



دستور العمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود

تفسیر دستور العمل بهسازی
لرزه ای ساختمانهای موجود

دستور العمل بهسازی لرزه ای
ساختمانهای موجود

بهسازی لرزه ای سازه های فولادی

گرد آوری مدارك و اطلاعات، شناخت وضع موجود، ملزومات و فرضیات طراحی

زمستان ۱۳۹۶

بهرخ حسینی هاشمی

پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

پژوهشگاه بین المللی
زلزله شناسی و مهندسی زلزله

دفتر امور فنی و تدوین معیارها
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

پژوهشگاه بین المللی
زلزله شناسی و مهندسی زلزله

دفتر امور فنی و تدوین معیارها
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور



بهسازی لرزه ای سازه های فولادی

- کلیات

- سیستم ها و اجزای سازه ای



بهسازی لرزه ای سازه های فولادی

کلیات

- محدوده کاربرد
- مشخصات مصالح و بازرسی وضعیت موجود
- ملزومات و فرضیات ارزیابی



بهسازی لرزه ای سازه های فولادی

سیستم ها و اجزای سازه ای

- قابهای خمشی فولادی
- قابهای فولادی مهاربندی شده
- دیوارهای برشی فولادی
- قابهای با اتصالات خورجینی
- قابهای فولادی با میانقاب
- دیافراگم ها در سازه های فولادی
- پی های متشکل از شمع های فولادی



کلیات

- محدوده کاربرد
- مشخصات مصالح و بازرسی وضعیت موجود
- ملزومات و فرضیات ارزیابی



محدوده کاربرد

ملزومات این فصل هم برای اجزای فولادی ساختمان موجود و هم برای اجزای فولادی تقویت شده یا اضافه شده به سیستم ساختمانی کاربرد دارد.

این دستورالعمل شامل ارزیابی و مرمت اعضای فولادی آسیب دیده در برابر زلزله نمی باشد.



کلیات

- محدوده کاربرد
- مشخصات مصالح و بازرسی وضعیت موجود
- ملزومات و فرضیات ارزیابی



مشخصات مصالح و بازرسی وضعیت موجود

به منظور ارزیابی دقیق از عملکرد ساختمان باید اطلاعات کافی از مشخصات مصالح، پیکربندی و مشخصات و شرایط اعضاء و اجزاء جمع آوری شود. گستره اطلاعات مورد نیاز بسته به سطح عملکرد مورد ارزیابی، نوع روش تحلیل، میزان اطلاعات موجود در نقشه ها متفاوت خواهد بود.

➤ مشخصات مصالح

➤ بازرسی وضعیت موجود



مشخصات مصالح

حداقل اطلاعات مورد نیاز از مشخصات مصالح شامل:

- تنش حد تسلیم مصالح مبنا و اجزای اتصال
- تعیین کربن معادل مصالح مبنا و اجزای اتصال و یا بررسی قابلیت جوش پذیری

☐ مشخصات کرانه پایین مصالح

☐ مشخصات مورد انتظار مصالح



مشخصات مصالح

مشخصات کرانه پایین مصالح

مشخصات کرانه پایین تنش حد تسلیم و حد نهایی مصالح عبارتست از متوسط مقدار حاصله از نتایج آزمایش منهای یک انحراف معیار.

در محاسبه ظرفیت اجزای نیرو کنترل چه در اجزای با مصالح موجود و چه در اجزای با مصالح جدید، در تحلیل های خطی و غیر خطی، باید از مشخصات کرانه پایین مصالح استفاده نمود.



مشخصات مصالح

مشخصات مورد انتظار مصالح

مشخصات مورد انتظار تنش حد تسلیم و حد نهایی مصالح عبارتست از متوسط مقدار حاصله از نتایج آزمایش.

مشخصات مورد انتظار مصالح در اجزای فولادی را می توان از ضرب مقادیر کرانه پایین تنش حد تسلیم و حد نهایی در عدد ۱.۱ محاسبه نمود.

در محاسبه ظرفیت اجزای تغییرشکل کنترل چه در اجزای با مصالح موجود و چه در اجزای با مصالح جدید، در تحلیل های خطی و غیر خطی، باید از مشخصات مورد انتظار مصالح استفاده نمود.



مشخصات مصالح

حداقل تعداد آزمایش ها

مشخصات مصالح بسته به سطح اطلاعات انتخابی ممکن است در سه سطح **حداقل، متعارف یا جامع** جمع آوری شود.

در سازه های فولادی در سطح اطلاعات **حداقل** نیاز به انجام آزمایش نبوده و مشخصات مصالح میتواند از مقادیر **درج شده در دفترچه محاسبات و یا نقشه های اجرایی** موجود ساختمان استفاده گردد.

در اینحالت مشخصات اسمی مصالح و یا مقادیر **درج شده در دفترچه محاسبات و یا نقشه های اجرایی** برای سطح اطلاعات **حداقل** می تواند برابر مشخصات **کرانه پایین مصالح** انتخاب شود.



مشخصات مصالح

سطح اطلاعات متعارف یا جامع

حداقل تعداد آزمایش های لازم برای تعیین مشخصات مصالح بسته به گستره سطح اطلاعات لازم برای تحلیل و ارزیابی ساختمان متفاوت خواهد بود. در صورتیکه اطلاعات در سطح متعارف مد نظر باشد باید از برنامه آزمایش های متعارف پیروی نمود. و هر گاه بخواهیم اطلاعات را در سطح جامع جمع آوری نماییم باید برنامه های آزمایش های جامع را دنبال کرد.

آزمایش های متعارف



آزمایش های جامع





مشخصات مصالح

حداقل تعداد آزمایش ها

آزمایش های متعارف

۱. موجود بودن مدارک فنی با ذکر مشخصات مصالح و یا رویت مارك ثبت شده:

از مقادیر ذکر شده به عنوان کرانه پایین مقاومت مصالح استفاده نموده و نیاز به انجام آزمایش نمی باشد.



مشخصات مصالح

حداقل تعداد آزمایش ها

آزمایش های متعارف

۲.

مدارک فنی ناقص و یا موجود نیست:

ابتدا با روش غیر مخرب و با استفاده از دستگاه سختی سنج، یکنواختی مصالح از نظر فولاد مصرفی تعیین میشود.

در صورتی که پراکندگی نتایج بیانگر یکسان بودن رده فولاد برای تمام اعضا باشد، در این حالت حداقل یک نمونه از عضوی که کمترین بار را تحمل می کند، گرفته می شود.

در صورتی که پراکندگی نتایج بیانگر استفاده از فولاد با رده های متفاوت باشد، در این حالت حداقل یک نمونه از هر رده فولاد از عضوی که کمترین بار را تحمل می کند، گرفته می شود.

مشخصات مورد انتظار مصالح فولادی در سطح اطلاعات متعارف برابر با مشخصات نزدیک ترین رده فولادی است که **مقاومتی کمتر از مقادیر بدست آمده از آزمایش را دارد**، میباشد. در صورتی که مشخصات کرانه پایین مصالح فولادی لازم باشد میتوان مقادیر مورد انتظار را بر ضریب ۱.۱ تقسیم نمود.

در صورت صلاحدید طراح، تعداد آزمایش های مخرب می تواند با جایگزینی آنها با آزمایش های غیرمخرب مناسب (حداقل ۵ آزمایش غیرمخرب به جای یک آزمایش مخرب) کاهش داده شود.



مشخصات مصالح

حداقل تعداد آزمایش ها

آزمایش های جامع

۱.

مدارک فنی با ذکر مشخصات مصالح موجود است:

در صورت موجود بودن مدارک فنی معتبر حاوی گزارش آزمایش مصالح، نقشه های اجرایی و یا رویت مارک ثبت شده، با انجام حداقل ۱ آزمایش، در صورت تأیید اطلاعات موجود، می توان از مقادیر مقاومت ذکر شده در مدارک به طور مستقیم به عنوان مشخصات کرانه پایین مصالح استفاده نمود.



مشخصات مصالح

حداقل تعداد آزمایش ها

آزمایش های جامع

۲. مدارک فنی ناقص، یا موجود نیست و یا مغایر است:

ابتدا با روش غیر مخرب و با استفاده از دستگاه سختی سنج، یکنواختی مصالح از نظر فولاد مصرفی تعیین میشود.

در صورتی که پراکندگی نتایج بیانگر یکسان بودن رده فولاد برای تمام اعضا باشد، در این حالت حداقل سه آزمایش از نمونه اعضای که کمترین بار را تحمل می کند، گرفته میشود.

در صورتی که پراکندگی نتایج بیانگر استفاده از فولاد با رده های متفاوت باشد، باید حداقل سه آزمایش در هر رده فولاد از اعضای که کمترین بار را تحمل میکنند ، انجام شود.

مشخصات **کرانه پایین مصالح** فولادی در سطح اطلاعات جامع برابر با متوسط نتایج منهای یک انحراف معیار می باشد. در این حالت متوسط نتایج به عنوان **مقاومت مورد انتظار مصالح** فولادی استفاده میشود.



بازرسی وضعیت موجود

بازرسی وضعیت موجود ساختمان و ساختگاه به منظور مدلسازی دقیق تر در ارزیابی تحلیلی لرزه ای ساختمان برای هدف بهسازی مورد نظر لازم است. اهدافی که در این بازرسی باید مد نظر قرار گیرد شامل موارد زیر است.

- ❖ تعیین مشخصات اعضاء و اجزاء، بررسی پیکربندی اعضا و اجزای اتصال، بررسی پیوستگی در مسیر انتقال بار، بررسی به منظور تشخیص وجود هر نوع تضعیف ناشی از اثرات نیرو یا شرایط محیطی. شناسایی اعضای غیر سازه ای موثر در رفتار سازه.
- ❖ شناسایی دیگر شرایط نظیر ساختمان های مجاور.
- ❖ شناسایی شرایط ساختگاه، خاک محل و پی.

- ❑ مشخصات اجزاء موجود
- ❑ محدوده روشهای بازرسی



بازرسی وضعیت موجود

مشخصات اجزای موجود

رفتار اجزا از جمله تیرها و ستونها توسط مشخصه هایی از قبیل سطح مقطع، نسبت عرض به ضخامت و لاغری اجزای مقطع، مقاومت کمانش جانبی پیچشی مقطع و جزییات اجزای اتصال تعیین می گردد. بهمین جهت اطلاعات زیر از مشخصات اجزا باید جمع آوری گردد.

- شکل سطح مقطع و اندازه ابعاد: اعضاء، ورق های پوششی، مهاربندها و سخت کننده ها
- تعیین سطح مقطع، اساس مقطع، ممان اینرسی و خواص پیچشی در مقاطع بحرانی
- تعیین موقعیت و مشخصات وصله ها و اتصالات به نحوی که اجرا شده اند
- شرایط فیزیکی فلز مبنا و اجزای اتصال و بررسی تغییرشکل ها و آسیب دیدگی های موجود



بازرسی وضعیت موجود

محدوده روشهای بازرسی

بازرسی وضع موجود شامل بازرسی کلیه اعضاء و اجزایی است که در سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی دخالت دارند. بدین منظور می توان وضع موجود را با نقشه های موجود تطبیق داد و در صورت فقدان و یا ناقص بودن نقشه های موجود نقشه های تکمیلی را تهیه نمود.

هر گاه مانع یا پوششی امکان بازرسی را سلب نماید، بازرسی را می توان با برداشت پوشش و یا از طریق ایجاد حفره و استفاده از وسایل مخصوص انجام داد.

محدوده روش بازرسی بسته به وجود یا عدم وجود و یا ناقص بودن نقشه های اجرایی متفاوت خواهد بود.



بازرسی وضعیت موجود

محدوده روشهای بازرسی

- در صورت وجود نقشه های جزییات اجرایی، حداقل یک اتصال از هر نمونه اتصال (اتصال تیر به ستون میانی، اتصال تیر به ستون کناری، اتصال ستون به شالوده و اتصال تیر به دیافراگم) باید آشکار گردد. در صورت عدم انحراف آن نمونه با نقشه ها، کلیه اتصالات مشابه با آن نمونه، اجرا شده عین نقشه تلقی می گردد. در صورتیکه بین نقشه و آنچه که اجرا شده تفاوتی باشد باید اتصالات بیشتری از آن نمونه آشکار گردد تا به قضاوت مشخصی در مورد آن نمونه رسید.
- در صورت عدم وجود نقشه های جزییات اجرایی و یا ناقص بودن آنها، حداقل سه اتصال از هر نمونه اتصال باید آشکار گردد. در صورتیکه تفاوتی مشاهده نشود این نمونه ها نماینده اتصالات مشابه فرض می شوند. در صورت تفاوت باید اتصالات بیشتری از آن نمونه آشکار گردد تا به قضاوت مشخصی در مورد آن نمونه رسید.





























































12

10







مشخصات مصالح و بازرسی وضعیت موجود

انتخاب ضریب آگاهی

اطلاعات	سطح اطلاعات							
	حداقل		متعارف				جامع	
هدف بهسازی	بهسازی مطلوب یا پائین تر				بهسازی ویژه			
روش تحلیل	خطی		هرنوع		هرنوع		هرنوع	
مدارک	نقشه های طراحی	ناقص	نقشه های طراحی	ناقص	نقشه های طراحی	ناقص	مدارک فنی	ناقص
روش بازرسی	محدود	کامل	محدود	کامل	محدود	کامل	محدود	کامل
خواص مصالح	بدون آزمایش		آزمایشهای متعارف		آزمایشهای متعارف		آزمایشهای جامع	
ضریب آگاهی K	۰,۷۵	۰,۷۵	۱,۰۰	۱,۰۰	۰,۷۵	۰,۷۵	۱,۰۰	۱,۰۰



کلیات

- محدوده کاربرد
- مشخصات مصالح و بازرسی وضعیت موجود
- ملزومات و فرضیات ارزیابی





ملزومات و فرضیات ارزیابی

روشهای خطی	}	سختی	✓
روشهای غیر خطی			
روشهای خطی	}	مقاومت	✓
روشهای غیر خطی			
روشهای خطی	}	معیارهای پذیرش	✓
روشهای غیر خطی			



ملزومات و فرضیات ارزیابی

سختی

روشهای خطی

➤ سختی محوری

➤ سختی برشی

➤ سختی خمشی

➤ سختی چشمه اتصال

➤ سختی گره اتصال

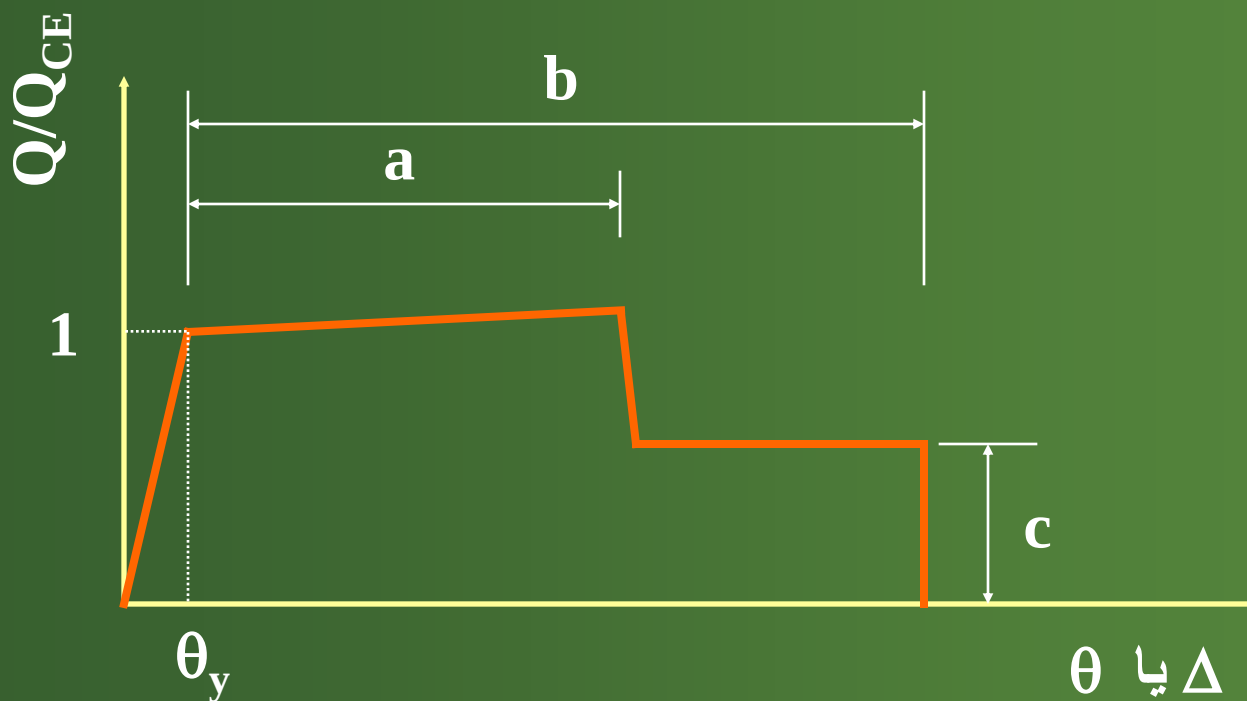


ملزومات و فرضیات ارزیابی

سختی

روشهای غیر خطی

منحنی نیرو- تغییر شکل اعضاء و اجزای فولادی:





پارامترهای مدلسازی در روش های غیرخطی

پارامترهای مدلسازی			جزء/تلاش
نسبت تنش پس ماند	زاویه چرخش خمیری، رادیان		
c	b	a	
تیرها - خمشی			
0.6	110 _y	90 _y	الف: $h/t_w \leq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
0.2	60 _y	40 _y	ب: $h/t_w \geq 5365/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب			ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w
ستونها - خمشی			
برای $P/P_{CL} \leq 0.20$			
0.6	110 _y	90 _y	الف: $h/t_w \leq 2500/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
0.2	60 _y	40 _y	ب: $h/t_w \geq 3850/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب			ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w
برای $0.20 < P/P_{CL} \leq 0.50$			
0.2	17(1-1.7P/P _{CL})θ _y	11(1-1.7P/P _{CL})θ _y	الف: $h/t_w \leq 2170/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
0.2	1.5θ _y	θ _y	ب: $h/t_w \geq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب			ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w
1.0	120 _y	120 _y	چشمه اتصال
اتصالات صلب			
0.2	0.043-0.00024d	0.051-0.00051d	اتصال مستقیم
0.2	0.036	0.026	ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم با دال
0.2	0.023	0.018	ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم بدون دال

پارامترهای مدلسازی در روش های غیرخطی

0.2	0.056- 0.00043d	0.056- 0.00043d	ورق جوش شده به اتصال مستقیم
0.2	0.050- 0.00024d	0.021- 0.00012d	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان پیچ شده
0.2	0.054	0.041	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان جوش شده
0.2	0.093- 0.00063d	0.067- 0.00047d	بال جدا شده از جان
0.2	0.07-0.00012d	0.05-0.00012d	تیر با مقطع کاهش یافته
			ورق اتصال بال جوش شده
0.2	0.06	0.03	الف: در مقطع خالص ورق
رفتار نیرو کنترل			ب: دیگر حالات حدی
0.2	0.047	0.027	اتصال ماهیچه ای بال پایین
0.2	0.048	0.028	اتصال ماهیچه ای بال بالا و پایین
0.2	0.031	0.031	اتصال با ورق بال جوش شده به بال ستون
اتصالات نیمه صلب			
			نبشی بالایی و پایینی
0.2	0.048	0.036	الف: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.8	0.018	0.012	ب: شکست کششی بال افقی نبشی
1	0.025	0.016	پ: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.2	0.084	0.042	ت: شکست خمشی نبشی
			اتصال با سپری
			الف: شکست برشی وسایل اتصال
0.2	0.048	0.036	۱: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.8	0.018	0.012	۲: شکست در جوش



پارامترهای مدلسازی در روش های غیرخطی

0.8	0.024	0.016	ب: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.8	0.018	0.012	پ: شکست کششی در جان سپری
0.2	0.084	0.042	ت: شکست خمشی بالهای سپری
			ورق اتصال بال پیچ شده
0.8	0.030	0.030	الف: شکست در مقطع مؤثر ورق یا برش در پیچ یا پرچ
0.8	0.18	0.12	ب: شکست جوش یا شکست ورق در مقطع کل
			ورق انتهایی پیچ شده
0.8	0.042	0.042	الف: تسلیم ورق انتهایی
0.8	0.024	0.018	ب: تسلیم پیچها
0.8	0.018	0.012	پ: تسلیم جوش
			تیر مختلط در بالا و نبشی در پایین
0.8	0.035	0.018	الف: شکست دال مسلح
0.4	0.042	0.036	ب: تسلیم موضعی بال و لهیدگی جان ستون
0.2	0.042	0.036	پ: تسلیم بال پایینی نبشی
0.8	0.022	0.015	ت: تسلیم کششی پیچ و پرچ در بال ستون
0.2	0.027	0.022	ث: تسلیم برشی اتصالات بال تیر
0.4	0.15- 0.00014d _{bg}	0.029- 0.00008d _{bg}	اتصال برشی با دال
0.4	0.15- 0.00014d _{bg}	0.15-0.00014d _{bg}	اتصال برشی بدون دال

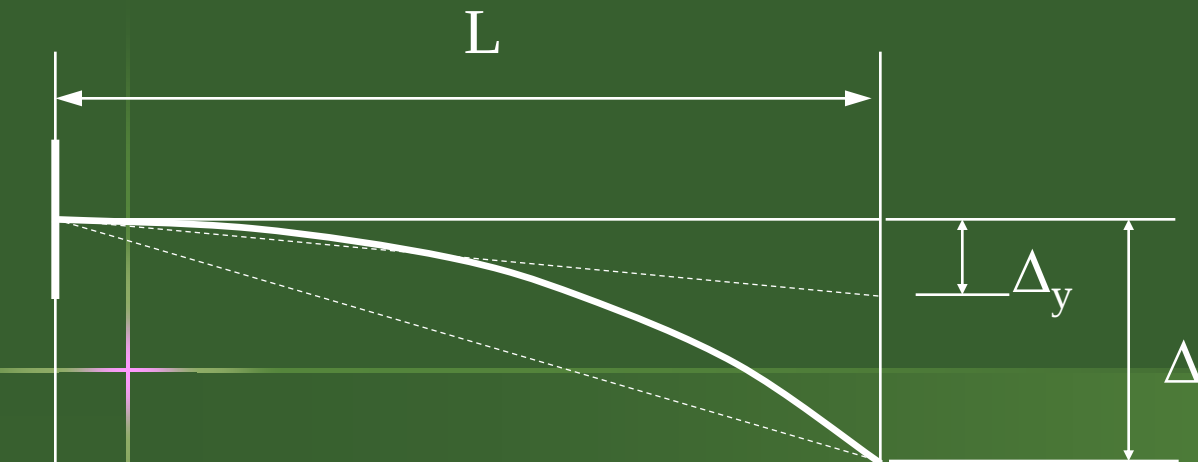
برای عملکرد خمشی تیرها و ستونها

$$Q_{CE} = M_{CE} = ZF_{ye}$$

$$Q_{CE} = M_{CE} = 1.18ZF_{ye}(1 - P/P_{ye}) \leq ZF_{ye}$$

برای چشمه اتصال

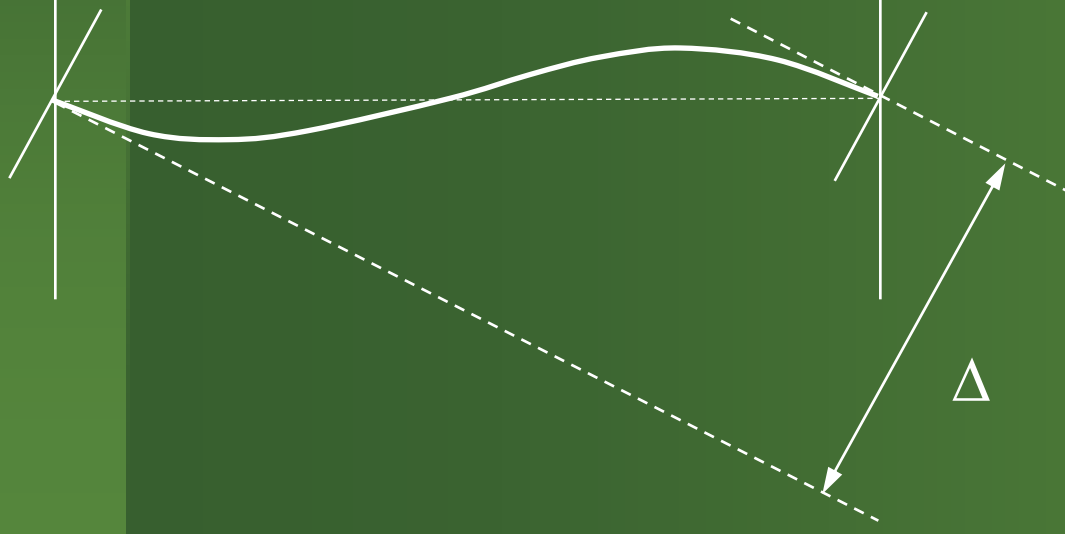
$$Q_{CE} = V_{CE} = 0.55F_{ye}d_c t_p$$



θ = کل چرخش ارتجاعی و خمیری تیر یا ستون

$$\theta = \Delta/L \quad \theta_y = \Delta_y/L$$

θ_y = چرخش حد تسلیم تیر یا ستون و یا زاویه تغییر شکل برشی حد تسلیم چشمه اتصال



$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}L_b}{6EI_b}$$

در تیرها

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}L_c}{6EI_c} \left(1 - \frac{P}{P_{ye}}\right)$$

در ستونها



ملزومات و فرضیات ارزیابی

مقاومت

روشهای خطی

➤ **تغییر شکل کنترل:** مقاومت طراحی در اجزای با تلاشهای تغییر شکل کنترل، Q_{CE} ، با توجه به اصول مقاومت مصالح و با توجه به مقاومت مورد انتظار مصالح محاسبه می گردد. نمونه ای از این تلاشها در زیر آمده است. در تیرها (تلاش خمشی با ظرفیت خمیری مقطع):

$$Q_{CE} = M_{CE} = Z F_{ye}$$

در چشمه اتصال (تلاش برشی با ظرفیت خمیری مقطع):

$$Q_{CE} = V_{CE} = 0.55 F_{ye} d_c t_p$$

➤ **نیرو کنترل:** مقاومت طراحی در اجزای با تلاشهای نیرو کنترل، Q_{CL} ، با توجه به اصول مقاومت مصالح و با توجه به مقاومت کرانه پایین مصالح محاسبه می گردد. نمونه ای از این تلاش در زیر آمده است. در ستونها (مقاومت فشاری)

$$Q_{CL} = P_{CL} = P_n$$



ملزومات و فرضیات ارزیابی

مقاومت

روشهای غیر خطی

➤ **تغییر شکل کنترل:** رابطه نیرو – تغییر شکل اعضاء و اجزای سازه های

فولادی با مقادیر a و b و c داده شده در جداول بیان کننده ظرفیت در اجزای تغییر شکل کنترل می باشد. در این منحنی، Q_{CE} ، مقاومت مورد انتظار جزء مورد نظر است که بر اساس روش تشریح شده در روشهای خطی محاسبه می گردد.

➤ **نیرو کنترل:** در اجزای نیرو کنترل مقاومت طراحی مشابه روشهای خطی محاسبه می گردد.



ملزومات و فرضیات ارزیابی

معیارهای پذیرش روشهای خطی

➤ **تغییر شکل کنترل:** تلاشها در اعضای اصلی و غیر اصلی تغییر شکل کنترل باید رابطه زیر را ارضاء نمایند.

$$m\kappa Q_{CE} \geq Q_{UD}$$

➤ **نیرو کنترل:** تلاشها در اعضای اصلی و غیر اصلی نیرو کنترل باید رابطه زیر را ارضاء نمایند.

$$\kappa Q_{CL} \geq Q_{UF}$$



معیار پذیرش در روش های خطی

ضریب m در روشهای خطی					جزء/تلاش
اعضای غیر اصلی		اعضای اصلی		کلیه اعضا	
CP	LS	CP	LS	IO	
تیرها - خمشی					
12	10	8	6	2	الف: $h/t_w \leq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
4	3	3	2	1.25	ب: $h/t_w \geq 5365/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$
ستونها - خمشی					
برای $P_{UF}/P_{CL} \leq 0.15$					
12	10	8	6	2	الف: $h/t_w \leq 2500/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
3	2	2	1.25	1.25	ب: $h/t_w \geq 3850/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$
برای $0.15 < P_{UF}/P_{CL} \leq 0.50$					
$16(1-1.7P/P_{CL})$	$40/3(1-1.7P/P_{CL})$	$32/3(1-1.7P/P_{CL})$	$8(1-1.7P/P_{CL})$	1.2	الف: $h/t_w \leq 2170/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
1.8	1.8	1.4	1.2	1.2	ب: $h/t_w \geq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$
۱۲	۱۲	۱۱	۸	۱,۵	چشمه اتصال - برش
اتصالات صلب					
5.5-0.025d	4.3-0.02d	3.9-0.017d	4.3-0.033d	1	اتصال مستقیم
4.7	3.8	3.4	2.7	1.6	ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم با دال
3.3	2.8	2.5	2.1	1.3	ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم بدون دال



معیار پذیرش در روش های خطی

6.9-0.046d	5.4-0.035d	5.4-0.035d	4.3-0.026d	2.4-0.012d	ورق جوش شده به اتصال مستقیم
6.2-0.026d	4.9-0.019d	3.1-0.013d	2.3-0.008d	1.4-0.003d	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان پیچ شده
6.7	5.3	5.3	4.2	2	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان جوش شده
11-0.068d	8.4-0.051d	8.1-0.051d	6.3-0.039d	2.7-0.013d	بال جدا شده از جان
8.4-0.013d	6.5-0.01d	6.3-0.013d	4.9-0.01d	2.2-0.003d	تیر با مقطع کاهش یافته
					ورق اتصال بال جوش شده
7.3	5.7	4.1	3.3	1.7	الف: در مقطع خالص ورق
رفتار نیرو کنترل					ب: دیگر حالات حدی
5.9	4.6	3.8	3.1	1.6	اتصال ماهیچه ای بال پایین
6	4.7	3.9	3.1	1.6	اتصال ماهیچه ای بال بالا و پایین
4.2	3.4	3.4	2.8	1.7	اتصال با ورق بال جوش شده به بال ستون
اتصالات نیمه صلب					
					نشی بالایی و پایینی
8	6	6	4	1.5	الف: شکست برشی در پیچ یا پرچ
2	1.5	2	1.5	1.25	ب: شکست کششی بال افقی نشی
4	4	2.5	1.5	1.25	پ: شکست کششی پیچ یا پرچ
14	7	7	5	2	ت: شکست خمشی نشی
					اتصال با سپری
					الف: شکست برشی وسایل اتصال
8	6	6	4	1.5	۱: شکست برشی در پیچ یا پرچ
2	1.5	2	1.5	1.25	۲: شکست در جوش



معیار پذیرش در روش های خطی

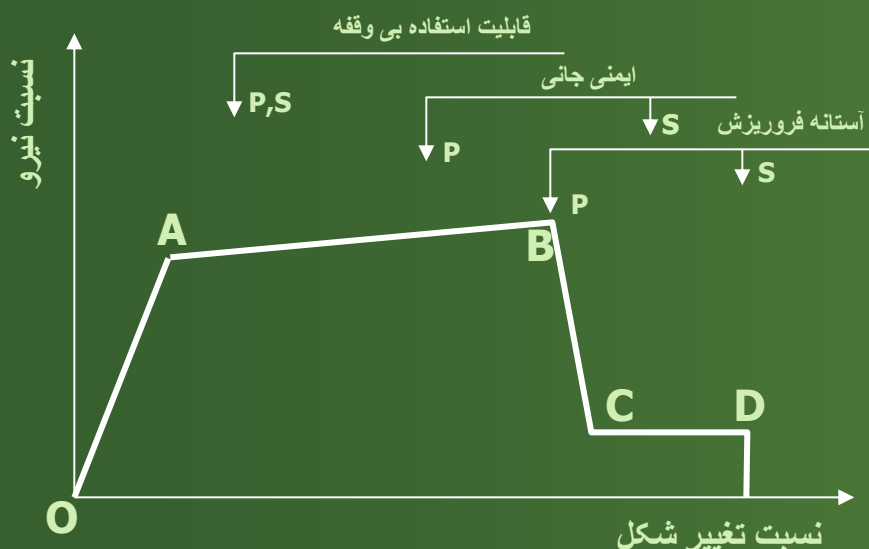
4	4	2.5	1.5	1.25	ب: شکست کششی پیچ یا پرچ
2	1.5	2	1.5	1.25	پ: شکست کششی در جان سپری
14	7	7	5	2	ت: شکست خمشی بالهای سپری
					ورق اتصال بال پیچ شده
5	4	5	4	1.5	الف: شکست در مقطع مؤثر ورق یا برش در پیچ یا پرچ
2	1.5	2	1.5	1.25	ب: شکست جوش یا شکست ورق در مقطع کل
					ورق انتهایی پیچ شده
7	7	7	5.5	2	الف: تسلیم ورق انتهایی
4	4	3	2	1.5	ب: تسلیم پیچها
3	3	2	1.5	1.25	پ: تسلیم جوش
					تیر مختلط در بالا و نبشی در پایین
6	4	3	2	1.25	الف: شکست دال مسلح
7	5	6	4	1.5	ب: تسلیم موضعی بال و لهدگی جان ستون
7	6	6	4	1.5	پ: تسلیم بال پایینی نبشی
3.5	2.5	2.5	1.5	1.25	ت: تسلیم کششی پیچ و پرچ در بال ستون
4.5	3.5	3.5	2.5	1.25	ث: تسلیم برشی اتصالات بال تیر
$17-0.152d_{bg}$	$13-0.114d_{bg}$	-----	-----	$1.6-.002d_{bg}$	اتصال برشی با دال
$17-0.152d_{bg}$	$13-0.114d_{bg}$	-----	-----	$4.9-.038d_{bg}$	اتصال برشی بدون دال



ملزومات و فرضیات ارزیابی

معیارهای پذیرش روشهای غیر خطی

➤ **تغییر شکل کنترل:** تغییر شکل حاصل از تحلیل غیر خطی در اجزای تغییر شکل کنترل نباید از ظرفیت تغییر شکل پذیری مشخص شده برای تلاش مورد نظر در جزء تجاوز نماید. این ظرفیت با توجه به سطح عملکرد مورد نظر در جداول فصل ۵ داده شده است.



معیار پذیرش تغییر شکل

➤ **نیرو کنترل:** تلاشها در اعضای اصلی و غیر اصلی نیرو کنترل باید از کرانه پایین مقاومت جزء برای تلاش مورد نظر کوچکتر باشد.



معیار پذیرش در روش های غیر خطی

معیارهای پذیرش						جزء/تلاش
زاویه چرخش خمیری، رادیان						
اعضای غیر اصلی		اعضای اصلی		کلیه اعضا		
CP	LS	CP	LS	IO		
تیرها - خمشی						
110 _y	90 _y	80 _y	60 _y	θ _y	الف: $h/t_w \leq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$	
40 _y	30 _y	30 _y	20 _y	0.250 _y	ب: $h/t_w \geq 5365/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$	
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w	
ستونها - خمشی						
برای $P/P_{CL} \leq 0.20$						
110 _y	90 _y	80 _y	60 _y	θ _y	الف: $h/t_w \leq 2500/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$	
40 _y	30 _y	30 _y	20 _y	0.250 _y	ب: $h/t_w \geq 3850/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$	
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w	
برای $0.20 < P/P_{CL} \leq 0.50$						
15(1-1.7P/P _{CL})θ _y	12(1-1.7P/P _{CL})θ _y	10(1-1.7P/P _{CL})θ _y	7(1-1.7P/P _{CL})θ _y	0.250 _y	الف: $h/t_w \leq 2170/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$	
1.20 _y	1.20 _y	0.80 _y	0.50 _y	0.250 _y	ب: $h/t_w \geq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$	
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w	
120 _y	120 _y	110 _y	80 _y	θ _y	چشمه اتصال	
اتصالات صلب						
اتصال مستقیم						
0.043-0.00024d	0.0323-0.0002d	0.0284-0.00016d	0.0337-0.00035d	0.0128-0.00012d	ماه‌پیچ جوش شده به اتصال مستقیم با دال	
0.036	0.027	0.0238	0.0172	0.0065		
0.023	0.018	0.0152	0.0119	0.0045	ماه‌پیچ جوش شده به اتصال مستقیم بدون دال	



معیار پذیرش در روش های غیر خطی

0.056-0.00043d	0.042-0.00031d	0.0426-0.00031d	0.0319-0.00024d	0.014-0.00012d	ورق جوش شده به اتصال مستقیم
0.050-0.00024d	0.0375-0.0002d	0.021-0.00012d	0.0139-0.00008d	0.0053-0.00004d	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان پیچ شده
0.054	0.041	0.041	0.0312	0.0103	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان جوش شده
0.094-0.00063d	0.0705-0.00047d	0.067-0.00047d	0.0509-0.00035d	0.0168-0.00012d	بال جدا شده از جان
0.07-0.00012d	0.0525-0.00008d	0.05-0.00012d	0.038-0.00008d	0.0125-0.00004d	تیر با مقطع کاهش یافته
					ورق اتصال بال جوش شده
0.06	0.045	0.03	0.0228	0.0075	الف: در مقطع خالص ورق
رفتار نیرو کنترل					ب: دیگر حالات حدی
0.047	0.0353	0.027	0.0205	0.0068	اتصال ماهیچه ای بال پایین
0.048	0.036	0.028	0.0213	0.007	اتصال ماهیچه ای بال بالا و پایین
0.031	0.0233	0.0236	0.0177	0.0078	اتصال با ورق بال جوش شده به بال ستون
اتصالات نیمه صلب					
					نبشی بالایی و پایینی
0.04	0.03	0.03	0.02	0.008	الف: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.015	0.01	0.01	0.008	0.003	ب: شکست کششی بال افقی نبشی
0.02	0.02	0.013	0.008	0.005	پ: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.07	0.035	0.035	0.025	0.01	ت: شکست خمشی نبشی
					اتصال با سپری
					الف: شکست برشی وسایل اتصال
0.04	0.03	0.03	0.02	0.008	۱: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.015	0.01	0.01	0.008	0.003	۲: شکست در جوش



معیار پذیرش در روش های غیر خطی

0.02	0.02	0.013	0.008	0.005	ب: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.015	0.01	0.01	0.008	0.003	پ: شکست کششی در جان سپری
0.07	0.035	0.035	0.025	0.01	ت: شکست خمشی بالهای سپری
					ورق اتصال بال پیچ شده
0.025	0.02	0.025	0.02	0.008	الف: شکست در مقطع مؤثر ورق یا برش در پیچ یا پرچ
0.015	0.010	0.010	0.008	0.003	ب: شکست جوش یا شکست ورق در مقطع کل
					ورق انتهایی پیچ شده
0.035	0.035	0.035	0.028	0.01	الف: تسلیم ورق انتهایی
0.02	0.02	0.015	0.01	0.008	ب: تسلیم پیچها
0.015	0.015	0.01	0.008	0.003	پ: تسلیم جوش
					تیر مختلط در بالا و نبشی در پایین
0.03	0.02	0.015	0.01	0.005	الف: شکست دال مسلح
0.035	0.025	0.03	0.02	0.008	ب: تسلیم موضعی بال و لهیدگی جان ستون
0.035	0.025	0.03	0.02	0.008	پ: تسلیم بال پایینی نبشی
0.018	0.013	0.013	0.008	0.005	ت: تسلیم کششی پیچ و پرچ در بال ستون
0.023	0.018	0.018	0.013	0.005	ث: تسلیم برشی اتصالات بال تیر
$0.15-0.00014d_{bg}$	$.1125-.00011d_{bg}$	-----	-----	$0.0073-.00004d_{bg}$	اتصال برشی با دال
$0.15-0.00014d_{bg}$	$.1125-.00011d_{bg}$	-----	-----	$0.0375-.00035d_{bg}$	اتصال برشی بدون دال