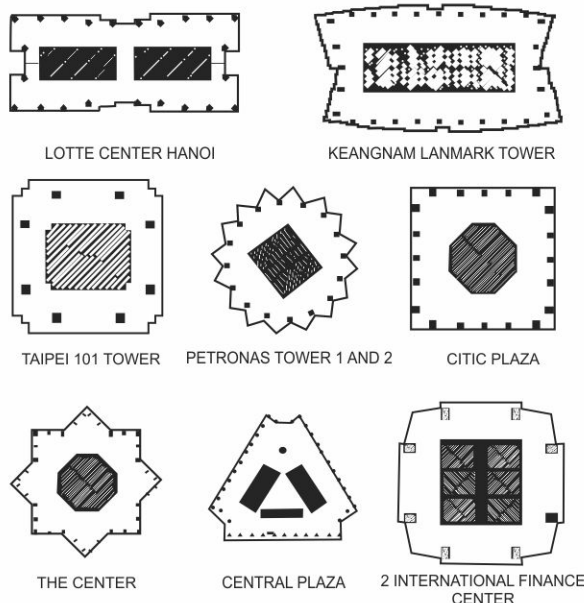
3.1 Sơ đồ bố trí không gian mặt bằng

Với đặc điểm chiều cao công trình lớn (trên 200m) nên hệ kết cấu BTCT của tòa nhà phải chịu tải trọng rất lớn theo cả hai phương đứng và ngang. Cấu tạo hệ BTCT chịu lực chính gồm các kết cấu đứng (vách lõi, cột) cùng với các kết cấu nằm ngang (dầm, sàn) và các hệ giằng cứng (tầng cứng) được xem là giải pháp kết cấu hợp lý cho nhà siêu cao tầng. Hệ vách lõi với độ cứng theo phương ngang lớn hơn nhiều so với cột nên kích thước tổng thể và sơ đồ bố trí của nó trên mặt bằng tầng ảnh hưởng lớn tới khả năng chịu tải trọng ngang và chống xoắn của công trình. Tùy thuộc hình dạng và diện tích của mặt bằng mà hình dáng, kích thước và cách bố trí hệ vách lõi cứng là khác nhau. Phân tích sơ đồ bố trí không gian mặt bằng một số công trình nhà siêu cao tầng tại Việt Nam cũng như trên thế giới, thấy rằng hệ kết cấu có đặc điểm chung gồm hệ vách lõi được bố trí ở trung tâm có diện tích tính theo đường bao trên mặt bằng khá lớn chiếm 0.3 - 0.45 lần diện tích sàn, liên kết với hệ lõi vách là hệ megacolumn (siêu cột) bố trí theo chu vi sàn, tạo nên hệ khung dầm sàn với nhịp từ 8 - 12 m (Bảng 1, Hình 1).

Bảng 1. Tỷ lệ diện tích vách lõi so với diện tích sàn một số công trình nhà siêu cao tầng [3]

Stt	Tên công trình	Diện tích sàn (m^2)	Chiều cao tầng (m)	Chiều dày vách lõi (m)	Tỷ số diện tích vách lõi/sàn
1	Lotte Center Hanoi	2500	4.0	1.1	0.45
2	Keangnam Lanmark Tower	4500	4.0	1.2	0.35
3	Bitexco Financial Tower	-	3.8	-	0.38
4	Tháp đôi Petronas	2150	4.0	0.75	0.40
5	Tháp 101 Đài Loan	2650	4.2	-	0.33
6	CITIC Plaza	2230	3.9	1.0	0.33
7	Central Plaza	2210	3.9	1.1	0.30
8	Tháp Jin Mao	2600	4.0	-	0.30

Ngoài vai trò chịu lực, hệ vách lõi còn là không gian bố trí hệ thống giao thông đứng và không gian kỹ thuật tòa nhà, phát triển theo phương đứng và thiết diện không thay đổi. Sơ đồ cấu tạo, hình dáng và khối lượng của hệ vách lõi cũng như khung dầm sàn quyết định việc lựa chọn công nghệ ván khuôn và phương án tổ chức thi công. Việc quyết định công nghệ thi công (ván khuôn, cốt thép, bê tông, vận chuyển theo phương đứng) phải được quyết định trước. Từ đó xác định khối lượng thi công và các thông số công nghệ - tổ chức liên quan để lựa chọn phương án tổ chức thi công phù hợp.



Hình 1. Bố trí hệ vách lõi trên mặt bằng sàn một số công trình siêu cao tầng

3.2 Công nghệ thi công vách lõi, khung chịu lực

a. Công nghệ ván khuôn

Tùy theo chiều cao, sơ đồ cấu tạo, khối lượng của hệ vách lõi mà có thể sử dụng các hệ ván khuôn khác nhau như: ván khuôn tấm lớn luân chuyển, ván khuôn trượt, ván khuôn leo (nâng bởi kích thủy lực hoặc kết hợp với cần trục tháp). Khi sử dụng phương án tấm lớn luân chuyển (euro form, conventional form) phải tính đến phương án bố trí mặt bằng thi công phù hợp với tổ đội chuyên môn vì công tác thi công vách lõi sẽ trên cùng một cao độ với công tác thi công dầm sàn, đối với công trình diện tích sàn nhỏ sẽ khó khăn trong việc đảm bảo vị trí và tuyến thi công; trong trường hợp thi công lệch thời điểm thi chu kỳ thi công một tầng sẽ kéo dài.

Trong trường hợp sử dụng ván khuôn trượt hoặc leo, công tác thi công vách lõi vượt trước công tác thi công dầm sàn 3-4 tầng (đợt), các dây chuyền có không gian thi công độc lập và được thi công cùng một thời điểm ở hai cao độ khác nhau, ở đây biện pháp tổ chức thi công theo đợt phát huy hiệu quả. Tuy nhiên cần lưu ý biện pháp an toàn, phòng chống vật rơi trong thi công.

Ván khuôn dầm sàn được lựa chọn phụ thuộc đặc điểm kiến trúc, kết cấu của hệ dầm sàn. Với sàn nhíp lớn, kết cấu dự ứng lực có thể chọn ván khuôn tấm lớn, ván khuôn bay (table form, sky deck), sàn với kết cấu cốt thép thông thường, diện tích ô sàn không lớn nên sử dụng các hệ ván khuôn kết hợp có cột chống cơ động, tháo lắp nhanh, tấm khuôn gỗ dán, thép hoặc nhôm (conventional form: beam form + support system) [4]. Trong bất kỳ phương án nào yếu tố tiến độ thi công lắp dựng và tháo dỡ ván khuôn cũng phải đảm bảo yêu cầu của tiến độ chung và yêu cầu về chất lượng và an toàn cho bản thân bê tông kết cấu.

b. Thiết bị vận chuyển lên cao

Năng suất của thiết bị vận chuyển lên cao (cần trục tháp và vận thăng) đảm bảo tiến độ của phương án. Trong thi công phần khung dầm sàn chịu lực, cần trục tháp vận chuyển cốt thép, ván khuôn; vận thăng vận chuyển người, dụng cụ, vật liệu rời phụ trợ thi công. Khi lựa chọn cần trục tháp, cần lưu ý các yếu tố sau:

- Mối tương quan của cần trục với các công trình xung quanh để quyết định sử dụng loại cần trục: cần trục ngang không thay đổi góc nâng (hammer head) hay thay đổi góc nâng (luffing).
- Khối lượng, trọng lượng vật liệu vận chuyển trong một ca làm việc.
- Tính toán các thông số của cần trục đáp ứng yêu cầu phục vụ.
- Các điều kiện biên: yêu cầu móng, khả năng tháo lắp, xung đột với các thiết bị thi công khác.

Thiết bị vận chuyển vữa bê tông lên cao là tổ hợp máy bơm tĩnh hiệu suất cao (áp lực bơm khoảng 200bars) kết hợp với hệ thống ống bơm và cần phân phối bê tông thủy lực CPB (concrete placing boom). Lựa chọn CPB trong phương án tổ chức thi công căn cứ vào khối lượng và mặt bằng phân đoạn thi công trong sự liên kết với cần trục tháp [4].

Đối với vận thăng, số lượng, mã hiệu và vị trí lắp đặt vận thăng phụ thuộc vào hình dáng, kích thước mặt bằng công trình và nhu cầu vận chuyển vật liệu, thiết bị dụng cụ và nhân lực đáp ứng công tác thi công. Vận thăng phải đảm bảo vận chuyển kịp thời người làm việc lên xuống công trình trong thời gian quy định (không quá 30 phút), cần kiểm tra sự đáp ứng đó tại thời điểm có nhu cầu cao (lúc bắt đầu và tan ca làm việc).

3.3 Nhân lực thi công

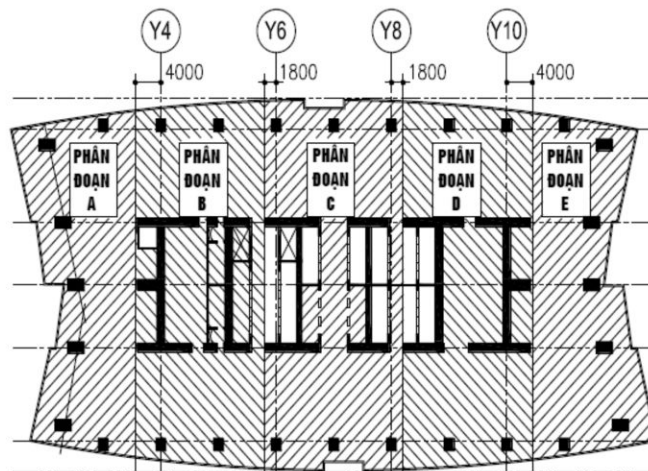
Một trong những thông số quan trọng của phương án tổ chức thi công là các chỉ số nhân lực. Rõ ràng trong thi công phần khung dầm sàn nhà siêu cao tầng khi chu kỳ hoàn thành một tầng ở mức 4-5 ngày, nhịp của tổ đội phải là 1 ngày, do đó nhu cầu về nhân lực rất lớn. Để khắc phục vấn đề tập trung nhân lực quá đông trên một phân đoạn, bắt buộc phải thi công 2 hoặc 3 ca. Khi đó đòi hỏi phải tính toán bố trí nhân lực hợp lý nhất về mặt cơ cấu tổ đội và tay nghề để đạt năng suất cao nhất với số nhân lực nhỏ nhất có thể.



4. Nghiên cứu thực tế biện pháp tổ chức thi công vách lõi, khung chịu lực nhà siêu cao tầng tại Việt Nam

4.1 Tòa tháp chính công trình Keangnam Hanoi Landmark Tower

- Đặc điểm kiến trúc, kết cấu: công trình cao 336m gồm 70 tầng nổi và 2 tầng hầm được cấu tạo bởi hệ vách lõi và hệ khung biên chịu lực gồm cột dầm sàn. Hệ vách lõi bố trí ở trung tâm mặt bằng với diện tích theo chu vi 1100m^2 (khoảng 35% diện tích sàn), chia thành các block nhỏ (Hình 2) có chiều dày vách là 1,2m. Hệ vách lõi có cấu tạo thay đổi theo chiều cao: từ tầng 1 đến tầng 46 hệ vách lõi bố trí như Hình 2, từ tầng 46 đến tầng 70 hệ vách lõi được bỏ bớt 1 block, chỉ còn lại các block tại phân đoạn B và C. Mặt bằng công trình với diện tích khoảng 4500m^2 gồm hệ khung biên liên kết với hệ vách lõi trung tâm bởi sàn dự ứng lực không dầm có chiều dày sàn 250mm.



Hình 2. Mặt bằng tổ chức không gian thi công vách lõi, khung chịu lực công trình Keangnam Lanmark Tower

- Công nghệ ván khuôn: Đối với vách lõi, do chia làm các block nhỏ, có cấu tạo thay đổi theo chiều cao công trình nên chọn phương án ván khuôn tấm lớn luân chuyển phía ngoài lõi, phía trong là ván khuôn leo kết hợp sàn công tác để thi công sàn khu vực kỹ thuật. Hệ sàn dự ứng lực không dầm là đặc điểm thuận lợi quyết định việc lựa chọn sử dụng ván khuôn bay (truss table form). Ván khuôn cột là nhôm tấm lớn (al form) định hình, luân chuyển với sự trợ giúp của cần trục tháp.

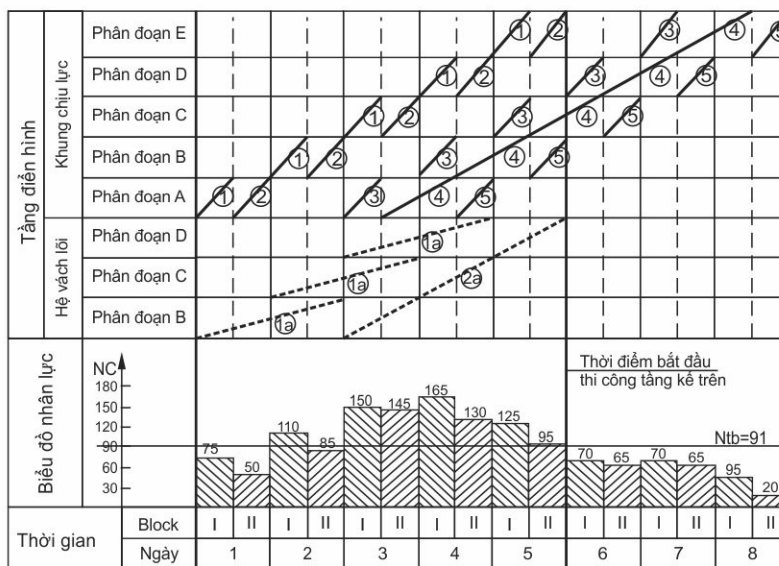
- Phương án tổ chức thi công: không gian thi công vách lõi được chia làm 3 phân đoạn, dầm sàn - 5 phân đoạn (Hình 2), tiến độ thi công trung bình 5 ngày/1 sàn. Công tác thi công chia làm 2 đợt: đợt 1 vách lõi, cột; đợt 2 dầm sàn [5].

Về khối lượng thi công, phân đoạn B, C, D có các block vách lõi nên tổng khối lượng thi công lớn (766m^3 bê tông) tạo ra sự chênh lệch khối lượng thi công của 3 phân đoạn này với hai phân đoạn A và E (391m^3 bê tông) là đáng kể. Tuy nhiên, nếu tính khối lượng bê tông của các dây chuyền theo từng loại kết cấu thì sự chênh lệch có thể chấp nhận được (Bảng 2).

Bảng 2. Thể tích bê tông vách lõi, cột dầm sàn trên các phân đoạn thi công (m^3)

Phân đoạn	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D	Zone E
Cột (Column)	91	52	78	52	91
Lõi (Core Wall)	-	439	383	439	-
Dầm sàn (Slab + Grider)	300	275	297	275	300
Tổng	391	766	758	766	391

Để phát huy hiệu quả sử dụng cần trục tháp trong vận chuyển ván khuôn (ván khuôn bay, ván khuôn tấm lớn) và giảm chi phí quản lý, công tác thi công tập trung vào thời gian ban ngày, tận dụng tối đa chiếu sáng tự nhiên. Thời gian làm việc mỗi ngày là 10 tiếng gồm block sáng từ 7-12h và block chiều từ 1-6h. Một công việc có thể làm trong 1 hoặc 2 block. Nhịp dây chuyền nhỏ nhất là một block. Việc thi công vách lõi được thực hiện bởi các dây chuyền độc lập với các dây chuyền thi công cột dầm sàn. Trên Hình 3 thể hiện dây chuyền chuyên môn phần thô của một tầng. Thời gian hoàn thành tất cả các dây chuyền đơn của dây chuyền công việc tính cho một tầng đơn lẻ là 8 ngày. Sau ngày thứ 5, các dây chuyền đơn triển khai đầu tiên (số 1 và 1a) di chuyển lên tầng thi công mới, và sau chu kỳ 5 ngày, công tác thi công một tầng mới được hoàn thành.



Hình 3. Tiến độ và biểu đồ nhân lực thi công vách lõi, dầm sàn 1 tầng Keangnam Lanmark Tower

- 1-1- Lắp dựng cốt thép, ván khuôn cột (40ng) 1a- Lắp dựng cốt thép, ván khuôn leo vách lõi (35ng)
 2-2- Đổ bê tông cột (15ng) 2a- Đổ bê tông vách lõi (15ng)
 3-3- Tháo ván khuôn cột vách, lắp ván khuôn dầm sàn (20ng)
 4-4- Lắp đặt cốt thép dầm sàn (45ng)
 5- Đổ bê tông dầm sàn (20ng)

- Thiết bị vận chuyển lên cao: 2 cần trục tháp Linden Comansa 21LC400 với tải trọng nâng lớn nhất 18 tấn, tầm với xa nhất 50m ứng với tải trọng nâng 8 tấn; 6 vận thăng kích thước lồng 1,5x4,5x2,5 m, vận tốc 100m/ph để vận chuyển người, vật liệu rời và thiết bị máy móc phù hợp; 2 máy bơm áp lực cao 250bars Schwing BP8800HDR-18HP và Putzmeister BSA14000HP, công suất mỗi máy từ 50-80 m^3/h để bơm vữa bê tông.

- Nhân lực thi công: Tổ chức các tổ đội chuyên môn cao được đào tạo cơ bản cho các công tác ván khuôn và vận hành máy thiết bị thi công. Các tổ đội khác tùy theo tính chất công việc mà quyết định mức độ chuyên môn hóa cho phù hợp.

4.2 Công trình Lotte Center Hanoi

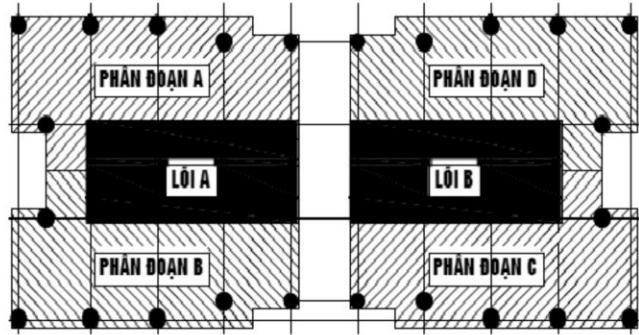
- Đặc điểm kiến trúc, kết cấu: giải pháp kết cấu là khung dầm sàn kết hợp với hệ vách lõi trung tâm có độ cứng lớn, kết hợp hai hệ giằng cứng ở giữa và tầng áp mái. Mặt bằng công trình có diện tích khoảng 3000m² chia làm hai phần đối xứng qua trục dọc, 2 hệ vách lõi bố trí ở trung tâm có diện tích chu vi 660m², chiều dày vách $d = 1\text{m}$ (Hình 4).

- Công nghệ ván khuôn: Với đặc điểm cấu tạo hệ vách lõi gồm hai khối kín hình chữ nhật, sử dụng ván khuôn leo tự động thì công vách lõi là hợp lý. Ván khuôn nhôm được sử dụng tại các không gian kỹ thuật trong lõi và thang bộ.

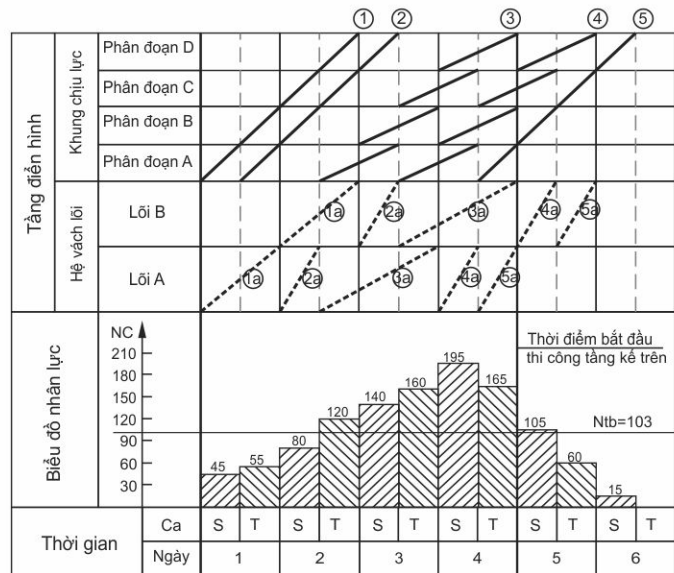
- Phương án tổ chức thi công: Công tác thi công vách lõi và khung dầm sàn được tiến hành ở hai cao độ khác nhau, bởi các dây chuyền độc lập. Tốc độ thi công vách lõi vượt tốc độ thi công dầm sàn 4 tầng nhà. Vách lõi chia ra hai phân khu: lõi A và B. Dầm sàn chia ra 4 phân đoạn: A, B, C, D (Hình 4). Diện tích sàn mỗi phân đoạn đều nhau, khoảng 500m², do đó khối lượng thi công ở các phân đoạn gần như nhau, tạo điều kiện thuận lợi cho việc bố trí nhân lực và lựa chọn nhịp của các dây chuyền. Thời gian thi công trung bình của một tầng sàn là 4 ngày. Nhằm đảm bảo tiến độ đề ra, công trình duy trì một ngày 2 ca làm việc, ca ngày và ca đêm [6]. Ở đây sử dụng tài nguyên thời gian và huy động nhân lực ở mức tối đa, do đó có thể chủ động trong điều chỉnh tiến độ thi công khi có gián đoạn vì điều kiện thời tiết. Dây chuyền chuyên môn phân thô bao gồm hai dây chuyền thành phần: khung chịu lực và hệ vách lõi. Nhịp của dây chuyền đơn nhỏ nhất là một ca làm việc. Thời gian hoạt động của dây chuyền chuyên môn tính cho một tầng đơn lẻ là 6 ngày đêm. Bắt đầu từ ngày thứ 5, các dây chuyền đơn triển khai đầu tiên (số 1 và 1a) di chuyển lên tầng thi công mới, và sau chu kỳ 4 ngày, công tác thi công một tầng mới được hoàn thành (Hình 5).

- Thiết bị vận chuyển lên cao: 2 cần trục tháp có thể thay đổi góc nâng 21LC290 với tải trọng nâng lớn nhất 12 tấn, tầm với lớn nhất 54 m ứng với tải trọng nâng 4,6 tấn; 8 vận thăng kích thước lồng 1,5x4,5x2,5m, vận tốc 100m/ph; 3 máy bơm có mã hiệu Putzmeister BSA14000HP để vận chuyển bê tông.

- Nhân lực thi công: tổ đội thi công ván khuôn vách lõi mức độ chuyên môn hóa cao, các tổ đội khác tùy theo tính chất công việc mà quyết định mức độ chuyên môn hóa cho phù hợp. Các tổ đội được đào tạo căn bản về tay nghề, an toàn lao động và ý thức kỷ luật công trường.



Hình 4. Mặt bằng tổ chức không gian thi công vách lõi, khung chịu lực công trình Lotte Center Hanoi



Hình 5. Tiến độ và biểu đồ nhân lực thi công vách lõi, dầm sàn 1 tầng Lotte Center Hanoi

- 1- Lắp dựng cốt thép, ván khuôn cột (15ng)
- 1a- Chuẩn bị ván khuôn leo, lắp đặt cốt thép vách lõi (30ng)
- 2- Đổ bê tông cột (10ng)
- 2a- Lắp dựng ván khuôn leo (25ng)
- 3- Tháo ván khuôn cột, lắp ván khuôn dầm sàn (40ng)
- 3a- Lắp dựng ván khuôn sàn, thang bộ trong lõi (25ng)
- 4- Lắp đặt cốt thép dầm sàn (30ng)
- 4a- Lắp đặt cốt thép sàn, thang bộ trong lõi (30ng)
- 5- Đổ bê tông dầm sàn (15ng)
- 5a- Đổ bê tông vách lõi (15ng)

4.3 So sánh các phương án tổ chức thi công

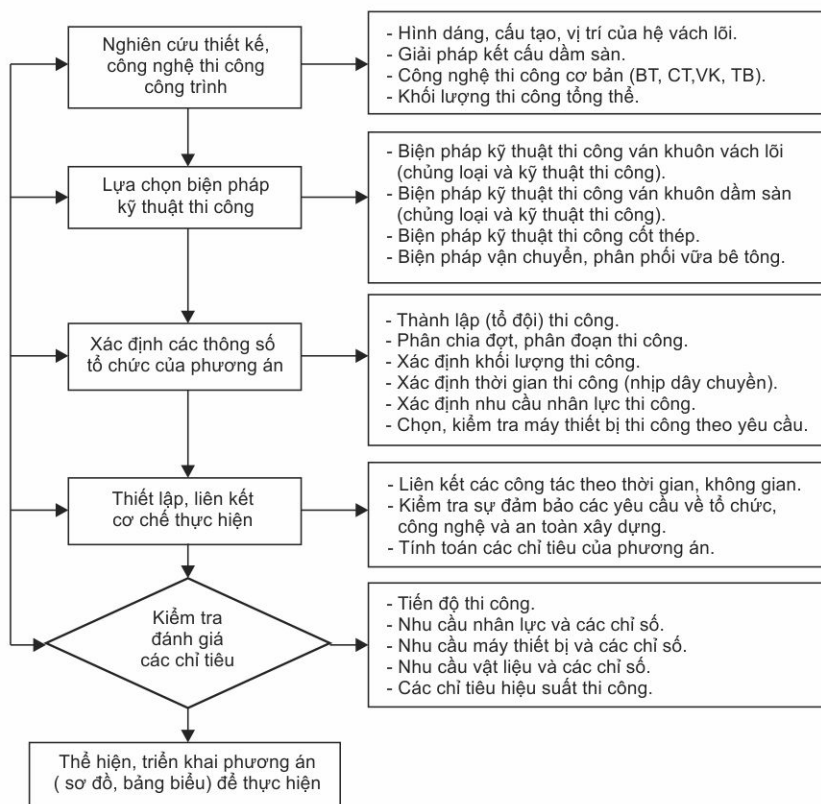
Trong cả hai phương án, nhận thấy sự linh hoạt trong việc tổ chức thời gian thi công, xác định nhịp các dây chuyền đơn và mức độ chuyên môn hóa của các tổ đội. Số tổ đội và thời gian thi công của dây chuyền được bố trí hợp lý tùy theo khối lượng thi công của từng công tác trên từng phân đoạn. Cách phân chia thời gian thi công trong ngày thành 2 block sáng và chiều như ở công trình Keangnam là rất linh hoạt, dây chuyền có thể hoạt động trong 1 hoặc 2 block. Ở Lotte, với việc bố trí 2 ca làm việc kết hợp với việc thi công vách lõi vượt trước thi công dầm sàn theo chiều đứng đã đẩy nhanh được tiến độ thi công, dây chuyền ổn định hơn, tuy nhiên nhu cầu về nhân lực cao hơn và chi phí tài nguyên trên một m² xây dựng cũng cao hơn so với Keangnam. Năng suất dây chuyền quy ước (khối tích công trình/1h thi công) của công trình Keangnam cao hơn nhiều so với Lotte chứng tỏ phương án tổ chức thi công của Keangnam cho thấy sự hiệu quả nhất định. Hệ số điều hòa nhân lực ở cả hai phương án không có sự khác biệt và ở mức độ hợp lý, cho thấy sự bố trí tổ đội, nhân lực cũng như thời gian thi công ở cả hai công trình là rất tốt (Bảng 3).

Bảng 3. So sánh một số chỉ số của tiến độ và biểu đồ nhân lực thi công vách lõi, dầm sàn 1 tầng công trình Keangnam Lanmark Tower và Lotte Center Hanoi

Công trình	Diện tích mặt bằng (m ²)	Chiều cao tầng (m)	T/g thi công 1 tầng sàn (ngày)	Hệ số điều hòa (K ₁)	Hệ số ổn định (K ₂)	Chi phí nhân công (công/m ²)	Năng suất dây chuyền (m ³ /h)
Keangnam	4500	4	5	0.551	0.437	2.60	360
Lotte Center	3000	4	4	0.528	0.545	3.04	187

5. Quy trình lập phương án tổ chức thi công hệ vách lõi, khung chịu lực nhà siêu cao tầng tại Việt Nam

Căn cứ lập phương án tổ chức thi công: Đặc điểm hệ kết cấu chịu lực, sự thay đổi chu vi thiết diện lõi vách; Sơ đồ bố trí không gian mặt bằng; Công nghệ thi công (thiết bị, bê tông, ván khuôn); Hình dáng, diện tích mặt bằng và khối lượng thi công; Tiến độ thi công yêu cầu; Sự đáp ứng về nhân lực tại địa phương. Quy trình lập phương án tổ chức thi công thể hiện ở Hình 6.



Hình 6. Quy trình lập phương án tổ chức thi công hệ vách lõi, khung chịu lực nhà siêu cao tầng tại Việt Nam



6. Kết luận

- Các yếu tố ảnh hưởng cơ bản đến lựa chọn phương án tổ chức thi công vách lõi, khung dầm sàn nhà siêu cao tầng có thể kể đến: sơ đồ bố trí không gian mặt bằng; công nghệ ván khuôn; diện tích sàn; sự đảm bảo nhân lực. Tổ chức thi công vách lõi, khung dầm sàn nhà siêu cao tầng ở Việt Nam hoàn toàn có thể áp dụng phương pháp dây chuyền.

- Phương án tổ chức thi công vách lõi vượt trước thi công khung dầm sàn theo chiều cao tạo điều kiện thuận lợi trong tổ chức không gian thi công, kết hợp với yếu tố làm 2 ca trong ngày có thể đạt được tốc độ 4 ngày/sàn tầng. Tuy nhiên theo đó nhu cầu nhân lực và chi phí nhân công/m² xây dựng tăng cao.

- Tổ chức thi công một ca 10 tiếng, chia làm 2 block thời gian sáng và chiều trong ngày kết hợp với sử dụng ván khuôn bay thi công sàn tạo sự linh hoạt của dây chuyền, giảm nhu cầu và chi phí nhân công, trong khi đó chỉ số năng suất của dây chuyền đạt được rất cao, gần gấp đôi so với phương án tổ chức thi công 2 ca ngày và đêm.

- Quy trình lập phương án tổ chức thi công vách lõi, khung dầm sàn nhà siêu cao tầng gồm 6 bước cơ bản, trong đó nghiên cứu công nghệ, lựa chọn biện pháp kỹ thuật, xác định thông số tổ chức và thiết lập cơ chế thực hiện là quan trọng. Việc điều chỉnh phương án khi không đạt thực hiện qua 4 mức độ, từ cơ chế thực hiện đến tổ chức công nghệ của phương án.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Đình Thám, Nguyễn Ngọc Thanh (2006), *Lập kế hoạch, tổ chức và chỉ đạo thi công*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
2. Võ Quốc Bảo (2002), *Tổ chức hợp lý các tổ hợp công nghệ xây lắp và phương pháp đánh giá phương án tổ chức thi công trong xây dựng nhà cao tầng BTCT toàn khối*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Xây dựng, Hà Nội.
3. P.W. Matthew, D.F.H. Bennett (1990), *Economic Long-Span Concrete Floors*, British Cement Association.
4. Trần Hồng Hải, Hồ Ngọc Khoa (2012), "Công nghệ thi công nhà siêu cao tầng ở Việt Nam", *Tạp chí KHCN Xây dựng*, số 11, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
5. Parsons Brinckerhoff (2011), "Construction organizational Method of Keangnam Hanoi Lanmark", Hà Nội.
6. Lotte E&C (2014), "Construction organizational Method of Lotte Center Hanoi", Hà Nội.