

مصالص مورد استفاده در ساخت پل

سنگ، چوب، بتن و فولاد مصالح معمول برای ساخت پل هستند. در دوره‌های اولیه، از چوب و سنگ در ساخت‌وساز استفاده می‌شد، زیرا در طبیعت به‌راحتی در دسترس و قابل استخراج بودند.

آجر هم به‌عنوان مصالح ساختمانی همراه با سنگ استفاده می‌شد. بسیاری از پل‌های تاریخی به دلیل ویژگی‌های دوام خود بسیار مشهور هستند. بسیاری از پل‌های تاریخی ساخته‌شده از سنگ هنوز به‌عنوان نمادی از فرهنگ معماری گذشته پابرجا هستند.

اما تعدادی از پل‌های چوبی شسته شده یا در اثر شرایط محیطی در حال فرسایش هستند.

با گذر زمان، ساخت‌وساز پل از نظر مصالح مورد استفاده پیشرفت چشمگیری کرد.

بتن و فولاد مصالحی هستند که انسان دست به ساخت آن‌ها زد. ساخت پل با این مصالح مصنوعی را می‌توان به‌عنوان دوره دوم مهندسی پل نام برد. استفاده از بتن و فولاد آغاز تکنولوژی‌های مدرن مهندسی پل بود.

در پل‌های مدرن از بتن یا فولاد یا ترکیبی از این دو استفاده می‌شود. مصالح مختلف دیگر هم وجود دارند که می‌توان از آن‌ها در ساخت پل استفاده کرد.

می‌توان از فیبرها که در دسته‌ی مصالح پر مقاومت هستند هم برای ساخت پل استفاده کرد. این مصالح برای تقویت پل‌های موجود هم استفاده می‌شوند.

سنگ

سال‌های طولانی، از سنگ به یک شکل استفاده می‌شد. سنگ معمولاً به شکل قوس استفاده می‌شد. دلیل این کار مقاومت فشاری بالای سنگ بود.

استفاده از سنگ، ساخت پل‌های زیبا و بادوام را برای مهندسين ممکن ساخت.

با نگاهی به تاریخچه ساخت پل با سنگ می‌توان این‌گونه گفت که ایتالیایی‌ها بزرگ‌ترین سازندگان پل‌های سنگی به شمار می‌روند. آن‌ها ایده و درک شفافی از بار روی پل، هندسه آن و همچنین خواص مصالح داشتند. این کار به آن‌ها امکان ساخت پل‌هایی با دهانه‌های بزرگ‌تر، نسبت به دیگر سازندگان پل را می‌داد.

در این دوره می‌تواند چینی‌ها را در میدان رقابت دانست. چین پل مشهور بزرگی به نام ژانژو دارد. پل ژانژو قدیمی‌ترین پل شناخته‌شده سنگی و قوسی است. نیهونباشی مشهورترین پل سنگی در ژاپن است که پل ژاپن هم نامیده می‌شود.



شکل ۱. پل ژانزو در چین

باگذشت زمان، پل‌های سنگی به دلیل دوام و نیاز به نگهداری کم، مقرون به صرفه بودن و کارآمد بودن خود را ثابت کردند.

چوب

مصالح چوبی برخلاف امروز، در ساخت پل‌ها و پروژه‌های ساختمانی زیاد استفاده می‌شدند. امروزه، فولاد و بتن انعطاف‌پذیری بیشتری دارند و دیگر از سنگ و چوب دیگر برای کارهای بزرگ استفاده نمی‌شود.

اما پیشرفت‌هایی در نگهداری از چوب حاصل شد که در نتیجه آن شاهد افزایش تقاضای چوب در سازه‌ها هستیم.

چوب به عنوان یک مصالح مهندسی مزایایی مانند سختی بالا و تجدیدپذیری در طبیعت دارد. مستقیماً از طبیعت به دست آمده و با محیط زیست سازگار است.

چگالی پایین چوب باعث بالا رفتن مقاومت ویژه آن می‌شود. چوب مقاومت قابل توجه و چگالی کمی دارد. این خاصیت امکان حمل و نقل آسان را می‌دهد.

تعدادی از معایب چوب به عنوان مصالح ساختمانی عبارت‌اند از:

- ذات بسیار ناهمگون
- آسیب‌پذیر در برابر موربانه، آفت و کرم چوب
- به شدت اشتعال‌پذیر
- آسیب‌پذیر در برابر پوسیدگی
- عدم استفاده در دمای بالا

چندین پل چوبی در سراسر جهان وجود دارد. شکل ۲ پل مَتَمَتیکال در کمبریج را نشان می‌دهد. یک پل چوبی دیگر، پل توگوسو-کیو واقع بر رودخانه کتسورا در کیوتو است.



شکل ۲. پل مَتَمَتیکال، کمبریج



شکل ۳. پل توگوسو-کیو در ژاپن

فولاد

فولاد نسبت به مصالح دیگر مقاومت بالاتری دارد. این خاصیت باعث مناسب بودن آن برای ساخت پل‌هایی با دهانه‌ی بزرگ‌تر می‌شود. می‌دانیم که فولاد از ترکیب آلیاژهای آهن و عناصر دیگر به‌خصوص کربن ساخته‌شده است.

بر اساس مقدار و تغییرات در عناصر، خواص فولاد هم تغییر می‌کند. خواص مقاومت کششی، انعطاف‌پذیری و سختی تحت تأثیر تغییرات ساختار این عناصر هستند.

فولادی که برای ساخت‌وساز معمولی استفاده می‌شود چند صد مگا پاسکال مقاومت دارد. این مقاومت ۱۰ برابر بیشتر از مقاومت فشاری و مقاومت کششی به‌دست‌آمده از مخلوط بتن معمولی است.

ویژگی اصلی فولاد، شکل‌پذیری است. شکل‌پذیری، قابلیت تغییر شکل پیش از شکست نهایی است. این خاصیت فولاد، معیار مهمی در طراحی سازه‌هاست.



شکل ۴. پل هچیمنباشی

اولین پل فلزی، پل دنجوباشی است که در سال ۱۸۷۸ در ژاپن ساخته شد. شکل ۴ پل Danjobashi را نشان می‌دهد. این پل در سال ۱۹۲۹ به محل کنونی جابه‌جا شده و پس از آن هچیمنباشی نامیده شد.

پل هچیمنباشی به‌عنوان یک پل مدرن دارای ارزش تاریخی و فنی است و در سال ۱۹۸۹ جزو افتخارات جامعه مهندسی عمران آمریکا به‌حساب می‌آمد.

ترکیب شیمیایی و روش ساخت، ویژگی‌های سازه‌ای فولاد را تعیین می‌کند. ویژگی‌های اصلی که توسط طراحان پل تعیین می‌شوند به شرح زیر هستند:

- مقاومت
- سختی
- شکل‌پذیری
- دوام
- جوش‌پذیری

وقتی به مقاومت فولاد اشاره می‌کنیم، منظور مقاومت تسلیم و کششی است. با توجه به اینکه سازه‌ها به‌صورت الاستیک طراحی می‌شوند، دانستن مقدار مقاومت تسلیم ضروری است.

مقاومت تسلیم معمولاً در آیین‌نامه‌ها مشخص می‌شود. توصیه آیین‌نامه ژاپن به طراحی با در نظر گرفتن مقاومت نهایی است.

طراحان و مهندسين تکیه‌ی زیادی بر ویژگی‌های شکل‌پذیری برای طراحی بولت و توزیع تنش در شرایط حالت حدی نهایی، دارند. ویژگی مهم دیگر، مقاومت خوردگی با استفاده از فولاد ضدزنگ است.

بتن

در اغلب پل‌سازی‌های مدرن از بتن به‌عنوان مصالح اصلی استفاده می‌شود. بتن در فشار خوب عمل می‌کند و مقاومت کششی ضعیفی دارد. سازه‌های بتن مسلح راه‌حلی است که برای این مشکل اندیشیده شده است.

بتن در سطوح پایین‌تر تنش، دارای مدول الاستیسیته ثابت است؛ اما با افزایش تنش، مقدار آن کاهش پیدا می‌کند. این امر باعث ایجاد ترک و گسترش آن خواهد شد.

از دیگر موارد حساس برای بتن، اثرات انبساط و انقباض گرمایی است. به دلیل وجود تنش‌های درازمدت در بتن خزش به وجود می‌آید.

ویژگی‌های مکانیکی بتن با مقاومت فشاری آن تعیین می‌شود.

از بتن مسلح یا پیش‌تنیده در پل‌سازی استفاده می‌شود. آرماتوربندی در R.C.C خاصیت انعطاف‌پذیری در سازه ایجاد می‌کند. در حال حاضر، آرماتور شکل‌پذیر یکی از ضروریات به‌خصوص در ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله محسوب می‌شود.

در حال حاضر، RCC از فولاد، پلیمر یا ترکیب‌های دیگر مصالح مرکب ساخته می‌شود. مصالح پایدار زیادی وجود دارند که می‌توانند نقش سیمان را به عهده بگیرند. این یک نوآوری جدید در ساخت پل‌های پایدار است.

در ساخت پل بتن پیش‌تنیده به بتن RCC ترجیح داده می‌شود. قبل از اعمال بارهای بهره‌برداری واقعی، با استفاده از تاندون‌های فولادی پر مقاومت، نیروی پیش‌تنیدگی در بتن ایجاد می‌شوند.

این تنش فشاری در برابر تنش کششی در شرایط واقعی مقاومت خواهد کرد. این تنش با پس‌تنیدگی یا پیش‌تنیدگی آرماتور فولادی در بتن ایجاد می‌شود.

بسیاری از معایب بتن مسلح معمولی مانند محدودیت‌های مقاومتی، سنگین بودن سازه و مشکلات مرتبط با ساخت با استفاده از بتن پیش‌تنیده حل می‌شوند.

مصالح کامپوزیت

مصالح کامپوزیت هم برای ساخت پل‌های جدید و هم برای بازسازی استفاده می‌شوند.

پلاستیک تقویت‌شده با فیبر یکی از این مصالح است که ترکیب پلیمر را تشکیل می‌دهند. این مصالح با الیاف شیشه یا کربن تقویت می‌شوند. این مصالح سبک، بادوام، پر مقاومت و شکل‌پذیر هستند.

راه‌حل‌ها و مصالح جدید به دلیل مشکلات خرابی فولاد و بتن که پل‌ها با آن مواجه هستند، ارائه می‌شوند.

دیگر مصالح کامپوزیت بتن پودری فعال (RPC) است که در کره تولید شد. این نوع مصالح نوعی از بتن توانمند است که با الیاف فولادی تقویت‌شده است. این ترکیب برای ساخت ستون‌های لاغر در پل‌های دهانه بلند مناسب است. این نوع بتن تا حدود زیادی دوام را هم تضمین می‌کند.

مصالح کامپوزیت برای تعمیر ستون‌های پل و دیگر اعضای تکیه‌گاهی برای تأمین شکل‌پذیری و مقاومت در برابر نیروهای لرزه‌ای به کار برده می‌شوند.

از فایبرگلاس آغشته به اپوکسی برای پوشاندن ستون استفاده می‌شود (ستون‌هایی که شکل‌پذیر نیستند). این الیاف جایگزینی برای روش ژاکت فولادی هستند.

مترجم: سارا محمدپور

منبع:

<https://theconstructor.org/structures/materials-used-bridge-construction/20428>