

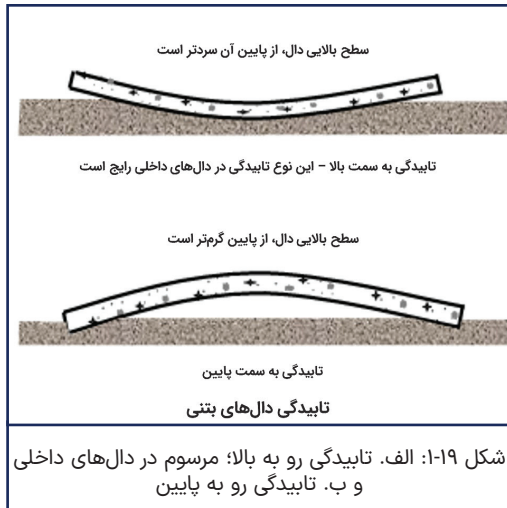


شماره ۱۹ - تابیدگی دال‌های بتنی

پاشیدن آب بر سطح، منجر به افزایش جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن در سطح دال نسبت به قسمت پایینی آن می‌گردد.

این موضوع می‌تواند در دال‌هایی که به صورت مستقیم روی لایمی بازدارنده‌ی تبخیر قرار گرفته یا در لایه‌های روکش دال تشدید شود. در دال‌هایی که روی بستر جاذب قرار می‌گیرد، آب‌انداختگی کمتر شده و ظرفیت تابیدگی کاهش پیدا می‌کند.

در دال‌های نازک و فواصل زیاد درز، تمایل به افزایش تابیدگی وجود دارد. دال‌های ضخیم‌تر کمتر دچار تابیدگی می‌شوند؛ زیرا وزن دال تمایل به تابیدگی را خنثی می‌کند. در دال‌های کف صنعتی، فاصله‌ی نزدیک درزها که تعداد درزها را افزایش می‌دهد، مطلوب نیست. لیفتراک‌های سنگین و سایر وسایل عبور و مرور با چرخ‌های سخت، تنش روی سطح را افزایش داده و به درزها حتی با وجود تابیدگی جزئی، آسیب زده یا تنش را در بخش‌های بدون تکیه‌گاه دال افزایش داده که موجب ترک‌خوردگی در قطعه دال می‌شود. فاصله‌ی درزها باید به گونه‌ای باشد که تعادلی بین ظرفیت ایجاد ترک‌های تصادفی و افزایش تابیدگی در درزها برقرار شود.



تابیدگی رو به پایین (شکل ۱۹-۱ ب) به طور معمول ناشی از تفاوت دما بین سطح بالایی و پایینی دال است. این حالت در دال‌های بیرونی بیش‌تر مشاهده می‌شود؛ جایی‌که تغییرات در گرادیان رطوبت و دما، پویاست و با

تابیدگی چیست؟

تابیدگی به تغییر شکل یک قطعه دال به حالت خمیده از طریق خم‌شدن لبه‌ها رو به بالا یا رو به پایین و همچنین، گوشه‌ها در درزها یا ترک‌ها اطلاق می‌شود. تابیدگی به طور عمده، ناشی از اختلاف در رطوبت و/یا دما بین سطوح بالایی و پایینی یک دال بتنی است. این تغییر شکل می‌تواند لبه‌ها یا وسط دال را از بستر بلند کرده و بخشی را بدون تکیه‌گاه باقی بگذارد. هنگامی که بارهایی بیش از ظرفیت دال اعمال شود، مقطع آن ممکن است ترک بخورد. لبه‌های دال ممکن است در اثر عبور بارهای ترافیکی، هنگامی که دال به سمت بالا تابیده شده است، لب‌پر یا تکه‌تکه شود. تابیدگی معمولاً در سنین اولیه قابل مشاهده است؛ هرچند ممکن است وقوع آن طی یک دوره زمانی نیز رخ دهد. اصطلاحات تابیدگی و اعوجاج به‌طور متناوب استفاده می‌شوند.

چرا دال‌های بتنی دچار تابیدگی می‌شوند؟

تغییرات نسبی ابعاد سطوح بالایی و پایینی دال، منجر به تابیدگی می‌شود. این تغییرات حجمی اغلب مربوط به گرادیان‌های رطوبت و دما درون دال هستند. هنگامی که یکی از سطوح دال نسبت به دیگری تغییر اندازه می‌دهد، دال در لبه‌های خود در جهت کوتاه‌شدگی نسبی، دچار تابیدگی خواهد شد. تابیدگی حاصل در درزها، لبه‌ها و گوشه‌ها قابل مشاهده است. جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن، ویژگی اصلی بتن است که بر تابیدگی تأثیر می‌گذارد. عواملی که جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن بتن را افزایش می‌دهند، تمایل به افزایش تابیدگی نیز دارند. جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن بتن با افزایش مقدار آب و حجم خمیر در مخلوط بتنی افزایش می‌یابد. نوع سنگدانه نیز می‌تواند بر جمع‌شدگی تأثیر بگذارد.

رخداد رایج‌تر تابیدگی، زمانی است که سطح بالایی دال خشک شده و نسبت به سطح پایینی جمع می‌شود که این امر باعث تابیدگی رو به بالای لبه‌های دال خواهد شد (شکل ۱۹-۱ الف). این حالت بیش‌تر در دال‌های کف داخلی روی زمین مشاهده می‌شود. سطح بالایی دال در معرض محیط خشک قرار داشته؛ در حالی‌که سطح پایینی با خاک مرطوب در تماس است و این امر موجب خشک‌شدن و جمع‌شدگی متفاوت می‌شود. در طول ساخت‌وساز، آب‌انداختگی بیش‌ازحد ناشی از مقدار بالای آب در بتن یا

۵۵ ۸. یک مخلوط بتن با نسبت آب به مواد سیمانی پایین، منجر به جمع‌شدگی کمتر نمی‌شود؛ اگر حجم خمیر بالا باشد. به‌طور مشابه، مقاومت فشاری بالا، تضمین‌کننده جمع‌شدگی یا تابیدگی کمتر نیست.

۹. اجرای دال ضخیم‌تر، تابیدگی را کاهش می‌دهد. ۱۰. دال بعد از بتن‌ریزی، عمل‌آوری شود. عمل‌آوری مرطوب یا استفاده مناسب از یک ترکیب عمل‌آوری با مقدار ماده‌ی جامد زیاد، سرعت از دست رفتن رطوبت را کاهش داده و از اختلاف رطوبت می‌کاهد.

۱۱. برای به حداقل رساندن تابیدگی، فاصله درزها نباید بیش از ۲۴ برابر ضخامت دال باشد.

۱۲. برای روکش‌های نازک، دال پایه باید تمیز شده تا از پیوستگی اطمینان حاصل شود و همچنین استفاده از گل‌میخ‌ها و سیم‌ها در اطراف لبه‌ها و به‌ویژه، در گوشه‌های دال در نظر گرفته شود.

۱۳. طراحی و قراردادی درست میلگردها در یک‌سوم بالایی دال به صورت عمود بر لبه‌ها، تابیدگی را کاهش خواهد داد. میلگردها باید در فاصله ۳ متری از لبه دال یا درزهای اجرایی قرار گیرد. تجهیزات انتقال بار که حرکت عمودی را به حداقل می‌رسانند، باید در طول درزهای اجرایی به‌کار گرفته شوند.

۱۴. استفاده از برخی انواع پوشش‌ها یا آب‌بندکننده‌های تنفس‌پذیر روی دال‌ها، می‌توانند برای به حداقل رساندن اختلاف رطوبت و کاهش تابیدگی مؤثر باشند.

برای کاربردهایی که تابیدگی دال غیرمجاز است، سیستم‌های جایگزین دال مانند بتن با قابلیت جبران جمع‌شدگی یا پس‌تنیدگی می‌توانند مدنظر قرار گیرد. در خصوص این گزینه‌ها، باید قبل از ساخت تصمیم‌گیری شده و ممکن است هزینه اولیه پروژه را افزایش دهد. برخی روش‌های مقابله با تابیدگی دال‌ها، شامل موارد زیر است:

- برش‌دادن درزهای اجرایی اضافی
- برش درزهای دال در محل‌هایی که تابیدگی رخ داده به منظور بازگرداندن قابلیت بهره‌برداری
- تزریق دوغاب زیر دال تابیده‌شده برای پرکردن حفره‌های زیر دال جهت بازبانی شرایط تکیه‌گاهی و جلوگیری از شکستن لبه‌های بالا آمده.

در استانداردهای ACI 302.1R و ACI 360R، اطلاعاتی در خصوص عواملی که باعث تابیدگی شده و گام‌هایی که باید برای کاهش تابیدگی و اوجاج دال‌های بتن روی زمین برداشته شود، ارائه شده است.

زمان تغییر می‌کند. بخش بالایی دال که در معرض تابش خورشید یا دمای بالاتر محیط قرار دارد، نسبت به قسمت پایینی دال که با بستر خنک‌تر در تماس است، منبسط خواهد شد.

تفاوت دمایی می‌تواند موجب تابیدگی رو به بالا شود؛ هنگامی که دمای سطح دال سردتر از قسمت پایینی باشد و این امر، به تابیدگی رو به بالا ناشی از تفاوت رطوبتی اضافه خواهد شد. این حالت می‌تواند در دال‌های بیرونی در هوای خنک و خشک، هنگامی که دمای بستر گرم است، نیز رخ دهد.

چگونه تابیدگی دال به حداقل برسد؟

عوامل اصلی کنترل‌کننده تغییرات ابعادی بتن که منجر به تابیدگی می‌شوند عبارتند از جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن، ضخامت دال، فاصله درزها، روش‌های اجرایی، بستر مرطوب یا خیس و گرا دیان‌های دمایی درون دال. تابیدگی با گذشت زمان کاهش می‌یابد؛ زیرا اختلاف رطوبت و دما در مقطع دال در طی زمان، کمتر می‌شود. روش‌های زیر به کاهش ظرفیت تابیدگی کمک می‌کنند:

۱. استفاده از کمترین مقدار عملی آب در مخلوط بتن. اسلامپ بتن هیچ تاثیری بر تابیدگی نداشته؛ بلکه مقدار آب مخلوط دارد. از تأخیر در بتن‌ریزی که نیاز به ایجاد تنظیمات در کارگاه دارد، اجتناب شود.
۲. استفاده از بیش‌ترین اندازه عملی دانه‌سنگ و/یا بیش‌ترین مقدار عملی دانه‌سنگ درشت برای به حداقل رساندن جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن.
۳. مواد افزودنی کاهنده جمع‌شدگی می‌توانند برای کاهش جمع‌شدگی در مخلوط بتن استفاده شوند.
۴. برخی دانه‌سنگ‌ها باعث جمع‌شدگی بیشتر شده که باید در طرح درزها مدنظر قرار گیرند.
۵. اقدامات لازم برای جلوگیری از آب‌انداختگی بیش‌ازحد رعایت شود. بتن روی یک بستر جاذب ریخته شود تا آب‌انداختگی و جمع‌شدگی نسبی کاهش یابد. در شرایط خشک، بستر باید مرطوب شود تا از ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی خمیری (پلاستیک) جلوگیری گردد.

۶. بتن‌ریزی روی یک لایه بازدارنده‌ی تبخیر یا بستر نفوذناپذیر، باعث افزایش آب‌انداختگی می‌شود. تکنیک‌های آب‌زدایی با مکش روی بتن تازه ریخته‌شده می‌تواند مقدار آب را کاهش داده که منجر به کاهش تابیدگی خواهد شد.

۷. از الزام به مقدار بیش‌ازحد مواد سیمانی اجتناب شود. این امر، حجم خمیر و در نتیجه، جمع‌شدگی را افزایش می‌دهد.