نوآوران
صنعت
سیلک

تحلیل عمل‌کرد دیافراگمی
پانل‌های کامپوزیتی پر شده با بتن خودمتراکم

دفتر فنی سازه

ویرایش ۱,۰
شهریورماه ۱۳۹۹

این گزارش یکی از اسناد شرکت نوآوران صنعت سیلک و متعلق به این شرکت می‌باشد. استفاده از این جزوه و نقل از آن با ذکر ماخذ و شماره ویرایش آن مجاز می‌باشد.

این گزارش به‌طور مستمر در حال تکمیل و ویرایش است. بخش تحقیق و توسعه شرکت نوآوران صنعت سیلک این گزارش را بر اساس بهترین آگاهی، دانش و تجربه خود تهیه و تنظیم نموده است و مانند هر سند مشابه دیگری ادعا ندارد که کامل و بدون نقص می‌باشد. لذا از هرگونه نظرات اصلاحی استقبال کرده و ارج می‌نهد.

www.sialk-co.ir

به‌نام خدا

ویرایش ۱،۰
شهریورماه ۱۳۹۹

تحلیل عمل‌کرد دیافراگمی

پانل‌های کامپوزیتی پُر شده با بتن خودمتراکم

دیباچه:

صفحات کامپوزیتی تقویت شده با پارچه سه‌بعدی بافته شده با نخ شیشه

صفحات کامپوزیتی تقویت شده با پارچه سه‌بعدی شیشه ای، ماحصل بافت سه‌بعدی نخ شیشه با مقاومت کششی بسیار زیاد، و سپس تبدیل آن با کمک رزین به پانل‌های سبک، مقاوم، عایق صدا، حرارت و رطوبت، در ابعاد و ضخامت‌های مختلف، به صورت توخالی و یا پرشده با انواع ملات مانند بتن خود متراکم سبک و سنگین جهت مصارف سازه‌ای باربر مانند سقف ساختمانی و دریچه‌های منهول و برخی مصارف دیگر می‌باشد.

پارچه‌های سه‌بُعدی در هر سه راستای x و y و z ، مُد تخریب تورق (Delamination) در آن‌ها منتفی و هم‌چنین امکان دور کردن حداکثری جرم از مرکز و تحمل حداکثری مُمان خمشی و همچنین امکان افزایش حداکثری نسبت استحکام به وزن در آن‌ها وجود دارد.

پانل‌های سه‌بعدی پر شده با بتن

صفحات کامپوزیتی تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی شیشه‌ای، پرشده با ملات سیمان خود متراکم برای پوشش سازه‌ای دارای مشخصات پایه زیر می‌باشد:

- نخ شیشه Tex 600 با مقاومت کششی حدود ۲،۵ گیگاپاسکال
- پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه با تراکم ۳ و ضخامت ۴،۲ سانتی‌متر
- رزین پلی‌استر به عنوان متریکس، و ایجاد صفحه کامپوزیتی سه‌بعدی با ضخامت ۳ سانتی‌متر
- بتن سبک یا معمولی (سنگین)

جزوه حاضر به تحلیل عمل‌کرد دیافراگمی صفحات کامپوزیتی تقویت شده با پارچه سه‌بعدی بافته شده با نخ شیشه پرشده با ملات بتن خودمتراکم می‌پردازد.

* * * * *

فهرست مطالب

فهرست شکل‌ها ..... ث
فصل اول- مقدمه و کلیات ۱
فصل دوم-تعاریف ۲
۲-۱ تعریف دیافراگم ۲
۲-۲ اجزای دیافراگم ۲
۲-۳ دسته‌بندی دیافراگم‌ها ۲
فصل سوم- بررسی عمل‌کرد و نحوه اجرا پانل‌های کامپوزیت پر شده با بتن خودمتراکم ۳
۳-۱ کنترل صُلبیت دیافراگم ۳
۳-۲ تعیین مقاومت برشی مجاز یا طراحی ۳
۳-۳ مقاومت طراحی ٤
۳-٤ طراحی دیافراگم ٤
۳-۵ نیروی طراحی دیافراگم ٤
۳-٦ نسبت ابعاد دیافراگم ۵
۳-۷ اتصال صفحات پوشش دیافراگم به اعضاء سقف ۵
۳-۸ بست‌ها ۵
۳-۹ طراحی یال‌ها ۸
۳-۱۰ طراحی جمع‌کننده‌ها ۸
پیوست الف- انعطاف‌پذیری و نیروی طراحی دیافراگم مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ ..... ۹
الف-۱- عوامل موثر بر صُلبیت و انعطاف‌پذیری دیافراگم ۹
پیوست ب- شناخت اجزای دیافراگم ۱۰
ب-۱- عرشه ۱۰
ب-۲- یالها ۱۰
ب-۳- جمع‌کننده‌ها ۱۱
ب-٤- توزیع‌کنندهها ۱۱
ب-۵- برش‌گیر و یا آرماتور اصطکاک ۱۲
ب-٦- اتصالات ۱۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۳ نحوه اتصال تسمه و بست و تیرچه‌ها ٦
شکل ۲-۳ اتصال صفحات پوشش و بست تسمه‌ای ۷
شکل ۳-۳ اتصال صفحه پوشش و تیرچه‌های سقف ۷

شکل ۱-ب) عمل‌کرد داخل صفحه‌ای دیافراگم ۱۰
شکل ۲-ب)عمل‌کرد جمع‌کننده‌ها ۱۱
شکل ۳-ب) عمل‌کرد توزیع‌کننده‌ها ۱۱
شکل ۴-ب) عمل‌کرد برش‌گیرها ۱۲
شکل ۵-ب) عمل‌کرد اتصالات ۱۳

به‌نام خدا

ویرایش ۱،۰
شهریورماه ۱۳۹۹

تحلیل عمل‌کرد دیافراگمی پانل‌های کامپوزیتی پر شده با بتن خودمتراکم

فصل اول- مقدمه و کلیات

دیافراگم‌های یک ساختمان، از اجزای بسیار مهم سازه در انتقال نیروی جانبی به قاب‌های باربر جانبی محسوب می‌شوند که در طراحی اصولی آن‌ها، تدابیر ویژه‌ای باید اندیشیده شود. برای این منظور ابتدا مفهوم دیافراگم و اجزای مختلف آن در این بخش معرفی می‌شوند و سپس ضوابط کنترل لرزه‌ای برمبنای ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ برای آن بررسی خواهد شد.

به طور کلی در سازه‌هایی که تحت بارهای جانبی زلزله قرار دارند، باید از سیستم‌های باربر جانبی استفاده شود تا به واسطه آن نیروها به سمت شالوده و سپس زمین منتقل شود.

اجزای سیستم‌های باربرجانبی به دو دسته زیر تقسیم می‌شود:

- **سیستم باربر جانبی قائم** : اعضای قائم مقاوم در برابر زلزله از قبیل قاب‌های مهاربندی شده، دیوارهای برشی و قاب‌های خمشی
- **سیستم باربر جانبی افقی:** اعضای افقی مقاوم در برابر زلزله از قبیل سقف‌ها و کف‌های سازه

وظیفه سیستم باربر افقی این است که اولا نیروی جانبی ایجاد شده در سازه را تحمل کرده (یا سازگار با آن تغییر مکان دهد) و سپس آن را به طورمناسبی به اعضای قائم سیستم باربر جانبی تحویل دهد.

شایان ذکر است که نتایج زلزله‌های گذشته نشان دهنده نقش کلیدی کف‌های یک ساختمان در هنگام وقوع زلزله است که اصطلاحا به آن‌ها **دیافراگم** گفته می‌شود.

از جمله اهداف این پژوهش دستیابی به موارد زیر است:

۱- بررسی صلابت صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه
۲- ضوابط مربوط به نحوه اجرای این صفحات با توجه به ضوابط و آیین نامه‌های موجود

فصل دوم-تعاریف

۲-۱ تعریف دیافراگم

دیافراگم‌ها، کف‌های سازه‌ای هستندکه بارهای ثقلی را تحمل و وظیفه انتقال نیروهای جانبی ناشی از زلزله، باد و . . . از کف‌ها را به سیستم قائم باربرجانبی برعهده دارند. دیافراگم‌ها می‌بایست مقاومت و سختی کافی را در برابر تغییر شکل‌های افقی دارا باشند. برای دیافراگم‌ها اساساً رفتار شکل پذیر در نظر گرفته نمی‌شود. این اعضا عموماً اعضای "نیرو کنترل" هستند.

۲-۲ اجزای دیافراگم

دیافراگم‌ها از اجزای مختلفی تشکیل می‌شوند که هرکدام دارای وظایفی در مسیر انتقال نیرو جانبی از کف به سیستم باربر جانبی می‌باشند که در زیر به آن‌ها اشاره شده است:

- کف (Deck)
- جمع‌کننده (Collector)
- تیر لبه‌ای (یال) (Chord)
- توزیع‌کننده (Distributor)
- برش‌گیر و یا آرماتور اصطکاک (Shear stud or Shear Friction)
- اتصالات (Connection)

توضیحات هر کدام از اجزای دیافراگم به تفضیل در پیوست ب در انتها آمده است.

۲-۳ دسته‌بندی دیافراگم‌ها

باتوجه به میزان صُلبیت دیافراگم در مقایسه با المآن‌های قائم سیستم مقاوم جانبی لرزه‌ای، به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- دیافراگم صُلب
- دیافراگم نیمه‌صُلب
- دیافراگم انعطاف‌پذیر

میزان صُلبیت با مقایسه حداکثر تغییر شکل افقی ایجاد شده دردیافراگم با تغییر مکان نسبی متوسط طبقه تعیین می‌شود. در تحلیل سازه‌های ساختمان اثر صُلبیت دیافراگم‌ها می‌بایست مطابق **ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ بررسی** و در مدل سازی لحاظ شود. روش محاسبه و تعیین صُلبیت دیافراگم به تفضیل در پیوست الف آمده است.

فصل سوم- بررسی عمل‌کرد و نحوه اجرا پانل‌های کامپوزیت پر شده با بتن خودمتراکم

پانل‌های کامپوزیت که استفاده از آن در سقف‌های سازه‌ای مورد نظر است، سقف‌هایی با مصالح نوین هستند که پیش از این به‌عنوان عناصر سازه‌ای به‌کار نرفته‌اند. به همین دلیل این گزارش برای تبیین عمل‌کرد این مصالح در شرایط مختلف تهیه و ارائه شده است.

با توجه به مطالعات و بررسی‌های انجام گرفته تا به امروز و مقایسه آن با سقف‌های رایج موجود در صنعت ساختمان، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که با کمی محافظه‌کاری، پانل‌های پیشنهادی عمل‌کردی مشابه سقف‌های ساخته شده با صفحات چوبی دارد. به همین منظور ضوابط و آیین نامه‌های مربوط به کنترل و نحوه اجرای دیافراگم‌های چوبی در ادامه ارائه شده است تا در آینده با دستیابی به اطلاعات کامل‌تر از رفتار این نوع صفحات ضوابط مربوط به آن به‌صورت دقیق‌تر در طرح‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

در دیافراگم‌ها می‌توان از صفحات پوشش فولادی، چوبی سازه‌ای، بتن مسلح و سقف‌های مختلط بتنی - فولادی استفاده نمود. در صورت استفاده از صفحات پوشش چوبی سازه‌ای یا فولادی لازم است ضوابط مربوط به دیافراگم بست دار مطابق بند ۶-۸-۴-۴ نشریه ۶۱۲ رعایت شود این ضوابط را می‌توان در مورد پانل‌های پیشنهادی نیز مورد نظر قرار داد.

۳-۱ کنترل صُلبیت دیافراگم

صُلبیت دیافراگم باید مطابق بند ۳-۸-۱ ضوابط استاندارد ۲۸۰۰ محاسبه شده و در مدل‌سازی منظور گردد.

در دیافراگم پوشش داده شده با صفحات چوبی سازه‌ای یا فولادی در صورت عدم اجرای بست، دیافراگم نرم محسوب شده و کاربرد آن تنها در ساختمان‌های تا ۷ متر ارتفاع یا دو طبقه مجاز می باشد. برای شرایطی که انسجام دیافراگم توسط بستها تامین شود می‌توان ارتفاع را تا ۵ سقف یا ۱۵ متر افزایش داد.

۳-۲ تعیین مقاومت برشی مجاز یا طراحی

مطابق بند ۶-۳ نشریه ۶۱۲ مقاومت برشی مجاز یا طراحی دیافراگم را می توان بر پایه اصول مکانیک مهندسی با محاسبه مقاومت برشی اتصال دهنده‌ها و نیز پوشش‌ها به دست آورد.

برای دیافراگم‌هایی که با پانل‌های پیشنهادی اجرا شوند، می‌توان مقاومت برشی را با مقاومت برشی اتصال برابر دانست. این مقاومت با نمره، فاصله و مقاومت پیچ‌ها در دسترس خواهد بود.

باتوجه به نحوه ی محاسبه مقاومت برشی برای صفحات چوبی، برای صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه نیز می‌توان مقاومت اسمی را با انجام آزمایش برای حالت‌های مختلف از نظر ضخامت، فاصله پیچ‌ها و بست‌دار بودن محاسبه کرد.

۳-۳ مقاومت طراحی

برای محاسبه مقاومت طراحی با توجه به نیرو کنترل بودن جزء سازه‌ای می‌توان از دو روش زیر استفاده کرد:

- روش مقاومت مجاز (**ASD**) : $\text{مقاومت طراحی} = \frac{\text{مقاومت اسمی}}{\Omega}$

  در این روش مقاومت طراحی از تقسیم مقاومت اسمی بر ضریب (Ω) بدست می‌آید. ضریب (Ω) برای بارهای لرزه‌ای ۲/۵ و برای بار باد یا سایر بارهای جانبی درون صفحه‌ای ۲ می‌باشد

- روش طراحی ضرایب بار و مقاومت(LRFD):

در این روش مقاومت طراحی ازحاصل ضرب مقاومت اسمی در ضریب کاهش مقاومت (Φ) به‌دست می‌آید.

ضریب کاهش مقاومت (Φ) برای بارهای لرزه‌ای ۰/۶ و برای بار باد یا سایر بارهای جانبی درون صفحه‌ای ۰/۶۵ است.

$$\text{مقاومت طراحی} = \text{مقاومت اسمی} \times \Phi$$

۴-۳ طراحی دیافراگم

طراحی دیافراگم باید با توجه به صُلبیت و مشخصات مکانیکی آن بر اساس مراجع معتبر انجام شود. طراحی سقف شامل طراحی همه اجزای سقف (یال‌ها، اتصالات، جمع‌کننده‌ها و . . .) است (به پیوست ب مراجعه کنید).

۵-۳ نیروی طراحی دیافراگم

نیروی تحلیل دیافراگم در هر طبقه (F_{px}) از حاصل‌ضرب برش طبقه (F_i) در وزن طبقه (w_{px}) بر مجموع وزن طبقات از بالاترین طبقه تا آن طبقه، مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$F_{px} = \frac{\sum_{i=x}^{n} F_i}{\sum_{i=x}^{n} w_i} w_{px}$$

۳-۶ نسبت ابعاد دیافراگم

نسبت طول به عرض دیافراگم نباید از ۳ تجاوز کند اما در صورتی که دارای بست باشد این نسبت حداکثر ۴ می‌تواند انتخاب شود. پهنای پانل‌ها سازه‌ای نباید از ۶۰۰ میلی‌متر کم‌تر باشد (مگر در شرایطی که قطعات کوچک در کنج‌ها یا لبه‌ها مورد نیاز باشد).

برای تعیین صلابت دیافراگم می‌توان از یک المان Plane با ضخامت ۲ سانتی‌متر در نرم افزار بهره گرفت. در این شرایط پیچ‌های متصل‌کننده دیافراگم به تیرها باید برای نیروی درون صفحه ناشی از زلزله تشدید یافته طرح شوند.

۳-۷ اتصال صفحات پوشش دیافراگم به اعضاء سقف

صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه توسط پیچ‌های خودکار سرمته‌ای به تیرهای سقف متصل می‌شوند و یکی از مهم‌ترین نکات در طراحی آن‌ها بررسی ظرفیت پیچ‌ها در مقابل نیروهای وارد بر کف دیافراگم می‌باشد همچنین در این گونه از دیافراگم‌ها کنترل و طراحی المآن‌های جمع‌کننده بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

با توجه به نیرو برشی وارد بر صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه نوع پیچ، تعداد پیچ‌ها و فاصله آن‌ها تعیین می‌شود که می‌بایست حداقل‌هایی برای آن در نظر گرفته شود. استفاده از پیچ تا قطر ۶ میلی‌متر برای اتصال پانل‌ها توصیه می‌شود. می‌توان رده پیچ را با توجه به مصالح مصرفی معادل پیچ ۵٫۶ در نظر گرفت. مقاومت پیچ با توجه به روش طراحی، برای عبور سطح برش از ناحیه رزوه شده در نظر گرفته می‌شود.

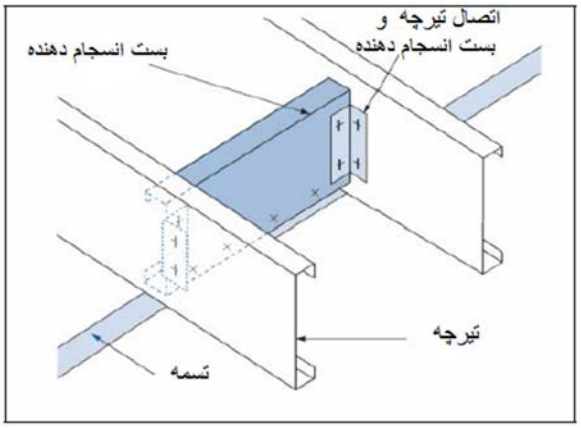
۳-۸ بست‌ها

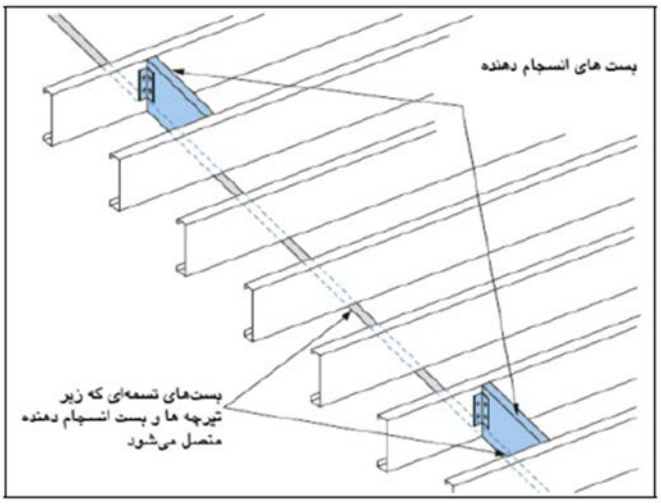
بست‌های تسمه‌ای و انسجام‌دهنده برای جلوگیری از پیچش تیرچه‌ها زیر بار ثقلی و همچنین انتقال برش بین صفحات پوشش و قاب بندی در این نوع دیافراگم‌ها استفاده می‌شود.

بست تسمه‌ای در زیر تیرچه‌ها اجرا می‌شود و می‌بایست به بال تیرچه‌ها با پیچ متصل شود و بست‌های انسجام‌دهنده در بین تیرچه‌ها اجرا می‌شود و با پیچ به جان تیرچه‌ها متصل می‌شود.

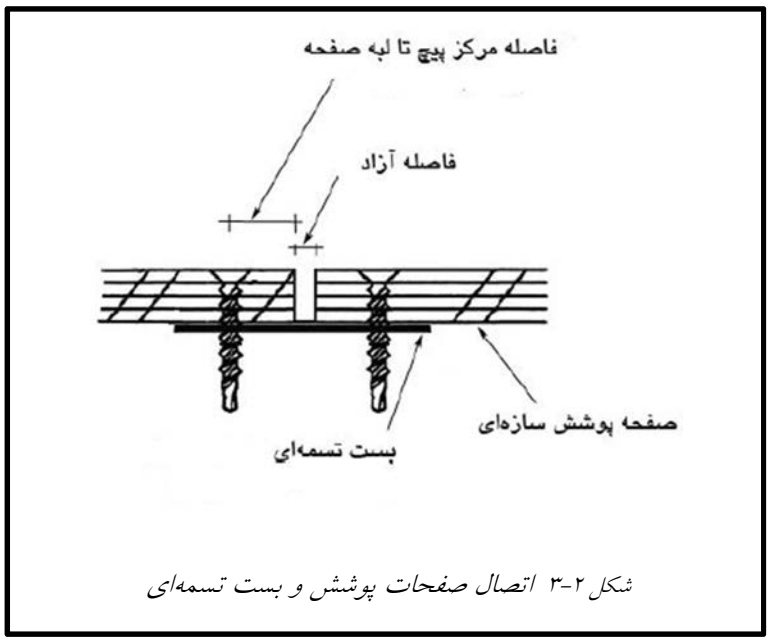
برای عمل‌کرد بهتر صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه می‌بایست ضخامت تسمه، فاصله تسمه‌ها، فاصله بست‌های انسجام‌دهنده و نحوه اتصال آن‌ها به تیرچه‌ها و به یک دیگر تعیین شود.

جزئیات اجرایی و نحوه اتصال تسمه‌ها و بست انسجام‌دهنده به صفحات و تیرچه‌ها در زیر آمده است:

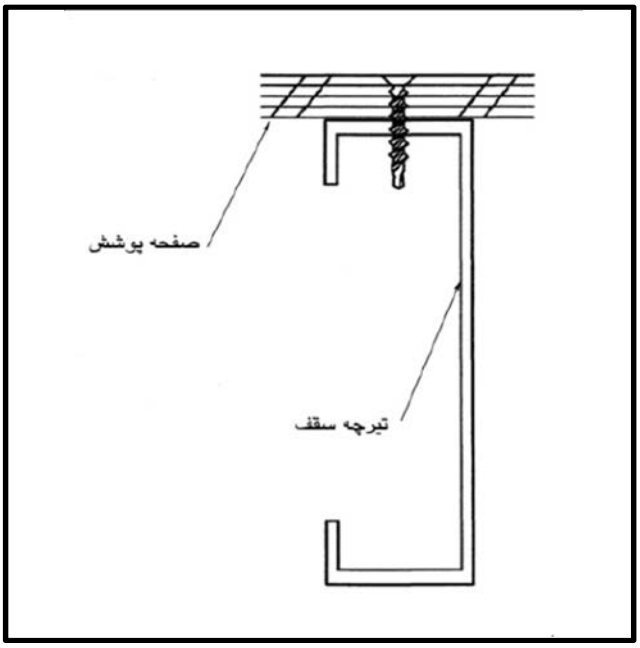




شکل ۱-۳ نحوه اتصال تسمه و بست و تیرچه‌ها



شکل ۲-۳ اتصال صفحات پوشش و بست تسمه‌ای



شکل ۳-۳ اتصال صفحه پوشش و تیرچه‌های سقف

برای شرایطی که از فولاد گرم‌نورد استفاده شده باشد می‌توان از اتصال اریب با تک نبشی بین بال بالای تیر و بال پایین تیر مجاور استفاده نمود.

۳-۹ طراحی یال‌ها

برای طراحی یال‌ها به‌عنوان اعضای کششی یا فشاری نمی‌توان در حالت کلی پانل پیشنهادی و اتصال آن را به‌عنوان مهار برای عضو فشاری در نظر داشت مگر این‌که محاسبات دقیق این مساله را تایید نماید. برای اعضای کششی نیز تیر کششی (و اتصالات آن) برای کل نیروی کششی طرح می‌شوند.

۳-۱۰ طراحی جمع‌کننده‌ها

برای پلآن‌ها و دهانه‌های متعارف برای شرایطی که سیستم باربر جانبی در هر دو جهت سیستم قاب خمشی (تا ۵ طبقه) یا کنسولی باشد انتظار این است که مجموعه پیشنهادی بتواند به‌عنوان جمع‌کننده نیروها را به اعضای باربر جانبی برساند. برای سیستم‌های باربر جانبی متمرکز (دیوار برشی یا مهاربندی) استفاده از مهاربندی افقی اجتناب ناپذیر است. طراحی مهاربندی افقی با صرف نظر کردن از ظرفیت پانل در مجاورت عضو باربر جانبی مورد نظر خواهد بود.

پیوست الف- انعطاف‌پذیری و نیروی طراحی دیافراگم مطابق ضوابط استاندارد ۲۸۰۰

دیافراگم‌ها صفحات افقی یا نسبتاً افقی هستند که بار جانبی کف را به عناصر قائم باربر جانبی منتقل می‌کنند. در دیافراگم‌ها Δ_{story} تغییر مکان نسبی طبقه نسبت به طبقه پایین‌تر از خود بوده که به صورت یک جابه‌جایی صُلب و Δ_{Diaph} حداکثر تغییرشکل درون صفحه ایجاد شده در دیافراگم است.

الف-۱- عوامل موثر بر صُلبیت و انعطاف‌پذیری دیافراگم

۱- فاصله بین قاب‌ها یا همان طول هر پنل دیافراگم که هر چه بیشتر باشد انتظار Δ_{Diaph} بیشتری را داریم
۲- وجود باز شو در دیافراگم که هر چه بزرگ‌تر و به یکدیگر نزدیک‌تر با شد سختی درون صفحه‌ی دیافراگم در آن پنل کاهش یافته می‌توان انتظار بالا رفتن Δ_{Diaph} را داشت.
۳- مقایسه سختی درون صفحه‌ی دیافراگم و سختی قاب‌ها
۴- نوع سقف (کامپوزیت، دال بتنی و مقاومت اجزای به‌کار رفته در آن)

دیافراگم‌ها را می‌توان بر اساس نسبت $\frac{\Delta_{Diaph}}{\Delta_{story}}$ به سه دسته‌ی زیر تقسیم کرد:

۱- **دیافراگم صُلب** ($\frac{\Delta_{Diaph}}{\Delta_{story}} < \frac{1}{2}$): دال‌های بتنی یا ورق‌های فلزی همراه با بتن مسلح رویه که دارای نسبت دهانه به عرض ۳ یا کم‌تر هستند و هیچ نامنظمی در آن‌ها وجود ندارد ممکن است در این دسته قرار گیرند.
۲- **دیافراگم انعطاف پذیر** ($\frac{\Delta_{Diaph}}{\Delta_{story}} > 2$): دیافراگم‌های چوبی یا ورق‌های فلزی که توسط بتن تقویت نشده اند و در سیستم‌های دارای دیوار برشی و یا قاب‌های مهاربندی شده قرار گرفته اند، ممکن است در این دسته قرار گیرند. صفحات کامپوزیت تقویت‌شده با پارچه سه‌بعدی بافته‌شده با نخ شیشه نیز احتمالاً در این دسته قرار می‌گیرد.
۳- **دیافراگم‌های نیمه صُلب** ($\frac{1}{2} < \frac{\Delta_{Diaph}}{\Delta_{story}} < 2$): دیافراگم‌هایی که در دو دسته فوق قرار نمی‌گیرند دیافراگم نیمه صُلب هستند.

پیوست ب- شناخت اجزای دیافراگم

دیافراگم‌ها دارای اجزای مختلفی هستند که هرکدام از این اجزا باید در تعیین مقاومت و رفتار دیافراگم مد نظر قرار گیرند. اجزای پرکاربرد دیافراگم شامل موارد زیر می‌شود:

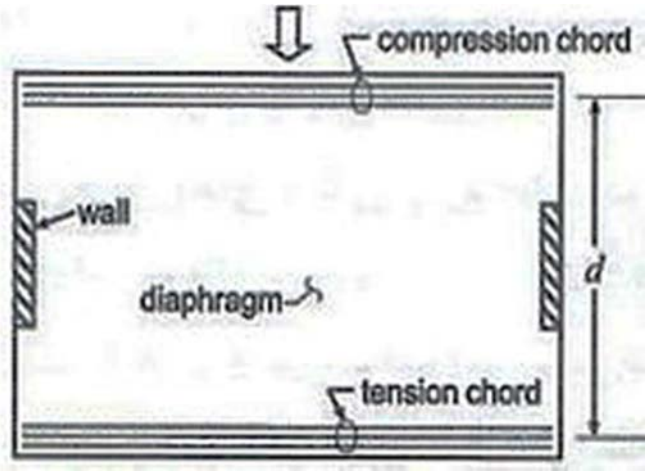
- عرشه (Deck)
- یال‌ها (Chords)
- جمع‌کننده‌ها (Collectors)
- توزیع‌کننده‌ها (Distributer)
- برشگیر و یا آرماتور اصطکاک (Shear Stud or Shear Friction)
- اتصالات (Connection)

ب-۱- عرشه

عرشه عبارت است از بدنه اصلی دیافراگم که معمولاً از دال بتنی یا دال مختلط و یا سقف‌های انعطاف‌پذیر تشکیل شده است.

ب-۲- یال‌ها

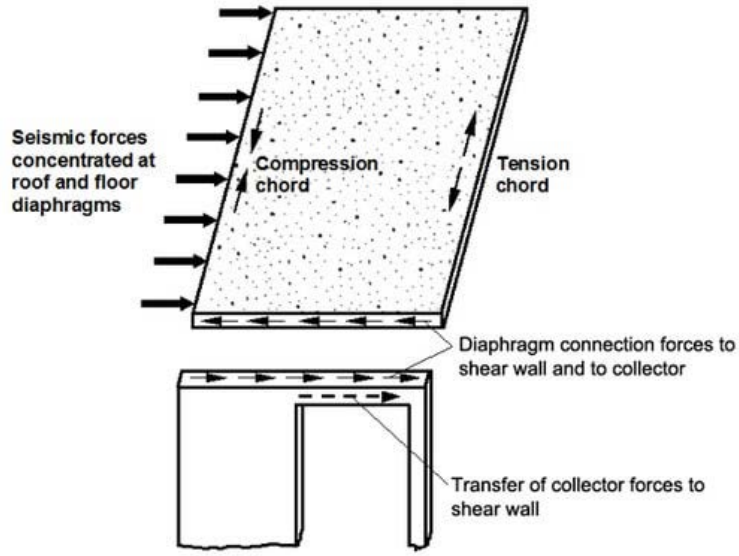
یال‌ها اجزایی هستند که برای مقاومت در برابر نیروهای کششی یا فشاری ناشی از لنگرهای داخل صفحه دیافراگم به کار می‌روند. درشکل زیر مدل ساده‌ای از عمل‌کرد داخل صفحه‌ای دیافراگم را در برابر بار جانبی وارده نشان می‌دهد.



شکل ب- ۱ عمل‌کرد داخل صفحه‌ای دیافراگم

ب-۳- جمع‌کننده‌ها

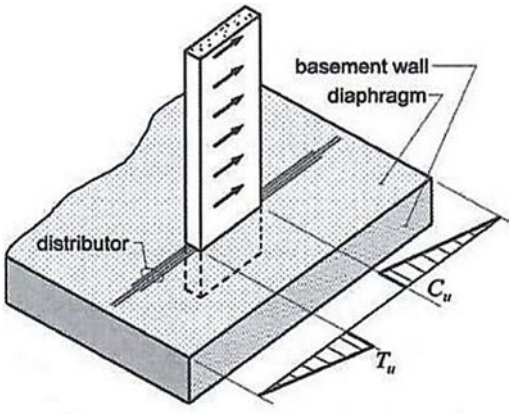
جمع‌کننده‌ها اجزایی هستند که در برابر نیروهای افقی دیافراگم مقاومت کرده و وظیفه انتقال این نیروها به اعضای باربر قائم جانبی را بر عهده دارند. جمع‌کننده‌ها برای نیروهای برشی داخل صفحه دیافراگم و محوری طرح می‌شوند. جمع‌کننده‌ها می‌توانند به صورت تیر و یا ناحیه‌ای از دال با آرماتور باشند .



شکل ب- ۲ عمل‌کرد جمع‌کننده‌ها ۱

ب-۴- توزیع‌کننده‌ها

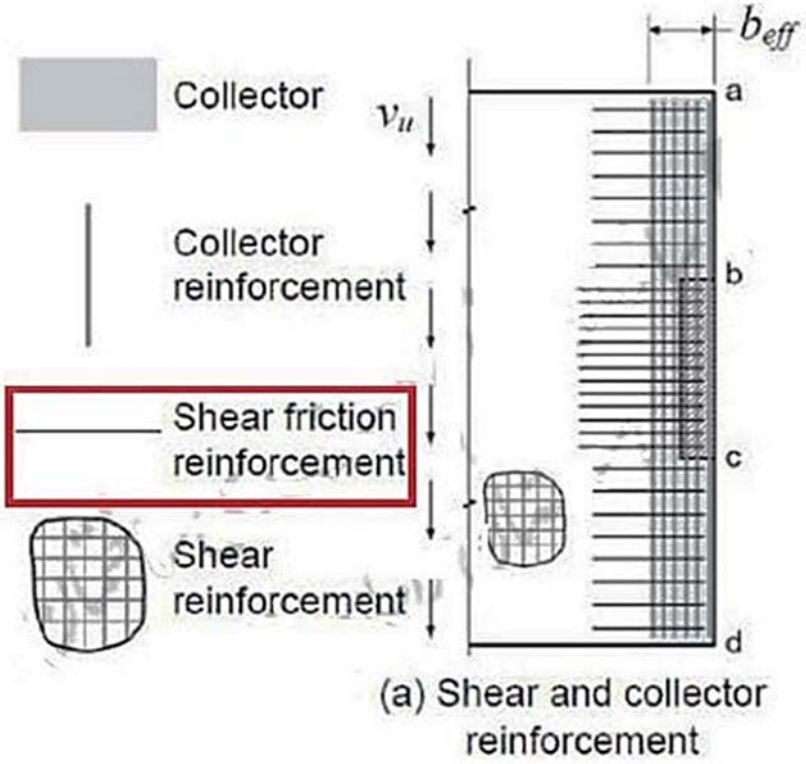
توزیع‌کننده، نیرو را از المان قائم می‌گیرد و در دیافراگم توزیع می‌کند. به عبارت دیگر عمل‌کردی دقیقاً برعکس جمع‌کننده دارد. زمانی که شاهد نامنظمی خارج از صفحه در سیستم باربر جانبی باشیم این عضو کاربرد دارد.



شکل ب- ۳ عمل‌کرد توزیع‌کننده‌ها

ب-۵- برش‌گیر و یا آرماتور اصطکاک

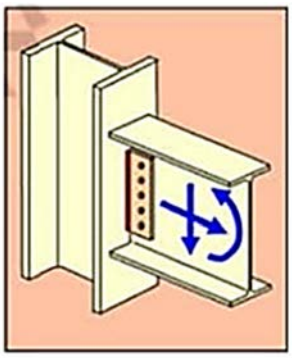
برش‌گیر و یا آرماتور اصطکاک همان طور که نام‌شان پیداشت در برابر نیروهای برشی موجود در دیافراگم مقاومت می کنند.

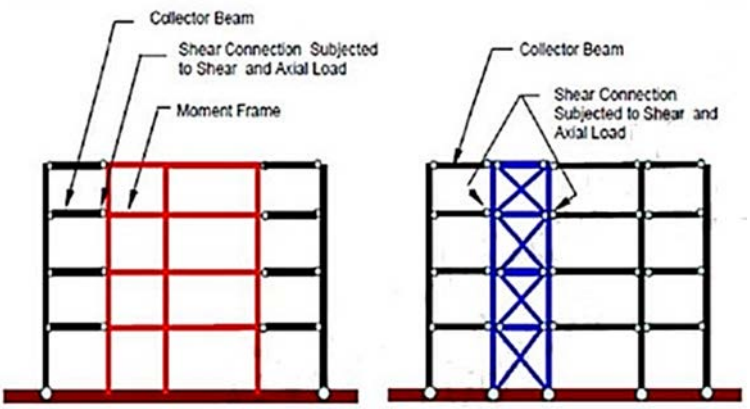


شکل ب- ٤ عمل‌کرد برشگیرها

ب-۶- اتصالات

در جمع‌کننده‌ها نیروی محوری ایجاد می‌شود. نیروی عضوهای جمع‌کننده از طریق اتصال آن‌ها به ستون به یکدیگر منتقل می‌شوند. بنابراین باید در طراحی اتصالات آن‌ها نیروی محوری لحاظ گردد. نیروهای محوری می‌بایست در طراحی اتصالات یال‌ها نیز در نظر گرفته شود. بنابراین اتصالات، نقش مهمی را در انتقال نیروهای دیافراگم ایفا می کنند.





شکل ب- ۵ عمل‌کرد اتصالات

دفتر فنی سازه[۱]

شرکت نوآوران صنعت سیَلک

□

[۱]- زیر نظر جناب دکتر مسعود شفیعی