

بتن در اجرا چیست، چرا و چگونه؟

ترک خوردگی سطوح بتنی

برخی از انواع ترک خوردگی چیست؟

بتن مانند سایر مصالح ساختمانی، در اثر تغییرات رطوبتی و دمایی، منقبض و منبسط شده و بر اساس شرایط بارگذاری و تکیه‌گاهی، تغییرشکل می‌دهد. در صورتی که این موارد در طراحی و اجرا لحاظ نشده و تمهیداتی برای آن در نظر گرفته نشود، ترک‌ها در بتن می‌توانند ایجاد شوند. برخی از شکل‌های رایج ترک‌ها در بتن، عبارت‌اند از:

- شکل الف- ترک‌های جمع‌شدگی خمیری (پلاستیک) (CIP ۵): راهنمای شماره ۵ بتن در اجرا
- شکل ب- ترک‌های ناشی از درزگذاری نادرست (CIP ۶): راهنمای شماره ۶ بتن در اجرا
- شکل پ- ترک‌های ناشی از قید خارجی پیوسته؛ مثال: دیوار بتن‌ریزی‌شده که در امتداد لبه‌ی پایینی پی، مقید شده است.
- شکل ت- ترک‌های ناشی از فقدان درزهای جداکننده (انقطاع) (CIP ۶): راهنمای شماره ۶ بتن در اجرا
- شکل ث- ترک‌های D شکل حاصل از چرخه‌های یخ‌زدن-آب‌شدن.
- شکل ج- ترک‌های پوست‌ماری (تار عنکبوتی) (CIP ۳): راهنمای شماره ۳ بتن در اجرا
- شکل چ- ترک‌های ناشی از نشست

اغلب ترک‌های تصادفی که در سنین اولیه‌ی بتن ظاهر می‌شوند، گرچه از نظر ظاهری ناخوشایندند، اما به‌ندرت بر یکپارچگی سازه‌ای یا عمر بهره‌برداری بتن تأثیر می‌گذارند. البته دو استثناء در این خصوص وجود دارد:

- ترک‌های D شکل که در اثر تخریب ناشی از چرخه‌های یخ‌زدن-آب‌شدن در برخی از انواع سنگدانه‌های متخلخل بتن رخ می‌دهد. این ترک‌ها از درزها و در بخش زیرین دال‌های بیرونی آغاز شده و معمولاً در سنین بالاتر ظاهر می‌شوند.
- ترک‌های ناشی از واکنش‌های قلیایی سنگدانه که منجر به آسیب‌های سازه‌ای در بلندمدت خواهد شد (CIP ۴۳): راهنمای شماره ۴۳ بتن در اجرا

اکثر ترک‌های بتن، ناشی از ضعف در طراحی و یا اجزاست؛ از جمله:

چرا سطوح بتنی ترک می‌خورند؟

- حذف درزهای جداکننده (انقطاع) و انقباض و یا اجرای نادرست درزها
- آماده‌سازی نامناسب زیراساس
- استفاده از بتن با اسلامپ بالا یا افزودن بیش از حد آب در محل کارگاه
- پرداخت غیراصولی
- از دست رفتن سریع رطوبت بتن تازه‌ریخته‌شده در شرایط محیطی خشک
- عمل‌آوری ناکافی یا عدم عمل‌آوری

چگونه می‌توان از ترک خوردگی جلوگیری کرد یا آن را به حداقل رساند؟

تمامی بتن‌ها تمایل به ترک‌خوردگی داشته و تولید بتن کاملاً بدون ترک، امکان‌پذیر نیست. با این حال، در صورت رعایت اقدامات پایه‌ای زیر در بتن‌ریزی، ترک‌خوردگی قابل کاهش و کنترل است:

الف- زیراساس و قالب‌بندی

- باید تمام لایه‌ی سطحی خاک و نقاط سست برداشته شود.
- خاک زیر دال باید خاک متراکم یا مصالح دانه‌ای متراکم‌شده باشد که از طریق غلطک‌زنی، ارتعاش یا کوبیدن فشرده شده‌اند.
- دال و متعاقب آن زیراساس، باید برای تأمین زهکشی مناسب، شیب‌دار باشد.
- در زمستان و پیش از بتن‌ریزی، باید برف و یخ حذف شده و نباید بتن روی زیراساس یخ‌زده ریخته شود.
- لایه‌های زیراساس صاف، تراز و متراکم‌شده به صورت یکنواخت، از بروز ترک‌خوردگی جلوگیری می‌کنند.
- تمامی قالب‌ها باید به‌گونه‌ای ساخته و مهار شوند تا فشار بتن را بدون جابجایی تحمل کنند.
- لایه‌های کاهنده‌ی تبخیر که مستقیماً زیر دال بتنی قرار گرفته‌اند، آب‌انداختگی را افزایش داده و به‌ویژه در بتن با اسلامپ بالا، احتمال ترک‌خوردگی را به‌شدت افزایش می‌دهد.
- در صورت اجبار به بتن‌ریزی مستقیم بر روی لایه‌های کاهنده‌ی تبخیر از جنس پلی‌اتیلن (CIP ۲۹): راهنمای

شماره ۲۹ بتن در اجرا)، باید اطمینان حاصل کرد که عملیات پرداخت پس از رفع کامل آب‌انداختگی از سطح بتن انجام شود.

- در شرایط آب‌وهوایی خشک، باید زیراساس، قالب و میلگردها بلافاصله پیش از بتن‌ریزی مرطوب شوند.

ب- بتن

- به‌طور کلی، از بتنی با اسلامپ متوسط (حداکثر ۱۲۵ میلی‌متر) استفاده شود. استفاده از بتن با اسلامپ بالاتر در صورتی قابل‌قبول است که مخلوط آن به‌گونه‌ای طراحی شده باشد تا مقاومت مورد نیاز را بدون آب‌انداختگی اضافی و یا جداسدگی تأمین نماید. این امر، معمولاً از طریق استفاده از افزودنی‌های کاهنده‌ی آب حاصل می‌شود.
- برای دال‌های بیرونی در معرض آب‌وهوای سرد و یخبندان، از بتن حاوی حباب هوا استفاده شود (CIP ۲): راهنمای شماره ۲ بتن در اجرا).
- طرح مخلوط بتن می‌تواند به‌گونه‌ای تنظیم شود تا جمع‌شدگی کاهش یافته و در نتیجه، ترک‌خوردگی به حداقل برسد.

پ- پرداخت

- عملیات شمشه‌کشی اولیه باید بلافاصله پس از ماله‌کشی انجام گردد.
- عملیات‌های پرداخت متعاقب، نباید زمانی که هنوز آب روی سطح بتن وجود داشته یا آب‌انداختگی به پایان نرسیده باشد، انجام شود.
- از پرداخت بیش‌ازحد سطح بتن اجتناب شود.
- برای افزایش اصطکاک روی سطوح خارجی، می‌توان از جارو برای پرداخت استفاده کرد.
- در هنگامی که شرایط محیطی منجر به نرخ تبخیر بالا شود، از وسایلی و اقداماتی به منظور جلوگیری از خشک‌شدن سریع سطح و ترک‌های جمع‌شدگی پلاستیک مرتبط با آن استفاده گردد که از آن جمله، می‌توان به بادشکن‌ها، مه‌پاش‌ها و پوشاندن بتن با گونی خیس یا بهره‌گیری از ورق‌های پلی‌اتیلن بین مراحل پرداخت اشاره نمود.

ت- عمل‌آوری

- عمل‌آوری، مرحله‌ای حیاتی برای حصول بتن با دوام و مقاوم در برابر ترک‌خوردگی است.
- باید در سریع‌ترین زمان ممکن، عمل‌آوری را آغاز نمود.
- سطح بتن را با پاشش مواد عمل‌آور غشاساز مایع یا با استفاده از پوشش گونی مرطوب، باید دست‌کم به مدت ۳ روز مرطوب نگه داشت.

- تکرار اجرای مواد عمل‌آور در روز بعد از پاشش اول، گامی مؤثر برای اطمینان از کیفیت محسوب می‌شود.

ث- درزها

- تغییرات حجمی مورد انتظار ناشی از تغییرات دما و یا رطوبت، باید از طریق درزهای انقباضی تعبیه‌شده، که با برش یا ابزارزنی در زمان مناسب اجرا می‌شوند، کنترل گردد. عمق این درزها حدود یک‌چهارم تا یک‌سوم ضخامت دال بوده و فاصله بین آن‌ها باید در حدود ۲۴ تا ۳۶ برابر ضخامت دال در نظر گرفته شود.
- فاصله‌ی حداکثر توصیه‌شده برای درزهای انقباضی، اغلب ۴/۵ متر است.

- پل‌های بین درزها باید به شکل مربع بوده و طول آن‌ها از حدود ۱/۵ برابر عرض آن، بلندتر نباشد.

- درزهای جداسازی (انقطاع) کل ضخامت دال را دربرگرفته است، باید در نقاطی که محدودیت آزادی حرکت عمودی یا افقی پیش‌بینی می‌شود (مانند محل تقاطع کف‌ها با دیوارها، ستون‌ها یا فونداسیون‌ها)، اجرا شود. جهت کسب اطلاعات بیشتر در خصوص درزها، به راهنمای شماره ۶ بتن در اجرا (CIP ۶) مراجعه شود.

ج- میلگرد

- شبکه‌ی فولادی یا میلگردهای موجود در دال‌ها نمی‌توانند مانع ایجاد ترک شود.
- اگر میلگرد در محل مناسب قرار داده شود، می‌تواند عرض ترک‌ها را کاهش دهد.
- برای جلوگیری از ترک‌خوردگی بتن مسلح ناشی از انبساط حاصل از زنگ‌زدگی میلگرد، پوشش بتن روی میلگرد باید به مقدار کافی (حداقل ۵ سانتی‌متر) فراهم گردد تا از تماس نمک و رطوبت با آن جلوگیری شود.

برای به حداقل رساندن ترک‌خوردگی، این اصول را رعایت کنید

- ♦ اعضا را به‌گونه‌ای طراحی کنید که قادر به تحمل تمامی بارهای پیش‌بینی‌شده باشند.
- ♦ درزهای انقباضی و جداسازی (انقطاعی) را به‌درستی پیش‌بینی و اجرا نمایید.
- ♦ در اجرای دال روی اساس، زیراساسی پایدار و متراکم‌شده به صورت یکنواخت آماده کنید.
- ♦ بتن را مطابق با رویه‌های توصیه‌شده و استاندارد، جای‌گذاری و پرداخت نمایید.
- ♦ از بتن به‌درستی محافظت و عمل‌آوری کنید.