سازه‌های فولادی

در این متن به توصیف برخی از تکنیک‌های ساخت و طراحی که معمولاً برای خلق یک ساختمان فولادی کم خسارت استفاده می‌شود، می‌پردازیم و در مورد موضوعات زیر بحث خواهیم کرد:

- قاب‌های فولادی
- مهاربند فولادی
- پس تنیدگی در فولاد
- دستگاه‌های میراگر در قاب‌های فولادی- شامل تیرهای رابط، مهاربندهای مقاوم در برابر کمانش، میراگرهای اصطکاکی، مهاربندهای میراگر اصطکاکی، اتصالات مفصلی لغزشی و مفصل‌های فنری.

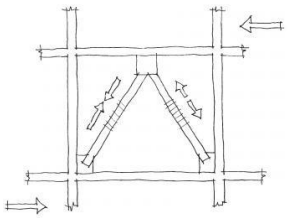
قاب‌های فولادی

بسیاری از سازه‌های فولادی چندطبقه در نیوزلند از قاب‌های خمشی یا قاب‌های خمشی مهاربندی شده بهره می‌برند. به علت مقاومت زیاد فولاد، امکان طراحی سازه‌های فولادی چندطبقه با قاب‌های بسیار سخت امکان پذیر است. بسیاری از ساختمان‌ها به نحوی طراحی می‌شوند که از شکل پذیری کمی برخوردار باشند و یا پاسخ الاستیکی داشته باشند. اندازه اعضای فولادی که تا حدی مقاومت قاب‌ها را تعیین می‌کند، به واسطه فاکتورهای دیگری مثل بارهای ثقلی و باد کنترل می‌شوند. با این حال، این اعضا بایستی از شکل پذیری کافی برای جلوگیری از بروز خرابی ناگهانی و ناشی از کمانش در یک زلزله بزرگ برخوردار باشد.

مهاربند فولادی

فولاد یک ماده مؤثر برای مهاربندی قاب‌های فولادی بوده و قاب‌های مهاربندی شده خارج از مرکز به شکل گسترده‌ای در نیوزلند مورد استفاده قرار می‌گیرند. تعداد قابل ملاحظه‌ای از ساختمان‌های کوتاه تا نیمه بلند نیز وجود دارد که از قاب‌های مهاربندی شده هم مرکز استفاده می‌نمایند. مهاربندها به نحوی طراحی می‌گردند که در برابر کشش یا فشار عمل نمایند.

در کل، مهاربندهای فولادی از درجه بالایی از مقاومت، سختی و شکل پذیری برخوردارند که برای آن‌ها میرایی نیز به وجود می‌آورد. با اضافه کردن اعضای مستهلک کننده بیشتر می‌توان عملکرد مهاربندها را بهبود بخشید. با این حال، مهاربند فولادی، به ویژه مهاربندهای فولادی خارج از مرکز، در صورت عدم مقاوم سازی کافی در برابر کمانش آسیب پذیر بوده و چرخه‌های تکراری فشار و کشش موجب خستگی و شکست فولاد می‌گردد.



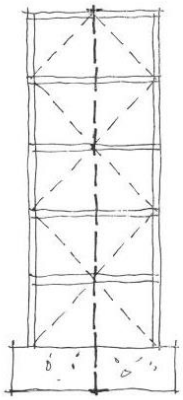
مهاربند برون محور که تحت بار جانبی، اثر میرایی از خود بروز می‌دهد.

پس تنیدگی در فولاد

پس تنیدگی در فولاد از اصل مشابهی نظیر تکنیک‌های پس تنیدگی در بتن استفاده می‌نماید. این سیستم از مجموعه‌ای از اعضای فولادی تشکیل شده که توسط کابل‌های پس تنیدگی به هم متصل شده‌اند و یک قاب خمشی ارائه می‌کنند.

در طی یک زلزله کوچک، سختی اضافی قاب که توسط کشیدگی کابل‌ها به وجود می‌آید، موجب کاهش حرکت سازه می‌گردد. در مواجه با نیروهای لرزه‌ای بیشتر، به دلیل آن که اثر الاستیک کابل‌های پیش تنیدگی موجب باز و بسته شدن شکاف‌ها بین اعضای مختلف قاب می‌گردد، سازه دچار نوسان یا غلتیدن خواهد شد. کابل‌های پیش تنیدگی باعث برگشت سازه به موقعیت اصلی خود می‌گردند.

در برخی از طرح‌ها از یکسری دستگاه‌های میراگر در طول شکاف‌ها استفاده می‌شود تا انرژی در حین نوسان مستهلک شود.



قاب‌های فولادی پس تنیده

به مانند کلیه سازه‌هایی که از تکنیک‌های پس تنیدگی بهره می‌برند، ساختمان‌های فولادی نیز در معرض کشیدگی ناشی از تیر و خرابی حاصل از آن می‌باشند.

دستگاه‌های میراگر در قاب‌های فولادی

به مانند بتن، ساختمان‌های قاب فولادی نیز از محدوده گسترده‌ای از دستگاه‌های میراگر برای کاهش نیروهای لرزه‌ای در سازه بهره می‌برند.

تیرهای رابط

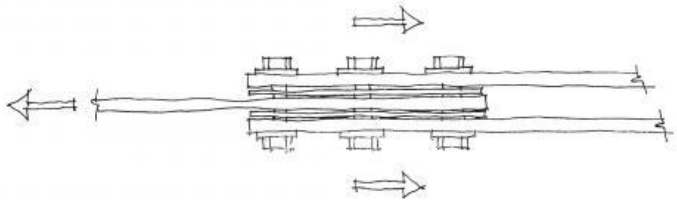
تیر رابط به عنوان بخشی از سیستم مهار بند خارج از مرکز به گونه‌ای طراحی می‌گردد که به واسطه تسلیم برشی، انرژی را مستهلک نماید. در حین یک زلزله، این تیرها در معرض از جدا شدگی و تعویض قرار می‌گیرند. بسته به میزان سهولت در دسترسی به تیرها و تعویض آن‌ها، این فرآیند می‌تواند زمان بر و پرهزینه باشد.

مهاربندهای مقاوم در برابر کمانش

مهاربند میراگر دیگر، موسوم به مهاربند مقاوم در برابر کمانش یا مهاربند کمانش تاب نوعی میراگر هیسترسیس است. این مهاربند از یک عضو فولادی قطری ساخته شده که تحت کشش و فشار تسلیم می‌گردد.

در طی یک زلزله، تسلیم عضو در کل طول مهاربند توزیع شده و موجب کاهش احتمال خرابی ناشی از خستگی می‌گردد. با این حال، به مانند یک تیر رابط، مهاربند مهارشده نیز در طی یک زلزله بزرگ تخریب شده و باید تعویض گردد.

مهاربندهای مقاوم در برابر کمانش که در یک قاب مهاربندی شده مورد استفاده قرار گرفته است.



عملکرد یک میراگر اصطکاکی متقارن

میراگرهای اصطکاکی

میراگر اصطکاکی دستگاهی است که از سطوح فلزی تحت اصطکاک، برای اتلاف انرژی به واسطه تبدیل آن به گرما بهره می‌برد. غالباً، یک میراگر اصطکاکی متشکل از چندین ورقه فولادی است که در جهات مختلف نسبت به یکدیگر می‌لغزند. ورقه‌های فولادی توسط لایه‌هایی از مواد که دارای اصطکاک هستند، جدا می‌شوند. این لایه‌ها مانند ترمز خودرو عمل می‌کنند.

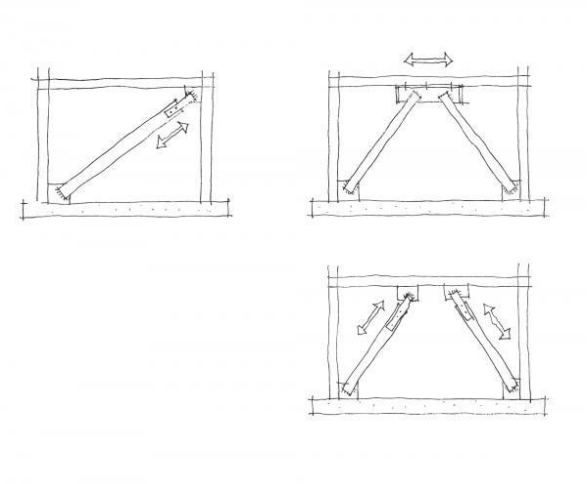
میراگرهای اصطکاکی به تنهایی استفاده نمی‌شوند، به طوری که بخشی از سیستم‌های سازه‌ای دیگر نظیر مهاربندهای قطری محسوب می‌شود و بدین ترتیب، میرایی اصطکاکی به سازه اضافه می‌کنند. میراگرهای اصطکاکی در چند شکل وجود دارند اما بسته به نوع مهاربند دارای دو نوع متقارن و غیرمتقارن هستند.

مهاربندهای میراگر اصطکاکی

یک مهاربند میراگر ترکیبی از میراگرهای هم مرکز یا میراگرهای خارج از مرکز با میراگر اصطکاکی است که ویژگی مستهلک کردن انرژی را به سیستم می‌افزاید.

مهاربندهای اصطکاکی هم مرکز از یک میراگر اصطکاکی در راستای مهاربند قطری (بالا، پایین یا وسط) استفاده می‌نمایند. این مهاربندها بخشی از گاست پلیت‌های متصل به تیر را تشکیل داده یا به طور مستقیم بر روی بال تحتانی تیر می‌لغزند. مهاربندهای اصطکاکی برون محور از یک میراگر اصطکاکی بهره می‌برند که بخشی از گاست پلیت را تشکیل می‌دهند.

مهاربندهای اصطکاکی سطح مشابهی از میرایی را تحت بارهای کششی و فشاری به وجود آورده، اما به منظور حصول اطمینان از عدم کمانش خارج از صفحه تحت فشار، به طراحی دقیقی نیاز دارد. بعلاوه آن که مهاربندهای اصطکاکی فاقد عملکرد مرکزگرا بوده و در صورت نیاز به این مشخصه در طرح ساختمان بایستی با سیستم‌های دیگر ترکیب گردد.



تغییرات مهاربندهای اصطکاکی

اتصالات مفصل لغزشی

اتصال مفصلی لغزشی، نوع خاصی از میراگر اصطکاکی می‌باشد. این اتصالات به صورت یک اتصال تیر به ستون هستند که در قاب‌های خمشی فولادی استفاده می‌شوند و میراگر اصطکاکی را به سازه می‌افزایند. این اتصال از یک بال فوقانی و تحتانی تشکیل شده که به ستون و یک ورقه اصطکاکی جوش داده می‌شود. بال فوقانی و تحتانی، تیر را در محل خود نگه داشته و بال فوقانی پیرامون محل اتصال آن به ستون دوران می‌نماید. ورقه اصطکاکی بین تیر و ورق بال تحتانی محصور می‌گردد.

در طی یک زلزله، اتصال در پیرامون ورق بال فوقانی دوران می‌کند. با حرکت قاب، ناحیه تحتانی تیر و ورق بال زیرین نسبت به ورقه اصطکاکی می‌لغزد. این اتصال موجب کاهش جابجایی و کاهش احتمال تسلیم در المان‌های اصلی سازه‌ای می‌گردد.

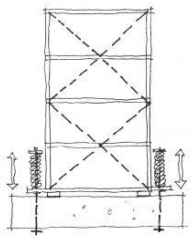
اتصالات مفصلی لغزان، یک سیستم میراگری را تشکیل می‌دهد که در قاب‌های خمشی فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اتصالات فنری

اتصالات فنری در سازه‌های دارای حرکت نوسانی قابل استفاده می‌باشند. در این اتصالات از مجموعه‌ای از فنرهای پر مقاومت برای جفت کردن پایه قاب فولادی به فونداسیون استفاده می‌گردد.

در طی یک زلزله، به علت طراحی قاب به صورت پس تنیده، امکان نوسان متعاقب آن نیز وجود دارد. با این حال، به محض بالا رفتن پایه ستون، فنر فشرده شده و یک نیروی میرایی و بازگردانی را اعمال می‌نماید. فنر نیز بدون تغییر می‌ماند.

به مانند دیگر میراگرها، سیستم‌های اتصال فنری نیز از فونداسیون و پایه ستون در طی نوسان ساختمان در برابر خرابی ناشی از ضربه‌ها محافظت می‌نمایند. این میراگرها به همراه سیستم پس تنیدگی در بازگردانی سازه به موقعیت اصلی روبه بالای خود نقش دارند. فنرها نیز موجب افزایش نیروی مورد نیاز برای ایجاد فشار بالابرنده و در نتیجه سختی کلی سازه و کاهش تغییر مکان‌های قاب می‌گردد.



به هنگام فشرده شدن فنرها، فونداسیون بایستی از جرم کافی برای مقابله با نیروی بالابرنده فونداسیون برخوردار باشد.

مترجم: پوریا نخعی

منبع:

http://www.seismicresilience.org.nz/index.php/topics/superstructure/commercial-buildings/steel-structures