

سیستم ساخت و ساز چوبی (الوار سنگین)



سیستم ساختمان‌های چوبی در آمریکای شمالی به دلیل اینکه گزینه خلاقانه‌تر و مقرون به صرفه‌تری نسبت به ساختمان‌های بتنی و فولادی محسوب می‌شود، با افزایش چشمگیری همراه است. در حالی که اسکلت‌های ساختمانی با تیر و ستون چوبی طی قرن‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته اما محصولات پانلی جدید پنجره جدیدی را در صنعت ساخت و ساز چوبی گشوده است.

عبارت «ساخت‌وساز با چوب» اغلب با قاب چوبی سبک همراه شده است. این روش ساخت و ساز یک روش آزمایش شده ساخت ساختمان‌هایی با الوار و روکش‌های چوبی است. با این وجود، استفاده از الوار چوبی سنگین در ساختمان سازی یک نوع متفاوت از ساخت و ساز محسوب می‌شود. ساختمان‌های قاب چوبی سبک معمولاً در محل ساخت بنا می‌شوند، در حالی که ساختمان‌های ساخته شده با الوار چوبی سنگین معمولاً از سر هم کردن قطعات تشکیل می‌شوند.

مزایای الوار

سیستم ساختمان‌های ساخته شده با الوار سنگین مزایای فراوانی دارد که اولین آن‌ها افزایش سرعت ساخت و ساز است. در این پروژه‌ها، سرعت ساخت سازه فوقانی ۲۵٪ بیشتر از ساخت و ساز فولادی، بتنی یا با قاب چوبی سبک می‌باشد. کاهش زمان ساخت کاهش هزینه‌های ساخت را هم در پی دارد. هماهنگی نقشه‌های اجرایی و نقشه‌های نصب سبب می‌شود که روند ساخت به سرعت و بدون مشکل همراه باشد. به این صورت می‌توان اجزای پیش ساخته را تنها در طی چند روز نصب کرد.

به علاوه، در این گونه پروژه‌ها نیاز به کامیون ۱۰ درصد کمتر از پروژه‌های بتنی احساس می‌شود. از آنجا که در اکثر این پروژه‌ها از پانل‌های پیش ساخته بزرگ در سیستم کف‌سازی و قالب بندی آن استفاده می‌شود، تعداد کارگران مشغول به فعالیت روی

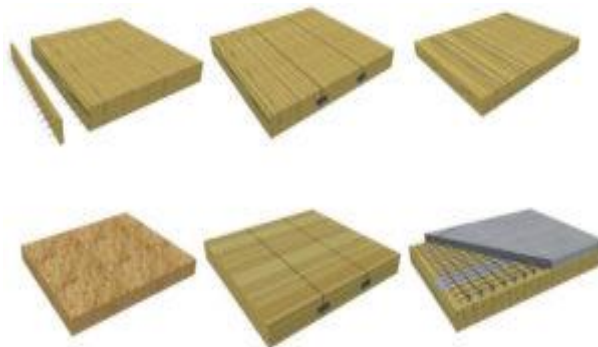
کف تا ۲۵ درصد در مقایسه با پروژه‌های بتنی کاهش می‌یابد. علاوه بر همه این موارد، سر و صدای سایت به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

جدای از این مزایا در فاز ساخت و ساز، این روش نقش مهمی در پایداری جوامع ایفا می‌کند. مهندسان سازه نقش مهمی در شکل دادن به محیط ساخت - از ایجاد طراحی‌های سازه‌ای با معنی از نظر معماری تا انتخاب مصالح مورد استفاده در این طراحی - دارند. الوارهای چوبی یک منبع قابل تجدید بوده و باید در طراحی‌های ساختمانی به عنوان روشی برای کاهش انرژی و جذب کربن در نظر گرفته شود. به علاوه الوارهای چوبی جنبه‌های زیبایی را نیز پوشش می‌دهند و نمای زیبایی دارند به طوری که می‌توان آن را هم‌زمان برای اهداف سازه‌ای و معماری (نما) در نظر گرفت.

محصولات پانلی رایج

از این محصولات به عنوان جایگزینی برای بتن، فولاد، قاب چوبی سبک و ساختمان‌های مصالح بنایی در آمریکای شمالی و اروپا استفاده شده است. شکل ۱ (از چپ به راست و از بالا به پایین) موارد زیر را نشان می‌دهد:

- الوار چندلایه - میخ شده (NLT)
- الوار چندلایه - چسبی (GLT)
- الوار چندلایه - متقاطع (CLT)
- الوار رشته‌ای چندلایه (LSL)
- الوار روکش چندلایه (LVL)
- کامپوزیت‌های الوار - بتن (TCC)



شکل ۱. محصولات پانلی از الوار سنگین چوبی

الوار چندلایه - میخ شده (NLT)

پانل‌های دیوار، سقف و کف NLT از دهه ۱۹۰۰ تاکنون مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. این پانل‌ها معمولاً از چوب صنوبر و کاج ساخته شده که روی هم قرار گرفته و پهلو به پهلو به هم میخ می‌شوند. با این وجود هر نوعی از چوب می‌تواند برای ورقه‌های این الوار استفاده شود. از تخته چندلایه برای روکش کردن پانل‌ها استفاده می‌شود که باعث ایجاد سختی داخل صفحه و مقاومت برشی برای بارهای دیافراگم افقی می‌شود.

مقاومت در برابر رطوبت در طول ساخت و نصب، مهم‌ترین جنبه پانل‌های NLT است، زیرا این پانل‌ها به شدت در مقابل تورم در جهت عمود بر لایه‌ها آسیب‌پذیر هستند. برای کاهش مشکلات ناشی از احتمال تورم، باید یک لایه مضاعف در هر ۲۰ فوت قرار داده شود و بعد از اینکه پانل‌ها مجدداً در شرایط پایداری قرار گرفتند، نصب شوند.

NLT یک سیستم پانل یک طرفه غیراستاندارد است. استانداردها برای این مصالح وجود دارد:

ابعاد پانل معمول:

- ضخامت: ۲,۵ تا ۱۱,۵ اینچ
- طول‌ها: ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶ فوت
- حداکثر عرض (پیش ساخته): ۴ فوت

هرگاه که دهانه‌ها از ۱۶ فوت تجاوز کنند، ممکن است از الوار با اتصال انگشتی قفل و بست شونده یا الگوی اتصال زیگزاگی استفاده شود. با این وجود این پانل‌های طولانی‌تر در مقایسه با پانل‌هایی با طول دهانه کمتر از ۱۶ فوت اصلاً اقتصادی نیستند. به علاوه می‌توان برای کمک به آکوستیک و زیبایی بیشتر مصالح یک پروفیل شیاردار هم ایجاد.

یک پروژه اخیراً از پانل‌های NLT در سیستم‌های کف و سقف در شهر ونکوور کانادا استفاده کرده است (شکل ۲). پانل‌ها با عرض ۴ فوت و طول ۴۰ فوت با اتصالات لب به لب اجرا شدند.



شکل ۲. پروژه انجام شده با پانل‌های NLT

الوار چندلایه چسبی (GLT)

پانل‌های کف و سقف GLT مشابه الوار چندلایه چسبی یا تیرهای گلولام (الوار گلولام نوعی محصول صنعتی متشکل از باریک‌های چوب است که با چسب‌های بسیار قوی به هم متصل شده و در شرایط دمایی خاصی با پرس‌های سنگین تحت فشار قرار گرفته و الوارهایی با سطح مقطع بسیار بزرگ‌تر را به دست می‌دهد). خوابیده به پهلو با خطوط چندلایه که به صورت عمودی قرار گرفته‌اند، می‌باشند. نمونه‌های معمولی استفاده شده در گلولام؛ صنوبر، کاج، صنوبر سیاه، سرو آلاسکا یا سرو پورت اورفورد هستند. مشابه NLT ها، از تخته چندلایه برای وصله کردن پانل‌ها به هم برای شکل‌گیری یک دیافراگم استفاده می‌شود.

این پانل‌ها را می‌توان به صورت محصولات پیش‌ساخته به محل کار منتقل کرد. بعضی از تولیدکنندگان گلولام می‌توانند طاق نماهای شیارداری تولید کنند که به آکوستیک ساختمان کمک کرده و زیبایی بصری منحصر به فردی ایجاد کنند.

پانل‌های GLT نیاز به محافظت شدید در برابر رطوبت در طول ساخت دارند، زیرا به شدت در برابر تورم در جهت عمود بر لایه‌ها آسیب‌پذیر هستند. یک راه برای کاهش این احتمال اضافه کردن فاصله ۰,۲۵ اینچی بین هر دو فوت از پانل و لحاظ کردن فضایی برای انبساط و انقباض در طول فاز ساخت و چند فصل اول از خشک شدن چوب است.

GLT یک سیستم پانل یک طرفه استاندارد است که موسسه استانداردهای ملی آمریکا (ANSI) در استاندارد الوار چندلایه چسبی ۲۰۱۲-۱۹۰,۱ هم آن را پوشش داده است.

ابعاد معمول پانل:

- ضخامت: ۳,۱۲۵ تا ۸,۵ اینچ
- حداکثر طول: ۴۰ تا ۶۰ فوت بسته به تأمین کننده
- دهانه‌های معمول: ۱۵ تا ۳۰ فوت
- حداکثر عرض: ۲ فوت، یا با افزایش ۱,۵ اینچ

یک پروژه که اخیراً از پانل‌های GLT به عنوان قاب سقف ثانویه استفاده کرده است مجتمع کین در پرنس جورج کانادا می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳. مجتمع کین

الوار چندلایه متقاطع (CLT)

از پانل‌های CLT اولین بار در اروپا و در اوایل دهه ۱۹۹۰ استفاده شد. امروزه به عنوان بهترین و استوارترین محصول برای استفاده در ساختمان‌های ساخته شده با الوار چوبی سنگین در نظر گرفته می‌شوند. CLT را می‌توان به عنوان پانل‌های دیوار، کف و سقف استفاده کرد. پانل‌های CLT از تخته دولا تشکیل شده است که با الگوی متقاطع متناوب مشابه روکش‌های تخته چندلایی روی هم به صورت چندلایه قرار دارند. گونه‌های معمول استفاده شده در CLT صنوبر - کاج و کاج - صنوبر سیاه هستند. به دلیل لایه‌های متقاطع CLT، پانل‌ها ظرفیت برشی داخل صفحه زیادی دارند که می‌توان به عنوان دیافراگم‌های دیوارهای برشی در سیستم جانبی ساختمان‌ها از آن‌ها استفاده کرد. در این حالت، اتصال پانل‌ها باید با دقت برای انتقال برش داخل صفحه‌ای طراحی شود. با این وجود آیین‌نامه‌های ساختمانی موجود ایالات متحده و استانداردهای مصالح، استفاده از CLT در سیستم‌های مقاوم جانبی به رسمیت نمی‌شناسند.

پانل‌های CLT اخیراً بر اساس استانداردهای APA تنها در بعضی از کارخانه‌های ساخت آمریکای شمالی ساخته شده‌اند، اما بسیاری از کارخانه‌های آن در اروپا قرار دارند. ابعاد پانل در صفحه به دلیل لایه‌های متقاطع تقریباً پایدار است، اما ضخامت پانل‌ها نسبت به آب‌رفتگی و ورم کردن آسیب‌پذیر است. برای ساختمان‌هایی که در آن‌ها CLT ها در جهت عمود بر لایه‌ها در طبقات مختلف بارگذاری می‌شوند در نظر گرفتن آب‌رفتگی و تراکم که در جهت عمق پانل بعد از جمع شدن آن‌ها در ارتفاع ساختمان اتفاق می‌افتد مهم است.

CLT یک محصول استاندارد است که اغلب در ظرفیت کف‌سازی یک طرفه استفاده می‌شود. با این وجود می‌توان به عنوان اعضای خمشی دو طرفه هم از آن‌ها استفاده کرد. در آمریکای شمالی، محصول تحت پوشش استاندارد الوار چندلایه متقاطع درجه‌بندی شده بر اساس کارایی انجمن چوب مهندسی (APA) است.

ابعاد معمول پانل‌ها:

- ضخامت‌ها: ۴,۱۲۵ اینچ (سه لایه) تا ۱۲,۳۷۵ اینچ (۹ لایه) - ضخامت‌ها و تعداد لایه‌های دیگری هم بسته به تأمین کننده موجود هستند.
- حداکثر طول‌ها: ۳۰ تا ۶۰ فوت که بستگی به تأمین کننده دارد.
- دهانه‌های معمول: ۱۰ تا ۳۵ فوت
- حداکثر عرض‌ها: ۸ تا ۱۰ فوت بسته به تأمین کننده. پانل‌های عریض‌تری هم از تأمین‌کنندگان اروپایی موجود هستند.

اخیراً یک ساختمان خوابگاه دانشجویی با استفاده از CLT در ونکوور در دانشگاه انگلیسی کلمبیا ساخته شده است (شکل ۴). این ساختمان ۱۶ طبقه از پانل‌های ۵ لایه دو طرفه ساخته شده که روی ستون‌ها گلولام قرار دارد.



شکل ۴. خوابگاه دانشجویی

الوار رشته‌ای چندلایه (LSL)

پانل‌های LSL یک سیستم یک طرفه ساخته شده از رشته‌های چوب فلس‌دار هستند که نسبت طول به ضخامت تقریبی ۱۵۰ را دارند. معمولاً برای ساخت و ساز قاب چوبی سبک، ورقه‌ها به تیرهای کوچک‌تر بریده می‌شوند اما می‌توان ورقه‌ها را به شکل پانل بزرگ‌تر نیز استفاده کرد.

از صنوبر لرزان به عنوان خیبر انتخابی در پانل‌های LSL استفاده می‌شود. تخته چندلایه معمولاً برای روکش کردن پانل‌ها استفاده می‌شود که باعث ایجاد سختی داخل صفحه و مقاومت برشی در برابر بارهای دیافراگم جانبی می‌شود. با اینکه در برخی

موارد سختی داخل صفحه در اعضا به دلیل جهت گیری نیمه تصادفی اعضا وجود دارد اما استفاده از پانل‌های LSL در کاربردهای دیافراگمی توصیه نمی‌شود.

ابعاد معمول پانل - ورقه‌های LSL:

- ضخامت‌ها: ۱، ۵ و ۳،۵ اینچ
- طول بیشینه: ۶۴ فوت
- دهانه‌های معمول: ۱۰ تا ۲۰ فوت
- عرض بیشینه: ۴ فوت



الوار روکش چندلایه (LVL)

پانل‌های LVL یک سیستم یک طرفه ساخته شده از روکش‌هایی از جنس تخته چندلایه چسب شده به هم به صورت موازی هستند. مشابه LSL می‌توان ورقه‌ها را به شکل پانل بزرگ‌تر نیز استفاده کرد.

از صنوبر داگلاس به عنوان روکش در پانل‌های LVL استفاده می‌شود. بسیاری از تأمین کنندگان در آمریکای شمالی می‌توانند تیرها و ورقه‌های LVL تأمین کنند. تخته چندلایه معمولاً برای روکش کردن پانل‌ها استفاده می‌شود که باعث ایجاد سختی داخل صفحه برای بارهای دیافراگم جانبی می‌شود. استفاده از پانل‌های LVL در کاربردهای دیافراگم توصیه نمی‌شود، زیرا در آن لایه‌ها به صورت متقاطع قرار نگرفته‌اند.

مشابه LSL، ابعاد پانل در داخل صفحه ثابت هستند، با این وجود ضخامت پانل‌ها در مقابل آب رفتگی و تورم آسیب‌پذیر است.

ابعاد معمول پانل - ورقه‌های LVL:

- ضخامت‌ها: ۱،۷۵ و ۳،۵ اینچ

- طول بیشینه: ۶۶ فوت
- دهانه‌های معمول: ۱۰ تا ۲۰ فوت
- عرض بیشینه: ۴ فوت

ابعاد معمول پانل - LVL ثانویه:

- ضخامت‌ها: ۳,۱۲۵ تا ۱۱,۵ اینچ
- طول حداکثر: ۶۰ فوت
- دهانه‌های معمول: ۱۰ تا ۴۰ فوت
- حداکثر عرض: ۴ فوت

کامپوزیت‌های الوار - بتن (TCC)

در پانل‌های الوار - بتن، بتن که ضخامت بیشتری دارد در قسمت فوقانی و الوارهای در قسمت تحتانی قرار دارند. بتن به عنوان عضو فشاری عمل می‌کند در حالی که الوار به عنوان عضو کششی عمل کرده و باعث ایجاد سختی خمشی می‌شود. راه‌های زیادی برای اتصال بین بتن و الوار و ایجاد جریان برش مورد نیاز وجود دارد.

سیستم کف TCC بسیار کارآمد بوده و می‌تواند با نسبت‌های بالای دهانه به عمق همراه باشد. ضخامت لایه بتنی سبب می‌شود که عبور لوله‌های الکتریکی و خطوط گرمایش از کف میسر شود. معمولاً، بتن به صورت مستقیم و در محل ساخت بر روی پانل‌های الوار ریخته می‌شود و آن‌ها را روی هم نگه می‌دارد

مترجم: علی اکبر خلیلی

منبع:

<http://www.structuremag.org/?p=۱۰۹۱۶>