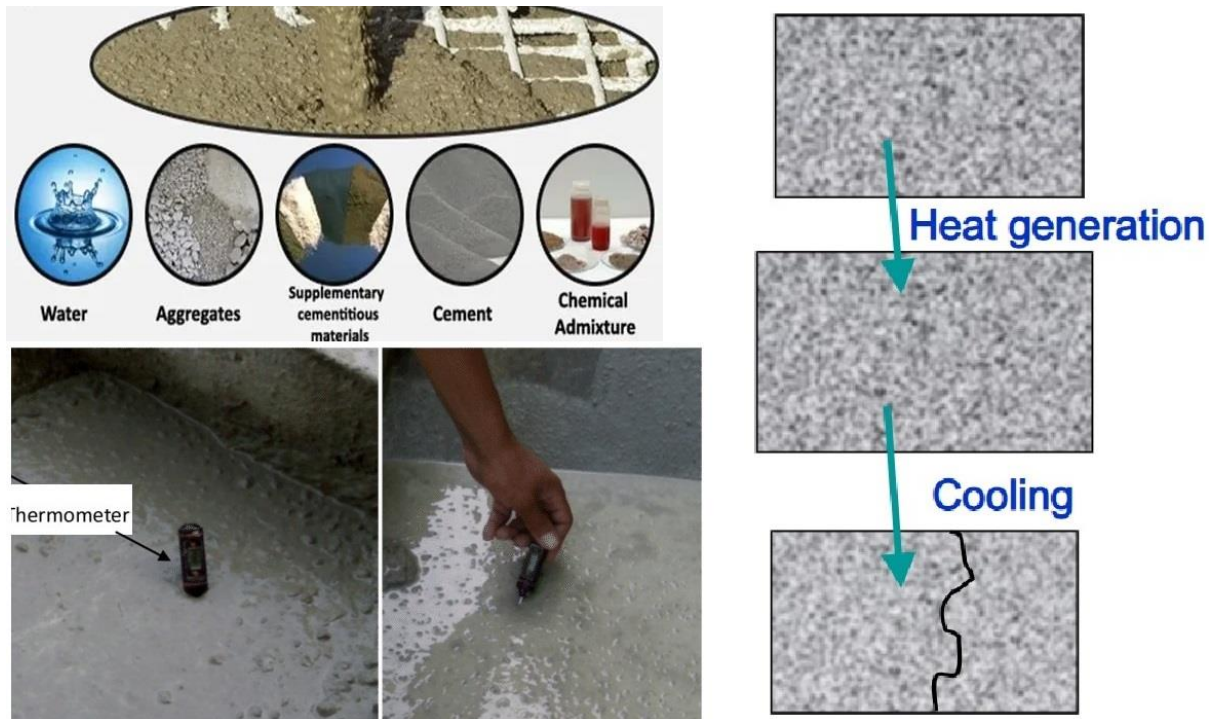


۵ راه کاهش ترک خوردگی بتن در سنین اولیه

کاهش ترک‌های اولیه در سازه‌های بتنی از این لحاظ اهمیت دارد که بر دوام، مقاومت و هزینه‌های نگهداری تأثیرگذار است. این ترک‌ها نه تنها زیبایی ساختمان را خدشه‌دار می‌کنند که باعث ناراحتی ساکنین هم می‌شوند.



بنابراین باید اقدامات مناسب برای کاهش و حذف ترک‌های بتن در سنین اولیه انجام شود. استراتژی‌های کاهش از فاز طراحی شروع می‌شوند و تا مرحله ساخت‌وساز که شامل انتخاب مصالح، نسبت مصالح در طرح اختلاط، شرایط عمل‌آوری و شرایط محیطی می‌شود؛ ادامه می‌یابد.

چگونه ترک خوردگی بتن در سنین اولیه را کاهش دهیم؟

۱- فرآیند طراحی

در طول فرآیند طراحی باید محدودیت‌های المان‌های بتنی مختلف در نظر گرفته شوند. دلیل این است که این محدودیت‌ها جابجایی‌های ناشی از انقباض خود به خودی را محدود می‌کنند. این ترک‌ها معمولاً زمانی ایجاد می‌شوند که نسبت تنش به مقاومت به بیش از ۶۰٪ برسد.

محدودیت‌هایی که باید در فاز طراحی در نظر گرفت شامل کاور بتنی، عمق غیریکنواخت بتن و آرماتورها می‌شود. کاهش کاور بتنی احتمال ترک خوردگی را افزایش می‌دهد و به همین دلیل اهمیت آن بیشتر از اندازه آرماتورهاست.

ابعاد و هندسه المان‌ها به لحاظ گرادیان دما که یکی از دلایل ترک خوردگی بتن در سنین اولیه است، اهمیت دارد.

۲- انتخاب مصالح و پارامترهای طرح اختلاط

طرح اختلاط بتن معمولاً متشکل از سیمان، سنگ‌دانه، آب و افزودنی‌هاست. تأثیر هر کدام از مصالح به طور خلاصه در ادامه توضیح داده می‌شود.

۲-۱ سنگدانه

اندازه، زبری و ضریب انبساط حرارتی سنگدانه‌ها درشت از عواملی هستند که بر ترک خوردگی بتن در سنین اولیه تأثیرگذار هستند. هر چه اندازه سنگدانه‌ها بزرگ‌تر باشد امکان حرکت بتن بیشتر است و به همین دلیل مقاومت کششی و مدول بتن تازه سخت شده کاهش می‌یابد. هر چه مقاومت کششی بتن کمتر باشد، بتن در برابر تنش‌های کششی کوچک‌تری دچار ترک خوردگی می‌شود.

سنگدانه‌های اشباع احتمال ترک خوردگی را افزایش می‌دهند؛ بنابراین استفاده از سنگدانه‌ها خشک و کوچک مقاومت بتن را افزایش می‌دهند. سنگدانه‌های شکسته با سطح ناهموار هم باعث افزایش مقاومت کششی می‌شوند.

سنگدانه‌هایی که ضریب انبساط حرارتی پایینی دارند، انبساط حرارتی بتن را کاهش می‌دهند. به‌طور مثال سنگدانه‌های کوارتز به دلیل ضریب انبساط حرارتی بالا تنش‌های کششی تا ۵۰٪ بیشتر نسبت به سنگ‌آهک ایجاد می‌کنند؛ بنابراین احتمال ترک خوردگی در بتن تولیدشده با سنگدانه‌های کوارتز بیشتر است.

۲-۲ انواع سیمان

نوع سیمان و مقدار آن به‌طور قابل‌توجهی بر گرمای تولیدشده در هیدراتاسیون اثرگذار است. برای کاهش احتمال ترک خوردگی می‌توان نوع و مقدار سیمان را تغییر داد. سیمان پرتلند که خیلی ریز نیست و خاصیت قلیایی کم و مقدار سولفات زیادی دارد، دمای ترک خوردگی را کاهش می‌دهد.

نسبت آب به سیمان ۰٫۴ تا ۰٫۷ مقدار انقباض ناشی از خشک شدن را کاهش می‌دهد. باین‌حال اگر نسبت آب به سیمان بیشتر از ۰٫۷ باشد مقاومت کششی بتن کاهش می‌یابد و در نتیجه احتمال ترک خوردگی زیاد می‌شود.

۲-۳ افزودنی‌ها

از افزودنی‌ها و مواد سیمانی مانند خاکستر بادی، سرباره، افزودنی‌های کاهنده آب، سیمان جبران‌کننده انقباض، افزودنی‌های خود مترکم و افزودنی‌های کاهنده انقباض می‌توان برای بهبود عملکرد بتن استفاده کرد.

بتن متشکل از ۵۰٪ سیمان پرتلند و ۲۰٪ خاکستر بادی و ۳۰٪ سرباره عملکرد بهتری به نسبت بتن تولیدشده با سیمان پرتلند معمولی دارد. افزودنی‌های کاهنده انقباض و خود مترکم با تأمین رطوبت کافی در عمل‌آوری، انقباض را کاهش می‌دهند. این مواد همچنین گرمای هیدراتاسیون و متعاقباً انقباض حرارتی بتن را کاهش می‌دهند.

گرمای هیدراتاسیون بر ترک خوردگی بتن در سنین اولیه و به‌طور خاص در سازه‌های بتنی عظیم تأثیرگذار است.

۳- فرآیند ساخت

گسترش ترک‌ها به‌شدت به دمای بتن تازه حساس است. زمانی که دمای بتن تازه کاهش یابد، مقاومت کششی بتن زیاد می‌شود. دلیل این است که پیوند ایجادشده در دمای پایین بین ژل هیدرات سیلیکات کلسیم قوی‌تر از پیوند ایجادشده در این ژل در دمای بالاست.

بتن‌ریزی باید به‌دقت برنامه‌ریزی شود زیرا ترتیب بتن ریز، قالب‌بندی، عایق‌کاری، خنک‌سازی و سازه‌های مجاور بر کاهش دمای بتن تأثیرگذار هستند و موجب اختلاف دما در بتن می‌شوند. همین باعث تنش‌های کششی و ترک خوردگی در سنین اولیه می‌شود.

افزایش دمای عمل‌آوری در بتن با مقاومت بالا باعث افزایش انقباض خود به خودی و نهایتاً افزایش احتمال ترک‌خوردگی می‌شود. به‌منظور کاهش احتمال ترک‌خوردگی در بتن با مقاومت بالا باید حداکثر دمای عمل‌آوری ۲۰ درجه باشد.

۴- شرایط محیطی

دمای محیط، دمای اولیه، رطوبت، باد و تابش خورشید از عوامل تأثیرگذار بر تبخیر آب هستند. هر چه هوای اطراف خشک‌تر باشد، دمای اولیه بتن افزایش می‌یابد و در نتیجه گرمای هیدراتاسیون افزایش می‌یابد. این فرایند کسب مقاومت بتن را مختل می‌کند و به همین دلیل احتمال ترک‌خوردگی در سنین اولیه افزایش می‌یابد. باردگی در روزهای اولیه نسبت آب به سیمان را افزایش و مقاومت را کاهش می‌دهد که در نتیجه احتمال ترک‌خوردگی زیاد می‌شود.

۵- شرایط بارگذاری خارجی

حرکت وسایل نقلیه سنگین موجب افزایش اسلامپ بتن می‌شود. از این رو باید از رفت‌وآمد این وسایل در روزهای اولیه بعد از بتن‌ریزی جلوگیری به عمل آید.

مترجم: بهاره بهرامی

منبع:

<https://theconstructor.org/concrete/ways-mitigate-early-age-cracking-concrete-structures/565923/>