

سوگل برجیان، نازک یاراللهی

شرکت رزینفام

۱- مقدمه

امروزه بتون پرکاربردترین ماده مصرفی در صنایع ساختمان است که گرچه استحکام آن عموماً زیاد است، با این وجود با توجه به طبیعت متخلخل، همواره در معرض نفوذ رطوبت و بخار آب و نمک‌ها قرار دارد. علاوه بر این انواع اسیدها (به عنوان مثال CO_2 و SO_2 و غیره) نیز می‌توانند به داخل بتون نفوذ کرده و موجب کاهش pH مواد سیمانی موجود در بتون شوند. این پدیده همراه با مهاجرت کلراید و سایر نمک‌های محلول در آب به عمق بتون، موجب خوردگی شدید سازه‌های فلزی داخل بتون خواهد شد. بنابراین همواره سعی بر این بوده تا توسط روش‌های مختلف از نفوذ آب، بخار آب، اسید و غیره به داخل بتون ممانعت شود.

یکی از روش‌ها، اضافه کردن برخی مواد افزودنی (مانند لاتکس‌ها، استئارات کلسیم و غیره) به مخلوط بتون جهت کاهش نفوذ آب و نمک می‌باشد. اما به دلیل هزینه‌های زیاد این روش، از آن تنها در کاربردهای ویژه همچون عرشه پل‌ها و پارکینگ‌ها استفاده می‌شود. علاوه بر این، این‌گونه اختلاط‌های بتنی قابلیت حفاظت از لایه سطحی بتن را نداشته و در مواردی که نیروهای فشاری هیدرواستاتیک مستقیم حضور داشته باشند، اختلاط این مواد افزودنی نمی‌تواند مانع از نفوذ رطوبت در بتن شوند؛ بنابراین در چنین مواردی استفاده از غشاهای ضدآب محافظ ضروری خواهد بود.

در ادامه توضیح مختصری درباره انواع مختلف غشاهای ضدآب داده شده و سپس غشاهای ضدآب بر پایه بسپارهای امولسیون و ویژگی‌های آن‌ها شرح داده شده است.

۲- انواع غشاهای ضدآب

انواع غشاهای ضدآب موجود را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم-

بندی نمود:

ورقه‌های غشایی از پیش ساخته شده

این ورقه‌ها عموماً قیر اصلاح شده با لاستیک هستند که روی شبکه‌هایی از جنس پلی‌اتیلن به عنوان نگهدارنده اعمال شده‌اند. به دلیل چسبندگی زیاد قیر، بر سطح این ورقه‌ها یک لایه نازک به عنوان محافظ چسبانده شده است.

این محصولات در ضخامت‌های بین ۱ تا ۲ میلیمتر و به صورت رول ارائه می‌شوند. برای بهبود ثبات ابعادی این ورقه‌ها نیز می‌توان از الیاف شیشه استفاده کرد. با توجه به طبیعت چسبنده قیر اصلاح شده با لاستیک، پیوستگی رول‌ها در نواحی اتصال آن‌ها به یکدیگر حاصل می‌شود.

سامانه‌های پوششی با قابلیت اعمال

در گستره وسیعی از ساخت بناها و ترمیم بناهای قدیمی، غشاهای ضدآب به طور مستقیم روی بتن از پیش ساخته، بلوک-های بتنی، آجرها و سنگ‌ها اعمال می‌شوند. از مهم‌ترین کاربردهای این سامانه‌ها می‌توان به زیرسازی دیوارها در ساختمان‌ها، پل‌ها، بالکن‌ها، تونل‌ها، زیرزمین‌ها، سیلوها و پارکینگ‌ها اشاره کرد. از مرسوم‌ترین این سامانه‌ها می‌توان به قیرهای امولسیونی اصلاح شده با لاتکس، محلول‌های آسفالت و لاستیک مصنوعی حلال‌پایه، اپوکسی‌های دو جزئی و غشاهای مایع دوجزئی خودپخت‌شونده فاقد قیر، پوشش‌های انعطاف‌پذیر آب‌پایه تک‌جزئی و ملات‌های سیمانی انعطاف‌پذیر رقیق (تک یا دوجزئی) اشاره کرد.

۳- غشاهای ضدآب بر پایه بسپارهای امولسیونی

این غشاها یا به صورت ملات‌های سیمانی و یا به صورت پوشش-های مایع فاقد سیمان هستند. هر دو نوع این سامانه‌های پوششی عموماً با ضخامت یکنواخت (بین ۱ تا ۳ میلیمتر) توسط قلم‌مو، غلتک، ماله و یا اسپری اعمال می‌شوند. در همه موارد باید توجه شود که علاوه بر مقاومت زیاد غشا در برابر آب، چسبندگی قوی بین پوشش و سطح زیرآیند وجود داشته باشد تا از نفوذ آب از داخل و اطراف غشا جلوگیری شود. همچنین غشاهای ضدآب کننده با توجه به نوع کاربردشان باید در برابر مواد شیمیایی (به عنوان مثال روغن‌ها و اسیدها) مقاوم بوده، هنگام استفاده در محدوده بازه حرارتی کاربردی انعطاف‌پذیری خود را حفظ کرده و در برابر فشارهای هیدرواستاتیکی حتی در محل ترک‌ها مقاوم باشند. در صورتی که به عنوان لایه خارجی به همراه رنگدانه استفاده شوند باید نسبت به شرایط آب و هوایی و گچی شدن نیز مقاومت داشته باشند.

ملات‌های سیمانی در مقالات قبلی رزینفام توضیح داده شده‌اند، در این مقاله به توضیح پوشش‌های فاقد سیمان پرداخته می‌شود.

۳-۱- غشاهای ضدآب فاقد سیمان

این غشاهای آب پایه مانند سایر پوشش های آب پایه، محدودیت های زیست محیطی نداشته و پاکسازی تجهیزات اعمال آنها نیز آسان است. برخی از مواقع تصور می شود که پایداری این پوشش ها نسبت به انواع حاوی سیمان کمتر بوده و ممکن است به مرور زمان به ویژه در شرایط مرطوب دچار فرسایش و تخریب شده و قابلیت های کاربردی خود را از دست بدهند؛ همچنین تصور می شود که این محصولات مقاومت کمتری در برابر نفوذ بخار آب داشته باشند. اما قابل ذکر است که بسپارهای امولسیون با ویژگی های مطلوب به تازگی در ساخت این غشاهای بکار برده می شوند که هیچ یک از مشکلات مذکور را ندارند.

البته مقاومت این پوشش ها بسیار به نحوه، شرایط و ضخامت اعمال وابسته بوده و جهت جلوگیری از ایجاد مشکل حین و پس از اعمال آنها نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- هر گونه آلودگی در سطح زیرآیند موجب کاهش چسبندگی غشا می شود.
- در صورت مرطوب بودن زیرآیند، زمان بیشتری برای خشک شدن غشا و دستیابی به ویژگی های مطلوب، مورد نیاز است.

- در صورت وجود نایکخواختی در زیرآیند، باید دقت شود که در کلیه نواحی حداقل ضخامت مورد نیاز ایجاد شود.

اگر بسپار امولسیونی انتخاب شده دارای Tg پایین و انعطاف پذیری مناسب باشد، حتی در دماهای کم نیز ترک های ریز ایجاد شده در بتن توسط پوشش گرفته خواهند شد.

گرچه این پوشش ها پس از پخت، لایه های یکنواخت، بدون شکاف، مقاوم در برابر سوراخ شدگی و آب بندی شده را تشکیل می دهند، اما قابلیت تراوایی بخار آب را نیز دارند.

امروزه بر طبق قوانین موجود در کشورهای اروپایی، غشاهای ضدآب اعمال شده روی سطوح بتنی باید تا دمای $20^{\circ}C$ قابلیت گرفتن ترک های ریز ایجاد شده در بتن زیرین را داشته باشند. بنابراین به تدریج بسپارهای امولسیونی با Tg های کمتر که دارای قابلیت پرکردن ترک های مویی حاصل در بتن در دماهای کمتر هستند، وارد بازار شده اند. در صنعت نیز در مورد غشاهای حاوی سیمان، استفاده از سامانه های حاوی مقادیر بیشتری از بسپار امولسیونی (۱٪ نسبت بسپار امولسیونی به سیمان ۰.۸) در مقایسه با غشاهای قدیمی مرسوم تر شده است.

۴- فرمول بندی غشاهای ضدآب فاقد سیمان

در فرمول بندی این غشاهای مانند سایر فرمول های پوشش های آب- پایه می توان از پرکن ها، رنگدانه ها و سایر افزودنی های مورد نیاز در پوشش های آب پایه به همراه بسپار امولسیونی مناسب استفاده نمود. البته در بسیاری از موارد نیز می توان پرکن ها و رنگدانه ها را از فرمول حذف کرده و بسپار امولسیونی همراه با افزودنی های مورد نیاز به عنوان غشای محافظ استفاده شود.

بسپارهای امولسیونی مناسبی که امروزه برای ساخت این غشاهای استفاده می شوند عموماً بر پایه لاتکس استایرن بوتادین و یا بسپارهای امولسیونی استایرن اکریلیک هستند.

در صورت تمایل جهت کسب اطلاعات بیشتر درباره فرمول بندی این غشاهای، بخش خدمات فنی شرکت رزینفام پاسخگو خواهد بود.

۵- روش های آزمون

به طور کلی ارزیابی استحکام در برابر ایجاد شکاف، استحکام کششی، ثبات ابعادی و توانایی ضدآب بودن انواع غشاهای اعم از پوشش های مایع و ورقه های از پیش ساخته بر اساس استاندارد *ASTM D 4068* انجام می شود. شایان ذکر است استحکام برشی کاشی سرامیکی و ملات سیمانی اعمال شده بر غشای ضدآب کننده نیز بر اساس همین استاندارد ارزیابی می شود.

مقاومت در برابر نفوذ آب و بخار آب

مقاومت غشاهای در برابر نفوذ بخار آب بر اساس استاندارد *ASTM E 96* سنجیده می شود. برای انجام آزمون از ظرف کاسه مانند که حاوی مقدار مشخصی آب مقطر است استفاده شده و از طریق اندازه گیری وزن، میزان نفوذ بخار از غشا تعیین می شود.

ویژگی ضدآب بودن غشا در واقع توسط توانایی آن در تحمل فشار بارهیدرواستاتیکی ۶۰ سانتیمتری بررسی می شود. برای انجام آزمون از دستگاه نشان داده شده در شکل ۱ استفاده می شود. این دستگاه یک لوله به شکل *J (J-Tube)* است که فیلم غشا در انتهای خمیده آن نصب شده، سپس آب به دقت از ارتفاع ۶۰ سانتیمتر بالای سطح غشا وارد لوله می شود.

در بررسی مقاومت غشا در برابر نفوذ آب، مشاهده هر گونه ترشدگی یا رطوبت بر سطح غشا (حتی تشکیل یک قطره) در ۴۸ ساعت اولیه آزمایش، نشانی آشکار از نفوذ آب بوده و غشا از نظر مقاومت در برابر نفوذ آب مردود شناخته می شود.



شکل ۱- دستگاه *J-Tube* جهت اندازه‌گیری مقاومت به نفوذ آب غشا

قابلیت غشاها در پر کردن ترک‌های ریز بتن

برای بررسی قابلیت غشاهاى ضدآب مایع از استاندارد *ASTM C 1305* استفاده می‌شود. بر طبق این استاندارد نمونه غشا بر سطح بتن حاوی ترک اعمال شده و پس از قرارگیری به مدت ۱۴ روز در شرایط استاندارد و ۷ روز در کوره با جریان هوا به دمای 70°C ، در دستگاه آزمون قرار داده شده و پس از گذراندن دوره‌های برنامه‌ریزی شده در دستگاه (شامل ۱۰ دوره کشش با سرعت مشخص در دمای کم)، عملکرد غشا بررسی خواهد شد.

۶- مراجع

1. K.L. Mittal, A.Pizza, *Handbook of Sealant Technology*, 2009.
2. Dieter Urban, Koichi Takamura, *Polymer Dispersions and Their Industrial Applications*, 2002.
3. *Liquid Applied Membrane*, Synthomer Technical Bulletin, 2005.
4. P.H.Perkins, *Repair, Protection and Waterproofing of Concrete Structures*, Third edition, 1997.