

برج موج‌دار زها حدید و مجموعه‌ای از قوس‌های بزرگ



ساختمان مسکونی Muesum 1000 با قوس‌هایی که دارد به هیچ چیزی در شهر شبیه نیست.

مجاور پارک موزه میامی امریکا برج مسکونی موزه هزاره که توسط زها حدید طراحی شده، قرار دارد. با وجود مسائل متعددی که تیم ساخت به واسطه‌ی موج‌دار بودن اسکلت برج داشت، ارتفاع این برج به حدود ۷۰۹ فوت (۲۱۶ متر) می‌رسد.

مشخصه‌ی اصلی این پروژه‌ی ۶۲ طبقه، قاب سینوسی شکل آن در ۴ وجه خارجی است. این طرح سبک اصلی زها حدید است که از او به‌عنوان ملکه‌ی منحنی‌ها یاد می‌شود.

Joe Cerri معاون و سرپرست پیمانکاران عمومی در شرکت Plaza Construction می‌گوید: ما می‌دانستیم که با چالش روبرو خواهیم شد اما نمی‌دانستیم که چالش تا چه اندازه گسترده خواهد بود.

ساخت و ساز برج در سال ۲۰۱۵ شروع شد. اوایل کار، دغدغه‌ی اصلی تیم این بود که چگونه می‌توانند از قوس‌ها در وجه خارجی به‌عنوان عضوی سازه‌ای استفاده کنند و نه صرفاً یک المان طراحی.

کورت دانولف رئیس شرکت طراحی و معماری می‌گوید، برخی بر این باور بودند که یک ساختمان معمولی در داخل ساخته شود و سپس بخش منحنی شکل سازه با اجزای غیر سازه‌ای در وجه خارجی اجرا شود؛ اما ایده باید واقع‌گرایانه باشد. خواسته زها حدید این بود که این قوس‌ها جزئی از المان‌های سازه‌ای باشند.

او در ادامه می‌گوید، کشف این که چطور می‌توان از المان‌های معماری به‌عنوان اعضای سازه‌ای در نما استفاده کرد، وقت زیادی می‌گیرد. به‌علاوه تیم طراحی قصد داشت حداکثر استفاده را از فضاهای داخلی داشته باشد.

زمانی که یک مهندس طراح سازه طرح را مورد بررسی قرار داد، متوجه شد که می‌توان اسکلت خارجی این سازه را مقاوم‌سازی کرد و همچنین ستون‌های مابین هسته مرکزی و دیوارهای پیرامون را حذف کرد.

لوییز رامیرز مدیر ارشد شرکت مهندسان مشاور DeSimone می‌گوید، هدف اولیه موج‌دار کردن اسکلت خارجی بدون برخورد قوس‌ها بود. با بسته شدن فواصل برخی المان‌ها، ما آن‌ها را تبدیل به یک سازه مهاربندی شده در وجه خارجی کردیم.

اسکلت سازه هر دو بارهای ثقلی و جانبی را متحمل می‌شود. رامیرز (Luis Ramirez) می‌گوید چون اسکلت در قسمت خارجی ساختمان قرار دارد، قاب‌بندی آن بخش عمده‌ای از سختی جانبی مورد نیاز ساختمان را تأمین می‌کند.

شرکت مهندسان مشاور DeSimone یک سیستم سازه‌ای متداول را با یک هسته مرکزی به شکل دیوار برشی به ضخامت ۳ فوت (حدود ۱ متر) به لحاظ تحمل بارهای جانبی و یک سری المان‌های غیر سازه‌ای قوسی شکل در وجوه خارجی، مورد مطالعه قرار داد. مهاربندی اسکلت بتنی خارجی در هر چهار وجه به همراه یک سیستم دال پس کشش؛ سبب شد تا این شرکت بتواند ضخامت دیوار هسته‌ای را به نصب برساند و حدود ۴۰ درصد صرفه‌جویی در هزینه‌های مربوط به سازه داشته باشد. این کار همچنین باعث شد که دهانه‌های بدون ستون در فضای داخلی از ۳۰ فوت به ۵ فوت برسد.

اسکلت خارجی سازه بیش از ۱۰۰۰ فوت مربع بالکن در سطوح مختلف دارد. رامیرز می‌گوید این بالکن‌ها به شکل دستک‌های منحنی هستند که همین موضوع سبب می‌شود این بالکن‌ها تا طول ۳۰ فوت طره‌ای باشند.

در هر وجه، اسکلت منحنی شکل سازه بیرون‌زدگی و تورفتگی‌هایی تا بالا ادامه دارد. المان‌های قوسی شکل به‌عنوان دستک برای ستون‌هایی عمل می‌کنند که تکیه‌گاه دال بتنی پس کشیده با ضخامت ۱۱ اینچ هستند، چون در بخش هسته مرکزی، دهانه‌های بلندی وجود دارد.

با وجود طراحی قوی، تیم ساخت و ساز باید راهی برای تبدیل این سازه‌ی غیرمعمول و پیچیده به واقعیت پیدا می‌کرد. در ابتدای کار، پلازا از یک پیمانکار بتن از شرکت Capform را برای حل این مشکل کمک گرفت. کری می‌گوید، تیم ساخت با شرکت‌های بتنی سراسر کشور برای یافتن گزینه مناسب همکاری می‌کرد.

در این مرحله از کار، تیم ساخت روش بتن‌ریزی متداول در محل را برای اجرای کل اسکلت در نظر گرفت، اما ثابت شد که این روش هزینه‌های هنگفتی در بردارد.

در نهایت، تیم ساخت بتن به استفاده از بتن با الیاف شیشه‌ای (GFRC) داد. به دلیل شکل هندسی اعضای تشکیل‌دهنده‌ی سازه، پیمانکاران به ۵۰۰۰ قطعه‌ی سفارشی GFRC با شکل قوسی احتیاج داشتند. علاوه بر این چالش، کلیه‌ی قطعات GFRC از دوطبی به میامی منتقل می‌شد.

کوین ونگر، لوییس بیردمن (Louis Birdman) و گرگ کوین می‌گویند، گرچه این روش هزینه‌ها را افزایش داد و مسائل پیچیده‌ای از قبیل لجستیک ایجاد کرد، اما در نهایت باعث صرفه‌جویی در زمان پروژه به میزان بیش از شش ماه و ارتقای دستاورد پروژه شد.

ونگر می‌گوید، از آنجا که راه‌اندازی و روی روال افتادن کارها احتیاج به زمان‌بر بود، این مسیر به کارایی هر چه بیشتر برنامه زمان‌بندی کمک می‌کرد. این موضوع سبب می‌شد تا ما بتوانیم به جنبه‌های زیبایی‌شناسی بپردازیم، چرا که این کار با گنج کاری که فرآیندی معمول در میامی است، میسر نبود.

مسائل مربوط به حمل و نقل قطعات سفارشی از اقیانوس اطلس، خطرات قابل توجهی را متوجه این پروژه کرده بود، به طوری که تیم باید از ماه‌ها قبل روند تحویل این قطعات را زمان‌بندی می‌کرد.

به دلیل این‌که پروژه حاوی المان‌های پیچیده‌ی متعددی است، مراحل ساخت در طبقات همیشه مثل یکسان نیست. کری می‌گوید برای تکمیل یک طبقه بازه‌ی زمانی از ۶ روز تا ۲۰ روز کاری متفاوت بود.

با وجود این‌که در اغلب قسمت‌های سازه از اعضای GFRC سفارشی استفاده شد اما اعضای سازه‌ی طبقات پایینی با استفاده از بتن معمولی و بتن‌ریزی درجا ساخته شدند.

دانوولف (Dannwolf) می‌گوید: فضاهای داخلی و خارجی ساختمان دقیقاً شبیه به یکدیگر نیستند. با وجود این‌که فضاهای مسکونی برج در طبقات تکرار می‌شوند، اما هر واحد با واحد زیرین و بالایی تفاوت‌هایی دارد.

او ادامه می‌دهد: از آنجا که موقعیت ستون‌ها در پلان ثابت نیست، حمام در طبقات مختلف در موقعیت‌های متفاوتی قرار دارد.

مترجم: ابوالفضل فرقدانی

منبع:

<http://www.enr.com/articles/42716-zaha-hadid-designed-towers-undulating-exoskeleton-throws-team-big-curves>