سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

مقدمه ای بر روش های تعمیر، تقویت و مقاوم سازی ساختمان ها

ویژه صلاحیت اجرا و نظارت

۲ و ۹ اسفند ماه ۱۴۰۰

به نام خدا

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

بنیامین رزازیان

عضو کارگروه های گروه تخصصی نظام مهندسی استان تهران

(بهسازی و طراحی ، نظارت ،اجرا و خدمات آزمایشگاهی)

@ benyaminrazaziyan

0936-913 34 34

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

فرصت های شغلی

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

سایت های مفید در زمینه ساختمان بلاخص مقاومسازی

مقدمه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

Not secure | isiri.gov.ir/portal/home/

YouTube Maps مدیریت محصولات دیجی‌کالا

ورود EN

پنجشنبه ۲۶ تیر ۱۳۹۹

سال جهش تولید

سازمان ملی استاندارد ایران

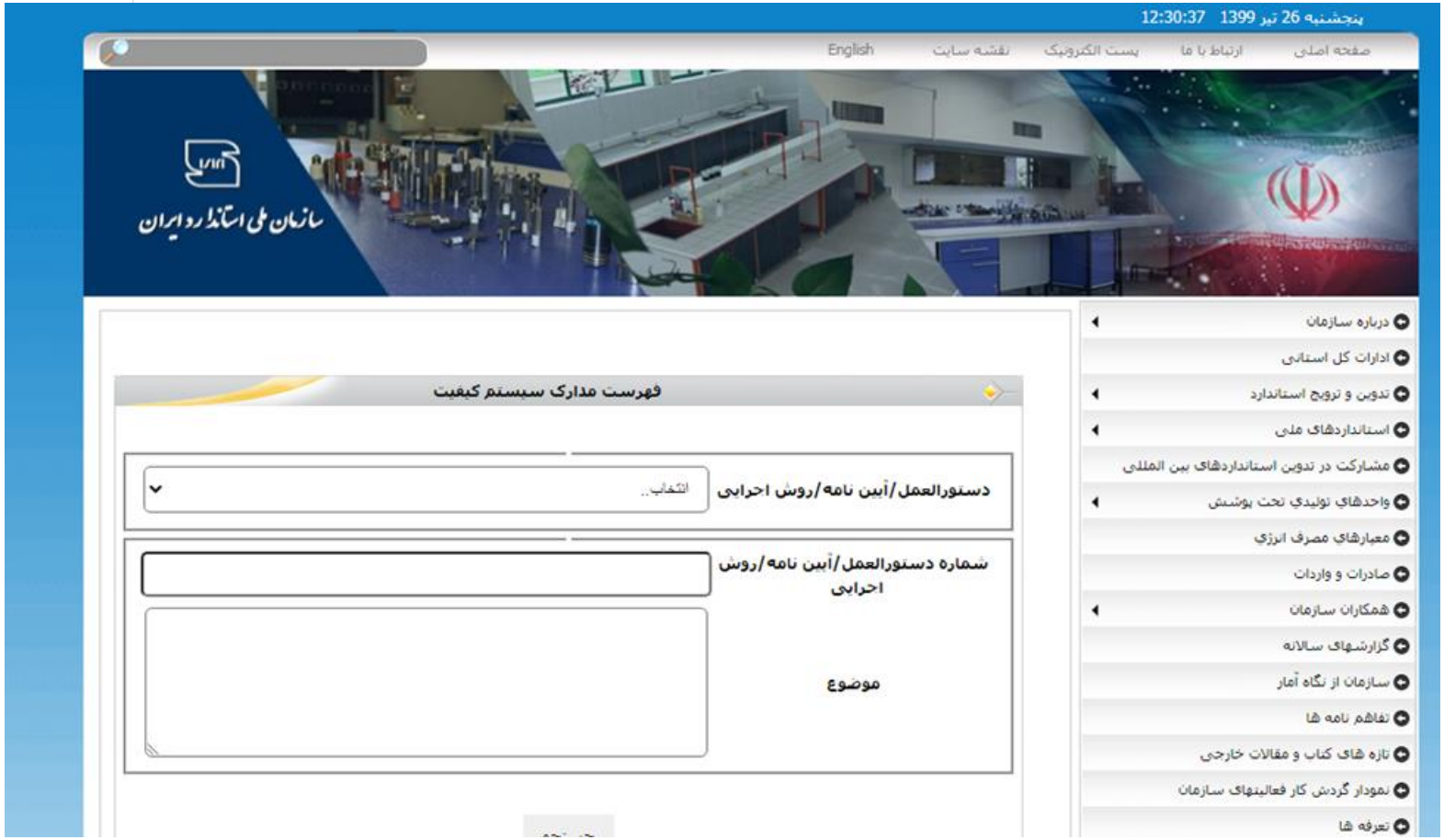
Iranian National Standards Organization

ریاست جمهوری

صفحه اصلی ادارات کل استانی خدمات الکترونیکی همکاران سازمان ارتباط با ما درباره سازمان نقشه سایت

@benyaminrazaziyan

مقدمه



@benyaminrazaziyan

مقدمه

https://sama.mporg.ir/

@benyaminrazaziyan

آیین نامه ها و دستورالعمل ها

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

نشریه ۵۲۴ :راهنمای روشها و شیوههای بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود و جزییات اجرایی

نشریه ۳۴۵ : راهنمای طراحی و ضوابط اجرایی بهسازی ساختمانهای بتنی موجود با استفاده از مصالح تقویتی Frp

نشریه ۳۶۰ : دستورالعمل بهسازی لرزهای ساختمانهای موجود

نشریه ۳۶۱ : تفسیردستورالعمل بهسازی لرزهای ساختمانهای موجود

نشریه ۳۶۳-۱ : راهنمای دستورالعمل بهسازی لرزهای ساختمانهای موجود (فولادی)

نشریه ۳۶۳-۲ : راهنمای دستورالعمل بهسازی لرزهای ساختمانهای موجود (بتنی)

نشریه ۳۶۳-۳ : راهنمای دستورالعمل بهسازی لرزهای ساختمانهای موجود (بنایی)

نشریه ۷۴۲ : دستورالعمل ارزیابی و بهسازی ساختمانهای متداول فولادی

نشریه ۸۱۶ : دستورالعمل طراحی لرزه ای بیمارستان ها براساس عملکرد

نشریه ۷۶۶: دستورالعمل استفاده از میراگرها در مقاوم سازی ساختمان ها

نشریه ۵۲۳: راهنمای طراحی و اجرای سیستم های جداساز لرزه ای در ساختمان ها

@benyaminrazaziyan

آیین نامه ها و دستورالعمل ها

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای کاربردی دستورالعمل
بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ساختمان‌های فولادی

نشریه شماره ۱-۳۶۳

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای کاربردی دستورالعمل
بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ساختمان‌های بتنی

نشریه شماره ۲-۳۶۳

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

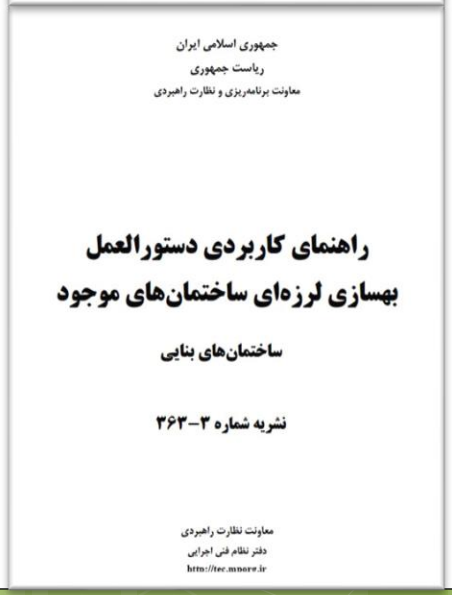
جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

راهنمای طراحی و ضوابط اجرایی بهسازی
ساختمان‌های بتنی موجود با استفاده از
مصالح تقویتی FRP

نشریه شماره ۳۴۵

معاونت امور فنی
دفترامورفنی، تدوین معیارها و
کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

۱۳۸۵


جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای کاربردی دستورالعمل
بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ساختمان‌های بنایی

نشریه شماره ۳-۳۶۳

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

جمهوری اسلامی ایران

تفسیر دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای
ساختمان‌های موجود(ویرایش اول)
نشریه شماره ۳۶۱

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای
ساختمانهای موجود

نشریه شماره ۳۶۰
(تجدید نظر اول)

معاونت نظارت راهبردی
امور نظام فنی
nezamfanni.ir

۱۳۹۲

@benyaminrazaziyan

آیین نامه ها و دستورالعمل ها

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

راهنمای طراحی و اجرای سیستم‌های جداساز لرزه‌ای در ساختمان‌ها

ضابطه شماره ۵۲۳
(تجدید نظر اول)

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
Nezamfanni.ir

۱۳۹۸

جمهوری اسلامی ایران
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

راهنمای روش‌ها و شیوه‌های بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود و جزئیات اجرایی

نشریه شماره ۵۲۴

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
nezamfanni.ir

۱۳۸۹

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل ارزیابی و بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های فولادی متداول موجود

ضابطه شماره ۷۴۲

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی
امور نظام فنی و اجرایی
Nezamfanni.ir

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
معاونت تحقیقات
www.bhrc.ac.ir

دستورالعمل استفاده از میراگرها در طراحی و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها

ضابطه شماره ۷۶۶

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
Nezamfanni.ir

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
معاونت تحقیقات
www.bhrc.ac.ir

سازمان مجری ساختمانها و تاسیسات دولتی و عمومی
معاونت برنامه‌ریزی و مهندسی
www.cobi.gov.ir

۱۳۹۷

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل طراحی لرزه‌ای سازه و اجزای غیرسازه‌ای بیمارستان‌ها بر اساس عملکرد

ضابطه شماره ۸۱۶

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
Nezamfanni.ir

وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
http://bhrc.ac.ir

سازمان مجری ساختمان‌ها و تاسیسات دولتی و عمومی
معاونت برنامه‌ریزی و مهندسی
www.cobi.gov.ir

۱۳۹۹

@benyaminrazaziyan

FEMA 351, Recommended Seismic Evaluation and Upgrade Criteria for Existing Welded Steel Moment-Frame Buildings

| FEMA 353, Recommended Specifications and Quality Assurance Guidelines for Steel Moment-Frame Construction for Seismic Applications.

FEMA 306, Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings: Basic Procedures Manual. Applied Technology Council. Redwood City, CA, 1999.

|. [ATC, 1996] – Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, completed by Applied Technology Council under project ATC 40, California Seismic Safety Commission, Report No. SSC 96-01. November 1996 (also available from ATC)

FEMA274; "GLOBAL TOPICS REPORT ON THE PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS"

| FEMA356, PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS.

@benyaminrazaziyan

Fema 440 :Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures

Asce 41-13 : **Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings**

ASCE41-17

Asce7-16

Fema 547

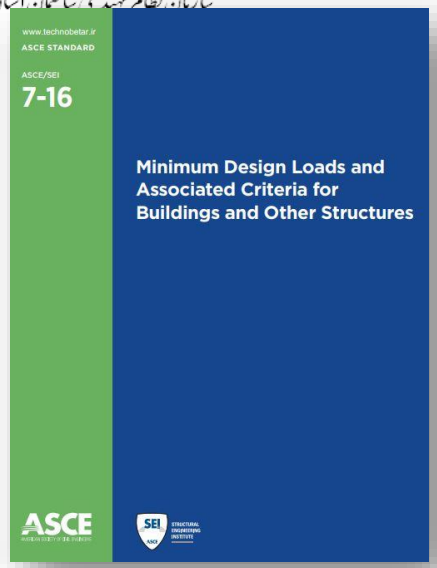
Fema 273

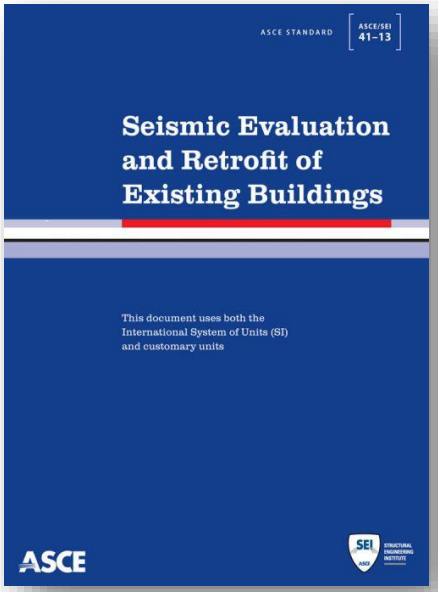
ACI440

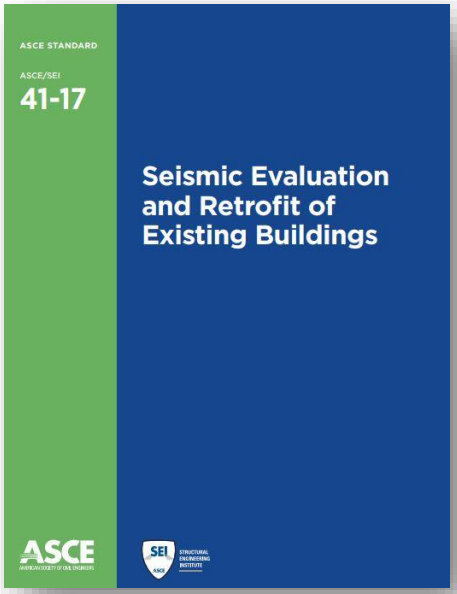
@benyaminrazaziyan

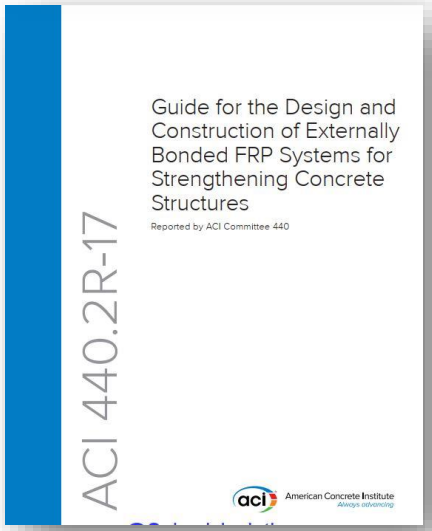
آیین نامه ها و دستورالعمل ها

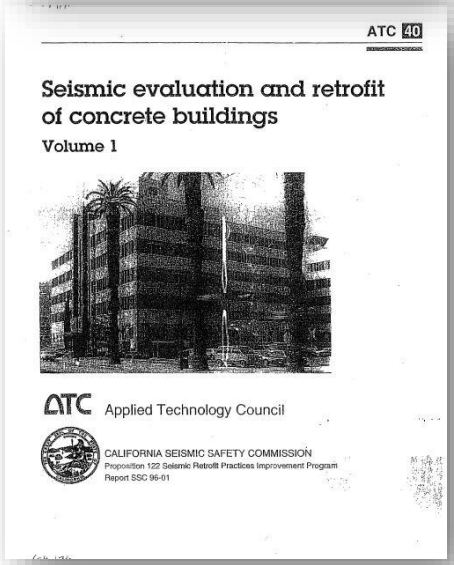
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

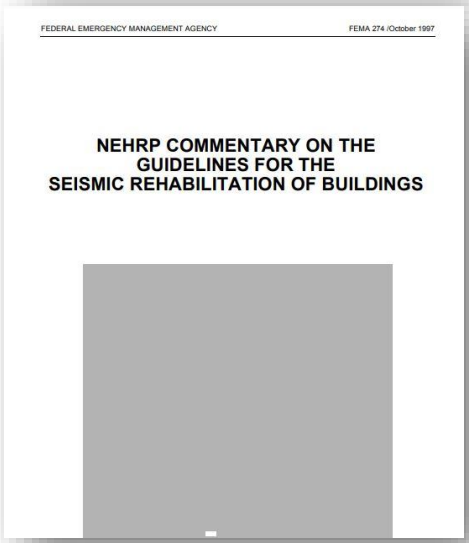








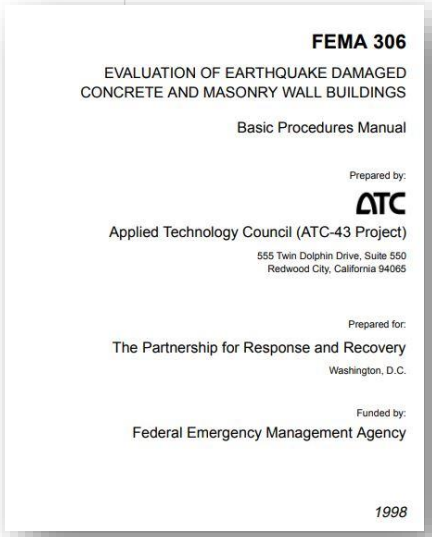


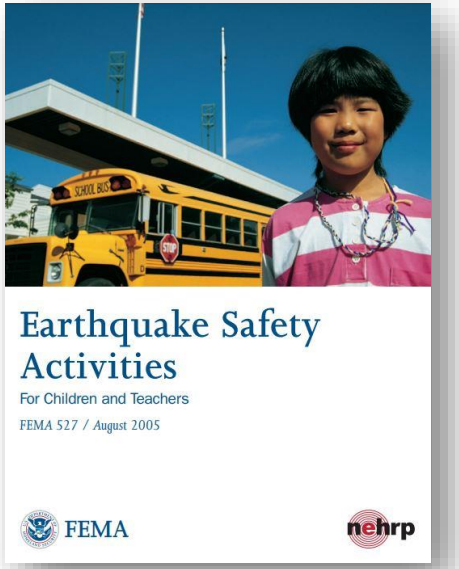


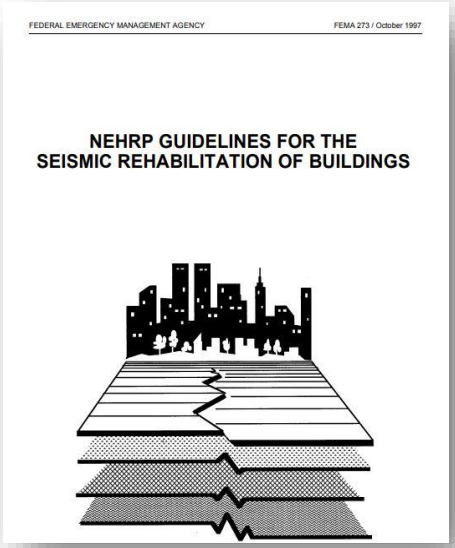
@benyaminrazaziyan

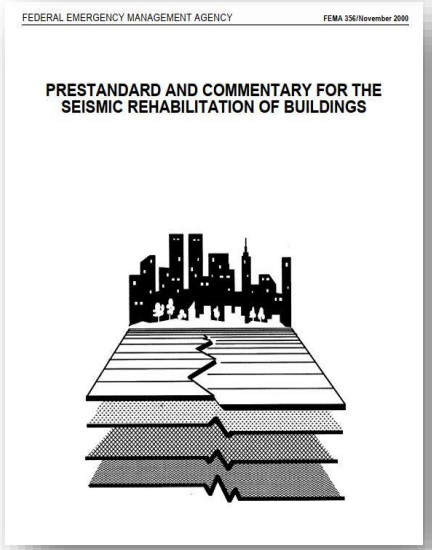
آیین نامه ها و دستورالعمل ها

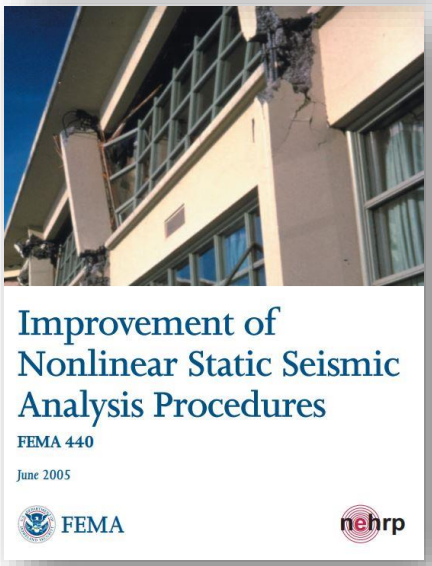
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

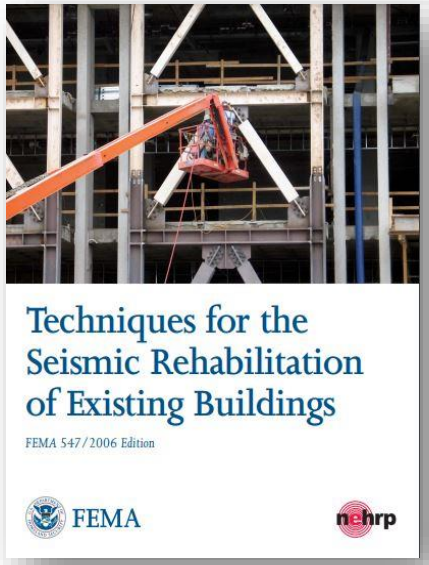












@benyaminrazaziyan

تفاوت بهسازی ، مقاوم سازی و ترمیم؟

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ترمیم :repair

رفع نقایص کوچک و محدود ، مانند مسدود کردن ترک ها یا جایگزین کردن قسمت های کرموی بتن و... را ترمیم میگویند .

تقویت : strengthening

به مجوعه عملیاتی گفته میشود که روی یک قسمت یا تمام سازه انجام میگردد تا سازه بتواند بارها وارده را تحمل کند .

به دلایل تغییر کاربری یا اشتباه طراحی برخی از مقاطع ضعیف بوده و باید تقویت شوند .

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

بازسازی : rehabilitation

مجموعه عملیات انجام گرفته بر روی آسیب دیدگی شدید یا وسیع سازه که باعث میگردد سازه مجددا پایدار شود .

جایگزینی اعضای به شدت آسیب دیده

تقویت اعضای آسیب دیده و...

مقاوم سازی : retrofit

مقاوم‌سازی ساختمان به مفهوم بالا بردن مقاومت یک سازه (ساختمان) در برابر نیروهای وارده می‌باشد. مقاوم‌سازی می‌تواند با افزایش سختی (افزودن مهاربند ، دیوار برشی و ...) و یا افرایش مقاومت (استفاده از FRP، ژاکت بتنی و فولادی و ...) انجام شود. مانند اضافه کردن دیوار برشی به سازه و..

به عبارت کلی افزایش ظرفیت سازه است . (روش استفاده از مقاومت و سختی)

@benyaminrazaziyan

بهسازی : improvement

به‌طور کلی مقاوم‌سازی یکی از روش‌های بهسازی لرزه‌ای سازه بوده و در واقع جزئی از بهسازی می‌باشد بعضی مواقع بدون تغییر در المان ها به بهسازی مورد نظر میرسیم ، گاهی با کاهش نیاز لرزه ای ، کاهش جرم یا حتی استفاده از میراگرها در سازه به ظرفیت مورد نظر میرسیم .

مفاهیم

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

شکلپذیری = خسارت؟؟؟؟؟؟؟؟؟

@benyaminrazaziyan

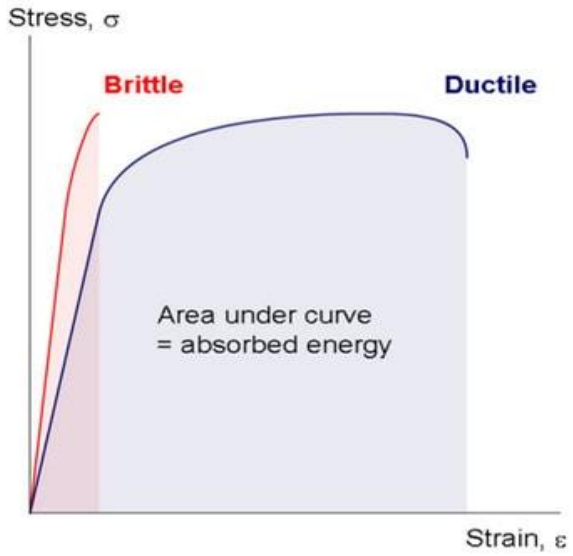
سختی :Stiffness

ایستادگی در برابر تغییر مکان است.

برای یک نیرو مشخص هر چقدر تغییر شکل سازه کمتر باشد سختی آن بیشتر است.

شکل پذیری :Ductile

شکل پذیری در سازه به عنوان خاصیت ذاتی اعضای سازه، نقش تعیین کننده در رفتار مصالح را دارد؛ این خاصیت در اعضا باعث میشود تغییر شکل های بزرگ قبل از شکست کامل در مصالح قابل نمایش باشند. به طور مثال تیری را در یک ساختمان در نظر بگیرید که در اثر بارهای وارده، بدون نشان دادن تغییر شکل های قابل ملاحظه، به طور ناگهانی شکست می‌خورد اما در مقابل، تیری را فرض کنید که تحت همان مقدار بار، قبل از شکست کامل، تغییرشکل های زیادی را از خود نشان داده است در واقع ما می توانیم شکل‌پذیری سازه را به عنوان یک نشانه و هشدار دهنده برای انهدام سازه در نظر بگیریم.



@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

مقاومت: Strength

ظرفیت تحمل نیرو در تلاش مورد نظر را مقاومت میگویند.

مشخصات اصلی هر ساختمان عبارت است از سختی مقاومت و شکل پذیری، سختی عامل محدود کننده تغییر مکان جانبی است. مقاومت میزان آسیب را در سازه کنترل میکند و شکل پذیری برای جلوگیری از انهدام سازه می باشد. حداکثر مقدار این سه عامل در سازه با عنوان ظرفیت شناخته میشود. ظرفیت سختی, ظرفیت مقاومت و ظرفیت شکل پذیری به مشخصات مصالح , ابعاد و شکل مقاطع اعضا و نوع سازه بستگی دارد. با افزایش ابعاد مقطع و یا افزایش مقاومت مصالح و میتوان ظرفیت سختی و ظرفیت مقاومت سازه را افزایش داد.

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

رفتار پسماند:

رفتار پسماندhysteresis

با وارد شدن سازه به مرحله پلاستیک بدلیل ماهیت سیکلی بار زلزله ، سازه بصورت مداوم بارگذاری و باربرداری را تجربه می کند. این روند بارگذاری و باربرداری باعث می شود که سازه از خود رفتاری را نشان دهد که به آن پسماند (hysteresis)گویند. شکل وجهت منحنی پسماند در مراحل اولیه وابسته به فاکتورهای زیر می باشد :

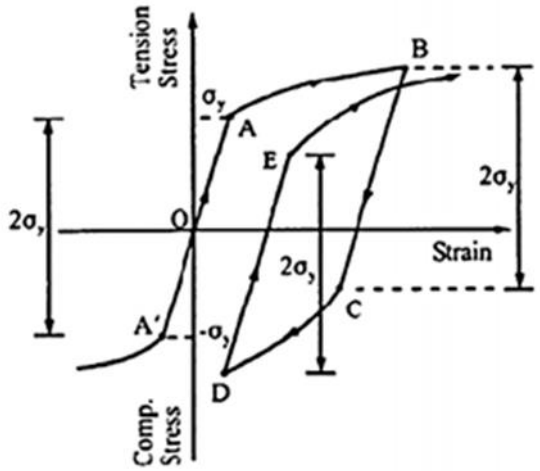
سختی سازه ای Structural stiffness

جابجایی تسلیم Yield Displacement

مصالح سازه ای Structural material

سیستم سازه ای: Structural system

شکل اتصالات Connection configuration



@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

مفصل پلاستیک: plastic hinge

در صورتی که در عضو یک سازه لنگر خمشی وارد بر عضو به قدری زیاد شود که دور ترین تار مقطع به حد تنش جاری شدن (σ_y) برسد، به لنگر به وجود آمده در این نقطه لنگر آستانه جاری شدن گویند. حال اگر مقدار لنگر خمشی بیشتر از My باشد، کم کم تارهای خارجی مقطع از بالا به پایین و از پایین به سمت بالا شروع به جاری شدن می کنند. در این حالت تنها قسمت وسط مقطع در حالت الاستیک باقی مانده که به آن هسته الاستیک گفته می شود و سایر قسمت های مقطع جاری شده اند و یا اصطلاحا به حالت تغییر شکل غیر قابل برگشت (پلاستیک) تبدیل شده اند. حال اگر مقدار لنگر به قدری افزایش یابد که کل تارهای مقطع جاری شوند، این نقطه از مقلع دیگر نمی تواند لنگر بیشتری را تحمل کند و مثل یک مفصل در مقابل لنگر خمشی عمل می کند. در این حالت به این نقطه مفصل پلاستیک و به لنگری که باعث تشکیل این مفصل می شود لنگر پلاستیک Mp گفته می شود. البته مفصل پلاستیک تنها در اثر خمش یک محوره ایجاد نمی گردد بلکه می تواند به واسطه وجود لنگر خمشی دو محوره، نیروی برشی و یا ترکیبی از این نیروها تشکیل شود. در مقاطع فولادی روند به صورت فوق است. ولی در مقاطع بتنی مفصل زمانی تشکیل میشود که میلگردهای کششی جاری شده اند.

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

طراحی سازه :

۱- طرح از ابتدا

۲- بهسازی لرزه ای سازه ها (ساختمان های موجود)

آیا آئین نامه طرح از ابتدا و بهسازی لرزه ای باهم فرق دارند؟ چرا.....

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

نیاز لرزه ای (demand):

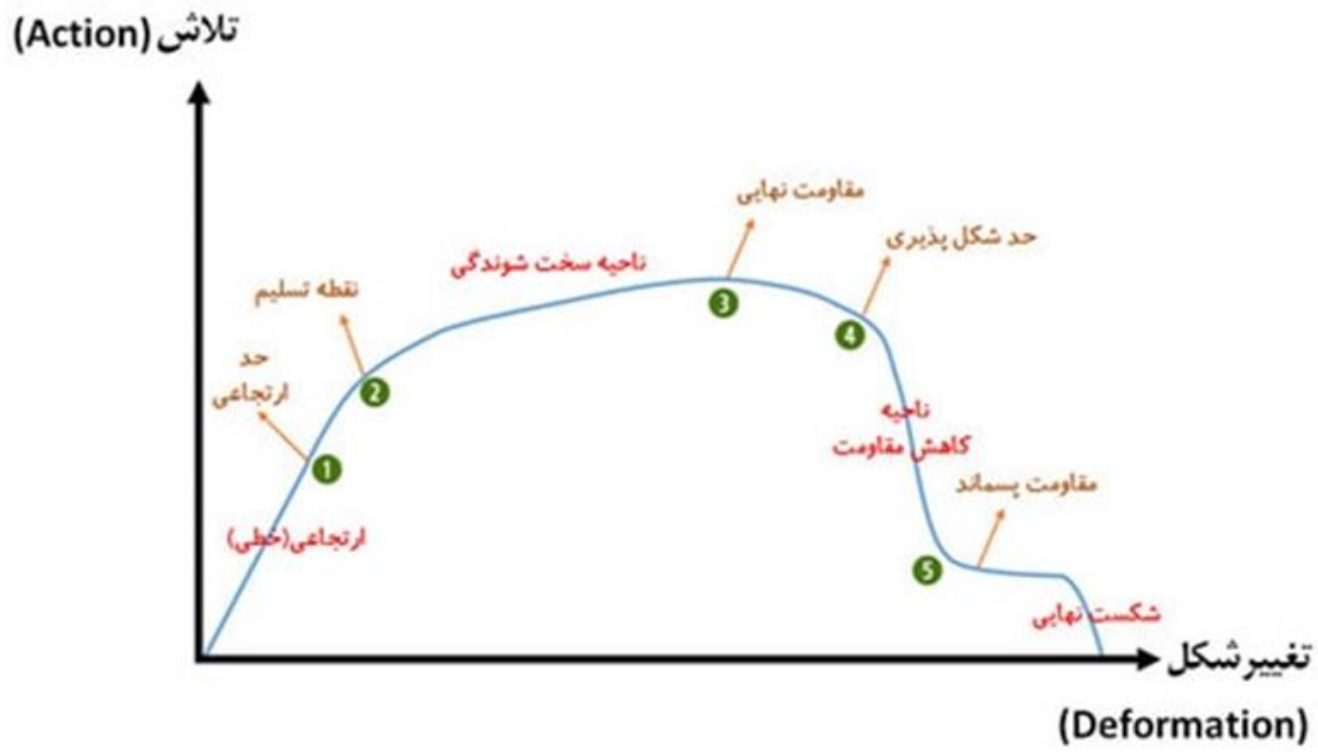
نیروی زلزله است که به سازه وارد میشود.

ظرفیت (Capacity):

مشخصات اصلی هر ساختمان عبارت است از سختی مقاومت و شکل پذیری، سختی عامل محدود کننده تغییر مکان جانبی است. مقاومت میزان آسیب را در سازه کنترل میکند و شکل پذیری برای جلوگیری از انهدام سازه می باشد. حداکثر مقدار این سه عامل در سازه با عنوان ظرفیت شناخته میشود. ظرفیت سختی, ظرفیت مقاومت و ظرفیت شکل پذیری به مشخصات مصالح , ابعاد و شکل مقاطع اعضا و نوع سازه بستگی دارد. با افزایش ابعاد مقطع و یا افزایش مقاومت مصالح و میتوان ظرفیت سختی و ظرفیت مقاومت سازه را افزایش داد.

@benyaminrazaziyan

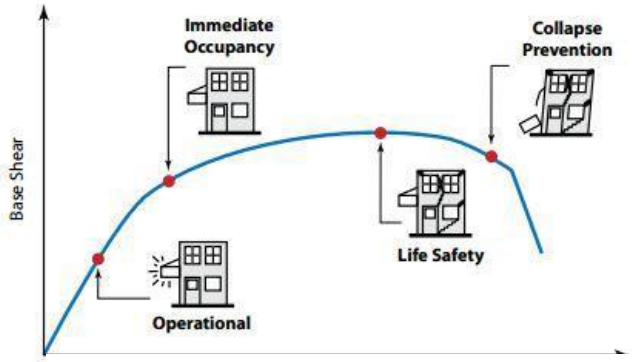
ظرفیت (Capacity):

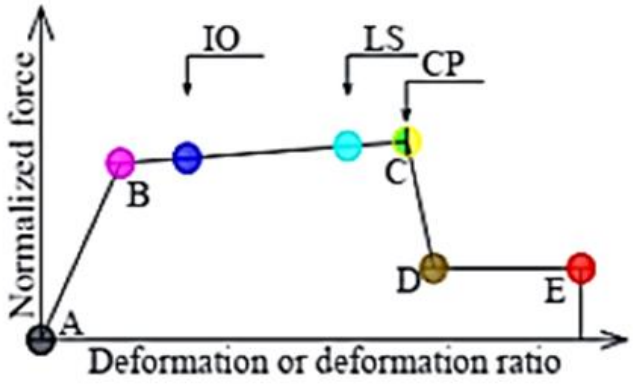


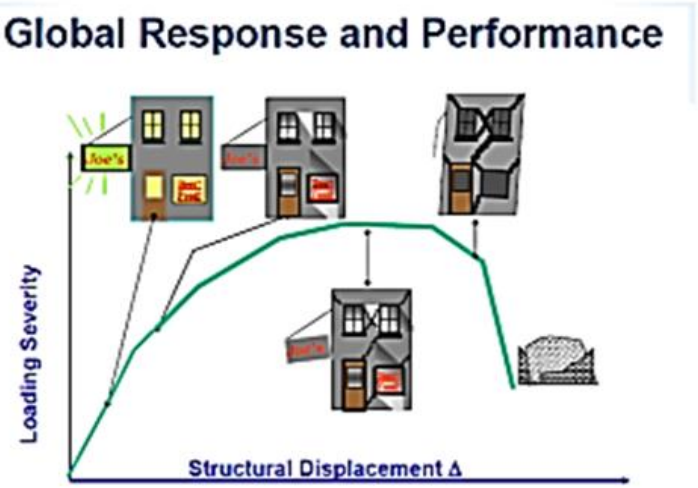
@benyaminrazaziyan

سطح عملکرد (performance level):

چگونگی برطرف کردن نیاز لرزه ای







@benyaminrazaziyan

چگونگی برطرف کردن نیاز لرزه ای :

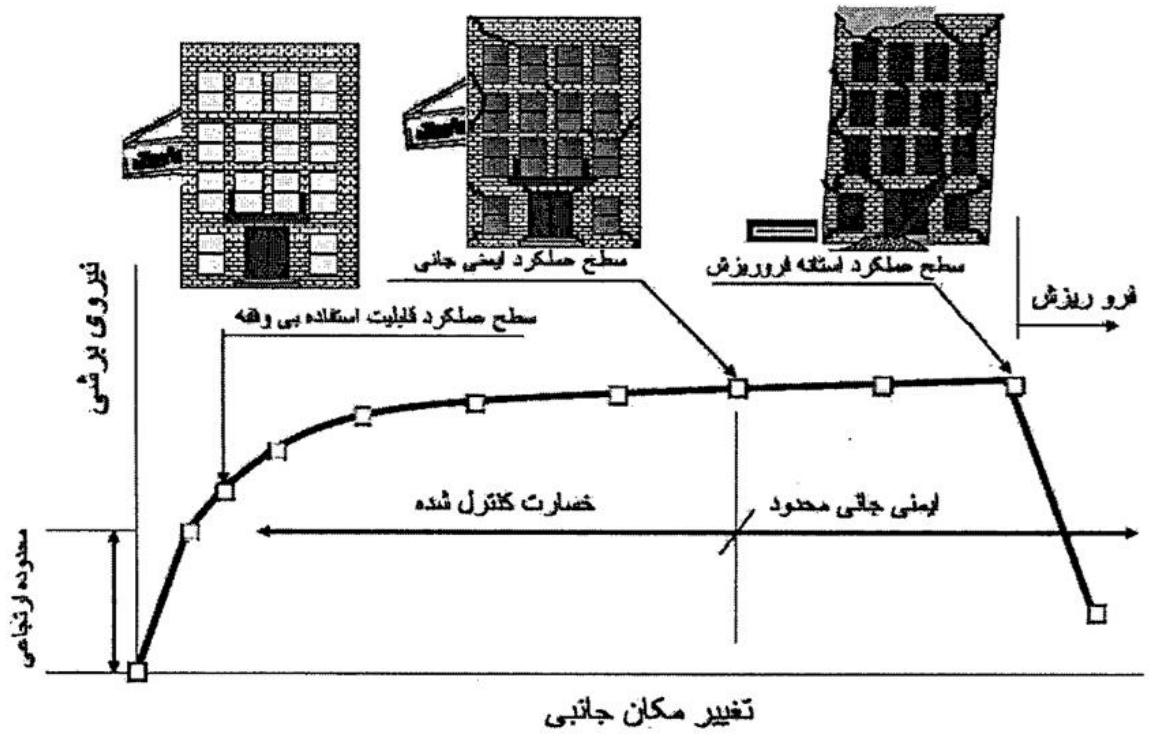
کم کردن نیاز : وزن- نامنظمی-تغییر کاربری - میراگر و جداساز لرزه ای- اثرات اندرکنش خاک و سازه

ظرفیت بالا میبریم: مقاومت- شکل پذیری- سختی سازه

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

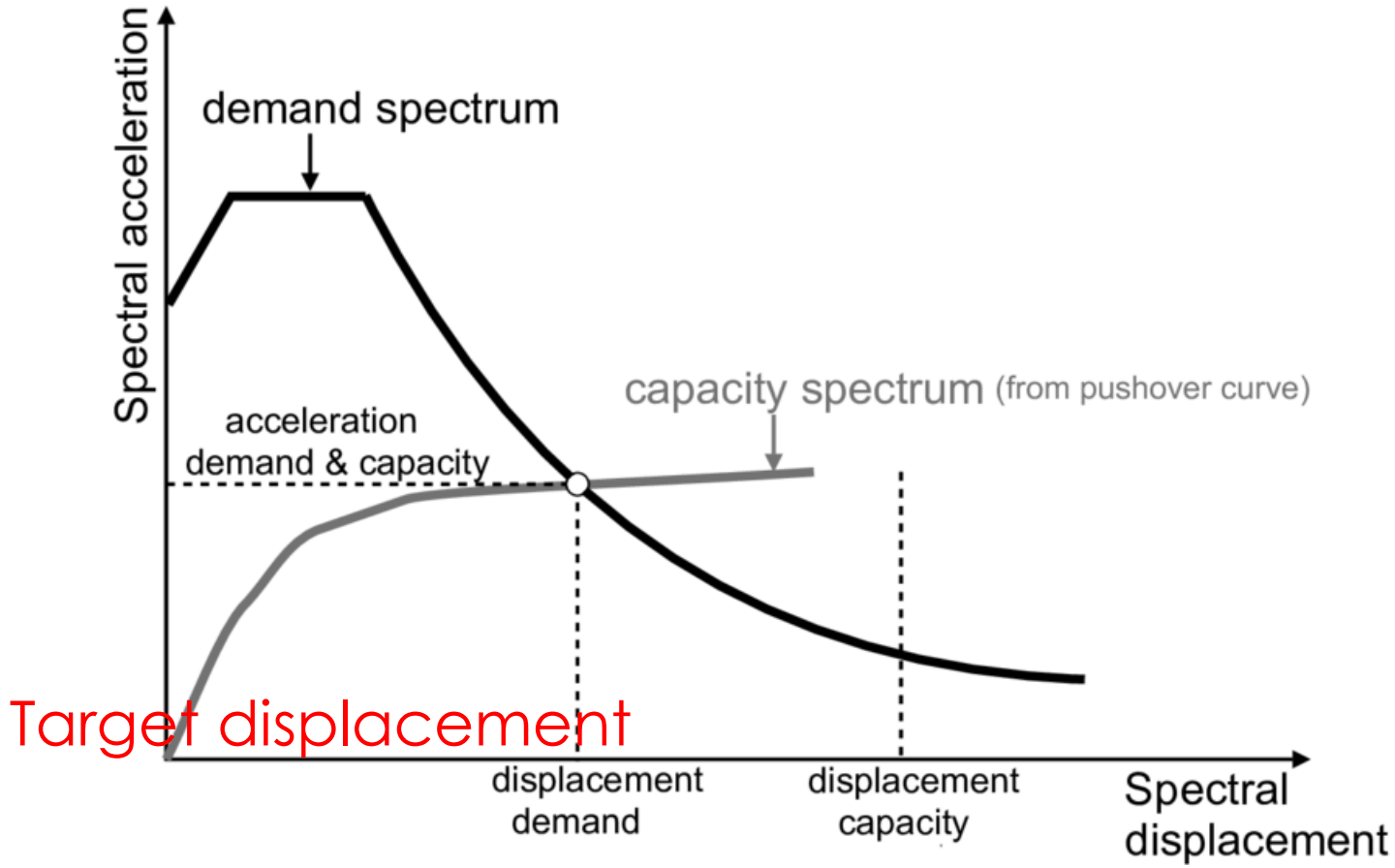
➢ شکل زیر حدود سطوح عملکرد تعریف شده بر روی منحنی ظرفیت سازه را نشان می‌دهد.



منحنی ظرفیت سازه و نمایش حدود سطوح عملکرد تعریف شده بر روی آن

@benyaminrazaziyan

نقطه عملکرد(performance point):



مفاهیم

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

۱-سطح عملکرد خدمت رسانی بی وقفه (OP -A۱) OPerational

ساختمانی دارای سطح عملکرد خدمت رسانی بی وقفه است که اجزای سازهای آن دارای سطح عملکرد ۱ (قابلیت استفاده بی وقفه) و اجزای غیرسازهای آن دارای سطح عملکرد A (خدمت رسانی بی وقفه) باشند.

سطح عملکرد ۱ اجزای سازهای (قابلیت استفاده بی وقفه)، به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، مقاومت و سختی اجزای سازه تغییر قابل توجهی پیدا | نکرده و استفاده ی بی وقفه از آن ممکن باشد.

سطح عملکرد A اجزای غیرسازهای (خدمت رسانی بی وقفه)، به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود اجزای غیرسازهای در اثر زلزله محتمل، دچار خرابی بسیار جزئی شوند، به گونه ای که خدمت رسانی ساختمان به طور پیوسته انجام شود.

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

۱-سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه (Io-B1) Immediate Occupancy

ساختمانی دارای سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه است که اجزای سازهای آن دارای سطح عملکرد ۱ (قابلیت استفاده بی وقفه) و اجزای غیرسازهای آن دارای سطح عملکرد B (قابلیت استفاده بی وقفه) باشند.

سطح عملکرد B اجزای غیرسازهای (قابلیت استفاده بی وقفه)، به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود اجزای غیرسازه ای در اثر زلزله محتمل، دچار خرابی بسیار جزنی شوند، به گونه ای که پس زلزله، راههای دسترسی و فرار مانند درها، راهروها، پله ها، آسانسورها و ثنایی آنها مختل نشده و استفاده از ساختمان بی وقفه میسر باشد.

@benyaminrazaziyan

۲-. سطح عملکرد ایمنی جانی (LS-C3) Life Safety

ساختمانی دارای سطح عملکرد ایمنی جانی است که اجزای سازه ای ان دارای سطح عملکرد ۳ (ایمنی جانی) و اجزای غیرسازهای آن دارای سطح عملکرد C(ایمنی جانی) باشند .

سطح عملکرد ۳ اجزای سازه ای (ایمنی جانی)، به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، خرابی در سازه ایجاد شود، اما میزان خرابی ها به اندازهای بلند که منجر به خسارت جانی حداقل شود.

سطح عملکرد C اجزای غیر سازه ای(ایمنی جانی)، به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود خرابی اجزای غیرسازهای در زلزله محتمل، خطر جدی برای جان ساکنین به وجود نیاورد.

@benyaminrazaziyan

۳- سطح عملکرد آستانه ی فروریزش (CP-E5) Collapse Prevention

ساختمانی دارای سطح عملکرد آستانه ی فروریزش است که اجزای سازهای آن دارای سطح عملکرد ۵ (آستانه ی فروریزش) باشند. در این حالت محدودیتی برای سطح عملکرد اجزای غیرسازه ای وجود ندارد (سطح عملکرد لحاظ نشده E)

سطح عملکرد ۵ اجزای سازه ای (آستانه ی فروریزش)، به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، خرابی گسترده در سازه ایجاد شود، اما ساختمان فرونریزد و تلفات جانی به حداقل برسد.

سطح عملکرد E اجزای غیر سازه ای (لحاظ نشده): اگر برای عملکرد اجزای غیر سازهای سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد. | سطح عملکرد اجزای غیر سازهای لحاظ نشده نامیده می شود. |

@benyaminrazaziyan

سایر سطوح عملکرد اجزای سازه ای:

سطح عملکرد ۲ اجزای سازهای (خرابی محدود)، به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، خرابی در سازه به میزان محدود ایجاد شود، به گونه ای که پس از زلزله با انجام تعمیر بخش های آسیب دیده ادامه ی بهره برداری از ساختمان به سادگی میسر باشد.

سطح عملکرد ۴ اجزای سازه ای (ایمنی جانی محدود)، به سطح عملکردی اطلاق می شود که پیش بینی شود در اثر وقوع زلزله محتمل، خرابی در سازه ایجاد شود. اما میزان خرابیها به اندازهای باشد که منجر به خسارت جانی حداقل شود.

سطح عملکرد ۶ اجزای سازهای (لحاظ نشده): اگر برای عملکرد اجزای سازهای سطح عملکرد خاصی انتخاب نشده باشد. مسطح عملکرد اجزای سازهای لحاظ نشده نامیده میشود.

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

سایر سطوح عملکرد اجزای غیر سازه ای:

اجزای غیرسازه ای(ایمنی جانی محدود)، به سطح عملکردی اطلاق می شود که D طح عملکرد پیش بینی شود خرابی اجزای غیرسازهای در اثر زلزله محتمل، به اندازهای باشد که خسارت جانی حداقل شود

جداول زیر می توانند در بررسی سطوح عملکرد اجرای سازه ای و غیر سازهای به مهندس بهساز یاری رساند

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

مهندسی ساختمان استان تهران

اعضای سازه‌ای و غیرسازه‌ای در سطح عملکرد کل ساختمان

	سطح عملکرد ساختمان			
	خدمت رسانی بی وقفه (A-1)	قابلیت استفاده بی وقفه (B-1)	ایمنی جانی (C-3)	آستانه فروریزش (E-5)
خسارت کلی ساختمان	بسیار کم	کم	متوسط	شدید
اعضای سازه ای	سختی و مقاومت اعضا تقریباً تغییری نمی کند. تغییر شکل ماندگار و ترک خوردگی در اعضا ایجاد نمی شود.	سختی ومقاومت اعضا تقریباً تغییری نمی کند . تغییر شکل ماندگار و ترک خوردگی در اعضا ایجاد نمی شود.	سختی و مقاومت باقیمانده در تمام طبقات وجود دارد. سیستم باربر ثقلی عمل می کند . گسیختگی دیوارها خارج از صفحه آنها رخ نمی دهد. تغییر شکل ماندگار در سازه وجود دارد.	سختی و مقاومت باقیمانده ناچیز ولی ستونها و دیوارها عمل می کنند. تغییر شکل های ماندگار زیاد است. دیوارها و دست اندازهای مهار نشده گسیخته می شوند. ساختمان در آستانه فروریزش است.
اعضای غیرسازه ای	تمام سیستم های لازم برای عملکرد ساختمان فعال باقی می مانند دیوارهای داخلی و نما و سقفها ترک نمی خورند. خرابی های ناچیز ایجاد شده و سیستم تأسیسات و برق رسانی فعال باقی می مانند.	آسانسورها قابل استفاده مجدد باقی می مانند. تجهیزات اطفاء حریق قابل استفاده هستند. تأسیسات ساختمان دچار خرابی ناچیز می شوند به گونه ای که با تعمیر جزئی قابل استفاده می شوند.	از خطرات فرو ریزش اشیاء جلوگیری می شود اما بسیاری از تأسیسات ساختمان و عناصر معماری صدمه می بینند.	خرابی گسترده در اعضای غیر سازه ای ایجاد می شود.

@benyaminrazaziyan

سطوح خطر : (risk levels)

همان طور که بیان شد، انتظار میزان مشخصی از خرابی در برابر زلزله ای با قدرت مشخص را هدف بهسازی مینامند. سطوح خطر در واقع طبقه بندی شدت زلزله بوده و از دیدگاه نشریه ۳۶۰، به قرار زیر خواهند بود.

1- سطح خطر ۱ : (DBE: design basis earthquake)

معادل سطحی از حرکتهای قوی زمین است که احتمال فراگذشت از آن ۱۰٪ در ۵۰ سال عمر مفید سازه است. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۴۷۵ سال است. سطح خطرا در استاندارد ۲۸۰۰ ایران زلزله طرح" نامیده شده است.

@benyaminrazaziyan

2 -سطح خطر ۲:

(MCE: maximum considered earthquake)
(MPE: maximum probable earthquake)

معادل سطحی از حرکتهای قوی زمیناست که احتمال فراگذشت از آن ۲٪ در ۵۰ سال عمر مفید سازه است. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال است. سطح خطر ۲ به "بیشینه زلزلهی محتمل" معروف بوده که در استاندارد ۲۸۰۰ ایران نامی از آن مطرح نشده است.

3-سطح خطر انتخابی:

(زلزله با هر احتمال رویداد در ۵۰ سال): معادل سطحی از حرکت های قوی زمین است که احتمال فراگذشت از آن انتخابی است. این سطح خطر، برای موارد خاص و با ملاحظات ویژه استفاده میشود

سطوح خطر احتمالی براساس دوره بازگشت

دوره بازگشت		احتمال وقوع زلزله	
۷۲		۵۰ درصد در ۵۰ سال	سطح خطر انتخابی
۲۲۵		۲۰ درصد در ۵۰ سال	
۴۷۵	زلزله ی طرح	۱۰ درصد در ۵۰ سال	زلزله ی سطح خطر-1
۲۴۷۵		۲ درصد در ۵۰ سال	زلزله ی سطح خطر-2

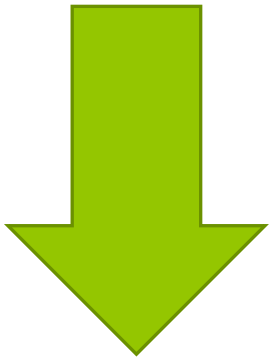
@benyaminrazaziyan

مفاهیم

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

در ژاپن: دنبال افزایش سختی

در ایران و آمریکا: دنبال شکل پذیری



دوره بازگشت

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

هدف از طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد؟؟؟؟ (در سازه های طرح از ابتدا)

۱- سبک سازی؟؟؟

۲- توالی خرابی

۳-مکانیزم سازه

۴- ارزیابی عملکردی

@benyaminrazaziyan

مفاهیم

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

فلسفه طراحی عملکردی این است که:

۱-افزایش ظرفیت جذب و استهلاک سازه در هنگام رخداد زلزله و استفاده از انرژی استهلاک شده سازه

۲-افزایش تشکیل تعداد مفاصل پلاستیک در سازه برای افزایش ظرفیت جذب و استهلاک سازه

3-توانایی سازه در تغییر شکل های غیر خطی و غیر الاستیک ناشی از زلزله

۴- افزایش ظرفیت دورانی سازه و به طبع آن افزایش شکل پذیری سازه

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

روشهای مقاوم سازی:

۱- برای المان ها

۲- برای کل سازه

@benyaminrazaziyan

ضرورت بهسازی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

۱-پایین بودن کیفیت مصالح مصرفی یا بد بودن اجرا
۲-تغییر کاربری ساختمان
۳-عوامل محیطی مانند خرابی ناشی از خوردگی
۴-آسیب دیدگی حین وقوع زلزله یا بهره برداری
۵-اضافه نمودن طبقات در ساختمان
۶-تغییرات ضوابط آیین نامه ای
۷-ضعف سازه ای که معمولا به صورت ترک پدیدار میشود
۸- طراحی اشتباه
۹-رفع لرزش سقف یا ترک خوردگی اجزای ساختمان و انجام تعمیرات ساختمان

@benyaminrazaziyan

مراحل مقاوم سازی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

۱- گردآوری اطلاعات در مورد مشخصات سازه

۲-تحلیل سازه ای ساختمان آسیب دیده

۳-طراحی تقویت سازه در صورت نیاز

۴- تهیه نقشه های طرح تقویت

۵- برآورد هزینه

@benyaminrazaziyan

معیارهای حاکم بر مقاوم سازی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

۱- معیارهای عمومی

۲- معیارهای فنی

۳- شیوه های کلی تقویت

@benyaminrazaziyan

معیارهای عمومی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

۱- قیمت اولیه ساختمان و قیمت طرح تقویت

۲-قابلیت دوام اعضای جدید

۳- فراهم بودن تجهیزات ، امکانات و نیروی کار

۴-امکان کنترل کیفیت و آزمایشها

۵- پریا خالی بودن از سکنه

۶- مدت زمان انجام کار

۷- زیبایی طرح

۸- حفظ هویت معماری برای ساختمتنهای باستانی

@benyaminrazaziyan

معیارهای فنی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

۱- برای ساختمانهای بسیار نامنظم باید یک منظمی تا حد امکان به سازه داد.

۲- برای ساختمانهایی که داری طبقه ضعیف یا نرم هستند برطرف گردند .

۳- بعد تقویت باید تمامی موارد آیین نامه ای رعایت گردند .

۴- بالابردن شکل پذیری موضعی در مکانهای آسیب دیده .

@benyaminrazaziyan

شیوه های کلی تقویت

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

۱- محدود نمودن در استفاده از سازه یا تغییر کاربری

۲-اصلاح کلی یا موضعی اعضای آسیب دیده شده یا آسیب دیده نشده

۳- کاهش وزن سازه

۴- اضافه کردن یکسری اعضای مقاوم سازی مانند : بادبند ، دیواربرشی ، میراگرها و...

@benyaminrazaziyan

ارزیابی سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

پیش از اقدام به تعمیر و مقاوم سازی نخست باید سازه ارزیابی شود .

دلایل ارزیابی سازه :

۱- تشخیص علت یا علل آسیب دیدگی

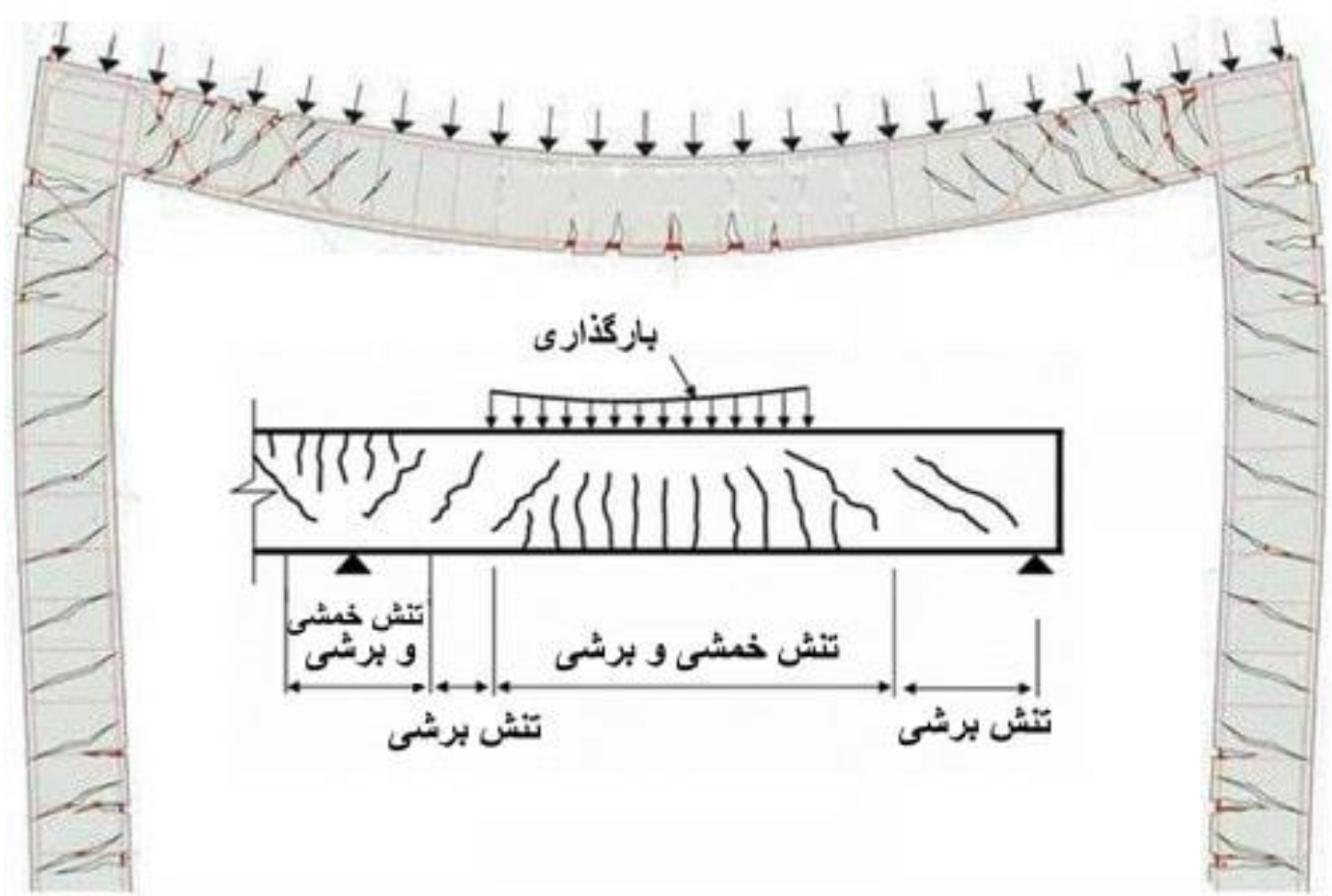
۲- تعیین وسعت آسیب دیدگی (عمق و سطح آسیب)

۳- انتخاب روش مناسب تعمیر

۴- انتخاب مواد مناسب تعمیر

@benyaminrazaziyan

ارزیابی سازه



@benyaminrazaziyan

پایش سلامت سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

پایش سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

شیوه کلاسیک و قدیمی پایش و سلامت سازه ای :

بر اساس شیوه ی کلاسیک و قدیمی، بررسی وضعیت سازه با استفاده از بازبینی چشمی توسط یک متخصص انجام می شود که این مساله چند ضعف عمده دارد:

۱ -طبیعتا خطای این روش بالاست.

۲ -پوشیده بودن اجزای اصلی و شروع خرابی ها از بخش های داخل المان.

۳ -امکان دسترسی به بسیاری از بخش های برخی از سازه ها به طور کلی وجود ندارد.

۴ -در بسیاری از خرابی ها در مقیاس کوچک قابلیت آشکارسازی با بازرسی چشمی وجود ندارد.

۵ -بازرسی تمام نقاط سازه امکان‌پذیر نیست.

@benyaminrazaziyan

پایش سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

شیوه نوین پایش :

ارزیابی غیرمخرب (NDT) و خودکار وضعیت سلامت یا عدم سلامت سازه ها موضوع علم نوین پایش سلامت سازه هاست. این ارزیابی معمولا سه هدف عمده را مد نظر قرار می دهد:

۱ – پایش سلامت سازه ای به عنوان فراهم کننده ی اطلاعات مورد نیاز در بحث ترمیم و مقاوم سازی سازه ها.

۲ -پایش سلامت سازه ای ابزاری به جهت برآورد و تخمین باقیمانده ی عمر مفید سازه.

۳ -پایش سلامت سازه ای ابزاری به جهت اعلام هشدار قبل از خرابی سازه و نیز تعیین مسیرهای فرار و نقاط امن سازه در مواقع بحرانی مانند جنگ، زلزله، بادهای شدید و

@benyaminrazaziyan

پایش سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

دو دسته بندی کلی برای بحث پایش و سلامت سازه ای داریم:

- **دوره ای**
- **دائمی**

آیین نامه ها در زمینه ی مانیتورینگ:

- آیین نامه سلامت سازه‌ای پل‌ها در کشور آمریکا(FHWA)
- آیین نامه کانادا(ISIS)

@benyaminrazaziyan

پایش سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

پایش دایمی :

در حالت کلی دارای مولفه های مشابهی هستند: سنسورها، انتقال دهنده اطلاعات، واحدهای ثبت داده ها و سیستم های مدیریت داده(مدیریت نرم افزاری). انتخاب سیتم مونیتورینگ بستگی به مشخصاتی مثل هدف مونیتورینگ، پارامترهای انتخابی، دقت، تکرار خواندن داده، سازگاری با محیط زیست روش های نصب برای مولفه های مختلف مربوط به سیستم مونیتورینگ، امکان عملکرد اتوماتیک، ارتباط از راه دور، نوع مدیریت داده ها و سطحی که سازه در آن مونیتور می شود.

@benyaminrazaziyan

مزایای پایش و سلامت سازه ای: (خودکار)

۱ -بررسی و ارزیابی مداوم وضعیت سازه به صورت خودکار.

۲ -تعیین سریع و به هنگام نقاط آسیب دیده ی سازه به صورت خودکار و جلوگیری از انتشار و گسترش آسیب. این مزیت به صاحبان سازه اجازه ی تصمیم گیری می دهد. صاحبان متوجه خواهند شد که سازه چه زمانی نیاز به مرمت و بازسازی موضعی و چه زمانی نیاز به بازسازی کلی و حتی تخریب دارد.

۳ -مشخص نمودن امن بودن یا نبودن کلی سازه در هنگام وارد آمدن نیروهای شدید بر سازه به صورت خودکار بدیهی است که در صورت استفاده از ابزارهای کنترل ارتعاش سازه ها احتمال بروز حالت نا امنی سازه به میزان چشمگیری کاهش خواهد یافت.

۴ -تعیین نقاط امن سازه به جهت پناه گرفتن یا خروج در هنگام وارد آمدن نیروهای شدید بر سازه به صورت خودکار.

۵ -هزینه ی پایین به نسبت کارایی های بسیار ارزشمند.

پایش سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو پایش سلامتی سازه (خودکار)

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

NDT آزمایشهای غیر مخرب سازه

آزمایش هافسل (پتانسیل خوردگی بتن)

اسکن میلگرد (آرماتور) در بتن

پایش سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

تست چکش اشمیت

تست التراسونیک بتن (UPV)

@benyaminrazaziyan

تست هافسل

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

تست هافسل

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

. این سیستم قابلیت شناسایی جریان یون متحرک در بتن بین بخش های کاتدیک و آندیک را با اندازه گیری خطوط هم پتانسیل را دارا می باشد. بتن مانند یک الکترولیت عمل می کند و خطر خوردگی به اختلاف پتانسیل اندازه گیری شده بستگی دارد. تست پتانسیل خوردگی (آزمایش هافسل) روشی برای شناسایی محل های فعال و محتمل برای خوردگی است. توصیه می شود تست کربناتاسیون و یون محلول کلرید برای کسب نتایج دقیق تر انجام گیرد.

@benyaminrazaziyan

تست هافسل

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

مقاومت بتن در برابر خوردگی به طور خلاصه به دو عامل بستگی دارد:

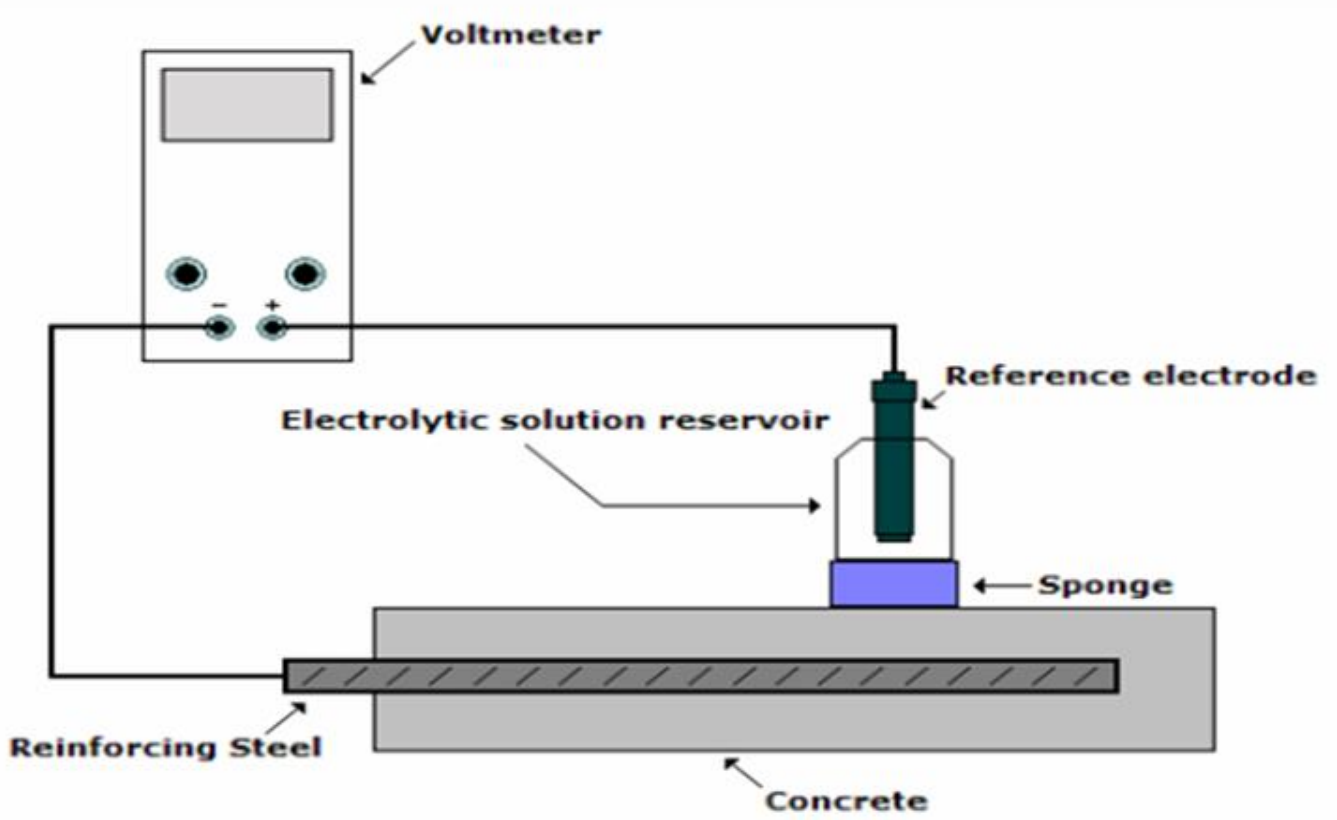
۱ .مقاومت بتن در مقابل نفوذ یون کلر که به ضخامت کاوربتن و نفوذپذیری آن بستگی دارد.

۲ .مقاومت میلگرد در مقابل خوردگی که به نوع فولاد مورد استفاده، قلیائیت محیط داخلی بتن و واکنش های انجام شده روی فولاد که ممکن است منجر به از بین رفتن پیوند بین فولاد و بتن شود، بستگی دارد.

@benyaminrazaziyan

تست هافسل

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



@benyaminrazaziyan

تست هافسل

این آزمایش مطابق با استاندارد ASTM C876 و با استفاده از الکترود مرجع انجام شده

اندازه گیری پتانسیل خوردگی آرماتور، شامل تعیین اختلاف ولتاژ بین آرماتور و یک الکترود مرجع در تماس با بتن است. بسته به نوع الکترود مصرفی ، ولتاژ قرائت شده متفاوت خواهد بود و قابل تبدیل به یکدیگر می باشند.

اختلاف پتانسیل V با الکترود مس–سولفات مس (mv)	احتمال شروع فعالیت خوردگی
V>350	بیش از ۹۰ درصد
350>V>200	حدود ۵۰ درصد
200>V	کمتر از ۱۰ درصد

@benyaminrazaziyan

تست هافسل

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

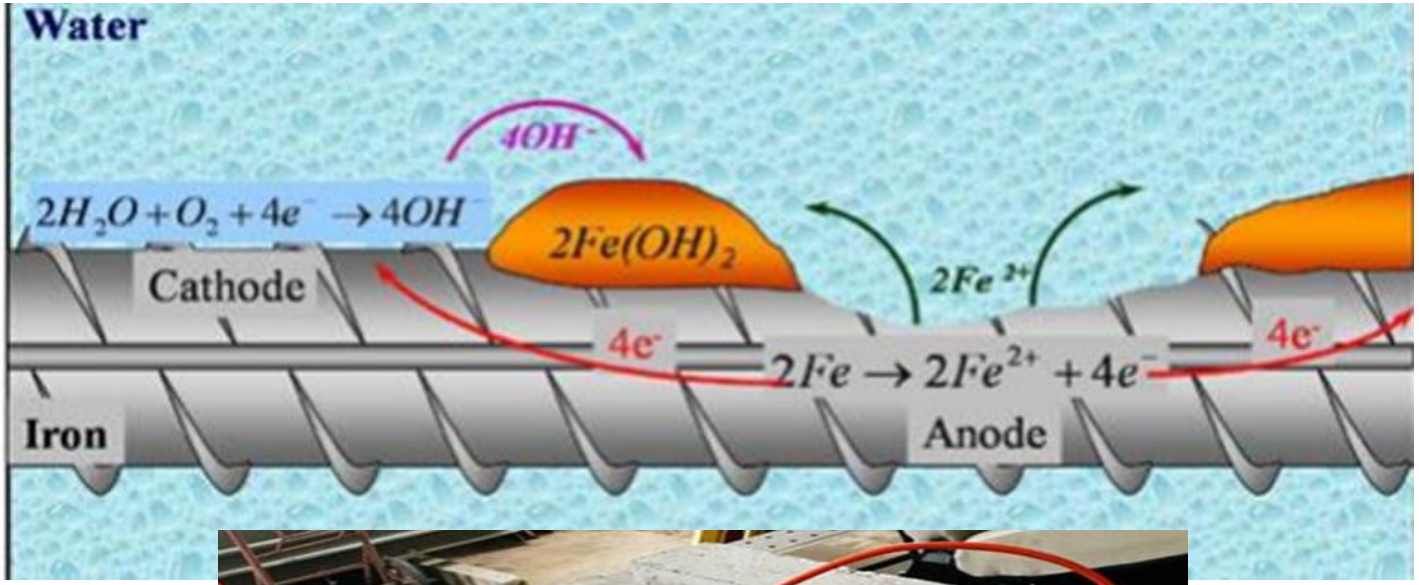
در آزمایش هافسل باید میلگردها بصورت متصل تداوم داشته باشند و قطع در آنها باعث اختلال در نتایج می گردد. باید دانست که این آزمایش فقط اختلاف پتانسیل موجود را به دست می دهد که پتانسیل خوردگی نام دارد و به هیچ وجه آهنگ خوردگی یا میزان خوردگی میلگرد را به نمایش نمی گذارد.

آزمایش هافسل و ارقام ذکر شده فقط برای میلگردهای بدون پوشش گالوانیزه ، اپوکسی و ... کاربرد و مفهوم دارند و برای میلگردهای پوشش دار و صنعت متفاوت خواهد بود. آزمون هافسل مستقیماً کیفیت بتن را بدست نمی دهد فقط می توان کیفیت بتن را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی کرد و نشان داد کدام نمونه زودتر و کدام یک دیرتر فعالیت خوردگی را آغاز می نمایند . جهت بررسی این آنالیز کانتورهای دو بعدی ترسیم گردیده است.

@benyaminrazaziyan

تست هافسل

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



@benyaminrazaziyan

تست هافسل

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو تست هافسل ۱

ویدیو تست هالفسل ۲

@benyaminrazaziyan

اسکن میلگرد

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

اسکن میلگرد

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

اسکنر آرماتور یا پوشش سنج به وسیله ای اطلاق می شود که توسط آن محل آرماتور و ضخامت پوشش بتنی روی آرماتور با استفاده از روش های الکترومغناطیسی تخمین زده می شود. برخلاف بتن، آرماتور داخل آن با امواج الکترومغناطیسی فرکانس پایین، اندرکنش شدید داشته و با اعمال این امواج از سطح می توان محل آرماتور را تشخیص داد.

@be

اسکن میلگرد

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو تست اسکن آرماتور ۱

ویدیو تست اسکن آرماتور ۲

@benyaminrazaziyan

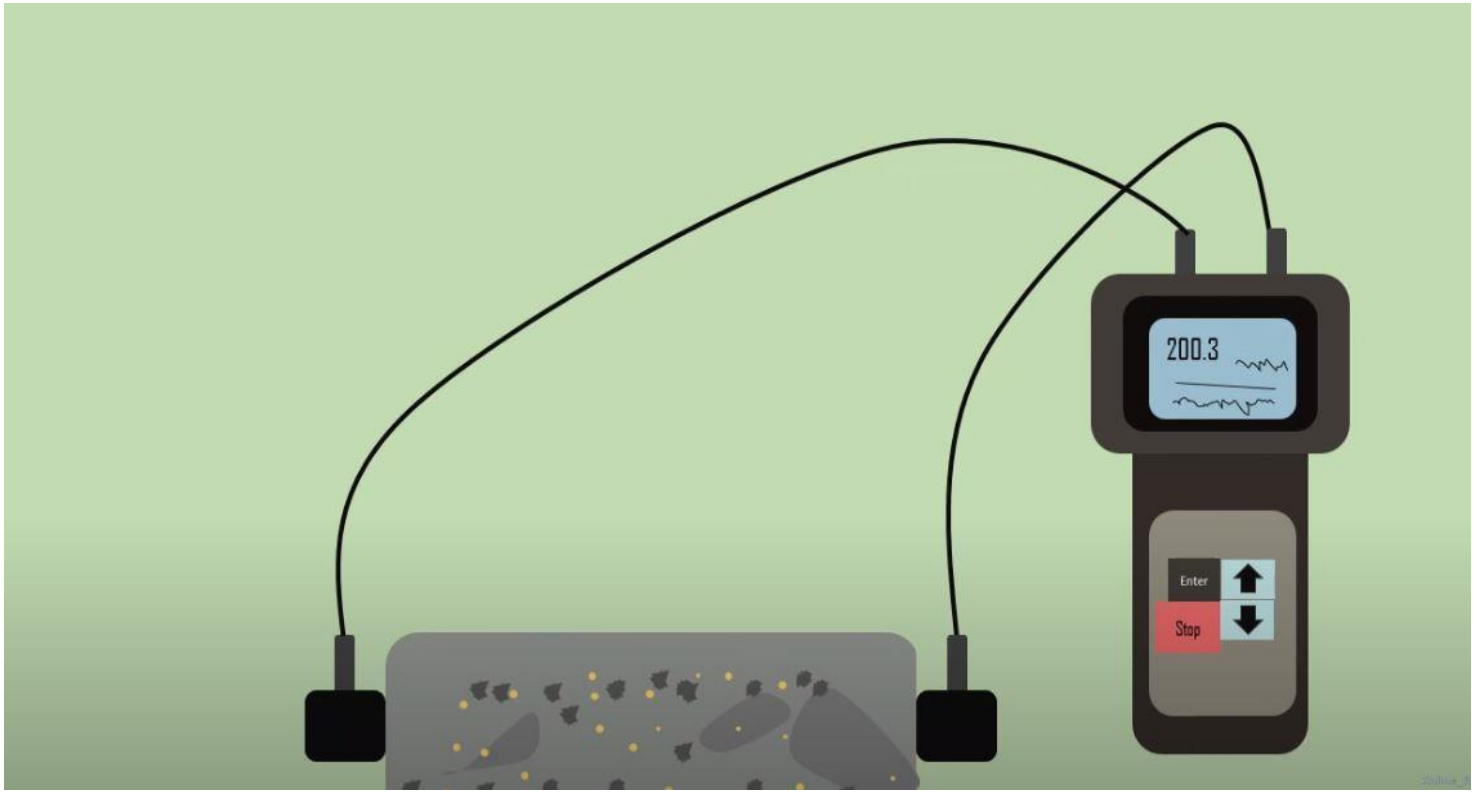
تست التراسونیک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

تست التراسونیک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



@benyaminrazaziyan

تست التراسونیک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

تست التراسونیک بتن با ارائه مقاومت فشاری نسبی، طول و ابعاد ترک های ایجاد شده در بتن، به طراحان و کارشناسان امکان تصمیم گیری در زمینه طرح های مقاوم سازی و تقویت و یا صحت سنجی عملیات های انجام شده را می دهد.

اولتراسونیک بتن یک راه مؤثر برای ارزیابی کیفیت و یکنواختی و ارائه مقاومت فشاری نسبی و تخمین عمق ترک است. روش این آزمون با عنوان "روش آزمون استاندارد برای سرعت پالس درون بتن" (ASTM C597, ۲۰۱۶) استاندارد شده است.

در این آزمایش زمان عبور امواج صوتی در یک محیط اندازه گیری و سپس با خواص کششی و تراکم مصالح ارتباط داده می شود.

زمان انتقال (موج های پایین‌تر) در بتن باکیفیت پایین، بیشتر و زمان انتقال(سرعت موج بالاتر) در بتن باکیفیت بالا، کمتر باشد.

@benyaminrazaziyan

تست التراسونیک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

کوپلنت ماده ای است معمولاً مایع که فرآیند انتقال انرژی فراصوتی از مبدل به قطعه ی مورد آزمون را تسهیل می کند. کوپلنت های مختلف می توانند برای از بین بردن حباب های هوا و اطمینان از تماس خوب بین بتن و مبدل استفاده شوند. توصیه می-شود لایه کوپلنت تا حد ممکن نازک در نظر گرفته شود.

کاربردهای تست التراسونیک در بتن:

- تعیین سرعت پالس
- بررسی کیفیت بتن
- بررسی همگنی و یکنواختی در بتن
- اندازه گیری عمق ترک سطحی
- پیش بینی مقاومت فشاری بتن
- اندازه گیري تغییرات خواص بتن با گذشت زمان

تعیین مدول ارتجاعي و ضریب پواسون دینامیکي

@benyaminrazaziyan

تست التراسونیک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

فاکتورهای موثر بر نتیجه تست التراسونیک شامل خواص سنگدانه ها، نوع سیمان، نسبت آب به سیمان، طرح اختلاط و سن بتن می باشند.

عوامل موثر در سرعت امواج التراسونیک در بتن:

سرعت امواج التراسونیک در بتن تحت تاثیر عوامل مختلفی تغییر می کند. این عوامل به طور خلاصه عبارتند از:

- سن بتن
- شرایط رطوبتی
- نوع و مقدار سنگدانه
- ریز ترک ها
- وجود آرماتور

@benyaminrazaziyan

تست التراسونیک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

سن بتن

با پیشرفت هیدراتاسیون سیمان، تخلخل بتن کاهش یافته و امواج التراسونیک در جسم جامد سریع تر حرکت می کنند. از این خاصیت می توان در آزمایشگاه برای مطالعه تغییرات در واکنش ها در اثر استفاده از افزودنی های مختلف و نیز در کارگاه و محل برای بررسی روند پیشرفت هیدراتاسیون در اثر شرایط موجود رطوبتی و دمایی استفاده نمود.

شرایط رطوبتی

سرعت امواج التراسونیک در بتن در شرایط اشباع افزایش می یابد.

نوع و مقدار سنگدانه

سنگدانه ها عموما نسبت به خمیر سیمان دارای سرعت امواج التراسونیک عبوری بیشتری می باشند و با افزایش میزان سنگدانه برای میزان خمیر سیمان ثابت، سرعت امواج مخلوط افزایش خواهد یافت.

ریزترک ها

معمولا وقتی که یک عضو بتنی تحت تنشی بزرگتر از ۵۰ درصد مقاومت فشاری خود قرار می گیرند، ترک در آن تشکیل می شود. همچنین از قرارگیری بتن در محیط های مهاجم نیز ریزترک ها تشکیل می شوند. ریزترک ها سبب کاهش مدول ارتجاعی بتن و در نتیجه کاهش سرعت امواج التراسونیک در داخل بتن می شوند.

وجود آرماتور

در هنگام اندازه گیری سرعت امواج التراسونیک در داخل بتن از وجود آرماتور باید پرهیز نمود. وجود آرماتور سبب افزایش سرعت ظاهری امواج التراسونیک در بتن می گردد.

@benyaminrazaziyan

تست التراسونیک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ارتباط بین سرعت امواج التراسونیک و مقاومت فشاری بتن

رابطه زیر ارتباط مقاومت فشاری بتن و سرعت امواج التراسونیک را نشان می دهد.

که در آن fc ، مقاومت فشاری بتن بر حسب کلیوگرم بر سانتی متر مربع ، V سرعت امواج التراسونیک بر حسب کیلومتر بر ثانیه و a ,b ضرایبی تجربی هستند.

ضرایب تجربی a ,b برای انواع مختلف بتن و شرایط عمل آوری وسن بتن متفاوت خواهد بود. Eمبنای لوگاریتمی میباشد .

$$f_c = ae^{bV}$$

@benyaminrazaziyan

تست التراسونیک

Pulse Velocity km/sec	Quality of Concrete
Above 4.5	Excellent
3.5 to 4.5	Good
3.0 to 3.5	Medium
Below 3.0	Poor Concrete (Presence of Flaws)

@benyaminrazaziyan

تست التراسونیک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

سرعت پالس	کیفیت بتن
بیشتر از ۴ کیلومتر بر ثانیه	بسیار خوب تا عالی
بین ۳,۵ تا ۴ کیلومتر بر ثانیه	خوب تا خیلی خوب، امکان وجود کمی تخلخل
بین ۳ تا ۳,۵ کیلومتر بر ثانیه	رضایت‌بخش است اما احتمال اسیب دیدن بالاست
کمتر از ۳ کیلومتر بر ثانیه	بتن ضعیف

ویدیو تست التراسونیک

@benyaminrazaziyan

تست چکش اشمیت

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

تست چکش اشمیت

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

چکش اشمیت متداول ترین روش تعیین سختی سطح از روش های تست بتن بوده که به صورت غیر مخرب انجام می شود و به منظور اندازه گیری مقاومت فشاری بتن (fc) می باشد.

در انجام تست و آزمایش غیر مخرب چکش اشمیت از استاندارد های ASTM C805 استفاده میشود .

در ASTM C805 توصیه شده است که برای آزمایش ۱۰ یا ۹ نقطه مورد عمل قرار گیرد. در صورتیکه هر قرائت بیش از ۷ واحد با متوسط قرائت ها اختلاف داشته باشد، کل قرائت ها درنظر گرفته نخواهد شد. نقاط باید حداکثر ۵ سانت و حداقل ۲,۵ سانت از هم فاصله داشته باشند

براساس موارد مندرج در استاندارد ASTM-C805 نتایج حاصل از این روش تنها محدود به کیفیت لایه سطحی بتن (عمق حدود ۳۰ میلیمتر) بوده و تعیین مقاومت فشاری واقعی بتن با آزمایش شکستن (جک مقاومت فشاری) بتن امکان پذیر می باشد.

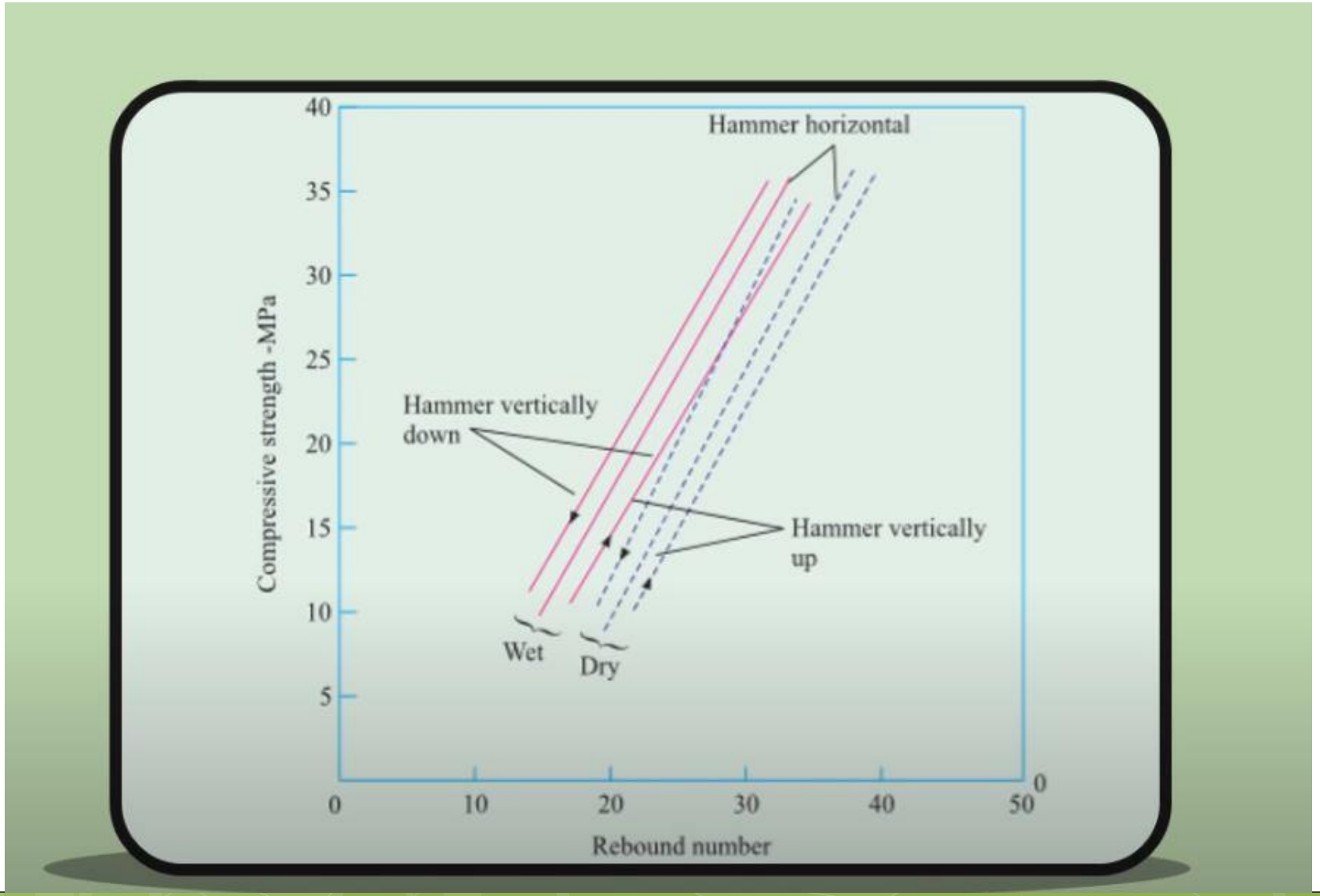
@benyaminrazaziyan

تست چکش اشمیت

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

تست چکش اشمیت



@benyaminrazaziyan

تست چکش اشمیت

$$\text{Rebound Number} = \frac{\text{Sum of 15 Readings Recorded}}{15}$$

Average Rebound Number	Quality of Concrete
>40	Very Good Hard Layer
30 to 40	Good Layer
20 to 30	Fair
< 20	Poor Concrete
0	Delaminated

@benyaminrazaziyan

ویدیو تست چکش اشمیت

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

تست های نیمه مخرب

آزمایش Pull out در بتن

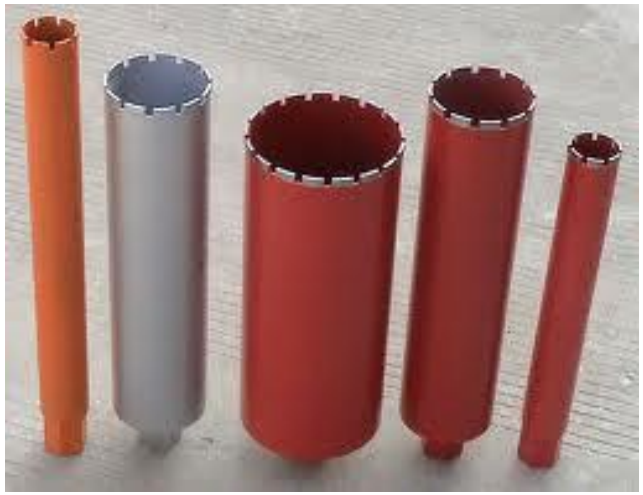
تست PULL OFF بتن

@benyaminrazaziyan

پایش سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

میله ویندسور



مغزه گیری

@benyaminrazaziyan

pull off test

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

pull off test

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

آزمون pull-off یا بیرون کشیدگی، یک تست بتن کارگاهی برای ارزیابی مقدار نیروی کششی مورد نیاز برای کشیدن دیسک چسبیده به سطح بتن با رزین اپوکسی یا پلی استر مناسب که مقاومت آن از مقاومت کششی بتن بیشتر است می باشد . به این دیسک فلزی دالی نیز گفته می شود.

@benyaminrazaziyan

pull off test

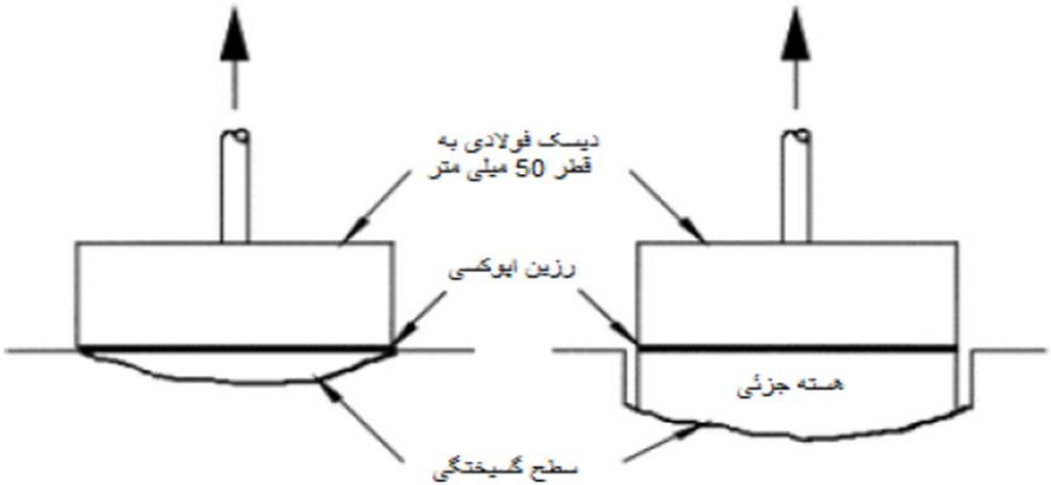
همچنین اکثر استانداردها لازم می دارند که به منظور جلوگیری از تأثیر نتایج آزمایشات برهم، فاصله مرکز به مرکز دو آزمایش مجاور هم حداقل دو برابر قطر دالی آزمایش باشد و در حالت انجام آزمایش با مغزه گیری جزئی حداقل عمق مغزه گیری را برابر ۱۰ میلی متر توصیه می کنند. با توجه به قطر دیسک ۵۰ میلی متر، قطر مغزه نیز ۵۰ میلی متر خواهد بود.
به طور کلی در استانداردها رعایت محدودیت حداقل قطر مغزه به ماکزیمم سایز سنگ دانه برابر ۳ توصیه شده است.

استانداردهای مختلفی این آزمایش را تحت پوشش قرار داده اند که از آن جمله می توانASTM C1583 نام برد.

pull off test

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

آزمایش Pull Off به دو روش سطحی و مغزه جزئی انجام می گیرد . در روش سطحی، دیسک فلزی (فولادی یا آلومینیومی) مستقیماً بر روی سطح بتن چسبانده می شود. در این حالت فقط سطح بتن تحت تنش قرار دارد و نتایج بدست آمده با مقاومت کل بتن رابطه ضعیفی خواهد داشت. در روش مغزه جزئی، ابتدا مغزه گیری (مغزه ای که از بتن جدا نشده است) انجام می شود و سپس دیسک فلزی با چسب مخصوص روی سطح مغزه چسبانده می شود. مزیت این روش، ایجاد سطح گسیختگی در عمق بتن است.



@benyaminrazaziyan

pull off test

رابطه بین مقاومت فشاری و مقاومتPull off

رابطه زیر ارتباط مقاومت فشاری بتن و مقاومت Pull off را نشان می دهد:

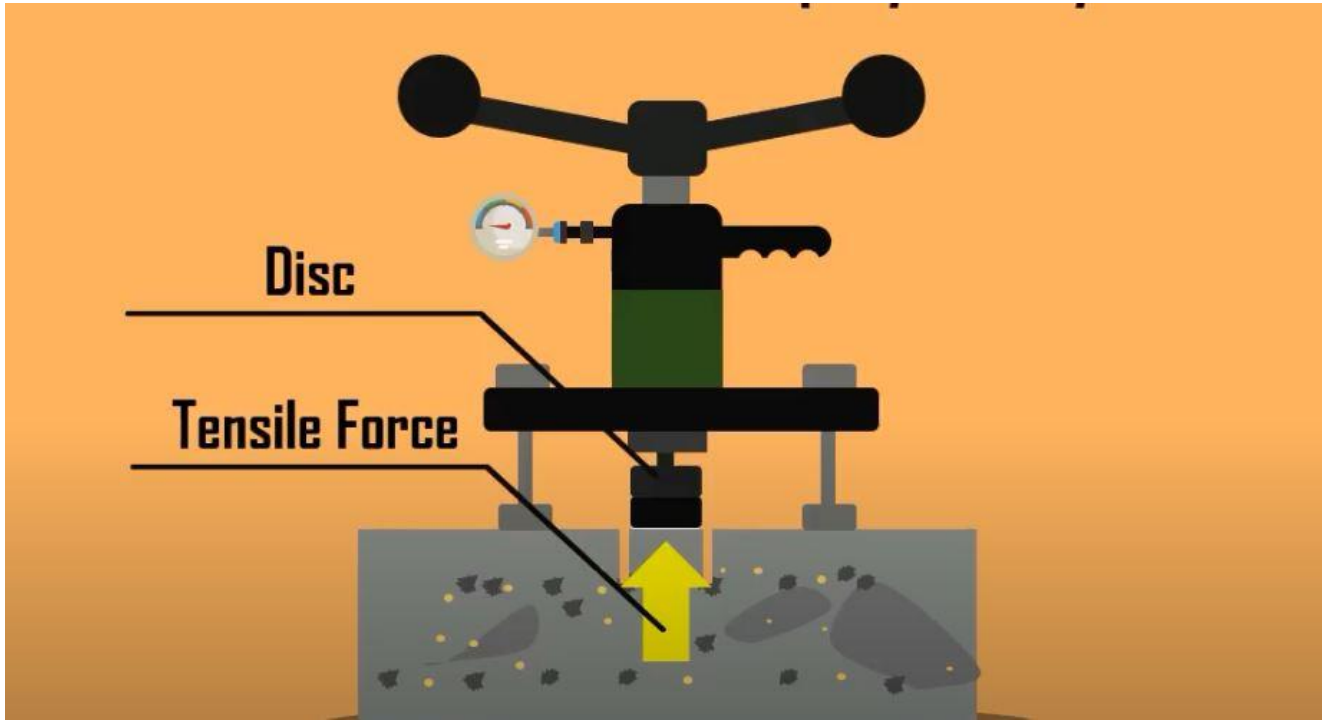
$$f_c = aP^b$$

که در آن fc مقاومت فشاری بتن بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع، P مقدار مقاومت Pull Off بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع و a, b ضرایب تجربی هستند که بسته به نوع بتن و شرایط آزمایش متغییرند.

@benyaminrazaziyan

pull off test

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



$$\text{Tensile Strength of Concrete} = \frac{\text{Tensile Force}}{\text{Area of the Disc}}$$

@benyaminrazaziyan

pull off test

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

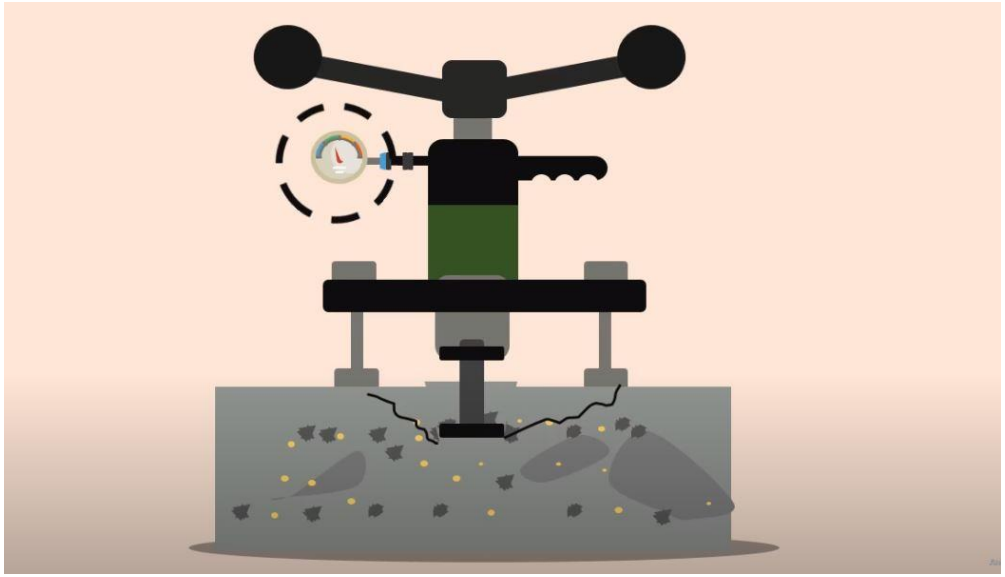
pull off test ویدیو

@benyaminrazaziyan

Pull out test

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

آزمایش Pull out در بتن



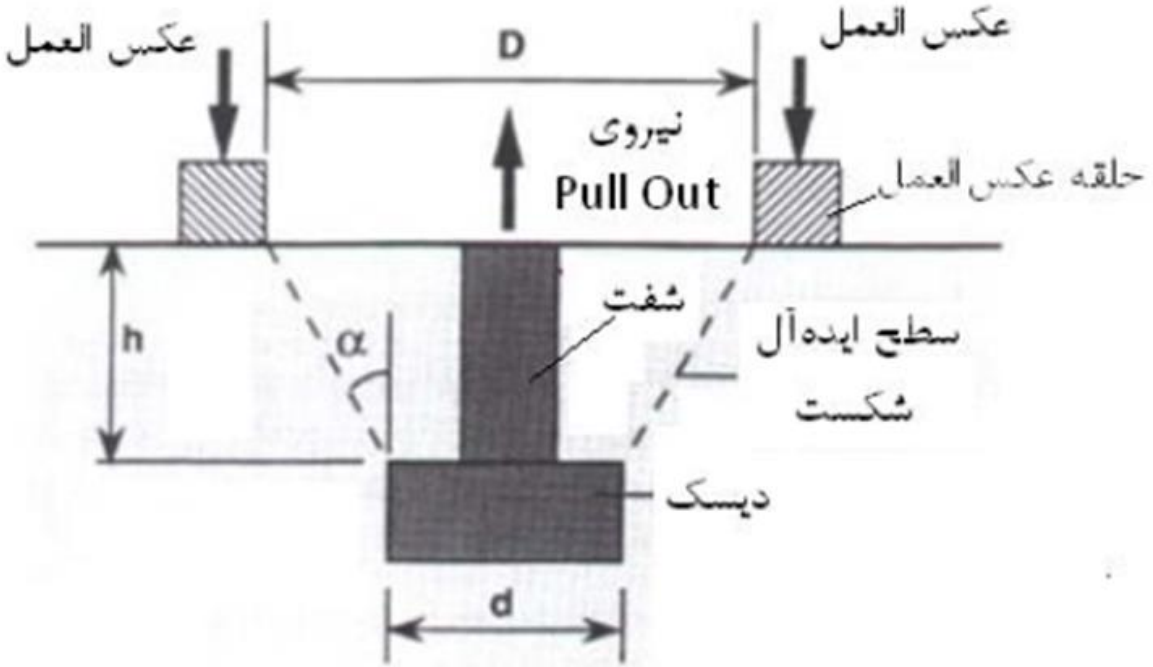
@benyaminrazaziyan

Pull out test

مقاومت چسبندگی در سازه‌های بتن‌آرمه از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از روش‌های بدست آوردن مقاومت چسبندگی، آزمایش بیرون کشیدگی یا Pull out می‌باشد. آزمایش Pull out اولین بار در سال ۱۹۳۴ مورد استفاده قرار گرفت.

این آزمایش بر مبنای اندازه‌گیری حداکثر نیروی لازم برای بیرون کشیدن یک پیچ فولادی مجهز به حلقه منبسط شونده می‌باشد. پیچ فولادی هنگام انجام آزمایش در داخل بتن کار گذاشته شده است. با اعمال یک نیروی کششی، پیچ تحت کشش قرار می‌گیرد. در نهایت گسیختگی با جداشدن یک قطعه مخروط ناقص از سطح بتن اتفاق می‌افتد. در آزمایش Pull out زاویه گسیختگی حدود ۳۱ درجه است. از آنجایی که این زاویه حدوداً مساوی زاویه اصطکاک بتن (۳۷ درجه) است، می‌توان نتیجه گرفت که نیروی مورد نیاز برای بیرون کشیدن با مقاومت فشاری بتن نسبت مستقیم دارد.

Pull out test



@benyaminrazaziyan

Pull out test

انواع روش های آزمایش pull out

آزمایش lok test

دستگاه lok Test ، شامل یک میله فولادی است که به یک صفحه فولادی دایره‌ای به قطر ۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۵/۸ میلی‌متر متصل شده است. این دستگاه در عمق ۲۵ میلی‌متری زیر سطح بتن قرار می‌گیرد. کل مجموعه به روغن آغشته می‌شود تا از چسباندن و اصطکاک میان بتن و دستگاه جلوگیری شود.

محدودیت های آزمایش lok test

محدودیت این روش آن است که می‌بایستی قبل از انجام آزمایش، برنامه‌ریزی برای آن انجام گرفته باشد. بنابراین نمی‌توان در مورد سازه‌های ساخته شده، از این روش استفاده نمود

Pull out test

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

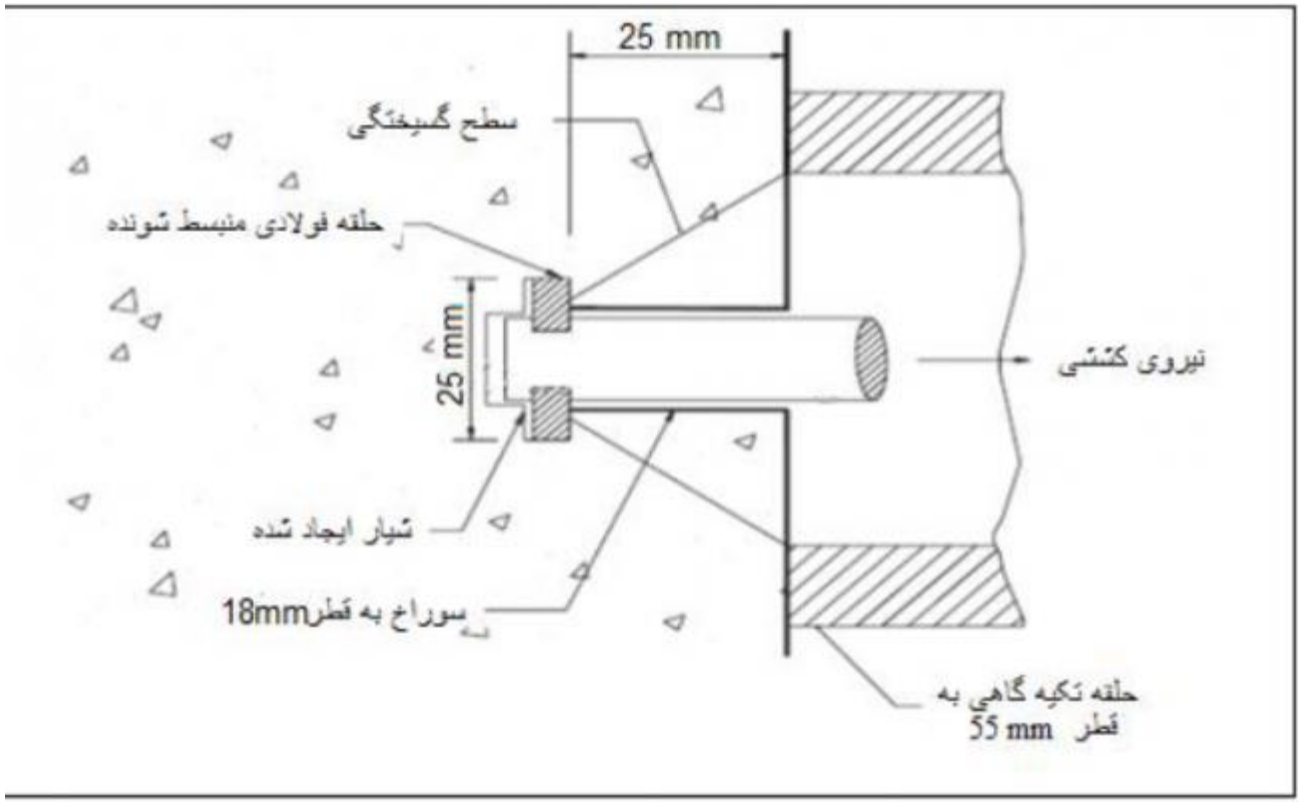
آزمایش Capo Test

Capo testروشی برای تخمین مقاومت بتن درجا می‌باشد که لایه های سطحی بتن را پوشش می‌دهد. این روش در واقع توسعه یافته آزمایش lok test است. آزمایش Capo test روشی شامل حفاری یک سوراخ در عمق بتن با یک مته الماس به قطر ۱۸ میلی‌متر است که با آب خنک می‌شود. سپس در عمق ۲۵ میلی‌متری یک شکاف به قطر ۲۵ میلی متر توسط یک دستگاه چرخشی ایجاد می‌شود. یک دیسک فولادی منبسط شونده در میان سوراخ در شکاف قرار داده می‌شود و توسط میله مخصوص منبسط می‌شود و سرانجام با فشار بر روی یک حلقه عکس العمل تکیه گاهی به قطر ۵۵ میلی‌متر که بر روی سطح بتن قرار داده شده، بیرون کشیده می‌شود. نیروی اعمال شده کاملاً عمود بر صفحه مهاری است.

@benyaminrazaziyan

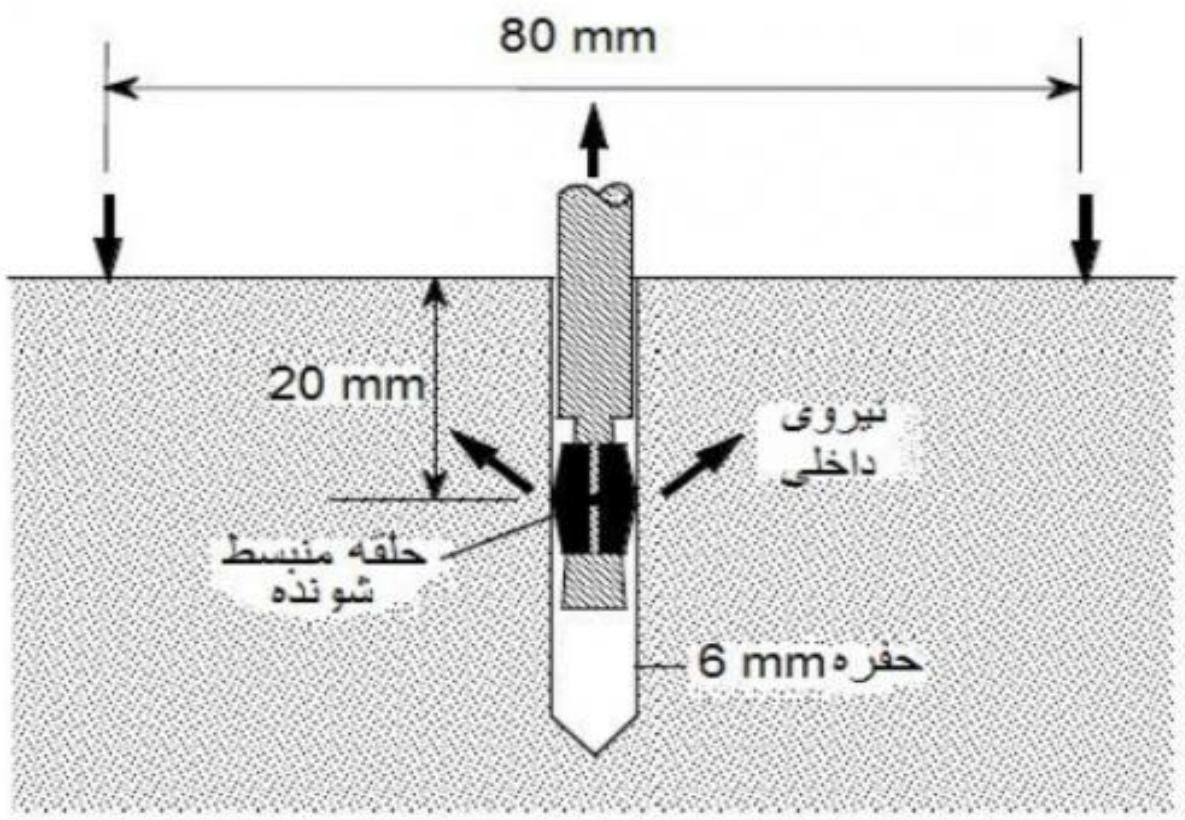
Pull out test

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

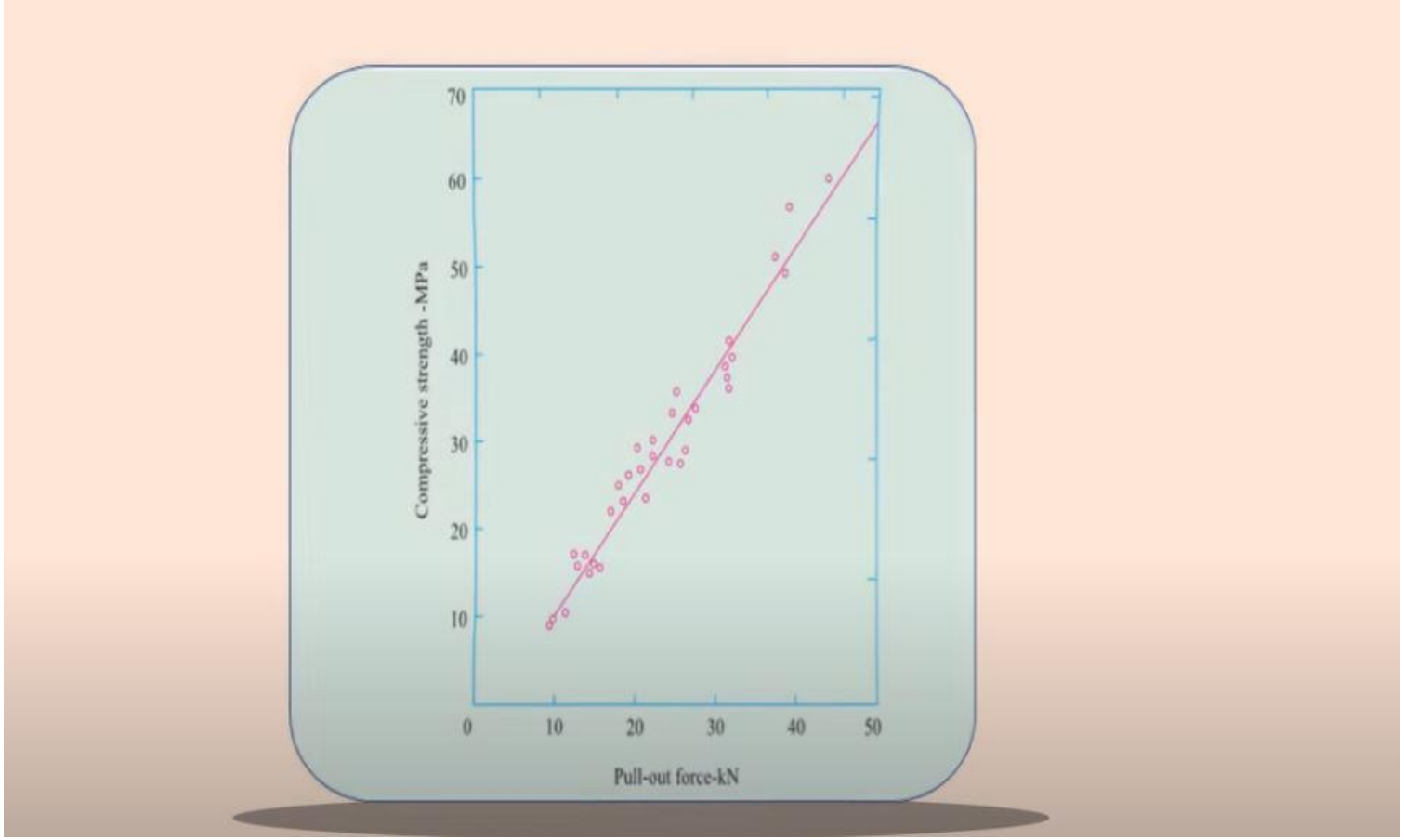


@benyaminrazaziyan

Pull out test



Pull out test



@benyaminrazaziyan

Pull out test

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو تست پول اوت

@benyaminrazaziyan

تست میله ویندسور

@benyaminrazaziyan

تست میله ویندسور

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

انواع روش های انجام تست مقاومت نفوذ در بتن

۱-روش میله نفوذ که معمولاً تحت عنوان میله ویندسور شناخته می شود که در آن میله ای فولادی (به قطر ۶/۳۵ میلی متر برای بتن معمولی) بر روی سطح بتن شلیک می شود. بسته به مقاومت بتن میزان این نفوذ حدود ۲۰ میلی متر تا ۴۰میلی متر است.

۲ -روش سوزن نفوذ که در آن سوزن فولادی به قطر ۳/۵۶ میلی متر توسط دستگاهی به درون بتن شلیک می شود .

–سوزن نقره ای رنگ برای بتن معمولی

–سوزن طلایی رنگ برای بتن سبک

حداقل ۳ سوزن توسط سازنده دستگاه برای انجام آزمایش در یک محل توصیه شده است

میزان نفوذ سوزن به داخل بتن در آزمایش مقاومت نفوذ ، مبنای اندازه گیری مقاومت فشاری می باشد. مطالعات آزمایشگاهی انجام شده نشان داده اند که؛ رابطه ای خطی میان طول بیرون مانده سوزن و مقاومت فشاری وجود دارد.

@benyaminrazaziyan

ویدیو تست میله ویندسور

@benyaminrazaziyan

تست مغزه گیری

@benyaminrazaziyan

تست مغزه گیری

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

رابطه زیر ارتباط مقاومت فشاری بتن و مقاومت بدست آمده از نتایج آزمایش کرگیری را نشان می دهد:

$$f_c = a f_{cc}^b$$

که در آن fc، مقاومت فشاری بتن بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع ، fcc، مقاومت فشاری مغزه برحسب کیلوگرم بر سانتی مربع و a, bضرایب تجربی هستند. ضرایب تجربی a, bبرای هر نوع بتن و شرایط عمل آوری متفاوت خواهد بود.

@benyaminrazaziyan

ویدیو تست مغزه گیری

@benyaminrazaziyan

معیارهای فنی ارزیابی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

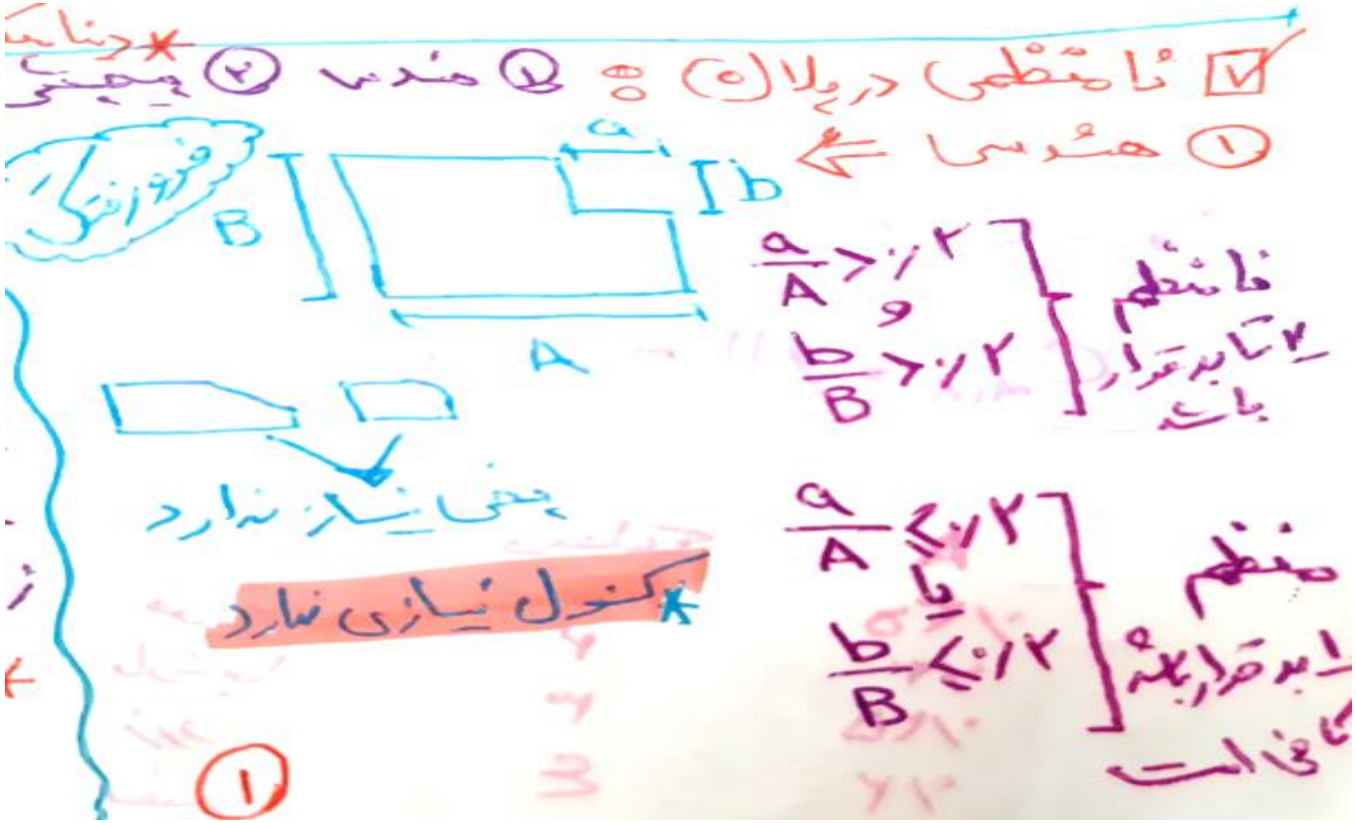
الف- حذف یا کاهش نامنظمی در سازه
1 -حذف یا کاهش نامنظمی در پلان
2 -حذف یا کاهش نامنظمی در ارتفاع
3 -حذف طبقه نرم
4 -حذف یا کاهش نامنظمی پیچشی
5 -حذف مکانیسم ستون کوتاه از سازه
6 -حذف یا اصلاح کنجهای فرورفته
ب- تامین سختی جانبی لازم برای کل سازه؛
پ- تامین مقاومت لازم برای کل سازه؛
ت- کاهش جرم ساختمان؛
ث- کامل نمودن مسیر بار؛
ج- افزایش انسجام ساختمان با کلافبندی؛
چ- تغییر کاربری به منظور کاهش سطح عملکرد مورد انتظار از ساختمان؛

@benyaminrazaziyan

ح- به کارگیری سیستمهای جاذب انرژی؛

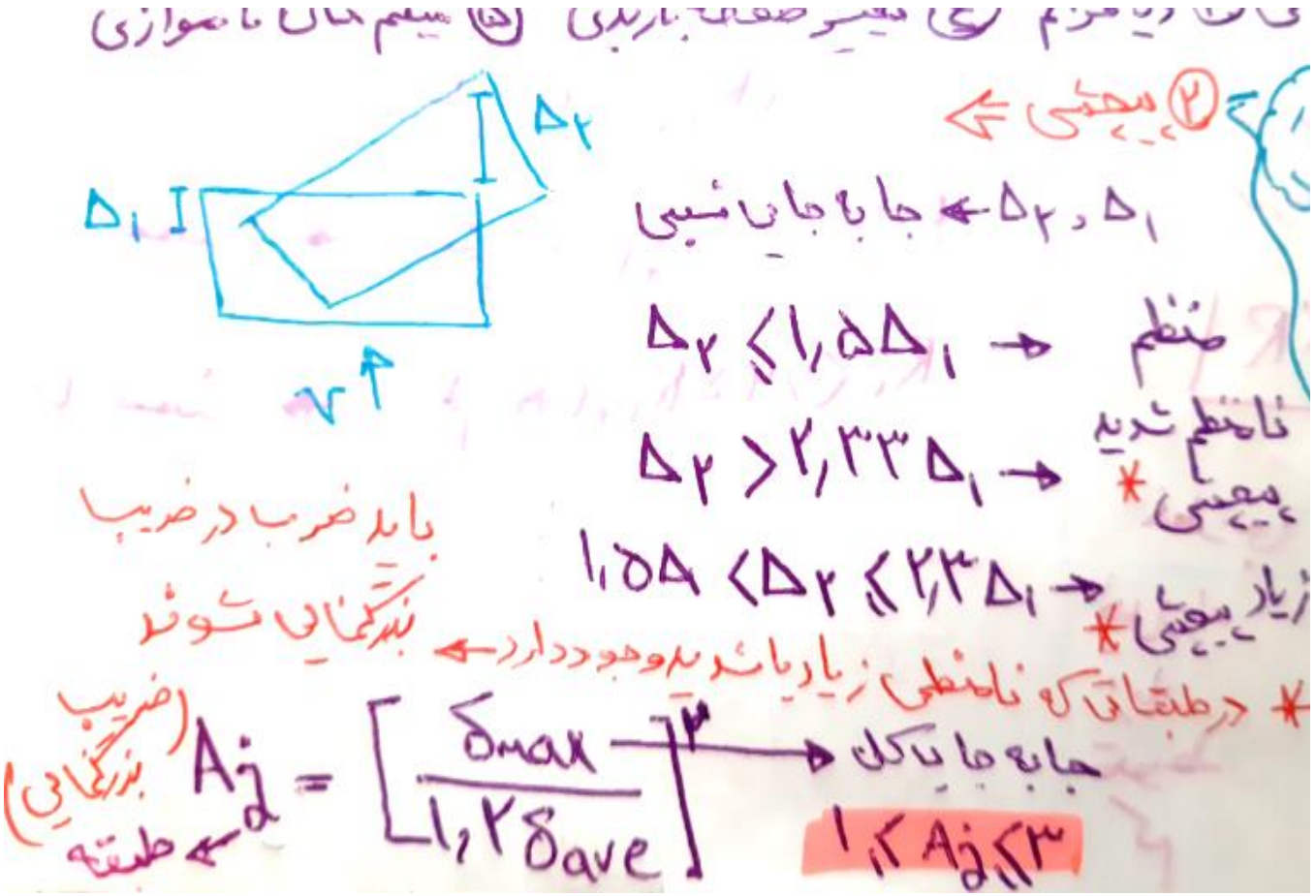
خ- به کارگیری سیستم جداساز لرزهای؛

در بیشتر اوقات برای تعیین راهبردها و راهکارهای بهسازی سیستم باربر جانبی، محدودیتهایی وجود دارد که تاثیر عمدهای



معیارهای فنی ارزیابی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



@benyaminrazaziyan

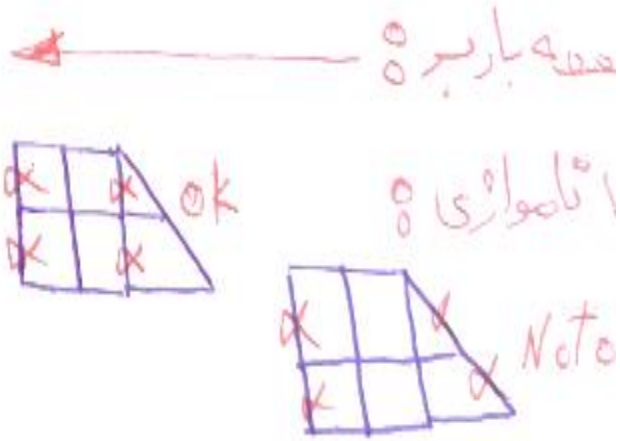
معیارهای فنی ارزیابی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

نداشته باشد

① حجم سطوح بازشو در هر کف از ۵۰٪ سطح کل کف بیشتر نشود

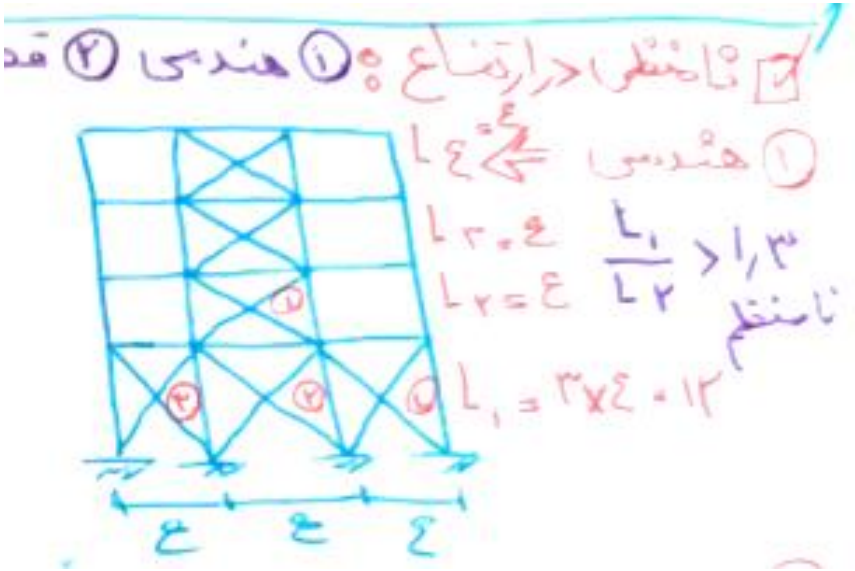
② سختی (یا سختی) هر کف نسبت به کف مجاور خود (کف طبقه بالا و یا پایین) بیش از ۵۰٪ تغییر



@benyaminrazaziyan

معیارهای فنی ارزیابی

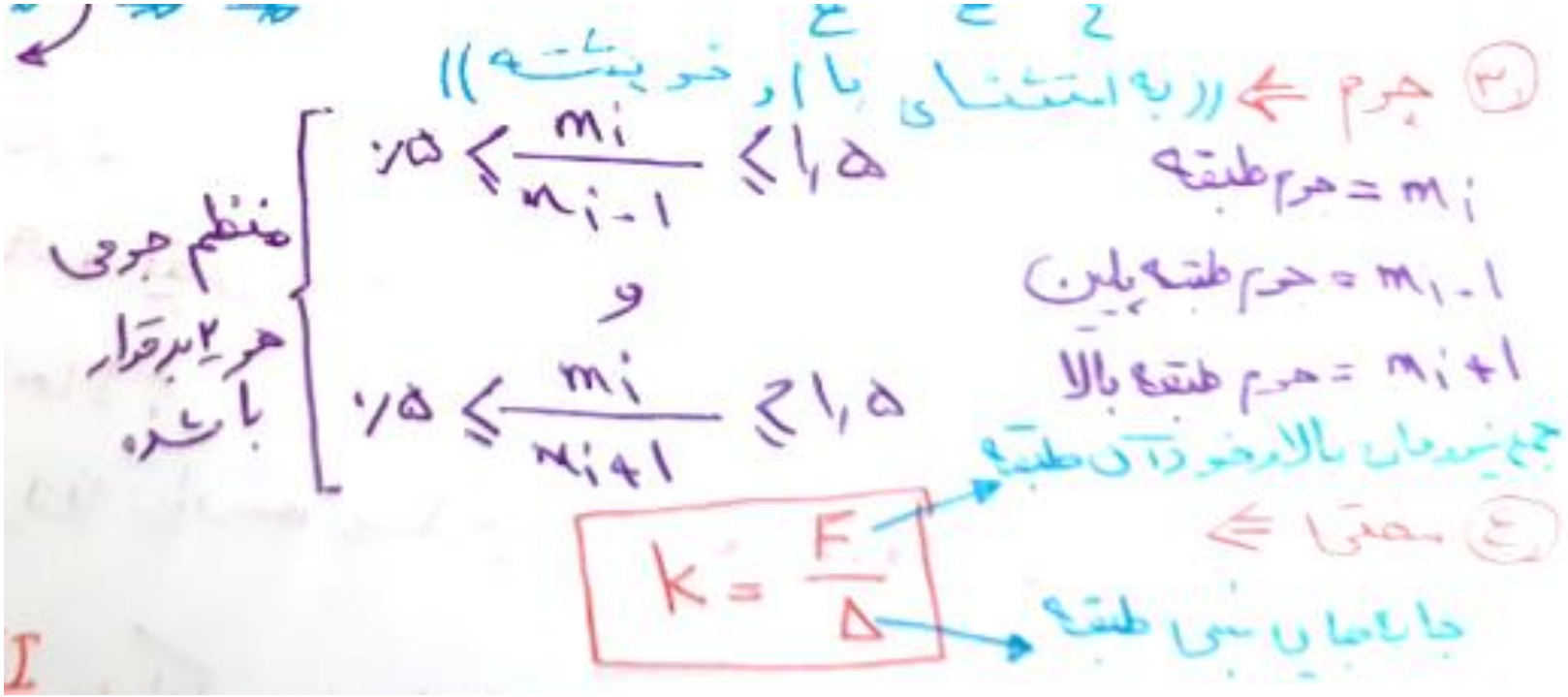
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



@benyaminrazaziyan

معیارهای فنی ارزیابی

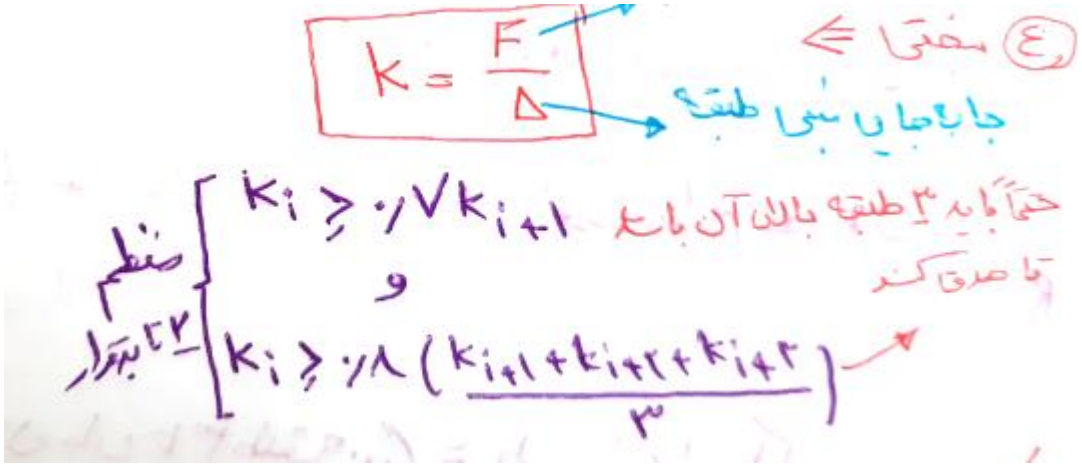
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

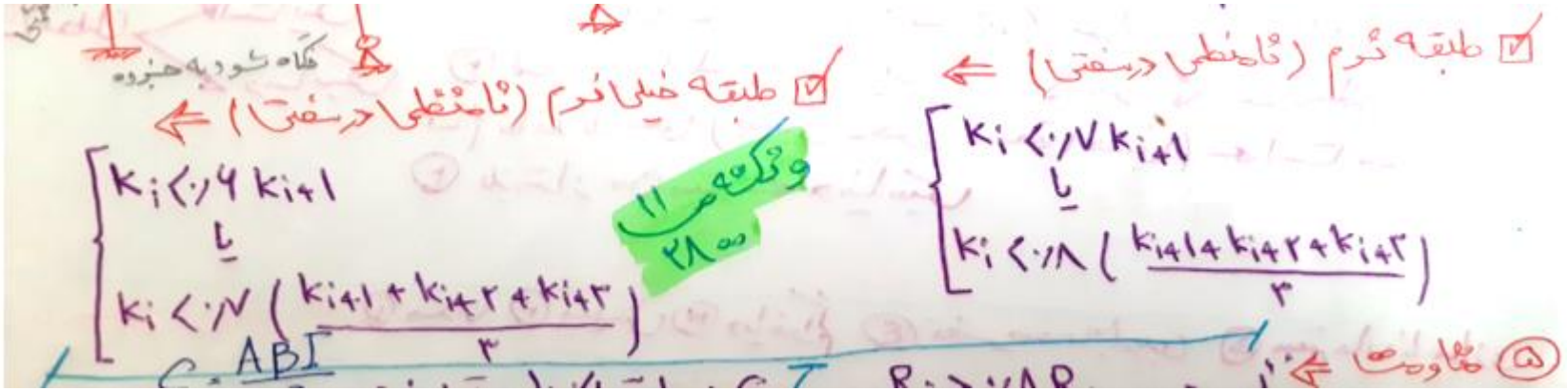


@benyaminrazaziyan

معیارهای فنی ارزیابی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

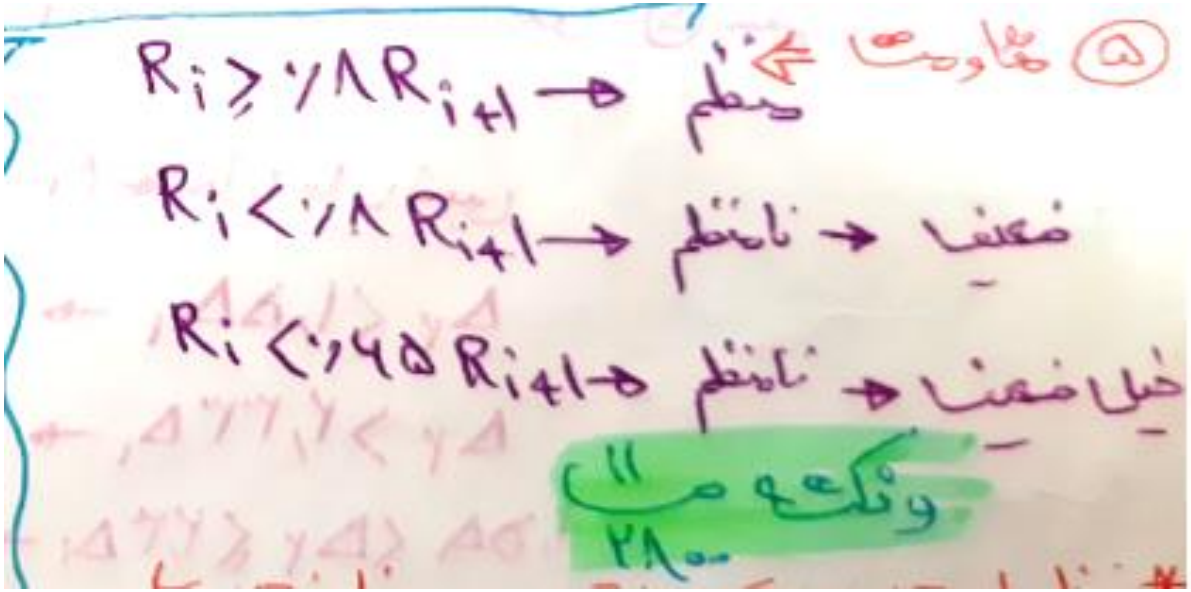




@benyaminrazaziyan

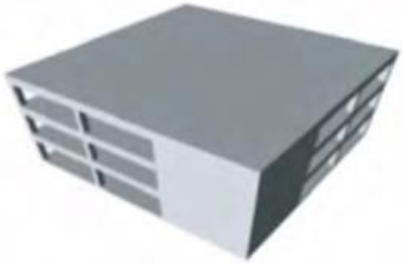
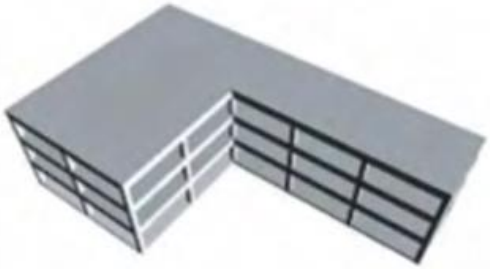
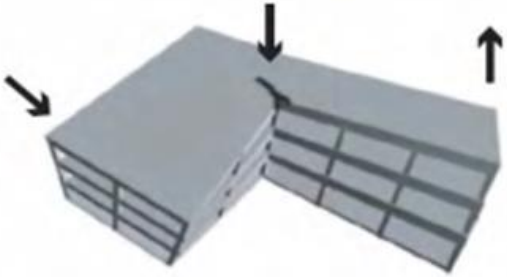
معیارهای فنی ارزیابی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



@benyaminrazaziyan

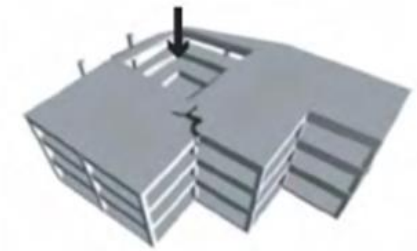
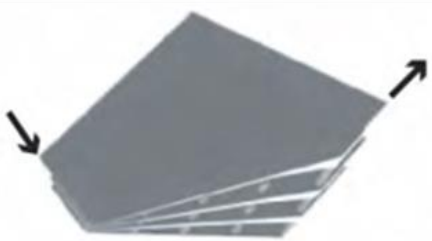
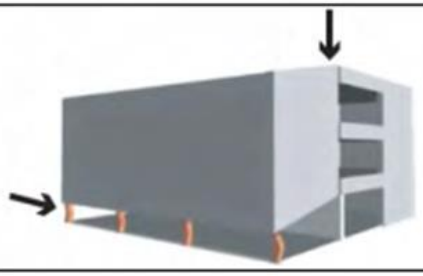
جدول ۳-۱ انواع نامنظمی ها و مکانیسم خرابی در آنها

نوع نامنظمی	شکل و موقعیت ساختمان در پلان	مکانیسم خرابی
نامنظمی پیچشی		
وجود کنج‌های فرو رفته (L شکل)		

معیارهای فنی ارزیابی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

جدول ۳-۱ انواع نامنظمی ها و مکانیسم خرابی در آنها (ادامه)

نوع نامنظمی	شکل و موقعیت ساختمان در پلان	مکانیسم خرابی
وجود بازشوهای بزرگ در دیافراگم‌ها		
موازی و متعامد نبودن سیستم‌های باربر جانبی		
قطع دیوارهای برشی (سیستم باربر جانبی) در ارتفاع		

@benyaminrazaziyan

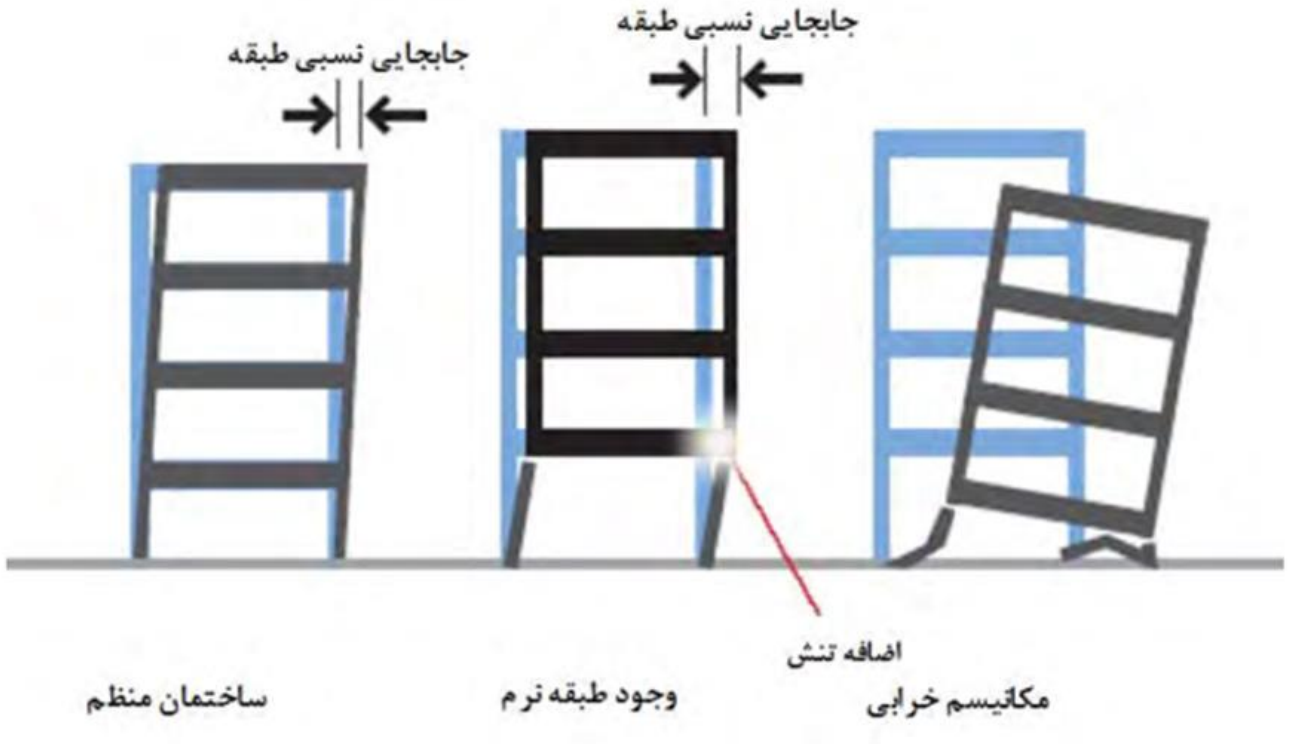
معیارهای فنی ارزیابی

وجود طبقهٔ نرم		
توزیع نامنظم جرم در ارتفاع		
بکارگیری سیستمهای متفاوت در ارتفاع		
نامنظمی در مسیر انتقال بار*		
وجود طبقهٔ ضعیف		

* چون جابجایی سیستم باربر در صفحه است طبق نشریه ۳۶۰ سازه نامنظم می‌باشد.

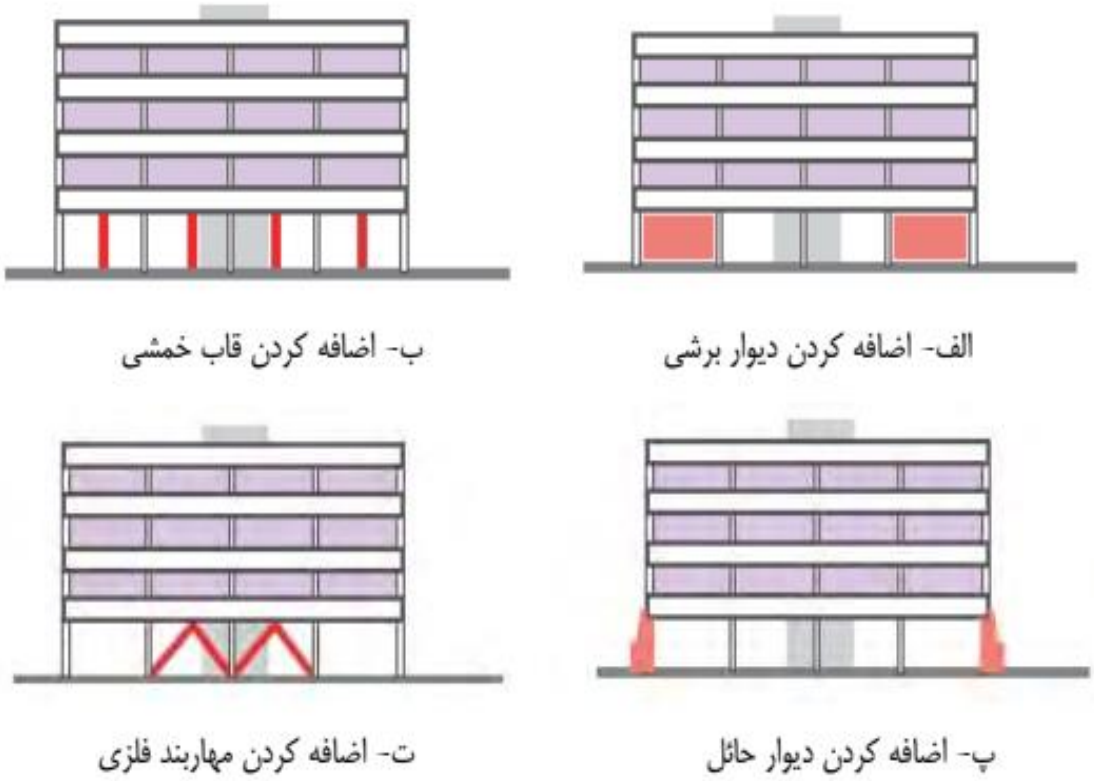
@benyaminrazaziyan

معیارهای فنی ارزیابی



شکل ۳-۱- مکانیسم ایجاد طبقه نرم

@benyaminrazaziyan



الف- اضافه کردن دیوار برشی

ب- اضافه کردن قاب خمشی

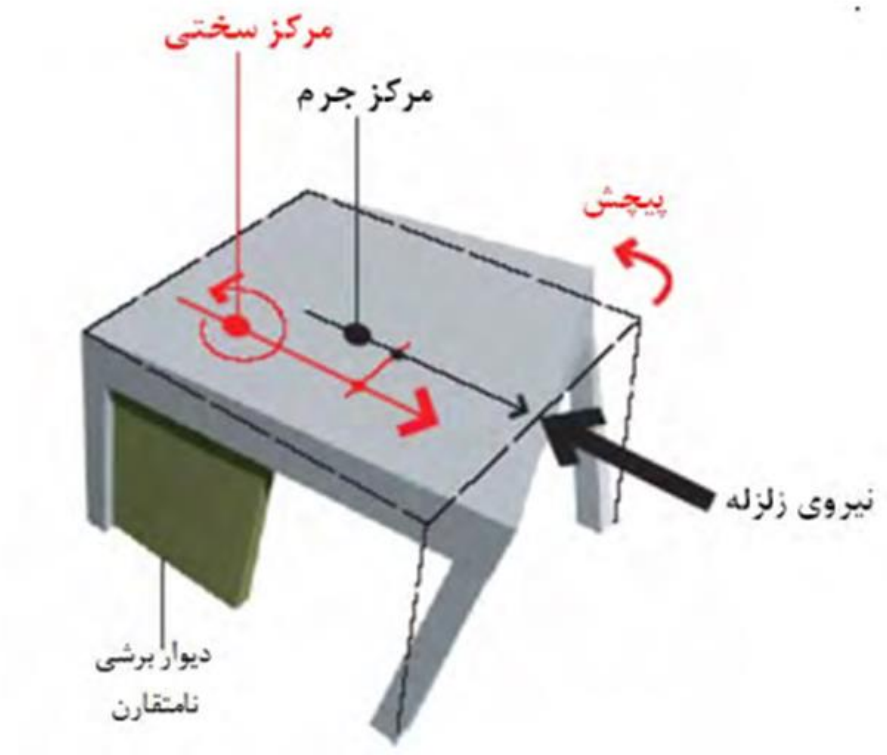
پ- اضافه کردن دیوار حائل

ت- اضافه کردن مهاربند فلزی

شکل ۳-۵- راهکارهای بکار گرفته شده برای حذف نامنظمی و اصلاح طبقه نرم

@benyaminrazaziyan

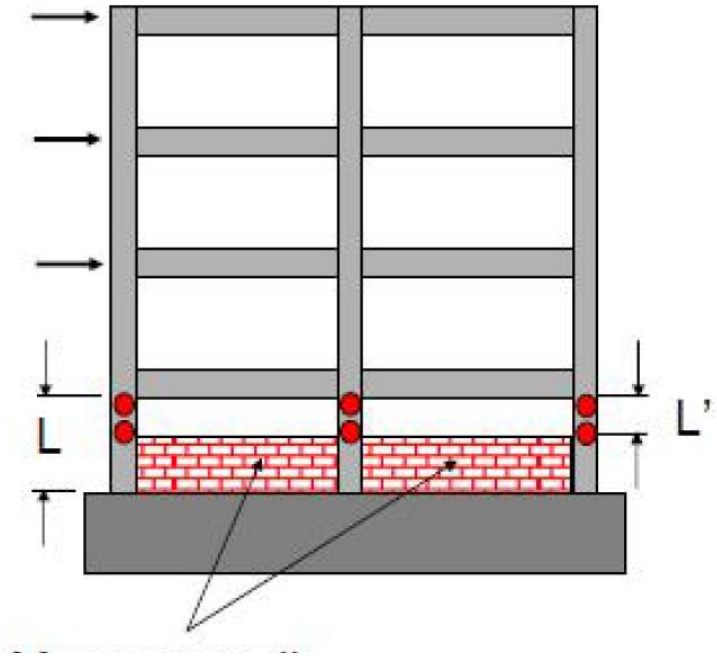
معیارهای فنی ارزیابی



@benyaminrazaziyan

معیارهای فنی ارزیابی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



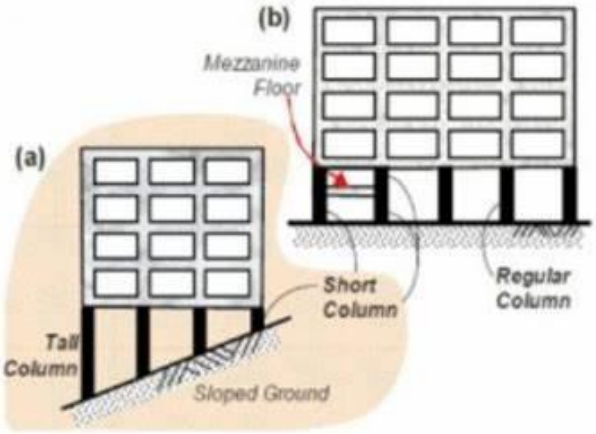
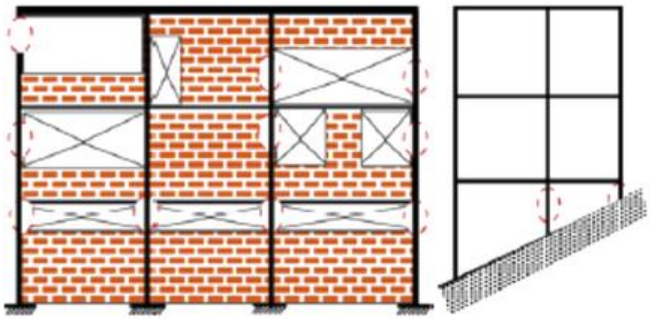


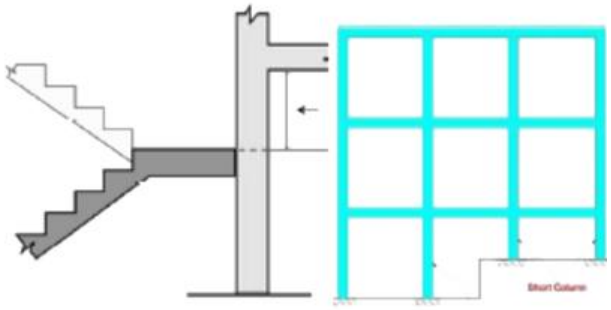
Fig.1. Short Columns Used in Different

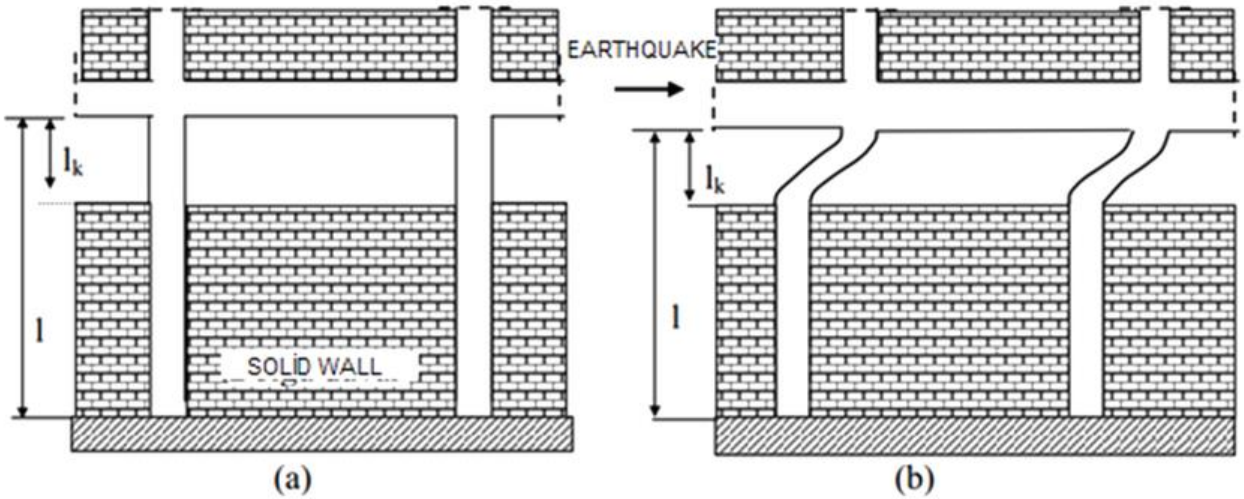
@benyaminrazaziyan

معیارهای فنی ارزیابی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران







@benyaminrazaziyan

آسیب های زلزله:

با توجه به این که سیستم سازه ای ساختمان از چه نوعی باشد زلزله می تواند آسیب های مختلفی در سازه ایجاد کند.

انواع ساختمان های رایج در ایران عبارتند از:

- ساختمان های فولادی
- ساختمان های بتنی
- ساختمان های بنایی مسلح، نیمه مسلح و غیر مسلح

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

آسیب های رایج در ساختمان های فولادی:

- کمانش خارج ار صفحه مهاربندها
- ایجاد طبقه نرم
- گسیختگی اتصالات
- عملکرد ضعیف بست ستون ها
- جوشکاری های نامناسب

رعایت نشدن ضابطه تیر ضعیف – ستون قوی

@benyaminrazaziyan

@benyaminrazaziyan

آسیب های رایج در ساختمان های بتنی

- ایجاد ترک‌ها
- از بین رفتن پوشش بتن
- کمانش آرماتورهای اصلی
- خستگی در اعضا
- ایجاد تنش‌های پسماند
- تغییر شکل اعضا تحت اثر نیروی وارده
- تخریب کلی اعضا

@benyaminrazaziyan

آسیب های رایج در سازه

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

آسیب های رایج در ساختمان های بنایی:

- ایجاد ترک و جدا شدن دیوارها از یکدیگر
- فروریختن خارج از صفحه دیوارها
- ایجاد ترک‌های مورب کششی در کنار بازشوها
- فروریختن دیوارهای باربر و سقف‌ها
- از بین رفتن انسجام سقف و فروریزش آجرهای طاق ضربی
- خسارت در گوشه ساختمان و فروریختگی جزئی

آسیب های رایج در سازه

@benyaminrazaziyan

ژاکت بتنی و فولادی

مزایای تقویت سازه با ژاکت بتنی یا ژاکت فولادی:

- امکان اصلاح بیشتر ضعف های قاب بتنی
- افزایش مقاومت خمشی و برشی در تیر ها
- افزایش مقاومت فشاری در ستون های بتنی با افزایش محصور شدگی بتن
- افزایش شکل پذیری المان تقویت شده

معایب تقویت سازه با ژاکت بتنی یا فولادی:

- در ژاکت بتنی به دلیل افزایش ابعاد مقطع محدودیت های معماری ایجاد می شود
- در ژاکت های فولاد ایمنی سازه در برابر آتش به دلیل وجود رویه فولادی المان ها (ژاکت) کاهش می یابد
- در ژاکت بتنی باید اطراف المان به منظور تقویت برداشته شود
- در ژاکت بتنی و فولادی ممکن است به دلیل افزایش سختی المان های تقویت شده مسیر نیرو تغییر نماید

در ژاکت بتنی و فولادی با افزایش سختی احتمال ایجاد پیچش تصادفی وجود دارد

@benyaminrazaziyan

روشهای متداول

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

روش پس کشیدی و پیش کشیدی

مزایای تقویت سازه با روش پس کشیدگی یا پیش تنیدگی:

- افزایش دوام بتن
- کنترل ترک خوردگی سازه
- کنترل خیز و تغییر شکل ها در سازه
- کاهش ازتعاش حاصل از بارهای ضربه ای و دینامیکی

معایب تقویت سازه با روش پس کشیدگی یا پیش تنیدگی:

- نیازبه جک ها و وسایل ویژه
- نیاز به نیروی فنی ماهر
- اجرای این طرح ها نسبت به سایر طرح های مقاوم سازی تا حدودی سخت تر است

@benyaminrazaziyan

روشهای متداول

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

دیوار برشی

مزایای تقویت سازه با افزودن دیوار برشی:

- کاهش محسوس سهم ستون از بارهای جانبی
- افزایش سختی جانبی سازه
- کاهش جابه جایی های جانبی سازه
- افزایش باربری ثقلی

معایب تقویت سازه با افزودن دیوار برشی:

- برای دسترسی به منظور اجرای دیوار نیاز به تخریب و کندن قسمت هایی از سازه است
- افزایش احتمال پیچش در ساختمان به دلیل پراکندگی نا منظم سختی در طرفین مرکز جرم
- اغلب اتصال دیوار به المان ها قاب نیاز به دیتیل های پیچیده ای دارد

@benyaminrazaziyan

روشهای متداول

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

مهاربند

مزایای تقویت سازه با افزودن بادبند:

- افزایش سختی جانبی سازه
- کاهش جابه جایی نسبی سازه تحت اثر زلزله
- کاهش پاسخ سازه تحت اثر زلزله
- اشغال فضای کمتری از فضای ساختمان نسبت به تقویت با دیوار برشی

معایب تقویت سازه با افزودن بادبند:

- برای دسترسی به منظور اجرای مهار نیاز به تخریب فضای اطراف ستون و تیر است
- افزایش احتمال پیچش در ساختمان به دلیل پراکندگی نا منظم سختی در طرفین مرکز جرم
- اغلب اتصال بادبند به پای ستون و یا پی نیازمند دیتیل های اجرایی پیچیده است
- در صورتی که اتصالات ناقص اجرا شوند احتمال جدا شدن بادبند و عملا بدون کاربرد شدن بادبند وجود دارد

@benyaminrazaziyan

روشهای متداول

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

شاتکریت

مزیت تقویت سازه با انجام شاتکریت دیوار:

- افزایش شکل پذیری درون و برون صفحه دیوار
- افزایش مقاومت درون و برون صفحه دیوار
- ایجاد انسجام در المان ها بویژه دیوار ها
- اجرای به نسبت ساده تر
- استفاده از مصالح متداول

معایب تقویت سازه با انجام شاتکریت دیوار:

- اغلب اتصال شبکه فولاد به پی مناسب اجرا نمی شود
- امکان اجرا غیر یکنواخت و متخلیل بتن بویژه در پشت میلگردها
- لایه لایه شدن بتن پاششی در چاله ها و گود افتادگی ها
- بتن ریخته شده در پای کار دوباره به به نحو نامناسبی مورد استفاده قرا می گیرد

عدم بتن پاشی مناسب در کنج ها و قسمت های متصل بین دیوار با سایر المان های سازه ای

@benyaminrazaziyan

روشهای متداول

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ورق فولادی

مزایای تقویت ستون ها و تیرهای بتنی با صفحه های فولادی:

- نسبت به دیگر روش های ابعاد مقطع افزایش چشمگیری ندارد
- مناسب برای مقاوم سازی سازه های بتنی با اجزا با مقاومت خیلی پایین
- افزایش مقاومت ستون با افزایش محصور شدگی

معایب تقویت ستون ها و تیرهای بتنی با صفحه های فولادی:

- نیاز به تمهیدات خاص به منظور افزایش سختی مقطع جهت کنترل برش
- عدم اتصال مناسب بین سطوح ورق و المان منجر به کنده شدن ورق می شود
- کاهش مقاومت در برابر حریق به دلیل سطح فلزی اضافه شده

@benyaminrazaziyan

روشهای متداول

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

افزایش ظرفیت برشی ستون با استفاده از دستک برشی :

در اتصال مستقیم دالها به ستون، تنش برشی ناشی از برش پانچ یک تنش مهم است. اگر برای مقابله با برش پانچ ظرفیت برشی بالاتری مورد نیاز باشد اغلب از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

۱. افزایش بعد و مقطع ستون

۲. اتصال دستک های برشی فولادی به ستون با استفاده از دتایل و رزین مخصوص شرکت

@benyaminrazaziyan

روشهای متداول

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

مقاوم سازی اتصالات:

- تزریق رزین اپوکسی در ژاکت فولادی اتصالات بتنی
- استفاده از طوق های پیش تنیده X شکل
- مقاوم سازی و تقویت اتصالات با استفاده ازFRP
- نصب ژاکت ورق فولادی در اتصالات بتنی
- ایجاد قفس فولادی در اتصالات بتنی
- پیش تنیدگی اتصالات
- ایجاد ژاکت بتنی در اتصالات

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

سازه های فولادی

@benyaminrazaziyan

عملکرد ساختمان فولادی در برابر زلزله به کیفیت عملیات جوشکاری، مقدار مقاومت کششی فولاد استفاده شده و اتصالات و نحوه اجرای آن بستگی دارد. در صورت کیفیت مناسب جوشکاری و مشخصات مناسب مصالح یک سری ایراد عمده در ساختمان‌های قدیمی فولادی وجود دارد که سبب آسیب های شدید در برابر زلزله می‌شود.

سقف های طاق ضربی

در ساختمان‌های قدیمی فولادی عموما از سقف های طاق ضربی استفاده شده است که از تیرآهن و آجرهای فشاری تشکیل شده اند این سقف ها به دلیل یکپارچه نبودن سقف های طاق ضربی عملکرد مناسبی را در زلزله ندارند و به دلیل وزن زیاد نیروی بسیار زیادی به آن‌ها وارد می‌شود. از این بابت بسیار آسیب پذیر می باشند.

@benyaminrazaziyan

راهکار مقاوم سازی سقف های طاق ضربی در ساختمان‌های قدیمی فولادی:

بهترین راهکار جهت مقاوم سازی ساختمان‌های قدیمی فولادی اجرای شبکه فولادی به همراه بتن به روی سقف موجود و سپس برچیدن سقف طاق ضربی می‌باشد. روش اجرا به شرح زیر می‌باشد:

- از بین بردن نازک کاری روی سقف تا به تیر آهن و آجر فشاری مشخص شود(ملات سیمانی، سرامیک، موزائیک و(....
- اجرای یک شبکه میلگرد بر روی سقف و گذاشتن برشگیر
- اجرای یک لایه بتن به ضخامت ۸تا۱۰ سانتی متر
- برچیدن آجرهای زیر سقف اجرا شده

لازم به ذکر است که قبل از اجرای شبکه میلگرد و بتن نیاز است که از پلاستیک استفاده شود که درگیری بین آجر و بتن ریخته شده اجرا نشود تا هنگام تخریب کار ساده تر انجام شود.

سازه های فولادی

@benyaminrazaziyan

ستون‌های ساختمان‌های قدیمی فولادی

در ساختمان‌های قدیمی فولادی، بیشتر ستون‌ها از مقاطع دوبل بست دار استفاده شده است. در زلزله های اخیر مشاهده شده است که این ستون‌ها دارای عملکرد مناسبی نمی باشند و سبب آسیب در زلزله می‌شوند. و به دلیل تغییر شکل های بزرگ غیر خطی سبب دریفت های زیاد و گاهی حتی سبب فرو ریزش ساختمان ها می‌شوند.

راهکار مقاوم سازی ستون‌های بست داردر ساختمان‌های قدیمی فولادی:

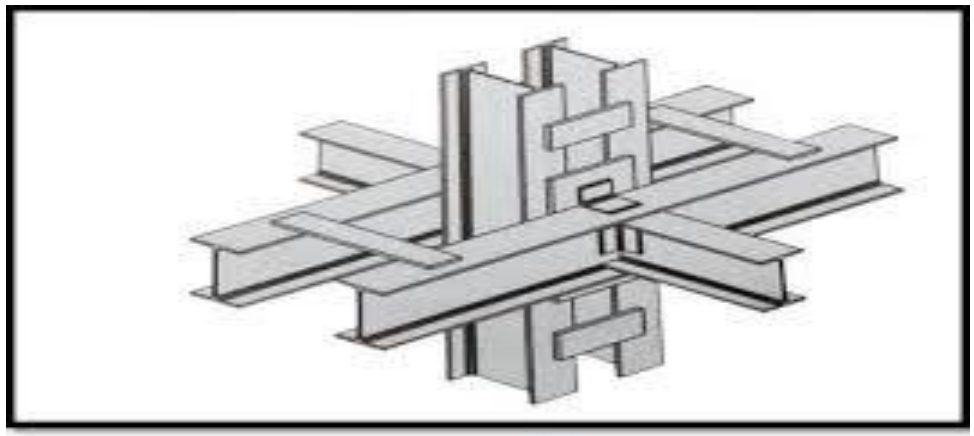
راهکار کارآمد در مقاوم سازی ستون‌های بست دار استفاده از ورق‌های سرتاسری به جای لقمه و یا استفاده از روش ژاکت بتنی و محاط کردن مقطع ستون بست دار به‌وسیله بتن می‌باشد. که این موضوع سبب افزایش مقاومت خمشی و برشی و پیچشی ستون می‌شود و باعث می‌شود عملکرد بهتر ساختمان‌های قدیمی فولادی در زلزله می‌باشد.

اتصالات ساختمان‌های قدیمی فولادی:

در ساختمان‌های قدیمی فولادی، تقریبا تمامی اتصالات تیر به ستون خورجینی می باشند . اتصالات خورجینی جهت باربری ثقلی طراحی می‌شوند و در برابر بارهای جانبی طراحی نمی‌شدند.

راهکار مقاوم سازی اتصالات خورجینی ساختمان‌های قدیمی فولادی:

یکی از راه‌های تأمین سیستم باربر جانبی در ساختمان‌های قدیمی فولادی، استفاده از مهاربند می‌باشد. روش دیگر جهت مقاوم سازی اتصالات خورجینی در ساختمان‌های قدیمی فولادی، گیردار نمودن کامل اتصالات خورجینی با استفاده از ورق‌های زیر سری و رو سری می‌باشد.



اتصال خورجینی

@benyaminrazaziyan

سازه های فولادی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

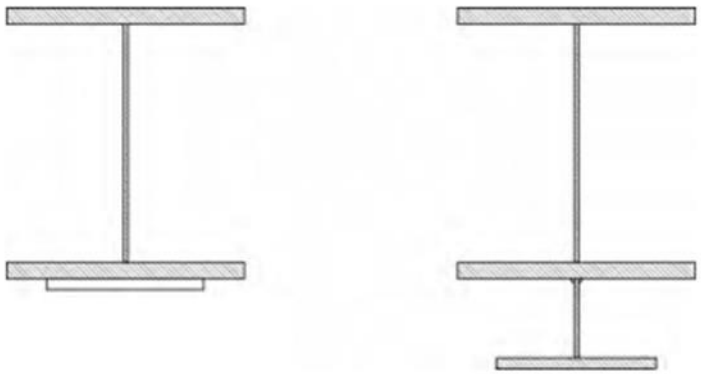
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

مقاوم‌سازی باFRP :

تقویت تیرهای فولادی با مصالح کامپوزیتی را به دو قسمت تقویت تیرهای سالم و تیرهای آسیب‌دیده می‌توان تفکیک کرد.

تقویت با روکش فولادی:

از جمله راههای افزایش ظرفیت خمشی و محوری تیرهای فولادی، تقویت با روکش فولادی میباشد. با افزایش ضخامت بال از کمانش موضعی بال تیر نیز جلوگیری شده است.



۲-۴-۲۱- تقویت با روکش فولادی

@benyaminrazaziyan

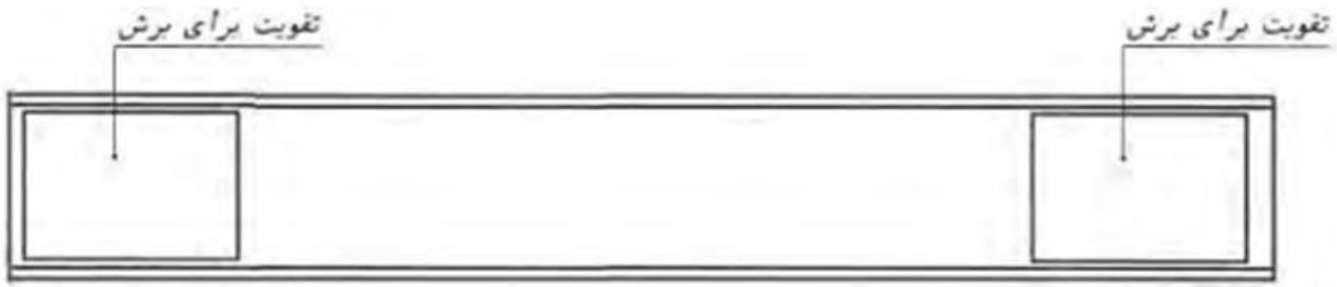
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

برای تقویت برشی جان تیر میتوان از دو روش استفاده نمود:

1 -اضافه نمودن ورقهای موازی با جان تیر

2 -اضافه نمودن سختکنندههای جان

اضافه نمودن ورقهای موازی با جان تیر که منجر به افزایش مقاومت برشی میشود.



شکل ۲-۴-۲۲- اضافه نمودن ورق به صورت موازی با جان تیر

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

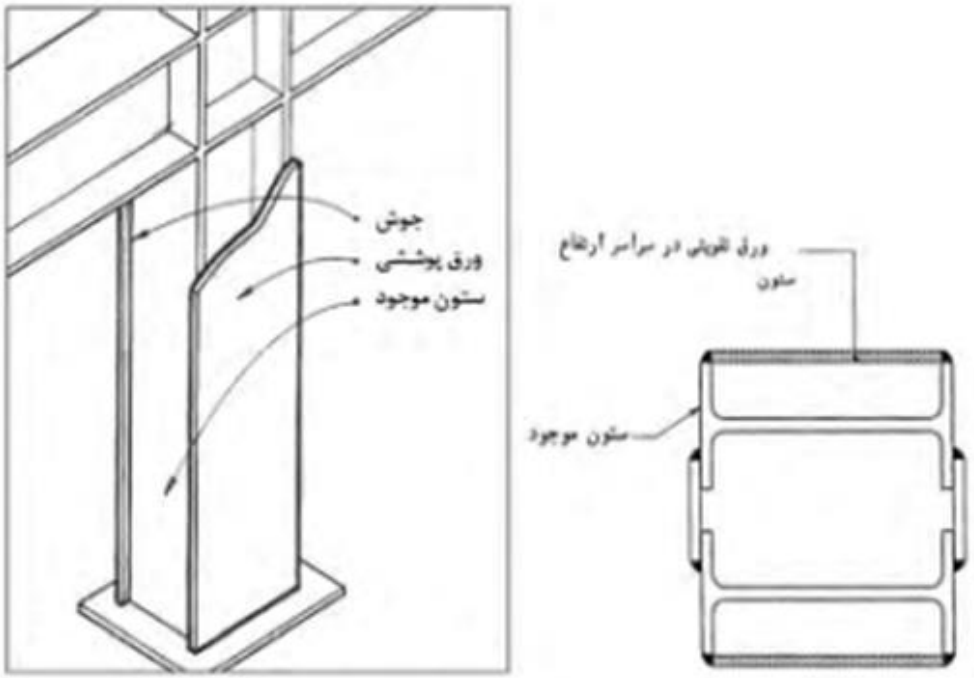
اضافه نمودن سخت کننده هاي جان:

استفاده از سخت کننده های جان یکی از مؤثرین روشهای افزایش مقاومت برشی تیر میباشد. سختکنندههای عرضی
ورقهایی هستند که به صورت تیغه های قائم و در فواصل معینی از یکدیگر قرار داده میشوند و به جان و بال فشاری جوش میشوند

شکل ۲-۴-۲۳- اضافه نمودن ورق‌های سخت کننده عرضی

@benyaminrazaziyan

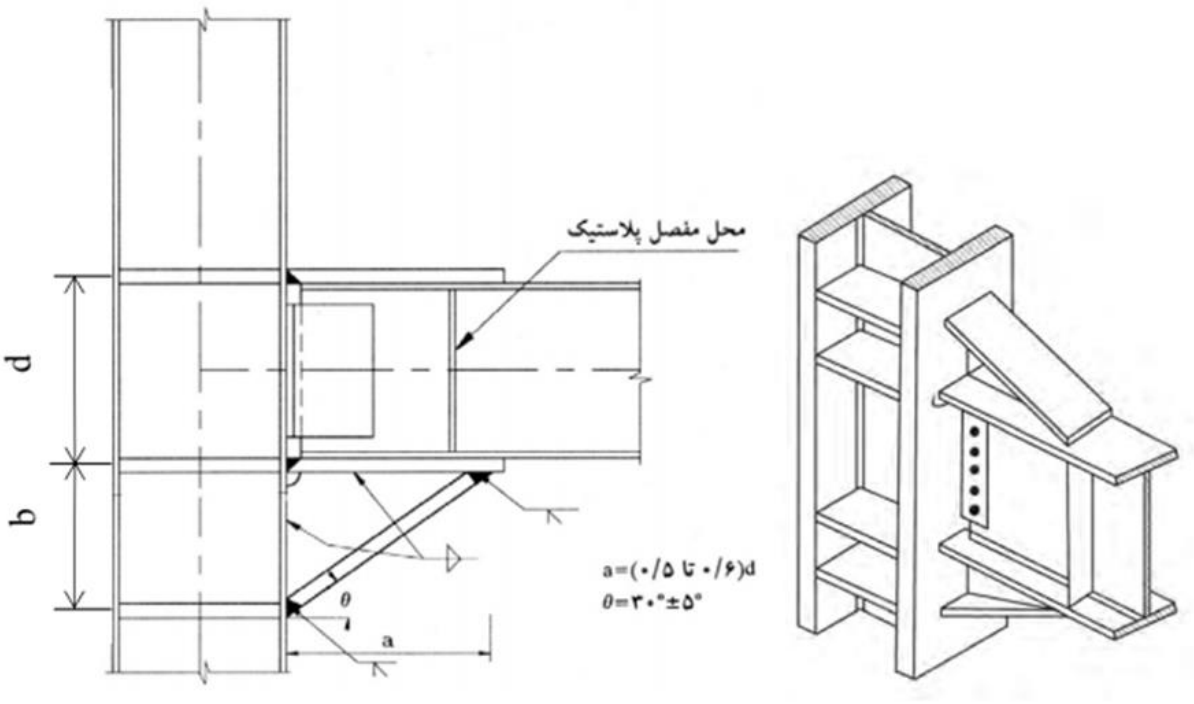
اضافه نمودن ورق‌های موازی با جان ستون و تبدیل آن به مقطع جعبه‌ای منجر به افزایش مقاومت خمشی و محوری ستون می‌شود. این روش در شکل ۲-۵-۲۱ نشان داده شده است. اضافه نمودن ورق‌های موازی با جان ستون، افـزایش ممـان اینرسـی در امتداد موازی با جان را در پی دارد.



شکل ۲-۵-۲۱- اضافه نمودن ورق‌های پوششی موازی با جان ستون

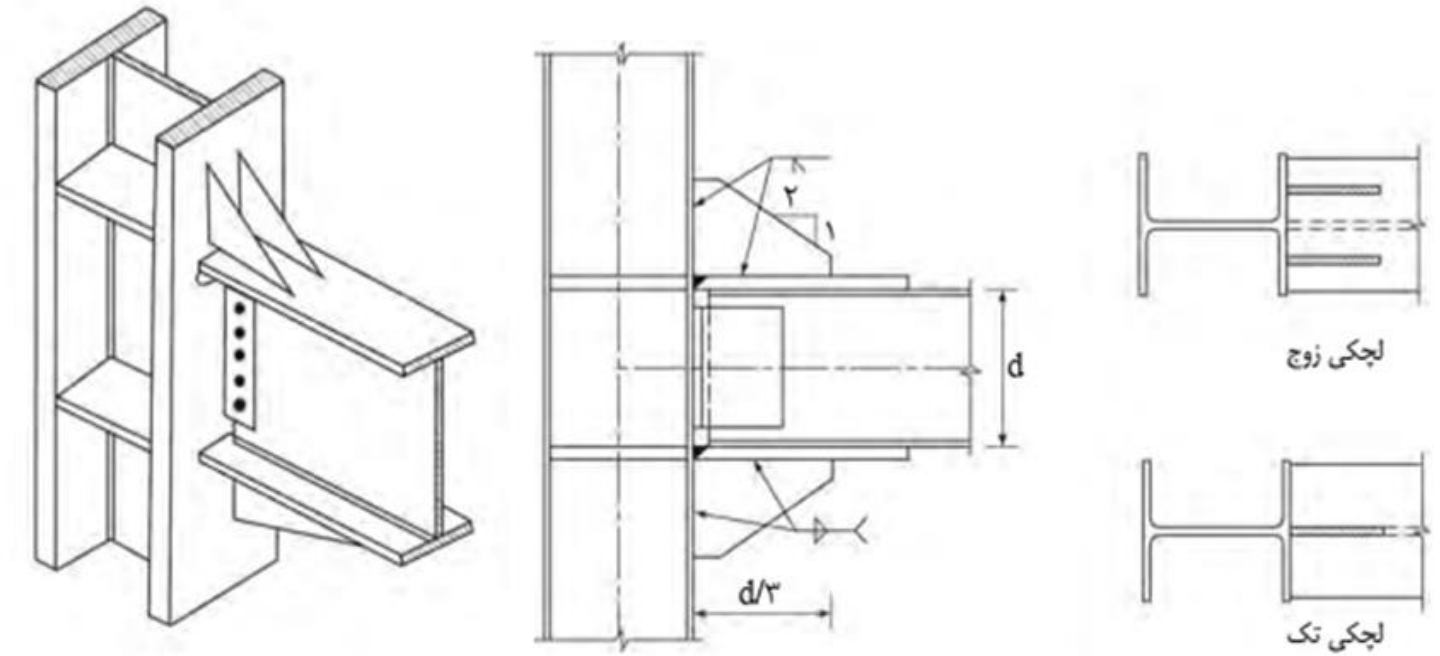
@benyaminrazaziyan

بهسازي اتصال:



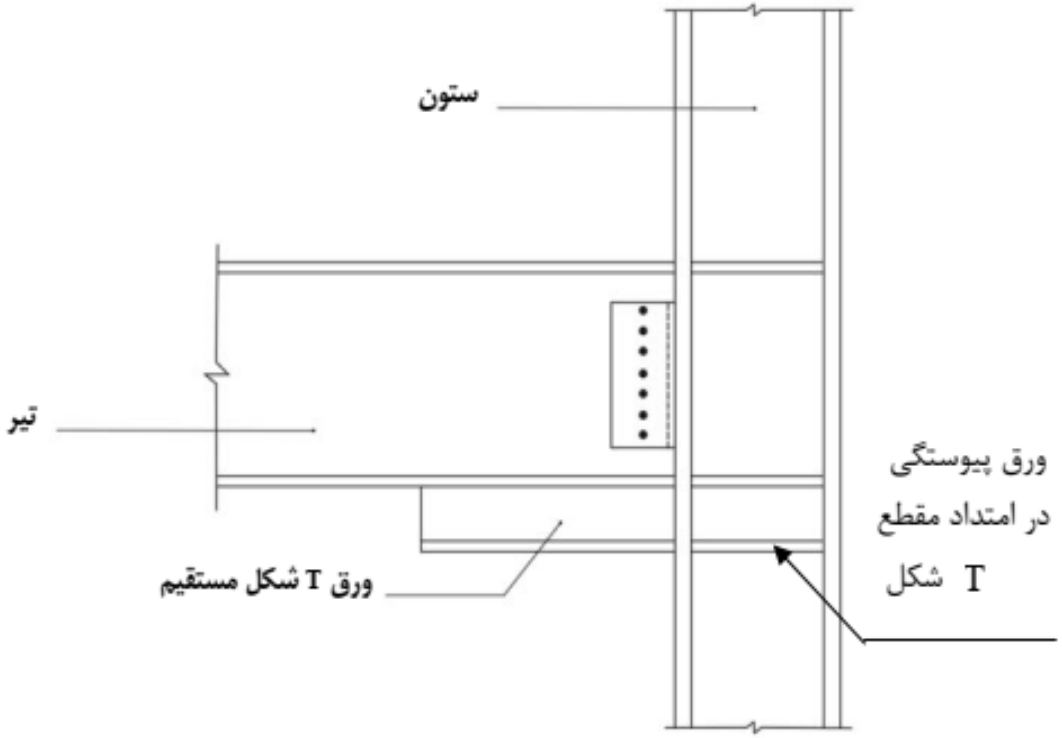
شکل ۲-۶-۴۲ جزییات ماهیچه تحتانی برای تقویت اتصال

@benyaminrazaziyan



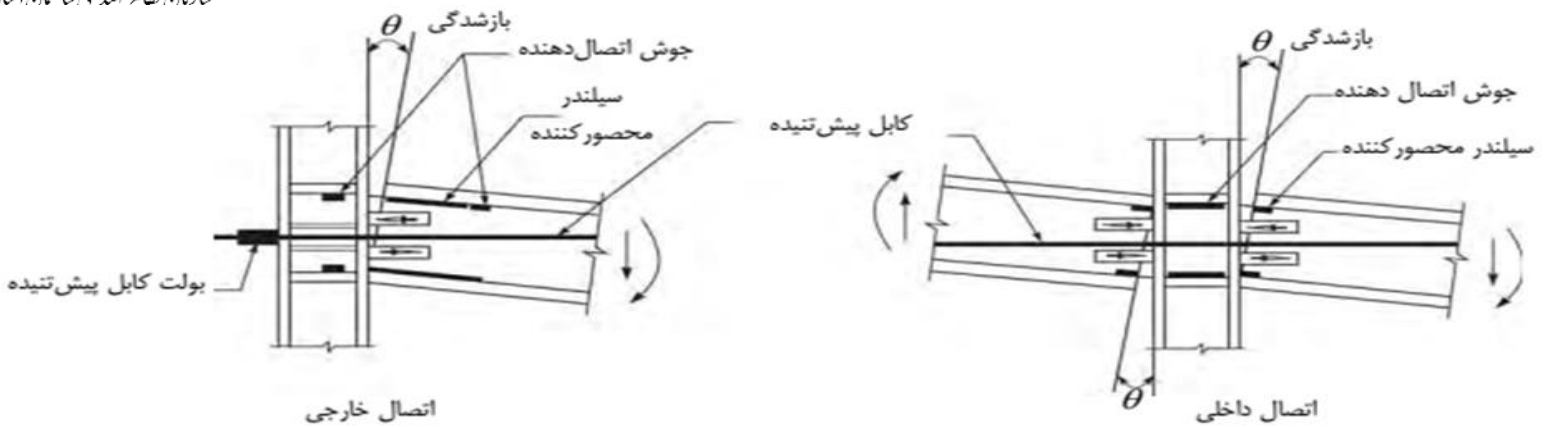
شکل ۲-۶-۴۳ تقویت اتصال با استفاده از لچکی های قائم در بال فوقانی و تحتانی

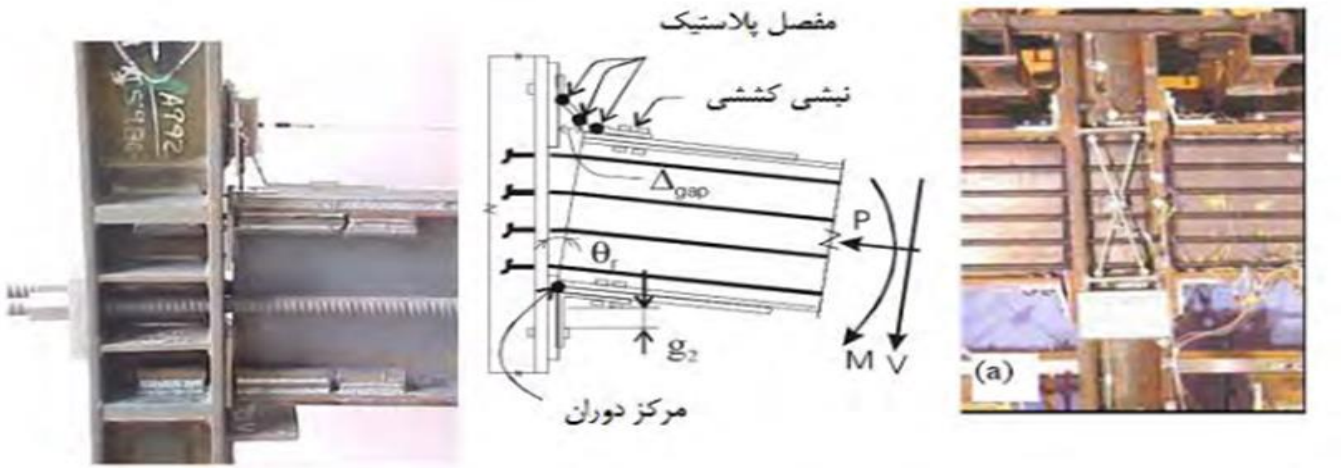
@benyaminrazaziyan



شکل ۲-۶-۴۵ مقاوم‌سازی اتصال فولادی با استفاده از مقاطع T شکل

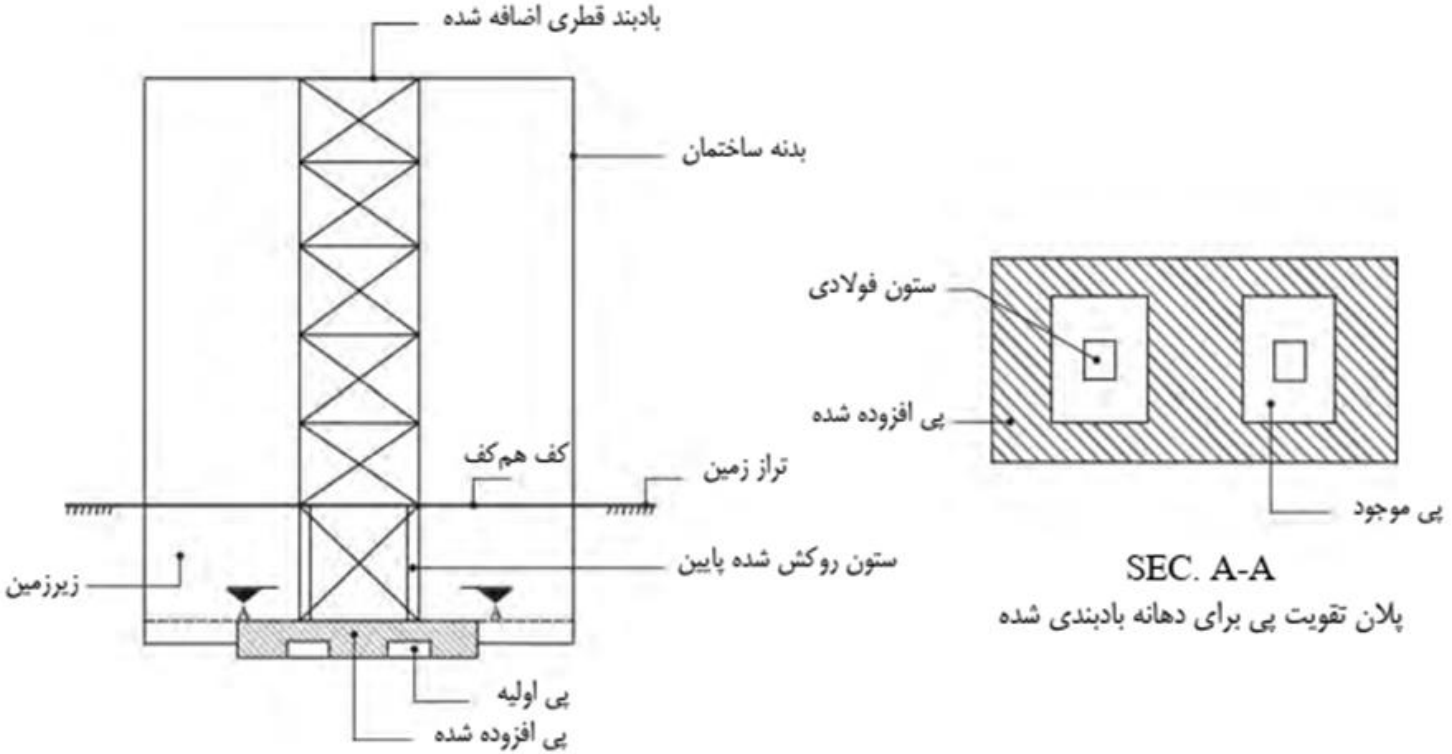
@benyaminrazaziyan





شکل ۲-۶-۴۶ مقاوم‌سازی اتصال با پیش‌تنیدگی خارجی بوسیله کابل کششی

@benyaminrazaziyan



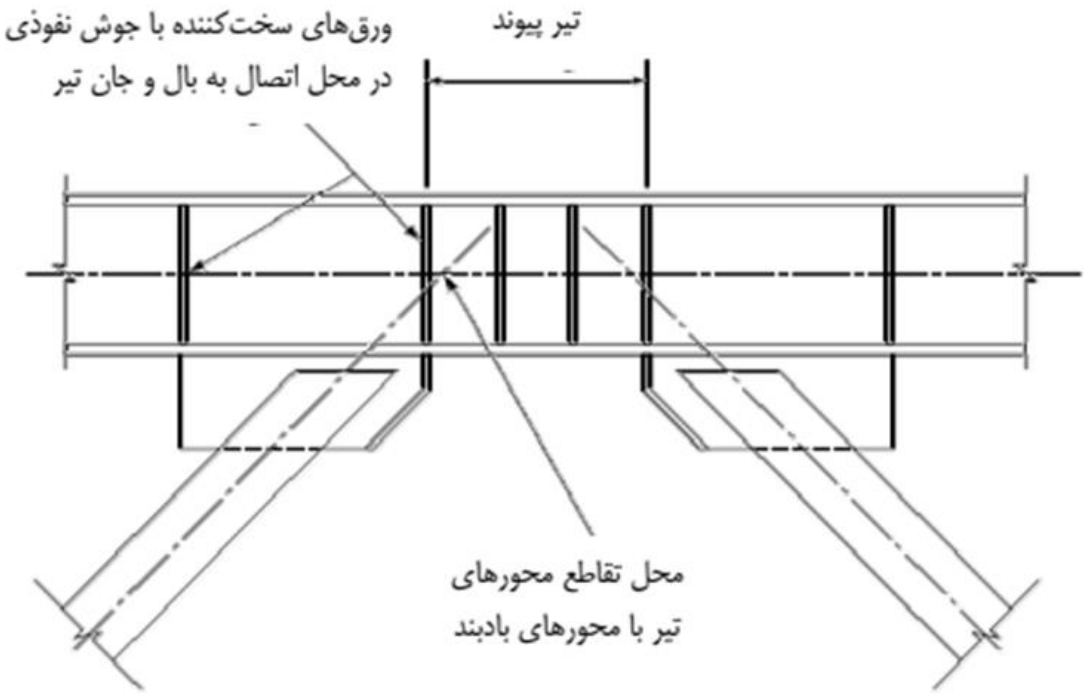
شکل ۴-۸-تقویت موضعی فونداسیون در قاب مهاربندی شده

@benyaminrazaziyan

مهاربندهاي همگرا CBf واگراEBF

گرچه سختی کمتری نسبت به مهاربندهای همگراCBF دارند، لیکن رفتار شکلپذیرتری از خود نشان میدهند. در این نوع مهاربندها رفتار خمیری در موضعی از پیش تعیین شده و تقویت شده برای این منظور بنـام تیـر پیونـد، سـبب اتـلاف انرژیِ وارده میشود و شکلپذیری موثر سازه را افزایش میدهد. مهاربندهای واگرا بسته به محل قرار گیری تیر پیوند، در اشـکال متنـوعی قابل استفاده هستند.

@benyaminrazaziyan



شکل ۴-۱۳-جزئیات تیر پیوند و مکانیسم تسلیم در قاب‌های مهاربندی شده بوسیله مهاربندهای واگرا

@benyaminrazaziyan

استفاده از ورق روسری و زیر سری مضاعف:

در صورتی که از جوش ورق های زیر سری و رو سری به ستون اطمینان نباشد، استفاده از ورق های زیر سری و روسری مضاعف می تواند در برنامه کار قرار گیرد. در صورتی که هیچ اطمینانی از جوش ورق روسری موجود به ستون نباشد و یا این جوش از ین رفته باشد، ضخامت ورق روسری و زیر سری باید برای لنگر خمیی تیر طراحی شود. اما اگر اضافه کردن وقت زیر سری و رو سری به منظور تقویت وضعیت موجود باشد، ضخامت آن با توجه به های موجود تعیین می گردد.

استفاده از ماهیچه:

اضافه کردن یک ماهیچه باعث فاصله گرفتن محل مفصل پلاستیک از چشمه اتصال به سمت تیر می شود. اضافه نمودن ماهیچه در صورت امکان تنها در بال تحتانی تیر نصب شود.

@benyaminrazaziyan

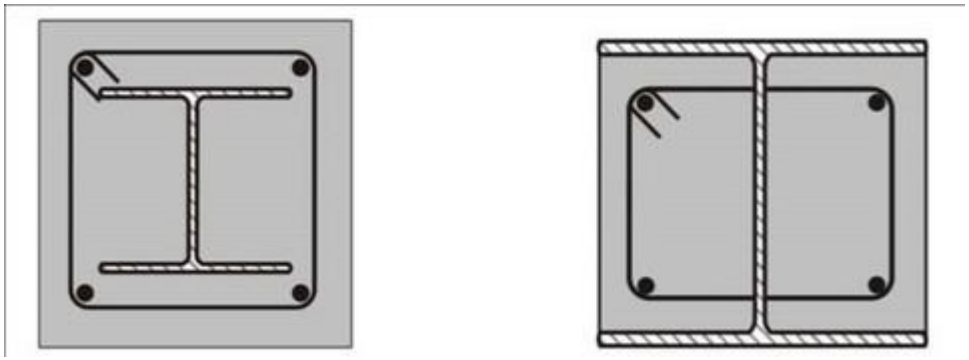
استفاده از مقاطع T شکل:

با استفاده از مقطع T شکل نیز می توان اتصالات فولادی را بهسازی لرزه ای نمود. در بعضی از موارد، مقطع را تنها در بال پایینی اتصال اجرا می نمایند که یا استفاده از این روش می توان بدون تخریب دال، اتصال را بهسازی لرزه ای نمود.

مقاوم‌سازی با اضافه نمودن دیوار برشی و یا بادبند:

مقاوم‌سازی با استفاده از جداگرهای لرزه‌ای:

مقاوم‌سازی با استفاده از سیستم‌های جاذب انرژی (میراگر):

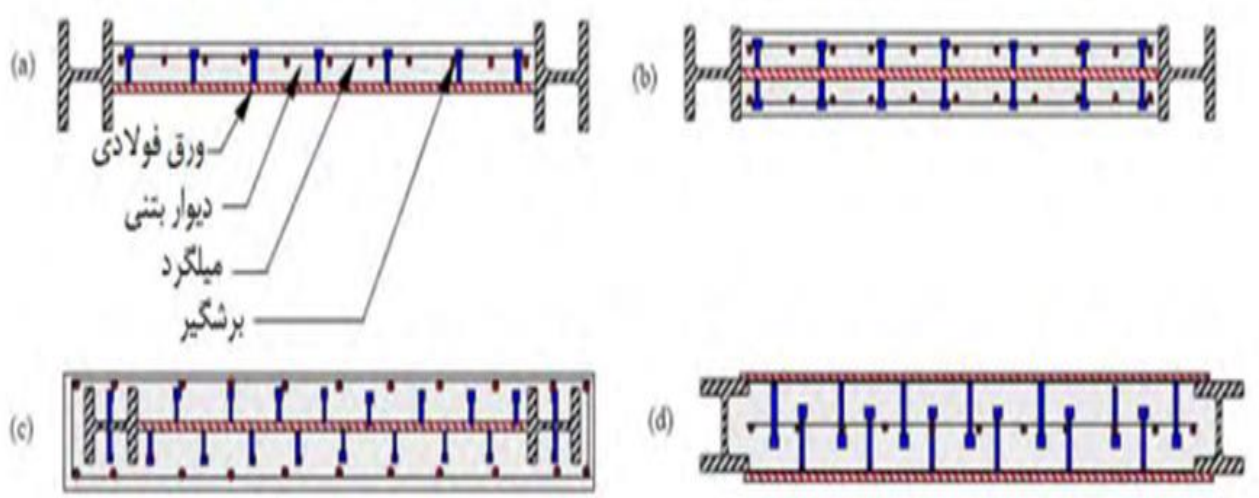


@benyaminrazaziyan

سازه های فولادی

شکل ۴-۵۰- دیوار برشی فلزی

@benyaminrazaziyan



شکل ۴-۵۴- اشکال متداول در اجرای دیوارهای برشی کامپوزیت

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

سازه های بتنی

@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

سازه‌های بتن آرمه که امروزه استفاده و کاربردهای فراوان و فراگیر در سراسر جهان مانند کشور ما دارند در موارد زیادی اعم از سازه‌های ساختمانی و غیر ساختمانی مانند ساختمان‌های مسکونی، پل‌ها، مخازن، سیلوها، دیوارهای حایل، جداره تونل‌ها، سدهای بتنی، تاورها و برج‌ها و .... مورد استفاده قرار می‌گیرند.

@benyaminrazaziyan

مقاوم‌سازی باFRP :

در روش بهسازی در جهت افزایش مقاومت، صفحات FRP جهت افزایش مقاومت خمشی ستون به صورت طولی به آن چسبانده می‌شود (چسباندن طولیFRP) درحالی‌که در روش بهسازی در جهت افزایش شکل‌پذیری FRP ها با الیاف اصلی در جهت حلقوی دور ستون و به منظور افزایش شکل‌پذیری آن پیچانده می‌شوند(چسباندن جانبی FRP) که در هر دو روش ظرفیت جذب انرژی ستون بهبود می‌یابد.

ستون‌های تقویت‌شده با FRP وقتی در برش قرار گیرند تنش‌های کششی در FRP در مقاومت برشی کل ستون سهیم می‌شوند. همچنین وقتی این ستون‌ها تحت خمش می‌گیرند، با ایجاد خاصیت محصور کنندگی خود باعث افزایش مقاومت و کرنش نهایی بتن می‌گردند. افزایش کرنش نهایی بتن در بهسازی لرزه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار است. چرا که این امر باعث افزایش هر چه بیشتر سطح شکل‌پذیری ستون برای رسیدن به تغییر شکل‌های غیر ارتجاعی می‌گردد.

چنانچه تقویت برشی ستون مد نظر باشد، معمولاً کل ارتفاع ستون توسط FRP روکش می‌شود، ولی در مورد مفاصل پلاستیک و تقویت محل وصله‌ها معمولاً لازم است تقویت با روکش فقط در نقاط مستعد مفصل پلاستیک و یا در نزدیکی این نقاط انجام گردد. برای آنکه روکش FRP مستقیماً تحت بار محوری قرار نگیرد، توصیه می‌شود که بین روکش FRP و هر عضو سازه‌ای عرضی مجاور (مثلاً شالوده) یک فاصله کوچک (تقریباً ۲۰ میلی‌متر) ایجاد گردد. به عبارت دیگر روکش، ۲۰ میلی‌متر مانده به عضو جانبی قطع شود.

نتایج تجربی حاکی از آن است که استفاده از FRP های طولی به همراه FRP های جانبی در نواحی قطع آرماتورهای طولی اثر بیشتری روی جابجایی خرابی خمشی به نواحی مستعد مفاصل پلاستیک تحت لنگرهای حداکثر (ابتدا و انتهای ستون) دارد.

@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

FRPویدیو

@benyaminrazaziyan

تقویت اتصالات با FRP :

اتصالات آسیب‌پذیرترین قسمت سازه بوده و در عین حال سخت‌ترین جزء سازه جهت تقویت می‌باشند. تقویت توسط FRP یکی از مؤثرترین و ساده‌ترین روش‌های تقویت اتصالات سازه در مقابله با نیروهای لرزه‌ای (زلزله) می‌باشد.

روش مقاوم‌سازی با FRP پیش تنیده:

بطور کلی پیش تنیدگی در FRPدارای مزیتهایی از قبیل:

- افزایش سختی
- کاهش عرض و توزیع ترک
- بهبود خدمتپذیری و دوام
- بهبود مقاومت برشی و خمشی عضو)بدلیل ترک نخوردن مقطع)
- اجتناب از مودهای شکست ناشی از پوسته پوسته شدن در ناحیه ترکها و انتهای لایه FRP
- افزایش ظرفیت مقطع)تار خنثی نسبت به حالت غیر پیش تنیده پایینتر قرار میگیرد)
- افزایش بار تسلیم مقطع میباشد.

بنابراین دو روش بیان شده به گونهای عمل میکند که انتهای لایه FRPرا محکم نگهداشته و بعد از ایجـاد جـدا شـدگی، از
لغزش و جدا شدگی کامل لایه FRPجلوگیری نماید

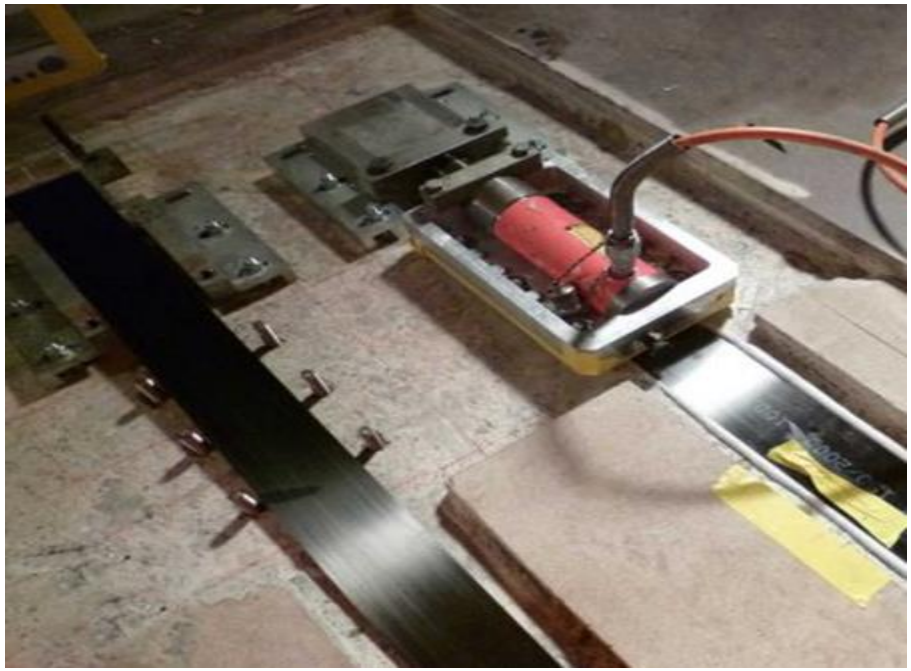
سازه های بتنی

شکل ۲-۴-۱۷- روش پیش‌تنیدگی در صفحه FRP

@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

. پیش‌تنیده کردن یک عضو باعث بهبود در عملکرد خمشی عضو در محدوده خدمت‌رسانی می‌شود. ایجاد پیش‌تنیدگی باعث کاهش خیز عضو، کاهش ترک‌ها میگردد.



ویدیو پیش تنیدهFRP

@benyaminrazaziyan

مقاوم سازی به روشNSM (Near Surface Mount)

در مواقعی که امکان ایجاد یک شکاف سطحی بر روی سطح بتن وجود داشته باشد، روش مقاوم‌سازی به روش NSM انتخاب بسیار عاقلانه‌ای می‌باشد.

تقریباً میتوان از کل ظرفیت مقاومت FRP استفاده کرد پیش از آن که گسیختگی ناشی از چسبندگی حاصل شود. اجرای این سیستم نیاز به نیروی آموزش‌دیده خاصی ندارد و طراحی آن با در نظر گرفتن راهنمایی‌های ACI 440-2انجام می‌شود.

مقاوم‌سازی ساختمان با ژاکت بتنی :

یکی از روش‌های مقاوم‌سازی ساختمان‌های بتنی استفاده از پوشش بتنی در پیرامون المان‌های مختلف از قبیل دیوار برشی، ستون و تیر می‌باشد. در این روش ابتدا سوراخ‌های به فواصل معین در وجوه پیرامونی المان‌های ضعیف ایجاد می‌گردد. سپس یک مش فولادی با آرماتورهای آجدار در پیرامون عضو مورد نظر قرار می‌گیرد. اندازه و فاصله این آرماتورهای فولادی با استفاده از نتایج تحلیلی طراحی می‌گردد. سپس سوراخ‌هایی ایجاد شده توسط چسب اپوکسی پر شده و آرماتورهای دوخت L شکل در داخل آن قرار می‌گیرد. قالب‌هایی در پیرامون عضو قرارداد شده و داخل آن توسط بتن پر می‌گردد. پوشش بتنی جدید به همراه آرماتورهای آن باعث افزایش مقاومت و شکل‌پذیری المان سازه‌ای موجود می‌گردد. این روش می‌توانند برای افزایش مقاومت کمانشی ستون‌ها، مقاومت و شکل‌پذیری تیرها، ستون‌ها و دیوارهای برشی مورد استفاده قرار بگیرد.

سازه های بتنی

@benyaminrazaziyan

شکل ۲-۶-۲۳ اجرای روکش بتنی در اطراف اتصال خارجی (ادامه)

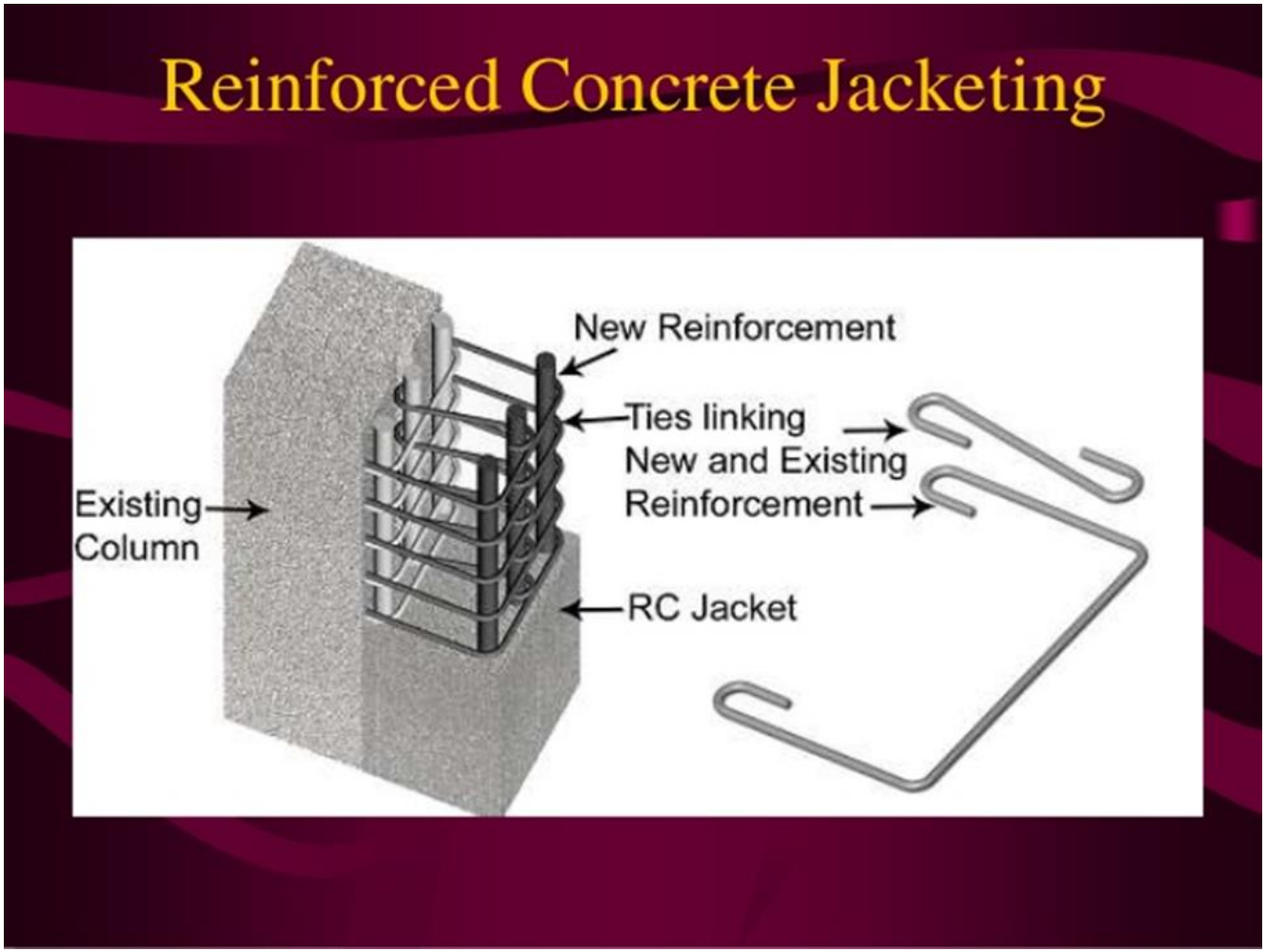
@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو ژاکت بتنی ۱

ویدیو ژاکت بتنی ۲

ویدیو ژاکت بتنی ۳

@benyaminrazaziyan

مقاوم‌سازی با ژاکت فولادی:

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. در این روش ورق‌های فلزی در محل آسیب‌پذیر ساختمان بر روی سطح بتنی عضو قرار گرفته و توسط بولت به عضو مربوطه متصل می‌گردد.

همچنین برای مقاوم‌سازی ستون‌های ضعیف سازه که فاقد آرماتورهای عرضی و یا طولی کافی می‌باشند استفاده از ژاکت فلزی مرسوم است. برای این کار نیز مشابه قبل ورق‌های فلزی در اطراف ستون قرار گرفته و توسط بولت به ستون متصل می‌گردند. این ورق‌ها همچنین در بالا و پایین ستون باید به نحو مناسبی به تیرها و فونداسیون متصل گردند. استفاده از ژاکت فلزی برای مقاوم‌سازی ستون‌ها ضمن افزایش مقاومت برشی و خمشی ستون با ایجاد تنش محصورشدگی مقاومت فشاری بتن را نیز افزایش داده و همچنین از کمانش آرماتورهای طولی جلوگیری می‌نماید.

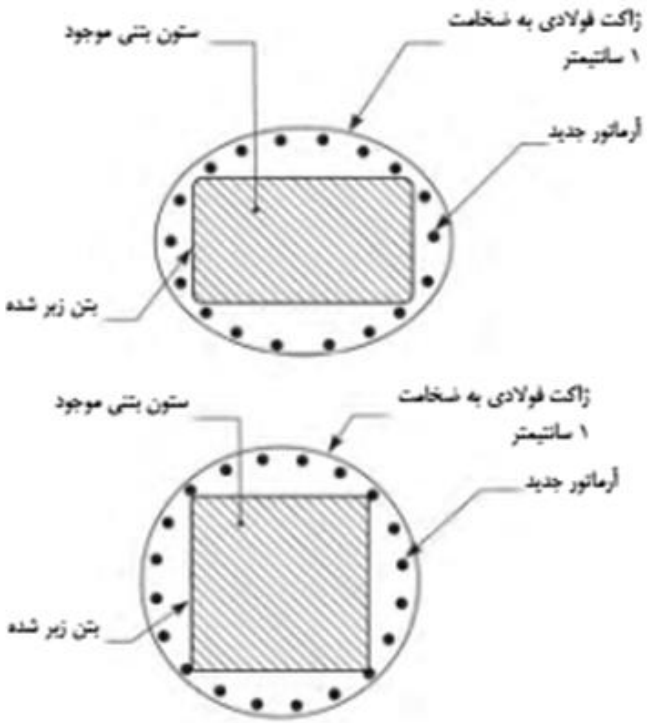
@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

شکل ۲-۵-۱۲- نمونه‌ای از روکش فولادی جهت افزایش مقاومت خمشی ستون

@benyaminrazaziyan

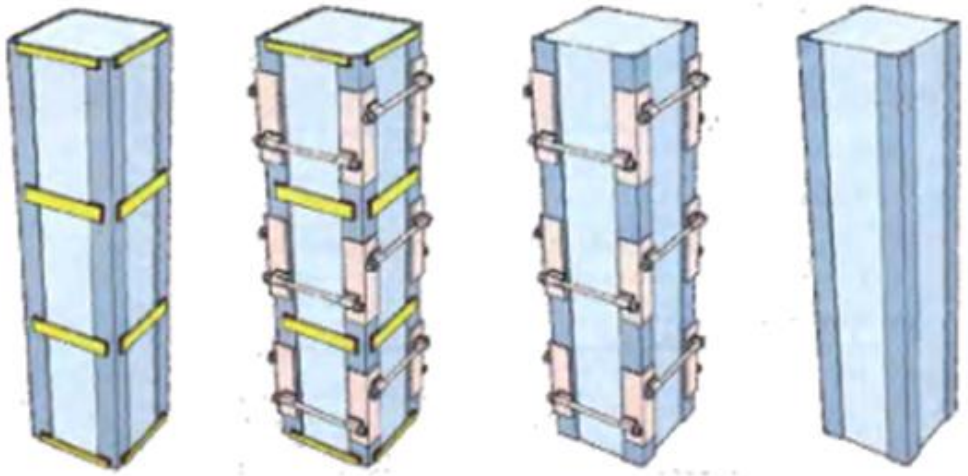
سازه های بتنی



شکل ۲-۵-۱۴- استفاده از روکش فولادی مدور در بهسازی ستون‌های مستطیلی

@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی



شکل ۲-۵-۱۶- مراحل اجرای روکش قفسه‌ای به روش پیش فشردن

@benyaminrazaziyan

ویدیو ژاکت فولادی

ویدیو ژاکت فولادی ۱

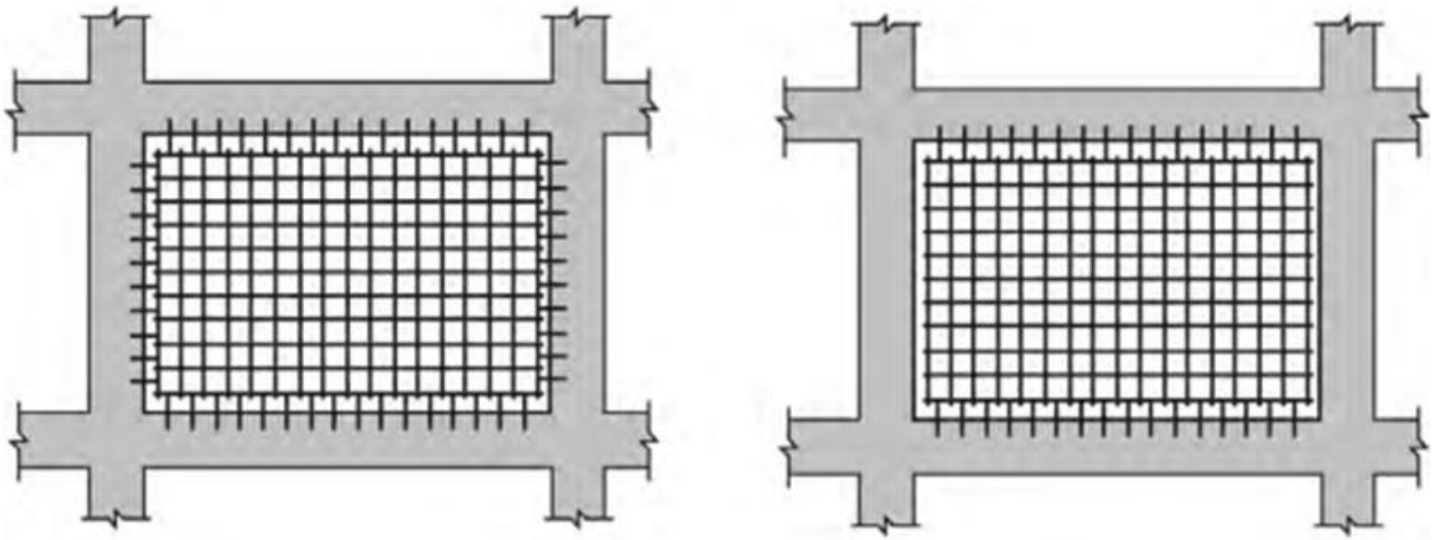
@benyaminrazaziyan

مقاوم‌سازی با اضافه نمودن دیوار برشی

افزایش مقاومت و سختی سیستم و همچنین کاهش نیاز شکل پذیری اعضا و اجزا سازه را می توان با اضافه نمودن میان قاب های بتن مسلح بهبود بخشید.

همچنین 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 طرح مقاوم‌سازی مشکلات کمتری در زمینه معماری بوجود می‌آورد. برای اتصال دیوار به ستون باید از خاموت یا بولت به عنوان برشگیر در ارتفاع ستون استفاده کرد.

@benyaminrazaziyan



شکل ۴-۴۶- روش‌های افزودن میانقاب بتنی به ستون

@benyaminrazaziyan

مقاوم‌سازی با استفاده از مهاربندهای فولادی و بتنی :

اضافه نمودن مهاربندها به سازه بتنی، افزایش سختی، کاهش نیاز شکل پذیری و افزایش مقاومت برشی سیستم را به همراه خواهد داشت ضمن آنکه افزایش ناچیز را در وزن سازه موجب می شود. عموما با اتفاده از سیستم های مهاربندی واگرا (EBF) در ساختمان های بتنی به دلیل پر هزینه بودن و مشکلات موجود در اجرا و تامین جزییات تیر پیوند مرسوم نمی باشد. اما انواع سیستم های مهاربندی همگرا می تواند در این نوع بهسازی مورد توجه قرار گیرد.

سازه های بتنی

شکل ۴-۵-بهسازی قاب‌های موجود بوسیله مهاربندهای همگرا

@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

مهندسی ساختمان استان تهران

شکل ۴-۶-استفاده از مهاربند همگرای جناغی در بهسازی قاب‌های بتنی

@benyaminrazaziyan

شکل ۴-۱۵- اضافه کردن مهاربند واگرا به قاب‌های موجود ساختمان

@benyaminrazaziyan

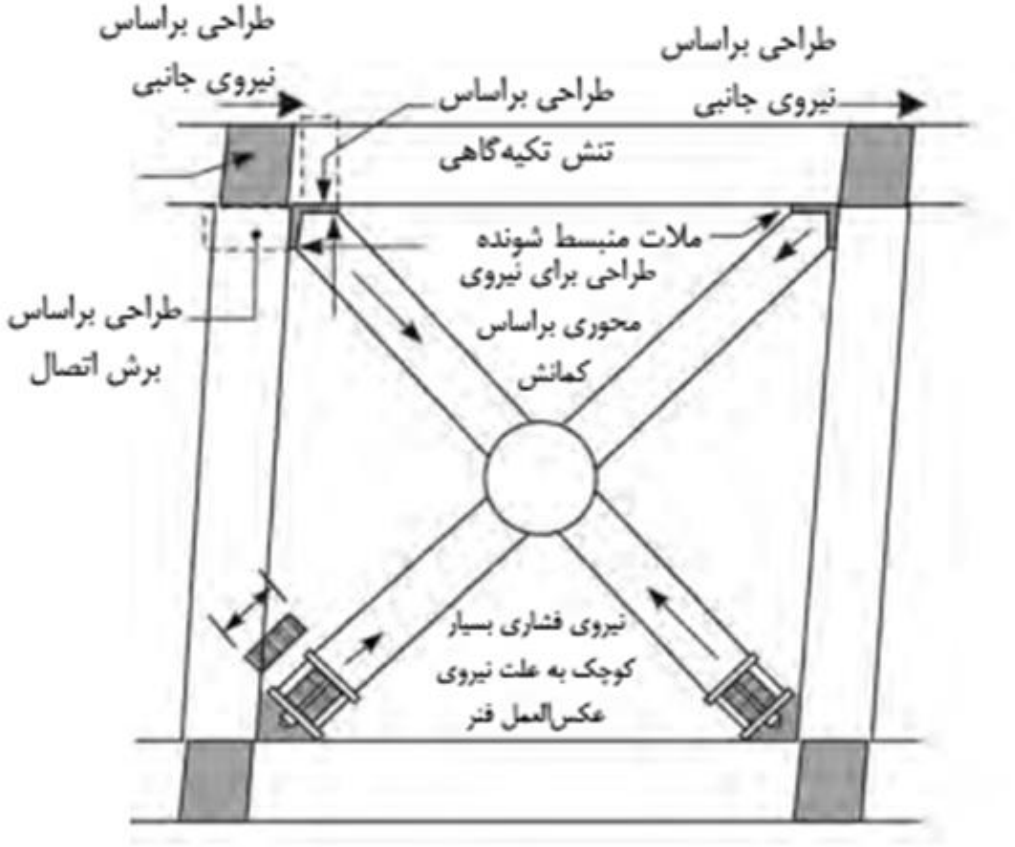
سازه های بتنی

شکل ۴-۲۳- نمونه‌ای از مهاربند بتنی پیش‌تنیده و پیش‌ساخته

@benyaminrazaziyan

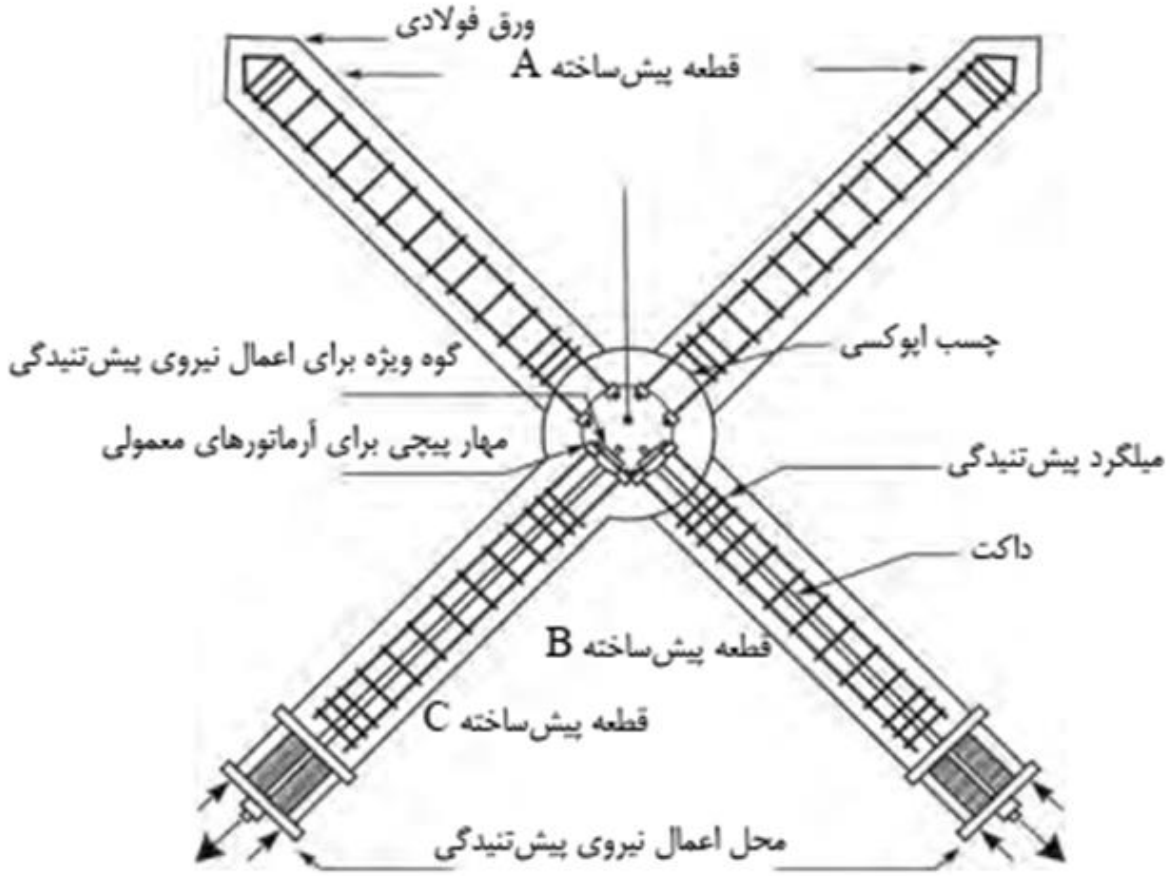
سازه های بتنی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



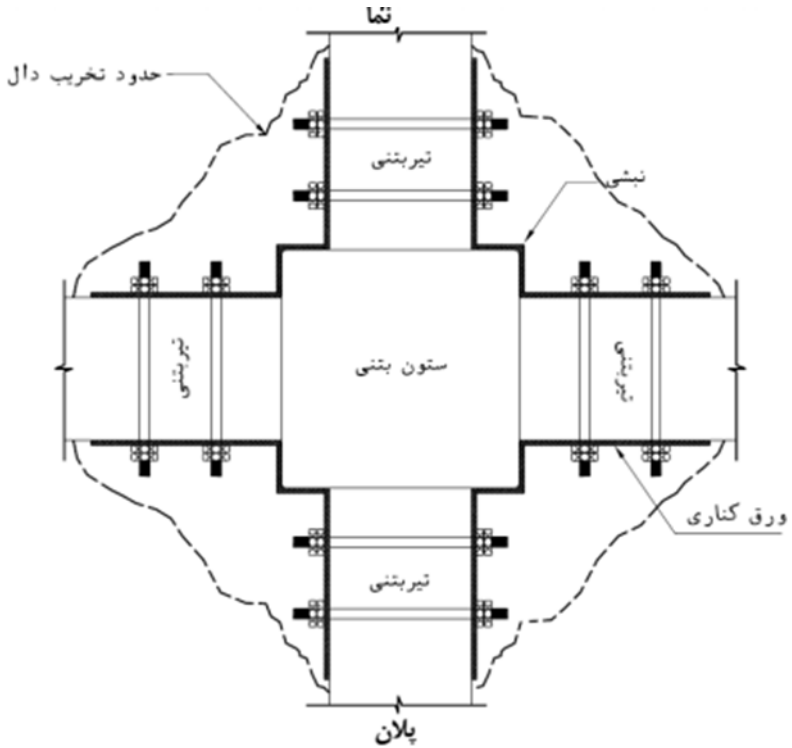
@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی



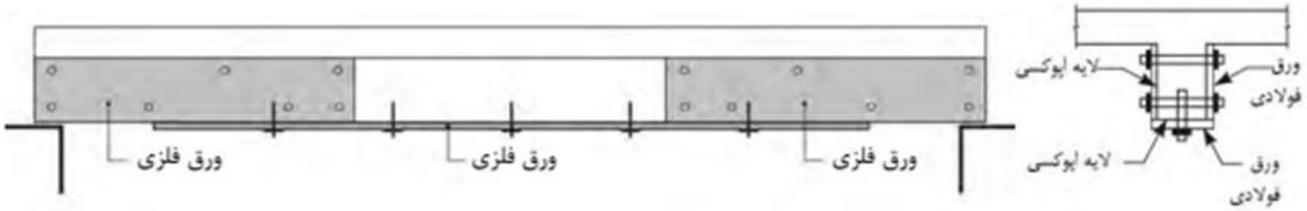
@benyaminrazaziyan

مقاوم سازی اتصالات :

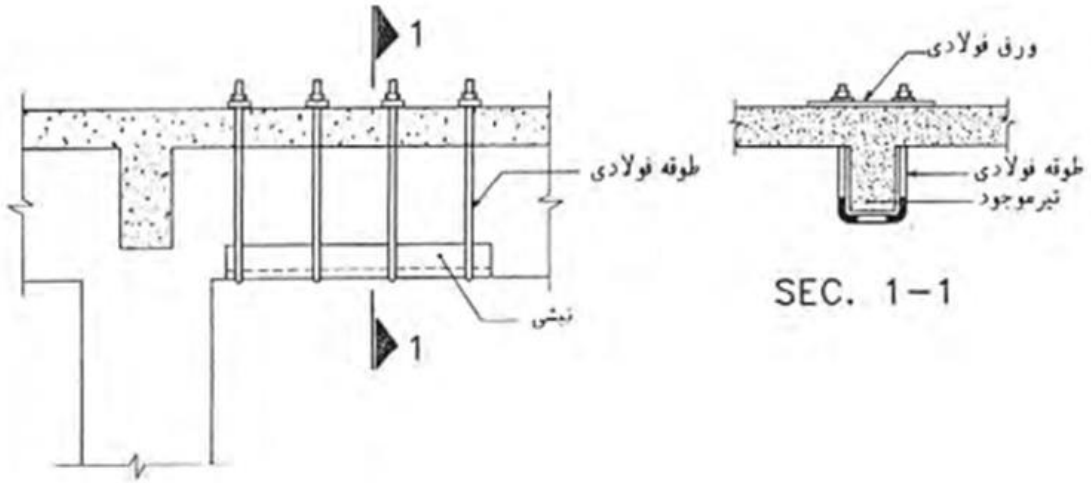


شکل ۲-۶-۲۷ مقاوم‌سازی اتصال با ورق کناری

@benyaminrazaziyan

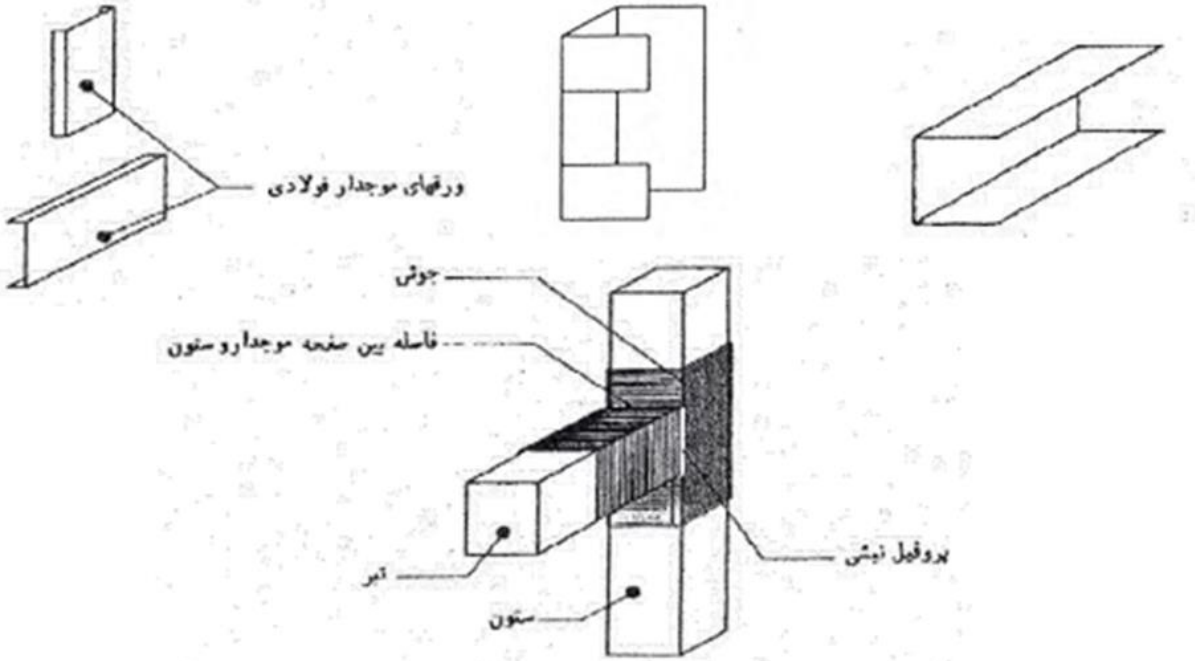


شکل ۲-۴-۶- تقویت خمشی و برشی تیرها با ورق فولادی



شکل ۲-۴-۷- تقویت خمشی و برشی تیرها با قفس فولادی شامل نبشی و رکابی

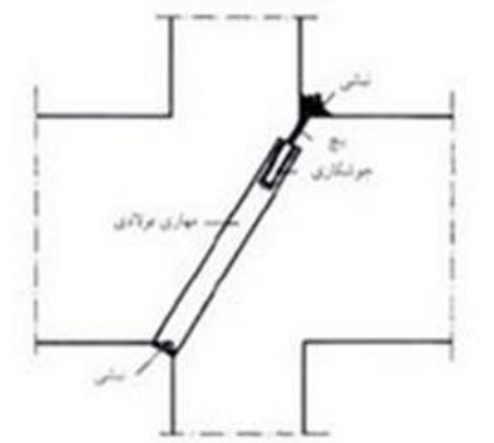
@benyaminrazaziyan

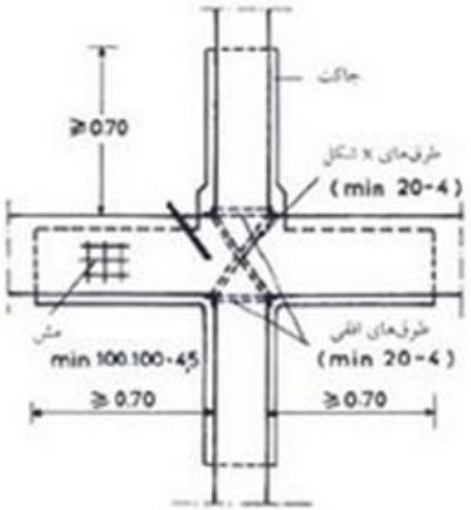


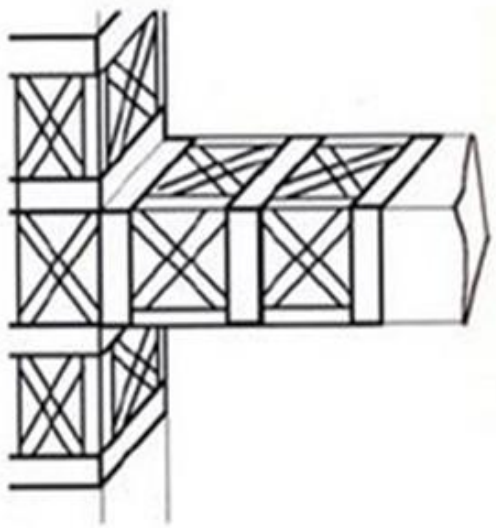
شکل ۲-۴-۵- تقویت خمشی و برشی تیرها با چسباندن ورق‌های فولادی با ضخامت کم با چسب اپوکسی

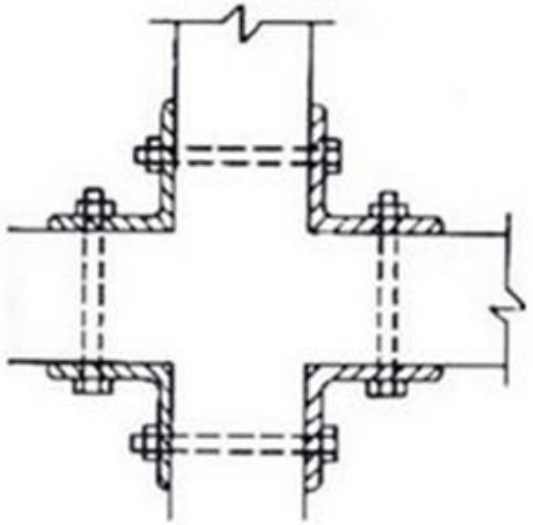
سازه های بتنی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران





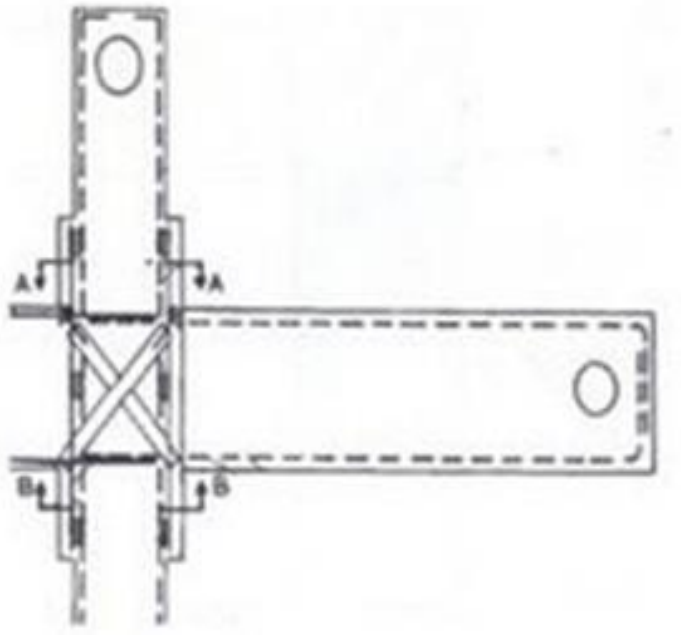


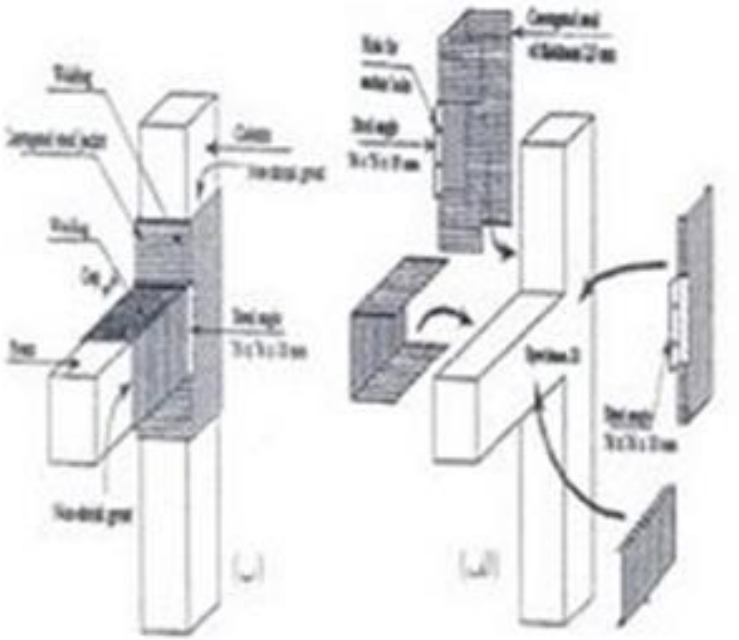


@benyaminrazaziyan

سازه های بتنی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران





@benyaminrazaziyan

مقاوم‌سازی با استفاده از جداگرهای لرزه‌ای:

مقاوم‌سازی با استفاده از سیستم‌های جاذب انرژی (میراگر):

@benyaminrazaziyan

مقاوم سازی سازه های بنایی

@benyaminrazaziyan

مودهای شکست دیوار آجری

مود های شکست یک دیوار آجری مجزا به دو گروه عمده شکست درون صفحه ای و شکست برون صفحه ای تقسیم می شوند.

انواع روشها:

شاتکریت

افزودن دیوارهای داخلی یا پشت بند جهت بهبود عملکرد لرزه ای ساختمان بنایی

پر کردن باز شوها

تقویت اتصالات دیوار دیافراگم

تعبیه شبکه میله گردها و اتصال آن به دیوار موجود

دوخت به فونداسیون

استفاده از روش مقاوم سازی با مصالح**FRP**

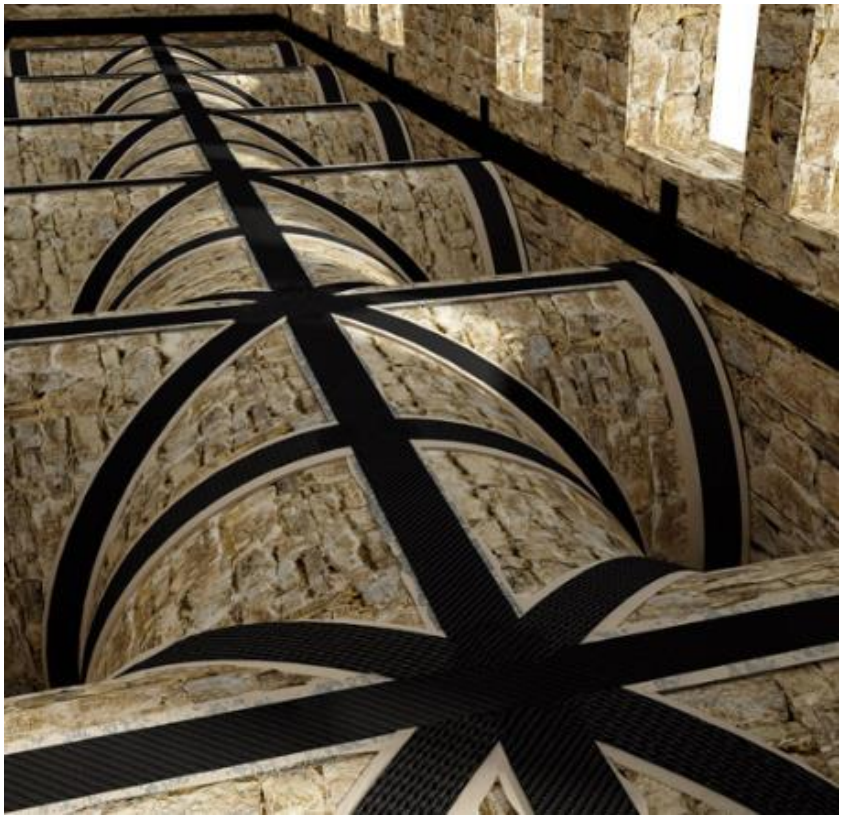
@benyaminrazaziyan

سازه بنایی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

سازه بنایی



@benyaminrazaziyan

انواع راهكارهاي تقويت دال :

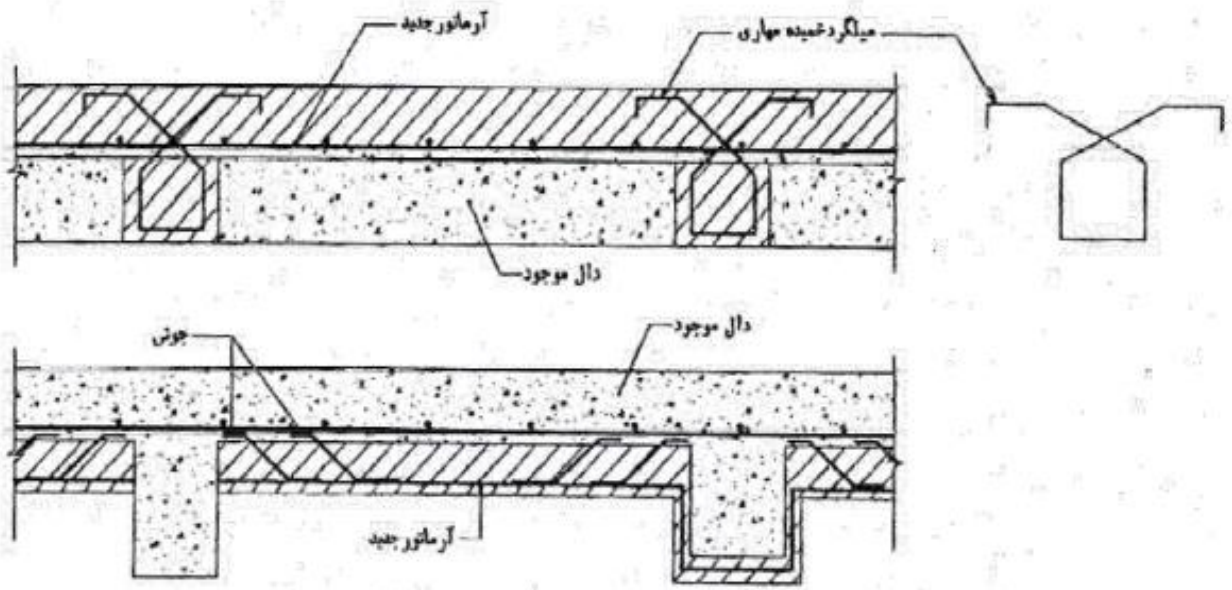
با توجه به نوع ضعف موجود در دال، راهكارهاي مختلفي براي تقويت آن وجود دارد كه عبارتند از:

1 -تعمير موضعي،
2 -افزايش ضخامت دال)از بالا يا پايين)،
3 -اضافه كردن تيرك فولادي،
4 -اضافه نمودن نوارهاي فولادي در وجوه دال،
5 -استفاده از مصالح FRPدر وجوه دال،
6 -مقاومسازي اتصال دال به ديوار برشي،
7 -بهبود عملكرد ديافراگمي دال

@benyaminrazaziyan

دال

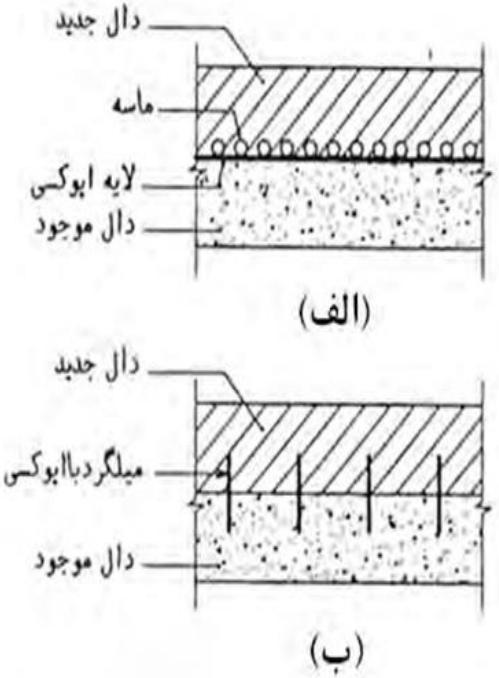
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

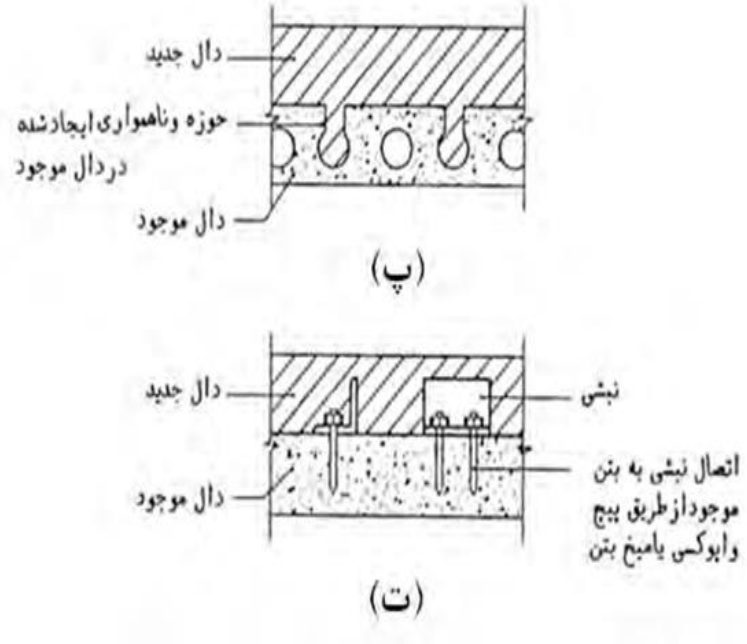


شکل ۲-۳-۲- افزایش ضخامت دال

@benyaminrazaziyan

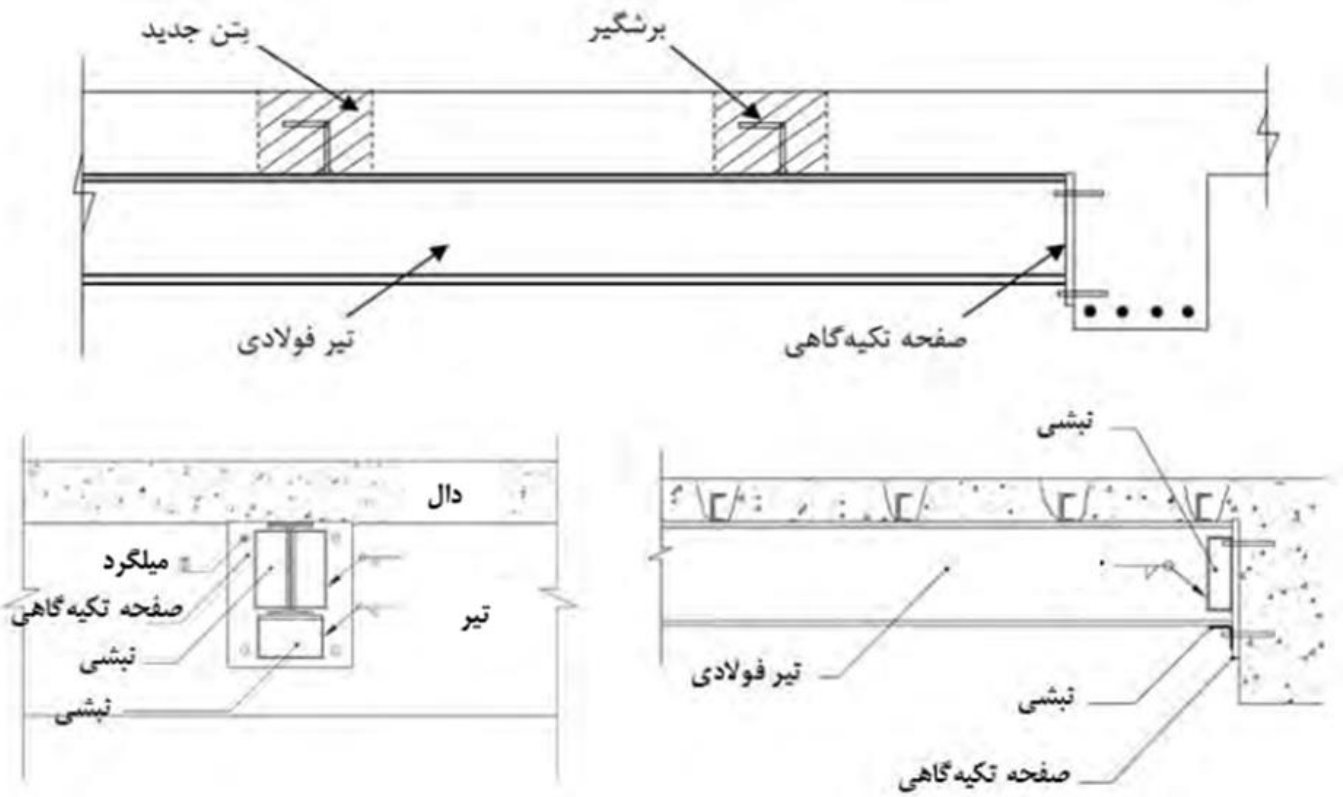
دال





@benyaminrazaziyan

دال



شکل ۲-۳-۶- جزئیات اجرایی تیرک فولادی

@benyaminrazaziyan

دال

@benyaminrazaziyan

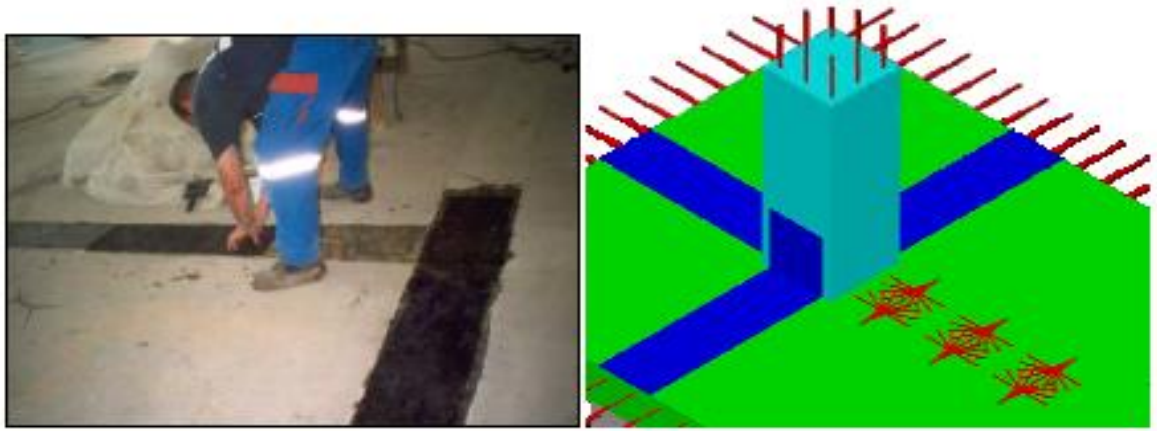
دال

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

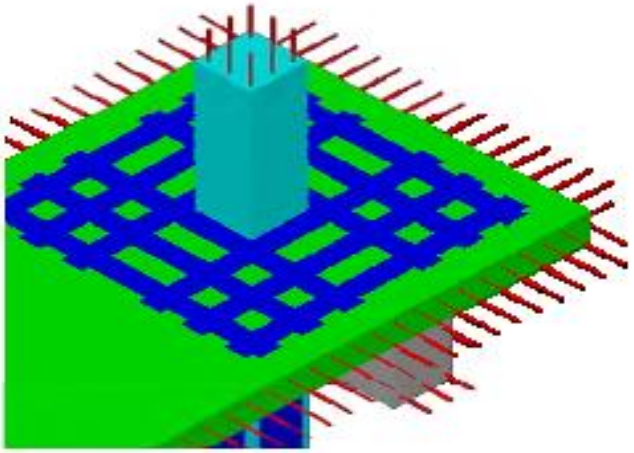
شکل ۲-۳-۷- تقویت دال‌ها با استفاده از ورق‌های فولادی

@benyaminrazaziyan

دال



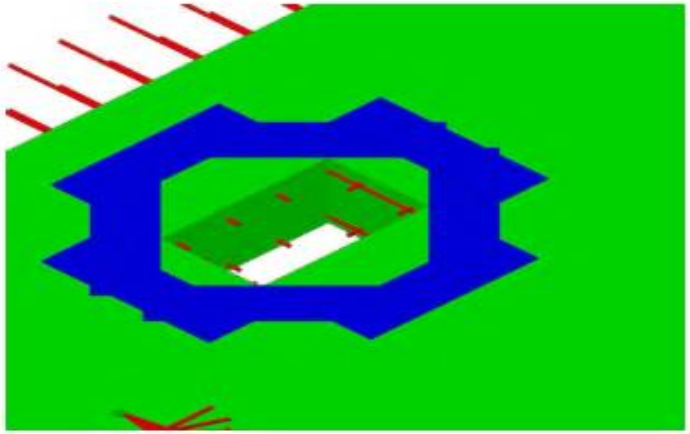
شکل ۲-۳-۱۰- تقویت دال با استفاده از نوارهای FRP در نواحی لنگر منفی



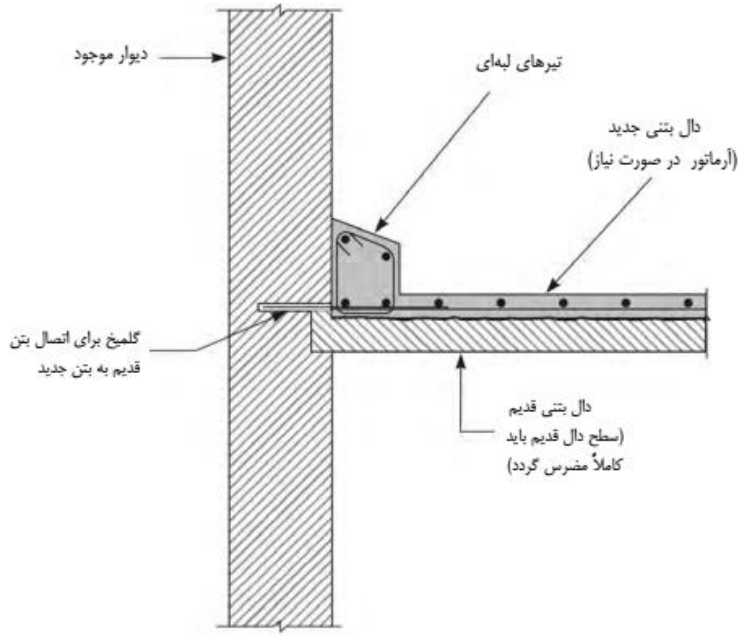
@benyaminrazaziyan

دال

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



شکل ۲-۳-۱۵- تقویت اطراف بازشوهای دال با FRP

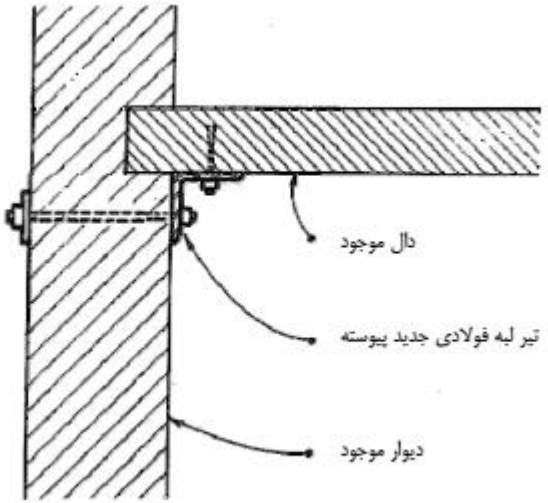


شکل ۲-۳-۱۷- بهسازی دال با اضافه کردن تیر لبه‌ای از بالا

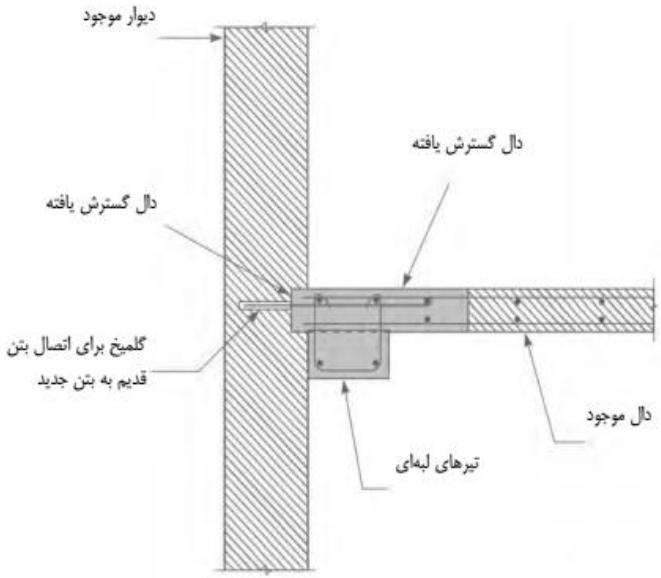
@benyaminrazaziyan

دال

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



شکل ۲-۳-۱۹- بهسازی اتصال دال و دیوار پیش ساخته



شکل ۲-۳-۱۸- بهسازی دال با اضافه کردن تیر لبه‌ای از پایین

@benyaminrazaziyan

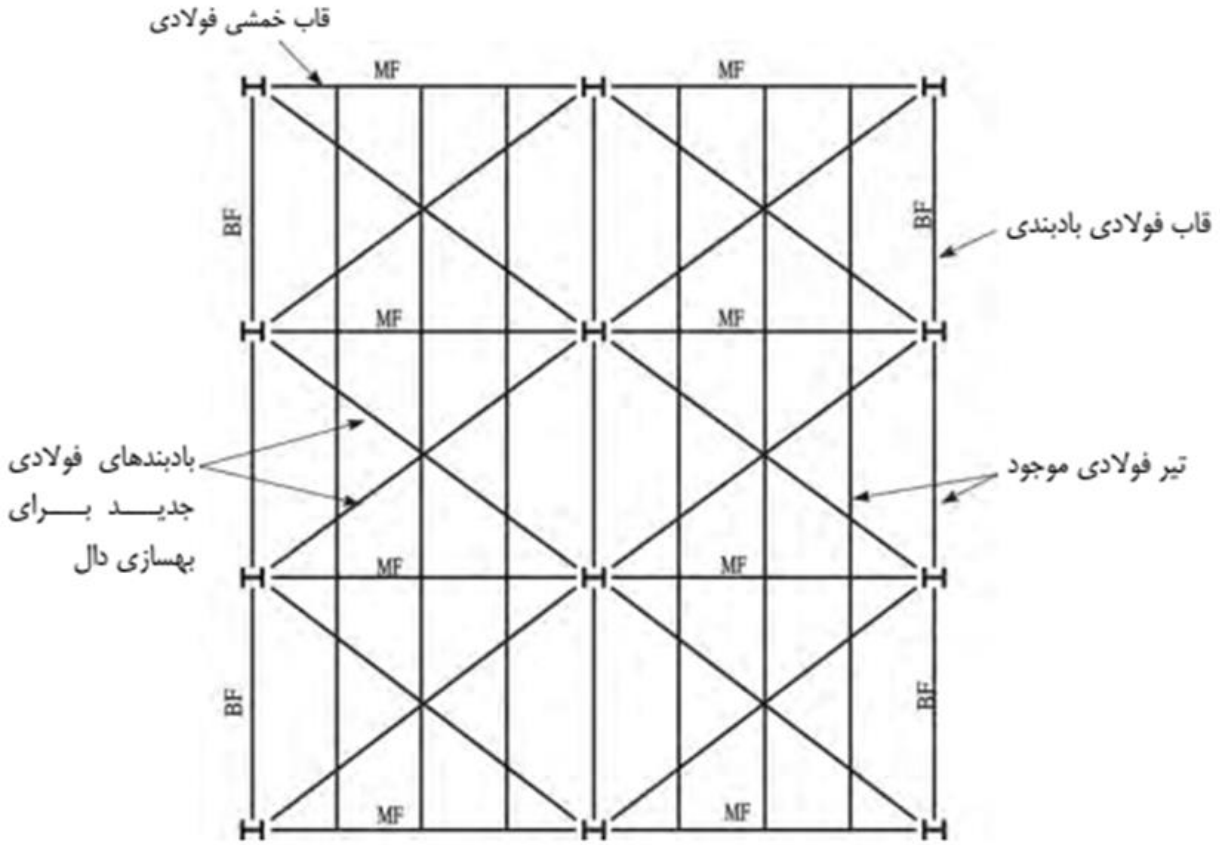
بهبود عملكرد ديافراگمي دال

از مواردي ديگري كه ميتوان در بهسازي دالها به آن اشاره كرد، تقويت دال براي بهبود عملكرد ديـافراگمي آن مـيباشـد.

دالها علاوه بر تحمل بار قائم، وظيفه انتقال بارهاي جانبي را نيز بر عهده دارند. بدين منظور ميتوان راهكارهايي مانند اضافه نمودن مهاربند افقي براي اصلاح سختي ديافراگم و يا بهسازي بازشوهاي موجود در دال را بكار گرفت.

دال

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



شکل ۲-۳-۲۰- بهسازی دیافراگم‌ها بوسیله مهاربندهای افقی

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

بهسازی خاک

@benyaminrazaziyan

روش تزریق :

از دیگر روش‌هایی که موجب افزایش ظرفیت باربری مجاز خاک و همچنین جلوگیری از نشت آب در سازه‌های مانند سدها می‌شود، بهسازی خاک به روش تزریق می‌باشد. مبنای این روش پر کردن درزها، فضاهای خالی و منفذهای زمین با مواد دوغابی است که از نشست‌های زیاد جلوگیری شده و خاک زیر پی نیز تقویت می‌شود. از دیگر موارد کاربرد این روش، افزایش مقاومت بارگذاری جانبی شمع‌ها، تثبیت شیروانی‌ها، افزایش مقاومت و توان باربری خاک، تغییر نفوذپذیری و کاهش درصد جذب آب، جلوگیری از تورم و نشست می‌باشد.

بهسازی خاک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو تزریق در خاک

@benyaminrazaziyan

روش شمع گذاری :

هنگامی که با ضعف در ظرفیت باربری خاک و یا قابلیت فشردگی زیاد خاک در لایه‌های فوقانی، مواجه هستیم. به طوری که نتوان از لایه سطحی جهت توزیع بار استفاده نمود، نیاز به افزایش ظرفیت باربری و یا انتقال نیرو به سطوح زیرین خاک وجود دارد. در این راستا به کمک شمع گذاری یا اصطلاحاً شمع کوبی نیروی مازاد به سطوح زیرین خاک منتقل می‌شود. در سطح پایین‌تر تراکم و اصطکاک بیشتر بوده، به همین دلیل سازه نسبت به نشست و نیروهای موجود مقاومت لازم را خواهد داشت.

روش میکرو پایل :

میکروپایل شمع‌هایی با قطر کمتر از ۳۰۰ mmهستند که غالباً با تسلیح فولادی سبک و تزریق دوغاب سیمان همراه می‌باشند.

روش اجرای میکروپایل:

۱ .حفاری : در شرایطی مانند وجود کف‌سازی، بتن مگر، لایه متراکم خاک که امکان کوبش لوله‌های میکروپایل وجود ندارد، در ایتدا نیاز به عملیات حفاری داریم که به روش‌هایی مانند حفاری دورانی یا دورانی- ضربه‌ای انجام می‌شود. حفاری انجام شده باید متناسب با عمق مورد نیاز پروژه جهت میکروپایل صورت پذیرد.

بهسازی خاک

۲ .لوله کوبی : پس از ایجاد عمق مورد نظر، جهت استقرار لوله‌های میکروپایل لوله کوبی انجام داده می‌شود که در مرحله اول از نوک تیز آن استفاده شده و پس از فرو رفتن لوله اول، لوله دوم نیز متصل گردیده و کوبیده می‌شود. جهت اتصال کامل لوله‌ها به یکدیگر علاوه بر استفاده از بوشن‌های رزوه شده، لوله‌ها به لبه بوشن نیز، جوش داده می‌شوند. لازم به ذکر است اگر پس از ۳۰ ضربه متوالی، لوله بیشتر از ۱۰سانتی‌متر فرو نرود، عملیات کوبش لوله میکروپایل متوقف گشته و تا عمق موردنظر حفاری انجام شده و سپس لوله‌های مربوط به میکروپایل در درون گمانه نصب می‌گردد.

۳ .تزریق : ساخت دوغاب مورد نظر و تزریق مناسب آن در این بخش بسیار مهم می‌باشد.

@benyaminrazaziyan

بهسازی خاک

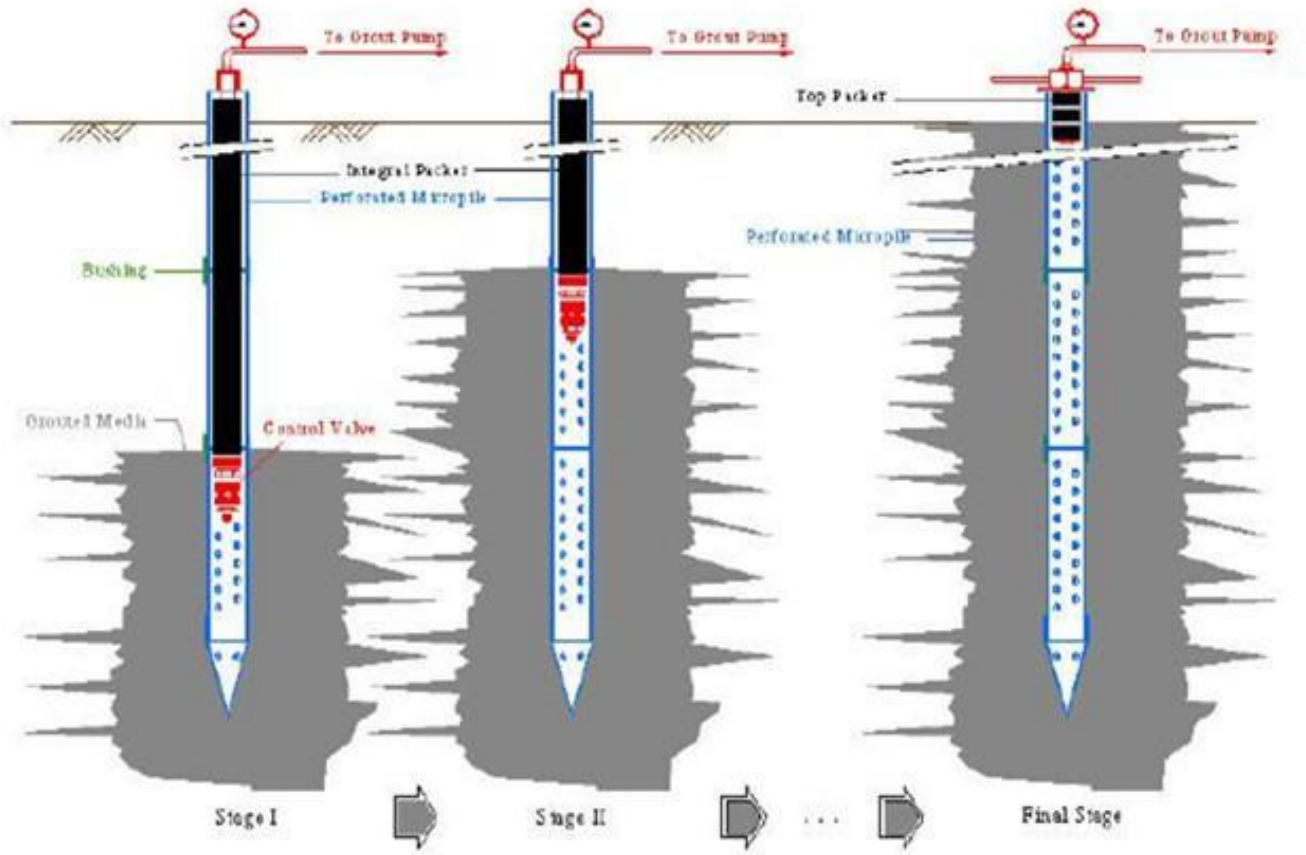
@benyaminrazaziyan

بهسازی خاک

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

بهسازی خاک



شکل ۲- فرم شماتیک ریزشمع

@benyaminrazaziyan

روش نیلینگ :

ویدیو آموزشی

@benyaminrazaziyan

روش انکراژ:

ویدیو آموزشی

@benyaminrazaziyan

ترمیم بتن

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

ترمیم بتن

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

ترمیم بتن

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

روش های ترمیم و تعمیر بتن:

بتن ریزی مجدد یا بازسازی بتن

مرمت رویه های بتن قالب بندی نشده (دال و عرشه و..)

شاتکریت

بتن پیش آکنده با ملات تزریقی

روش تزریق

@benyaminrazaziyan

بتن پیش آکنده با ملات تزریقی:

دراین شیوه، بتن معیوب طبق روش های مذکور برداشته می شود و سنگدانه درشت در ناحیه مورد مرمت و بین قالب ها ریخته می شود. سپس تزریق دوغابی از سیمان و ماسه از کف ناحیه قالب بندی شده به منظور پر کردن حفرات بین سنگدانه ها و به سمت بالا، انجام می گیرد. همزمان با بالا آمدن دوغاب، لوله تزریق نیز به سمت بالا کشیده می شود. لیکن کماکان در زیر سطح دوغاب باقی می ماند. این شیوه برای کارهای زیر آبی مناسب است، چرا که با پر شدن حفرات توسط دوغاب سیمان، آب نفوذی از داخل آن ها خارج می شود. این نوع مرمت برای مخازن ذخیره آب، تیرها و ستون در کارخانجات صنعتی نتایج مثبتی داشته است. به لحاظ فشار زیادی که این فناوری برجداره قالب ها وارد می کند، درزهای قالب باید جهت جلوگیری از هر گونه نفوذ ملات به بیرون، مهر و آب بند شوند.

روش تزریق:

- پاکسازی درون ترک با استفاده از فشار هوا و یا آب
- خشک کردن درون ترک در صورت شستشو با آب
- سوراخ کاری محل نصب پکرها با فواصل معین و عمق لازم به وسط ترک به صورت مورب با زاویه ۴۵ درجه
- بتونه کاری سطح ترک برای جلوگیری از فرار رزین تحت تزریق
- آماده سازی رزین و تزریق آن به درون ترک از پایین به بالا
- خارج کردن پکر، تمیزکاری سطح بتن

@benyaminrazaziyan

ترمیم بتن

کرمو شدگی بتن در سازه‌های بتنی زیادی مشاهده می‌شود. دلیل به وجود آمدن کرمو شدگی و حفره‌ها را می‌توان علل زیر دانست:

- بتن سفت یا بی استفاده
- ارتعاش بیش از اندازه
- استفاده از آب زیاد
- شیوه بتن‌ریزی نامناسب
- کامل پر نشدن ملات‌بتن در قالب

@benyaminrazaziyan

پکرگذاری و تزریق اپوکسی :

ترمیم بتن

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

تفاوت نیپل ها و پکرها در نوع کاربری آن ها است که از نیپل برای مکان هایی مورد استفاده قرار میگیرد که به علت تراکم میلگردها امکان استفاده از پکر وجود ندارد.

ویدیو آموزشی

@benyaminrazaziyan

رزین اپوکسی تزریقی:

رزین های اپوکسی تزریقی از دو جزء سخت شونده و عمل آورنده تشکیل می شوند.این رزین ها بسیار رقیق و با غلظت کم تهیه می شوند و خواص مطلوبی چون چسبندگی بسیار عالی، مقاومت شیمیایی در برابر اسیدها، افت کم، زمان عمل آوری پایین و مقاومت در برابر رطوبت دارند.

@benyaminrazaziyan

آستر اپوکسی غنی شده با روی :

آستر آپوکسی غنی شده با روی یک پرایمر اپوکسی غنی شده با روی دو جزئی است که محافظ خوردگی بستر فولادی هم در زمان نگه داری و هم در مرحله ساخت و ساز جدید است. به عنوان یک پرایمر ضد خوردگی با عملکرد بالا، بالاترین محافظت را به عنوان قسمتی از سیستم پوشاننده برای محیط های خورنده شامل سازه های دریایی، تجهیزات پتروشیمی ، پل ها و نیروگاه ها دارد.

@benyaminrazaziyan

پوشش مهارکننده خوردگی :

پوشش مهارکننده خوردگی یک مایع شفاف یک جزئی با ویسکوزیته کم و آماده مصرف است که ترکیبی از مواد سیلانی نفوذ پذیر با کارایی اثبات شده برای کنترل رطوبت و نفوذ یون کلرید با عملکردی پیشرفته جهت مهار خوردگی است.

@benyaminrazaziyan

آب بندی بتن :

@benyaminrazaziyan

آند فنا شونده: حفاظت کاتدی

@benyaminrazaziyan

پوشش ضد خوردگی و آبندی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

این روش برای مبارزه با خوردگی در نواحی مدفون به تعمیر و جایگزینی ساده آسیبهای فیزیکی بکار گرفته می شود.با برقراری یک جریان کوچک الکتریکی در فولادهای مسلح کننده میتوان سرعت خوردگی فولاد را کاهش داد.مزیت این روش ایجاد جریان الکتریکی محافظ بین آند فناشونده و فولاد مسلح کننده بصورت طبیعی است که سبب حفاظت گالوانیک از آرماتورهای بتن مسلح می گردد.

آندهای روی عموما برای حفاظت کاتدیک سازه ها استفاده میشوند

@benyaminrazaziyan

کاشت با استفاده از پایه سیماني و اپوکسی ها :

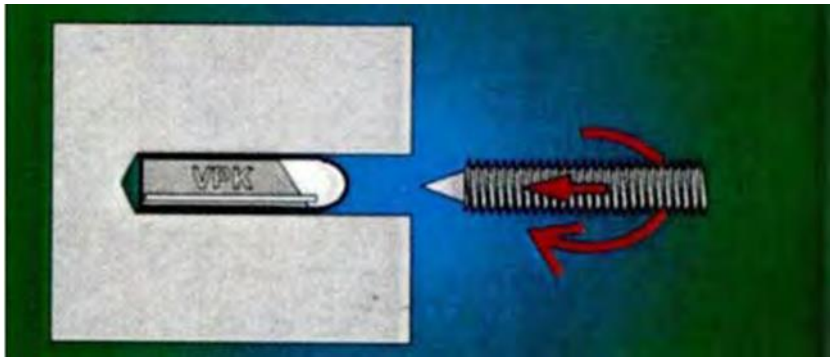
برای کاشت میلگرد ابتدا سوراخی به قطر حدود 5میلیمتر بزرگتر از قطر میلگرد و به طول مهاری آن و یا بیشتر به کمک دستگاه حفار، در بتن ایجاد میشود و داخل آن با حجم مناسب ملات روان پر میگردد. ملات روان ترکیبی از آب، سیمان، ماسه، مواد ضد انقباض و روانساز میباشد. پس از پر نمودن نسبی سوراخ با ملات، میلگرد با فشار به داخل سوراخ رانده شود. بدیهی است مقداری ملات از داخل سوراخ خارج شده و باقیمانده در پیرامون میلگرد در داخل سوراخ متراکم میگردد. ملات داخل سوراخ طی مدت زمان لازم عملآوری میگردد تا سیمان به مقاومت لازم برسد. بدیهی است اگر میلگرد آجدار بوده و محیط سوراخ مضرس باشد نتیجه رضایت بخشتر خواهد بود.

کاشت و بولت

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

کاشت به کمک مهار مکانیکی :

در این روش همانند روشهای قبلی ابتدا سوراخی به قطر حدود 2میلیمتر بزرگتر از قطر پیچ در بتن ایجاد میگردد، سپس پیچ بامهار مکانیکی را داخل سوراخ قرار میدهند. این پیچ در انتهای خود دارای پرههای مخصوصی است که با پیچاندن پیچ باز میشوند وبه جدار سوراخ میچسبند. پیچ آنقدر سفت میگردد تا پرهها تا جایی که ممکن است به دیوار بچسبند. در این روش نیز طول مهاربسیار کوتاه است. شاید برای بارهای دینامیکی مناسب نباشند، چون پرهها میتوانند بتن محیطی خود را خرد نمایند ولی به هر حال در کارهای استاتیکی بسیار عالی هستند.



ویدیو آموزشی ۱ و ۲

تست کاشت میلگرد

@benyaminrazaziyan

کاشت و بولت

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو آموزشی

@benyaminrazaziyan

راهکارهای بهسازی شالوده و پی :

راهکارهای مختلفی برای تقویت آنها وجود دارد که عبارتند از:

الف- بهسازی سازهای شامل:

-افزایش ابعاد شالوده

-افزودن شناژ به شالوده موجود

-تقویت خمشی و برشی شالوده با کابلها پی شی تنیده

-افزا شی مقاومت شمعهای موجود

ب- بهسازی ژئوتکنیکی شامل:

-تزریق (اختلاط مکانیکی)

-ریزشمع

@benyaminrazaziyan

شالوده (فونداسیون)

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

شالوده (فونداسیون)

@benyaminrazaziyan

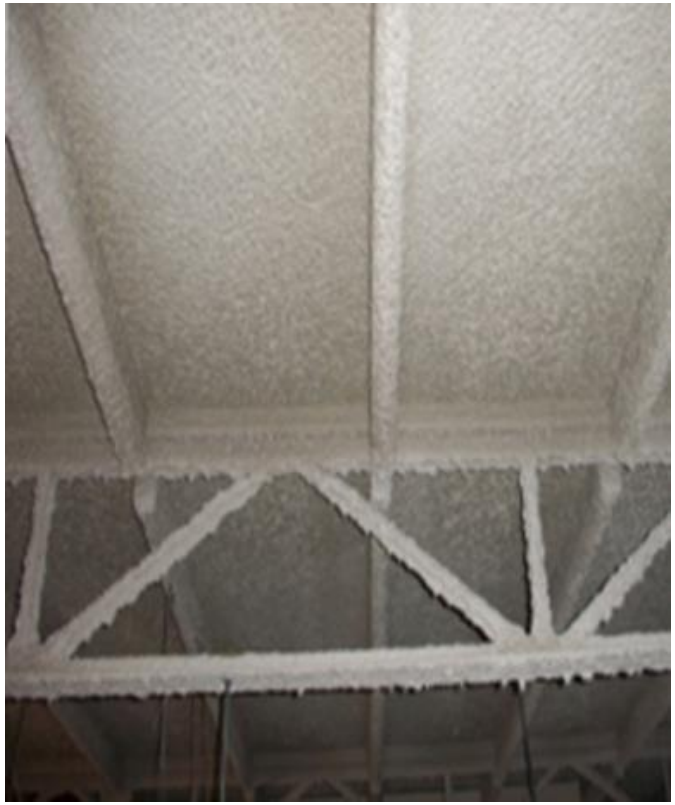
شالوده (فونداسیون)

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو آموزشی

@benyaminrazaziyan

پوشش ضد حریق :



@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

انواع پوشش ضد حریق :

۱- پایه معدنی و سیمانی

۲- پایه آبی

۳- پایه گچی

۴- رنگ منبسط شونده

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

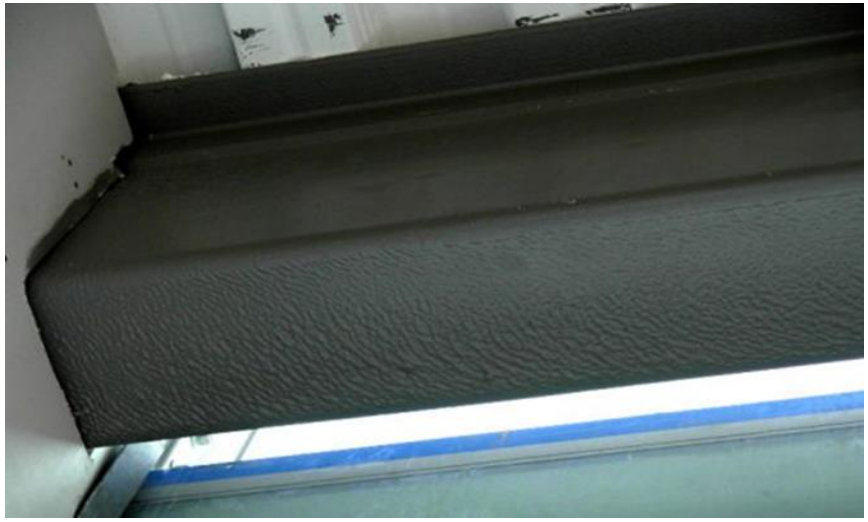
۱- پایه معدنی و سیمانی :

پوشش ضد حریق پایه معدنی سیمانی مناسب برای حفاظت از مصالح مختلف ازجمله فولاد و بتن در مقابل آتش سوزی و حریق است. از ۴ تا ۱۰ ساعت مقاومت حریق

@benyaminrazaziyan

۲- پایه آبی:

پوشش ضد حریق پایه آبی می‌تواند برای محیط‌های داخلی و خارجی سطوح فولادی و بتنی به کار رود و به این ترتیب مانع رسیدن حرارت ناشی از آتش سوزی به سطح ماده اصلی می‌شود. پایه آبی بودن پوشش ضد حریق دانسیته بالا در محیط‌هایی که محدودیت‌های خاصی دارد (مانند بیمارستان‌ها)، می‌تواند کمک فراوانی نماید. در هنگام حریق گاز خطرناکی از خود متصاعد نمی‌کند. از ۴ تا ده ۱۰ ساعت



@benyaminrazaziyan

۳- پایه گچی :

مزیت اصلی ملات‌های پایه گچی نسبت به ملات‌های پایه سیمانی، سبک بودن آنها است. این مسئله می‌تواند تاثیر بالایی بر وزن سازه‌های فولادی بلند مرتبه که با این نوع ملات‌های در برابر حریق، مقاوم می‌شوند، داشته باشد. زیرا در صورت استفاده از ملات‌های پایه سیمانی در سازه‌های فولادی بلند مرتبه، وزن اسکلت سازه به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داشته و مهندس محلاسب باید تمهیدات لازم را قبل از اجرای پوشش ضد حریق، تدارک ببیند. ملات پایه گچی را باید در قسمت‌هایی از سازه فولادی به کار برد که روی آن پوشیده می‌شود. حدود ۴ ساعت مقاومت

@be

۴- رنگ منبسط شونده:

- مزیت اصلی این نوع پوشش نسبت به دیگر پوشش‌ها مانند مواد پوشش معدنی، زیبایی و سبک بودن آن‌ها است. زیرا این محصول خود می‌تواند به عنوان پوشش نهایی سطح به کار برده شود. وزن پایین این مواد، عموماً در سازه‌ها تاثیر گذار نیستند. قابلیت محافظت از سازه در برابر حریق تا ۳ ساعت

@benyaminrazaziyan

FRP

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو آموزشی

@benyaminrazaziyan

FRP

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

Fiber Reinforced Polymer

پلیمرهای تقویت شده با فیبر

به صورت کلی اف ار پی ترکیبی از دو ماده است. بخش اول آن ماتریس (رزین) بوده و جز دیگر آن الیاف است نقش الیاف و فیبر، تامین مقاومت مکانیکی کافی در FRP است. در حالی که ماتریس نقش باربری مکانیکی ندارد و تنها باید از الیاف در مقابل خوردگی، عوامل محیطی و آسیب دیدن محافظت نماید.

از جمله این عوامل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- نوع الیافFRP
- درصد مقدار الیاف موجود درFRP
- نحوه قرارگیری الیافFRP
- ضریب انتقال حرارت

@benyaminrazaziyan

FRP

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

انواع FRP :

الیاف FRP

اسپایک و لمینیت FRP

میلگردهای FRP

شبکه کامپوزیتی FRP (مش)

پروفیل‌های ساختمانی FRP

NSM(near surface mounted)

@benyaminrazaziyan

FRP

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

برخی از موارد کاربرد **FRP** به اختصار:

۱. افزایش ظرفیت باربری و شکل پذیری ستونها، تیرها، دال ها و اتصالات بتن آرمه

۲. تقویت مخازن فولادی و بتنی

۳. تقویت سازه های ساحلی و دریایی

۴. تقویت سازه های مقاوم در برابر انفجار

۵. تقویت تیر و ستون های چوبی

۶. تقویت دودکش های بتن آرمه با مصالح بنایی

۷. تقویت دیوارهای بتن آرمه

۸. تقویت دیوار تونلها

۹. تقویت لوله های بتنی یا فولادی

۰۱. تقویت دیوارهای آجری و مصالح سنتی

۱۱. ساخت دیوارهای ساحلی

۲۱. سقف های پشت بام های صنعتی

۳۱. نشیمنگاه تجهیزات راکتورها

۴۱. سیستم دال کف در محیط های خورنده شیمیایی

۵۱. مرمت و تقویت سازه های مهمی چون بیمارستان‌ها آثار باستانی و غیره

@benyaminrazaziyan

مزایا:FRP

- وزن کم و عدم اعمال بار ثقلی اضافه
- مقاومت مشخصه و مدول الاسیسیته بالا
- افزایش ظرفیت باربری و افزایش شکل‌پذیری ستون‌ها، تیرها، دال‌ها و اتصالات بتن مسلح
- مقاومت در برابر شرایط محیطی مخرب
- عدم هدایت الکتریکی و حرارتی
- مقاومت کششی بالا
- مقاومت در برابر ضربه

@benyaminrazaziyan

FRP

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

- ضخامت کم
- ظرفیت جذب ارتعاشات
- حمل‌ونقل آسان و سرعت اجرای بالا به دلیل وزن کم
- اقتصادی بودن طرح

معایب:FRP

- حساس به خزش و سایش در هنگام نصب
- ایجاد پدیده ترد شکنی
- مقاومت کم در برابر خستگی
- پایین بودن ضریب ارتجاعی

@benyaminrazaziyan

انواع الیاف : تک جهته و دو جهته

کربن

شیشه

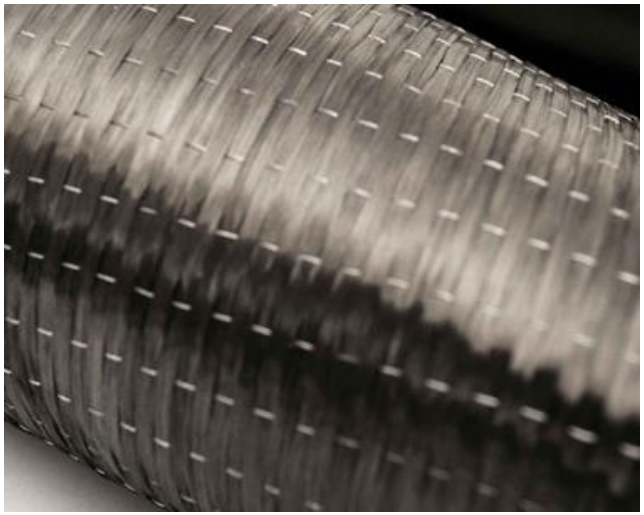
آرامید

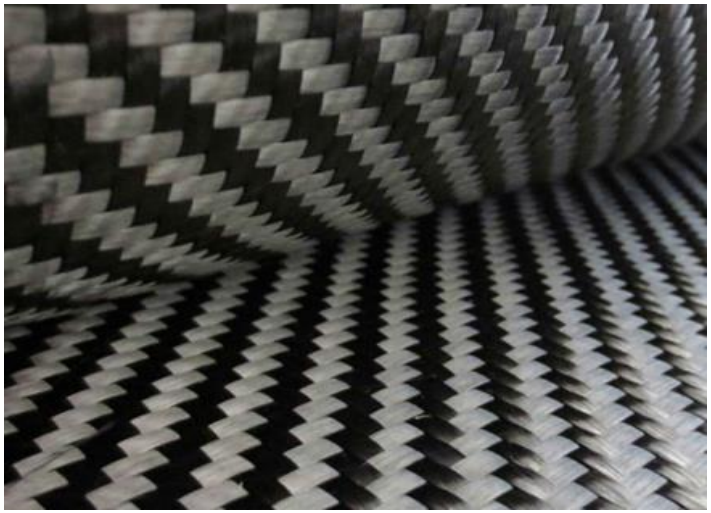
هایبرید

@benyaminrazaziyan

الیاف کربن تک جهته و دو جهته :CFRP

یکی از انواع الیاف کربنی است که دارای وزن کم و در عین حال مقاومت بالا بوده. از الیاف کربن در صنایع و زمینه های مختلفی استفاده می شود که از جمله آن ها می توان به صنایع هوایی، دفاعی، خودروسازی و ساختمان ... اشاره کرد.





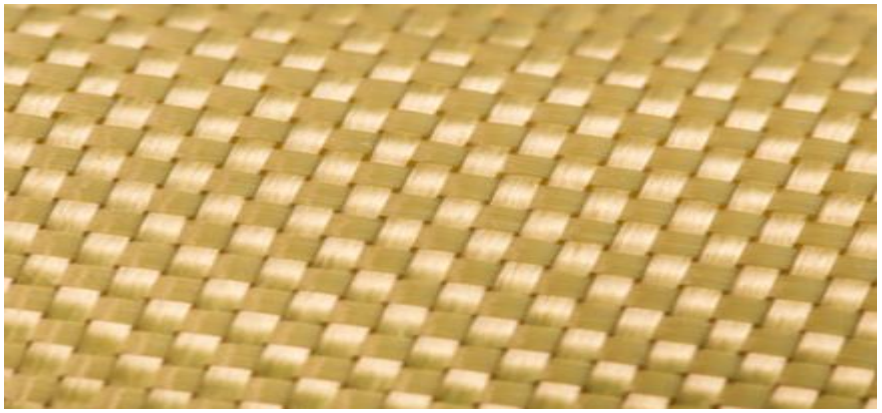
الیاف شیشه تک جهته و دو جهته : GFRP

در مقایسه با الیاف کربن، الیاف شیشه مقاومت کششی کمتری داشته ولی در عین حال دارای قیمت پایین تری بوده و این عامل سبب شده است تا الیاف شیشه فروش بیشتری نسبت به الیاف کربن داشته باشند.

الیاف آرامید : AFRP

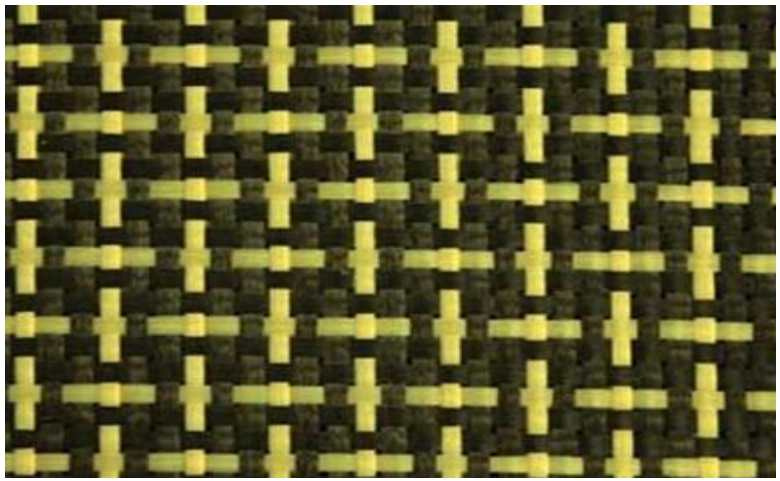
آروماتیک پلی‌آمید (که به اختصار **آرامید** نامیده می‌شود)

الیاف آرامید سبکتر از **الیاف کربن** و **الیاف شیشه** بوده و بیشترین مقدار **مقاومت کششی** نسبت به وزن را در میان آنها داراست. فیبر این **الیاف** تقریبا ۴۳ درصد سبکتر از **الیاف شیشه** و ۲۰ درصد سبکتر از **الیاف کربن** می‌باشد. وزن مخصوص کم و مقاومت کششی بالای این **الیاف**، سبب تشکیل یک ساختار چقرمه و مقاوم به ضربه با سفتی حدود نصف **الیاف کربن** می‌شود. **جلیقه ضد گلوله** از موفقیت آمیزترین کاربردهای **الیاف آرامید** می‌باشد.



الیاف هایبرید : HFRP

الیاف هایبرید یا هیبرید HFRP از بافته شدن الیاف شیشه و کربن و آرامید به یکدیگر ساخته می‌شوند. بنابریان این الیاف فقط به صورت دوجهته موجود هستند. مشخصات و ویژگی الیاف هایبرید کاملا بستگی به نوع بافت و جنس اولیه مصالحی که الیاف از آن‌ها بافته شده است،



انواع اسپایک و لمینیت :

Carbon Spike Anchors

Glass Spike Anchors

این محصول افزایش قابل توجه مقاومت فشاری و چسبندگی بالاتر سطح و فیبر کامپوزیت (**FRP**) را به دنبال دارد. در **spike** شیشه، از رشته‌های شیشه تک جهته استفاده می‌گردد و امروزه به دلیل افزایش کارایی سیستم کامپوزیت (**FRP**) و جلوگیری از جداشدگی بین الیاف و سطح سازه کارایی دارد .

ویدیو آموزشی

@ber

aci
American Concrete Institute
Always advancing
Seismic Evaluation of Beam-Column Assemblages Strengthened with FRP and Anchored with Spike Anchors
ACI Fall 2018 Convention
October 14 – 18, Las Vegas, NV

CFRP Properties*

Fiber Type	Nominal Thickness or Diameter t_f (mm)	Ultimate Tensile Strength f_{fu} (MPa)	Elongation at Break ε_{fu} (%)	Modulus of Elasticity E_f (GPa)
Carbon Dry Fiber Fabric	0.33	4830	2.1	227.5
Carbon Cured Laminate	1.0	1240	1.7	73.77

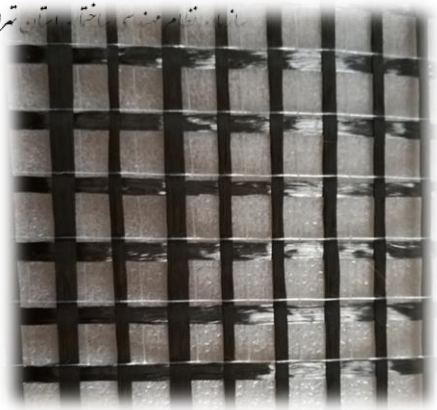
* As provided by the manufacturer

@benyaminrazaziyan

انواع لمینیت :

@benyaminrazaziyan

FRP



انواع مش ها :

مش فایبر شیشه :

مش فایبر کربن :

موارد کاربرد :

- استفاده در سیستم کامپوزیت جهت مقاوم سازی ساختمان
- تقویت و تثبیت نمودن آب بندی و عایق کاری در استخره، مخازن و....
- پایدارسازی دیوارها
- جایگزین مناسب توری فلزی در زیر سقف
- پایدارسازی نمای ساختمان و ایجاد بستر مناسب جهت نصب کاشی، موزاییک و...

@benyaminrazaziyan

انواع میلگرد ها :

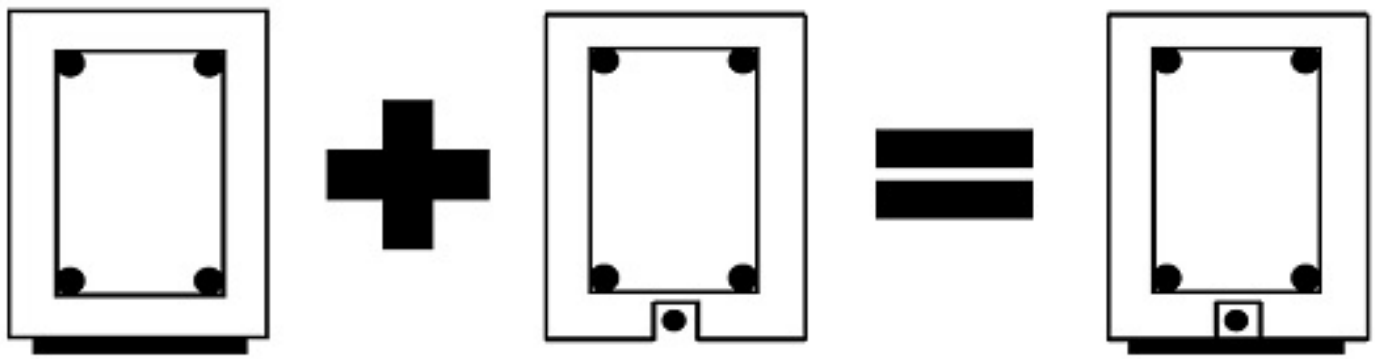
میلگرد کربن **CFRP** یکی از مصالح جایگزین میلگردهای فولادی است که می‌تواند به خوبی در محیط‌های خورنده دوام خود را حفظ نماید .آرماتور کربن با داشتن مقاومت کافی به خوبی می‌توانند در محیط‌های خورنده خاکی و به عنوان مصالح پایدار سازی گودبرداری‌های خاکی مورد استفاده قرار گیرند. داشتن مقاومت کششی بسیار بالا، باعث می‌شود بیشترین کاربرد **میلگردهای کربن CFRP** در استفاده از سیستم های پس کشیده و اکتیو خاکی برای پایدار سازی گود مانند سیستم انکراژ باشد.

جدول ۲-۵-۱- ضرایب کاهش محیطی برای مصالح FRP

شرایط محیطی	نوع الیاف و رزین	ضریب کاهش محیطی
شرایط محیطی ملایم	کربن-اپوکسی	۰/۹۵
	شیشه-اپوکسی	۰/۷۵
	آرامید-اپوکسی	۰/۸۵
شرایط محیطی متوسط و شدید	کربن-اپوکسی	۰/۸۵
	شیشه-اپوکسی	۰/۶۵
	آرامید-اپوکسی	۰/۷۵
شرایط محیطی بسیار شدید و فوق العاده شدید	کربن-اپوکسی	۰/۸۵
	شیشه-اپوکسی	۰/۵
	آرامید-اپوکسی	۰/۷

@benyaminrazaziyan

NSM(near surface mounted



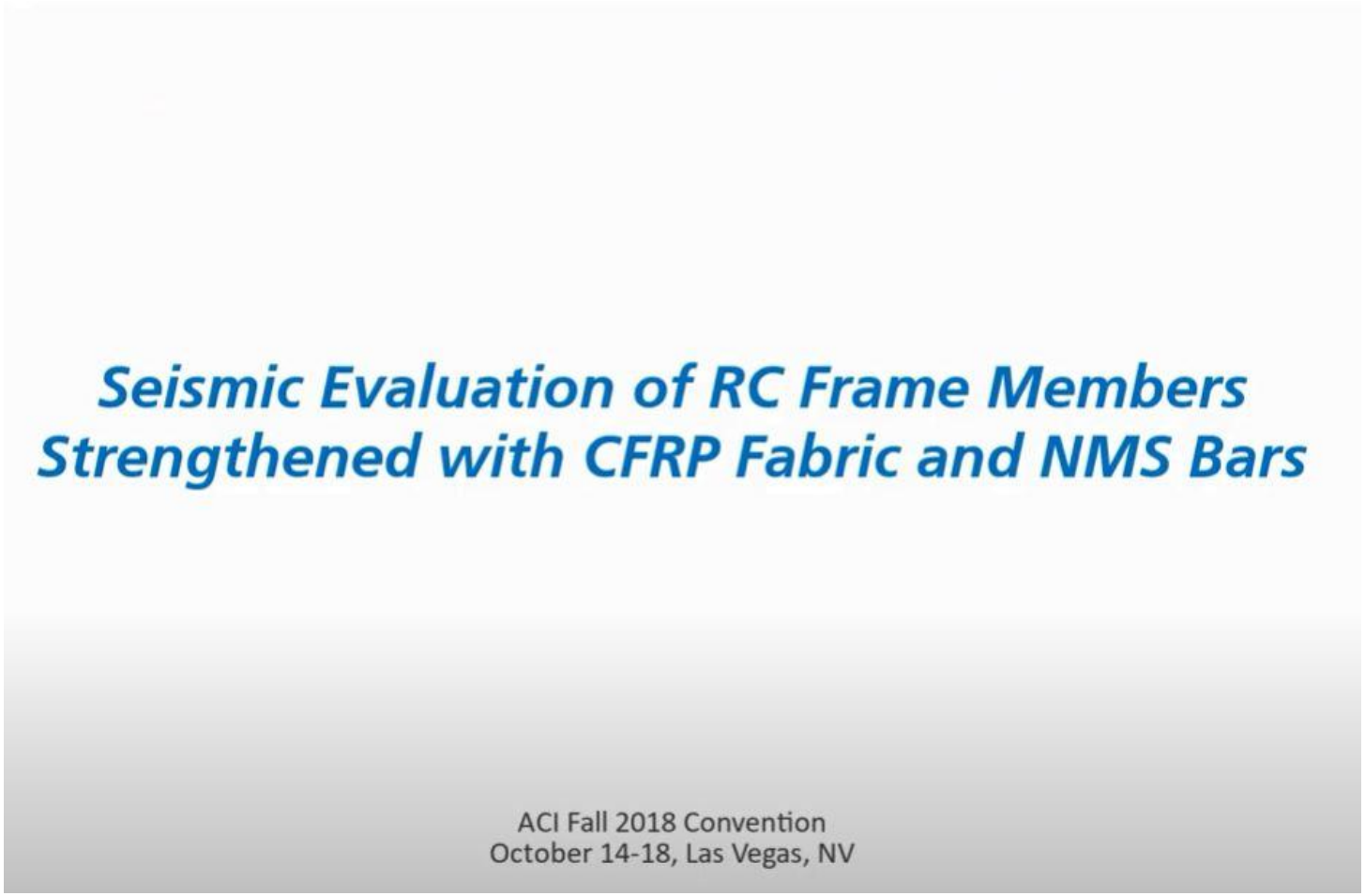
Externally Bonded Reinforcement (EBR)

Near Surface Mounted (NSM)

CEBNSM Technique

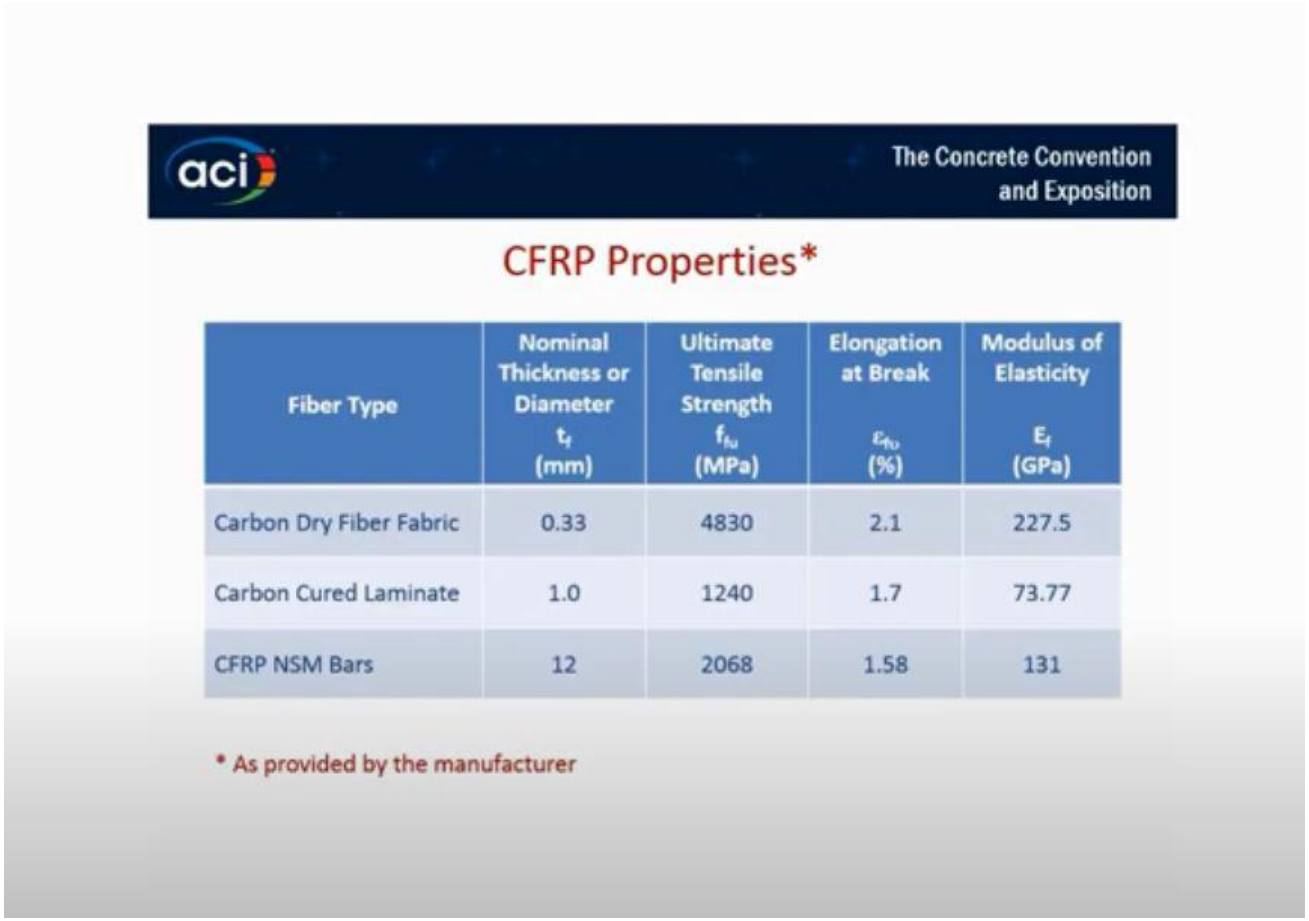
@benyaminrazaziyan

NSM(near surface mounted



@benyaminrazaziyan

NSM(near surface mounted



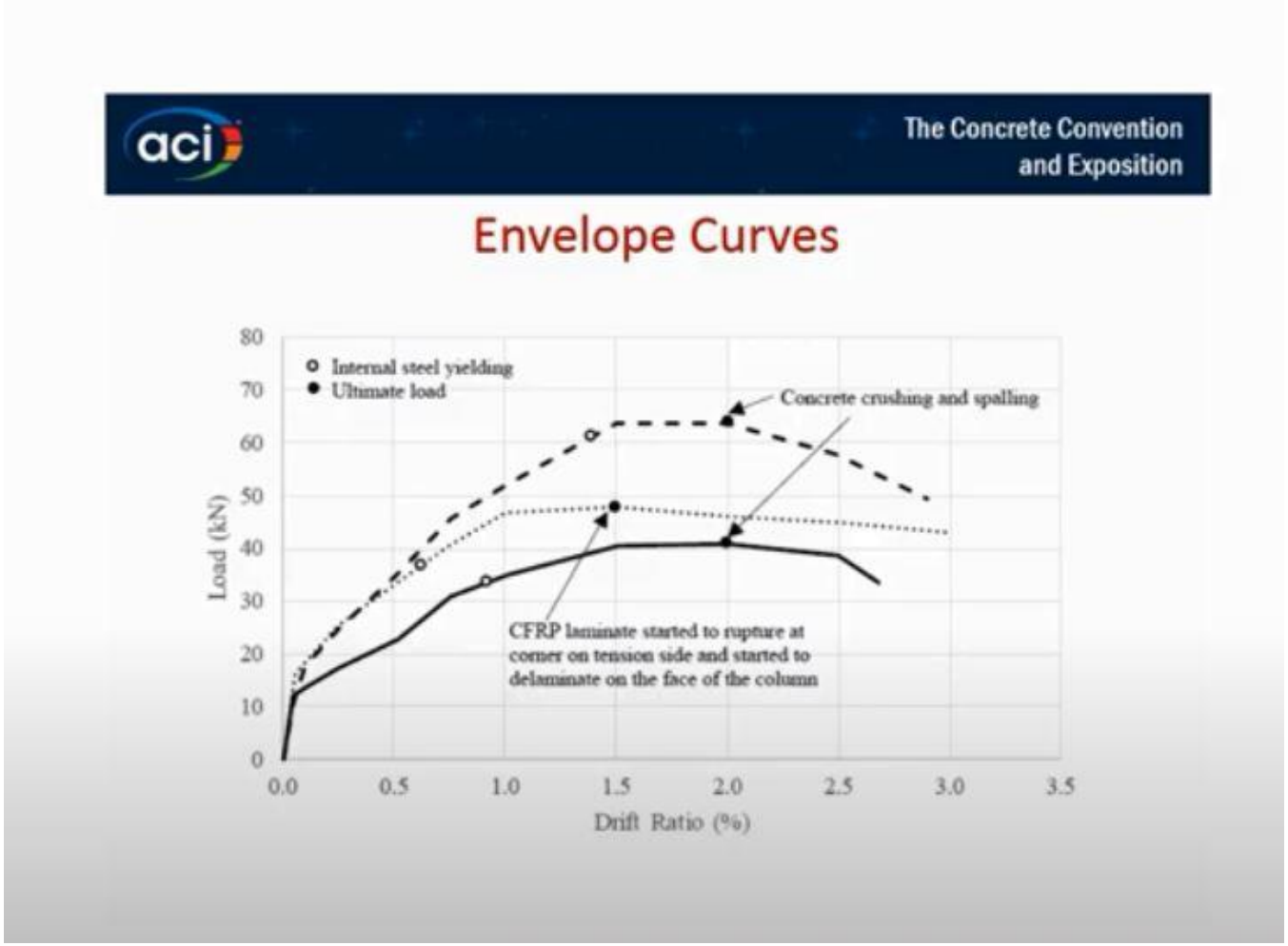
aci The Concrete Convention and Exposition

CFRP Properties*

Fiber Type	Nominal Thickness or Diameter t_f (mm)	Ultimate Tensile Strength f_{fu} (MPa)	Elongation at Break ε_{fu} (%)	Modulus of Elasticity E_f (GPa)
Carbon Dry Fiber Fabric	0.33	4830	2.1	227.5
Carbon Cured Laminate	1.0	1240	1.7	73.77
CFRP NSM Bars	12	2068	1.58	131

* As provided by the manufacturer

NSM(near surface mounted

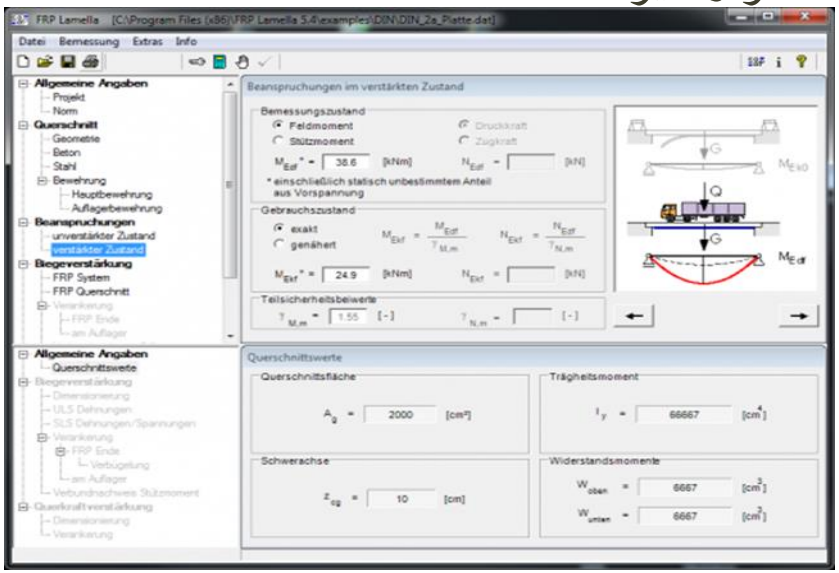


FRP

@benyaminrazaziyan

نرم افزار FRP Lamella :

نرم افزار FRP Lamella یک نرم افزار طراحی FRP می باشد که برای تقویت برشی و خمشی تیرها در زمینه مقاوم سازی قابل استفاده است. این نرم افزار متعلق به شرکت S&P سویس می باشد. این نرم افزار می تواند برای طراحی اولیه و یا کنترل طراحی انجام شده مورد استفاده قرار گیرد.



سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ECC: engineered cementitious composites

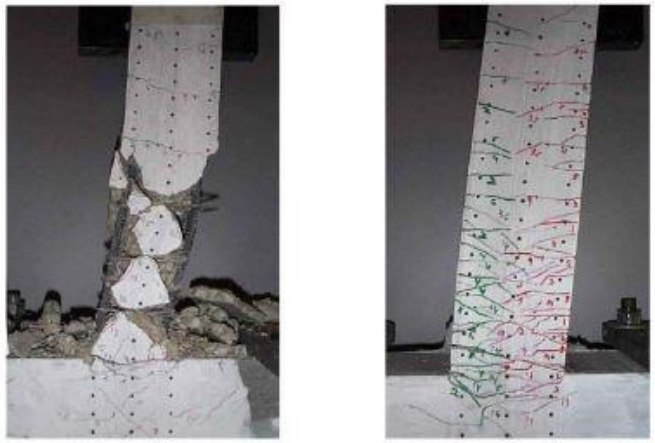


Figure 2-11: Damage behaviour of reinforced concrete column with stirrups (left) and reinforced ECC column (right) (Li, 2003)

مقاومت کششی بتن را افزایش میدهد در نتیجه شکلپذیری بالا میرود.

BRADLEY University

Material properties of tests

Compressive Strength, Mpa (ksi)	
NC	ECC
22.75 (3.3)	35.85 (5.2)
23.44 (3.4)	44.20 (6.4)

Tensile Strength, Mpa (ksi)	
NC	ECC
2.10 (0.3)	8.3 (1.2)

8

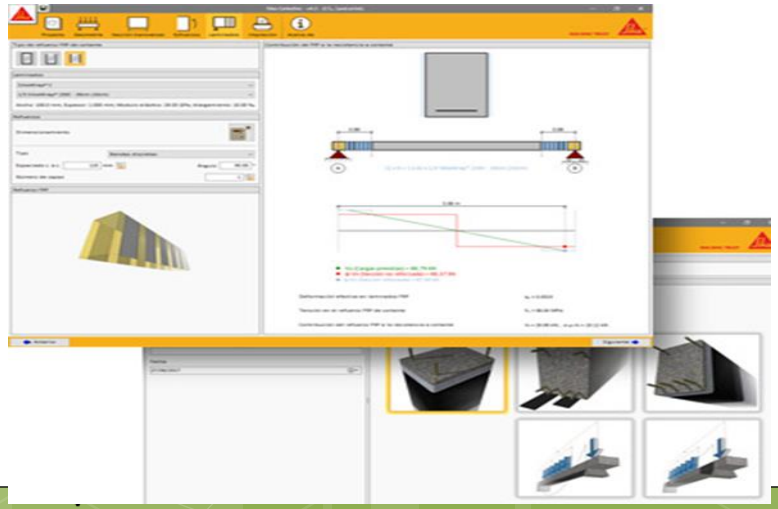
Investigation of Interface Shear Transfer in Engineered Cementitious Composites

ACI Fall 2021 Convention
October 17 - 21, Virtual Sessions

@benyaminrazaziyan

نرم افزارSika CarboDur :

این نرم افزار که متعلق به شرکت سویسی Sika می باشد یک نرم افزار طراحی حرفه ای می باشد که کاربر با طی کردن چند مرحله سیستم مقاوم سازی FRPبرای تقویت برشی و خمشی تیرها و ستون ها و هم چنین طراحی سیسیتم مقاوم سازی در برابر انفجار را انجام می دهد. این نرم افزار قادر به طراحی و کنترل به روش NSM و سیستم های پس کششی FRP نیز می باشد.



@benyaminrazaziyan

روش های خارجی

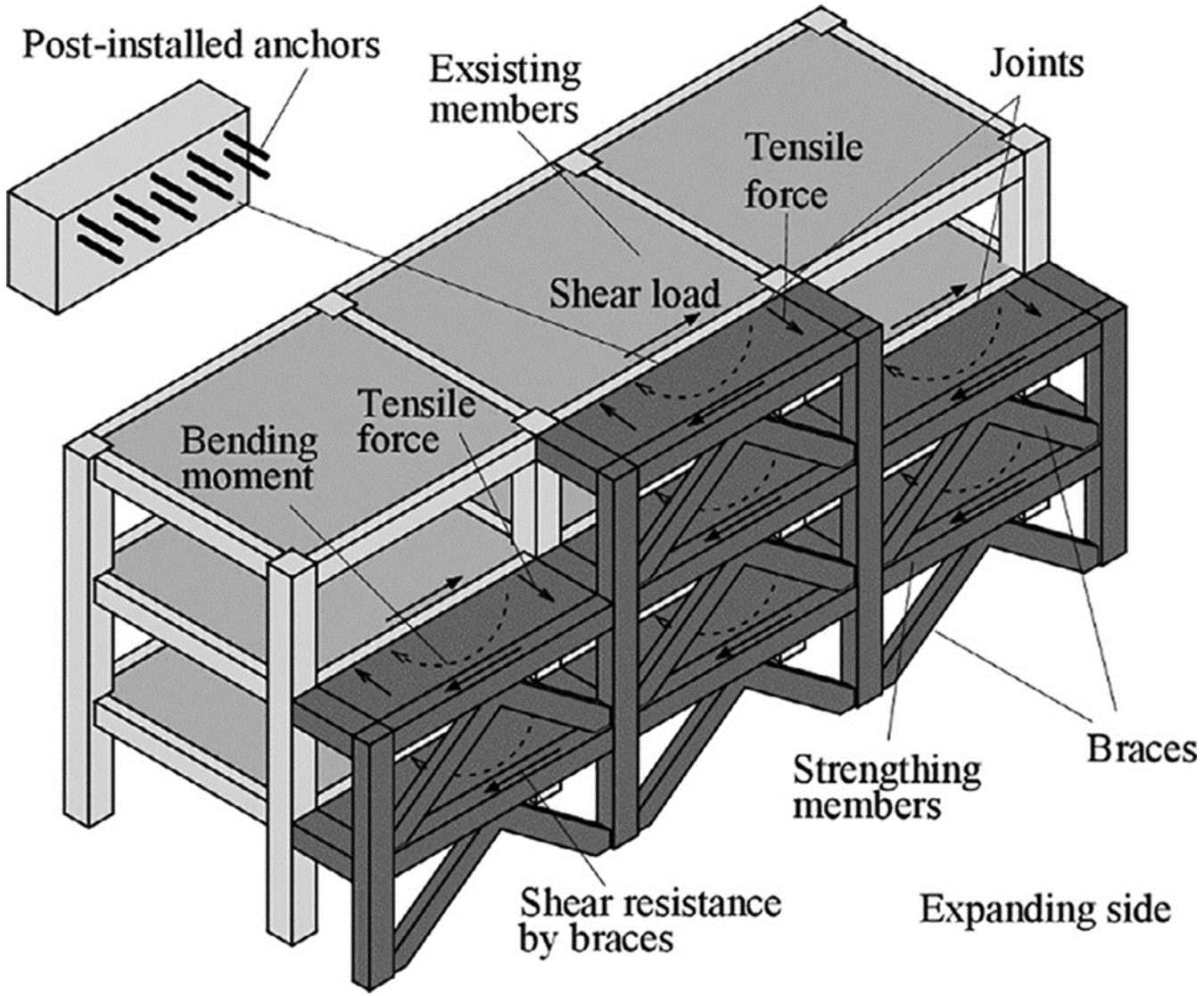
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

۱- دیوار برشی خارجی
۲- مهاربند خارجی
۳- قاب خارجی
۴- خرپایی trust
۵- روش buttress
6- روش گهواره ای rocking wall

@benyaminrazaziyan

روش های خارجی

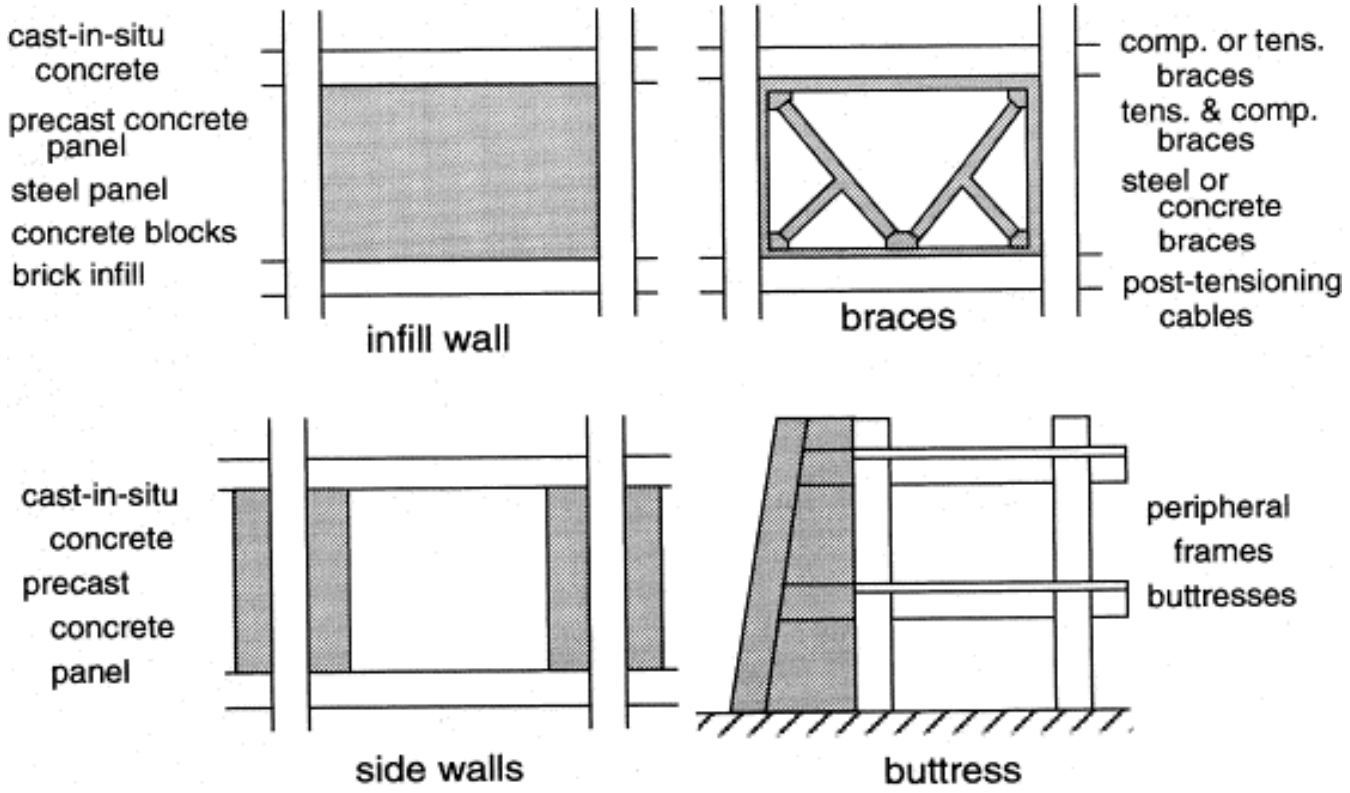
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



@benyaminrazaziyan

روش های خارجی

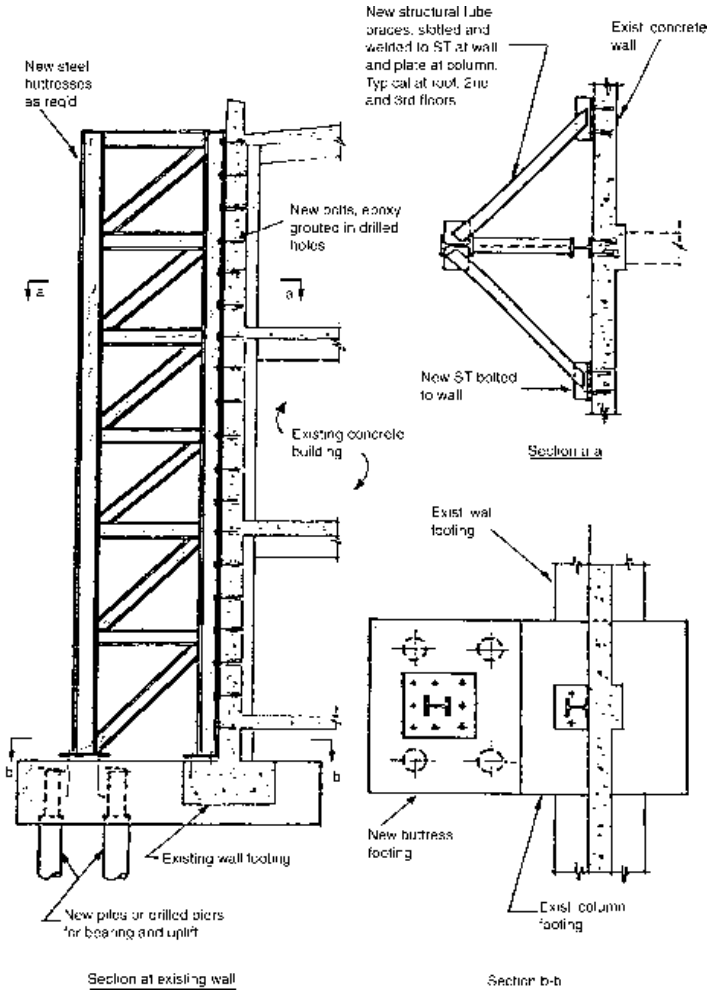
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

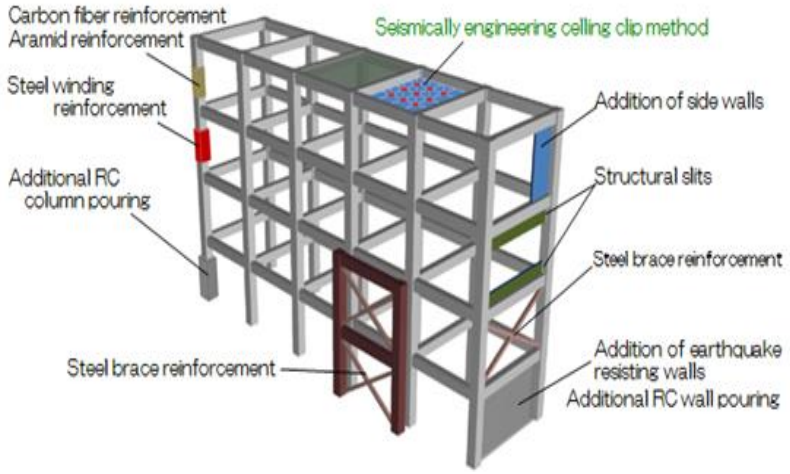


@benyaminrazaziyan

روش های خارجی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

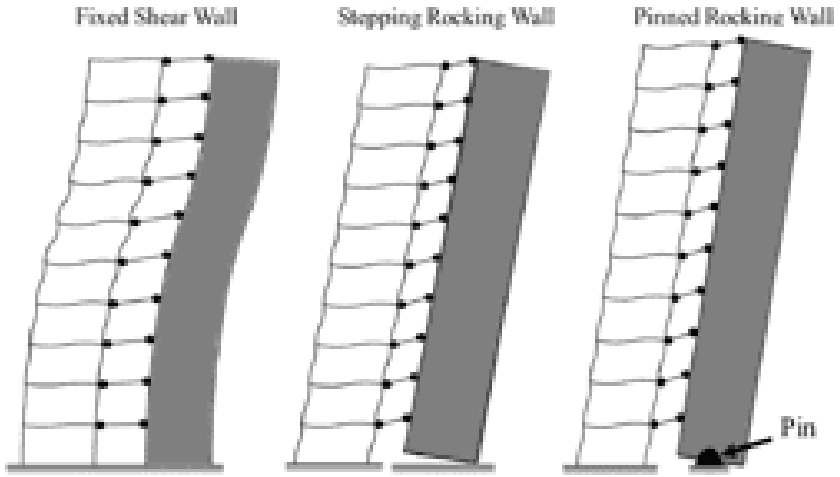


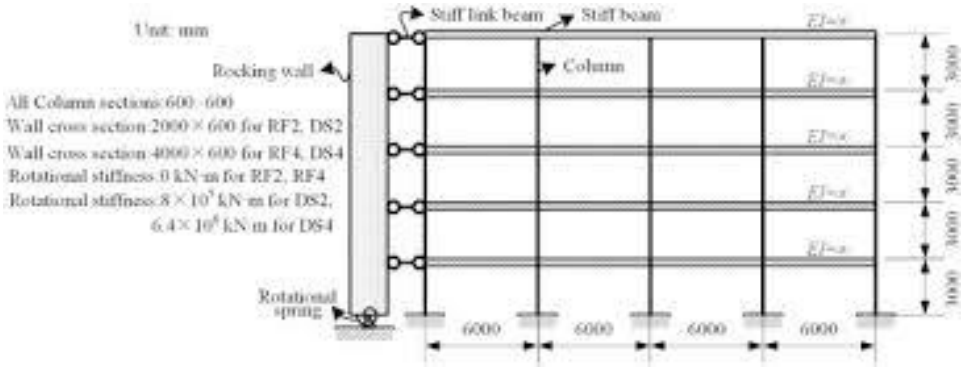


@benyaminrazaziyan

روش های خارجی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران





@benyaminrazaziyan

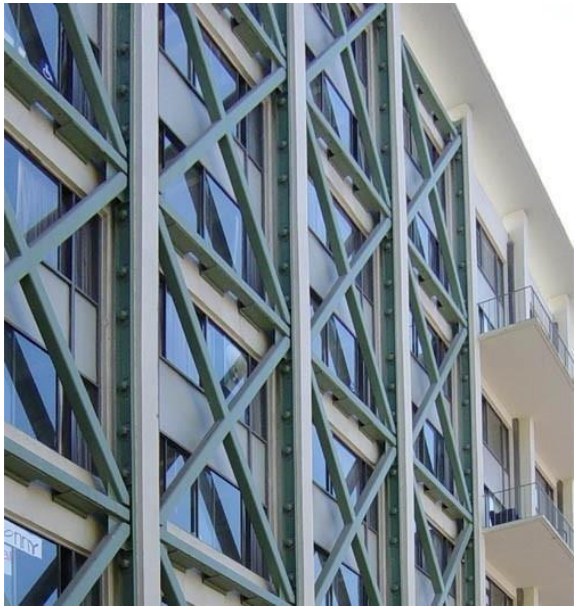
روش های خارجی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

روش های خارجی

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران



@benyaminrazaziyan

جداگر لرزه ای

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

جداگرهای لرزه ای روشی برای محافظت ساختمان ها در برابر خسارت های ناشی از زلزله می باشد و این عمل با محدود ساختن اثر تخریبی زلزله و نه مقاومت سازه در برابر زلزله انجام می پذیرد.

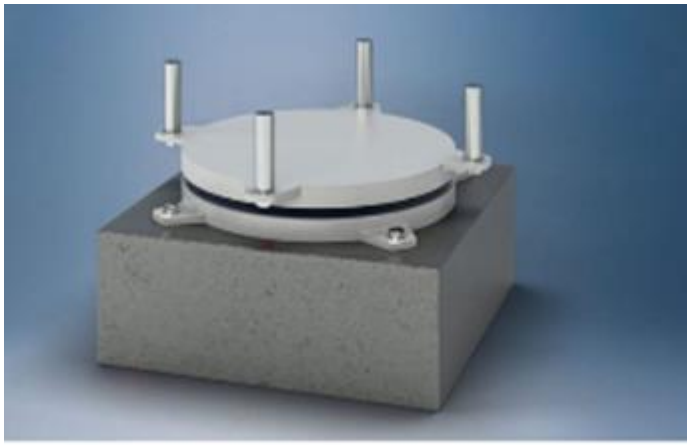
با قراردادن ساختمان برروی یک سیستم جداساز، از انتقال یافتن میزان زیادی از حرکات افقی زمین به سازه جلوگیری میشود. این عمل باعث کاهش قابل ملاحظه ای در شتاب های کف و جابجایی های بین طبقات میشود و بدین وسیله از محتویات ساختمان و اجزای آن محافظت خواهد شد.

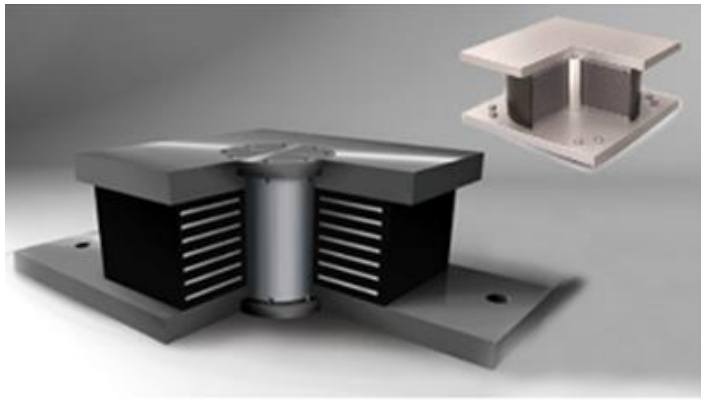
@benyaminrazaziyan

جداگر لرزه ای

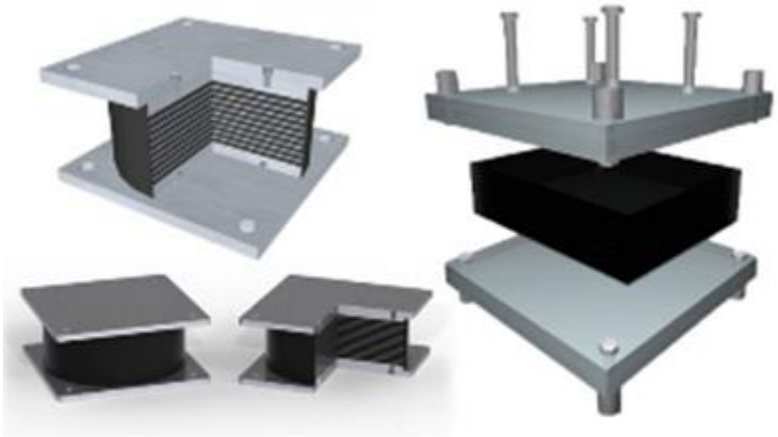
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

انواع :

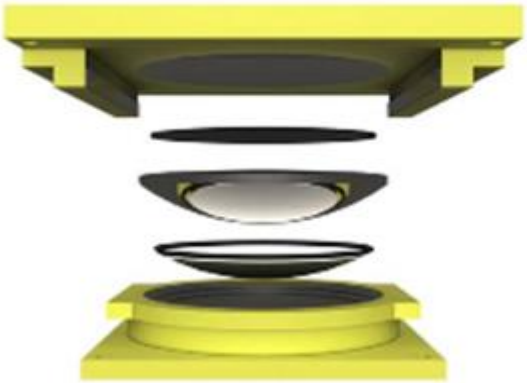




جداگرهای لاستیکی با هسته سربی



جداگرهای الاستومریک

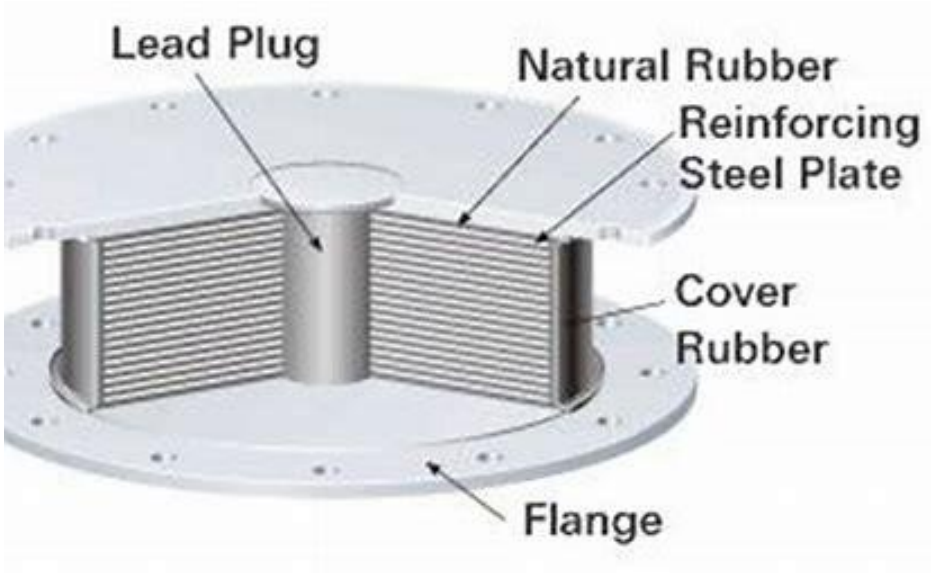


جداگرهای آونگی اصطکاکی

@benyaminrezazi

Lead Rubber Bearing

جداساز سربی لاستیکی LRB

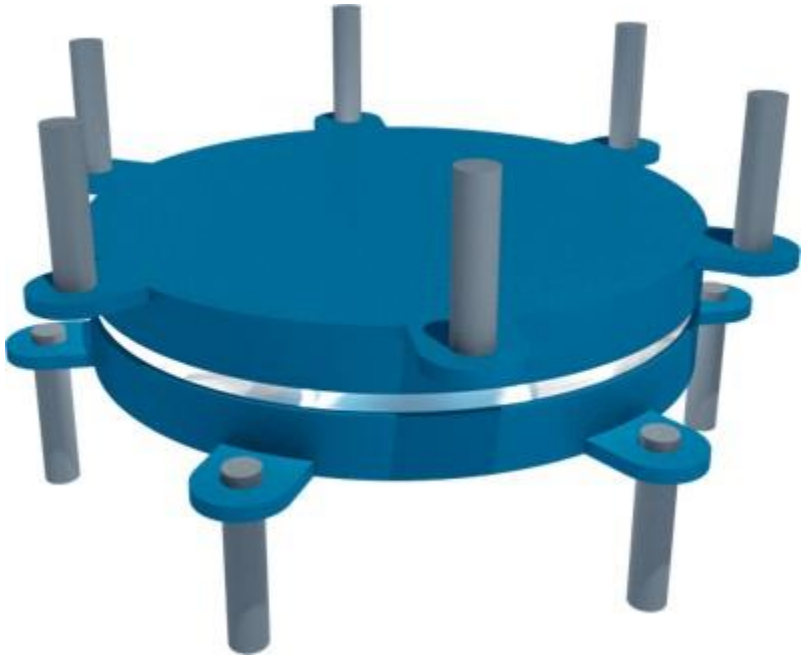


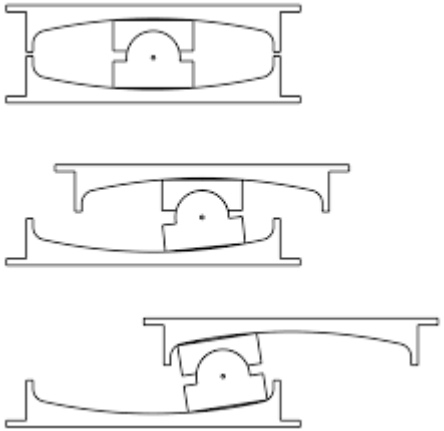
@benyaminrazaziyan

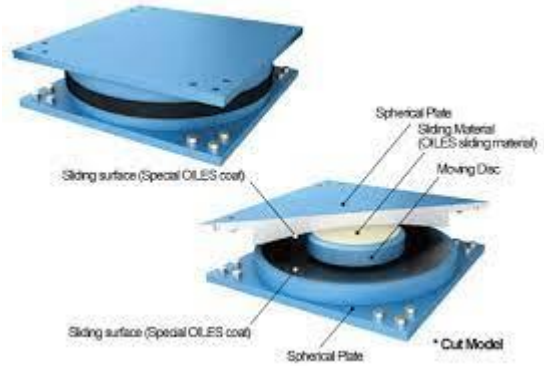
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

Friction Pendulum System

جداساز اصطکاکی پاندولی FPS







@benyaminrazaziyan

جداگر لرزه ای

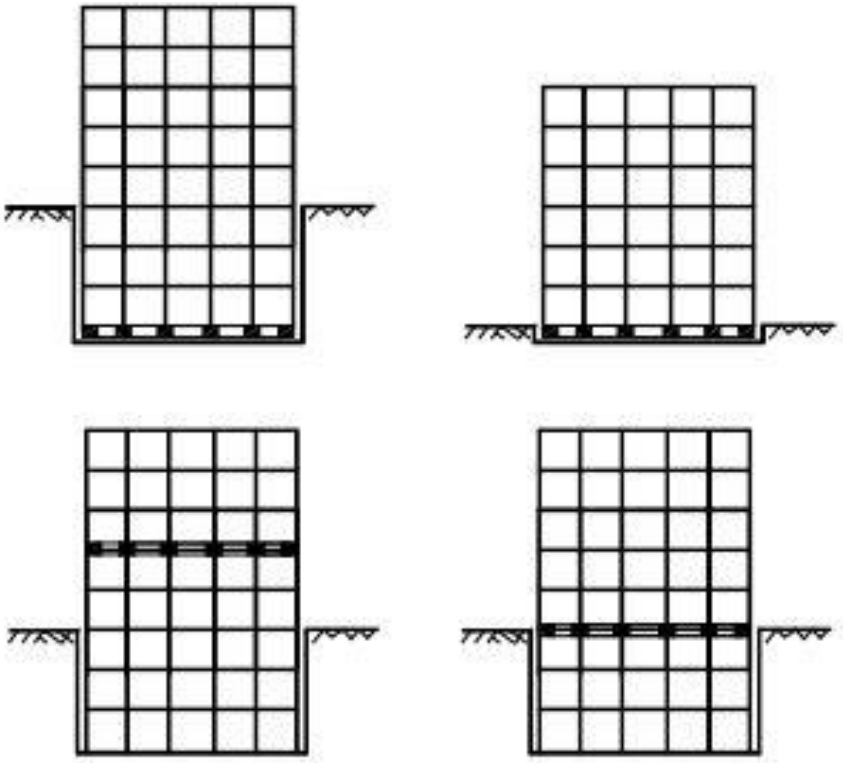
سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

ویدیو آموزشی

ویدیو آموزشی ۱

@benyaminrazaziyan

جداگر لرزه ای



شکل ۵-۲- جداسازی در ارتفاع

@benyaminrazaziyan

جداگر لرزه ای

تصویر ۵-۱-الف- فراهم نمودن امکان جابجایی جانبی و قائم در کناره‌های ساختمان جداسازی شده

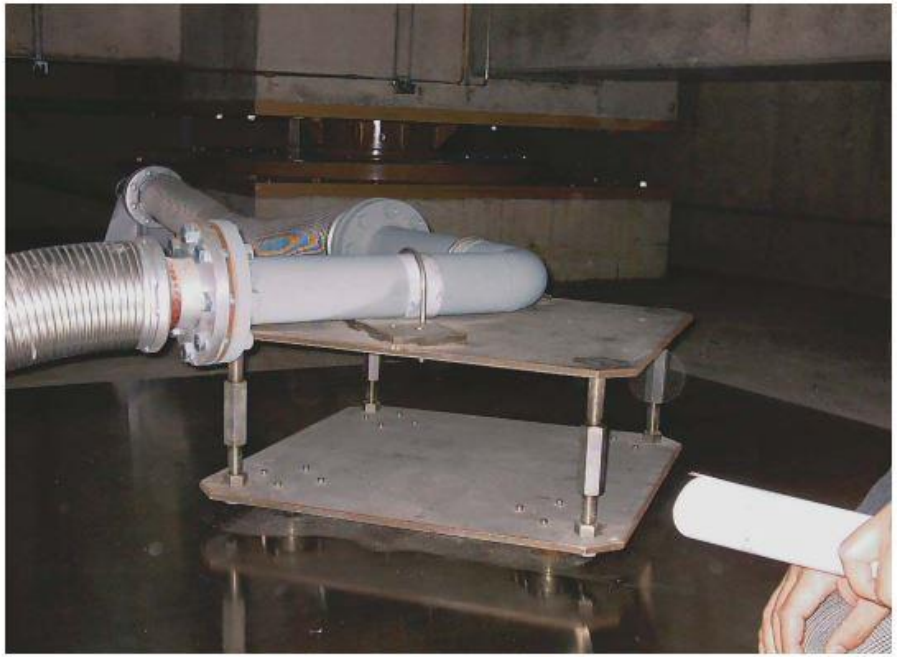
@benyaminrazaziyan

جداگر لرزه ای

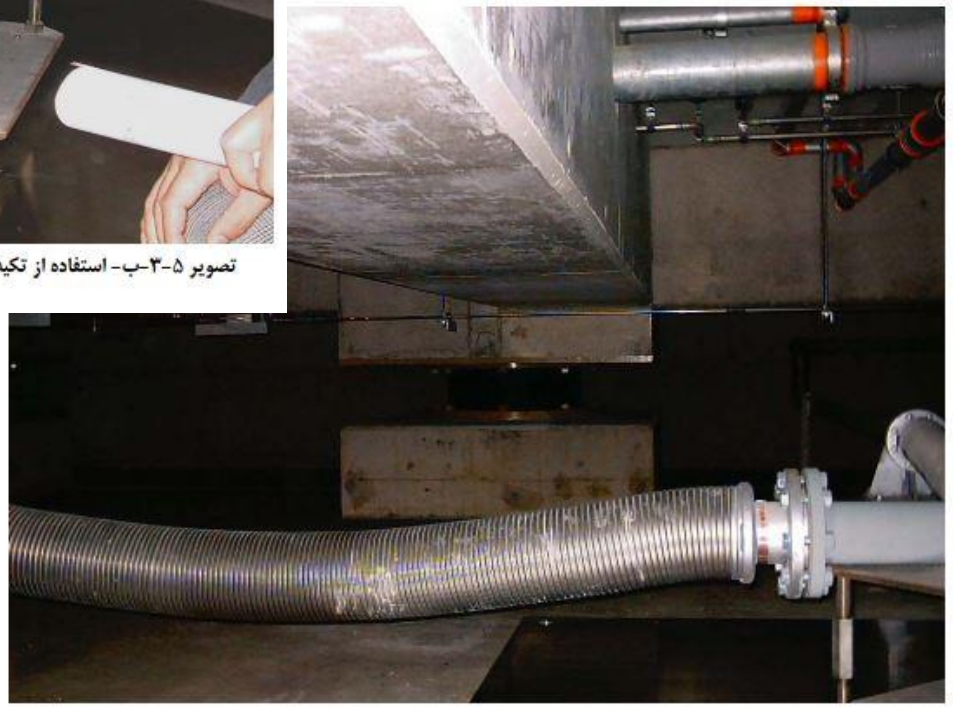
تصویر ۵-۱-ب- ایجاد قابلیت جابجایی جانبی و قائم در محل پل دسترسی با ایجاد شیار

@benyaminrazaziyan

جداگر لرزه ای



تصویر ۵-۳-ب- استفاده از تکیه‌گاه متحرک در محل عبور لوله‌های تاسیسات انعطاف‌پذیر از طبقه‌ی جداسازی



تصویر ۵-۳- الف- استفاده از اتصالات انعطاف‌پذیر در محل عبور لوله‌های تاسیسات از طبقه‌ی جداسازی

@benyaminrazaziyan

میراگرها

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

انواع میراگرها : (فعال / نیمه فعال / غیرفعال)

۱-اصطکاکی Friction Damper

۲-ویسکوز Viscous Damper

۳-ویسکوالاستیک Viscoelastic Damper

۴-تسلیمی yielding damper

۵- جرمی Tuned Mass Damper(TMD)

۶ میراگر آلیاژی Shape Memory Alloys(SMA)

@benyaminrazaziyan

میراگر اصطکاکی

تمام میراگرهای اصطکاکی موجود به این صورت عمل می‌کنند که یک قسمت به صورت ثابت قرار گرفته و قسمت دیگر به صورت دینامیکی بر روی آن می‌لغزد. لغزش روی داده در سطح مشخصی از نیرو اتفاق افتاده و براساس قانون اصطکاک کلمب حرکت می‌کند. به گونه‌ای که تا سطح مشخصی از نیرو هیچ حرکتی روی نمی‌دهد، اما بعد از این سطح لغزش و حرکت آغاز می‌شود. ترکیب بندی و نحوه قرار گرفتن این سطوح لغزش موجب ایجاد میراگرهای اصطکاکی مختلف می‌شود.

@benyaminrazaziyan

میراگر ویسکوز

این میراگر، که بسیار شبیه به جذب کننده ضربه در اتومبیل است، شامل یک استوانه است که با یک مایع با لزجت بالا پر می‌شود. پیستون از یک سمت به مایع فشار وارد می‌کند و مایع از سمت دیگر به تدریج خارج می‌شود. اتلاف انرژی به وسیله اصطکاک داخلی (لزجت) مایع صورت می‌گیرد. نیروی مقاومی که این وسیله فراهم می‌کند متناسب با جابجایی و سرعت نسبی دو طرف آن است. این نوع میراگر جهت انواع ارتعاشات با دامنه زیاد مانند زلزله یا کم مانند باد یا ارتعاشات پل مناسب و کارآمد است.

میراگر ویسکوز مایع شامل سیلندر روغن، مایع ویسکوز، پیستون، میله پیستون، پوشش محافظ داخلی و سایر بخش های اصلی است. پیستون باید حرکتی متقابل را در سیلندر روغن ایجاد نماید. پیستون محاط در ساختار میراگر بوده و سیلندر روغن پر از مایع میراکننده است.

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

میراگر ویسکوالاستیک

میراگر الاستومری که از ترکیبات خاص با خواص میرایی متفاوت تولید می شوند، کاربردهای فراوانی برای بالا بردن میرایی سازه ها در مهندسی سازه دارند. کارکرد این دمپرها بر اساس تغییر شکل سازه بوده و به دلیل ویژگی‌های برگشت پذیریشان به حالت اولیه پس از وقوع زلزله یا ارتعاش از محبوبیت زیادی برخوردار هستند. میراگرهای الاستومریک Elastomeric Damperهمچنین می توانند در جاهایی که تکیه‌گاه جداسازی شده ضعیف وجود دارد مکمل خوبی برای سیستم جداساز باشند.

@benyaminrazaziyan

میراگر تسلیمی TADAS/ADAS

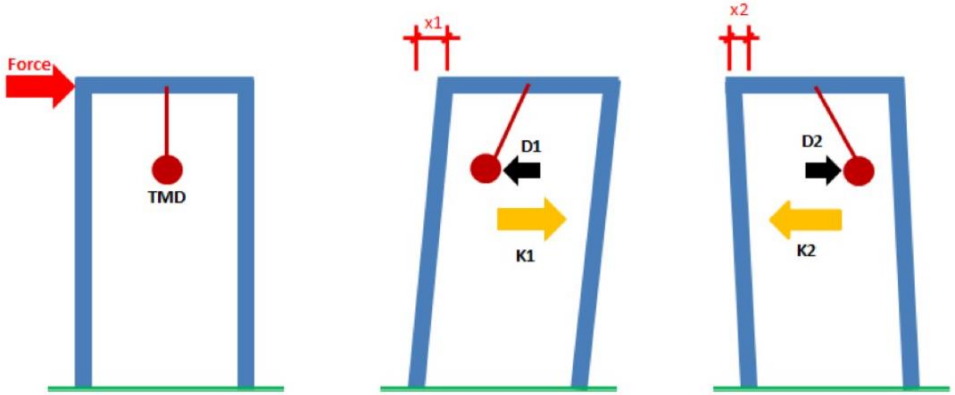
به واسطهٔ شکل پذیری فوق العاده و با بوجود آمدن تغییر شکل غیر ارتجاعی در ورقه های(پره) فولادی آن، میرایی سازه را به میزان قابل توجهی افزایش می دهد و باعث کنترل پاسخ و کاهش نیاز لرزه ای می گردد. سیلان گسترده در تمام حجم فولاد و تامین میرایی هیسترتیک و در پی آن اتلاف فوق العاده انرژی ورودی به صورت انرژی حرارتی، از خصوصیات منحصر به فرد این ابزارها محسوب می شود. این ابزار ها ضمن تامین میرایی از سختی جانبی بالایی برخوردارند، به این دلیل به المان های افزایندهٔ سختی و میرایی نامگذاری شده اند.

میراگرهایی که با استفاده از یک صفحه مثلثی شکل، سختی و میرایی آنها افزایش یافته است (Triangular Added Damping and Stiffness)انواع خاصی از ابزارهای کنترل غیرفعال هستند که می‌توانند در طراحی لرزه‌ای و مقاوم‌سازی سیستم‌های سازه‌ای مورد استفاده قرار گیرند. با این حال، وقتی که در معرض تغییر شکل‌های بزرگ قرار می‌گیرد، اعضای اولیه یک سازه می‌تواند در خطر جدی آسیب ناشی از مشخصات هندسی نامناسب این میراگرها قرار گیرد. اما در زلزله‌های شدید، بهترین عملکرد خود را دارند و مقدار زیادی از انرژی را از بین می‌برند.

برای عملکرد بهتر در زمین‌لرزه‌های متوسط و جابجایی‌های کوچک، ایده دستگاه اصلاح‌شده TADASبا دیدگاه جدیدی از دستگاه‌های استهلاک انرژی غیرفعال معرفی شد. این دستگاه در تعداد زیادی از صفحه‌های فولادی TADASدر جابه‌جایی‌های مختلف و سطوح متفاوت زمین‌لرزه استفاده می‌شود و نشان می‌دهد که در زلزله‌های متوسط، آسیب‌های عمده‌ای در اعضای اولیه وجود ندارد اما برخی از صفحات فولادی TADASبرای استهلاک انرژی، تغییرپذیر می‌شوند.

میراگر جرمی

هدف اصلی استفاده از TMDاین می باشد که به عنوان یک عامل مقابله کننده وارد عمل شود و انرژی جنبشی که در حین تحریک ساختمان ایجاد شده (.... ,K1,K2)را جذب و مستهلک نماید. هنگامی که ساختمان شروع به نوسان می نماید، در نتیجه ی تولید انرژی جنبشی ((K1، میراگر جرمی تنظیم شونده به وسیله ساختار فنر یا حرکت آونگی خود با ایجاد نیروی ((D1در خلاف جهت حرکت سازه، ساختمان را وادار به حرکت در جهت محالف با حرکت اولیه خود می کند. دقیقا همین سناریو زمانی که سازه در جهت مخالف یعنی ((X2شروع به حرکت می کند اتفاق می افتد. برای مقایسه مقدار ((X1و ((X2در دو حالت بدون میراگر جرمی تنظیم شونده و به همراه آن می توانید نمودار مقابل را بررسی کنید. این نتیجه حاصل از نیروی مقابله کننده TMDمی باشد که هر وقت سازه به هر سمتی شروع به حرکت نماید در جهت مخالف آن وارد عمل می شود. وقوع این سناریو منجر به کاهش زمان ارتعاش سازه و در واقع کاهش زمان تناوب ارتعاش سازه می گردد و این دقیقا همان چیزی است که مهندسان سازه و زلزله به دنبال آن هستند.



حالت ب. ساختمان مجهز به میراگر جرمی تنظیم شونده

@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

میراگر آلیاژی

آلیاژهای حافظه دار شکلی مصالح جدیدی هستند که در چند دهه اخیر کاربردهای مختلفی در زمینه‌های علوم و مهندسی پیدا کرده‌اند. این مواد از آلیاژهای فلزی هستند که توانایی بازیابی شکل اولیه خود را دارند. به عبارت دیگر می‌توان این فلز را به نوار لاستیکی تشبیه کرد که توانایی کشیده شدن زیاد را دارد، بدون اینکه از فرم اصلی خود خارج شود. این مصالح با توجه به دو خاصیت منحصر به فرد یعنی رفتار فوق ارتجاعی و اثر حافظه دار شکلی مورد توجه طراحان و مهندسین سازه و زلزله قرار گرفته است. در سال‌های اخیر کاربرد آلیاژهای حافظه‌دار شکلی برای کنترل سازه‌ها در قاب‌های مهاربندی شده در سه حوزه غیرفعال، نیمه‌فعال و فعال مورد توجه قرار گرفته است.

حافظه یک جهتی: عبارت است از ظرفیت یک آلیاژ حافظه دار جهت پیدا کردن شکل اولیه خود با گرم کردن، بعد از اعمال چند درصد تغییر شکل که در سرما صورت می‌گیرد.

حافظه دو جهتی: عبارت است از ظرفیت آلیاژ حافظه دار جهت آموزش به طریق بازگشتی از یک شکل در درجه حرارت پایین به شکل درجه حرارت بالا با گرم کردن و یا سرد کردن، تغییر شکل توصیف کننده تعویض شکل بین حالت دما بالا و دمای پایین است.

اثر کائوچویی: در رابطه با حرکت بازگشتی واریانت های مارتنزیت است که تردی کمتر آلیاژ حافظه دار نسبت به مواد با مدول الاستیک معمولی را می‌رساند. استحاله مارتنزیتی دارای مکانیزم های مختلف اتلاف انرژی است که توانایی مهم آلیاژ در میرایی مکانیکی را توصیف می‌کند.

@benyaminrazaziyan

میراگرها

- سیستم کنترل فعال
- سیستم کنترل نیمه فعال
- سیستم کنترل غیر فعال

سیستم کنترل فعال

در این سیستم پاسخ های سازه توسط انرژی و نیروی خارجی که بر سازه وارد می شود کاهش پیدا میکند. این سیستم ها دارای ابزار قابل کنترلی هستند که همواره در خلاف جهت نیورهای برشی زلزله به سازه نیرو وارد می کنند. سیستم های فعال از بقیه سیستم ها موثرتر بوده ولی در عین حال مشکل بزرگ هزینه های اجرایی و نگهداری را پیش روی خود میبینند.

@benyaminrazaziyan

میراگرها

- سیستم کنترل فعال
- سیستم کنترل نیمه فعال
- سیستم کنترل غیر فعال

سیستم کنترل نیمه فعال

سیستم های نیمه فعال سیستم هایی هستند که نسبت به سیستم های فعال نیازمند انرژی به مراتب بسیار کمتری هستند و در این سیستم ها انرژی به طور مرتب به داخل سیستم تزریق نمیشود. در این سیستم ها یک رایانه به اندازه گیری بازخوردها میپردازد و بر اساس ساز و کار از قبل پیش بینی شده سیگنال مناسب جهت عملکرد سیستم نیمه فعال ارسال میکند.اگرچه تاثیر سیستم های کنترل نیمه فعال از سیستم های فعال کمتر است اما هزینه بسیار پایین تامین و نگه داری این سیستم ها، تعبیه آن ها را بسیار قابل توجیه کرده است.

@benyaminrazaziyan

میراگرها

- سیستم کنترل فعال
- سیستم کنترل نیمه فعال
- سیستم کنترل غیر فعال

سیستم کنترل غیرفعال

سیستم های کنترل غیر فعال لرزه ای به منظور کاهش و از بین بردن بخش غظیمی از انرژی ورودی زلزله طراحی شده اند و شامل ابزارها و اجزایی هستند که در طول زمان زلزله تغییر شکل یافته و یا تسلیم می شوند. در نتیجه از آن جایی که تغییر شکل در یک بخش یا اتصال متمرکز شده است،از خسارات و تغییر شکل های سایر نقاط کاسته می شود. این سیستم ها همانطور که از نام آن ها نیز مشخص است به صورت غیر فعال بوده و هیچ نیرو و انرژی اضافه ای برای به کار انداختن آن ها استفاده نمیشود.

@benyaminrazaziyan

میراگرها

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

جدول ۷-۲- کاربرد و رفتار انواع میراگرها

ردیف	نوع میراگر	مدل رفتاری	کاربرد
۱	**تسلیمی**	وابسته به تغییرمکان	سازه های کوتاه و متوسط در مقابل زلزله
۲	**اصطکاکی**	وابسته به تغییرمکان	سازه های کوتاه و متوسط در مقابل زلزله
۳	**آلیاژی**	سایر وسایل (نه وابسته به سرعت و نه وابسته به تغییرمکان)	کنترل لرزه‌ای موضعی
۴	**ویسکوز**	وابسته به سرعت	اکثرسازه‌ها در مقابل باد و زلزله
۵	**ویسکوالاستیک**	وابسته به سرعت و تغییرمکان	سازه های کوتاه و متوسط در مقابل باد و زلزله
۶	**جرمی**	سایر وسایل (نه وابسته به سرعت و نه وابسته به تغییرمکان)	سازه های بلند در مقابل باد و زلزله

@benyaminrazaziyan

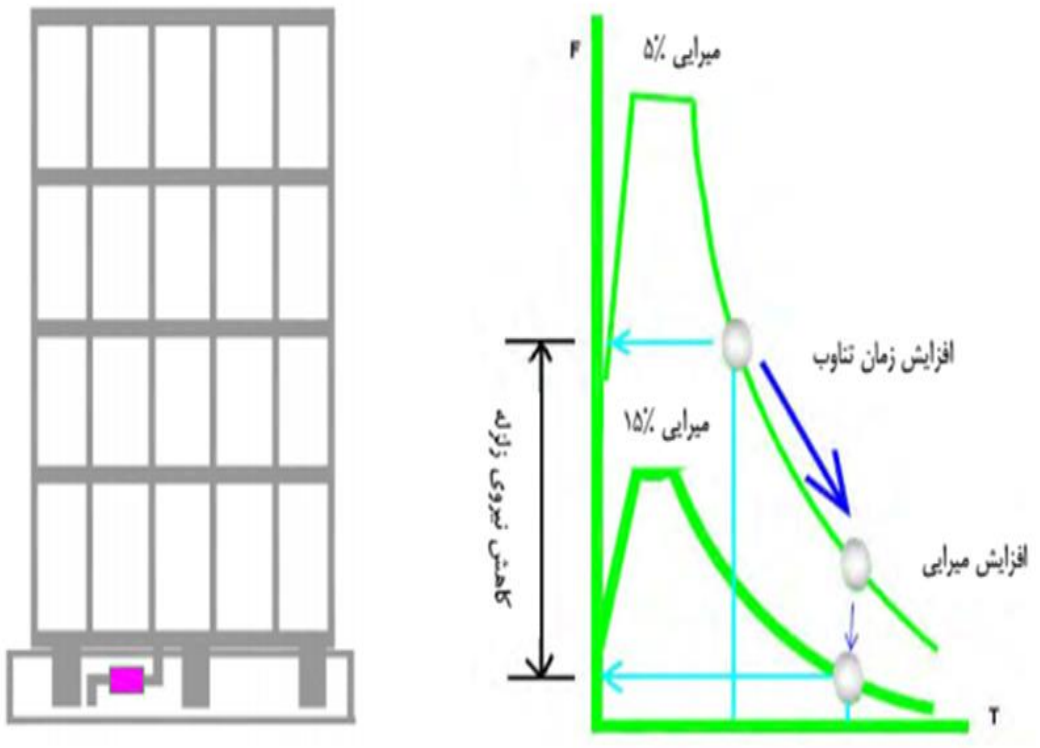
میراگرها

جدول ۷-۳- قابلیت جداگر لرزه‌ای و میراگرها در تامین سطوح عملکرد سازه

میراگر	جداسازی لرزه ای	عملکرد	
		محدوده	سطح
توصیه نمی‌شود	بسیار مناسب	کنترل خسارت	قابلیت استفاده بی وقفه
مناسب	مناسب	کنترل خسارت	خرابی محدود
مناسب	توصیه نمی‌شود	ایمنی محدود	ایمنی جانی
توصیه نمی‌شود	غیرعملی	ایمنی محدود	آستانه فروریزش

@benyaminrazaziyan

میراگرها



شکل۶-۱- تأثیرات استفاده از جداسازهای لرزه ای بر طیف پاسخ سازه‌ها

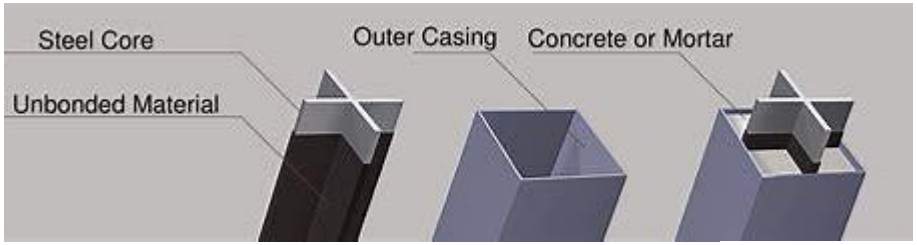
@benyaminrazaziyan

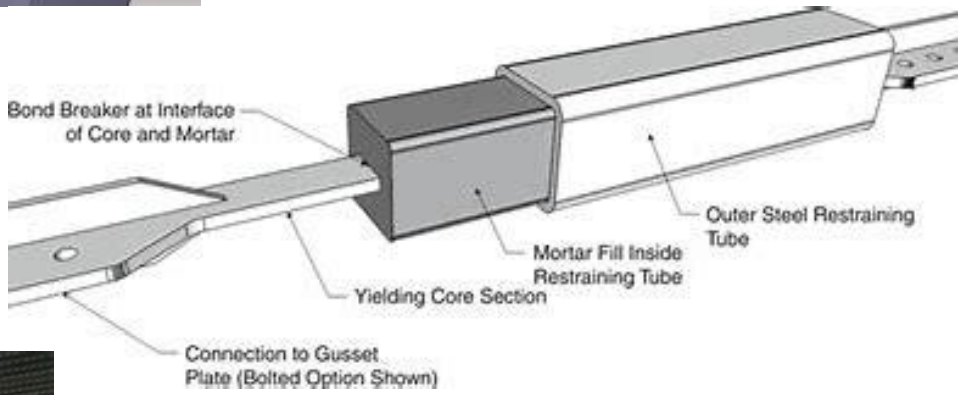
BRB

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

Buckling Restrained Brace

بادبند کمانش تاب BRB



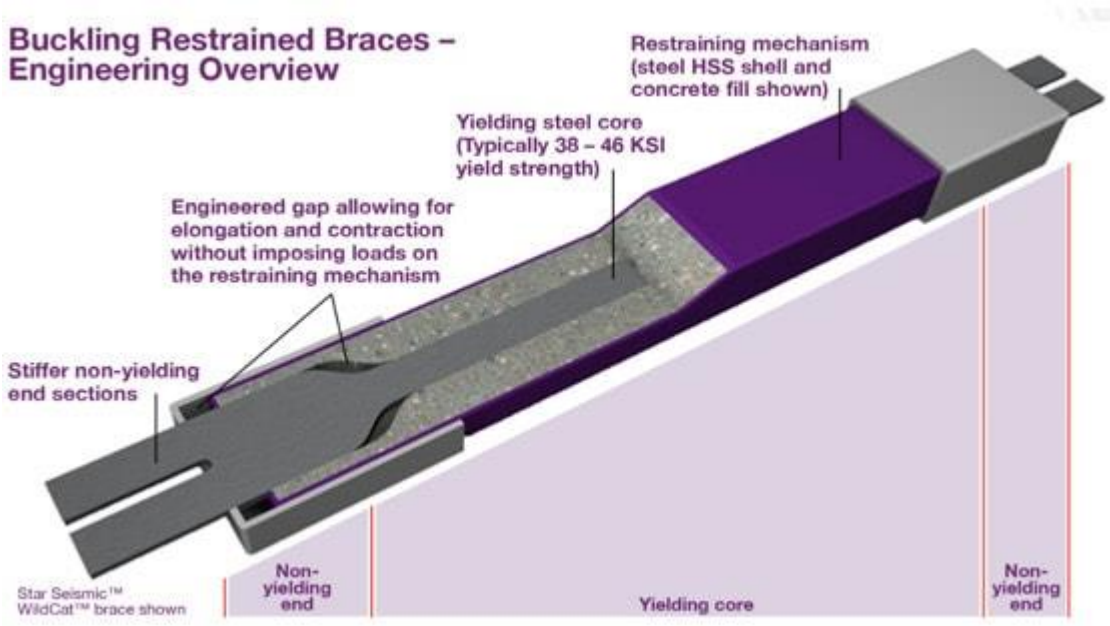


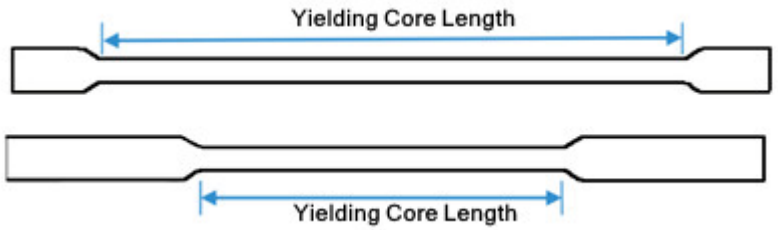
@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

Buckling Restrained Brace

بادبند کمانش تاب BRB





@benyaminrazaziyan

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

بادبند کمانش تاب BRB

Buckling Restrained Brace

مهاربند کمانش تاب را می توان نوع خاصی از مهاربند همگرا دانست با این تفاوت که این بادبند ها رفتار الاستوپلاستیک ایده آلی از خود نشان می دهد. مکانیزم این بادبند به این صورت است که هسته ی مرکزی به صورت مستقل، می تواند تغییر طول دهد و به اقتضای مقاومت مواد و سطح و طولی از هسته که انتظار می رود در حالت الاستیک باشد و به تسلیم برسد این قابلیت، موجب افزایش مقاومت بسیاری در سازه می گردد و از آنجایی که از کمانش کلی و جزئی جلوگیری میشود، ظرفیت غیر الاستیک زیادی حاصل می شود. این مکانیزم ضعف اساسی بادبند های معمولی که ظرفیت فشاری کم آن ها در مقایسه با ظرفیت کششی آن هاست، را برطرف می سازد و در عین حال موجب افزایش سختی سازه نمی گردد و درنتیجه جذب نیروی زلزله کاهش می یابد.

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

بادبند کمانش تاب BRB

بادبند های BRBیا کمانش تاب از قرار دادن یک هسته ی فولادی درون یک لوله ی فولادی پر شده با ملات ، بتن و یا گروت ساخته می شوند که هسته ی فولادی آن به طور کنترل شده ای ضعیف ساخته شده تا جاری شود و انرژی های رفت و برگشتی در هنگام زلزله را به خود جذب کند. این قابلیت بادبند های کمانش تاب موجب شکل پذیری وایجاد رفتار هیستریکی پایدار در آن می شود. این سیستم به علت داشتن ظرفیت فشاری و کششی یکسان و عملکرد مقاوم در برابر بارگذاری های چرخه ای ، بسیار مورد توجه قرار گرفته.

در آیین نامه ی ASCE7و AISC341الزامات طراحی این بادبند ها آورده شده است

ویدیو آموزشی

@benyaminrazaziyan

تعریف زمان تناوب:

به مدت زمان یک رفت و برگشت کامل سازه موقع زلزله زمان تناوب میگوییم.

اگر به یک سیستم یک تغییر مکان اولیه به اندازه واحد بدهیم و رها کنیم تا به اندازه واحد تغییر مکان دهد و مجددا به جای اولیه برگردد این زمان را که شامل یک رفت و برگشت کامل است را زمان تناوب گویند.

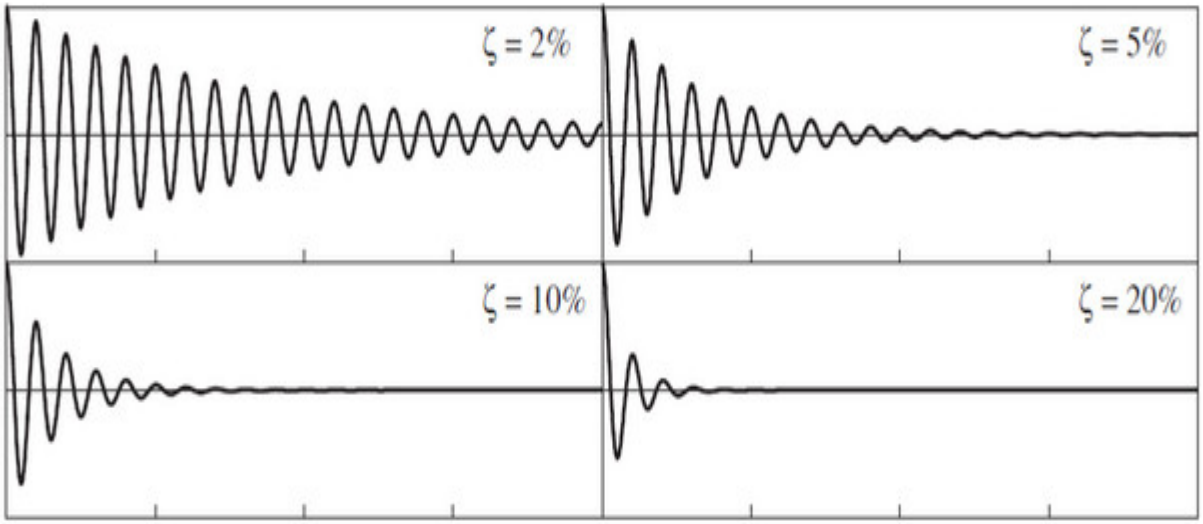
به عبارت دیگر به مدت زمان لازم برای رفت و برگشت جسم به جرمm ، زمان تناوب می گوئیم و با توجه به روابط فیزیک، دوره تناوب از رابطه زیر به دست می آید:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

با توجه به اینکه زمان تناوب سازه با سختی رابطه عکس دارد پس در قاب های مهاربندی یا دیوار برشی که سختی بیشتری نسبت به قاب های خمشی دارند زمان تناوب کمتر است.

@benyaminrazaziyan

هرچه میرایی بیشتر باشد، میزان کاهش دامنه بیشتر است و سیستم زودتر متوقف می‌شود. برای درک بیشتر، به شکل‌های زیر توجه کنید:



مقایسه تأثیر ضریب میرایی در سرعت اتلاف انرژی

@benyaminrazaziyan

منحنی هیسترزیس مقاوم سازی

@benyaminrazaziyan