بتن قابل خمش، راه‌حلی برای مشکلات زیرساخت‌ها

در اوایل دهه ۱۹۹۰، ویکتور لی، پروفسور مهندسی عمران و محیط‌زیست در دانشگاه میشیگان کامپوزیت‌های سیمانی مهندسی‌شده یا ECC ایجاد کرد که به‌عنوان بتن شکل‌پذیر یا قابل خمش هم شناخته می‌شوند. بیش از ۲۰ سال بعد، محققان در دانشگاه ایالت لوئیزیانا موفق به تولید انبوه این مصالح شدند و یک ECC مقرون‌به‌صرفه تولید کردند که در ساخت آن از عناصری استفاده می‌شد که به‌راحتی در دسترس بود. طبق آزمایش‌های انجام‌شده، این مصالح از بتن سنتی بهتر است و می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در زیرساخت‌های حمل‌ونقل ایجاد کند.

گابریل آرس، محقق ارشد دپارتمان مدیریت ساخت‌وساز در دانشگاه ایالت لوئیزیانا و محقق ارشد پروژه EEC گفت: «در مقایسه با بتن معمولی، ECC مقرون‌به‌صرفه، ظرفیت تغییر شکل آن ۳۰۰ برابر و مقاومت خمشی آن دو برابر است. از مزیت‌های دیگر آن می‌توان به و مقاومت فشاری بیشتر اشاره کرد. هزینه مصالح EEC تقریباً ۲٫۵ برابر بتن معمولی است؛ هزینه معمول ECC ممکن است تا بیش از چهار برابر بتن معمولی باشد».

با در نظر گرفتن امکان ساخت روسازی‌هایی با نصف ضخامت و افزایش بهره‌وری ساخت به دلیل قابلیت ساخت روسازی‌های بدون درز، می‌توان هزینه روسازی با مصالح ECC را در مقایسه با بتن سنتی توجیه‌پذیر دانست. استفاده از EEC در روسازی باعث افزایش دوام، کاهش نیاز به تعمیرات دوره‌ای و صرفه‌جویی در زمان و هزینه می‌شود.

ECC جدید و بهبودیافته بیش از یک سال در دست ساخت بوده است. آرس بعد از فارغ‌التحصیل شدن در مقطع دکتری از دانشگاه ایالت لوئیزیانا، طرح پیشنهادی خود را با عنوان «ارزیابی عملکرد و هزینه کامپوزیت‌های سیمانی مهندسی‌شده (ECC) تولید شده از مصالح محلی»، به کنسرسیوم ایالات جنوب مرکزی یا Trans-SET تحویل داد.

Trans-SET یک همکاری بین نه موسسه بزرگ و دو دانشگاه به سرپرستی دانشگاه لوئیزیانا است که برای حل مشکل تخریب سریع زیرساخت‌های حمل‌ونقل با استفاده از «فناوری‌های نوین، مصالح نوین و فرآیندهای نوآورانه مدیریت ساخت» تأسیس‌شده است. در این راستا دانشگاه لوئیزیانا، دانشگاه ایالت آرکانزاس، کالج باتون روژ، دانشگاه فنی ناواجو، دانشگاه ایالت نیومکزیکو، دانشگاه ایالت اوکلاهاما، دانشگاه Prairie View A&M، دانشگاه Texas A&M، دانشگاه نیومکزیکو، دانشگاه تگزاس در آرلینگتون و دانشگاه تگزاس در سن آنتونیو با هم همکاری می‌کنند.

Trans-SET بودجه پروژه را تأمین کرده و آزمایش روی چهار نوع ماسه، دو ماده پلاستیکی خرد شده بازیافتی، پنج نوع فیبر و سه نوع مختلف سرباره که فرآورده جانبی سوختن زغال‌سنگ است و می‌توان برای جایگزینی بخشی از سیمان در مصالح بتنی از آن استفاده کرد، انجام شد. پس از آن مقاومت فشاری، مقاومت کششی، ظرفیت تغییر شکل، عملکرد خمشی، کارایی و عملکرد ترک‌خوردگی کامپوزیت‌های ECC مورد ارزیابی قرار گرفت. این کامپوزیت‌ها بر اساس خروجی آزمایش‌ها و ارزیابی‌ها اصلاح شدند.

در پایان، آرس و تیم او روی عناصر زیر توافق کردند:

- یک نوع فیبر PVA که به‌راحتی در بازار ایالات‌متحده در دسترس است. این فیبر فاقد روکش روغنی معمول است و هزینه را به‌شدت کاهش و عملی بودن طرح را افزایش می‌دهد. همچنین با استفاده از این مصالح می‌توان مقدار فیبر را ۲۵ درصد کاهش داد و باز هم مصالحی شکل‌پذیر ساخت.
- ماسه رودخانه‌ای نرم محلی از رودخانه می سی سی پی. این ماسه به‌اندازه کافی نرم است و جایگزین مناسبی برای ماسه میکروسیلیکای گران‌قیمت که به دست آوردن آن سخت بوده و معمولاً در ECC به کار می‌رود، محسوب می‌شود.
- سرباره موجود محلی که تقریباً جایگزین ۷۵ درصد از سیمان به‌کاررفته در مخلوط ECC می‌شود.

مترجم: علی‌اکبر خلیلی

منبع:

https://csengineermag.com/bendable-concrete-could-be-the-answer-to-infrastructure-woes/?_ke=eyJrbF۹lbWFpbCI۶ICJtb۲p۰YWJhODA۴QHlhaG۹vLmNvbSIsICJrbF۹jb۲۱wYW۵۵X۲lkIjogIktlWEc۲TiJ۹