زندگی تا قبل از تأسیس موسسه تعمیر بتن (ICRI)

این دومین قسمت از مقاله تعمیرات فرسودگی و تقویت ساختمان‌های بتنی در معرض آب و هوای مخرب است. قسمت اول در آوریل ۲۰۱۶ و در مجله STRUCTURE منتشر شده است.

دیدگاه پیمانکاران

در طول ۳۰ سال گذشته، مؤلف به‌عنوان یک مهندس روی ترمیم بتن کار کرده است. در آن زمان این تجربیات منجر به دیدگاه‌های ارزشمندی در خصوص همه جوانب این مسئله شد، ولی مهم‌تر از آن درک درست جنبه عملی موضوع است که باید در زمینه ترمیم بتن در نظر گرفته شود.

بسیاری از اولین ساختمان‌های ساخته شده در اوایل قرن بیستم در حال حاضر وجود ندارند، چرا که بر اثر مرور زمان و فعالیت‌های توسعه مجدد تخریب و یا در طول سال‌ها تبدیل به فضای اداری شده‌اند. تعداد کمی از این سازه‌ها بدون تغییرات گسترده باقی مانده‌اند. در یک نگاه اجمالی، این سازه‌ها همانند یک موزه، نشان دهنده سیر صنعت تعمیر بتن، نوآوری‌ها، نقص‌ها و موفقیت‌ها در رابطه با این موضوع در طول گذر زمان هستند. امروزه هنوز هم شاهد اقدامات تعمیری با استفاده از بتن گچی، ملات خشک، مخلوط زود گیر، ملات اپوکسی و حتی روکش‌هایی با پایه پلی اورتان هستیم. اغلب اوقات، مردم شتاب زده و بدون ارزیابی درست، به قضاوت در خصوص ناکارآمدی یک ماده یا روش می‌پردازند. در این موارد، تحلیل سیستماتیک همه مصالح و روش‌ها نیازمند تعیین دلیل اصلی است.

بسیاری از سازمان‌ها به‌خصوص موسسه بتن آمریکا (ACI) و موسسه بین‌المللی ترمیم بتن (ICRI) زمان و منابع قابل توجهی را در راستای تهیه دستورالعمل و شیوه‌های مناسب مرمت بتن صرف کرده‌اند. هر گونه پروژه تعمیر بتن، باید به این راهنما ارجاع داده شود.

مناقصه و مراحل پیش از ساخت

پیمانکارانی که در رشته مرمت بتن به‌صورت تخصصی فعالیت دارند، به‌طور کلی پروژه را با بودجه و فاز مناقصه شروع می‌کنند. مهندسین طراح در وقت مشخص به کمک مشاور و پیمانکار به دنبال تعیین بودجه، فازهای پروژه را دنبال می‌کنند. زمان اختصاص داده شده به مناقصه بسته به وسعت و پیچیدگی پروژه محدود است. مهندسانی که هفته‌ها و احتمالاً ماه‌ها را صرف طراحی می‌کنند، فرض را بر این قرار می‌دهند که پیمانکاران هم همین زمان را صرف فراهم کردن اسناد مناقصه می‌کنند. زمان مناقصه را می‌توان حدود دو هفته در نظر گرفت.

وقتی که پروژه‌ای پیشنهاد می‌شود محدودیت‌های مؤثر اعمال شده در زمان می‌تواند به‌اندازه کار آن مهم باشد. فازها، ساعات کاری، کنترل ترافیک، تدارکات سایت و برنامه ریزی می‌تواند اثرات مهمی روی هزینه‌ها داشته باشند. مالک و مشاور انواع مختلفی از پیمان را با توجه به اهداف مناقصه در اختیار دارند.

پیمان قیمت واحد

پیمان قیمت واحد رایج‌ترین شکل از قراردادهای مورد قبول یک مشاور باتجربه است. گمانه زنی سایت، آزمایش و گاهی اوقات تخریب‌های اکتشافی، اطلاعات کافی را در اختیار مشاور برای توسعه دامنه جزئیات و مقادیر مناقصه قرار می‌دهد. تعریف مناسب محدوده و پارامترهای کار عموماً مناقصه‌های رقابتی خوبی را بین پیمانکاران باتجربه رقم می‌زند. این پیمانی است که در درجه اول توسط ICRI توصیه می‌شود. این پیمان پایه و اساس راهنمای پژوهش‌نامه‌های فنی برای روش‌های اندازه گیری و انواع قرارداد برای کار مرمت بتن را تشکیل می‌دهد.

زمان و مصالح

قراردادهای زمان و مصالح برای کارهای اضطراری بسیار مناسب هستند. در جایی که مشاور زمان کافی برای ارزیابی ویژه و تعریف محدوده مناسبی از کار، در اختیار ندارد، بسیار مناسب است.

قرارداد قیمت ثابت

این نوع قرارداد به‌ندرت در صنعت مرمت بتن استفاده می‌شود، چرا که محدوده کاری را نمی‌توان به‌طور کامل تعریف و مشخص کرد و شرایط پنهان، آن را تبدیل به یک پیشنهاد پر خطر برای یک پیمانکار آینده نگر می‌کند. در صورتی که یک پیمانکار باتجربه در این شرایط حضور داشته باشد، احتمال به ثبت رسیدن قراردادی که به ضرر مالک باشد وجود دارد. تکرار پیشنهاد نامطلوب و پایین‌تر از قیمت مناقصه به‌سرعت با نارضایتی همه روبه رو می‌شود.

اعضا (طرفین قرارداد)

همانند هر قرارداد دیگری، نتیجه موفقیت آمیز به‌شدت وابسته به همه افراد و قسمت‌های مختلف است که ارتباط کاری نزدیکی دارند و در آخر نیز مالک نتیجه مطلوب و پیمانکار سود منصفانه‌ای را به دست می‌آورند.

معمولاً مالک خواستار شروع سریع پروژه خود می‌باشد، بنابراین فرایند پیش از ساخت (شامل جواز گرفتن و ...و زمان بندی مراحل برنامه) باید در بازه زمانی کوتاهی انجام گردد. همچنین پیمان کار نیاز دارد اسناد و مدارک و نقشه‌ها را با دقت بررسی کند. پیمانکار ممکن است در شرایطی که مشکلات و درگیری‌ها قابل پیش‌بینی هستند، درخواست اطلاعات اضافه‌تر کند (RFIs).

تراکم آرماتوربندی در یک تیر بعد از خرابی

ساخت و ساز

پس از گرفتن یک پروژه و فاز اول از کار، اقدام مهمی که باید توسط پیمانکار انجام شود، علامت‌گذاری نقاطی است که نیاز به ترمیم و تعمیر دارند. این کار توسط مهندس متخصص در این زمینه انجام می‌شود. این کار باعث دقت بیشتر در برنامه ریزی و تعیین توالی مراحل انجام کار می‌شود. نشان دادن خرابی‌ها برای انتخاب رویکرد ترمیم نیز با اهمیت است. در بسیاری از موارد مهندسان بی‌تجربه به‌شدت پایبند مقادیر مشخص شده در کتاب راهنما هستند. فقدان تجربه و تشخیص شرایط متغیر می‌تواند باعث اتخاذ استراتژی ضعیف در مرمت شود. استفاده از بندهای قانونی قرارداد که منحصر به فرد برای پروژه مورد نظر نیستند

هم می‌تواند مشکل ساز شود. نویسنده شاهد مشخصات مندرج در یک بند از یک قرارداد بوده است که در آن استفاده از چکش تخریب محدود به ۱۲ ضربه شده است. هر دو مورد را می‌شود انجام داد اما مستلزم هزینه و زمان زیادی هستند.

شناسایی مناطقی که نیاز به ترمیم دارند

گمانه زنی مناطق و علامت گذاری نقاط معیوب بتن عموماً با کشیدن زنجیر صورت می‌گیرد. برای گمانه زنی دقیق‌تر این کار با چکش دستی انجام می‌شود. به‌طور کلی برای اطمینان از در نظر گرفتن محدوده بتن ناسالم و هر گونه منطقه مشکوکی لازم است، نشانه گذاری حدوداً تا ۶ اینچ فراتر از قسمت‌های معیوب انجام شود. اولین معضل زمانی رخ می‌دهد که مهندس مسئول شناسایی عیوب به خلاصه کردن مقادیر می‌پردازد در حالی که هنوز روند اطمینان حاصل کردن از حذف کافی بتن برای داشتن یک فرآیند ترمیم بادوام ادامه دارد. وصله‌های ترمیمی باید دارای شکل منظم و فاقد زوایای تند باشند. تخریب بتن به‌منظور به حداقل رساندن مقادیر؛ به مقدار زیاد و به‌طوری که خارج از طول خوردگی در میلگرد باشد، مجاز نمی‌باشد اما این محدودیت نیز ممکن است سرعت خرابی را در خط پیوسته جدید را افزایش دهد (اغلب به‌عنوان اثر هاله‌ای نامیده می‌شود). در بسیاری از موارد بررسی تعمیرات بتن که قبلاً انجام شده‌اند، نشان می‌دهند که زوال بعضی از نقاط بافاصله از مناطق تعمیر شده یا در بعضی از موارد گسترش آن تا وصله‌های تعمیری نصب شده، رخ داده است.

خرابی

بیشتر پیمانکاران بریدن قسمت معیوب را ترجیح می‌دهند. برای این کار نیاز به مراقبت بیشتر هست. شکست و برش آرماتورهای مدفون مشکلاتی را اضافه می‌کند و برای ترمیم نیاز به آرماتور تکمیلی است. با این حال، در زمان ساخت، هدف ایجاد حداقل ۱ تا ۱.۵ اینچ پوشش بتن است. نقض در پوشش در بسیاری از موارد سرآغاز مشکلاتی است که مشاهده می‌شود؛ بنابراین اگر این روش انتخاب شود بررسی نقاط در عمق آرماتورهای تقویتی مهم است. اگر پوشش آرماتور خیلی کمتر از ۳/۴ اینچ باشد، مهندس متخصص شناسایی مناطق معیوب باید این کار را با برش کم عمق در اطراف منطقه مورد نظر انجام دهد.

خرابی در هر طبقه با طبقات دیگر تفاوت دارد و بنابراین، عملیات ترمیمی وابسته به نوع تجهیزات به کار رفته، مقاومت بتن موجود و تراکم آرماتورهای آن است. عموماً تعداد ضربات برای خرابی دال‌های معلق طبقات محدود به ۳۰ ضربه است. انواع مختلف مته‌های حفاری در ابزارهای تحت فشار برای کسب نتایج بهتر استفاده می‌شوند. مهندس متخصص شناسایی مناطق معیوب باید آرماتورهای موجود را به‌منظور تعیین اینکه آیا قسمت‌های آسیب دیده نیاز به میلگرد جدید دارند و یا اینکه آیا می‌توان آرماتورهای آسیب دیده را بدون جایگزین کردن آرماتور جدید حذف کرد؛ مورد بررسی قرار دهد.

روش حذف بتن به‌وسیله آب پر فشار (Hydro-demolition of concrete) جایگاهی در صنعت ترمیم بتن پیدا کرده است اما مانند بسیاری از روش‌ها و ابزارهای دیگر فقط برای برخی پروژه‌های خاص مناسب است و در بسیاری از موارد به دلیل مسائل محاسباتی و امکاناتی دارای محدودیت می‌باشد. شکی نیست که اعمال این روش سبب می‌شود که میلگردها سطوح بهتر و تمیزتری داشته باشند. با این حال ذخیره آب، نحوه انجام و محافظت از تجهیزات ممکن است غیراقتصادی باشد مگر این که این روش در مساحت بزرگی به کار رود.

تعمیرات عرشه افقی

هنگامی که مناطق تعمیر شده تخریب و ورقه ورقه می‌شوند فرآیند پیش روی آغاز می‌شود. این موضوع می‌تواند وابسته به منطقه تعمیر شده متنوع باشد. در این شرایط مهندس متخصص شناسایی مناطق معیوب ممکن است استدلال خود را تغییر دهد و با توجه به شرایط سایت، بهترین روش را برای ترمیم انتخاب کند.

برای مثال در تعمیرات کوچک، فرآیند آماده سازی سطح به‌وسیله آب پاشی و سمباده کشی مکانیکی و یا ماسه زنی (تمیز کردن با ماسه) انجام می‌شود. پس از آماده شدن میلگردها، با لحاظ کردن مقرون به‌صرفه بودن روش، سطوح معیوب تعمیر می‌شوند.

در جایی که مساحت‌های بزرگ و مقادیر زیادی از آرماتورها وجود دارند، باید روش متفاوتی اتخاذ شود. تمیز کردن زنگ از میلگردها به دنبال شستشوی مناطق ترمیم شده می‌تواند باعث زنگ زدن میلگردها قبل از اندودکاری آن‌ها شود. یک فرآیند مشخص شده توسط بسیاری از مهندسان اندودکاری میلگردها با روی و اپوکسی پرایمر است. پیمانکار نیازمند این است که تمام اکسیداسون حذف شود در حالی که این کار در سایت به دلیل وجود رطوبت (رطوبت و آب باعث شروع فرآیند زنگ زدن می‌شوند) در محیط امکان پذیر نیست. اندودکاری در میلگردهایی که فرآیند زنگ زدن در آن‌ها شروع شده است باعث شیره دهی زنگ یا روان شدن زنگ می‌شود.

ارزیابی یک بازرس با در نظر داشتن مشخصات مندرج در ACI ۳۰۱ در خصوص بتن سازه‌ها، منجر به یک بازرسی ناموفق می‌شود، چرا که در این راهنما به این نکته اشاره شده است که هنگام بتن ریزی باید همه میلگردها در اتصالات عاری از هر گونه مواد زیان آور باشند. در مقاله منتشر شده توسط گروه Aberdeen با عنوان «چگونه باید میلگردها را پاک سازی کنیم؟ »، مشخص شد که آلاینده‌ها اعم از عواملی که باعث زنگ زدن می‌شوند و حتی روغن اعمال شده برای مقاوم سازی؛ دارای اثرات ناچیزی بر مقاومت اتصالی هستند؛ بنابراین باید ملاحظات بیشتری در خصوص محافظت طولانی مدت آرماتورهای تقویتی در مقابل محیط و شرایط خوردگی در نظر گرفته شود تا از بتونه کاری میلگرد جلوگیری به عمل آورده شود.

در هر بتن ریزی بازبینی پیمان کار برای اطمینان از درست انجام شدن بتن ریزی، مهم است. در بتن ریزی‌های بزرگ بی‌نظمی دیده می‌شود ولی مواردی برای اطمینان وجود دارد که برای رسیدن به نتیجه مطلوب لازم است.

بتن ریزی در حالتی که بتن آماده است، باید با وقفه‌های مناسبی انجام شود. در هر بار بتن ریزی باید هوای موجود در بتن و اسلامپ آن، برای اطمینان از مطابقت با طرح اختلاط بررسی شود. مناطق مورد نظر برای بتن ریزی باید دوباره مرطوب شوند تا به شرایط اشباع با سطح خشک برسیم و عامل چسبندگی یا دوغاب روی بستر مناطقی که باید در آن‌ها بتن ریزی شود، ریخته شود. ارتعاش و تراکم از طریق استفاده از شمشه لرزشی به‌عنوان متراکم کننده متداول در مناطق کم عمق می‌تواند باعث جدا شدگی شود. همچنین اندود کردن دستی گوشه‌ها به‌طور سنتی یک نقطه ضعف در ترمیم محسوب می‌شود چون حتی با مراقبت بیشتر هم احتمال بروز ترک‌های مویی در خطوط اتصال آن وجود دارد. در بسیاری از موارد مهندسین متخصص در شناسایی عیوب، این فضاها را درزگیری شده می‌نامند و با درزگیر اوکتان آن را پر می‌کنند. صرف نظر از ملاتی که برای اندود سطح استفاده می‌شود اغلب مواد رطوبت زا جایگزین مواد عمل آورنده می‌شوند. اگرچه که مواد رطوبت زا در زمانی که مناطق ترمیم شونده در مقابل نور خورشید و گرما قرار می‌گیرند، مفیدتر هستند.

ترمیم در سطوح عمودی و بالاسری

در ترمیم عمودی و بالاسری از ترمیم دستی با ملات استفاده می‌شود. برای رسیدن به دوام مناسب با این روش مشکلات طبیعی زیادی وجود دارد. در حالت کلی کاربرد این روش محدود به دو اینچ در هر بار بتن ریزی می‌شود. آماده سازی بستر مناسب مهم است و این در حالی است که تراشیدن سطح بتن بین دو مرحله بتن ریزی بدون آسیب رساندن به مصالح در خطوط اتصال دشوار است. مگر اینکه به‌وسیله نیروی فنی باتجربه با ابزارهای مناسب انجام گیرد. همچنین شکلی از آرماتور بندی می‌تواند آرماتوربندی را پرتراکم‌تر و درهم‌تر بسازد.

اخیراً ترمیم بتن با بتن پاششی خشک و تر به‌خصوص در سطح وسیع رایج شده است. اگرچه که به دست آوردن نتیجه موفقیت آمیز به‌شدت وابسته به مواد انتخاب شده و تجهیزات مورد نیاز است اما تجربه فردی که با نازل کار می‌کند اهمیت

بیشتری دارد. برای حفظ کنترل کیفیت فردی که با نازل کار می‌کند، لازم است که وی مدارک جداگانه‌ای برای این کار داشته باشد.

در سال‌های اخیر با ظهور مصالح حاوی شن‌های نخودی که انقباض کم و اسلامپ بالایی دارند پمپاژ کردن و قالب زدن متداول شده است و مطمئناً روند مطلوب و ترمیم یک پارچه‌ای حاصل می‌شود. در قالب زدن و پمپاژ کردن، موارد مهم و قابل توجه عبارت‌اند از: مرطوب کردن قبل از بتن ریزی، قالب بادوام در برابر فشارهای وارده و ویبره زدن برای اطمینان از تراکم بدون جداشدگی. در قالب‌های بسته باید مراقبت‌هایی برای خارج کردن هوای محصور انجام شود، در غیر این صورت حباب‌ها بر ترمیم بتن اثر می‌گذارند.

آینده

در آینده صنعت ترمیم بتن شاهد روش‌های مکانیزه‌تری در تخریب و قرار دادن موادی دیگر، خواهد بود؛ در نتیجه در آینده تأکید بیشتری برای محافظت از آرماتورهای مدفون در برابر خوردگی که اولین دلیل خرابی بتن است وجود خواهد داشت.

ترجمه: مهکامه اخویزادگان

منبع:

http://www.structuremag.org/?p=۱۰۴۰۸