



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ آذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

Woodiconf-27

بررسی دوام چندسازه های سیمانی حاوی الیاف سلولزی اتوکلاو شده

شوبو صالح پور^{۱*}، محمد اسدی^۲، حامد میرزایی اسرمی^۳، علی اسدی^۴

۱- دانش آموخته دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران،

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران،
ایران.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات: shubusalehpour@ut.ac.ir

چکیده

در این تحقیق عوامل تعیین کننده دوام کامپوزیت های سیمانی تقویت شده با الیاف سلولزی ساخته شده با فرایندهای مختلف ایالات متحده و عملکرد آنها را مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین ترکیب و ساختار ورق ها مرتبط با دوام آن بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان داد دوام برای این ورق ها ۵۰ ساله است، براساس روشی مناسب برای قرار گرفتن در معرض محیط پیش بینی شده انتخاب، نصب و نگهداری شود.

واژگان کلیدی: چندسازه، الیاف سلولزی، دوام، سیمان



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ آذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

مقدمه

ورقه‌ای صاف چندسازه‌های سیمانی حاوی الیاف سلولزی (CFRC) در اوایل دهه ۱۹۸۰ در استرالیا و اروپا با گمانه زنی های زیادی در مورد دوام آنها در مقایسه با پیش سازهای آنها - آزبست سیمان و آزبست سیمان وسلولزی همراه بود. هم ورق های الیاف سیمانی اتوکلاو شده و هم ورق های الیاف سیمانی خشک شده در محیط بیرون در حال حاضر به خوبی در این بازارها جا افتاده اند و ثابت کرده اند که در برابر انواع قرار گرفتن در محیط خارجی بادوام هستند [۱]. ساخت ورق های الیاف سیمانی هرگز در ایالات متحده رایج نبود، احتمالاً به این دلیل که پیش سازهای آنها با محصولات چوبی طبیعی و ساخته شده قابل رقابت نبودند. بنابراین با یک یا دو استثنا ابتدا تولیدکنندگان ورق مسطح سیمان آزبست آمریکای شمالی نتوانستند به فرمولاسیون های بدون آزبست روی بیاورند. با این حال، در اواخر دهه ۱۹۸۰، به دلیل کاهش مقدار چوب موجود و جنبش جهانی محیط زیست، اقتصاد را تغییر داد و ورق های الیاف سیمانی مسطح با واردات از استرالیا و اروپا دوباره به ایالات متحده معرفی شدند. تولید ورق های الیاف سیمانی مسطح در اوایل دهه ۱۹۹۰ در اینجا شروع شد و صنعت از ظرفیت صفر به ظرفیت نصب شده فعلی حدود ۱.۳ میلیارد فوت مربع در سال افزایش یافته . با وجود اطمینان تولیدکنندگان به دوام محصول خود، همانطور که سرمایه گذاری های آنها نشان می دهد، هنوز این گمانه زنی وجود دارد که این محصول ممکن است آنطور که انتظار می رود دوام نداشته باشد [۱]. هدف این مقاله بررسی عوامل تعیین کننده دوام ورق های الیاف سیمانی اتوکلاو شده در محیط های مختلف ایالات متحده و بررسی عملکرد آنها تا به امروز است.

تعریف دوام

دوام یک محصول ممکن است به عنوان توانایی آن ها برای ادامه عملکرد خود برای مدت طولانی زمانی که مکرراً در معرض تنش های کمتر از تنش هایی که باعث خرابی آنی آن ها می شود، تعریف می شود. ماهیت تنش هایی که ممکن است یک محصول در معرض آن قرار گیرد متفاوت است و محصول باید به نحوی طراحی شود که شرایط مواجهه پیش بینی شده و همچنین گردش های کوتاه مدت در تنش های شدیدتر را تطبیق دهد [۲]. پاسخ اکثر مواد به بزرگی تنش ها بستگی دارد و به طور کلی از تنش بزرگتر پاسخ واضح تری به دست می آید. وقوع تنش های بزرگ و خاص هرگز ساده نیست و به ماهیت تنش مورد نظر بستگی دارد. مصرف کنندگان نیز بر اساس تجربه و نیاز خود انتظار دوام دارند. بنابراین طراحی یک محصول خاص یک موضوع پیچیده است و یک تولید کننده تلاش می کند تا تنش های خاص و قرار گرفتن در معرض پیش بینی شده آنها را در نظر بگیرد تا اطمینان حاصل کند که محصولاتش انتظارات مشتریان خود را برآورده می کند [۲].

دوام ساختمان ها و اجزای ساختمان



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی ۲۸ اذر ۱۴۰۲ ایران - تهران

ساختمان ها ممکن است برای قرن ها در خدمت باقی بمانند و میانگین سن مسکن در ایالات متحده توسط سرشماری ایالات متحده ۲۷ سال تخمین زده شده است. بنابراین، مصرف کنندگان باید انتظار داشته باشند که اجزای ساختاری و مصالح ساختمان ها حداقل دو برابر عمر مفید داشته باشند. طبق سرشماری ایالات متحده، تقریباً ۱۱۰ میلیون خانه در ایالات متحده وجود دارد که ارزش مجموع آنها ۹۳۰۰ میلیارد دلار است، در حالی که آمریکایی ها سالانه حدود ۱۲۰ میلیارد دلار برای بازسازی و تعمیر هزینه می کنند. حدود دو سوم این هزینه ها صرف اضافات و تغییرات می شود و مابقی صرف نگهداری می شود. این بدان معناست که به طور متوسط ساختمان های خانگی تا بیش از ۵۰ سال پس از ساخت اولیه به طور قابل توجهی بازسازی نخواهند شد. اگرچه ممکن است این انتظار وجود داشته باشد که سازه های ساختمانی تا ۵۰ سال نیازی به تعمیر یا تعویض نداشته باشند، اما هیچ انتظاری وجود ندارد که ۵۰ سال به پایان برسد. برای روکش ها و اجزای غیر ساختاری بدون تعمیر و نگهداری. حتی با تعمیر و نگهداری، معمولاً مشاهده می شود که برخی از اجزاء به ویژه روکش و سقف ممکن است برای حفظ یکپارچگی سازه ساختمان و محافظت از عناصر سازه، به دفعات بیشتری تعویض شوند. با این وجود، اکثر تولیدکنندگان ورق های الیاف سیمانی ۵۰ سال ضمانت محدود برای محصولات خود ارائه می دهند [۱].

موارد استفاده ورق های الیاف سیمانی

ورق های الیاف سیمانی برای سقف ها، روکش دیوارها و پوشش های داخلی در ساختمان های خانگی و تجاری استفاده می شود. معمولاً به شکل ورق های صاف و ورق های ایشاری برای نرده و سقف نیز استفاده می شود. در مواردی که سیمان الیافی به صورت نمای خارجی استفاده شود، معمولاً رنگ آمیزی می شود یا به شکل دیگری پوشش داده می شود، اگرچه ممکن است این مورد برای ساختمان های صنعتی یا مزرعه ای صادق نباشد. ورق های الیاف سیمانی در برابر آسیب رطوبت مقاوم است (برخلاف تخته های برپایه گچ) و این امر آن را به ویژه برای استفاده در پشت کاشی کاری در مناطق مرطوب مناسب می کند [۳]. بنابراین، ورق های الیاف سیمانی به عنوان تخته های پشتیبان برای صفحه های پیشخوان یا تخته های پوشش داخلی ناحیه مرطوب کاربرد قابل توجهی پیدا می کند و معمولاً پوشانده و محافظت می شوند. ورق های الیاف سیمانی موجدار برای سقف و حصار معمولاً رنگ آمیزی نمی شود و کاملاً در معرض محیط معمولی قرار می گیرد. با توجه به استفاده نسبتاً کمی از ورق های الیاف سیمانی موجدار برای سقف سازی وجود داشته است و هیچ کدام برای حصارکشی در ایالات متحده استفاده نشده است، اگرچه در سایر نقاط جهان رایج است. این مقاله به ارزیابی دوام ورق های الیاف سیمانی در رایج ترین کاربردها در ایالات متحده - روکش دیوارهای خارجی و دیوارهای داخلی محدود می شود. برخی از نظرات نیز در مورد دوام الیاف سیمان موج دار ساخت شده با فرایند هچک ارائه خواهد شد. مشاهده شد که عملکرد الیاف سیمان در این محیط ها را می توان به استفاده از آن در موقعیت های دیگر تعمیم داد [۳].

ساختار و خواص الیاف سیمان

واکنش ورق های الیاف سیمانی به تنش های محیطی به ساختار و خواص آن بستگی دارد. در این مقاله به طور مختصر به ساختار و خواص و دوام ورق های الیاف سیمانی می پردازیم.



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی ۲۸ اذر ۱۴۰۲ ایران - تهران

ساختار الیاف سیمان

ورق های الیاف سیمانی ساختار همگنی ندارد و این نتیجه نحوه تشکیل آن در ماشین هچک با فیلتراسیون دوغاب رقیق الیاف و ذرات سیلیس و سیمان است. این فرآیند فیلتراسیون فیلمی را تولید می کند که معمولاً ضخامتی در حدود ۰.۲۵ تا ۰.۴۰ میلی متر دارد و هر ورق سیمان الیافی مجموعه ای از این لایه ها را تشکیل می دهد. بنابراین، یک ورق ضخیم ۸ میلی متر (۱۶/۵ اینچ) از بین ۲۰ تا ۳۰ لایه نازک یا بیشتر تشکیل می شود. خود فیلم ها از نظر ترکیب یکنواخت نیستند، اما یک طرف حجم الیاف بیشتر است در حالیکه یک طرف دیگر الیاف کمتری دارند. این نتیجه فیلتراسیون روی الکی است که دارای منافذ کافی برای عبور ذرات ریز از آن است. با این حال، الیاف به اندازه ای (۲.۵ تا ۳ میلی متر) هستند که بر روی دهانه های غربال پل می زنند و توانایی الیاف برای تشکیل یک لایه فیلتر اولیه برای عملکرد دستگاه بسیار مهم است. در صورت وجود الیاف مناسب، لایه ای را تشکیل می دهند که الک را مسدود می کند و امکان جذب ذرات دیگر را فراهم می کند. بنابراین اولین بخش تشکیل شده از لایه غنی از الیاف است و بخش های تشکیل شده بعدی نسبتاً درصد الیاف کمتر است. همچنین قسمتی از لایه که در تماس با الک است غنی از الیاف و طرف مقابل آن فاقد الیاف است. یکی دیگر از پیامدهای فرآیند هچک این است که سطح جلوی ورق نیز غنی از الیاف است [۴]. در واقع کدر این ورق ها بخش غنی از الیاف هر لایه با بخش ضعیف الیاف لایه مجاور تماس پیدا می کند و به همین دلیل، پیوند بین لایه ها نسبتاً ضعیف است. ساختار لایه روی ورق همچنین به این معنی است که ورق های الیاف سیمانی ساخته شده توسط هچک به موازات صفحه ورق بسیار نفوذپذیرتر از عمود بر صفحه است. یکی از پیامدهای این ساختار این است که ورق های الیاف سیمانی مستعد نفوذ عوامل تهاجمی در امتداد لبه های در معرض آن است. در حالت ایده آل، ما یک ورق در ابعاد مسطح خود دارای خواص یکنواخت باشد می خواهیم. با این حال، به دلیل عملکرد هیدرودینامیکی در طول رسوب لایه، ماشین هچک تمایل دارد تا الیاف را در جهت ماشین تراز کند. در نتیجه، ورق به طور طبیعی در جهت ماشین قوی تر از جهت متقاطع است. اکثر ماشین های هچک دارای دستگاه های جهت گیری الیاف برای کمک به جبران این کمبود هستند. با این حال، اینها به ندرت در ایجاد یک توزیع مسطح یکنواخت از خصوصیات کاملاً مؤثر هستند [۴]. انباشتن یا بسته بندی ۲۰ تا ۳۰ لایه برای تشکیل یک ورق به عنوان فیلم های منفرد بسیار آهسته خواهد بود و اکثر ماشین های هچک بیش از یک غلتک دارند به طوری که ۳ تا ۶ لایه به طور همزمان پیچیده می شود. در این شرایط، دستگاه های جهت گیری الیاف تنظیم می شوند تا الیاف را در جهت مخالف در هر مخزن متوالی جهت دهی کنند که تضمین می کند که ورق تمام شده لایه بندی شده و خواص آن متقارن است.

ترکیب الیاف سیمان

اکثر ورق های الیاف سیمانی که در آمریکای شمالی فروخته می شود اتوکلاو می شود زیرا این ترکیب مقرون به صرفه است و در آب و هوای آمریکای شمالی عملکرد خوبی دارد. اتوکلاو این مزیت دیگر را دارد که ممکن است محصول ظرف ۴۸ ساعت پس از تولید پخته شده و آماده ارسال شود، در مقابل محصولی که با هوا پخت شده است که ممکن است به ۲۸ روز پخت سنتی قبل از استفاده نیاز داشته باشد. با این حال، اتوکلاو باعث ایجاد ساختار کریستالی در محصولات سیمانی هیدراته می شود که با ساختاری که در دماهای پایین تولید می شود متفاوت است [۴].

خواص مکانیکی الباف سیمان



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ آذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

خواص مکانیکی ورق های الیاف سیمانی به ترکیب آن و جهت گیری الیاف در ورق بستگی دارد. جهت گیری الیاف به شرایط عملیاتی داخل دستگاه هچک در طول تشکیل ورق بستگی دارد. بنابراین، استحکام نسبی و کرنش به شکست در جهت ماشین و متقاطع ماشین توسط عوامل متعدد تعیین می شود. نقاط قوت قبل از ترک خوردگی ماتریس، تنش وارد شده توسط ورق در هر جهت توسط ماتریس و الیاف انجام می شود. مقدار نسبی تنشی که توسط هر یک از آنها انجام می شود به مدول الاستیک نسبی ماتریس و الیاف، جهت گیری الیاف و نسبت هر یک بستگی دارد. از آنجایی که ورق های الیاف سیمانی حاوی بیش از الیاف هستند، ممکن است فرض کنیم که پس از ترک خوردگی، ماتریس هیچ باری را تحمل نمی کند و کل بار کششی یا خمشی توسط الیاف انتقال داده می شود. همچنین می توانیم فرض کنیم که الیاف در فیلم های متناوب موازی یکدیگر هستند و در زوایای یکسان اما از نظر عددی مخالف جهت ماشین قرار دارند. تحت این مفروضات، مقاومت های خمشی یا کششی جهت نهایی را می توان با عباراتی از نوع زیر پیش بینی کرد. ما می توانیم از این عبارات برای تخمین زاویه متوسط بین الیاف و جهت ماشین از نسبت مقاومت های اندازه گیری شده در جهت های متعام استفاده کنیم [۵]. اگر نسبت متقاطع را به عنوان نسبت مقاومت در جهت متقاطع به استحکام در جهت ماشین تعریف کنیم، آنگاه میانگین زاویه الیاف با جهت الیاف پس از تشکیل ورق بر روی ماشین هچک تغییر نمی کند و منطقی است که فرض کنیم طول الیاف تغییر نمی کند (اگرچه خواص آنها ممکن است با گذشت زمان تغییر کند). بنابراین، هرگونه تغییر در مقاومت های اندازه گیری شده، منعکس کننده تغییرات پیوند بین الیاف و ماتریس یا تغییر در خواص الیاف است. بنابراین می توانیم از تغییرات مقاومت مکانیکی برای ارزیابی اثرات هوازدگی استفاده کنیم [۵].

کرنش

کرنش در قسمت های مختلف منحنی تنش/کرنش نیز مشاهده می شود که با زمان تغییر می کند. اگر استحکام پیوند الیاف به ماتریس برای شکستن الیاف کافی نباشد، در حین شکست الیاف به بیرون کشیده می شوند. نسبت الیافی که بیرون می کشند یا می شکنند با موقعیت و جهت آنها نسبت به یک ترک در ماتریس متفاوت است. تنش الیاف در هنگام خروج با عبارت کلی زیر ارائه می شود. در شرایط عادی، طول، قطر و جهت الیاف تغییر نمی کند. بنابراین تنش در الیاف در طول آزمایش به وضوح به استحکام پیوند آن بستگی دارد و اگر این افزایش یابد، احتمال اینکه استحکام الیاف به تنش شکستگی خود زمانیکه تحت فشار قرار گیرد افزایش می یابد. علاوه بر این، از آنجایی که طول الیاف تغییر نمی کند، با افزایش استحکام پیوند، شانس خروج کاهش می یابد. بنابراین، از آنجایی که الیاف نمی تواند از ماتریس بلغزد، کرنش کامپوزیت به ماتریس تقویت نشده نزدیک می شود. به عبارت دیگر، شکنندگی کامپوزیت به استحکام پیوند الیاف به ماتریس بستگی دارد [۴].

حرکت رطوبت

یکی از منابع کشش در ورق های الیاف سیمانی نصب شده، انقباض خشک شدن است، یعنی کاهش ابعاد با از دست دادن آب. به طور کلی، این حرکت به عنوان حرکت رطوبت شناخته می شود که در آن انبساط با افزایش رطوبت نیز در نظر گرفته می شود. از آنجایی که امکان تغییر حرکت رطوبت با ترکیب وجود دارد، از فرمولاسیون برای جابجایی رطوبت کم برای به حداقل رساندن تنش های ناشی از تغییرات ابعادی محدود در محصولات نصب شده استفاده می شود [۵].

فرمولاسیون برای مقاومت شیمیایی



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ اذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

در قسمت بالا توضیح داده شد که مقاومت شیمیایی میزان حمله شیمیایی محیطی را کاهش می دهد. مقاومت شیمیایی با فرمولاسیون مناسب ایجاد می شود

تنش ها

تنش هایی را که در اثر قرار گرفتن در معرض آن قرار می گیرند و باید ورق های الیاف سیمانی در برابر آن مقاوم شوند، در نظر بگیریم. به طور کلی درک نمی شود که ورق های الیاف سیمانی اغلب در طول نصب آن به ساختمان تحت فشارهای مکانیکی بیشتری قرار می گیرد. بلکه تنش هایی که در حین حمل و نقل آن و در حین اتصال آن ایجاد میشود. به عنوان مثال، تلاش برای برداشتن یک ورق های الیاف سیمانی عمود بر ورق در مرکز طول آن، اگر خیلی سریع برداشته شود ممکن است باعث شکستگی آن شود. هر یک از این شرایط ممکن است باعث شکستگی ورق شود زیرا وزن خود یا وزن خود همراه با نیروهای اینرسی از قدرت فعلی آن بیشتر است. با این حال، با فرض اینکه الیاف سیمان دست نخورده باقی بماند و به ساختمان نصب شود، سپس تحت تنش های دیگری قرار می گیرد. [۶]. نمونه هایی از تنش هاشامل:

الف) تنش های مکانیکی مکرر – مانند

(۱) تنش های مستقیم ناشی از اتصال به سازه ساختمان در اثر نیروهایی مانند باد، زلزله، لرزش ساختمان.

(۲) انقباض و انقباض محدود به دلیل چرخه حرارتی.

(۳) انقباض و انقباض محدود به دلیل دوچرخه مرطوب/خشک.

تنش های مکانیکی مکرر ممکن است اثرات مستقیم قابل مشاهده ای مانند شل شدن اتصالات یا ترک خوردن ورق داشته باشد

ب) انجماد و ذوب آب باعث ایجاد تنش های مکانیکی می شود که ممکن است به ورق های الیاف سیمانی آسیب برساند.

ج) قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی مانند :

ط) کربناته شدن ماتریس

(۱) اکسیداسیون الیاف

(۲) دپلمریزاسیون سلولز

(۳) حمله بیولوژیکی سلولز

تنش های ناشی از قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی ممکن است از انحلال شیمیایی ماتریس تا افزایش تنش های مکانیکی محصول ثابت به دلیل افزایش حرکت رطوبت متغیر باشد.

فرآیندهای هوازدهی در ورق های الیاف سیمانی

هوازدهی در الیاف سیمان از الگوی سایر مواد تقویت شده با الیاف پیروی می کند. نرخ تغییر در محصول به شرایط نوردی خاص بستگی دارد و برای مواد محافظت نشده سریعتر از موادی است که رنگ آمیزی شده یا به شکل دیگری تکمیل شده اند.



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ آذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

هنگامی که ورق های الیاف سیمانی محافظت نشده معرض هوای مستقیم در یک محیط گرمسیری خشن قرار گرفته است. اگرچه فرآیند هوازدهی یکی از تغییرات مداوم است. تغییرات به شرح زیر است [۶].

مرحله ی (۱)

کاهش شکل پذیری معمولاً با بهبود استحکام ناشی از

- افزایش پیوند ماتریس /ماتریس به دلیل کربناته شدن ماتریس.
- افزایش پیوندهای ماتریس/الیاف به دلیل خشک شدن و انقباض
- افزایش پیوند بین لایه ای به دلیل کربناته شدن

این کاهش شکل پذیری در بیشتر موارد با افزایش اندک (تقریباً ۱۰ درصد یا کمتر) در استحکام خمشی یا کششی همراه خواهد بود. کاهش شکل پذیری پس از قرار گرفتن در معرض تنها چند ماه مشاهده می شود و عمدتاً به دلیل کاهش پیوند ماتریس/الیاف پس از کربناته شدن است. از دست دادن شکل پذیری در طول عمر محصول با نرخ کاهشی ادامه می یابد، اما استحکام محصول به افزایش خود ادامه نمی دهد و قبل از ۱۲ ماه به اوج خود رسیده است. پس از مدتی قرار گرفتن در معرض بیشتر، معمولاً حدود ۲ سال، مشخص می شود که ورق های الیاف سیمانی استحکام اولیه خود را از دست داده است، به صورتی که کمتری از استحکام خود در زمان تولید می رسد.

مرحله (۲) کاهش خواص مکانیکی ناشی از

- کاهش پیوند بین لایه ای و لایه لایه شدن جزئی ورق های الیاف سیمان.
- اختلال در ماتریس.
- جداسازی الیاف و ماتریس

از دست دادن خواص مکانیکی بعد از ۲ سال قرار گرفتن در محیط گرمسیری مشاهده شده به احتمال زیاد به دلیل لایه لایه شدن ساختار است. این نتیجه دو نیروی رقیب است. کربناته شدن ماتریس تمایل به افزایش پیوند بین لایه ای و استحکام خمشی ورق دارد زیرا ورق بیشتر به عنوان یک صفحه یکپارچه عمل می کند و برعکس، تنش های حرارتی و رطوبتی تمایل دارند که پیوند بین لایه ای را مختل کرده و استحکام خمشی را کاهش می دهند. این فرایند تأثیر کمتری بر روی استحکام کششی مشاهده شد زیرا تنش مستقیماً توسط الیاف انتقال داده می شود و به انتقال بار از ورقه به ورقه وابسته نیست. قرار گرفتن مداوم در معرض چرخه حرارتی و رطوبتی تأثیری بر اختلال در ماتریس و همچنین پیوند بین لایه ها دارد. الیاف همچنین جدا می شوند زیرا نسبت بالایی از الیاف در سطح مشترک بین لایه ها قرار دارد. بنابراین استحکام همچنان کاهش پیدا می کند و پس از ۳ سال یا بیشتر در این شرایط قرار گرفتن ممکن است به ۶۰ درصد استحکام در زمان تولید برسد. کربناته کردن همچنین حرکت رطوبت ماتریس را افزایش می دهد و این باعث افزایش شدت تنش های حرارتی و رطوبتی می شود که منجر به تسریع کاهش خواص مکانیکی می شود. همچنین مشاهده شده است که درجه پلیمریزاسیون (DP) سلولز کاهش یافته است این نشان می دهد که توسط اکسیژن هوا یا میکروارگانیسم هایی مانند کپک ها یا باکتری ها مورد حمله قرار گرفته است. البته باید توجه داشت که سلولزی که دارای DP اولیه است پس از اتوکلاو حدود ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ است و باید قبل از کاهش استحکام چندسازه ها به DP زیر ۹۰۰ یا بیشتر تجزیه شود [۶].



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی ۲۸ اذر ۱۴۰۲ ایران - تهران

مرحله ۳) کاهش شدید خواص مکانیکی ناشی از

- دپلیمریزاسیون سلولز.
- اکسیداسیون سلولز
- جدا شدن الیاف از ماتریس - معمولاً به دلیل تخریب ماتریس در اثر حمله
- کربناته شدن بیشتر ماتریس با افزایش حرکت رطوبت در آن.

پس از حدود ۵ سال در این شرایط، ورق معمولاً خرابی شدید را نشان می دهد تا جایی که ممکن است کمتر از ۳۰٪ استحکام از زمان تولید از دست دهد. این با تخریب بیشتر سلولز همراه است که DP آن ممکن است تا ۶۰۰ باشد و می توان نتیجه گرفت که تخریب الیاف اکنون قابل توجه است. پلیمریزاسیون الیاف ممکن است در نتیجه اکسیداسیون یا حمله بیولوژیکی باشد. در هر صورت احتمال تشکیل محصولات اسیدی وجود دارد و این مواد باعث حل شدن ماتریس می شوند. این به وضوح منجر به کاهش پیوند ماتریس و الیاف می شود که همراه با کاهش استحکام الیاف خود را در از کاهش استحکام ورق های الیاف سیمانی نشان می دهد. شکسته شدن ماتریس بیشتر روی سطح است. تخریب سطح اغلب با رشد کپک قابل مشاهده و نرمی آشکار سطح همراه است [۶]. کربناته شدن ماتریس در این مرحله تقریباً کامل می شود و حرکت رطوبت ورق به میزان قابل توجهی افزایش می یابد. بنابراین، چرخه های حرکتی که ورق با تغییرات رطوبت از خود نشان می دهد، به شدت افزایش می یابد و در نتیجه تنش بیشتری به دلیل تفاوت رطوبت بین داخل و خارج ورق ایجاد می شود. بنابراین، ورق تمایل دارد سریعتر خراب شود. با قرار گرفتن در معرض بیشتر، ورق در نهایت به طور کامل از بین می رود و به نظر می رسد که قرار گرفتن در معرض محافظت نشده در این محیط شدید گرمسیری منجر به شکست کامل ورق ها در حدود ۱۰ سال یا بیشتر شود.

روش های آزمون برای بررسی دوام ورق های الیاف سیمانی

روش های آزمایشی متعددی برای ارزیابی دوام مواد ابداع شده اند که می توان آنها را به روش های زمان واقعی و روش های تسریع تقسیم کرد. روش های آزمایش معمولاً می توانند برای هر یک از محصولات یا سیستم های حاوی محصول اعمال شوند، با این حال، به علت کاهش تعداد آزمایش های مورد نیاز، به وضوح استفاده از آنها بر روی محصول زمان بر کمتر است. واضح است که قرار گرفتن در محیط بیرونی ورق های الیاف سیمانی مطمئن ترین نشانه را از دوام طولانی مدت آن نشان می دهد زیرا شرایط نزدیک به نوردهی طبیعی آن اس. معمولاً نمونه ها را در قفسه ها در معرض اتمسفر مستقیم بدون محافظ قرار می دهند. اثرات پارامترهای مختلف مانند نور مستقیم خورشید و گرما ممکن است با قرار دادن نمونه ها در زاویه عرض جغرافیایی رو به جنوب در نیمکره شمالی قوی تر شود. همچنین می توان با استفاده از متمرکز کننده های آینه ای اثرات نور خورشید و گرما را افزایش داد. سایر شرایط جوی مانند باران ممکن است با افزودن قطرات آب شدیدتر شوند. آزمایش های خواص مواد با برداشتن نمونه ها در فواصل زمانی مختلف انجام می شود. در مورد الیاف سیمان، این آزمایش های مقاومت معمولی خواهد بود و ممکن است شامل ارزیابی درجه کربناته، تغییر در محتوای سلولز، DP سلولز، حرکت رطوبت و غیره باشد. نوردهی مستقیم خارجی نمونه های نصب شده طبق معمول در ساختمان ها نیز انجام می شود. شرایط این نوع نوردهی این است که دارندگان نمونه می توانند با تحمیل شرایط متفاوت و غیر واقعی به جلو و پشت نمونه ها عدم قطعیت را در شرایط نوردهی ایجاد کنند. ASTM C1185 همچنین آزمایش های مورد نیاز مختلفی را تعریف می کند که برخی از آنها نشان دهنده دوام الیاف سیمان در شرایط مختلف است. این روش های تست برای مقایسه الیاف سیمان های مختلف نیز مفید هستند.



اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۱۴۰۲ اذر
ایران - تهران

تست هایی که نشان دهنده دوام هستند عبارتند از

الف) آزمایش آب گرم

ب) آزمایش باران حرارتی و

ج) تست ذوب انجمادی

نتیجه گیری

۱. عملکرد ورق های الیاف سیمانی در آب و هوای مشابه با جنوب ایالات متحده نشان داده شده است خوب است و این ماده برای دوره های بیش از ۱۸ سال رضایت بخش بوده است. در مواردی که در یک محیط داخلی محافظت شده استفاده می شود، مواد مشابه برای دوره های بیش از ۴۰ سال به طور رضایت بخشی عمل می کنند. با این حال، در هر دو مورد، ثابت شده است که ورق های الیاف سیمانی به شیوه ای مناسب نصب شده و متعاقباً به درستی نگهداری شود.

۲. شکی نیست که ورق های الیاف سیمانی می تواند در شرایط سخت شکسته شود. اثرات هوازگی ممکن است از شکست مکانیکی در اثر یخ زدگی تا تخریب کامل مواد در اثر حمله شیمیایی یا بیولوژیکی متغیر باشد.

۳- همچنین شکی وجود ندارد که نصب نامناسب ممکن است منجر به خرابی شود و مهم است که ورق های الیاف سیمانی با اتصالات انعطاف پذیر نصب شود که امکان حرکت آن را نسبت به سازه ساختمان فراهم می کند. همچنین برای ورق های الیاف سیمانی رنگ آمیزی یا پوشش داده شده برای محافظت از آنها مفید است اگرچه ورق های الیاف سیمانی دوام ذاتی بالایی دارد. رنگ آمیزی مطمئناً با جلوگیری از ورود آب که به عنوان یک کاتالیزور برای بسیاری از واکنش های مربوط به عوامل تهاجمی به ورق های الیاف سیمانی عمل می کند، عمر ورق های الیاف سیمانی را در محیط های بیرونی افزایش می دهد.

۴- تجربه با ورق های الیاف سیمانی و سایر مواد نیز نشان می دهد که نگهداری از آنها برای اطمینان از عملکرد طولانی مدت آنها مناسب است. با این حال، ورق های الیاف سیمانی نسبت به سایر مواد نیاز کمتری به نگهداری دارد زیرا اگر دوام ذاتی بالایی دارد.

۵. نتایج مطالعات نشان داد دوام ۵۰ ساله برای ورق های الیاف سیمانی یک انتظار معقول است، مشروط بر اینکه انتخاب، نصب و نگهداری به روشی مناسب برای قرار گرفتن در معرض پیش بینی شده باشد.

مراجع:

[1] US Department of Housing and Urban Development, US Department of Commerce Bureau of Census, "Our Nations Housing in 1993"

[2] T.S.Grall, Current Housing Reports H121/95-2 ii US Department of [1] Commerce Bureau of Census, "Expenditures for Residential Improvements and Repairs" 3rd Quarter 1998. iii D J Hannant, "Fibre Cements and Fibre Concretes" 1978,

[3] John Wiley and Sons, Chapters [and 4. iv Ibid. Section 3.3



[4] D J Cook, "Advances in Cement-Matrix Composites: Natural Fibre Reinforced Concrete and Cement – Recent Developments" Materials Research Society Symposium L, [November 1980.

[5] vi Litherland K L, Oakley D R and Proctor D A, "The use of accelerated aging procedures to predict the long-term strength of GRC composites" Cement and Concrete Research 1981, 11 (3) 455-466.

[6] A. M. Cooke . Durability of Autoclaved Fiber Cement Composites. 7 th Inorganic-Bonded Wood and Fiber Conference, 2000, 1-37

Investigating Durability of Autoclaved Cellulose Fiber Cement Composites

. Shoboo salehpour^{1*}, Mohammde Asadi² Hamed mizae asrami³ Ali asadi⁴

1. Ph.D. Graduate, Dept, of Wood and Paper Sciences and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
2. - M.Sc., Graduate. Dept, of Management, Faculty of Management and Economics, Islamic Azad University, Research Sciences Unit, Tehran, Iran
3. M.Sc., Student. Dept, of industrial management faculty of management, kharazmi university, Tehran, Iran.
4. M.Sc., Graduate, Dept, of Engineering, Faculty of Mechanical Engineering University of Tehran, Iran

Corresponding author: shubusalehpour@ut.ac.ir 09184672293

Abstract

This paper examines the determinants of durability of autoclaved Hatschek-made cellulose fiber reinforced cements (CFRC's) in the various US environments and reviews their performance. The composition and structure of CFRC is examined and related to its durability. The limited published studies of CFRC durability are reviewed and summarized. The paper concludes that 50 years durability for CFRC is a reasonable expectation providing that it is selected, installed and maintained in a manner appropriate for its anticipated exposure

Keywords composite, cellulose fiber, Durability, cement