دانشجویان و اساتید توجه داشته باشید جزوه موجود به صورت اختصاصی توسط وب سایت جزوه باما تهیه شده است و تمامی حقوق مادی و معنوی آن برای این وب سایت محفوظ می باشد.

Jozvebama.ir

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

معرفی روشهای بهسازی سیستم سازه ای

دکتر مهدی مهدوی عادلی

معرفی روشهای بهسازی سیستم (افزایش سختی سیستم)

بخش اول: تعاریف ، انواع و عوامل موثر برسختی

بخش دوم: معرفی روش های بهسازی و مقاوم سازی سیستم

بخش سوم: تاثیر کاهش مقاومت و سختی بر نامنظمی ساختمان

بخش اول :

تعریف ، انواع و عوامل موثر بر سختی

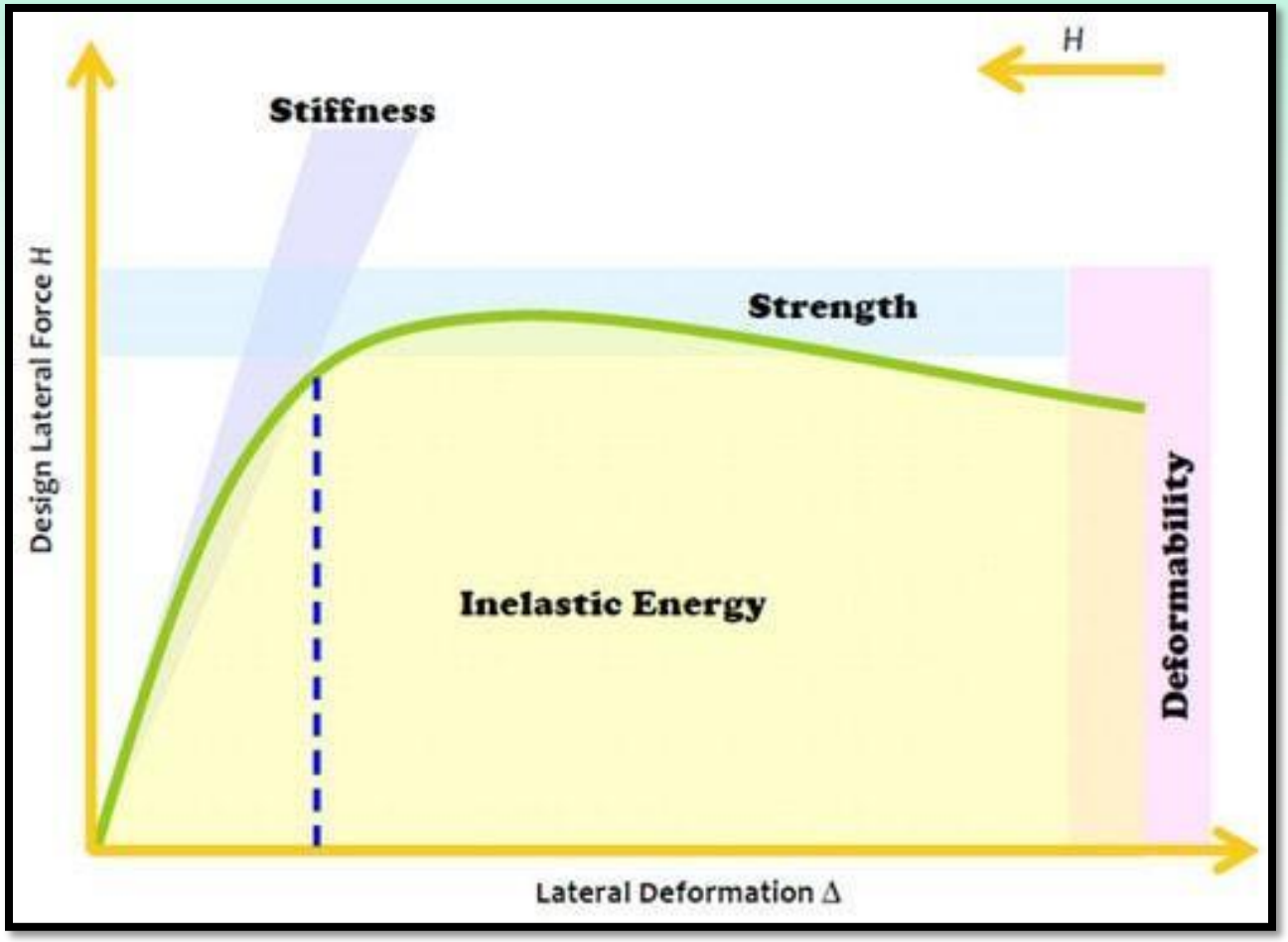
سختی (Stiffness) چیست؟

- سختی (**stiffness**) ، سفتی، صلبیت، شقی یا صلابت که بعضاً به اشتباه استحکام نیز نامیده می شود، به معنای میزان مقاومت یک جسم در برابر تغییرشکل است.

- به بیان دیگر سختی عبارت است از :

- معکوس میزان تغییر شکل یک جسم هنگامی‌که یک واحد نیرو (نیروی وارده می‌تواند فشاری، کششی، خمشی، برشی یا پیچشی باشد) به آن اعمال گردد.

- پس دیمانسیون سختی برابر واحد نیرو (نیوتون در واحد SI) تقسیم بر واحد طول (متر در واحد SI) است. برای یک نیروی مشخص، هر چقدر تغییر شکل سازه کمتر باشد، سختی آن سازه بیشتر خواهد بود.
- همان طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، در مهندسی زلزله، سختی ذاتاً در محدوده رفتاری الاستیک و خطی بررسی می‌شود.



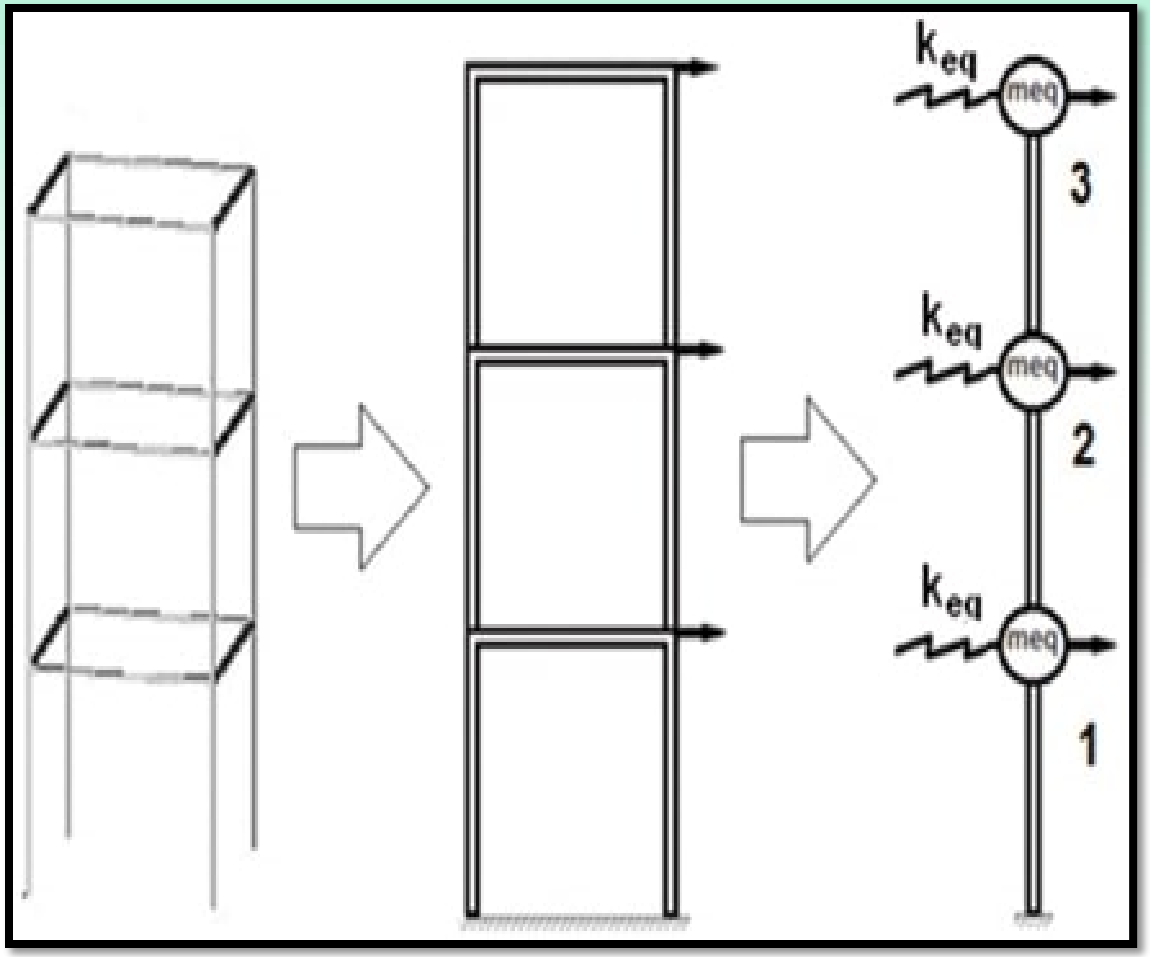
- همین مثال را در رابطه با سازه و سختی یک طبقه از آن می شود گفت، یک طبقه از سازه‌ای را فرض کنید، هرچقدر تیرها و ستون های آن طبقه بزرگ تر و قوی تر باشند در اصطلاح، در مجموع سختی آن طبقه در مقابل تغییر مکان (دریفت) بیشتر هست.

- تعریف دیگر سختی، عبارت است از میزان انرژی ذخیره شده در یک جسم بر اثر نیروی وارده بر آن؛ ایستادگی در برابر تغییر مکان را سختی می‌نامند.

- بر اساس مقدار سختی و جرم سازه می‌توان مقدار پریود نوسانی سازه را از فرمول زیر به دست آورد . لذا با ثابت بودن جرم سازه، سختی و پریود ارتعاش با یکدیگر رابطه عکس خواهند داشت.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K}}$$

- مفهوم سختی در مقاومت مصالح و تحلیل سازه ها، همانند **ثابت فنر در فیزیک** است. این مفهوم، به صورت نیروی مورد نیاز برای تغییر شکل عضو های سازه در واحد طول تعریف می‌شود.



- همان طور که در شکل نشان داده شده است هر سازه را می‌توان به عنوان مجموعه ای از فنرها در نظر گرفت.

- به همین دلیل، نیروها و تغییر شکل های موجود در آن، به وسیله رابطه زیر (مشابه معادله فنر) به دست می آیند :

$$F = k\delta_{max}$$

k : سختی

F : نیروی اعمال شده

δ_{max} : تغییر شکل ماکسیمم در عضو مورد نظر

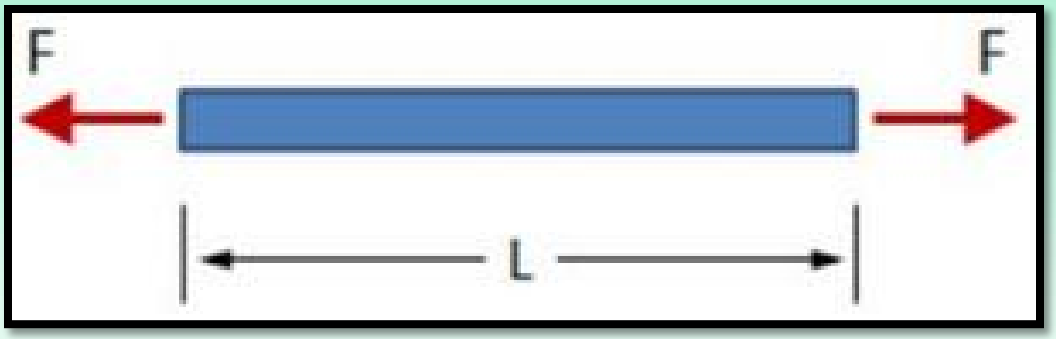
بررسی تفاوت سختی (Stiffness) و مقاومت (Hardness)

- **Hardness** به معنای **سختی شیمیایی** یک ماده است که ناشی از ترکیب‌بندی و فرمول شیمیایی ماده بوده و از خواص و ذات یک ماده می باشد؛ اما **Stiffness** به معنای **سختی فیزیکی** است و در مورد یک ماده به کار نمی رود و مربوط به یک جسم یا المان یا ماژول است؛ و با شکل سطح مقطع و طول جسم و دیگر پارامترهای فیزیکی و همچنین مدول الاستیسیته در ارتباط است.

انواع سختی ها بر اساس شکل بارگذاری

- یک جسم در فضای سه بعدی دارای ۳۶ سختی است :
  - یک سختی برای تغییر شکل طولی در هر شش وجه (درمجموع شش سختی طولی یا محوری)
  - دو سختی برشی در دو راستا در هر شش وجه (درمجموع دوازده سختی برشی)
  - یک سختی پیچشی در هر وجه (درمجموع شش سختی پیچشی)
  - دو سختی خمشی در هر وجه (درمجموع دوازده سختی)

۱–سختی محوری (Axial stiffness):



- سختی محوری میله‌ای به طول **L** و سطح مقطع **A** و مدول یانگ **E** برابر است با:

تغییر مکان :

$$\delta = \frac{FL}{AE}$$

سختی محوری :

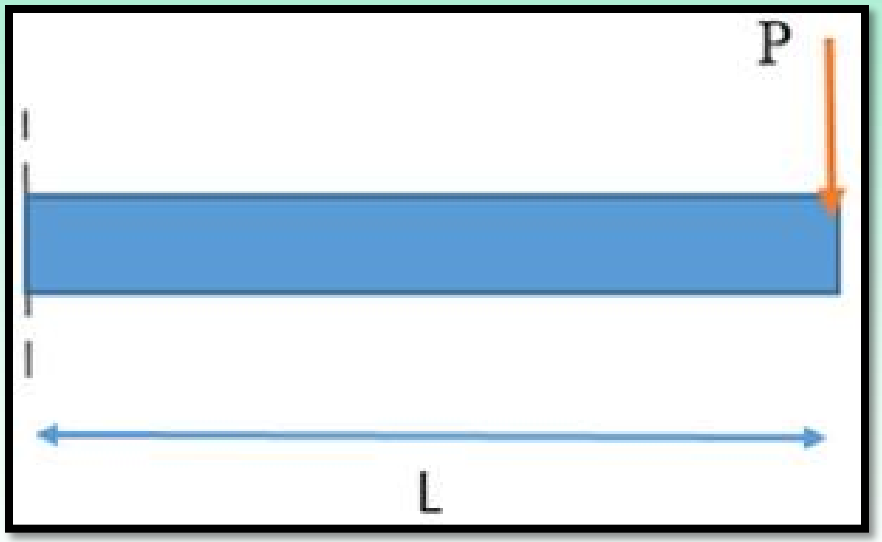
$$k = \frac{AE}{L}$$

A= area سطح مقطع

I= Moment of inertia ممان اینرسی

E= Young's modulus مدول الاستیسیته

۲–سختی خمشی (Bending stiffness):



- این سختی تنها تغییر مکان‌های ناشی از خمش را در نظر می گیرد.

سختی خمشی :

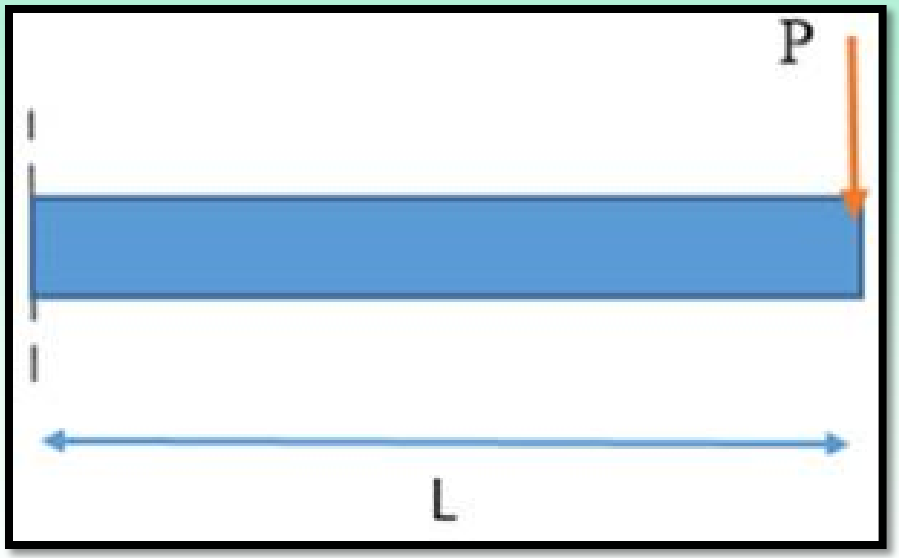
$$K = \frac{3EI}{L^3}$$

L: طول میله

I: ممان اینرسی

E: مدول الاستیسیته

۳–سختی برشی (Shear stiffness):



- این سختی شامل تغییرمکان های ناشی از برش می‌باشد. این سختی برای سازه های با تغییر شکل برشی قابل ملاحظه مانند دیوار برشی درنظر گرفته می‌شود.

سختی خمشی :

$$K = \frac{GA}{L}$$

A: سطح مقطع

L: طول میله

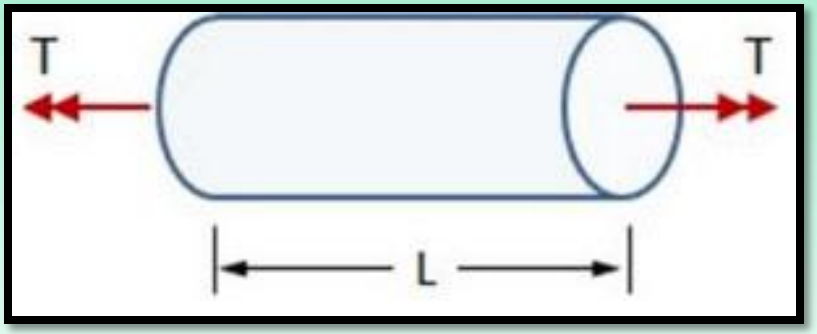
G: مدول برشی

E: مدول الاستیسیته

n: ضریب پواسون

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

۴–سختی پیچشی (Torsional stiffness):



- این سختی برای المان هایی که احتمال پیچش دارند محاسبه می شود. میزان مقاومت یک جسم در برابر پیچش محوری، سختی پیچشی نام دارد.

معادله فنر برای بار پیچشی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$T = k\emptyset$$

تغییر شکل ماکسیمم (رادیان):

$$\emptyset = \frac{TL}{GJ}$$

سختی پیچشی:

$$K = \frac{GJ}{L}$$

L: طول میله

G : مدول برشی

J : ممان اینرسی پیچشی

- کمانش پیچشی یکی از ناپایداری های عمده اعضای سازه ای جدار نازک تحت خمش است.

عوامل مؤثر در سختی سازه

۱) مشخصات مصالح

- از جمله خواصی از مصالح که می‌تواند در سختی اثر گذار باشد، می‌توان به مدول ارتجاعی یانگ E و مدول برشی G اشاره نمود. در واقع E یکی از عواملی است که باعث تغییر سختی می‌شود.

- همان طور که در انواع سختی در موارد قبلی به آن اشاره شد، این خصوصیات در مقدار سختی مؤثر می باشد به طوری که با افزایش مدول ارتجاعی و مدول برشی سختی محوری، خمشی، برشی و پیچشی افزایش می یابد.

مثال مقایسه ای

- برای درک بهتر موضوع از یک مثال مقایسه‌ای استفاده می‌کنیم، فرض می‌کنیم یک قطعه اسفنج و چوب به ابعاد مساوی داریم که آن‌ها را تحت نیروی محوری یکسانی قرار دادیم، چیزی که از این آزمایش می‌توانیم مشاهده کنیم:

- اسفنج تحت نیروی کمتری نسبت به چوب تغییر شکل از خود نشان میدهد. در حقیقت قطعه چوب به خاطر داشتن سختی بالایی که نسبت به اسفنج دارد، برای تغییر شکل دادن نیاز به نیروی بیشتری دارد پس سختی قطعه چوب در برابر اینکه تغییر شکل بدهد خیلی زیاد می‌باشد.

مثال مقایسه ای

- اسفنج نیز به دلیل عدم داشتن سختی کافی تحت نیروی کمتری نسبت به قطعه چوب دچار تغییر شکل می شود. این اختلاف در سختی ناشی از متفاوت بودن مشخصات مصالح در این دو قطعه هست که مدول یانگ در قطعه چوب بیشتر از قطعه اسفنج می‌باشد.

مقدار مدول یانگ (E) برای مواد مختلف متفاوت می‌باشد که در اینجا به تعدادی از آن‌ها اشاره کردیم:

E (فولاد: steel) = ۳۰ x ۱۰۶ psi

E (آلومینیوم: Al) = ۱۰ x ۱۰۶ psi

E (بتن: concrete) = ۳.۴ x ۱۰۳ psi

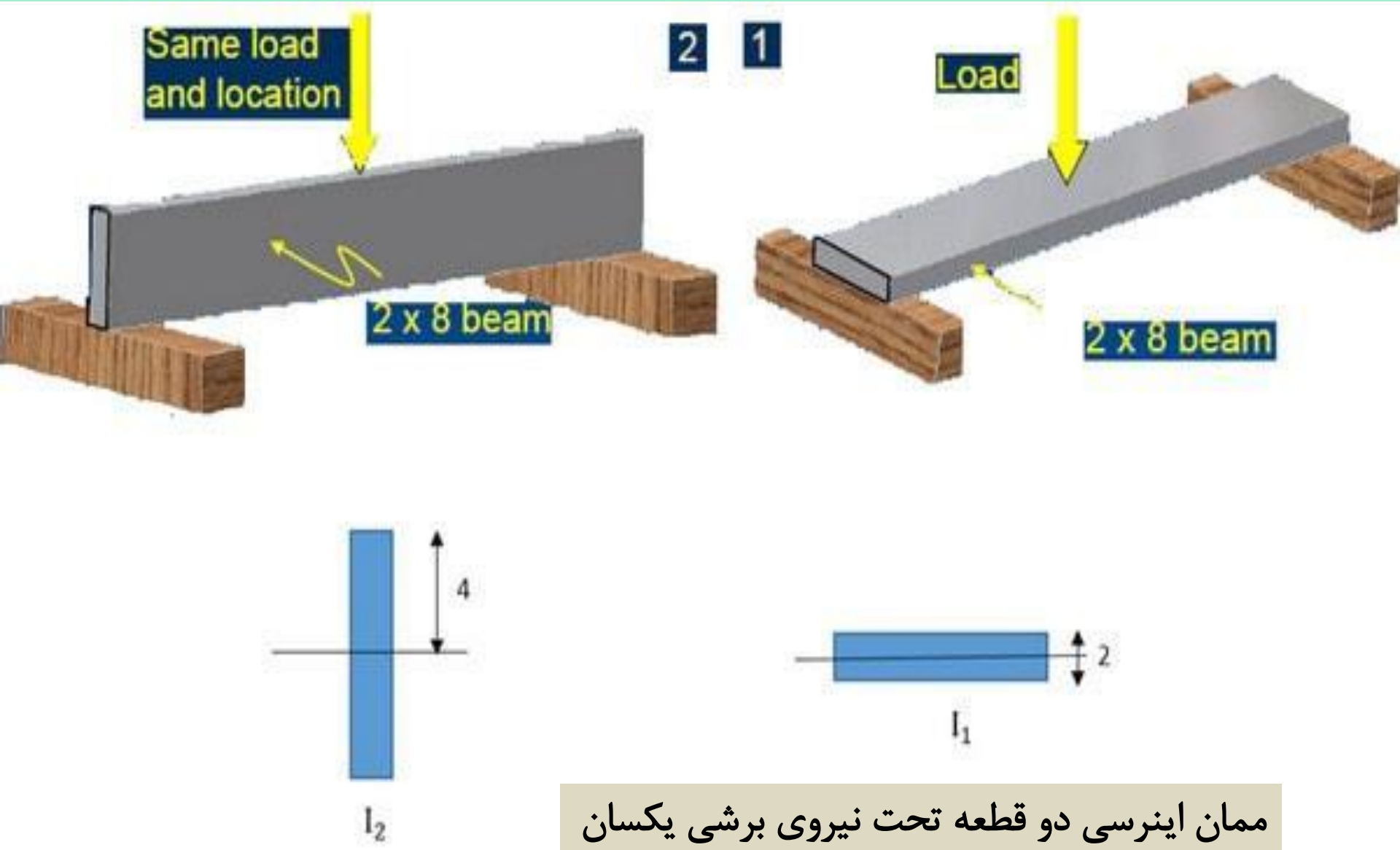
E (لاستیک: rubber) = ۱۰۰ psi

۲) مشخصات مقاطع

- از جمله مشخصات هندسی مقاطع که باعث تغییر سختی می‌شوند، می توان به موارد زیر اشاره نمود :
  - ✓ سطح مقطع A
  - ✓ ممان اینرسی خمشی I
  - ✓ ممان اینرسی پیچشی J

- ❖ سطح مقطع و ممان اینرسی دو عامل بزرگ در تعیین سختی محوری، خمشی و برشی می‌باشند.

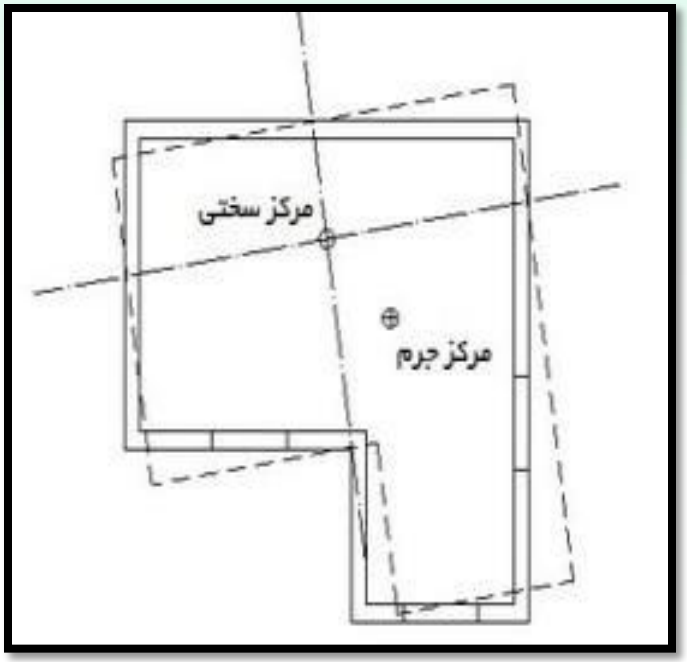
- برای مثال دو قطعه زیر تحت نیروی مشابه ای قرار دارند ولی ممان اینرسی مقطع دو بیشتر از یک هست لذا سختی شکل ۲ بیشتر از شکل ۱ است.



ممان اینرسی دو قطعه تحت نیروی برشی یکسان

۳) مشخصات اعضا

- سختی جانبی به نوع اعضای سازه ای که برای مقابله با نیروهای جانبی زلزله به کار رفته اند، بستگی دارد. دیوار های سازه ای (مانند دیوار حائل) نسبت به ستون‌ها دارای سختی بیشتری هستند.



- مشخصات هندسی اجزاء سازه‌ای، مانند جهت قرارگیری مقطع در پلان، ارتفاع و نسبت ابعاد، اثر قابل توجهی بر سختی دارند، که در شکل روبرو مشاهده می‌شود به دلیل شکل هندسی نامناسب پلان ساختمان باعث ایجاد فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی شده که همین عامل ایجاد پیچش در ساختمان می‌گردد.

۴) خصوصیات اتصال

- رفتار اتصال نیز یکی از پارامترهای مهم در تغییرشکل‌های جانبی سیستم است.

- به‌عنوان مثال در یک ساختمان چند طبقه فولادی حدود ۲۰٪ تا ۳۰٪ کل جابجایی طبقه مربوط به تغییرشکل‌های ناحیه پانلی (چشمه اتصال) اتصالات تیر و ستون می‌باشد.

روش محاسبه سختی سازه

- روش محاسبه سختی سازه نیز بدین صورت است که اگر برای تحلیل سازه، تغییر مکان های سازگار شامل انتقال ها و دوران ها به عنوان مجهول انتخاب شوند و سپس شرایط تعادل نیروها در گره های سازه اعمال گردد; معادلاتی بدست خواهند آمد که مجهولات آنها تغییر مکان ها و ضرایب آن ها ضرایب سختی ساختمان می باشد.
- ضریب سختی (Modulus of stiffness) عبارت است از نیروی متناظر با درجه آزادی به ازای تغییر مکان واحد در درجه آزادی، وقتی که تغییر مکان در سایر درجات آزادی برابر صفر باشد. همچنین اغلب برنامه های موجود تحلیل سازه ها بر پایه روش سختی قرار دارد که اهمیت درک تفاوت سختی و مقاومت را دو چندان می کند.

اهمیت سختی در تغییر شکل سازه ها

- به طور کلی شکل و نوع ارتعاش یک سازه، بستگی به چگونگی پخش جرم و سختی سازه و شرایط تکیه گاهی دارد. یک سازه به هر دلیلی که مرتعش می‌شود، تغییر شکل آن یکی از حالات زیر یا ترکیبی از آن ها خواهد بود.

- ✓ **تغییر شکل محوری:** ارتعاش یک بلوک صلب روی خاک
- ✓ **تغییر شکل خمشی:** ارتعاش سازه‌های بلند مانند ارتعاش یک دودکش بلند.
- ✓ **تغییر شکل برشی:** ارتعاش افقی یک ساختمان چند طبقه که به وسیله تیرهای صلب کف در ترازهای مختلف به یکدیگر اتصال دارند.
- ✓ **تغییر شکل پیچشی:** پیچش یک ساختمان با سختی های متفاوت

سختی طبقه

- برابر با جمع سختی جانبی اعضاء قائم باربر جانبی در یک طبقه است.

- برای محاسبه این نوع سختی می توان تغییر مکان جانبی واحدی را در سقف طبقه مورد نظر وارد کرد، در حالتی که کلیه طبقات زیرین بدون حرکت باقی بمانند.

سختی کل قاب

- برابر جمع سختی جانبی اعضاء قائم باربر جانبی در تراز مورد نظر است.

- برای محاسبه این نوع سختی می توان تغییر مکان جانبی واحدی را در سقف طبقه مورد نظر وارد کرد، در حالتی که درکلیه طبقات هیچ قیدی در برابر حرکت وجود نداشته باشد.

روش های افزایش سختی ساختمان‌ها

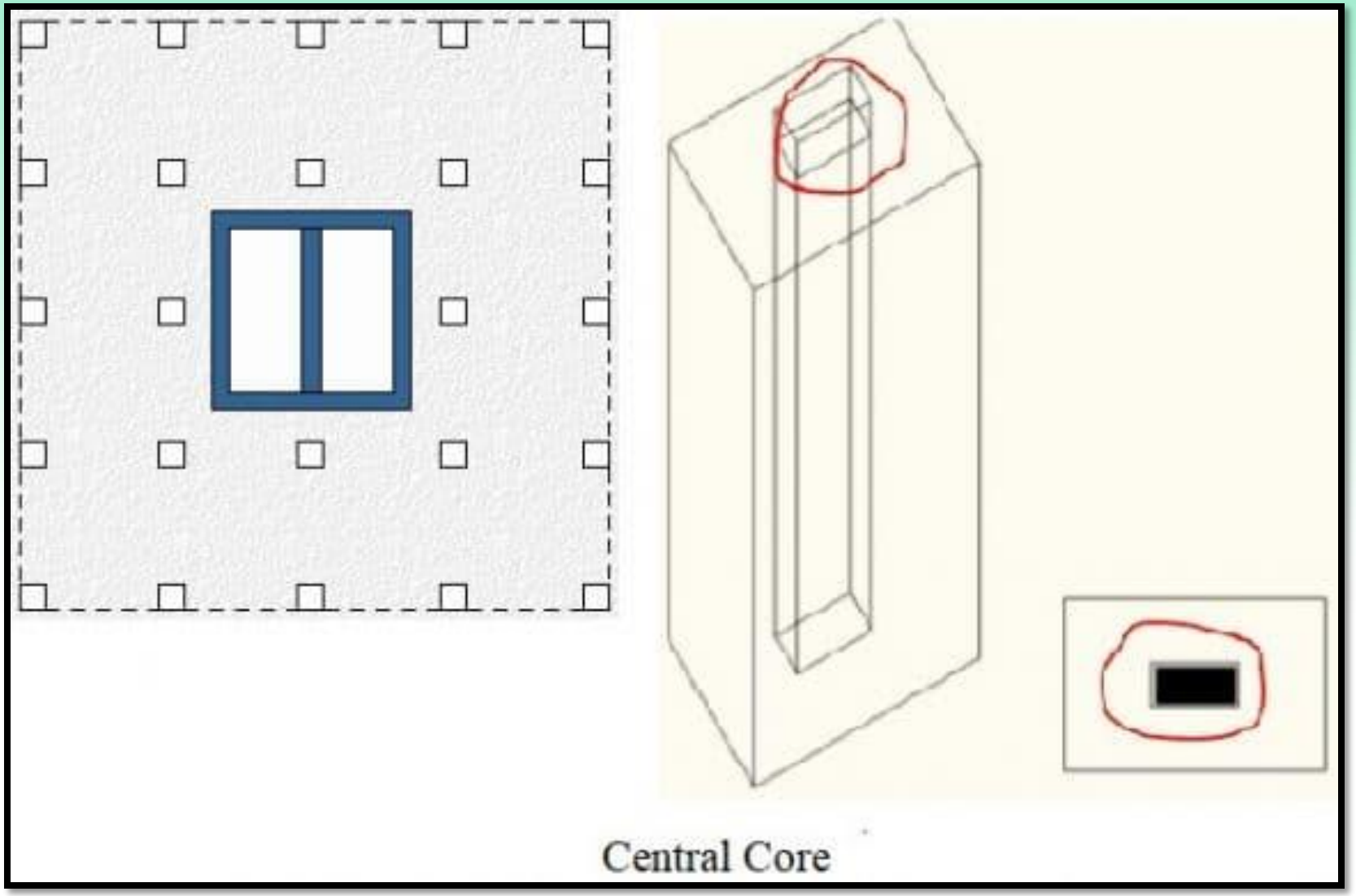
- در بعضی ساختمان‌ها به دلیل کمبود سختی در برابر نیروهای وارده دچار آسیب می‌شوند که با روش‌های زیر می‌توان سختی سازه را افزایش داد.

۱.استفاده از هسته‌ی مرکزی (central core):

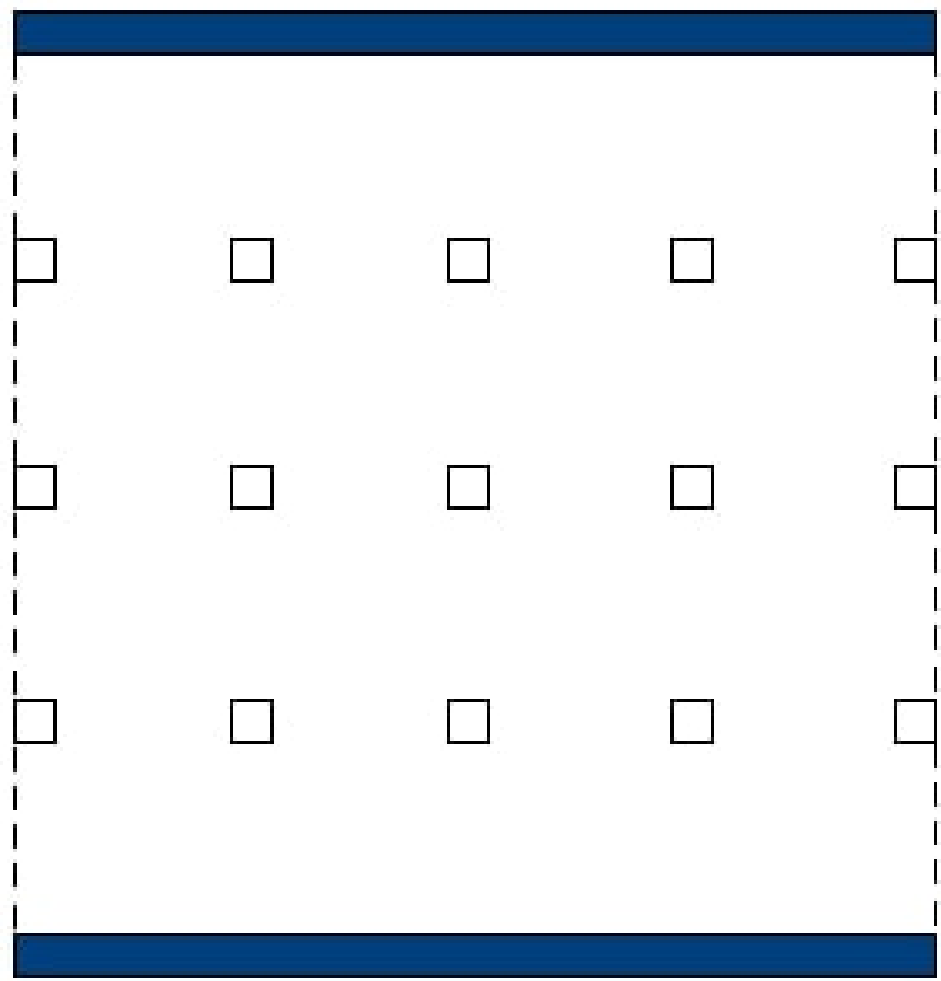
- در ساختمان های بلند (اگر ارتفاع سازه باعث شود که نیروهای جانبی ناشی از باد و زلزله، بر طراحی آن تأثیر قابل توجهی بگذارد سازه را بلند می نامیم.)

- با ایجاد یک هسته ی مرکزی می توان سختی یک ساختمان را به اندازه‌ی قابل توجهی افزایش داد. در بخش هسته ی مرکزی می توان از آسانسور و یا دستگاه پله استفاده نمود.

- در تصویر زیر می توانید هسته ی مرکزی یک ساختمان با ستون ۵ در ۵ را مشاهده نمایید.

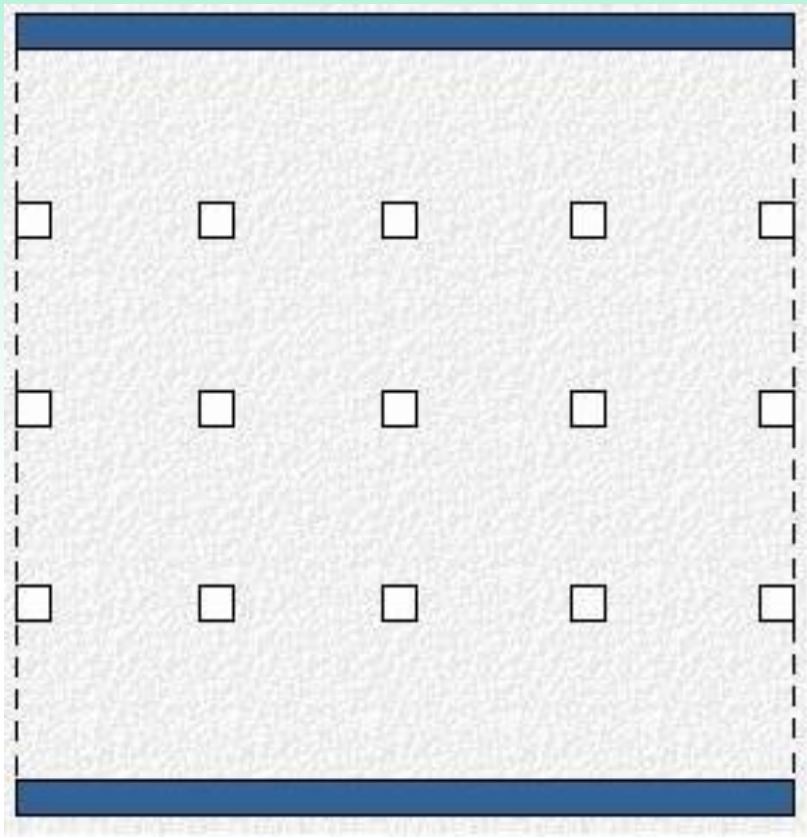


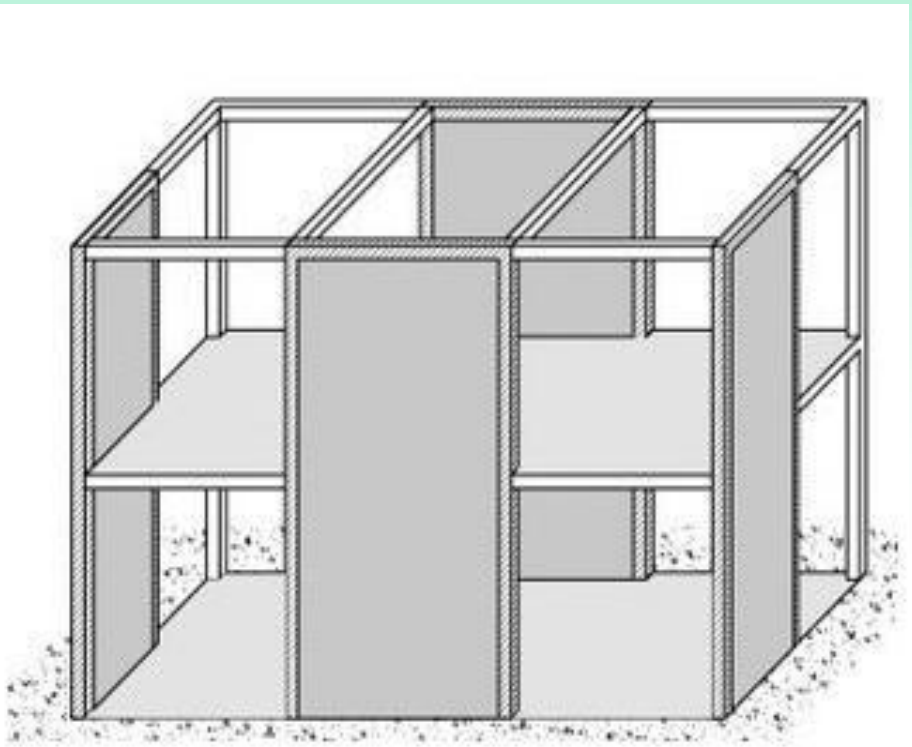
۲.دیوارهای برشی (Shear walls):



- وجود دیوارهای برشی در سیستم باربر جانبی، سختی سازه را به صورت چشم‌گیری بالا می‌برد.
- دیوارهای برشی معمولاً در دو انتهای مخالف یک ساختمان ساخته می‌شوند تا سختی ساختمان را در یک جهت خاص افزایش دهند.

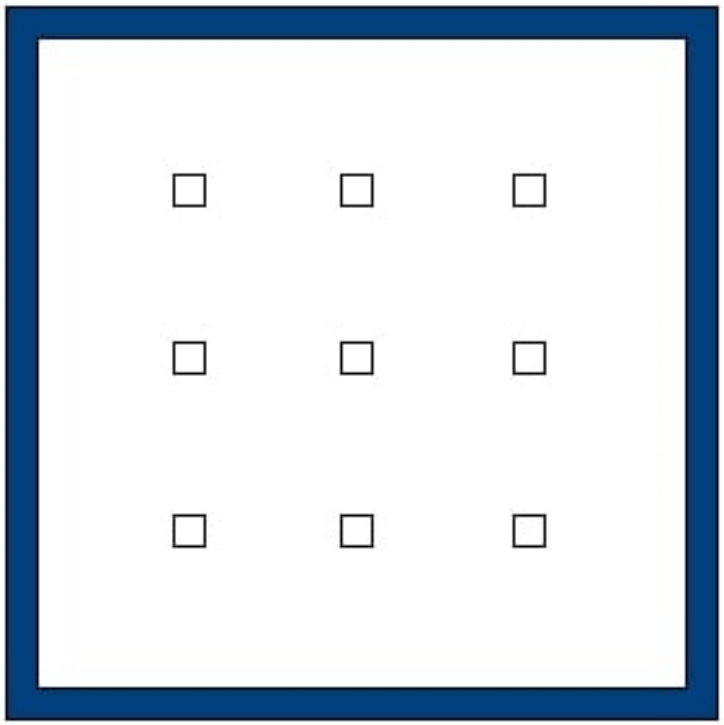
- بخش‌های داخلی ساختمان در این حالت خالی از دیوار برشی است. دیوارهای برشی در مورد سختی پیچشی فقط می‌توانند حداقل هایی را تأمین نمایند.



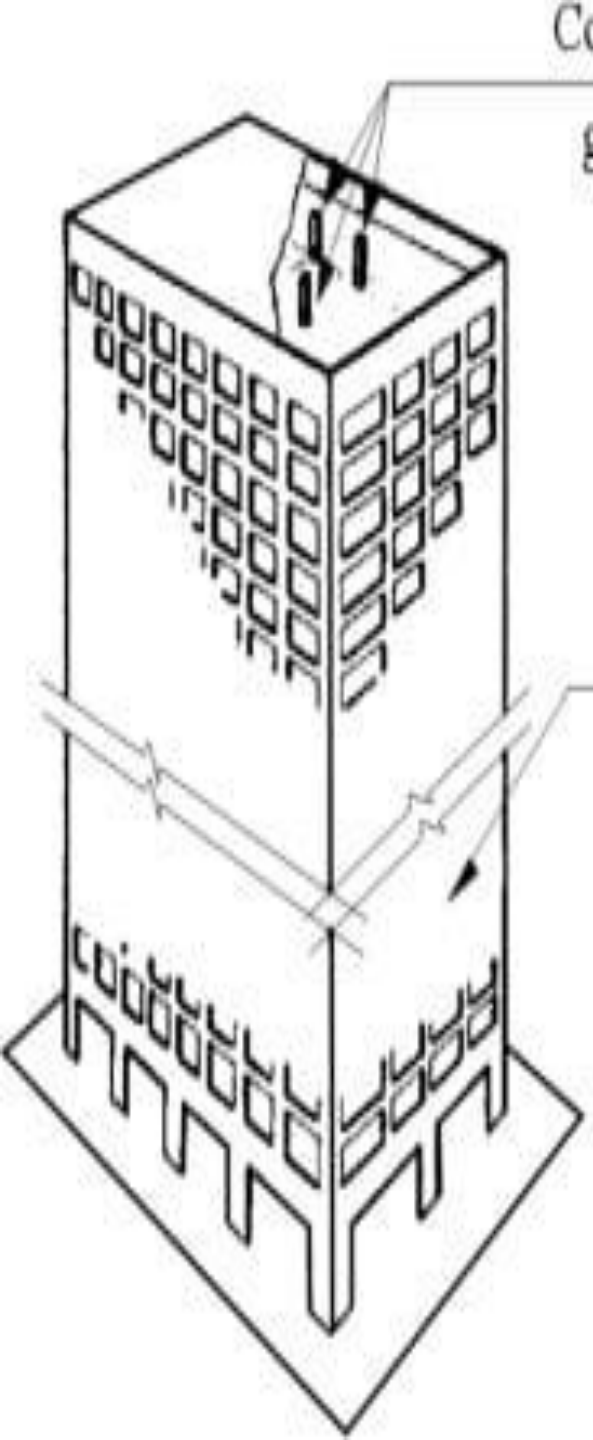


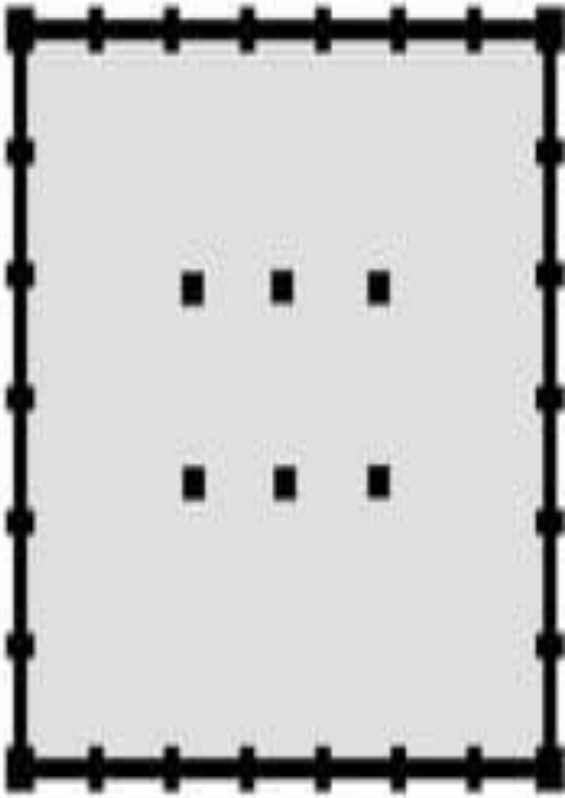
۳.سیستم لوله ای (Tube system):

- یک سیستم لوله ای لزوماً شامل دو سری از دیوارهای برشی می‌باشد. سیستم لوله‌ای به ساختمان اجازه می‌دهد تا سازه در کلیه ی جهات سخت شود. هم‌چنین سازه در چنین حالتی از مقاومت پیچشی بالایی برخوردار می‌شود.

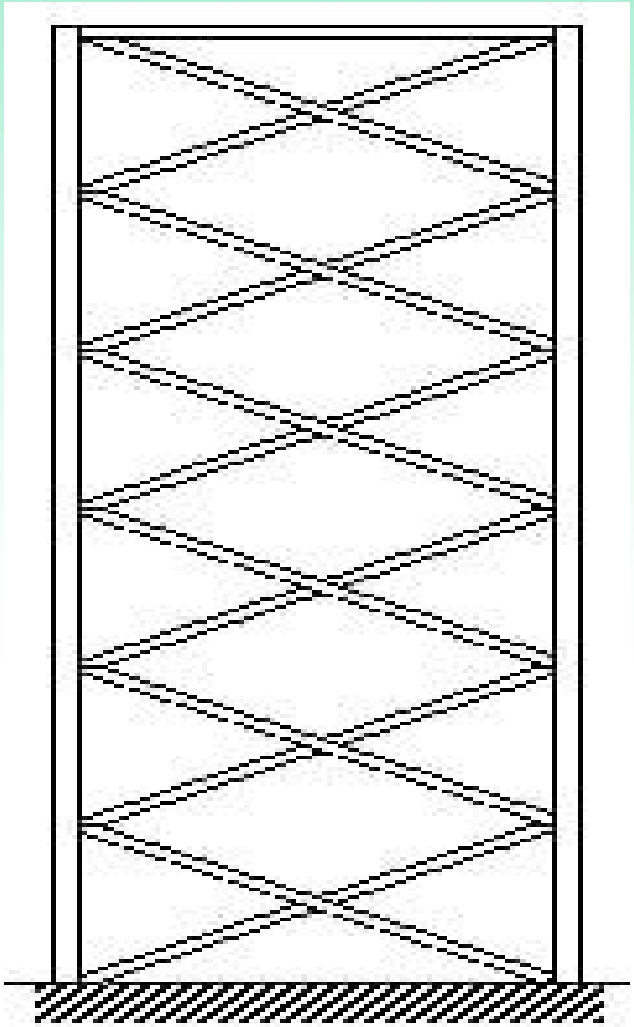


- در این حالت نیز بخش های داخلی ساختمان، خالی از دیوار برشی است. در سیستم لوله‌ای می‌بایست برای ایجاد پنجره، بازشوهایی را در دیوار تعبیه نمود. این بازشو ها می‌بایست به حداقل میزان ممکن برسد.

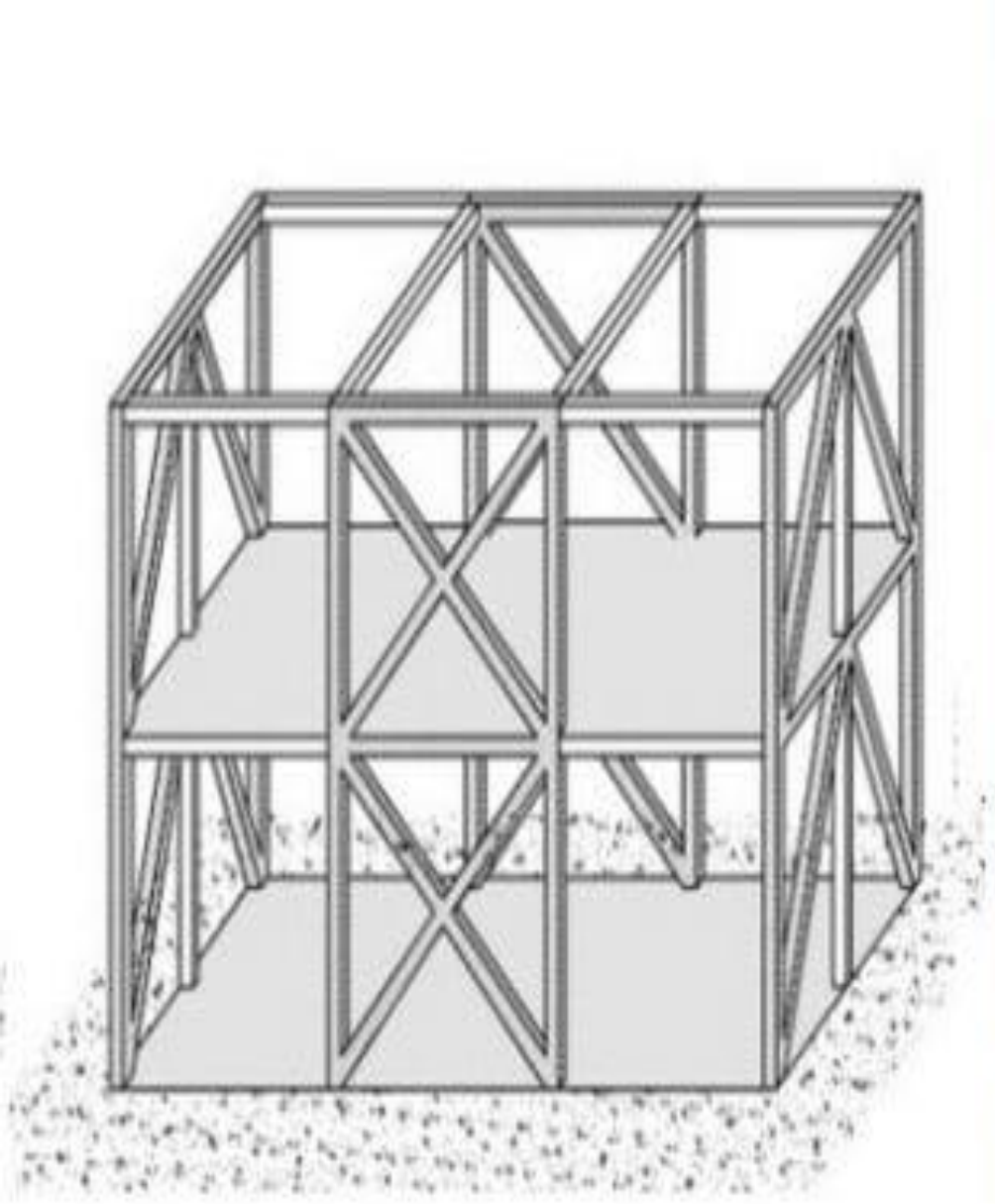

Columns to carry
gravity loads
Framed-tube to carry gravity
and entire lateral loading



۴.قاب مهاربندی شده (Braced Frame):



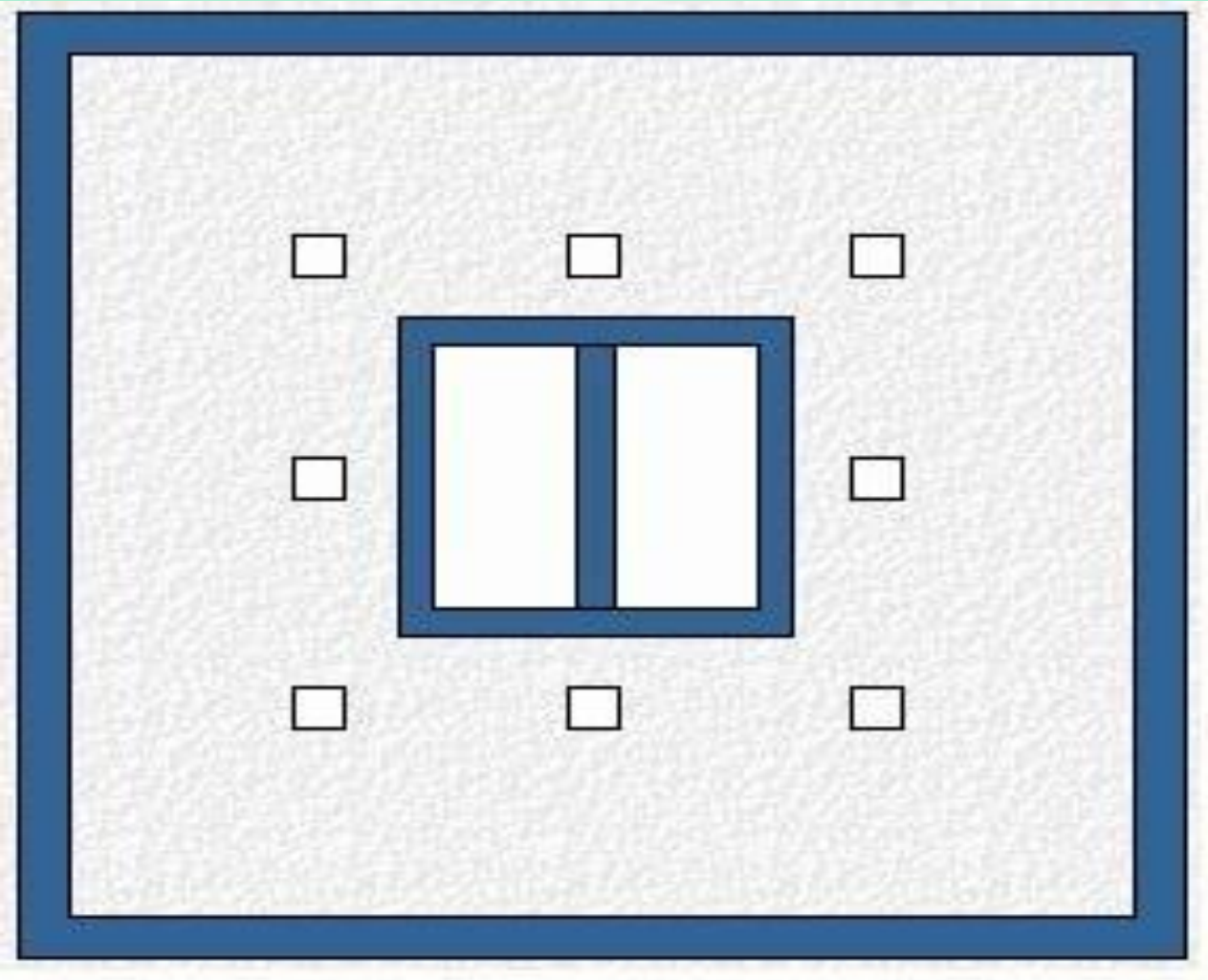
- قاب مهاربندی شده شامل یک سازه‌ی ساده می شود که دارای مهاربندی است تا به میزان چشمگیری سختی سازه‌ای آن را نسبت به قاب خمشی افزایش و تغییر مکان سازه را کاهش دهد.
- از لحاظ معماری نیز استفاده از این نوع بادبندها محدودیت‌هایی برای اجرای درب و پنجره ایجاد می‌نماید.



۵.سیستم لوله ای دوبل (Double Tube System):

- سیستم لوله ای دوبل در واقع ترکیبی از روش هسته ی مرکزی و سیستم لوله ای می باشد که در تصویر زیر نشان داده شده است. چنین ترکیبی از دو سیستم ذکرشده موجب می شود تا سختی ساختمان به اندازه چشمگیری افزایش یابد.
- ساختمان در چنین حالتی از مقاومت پیچشی بالایی برخوردار است.
- در چنین سیستم ترکیبی، بازشوهای مربوط به پنجره ها به خاطر سیستم لوله ای باید به حداقل برسد و همچنین سیستم هسته ی مرکزی نیز فضای ارزشمند زیادی را از ما می گیرد.

سیستم لوله ای دوبل برای ساختمان های بسیار بلند مورد استفاده قرار می گیرد.

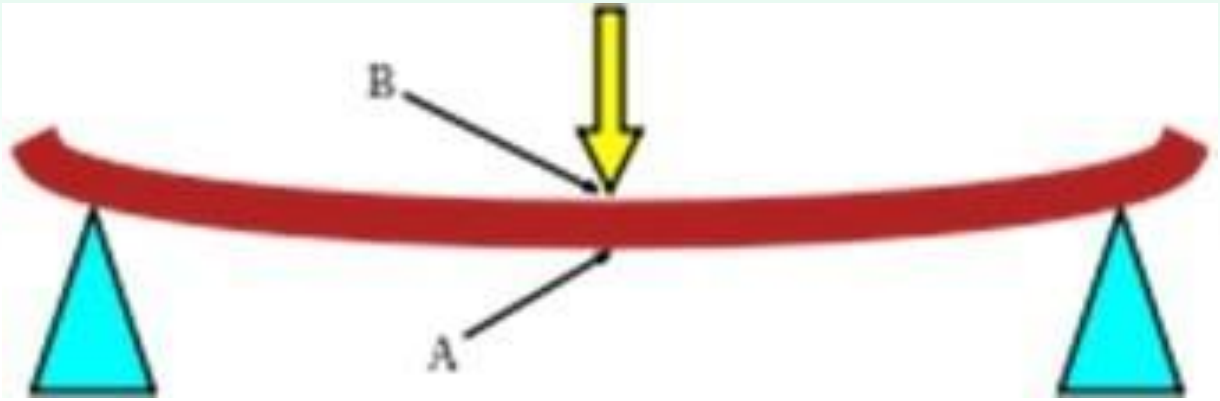


بخش دوم :

تعریف مقاومت و روش های مقاوم سازی ساختمان

مقاومت (Strength) چیست؟

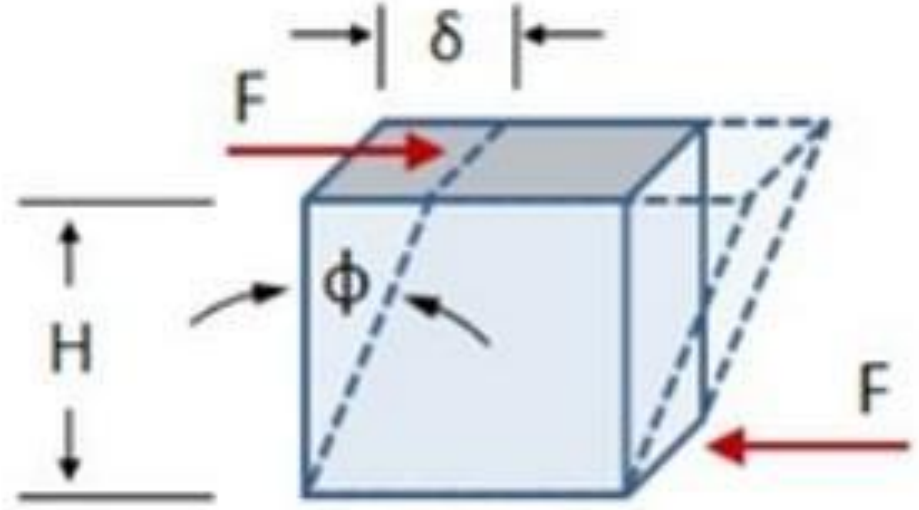
- مقاومت یعنی سازه چه مقدار نیرو را می‌تواند بدون فرو پاشی سازه تحمل نماید.
- مطابق تعریف، مقاومت (نهایی) یک عضو، ماکزیمم نیرویی است که عضو مورد نظر (پیش از خرابی) قادر به تحمل آن می‌باشد.

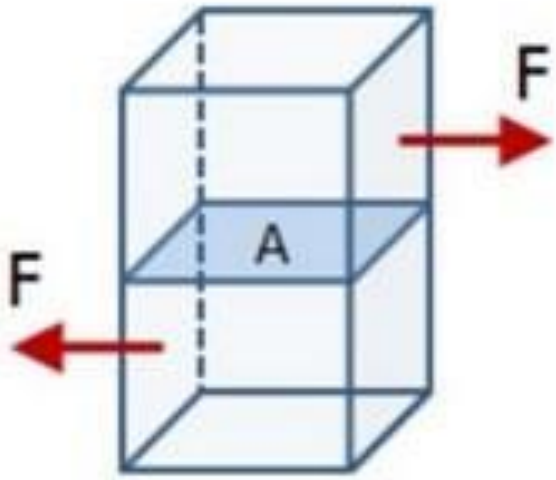


در ادامه انواع مقاومت اجسام و سازه ها بررسی می شود :

مقاومت برشی (Shear strength):

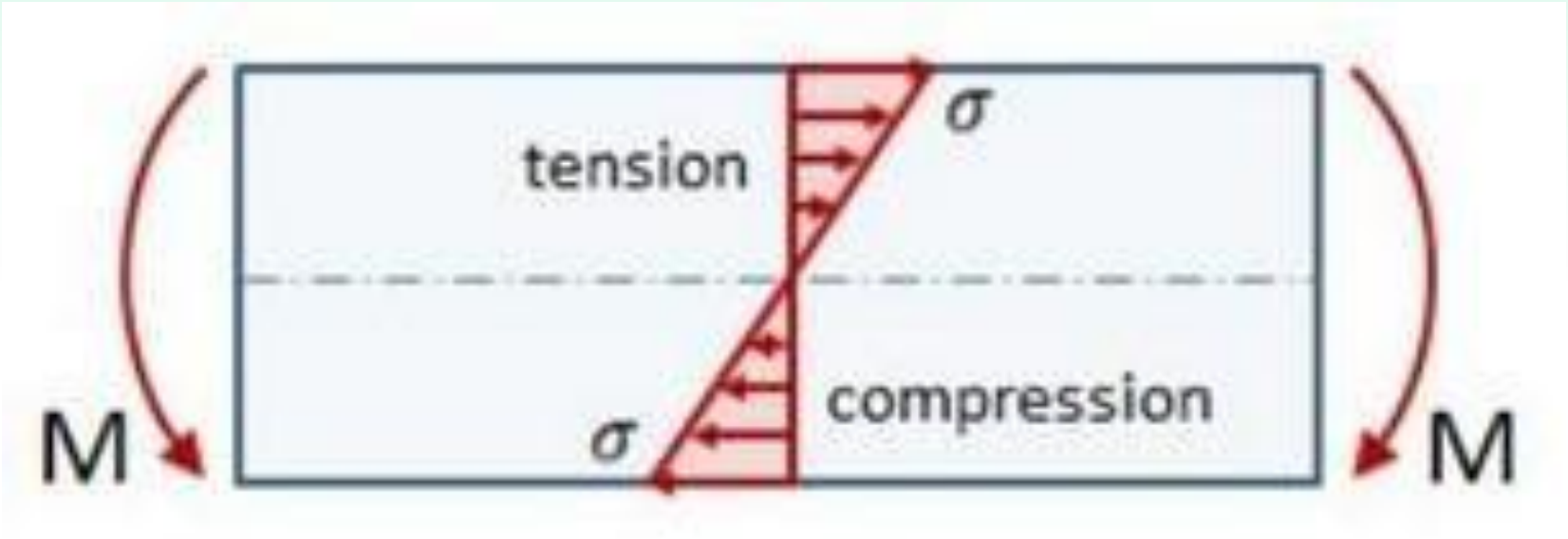
- در مهندسی مقاومت برشی ، اصطلاحی است که برای تعریف مقاومت یک جسم یا عضوی از سازه در برابر تسلیم یا شکست سازه‌ای هنگام اعمال نیروی برشی به کار می‌رود. نیروی برشی، نیرویی است که تمایل به ایجاد برش در سطح مقطع جسم دارد. این برش، موازی با جهت نیرویی است که اعمال می‌شود.





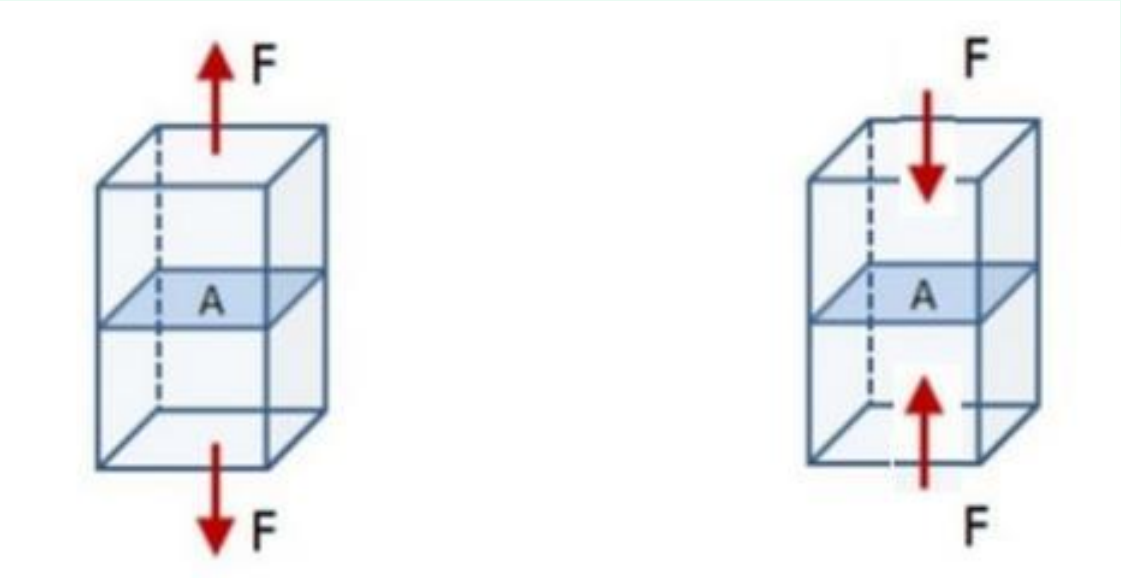
مقاومت خمشی (Bending strength):

- حداکثر تنش فشاری یا کششی (هر کدام که باعث شکست می‌شود) است که ماده قبل از شکست تحت خمش می‌تواند تحمل کند.



مقاومت محوری (Axial strength):

- هنگامی‌که نمونه‌ای تحت نیروی اعمال شده، افزایش طول پیدا کند، مقاومت در برابر نیروی مورد نظر، از نوع مقاومت کششی (**Tensile strength**) است؛ اما اگر تحت نیروی فشاری، کاهش طول داشته باشد، به مقاومت در برابر این حالت را مقاومت فشاری (**Compressive strength**) گفته می‌شود.



روش‌های مقاوم سازی ساختمان

- گاهی ساختمان های ساخته شده به دلیل ضعف در برخی از المان‌های سازه‌ای، ممکن است نیاز به مقاوم‌سازی آن‌ها باشد. برای مقاوم‌سازی ساختمان‌ها روش های زیادی وجود دارد که برخی از روشهای رایج در مقاوم‌سازی سازه‌ها در ادامه شرح داده می شوند.

- قابل ذکر است برای مقاوم سازی سازه ها روش های بسیار متنوعی وجود دارد که روش های مقاوم سازی که در ادامه به آن اشاره می کنیم، متداول ترین روش‌های مقاوم‌سازی محسوب می‌شوند.

۱.مقاوم‌سازی ساختمان‌ها با FRP

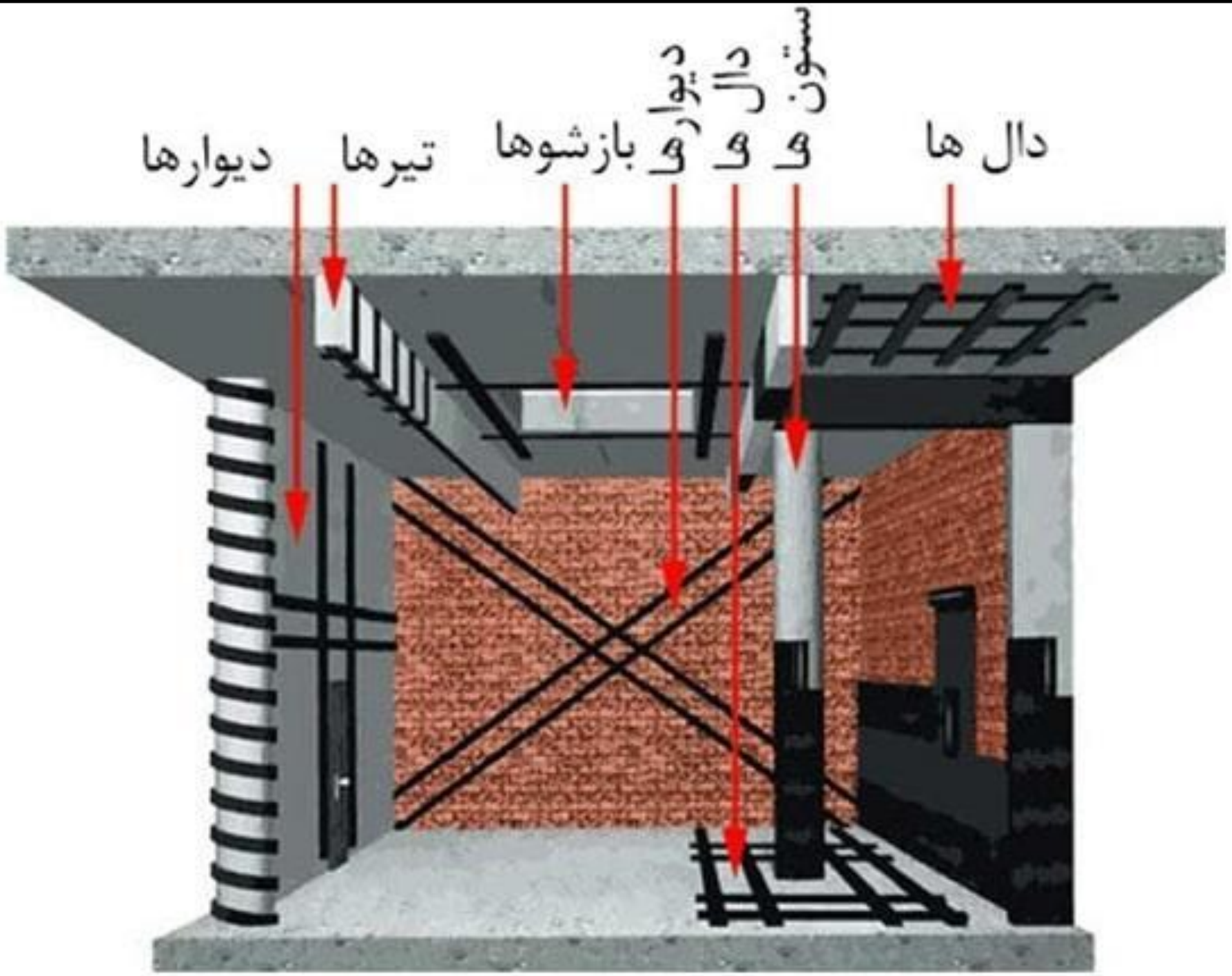
- FRP(polymer Fiber reinforced) به معنای ترکیب یا کامپوزیت الیاف و پلیمر است که به منظور استفاده هم زمان از مزایای الیاف و پلیمر، تولید می‌شود.

- استفاده از FRP به دلیل وزن کم، سرعت اجرای بالا، مقاومت بالا و عدم ایجاد محدودیت معماری به خصوص در طراحی ساختمان‌های بتنی بسیار مورد توجه می‌باشد.

نمونه الیاف FRP

انواع مقاوم سازی با FRP

- مقاوم‌سازی با FRP در قسمت‌های متنوعی از سازه انجام می‌شود؛ که ازجمله می‌توان به موارد‌زیر اشاره کرد :
  - ✓ مقاوم‌سازی ستون‌ها با FRP
  - ✓ مقاوم‌سازی تیر با FRP
  - ✓ مقاوم‌سازی دال با FRP
  - ✓ مقاوم‌سازی دیوار با FRP


دیوارها
تیرها
بازشوها
دیوارها
دال ها
ستون ها
دال ها

دورپیچی اعضای فشاری با الیاف FRP باعث افزایش مقاومت فشاری آنها می گردد . این امر همچنین باعث افزایش شکل پذیری اعضا تحت ترکیب نیروهای محوری و خمشی می شود.

مقاوم سازی ستون با الیاف
FRP

استفاده از رزین اپوکسی

- در فرایند مقاوم‌سازی از رزین (رزین اپوکسی) برای ایجاد لایه یکپارچه، همچنین چسبیدن سیستم FRP به سطح بتن زیرین و ایجاد پوشش به منظور محافظت مصالح استفاده می‌شود.

۲.مقاوم‌سازی ساختمان‌ها با دیوار برشی و بادبند فولادی

- استفاده از دیوار برشی بتنی و یا بادبند در ساختمان‌ها یکی دیگر از روش‌های مقاوم‌سازی ساختمان‌ها هست.

- اضافه نمودن مهاربند فولادی برای مقاوم سازی سازه، افزایش سختی، کاهش نیاز به شکل‌پذیری و افزایش مقاومت برشی سیستم را به همراه خواهد داشت..

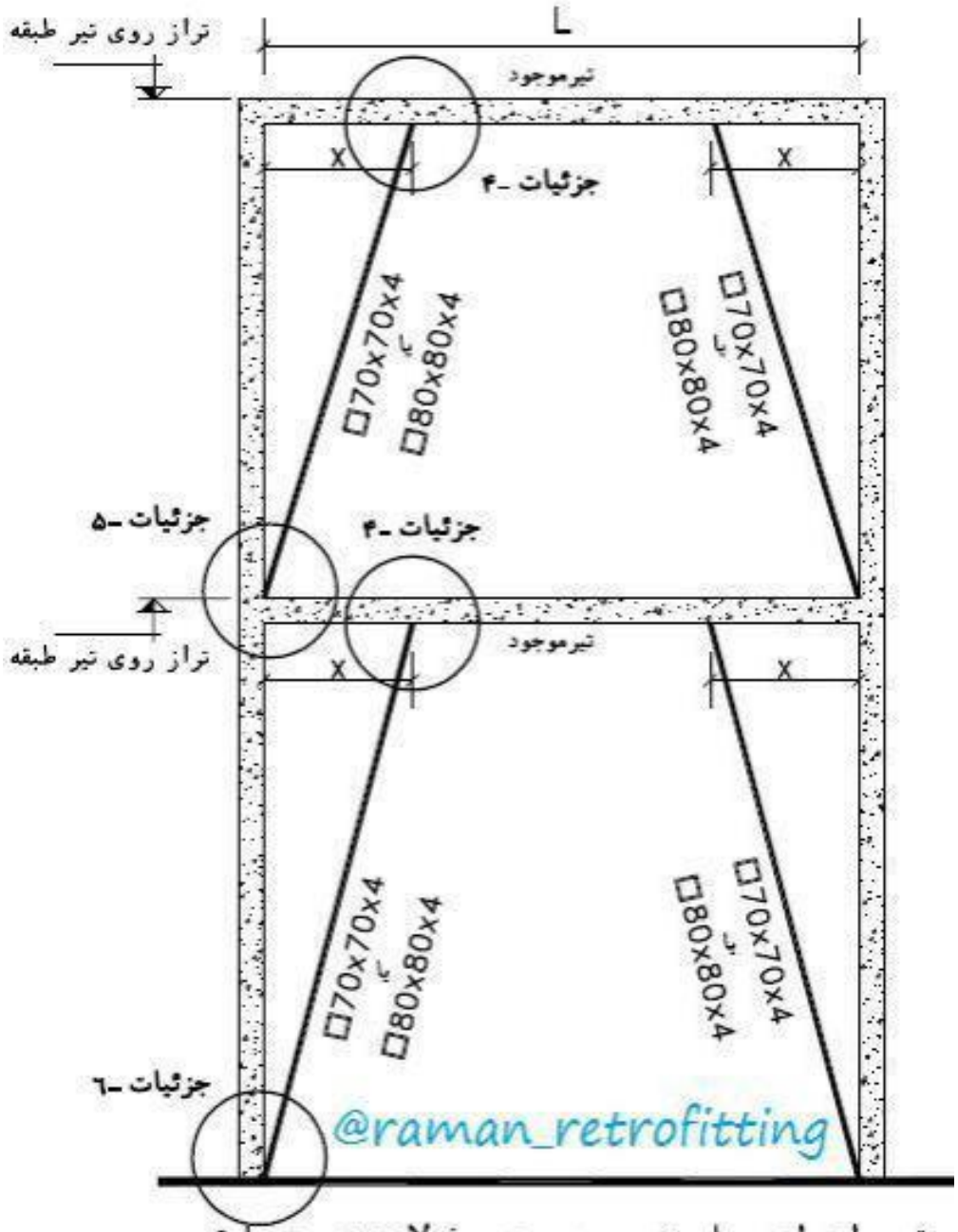
افزودن مهار بند فولادی هم
محور برای مقاوم سازی

افزودن مهار بند فولادی هم محور
برای مقاوم سازی سازه بتنی

افزودن مهار بند فولادی هشتی برای
مقاوم سازی سازه های بتنی

مهاربند واگرا برای مقاوم سازی
سازه بتنی اجرا شده

مقاوم سازی سازه های موجود با افزودن مهاربندهای فولادی واگرا (EBF)



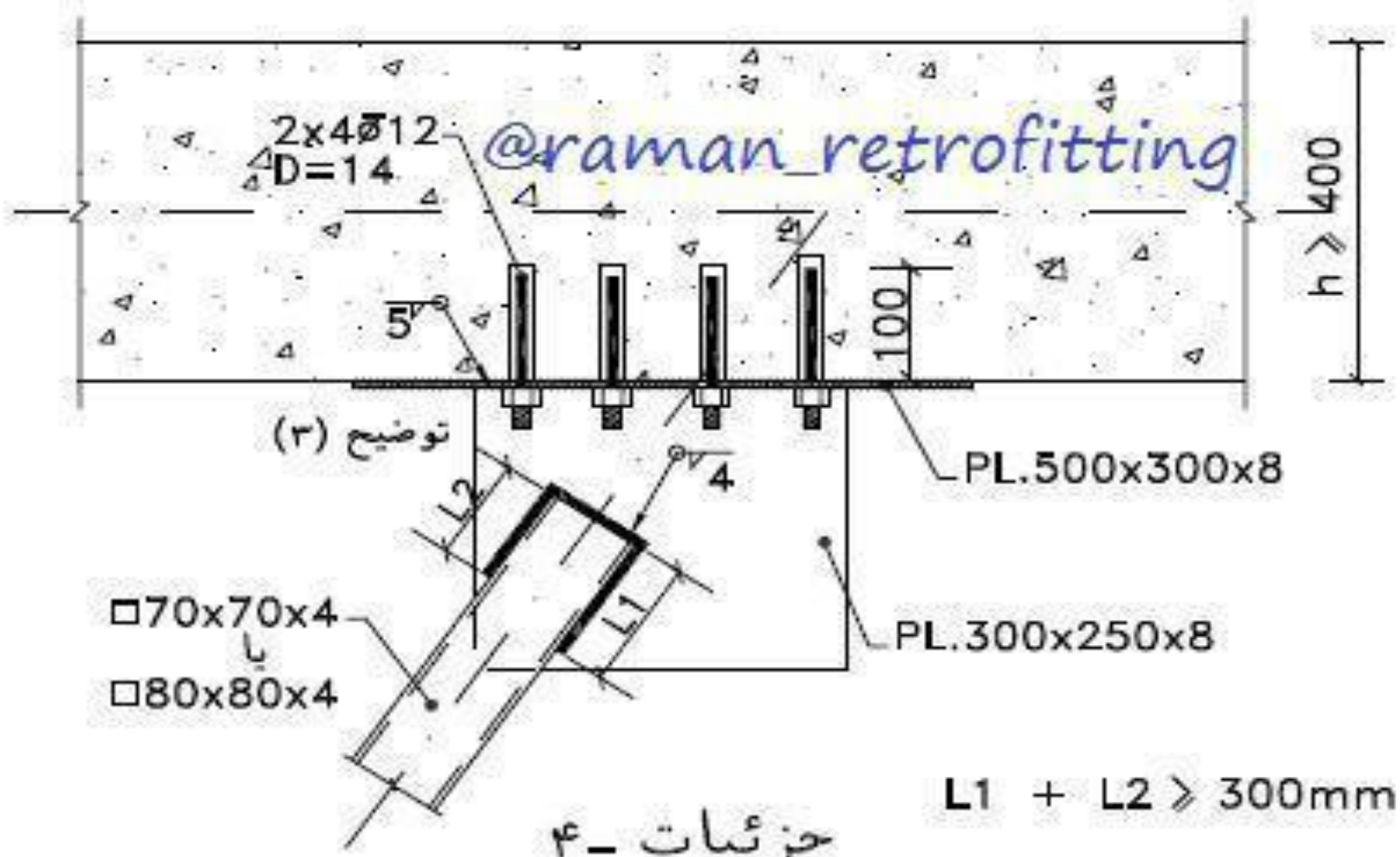
تیپ اجرای مهاربند برون محور فولادی‌در دوطبقه

ساختمان با ارتفاع تیر h ≥ 400

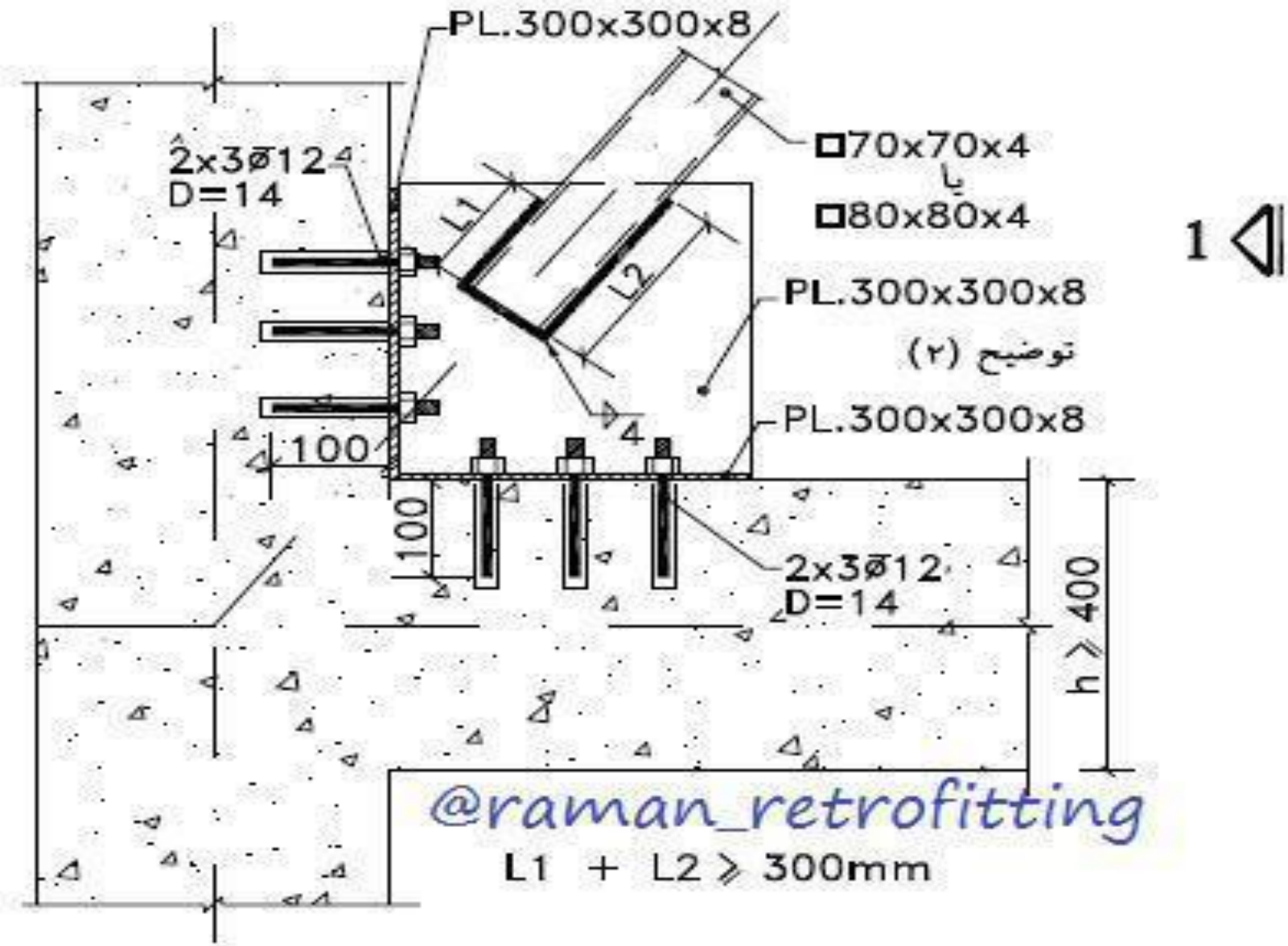
نمونه دیتیل اتصالات مهاربند های برون محور فولادی افزوده شده به سازه های بتنی

(مقاوم سازی سازه های بتنی موجود با افزودن مهاربند های فولادی)

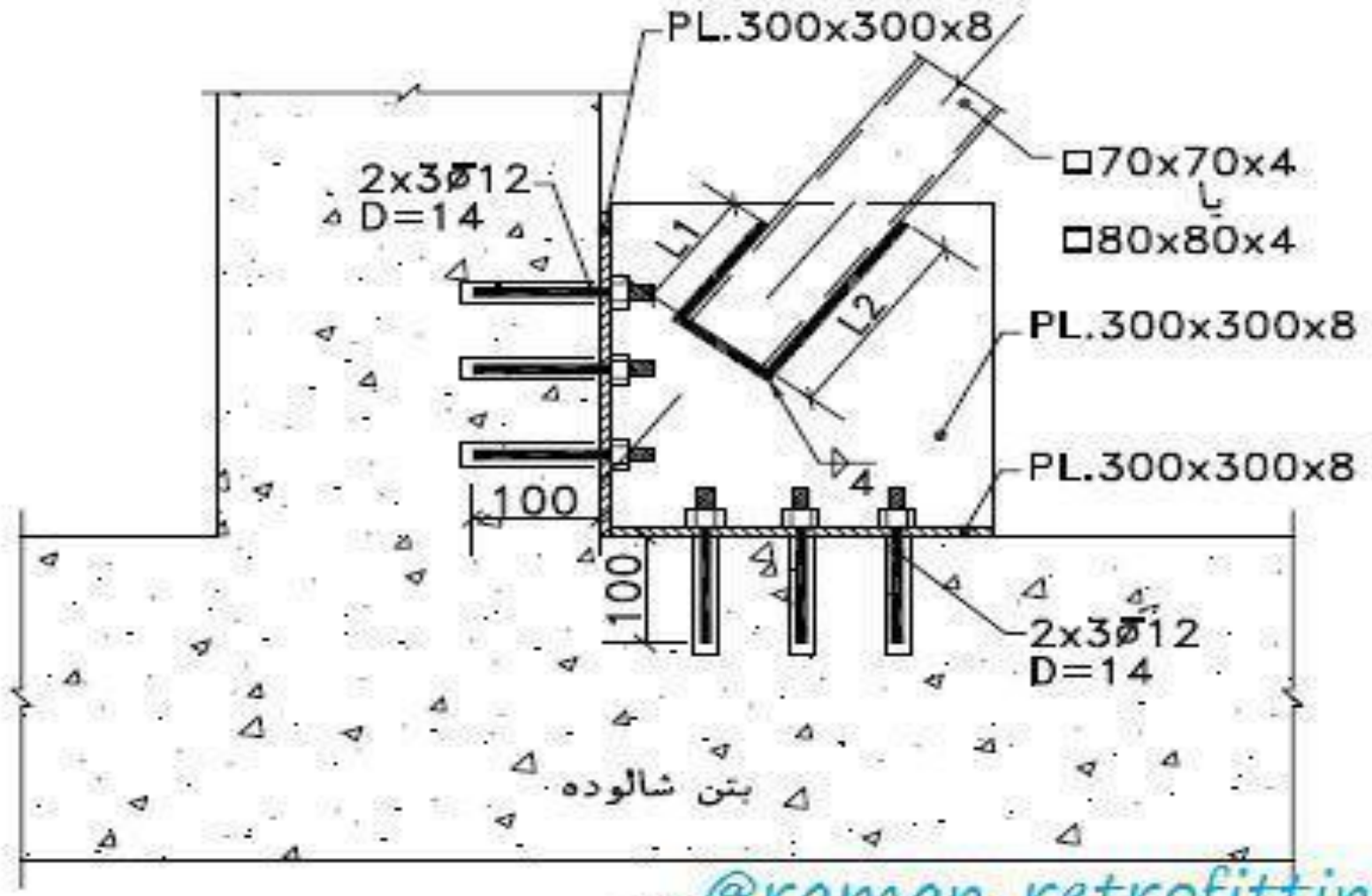
دیتیل اتصالات مهاربند های فولادی افزوده شده به سازه های بتنی
(مقاوم سازی سازه های بتنی موجود با افزودن مهاربند های فولادی)



دیتیل اتصالات مهاربند های فولادی افزوده شده به سازه های بتنی
(مقاوم سازی سازه های بتنی موجود با افزودن مهاربند های فولادی)



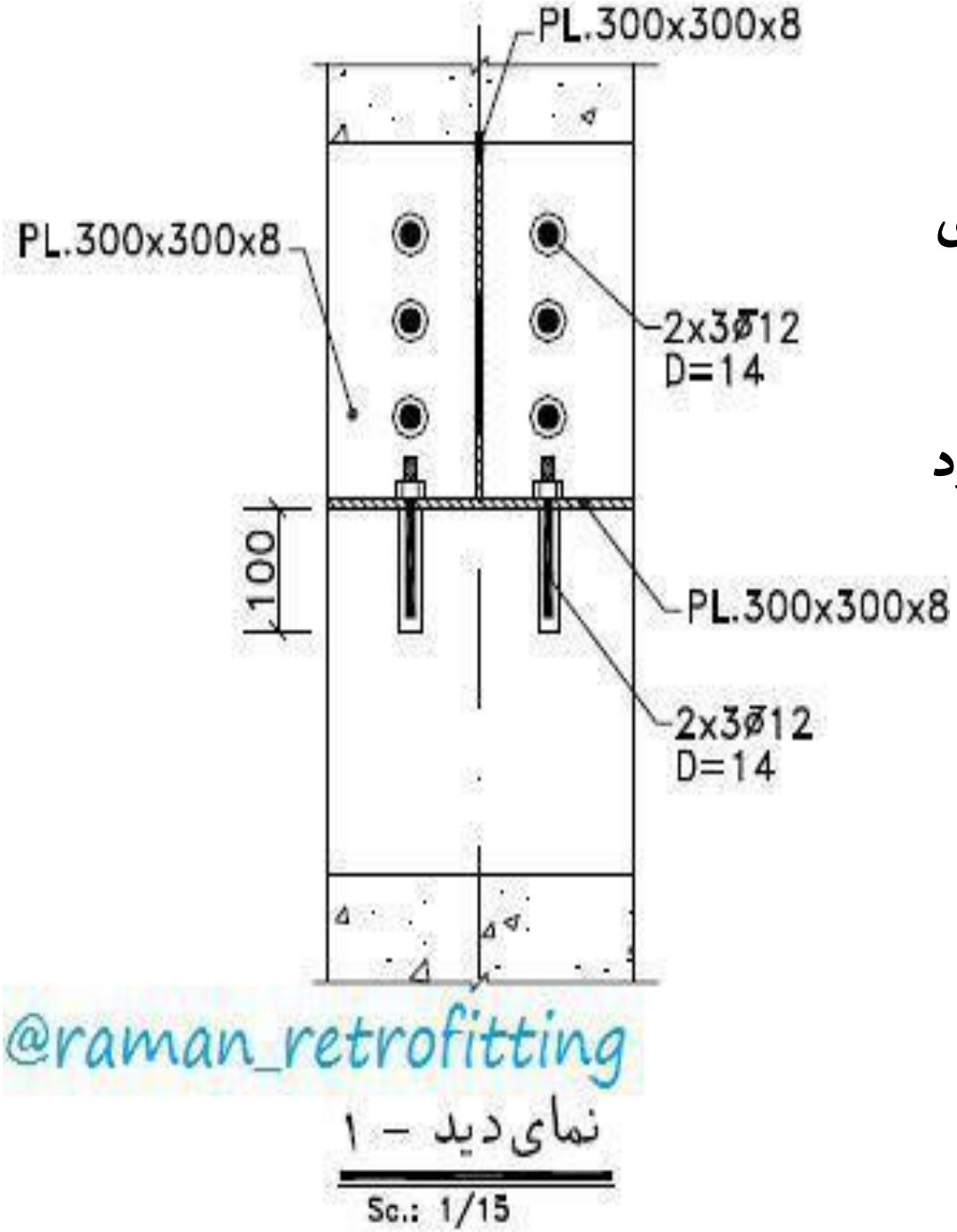
دیتیل اتصالات مهاربند های فولادی افزوده شده به سازه های بتنی
(مقاوم سازی سازه های بتنی موجود با افزودن مهاربند های فولادی)



@raman_retrofitting

جزئیات ـ ٦

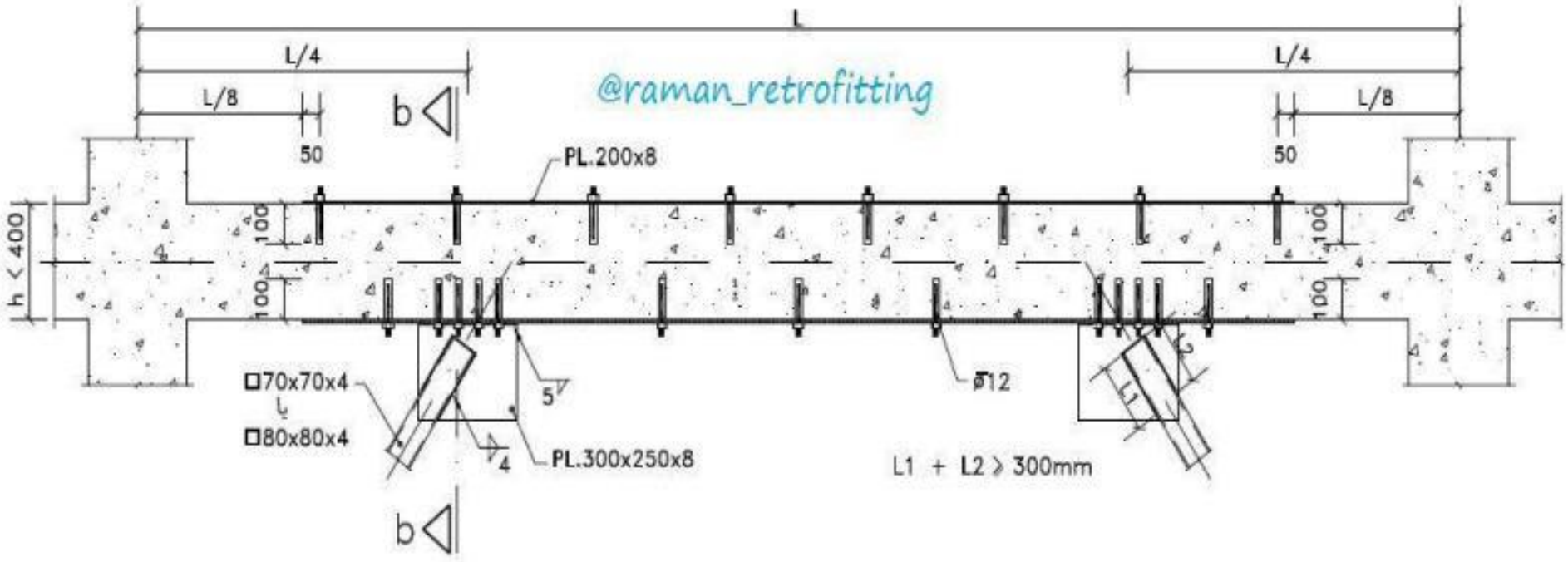
Sc.: 1/15



دیتیل اتصالات مهاربند های فولادی افزوده شده به سازه های بتنی

(مقاوم سازی سازه های بتنی موجود با افزودن مهاربند های فولادی)

دیتیل اتصالات مهاربند های فولادی افزوده شده به سازه های بتنی
(مقاوم سازی سازه های بتنی موجود با افزودن مهاربند های فولادی)

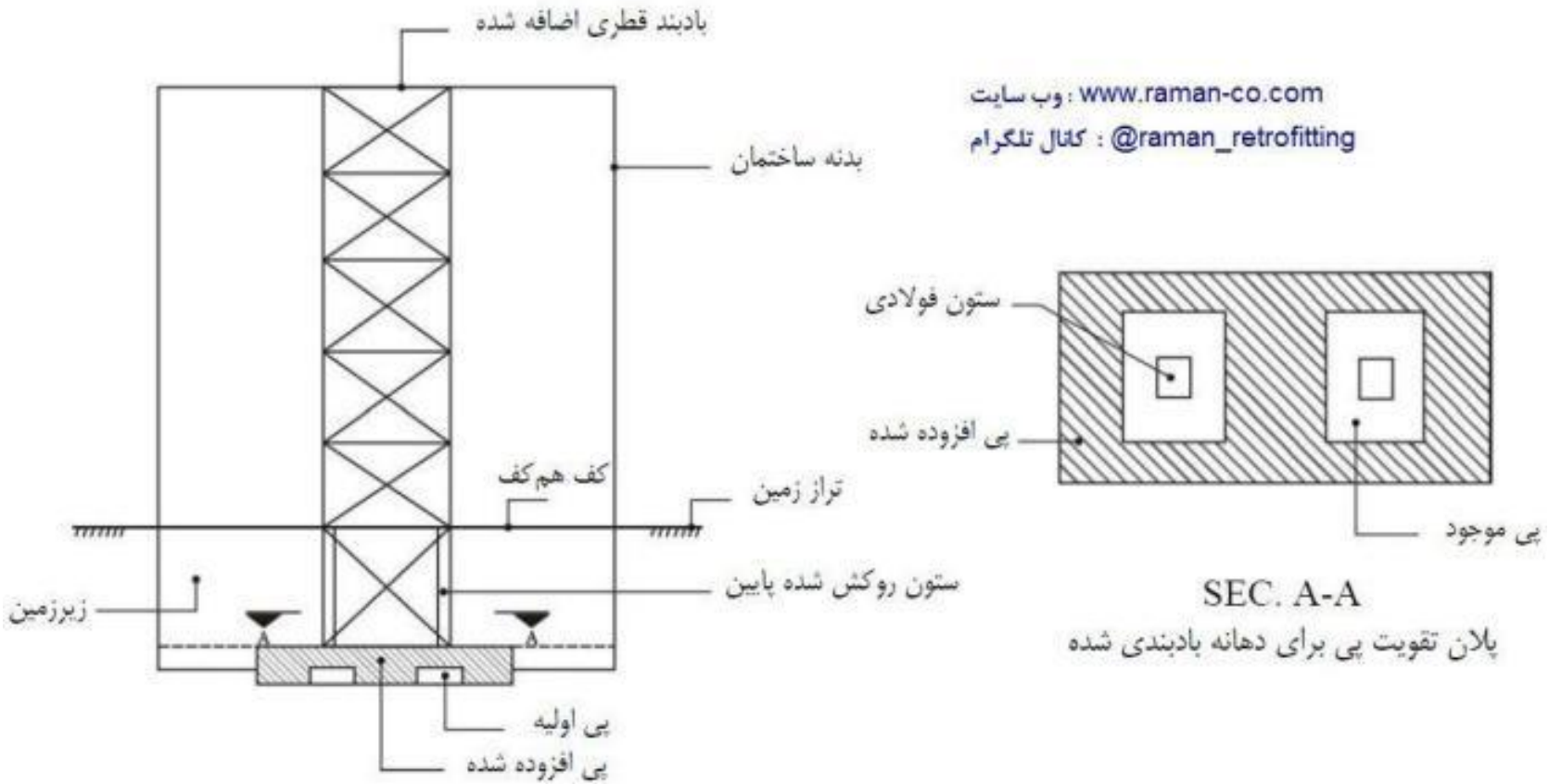


در استفاده از مهاربندهای فولادی برای بهسازی قاب های فولادی و بتنی باید به دو نکته مهم توجه داشت :

- اول آنکه استفاده از مهاربندها باید در دهانه ها و طبقات به صورتی باشد که باعث نامنظمی پیچشی نگردد.
- ✓ دوم آنکه در طبقه اول ساختمان استفاده از مهاربند در قاب های موجود منجر به اضافه شدن نیروی بلند شدگی در پای ستون ها می شود و لذا باید فوندانسیون ها در محل اضافه شدن مهاربندها کنترل گردند و در صورت لزوم ، مقاوم سازی شوند.

- استفاده از مهاربندهای به شکل K به منظور بهسازی قاب ها مجاز نمی باشد.

تقویت موضعی فونداسیون در قاب مهاربندی شده



تقویت موضعی فونداسیون در قاب مهاربندی شده

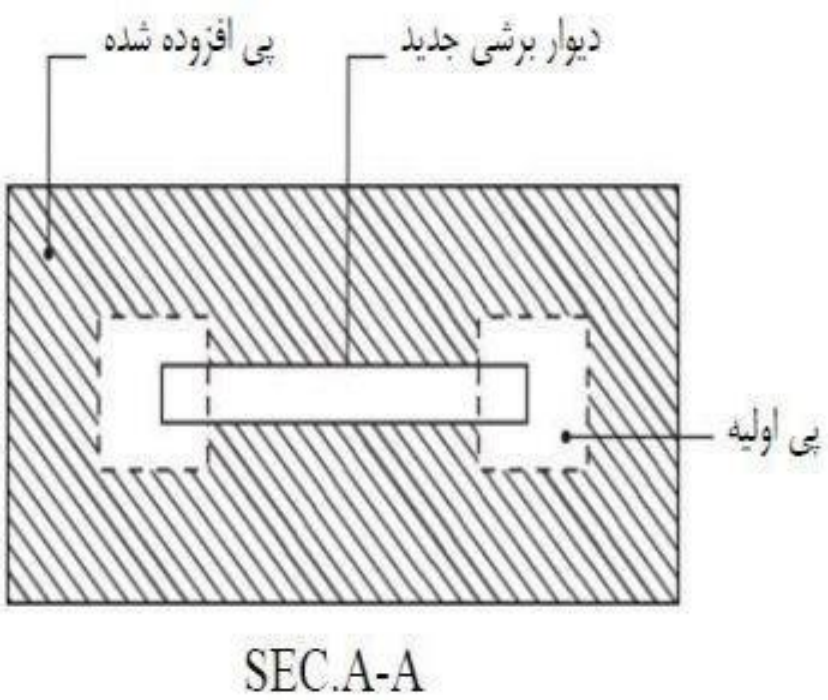
- دیوار برشی مقاومت، سختی و شکل‌پذیری سازه را به شدت افزایش می دهد و باعث بهبود رفتار لرزه‌ای سازه و کاهش تغییر شکل‌ها و خسارات وارد به دیگر المان‌های بتنی سازه می‌گردد

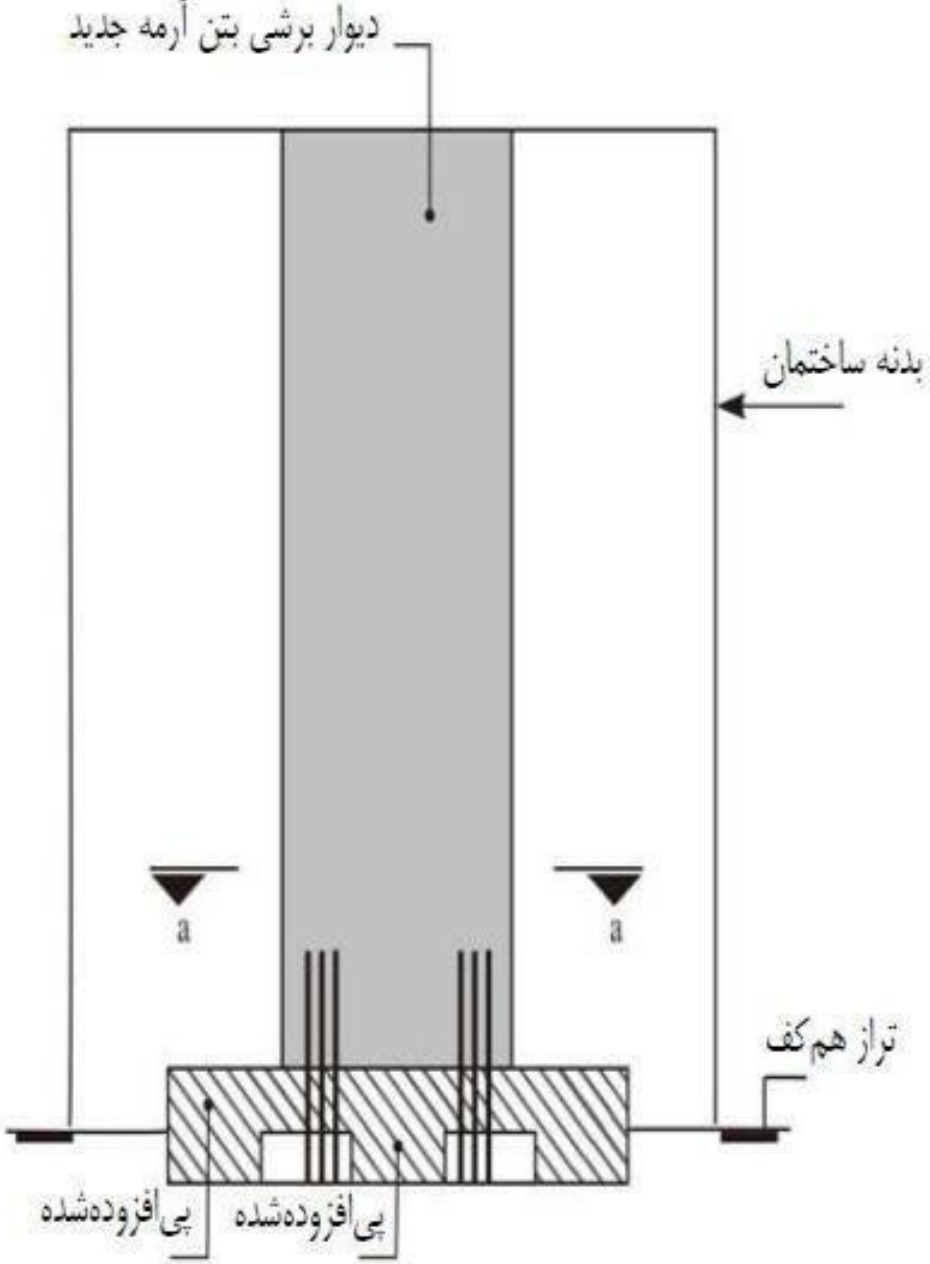
به علت سختی بیشتر دیوار برشی نسبت به بادبند، تعداد دهانه‌های لازم برای تعبیه دیوار برشی کمتر از دهانه‌های لازم برای بادبند است که در نتیجه مشکلات کمتری در زمینه معماری بوجود می‌آورد

- با توجه به مقاومت بالای این دیوارها، استفاده از آنها در ساختمان های بلند مرتبه بسیار اقتصادی بوده ولی در مورد ساختمان های با ارتفاع کم و متوسط، مسائل جانبی از قبیل تقویت اجزای سازه ای مجاور به آن، تاثیر زیادی بر جنبه های اجرایی و اقتصادی آن می گذارند.

برای اتصال دیوار به ستون باید از خاموتهای دورپیچ ستون یا بولت به عنوان برشگیر در ارتفاع ستون استفاده کرد. همچنین برای اتصال دیوار به سقف هم باید تمهیداتی اندیشید.

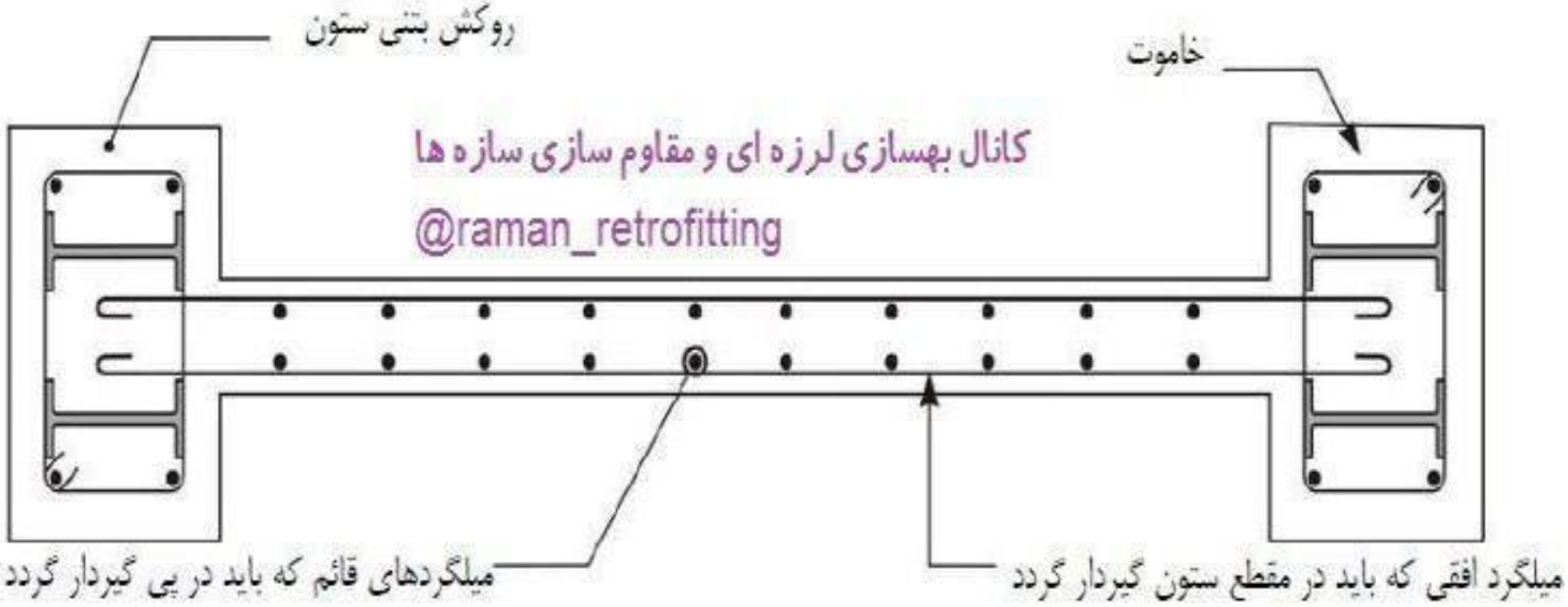
در اجرای دیوار برشی جدید در قابها باید به تقویت فونداسیون نیز توجه شود.



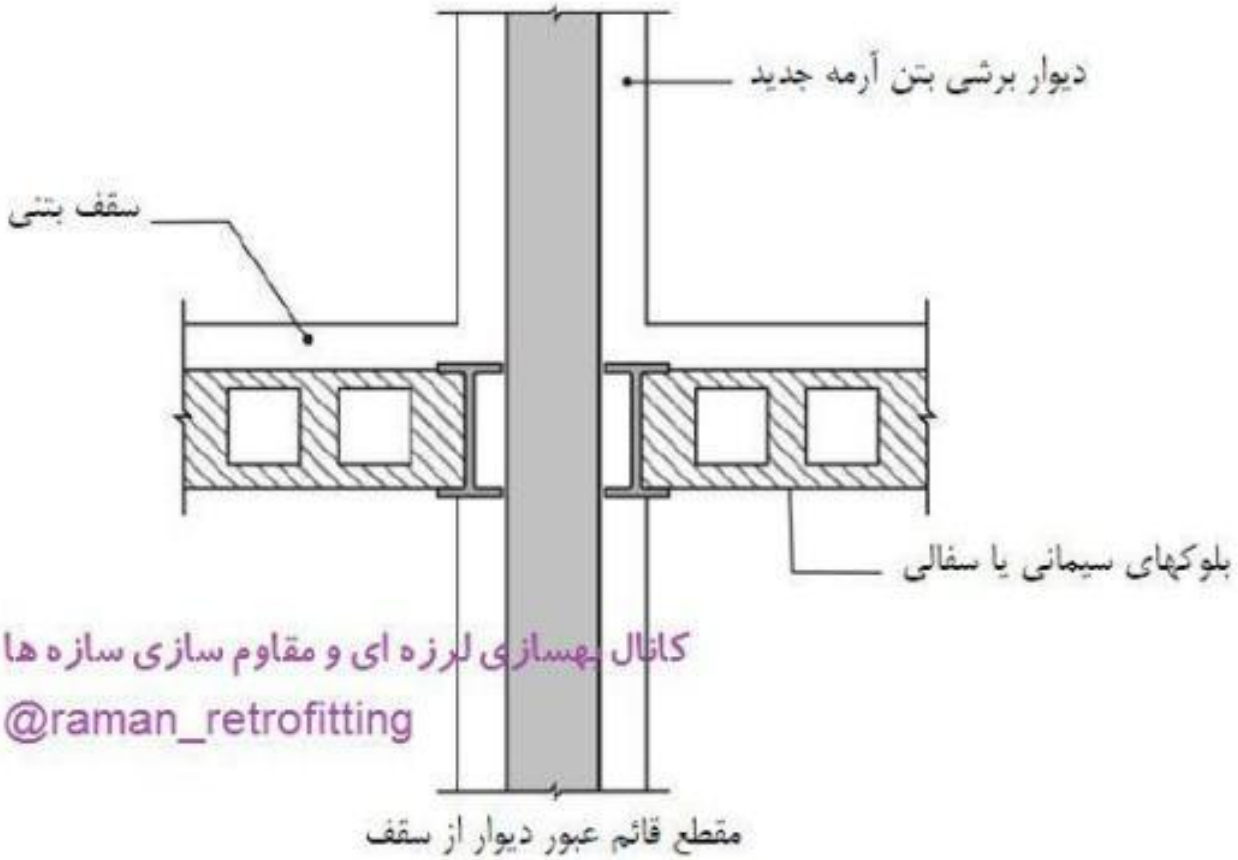


تقویت موضعی فونداسیون در دهانه‌ای که دیوار برشی اضافه گردیده است

جزئیات اجرایی دیوار برشی جدید جهت بهسازی

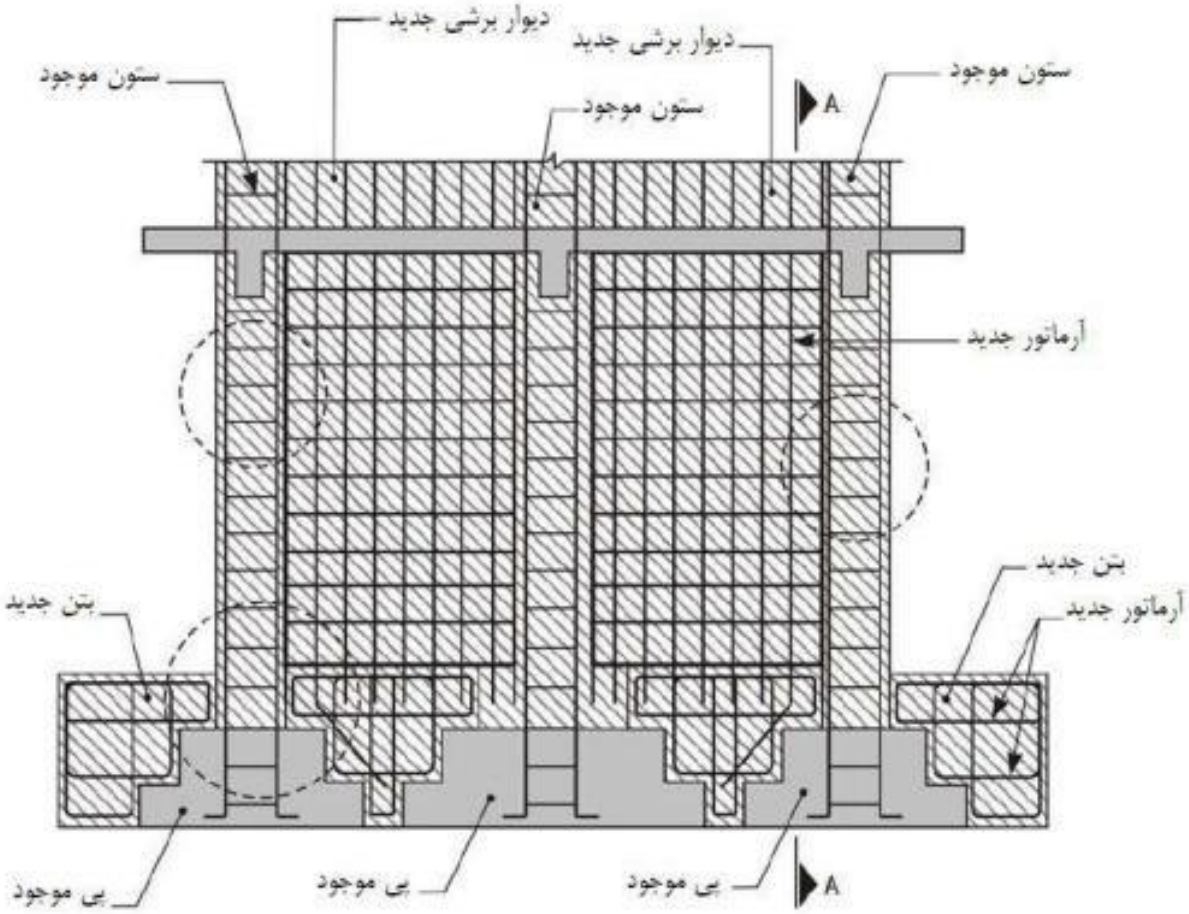


جزئیات اجرایی دیوار برشی جدید جهت بهسازی

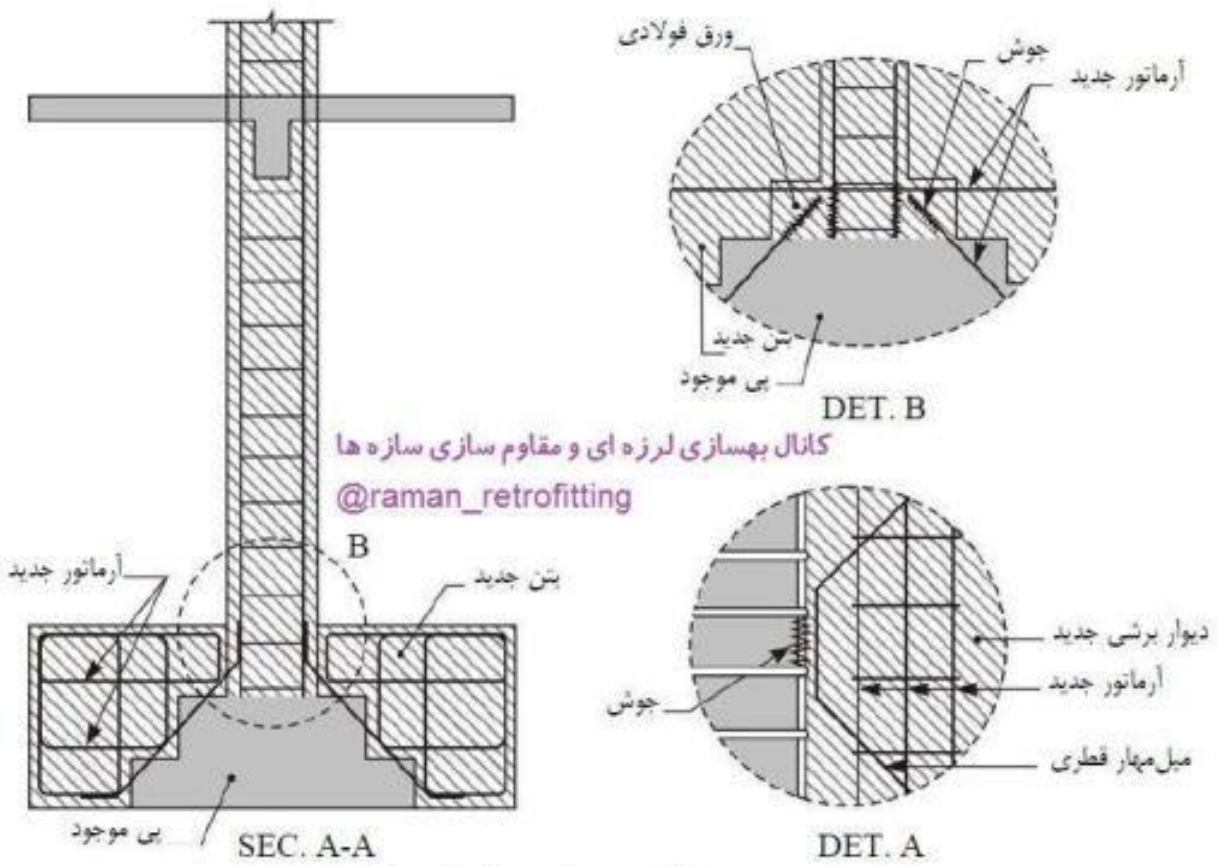


جزئیات اجرایی دیوار برشی جدید جهت بهسازی

از نکات مهمی که در مورد اجرای دیوارهای برشی باید مد نظر قرار گیرد، افزایش وزن سازه، تقارن در سیستم باربر جانبی جدید و همچنین تقویت فونداسیون به خاطر افزایش نیروهای واژگونی می باشد.

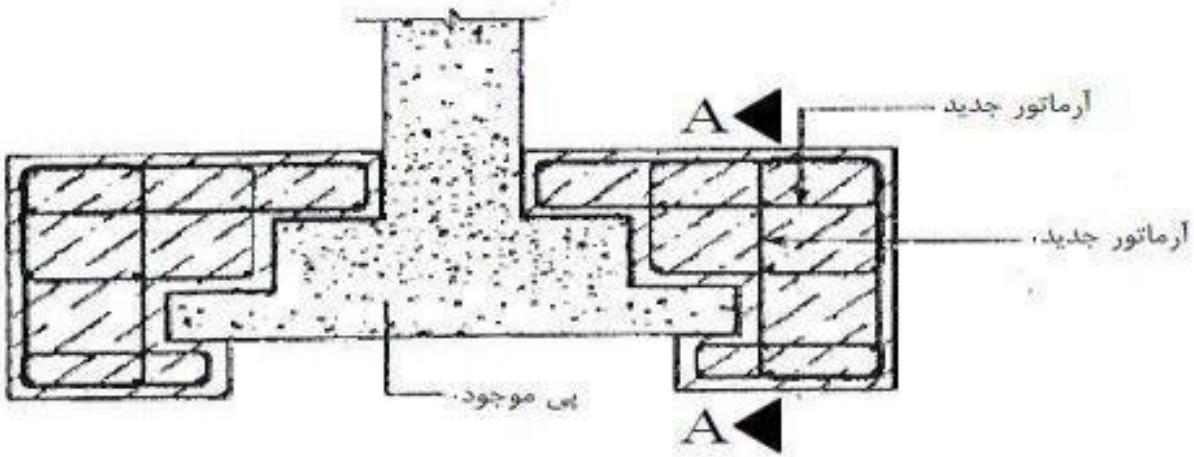


بهسازی پی برای دیوارهای برشی جدید

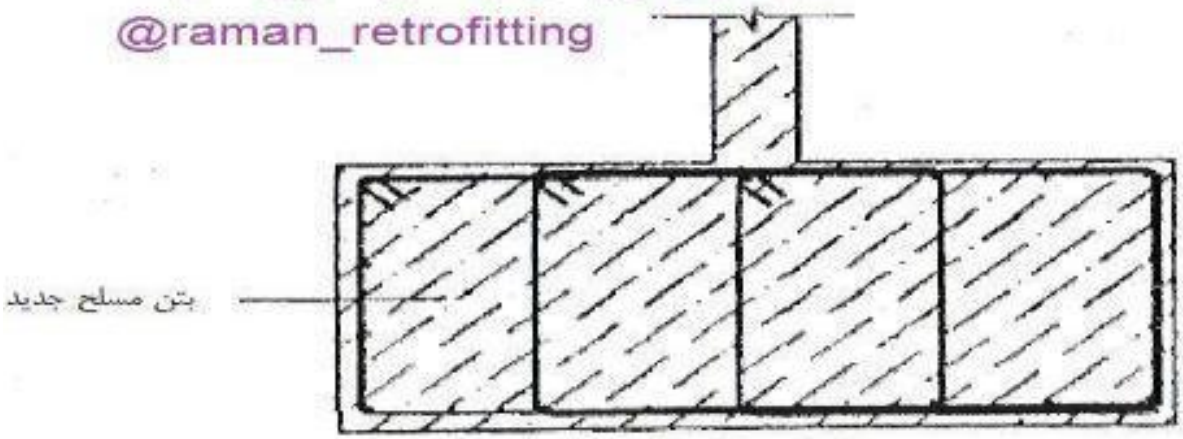


بهسازی پی برای دیوارهای برشی جدید

بهسازی پی برای دیوارهای برشی جدید

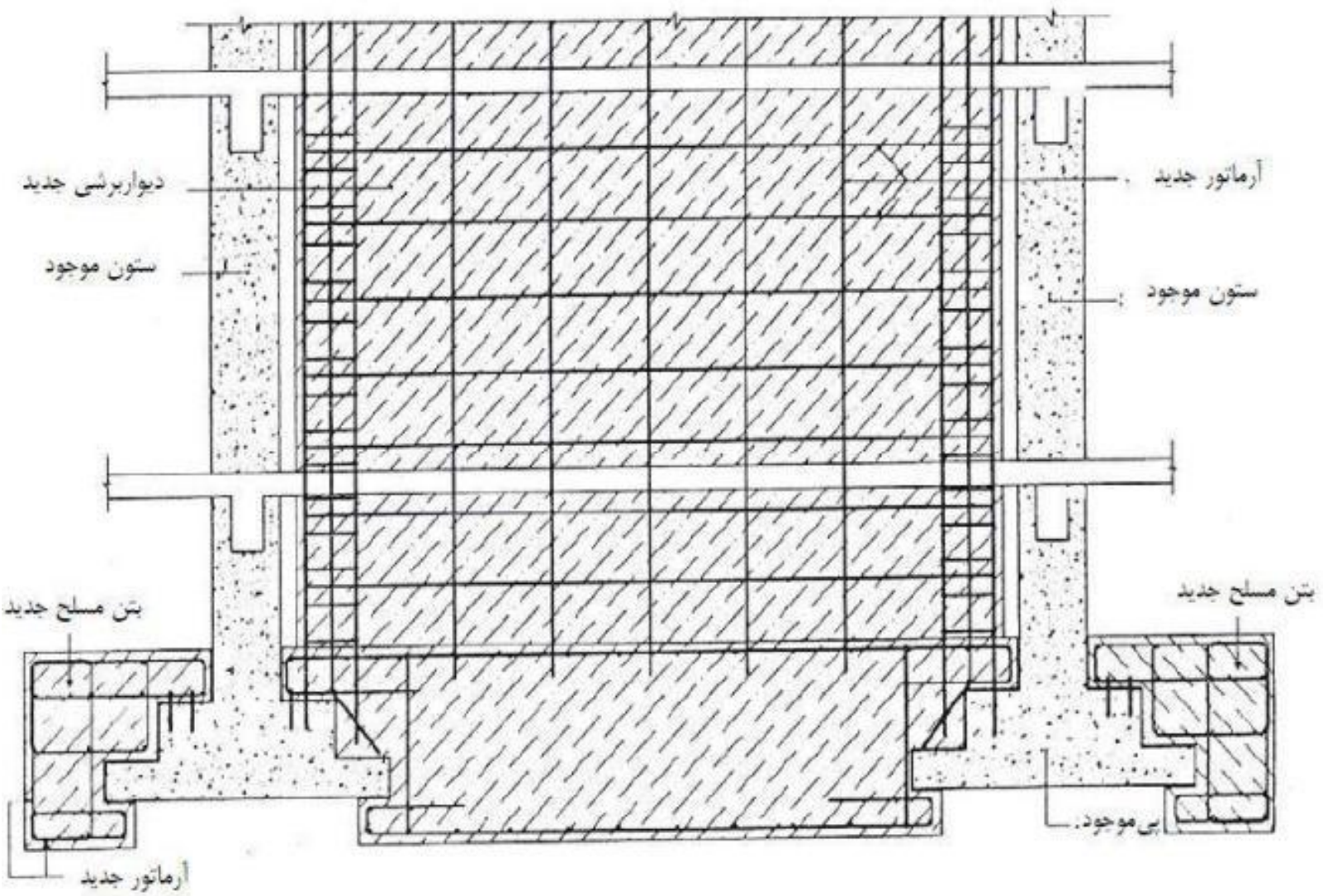


کانال بهسازی لرزه ای و مقاوم سازی سازه ها
@raman_retrofitting



SEC. A-A

بهسازی پی برای دیوارهای برشی جدید

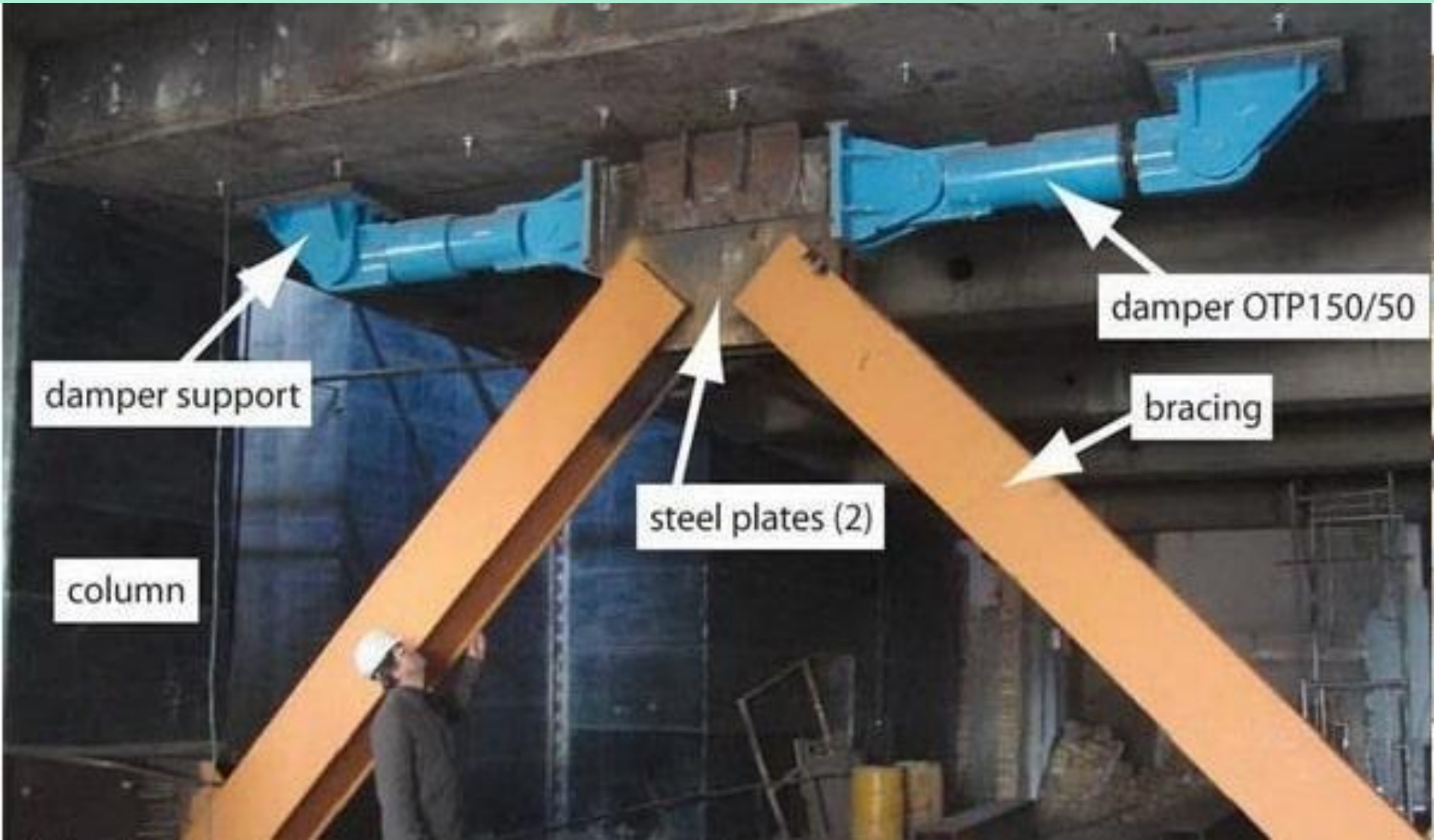

دیوارپرشی جدید
ستون موجود
آرماتور جدید
ستون موجود
بتن مسلح جدید
بتن مسلح جدید
پی موجود
آرماتور جدید

۳.مقاوم‌سازی ساختمان‌ها با استفاده از میراگر

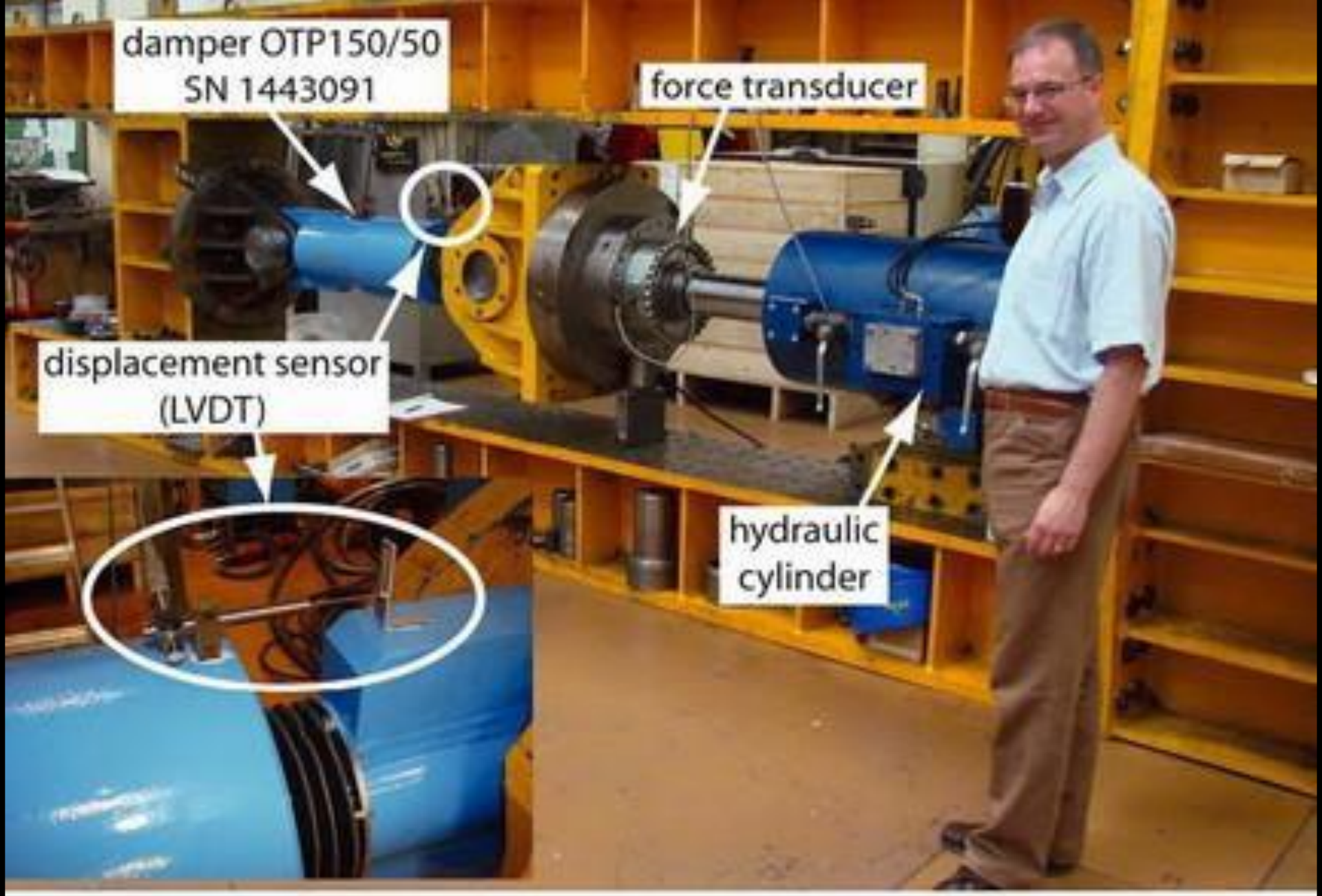
- سیستم های جاذب یا مستهلک کننده انرژی (Dampers) بر پایه افزایش ضریب میرایی ساختمان بنا شده‌اند.

- مهم‌ترین تأثیر میرایی، کاهش دامنه نوسان و پاسخ ساختمان نسبت به نیروهای وارده می‌باشد و بدین‌وسیله قسمت عمده‌ای از انرژی ارتعاشی را قبل از رسیدن پاسخ سازه به حد نهایی به هدر می‌دهند.

- اتلاف کننده‌های انرژی ممکن است در مهاربند ها، اتصالات و اجزای غیر سازه‌ای و یا دیگر مکان‌های مناسب در ساختمان‌های موجود قرار داده شوند، لیکن ساده ترین و پرکاربرد ترین آن‌ها استفاده از میراگر در مهاربندها می‌باشد.



مقاوم سازی یا میراگرهای هیدرولیکی - هتل آزادی

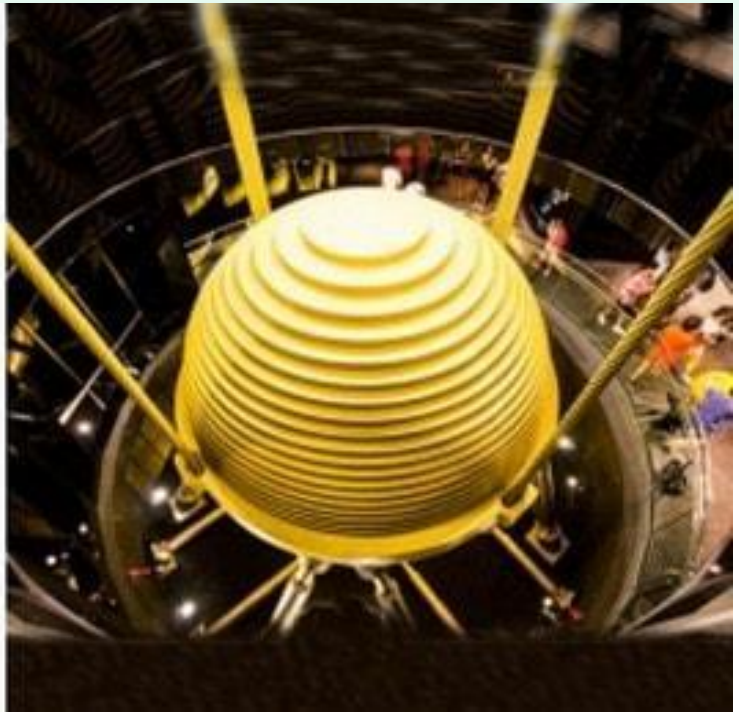


مقاوم سازی یا میراگر هیدرولیکی - هتل آزادی

اشکال ترکیبی از نصب میراگر در ساختمانهای بلند

۴.مقاوم‌سازی ساختمان‌ها با استفاده از جرم‌های متمرکز پاندولی

- میراگر جرمی (TMD) یا Tuoned Mass Damper نمونه‌ای از میراگرهای غیرفعال می‌باشد. این میراگر در کف یک یا چند طبقه از ساختمان نصب می‌گردد. از این رو می‌توان آن را به عنوان ابزاری جهت مقاوم سازی نیز به کار برد.



۵.مقاوم‌سازی ساختمان‌ها با استفاده از ژاکت های فلزی

- ژاکت فلزی (Steel jacket) در این روش ورق‌های فلزی در محل آسیب‌پذیر ساختمان بر روی سطح بتنی عضو قرار گرفته و توسط بولت به عضو مربوطه متصل می‌گردد.

- استفاده از ژاکت فلزی روشی مناسب برای مقاوم‌سازی ساختمان‌های بتنی بوده ضمن افزایش مقاومت و شکل‌پذیری اعضای این نوع سازه‌ها وزن قابل ملاحظه‌ای را نیز به ساختمان اضافه نمی‌نماید.

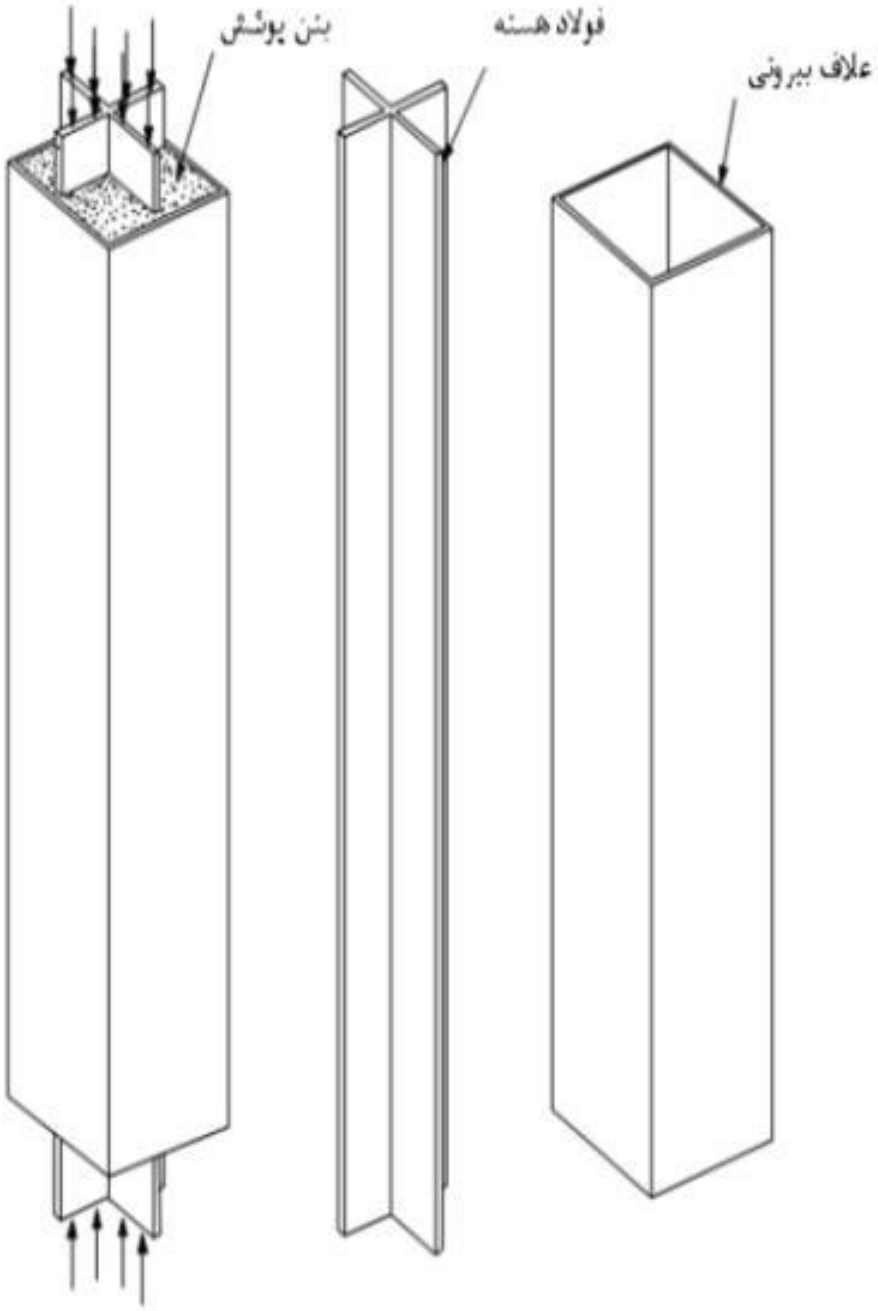
استفاده از ژاکت فولادی در جهت مقاوم سازی ستون های بتنی سازه موجود و همچنین مقاوم سازی کل سازه با افزودن مهاربند فولادی

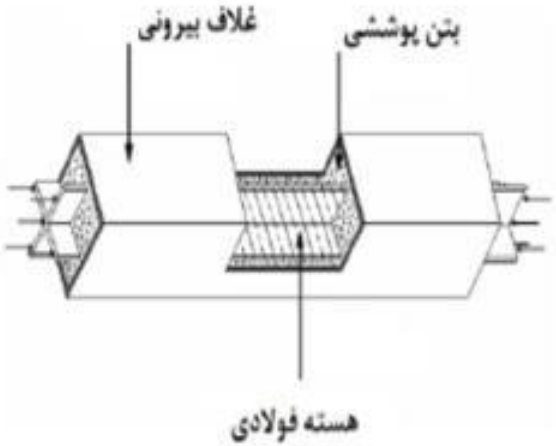
تقویت ستون بتنی با
فولاد و نمونه ای از
ژاکت فلزی جهت
افزایش مقاومت خمشی

۶.مقاوم سازی ساختمان با استفاده از بادبندهای کمانش تاب

- مهاربندهای کمانش ناپذیر از شکل‌پذیری و جذب انرژی بیشتری در مقایسه با SCBF (مهاربند همگرای ویژه) برخوردار است؛ زیرا از کمانش کلی مهاربند و کاهش مقاومت مربوط به آن در نیروها و تغییر شکل‌های مربوط به جابه‌جایی نسبی طرح در طبقه‌ها جلوگیری می‌شود. این سیستم از یک غلاف و یک هسته فلزی تشکیل شده است.

- هسته فلزی در برابر نیروی محوری وارد شده مقاومت می‌کند و سختی خمشی غلاف نیز مانع از کمانش هسته می‌شود.


بتن پوشش
فولاد هسته
غلاف بیرونی


غلاف بیرونی
بتن پوششی
هسته فولادی

مقاوم سازی سازه های موجود با افزودن مهاربندهای کمانش تاب (BRBF)

مهاربندی کمانش تاب
(BRB)

➢سیستم مهاربندهای ضد کمانش (BRBF) نوع جدیدی از سیستم های مهاربندی همراه با اتلاف انرژی می باشد که با استفاده از جزئیاتی سعی در بهبود رفتار مهاربندهای همگرا (CBF) دارد.

- در این سیستم عضو مهاربندی در غلافی قرار می گیرد که از کمانش این عضو جلوگیری می نماید.

قاب های مهاربندی کمانش تاب (BRB)

- با این تجهیزات، رفتار مهاربند در فشار همانند رفتار آن در کشش با تسلیم (و نه کمانش) همراه است و در نتیجه شکل پذیری و اتلاف انرژی بسیار بهتری را نسبت مهاربندهای معمولی از خود نشان می دهد.

مهاربندی کمانش تاب
(BRB)

مقاوم سازی لرزه ای سازه های موجود با افزودن قاب های مهاربندی کمانش تاب (BRB)

- شکل پذیری و قابلیت جذب انرژی این قاب ها در حد قاب های خمشی فولادی ویژه و بیشتر از قاب های مهاربندی ویژه می باشد، که این شکل پذیری بالا نتیجه محصور نمودن هسته فولادی مهاربندها در مقابل کمانش می باشد.

Buckling-Restrained Brace (BRB)

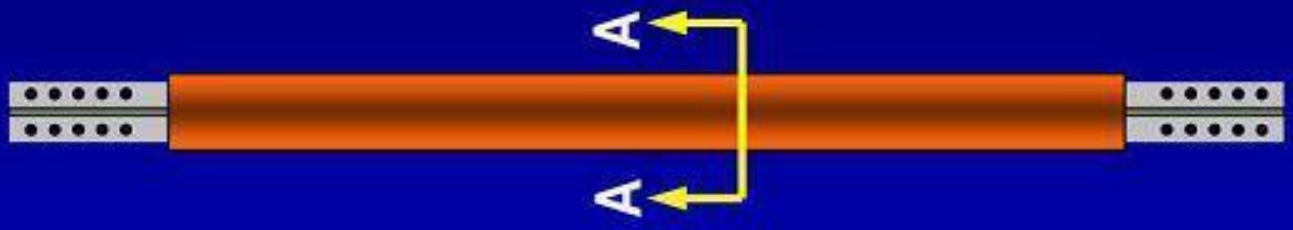
Buckling-Restrained Brace:
Steel Core
+
Casing

@raman_retrofitting

Casing

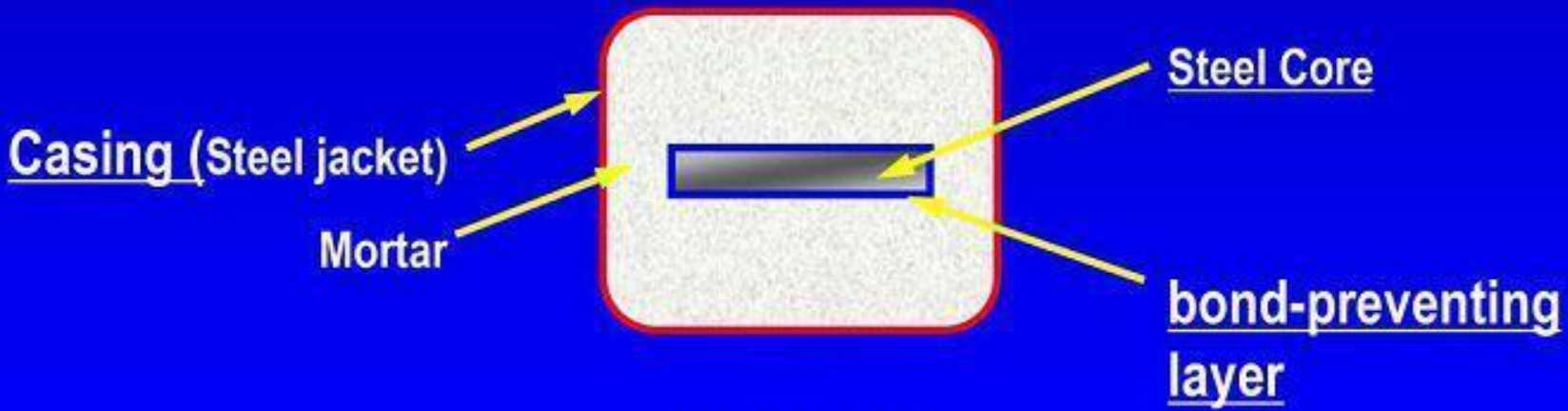
Steel Core

Buckling-Restrained Brace (BRB)



Buckling-Restrained Brace:
Steel Core
+
Casing

@raman_retrofitting



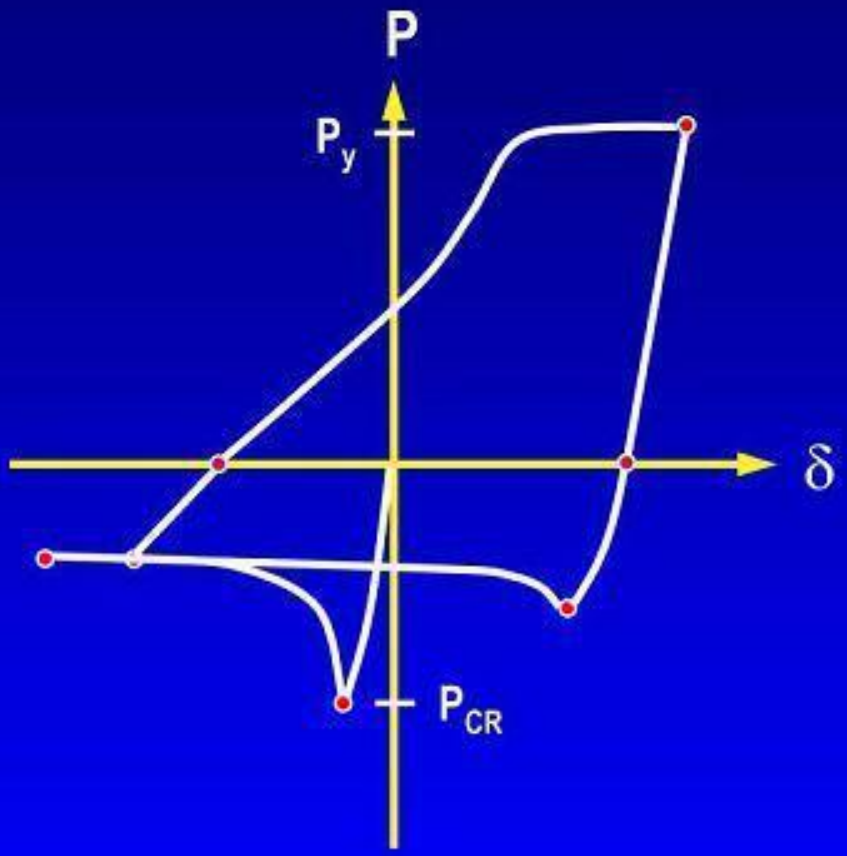
Section A-A

Buckling-Restrained Brace (BRB)

@raman_retrofitting

- هسته فولادی در برابر تمام نیروی محوری P مقاومت می کند.
- غلاف توسط لایه ضد پیوستگی از هسته فولادی جدا شده است
- غلاف در برابر نیروی محوری P مقاومت نمی کند
- غلاف توسط مقاومت خمشی در برابر کمانش هسته فولادی مقاومت می کند

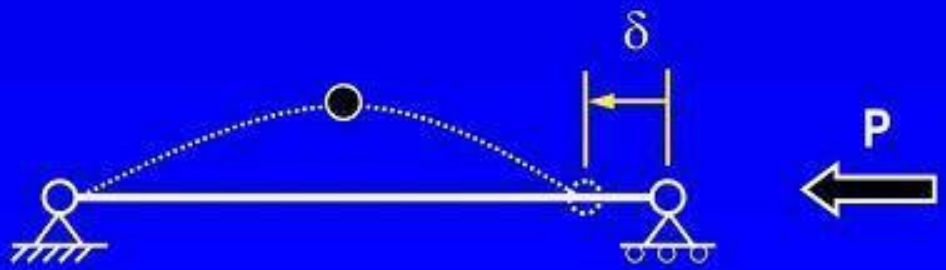
رفتار مهاربند تحت بارگذاری محوری چرخه ای :



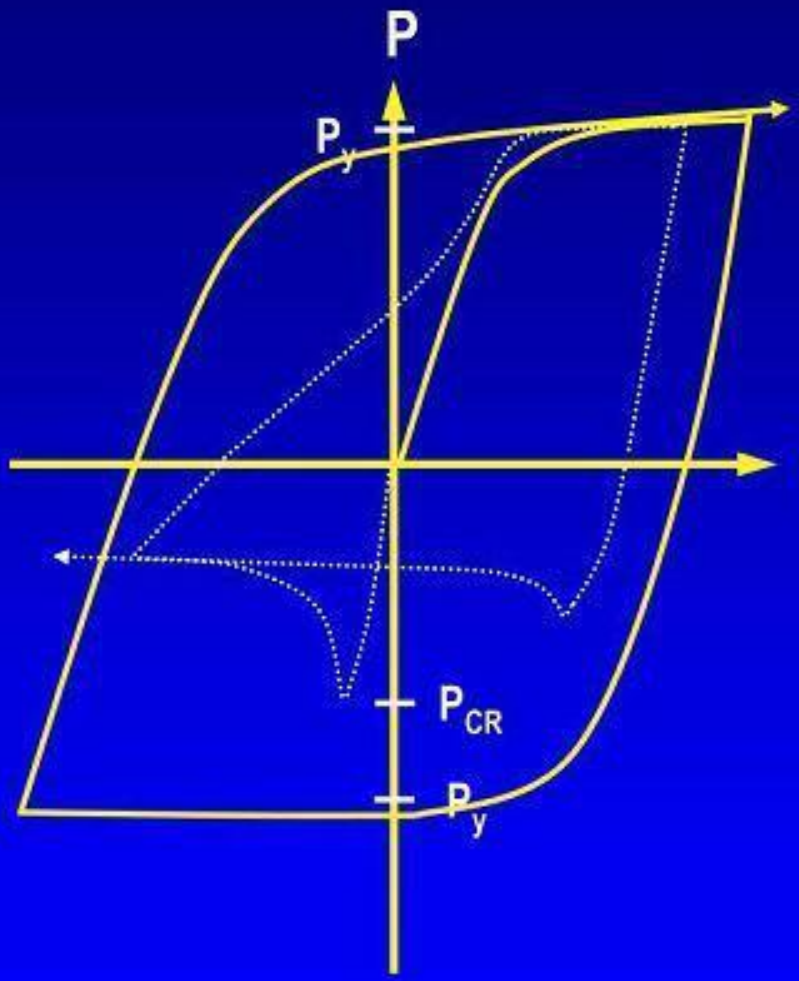
مهاربند معمولی :

- تسلیم در کشش (شکل پذیر)
- کمانش در فشار (غیر شکل پذیر)
- تفاوت آشکاری در مقاومت کششی و فشاری وجود دارد.

@raman_retrofitting



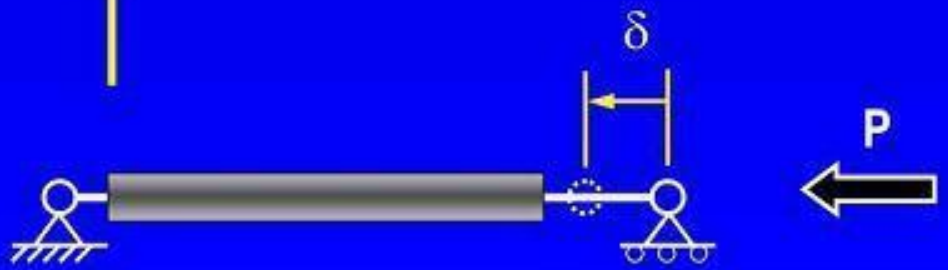
رفتار مهاربند تحت بارگذاری محوری چرخه ای :



مهاربند کمانش تاب (BRB) :

- تسلیم در کشش (شکل پذیر)
- تسلیم در فشار (شکل پذیر)
- مقاومت مشابه در کشش و فشار (در فشار کمی مقاومتر)

@raman_retrofitting



ترکیب روش های مقاوم سازی

- از ترکیب چند روش فوق نیز می‌تواند برای مقاوم‌سازی استفاده نمود. در مقاوم‌سازی پروژه هتل بزرگ آزادی از ترکیب روش مقاوم‌سازی با FRP در ترکیب با سیستم مقاوم‌سازی با بادبند و دمپر (میراگر) استفاده شده است.
- در پروژه موزه دکتر شریعتی مقاوم سازی به روش افزایش سختی با اضافه نمودن دیوار برشی به همراه تقویت دیوارهای بنایی به روش مقاوم‌سازی با FRP بکار رفته است.
- همچنین در پروژه مصلی تهران از ترکیب روش‌های ژاکت فلزی و افزایش ابعاد دیوار برشی برای مقاوم‌سازی استفاده شده است.

ارتباط بین سختی و مقاومت

- از مفهوم سختی در تحلیل سازه، توزیع درست نیرو در المان‌ها و بدست آوردن تغییر مکان‌های سازه و از مفهوم مقاومت در طراحی و بررسی توان تحمل نیروهای وارده بر مقطع استفاده می شود.

- بحث سختی و مقاومت رابطه مستقیم با رفتار نرم یا ترد المان دارد. در بررسی مقاومت طراحی اعضای یک سازه، دو نوع رفتار ترد و نرم به صورت جداگانه باید بررسی گردد :

۱–رفتار ترد

- عضو قبل از رسیدن به مقاومت نظیر حد تسلیم در اثر کمانش (موضعی یا کلی) منهدم می‌شود، در چنین اعضائی مقاومت طراحی کمتر از مقاومت نظیر حد تسلیم مصالح مبنای عضو می‌باشد. ستون های لاغر، عناصر بادبندی در فشار، بال تیرهای تحت نیروی متمرکز، جان تیرهای تحت برش خارج از صفحه و ... جزو این دسته محسوب می‌شوند.

۲–رفتار نرم

- عضو قادر است به مقاومت نظیر حد تسلیم خود برسد و وارد مرحله تغییر شکل پلاستیک شود، در این حالت مقاومت عضو با در نظر گرفتن سخت شدگی کرنشی مصالح مبنای آن (فولاد یا بتن یا ....) محاسبه می‌شود.

- در بررسی سختی اعضای ترد، در محدوده ارتجاعی با توجه به روابط الاستیسیته، سختی عضو قابل محاسبه می‌باشد. برای اعضای نرم می‌بایست از منحنی رفتار غیرارتجاعی و روابط پلاستیسیته برای محاسبه سختی استفاده نمود.

نتیجه گیری

- ✓ با توجه به موارد فوق ملاحظه می‌شود که بحث سختی و مقاومت رابطه مستقیم با رفتار نرم یا ترد المان دارد و برای هرکدام نیز تعریفی ویژه ارائه شده است.

- ✓ درصورتی‌که بحث مقاومت و سختی در کل سازه مطرح شود (ترکیبی از المان‌های خمشی – برشی – محوری و اندرکنشی) تعاریف سختی و مقاومت در دو حالت رفتار ارتجاعی و رفتار غیر ارتجاعی می‌بایست در نظر گرفته شود.

نتیجه گیری

- ✓ به‌طور کلی می‌توان گفت سه پارامتر اساسی در تعیین پاسخ سازه‌ها در برابر زلزله وجود دارد که عبارتند از: سختی، مقاومت و شکل‌پذیری. هر سه عامل یاد شده بایستی توأماً در یک سازه حضور داشته باشند. درصورتی‌که مقدار هر یک از این عوامل در سازه کم باشد، بایستی دو پارامترهای بعدی کمبود عامل دیگر را جبران کنند.
- ✓ در برابر زلزله‌های سطح بهره‌برداری که تعداد آن‌ها در طول عمر مفید سازه زیاد بوده و سازه بایستی بدون هیچ خسارات مالی و جانی در برابر زلزله باقی بماند، سختی پارامتر حاکم و تعیین‌کننده می‌باشد. لیکن در برابر زلزله‌های متوسط، برای کنترل رفتار غیرخطی و حدود خرابی سازه، مقاومت عامل تعیین‌کننده می‌باشد.

نتیجه گیری

- در نهایت برای جلوگیری از خرابی و ناپایداری سازه در حین زلزله‌های شدید، شکل‌پذیری عامل تعیین‌کننده است.

- مواد و مصالح، مقاطع، اتصالات و مشخصات سیستم سازه‌ای بایستی قادر به تأمین هر سه عامل شکل‌پذیری، سختی و مقاومت در سازه باشند. سختی به‌صورت ارتباط بین بار اعمال‌شده و تغییرشکل سیستم بیان می‌شود.