Design of Seismic-Resistant Steel Building Structures

طراحی لرزه ای ساختمان های فولادی

1. Introduction and Basic Principles

۱- مقدمه و اصول اساسی

طراحی لرزه ای سازه‌های فولادی

۱- مقدمه و اصول اساسی

۲- مقررات آیین‌نامه‌ای طرح لرزه‌ای– الزامات عمومی برای کلیه سیستم‌های فولادی

۳- سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای برای ساختمان های فولادی

۱- مقدمه و اصول اساسی

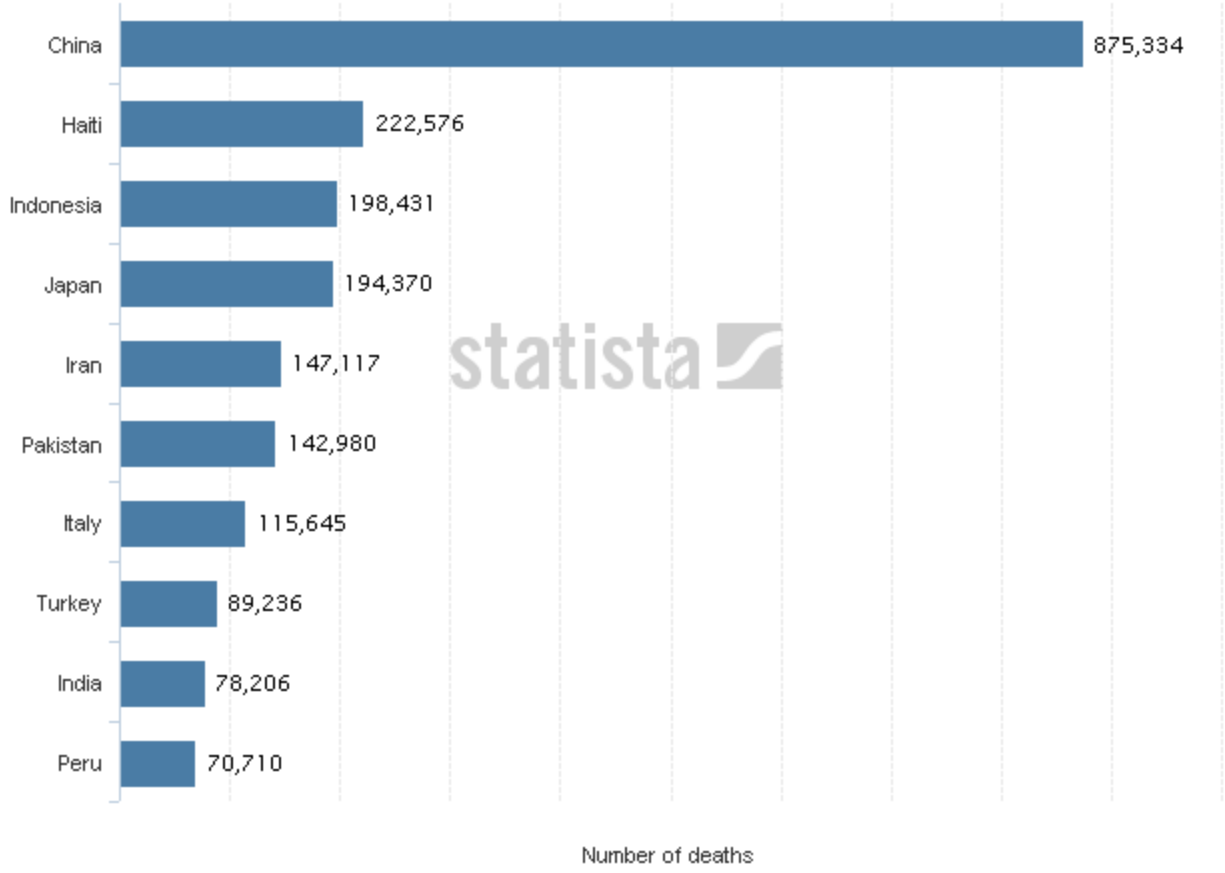
- عملکرد ساختمان های فولادی در زلزله های گذشته
- آیین نامه های طرح لرزه ای ساختمان های فولادی
- فلسفه و رویکرد آیین نامه های ساختمانی
- مروی بر الزامات لرزه ای AISC

۱- مقدمه و اصول اساسی

- عملکرد ساختمان های فولادی در زلزله های گذشته
- آیین نامه های طرح لرزه ای ساختمان های فولادی
- فلسفه و رویکرد آیین نامه های ساختمانی
- مروی بر الزامات لرزه ای AISC

DEATH TOLL FROM EARTHQUAKES BY COUNTRY UP TO 2012

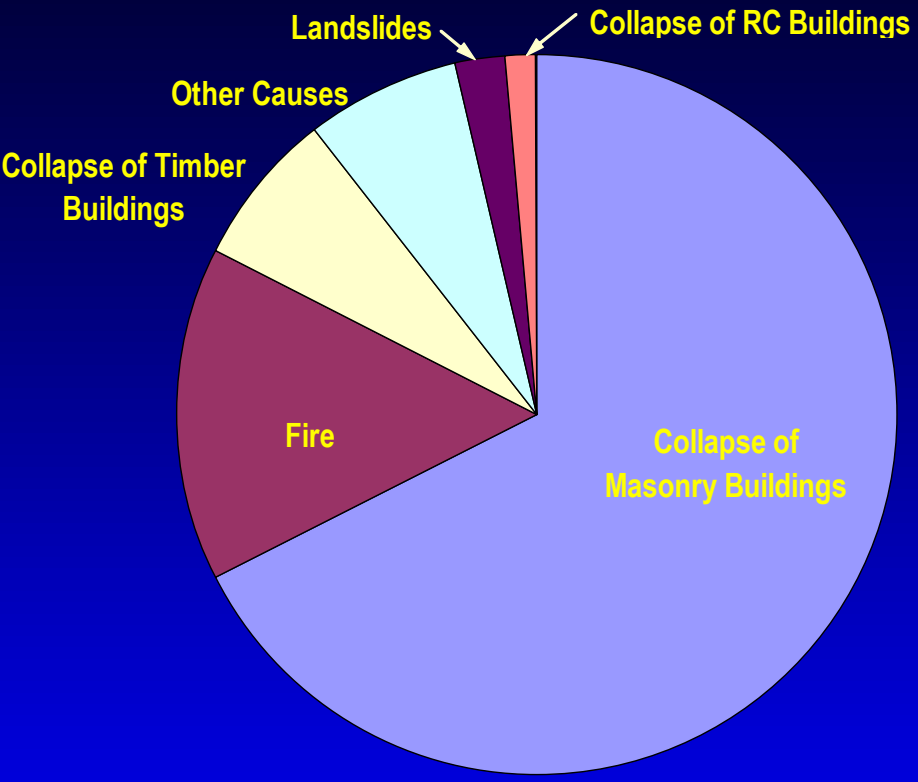
Countries with the most earthquake fatalities 1900-2012



i Worldwide; Centre for Research on the Epidemiology of Disasters

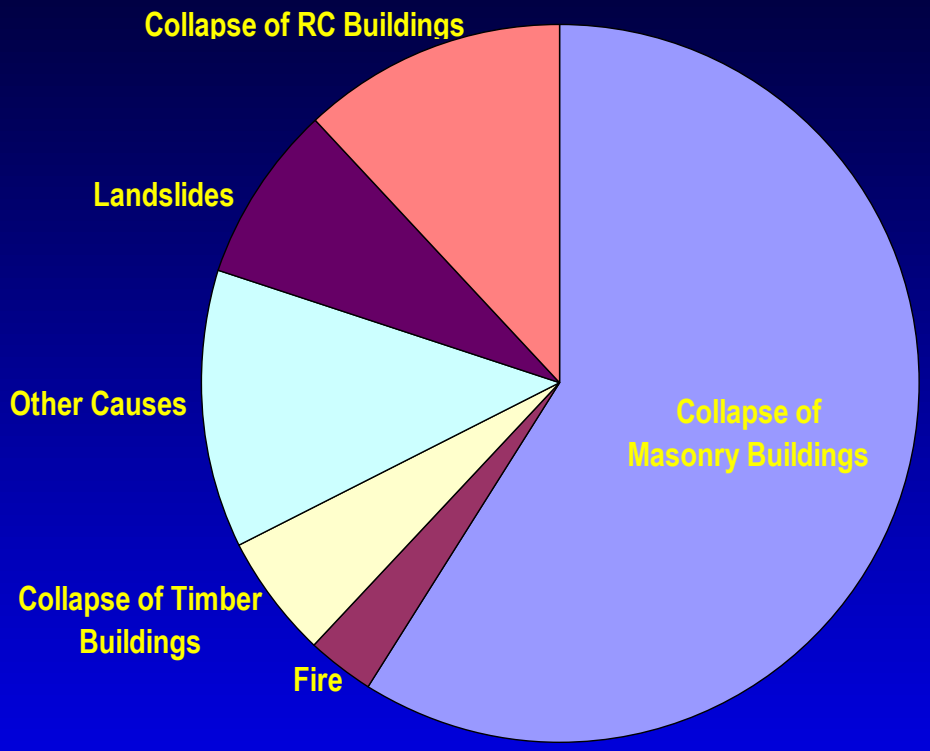
Source: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)

© Statista 2013



Earthquake Fatalities: 1900 - 1949

(795,000 Fatalities)



Earthquake Fatalities: 1950 - 1990

(583,000 Fatalities)

Causes of Earthquake Fatalities: 1900 to 1990

چرا ساختمان‌های فولادی وضعیت بهتری داشته‌اند؟

- مرگ و میر کمتری در اثر فرو ریزش ساختمان‌های فولادی گزارش گردیده است.
- دلایل محتمل؟ ساختمان های فولادی ...
  - عموما سبک تر از ساختمان های بنایی و بتن آرمه هستند.
  - نوعا شکل پذیری خوبی دارند، حتی اگر مشخصا برای مقاومت در برابر زلزله طراحی نشده باشند و جزئیات خاصی در این زمینه در نظر گرفته نشده باشد.
  - خیلی در معرض زلزله‌های شدید قرار نگرفته‌اند. زلزله‌های بسیار مخرب عموما در مناطقی اتفاق افتاده‌اند که ساختمان‌های فولادی بسیار کمی در آن مناطق وجود داشته است.

اما به هر حال ...

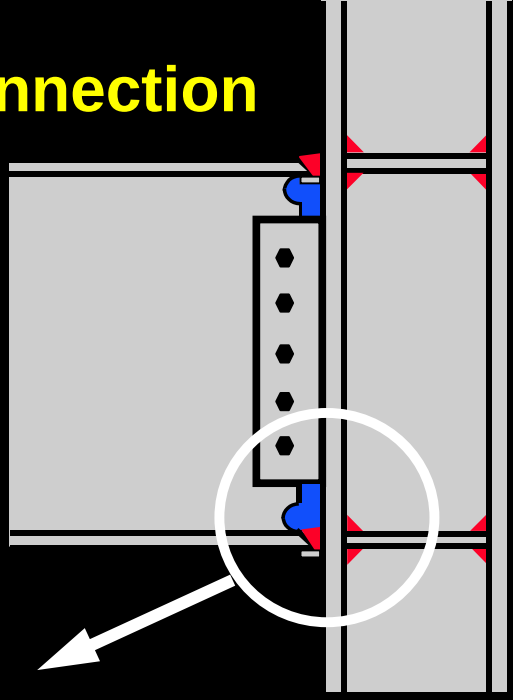
ساختمان‌های فولادی جوشی مدرن در زلزله‌های اخیر مشکلات فزاینده‌ای داشته‌اند.

در چند اسلاید بعدی نمونه هایی نشان داده شده است.

SONOMA

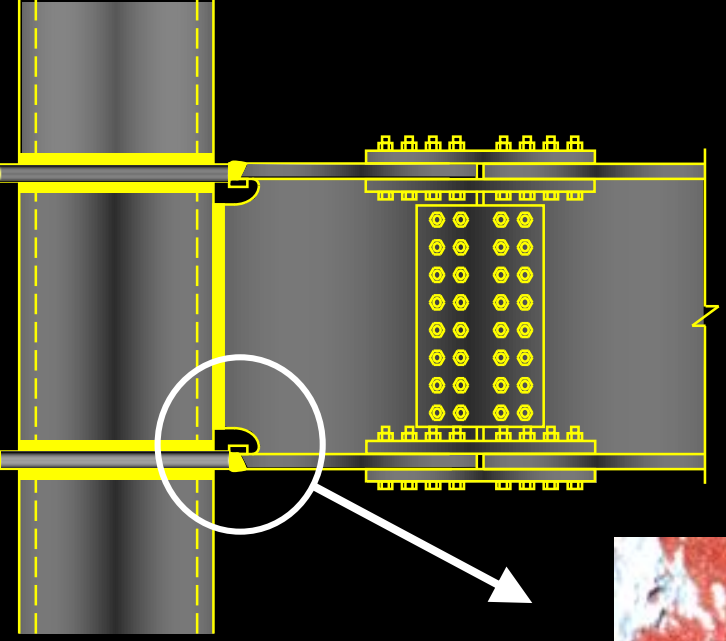
Typical example of a fracture at a moment connection

The fracture is in the area of the groove weld that connects the beam bottom flange to the column flange.



1995 Hyogoken-Nanbu (Kobe) Earthquake

- Large loss of life (about 6000 fatalities)
- Approximately 90 steel buildings collapsed
- Most heavily damaged steel buildings constructed before Japan's current design code adopted (1981)
- But, even modern steel buildings showed unexpected damage, including fractures at welded beam-to-column connections



- زلزله های اخیر
(1985 Mexico City; 1994 Northridge; 1995 Kobe)
حاکی از وجود مشکلاتی در ساختمان های فولادی جوشی مدرن می‌باشد.
- برای تضمین عملکرد رضایتبخش ساختمان های فولادی ضروری است که در طراحی، جزئیات و ساخت این سازه ها دقت شود.
- این امر منجر به بسط و گسترش مقررات آیین‌نامه‌ای برای تعیین جزئیات لرزه ای ساختمان‌های فولادی شده است.

۱- مقدمه و اصول اساسی

- عملکرد ساختمان های فولادی در زلزله های گذشته
- آیین نامه های طرح لرزه ای ساختمان های فولادی
- فلسفه و رویکرد آیین نامه های ساختمانی
- مروی بر الزامات لرزه ای AISC

US Seismic Code Provisions for Steel

- Structural Engineers Association of California (SEAOC) *Blue Book* – 1988:
  First comprehensive detailing provisions for steel

- American Institute of Steel Construction (AISC) *Seismic Provisions*
  - 1st ed. 1990
  - 2nd ed. 1992
  - 3rd ed. 1997
    - Supplement No. 1: February 1999
    - Supplement No. 2: November 2000
  - 4th ed. 2002
  - 5th ed. 2005
  - 6th ed. 2010

مقررات آیین‌نامه ای طرح لرزه‌ای ساختمان‌های فولادی در ایران

- آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰، سال ۱۳۷۸، پیوست ۲ – ضوابط خاص برای سازه های فولادی مقاوم در برابر زلزله
- آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله، استاندارد ۲۸۰۰، سال ۱۳۸۴، پیوست ۲– ضوابط خاص برای سازه های فولادی مقاوم در برابر زلزله
- مقررات ملی ساختمان ایران: مبحث دهم طرح و اجرای ساختمانهای فولادی، دفتر تدوین وترویج مقررات ملی ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی، سال ۱۳۸۷، فصل ۳- ضوابط طرح لرزه ای
- مقررات ملی ساختمان ایران: مبحث دهم طرح و اجرای ساختمانهای فولادی، دفتر تدوین وترویج مقررات ملی ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی، سال ۱۳۹۲، فصل ۳- ضوابط طرح لرزه ای

۱- مقدمه و اصول اساسی

- عملکرد ساختمان های فولادی در زلزله های گذشته
- آیین نامه های طرح لرزه ای ساختمان های فولادی
- فلسفه و رویکرد آیین نامه های ساختمانی
- مروی بر الزامات لرزه ای AISC

فلسفه آیین نامه های ساختمانی متداول برای طراحی مقاوم در برابر زلزله

هدف:

جلوگیری از تلفات جانی به واسطه جلوگیری از فروریزش ساختمان تحت زلزله های شدید محتمل در محل احداث بنا.

این اهداف مد نظر نیستند:

- محدود کردن خرابی ها
- حفظ عملکرد
- فراهم آوردن امکان تعمیر آسان

رویکرد طراحی:

تحمل زلزله به واسطه تامین شکل پذیری بالا به جای تامین مقاومت بالا

قیاس با خودرو

در یک تصادف شدید، هدف طراحی محافظت از جان سرنشینان خودرو است؛
محافظت از خود خودرو مدنظر نیست.

در یک زلزله شدید، ساختمان به عنوان یک قربانی برای جذب انرژی زلزله عمل می‌کند، تا از فرو ریختن ساختمان جلوگیری شده و از جان ساکنین محافظت گردد.

اگر خودروها را طوری طراحی کنیم که در حادثه برخورد شاخ به شاخ بدون خرابی بتوانند تاب بیاورند احتمالا اکثریت نخواهیم توانست چنین خودروهایی را خریداری کنیم. به همین نحو اگر ساختمان ها برای تحمل زلزله های شدید بدون ایجاد خرابی طراحی شوند، استطاعت ساخت خیلی از ساختمان ها را نخواهیم داشت.

به منظور تحمل زلزله شدید بدون فروریختن:

طراحی برای رفتار شکل پذیر

شکل پذیری چیست؟

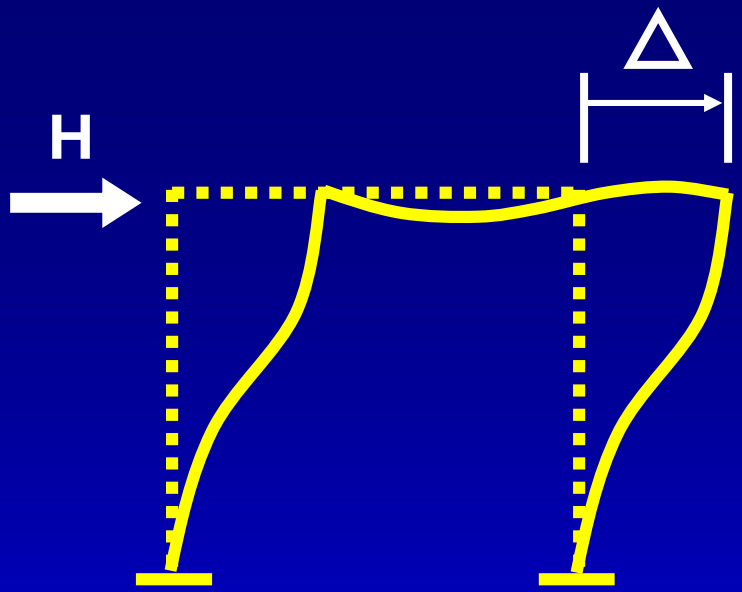
شکل پذیری: قابلیت تحمل تغییرشکل های فراارتجاعی بزرگ بدون کاهش قابل توجه در مقاومت

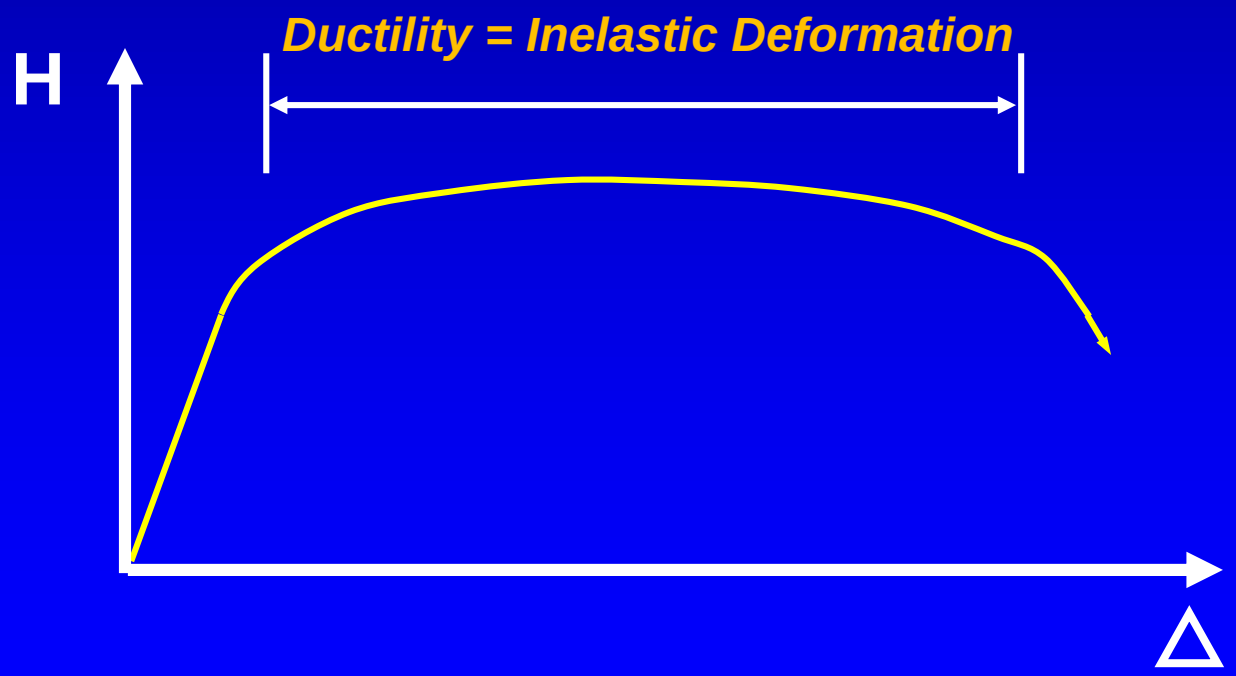
شکل پذیری = قابلیت تغییرشکل های فرا ارتجاعی

شکل پذیری: - پاسخ مصالح

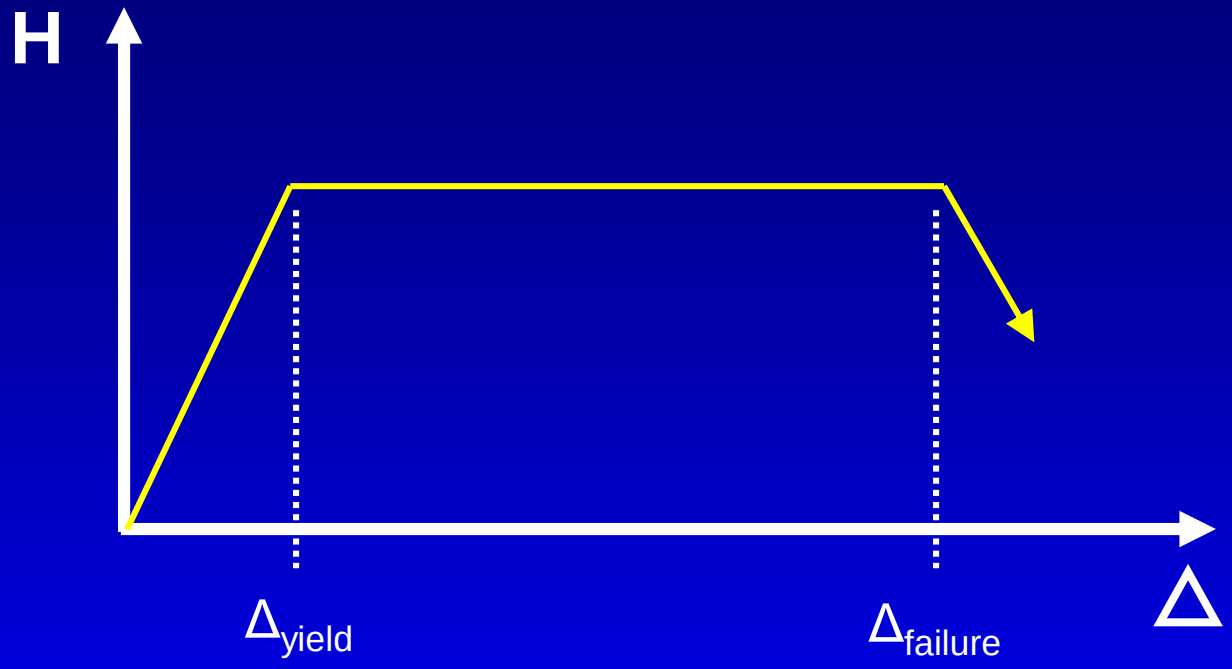
-پاسخ اجزای سازه (اعضا و اتصالات)

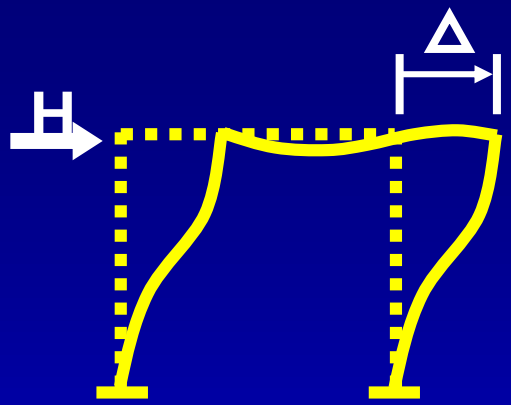
- پاسخ کلی قاب ساختمانی





شکل پذیری عبارت است از قابلیت یک سازه (یا المانی از سازه) برای تحمل تغییرشکل های فراارتجاعی بزرگ بدون کاهش قابل توجه در مقاومت.

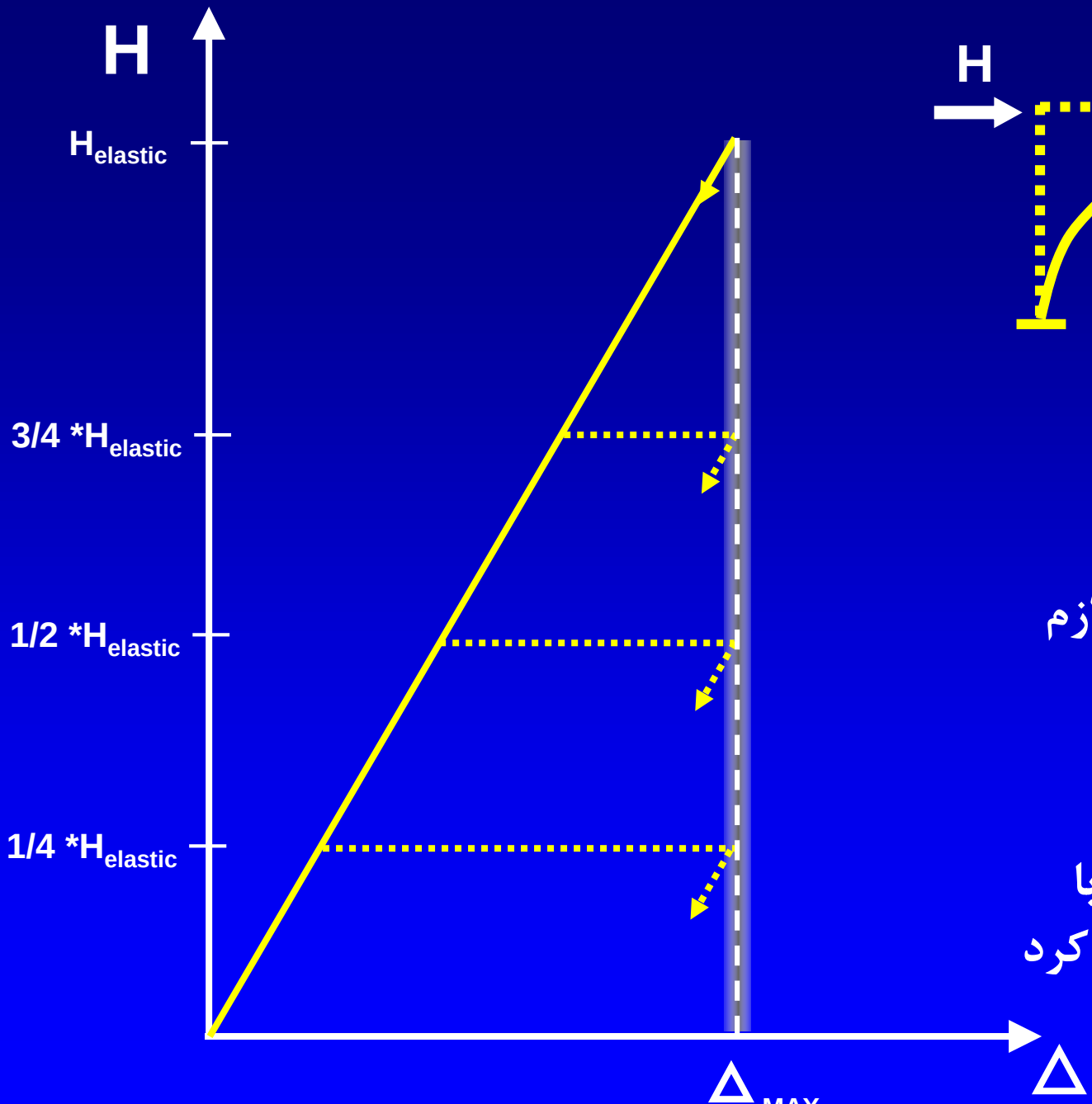


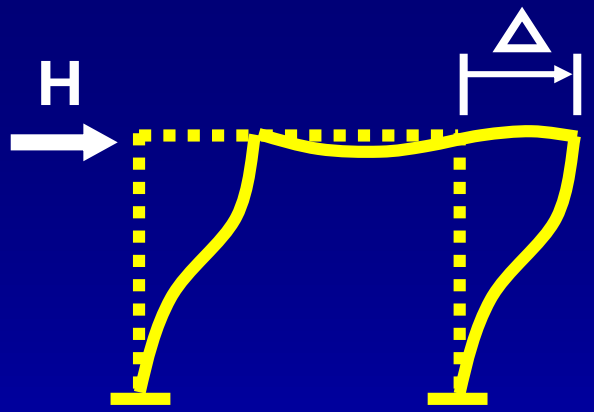


$$\text{Ductility Factor} \quad \mu = \frac{\Delta_{failure}}{\Delta_{yield}}$$

Δ_{yield} = جابجایی نظیر تسلیم سازه

$\Delta_{failure}$ = جابجایی که در آن کاهش ظرفیت باربری سازه شروع می شود





مقاومت

شکل پذیری لازم

ملاحظات:

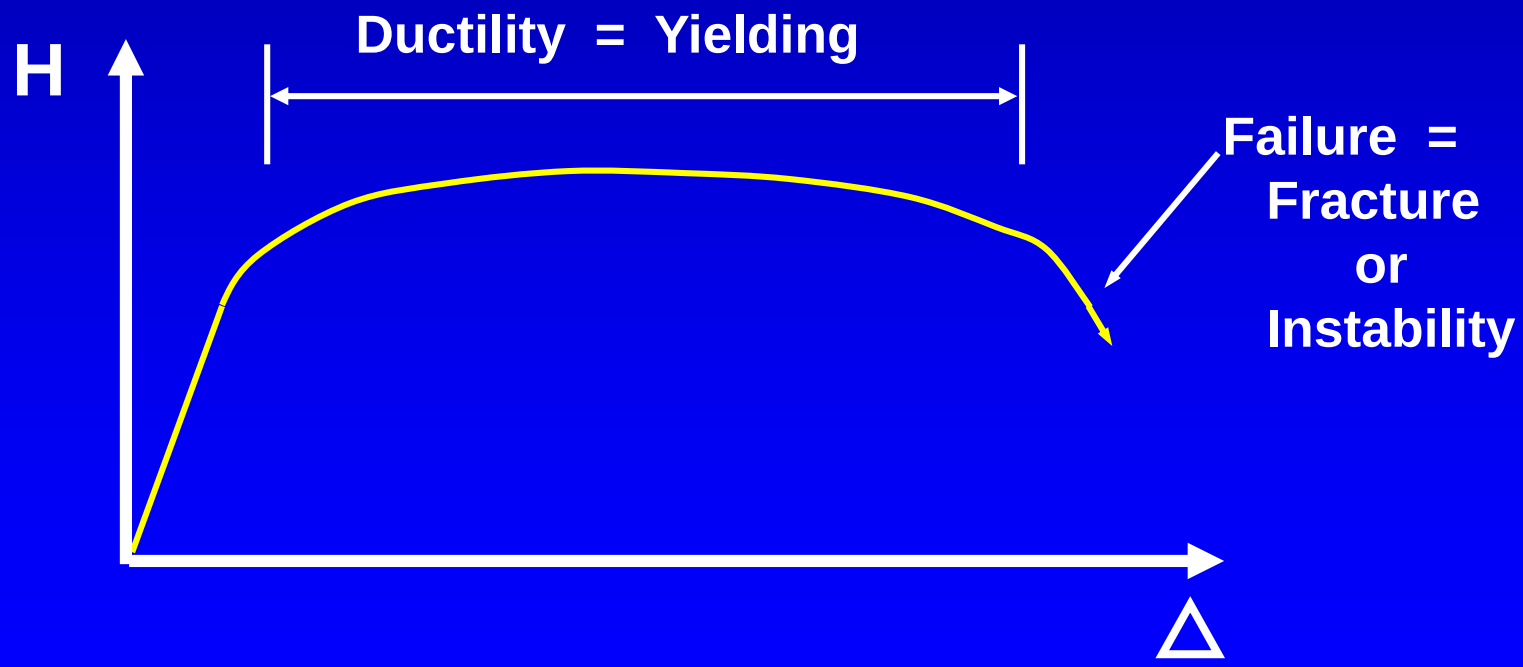
می توان مقاومت را با شکل پذیری مبادله کرد

برخی ملاحظات در پاسخ لرزه ای .....

- یک سازه را می توان با مقاومت جانبی بسیار کمتری نسبت به آنچه یک سازه الاستیک لازم خواهد داشت طراحی کرد. اما در این صورت برای اینکه تحمل زلزله بدون فروریزش سازه امکان پذیر باشد باید شکل پذیری لازم تامین گردد.
- هر چه مثاومت جانبی سازه کوچک تر باشد، شکل پذیری لازم بزرگتر خواهد بود.
- شکل پذیری به مفهوم خرابی است. یعنی وقتی ما برای تحمل زلزله از شکل پذیری استفاده می کنیم باید انتظار خرابی را داشته باشیم.
- در سازه ای که برای تسلیم تحت زلزله طراحی شده است، نیروی جانبی حداکثر وارده در هنگام زلزله به مقاومت جانبی خود سازه بستگی خواهد داشت.
- نیروهای جانبی لرزه ای مشخص شده در آیین نامه عموما بسیار کوچکتر هستند از مقاومت لازم در حالتی که سازه الاستیک باقی بماند. بنا بر این، عملا در طراحی بر اساس آیین نامه، از شکل پذیری برای تحمل زلزله استفاده می شود.

شکل پذیری در ساختمان های فولادی: تسلیم شدگی

مدهای خرابی غیرشکل پذیر: شکست یا ناپایداری

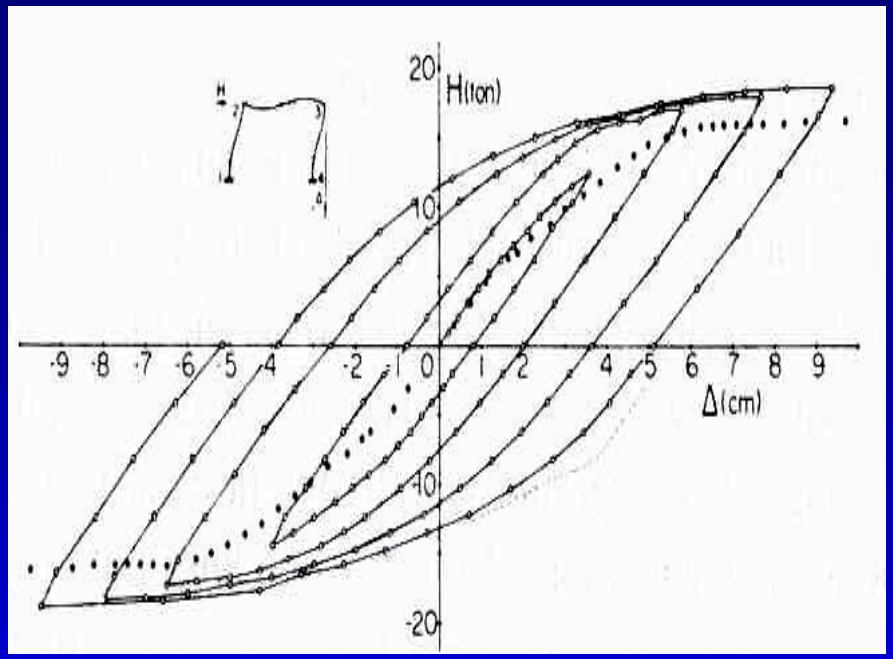


برای تامین رفتاری شکل پذیر

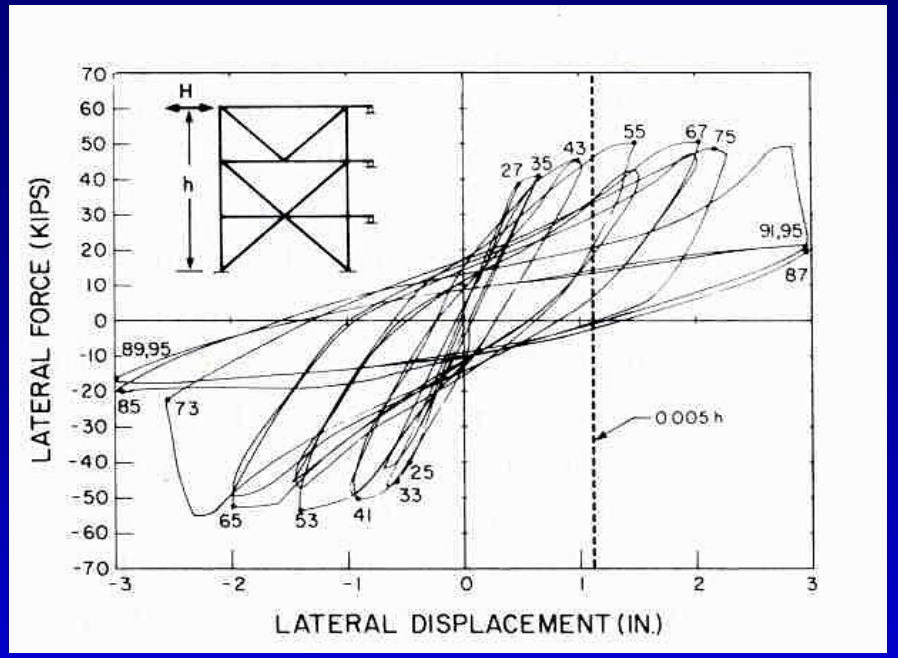
- المان هایی از قاب که در زلزله تسلیم خواهند شد(فیوزها) انتخاب شوند؛ مثلا تیرها در قاب های مقاوم خمشی، مهاربندها در قاب های مهاربندی شده هم محور، تیرهای پیوند در قاب های مهاربندی شده برون محور، ...
- فیوزها موظف باشند(طوری طراحی شده باشند) که بتوانند تغییرشکل های فراارتجاعی بزرگی را، قبل از وقوع شکست یا ناپایداری تحمل نمایند (یعنی فیوزها موظف به تامین شکل پذیری باشند).
- تمام المان های دیگر قاب قویتر از فیوزها طراحی شوند، به عبارت دیگر سایر المان های قاب به نحوی طراحی شوند که ظرفیت پلاستیک فیوزها فراهم گردد.

رویکرد طراحی بر اساس ظرفیت

- المانی که در نظر گرفته شده تسلیم گردد بر اساس نیروهای جانبی آیین نامه ای طراحی شود.
- سپس تمام اعضای دیگر قاب طوری طراحی شوند که ظرفیت المان تسلیم شونده فراهم آید.



(a)



(b)

نمونه هایی از:

(a) رفتار بسیار شکل پذیر

(b) رفتار کمتر شکل پذیر

چرا شکل پذیری مهم است؟

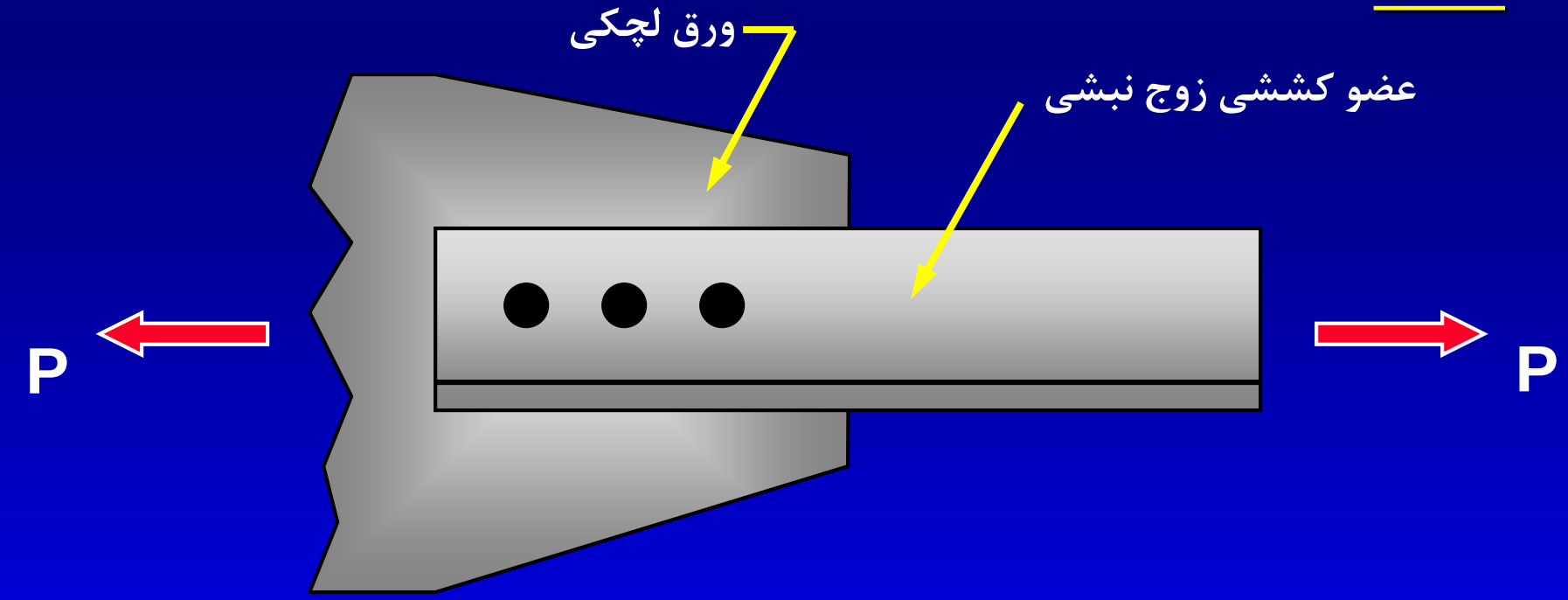
- اجازه بازتوزیع نیروها و تنش های داخلی را می دهد،
- مقاومت اعضا، اتصالات و سازه را افزایش می دهد،
- اجازه می دهد طراحی بر اساس مدل های تعادل ساده انجام گیرد،
- منجر به سازه هایی قویتر و ایمن تر می شود،
- منجر به هشدار خرابی می شود،
- اجازه می دهد سازه بارگذاری لرزه ای شدید را تحمل نماید.

چگونه می توان به شکل پذیری در سازه‌های فولادی دست یافت؟

برای دستیابی به رفتار شکل پذیر ....

حالات حدی شکل پذیر باید بر حالات حدی ترد مقدم گردند.

مثال



حالت حدی شکل پذیر:

تسلیم کششی در مقطع کلی عضو

حالات حدی ترد:

گسیختگی کششی در مقطع خالص عضو

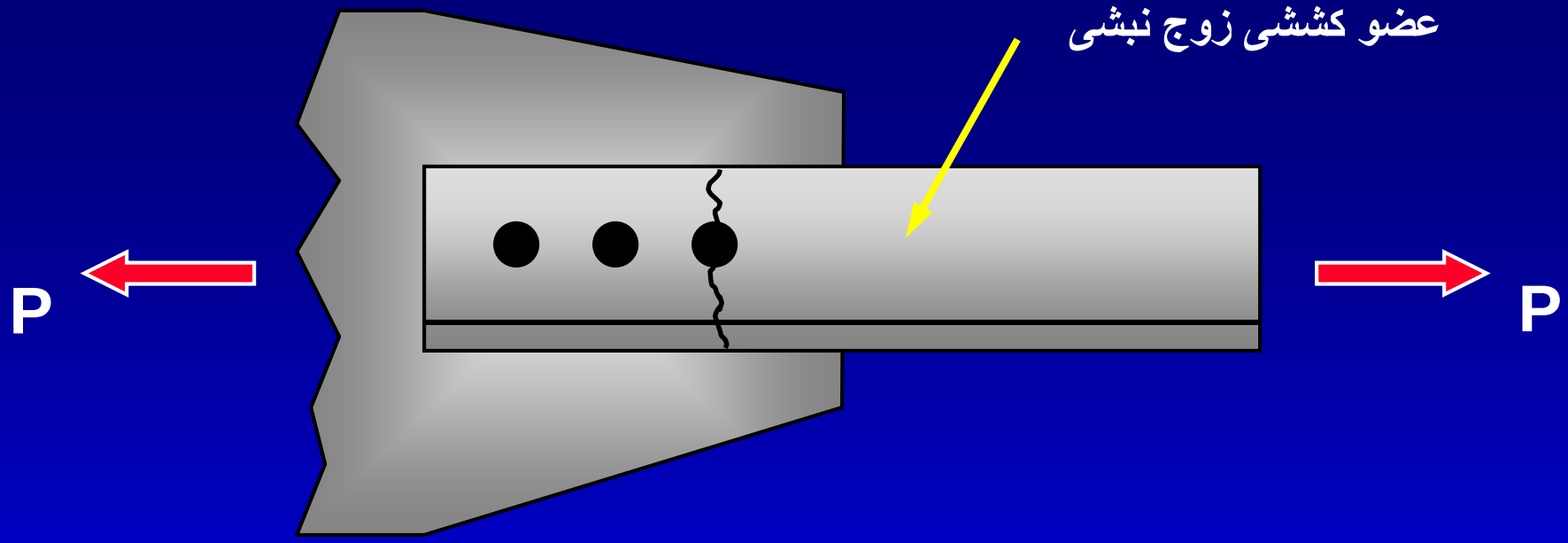
گسیختگی برش قالبی در عضو کششی

گسیختگی در مقطع خالص ورق لچکی

گسیختگی برش قالبی در ورق لچکی

گسیختگی برشی پیچ

لهیدگی در نبشی ها یا ورق لچکی



مثال: تسلیم کششی در مقطع کلی عضو باید مقدم باشد بر گسیختگی کششی در مقطع خالص عضو

تسلیم مقطع کل: $P_{yield} = A_g F_y$

گسیختگی مقطع خالص: $P_{fracture} = A_e F_u$

برای دستیابی به رفتار شکل پذیر ....

پاسخ اتصال عموما غیرشکل پذیر است ...

اتصالات باید قویتر از اعضای متصل شده باشند.

W24 x 76 -- 7-1" BOLTS

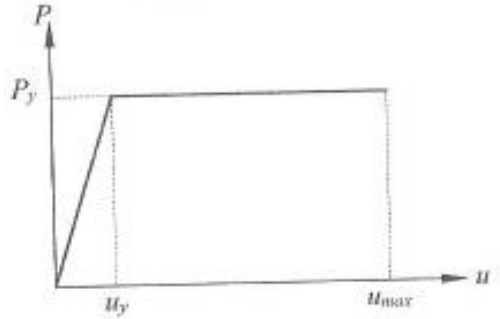
TF8CF

مبانی طراحی بر اساس ظرفیت

Capacity Design

- برای درک اهمیت شکل‌پذیری و کاربرد رفتار غیرارتجاعی در طراحی لرزه‌ای سازه‌ها از زنجیر پاولی (Pauly chain) استفاده می‌کنیم.
- نیروی P توسط یک سری زنجیر که به صورت سری به یکدیگر متصل شده‌اند تحمل می‌شود.
- حلقه تیره رنگ دارای رفتاری شکل‌پذیر با منحنی نیرو-تغییرمکان ایده آل نشان داده شده است.
- به دلیل سری بودن حلقه‌های مقاوم در برابر نیروی P ، نیرو در تمام اعضا یکسان می‌باشد.

الف) زنجیر پاولی

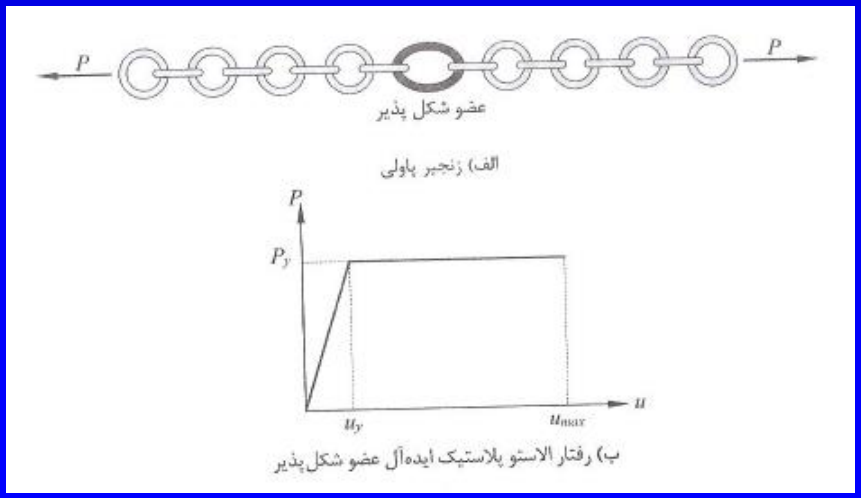


ب) رفتار الاستو پلاستیک ایده‌آل عضو شکل‌پذیر

مبانی طراحی بر اساس ظرفیت

Capacity Design

- با افزایش نیروی P ، حداکثر نیروی قابل تحمل در حلقه شکل‌پذیر و به بیانی قابل انتقال در تمام اعضا P_y خواهد بود.
- اعمال نیروی P در حد نیروی P_y متوقف و از آن به بعد سیستم زنجیره ازدیاد تغییرمکان u (تا چندین برابر u_y) خواهد داد. سطح زیر منحنی نیرو-تغییرمکان بیانگر انرژی جذب شده خواهد بود.
- حلقه شکل‌پذیر مانند یک فیوز عمل می‌کند که اجازه نمی‌دهد نیرویی بیشتر از P_y به سایر حلقه‌ها انتقال یابد. در این صورت بقیه حلقه‌های مجاور در امنیت نیرویی قرار می‌گیرند.
- البته باید طرح حلقه شکل‌پذیر با دقت خاصی صورت گیرد به نحوی که شرایط تامین شکل‌پذیری و امکان تغییرشکل‌های فراتر از حد الاستیک فراهم شود.



مبانی طراحی بر اساس ظرفیت

Capacity Design

- چون تغییرمکان حلقه شکل‌پذیر معرف میزان قابلیت جذب و استهلاک انرژی در آن می‌باشد به آن عضو تغییرمکان-کنترل (DC یا Displacement Control) نیز می‌گویند.
- نیروی P_y در عضو فولادی شکل‌پذیر مستقیما با تنش تسلیم فولاد F_y ارتباط دارد. تنش تسلیم اغلب فولادها از آنچه توسط اغلب استانداردها به عنوان تنش تسلیم حداقل (اسمی) فولاد یا تنش تسلیم مشخصه فولاد F_y بیان می‌شود بیشتر است.
- هر چند در نگاه اول این بیشتر بودن تنش تسلیم مطلوب به نظر می‌رسد، لیکن این افزایش موجب تحمیل نیروی بیشتر از P_y به بقیه اعضای مقاوم در برابر نیروی P خواهد شد. پس شایسته است در محاسبه نیروی ایجاد شده در سایر اعضای سازه به جای تنش تسلیم حداقل فولاد ، F_y ، از تنش تسلیم مورد انتظار فولاد ، F_{ye} ، استفاده شود.
- آیین‌نامه AISC در ویرایش لرزه‌ای خود F_{ye} را برابر R_yF_y در نظر می‌گیرد و مقادیر R_y متفاوتی را برای انواع تولیدات فولاد پیشنهاد می‌کند.
- مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران R_y را برای انواع تولیدات فولاد 1.25 , 1.20 ,1.15 (با توجه به نوع مقطع) پیشنهاد می کند.

مبانی طراحی بر اساس ظرفیت

Capacity Design

- مورد دیگری که باعث افزایش نیروی P_y در حلقه شکل‌پذیر می‌شود و موجب می‌شود نیرویی بیشتر از P_y به سایر حلقه‌های مقاوم تحمیل گردد سخت‌شدگی مجدد پس از پله تسلیم در فولاد است.
- آیین‌نامه‌های طراحی برای منظور کردن این پدیده ضریبی به نام C_{pr} را در نظر می‌گیرند. مبحث دهم مقررات ملی ساختمانی ایران ضریب C_{pr} را بین 1.1 تا 1.2 پیشنهاد می‌کند.
- بنابراین سایر حلقه‌های مقاوم باید برای نیرویی بزرگتر از $C_{pr}R_yP_y$ طراحی شوند. این حلقه‌ها می‌توانند در محدوده ارتجاعی باقی بمانند و تامین شرایط شکل‌پذیری برای آنان ضروری نیست.
- به اعضای زنجیره نیرویی که دارای عملکرد ارتجاعی هستند و نیرو در آنها تابعی از نیروی ایجاد شده در حلقه شکل‌پذیر است اعضای نیرو-کنترل (FC یا Force Control) گفته می‌شود.
- تحت چنین شرایطی، این حلقه شکل‌پذیر(فیوز) است که با رفتار غیرارتجاعی خود و ورود پایدار به محدوده فراتر از حد الاستیک شرایطی را فراهم می‌کند تا بتوان ضریب رفتار R را برای نیروی اعمالی به سیستم مقاوم در نظر گرفت و سطح نیروی ایجاد شده در حلقه شکل‌پذیر را با ضریب R کاهش داد.

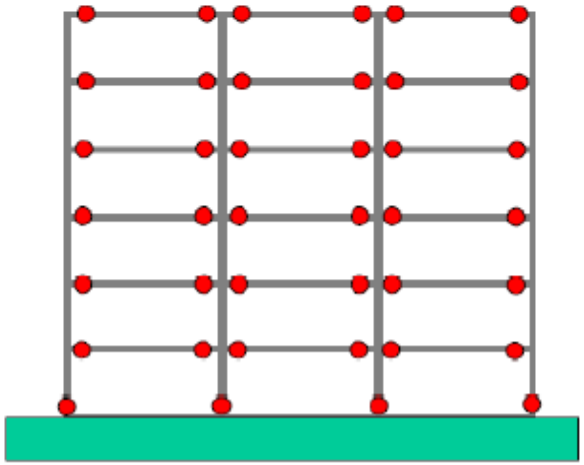
مبانی طراحی بر اساس ظرفیت

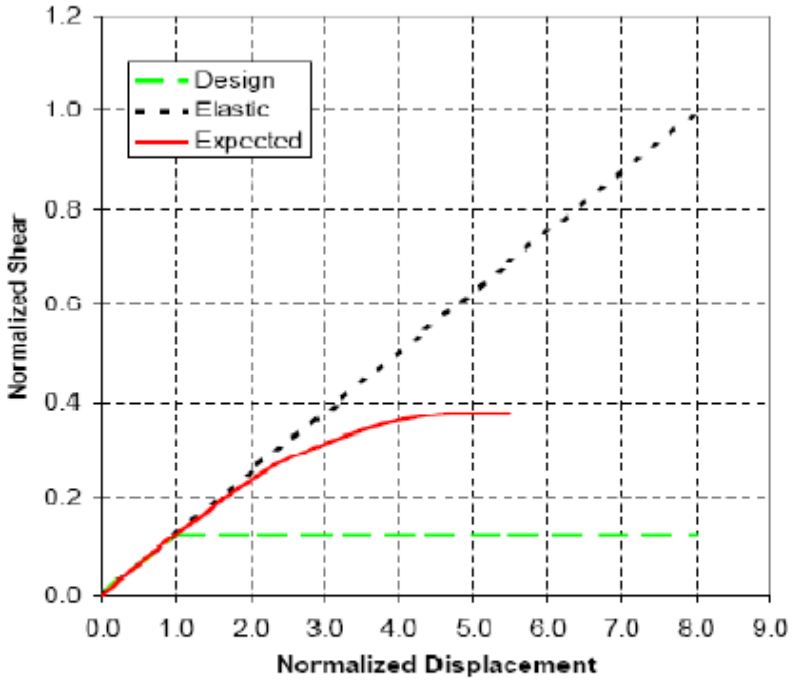
Capacity Design

- آیین‌نامه‌های لرزه‌ای برای طرح اعضای نیرو-کنترل ترکیب بارهای ویژه لرزه‌ای شامل $\Omega_0 E$ را پیشنهاد می‌کنند که ترکیب‌های بار زلزله تشدیدیافته نامیده می‌شوند. E نیروی زلزله و Ω_0 ضریب اضافه مقاومت (نسبت نیروی مقاوم نهایی به نیروی تسلیم اولیه سیستم) است.
- هدف از ارائه ضریب Ω_0 این است که حتی اگر تمام اعضای تغییرمکان-کنترل وارد ناحیه تخت نمودار نیرو-جابجایی شوند اعضای نیرو-کنترل با آن چنان مقاومتی طراحی شوند که هرگز در این محدوده وارد نشوند.
- در رابطه با ضریب اضافه مقاومت، ذکر این نکته ضروری است که در زنجیر پاولی با وقوع پلاستیسیته در تنها عضو شکل‌پذیر آن، سیستم منهدم می‌شود. اما در سیستم‌های سازه‌ای واقعی مانند قاب‌های خمشی و قاب‌های مهاربندی شده که متشکل از تعداد زیادی تیر و ستون و سایر اعضا هستند انهدام هنگامی رخ می‌دهد که به اندازه کافی مفاصل پلاستیک در سازه ایجاد شود.
- طبق تعریف نسبت نیروی برشی ایجاد شده در سازه برای قرار گرفتن در آستانه انهدام به نیروی برشی ایجاد شده برای تشکیل اولین مفصل پلاستیک، ضریب اضافه مقاومت نامیده می‌شود.

Special Steel Moment Frame

R	8
C_d	5.5
Ω_o	3





Advantages:
Architectural simplicity, relatively low base shear
Disadvantages:
Drift control, connection cost, connection testing

Elastic vs. Inelastic Response

- The red line shows the force and displacement that would be reached if the structure responded elastically.
- The green line shows the actual force vs. displacement response of the structure
- The pink line indicates the minimum strength required to hold everything together during inelastic behavior
- The blue line is the force level that we design for.
- We rely on the ductility of the system to prevent collapse.

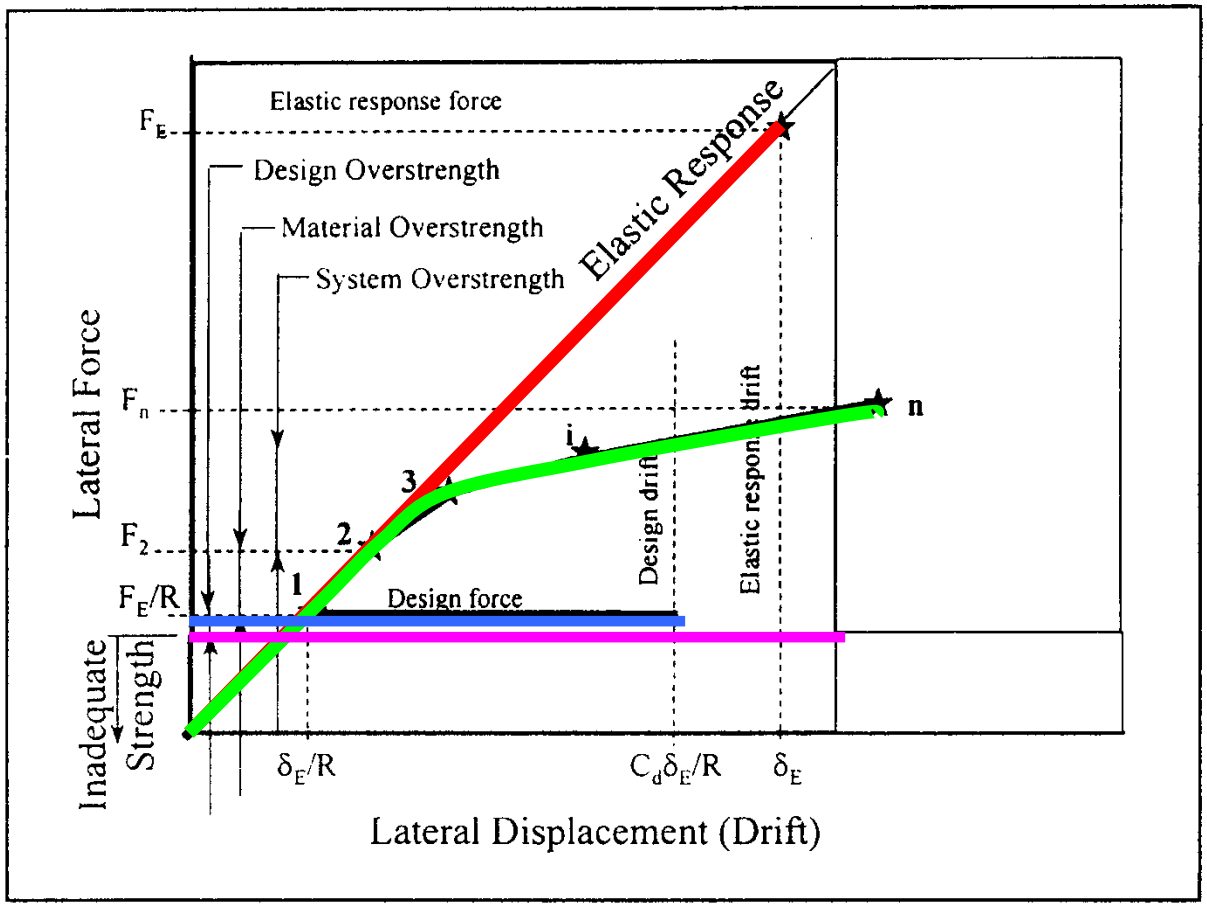


FIGURE C5.2.7 Factors affecting overstrength.

جذب انرژی ناشی از زلزله در سیستم های باربر جانبی

- انرژی جذب شده در یک سیستم سازه‌ای شامل انرژی الاستیک (برگشت‌پذیر، ذخیره‌ای) و انرژی پلاستیک (برگشت‌ناپذیر، استهلاکی) را می‌توان با رابطه ریاضی زیر بیان کرد:

$$U = \int_V \int_{\varepsilon_{ij}} \sigma_{ij} d\varepsilon_{ij} dV$$

σ_{ij} و ε_{ij} به ترتیب تانسورهای تنش و کرنش هستند. در مسائل تنش مسطح رابطه فوق تبدیل می‌شود به:

$$U = \int_V \int_{\varepsilon_{ij}} (\sigma_x d\varepsilon_x + \sigma_y d\varepsilon_y + \tau d\gamma_{xy}) dV$$

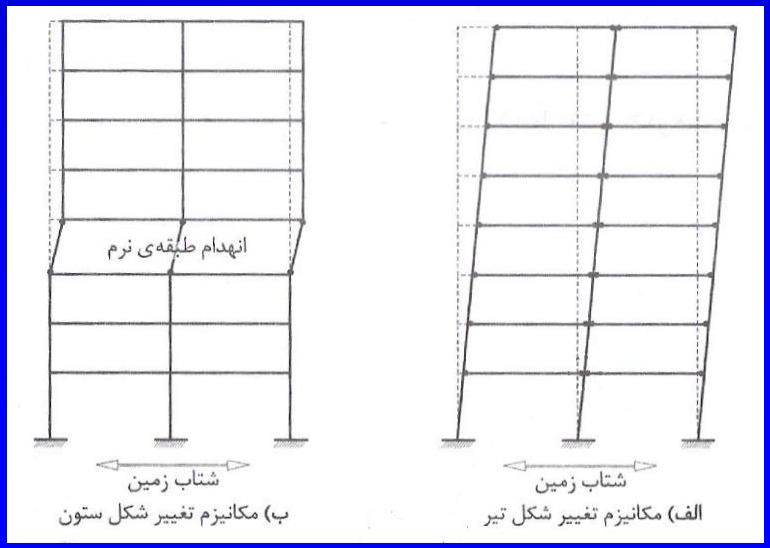
- در محدوده رفتار الاستیک و خطی سازه: تغییرشکل‌ها کوچک بوده و جذب انرژی توسط تنش‌هایی که قابل توجه هستند (البته کمتر از مقدار حدی تسلیم) انجام خواهد شد.
- در محدوده رفتار غیرالاستیک سازه:
  - بخش کوچکی از انرژی القایی به صورت الاستیک تا رسیدن کرنش‌ها به حد کرنش تسلیم جذب و ذخیره می‌شود.
  - و بخش بزرگی از آن با رفتار پلاستیک، و وضعیت کرنش‌های افزایش‌یابنده (تا چندین برابر کرنش حد تسلیم) تلف می‌گردد.

جذب انرژی ناشی از زلزله در سیستم های باربر جانبی

- قابلیت سازه به صورت عملکرد غیرالاستیک بدون کاهش مقاومت، در یک بیان کلی شکل‌پذیری نامیده می‌شود.
- هر چه تعداد مفاصل پلاستیک در سازه در آستانه انهدام بیشتر باشد قابلیت جذب انرژی زلزله بهبود خواهد یافت.
- علاوه بر عملکرد استهلاکی (تشکیل مفاصل پلاستیک خمشی و محوری و ...) ، تامین میرایی مناسب در سازه از طریق میراگرها نیز از دیگر روش‌های بهبود اتلاف انرژی در سیستم‌های باربر جانبی می‌باشد. میراگرها در حقیقت عناصر مکمل برای اتلاف انرژی در سازه هستند.

جلوگیری از انهدام ستون

- در شکل زیر دو نوع مکانیزم پلاستیک برای یک قاب ۸ طبقه شامل: مکانیزم تغییرشکل تیر و مکانیزم تغییرشکل ستون نشان داده شده است.
- به دلایل گوناگون تسلیم و انهدام تیرهای یک قاب خمشی بر انهدام و تسلیم ستون‌های آن ارجحیت دارد:
  - با تشکیل مفاصل پلاستیک در ستون‌های یک قاب خمشی و از دست رفتن ظرفیت باربری ستون، انهدام قاب خمشی به سرعت به وقوع می‌پیوندد.
  - چون مکانیزم شکست بر اساس تسلیم و تشکیل مفاصل پلاستیک در تیرهای قاب عموما مفاصل پلاستیک بیشتری را دربرخواهد داشت، لذا قابلیت جذب انرژی القایی زلزله بیشتر خواهد شد.



جلوگیری از انهدام ستون

- در این ساختمان هشت طبقه به ازای تغییرمکان جانبی یکسان، تقاضا برای چرخش پلاستیک ستون در حالت مکانیزم تغییرشکل ستون، تقریبا ۸ برابر بزرگتر از تقاضای چرخش پلاستیک تیر در وضعیت مکانیزم تغییرشکل تیر می‌باشد.
- با توجه به محدودیت ظرفیت چرخش پلاستیک اعضای سازه، مکانیزم تغییرشکل ستون خطر انهدام بسیار بیشتری را در پی خواهد داشت.
- به این فسفه طراحی اصطلاحا فلسفه تیر ضعیف-ستون قوی در طراحی لرزه ای سازه‌ها گفته می‌شود.
- این فلسفه در طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله نظیر قاب‌های خمشی ویژه مورد توجه قرار گرفته است.
- البته در سازه‌های فولادی با ارتفاع کم، تیرها معمولا قوی‌تر از ستون‌ها به دست می‌آیند و تطبیق و اعمال فلسفه تیر ضعیف—ستون قوی در این گونه سازه‌ها به نظر اقتصادی نمی‌رسد.
- نکته: چنان چه به دلایلی خواسته یا ناخواسته خصوصیات هندسی مقطع تیر در محل وقوع مفصل پلاستیک افزایش داده شود حاصل آن تحمیل لنگر خمشی بیشتر به ستون خواهد بود. وقوع چنین امری مطلوب نبوده و با فلسفه طراحی بر اساس ظرفیت سازگاری ندارد و به عبارت دیگر در این صورت کار از محکم‌کاری عیب می‌کند.

عناصر کلیدی در طراحی مقاوم در برابر زلزله

Required Lateral Strength (design seismic lateral forces)

ASCE-7:

Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures

(مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان)

Detailing for Ductility

AISC 341:

Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

(مبحث دهم: طرح واجرای ساختمانهای فولادی-فصل سوم)

Design EQ Loads – Base Shear per ASCE 7:

$$V = C_s W$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{(R/I)} \leq \frac{S_{D1}}{T(R/I)}$$

The factor R is called the "response modification coefficient“

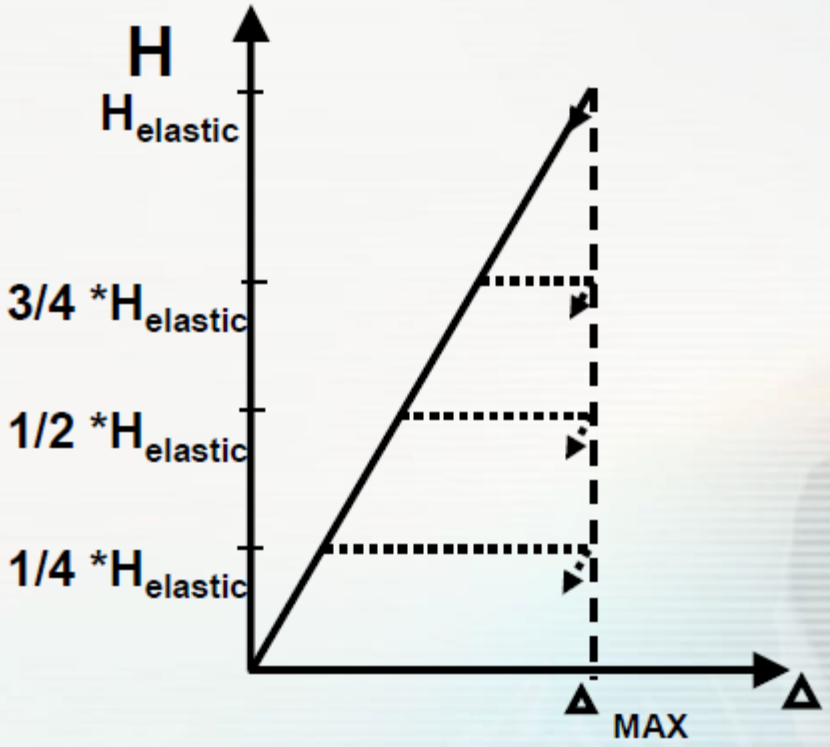
آیین نامه ها از طریق ضریب **R** مبادله بین مقاومت و شکل پذیری را انجام می دهند.

R factors for Selected Steel Systems (ASCE 7):

SMF (*Special Moment Resisting Frames*): R = 8

IMF (*Intermediate Moment Resisting Frames*): R = 4.5

OMF (*Ordinary Moment Resisting Frames*): R = 3.5



R factors for Selected Steel Systems (ASCE 7):

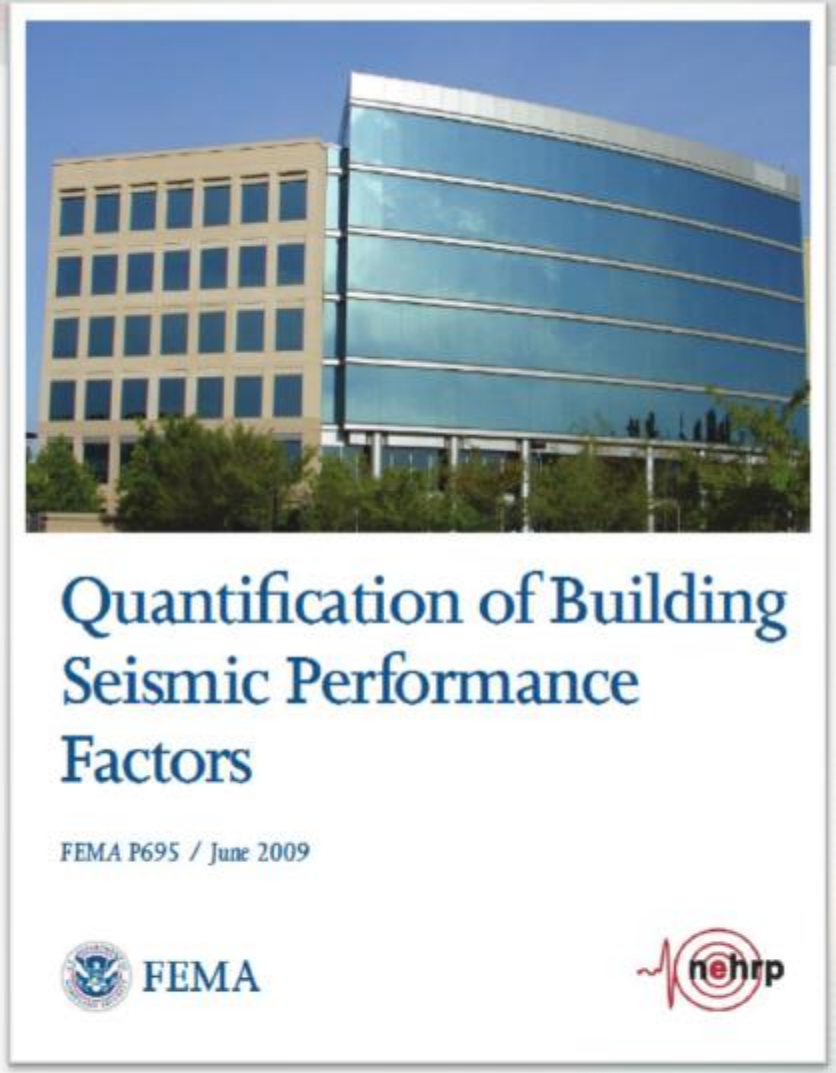
استاندارد ۲۸۰۰

SMF	(*Special Moment Resisting Frames*):	R = 8	7.5
IMF	(*Intermediate Moment Resisting Frames*):	R = 4.5	5
OMF	(*Ordinary Moment Resisting Frames*):	R = 3.5	3.5
EBF	(*Eccentrically Braced Frames*):	R = 8 or 7	7
SCBF	(*Special Concentrically Braced Frames*):	R = 6	5.5
OCBF	(*Ordinary Concentrically Braced Frames*):	R = 3.25	3.5
BRBF	(*Buckling Restrained Braced Frame*):	R = 8 or 7	7
SPSW	(*Special Plate Shear Walls*):	R = 7	

Undetailed Steel Systems in Seismic Design Categories A, B or C (AISC Seismic Provisions not needed) — R = 3

R-factors

- How were current R-factors determined?
- R-factors for new systems?
  - ATC-63 project



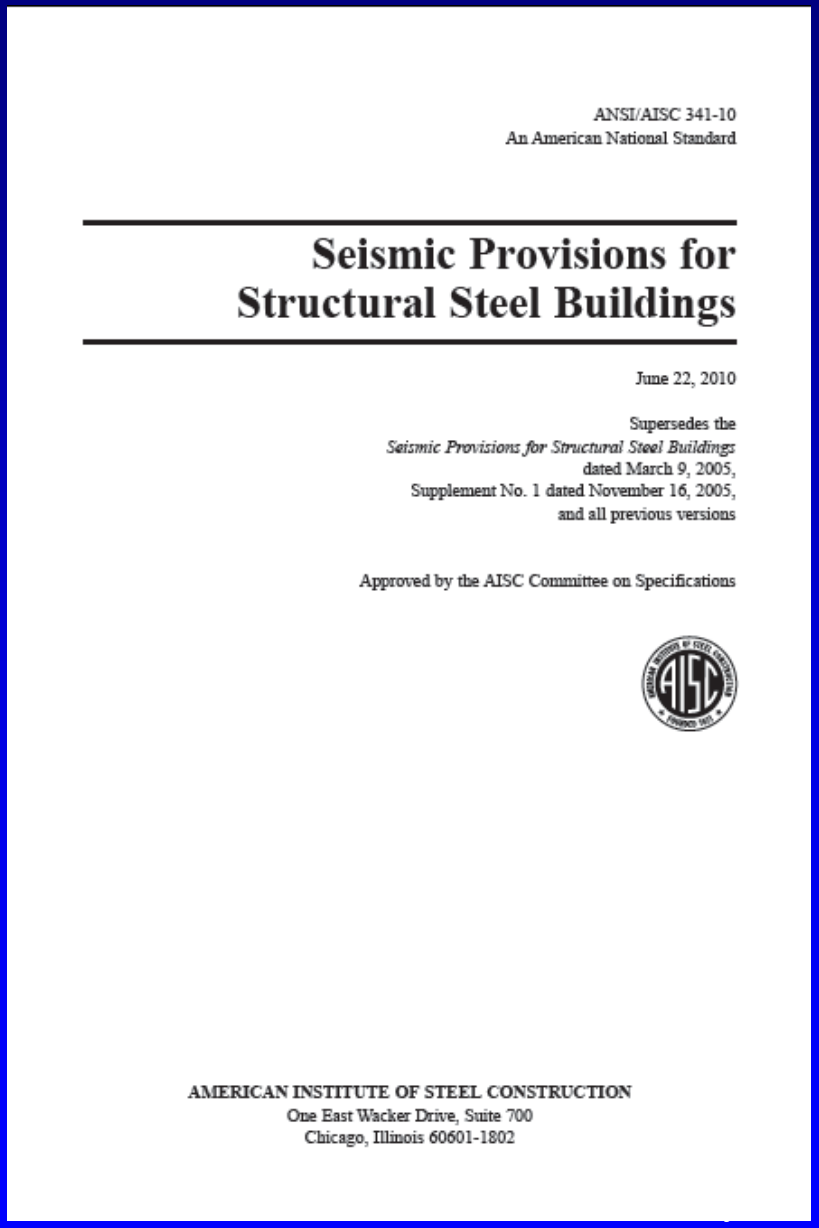
Some background:

http://peer.berkeley.edu/tbi/wp-content/uploads/2010/09/Heintz_ATC-63.pdf

۱- مقدمه و اصول اساسی

- عملکرد ساختمان های فولادی در زلزله های گذشته
- آیین نامه های طرح لرزه ای ساختمان های فولادی
- فلسفه و رویکرد آیین نامه های ساختمانی
- مروی بر الزامات لرزه ای AISC

2010 AISC Seismic Provisions



ANSI/AISC 341-10
An American National Standard

Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

June 22, 2010

Supersedes the
Seismic Provisions for Structural Steel Buildings
dated March 9, 2005,
Supplement No. 1 dated November 16, 2005,
and all previous versions

Approved by the AISC Committee on Specifications

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION
One East Wacker Drive, Suite 700
Chicago, Illinois 60601-1802

AISC *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*

Symbols, Glossary, Acronyms

A. General Requirements

B. General Design Requirements

C. Analysis

D. General Member and Connection Design Requirements

E. Moment-Frame Systems

F. Braced-Frame and Shear-Wall Systems

G. Composite Moment-Frame Systems

H. Composite Braced-Frame and Shear-Wall Systems

I. Fabrication and Erection

J. Quality Control and Quality Assurance

K. Prequalification and Cyclic Qualification Testing Provisions

Commentary A-K

References

AISC *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*

Cross Reference

Symbols

Glossary

Provisions

A. GENERAL REQUIREMENTS

A1. Scope

A2. Referenced Specifications, Codes and Standards

A3. Materials

A4. Structural Design Drawings and Specifications

B. GENERAL DESIGN REQUIREMENTS

- B1. General Seismic Design Requirements
- B2. Loads and Load Combinations
- B3. Design Basis
- B4. System Type

C. ANALYSIS

- C1. General Requirements
- C2. Additional Requirements
- C3. Nonlinear Analysis

D. GENERAL MEMBER AND CONNECTION DESIGN REQUIREMENTS

- D1. Member Requirements
- D2. Connections
- D3. Deformation Compatibility of Non-SFRS Members and Connections
- D4. H-Piles

E. MOMENT-FRAME SYSTEMS

- E1. Ordinary Moment Frames (OMF)
- E2. Intermediate Moment Frames (IMF)
- E3. Special Moment Frames (SMF)
- E4. Special Truss Moment Frames (STMF)
- E5. Ordinary Cantilever Column Systems (OCCS)
- E6. Special Cantilever Column Systems (SCCS)

F. BRACED-FRAME AND SHEAR-WALL SYSTEMS

- F1. Ordinary Concentrically Braced Frames (OCBF)
- F2. Special Concentrically Braced Frames (SCBF)
- F3. Eccentrically Braced Frames (EBF)
- F4. Buckling-Restrained Braced Frames (BRBF)
- F5. Special Plate Shear Walls (SPSW)

G. COMPOSITE MOMENT-FRAME SYSTEMS

- G1. Composite Ordinary Moment Frames (C-OMF)
- G2. Composite Intermediate Moment Frames (C-IMF)
- G3. Composite Special Moment Frames (C-SMF)
- G4. Composite Partially Restrained Moment Frames (C-PRMF)

H. COMPOSITE BRACED-FRAME AND SHEAR-WALL SYSTEMS

- H1. Composite Ordinary Braced Frames (C-OBF)
- H2. Composite Special Concentrically Braced Frames (C-SCBF)
- H3. Composite Eccentrically Braced Frames (C-EBF)
- H4. Composite Ordinary Shear Walls (C-OSW)
- H5. Composite Special Shear Walls (C-SSW)
- H6. Composite Plate Shear Walls (C-PSW)

I. FABRICATION AND ERECTION

I1. Shop and Erection Drawings

I2. Fabrication and Erection

J. QUALITY CONTROL AND QUALITY ASSURANCE

K. PREQUALIFICATION AND CYCLIC QUALIFICATION TESTING PROVISIONS

K1. Prequalification of Beam-to-Column and Link-to-Column Connections

K2. Cyclic Tests for Qualification of Beam-to-Column and Link-to-Column Connections

K3. Cyclic Tests for Qualification of Buckling-Restrained Braces

COMMENTARY

References

وزارت راه و شهرسازی
معاونت مسکن و ساختمان

مقررات ملّی ساختمان ایران

مبحث دهم

طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی

دفتر مقررات ملّی ساختمان
ویرایش چهارم ۱۳۹۲

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱۰-۱ الزامات عمومی	۱
۱۰-۱-۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۱۰-۱-۲ مبانی طراحی	۲
۱۰-۱-۳ اصول تحلیل	۵
۱۰-۱-۴ مشخصات مصالح فولادی	۶
۱۰-۱-۵ علائم، اختصارات و واحدها	۹
۱۰-۱-۶ مدارک فنی	۹
۱۰-۱-۷ نصب و کنترل کیفیت	۱۰
۱۰-۱-۸ ضوابط طراحی لرزه‌ای	۱۰

۱۰-۲ الزامات طراحی ۱۱

۱۰-۲-۱ الزامات تحلیل و طراحی برای تأمین پایداری ۱۳

۱۰-۲-۲ الزامات مقاطع اعضای فولادی ۲۴

۱۰-۲-۳ الزامات طراحی اعضاء برای نیروی کششی ۳۴

۱۰-۲-۴ الزامات طراحی اعضا برای نیروی فشاری ۴۶

۱۰-۲-۵ الزامات طراحی اعضا برای خمش ۶۰

۱۰-۲-۶ الزامات طراحی اعضا برای برش ۹۴

۱۰-۲-۷ الزامات طراحی اعضا برای ترکیب نیروی محوری و لنگر خمشی و ترکیب لنگر پیچشی با سایر نیروها ۱۰۳

۱۰-۲-۸ الزامات طراحی اعضای با مقطع مختلط ۱۱۲

۱۰-۲-۹ الزامات طراحی اتصالات ۱۴۰

۱۰-۲-۱۰ الزامات حالت‌های حدی بهره‌برداری در تحلیل و طراحی ۱۹۰

۱۰-۳ الزامات طراحی لرزه‌ای ۱۹۵

۱۰-۳-۱ هدف و دامنه کاربرد ۱۹۶

۱۰-۳-۲ تعاریف ۱۹۷

۱۰-۳-۳ الزامات لرزه‌ای مشخصات مصالح ۲۰۰

۱۰-۳-۴ الزامات لرزه‌ای کمانش موضعی ۲۰۱

۱۰-۳-۵ الزامات لرزه‌ای ستون‌ها، وصلهٔ ستون‌ها، کف ستون‌ها و وصله تیرها ۲۰۵

۱۰-۳-۶ الزامات لرزه‌ای مهار جانبی تیرها در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه ۲۱۲

۱۰-۳-۷ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی معمولی ۲۱۲

۱۰-۳-۸ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی متوسط ۲۱۴

۱۰-۳-۹ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های خمشی ویژه ۲۲۰

۱۰-۳-۱۰ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای معمولی ۲۲۴

۱۰-۳-۱۱ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ همگرای ویژه ۲۲۷

۱۰-۳-۱۲ الزامات تکمیلی طراحی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی‌شدهٔ واگرا ۲۳۱

۱۰-۳-۱۳ اتصالات گیردار از پیش تأیید شده ۲۴۱