

طراحی و ستون گذاری مورب

امروزه معماری ساختمان ها و بناهای مختلف به گونه ای انجام می شود که علاوه بر کاربردی بودن، به سطح بالایی از زیبایی شناختی در طراحی نوین برسد. یکی از روش های رسیدن به این سطح از زیبایی و طراحی مدرن، وجود بی نظمی در طرح ساختمان است. از بی نظمی های محبوب در سطح ساختمان سازی می توان به ستون های کج یا مورب اشاره کرد.

هر چند طراحی و ساخت ستون های کج پیچیده و تا حدی دشوار است، با این حال، این نوع ستون ها به عنوان نوعی ویژگی یا بخش مهمی از فن معماری در نظر گرفته می شوند. عقیده عموم بر این است که ستون های ساختمانی حتماً نباید عمودی نصب شوند و امکان نصب ستون های کج نیز وجود دارد. برخلاف ستون های عمودی (با جاذبه صفر)، ستون های مورب یا کج تحت تأثیر جاذبه قرار دارند و با استفاده از قالب های مهار شده و محکم در ساختمان بنا می شوند.



ستون کج در ساختمان

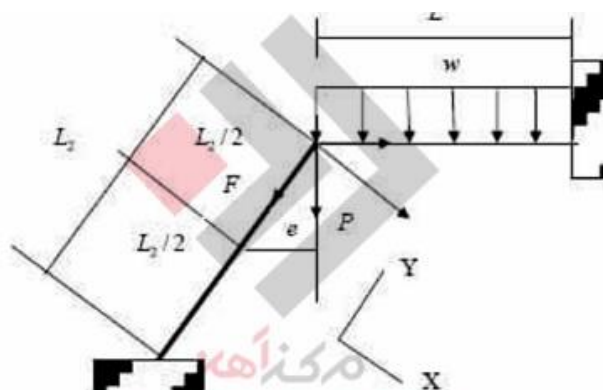
همان طور که گفتیم، ساخت و طراحی ستون های کج، از جمله فن های معماری پیچیده است که ریزه کاری های فراوانی دارد، زیرا در ساخت این ستون ها، ستون تحت تأثیر بار محوری و خمش قرار می گیرد. در این صورت باید بردارهای مربوط به بار محور منتقل شده به ستون را پیدا و محاسبه کنید. علاوه بر این، گشتاور خمشی مربوط به شیب را هم

باید در طراحی ستون در نظر گرفت. ستون ها تحت تأثیر بارهای جانبی دیگری نیز هستند که به دو انتهای ستون وارد می شوند. تنها پس از محاسبه و تعیین دقیق تمامی واکنش های احتمالی، بارهای محوری و گشتاور خمشی ستون می توانید با استفاده از قوانین طراحی مربوطه به ساخت ستون های کج اقدام کنید.

به طور کلی چهار نوع ستون مورب وجود دارد: بتنی، فولادی، چوبی و آماده (از پیش ساخته شده). دشوارترین نوع ستون مورب، ستون های بتنی هستند زیرا برای ساخت این ستون ها، اطلاعات مهندس معمار در خصوص آرما توری بندی، تنظیم و نصب قالب، بتن ریزی و زمان مناسب برای سفت شدن بتن پس از بتن ریزی باید کامل و بدون نقص باشد. هر چه موقعیت ستون مورب بتنی در ساختمان مهمتر باشد، طراحی و ساخت آن نیز به مراتب دشوار تر خواهد شد.

برای ساخت و تعبیه ستون های کج از قالب ستون استفاده می کنند. با این حال، باید توجه داشته باشید که برای ساخت ستون های بلندتر نمی توان از قالب های معمولی و متداول استفاده کرد زیرا در این صورت، ستون سنگین تر و ساختار آن پیچیده تر خواهد بود. علاوه بر این، ثابت نگه داشتن قالب در حین ساخت و حفظ شیب تعبیه شده نیز کاری بسیار دشوار خواهد بود. با این حال، در صورت هم اندازه بودن ستون ها، می توان از قالب های فولادی و یا آلومینیومی برای ساخت استفاده کرد.

طراحی ستون مورب



طراحی ستون مورب

علاوه بر نیروهای وارده بر محور ستون، ستون های کج تحت تأثیر نیروی افقی عمود بر سطح مقطع نیز قرار می گیرند. گشتاور خمشی و نیروهای محوری را با تحلیل و آنالیز اطلاعات مربوط به ستون می توان به دست آورد. ستون های کج را می توان همانند ستون های معمولی طراحی کرد، با این تفاوت که بار اعمال شده به یک سمت از ستون منجر به بروز گشتاور خمشی خواهد شد. با این وجود، با آنالیز دقیق اطلاعات می توان گشتاورهای خمشی، نیروهای برشی و بار محوری وارد بر ستون را محاسبه کرد. ارتفاع ستون نیز بر اساس شرایط و استانداردهای مربوطه تعیین خواهد شد. پس از پشت سر گذاشتن این موارد و کسب اطلاعات مورد نیاز، به مرحله طراحی ستون مورب می رسیم.

طراحی ستون مورب فولادی

ستون های فولادی جایگزین بسیار مناسبی برای ستون های بتنی هستند زیرا علاوه بر وزن کمتر، مراحل نصب و رسیدگی به فولاد نیز آسان تر و سریع تر خواهد بود. آنالیز ستون های فولادی همانند ستون های بتنی انجام می شود؛ با این حال، جزئیات ستون های فولادی تنها بر اساس آنالیز و تحلیل اطلاعات انجام می شود. برای مثال، در صورت وجود اتصالات منتقل کننده گشتاور، این اتصالات به اندازه اتصالات معمولی مفصل و دقیق نخواهند بود. در این صورت، طراح و یا معمار مربوطه باید با احتیاط و دقت بیشتر به ساخت ستون اقدام کند.

انتخاب ستون فولادی به عنوان جایگزین ستون های بتنی به عوامل زیادی بستگی دارد. برای مثال، اگر سازه اصلی از بتن ساخته شده باشد، استفاده از ستون های فولادی ممکن نیست. در صورتی که تنها بخشی از سازه به صورت کج طراحی شده باشد، می توان از ستون های کج فولادی استفاده کرد و چنانچه سازه اصلی بر پایه های فولادی بنا شده باشد، استفاده از ستون های (کج) فولادی از جمله گزینه های مناسب خواهد بود.

ستون های مورب پیش ساخته



با توجه به مشکلات فراوانی که در حین ساخت اجزای ساختمان در محل بروز می کنند می توان گفت ستون های کج آماده گزینه بسیار مناسبی برای مواجهه با این مشکلات خواهند بود. همچنین نصب این ستون ها نیازمند ماشین های سنگینی است که توان بلند کردن و نگه داشتن ستون در جهت مورد نظر را داشته باشند. علاوه بر این، اتصالات ستون های آماده به فراوانی اتصالات مورد استفاده برای نصب ستون های ساخته شده در محل نیستند. در زمان طراحی و بررسی اتصالات مربوط به ستون های آماده باید به این عوامل توجه کرد. نکته حائز اهمیت دیگر آن است که ضعف اتصالات ستون های آماده باعث می شود این ستون ها از جمله بهترین گزینه های موجود برای ساخت و ساز در مکان های زلزله خیز نباشند.

مراحل طراحی ستون مورب

در حال حاضر، طراحی های پیچیده در صنعت ساختمان سازی متقاضی های بی شماری دارند. یکی از تغییرات مشهود در سازه ها استفاده از ستون هایی است که با ظاهری دور از انتظار باعث زیبایی هر چه بیشتر سازه می شوند. وقتی به ستون های مورب فکر می کنیم باید از نحوه محاسبه نیروهای وارده به این ستون اطلاع کافی داشته باشیم. این نوع ستون تحت تأثیر فشار محوری، نیروهای گشتاور و نیروهای برشی قرار دارد که با ارجاع به تمامی روش های آنالیز ساختمان قابل اندازه گیری و محاسبه هستند.

در اغلب موارد، برای محاسبه نیروی محوری و گشتاورهای وارده به ستون از روش های معمول استفاده می شود. در مواقعی که نیروی برشی غالب باشد (شیب زیاد در ستون) باید اقدامات لازم برای بالا بردن مقاومت سازه در مقابل فشار برشی در نظر گرفته شوند. از نمونه های تعبیه ستون های مورب در ساختمان سازی می توان به خریای سقف، تیرهای شیروانی سقف های شیب دار و تیر بالایی پل ویرندیل (Vierendeel) اشاره کرد. تیر بالایی پل ویرندیل که یک سازه افقی است، به صورت ستون طراحی می شود نه به عنوان یک تیر، زیرا فشار در این سازه غالب است.

ستون گذاری پلان های مورب



ستونی که سطح مقطع متقارنی نداشته باشد، تحت تأثیر کمانش پیچشی یا کمانش جانبی قرار می گیرد. کمانش پیچشی به معنی چرخش ناگهانی ستون است. محققان بر این باورند که بار محوری خارج از مرکز از استحکام و مقاومت

ستون می‌کاهد. زمانی شاهد بار محوری خارج از مرکز خواهیم بود که مسیر بار محوری وارده بر ستون موازی با محور مرکزی نباشد؛ به عبارت دیگر، بار محوری ستون متحدالمرکز نیست. بار خارج از مرکز معمولاً با e نشان داده می‌شود و ترکیب نیروهای محور و خمش از ظرفیت تحمل بار ستون می‌کاهد.

بارها و گشتاور خمشی در ستون های مورب

در اینجا، w بار وارده بر ستون را نشان می‌دهد. این باری است که باید به ستون مورب منتقل شود. نیروی محوری P را می‌توان با استفاده از معادله زیر به دست آورد:

$$P = \frac{wL}{2}$$

مرکز

گشتاور مربوط به نیروی خارج از مرکز به صورت نیز بیان می‌شود:

$$M = P \cdot e$$

مرکز

در اینجا، e نشان دهنده نیروی خارج از مرکز است. به منظور محاسبه e به اطلاعات موجود در تصویر نیاز داریم.

$$e = \frac{L}{2} \cos \theta$$

مرکز

پس از آنالیز ستون و بارهای وارده می توان به محاسبه نیروهای مربوط پرداخت. مرحله بعدی، طراحی ستون مورب است.



لزوم آنالیز نیروها در طراحی ستون مورب

[طراحی ستون مورب](#) همانند ستون های عمودی است. در ابتدا باید نوع ستون را در نظر گرفتن ارتفاع و شرایط نهایی تعیین کرد. سپس، با در نظر گرفتن حداکثر گشتاور وارد بر ستون، سطح مقاوم سازی مشخص می شود. شواهد نشان می دهند که نیروی گشتاور در ستون های مورب بسیار بیشتر از ستون های عمودی است، زیرا این ستون ها تحت تأثیر نیروی خارج از مرکز قرار دارند. هر چه نیروی خارج از مرکز بیشتر باشد، گشتاور بیشتری خواهیم داشت. علاوه بر این، شیب و نیروی خارج از مرکز نیز رابطه مستقیمی دارند؛ به عبارت دیگر، افزایش شیب موجب افزایش نیروی خارج از مرکز و در نتیجه گشتاور می شود. در ستون های مورب، علاوه بر نیروهای وارده از سوی اجزای افقی، شاهد بار جانبی خارجی نیز خواهیم بود.

نتیجه گیری

همانند تجارت های دیگر، صنعت ساختمان سازی نیز تحت تأثیر تقاضای عموم برای ساخت سازه های پیچیده تر و زیباتر قرار گرفته است. یکی از راه های رسیدن به این سطح از تقاضا، طراحی سازه هایی است که نوعی بی نظمی در آنها

مشاهده می شود. از جمله این بی نظمی های چشم نواز، ستون های موربی هستند که در داخل و خارج بنا تعبیه می شود. با این حال، طراحی و ساخت ستون های کج در ساختمان نیازمند اطلاعات دقیقی است که در این مطلب به آن اشاره شد.