



شماره ۲۸ - رطوبت دال بتنی

مشکل رطوبت در دال بتنی چیست ؟

و قابلیت پرداخت ضروری است. در شرایط محیطی داخلی مساعد، ممکن است هفته‌ها تا ماه‌ها طول بکشد تا یک دال بتنی به سطحی از خشک‌شدگی برسد که توسط تولیدکنندگان مصالح کفسازی و استانداردهای صنعتی قابل قبول تلقی شود. عواملی که بر نرخ خشک‌شدگی اثر می‌گذارند، شامل مقدار اولیه آب در مخلوط بتن، نوع بتن (مانند معمولی یا سبک)، ضخامت دال، نوع عمل‌آوری و رطوبت نسبی و دمای محیط از زمان بتن‌ریزی تا زمان نصب کفپوش هستند.

ث- رطوبت طی ساخت‌وساز

خیس‌شدن دال پس از پایان عمل‌آوری به دلیل بارندگی (در صورتی که سقف نصب نشده باشد) یا فعالیت‌های ساخت‌وساز، سطح رطوبت درون دال را افزایش داده و دوره خشک‌شدن را طولانی‌تر می‌کند.



گسیختگی مرتبط با رطوبت در پوشش کف

شکل ۱-۲۸. گسیختگی مرتبط با رطوبت در پوشش کف

چگونه از بروز مشکلات جلوگیری می‌شود؟

کارکنان پروژه باید از برنامه زمان‌بندی پروژه و عوامل مرتبط با رطوبت دال که بر موفقیت نصب کفسازی تأثیر می‌گذارد، آگاه باشند. سیستم‌های کاهش رطوبت باید در پیشنهاد قیمت لحاظ شوند، حداقل به‌معنای یک مورد احتمالی. اجتناب از این مشکلات می‌تواند، از طریق اقدامات زیر انجام شود:

- محافظت در برابر نفوذ آب تحت فشار هیدرواستاتیک به وسیله اطمینان از زهکشی مناسب به‌مدور از دال به‌معنای بخشی از طراحی.
- استفاده از یک لایه ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌متری شن درشت‌دانه یا سنگ خردشده به‌معنای شکست مویینگی در مکان‌هایی با سطح ایستایی بالا و بستر ریزدانه.

رطوبت دال بتنی می‌تواند باعث ایجاد مشکلاتی در عملکرد مصالح پوشش‌دهنده کف مانند کاشی وینیل، چوب، کفپوش ورقی کشسان و موکت یا فرش شود و همچنین منجر به گسیختگی‌های مرتبط با چسبندگی در پوشش‌های غیر قابل‌تنفس کف گردد.

راهنامه‌های نصب که توسط تولیدکنندگان مصالح کفسازی و پوشش‌ها ارائه می‌شود، ایجاب می‌کند که سطوح رطوبت یک دال بتنی سخت‌شده پیش از نصب کفسازی یا پوشش، کمتر از یک مقدار مشخص باشد. در اغلب موارد، دال‌های بتنی تازه‌ریخته‌شده، با سرعت لازم خشک نمی‌شوند تا با این الزامات رطوبتی انطباق داشته باشند. برنامه‌های ساخت‌وساز سریع، این مشکل را تشدید می‌کند. بدین منظور، مخلوط‌های بتن با قابلیت خشک‌شدن سریع در دسترس هستند.

منابع رطوبت دال چیست؟

الف- آب زیرزمینی

هنگامی که خاک ریزدانه در زیر دال وجود داشته باشد، رطوبت به صورت مایع می‌تواند توسط خامیت مویینگی از سطح ایستایی آب به سمت بالا حرکت کند.

ب- بخار آب

صرف‌نظر از عمق سطح ایستایی، آب به صورت بخار به سمت بالا حرکت کرده و خاک زیر دال را اشباع می‌کند. صرف‌نظر از محل قرارگیری ساختمان، رطوبت نسبی بستر زیر یک دال روی زمین، تقریباً نزدیک به ۱۰۰٪ خواهد بود.

پ- لایه پرکننده/لایه جاذب رطوبت

مصالح پرکننده دانه‌ای که بین عایق کندکننده تیغیر و دال قرار می‌گیرد، می‌تواند پیش یا پس از قرارگیری دال، رطوبت اضافی را به خود جذب کند. این لایه می‌تواند به‌معنای مجرای انتقال رطوبت از طریق شکاف‌ها، سوراخ‌ها یا نقاط نفوذی در کندکننده تیغیر که به‌مدستی آب‌بندی نشده‌است، عمل نماید. وجود یک لایه جاذب رطوبت که به‌طور مستقیم در زیر دال قرار گرفته‌باشد، در صورتی که مصالح کفسازی حساس به رطوبت مورد استفاده قرار گیرد، توصیه نمی‌شود.

ت- رطوبت باقی‌مانده در دال

وجود مقدار کافی آب در مخلوط بتن، برای بهبود کارایی

چگونه رطوبت دال اندازه‌گیری می‌شود؟

روش‌های کیفی و کمی برای اندازه‌گیری رطوبت دال بتنی در ASTM F710 شرح داده شده‌اند. شرایط رطوبت دال باید روی سطحی خشک و تمیز، تحت شرایط دما و رطوبت بهره‌برداری آزمایش شود. برای سطوحی تا ۱۰۰ مترمربع، سه محل نمونه‌گیری تصادفی مورد آزمایش قرار گرفته و برای هر ۱۰۰ مترمربع اضافی، یک آزمایش دیگر در نظر گرفته شود.

دو روش کمی که میزان قابل قبول انتشار رطوبت در دال به منظور نصب پوشش کف را تعیین می‌کنند، به شرح زیر است:

آزمایش کلرید کلسیم بی‌آب (ASTM F1869)

مقدار مشخصی کلرید کلسیم بی‌آب در یک ظرف آزمایشگاهی قرار گرفته و زیر یک گنبد پلاستیکی روی دال، مهر و موم شود. رطوبتی که طی ۶ تا ۷۲ ساعت توسط نمک جذب می‌شود اندازه‌گیری شده و برای محاسبه نرخ انتشار بخار رطوبت (MVER) استفاده می‌گردد. حدود حداکثر به طور معمول بین ۱۵/۰ تا ۲۵/۰ کیلوگرم به ازای هر مترمربع طی ۲۴ ساعت، مشخص شده است.

این آزمایش، کاستی‌های عمده‌ای دارد؛ زیرا تنها بخشی از رطوبت آزاد در عمق کم بتن در نزدیکی سطح دال را اندازه‌گیری نموده، به دما و رطوبت حساس بوده و تنها تصویری لحظه‌ای از شرایط فعلی رطوبت ارائه کرده و پیش‌بینی نمی‌کند که آیا شرایط زیر دال در آینده، باعث مشکل رطوبتی در طول عمر کف خواهد شد یا خیر. این آزمایش برای بتن سبک، قابل قبول محسوب نمی‌شود.

کاوشگر رطوبت نسبی (ASTM F2170)

این روش شامل اندازه‌گیری رطوبت نسبی بتن در عمق مشخصی از سطح دال، داخل یک سوراخ حفاری شده یا قالب‌گیری شده است. به سوراخ آزمایش اجازه داده می‌شود تا طی ۷۲ ساعت، به تعادل رطوبتی رسیده و سپس رطوبت نسبی اندازه‌گیری می‌شود. به طور معمول برای نصب پوشش‌های کف، رطوبت نسبی ۷۵٪ تا ۸۰٪ در نظر گرفته می‌شود.

با تخصص مناسب، کاوشگرهای رطوبت نسبی می‌توانند برای تعیین نیمه‌رخ (پروفیل) رطوبت از بالا تا پایین دال، شرایط زیر دال و همچنین پایش خشک شدن دال در طول زمان یا پیش‌بینی توزیع رطوبت پس از نصب پوشش کف، استفاده شوند.

روش‌های کیفی شامل موارد زیر است:

آزمایش ورق پلی‌اتیلن (ASTM D4263)

یک ورق پلاستیکی مربعی شکل با ابعاد ۴۵۰ میلی‌متر، محکم روی بتن چسبانده شده و حداقل به مدت ۱۶ ساعت باقی می‌ماند، وجود رطوبت زیر ورق پلاستیکی، نشانه

استفاده از یک کندکننده تبخیر مطابق با ASTM E1۷۴۵ که به‌طور مستقیم در زیر دال و برای جلوگیری از مهاجرت رطوبت از بستر زیرین، نصب شده باشد. کندکننده تبخیر باید مطابق با ASTM E1643 نصب شود. غشاء باید همپوشانی داشته باشد، در محل بازشوها آب‌بندی شده و احتیاط لازم برای جلوگیری از آسیب به آن حین ساخت و ساز رعایت گردد (برای اطلاعات بیشتر، به راهنمای شماره ۲۹ بتن در اجرا (CIP 29) مراجعه شود).

استفاده از مخلوط بتنی با نسبت آب به مواد سیمانی (w/cm) نسبتاً پایین (حدود ۰/۵۰)، این کار میزان رطوبت باقی‌مانده در دال را کاهش داده، به دوره خشک شدن کوتاه‌تری نیاز داشته و منجر به کاهش انتقال بخار می‌شود. افزودنی‌های کاهنده آب، کارایی کافی را با آب کمتر فراهم می‌سازند. کاهش انتشار رطوبت همچنین می‌تواند با استفاده از پوزولان‌ها یا سرباره در مخلوط بتن حاصل شود.

مخلوط‌های بتنی با قابلیت خشک شدن سریع که به‌طور ویژه برای کاهش سطوح رطوبت و کوتاه کردن زمان خشک شدن طراحی شده‌اند، قابل استفاده هستند. افزودنی‌های بتن که رطوبت نسبی در بتن را کاهش داده یا افزودنی‌های کاهنده تبخیر رطوبت (MVRA) که منافذ درون را مسدود می‌سازند، در دسترس هستند. وضعیت و اعتبارسنجی تضمین محصولات و پوشش‌های کف باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

برای حفظ رطوبت، با استفاده از ورق‌های پلاستیکی یا کاغذ ضدآب به مدت ۳ تا ۷ روز، عملآوری دال انجام شود. عملآوری مرطوب، زمان خشک شدن را افزایش می‌دهد. از ترکیبات عملآوری در کف‌هایی که قرار است پوشش یا روکش دریافت کنند، اجتناب شود؛ مگر آن‌که خلاف آن توسط تولیدکننده ذکر شده باشد.

رطوبت و دما بر زمان خشک شدن تأثیر می‌گذارند. دال‌ها باید تحت شرایط واقعی بهره‌برداری برای مدت کافی نگهداری شوند تا بتن پیش از نصب کف‌سازی یا روکش، به‌طور طبیعی خشک شود.

از فعالیت‌هایی که کف بتنی را خیس می‌کنند، اجتناب شده و از گرمایش و رطوبت‌زداها برای تسریع خشک شدن استفاده گردد.

وضعیت رطوبت دال و میزان انتشار بخار، پیش از نصب پوشش کف مورد آزمایش قرار گیرد. اگر نتایج آزمایش بیش از حدود الزامات باشد، از محصولات یا سیستم‌های کاهنده رطوبت که مورد تأیید تولیدکننده کف‌سازی یا روکش است، استفاده شود.

هنگامی که رطوبت دال بتنی بر گزینه‌های پوشش کف اثر می‌گذارد، گزینه‌های جایگزین مانند بتن تزئینی، کفپوش‌ها یا چسب‌های با حساسیت کم‌تر به رطوبت یا روکش‌های کف‌سازی قابل تنفس در نظر گرفته شوند.



مثبتی است که احتمالاً رطوبت اضافی در دال وجود دارد. با این حال، نتیجه منفی تضمین نمی‌کند که دال، به‌طور قابل قبول در زیر سطح خشک باشد.

رطوبت سطح بتن (آزمون هود) (ASTM F2420)

رطوبت داخل یک گنبد آب‌بندی‌شده بر روی سطح دال اندازه‌گیری شده و یک اندازه‌گیری کیفی غیرمخرب از سطح رطوبت نسبی دال محسوب می‌گردد.

آزمون مت

چسب بر روی ناحیه‌ای به ابعاد ۶۰۰ در ۶۰۰ میلی‌متر اعمال‌شده و یک محمول کفپوش ورقی وینیل با سطح رو به پایین روی چسب قرار گرفته و لایه‌های آن آب‌بندی می‌گردد. پس از گذشت ۷۲ ساعت، بازبینی بصری وضعیت چسب انجام می‌شود. این آزمون قابل اعتماد نبوده و ممکن است نتایج منفی کاذب تولید کند.

رطوبت‌سنج‌ها

مقاومت یا رسانایی الکتریکی اندازه‌گیری‌شده بین کاوشگرها (پراب‌ها)، متناسب با میزان رطوبت است و برآوردی تقریبی از مقدار نسبی رطوبت در بتن ارائه می‌دهد. سایر انواع اندازه‌گیرها، آمپدانس را اندازه‌گیری می‌کنند؛ یعنی اندازه‌گیری جریان متناوب با ترکیبی از مقاومت و ظرفیت، در جایی که عمق نفوذ سیگنال بر اساس مصالح و مقدار رطوبت نسبی، تغییر می‌کند. اندازه‌گیرهای الکترونیکی، ابزارهای پیمایشی مفیدی هستند که قرائت‌های مقایسه‌ای رطوبت را در سطح کف فراهم می‌کنند.

نکته: تمامی آزمون‌های رطوبت دال‌های روی زمین، برای تعیین زمان مناسب جهت اجرای مصالح پوشش کف، تنها در صورتی مفید هستند که دال به‌طور مستقیم در تماس با یک لایه کندکنندهٔ تبخیر مؤثر قرار گرفته باشد.