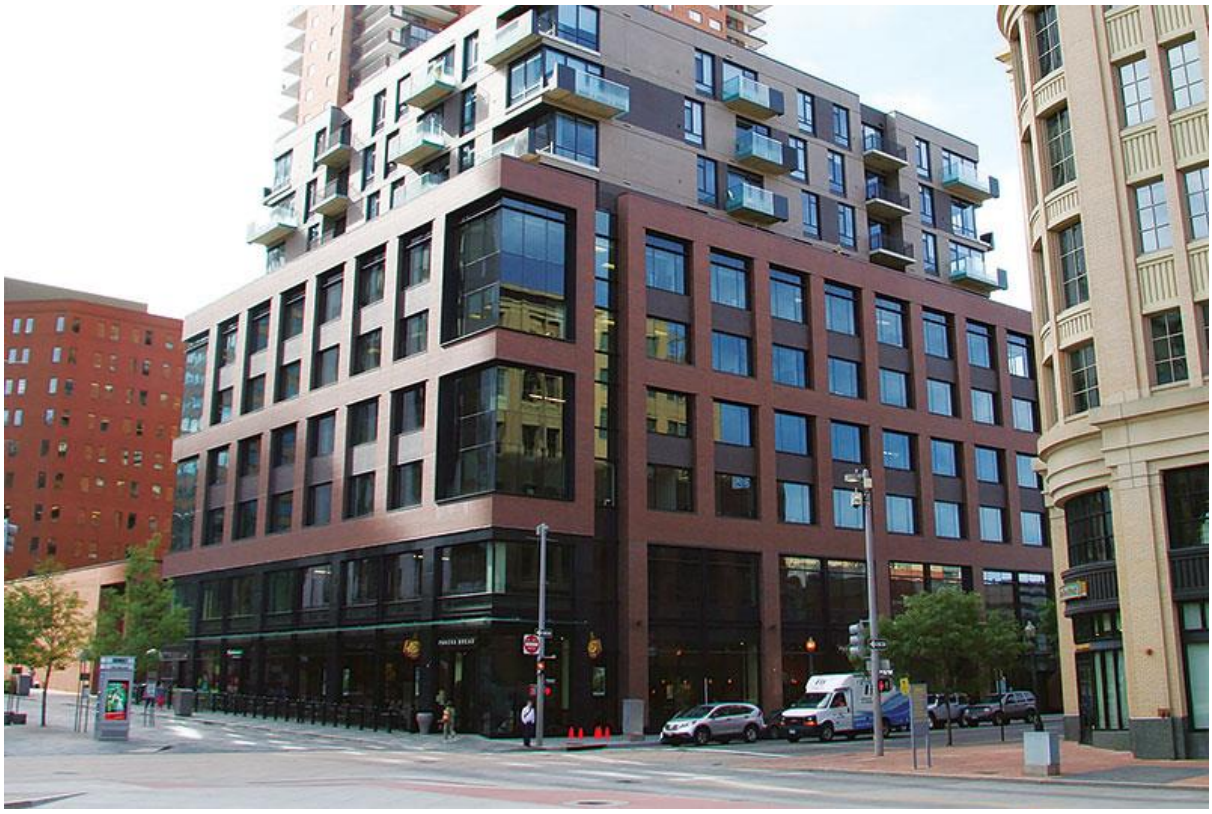
تعمیر یک دال بتنی با مقاومت کم در پروژه‌ی مرکز شهر دنور



اکنون زمان بی‌نظیری برای کار در دنور است. افراد و شرکت‌ها با درک زیبایی طبیعی، اقلیم اقتصادی قوی و رهبری پیشتازانه در حال جابجایی به این شهر هستند. در واقع نرخ رشد شهر در طول پنج سال آینده بیش از چهار برابر نرخ رشد ملی خواهد بود.

هر چه تراکم شهر افزایش پیدا کند، تعداد بخش‌های موجود برای توسعه در محدوده مرکز شهر هم کاهش پیدا خواهد کرد. بر اساس داده‌های باز شهر دنور، تنها حدود ۳ درصد از بخش‌های داخل شهر و حومه زمین‌های خالی هستند. در نتیجه توسعه دهندگان تمایل دارند که برای پروژه‌های خود محل‌های موجود را برای اصلاحات توسعه‌ای بیش‌تر در نظر بگیرند.

در میان این حقایق، یک گروه طراحی درگیر شناسایی راه‌حل‌هایی برای یک پروژه بزرگ در مرکز شهر بودند: ۱۶M. این ساختمان دارای گواهی LEED، ۱۱۵۰۰۰ فوت مربع فضای دفتری در ۵ طبقه، ۳۶ آپارتمان لوکس در چهار طبقه و ۱۳۰۰۰ فوت مربع فضای تجاری را در خود جای داده است. این طرح چالشی برای توسعه دهندگان برای مدیریت فضاهای تنگ و تقسیم‌بندی‌های کوچک و غلبه بر مشکلات ممکن ایجاد کرده است.

زمانی که کار در ۱۶M به خوبی پیش می‌رفت، تولید کننده بتن پروژه بعد از اینکه بتن دال پارکینگ طبقه دوم هنوز به مقاومت مشخص شده در طرح نرسیده بود با CTL|Thompson تماس گرفت. مهندس سازه با دقت دال را با استفاده از مقاومت کمی که تا آن زمان حاصل شده بود تحلیل کرد و ناحیه‌ای را که در آن دال نمی‌توانست تکیه گاه لازم برای بار طراحی را محیا کند، پیدا کرد. مقاومت خمشی در این منطقه از دال بتنی هنگام تحلیل با استفاده از مقاومت بتن کاهش یافته کافی نبود.

هیچ کس در این پروژه انتظار این مشکل را نداشت. در واقع گام‌های بسیاری برای اطمینان از ساخت بدون مشکل انجام شده بود. آزمایش‌های اولیه نشان می‌داد که بتن مقاومت طراحی لازم را دارا است، با این وجود بعضی از بتن‌ریزی‌ها به گونه‌ای که انتظار می‌رفت پیش نرفت. تیم پروژه با نگرانی‌های جزئی – و پر هزینه – روبه‌رو شد که در نتیجه باید دال بریده و جایگزین می‌شد که این اقدام در کار ساخت اختلال و تأخیر ایجاد می‌کرد.

هنگامی که آزمایشگاه مصالح CTL|Thompson این تماس را دریافت کرد، تیم طراحی پروژه با سال‌ها تجربه در ساخت ساختمان‌های بلند به فکر جایگزینی دال به عنوان یک راه حل محتمل بودند. CTL|Thompson انتظار داشت که این گزینه هزینه سنگینی داشته باشد. دیگر گزینه در نظر گرفته شده اضافه کردن تکیه‌گاه‌های بیشتر برای تیر زیر منطقه مشکل‌دار بود. این گزینه هم پر هزینه بود و هم به خاطر محدود بودن راه ماشین‌روی اصلی در طبقه پارکینگ پایین احتمالاً قابل قبول نبود.

با توجه به تجربه کارهای قبلی در بخش حمل و نقل، راه سازی و پل سازی؛ پیشنهاد استفاده از فیبر کربن برای بهبود مقاومت منطقه مورد نظر مطرح شد. این راه حل می‌تواند با بتن در محل اجرا شده و از نیاز به تخریب هم جلوگیری کند. ساخت‌وسازهای تجاری به ندرت به چنین تعمیرانی نیاز پیدا می‌کنند زیرا کاربرد اصلی آن برای تقویت راه‌ها و پل‌هاست، اما شرکت باور داشت که این روش مفید است و مطالعات هم نتایج را تائید کرد.

مصالح فیبر کربن بیش از دو دهه است که استفاده می‌شوند و مقاومتی بیش‌تر از فولاد تقویت در بتن دارد. بخش حمل و نقل کلرادو آن را به صورت موردی در تعمیر پل‌ها و پروژه‌های ساخت بزرگراه استفاده می‌کند. لایه قوی و نازک فیبرهای کربن که در یک نوار رزین محصور شده‌اند را می‌توان با اپوکسی به سطح بتن چسباند، مانند گچ گرفتن دست شکسته. در این حالت، فیبر کربن وقتی که زیر بتن پیش تنیده مسلح نصب می‌شود، باعث اضافه شدن تقویت کششی در پایین دال می‌شود. این لایه مقاوم‌سازی نازک در پایین دال عمق مؤثر دال را به اندازه کافی برای کاهش تنش فشاری در بالای دال به اندازه ظرفیت کاهش یافته مقاومت فشاری بتن، افزایش می‌دهد. کاربرد این مصالح در مساحت کمتر از ۵۰۰ متر مربع بسیار ارزان‌تر از جایگزینی دال بود.

از آن مهم‌تر این که کاربرد این مصالح باعث شد که بتن موجود در محل باقی بماند. مقاوم‌سازی خارجی از فیبرهای مقاوم و انعطاف‌پذیری استفاده می‌کند که تحت اثر خوردگی قرار نمی‌گیرند – یک ملاحظه‌ی کلیدی برای سازه‌هایی مانند گاراژهای پارکینگ که در معرض سطوح بالایی از ماسه و نمک جاده در آب و هوای دنور قرار دارد.

مزایای دیگری هم در استفاده از فیبر کربن در این نوع کاربردها وجود دارد، مانند:

- فاصله‌ی کف تا سقف در مساحت تعمیر شده هیچ تغییری نمی‌کند.
- تعمیر تقریباً نامرئی است. حتی اگر از فاصله نزدیک هم از زیر به قسمتی که بتن در آن تقویت شده است نگاه کنید تنها مقدار کمی تفاوت رنگ و بافت را در سطح زیر دال مشاهده خواهید کرد.
- در حالی که دیگر روش‌های تعمیر خطر آسیب دیدن فولاد در هنگام حذف بتن را دارند، این تعمیر هیچ نیازی به بریدن یا پیکور زدن بتن ندارد و آسیبی به قفل و بست‌های داخلی بتن وارد نمی‌کند.

بعد از بحث‌ها و تحقیقات بیش‌تر شامل ارزیابی و تائید مهندس سازه، سازنده این راه‌حل را به عنوان بهترین گزینه تشخیص داد – راه‌حلی که ایمن، کارآمد و بدون تأثیر منفی بر روند ساخت است.

مورد ۱۶M نشان می‌دهد که راه‌حل‌های ساده‌ای برای مسائلی که ابتدا پیچیده به نظر می‌رسند وجود دارند. موفقیت بر پایه توانایی توسعه یک همبستگی قوی بین پیمانکار، تأمین‌کننده، پیمانکاران تعمیر تخصصی و مهندس ثبت است. این روابط کاری سالم بین تمام گروه‌های دخیل در ساخت ۱۶M باعث شد که خروجی با کمترین هزینه تعمیرات و با حفظ ارزش سازه را به دست بیاوریم.

مترجم: علی اکبر خلیلی

منبع:

http://www.structuremag.org/?p=۱۰۱۳۵