

Ứng dụng công nghệ BIM trong thiết kế kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực cho công trình lắp ghép

Application of BIM technology in the pre-stressed structural design phase for precast construction projects

Lê Anh Dũng⁽¹⁾, Đào Minh Hiếu⁽²⁾, Cao Minh Tâm⁽³⁾

Tóm tắt

Mô hình thông tin công trình (BIM) đã được áp dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đã khảo sát và đánh giá những lợi ích cũng như khó khăn khi áp dụng BIM trong dự án đầu tư xây dựng. Tuy nhiên, khả năng áp dụng của BIM trong công tác thiết kế xây dựng vẫn còn nhiều hạn chế và luôn là một thách thức lớn đối với ngành công nghiệp xây dựng. Nghiên cứu này nhằm mục đích hoàn thiện việc ứng dụng công nghệ BIM trong khâu thiết kế kết cấu ứng suất trước cho công trình lắp ghép. Khác với kết cấu bê tông cốt thép truyền thống, kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước yêu cầu nhà sản xuất phải có những thông tin chính xác về thông tin mô hình để có một dự án đầu tư hiệu quả. Nghiên cứu này tìm thấy ba lợi ích lớn nhất mà BIM mang lại cho dự án xây dựng bê tông cốt thép ứng lực trước, đó là: dễ hình dung ý tưởng thiết kế, sớm phát hiện ra các xung đột giữa các bản vẽ thiết kế và rút ngắn thời gian thiết kế.

Từ khóa: Mô hình thông tin công trình, kết cấu BTCT dự ứng lực, lắp ghép công trình

Abstract

Building Information Modeling (BIM) has been widely applied around the world. Many domestic and foreign studies have surveyed and evaluated the benefits and difficulties of applying BIM in construction investment projects. However, the applicability of BIM in construction design is still limited and has always been a big challenge for the construction industry. This study aims to complete the application of Building Information Modeling (BIM) technology in the pre-stressed structural design phase for precast construction projects.

Unlike traditional reinforced concrete structures, precast concrete structures require manufacturers to have accurate model information to have an effective investment project. These researchers have found the biggest benefit that BIM brings to pre-stressed reinforced concrete construction projects: easy visualization of design ideas, early detection of conflicts among drawings, design and shorten the designing time.

Key words: Building Information Modeling, pre-stressed reinforced concrete structure, precast construction projects

(1) PGS.TS, Giảng viên, Bộ môn Thi công & MXD, Khoa Xây dựng, ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: lead.moc@gmail.com, ĐT: 0932283939

(2) TS, Giảng viên, Bộ môn Thi công & MXD, Khoa Xây dựng, ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: hieudm@hau.edu.vn, ĐT: 0912534406

(3) KS, Học viên khoa Sau Đại Học, ĐH Kiến trúc Hà Nội, Email: caotam.dhkt@gmail.com, ĐT: 0326237575

Ngày nhận bài: 21/7/2023

Ngày sửa bài: 28/7/2023

Ngày duyệt đăng: 31/7/2023

1. Đặt vấn đề

Công trình được thi công theo phương pháp lắp ghép đã đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của ngành xây dựng hiện nay, cũng là phương hướng của sự phát triển của ngành xây dựng trong tương lai. Trong đó, kết cấu công trình dạng này thường sử dụng kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực nhằm vượt nhịp lớn, có thể lên tới hơn 20m, giúp tiết kiệm khoảng 15-30% khối lượng bê tông và 60-80% trọng lượng cốt thép so với những kết cấu bê tông cốt thép truyền thống thông thường. Cấu tạo công trình dạng này được đưa thành các module đơn giản và lắp dựng thuận tiện, chất lượng được kiểm soát tốt hơn vì được sản xuất trong nhà máy, các rủi ro khi xung đột với các bộ môn khác cũng được hạn chế. Tuy nhiên các công việc được thực hiện trong giai đoạn sản xuất cấu kiện cần lưu ý đặc biệt đến việc tính toán kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước, sản xuất chế tạo trong nhà máy và lắp dựng các kết cấu. Ba công việc này cần được thực hiện một cách chính xác, không có bất kỳ sai sót mới đạt được yêu cầu về chất lượng đề ra.

Hiện nay, mô hình thông tin công trình BIM đang được áp dụng trong hoạt động quản lý xây dựng một cách rộng rãi trên thế giới và tại Việt Nam, các chính phủ đều nhận thức được sự cần thiết của BIM trong quản lý xây dựng nên đã nhanh chóng thành lập các tổ chức phát triển BIM quốc gia để nghiên cứu và xây dựng các tiêu chuẩn và lộ trình để đảm bảo sự thành công cho việc áp dụng BIM ở quốc gia mình. Tại Mỹ, Hội đồng dự án BIM (United States™ Project Committee) đã được thành lập ngay từ 2008 nhằm thúc đẩy sự phát triển BIM theo từng ngành, từng bang và trên cả nước, đồng thời công bố tiêu chuẩn quốc gia về BIM (National BIM Standard). Đến nay tiêu chuẩn này đã ngày một hoàn thiện và chuẩn bị công bố phiên bản 3 (NBS-version 3). Ở Việt Nam trong số các doanh nghiệp đã áp dụng BIM, tập trung chủ yếu là các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài hoặc các doanh nghiệp tư nhân. Đi đầu trong áp dụng BIM là các đơn vị tư vấn thiết kế, có sự tham gia của đầy đủ các bộ môn thiết kế và ứng dụng cho nhiều loại công trình xây dựng khác nhau: công trình dân dụng, công trình công nghiệp và công trình cầu. Các đơn vị áp dụng thành công BIM trong thiết kế như Polysius Việt Nam, VNCC, JGC Việt Nam... Một số nhà thầu áp dụng thành công BIM như nhà thầu Hòa Bình, Coteccons, Meada, Vinata... Các nhà thầu chủ yếu áp dụng BIM trong bóc tách khối lượng đầu thầu, kiểm soát khối lượng thi công và kiểm tra xung đột giữa các bộ môn trong giai đoạn thiết kế công trình.

Việc áp dụng công nghệ BIM vào giai đoạn thiết kế và lắp dựng là hết sức cần thiết để nâng cao hiệu quả thiết kế và lắp dựng. Công nghệ BIM không chỉ tạo ra sự đồng bộ giữa công tác thiết kế và xây dựng mà còn là một công cụ trực quan, một cơ sở dữ liệu chi tiết. BIM có thể tăng cường sự hợp tác giữa các nhóm thiết kế. Bên cạnh đó, việc thiết lập mô hình BIM cho phép xử lý và giải quyết các vấn đề thiết

kể một cách nhanh chóng và trực tiếp. Thông qua các ứng dụng của BIM và các công cụ hỗ trợ BIM tools, có thể dễ dàng trích khối lượng, lập tiến độ thi công 4D hay lập biện pháp thi công. Đặc biệt trong khâu thiết kế kỹ thuật, việc ứng dụng BIM trong bước triển khai bản vẽ chế tạo sẽ rút ngắn được thời gian thiết kế và giảm thiểu chi phí so với phương pháp truyền thống. Trong khi đó, việc đảm bảo tính chính xác trong quá trình thiết kế, chế tạo, lắp dựng các kết cấu bê tông cốt thép ứng lực trước cho các công trình lắp ghép luôn là một thách thức với các đơn vị xây dựng. Chính vì vậy, việc áp dụng BIM vào thiết kế cho công trình dạng này là hết sức cần thiết.

2. Tổng quan việc sử dụng BIM trong thiết kế kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực

2.1. Áp dụng BIM cho công trình lắp ghép

Việc áp dụng BIM trong thiết kế kết cấu BTCT dự ứng lực cho công trình lắp ghép đem lại những lợi ích to lớn trong việc giảm thiểu sai sót trong quá trình thi công lắp dựng, cụ thể như sau:

A, Tính trực quan

Giúp ý tưởng thiết kế được thể hiện hơn thông qua mô hình BIM 3D.

Giúp việc thể hiện trình tự thi công và chi phí thực hiện theo thời gian được thể hiện rõ hơn thông qua BIM 4D.

Giúp sớm phát hiện ra va chạm giữa các đối tượng.

B, Tính đồng bộ và kế thừa

Giúp sự thể hiện cấu kiện ở tất cả các góc nhìn trong mô hình BIM đều đồng bộ với nhau.

Giúp sản phẩm từ một công cụ trong BIM dễ dàng được chuyển giao cho các công cụ BIM khác.

Giúp việc thay đổi phương án vật tư, biện pháp, tiến độ được thực hiện nhanh chóng và đồng bộ.

C, Tính phối hợp

Giúp tăng cường sự phối hợp thực hiện giữa các bộ môn.

Giúp tăng cường sự phối hợp giữa chủ đầu tư, nhà thiết kế, thi công và cung cấp.

Giúp tăng cường sự trao đổi giữa sức trẻ và kinh nghiệm.

D, Tính hiệu quả

Giúp so sánh phương án thực hiện dễ dàng

Giúp thời gian thực hiện dự án được rút ngắn thông qua nhiều công việc được thực hiện gần như đồng thời từ một mô hình.

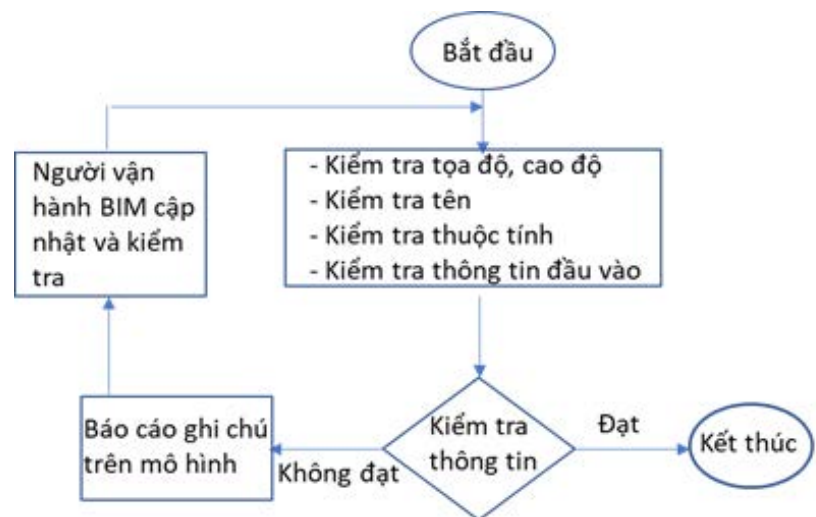
Giúp ước tính chi phí đầu tư sớm hơn.

Giúp việc bóc tách khối lượng diễn ra nhanh chóng, dễ đồng bộ.

Giúp hạn chế thất thoát thông tin khi chuyển giao cho giai đoạn thi công và vận hành, bảo trì dự án.

Thời gian và kết quả thực hiện vào mức độ chi tiết (LOD) của mô hình.

Những thuộc tính kiểm tra gồm có: Tên cấu kiện (theo mã đã được đặt theo BEP), loại cấu kiện theo từng hạng mục, loại cấu kiện theo vật tư và mức độ hoàn thiện, số thứ tự thể hiện trình tự thi công và những thông tin khác tùy thuộc vào mức độ phức tạp và nhu cầu dự án.



Hình 2.1 Quy trình kiểm tra mô hình BIM

Những thông tin cần kiểm tra: Thông tin về kích thước, thông tin về vật liệu, thông tin và số lượng. Hình 2.1 thể hiện quy trình kiểm tra mô hình BIM trong quá trình thiết kế kết cấu BTCT dự ứng lực.

Hiện nay, trong quá trình thiết kế làm việc với CAD 2D truyền thống, các thành viên của dự án sử dụng các bản vẽ hai chiều (mặt bằng, hình chiếu, mặt cắt, v.v.) để trao đổi thông tin với nhau. Rõ ràng là việc trao đổi thông tin theo hình thức này sẽ không đạt hiệu quả cao bằng việc trao đổi thông tin sử dụng mô hình BIM ba chiều. Trong khi các hình vẽ hai chiều chỉ đơn thuần thể hiện hai đường kích thước của vật thể, mô hình BIM thể hiện rõ ràng ba đường kích thước hình khối không gian của các bộ phận của công trình. BIM như là một mô hình thực của công trình trên thực tế, sẽ giúp cho mọi thành viên có thể dễ dàng tiếp cận với các thông tin của công trình. Công việc của các thành viên sẽ được thống nhất và kết hợp chặt chẽ. Tất cả những thay đổi được tạo ra từ mỗi thành viên sẽ được tự động cập nhật trên mô hình. Điều này sẽ duy trì sự thống nhất và chính xác của tất cả các thông tin và bản vẽ thể hiện. Mô hình công trình sẽ trở thành trung tâm của toàn bộ quá trình thiết kế. Với BIM, các thay đổi sẽ được theo dõi chặt chẽ và chính xác hơn, các quyết định sẽ được quyết định nhanh hơn. Tất cả những lỗi có khả năng xảy ra sẽ được chú ý, giải quyết và cập nhật ngay vào mô hình. Điều này sẽ giúp tạo ra một hệ thống bản vẽ thi công chính xác tuyệt đối, đồng thời giảm thiểu tối đa nguy cơ phát sinh phí phát sinh, chậm tiến độ và tăng chi phí xây dựng.

2.2. Điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội, thách thức khi sử dụng BIM trong thiết kế kết cấu BTCT dự ứng lực.

Điểm mạnh

- Tăng cường tính trực quan thông qua mô hình BIM 3D, phát hiện va chạm và mô phỏng trình tự thi công BIM 4D.

- Tăng cường tính đồng bộ giữa các bản vẽ và các bộ môn khi có sự thay đổi điều chỉnh phương án thiết kế

- Tăng cường sự tiếp nối và kế thừa giữa các công việc và các bộ môn thông qua CDE.

- Tăng cường sự giao tiếp, phối hợp giữa các thành viên trong dự án với nhau, giữa thiết kế và thi công.

- Giảm sự thất thoát thông tin trong quá trình chuyển giao thi công và đưa vào vận hành, sửa chữa.

Điểm yếu

- Tốn nhiều chi phí đầu tư nâng cấp hạ tầng, hệ thống thiết bị, phần mềm bản quyền và đào tạo nhân viên áp dụng BIM cho dự án.

- Khó tuyển dụng nhân sự vừa có chuyên môn về bê tông dự ứng lực và có hiểu biết về BIM.

- Mất nhiều thời gian để đào tạo nhân sự để sử dụng thành thạo tiêu chuẩn Mỹ và kỹ năng sử dụng BIM.

Cơ hội

- Tiềm năng về các dự án bê tông dự ứng lực còn rất lớn.

- Cung cấp thêm các dịch vụ về BIM và BIM tools.

- Có cơ hội giành được nhiều dự án mới trên toàn thế giới.

Thách thức

- Duy trì nguồn lực nhân viên thành thạo BIM do nguồn nhân lực đang khan hiếm.

- Tiếp cận những ứng dụng mới của BIM và những công nghệ mới trong lĩnh vực xây dựng.

3. Giải pháp ứng dụng công nghệ BIM trong thiết kế kết cấu BTCT dự ứng lực.

Một dự án sử dụng kết cấu BTCT dự ứng lực cần quản lý số lượng cấu kiện rất nhiều, dự án nhỏ có khoảng 1000 cấu kiện; các dự án lớn có thể lên tới hàng chục ngàn cấu kiện. Do đó, ngay từ trong công tác thiết kế, thay đổi thiết kế, tiến độ sản xuất trong nhà máy, đến công tác quản lý khối lượng vật tư, vật liệu đặt hàng từ các nhà cung cấp cần một sự chính xác và hiệu quả để phối hợp một cách chặt chẽ để tiết kiệm tối đa thời gian và chi phí. Giải pháp BIM mang tới một cách giải quyết hữu ích hơn phương pháp thiết kế truyền thống.

3.1 Quy trình áp dụng BIM trong thiết kế kết cấu BTCT dự ứng lực

Bước 1: Xây dựng kế hoạch thực hiện BIM (BEP).

Sau khi ký kết hợp đồng, Đơn vị thiết kế phối hợp với Chủ đầu tư và các bên liên quan hoàn thiện Kế hoạch thực hiện BIM (BEP). Kế hoạch thực hiện BIM (BEP) được cập nhật, hoàn thiện trên cơ sở Kế hoạch thực hiện BIM sơ bộ (Pre-BEP).

Kế hoạch thực hiện BIM (BEP) phải được Chủ đầu tư chấp thuận trước khi tổ chức triển khai. Trong quá trình thực

hiện, các bên liên quan có thể đề xuất điều chỉnh Kế hoạch thực hiện BIM (BEP) cho phù hợp với tiến độ và mục tiêu áp dụng cho dự án nếu thấy cần thiết.

Tài liệu Kế hoạch thực hiện BIM (BEP) được thực hiện trên cơ sở thống nhất với Chủ đầu tư và các đơn vị có liên quan trong dự án, do đó để việc sử dụng tài liệu BEP có hiệu quả, các thành viên trong dự án cần tự kiểm soát các phiên bản tài liệu và nội dung để đảm bảo thông tin được cập nhật kịp thời và chính xác.

Bước 2: Xây dựng mô hình thông tin công trình BIM 3D

Sau khi kế hoạch thực hiện BIM (BEP) được các bên chấp thuận và triển khai dự án, quản lý BIM và nhóm thực hiện dự án sẽ tiến hành tạo lập mô hình thông tin. Với đặc thù sản phẩm thiết kế là kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực, dự án được cấu thành từ các cấu kiện riêng biệt và chế tạo trong nhà máy trước khi lắp dựng, do đó mô hình BIM 3D yêu cầu có mức độ thông tin rất cao để phục vụ cho công tác triển khai bản vẽ Shop drawing và bản vẽ lắp dựng. Từ đó cần xây dựng nên kho thư viện tương ứng với từng loại cấu kiện và phát triển LOD của các cấu kiện. Các cấu kiện của công trình sẽ được thể hiện trực quan trên mô hình 3D và có các tham số để thực hiện tính toán khối lượng và đặt hàng các chi tiết của cấu kiện. Dưới đây là ví dụ ma trận mức độ thông tin mô hình của dự án theo yêu cầu của Chủ đầu tư trong BEP:

Trong quá trình tạo lập mô hình, cần đảm bảo các yêu cầu chung sau đây:

- Vị trí của các đối tượng phải được mô hình hóa một cách chính xác nhất, phù hợp nhất với bản vẽ Kiến trúc và tránh xung đột với MEP hoặc các bộ môn khác.

- Các đối tượng được dựng hình với tỉ lệ 1:1

- Điểm gốc, hệ lưới trục, cao độ trong dự án cần được xác định để bảo đảm các mô hình thông tin được khớp nối chính xác.

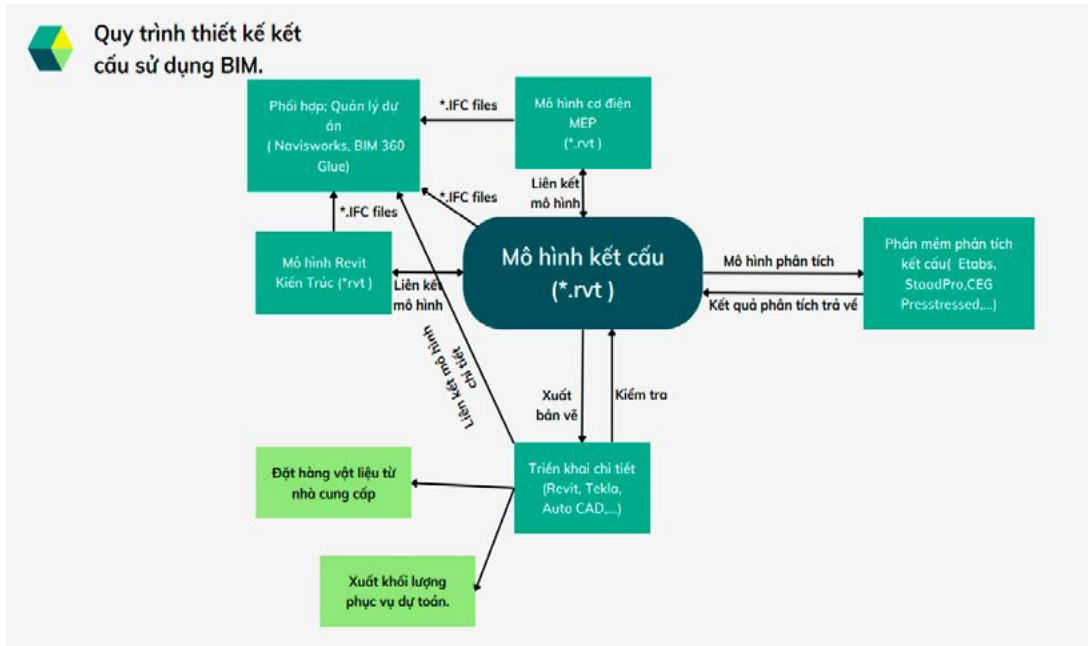
- Thông tin của từng đối tượng phải tuân thủ theo quy định của CĐT và theo quy trình của công ty đã thống nhất về các chữ viết tắt, ký hiệu, định dạng văn bản,... Hình 3.1 thể hiện thông tin của các dạng kết cấu trong công trình tuân thủ theo quy định đã được thống nhất giữa chủ đầu tư và công ty thiết kế.

Bước 3: Gán tải trọng và phân tích kết cấu.

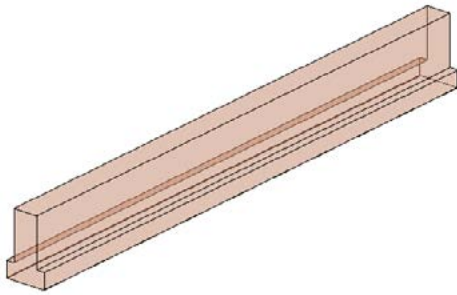
Ngày nay, BIM là một yêu cầu tất yếu của công tác thiết

HẠNG MỤC BIM	ĐỐI TƯỢNG BIM	THIẾT KẾ SƠ BỘ		TRIỂN KHAI THIẾT KẾ		TRIỂN KHAI THI CÔNG	
		LOD	SỞ HỮU ĐỐI TƯỢNG	LOD	SỞ HỮU ĐỐI TƯỢNG	LOD	SỞ HỮU ĐỐI TƯỢNG
DIỆN TÍCH CỐT THÉP		200	STRC	400	STRC	400	STRC
HỆ THỐNG DẪM KẾT CẤU		200	STRC	400	STRC	400	STRC
CỐT KẾT CẤU		200	STRC	400	STRC	400	STRC
LIÊN KẾT GIỮA CÁC KẾT CẤU		200	STRC	400	STRC	400	STRC
SÀN KẾT CẤU		200	STRC	400	STRC	400	STRC
VÁI ĐỊA KỸ THUẬT		200	STRC	400	STRC	400	STRC
LƯỚI THÉP KẾT CẤU		200	STRC	400	STRC	400	STRC
KẾT CẤU MÓNG		200	STRC	400	STRC	400	STRC
KẾT CẤU KHUNG	KẾT CẤU MÁI	200	STRC	400	STRC	400	STRC
	KHUNG CHÍNH	200	STRC	400	STRC	400	STRC
	KHUNG PHỤ (PHÒNG LƯU TRỮ) @~14'-0"	200	STRC	400	STRC	200	STRC
	KHUNG PHỤ (PHÒNG DỮ LIỆU)	200	ARCH	400	ARCH	300	ARCH
TẢI TRỌNG BẢN THÂN		200	STRC	400	STRC	200	STRC
TẢI TRỌNG		200	STRC	400	STRC	200	STRC
THÉP GIA CƯỜNG		200	STRC	400	STRC	200	STRC
CỐT THÉP		200	STRC	400	STRC	200	STRC
TẤM SÀN KẾT CẤU	SÀN GIẬT CẤP	200	STRC	400	STRC	200	STRC
	BỐ VÍA VÀ TẤM ĐỆM	200	STRC	400	STRC	200	STRC
TẤM SÀN CONG		200	STRC	400	STRC	200	STRC
SƯỜN TẦNG CỨNG - LIÊN KẾT		200	STRC	400	STRC	200	STRC
THÉP HÌNH TẦNG CỨNG		200	STRC	400	STRC	200	STRC
VÍ KÈO KẾT CẤU		200	STRC	400	STRC	200	STRC

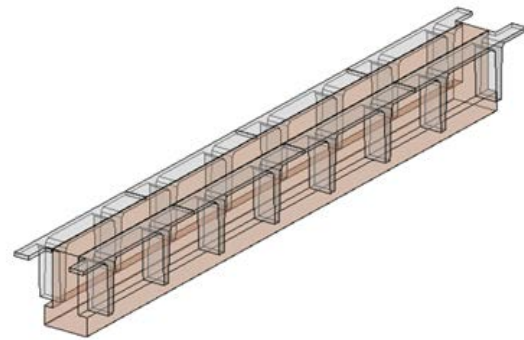
Hình 3.1. Thông tin của các đối tượng kết cấu được thể hiện trong BIM



Hình 3.2. Quy trình thiết kế kết cấu BTCT ứng lực trước có sử dụng BIM



Hình 3.3. Mô hình Cầu kiện dầm Inverted T Beam điển hình



Hình 3.4. Tương quan vị trí của cầu kiện Beam và Double Tee

kế- xây dựng hiện tại. Bộ môn kết cấu cần cung cấp và phát triển “Mô hình BIM kết cấu” không chỉ thuần túy là “ Mô hình tính toán kết cấu”. Các phần mềm BIM kết cấu đã có thể thuận lợi liên kết tới các phần mềm phân tích kết cấu truyền thống như CSI ETABS, CSI SAP. Các dữ liệu phục vụ cho công tác phân tích kết cấu, dữ liệu lưu trữ kết quả phân tích tính toán kết cấu có thể lưu trữ thuận lợi dưới định dạng IFC.

Mô hình BIM kết cấu đã được tinh chỉnh, có chủ đích... (có thể đã gán tải trọng, điều kiện biên...) được chuyển tiếp tới phần mềm Phân tích, thiết kế kết cấu truyền thống riêng biệt. Các phần mềm Phân tích, thiết kế kết cấu phổ biến đa phần đều hỗ trợ việc liên kết dữ liệu từ BIM Model một cách thuận lợi.

Kết quả phân tích, thiết kế kết cấu sau đó có thể được chuyển tiếp, cập nhật, lưu trữ tại BIM Model để phục công tác phát triển Model Kết cấu chi tiết.

Bước 4: Phát hiện và kiểm tra xung đột.

Trong BIM, một xung đột xảy ra khi các phần tử của các mô hình khác nhau chiếm cùng một không gian. Lúc này xung đột có thể là về mặt hình học(ví dụ, đường ống đi qua tường), xung đột về mặt thông tin khi các parameters không chính xác hoặc các tham số thông tin không trùng khớp với

mô hình 3D hoặc thay đổi / cập nhật không được thể hiện trên bản vẽ.

Có hai loại xung đột chính thường gặp khi thiết kế kết cấu BTCT dự ứng lực

Xung đột cứng: Khi hai đối tượng đi qua nhau. Hầu hết phần mềm mô hình hóa BIM đều sử dụng các quy tắc phát hiện va chạm dựa trên dữ liệu đối tượng được nhúng vào. Việc kiểm soát các xung đột này có thể dễ dàng kiểm soát thông qua các BIM tools và các phần mềm BIM khác.

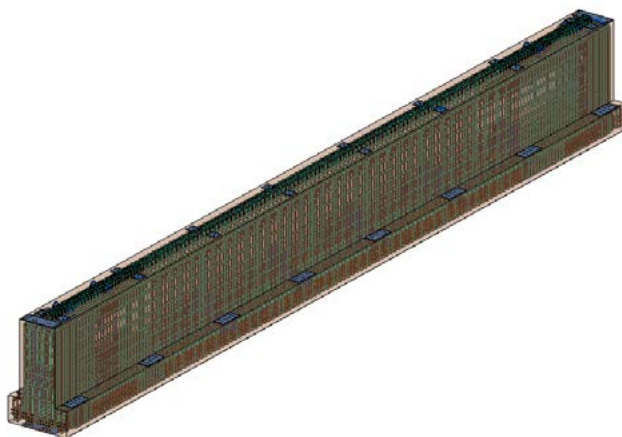
Xung đột mềm : Xung đột về mặt thông tin khi mô hình hóa thông tin công trình, việc phải quản lý số lượng các cấu kiện rất lớn lên tới hàng ngàn tới chục ngàn cấu kiện với mức độ LOD 350, số lượng thông tin là rất lớn do đó đòi hỏi nhà quản lý BIM cần có kiến thức và các công cụ tích hợp BIM đảm bảo sự chính xác cao.

Bước 5 : Triển khai bản vẽ chi tiết và bản vẽ lắp dựng

Công việc quan trọng nhất cũng như tốn nhiều thời gian nhất trong công tác thiết kế kết cấu BTCT dự ứng lực chính là triển khai bản vẽ shop drawings (bản vẽ cấu tạo) và bản vẽ lắp dựng (erection drawings)cùng với đó là xuất khối lượng để phục vụ các công tác khác.Bằng cách sử dụng Revit và các công cụ BIM, việc triển khai bản vẽ chi tiết cấu

VỊ TRÍ THAM CHIẾU CỦA CẤU KIỆN	
CAO TRÌNH THAM CHIẾU	
CAO TRÌNH CỦA CẤU KIỆN	LEVEL 2
MẶT PHẪNG LÀM VIỆC	Level : LEVEL 2
VỊ TRÍ SO VỚI CAO TRÌNH	-0' 8"
LẬP DỰNG	
ĐỘ DỊCH THEO PHƯƠNG ĐỨNG TẠI ĐIỂM ĐẦU DẪM	0' 0"
ĐỘ DỊCH THEO PHƯƠNG ĐỨNG TẠI ĐIỂM CUỐI DẪM	0' 0"
HIỂN THỊ	
ĐỘ LỖI CỦA CẤU KIỆN	☐
ĐIỂM ĐẦU, CUỐI CỦA CẤU KIỆN	☐
KÍ TỰ	
TÊN CẤU KIỆN	B-104
VỊ TRÍ	
VẬT LIỆU VÀ HOÀN THIÊN	
VẬT LIỆU KẾT CẤU	BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC

Hình 3.5. Bảng thuộc tính của cấu kiện dầm



Hình 3.6. Bố trí thép và cáp trên mô hình 3D

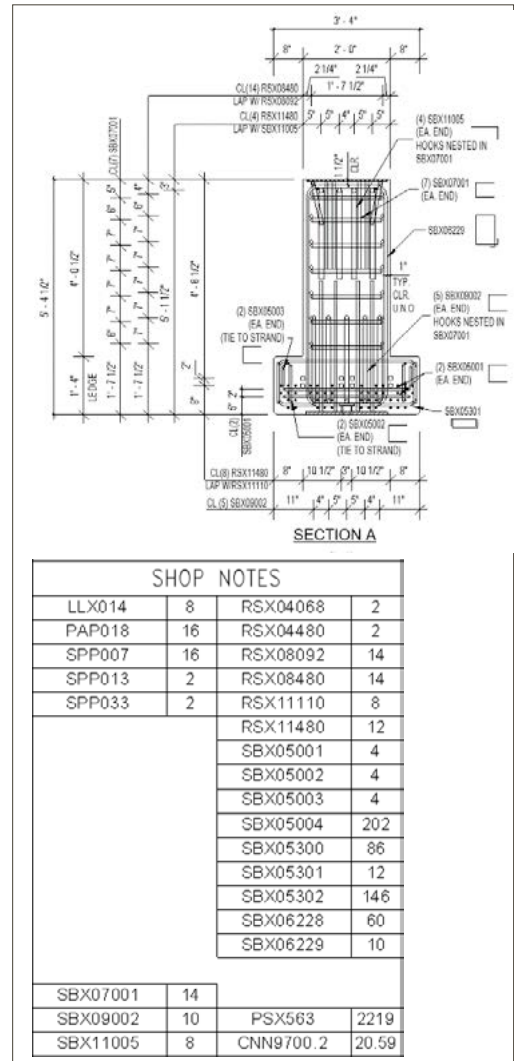
tạo trở nên đơn giản hơn rất nhiều so với CAD 2D truyền thống. Mọi thông tin về số lượng, vị trí các cấu kiện, khối lượng đều được mô hình hóa chi tiết, các sự thay đổi sẽ được liên kết cùng cập nhật trên CDE. Quy trình thiết kế kết cấu có sử dụng BIM được thể hiện như trên Hình 3.2.

3.2 Ví dụ cụ thể sử dụng BIM để thiết kế kết cấu dầm BTCT dự ứng lực.

Mô hình BIM mở ra những quan điểm mới về quản lý vòng đời của một dự án. Phần mềm Revit là một sản phẩm của Autodesk được sử dụng trong nghiên cứu này. Mô hình BIM 3D đã được áp dụng cho toàn bộ dự án, mô hình BIM 3D giúp kiểm tra, cập nhật và sửa lỗi trong quá trình thiết kế. Trong Hình 3.3, 3.4 thể hiện một cấu kiện dầm lắp ghép điển hình.

Mô hình 3D được xây dựng kèm theo đó là các thuộc tính của dầm để phục vụ công tác kiểm soát, trích xuất khối lượng và kết hợp đa bộ môn. Hình 3.5 thể hiện thông tin vị trí, kích thước, chủng loại dầm BTCT ứng lực trước đã được khai báo trong BIM.

Hình 3.6 cho thấy vị trí các thanh cốt thép, các thanh cáp, vị trí các tấm plate để liên kết với cấu kiện Cột và Dầm Double Tee, vị trí các thánh cốt thép được xử lý trực tiếp trên



Hình 3.7. Mặt cắt cấu tạo dầm và Bảng Thống kê thép được trích xuất từ mô hình 3D

mô hình 3D, chính vì vậy việc phát hiện xung đột trên mô hình BIM giúp kiểm tra và báo cáo lỗi ngay tức thì, giảm rủi ro trong thiết kế.

Mô hình dầm được bố trí cốt thép và triển khai chi tiết, tạo bảng thống kê khối lượng, thống kê thép bằng việc sử dụng phần mềm Revit và công cụ lập trình API. Công cụ lập trình API giúp đẩy nhanh việc thiết kế chi tiết và Tổng cộng hợp hầu hết các công tác thủ công, đặc biệt trong công tác tính toán khối lượng. Nếu trong quá trình tính toán có bất kỳ sự thay đổi nào về thiết kế, sẽ tự điều chỉnh lại những thay đổi và tất cả các thuộc tính sẽ được tự động cập nhật. Vì thế sai sót sẽ được giảm đến mức tối thiểu.

Việc sử dụng BIM trong đo bóc khối lượng các công trình có những ưu điểm vượt trội như có thể liên kết trao đổi thông tin với các phần mềm khác. Bằng cách tối ưu hóa các tính năng của Revit cũng như khả năng phát triển của công cụ lập trình API, các chi tiết cấu tạo cũng được mô hình hóa và thể hiện bản vẽ cấu tạo một cách đơn giản, giúp giảm bớt một khâu triển khai bản vẽ chi tiết bằng phần mềm khác như AutoCAD. Hình 3.7 thể hiện việc trích xuất chi tiết cấu kiện dầm từ mô hình BIM 3D để thuận tiện cho việc kiểm tra và tính toán khối lượng kết cấu.

(xem tiếp trang 27)

ảnh hưởng đến cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo đàn hồi trong cấu kiện chịu nén với sự hỗ trợ của phần mềm CUFSM. Từ các biểu đồ có thể đưa ra một số nhận xét sau:

Hình từ 2 đến 7 cho thấy sự thay đổi cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo là như nhau đối với tiết diện C200x85x20x2 và Z200x57x25x1,5 khi các kích thước hình học bản cánh thay đổi. Như vậy kết quả khảo sát bằng phần mềm CUFSM là tin cậy.

Hình 2 và 3 cho thấy khi bán kính góc uốn tăng từ 0 mm đến 20 mm thì cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo không thay đổi nhiều. Khi bán kính góc uốn khoảng 10 đến 15 mm thì cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo là nhỏ nhất. Tuy nhiên, sự thay đổi này không lớn, khoảng 6,1% đối với tiết diện C200x85x20x2 và khoảng 3,8% đối với tiết diện Z200x57x25x1,5. Có thể coi sự thay đổi bán kính góc uốn không ảnh hưởng đến cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo.

Hình 4 và 5 là kết quả tính toán cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo khi bề rộng tiết diện b thay đổi từ 25 mm đến 200 mm (bằng chiều cao tiết diện). Khi bề rộng tiết diện tăng thì cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo tăng rồi lại giảm. Cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo đạt giá trị lớn nhất khi tỷ số $b/h = 1/2$.

Hình 6 và 7 chỉ ra mối quan hệ giữa chiều dài sườn d và P_{nd} khi chiều dài sườn d thay đổi từ 0 mm đến 60 mm. Khi

chiều dài sườn d tăng từ 0 mm đến 30 mm thì cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo tăng nhanh nhất, khoảng 2,2 lần đối với tiết diện C200x85x20x2 và khoảng 2 lần đối với tiết diện Z200x57x25x1,5. Khi chiều dài sườn d tăng từ 30 mm đến 60 mm thì cường độ nén danh nghĩa về ổn định méo tăng không nhiều.

Như vậy, khi chịu nén có thể thiết kế được kích thước tiết diện hợp lý nhất về khả năng chống mất ổn định méo. Với tiết diện chữ C và chữ Z có chiều cao xác định, cần chọn bán kính góc uốn, chiều rộng bản cánh và chiều dài sườn theo kết quả nhận xét ở trên để đạt được khả năng chống mất ổn định méo lớn nhất. Ngoài ra, kích thước tiết diện cấu kiện chịu nén cũng phải thỏa mãn các điều kiện chịu lực khác.

Tài liệu tham khảo

1. Wei-Wen Yu, Roger A. LaBoube, Helen Chen, *Cold-Formed Steel Design*, John Wiley & Sons, 2020.
2. American Iron and Steel Institute, *Cold-Formed Steel Design – Vol 1*, Steel Market Development Institute, 2013.
3. American Iron and Steel Institute, *North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members*, Washington DC, 2016.

Ứng dụng công nghệ BIM trong thiết kế kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực cho công trình lắp ghép

(tiếp theo trang 13)

4. Kết luận

Trong kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực, việc sử dụng công nghệ BIM sẽ đem lại hiểu quả cao trong việc rút ngắn thời gian từ khâu lên ý tưởng tới triển khai bản vẽ kỹ thuật.

Công nghệ BIM là công nghệ mới nhất hiện nay và nó chứa đựng những ưu việt nhất định trong việc áp dụng vào ngành xây dựng. Để áp dụng được rộng rãi tới tất cả các loại công trình cần có sự đầu tư nghiêm túc về thời gian, công sức, thời gian đào tạo và chuyển giao công nghệ phần mềm để BIM được áp dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp xây dựng.

Ứng dụng của công nghệ BIM trong việc triển khai bản vẽ kết cấu giúp việc kiểm soát xung đột giữa các bộ môn từ

đó hỗ trợ cho đơn vị tư vấn thiết kế và đơn vị thi công có thể phát hiện được những xung đột không gian và lường trước được những bất cập có thể gặp phải trong quá trình thi công để có biện pháp xử lý kịp thời.

Ứng dụng công nghệ BIM trong thiết kế kết cấu BTCT dự ứng lực cho công trình lắp ghép là cần thiết tuy nhiên phải tuân thủ nghiêm ngặt các bước triển khai nhằm đảm bảo tính hiệu quả của công nghệ BIM từ đó đảm bảo chất lượng dự án từ khâu thiết kế kết đến khâu lắp dựng chế tạo các kết cấu tại hiện trường, đồng thời rút ngắn thời gian thiết kế thi công công trình.

Tài liệu tham khảo

1. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston (2013) *BIM Handbook. A Guide to Building Information Modeling for Owner, Manager, Designer, Engineer, and Contractor*, John Wiley & Sons, Inc.
2. Dipesh Chand (2019) *Risk Management in BIM*.
3. Husam A. Wasmi and Daniel Castro-Lacouture (2016), *Potential Impacts of BIM- Based Cost Estimating in Conceptual Building Design: A University Building Renovation Case Stud*, Construction Research Congress 2016
4. *National BIM Standard – United States Version 3*.
5. Tianqi Yang and Lihui Liao (2016) *Research on Building Information Model (BIM) Technology*.
6. Nguyễn Mậu Bành, Nguyễn Bảo Ngọc (2018) *Các khuynh hướng nghiên cứu, ứng dụng BIM tại Viện Quản lý đầu tư xây dựng – Trường đại học Xây Dựng. Tạp chí khoa học công nghệ xây dựng 01/2018*.
7. Lê Anh Dũng, Ngô Quang Tuấn (2018), *Lợi ích việc áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong thi công xây dựng dân dụng và công nghiệp ở Việt Nam. Tạp chí Xây Dựng số 09/2018*.
8. Vương Tuấn Cường (2014), *Building Information Modeling (BIM). Bộ môn Công nghệ và quản lý xây dựng Đại học Xây dựng*.