

انواع بتن پلیمری چیست و چه مشخصات فنی دارد؟

همه ما میدانیم بتن یکی از مصالح اصلی در ساخت اکثر ساختمان های کوچک و بزرگ و طرح های عمرانی است و شاید بارها از نزدیک این مواد را دیده باشیم؛ اما نوع خاصی از بتن، بتن پلیمری می باشد که شاید زیاد به گوشتان نخورده است. پلیمر نوعی زنجیره شیمیایی از مولکول هاست که در کنار هم مولکول های بسیار بزرگی را تشکیل می دهند و می توانند در مواد خاصیت شکل پذیری و واکنش پذیری مناسبی را ایجاد کنند؛ اما اینکه بتن پلیمری چگونه ساخته می شود و چه کاربردهایی دارد یک سؤال تخصصی است که در ادامه کاملاً توضیح داده خواهد شد.



تاریخچه بتن پلیمری

به طور کلی پلیمر و محصولات پلیمری از سال ۱۹۹۰ مورد توجه قرار گرفتند و در این سال برای اولین بار مصرف پلیمرها از نظر حجمی بیشتر از آهن بود. همان طور که گفته شد یکی از پرمصرف ترین مواد در ساخت و سازها بتن می باشد. علت این حجم استفاده از بتن نیز هزینه مناسب، راحتی استفاده و استحکام بالایی است که در سازه ایجاد می کند؛ اما به دلیل نواقصی مانند احتمال یخ زدگی و ترک خوردگی، تخریب به دلیل وجود مواد شیمیایی خورنده و مواردی از این دست در کنار آن از فولاد برای مسلح کردن بتن استفاده می شد و بعد از آن استفاده از مواد و ترکیبات شیمیایی مانند پلیمرها برای بهبود عملکرد بتن مورد توجه قرار گرفت. استفاده از پلیمر همراه با بتن باعث ارتقاء خواص بتن در ساخت و ساز شد. این نوع بتن ها از بتن های سیمانی نیز بهتر عمل کردند و به همین دلیل امروزه کاربردهای فراوانی دارند. بتن های پلیمری به طور خاص از سال ۱۹۵۰ مورد استفاده گسترده قرار گرفتند.

انواع بتن های پلیمری از نظر حالت مواد

انواع بتن پلیمری از نظر حالت مواد سازنده به دو گروه جامد و غیر جامد تقسیم می شوند که در ادامه هر کدام را توضیح می‌دهیم.

بتن های پلیمری حالت جامد

بتن های پلیمری جامد یا کامپوزیت های پلیمری موادی با وزن پایین اما مقاومت بالا در برابر عوامل جوی و واکنش هایی مناسب در برابر بارهای وارد بر سازه هستند که برای اولین بار در زمان جنگ جهانی دوم مورد استفاده قرار گرفتند.

کاربردهای بتن پلیمری جامد

- برای ساختمان هایی که به شدت در معرض مواد خورنده هستند
- سازه های پیشرفته برای نصب رادارها
- در ساختمان هایی که کنترل کیفیت در آن ها از اهمیت بالایی برخوردار است
- در ساخت ماهواره ها
- برای ساخت آنتن های بزرگ



مشخصات فنی بتن پلیمری جامد یا کامپوزیت

- سبک بودن این نوع بتن
- انعطاف پذیری بالا و قابلیت شکل پذیری در طرح های معماری مدرن و زیبا
- مقاومت زیاد در برابر شرایط جوی مختلف
- مقاومت در برابر مواد شیمیایی خورنده
- قابل استفاده در سازه هایی که نمیتوان در آنها از فلز و بتن مسلح با فولاد استفاده کرد

انواع بتن های پلیمری حالت غیر جامد

بتن های پلیمری غیر جامد بر اساس فرایند پلیمریزاسیون تولید می شوند. پلیمریزه شدن به معنای وصل شدن واحدهای مونومر به همدیگر است که به رشته یا شبکه های مولکولی سطحی و یا فضایی تبدیل می شوند و دارای وزن مولکولی بالایی هستند که پلیمر را تشکیل می دهند. انواع بتن پلیمری که تحت این فرایند تشکیل می شوند به یکی از دسته های زیر تعلق دارند:

بتن های باردار شده از طریق پلیمر : این بتن ها توسط یک سیستم مونومری باردار می شود و آماده واکنش است که در محل مورد نیاز نیز پلیمریزه می شود.

بتن های پلیمر - سیمان : این بتن ها شامل یک مونومر هستند که به مخلوط آبی بتن تازه اضافه می کنند و بعد از آن در محل پلیمریزه می شوند.

بتن های پلیمری : PC این بتن ها از مخلوطی از سنگریزه و مواد پرکننده در مونومرها تشکیل می شوند و بعد در محل پلیمریزه خواهند شد.

بتن های پلیمری گوگرد : این نوع بتن شامل مخلوطی از بتن های گوگردی است که خواص آن توسط مواد پلیمری اصلاح می شود.

روش ساخت بتن پلیمری

به طور کلی بتن های پلیمری شامل ۸۰ الی ۹۵ درصد مواد پرکننده معدنی و گاهی مواد آلی و تنها ۵ الی ۲۰ درصد محلول مونومر برای ایجاد خواص پلیمری با آن ترکیب می شود. برای اینکه بتوان یک بتن پلیمری باکیفیت تهیه کرد باید به نکات زیر دقت شود:

- استفاده از بایندر مناسب.
- استفاده از نوع و میزان مناسب مواد پرکننده.
- استفاده از افزودنی های مناسب که خواص بتن را بهبود می بخشد.



با در نظر گرفتن این موارد و تغییر صحیح آن ها برای کاربردهای متفاوت میتوان انواع بتن پلیمری را با خواص دینامیکی، شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی و حتی الکتریکی متفاوتی ساخت. در حالی که به هیچ وجه نمیتوان این کار را برای بتن های سیمانی انجام داد. در حال حاضر سه نوع بتن های پلیمری با نام های اپوکسی، پلی استر و پلی یورتان بیشترین کاربرد و میزان تولید را در حوزه ساخت و ساز دارند. از جمله پرکننده های رایج برای ساخت این بتن ها نیز میتوان به سیلیس و کربنات کلسیم اشاره کرد. بر اساس نتایج برخی آزمایشات روی انواع بتن پلیمری میتوان از نتایج زیر نیز در ساخت این نوع بتن ها استفاده کرد:

- بتن های پلیمری اپوکسی و پلی استر اصطکاک بالاتری دارند.
- بتن های پلیمری پلی یورتان توانایی افزایش طولی زیادی دارند.

انواع بتن پلیمری اصلاح شده بر اساس نوع پرکننده ها

پرکننده ها دارای دو نوع دانه بندی ریز و درشت می باشند. همچنین از نظر وزنی پرکننده های سبک شامل سنگ های رسی سبک، پرلیت و سنگ پا می باشند؛ اما پرکننده های سنگین شامل قطیر، ایلمنیت، هماتیت و باریت هستند. از همه این مواد میتوان برای تولید انواع بتن پلیمری با وزن مخصوص بین ۶۴۰ تا ۵۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب استفاده نمود. معمولاً پرکننده های نرم (دانه بندی ریز) برای کاهش تخلخل بتن استفاده می شود. از جمله پرکننده های نرم میتوان به دانه های ریز شیشه ای، سرامیک و پلاستیک اشاره کرد. برای ایجاد خواص الکتریکی در بتن پلیمری معمولاً از کربن یا پودرهای فلزی استفاده می شود. اگر بخواهیم میزان استحکام بتن در برابر ضربه، خمش و کاهش انقباض را افزایش دهیم باید از موادی مانند فیبرهای شیشه ای، مواد آلی و فلزی برای تولید بتن پلیمری استفاده کنیم. شایان ذکر است گاهی اوقات برای ایجاد رنگ های بهتر در بتن یا ایجاد خواص جذب نور در برابر خورشید، از رنگ دانه های معدنی نیز برای بتن استفاده می شود.

انواع بایندهای مورد استفاده در بتن های پلیمری

رزین: یک ماده آلی نیمه جامد یا کاملاً جامد و یا شبه جامد است که دارای وزن های مولکولی نامشخصی می باشد اما به طور کلی وزن مولکولی آن بالاست و زمانی که در برابر نیروی تنشی قرار می گیرد تمایل به جریان نشان می دهد.

اپوکسی: خود نوعی رزین است که دارای قطعاتی گرم و نرم بوده و با گرما آب می شوند.

رزین های اپوکسی: ترکیبات این مواد طوری است که چسبندگی خوبی با الیاف شیشه دارد و برای ساخت وسایل تزئینی و اکسسوری نیز استفاده می شود. این مواد مقاومت بالایی در برابر خوردگی دارند و زمان پخت مورد نیاز آن کم است؛ همچنین چسبندگی خوبی نسبت به سطوح فلزی دارند. مقاومت سایشی، استحکام مکانیکی بالا و مقاومت در برابر مواد شیمیایی مخرب از دیگر مزایای این مواد هستند.

تقویت بتن های معمولی با مواد پلیمری

بتن های معمولی را نیز میتوان با مواد پلیمری برای ایجاد خواص مختلف در آن تقویت نمود. برای این کار ابتدا باید بتن را خشک و تمیز نموده و سپس خنک کرد. بعد بتن را با مواد پلیمری یا همان مونومری آغشته می کنیم و بعد از عمل پلیمریزاسیون کاتالیتی حرارتی، بتن تقویت شده ما آماده است.



کاربرد های بتن پلیمری

تا اینجا به خوبی با انواع بتن پلیمری و نحوه ساخت آنها آشنا شدیم؛ اما شاید این سؤال برایتان پیش بیاید که از انواع بتن پلیمری بیشتر در چه سازه هایی استفاده می شود؟ از این نوع بتن ها در موارد مختلفی میتوان استفاده کرد؛ زیرا هر کدام از ترکیبات پلیمری خواص متفاوتی در بتن ایجاد می کنند؛ اما مهم ترین کاربردهای بتن های پلیمری عبارتند از:

- استفاده در پل ها و جاده ها
- برای تعمیر و بازسازی سازه های بتنی
- در ساخت سازه هایی که در معرض مواد خورنده جوی هستند.
- برای پوشش دهی کف ساختمان های صنعتی، ورزشی و ... (به عنوان مثال استفاده از پلی یورتان به خوبی از سر خوردن در زمین های ورزشی جلوگیری می کند).
- در تولید پانل های مصنوعی و تزئینی به خصوص در فضاهای اداری و مسکونی
- به عنوان درزگیری بتن ها

- در سازه های زیرزمینی مانند فاضلاب های صنعتی به دلیل مقاومت در برابر خوردگی
- ساخت آبشخورهای مورد استفاده در دامداری ها
- ساخت انواع مجسمه ها، اشکال مختلف آرشیتکتی مشابه سنگ و گلدان های تزئینی
- ساخت انواع مخازن نگهداری مواد شیمیایی
- در سازه های دریایی و زیردریایی
- در ساخت انواع سرریز سدها
- برای آب بندی کردن دیواره های سد
- در دیوار تونل ها

مقایسه بتن های پلیمری با بتن های معمولی

در بتن های معمولی اغلب مشکل خوردگی توسط گازهای اکسید کننده و مایعات وجود دارد؛ زیرا مقاومت چندانی در برابر این مواد ندارند؛ اما میتوان با جایگزینی کامل مواد پلیمری در بتن ها ترکیبی ایجاد کرد که مقاومت بالایی در برابر عوامل خورنده شیمیایی داشته باشند. از طرفی بتن های پلیمری نیاز به زمان کمتری برای پخت و جذب کامل آب دارند. همچنین ریختن آنها در قالب ها آسان تر و سریع تر انجام می شود. با تمام این خصوصیات قیمت بتن های پلیمری از بتن های معمولی بالاتر است؛ اما زمانی که به خواص ایجاد شده در آنها نگاه می کنیم واقعاً توجیه اقتصادی دارند و در دراز مدت مقرون به صرفه می باشند. در برخی شرایط نیز چاره ای جز استفاده از بتن های پلیمری نداریم؛ مثلاً زمانی که بتن در برابر مواد شیمیایی خاصی قرار دارد و احتمال پدیده کاویتاسیون وجود خواهد داشت باید حتماً از بتن های پلیمری استفاده نمود.



کاربرد بتن های پلیمری در قطعات پیش ساخته و نماهای ساختمانی

یکی از مهمترین موارد کاربرد انواع بتن پلیمری در ساخت قطعات پیش ساخته و نماهای ساختمانی است که دیگر معایب سنگ های معمولی را نیز ندارند. به عنوان مثال در سنگ های طبیعی به دلیل چگالی بالا تخریب پذیری نسبتاً زیادی در برابر عوامل جوی و مواد شیمیایی دارند. همچنین نفوذ و جذب آب در سنگ ها بالاست و به دلیل خاصیت شکنندگی نمیتوان سنگ ها را در ضخامت های دلخواه برش زد. همچنین وزن بسیار بالایی دارند که حمل و نقل آنها را سخت می کند و عایق حرارت یا صوت نیز نخواهند بود؛ اما بتن های پلیمری تمام این موارد را دارا می باشد و با چگالی پایینی که دارند جایگزین بسیار مناسبی در تولیدات پیش ساخته و سنگ های تزئینی به عنوان نما هستند. مزایای استفاده از بتن پلیمری در ساخت نماهای ساختمانی و قطعات پیش ساخته عبارتند:

- چگالی پایین برابر با ۱/۳ گرم بر سانتی مترمکعب
- درصد پایین جذب آب در حد ۱۹%
- قدرت چسبندگی بالاتر بخصوص بر روی بتن های سیمانی
- مقاومت بالا در برابر ضربه
- سازگاری حرارتی بسیار عالی در محدوده دمایی ۳۰ الی ۷۰ درجه سانتیگراد
- مقاومت بسیار بالا در برابر مواد مخرب شیمیایی
- استحکام کششی، خمشی و فشاری بالاتر

- تنوع رنگی بسیار زیبا
- قیمت پایین تر نسبت به نماهای سنگی

کاربرد بتن پلیمری در نیروی نظامی

یکی از کاربردهای مهم بتن های پلیمری در ساخت صفحات ضد گلوله می باشد. اگر حجم و وزن را در نظر نگیریم از بتن های سیمانی معمولی نیز می توان برای ساخت صفحات ضد گلوله استفاده کرد؛ اما در صورتی که به جای سیمان از رزین به عنوان مواد ترکیبی در بتن استفاده نماییم مقاومت مکانیکی آن به طور قابل ملاحظه ای افزایش پیدا می کند و وزن صفحه نیز کاهش پیدا خواهد کرد. برای ساخت این صفحات از ۱۲ درصد رزین، ۳ درصد تقویت کننده شامل لاستیک ایفای شیشه و پودر استفاده می شود. معمولاً این صفحات گلوله هایی با انرژی ۲۴۰۰ ژول را مهار می کنند و میزان خسارات ناشی از تخریب را به شدت کاهش می دهد.

سخن آخر

همان طور که ملاحظه کردید ابداع بتن های پلیمری تحولی عظیم در ساخت و ساز و استفاده از بتن ایجاد کرده است. در واقع استفاده از ترکیبات پلیمری مختلف خواصی را برحسب کاربرد در بتن برای ما ایجاد می کند که برای سازه های خاص به آنها نیاز داریم تا هزینه نگهداری و زمان اجرای یک پروژه به حداقل برسد. همچنین به دلیل امکان تولید بتن های پلیمری رنگی به خصوص برای نماهای ساختمانی و وسایل تزئینی میتوانیم به خوبی از آن ها به جای سنگ استفاده کنیم. هزینه بتن های پلیمری از بتن های سیمانی بالاتر و از سنگ پایین تر است؛ اما در کل در طولانی مدت کاملاً توجیه اقتصادی دارد.